СПРАВОЧНИК
ФИЗИЧЕСКИХ, ХИМИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

16-я ТИПОГРАФИЯ «МОСПОЛИГРАФ»,
МОСКВА, ТРЕХПРУДНЫЙ ПЕР., Д. 9.
ГЛАВЛИТ А 72195. ТИРАЖ 3000 ЭКЗ.

СПРАВОЧНИК
ФИЗИЧЕСКИХ, ХИМИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Л. К. МАРТЕНС

ЧЕТВЕРТЫЙ ТОМ—ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ
Dr. Ing. Л. Ф. РИСА, ПРОФ. П. А. ФЛОРЕНСКОГО
и ИНЖ. Б. Э. ШПРИНКА

ПРИ БЛИЖАЙШЕМ УЧАСТИИ БАРАНОВА В. И., ЗАЙМОВСКОГО А. С., ПРОФ. КОБРАНОВА Н. П., УЧ. АГР. РАКИЦКОГО Н. П., Dr. Ing. РИСА Л. Ф., ИНЖ. САВКОВА Е. И., ПРОФ. ФЛОРЕНСКОГО П. А., ЯНКОВСКОГО В. М.

РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО
ГЛ. РЕДАКТОР—ПРОФ. Л. К. МАРТЕНС, ЗАМ. ГЛ. РЕД.—ПРОФ. М. Б. ВОЛЬФСОН, ПОМ. ГЛ. РЕД.—ИНЖ. Б. Э. ШПРИНК, ЗАВ. ИЗДАТ. ЧАСТЬЮ—К. С. КУЗЬМИНСКИЙ,
УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ — Н. П. РАКИЦКИЙ

ТОМ ЧЕТВЕРТЫЙ

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»
МОСКВА ✧ 1930

Издание осуществляется Акционерным Обществом «Советская Энциклопедия» при Коммунистической Академии ЦИК СССР, пайщиками которого состоят: Государственное Издательство РСФСР, Государственное Медицинское Издательство РСФСР, Издательство Коммунистической Академии, ВЦСПС, Гострудиздат, Издательство «Работник Просвещения», Издательство Н. К. Рабоче-Крестьянской Инспекции СССР, Издательство «Известия ЦИК СССР», Издательство «Правда», Акционерное Общество «Международная Книга», Государственный Банк СССР, Банк Долгосрочного Кредитования Промышленности и Электрохозяйства СССР, Внешторгбанк СССР, Мосполиграф, Госстрах СССР, Всебумпром, Центросоюз, Госпромцветмет, Всесоюзный Текстильный Синдикат, Анилтрест, Азнефть, Резинотрест, Сахаротрест, Орудийно-Арсенальный Трест. Председатель Правления Н. Н. Накоряков. Члены: О. Ю. Шмидт, И. Е. Гершензон, А. П. Спунде, П. Г. Саратовцев, Л. И. Стронгин, Э. Ф. Розенталь.

Редакционная работа по IV тому «Справочника» закончена 15 августа 1930 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕДАКТОРЫ: ПРИ РЕДАКЦИИ — Д. П. КОЛЯНКОВСКИЙ и Б. Н. ТАТАРИНОВ; ПРИ ТИПОГРАФИИ— А. Д. МАЛКИН и Н. А. РОТШТЕЙН.

Адрес редакции Технической Энциклопедии: Москва, Остоженка, 1.
Адрес конторы Акционерного Об-ва: Москва, Волхонка, 14.

СОДЕРЖАНИЕ.

Стр.

I. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЦЕМЕНТЫ, БЕТОНЫ, ИЗВЕСТЬ И АЛЕБАСТР. . 7—22
Гидравлические цементы.—P. H. Bates. 7
Алебастр (гипс).—W. E. Emley. 14
Известковый раствор и кладка.—W. E. Emley. 16
Магнезиальные цементы и бетоны.—Leroy C. Stewart. 17
II. ЗУБНЫЕ ЦЕМЕНТЫ.—W. B. Holmes. . . . . 22—23
III. ФИЗИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД 24—79
Древесные породы Северной Америки.—Лаборатория С.Ш.А. по испытанию лесных материалов. 24
Древесные породы, произрастающие в Британской империи.—Philipp Harris. 38
Древесные породы Дании.—E. Suenson. 63
Древесные породы Голландского Ост-Индского архипелага.—Институт по изучению леса, Buitenzorg, Ява. 63
Древесные породы Японии и Восточной Азии.—Homi Shirosawa. 68
Древесные породы Мексики, Центральной и Южной Америки и Вест-Индии.—Samuel J. Record. 68
Общий указатель древесных пород 71. Расположение по плотности 75. Искусственные древесины 75.
Механические свойства важнейших древесных пород, произрастающих в СССР.—В. А. Петровский. (Дополнение Ред. Т. Э.). 76
IV. ОХЛАЖДАЮЩИЕ СОЛЯНЫЕ РАСТВОРЫ.—R. S. Jessup. . . . . 80—84
V. ТОКСИКОЛОГИЯ ГАЗОВ И ПАРОВ.—R. R. Sayers. . . . . 84—88
VI. МАГНЕТИЗМ. . . . . 89—158
Атомные и молекулярн. данные в связи с теориями магнетизма.—S. J. Barnett. 89
Парамагнитные и диамагнитные данные.—K. Honda, T. Ishiwara, T. Soné и M. Yamada. 98
Ферромагнетизм.—Pierre Weiss и G. Foëx. 113
Символы, единицы и определения 113. Намагничение 118. Электролитическое железо 122. Углеродистое железо и стали 123. Магнитные стали 130. Сплавы железа (стали) 134. Кобальт 147. Никель 148. Сплавы никеля 151. Марганцевые сплавы и соединения 151. Температуры превращений 154. Намагничение ферромагнитных кристаллов 156.
VII. МАГНЕТО-ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ . . . . . 158—187
Гальваномагнитные и термомагнитные эффекты.—Alpheus W. Smith и L. L. Campbell 158
Магнето-оптика 169
Вращение плоскости поляризации при прохождении света сквозь вещество—эффект Фарадея.—A. Cotton и R. Lucas. 169
Вращение плоскости поляризации при отражении—эффект Керра.—A. Cotton и M. Cau. 179
Магнетострикция и связанные с нею явления.—S. R. Williams. 184
VIII. РЕНТГЕНОВЫ ЛУЧИ . . . . . 188—238
Эмиссия (испускание) рентгеновых лучей, длина волн и константы границ поглощения.—D. L. Webster, W. W. Nicolas и Manne Siegbahn. 188
Поглощение и рассеяние рентгеновых лучей.—J. A. Gray. 213
Отражение и преломление рентгеновых лучей.—P. A. Ross. 229
Поляризация рентгеновых лучей.—C. G. Barkla. 231
Эмиссия электронов под действием рентгеновых лучей.—Maurice de Broglie и Jean Thibaud. 231
Кристаллические диффракционные решотки для рентгеновской спектроскопии.—Bergen Davis. 236
J-явление в рентгеновых лучах.—C. G. Barkla 237
IX. ЭЛЕКТРОНИКА И ГАЗОВАЯ ПРОВОДИМОСТЬ. . . . . 239—266
Электрические дуги.—C. D. Child. 239
Тепловая эмиссия электронов.—Saul Dushman. 240
Контактные потенциалы.—Saul Dushman. 244
Прохождение тока в пустотных трубках с накаленными катодами (электронных лампах).—Albert W. Hull. 246

Стр.
Эмиссия вторичных электронов.—H. E. Farnsworth. 248
Фотоэлектрическ. проводимость и фотоэлектродвижущая сила.—A. L. Hughes. 254
Фотоэлектрический эффект.—A. L. Hughes. 255
Критические потенциалы атомов и молекул.—F. L. Mohler. 258
X. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПОСТОЯННАЯ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КРЕПОСТЬ . . . . . 267—305
Диэлектрическая постоянная и диэлектрическая крепость элементов, чистых неорганических соединений и воздуха.—H. L. Curtis и F. M. Defandorf. . 267
Диэлектрическая постоянная и диэлектрическая крепость эталонных жидкостей, монокристаллов, смесей, растворов, чистых органических соединений и различных материалов.—L. Hartshorn, C. C. Harris, J. A. Hey, T. I. Jones и A. G. Milligan. 274
Корона высокого напряжения.—J. B. Whitehead. 303
XI. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЕ. . . . . 306—449
Свойства передатчиков свободного электричества в газах.—Leonard B. Loeb. 306
Ионизация газов.—O. Stuhlmann, Jr. 315
Электросопротивление химических элементов при температуре ниже —70°.—H. Kamerlingh Onnes и W. Tuyn. 321
Электрическое удельное сопротивление чистых металлов при температуре выше —80°.—Frank Wenner. 334
Электрическое удельное сопротивление S, Se и Te.—F. C. Brown и A. M. MacMahon 338
Удельная электропроводность чистых неметаллических жидкостей.—J. R. Partington. 340
Электрическая удельная проводимость электролитов при высоких температурах.—E. B. Millard. 346
Удельная электропроводность и продукты ионизации H_2O.—Niels Bjerrum. 351
Электропроводность пламени.—Harold A. Wilson. 352
Удельная электропроводность водных растворов. 353
Растворы солей и всех неорганических сильных электролитов. 354
1. Удельная проводимость нейтральных галоидных производных, нитратов и сульфатов.—Edward W. Washburn и Alfons Klemenc. 354
2. Удельная проводимость сильных электролитов.—Henry C. Parker и Alfons Klemenc. 367
Электропроводность насыщенных растворов труднорастворимых крепких электролитов.—H. I. Schlesinger и Judith E. Wallen. 387
Удельная электропроводность и ионизационные константы слабых электролитов, растворенных в воде.—James Kendall 391
Электропроводность водных растворов двух и более веществ.—Clarence J. West 442
Числа переноса электролитов в водных растворах.—K. G. Falk. 446
Ключ к периодическим изданиям. 450

СИМВОЛЫ И СОКРАЩЕНИЯ.

%	весовые %.	$\%_m$	молекулярные %.
$\%_v$	объемные %.	$t°$, t	температура в °C.
$\%_a$	атомные %.	÷	пределы (от до).

Другие символы и сокращения см. «Справочник» т. I (стр. 7), т. III (стр. 8) и настоящий том — текст статей, в которых символы употребляются.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЦЕМЕНТЫ, БЕТОНЫ, ИЗВЕСТЬ И АЛЕБАСТР.*

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.		Стр.
Гидравлические цементы	7	Известковый раствор и кладка	16
Алебастр	14	Магнезиальные цементы и бетоны	17

Сокращения.*1

TS	сопротивление на растяжение.	E_i	модуль по начальной касательной.
CS	сопротивление на сжатие.	MR	сопротивление на изгиб.
UCS	временное сопротивление сжатию.	BHN	твердость по Бринелю.
EL_C	предел упругости на сжатие.	El	удлинение.
E	модуль упругости.	WR	истираемость.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЦЕМЕНТЫ.

P. H. Bates.

Гидравлические цементы обладают способностью твердеть под водой и получаются обжигом глинистых известняков (мергеля) или смеси глинистых и содержащих известь материалов. К гидравлическим цементам относятся: портланд-цемент, розендель (натуральный цемент), граппье-цемент, железо-портланд-цемент, рудный портланд-цемент, доменный цемент, трасс, вулканический туф, пуццолана и т. п., а также гидравлические извести.

Номенклатура и классификация вяжущих материалов в значительной степени отличаются друг от друга в различных странах. В С. Ш. А. только для портланд-цемента имеется хорошо разработанный стандарт (A. S. T. M., C9–21).

Довольно редко применяемый стандарт для натурального цемента отличается от стандарта для портланд-цемента только тем, что первый не требует перемола сырья до обжига, а для других свойств дает иные цифровые показатели (A. S. T. M., C10–09).

Розендель, граппье и гидравлические извести представляют собой натуральные цементы, при производстве которых сырье не подвергается перемолу до обжига. Другие типы цементов, перечисленные выше, являются смесью портланд-цемента с меняющимися количествами различных шлаков естественного происхождения или искусственно полученных. Их применение мало распространено.

Во Франции один стандарт охватывает несколько разновидностей гидравлических известей и цементов (3).

«Гидравлические извести и цементы именуются быстро схватывающимися, средне, медленно или очень медленно схватывающимися, если у них начало схватывания соответственно меньше: 5 мин., 5 ÷ 30 мин., 30 мин. ÷ 6 час. или, наконец, более 6 час.

Пока не обобщены результаты испытаний на сжатие, может применяться классификация по минимальному сопротивлению на разрыв через 7 и 28 дней.»

КЛАССИФИКАЦИЯ ЦЕМЕНТОВ.

Обозначение (указываемое на таре)	TS_{min}				Обозначение (указываемое на таре)	TS_{min}			
	кг см$^{-2}$		фн. дм.$^{-2}$			*кг см*$^{-2}$		фн. дм.$^{-2}$	
	7 дн.	28 дн.	7 дн.	28 дн.		7 дн.	28 дн.	7 дн.	28 дн.
1/3 *кг*	1	3	14.2	42.6	10/15 *кг*	10	15	142.0	213.0
3/5 *кг*	3	5	42.6	71.0	15/20 *кг*	15	20	213.0	284.0
6/10 *кг*	6	10	85.0	142.0	20/25 *кг*	20	25	284.0	355.0

Химический состав цементов, даже принадлежащих к одному и тому же типу, меняется в широких пределах.

---

* Перевод под редакцией инж. В. Н. Юнга. *1 См. «Справочник» т. III, стр. 7.

СОСТАВ НЕКОТОРЫХ ПОРТЛАНД-ЦЕМЕНТОВ С. Ш. А., в %.

(По данным Бюро стандартов.)

SiO_2	22.25	25.02	20.75	22.66	20.37	23.40	19.03	19.82	20.80
Al_2O_3	6.63	6.08	7.79	5.58	3.64	6.97	8.75	7.62	6.94
Fe_2O_3	2.26	0.49	2.40	4.51	8.97	2.68	4.75	2.10	3.84
CaO	63.84	62.89	60.48	62.22	61.42	60.87	62.81	62.04	64.12
MgO	2.41	1.11	3.28	0.62	0.82	1.13	1.33	3.90	1.02
SO_3	1.07	1.75	1.76	1.05	1.19	1.41	1.37	1.43	1.30
Na_2O	0.21		0.16	0.17	1.54		0.07	0.24	
K_2O	0.32		0.80	0.19	0.24		0.16	0.26	
Потери при прокаливании	1.14	2.03	2.76	2.86	2.07	2.78	1.56	2.72	1.26

В следующей таблице даны анализы некоторых других типов цементов:

Состав	Натуральные цементы (10)			Гидравлическая известь (3)	Рудный портланд-цемент (10)	Шлак CaS(2.7%) (10)	Белый портланд-цемент (10)
SiO_2	20.85	24.07	23.81	22.89	20.37	30.19	22.66
Al_2O_3	6.04	11.69	8.01	2.15	3.64	11.08	8.61
Fe_2O_3	1.40	0.35	4.18		8.97	1.64	0.55
CaO	34.83	47.08	32.00	64.85	61.42	46.16	62.46
MgO	22.25	1.51	18.45	1.47	0.82	2.17	1.10
Na_2O	0.14	0.25	0.26		1.54	0.29	0.40
K_2O	1.60	0.91	0.44		0.24	0.64	0.53
SO_3	2.11	0.10	2.53	0.61	1.19	1.10	1.64
Потери при прокаливании	11.12	1.79	8.26	8.03	2.07	4.00	2.06

ПОРТЛАНД-ЦЕМЕНТ.

В виду сравнительно небольшого применения на практике других цементов (кроме портланд-цемента), особенно же в виду отсутствия достаточно полных исследований других цементов, эта статья посвящена исключительно портланд-цементу и получаемым из него продуктам.

Портланд-цемент представляет собой гетерогенную смесь различных компонентов, состоящих из кремнезема, глинозема и извести (главным образом из $3CaO \cdot SiO_2$, $2CaO \cdot SiO_2$, $3CaO \cdot Al_2O_3$, стекла и несвязанной извести); получается при обжиге—до начинающегося плавления (спекания)—тонко перемолотой смеси известковых материалов (известняка, мергеля и т. п.) с материалами, содержащими глинистые вещества, как то: глиною, глинистым сланцем, доменными шлаками и т. д. Кроме указанных выше компонентов портланд-цемент содержит в виде соединений или же твердых растворов—железо, магний, калий, титан, натрий и т. д. Составные части портланд-цемента не находятся в точно определенных пропорциях, поэтому его свойства изменяются в довольно широких пределах. Кроме того свойства портланд-цемента непрерывно изменяются от влияния влаги или углекислоты в присутствии водяных паров (2).

При затворении портланд-цемента с водой наступают реакции гидратации. Характер и энергия этих реакций зависят от количества взятой воды и наличия в ней растворенных солей и определяют физические свойства конечного продукта.

Данные, относящиеся к свойствам растворов из чистого цемента, отсутствуют вследствие того, что портланд-цемент в чистом виде (т. е. цемент+вода, без песка и щебня) не употребляется. Все приводимые далее данные относятся к бетону—более или менее крупным кускам инертных, связанным цементом, или к раствору—мелкому материалу, целиком проходящему сито с отверстиями $^3/_8$ дм., связанному цементом.

Прочность бетона.

Для вычисления сопротивления на сжатие бетона было предложено несколько уравнений. Ферэ (22) установил, что если взять выражение:

$$\left(\frac{V_c}{1-V_s-V_A}\right)^2,$$

где V_c—абсолютный объем цемента, V_s—абсолютный объем песка и V_A—абсолютный объем крупного инертного материала (все в единице объема раствора), и расположить на графике значения, получаемые из этого выражения для сопротивления на сжатие образцов любого бетона, приготовленного из любых инертных материалов, но одной и той же консистенции, твердевших при одинаковых условиях и одно и то же время,—то полученные точки будут лежать почти на прямой линии, проходящей через начало координат.

Согласно Абрамсу (1), сопротивление на сжатие выражается уравнением:

$$S = A/B^x,$$

где x—водоцементный фактор, т. е. отношение объемов вода : цемент, взятых для затворения, а A и B—постоянные величины, зависящие от качества цемента, возраста бетона, условий твердения и т. д.

Тальбот (Talbot) ([40]) находит, что

$$S = 32000\left(\frac{C}{V+C}\right)^{2.5} \text{ фн. дм.}^{-2},$$

где C—объем цемента в единице объема смеси, а V—пустóты (воздух и вода) в единице объема смеси при наличии «основной воды». «Основная вода» есть то количество воды на единицу объема раствора, при котором получается минимум пустот. Отношение между прочностью и содержанием воды не выражается прямолинейной функцией. Прочность бетона, содержащего воды в 1.5 раза больше ее «основного» количества, снижается приблизительно на $^1/_3$.

Модуль упругости.

Уокер (Walker) ([42]) принимает:

$$E = CS^m,$$

где E—модуль упругости, C и m—постоянные, зависящие от условий испытания, и S—сопротивление на сжатие.

Четыре различных способа измерения модуля упругости бетона более или менее общеупотребительны, а именно: E_i—модуль по начальной касательной, E_t—по касательной при некоторой нагрузке, E_s—модуль по секущей при некоторой нагрузке, E_d—модуль при нагрузке, лежащей в пределах между двумя данными нагрузками.

Для обычных бетонных смесей модуль по начальной касательной может быть выражен уравнением $E_i = 33000S^{5/8}$. При 25% сопротивления на сжатие уравнение принимает вид: $E_t = 66000S^{1/2}$.

Фиг. 1—4 показывают влияние различных переменных факторов на модуль по начальной касательной. В этих графиках некоторые из величин имеют те же самые значения, которые показаны в таблицах в графе «Прочность».

Число Пуассона.*[1]

Полученные данные колеблются от 0.08 до 0.18 ([27], [39], [50]).

Кажущаяся плотность.

Значения кажущейся плотности колеблются между 0.68 и 0.90 в зависимости от размера частиц; срок хранения или небольшие изменения $t°$ при смешивании не влияют.

Термическое расширение.

Нортон ([34]) получил следующие данные для «бетона-щебенки 1 : 2 : 5». Бетон непрерывно деформировался при нагреве и уже не возвратился к своим первоначальным линейным размерам. Удлинение после охлаждения составляло 75% максимального удлинения, полученного при нагреве.

Интервал, °C	$\frac{10^6}{l}\frac{\Delta l}{\Delta t}$	Интервал, °C	$\frac{10^6}{l}\frac{\Delta l}{\Delta t}$
22 ÷ 182	4.5÷6.0	22 ÷ 643	4.0 ÷ 5.0
22 ÷ 381	5.0÷6.0	22 ÷ 871	3.5 ÷ 4.2

Теплоемкость.

cal $г^{-1}$ (°C)$^{-1}$ ([34]).

Интервал, °C	1 : 2 : 5 со щебнем	1 : 2 : 4 со щебнем	1 : 2 : 4 с золой	Интервал, °C	1 : 2 : 5 со щебнем	1 : 2 : 4 со щебнем	1 : 2 : 4 с золой
22 ÷ 155	0.156	0.154		22 ÷ 633	0.201	0.210	0.206
22 ÷ 189	0.192	0.190	0.180	22 ÷ 800	0.219	0.214	0.218

Теплопроводность, k ([34]).

1 cal $см^{-2}$ ск.$^{-1}$ (°C, $см^{-1}$)$^{-1}$ = 1.24 BTU фт.$^{-2}$ ск.$^{-1}$ (°F, дм.$^{-1}$)$^{-1}$.

$t°_{max}$	Смесь	k, cal	$t°_{max}$	Смесь	k, cal
35	(со щебнем) 1:2:5*[2]	0.00216	400	(со щебнем) 1:2:4	0.0022
50	(со щебнем) 1:2:4*[2]	0.00113	500	(со щебнем) 1:2:4	0.0023
50	(с золой) 1:2:4	0.00081	1000	(со щебнем) 1:2:4	0.0027
200	(со щебнем) 1:2:4	0.0021	1100	(со щебнем) 1:2:4	0.0029

*[1] См. «Справочник» т. III, стр. 7. *[2] Не утрамбован.

Смесь (по объему)		k, cal $см^{-2}$ ск.$^{-1}$ (°C, $см^{-1}$)$^{-1}$ (11)		
Цемент : инертные	Цемент : песок : гравий	50 ÷ 100°	100 ÷ 200°	200 ÷ 300°
Чистый цемент		0.00140	0.00163	0.00140
1 : 2	1 : 1.2 : 1.1	0.00326	0.00344	0.00318
1 : 3	1 : 1.9 : 1.7	0.00335	0.00379	0.00318
1 : 4	1 : 2.4 : 2.3	0.00413	0.00352	0.00328
1 : 5	1 : 3.1 : 3.0	0.00327	0.00323	0.00334
1 : 7	1 : 4.3 : 4.0	0.00400	0.00384	
1 : 9	1 : 5.6 : 5.1	0.00574	0.00352	

ВЛИЯНИЕ НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ И ВОЗРАСТА БЕТОНА (11).

Смесь	Относит. содержание воды, %	$k \times 10^5$				
		50 ÷ 100°	100 ÷ 200°	200 ÷ 300°	28 дн.	120 дн.
1 : 2	100	365	322	320		
	110	300	332	310	335	331
	120		317			
1 : 3	100	347	365	340		
	110	343	391		398	365
	120	353	345	310		
1 : 4	100		357			
	110	415	373	322	376	337
	120	410	316			
1 : 5	100		353			
	110	381	380	380		
	120	273	305	270	330	297
1 : 7	110	402	387		380	380
	120		300			
1 : 9	110	573	359		340	387
	120		273			

Дополнительные данные см. стр. 14.

Температуропроводность (11).

ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТЬ БЕТОНА ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ 100÷200°.

(Относительное содержание воды 110%.)

Смесь	d, $г\ см^{-3}$	k	Теплоемкость, cal $г^{-1}$(°C)$^{-1}$	Температуропроводность $см^2$ ск.$^{-1}$	Смесь	d, $г\ см^{-3}$	k	Теплоемкость, cal $г^{-1}$(°C)$^{-1}$	Температуропроводность, $см^2$ ск.$^{-1}$
Чистый цемент	1.83	0.00147	0.278	0.00289	1 : 4	2.29	0.00352	0.218	0.00705
1 : 2	2.26	0.00344	0.216	0.00705	1 : 5	2.29	0.00323	0.217	0.00650
1 : 3	2.28	0.00379	0.218	0.00762	1 : 7	2.23	0.00384	0.227	0.00758
					1 : 9	2.16	0.00352	0.223	0.00732

Сроки схватывания.

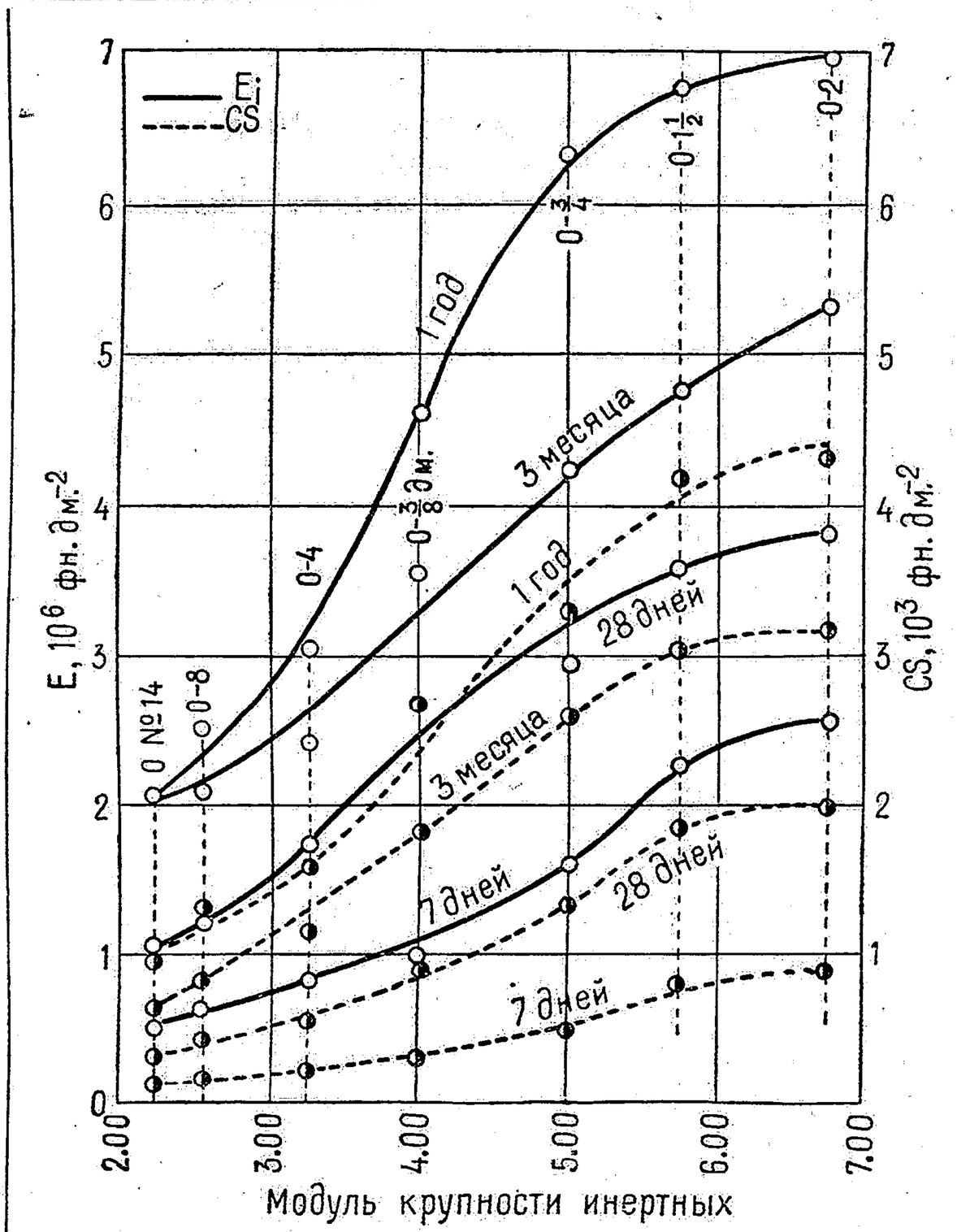
В С.Ш.А. как правительственный стандарт, так и стандарт Amer. Eng. Stands. Co. требуют, чтобы начало схватывания наступало не ранее как через 1 час, а конец схватывания—не позднее как через 10 час., что установлено чисто эмпирическим путем (ср. стр. 7). Методы для определения срока схватывания растворов или бетонов не разработаны.

Изменение объема.

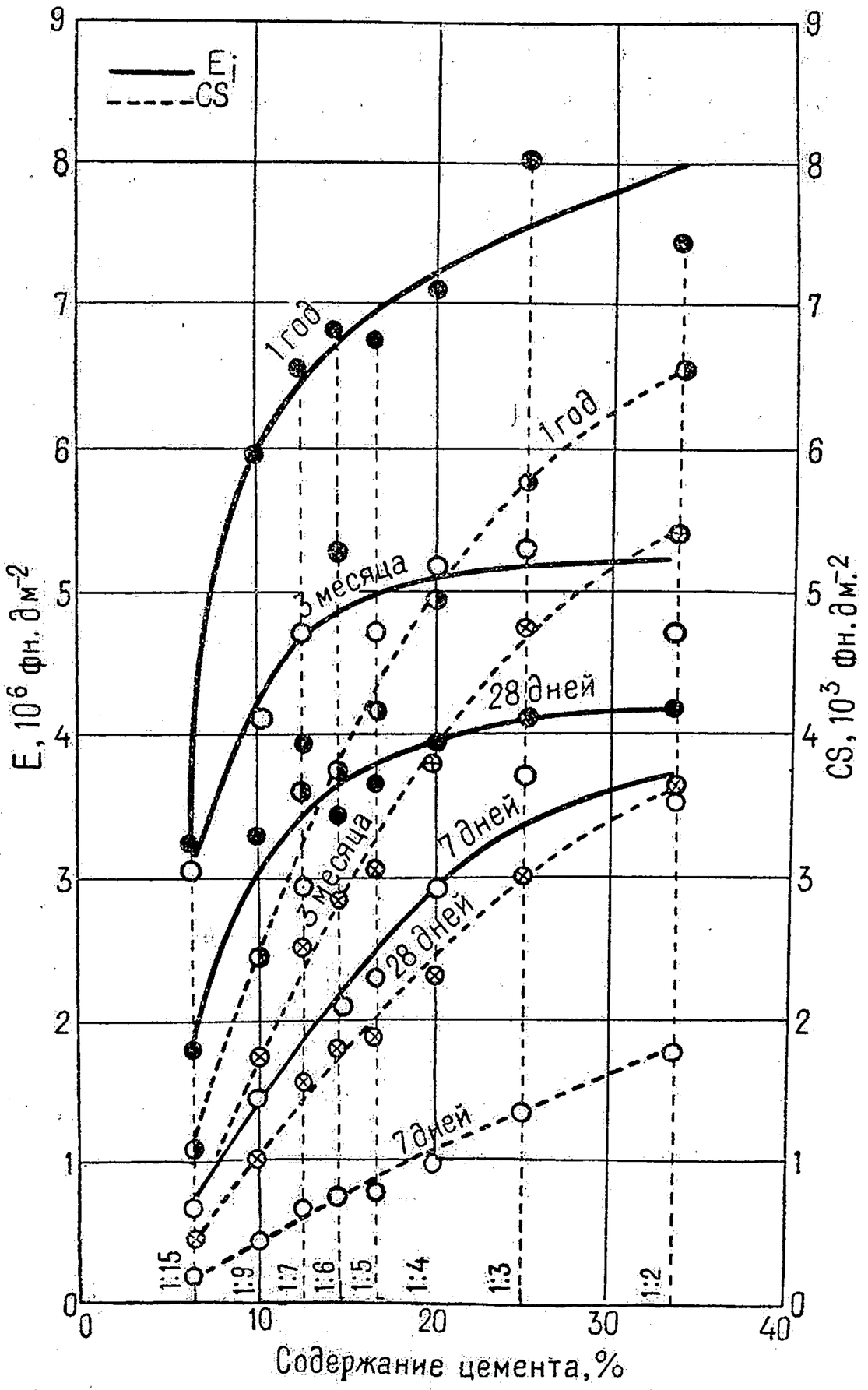
Данные получались обычно только по линейным измерениям; они почти всегда ошибочны вследствие отсутствия точных характеристик бетонов, взятых для исследования. Среди других переменных величин это изменение объема есть функция размеров образца, количества взятой для затворения воды и влажности окружающей атмосферы. Полученные данные указывают на усадку железобетона в пределах 0.018÷0.08% (33).

Сопротивляемость выветриванию и химическим воздействиям.

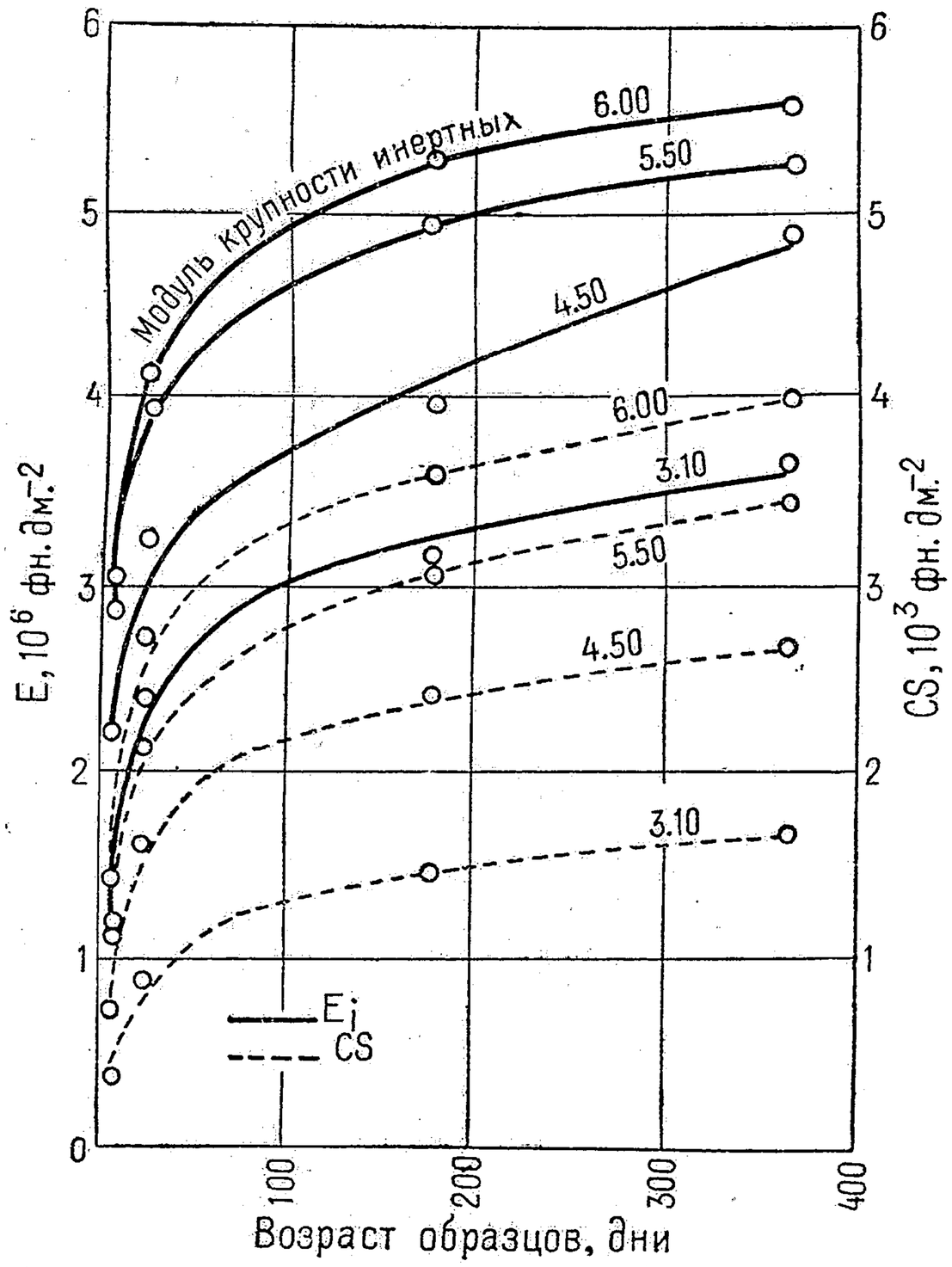
Растворы и бетоны разрушаются кислотами. Однако при достаточной плотности и образовании на поверхности углекислых солей, бетон оказывает значительную сопротивляемость выветриванию и другим химическим агентам.



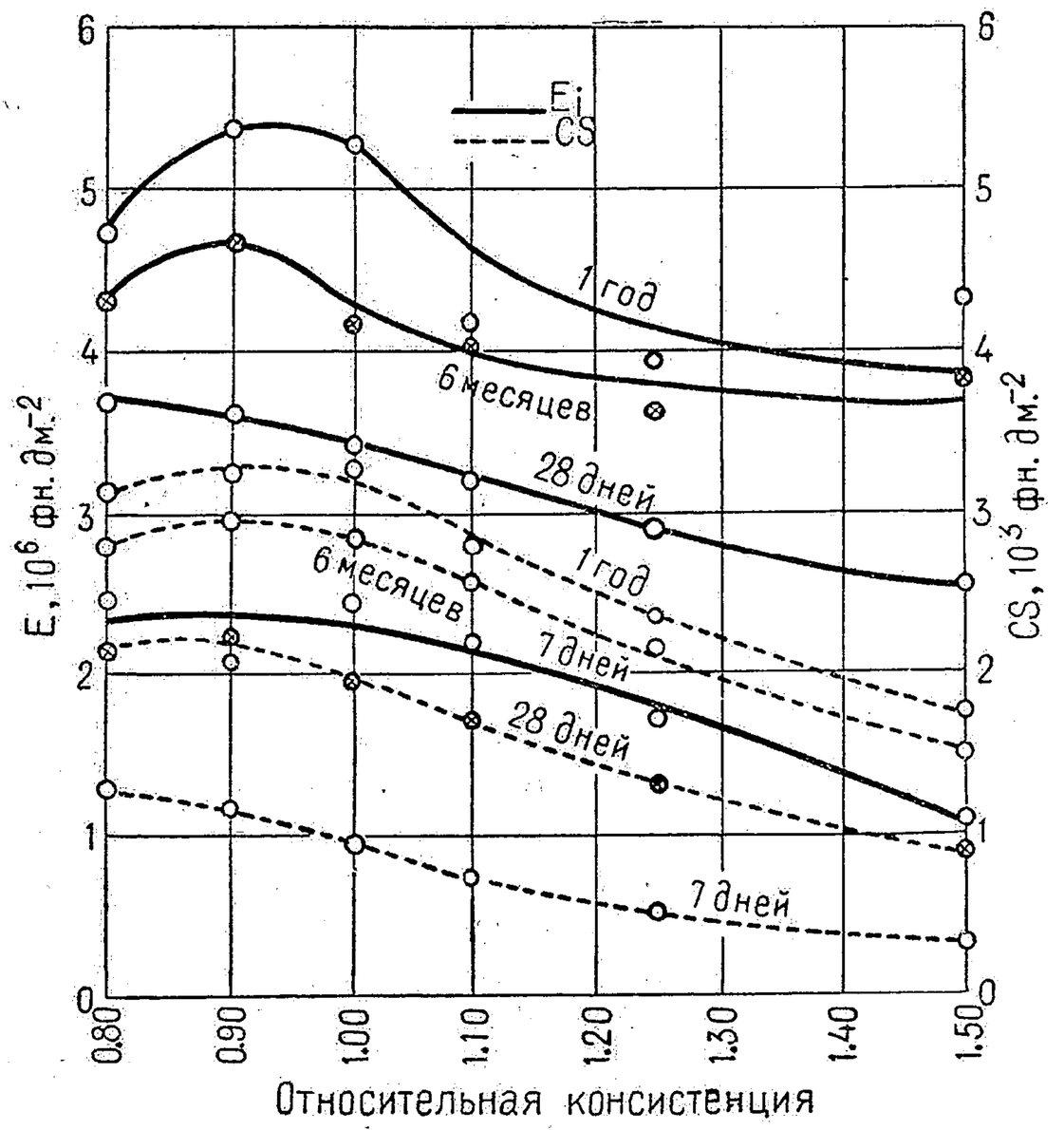
Фиг. 1. Влияние размера инертных (песка и гальки) на модуль упругости и сопротивление на растяжение бетона. Испытаны на сжатие цилиндры 6×12 дм. Смесь 1 : 5 (по объему). Относительная консистенция 1.10. Каждое значение — среднее из 24 испытаний образцов, сделанных из 6 затворений.



Фиг. 2. Влияние содержания цемента на модуль упругости и сопротивление на сжатие. Испытаны на сжатие цилиндры 6×12 дм. Инертные — песок и галька; размеры 0÷1.5 дм. Относительная консистенция — 1.10. Каждое значение — среднее из 24 испытаний образцов, сделанных из 6 затворений.



Фиг. 4. Влияние возраста бетона на модуль упругости и сопротивление на сжатие. Испытаны на сжатие цилиндры 6×12 дм. Смесь 1 : 5 (по объему). Каждое значение — среднее из 30—35 испытаний образцов при 6 или 7 консистенциях.



Фиг. 3. Влияние консистенции бетона на модуль упругости и сопротивление на сжатие. Испытаны на сжатие цилиндры 6×12 дм. Смесь 1 : 5 (по объему). Каждое значение—среднее из испытаний 15 образцов, изготовленных из инертных (песка и гальки) трех размеров.

Испытания портланд-цемента.

Результаты испытания даны в табл. 2—5.

Цемент, взятый для испытаний, состоял из равных частей четырех сортов, купленных в Чикаго; результаты испытаний на прочность (над кипящей водой) оказались удовлетворительными.

Испытания производились согласно со стандартом для портланд-цемента Американского общества испытания материалов.

Сроки схватывания.

Тонкость помола*1, %	Нормальная консистенция, %	Игла Вика (Vicat)				Игла Джильмора (Gillmore)			
		Сроки схватывания							
		начало		конец		начало		конец	
		час.	мин.	час.	мин.	час.	мин.	час.	мин.
18.8	24.0	3	40	8	20	5	45	9	40
17.6	23.0	3	45	8	00	6	30	8	30

*1 Остаток на сите № 200 Тейлера (Tyler).

Влияние возраста раствора на его прочность.

(Раствор со стандартным песком—1 : 3.)

Вода для затворения, %	*TS*, *1 фн. дм.$^{-2}$					*CS*, *2 фн. дм.$^{-2}$				
	7 дн.	28 дн.	3 м.	6 м.	1 г.	7 дн.	28 дн.	3 м.	6 м.	1 г.
10.5	235	365	425	380	405	1670	2570	3520	4250	3840
10.3	280	430	410	385	355	1720	2870	3710	4150	4370

*1 Испытывались брикеты. *2 Испытывались цилиндры размером 2 × 4 дм.

ТАБЛИЦА 1.—СИТОВОЙ АНАЛИЗ И ВЕС ЕДИНИЦЫ ОБЪЕМА ИНЕРТНЫХ. *1

Для ситового анализа применялся ряд плетеных проволочных сит с квадратными отверстиями серии Тейлера (см. «Справочник» т. III, стр. 482), в котором величина отверстий увеличивается вдвое от сита к ситу.

№№ инертных	Инертные: Род	№ сита / Размер	Остаток на каждом сите, %: 100	50	30	16	8	4	3/8	3/4	1 1/2	Модуль крупности инертных *2	Вес единицы объема, фн. фт.$^{-3}$
36	Песок из Janesville *3 . .	0÷№ 16	97	78	20	0						1.95	108
37		0÷№ 8	98	80	28	11	0					2.17	111
38		0÷№ 4	98	82	35	19	9	2	0			2.45	113
39		0÷0.375 дм.	99	90	63	54	49	45	0			4.00	123
40		0÷0.75 дм.	99	93	75	69	64	61	39	0		5.00	128
1—28, 41		0÷1.5 дм.	99	95	80	76	74	71	52	18	0	5.65	130
29		0÷1.5 дм.	98	84	43	30	20	14	8	3	0	3.00	118
30	Песок из Janesville и галька из Elgin *4	0÷1.5 дм.	99	88	57	46	41	35	25	9	0	4.00	127
31		0÷1.5 дм.	99	90	64	56	51	46	33	11	0	4.50	131
32		0÷1.5 дм.	99	92	71	65	61	57	41	14	0	5.00	132
33		0÷1.5 дм.	99	93	75	70	66	62	45	15	0	5.25	133
34		0÷1.5 дм.	100	96	86	83	80	78	58	19	0	6.00	127
35		0÷1.5 дм.	100	97	89	86	85	84	63	21	0	6.25	124
42—53, 59—64	Песок из Janesville и галька из Elgin	0÷1.5 дм.	99	95	80	76	74	71	52	18	0	5.65	130
54	Песок из Janesville и дробленый шлак	0÷1.5 дм.	99	95	80	76	74	71	52	18	0	5.65	118
55	Песок из Janesville и дробленый известняк	0÷1.5 дм.	99	95	80	76	74	71	52	18	0	5.65	129
56	Песок из Janesville и дробленый гранит	0÷1.5 дм.	99	95	80	76	74	71	52	18	0	5.65	121
57	Промытый песок и галька из Elgin	0÷1.5 дм.	99	95	86	80	72	67	49	17	0	5.65	127
58	Непромытый песок и галька из Elgin	0÷1.5 дм.	100	98	91	86	81	73	50	18	0	5.97	130

*1 Применявшихся для испытаний, приведенных в табл. 2—5. *2 Сумма % остатка на ситах, разделенная на 100. *3 Штата Висконсин. *4 Штата Иллинойс.

ТАБЛИЦА 2.—ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА.

Смесь—1 : 4 (по объему). Относительная консистенция бетона 1.10; водоцементный фактор (вода : цемент) 0.82. Возраст образцов 28 дней. Инертные—песок из Janesville и галька из Elgin. Крупность до 1.5 дм. Каждое значение—среднее из 5 испытаний образцов, сделанных в разные дни.

№ инертных *1	Возраст, в днях, при хранении:		*CS*, *2 фн. дм.$^{-2}$	*MR* балок,		№ инертных *1	Возраст, в днях, при хранении:		*CS*, *2 фн. дм.$^{-2}$	*MR* балок,	
	под мокрыми мешками	на сухом воздухе		фн. дм.$^{-2}$	в % от *CS*		под мокрыми мешками	на сухом воздухе		фн. дм.$^{-2}$	в % от *CS*
7,8	28	0	2580 *3	550 *3	21.3	45	7	21	3020	470	15.6
42	26	2	2630	510	19.4	46	4	24	2330	410	17.6
43	21	7	2850	450	15.8	47	0	28	2340	370	15.8
44	14	14	2920	485	16.6	Среднее			2670	465	17.5

*1 См. №№ в табл. 1. *2 Образцы—цилиндры 6×12 дм. *3 Среднее значение из испытаний 25 балок и 115 цилиндров.

ТАБЛИЦА 3.—ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЦЕМЕНТА И КОЛИЧЕСТВА ВОДЫ, ВЗЯТОЙ ДЛЯ ЗАТВОРЕНИЯ.

Инертные: песок из Janesville и галька из Elgin; крупность до 1.5 дм.; модуль крупности 5.65. Возраст образцов 28 дней. Образцы испытывались влажными. Каждое значение для сопротивления на изгиб—среднее из 10 испытаний и для сопротивления на сжатие—из 20 испытаний, сделанных в 10 разны дней.

№ инертных *1	Смесь (по объему)	Цемент, %*v* от бетона	Относительная консистенция	Водоцементный фактор бетона	*CS*, *2 фн. дм.$^{-2}$	*MR* *3, фн. дм.$^{-2}$			
						Нижняя *4	Верхняя *4	Среднее	в % от *CS*
Влияние количества цемента									
1, 2	1 : 6	16.4	1.10	1.03	1820	430	420	425	23.4
3, 4	1 : 5	19.0	1.10	0.92	2140	500	490	495	23.1
5, 6	1 : 4.5	20.7	1.10	0.87	2130	480	510	495	23.2
7, 8	1 : 4	23.0	1.10	0.82	2580*5	560	540	550*5	21.3
9, 10	1 : 3.5	25.4	1.10	0.76	2980	590	540	565	19.0
11, 12	1 : 3	28.7	1.10	0.71	3480	600	590	595	17.1
13, 14	1 : 2.5	33.0	1.10	0.64	4110	590	590	590	14.3
15, 16	1 : 2	38.7	1.10	0.59	4390	660	620	640	14.6
				Среднее	2950	550	540	545	19.5
Влияние количества воды									
17, 18	1 : 4	23.8	0.90	0.68	3760	590	560	575	15.3
19, 20	1 : 4	23.5	0.95	0.72	3280	580	600	590	18.0
21, 22	1 : 4	23.4	1.00	0.75	3100	580	560	570	18.4
23, 24	1 : 4	23.2	1.05	0.78	2720	570	550	560	20.6
7, 8	1 : 4	23.0	1.10	0.82	2580*5	560	540	550*5	21.3
25, 26	1 : 4	22.5	1.25	0.92	1920	460	540	500	26.0
27, 28	1 : 4	22.3	1.50	1.80	1300	400	500	450	34.6
				Среднее	2660	535	550	540	22.0

*1 См. №№ в табл. 1. *2 Образцы—цилиндры 6×12 дм. *3 Образцы—части балки 7×10×38 дм. *4 Нижняя и верхняя плоскости части бетонной балки были подвергнуты при нагрузке растягивающим напряжениям. *5 Среднее из испытаний 28 балок и 115 цилиндров.

ТАБЛИЦА 4.—ВЛИЯНИЕ НА БЕТОН ИНЕРТНЫХ, СОРТИРОВАННЫХ ПО ВЕЛИЧИНЕ.

Инертные: песок из Janesville и галька из Elgin; инертные различных размеров были получены соответственным рассевом песка и гальки с последующими комбинациями, как указано в ситовом анализе в табл. 1. Инертные различного по величине состава были получены от смешивания песка (0 ÷ № 4) и гальки

(№ 4 ÷ 1½ дм.) в различных пропорциях. Смесь—1 : 5 (по объему). Относительная консистенция бетона 1.10. Образцы испытывались влажными. Каждое значение—среднее из 5 испытаний, сделанных в разные дни.

№ инертных *1	Инертные: Размер	Инертные: Модуль крупности	Водоцементный фактор бетона	*CS*,*2 фн. дм.$^{-2}$: 7 дн.	28 дн.	3 м.	1 г.	*MR* балок, фн. дм.$^{-2}$: 7 дн.	28 дн.	3 м.	1 г.	*MR* балок, % от *CS*: 7 дн.	28 дн.	3 м.	1 г.
Влияние размера инертных															
36	0—16	1.95	1.29	270	620	1190	1600	95	160	255	340	35.2	25.8	21.5	21.2
37	0—8	2.17	1.25	360	850	1470	1860	95	195	320	370	26.4	23.0	21.8	19.9
38	0—4	2.45	1.20	430	1010	1620	2100	125	250	370	425	29.4	24.8	22.8	20.2
39	0—0.375	4.00	0.98	1040	2110	2930	4490	290	455	595	640	27.9	21.6	20.3	14.3
40	0—0.75	5.00	0.87	1290	2650	3650	4890	365	560	730	775	28.3	21.2	20.0	15.9
41	0—1.5	5.65	0.82	1410	2580*3	3590	5000	420	550*3	810	880	29.8	21.3	22.6	17.6
			Средн.	800	1640	2410	3320	230	360	510	570	29.5	22.9	21.5	18.2
Влияние сортировки инертных															
29	0—1.5	3.00	1.11	620	1290	1640	2330	165	255	410	450	26.6	19.8	25.0	19.3
30	0—1.5	4.00	0.98	950	2000	2550	3230	230	390	505	570	24.2	19.5	19.8	17.7
31	0—1.5	4.50	0.93	1090	2190	2750	3830	285	485	610	645	26.2	22.2	22.2	16.9
32	0—1.5	5.00	0.87	1160	2410	3580	4510	325	505	660	710	28.0	21.0	18.4	15.8
33	0—1.5	5.25	0.85	1320	2940	3810	5340	365	555	735	820	27.7	18.9	19.3	15.4
41	0—1.5	5.65	0.82	1410	2580*3	3590	5000	420	550*3	810	880	29.8	21.3	22.6	17.6
34	0—1.5	6.00	0.78	1300	2250	3310	4400	405	600	735	825	31.2	26.7	22.2	18.8
35	0—1.5	6.25	0.77	1140	1990	2840	4080	385	590	730	865	33.8	29.6	25.7	21.2
			Средн.	1120	2210	3010	4090	320	490	650	720	28.4	22.4	21.9	17.8

*1 См. №№ в табл. 1. *2 Образцы—цилиндры 6×12 дм. *3 Среднее из испытаний 28 балок и 115 цилиндров.

ТАБЛИЦА 5.—ВЛИЯНИЕ РОДА ИНЕРТНЫХ.

Инертные: песок (0 ÷ № 4) и крупные (№ 4 ÷ 1.5 дм.); все одинаковой сортировки. Смесь 1 : 4 (по объему). Относительная консистенция 1.10. Водоцементный фактор 0.82. Образцы испытывались влажными. Возраст образцов 28 дней. Каждое значение—среднее из 5 испытаний, сделанных в разные дни.

№ инертных *1	Род инертных: Песок	Род инертных: Крупные	*CS*,*2 фн. дм.$^{-2}$: 7 дн.	28 дн.	3 м.	1 год	*MR* балок, фн. дм.$^{-2}$: 7 дн.	28 дн.	3 м.	1 год	*MR* балок, % от *CS*: 7 дн.	28 дн.	3 м.	1 год
7,8	Janesville	Галька (Elgin)	1410	2580*3	3590	5000	420	550*3	810	880	29.8	21.3	22.6	17.6
54	Janesville	Шлак	1240	2300	3150	4530	450	585	765	760	36.3	25.4	24.3	16.8
55	Janesville	Известняк	1320	2350	3280	3970	440	595	790	830	33.4	25.3	24.1	20.9
56	Janesville	Гранит	1010	1980	2960	3760	375	540	665	725	37.1	27.3	22.4	19.3
57	Elgin промытый	Галька (Elgin)	1490	2640			405	595			27.2	22.5		
58	Elgin непромытый	Галька (Elgin)	1340	2520			425	610			31.7	24.2		
		Среднее	1300	2390	3240	4320	420	580	760	800	32.6	24.3	23.4	18.8

*1 См. №№ в табл. 1. *2 Образцы—цилиндры 6×12 дм. *3 Среднее из испытаний 28 балок и 115 цилиндров.

АЛЕБАСТР (ГИПС).

W. E. Emley.

Сырые материалы и обжиг. — Продажный гипс должен содержать ⩽ 64.5% $CaSO_4.2\,H_2O$ (A. S. T. M., C22–23T; C23–22). При $t°$ обжига ниже 163° $CaSO_4.2\,H_2O$ (гипс) переходит в $CaSO_4.0.5\,H_2O + 1.5\,H_2O$ (штукатурный гипс или алебастр). Осторожное прокаливание свыше 163° переводит $CaSO_4.0.5\,H_2O$ в $CaSO_4$ (растворимый ангидрит) $+0.5\,H_2O$. При более высоких $t°$ $CaSO_4$ (растворимый ангидрит) переходит в $CaSO_4$ (природный ангидрит (нерастворимый)) ([29], [44]). Промышленное производство и продукт—см. ([8], [21], [38]).

Свойства.—Свойства изделий, полученных из алебастра, зависят от сорта алебастра (чистота, способ прокаливания и тонкость помола), от количества воды, взятой для затворения, а также от рода и количества других материалов, добавленных к нему (ускорители, замедлители, известь, глина, песок). Все эти обстоятельства надлежит иметь в виду при рассмотрении изложенных ниже данных.

Сроки схватывания.—Нормальный срок—6 минут, в течение которых игла Вика не оставляет следа (24). (A. S. T. M., C26–33). Удваивая количество воды, получим 29 минут (24). Тонкий помол после прокаливания может понизить этот срок до 3 минут (49). Реакция схватывания еще не закончена, когда по игле Вика видно, что материал уже схватился. Выделение тепла и повышение $t°$ продолжается в течение многих минут (18). Если, например, алебастр по природе своей таков, что максимальное повышение $t°$ составляет 14° и получается через 53 минуты, то этот срок может быть уменьшен до 21 мин. (добавкой 2% хлористого натрия) или увеличен более чем на 240 минут (добавкой 2% уксуснокислого кальция) (43).

Часто рекомендуемым продажным ускорителем является тонко помолотый сырой или схвативший гипс. Ускоряюшее действие этого материала настолько сильно, что нужно особенно тщательно содержать в чистоте все сосуды и инструменты, употребляющиеся при затворении алебастра. $0.5 \div 0.6\%$ этого материала уменьшает срок схватывания алебастра примерно на 1 час (48). Другие растворимые сульфаты, которые обычно встречаются в воде источников, имеют то же действие.

Продажный замедлитель представляет собою смесь, получаемую совместной варкой соды, извести и скотобоенных отбросов; 0.2% этого материала замедляет срок схватывания до 2.5—3 часов (43). Столярный клей имеет такое же действие и более доступен.

Расширение при схватывании.—Нормально алебастр при схватывании дает увеличение объема. Материал с сильно замедленным схватыванием может давать усадку вследствие образования плотных продуктов схватывания. Алебастр со сроком схватывания 2 часа, затворенный с 35% воды, при схватывании расширяется по длине на 0.15%. Увеличение количества воды до 47% увеличивает расширение до 0.30%. Добавка песка повидимому мало влияет.

После того как алебастр схватился и высох, увлажнение вызывает расширение, а высыхание—усадку. Для чистого материала пределы таких изменений дают около $\pm 0.04\%$. Добавка песка уменьшает расширение пропорционально количеству взятого песка, так что образцы, составленные из одной части алебастра и немного более чем двух частей песка, практически говоря, изменений в объеме не дают, а более тощие смеси в действительности дают при увлажнении усадку вместо расширения (35).

Прочность.—Если алебастр взять чистый, надлежащим образом обожженый и столь тонко перемолотый, что весь входит в реакцию, если его замешать с возможно малым количеством воды, достаточным лишь для того, чтобы, отлитый в цилиндрические формы диаметром 2 дм. и высотой 4 дм., он обладал текучестью, и если схватывание его не замедлено до такой степени, что значительное количество воды могло испариться во время схватывания после выдержки в прохладном месте до высыхания,—такой алебастр дает сопротивление на сжатие min. 1000 фн. дм.$^{-2}$, med. 1665 и max. 2285 (21).

Природные, содержащиеся в алебастре, примеси или намеренно добавленные (за исключением ускорителей) понижают прочность. В среднем сопротивление на сжатие смеси из одной части алебастра с двумя частями песка (по весу) можно принять равным 415 фн. дм.$^{-2}$ (21); для смеси 1:3 эта величина составляет 335. Известь и глина уменьшают прочность на короткое время, но она потом постепенно нарастает (36). Добавка портланд-цемента уменьшает прочность раствора алебастра пропорционально количеству добавленного цемента, причем прочность смеси достигает минимума при 20% алебастра и 80% цемента; тогда она составляет немного более половины прочности алебастра (35).

Повышение тонкости помола вплоть до прохождения 80% через сито № 100 по стандарту С. Ш. А. (см. «Справочник» т. III, стр. 482) делает алебастр более способным к реакциям и вследствие этого повышает даваемую им прочность. Такой материал на 50% прочнее, чем помолотый до прохождения только 40% через сито № 100. Дальнейшее повышение тонкости помола сопровождается уменьшением прочности вследствие того, что тогда требуется большее количество воды для получения раствора необходимой для работы консистенции (густоты) (45).

Приведенные цифры получены с раствором максимальной густоты, при которой еще возможна отливка образцов. Более густые растворы будут давать более высокую прочность, вплоть до предела, когда раствор получается уже столь густым, что работать с ним невозможно (9). Более жидкие растворы дают все уменьшающуюся (вплоть до 0) прочность, так как алебастр не обладает способностью твердеть под водой.

Ускорители имеют наклонность увеличивать прочность алебастра, а замедлители ее уменьшать, но действие их незаметно, за исключением того случая, когда замедлитель добавлен в количестве, вызывающем уже столь длительное схватывание, что необходимая для него вода частью успеет испариться. Например, добавка 2% уксуснокислого кальция так сильно задерживает схватывание, что раствор не дает никакой прочности (43).

Отформованный алебастр обладает наивысшей прочностью, когда он совершенно сух. Увлажнение, в особенности фильтрованной водой, повидимому нарушает связь между кристаллами, в результате чего прочность постепенно уменьшается или даже наступает разрушение. Вследствие относительно высокого диссоциационного давления алебастра при обыкновенной $t°$ (100 *мм* Hg при 62°) (41) не следует прибегать к искусственной сушке изделий. Как только отформованный алебастр высох, прочность его достигает почти своего максимума, так что дальнейшее вылеживание образцов имеет мало значения (A. S. T. M. C26–23).

Отношение сопротивления на сжатие к сопротивлению на растяжение составляет около 4.62 (21).

Теплопроводность и огнестойкость.—См. (25). Также см. «Справочник» т. III, стр. 149 и 152.

Теплота дегидратации.—См. «Справочник», отдел «Термохимия».

Пористость, растворимость и сопротивляемость выветриванию.—Алебастр не твердеет под водою. Алебастровое литье, затвердевшее на воздухе, при погружении в проточную воду разрушается. Без специальных предохранительных мер алебастр не должен применяться там, где он будет подвергаться выветриванию. Эти свойства ошибочно приписывают «легкой растворимости» алебастра; в настоящее время однако считается установленным, что выветривание зависит не столько от растворимости, сколько от пористости алебастра.

Растворимость алебастра в чистой воде колеблется от 0.18% при 0° до max. 0.21% при 40°, но он значительно более растворим в воде, содержащей некоторые очень распространенные соли (23). Принимая вес схватившегося алебастра 77 фн. фт.$^{-3}$ (32), а плотность твердого вещества раствора равною 2.35, мы получаем, что поры составляют 47.5% общего объема. (Эта величина может изменяться в широких пределах, в зависимости от тонкости помола алебастра и количества взятой для затворения воды.) Вследствие

кристаллической природы материала поры относительно крупны и дают возможность циркуляции воды, что существенно способствует растворению алебастра.

Было замечено, что если схватывание алебастра так сильно замедлить, что окажется возможным перемешивать раствор во время схватывания, то получающаяся при этом плотная поверхность готового изделия довольно значительно противодействует выветриванию ([46]).

ИЗВЕСТКОВЫЙ РАСТВОР И КЛАДКА.

W. E. Emley.

Продажная известь и растворы из нее получаются смешиванием хорошо обожженного известняка с водою или с водою и песком. Их свойства зависят от многих переменных, отсутствие контроля над которыми обесценивает большинство опубликованных количественных данных. По вопросу о качественных данных см. литературу.

Гидрат извести и известковое тесто.

Производство.—Если CaO хорошо смешать с достаточным избытком воды, чтобы $t°$ не поднималась выше 100°, получится «известковое тесто». Если воды взять меньше, продукт получится в виде сухого «гидрата извести». При еще меньшем количестве воды $t°$ может подняться до 375° и получится «оксигидрат» ([17], [26]).

Пластичность.—См. ([20], [25], [26], [28]).

Известковые растворы.

Уменьшение объема при схватывании.—Уменьшение объема составляет от 9% для непластичного до 27% для пластичного известкового теста ([28]). Эта усадка в практике сводится до ~5% при добавке песка 80÷90% ([5], [40]).

Срок схватывания.—Общепризнанного определения этого термина в отношении извести нет. На основании лабораторных испытаний была предложена ([37]) следующая формулировка.

За срок схватывания принимается тот промежуток времени, в который будет достигнуто электросопротивление 30000 Ω между двумя 5-*мм* латунными стержнями, погруженными в раствор на 8 *мм* при расстоянии между их центрами в 10 *см*. При этих условиях чистое (без добавок) известковое тесто показывает схватывание через 40—50 час.; этот срок уменьшается от примеси песка до 5—10 час. ([37]).

Скорость карбонизации.—Известковый раствор, обычным порядком затворенный, насыщается углекислотой от поверхности внутрь со скоростью ~$^1/_8$ дм. в месяц ([16]). В зависимости от упомянутых выше факторов эта величина подвержена значительным колебаниям. Кубик с ребром в 2 дм. (открытый с 5 сторон) полностью карбонизуется в ~8 месяцев; шов глубиною в 8 дм., открытый с одной стороны, требует для полной карбонизации более 5 лет.

Постоянство объема.—См. ([20], [31], [47]).

Прочность.—Следующие данные приводятся исключительно для сравнения. Раствор, приготовленный из высокопроцентного гидрата извести с тремя частями (по весу) оттавского песка, с пропорцией воды, необходимой для получения «стандартной» консистенции ([19]) по поршневому вискозиметру, при отливке в 2-дюймовые кубики для испытания на сжатие, в нормальные образцы для испытания на растяжение и в бруски 12×1×1 дм. для испытания на изгиб и срезывание, при условии хранения его в лаборатории с 5 открытыми сторонами дает через 90 дней следующие сопротивления: на сжатие 403; на растяжение 69; на срезывание 82; на изгиб 146 фн. дм.$^{-2}$. *[1]

Расширение после схватывания.—Опубликованных данных нет. Влажность и термические коэффициенты при комнатной $t°$ приблизительно те же, что и для бетона, но при высоких $t°$ термический коэффициент значительно больше, чем у бетона ([9]).

Прочность кладки.—См. ([7], [13]). Обычная кирпичная кладка (1÷4 ч. (по объему) известкового раствора выдерживает давление 125 фн. дм.$^{-2}$ ([14]). См. также «Справочник» т. III, стр. 207.

Теплопроводность и огнестойкость.—См. ([25]).

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

([1]) Abrams, *309*, No. **1**; 22. ([2]) Ibid., No. **6**; 24. ([3]) Ancienne Soc. J. and A. Pavin de LaFarge, Sales Circ. ([4]) Anon., *66*, **23 II:** 432; 23. ([5]) Anon., Nat. Lime Assoc., Bull. No. **305A.** ([6]) Bleininger and Emley, *81*, **13:** 618; 11. ([7]) Bragg, *32*, No. **111**; 18. ([8]) Bur. Standards, Circ. No. **108**; 21. ([9]) Ibid., No. **151**; 24.
([10]) Bur. Standards, *0*. ([11]) Carman and Nelson, *86*, No. **122:** 29; 21. ([12]) Clarke, *156*, No. **695:** 557; 20. ([13]) Cleare, Proc. Sand Lime Brick Assoc., **1920:** 57. ([14]) Dept. of Commerce, Report of building code committee, 1925. ([15]) Emley, *32*, No. **16:** 84; 13. ([16]) Emley, *81*, **16:** 117; 14. ([17]) Emley, *310*, **1914:** 254. ([18]) Emley, *81*, **19:** 573; 17. ([19]) Emley, *32*, No. **169**; 20.
([20]) Emley and Berger, *38*, **6:** 1007; 23. ([21]) Emley and Faxon, *38*, **3:** 984; 20. ([22]) Feret, *311*, **6**, No. **3:** 63; 23. ([23]) Gale and Schaller, *156*, No. **580:** 302; 14. ([24]) Householder, *38*, **1:** 578; 18. ([25]) Hull, *32*, No. **130**; 19. ([26]) Hursh, *81*, **14:** 792; 12. ([27]) Johnson, *66*, **24 II:** 1024; 24. ([28]) Johnson, *0*. ([29]) Larsen, *66*, **23 I:** 236; 23.
([30]) Lazell, Hydrated Lime, p. 39; 15. ([31]) Lazell, *310*, **1905:** 135. ([32]) Marani *in* Kidder-Nolan Architects Handbook, 1918. ([33]) Matsumoto, *86*, No. **126:** 5; 21. ([34]) Norton, *122*, **35:** 1012; 13. ([35]) Porter, *66*, **23 I:** 244; 23. ([36]) Porter, Rock Products, **1924:** 47. ([37]) Stockett, *0*. ([38]) Stone, *30*, No. **155:** 17. ([39]) Talbot, *86*, No. **20**; 08.
([40]) Talbot and Richart, *86*, No. **137**; 23. ([41]) van't Hoff, *7*, **45:** 257; 03. ([42]) Walker, *309*, No. **5**; 23. ([43]) Welch, *38*, **6:** 1197; 23. ([44]) Welch, *45*, **16:** 238; 24. ([45]) Welch and Emley, *38*, **4:** 301; 21. ([46]) Welch, *0*. ([47]) White, *310*, **1916:** 109. ([48]) Wilder, Iowa Geol. Sur., **18** 371; 18. ([49]) Winterbottom, S. Australia Chem. Dept., Bull. No. **7**; 17.
([50]) Withey, Univ. Wisconsin, Bull. No. **466**; 11.

*[1] 1 фн. дм.$^{-2}$=0.70307 *кг см*$^{-2}$.

МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ ЦЕМЕНТЫ И БЕТОНЫ.

Leroy C. Stewart.

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.		Стр.
Кажущаяся плотность	17	Термическое расширение	21
Прочность	17	Теплоемкость	21
Упругие свойства	17	Теплопроводность	21
Истираемость	17	Теплота при затворении и схватывании	21
Коэффициент трения	17	Электрическое сопротивление	21
Твердость	19	Сроки схватывания	21

Кажущаяся плотность (7).

г см$^{-3}$: штукатурка 3.0÷3.4; полы 1.55÷1.8. Специальные смеси с древесной мукой, пробочной пылью и т. д. 1.0÷2.0.

Прочность.

ВРЕМЕННЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ И ИЗГИБ ЦЕМЕНТОВ. *1

Состав, %: обожженный доломит 31; молотый кремень 12.5; оттавский песок 56.5; плотность раствора $MgCl_2$ 1.179 (22).

Доломит	*TS*, *кг см*$^{-2}$			*MR*,*2 *кг см*$^{-2}$		
	1 дн.	3 дн.	7 дн.	Неувлажненные	Влажные	Высохшие
A			32.6	112.2	54.0	68.0
B	18.1	30.2	34.4	133.0	69.6	102.6

*1 Приготовленных из специально обожженных доломитов. *2 Бруски увлажнялись в течение 24 час. в возрасте 14, 16 и 18 дней; «влажные» балки подвергались излому в возрасте 19 дней, «высохшие»—в возрасте 21 дня, «неувлажненные»—в возрасте 20 дней.

Упругие свойства.

ПРЕДЕЛ УПРУГОСТИ, МОДУЛЬ УПРУГОСТИ И ВРЕМЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ СЖАТИЮ РАСТВОРА И БЕТОНА.

Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.23. Возраст 80÷85 дней. Единица измерения—*кг см*$^{-2}$ (1).

Магнезит : песок : щебень	*EL*C	*E*	*UCS*	Магнезит : песок : щебень	*EL*C	*E*	*UCS*
1 : 4 : 0	253	194000	319	1 : 10 : 0	53—114	96400	143
1 : 6 : 0	150	192000	240	1 : 2 : 4	234	269000	359
1 : 8 : 0	127	146000	185	1 : 3 : 6	234	194000	305

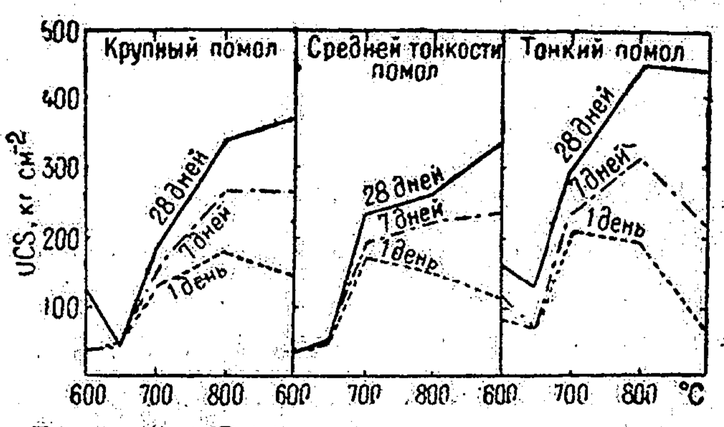
Истираемость.

Влияние сорта волокна в смеси для покрытия полов (12). Смесь, %: магнезита 46, кремня 27, талька 9, волокон 9, краски 9. Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179. Истираемость клена принята за 100 (12).

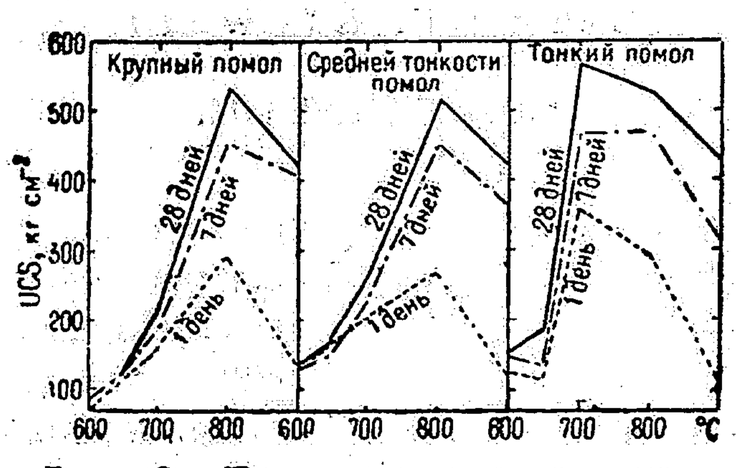
Асбест			Сосна (White pine, *Pinus strobus*)		Клен		Дуб		Калифорн. красное дерево		Пробка		Спилки сосны *Pinus echinata*
Длинное волокно	Среднее волокно	Короткое волокно	Опилки	Мука	Опилки	Мука	Опилки	Мука	Опилки	Мука	Зерна	Мука	
61	55	47	50	42	40	31	45	41	43	38	56	50	43

КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ПОЛА НА МАГНЕЗИАЛЬНОМ ОКСИХЛОРИДНОМ ЦЕМЕНТЕ (7).

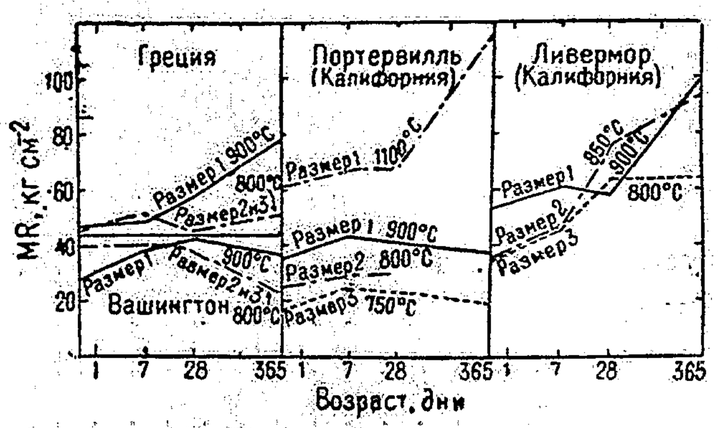
Покрытие для пола по таковому же 0.35 ÷ 0.50; кожа по покрытию для пола 0.45 ÷ 0.70; дерево (‖ волокнам) по покрытию для пола 0.25 ÷ 0.50.



Фиг. 1. Влияние размеров частиц и $t°$ обжига магнезита на временное сопротивление сжатию магнезиальной оксихлоридной смеси для покрытия пола (3).

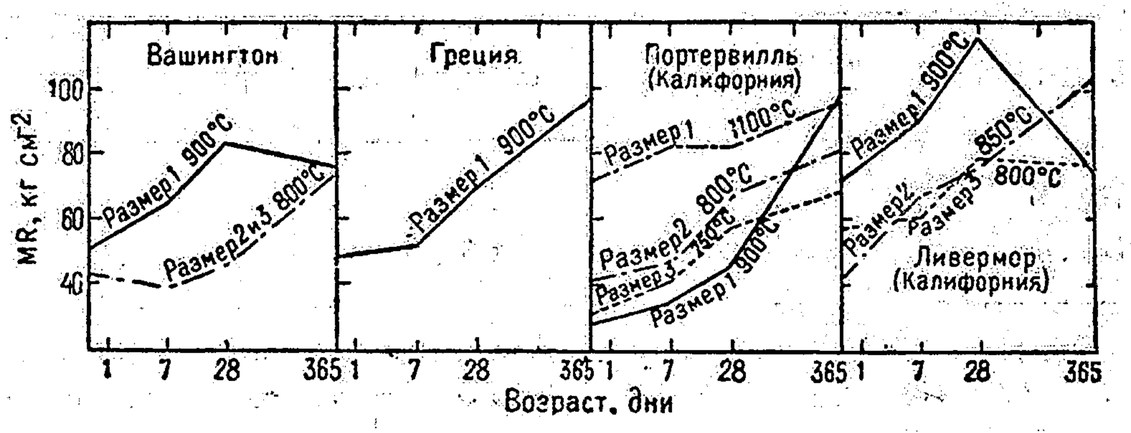


Фиг. 2. Влияние размеров частиц и $t°$ обжига магнезита на временное сопротивление сжатию смесей из магнезиального цемента (3).

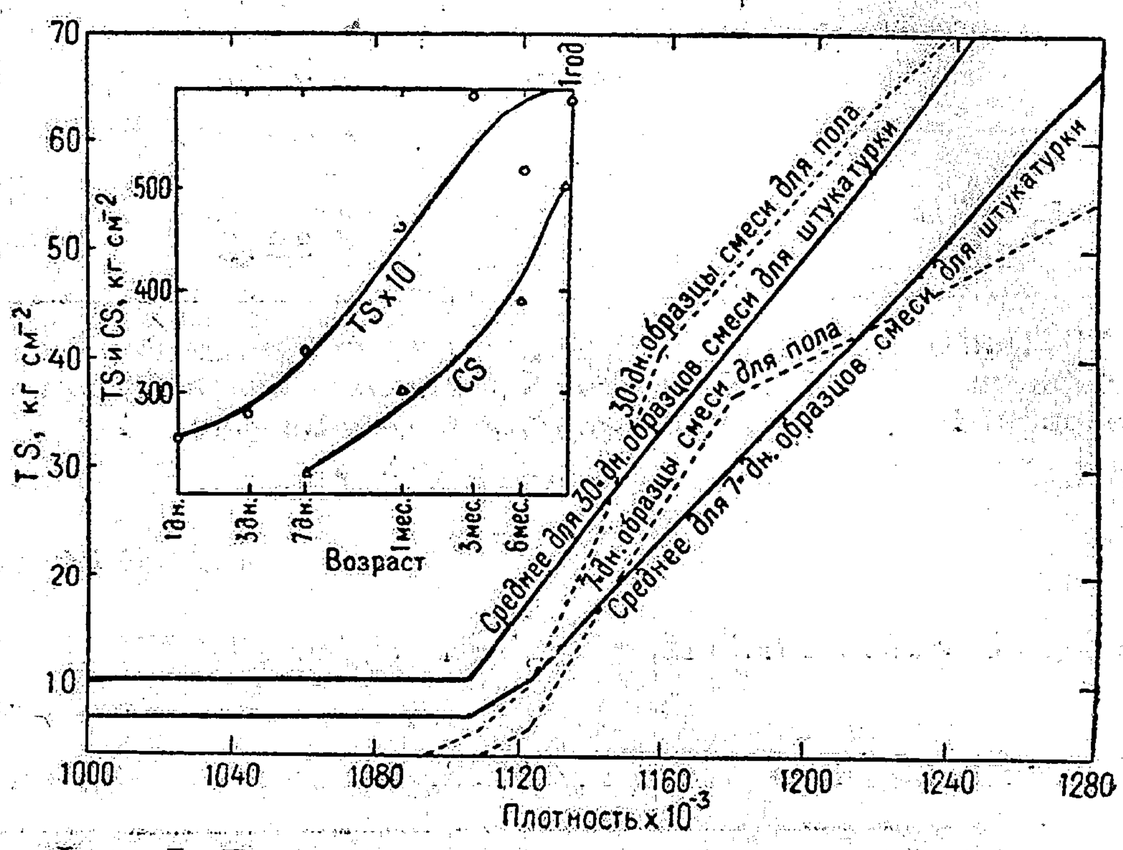


Фиг. 4. Влияние месторождения, размеров частиц и температуры обжига магнезита на сопротивление на изгиб смеси для штукатурки на оксихлоридном цементе (4). Размеры частиц—те же, что и на фиг. 3. Смесь, %: MgO 10, кремня 20, строительного песка 67, асбеста 3. Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179.

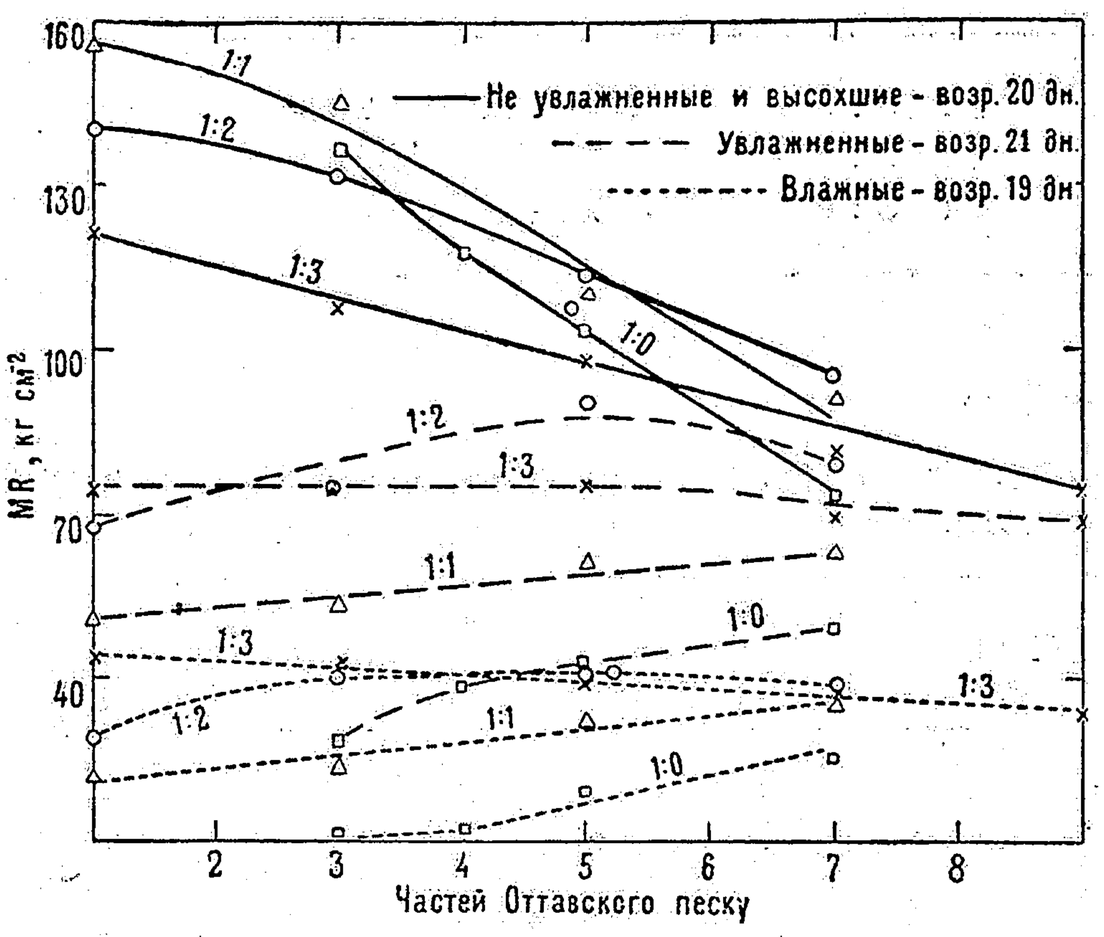
Кривые на фиг. 1 и 2 изображают средние значения для трех составов, для которых применялся раствор $MgCl_2$ плотности 1.184 и вашингтонский магнезит. При крупном помоле материал проходит сито с отверстиями 3.35 *мм* и остается на сите с отверстиями 2.00 *мм*; средний помол проходит через сито 2.00 *мм* и остается на сите 0.585 *мм*; тонкий помол проходит через сито 0.249 *мм*.



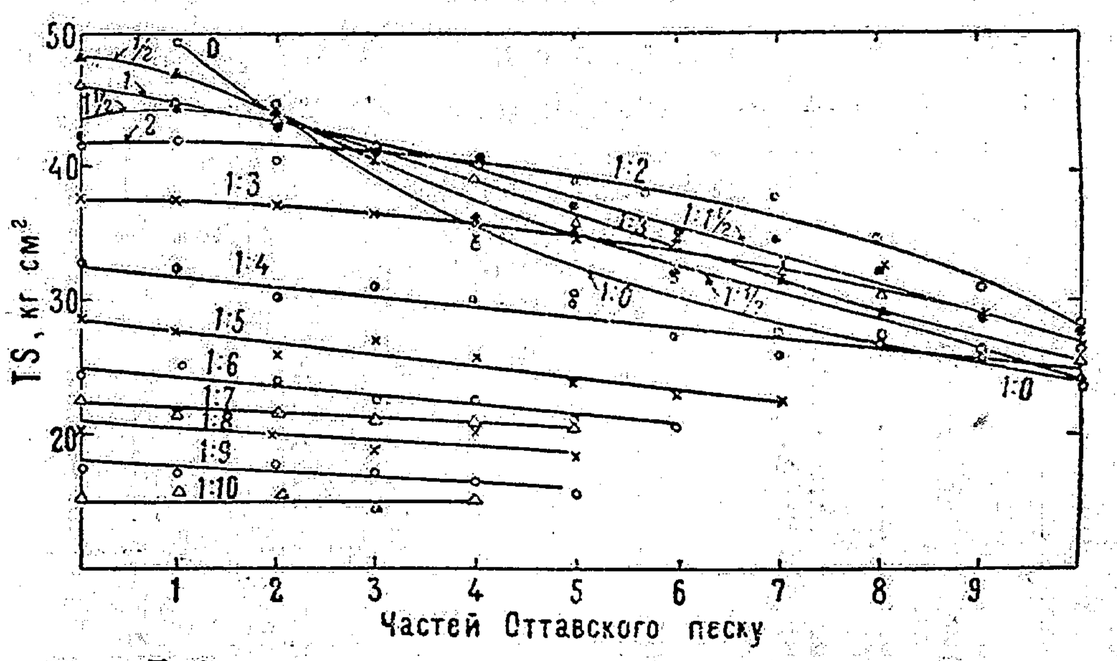
Фиг. 3. Влияние месторождения, размеров частиц и $t°$ обжига магнезита на сопротивление на изгиб смеси для полов на оксихлоридном цементе (4). Размер частиц магнезита: *1* — проходит сито 2.54 *см* и остается на сите 1.27 *см*; *2*—проходит сито 1.27 *см* и остается на сите 0.64 *см*; *3*—проходит сито 0.64 *см* и остается на сите 0.32 *см*. Смесь, %: MgO 45, древесной муки 10, асбеста 5, кремня 20, молотого трепела 5, глины 5, пигментов (краски) 10. Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179.



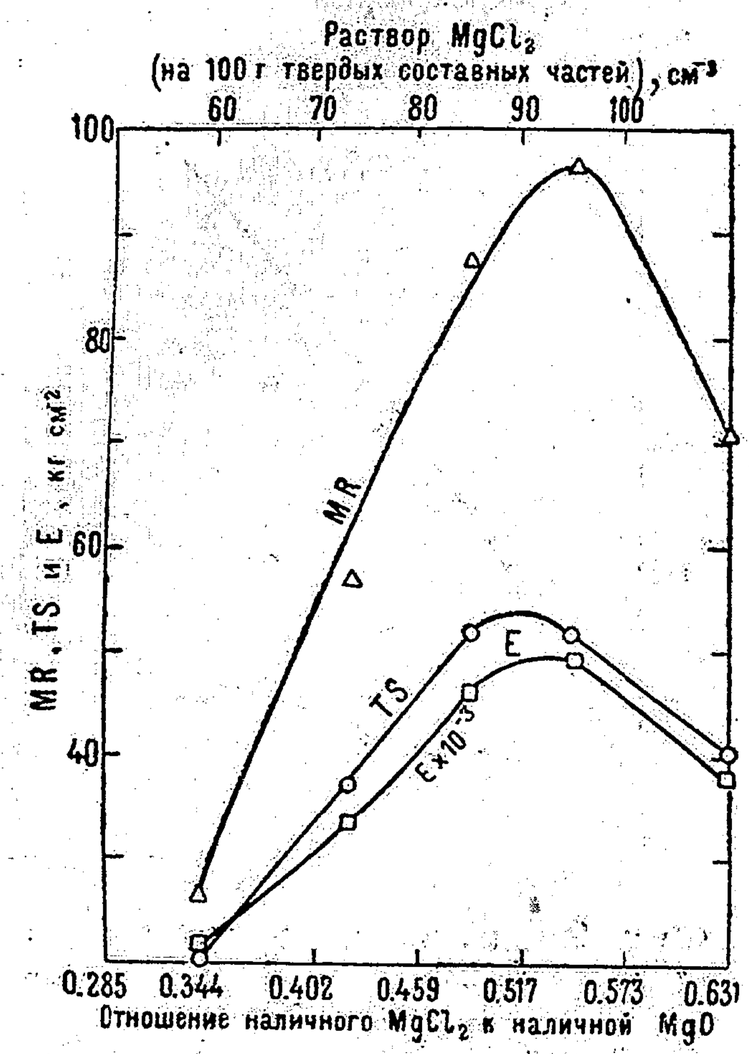
Фиг. 5. Влияние концентрации раствора $MgCl_2$ на сопротивление на растяжение оксихлоридного цемента (11). Смесь для штукатурки — магнезит : кремень : песок—1 : 2 : 5 (по весу). Смесь для пола — магнезит : кремень : тальк : древесная мука: краска —5 : 3 : 1 : 1 : 1. Образцы хранились в лаборатории при нормальной $t°$ и влажности. Фиг. 6. (Помещена внутри.) Прочность магнезиального оксихлоридного цемента (7). Среднее для 12 образцов продажного магнезита. Смесь—магнезит : кремень : песок — 1 : 2 : 5 (по весу). Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179. Образцы хранились в лаборатории при нормальной $t°$ и влажности.



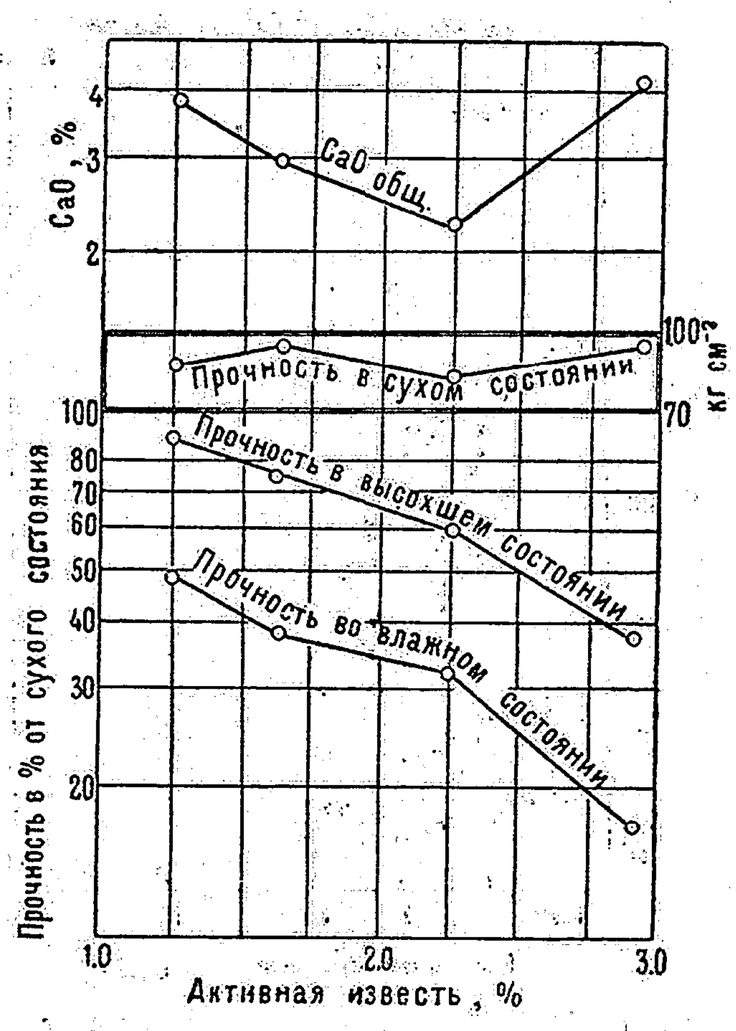
Фиг. 8. Влияние действия воды на сопротивл. на изгиб смесей—магнезит:кремень : песок—1 : (0 ÷ 3) : (0 ÷ 9) (по весу) (10). Песок проходит сито 0.838 *см* и остается на сите 0.589 *см*. Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179. Три образца обожженного магнезита испытаны каждый троекратно и показаны средние значения. Испытывались плоские бруски 1.27×5.08×585 *см* при расстояниях между опорами 50.8 и 25.4 *см*. Бруски увлажнялись 24 час. в возрасте 14, 16 и 18 дн.



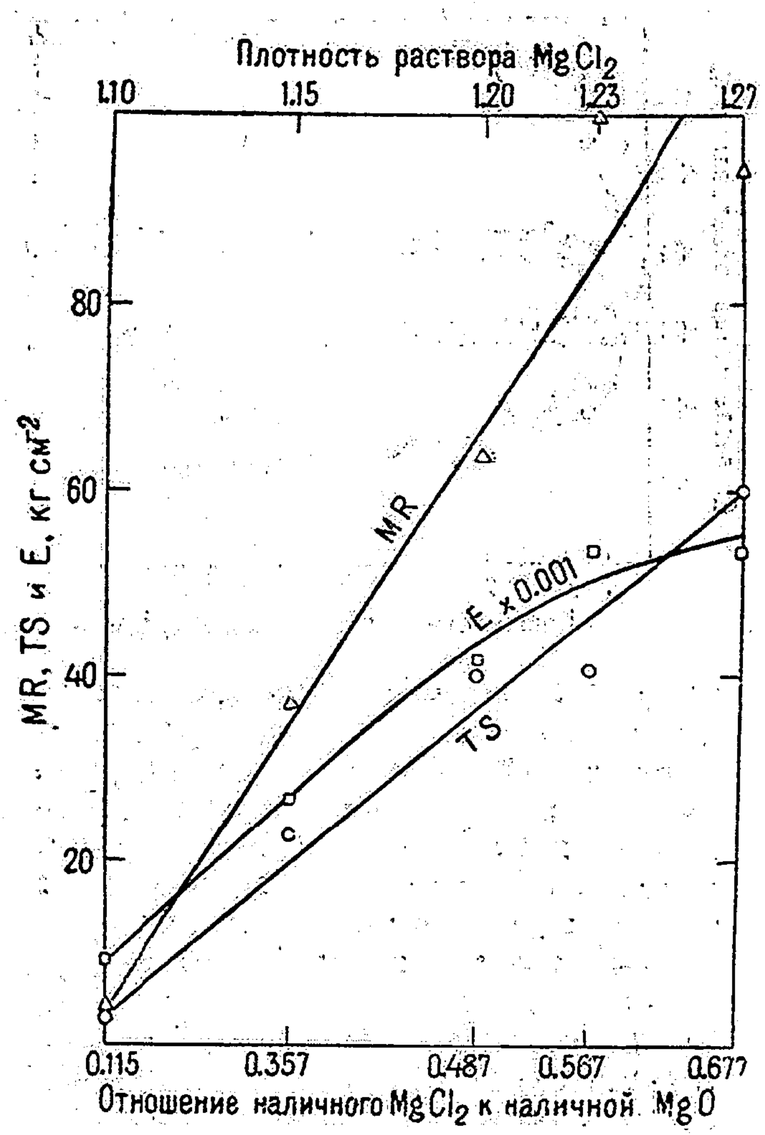
Фиг. 7. Сопротивление на растяжение смесей—магнезит : кремень : песок—1 : (0 ÷ 10) : (0 ÷ 10) (по весу) (8). Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179. Песок проходит сито 0.838 *см* и остается на сите 0.589 *см*. Три образца продажного магнезита испытаны каждый троекратно через 1, 3, 7 и 30 дней. На чертеж нанесены средние значения.



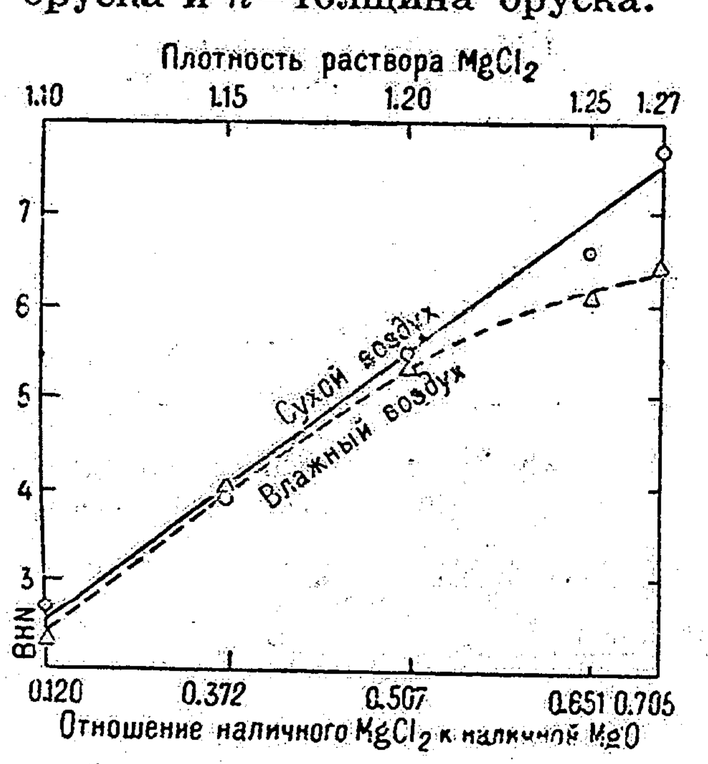
Фиг. 10. Влияние изменения количества раствора $MgCl_2$ на прочность и упругие свойства смеси для полов на оксихлоридном цементе (19). Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.20. Смесь, %: магнезита 54, древесных опилок 32 и асбеста 14. Образцы возраста 16 дней. Модуль упругости $=Pl^3/4dbh^3$, где P—приложенный в центре груз, l—длина бруска между опорами, d—прогиб в центре, b—ширина бруска и h—толщина бруска.



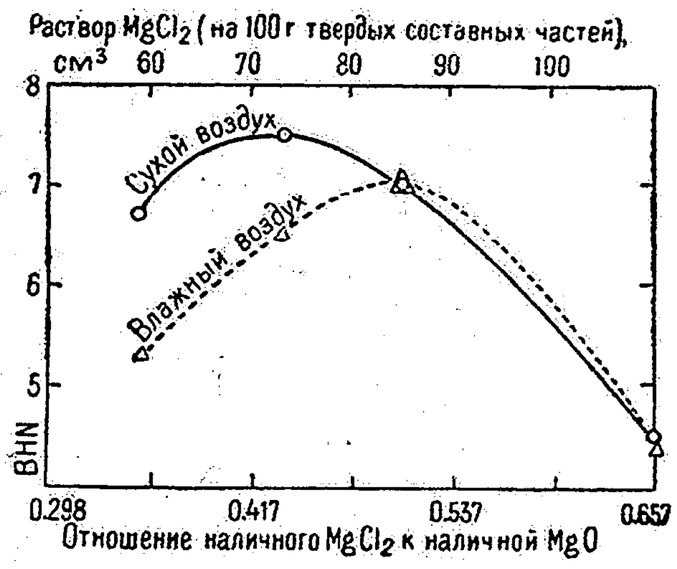
Фиг. 9. Влияние содержания активной извести в магнезите на прочность оксихлоридного цемента (21). «Активная известь»—CaO, растворимая в 0.75% растворе $MgCl_2$. Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179. Бруски для испытаний из смеси—магнезит : кремень : песок—1 : 2 : 5 (по весу). См. также фиг. 8.



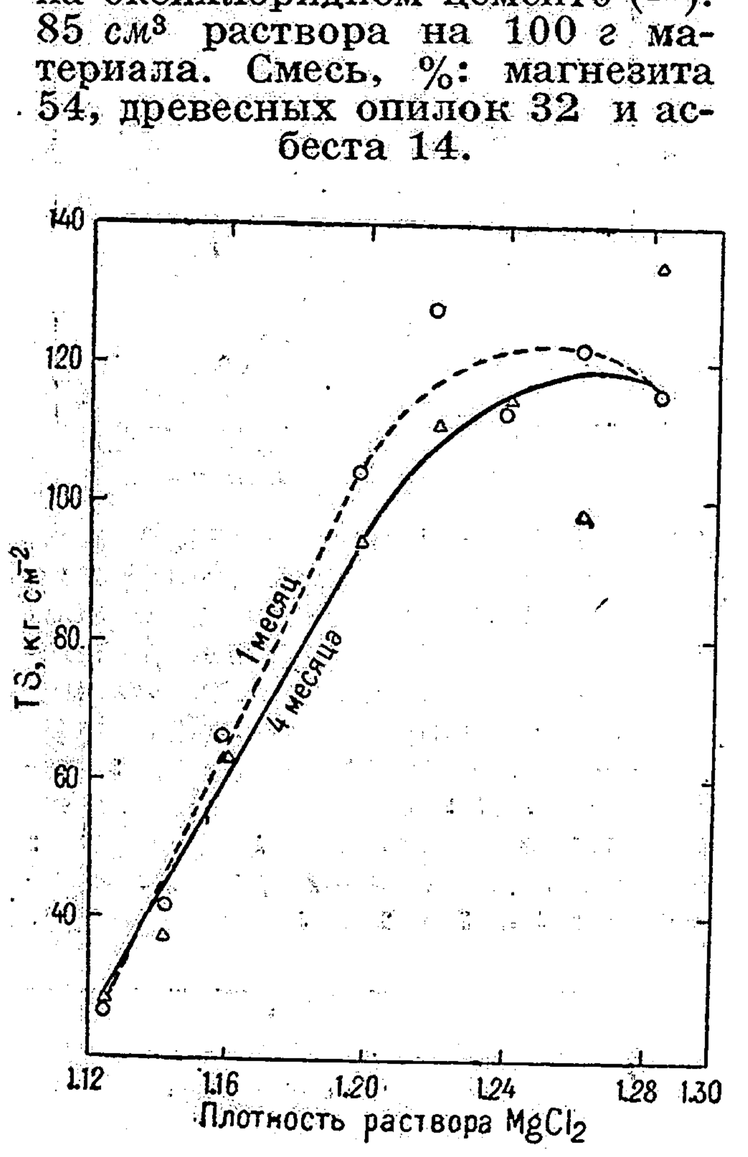
Фиг. 11. Влияние концентрации раствора $MgCl_2$ на прочность и упругие свойства смеси на оксихлоридном цементе (19). 85 $см^3$ раствора на 100 г материала. Смесь, %: магнезита 54, древесных опилок 32 и асбеста 14.



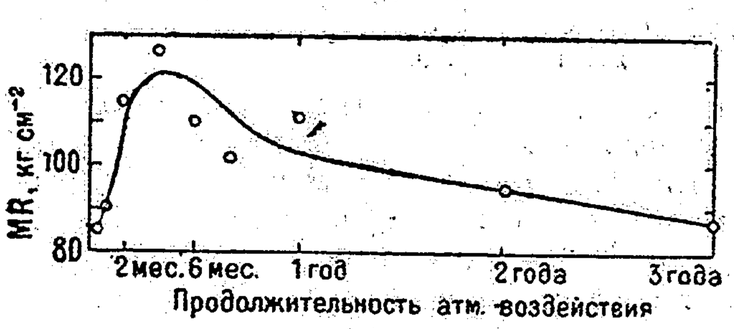
Фиг. 13. Влияние концентрации раствора $MgCl_2$ на твердость по Бринелю смеси для полов на оксихлоридном цементе (19). Смесь, %: магнезита 54, древесных опилок 32, асбеста 14. 35 $см^3$ раствора на 100 г твердых составных частей. Средние значения для образцов возраста 4 и 8 дней.



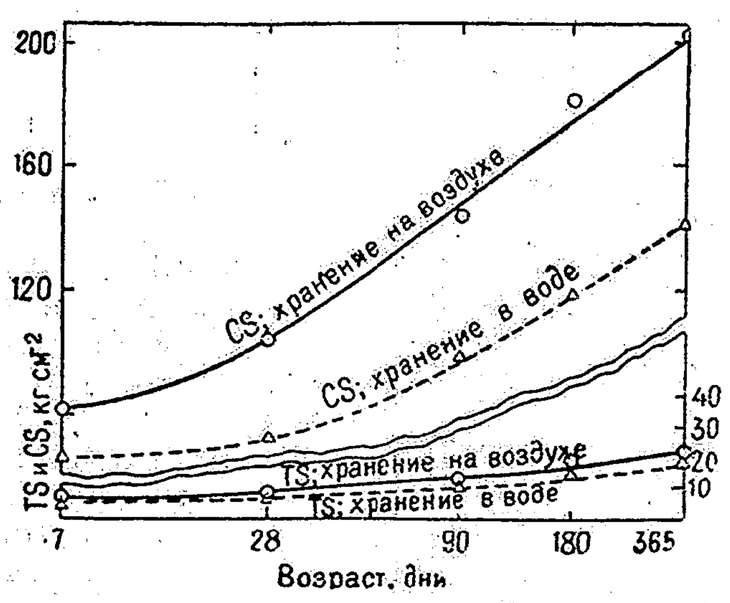
Фиг. 12. Влияние изменения количества раствора $MgCl_2$ на твердость по Бринелю смесей для полов на оксихлоридном цементе (19). Смесь, %: магнезита 54, древесных опилок 32 и асбеста 14. Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.20. Средние значения для образцов возраста 4 и 8 дней.



Фиг. 14. Влияние концентрации раствора $MgCl_2$ на сопротивление на растяжение смесей с большим содержанием магнезита (7). Смесь—магнезит : кремень : тальк—5 : 3 : 2 (по весу). Затворение—консистенции, нужной для формовки.

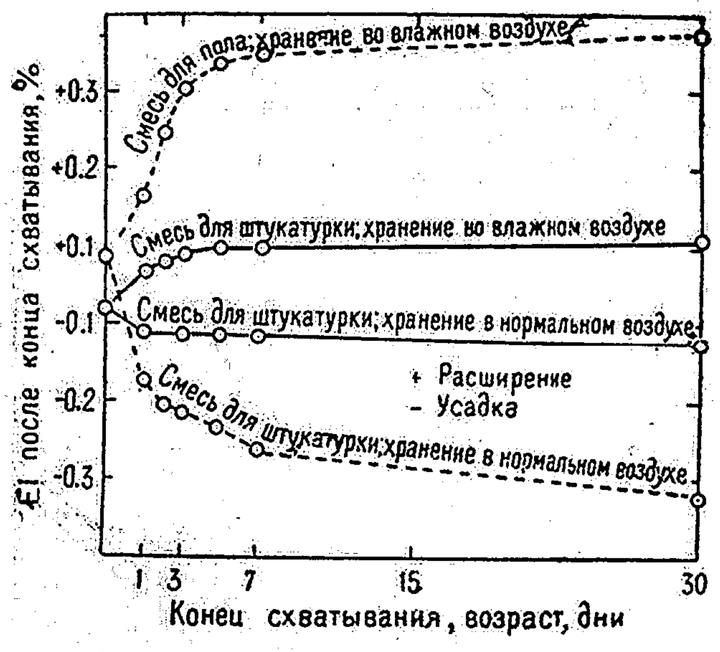


Фиг. 19. Сопротивляемость магнезиального оксихлоридного цемента действию наружной атмосферы (7). Смесь—магнезит : кремень : песок — 1 : 2 : 5 (по весу). Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179. Среднее для 4 проб магнезита, из которых каждая выставлялась на север и юг, бруски ставились в наклонном положении.

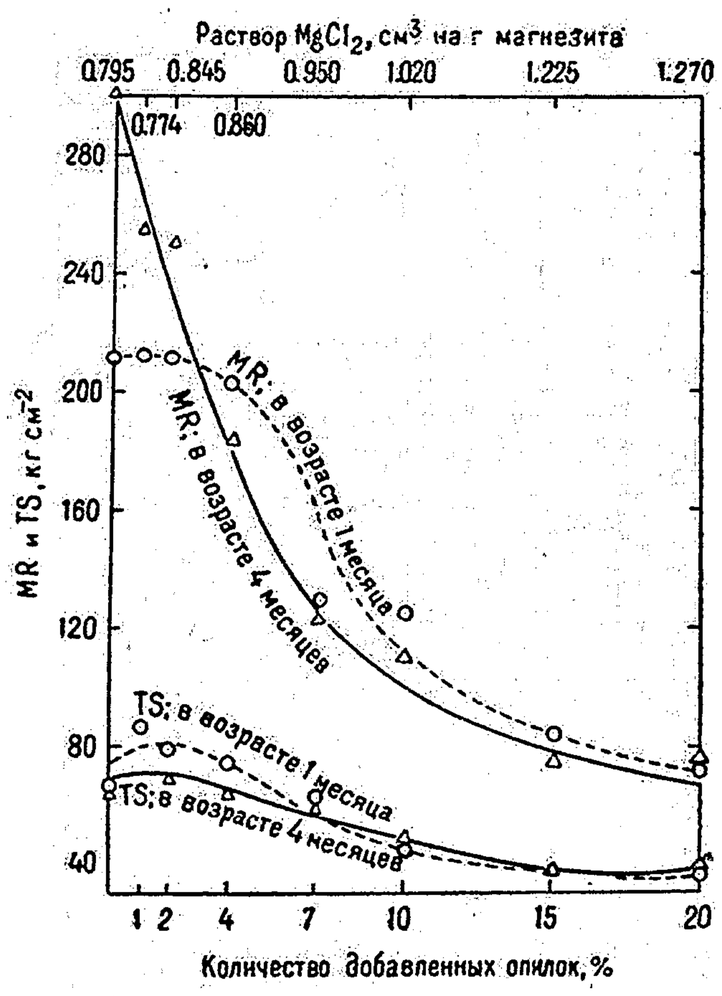


Фиг. 15. Сопротивление на растяжение и сжатие гидравлического магнезиального цемента, состоящего из 100 вес. ч. молотой пемзы, содержащей 18% аморфной SiO_2; 24 ч. чистой MgO; 30 ч. песка. Смесь замешана на воде и затрамбована в формы (24).

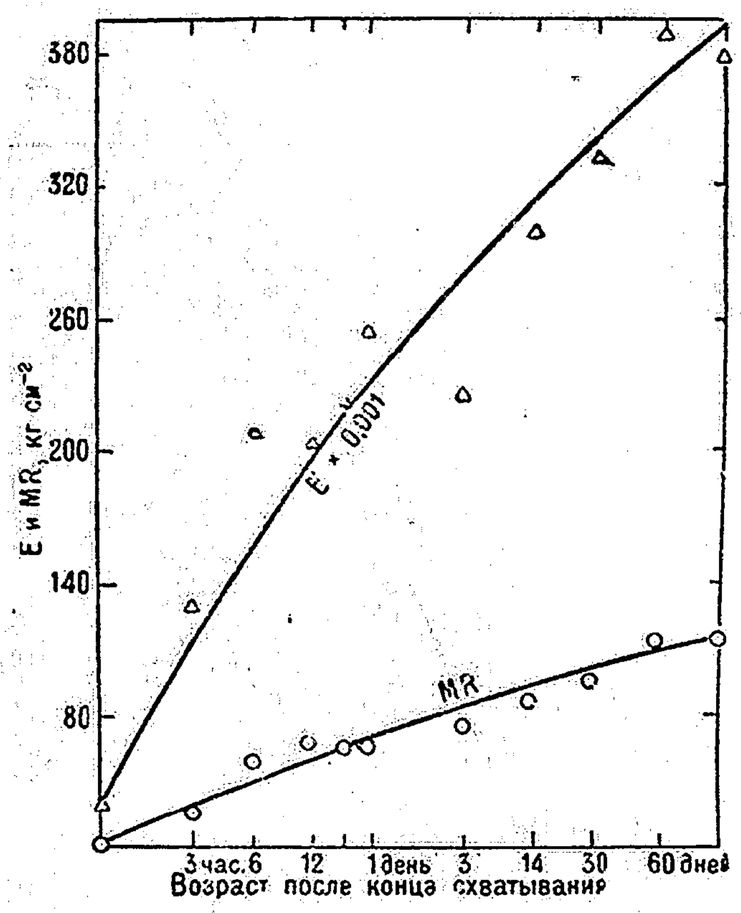
Фиг. 18. Влияние содержания магнезита на сопротивление износу смеси для пола на оксихлоридном магнезиальном цементе (12). Смесь—магнезит + кремень : тальк : древесная мука : краска—3 : 1 : 1 : 1 (по весу). Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179.



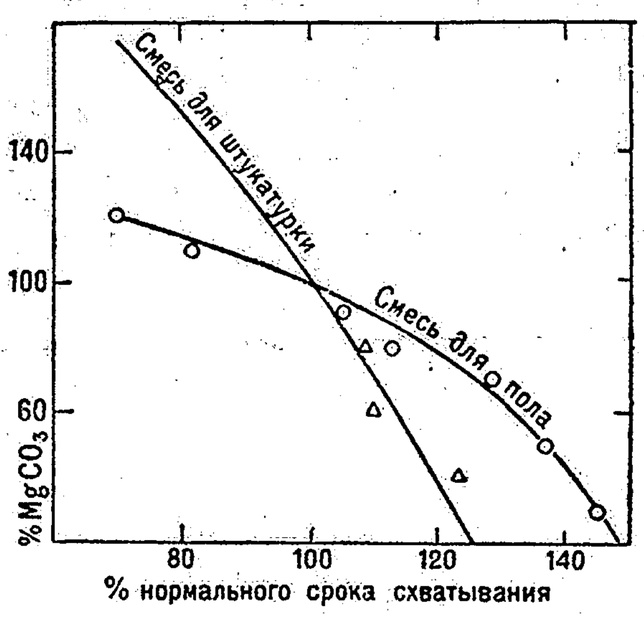
Фиг. 16. Изменение объема магнезиального оксихлоридного цемента (7). Смесь для штукатурки—магнезит : кремень : песок—1 : 2 : 5 (по весу). Смесь для полов—магнезит : кремень : тальк : древесная мука : краска—5 : 3 : 1 : 1 : 1 (по весу). Магнезит один и тот же во всех смесях. Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179. Испытывались бруски, не нанесенные на поверхность другого материала.



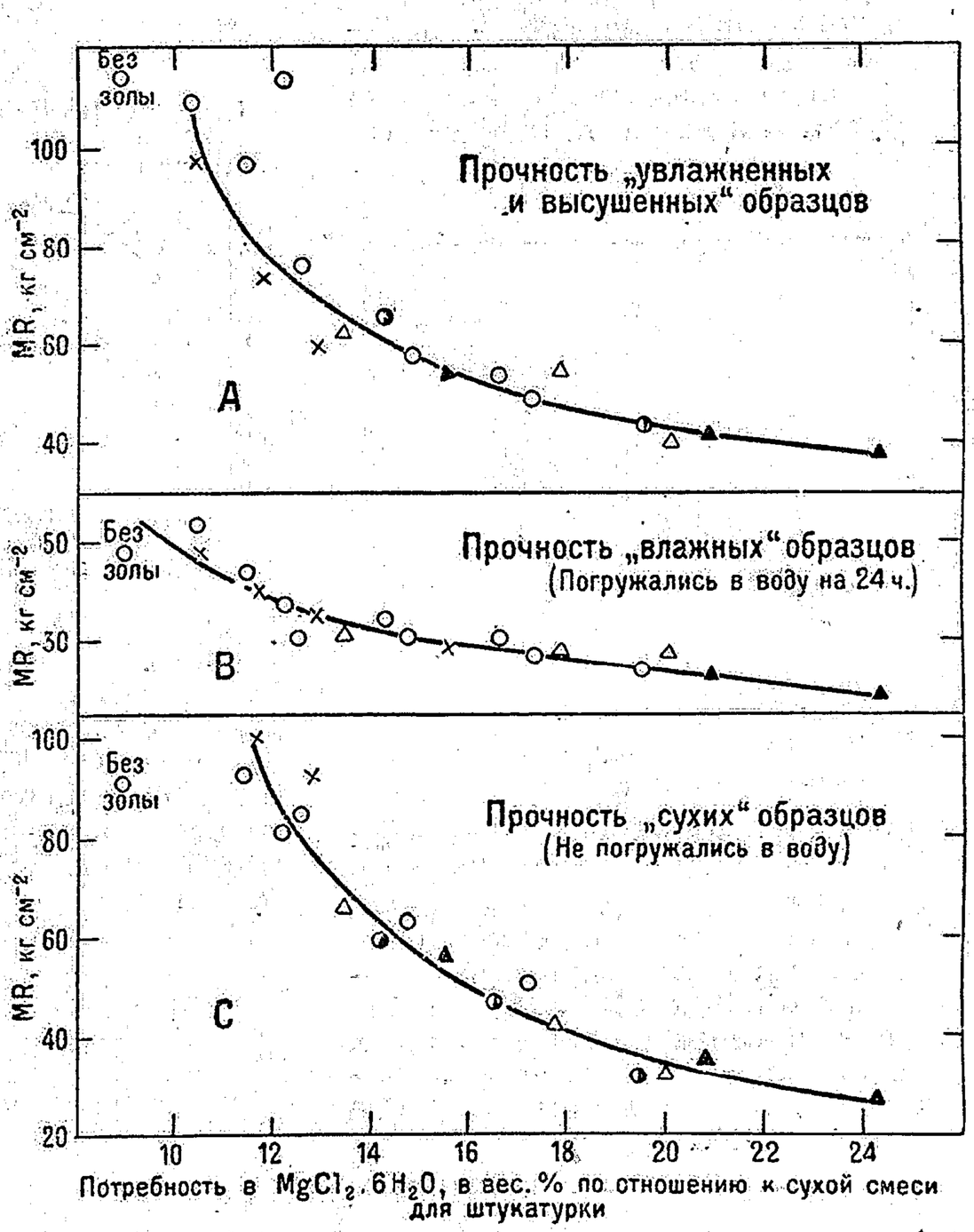
Фиг. 17. Влияние добавления древесной муки на прочность смесей на магнезиальном оксихлоридном цементе (7). Смесь —магнезит : кремень : тальк — 5 : 3 : 2 (по весу). Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179.



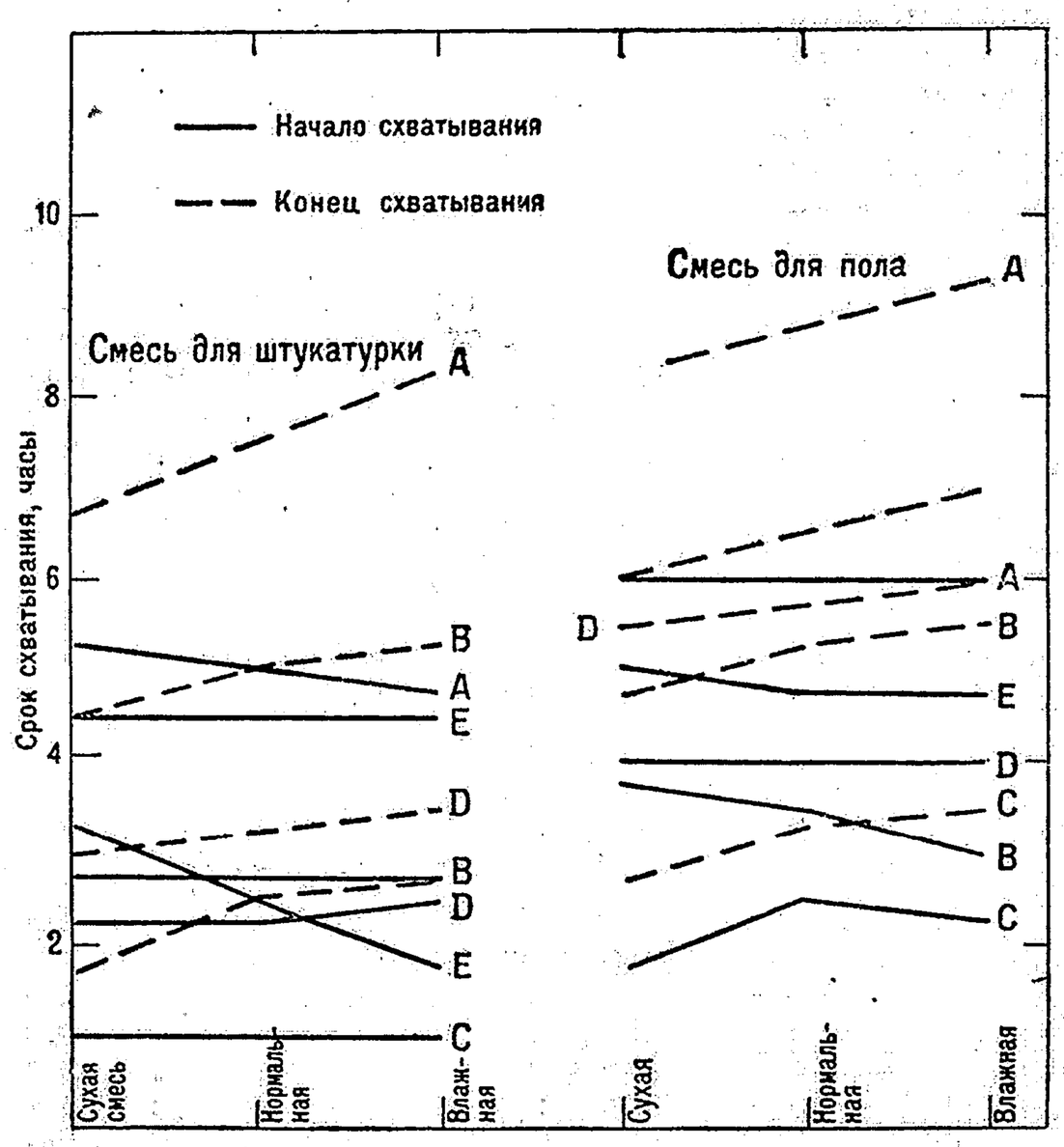
Фиг. 20. Влияние возраста на сопротивление на изгиб и упругость магнезиального оксихлоридного цемента (7). Взят продажный магнезит и раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179. Смесь —магнезит : кремень : песок — 1 : 2 : 5 (по весу). Плоские балки хранились в лаборатории при нормальной $t°$ и влажности.



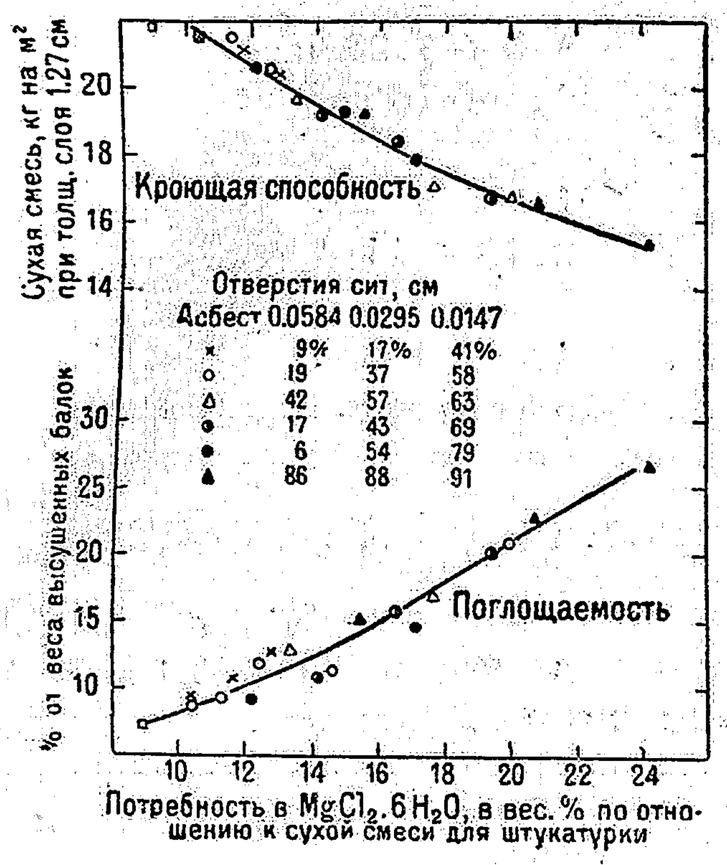
Фиг. 22. Влияние содержания магнезита (в % от нормального количества магнезита в смеси) на время схватывания магнезиального оксихлоридного цемента (9). Смесь для штукатурки — магнезит : кремень : песок—1 : 2 : 5 (по весу). Смесь для пола—магнезит : кремень : тальк : древесная мука : краска—5 : 3 : 1 : 1 : 1 (по весу).



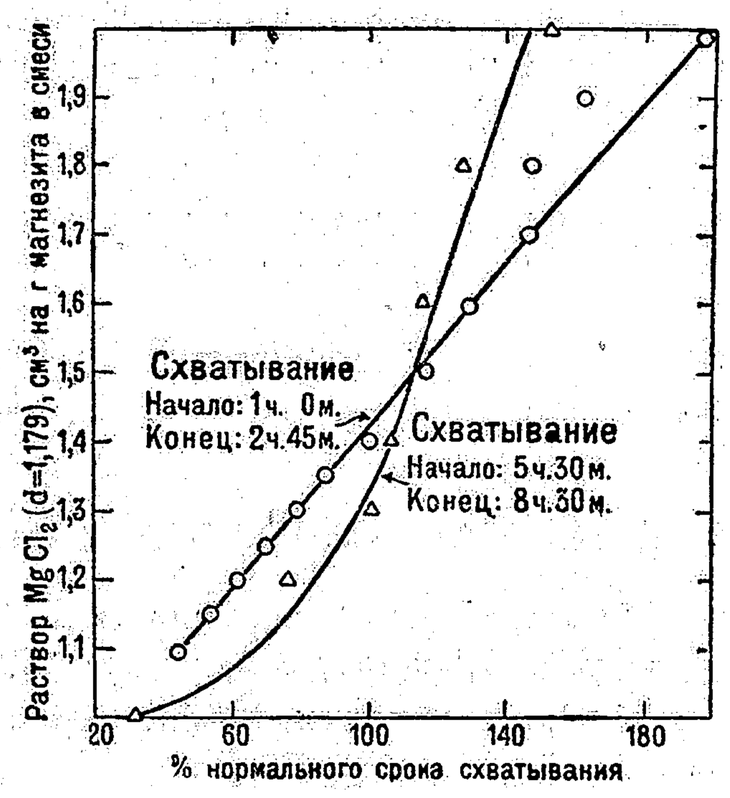
Фиг. 26. Влияние сорта и содержания асбеста на сопротивляемость размывающему действию воды смеси для штукатурки на магнезиальном оксихлоридном цементе (7). Все образцы содержали 12.5% MgO и 60% песка и все затворялись до одинаковой, принятой в практике, консистенции раствором $MgCl_2$ плотностью 1.179; единственными иными составными частями были кремень и асбест. Содержание асбеста в % по отношению к сухой массе в смеси—соответственно 2, 4 и 6% для каждого сорта асбеста, считая слева направо. (См. пояснение к фиг. 25.) Образцы погружались в воду в возрасте 14, 16 и 18 дней. «Влажные» испытывались в возрасте 19 дней, «высушенные»—в возрасте 21 день, «сухие»—в возрасте 20 дней.



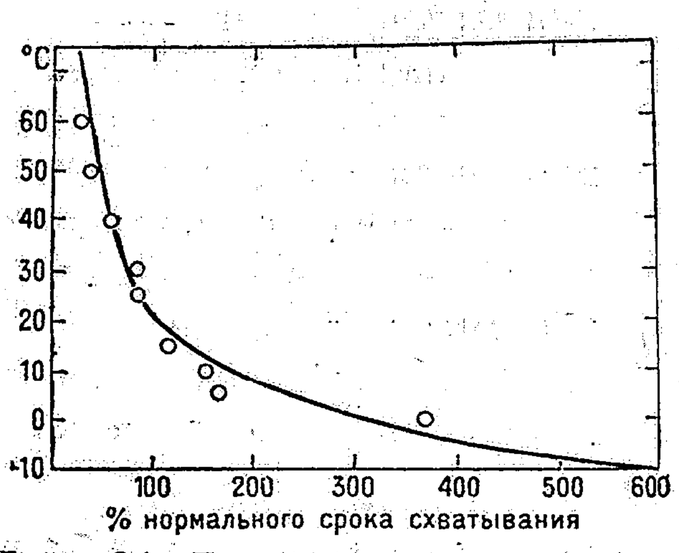
Фиг. 27. Влияние степени увлажнения на время схватывания магнезиального оксихлоридного цемента (9).



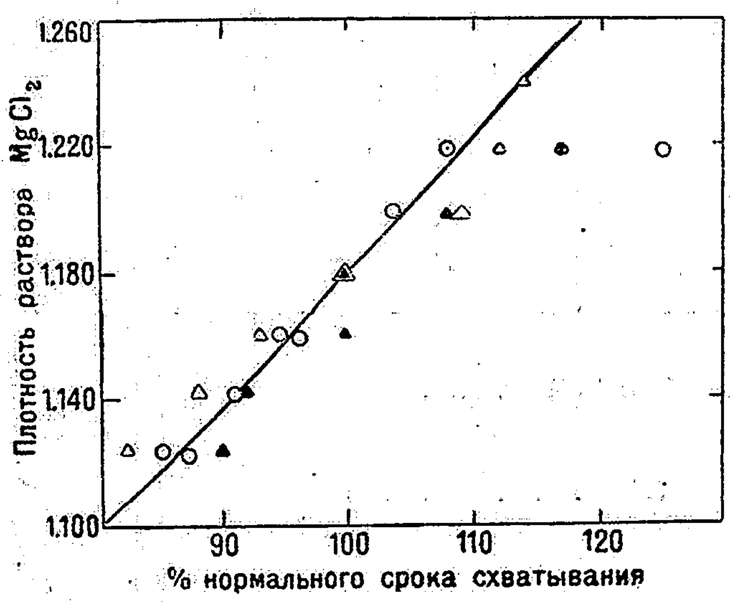
Фиг. 25. Влияние сорта и содержания асбеста на кроющую способность и водопоглощаемость штукатурки на магнезиальном оксихлоридном цементе (7). Ситовой анализ асбеста — % остатка на различных ситах. Содержание асбеста в % сухой смеси для штукатурки — соответственно 2, 4 и 6% для каждого сорта асбеста, считая слева направо. Поглощаемость определена по керосину и перечислена на воду. □—дает значение для смеси, не содержащей асбеста.



Фиг. 24. Влияние консистенции на сроки схватывания магнезиального оксихлоридного цемента (9). Средние значения для начала и конца схватывания по игле Джильмора при 21° и 50% относительной влажности. Смесь для штукатурки — магнезит : кремень : песок — 1 : 2 : 5 (по весу). Смесь для пола—магнезит : кремень : тальк : краска : древесная мука — 5 : 3 : 1 : 1 : 1 (по весу).



Фиг. 21. Влияние температуры на время схватывания магнезиального оксихлоридного цемента (9). Средние значения для 3 магнезитов в смесях для штукатурки и пола.



Фиг. 23. Влияние концентрации раствора $MgCl_2$ на время схватывания оксихлоридного цемента (9).

Термический коэффициент линейного расширения.

Сухих составных частей (по весу)	d раствора $MgCl_2$	$\frac{10^6}{l}\frac{\Delta l}{\Delta t}$	$\Delta t°$	Лит.
1 магнезита : 4 песка	1.23	12.60	13 ÷ 93	(1)
1 магнезита : 6 песка	1.23	11.4		
54 магнезита : 32 древесн. опилок : 14 асбеста	1.20	22.7	комнатная	(19)
1 магнезита : 2 кремня : 5 песка	1.179	15.1	4 ÷ 51	(18)

Теплоемкость и теплопроводность растворов (1).

Сухих составных частей (по весу)	d раствора $MgCl_2$	c_p, cal (°C)$^{-1}$	k, cal $см^{-2}$ ск.$^{-1}$ (°C $см^{-1}$)$^{-1}$
1 магнезит : 4 песок	1.23	0.19	0.0042
1 магнезит : 6 песок	1.23	0.20	0.0045

Теплота, развиваемая при затворении и схватывании магнезиального оксихлоридного цемента (7).

150 ÷ 250 cal $г^{-1}$ продажного обожженного магнезита.

Электрическое сопротивление раствора.

Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.23. R для разного возраста образцов, МΩ-$см$ (1).

Сухих составных частей (по весу)	2 дн.	2 мес. в сухом виде	2 мес. во влажном виде
1 магнезит : 4 песка	0.025	200	0.0012
1 магнезит : 6 песка	0.032	138	0.001

Сроки схватывания продажного магнезита в различных смесях (9).

Раствор $MgCl_2$ плотностью 1.179. Нормальная $t°$, влажность и консистенция. Смесь для штукатурки—магнезит : кремень : песок—1 : 2 : 5 (по весу). Смесь для пола—магнезит : кремень : тальк : древесная мука : краска—5 : 3 : 1 : 1 : 1 (по весу). Время схватывания определялось иглой Джильмора. (См. фиг. 27.)

Для 14 различных проб продажного магнезита в зависимости от природных свойств магнезита:

для чистой смеси	
начало схватывания	0.5 ÷ 6.25 час.
конец схватывания	1.5 ÷ 16 час.
для смеси для штукатурки	
начало схватывания	1 ÷ 7.5 час.
конец схватывания	2.75 ÷ 11.5 час.
для смеси для пола	
начало схватывания	1.5 ÷ 8 час.
конец схватывания	3 ÷ 15 час.

СРОКИ СХВАТЫВАНИЯ СМЕСЕЙ НА МАГНЕЗИАЛЬНОМ ОКСИХЛОРИДНОМ ЦЕМЕНТЕ.

Влияние месторождения, размера частиц и $t°$ обжига магнезита (4). Смесь для пола, %: MgO 45, древесной муки 10, асбеста 5, кремня 20, трепела 5, глины 5, краски 10. Смесь для штукатурки, %: MgO 10, кремня 20, песка 67, асбеста 3. Раствор $MgCl_2$ плотности 1.179. Испытание иглой Джильмора.

Магнезит		$t°$	Смесь для пола				Смесь для штукатурки			
			Начало		Конец		Начало		Конец	
Месторождение	Размер*1		час.	мин.	час.	мин.	час.	мин.	час.	мин.
Вашингтон	1	900	3	45	8+		2	05	6	55
	2+3	800	1	20	3	50	2	00	3	40
Греция	1	900	1	15	3	00	1	25	3	15
	2	800					0	50	2	25
Портервиль, Калифорния	1	1100	1	35	3	50	2	45	3	40
	1	900	0	30	2	30	0	55	2	00
	2	800	1	15	2	50	0	55	1	50
	3	750	3	15	5	45	4	00	6	05
Ливермор, Калифорния	1	900	2	15	4	00	2	30	4	30
	2	850	1	10	2	20	1	50	3	20
	3	800	1	15	2	25	1	15	2	00

*1 Размеры частиц магнезита: 1—проходят сито 2.54 *см* и остаются на сите 1.27 *см*; 2—проходят сито 1.27 *см* и остаются на сите 0.64 *см*; 3—проходят 0.64 *см* и остаются на сите 0.32 *см*.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

(1) Alvarez, Univ. Calif., Pub. in Eng., *1*, No. **3**: 21: 15. (2) Andre, *34*, **94**: 444; 82. (3) Bates and Young, *38*, **4**: 570; 21. (4) Bates, Young und Rapp, *32*, No. **239**: 23. (5) Bender, *25*, **3**: 932; 71. *13*, **159**: 341; 71. (6) Davis, *135*, **25**: 258; 72. (7) Dow Chemical Co., *0*. (8) Dow Chem. Co., $MgCl_2$ Service Bull., No. **1**; 22. (9) Ibid,, No. **2**; 22.
(10) Dow Chem. Co., $MgCl_2$ Service Bull., No. **4**; 22. (11) Ibid., No. **5**; 21. (12) Ibid., No. **6**; 21. (13) Hof, *136*, **33**: 693; 09. (14) Kallauner, *136*, **33**: 871; 09. **37**: 1045, 1275; 13. (15) Krause, *13*, **165**: 38; 73. (16) Krieger, *136*, **34**: 246; 10. **37**: 1274; 13. (17) Lahrman, *314*, **35**: 265; 11. (18) Olin and Peterson, *33*, **31**: 266; 24. (19) Roark, Univ. Wisconsin, Eng. Expt. Sta., Bull. **879**; 17.
(20) Robinson and Waggaman, *50*, **13**: 673; 09. (21) Seaton, Hill and Stewart, *33*, **25**: 270; 21. (22) Shaw and Bole, *38*, **6**: 311; 22. (23) Sorel, *34*, **65**: 102; 67. (24) Vournazos, *34*, **172**: 1578; 21. (25) Webber, *54*, **10**: 111; 91.

ЗУБНЫЕ ЦЕМЕНТЫ.

W. B. Holmes.

Типичный химический состав, %.

ЦИНКОВЫЕ ЦЕМЕНТЫ.

Порошки				Жидкости*2	
ZnO	70÷100	*1Al_2O_3	0÷7	P_2O_5	33÷50
Bi_2O_3	0÷6	*1SiO_2	0÷8	H_2O	45÷67
MgO	0÷9	*1PO_4	0÷2	Al_2O_3	4÷ 6
Fe_2O_3	0÷2			Na_2O	0÷ 3

СИЛИКАТНЫЕ ЦЕМЕНТЫ.

Порошки				Жидкости*3	
SiO_2	25÷45	*1BeO	0÷16	P_2O_5	35÷45
Al_2O_3	27÷40	PO	4÷24	H_2O	44÷70
CaO	4÷13	F	0÷10	Al_2O_3	4÷ 6
Na_2O	0÷ 8			ZnO	0÷ 8

*1 MgO. *2 Плотность 1.55÷1.85. *3 Плотность 1.50÷1.80.

МЕДНЫЕ ЦЕМЕНТЫ.

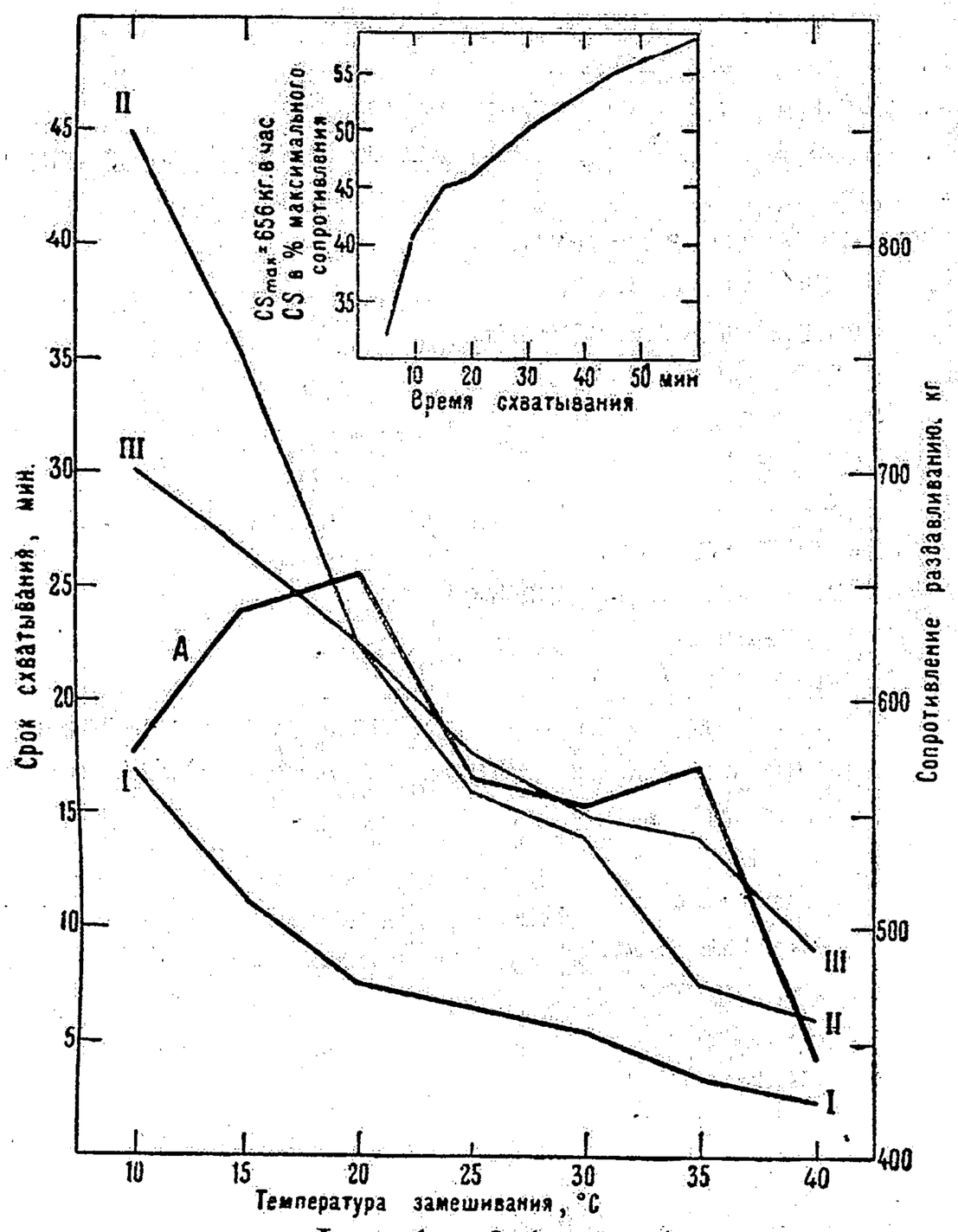
Порошки						Жидкости*1			
ZnO	0÷90	Co_2O_3	0÷ 8	P_2O_5	33÷45	FeO	0÷4
CuO	0÷90	Fe_2O_3	0÷20	H_2O	44÷65	NiO	0÷1
Cu_2O	0÷30	$CuSiO_3$	0÷ 1	Al_2O_3	4÷ 6	CuO	0÷1
Cu_2J_2	0÷ 5	$Cu_3(PO_4)_2$	0÷ 5	ZnO	0÷ 4		

Сопротивление раздавливанию (1).

Пределы для продажных цементов.—Цемент замешан при 20° и затем погружен в масло при 37°. Для испытания слюною цилиндры погружались на 15 мин. в масло, затем обмывались петролейным эфиром и на продолжительное время погружались в слюну. Цилиндры размерами 5×5 *мм* подвергались давлению со скоростью 453.6 *кг* мин.$^{-1}$.

СОПРОТИВЛЕНИЕ РАЗДАВЛИВАНИЮ (1), в 10^2 *кг*.

Тип и число испытаний \ Погружение	В масло на				В слюну на		
	15 мин.	1 день	7 дн.	28 дн.	1 день	7 дн.	28 дн.
Силикатные (7)	1.5÷2.8	3.3÷5.6	4.1÷6.3	4.0÷6.5	1.0÷5.6	1.1÷5.9	1.2÷6.6
Цинковые (18)	0.4÷3.5	0.9÷4.8	0.7÷5.6	1.0÷5.6	0.9÷4.4	1.1÷4.9	1.0÷4.4
Медные (15)	0.5÷2.9	0.5÷4.4	0.4÷5.4	0.7÷5.4	0.8÷4.4	1.2÷4.5	0.0÷4.3



Фиг. 1 и 2 (внутри).

Влияние температуры при замешивании.—См. кривую A, фиг. 1.

Скорость твердения цемента «синтетический фарфор» при 37°*2.—На фиг. 2 дано сопротивление раздавливанию в течение первого часа времени в % от максимального сопротивления.

Время схватывания (1).

Время исчислено от начала замешивания до прекращения погружения иглы Джильмора, приложенной в течение 5 ск. Для 7 образцов силикатных цементов 5÷12 мин.; для 18 ZnO-цементов 9÷78 мин.; для 15 Cu-цементов 8÷25 мин.; $t°$=20°. Влияние температуры при замешивании см. фиг. 1 (кривая I—для силикатного цемента и кривые II и III для ZnO-цементов).

Теплота, развиваемая при схватывании.

Калориметрических данных не имеется. В отношении повышения $t°$ при схватывании см. (2).

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

(1) Poetschke, *45*, 8: 302; 16. (2) Poetschke, *45*, 15: 339; 23.

*1 Плотность 1.50÷1.70. *2 Скорость измерена по величине сопротивления раздавливанию.

ФИЗИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД.*

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.
Древесные породы Северной Америки, Филиппинских островов и Канады	24
Древесные породы Британской империи	38
Древесные породы Дании	63
Древесные породы Голландской Индии	63
Древесные породы Японии и Восточной Азии	68
Древесные породы Тропической Америки	68
Общий указатель древесных пород	71
Искусственные древесины	75
Древесные породы СССР	76

ЗАГОЛОВКИ И НУМЕРАЦИЯ СТОЛБЦОВ В ТАБЛИЦАХ.

1. Порядковый №.

Ботаническое название:

2. Семейство.
3. Род и вид.
4. Ходовое, местное, рыночное названия.
5. Место произрастания испытанного материала.
6. Степень высыхания.

Плотность, выраженная отношением веса абсолютносухой древесины к объему древесины:

7. Абсолютносухой.
8. Свежесрубленной.
9. Воздушносухой.
10. Содержание влаги в % от веса абсолютносухой древесины.

Усушка от свежесрубленного состояния до абсолютносухого в % от размеров свежесрубленной древесины:

11. Объемная.
12. Радиальная.
13. Тангенциальная.

Статический изгиб:

14. Предел упругости.
15. Коэффициент крепости.
16. Модуль упругости.
17. Работа до предела упругости.
18. Работа до наибольшей нагрузки.
19. Полная работа.

Динамический изгиб (вес бабы 22.7 *кг*):

20. Предел упругости.
21. Модуль упругости.
22. Работа до предела упругости.
23. Высота падения, вызывающая полное разрушение.

Сжатие вдоль волокон:

24. Предел упругости.
25. Коэффициент крепости.
26. Модуль упругости.
27. Сжатие поперек волокон.

Скалывание:

28. Радиальное.
29. Тангенциальное.

Растяжение поперек волокон:

30. Радиальное.
31. Тангенциальное.

Твердость (нагрузка для вдавливания на половину диаметра стального шарика с наибольшей площадью сечения 1 $см^2$):

32. Торцовая.
33. Радиальная.
34. Тангенциальная.

Раскалываемость:

35. Радиальная.
36. Тангенциальная.

ДРЕВЕСНЫЕ ПОРОДЫ СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ.

Лаборатория С. Ш. А. по испытанию лесных материалов.

Приводимые ниже данные, касающиеся ряда древесных пород Северной Америки, получены в результате обширной серии испытаний, произведенных над небольшим числом образцов, не имеющих недостатков. Все испытания проведены одинаковыми методами, так что результаты вполне сравнимы. Анализ числовых величин, полученных из испытаний, привел к установлению определенных соотношений между плотностью и механическими свойствами; эти соотношения приведены в форме уравнений (см. первый раздел табл. 1). Все эти уравнения параболического типа, при чем показатель степени определен с точностью до одной четверти единицы. Подставляя плотность, соответствующую определенной древесной породе (см. графы 8 и 9), в уравнение, характеризующее какое-либо свойство, можно получить числовую величину этого свойства.

Однако в отношении большинства пород имеется значительное расхождение между средними данными испытаний и величинами, выведенными из общего уравнения; насколько можно судить по произведенным испытаниям, лишь небольшое число пород стоит всеми своими рассмотренными свойствами выше или ниже нормальной величины. В виду того, что отклонение определенного свойства данной породы от нормальной

---

* Перевод под редакцией проф. Н. П. Кобранова, проф. В. А. Петровского, инж. Е. И. Савкова и уч. агр. Н. П. Ракицкого.

величины, полученной из уравнения, часто служит показателем особенной пригодности или непригодности этой породы для некоторого специального назначения, необходимо дополнить уравнение коэффициентом поправки для свойств каждой породы. Эти коэффициенты, выраженные в процентах, расположены в графах под соответствующими уравнениями и составляют второй раздел табл. 1. Умножением величины F, вычисленной из уравнения, на соответствующий коэффициент поправки можно определить действительную среднюю величину искомого свойства данной породы.

Пример.—Определить коэффициент крепости на изгиб (временное сопротивление изгибу) воздушносухой древесины волосистокорой гикори. По алфавитному указателю древесных пород видно, что вопрос касается № 62 *Hicoria ovata*. Из уравнения столбца 15 находим: $F = 18.1\,D_a^{1.25}$. Для № 62 в столбце 9 находим: $D_a = 0.724$, и в столбце 15 коэффициент поправки = 119%; отсюда

$$F = 1.19 \times 18.1 \times (0.724)^{1.25} = 14.4 \text{ кг мм}^{-2}.$$

Применявшиеся методы испытания соответствуют стандартным испытаниям D143-24T—Американского общества испытания материалов (American Society for Testing Materials), описанным в журнале о-ва Proc. A. S. T. M. 939; 24 (полнее в U. S. Dept. Agr. Bull. № 556). Основные данные о применявшемся методе (по каждому виду испытаний) следующие.

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ.

Объемная усушка.—Размеры образца 5.08×5.08×15.24 *см*. Объем древесины определялся сперва в свежесрубленном состоянии, затем после сушки в шкафу при 100° до постоянного веса. До сушки в шкафу образцы были высушены до воздушносухого состояния.

Усушка радиальная и тангенциальная.—Размеры образца 2.54×10.16×2.54 *см*. Измерения производились сперва в свежесрубленном состоянии древесины, затем после сушки в шкафу при 100° до постоянного веса. До сушки в шкафу образцы были высушены до воздушносухого состояния.

Статический изгиб.—Размеры образца 5.08×5.08×76.20 *см*. Нагрузка центральная; расстояние между опорами образца 71.12 *см*; нагружение производится подвижной головкой испытательной машины со скоростью 0.254 *см* мин.$^{-1}$. Полная работа определяется моментом, когда испытание доведено до стрелы прогиба в 15.24 *см* или же до падения нагрузки до 90.7 *кг* и ниже.

Динамический изгиб.—Размеры образца и расстояние между опорами те же, что и в предыдущем испытании. Баба весом в 22.7 *кг* падает сперва с высоты 2.54 *см*, затем с высоты 5.08 *см* и т. д.—всякий раз с увеличением высоты на 2.54 *см* до высоты 25.4 *см*, а далее с увеличением высоты каждый раз на 5.08 *см* до разрушения.

Сжатие вдоль волокон.—Размеры образца 5.08×5.08×20.32 *см*. Конечная нагрузка; скорость подвижной головки испытательной машины 0.061 *см* мин.$^{-1}$.

Сжатие поперек волокон.—Размеры образца 5.08×5.08×15.24 *см*. Нагрузка прилагается к боковой грани образца при помощи стальной пластины шириной 5.08 *см*, положенной посредине, под прямым углом к продольной оси образца, так что давлению подвергается $^1/_3$ поверхности образца; скорость подвижной головки испытательной машины 0.061 *см* мин.$^{-1}$.

Скалывание.—Размеры образца 5.08×5.08×6.35 *см*. С одного конца образец подрезан, чтобы допустить скалывание на площади 5.08×5.08 *см*; скорость подвижной головки испытат. машины 0.038 *см* мин.$^{-1}$.

Растяжение поперек волокон.—Размеры образца те же, что и выше. На каждом конце—сверление поперек волокон, чтобы был возможен захват для растяжения на площади 5.08×2.54 *см*; скорость подвижной головки испытательной машины 0.635 *см* мин.$^{-1}$.

Твердость.—Размеры образца 5.08×5.08×15.24 *см*. Нагрузка, необходимая для того, чтобы вдавить на половину диаметра стальной шарик с наибольшей площадью сечения, равной 1 *см*^{2}; скорость подвижной головки испытательной машины 0.635 *см* мин.$^{-1}$.

Раскалываемость.—Размеры образца 5.08×5.08×9.525 *см*. На одном конце сверление поперек волокон, чтобы был возможен захват для раскалывания образца шириной 5.08 *см* на длине 7.62 *см*; скорость подвижной головки испытательной машины 0.635 *см* мин.$^{-1}$.

ДРЕВЕСНЫЕ ПОРОДЫ ФИЛИППИНСКИХ ОСТРОВОВ.

Бюро лесоводства и Научное бюро Филиппинских островов.

Величины плотности и коэффициенты крепости были установлены для пяти рыночных пород древесины. Методы испытаний и схема изложения их результатов тождественны с теми, какие применялись Лабораторией лесных материалов С. Ш. А., и поэтому эти данные помещены в конце табл. 1.

ДРЕВЕСНЫЕ ПОРОДЫ КАНАДЫ.

Некоторые из пород, помещенных в табл. 1, были испытаны теми же методами и в Канадской лаборатории лесных материалов (Canadian Forest Products Laboratory), производившей испытания над образцами деревьев, произрастающих в Канаде. Поскольку возможно вывести определенное заключение, канадская древесина в отношении ее свойств по существу тождественна с древесиной тех же лесных пород, растущих в Соединенных Штатах.

ПЕРЕВОДНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ.

Надо помножить	на	чтобы получить	Надо помножить	на	чтобы получить
м	39.370	дм.	*кг мм*$^{-2}$	1422	фн. дм.$^{-2}$
кг	2.2046	фн.	*кгмм мм*$^{-3}$	1422	фн.-дм. дм.$^{-3}$
дм.^{3}	16.387	*см*^{3}	фн. дм.$^{-2}$	0.0703	*кг см*$^{-2}$
фт.^{3}	28.317	*дм*^{3}	фн. дм.$^{-3}$	27.680	*г см*$^{-3}$
фн.	453.59	*г*	фн. фт.$^{-3}$	16.018	*г дм*$^{-3}$

ТАБЛИЦА 1.—ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙ

Порядковый №	Ботаническое название		Ходовое, местное, рыночное название	Место произрастания испытанного материала *1	Степень высыхания *2	Плотность, выраженная отношением веса абс.-сухой древесины к объему древесины			
	семейство	род и вид				абсолютносухой (D_o)	свежесрубленной (D_g)	воздушносухой (D_a)	Влажность
						$г\ см^{-3}$			В % от веса абсолютносухой древесины

I. Уравнения, выражающие зависимость меха

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

В свежесрубленном состоянии . . . . . .

От свежесрубленного до абсолютносухого состояния . . . . . }

В воздушносухом состоянии . . . . . .

II. Результаты испытаний—величины механических свойств и усуш

1	*Aceraceae*	*Acer macrophyllum*	Клен крупнолистный	Вашингтон	с.	0.513	0.440		72
					в.-с.			0.483	12
2		*Acer nigrum*	Клен черный	Индиана	с.	0.620	0.520		65
					в.-с.			0.568	12
3		*Acer pennsylvanicum*	Клен полосатый	Вермонт	с.		0.438		35
					в.-с.			0.464	12
4		*Acer rubrum*	Клен красный	Висконсин, Пенсильвания, Нью Гемпшайр	с.	0.546	0.488		63
					в.-с.			0.538	12
5		*Acer saccharinum*	Клен серебристый	Висконсин	с.	0.506	0.439		66
					в.-с.			0.470	12
6		*Acer saccharum*	Клен сахарный	Индиана, Пенсильвания, Вермонт, Висконсин	с.	0.676	0.568		57
					в.-с.			0.630	12
7	*Anacardiaceae*	*Rhus hirta*	Сумах оленерогий	Висконсин	с.		0.449		45
					в.-с.			0.473	12
8		*Rhus metopium*	Сумах ядовитый	Флорида	с.	0.553	0.511		71
					в.-с.			0.533	12
9	*Aquifoliaceae*	*Ilex opaca*	Остролист, илекс, падуб	Теннесси	с.	0.606	0.503		82
					в.-с.			0.569	12
10	*Betulaceae*	*Alnus rubra*	Ольха красная	Вашингтон	с.	0.434	0.368		98
					в.-с.			0.407	12

СТВА ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ.

Усушка от свежесрубленного состояния до абсолютносухого			Статический изгиб						Динамический изгиб (вес бабы 22.7 *кг*)				Сжатие вдоль волокон			Скалывание		Растяжение поперек волокон		Твердость (нагрузка для вдавливания на половину диаметра стального шарика с наибольшей площадью сечения 1 *см*²)			Раскалываемость	
объемная	радиальная	тангенциальная	Предел упругости	Коэффициент крепости	Модуль упругости	Работа до предела упругости	Работа до наибольшей нагрузки	Полная работа	Предел упругости	Модуль упругости	Работа до предела упругости	Высота падения, вызывающая полное разрушение	Предел упругости	Коэффициент крепости	Модуль упругости	Сжатие поперек волокон	радиальное	тангенциальное	радиальное	тангенциальное	торцовая	радиальная	тангенциальная	радиальная	тангенциальная
В % от размеров свежесрубленной древесины			*кг мм*$^{-2}$			*кгмм мм*$^{-3}$			*кг мм*$^{-2}$		*кгмм мм*$^{-3}$	*м*	*кг мм*$^{-2}$			*кг мм*$^{-2}$	*кг мм*$^{-2}$		*кг мм*$^{-2}$		*кг*			*кг* на *мм* ширины	

ических свойств и усушки от плотности.

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
			$F=7.17D_g^{1.25}$	$F=12.4D_g^{1.25}$	$F=1660D_g^{1.00}$	$F=0.00172D_g^{1.50}$	$F=0.0250D_g^{1.75}$	$F=0.0724D_g^{2.00}$	$F=16.7D_g^{1.25}$	$F=2070D_g^{1.00}$	$F=0.00745D_g^{1.50}$	$F=2.90D_g^{1.75}$	$F=3.69D_g^{1.00}$	$F=4.73D_g^{1.00}$	$F=2050D_g^{1.00}$	$F=2.11D_g^{2.25}$	$F=1.73D_g^{1.25}$	$F=1.85D_g^{1.25}$	$F=1.27D_g^{2.00}$	$F=1.62D_g^{2.00}$	$F=1700D_g^{2.25}$	$F=1530D_g^{2.25}$	$F=1570D_g^{2.25}$	$F=19.3D_g^{2.00}$	$F=22.5D_g^{2.00}$
.	.	$S=26.5D_g^{1.00}$	$F=11.74D_a^{1.25}$	$F=18.1D_a^{1.25}$	$F=1969D_a^{1.00}$	$F=0.00389D_a^{1.50}$	$F=0.0228D_a^{1.75}$	$F=0.0511D_a^{2.00}$	$F=21.9D_a^{1.25}$	$F=2380D_a^{1.00}$	$F=0.0112D_a^{1.50}$	$F=2.40D_a^{1.75}$	$F=6.15D_a^{1.00}$	$F=8.58D_a^{1.00}$	$F=2380D_a^{1.00}$	$F=3.26D_a^{2.25}$	$F=2.22D_a^{1.25}$	$F=2.40D_a^{1.25}$	$F=1.31D_a^{2.00}$	$F=1.60D_a^{2.00}$	$F=2180D_a^{2.25}$	$F=1690D_a^{2.25}$	$F=1730D_a^{2.25}$	$F=20.4D_a^{2.00}$	$F=22.9D_a^{2.00}$
.	.	$S=9.10D_g^{1.00}$																							
.	.	$S=16.3D_g^{1.00}$																							

ки, выраженные в % от величин, полученных из уравнений.

99	92	99	119	116	105	144	102	76	100	114	90	85	103	109	97	118	120	123	143	154	129	118	114	134	150
			99	104	108	91	87	68		98		107	122	103	87	104	123	145	101	120	147	120	115	125	158
101	102	109	90	101	108	77	112	117	96	99	95	132	104	93	88	107	97	103	118	136	109	112	101	128	140
			101	105	102	103	104	106	88	95	83	112	90	97	92	97	108	118	65	128	128	115	110	109	105
105			99	115	104	97	130	67	103	141	75	134	79	99	109	106	123	130			86	95			
			80	109	103	62	135	117	95	88	102	108		97		97		108			113	104			
101	89	102	92	107	120	78	113	97	101	103	101	97	95	100	123	85	101	107	126	119	105	104	100	100	106
			111	112	109	129	115	128	106	108	108	99	98	99	92	107	119	128	107	160	120	101	101	147	135
103	75	100	85	92	91	86	131	112	80	79	84	107	84	84	83	97	111	120	140	144	115	111	110	133	135
			98	90	87	111	95	90	103	84	137	99	108	93	70	110	114	127	83	131	133	99	106	122	131
99	92	99	101	108	115	99	100	109	104	106	104	95	105	105	102	95	106	116	110	123	102	102	98	110	119
			101	108	104	102	1 4	95	119	121	117	93	102	103	94	108	125	135	120	102	111	109	112	121	150
			80	90	76	92	123	204						89		97					109	107	103		
			123	102	91	167	97	119						106		121					100	105	91		
85	89	86	71	67	34	153	50	27	78	76	85	43	39	63	96	136	73	91	68	64	49	43	36	67	53
			71	91	86	59	59	31						74		72									
121	98	116	77	87	75	83	101	127	88	71	116	148	74	78	58	95	96	113	102	128	108	108	109	105	136
			75	81	70	83	89	64	82	72	101	93	71	83	60	89	94	118	123	85	107	95	100	99	
129	129	122	127	129	134	130	129	101	117	129	108	110	136	119	135	99	104	107	148	136	141	119	125	128	143
			130	119	120	133	125	74	115	115	117	102	130	120	143	90	97	109	102	140	156	117	125	130	136

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11		*Betula alaskana*	Береза аляскская	Аляска	с.	0.594	0.488		58
12		*Betula lenta*	Береза гладкая или черная	Пенсильвания, Нью Гемпшайр	с.	0.714	0.601		53
					в.-с.			0.654	12
13		*Betula lutea*	Береза желтая	Висконсин, Пенсильвания	с.	0.668	0.550		68
					в.-с.			0.617	12
14		*Betula papyrifera*	Береза бумажная	Висконсин, Нью Гемпшайр	с.	0.600	0.484		65
					в.-с.			0.552	12
15		*Betula populifolia*	Береза серая	Нью Гемпшайр	с.	0.552	0.448		63
					в.-с.			0.506	12
16		*Carpinus caroliniana*	Бук голубой, граб американский	Массачусетс	с.	0.717	0.575		48
					в.-с.			0.694	12
17		*Ostrya virginiana*	Хорнбим, граб	Висконсин	с.	0.762	0.632		52
					в.-с.			0.708	12
18	*Burseraceae*	*Bursera simaruba*	Гумбо, лимбо	Флорида	с.	0.320	0.305		99
					в.-с.			0.307	12
19	*Caprifoliaceae*	*Sambucus glauca*	Бузина голубая	Орегон	с.	0.570	0.464		124
					в.-с.			0.518	12
20	*Combretaceae*	*Conocarpus erecta*	Чинар флоридский, пуговичное дерево	Флорида	с.	0.851	0.694		47
					в.-с.			0.709	12
21	*Cornaceae*	*Cornus florida*	Догвуд (цветущий), корнель	Теннесси	с.	0.796	0.638		62
					в.-с.			0.735	12
22		*Cornus nuttallii*	Догвуд или дерен тихоокеанский, дерновое дерево	Орегон	с.	0.701	0.578		52
					в.-с.			0.644	12
23		*Nyssa aquatica*	Гум, камедное дерево, тупело	Луизиана, Миссури	с.	0.524	0.455		97
					в.-с.			0.496	12
24		*Nyssa sylvatica*	Гум черный, камедное дерево черное, тупело	Теннесси	с.	0.552	0.462		55
					в.-с.			0.507	12
25	*Ebenaceae*	*Diospyros virginiana*	Персиммон, черное дерево виргинское	Миссури	с.	0.776	0.639		59
					в.-с.			0.748	12
26	*Ericaceae*	*Arbutus menziesii*	Мадронья, земляничное дерево	Орегон, Калифорния	с.	0.694	0.575		69
					в.-с.			0.653	12
27		*Kalmia latifolia*	Лавр горный	Теннесси	с.	0.744	0.616		62
					в.-с.			0.684	12
28		*Oxydendrum arboreum*	Кислое дерево	Теннесси	с.	0.593	0.504		69
					в.-с.			0.550	12
29		*Rhododendron maximum*	Рододендрон крупный	Теннесси	с.	0.601	0.501		99
					в.-с.			0.576	12
30	*Fagaceae*	*Castanea dentata*	Каштан	Теннесси, Мериленд	с.	0.454	0.396		122
					в.-с.			0.433	12
31		*Castanopsis chrysophylla*	Чинкапин золотой, дикий каштан	Орегон	с.	0.483	0.417		134
					в.-с.			0.459	12
32		*Fagus grandifolia*	Бук крупнолистный	Индиана, Пенсильвания	с.	0.655	0.544		62
					в.-с.			0.624	12
33		*Quercus alba*	Дуб белый	Луизиана, Арканзас, Индиана	с.	0.710	0.595		68
					в.-с.			0.683	12
34		*Quercus bicolor*	Дуб полубелый	Индиана	с.	0.792	0.637		74
					в.-с.			0.720	12
35		*Quercus borealis*	Дуб красный	Луизиана, Арканзас, Индиана, Теннесси, Нью Гемпшайр	с.	0.657	0.564		80
					в.-с.			0.628	12
36		*Quercus californica*	Дуб калифорнский черный, тростниковый падуб, каменный дуб	Орегон, Калифорния	с.	0.578	0.510		103
					в.-с.			0.571	12
37		*Quercus chrysolepis*	Дуб (canyon live)	Калифорния	с.	0.838	0.702		62
					в.-с.			0.778	12
38		*Quercus coccinea*	Дуб кошенильный	Массачусетс	с.	0.709	0.603		65
					в.-с.				
39		*Quercus gambelii*	Дуб Гамбеля	Аризона	с.	0.701	0.617		61
					в.-с.			0.735	12
40		*Quercus garryana*	Дуб белый орегонский	Орегон	с.	0.748	0.644		72
					в.-с.			0.724	12
41		*Quercus laurifolia*	Дуб лавролистный	Луизиана	с.	0.703	0.564		84
					в.-с.			0.632	12

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
128			90	98	117	72	113	136	101	103	103	113	77	92	96	73	84	92	48	33	74	85	80	67	59
98	118	87	88	100	116	83	107	116	83	114	64	102	85	92	127	62	90	94	58	59	90	87	90	71	69
			103	111	118	95	117	76	137	135	126	105	106	107	106	76	122	116	112	98	106	105	98	119	115
115	148	100	94	103	119	81	133	128	103	106	105	100	95	93	106	58	92	93	80	74	84	85	82	89	82
			118	120	122	120	141	123	115	115	114	136	123	112	98	76	92	102	102	106	90	98	94	77	116
126	143	109	72	89	102	55	162	180	84	94	74	153	66	73	83	58	80	82	67	65	64	81	86	79	73
			89	102	103	83	139	157	84	96	74	115	81	87	96	63	80	78			72	95	94	149	142
124	127		49	76	38	64	159	182	85	87	82	211	42	62	33	61					71	75	96		
			76	89	80	73	110	162	78	98	61	122	69	79	88	95					66	100	90		
125			62	77	73	58	141	177	85	85	86	245	46	69	62	85	98	85	76	32	83	95	95	73	59
			36	74	55	24	213	217	52	61	46		51	66	48	95	112	116	116		76	108	105	125	102
111	144	92	78	86	77	84	83	96	79	98	65	143	78	84	73	69	96	95	63	48	87	98	94	77	66
			89	87	86	95	80	85	70	80	62	94	93	94	70	74	93	78			103	111	110		
106	82	72	84	82	77	110	79	42	93	70	128	92	49	73	56	139	103	100	187	210	111	96	95	166	140
			88	81	86	92	72	45	88	98	86	73	67	85	95	177	110	105	204	170	111	106	101	169	172
126	105	118	86	97	82	94	95	156	87	92	85	128	100	97	109	98	116	107	144	113	114	119	117	151	104
			79	83	71	80	98		77	70	87	108	76	82	81	73					79	94	102		
79	86	75	70	66	73	71	33	33	93	79	110	66	84	88	118	86	75	77	44	51	66	74	74	68	62
			62	60	79	51	34							90		76									
117	122	109	82	87	78	90	130	127	52	44	65	111		84		95	104	106			104	115	112		
			82	87	75	94	103	99	71	66	77	79		89		85		103			103	119	114		
112	121	101	81	92	80	86	124	113	81	89	77	129	75	93	91	100	97	105	114	102	105	101	95	81	90
			78	71	82	74	72	107	58	76	45	76	77	99	91	99	90	96		123	108	101	98	71	95
103	103	103	110	111	97	132	92	94	101	105	100	104	115	110	102	117	119	132	147	165	127	120	123	117	160
			107	91	91	132	73	63	97	91	107	82	101	101	88	117	114	122	172	134	125	111	119	102	136
113	105	103	103	105	95	120	87	87	108	99	121	102	100	98	71	114	107	120	134	128	120	110	104	130	136
			104	88	84	133	62	85	111	96	126	74	80	92	77	118	93	100	97	92	121	104	96	93	120
108	129	104	96	99	91	109	80	78	89	94	83	78	90	97	81	102	97	106	82	99	91	101	104	82	88
			98	101	98	103	81	87	86	95	84	64	98	105	81	106	92	104	98	116	106	120	122	99	81
114	104	127	91	85	65	135	82	56	85	75	100	91	77	86	74	91	111	110	124	103	104	98	92	112	108
			76	70	68	87	30	37	56	68	52	49	74	90	66	95	83	107			106	107	102	105	87
88	100	87	104	88	64	172	81	73	79	61	100	65		103		110	120	119			112	114	112		
			84	71	64	114	61	52	75	66	84	83		73		94					106	115	112		
113	137	107	101	102	110	94	92	79	106	106	108	110	102	95	128	106	105	109	140	133	107	101	99	131	136
			107	96	100	112	96	100	117	101	135	114	95	95	168	92	109	89	85	76	110	98	96	112	95
122	137	106	107	92	74	160	114	125		69		76		103		140	114	117			127	124	116		
			82	88	70	99	99	93		65		52		95		111									
109	94	103	95	101	99	97	100	106	106	107	108	104	98	92	84	103	107	93	148	124	115	99	102	137	124
			106	97	102	119	87	93	100	95	104	89	100	104	93	111	99	90	123	114	99	96	96	116	113
119	121	109	123	118	103	165	123	113	110	102	121	126	87	107	125	117	115	122	149	121	140	139	113	113	116
			130	113	98	194	114	125	93	89	98	122	98	103	93	87	97	109			102	120	106	131	
112	96	119	94	99	96	101	102	90	94	91	98	103	89	89	82	80	97	105	116	130	100	95	94	105	130
			93	102	96	100	97	106	103	98	109	85	84	91	93	78	106	106	127	99	82	90	88	103	113
100	98	93	88	90	89	97	81	80	86	90	85	90	95	88	73	89	90	98	99	110	96	102	96	94	107
			79	95	93	73	89	76	88	92	84	76	72	89	82	67	98	106	56	105	75	88	84	61	96
104	95	102	92	98	106	85	89	89	98	109	89	96	103	101	80	87	86	93	104	103	89	99	87	97	105
			91	103	102	86	105	130	107	101	115	92	88	96	88	66	85	99	66	87	73	88	92	68	82
90	78	89	81	96	101	71	101	107	91	101	84	106	78	91	95	92	99	96	118	113	103	110	104	114	114
			91	99	103	85	101	126	101	97	106	103	80	89	96	78	100	98	92	102	94	101	95	80	88
90	78	80	77	81	61	116	80	62	79	77	87	84	70	81	57	136	104	103	123	136	111	117	111	104	122
			75	69	63	100	53	40	57	61	57	44	67	84	63	113	92	92	107	122	88	108	102	76	104
87	125	124	96	93	81	119	75	66	73	86	62	76	109	99	76	108	98	108	86	104	94	104	99	80	100
			78	70	75	87	46	43	58	66	51	60	94	99	77	87	95	99	106		95	119	112	89	87
86	84	98	83	111	103	71	102	119	94	111	80	115	90	100	93	108	106	102	99	89	98	109	110	99	97
76	73	71	57	61	33	104	74	72	62	46	83	16	33	71	28	109	103	116	104	89	96	110	112	81	85
			47	49	33	68	47	30	66	86	52	39		58		90	72			47	86	84	70	60	
78	71	85	78	76	52	120	83	76	75	66	87	92	74	82	56	123	105	117	96	121	103	114	104	79	104
			60	60	54	69	53	49	57	63	55	52	65	76	52	96	87	98	42	105	81	97	87	34	81
127	76	103	90	92	104	84	86	75	88	109	76	93	92	84	91	86	94	95	110	123	99	107	104	94	110
			82	88	95	74	82	112	84	107	69	93	85	92	113	81	99	111	91	99	72	92	89	72	73

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
42		*Quercus macrocarpa*	Дуб лопуховый	Висконсин	с.	0.671	0.583		70
					в.-с.			0.644	12
43		*Quercus montana*	Дуб каштановый горный	Теннесси	с.	0.674	0.573		72
					в.-с.			0.658	12
44		*Quercus nigra*	Дуб водяной, дуб черный	Луизиана	с.	0.685	0.556		81
					в.-с.			0.633	12
45		*Quercus rubra pagodaefolia*	Дуб полукрасный	Луизиана	с.	0.708	0.607		78
					в.-с.			0.680	12
46		*Quercus palustris*	Дуб булавочный	Массачусетс	с.	0.677	0.577		75
					в.-с.				
47		*Quercus phellos*	Дуб ивовый	Луизиана	с.	0.688	0.556		94
					в.-с.			0.696	12
48		*Quercus prinus*	Дуб полукаштановый	Луизиана	с.	0.756	0.595		76
					в.-с.			0.674	12
49		*Quercus rubra*	Дуб южный красный	Луизиана	с.	0.624	0.521		90
					в.-с.			0.588	12
50		*Quercus stellata*	Дуб свайный	Арканзас, Луизиана	с.	0.738	0.596		69
					в.-с.			0.675	12
51		*Quercus velutina*	Дуб черный	Арканзас, Висконсин	с.	0.669	0.564		78
					в.-с.			0.610	12
52		*Quercus virginiana*	Падуб	Флорида	с.	0.977	0.810		50
					в.-с.			0.888	12
53	*Hamamelidaceae*	*Hamamelis virginiana*	Лещина, гамамелис	Теннесси	с.	0.714	0.558		70
					в.-с.			0.614	12
54		*Liquidambar styraciflua*	Гум красный, расамала, стираксовое дерево	Миссури	с.	0.530	0.441		81
					в.-с.			0.487	12
55	*Hippocastanaceae*	*Aesculus octandra*	Бекай желтый, американск. конский каштан	Теннесси	с.	0.383	0.326		141
					в.-с.			0.363	12
56	*Juglandaceae*	*Hicoria alba*	Гикори, американская лжеорешница	Пенсильвания, Миссисипи	с.		0.642		60
					в.-с.			0.725	12
57		*Hicoria aquatica*	Гикори водяная	Миссисипи	с.		0.606		80
					в.-с.			0.621	12
58		*Hicoria cordiformis*	Гикори горькоорешная	Огайо	с.		0.604		66
					в.-с.			0.663	12
59		*Hicoria glabra*	Гикори желудовая	Зап. Виргиния, Миссисипи, Огайо, Пенсильвания	с.		0.661		54
					в.-с.			0.754	12
60		*Hicoria laciniosa*	Гикори крупнолистная волосистокорая	Огайо, Миссисипи	с.		0.622		61
					в.-с.			0.692	12
61		*Hicoria myristicaeformis*	Гикори крупноорешная	Миссисипи	с.		0.556		74
					в.-с.			0.605	12
62		*Hicoria ovata*	Гикори волосистокорая	Миссисипи, Огайо, Западн. Виргиния, Пенсильвания	с.		0.637		60
					в.-с.			0.724	12
63		*Hicoria pecan*	Гикори пекан	Миссури	с.	0.694	0.601		63
					в.-с.			0.666	12
64		*Juglans cinerea*	Орех серый	Висконсин, Теннесси	с.	0.404	0.359		104
					в.-с.			0.383	12
65		*Juglans nigra*	Орех черный	Кентукки	с.	0.562	0.513		81
					в.-с.			0.552	12
66		*Juglans rupestris*	Орех мексиканский	Аризона	с.	0.613	0.532		67
					в.-с.			0.570	12
67	*Lauraceae*	*Sassafras sassafras*	Сассафрас	Теннесси	с.	0.473	0.424		67
					в.-с.			0.451	12
68		*Umbellularia californica*	Мирт орегонский, лавр калифорнский	Орегон	с.	0.589	0.512		71
					в.-с.			0.556	12
69	*Leguminosae*	*Gleditschia triacanthos*	Локустовое дерево медовое, гледичия	Индиана, Миссури	с.	0.666	0.596		63
					в.-с.			0.636	12
70		*Robinia pseudacacia*	Лжеакация, белая акация	Теннесси	с.	0.708	0.659		41
					в.-с.			0.694	12
71	*Magnoliaceae*	*Liriodendron tulipifera*	Лиран, тюльпанное дерево	Теннесси, Кентукки	с.	0.427	0.376		64
					в.-с.			0.401	12
72		*Magnolia acuminata*	Магнолия, огуречное дерево	Теннесси	с.	0.516	0.440		80
					в.-с.			0.480	12
73		*Magnolia fraseri*	Магнолия фразерова	Теннесси	с.	0.477	0.400		89
					в.-с.			0.446	12

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
82	83	93	69	80	64	82	77	87	82	70	98	99	75	84	50	94	102	106	116	114	104	109	109	106	108
			67	69	57	85	65	61	82	69	98	64	62	78	58	88	89	106	58	93	80	97	99	48	78
110	106	103	90	91	101	85	70	66	101	105	98	81	96	91	91	76	94	96	96	106	91	94	88	86	110
			92	88	86	102	72	66	101	113	92	89	83	86	97	58	70	84		135	68	80	76	47	95
111	82	102	112	105	118	113	87	99	102	123	86	95	109	100	108	96	102	101	115	38	105	112	109	110	134
			94	106	114	82	148	106	106	115	101	103	70	89	147	76	108	104	108	115	82	93	84	82	109
102	94	109	118	114	125	115	99	98	96	128	76	113	118	113	114	97	97	95	103	107	104	115	108	99	110
			109	114	121	102	112	93	124	119	136	102	109	107	118	81	105	103	85	93	78	95	94	65	76
95	81	101	77	94	97	67	103	122	100	114	90	110		94		102	101	102	110	122	93	116	101	115	124
128	98	106	89	87	98	87	69	67	81	101	66	86	85	80	86	95	96	99		119	103	108	106	113	110
			89	90	98	84	87	110	80	93	84	84	74	84	118	70	65	95		120	68	79	100		123
123	109	95	90	92	96	89	89	96	83	108	65	98	97	88	87	76	91	98	92	92	95	106	102	85	104
			71	88	94	56	74	60	99	113	90	86	73	89	93	72	114	102	69	79	65	82	79	47	76
118	96	102	93	88	93	101	70	56	86	99	78	80	80	86	89	98	92	74	98	75	106	107	111	99	80
			70	84	91	59	74	54	96	87	103	70	57	86	165	77	66	102	67	77	71	96	92	70	96
102	100	101	93	87	77	117	77	65	87	94	83	94	90	87	71	114	93	98	107	108	100	108	104	93	104
			74	84	80	74	81	118	92	87	96	96	66	80	88	93	93	94	64	97	68	95	82	65	90
95	88	105	91	95	88	120	94	88	97	88	108	95	94	91	86	106	102	94	140	129	97	114	110	122	126
			87	99	96	83	100	103	84	88	84	102	88	88	92	76	110	111	103	108	87	102	93	87	101
68	89	71	107	88	82	143	50	38	94	82	109	71	97	99	147	135	109	116	68	84	72	91	86	65	77
			61	83	79	48	72	72	79	77	83	43	72	82	131	99	94	94	58	65	85	88	96	45	62
127			101	97	84	127	152	176	108	83	143	97		90		77	89	92			101	106	107		
			102	112	85	126	155							83		92					120	128	123		
128	130	138	101	107	110	114	111	106	116	116	126	121	101	95	111	96	113	121	129	127	107	96	97	137	150
			119	114	109	142	123	92	135	117	158	119	100	98	99	95	118	121	148	169	101	95	92	114	150
138	117	147	105	111	127	91	108	86	111	119	105	112	95	93	104	87	97	114	136	153	119	107	101	132	155
			110	105	116	112	109	81	116	109	129	96	100	96	124	96	101	106	202	181	98	93	93	122	168
105	135	105	107	108	102	110	160	172	110	100	123	167	115	103	81	90	86	89							
			108	112	110	103	123	174	98	100	99	142		102		96	84	76							
			109	113	109	112	127	139	108	98	121	118	101	114	109	112	105	106							
			111	126	117	110	136	149		111		127	101	116	106	122		94							
			100	109	98	107	135	199	124	93	170	140	136	112	92	102	87	95							
			94	112	97	93	116	215	128	114	147	143		113		115	96								
102	120	107	101	111	106	102	183	191	119	94	154	161		108		96	89	92							
			97	112	108	92	154	201	116	108	127	127		103		102	96	94							
116	136	124	99	108	91	113	192	220	108	88	135	208	84	93	80	97	82	86							
			85	113	98	74	138	195	116	100	153	175		97		112	105	102							
			99	107	98	105	181	182	112	87	139	132	123	106	87	118	86	83							
			91	122	101	80	188							95		133	110								
99	121	101	101	110	104	103	146	181	106	96	119	143	102	107	93	96	119	92							
			97	119	107	91	140	206	93	98	92	124		106		98	100	94							
85	89	91	96	104	96	104	100	117	97	98	100	113	96	99	83	101	108	112	97	86	107	125	116	95	103
			92	89	93	99	86	98	93	95	97	95	85	100	86	120	114	105		109	103	122	123	131	128
107	100	103	101	109	114	100	137	146	110	114	109	124	103	100	102	91	103	110	168	157	109	112	115	146	151
			116	105	110	128	137	189	120	119	126	135	115	112	107	109	119	125	134	150	105	109	117	113	128
83	111	85	120	123	117	129	132	123	115	117	115	104	133	124	117	90	111	108	106	105	115	120	116	123	110
			126	121	109	173	92	93	111	102	129	101	124	116	110	108	84	94	152	72	84	105	100	103	72
76	92	53	73	99	73	78	108	159	91	78	110	122		84		105								86	
			102	113	94	114	93	58	72	80	65	57		99											
91	103	90	102	99	91	119	90	122	104	94	121	145	108	95	70	106	118	101	161	125	113	110	101	157	131
			102	96	89	120	110	181	92	86	110	138	84	89	67	140	109	98	165	121	82	108	98	127	119
88	60	96	87	86	59	138	153	160	80	64	105	161	73	88	55	121	113	117	132	153	122	132	132	109	166
			69	65	61	83	68	50	72	68	81	89	77	86	54	116	119	124	142	133	123	124	133	113	110
68	78	67	104	110	92	125	88	94	94	97	95	102	105	110	84	152	128	121	123	130	124	140	121	118	116
			95	103	93	101	92	129	88	86	94	109	100	100	80	139	125	121	84	126	108	126	110	80	94
56	73	64	144	131	119	182	90	100	129	122	138	80	181	153	100	122	132	101	94	81	113	113	123	72	85
			122	119	106	148	108	149	107	109	105	114	125	121	157	112	116	130	72	57	75	99	108	55	57
123	118	114	112	103	122	111	85	61	122	117	132	88	100	95	138	100	93	105	136	169	93	92	88	121	146
			116	113	134	106	105	81	137	134	139	105	100	111	157	101	103	109	138	174	93	95	95	134	155
116	130	122	115	117	150	93	118	108	108	129	94	111	119	106	129	87	102	115	114	106	101	98	93	114	116
			125	123	135	112	138	127	121	133	111	134	115	111	137	81	97	112	126	161	106	97	98	107	99
123	122	115	103	109	126	89	115	99	113	122	107	100	107	97	113	87	102	102	136	138	122	113	118	137	139
			114	109	113	119	128	113	124	124	123	116	104	102	131	85	94	105	163	173	108	104	102	133	141

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
74		*Magnolia grandiflora*	Магнолия вечнозеленая или крупноцветная	Луизиана	с.	0.530	0.460		117
					в.-с.			0.502	12
75	*Moraceae*	*Toxylon pomiferum*	Лжеапельсин, оседж	Индиана	с.	0.838	0.761		31
					в.-с.				
76		*Ficus aurea*	Смоковница золотая	Флорида	с.		0.438		88
					в.-с.			0.444	12
77	*Myrtaceae*	*Eucalyptus globulus*	Эвкалипт голубой, витекс, мальве	Калифорния	с.	0.796	0.625		79
					в.-с.			0.750	12
78		*Eugenia garberi*	Стоппер Гарбера	Флорида	с.	0.918	0.831		40
					в.-с.			0.877	12
79	*Oleaceae*	*Fraxinus americana*	Ясень американский, ясень белый	Арканзас, Нью Йорк, Зап. Виргиния	с.	0.638	0.542		42
					в.-с.			0.593	12
80		*Fraxinus biltmoreana*	Ясень бильтморский белый	Теннесси	с.	0.584	0.507		42
					в.-с.			0.550	12
81		*Fraxinus pennsylvanica lanceolata*	Ясень зеленый	Луизиана, Миссури	с.	0.610	0.526		48
					в.-с.			0.566	12
82		*Fraxinus nigra*	Ясень черный	Висконсин, Мичиган	с.	0.526	0.457		84
					в.-с.			0.493	12
83		*Fraxinus oregona*	Ясень орегонский	Орегон	с.	0.575	0.497		48
					в.-с.			0.550	12
84		*Fraxinus profunda*	Ясень тыквенный	Миссури	с.	0.551	0.485		51
					в.-с.			0.520	12
85		*Fraxinus quadrangulata*	Ясень голубой	Кентукки	с.	0.603	0.532		39
					в.-с.			0.568	12
86	*Palmaceae*	*Sabal palmetto*	Пальма пальметта, пальметта капустная	Флорида	с.	0.453	0.372		133
					в.-с.			0.387	12
87	*Pinaceae*	*Abies amabilis*	Пихта серебристая	Вашингтон	с.	0.415	0.351		66
					в.-с.			0.385	12
88		*Abies balsamea*	Пихта бальзамическая	Висконсин	с.	0.414	0.335		117
					в.-с.			0.366	12
89		*Abies concolor*	Пихта белая	Калифорния, Новая Мексика	с.	0.397	0.348		115
					в.-с.			0.371	12
90		*Abies grandis*	Пихта равнинная белая	Монтана, Орегон	с.	0.419	0.370		94
					в.-с.			0.398	12
91		*Abies lasiocarpa*	Пихта альпийская	Колорадо	с.	0.321	0.306		47
					в.-с.			0.327	12
92		*Abies magnifica*	Пихта красная	Калифорния	с.	0.421	0.372		108
					в.-с.			0.388	12
93		*Abies nobilis*	Пихта благородная	Орегон	с.	0.403	0.351		36
					в.-с.			0.375	12
94		*Chamaecyparis lawsoniana*	Кедр порт-орфордский, кипарис орегонский	Орегон	с.	0.440	0.399		43
					в.-с.			0.416	12
95		*Chamaecyparis nootkatensis*	Кедр аляскский	Орегон	с.	0.439	0.399		40
					в.-с.			0.422	12
96		*Chamaecyparis thyoides*	Кедр южный белый	Нью Гемпшайр, Сев. Каролина	с.	0.352	0.310		35
					в.-с.			0.323	12
97		*Juniperus pachyphloea*	Можжевельник аллигаторовый	Аризона	с.	0.545	0.477		40
					в.-с.			0.511	12
98		*Juniperus virginiana*	Кедр восточн. красный, можжевельник виргинский	Вермонт	с.	0.492	0.442		35
					в.-с.			0.471	12
99		*Larix laricina*	Тамарак, лиственница американская северная	Висконсин	с.	0.558	0.491		52
					в.-с.			0.528	12
100		*Larix occidentalis*	Лиственница американская западная	Монтана, Вашингтон	с.	0.587	0.482		58
					в.-с.			0.520	12
101		*Libocedrus decurrens*	Кедр фимиамный, кипарис калифорнский, гайдерия	Орегон, Калифорния	с.	0.365	0.343		108
					в.-с.			0.368	12
102		*Picea engelmanni*	Ель энгельманова	Колорадо	с.	0.347	0.312		100
					в.-с.			0.332	12
103		*Picea glauca*	Ель белая	Висконсин, Нью Гемпшайр	с.	0.431	0.366		50
					в.-с.			0.391	12
104		*Picea mariana*	Ель черная	Нью Гемпшайр	с.	0.428	0.376		38
					в.-с.			0.402	12

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
101	129	88	93	101	101	88	167	167	98	103	97	184	91	87	97	110	104	111	126	151	121	126	121	115	159
			98	105	101	100	131	79	103	96	112	101	80	91	120	110	122	105	143	143	126	130	127	165	122
44			106	109	74	156	172	170	92	67	126	169	99	113	60	139					91	126	94		
			86	93	57	130	79	76						89		138					106	114	105		
			64	77	65	64	88	77						82											
135	133	150	134	114	135	138	89	93	107	131	89	80	148	124	126	98	99	119	68	89	101	118	108	74	83
			100	93	114	96	63	57	95	107	87	72	134	112	119	72	57	103			67	82	77		
60	83	67	96	107	99	107	83	67	102	81	13	67	90	110	94	124	92	87	69	61				15	
			89	72	82	113	42	67	36	44	30	14	67	87	78	87						104	82		
90	94	81	111	117	113	115	118	118	111	101	123	100	120	111	100	105	121	111	119	107	111	113	110	108	108
			112	117	107	121	122	118	108	100	120	103	114	104	94	102	130	112	149	102	122	116	114	123	87
93	91	83	126	123	111	149	106	102	117	111	129	86	133	116	101	135	120	107	110	95	118	115	116	119	109
			118	109	104	139	103	121	113	106	126	121	119	114	99	128	119	98	128	100	130	123	113	117	107
89	96	83	115	119	112	123	102	99	107	95	122	94	128	118	99	128	116	105	117	92	109	107	109	114	101
			109	113	105	117	113	96	108	104	112	89	103	103	100	127	130	115	124	88	124	121	109	116	112
126	119	104	67	90	96	56	134	124	81	78	76	113	60	75	78	84	94	88	156	85	92	90	86	147	84
			106	120	116	85	160	186	91	109	91	131	101	101	103	101	130	105	142	133	119	105	116	139	120
100	91	100	99	103	96	108	116	112	90	103	81	115	105	105	115	105	115	109	119	112	110	111	112	102	111
			89	105	88	96	127	111	91	103	82	98	87	92	87	130	119	120	130	105	116	116	123	130	100
93	84	80	108	106	91	132	93	77	91	84	103	97	111	103	78	168	123	112	138	103	120	117	108	131	126
			89	98	88	94	78	67	100	91	115	77	84	92	66	170	133	110	184	100	131	118	112	155	114
83	81	75	122	119	98	155	125	137	103	88	119	113	126	117	84	275	139	128	100	101	126	124	124	100	111
			99	110	88	115	120	147	120	108	135	120	111	102	72	149	122	129	78		129	126	120	105	116
253			64	73	55	82	64	96	72	48	112	73	58	69	33	58					83				
			59	60	51	72	73	125	65	58	76	90	25	47	74	32					53				
150	141	172	127	118	151	120	105	101	121	146	100	115	128	112	150	102	100	95	82	104	103	91	101	102	99
			123	122	142	110	155	100	121	120	128	133	131	120	140	93	133	93		86	113	98	100	99	124
121	93	120	114	108	122	111	90	67	113	118	110	95	118	106	129	82	96	93	81	72	91	97	103	102	94
			111	105	122	106	91	128	88	104	76	124	127	105	128	80	75	79	76	53	105	104	105		
102	100	123	140	120	125	168	90	89	132	135	133	120	120	105	119	134	111	110	115	121	109	103	107	118	120
			133	124	133	140	118	84	118	129	114	114	101	119	118	121	97	99	91	91	142	109	112	93	93
108	94	120	121	118	147	105	89	104	117	129	108	110	137	120	170	106	106	101	87	81	105	96	103	98	89
			112	115	147	92	119	207	123	128	120	150	137	115	152	110	92	89	47	69	112	96	115	140	62
111	89	142	101	110	119	95	98	76	97	109	88	62	105	100	99	148	102	109			108	86	96	127	113
			137	106	98	194	65	68	89	110	75	113	123	102	103	155	127	145			120	103	149	111	106
119	112	113	138	116	121	173	105	89	125	130	117	107		112		137	125	124	113	124	96	104	102	111	123
			136	137	143	138	151		124	136	114	126		112		154	112	98	105	119	190	121	116	98	109
134	141	143	131	121	152	122	105	124	133	138	132	105	127	115	167	119	106	110	83	98	94	87	90	94	110
			136	134	151	129	152	168	122	148	105	139	153	123	169	129	103	104	78	76	133	97	105	72	81
95	128	106	121	110	151	107	104	148	121	135	111	93	128	116	159	94	103	104	60	50	99	92	92	56	57
			138	133	148	135	132	198	130	146	116	137	160	129	144	122	96	102	108	117	111	110	105	98	113
74	53	77	109	110	102	126	134	144	114	113	118	118	114	107	91	109	98	105	87	74	110	92	97	79	73
			117	115	107	139	124	104	114	100	132	135	143	112	98	107	86	93	98	95	102	102	93		
102	100	102	106	116	103	121	127	136	108	102	118	121	103	114	105	141	120	115	97	86	152	121	119	115	104
			116	108	103	117	90	71	100	103	101	102	104	117	122	140	97	104	98	108	139	121	113	106	101
61	63	46	89	94	40	209	137	69	72	49	11	67	96	116	45	181	128	125			136	121	132		56
			75	60	45	138	64		42	44	43	40		66		168	75				123	142	140			
66	78	65	92	110	62	152	175	166	81	81	87	126	112	120	53	182	116	104	82	82	128	124	114	80	73
			57	86	66	57	100		69	56	87	88		102		133			177		101		124	73	115
105	82	92	100	99	107	100	70	120	79	87	72	85	117	105	111	80	87	78	54	49	53	56	53	64	52
			107	101	111	105	67	88	89	91	88	75	107	111	114	91	93	87	79	62	59	68	67	71	61
103	95	102	112	105	118	123	72	77	98	115	103	75	128	117	107	97	93	87	47	48	65	68	69	59	57
			104	103	116	117	78	109	109	121	118	105	151	118	103	100	95	94	54	56	99	93	82	55	45
83	103	100	144	132	103	192	114	64	116	126	111	96	151	135	111	167	127	120	126	107	167	124	125	123	107
			125	109	102	140	95	73	108	107	111	103	151	119	99	152	93	94	95	99	168	118	120		
125	121	129	103	101	113	102	106	62	105	108	101	94	105	95	109	133	100	100			93	95	99	113	113
			133	122	121	138	119	96	112	116	111	107	115	109	103	156	121	118			108	89	105	158	138
153	112	122	114	110	118	120	99	110	99	110	83	101	107	101	87	87	97	92	76	69	66	78	66	90	81
			116	114	130	117	116	114	100	113	89	111	115	108	138	89	95	92	119	103	107	95	119	100	104
113	121	110	96	103	120	80	115	139	97	130	72	114	81	102	150	53	93	84	36	35	104	103	92	77	64
			107	125	135	94	159	183	134	122	151	118	138	110	144	116	102	95	87		114	112	106	99	68

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
105		*Picea rubra*	Ель красная	Теннесси, Нью Гемпшайр	с.	0.413	0.379		43
					в.-с.			0.406	12
106		*Picea sitchensis*	Ель ситковая	Вашингтон, Орегон	с.	0.397	0.355		44
					в.-с.			0.384	12
107		*Pinus banksiana*	Сосна (карликовая)	Висконсин	с.	0.461	0.394		105
					в.-с.			0.428	12
108		*Pinus caribaea*	Сосна болотная	Флорида	с.	0.756	0.638		40
					в.-с.			0.682	12
109		*Pinus clausa*	Сосна песчаная	Флорида	с.	0.506	0.451		36
					в.-с.			0.481	12
110		*Pinus contorta*	Сосна	Уайоминг, Монтана, Колорадо	с.	0.434	0.380		65
					в.-с.			0.410	12
111		*Pinus echinata*	Пич-пайн, сосна короткоигольная	Арканзас, Луизиана	с.	0.584	0.494		64
					в.-с.			0.542	12
112		*Pinus edulis*	Пиньон	Аризона	с.	0.567	0.502		63
					в.-с.			0.530	12
113		*Pinus flexilis*	Сосна гибкая	Новая Мексика	с.	0.420	0.374		68
					в.-с.			0.401	12
114		*Pinus jeffreyi*	Сосна джеффреева	Калифорния	с.	0.425	0.371		101
					в.-с.			0.402	12
115		*Pinus lambertiana*	Шугар-пайн, сосна сахарная калифорнская	Калифорния	с.	0.378	0.348		137
					в.-с.			0.360	12
116		*Pinus monticola*	Сосна веймутова, западная белая	Монтана, Айдахо	с.	0.418	0.363		54
					в.-с.			0.385	12
117		*Pinus palustris*	Пич-пайн, сосна долгоигольная	Луизиана, Миссисипи, Флорида	с.	0.638	0.551		47
					в.-с.			0.592	12
118		*Pinus ponderosa*	Иеллоу-пайн, сосна западная желтая	Колорадо, Вашингтон, Аризона, Калифорния, Монтана	с.	0.420	0.379		91
					в.-с.			0.402	12
119		*Pinus pungens*	Сосна горная	Теннесси	с.	0.549	0.494		75
					в.-с.			0.523	12
120		*Pinus resinosa*	Ред-пайн, сосна красная	Висконсин	с.	0.507	0.440		54
					в.-с.			0.479	12
121		*Pinus rigida*	Пич-пайн, сосна красная американская	Теннесси	с.	0.542	0.470		85
					в.-с.			0.505	12
122		*Pinus rigida serotina*	Сосна	Флорида	с.	0.580	0.501		56
					в.-с.			0.539	12
123		*Pinus strobus*	Сосна веймутова, восточная белая	Висконсин, Нью Гемпшайр	с.	0.373	0.344		68
					в.-с.			0.362	12
124		*Pinus taeda*	Сосна	Флорида	с.	0.593	0.504		72
					в.-с.			0.550	12
125		*Pseudotsuga taxifolia*	Пихта дугласова (береговой тип)	Вашингтон, Орегон, Калифорния	с.	0.512	0.448		36
					в.-с.			0.482	12
126		*Pseudotsuga taxifolia*	Пихта дугласова (горный тип)	Монтана, Уайоминг	с.	0.446	0.405		39
					в.-с.			0.426	12
127		*Sequoia sempervirens*	Красное дерево	Калифорния	с.	0.436	0.410		113
					в.-с.			0.427	12
128		*Taxodium distichum*	Кипарис южный, болотный	Луизиана, Миссури	с.	0.482	0.425		91
					в.-с.			0.458	12
129		*Thuja occidentalis*	Кедр северный белый, туйя, негниючка	Висконсин	с.	0.315	0.293		55
					в.-с.			0.310	12
130		*Thuja plicata*	Кедр западный красный, туйя, негниючка	Монтана, Вашингтон	с.	0.344	0.310		39
					в.-с.			0.330	12
131		*Tsuga canadensis*	Цуга канадская, хемлок восточн., сосна аляскск., спрюс	Висконсин, Теннесси, Нью Гемпшайр	с.	0.431	0.375		110
					в.-с.			0.398	12
132		*Tsuga heterophylla*	Цуга, хемлок западный	Вашингтон, Орегон	с.	0.432	0.377		77
					в.-с.			0.406	12
133		*Tsuga mertensiana*	Цуга западно-американская, хемлок горный	Монтана	с.	0.480	0.418		70
					в.-с.			0.450	12
134	*Platanaceae*	*Platanus occidentalis*	Чинар, платан западный, сикомор	Индиана, Теннесси	с.	0.539	0.456		83
					в.-с.			0.494	12
135	*Polygonaceae*	*Coccolobis laurifolia*	Слива голубиная, кокколобо	Флорида	с.	0.851	0.771		52
					в.-с.			0.786	12

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
117	109	126	112	110	132	102	106	93	101	111	92	80	128	104	126	102	102	100	58	85	99	89	93	83	90
			125	122	134	121	125	98	116	119	115	129	139	119	135	95	100	103	107	97	101	96	102	83	90
121	134	128	117	113	147	102	106	141	130	130	136	130	113	108	164	106	109	106	76	89	118	100	103	89	92
			129	124	142	117	150	179	126	137	121	138	122	112	114	132	122	118	122	142	133	109	110	102	117
100	94	102	93	98	99	92	84	127	105	94	127	134	108	97	91	103		91	94	98	83	85	89	106	88
			89	91	103	82	73	75	104	106	107	164		107		124		96	105	103	95	111	104	88	94
75	100	79	97	96	104	113	52	66	96	98	98	70	101	110	115	65	83	70	54	43	51	60	60	51	43
			94	99	110	101	67	59	94	114	80	71	112	119	96	87	98	82	65	49	60	68	76		41
83	95	99	109	115	96	128	108	104	111	89	144	88	108	113	103	112	125	118	102	80	75	83	85	95	
			101	114	106	101	107	105	99	102	103	72	96	119	148	116	84	82	73	52	104	104	100	85	
114	128	108	99	104	120	86	86	82	100	111	92	96	105	102	131	92	93	88	80	69	77	84	88	101	81
			124	112	117	142	102	94	94	100	92	100	128	110	113	124	87	79	102	68	84	93	98	96	79
95	113	101	106	109	124	94	84	140	113	123	108	117	139	114	131	78	92	77	67	65	64	77	83	76	73
			111	111	126	102	87	86	105	124	92	113	127	119	132	100	96	84	80	50	67	81	86	82	55
74	100	63	60	64	55	70	72	88	81	63	110	62	61	76	122	75	86	85	93	85	65	81	83		68
			75	68	77	89	43		60	77	48	39		101		143	99		66		81	96	96		
83	71	84	128	101	90	193	81	61	102	97	108	88	99	96	109	97	102	96	94	92	73	86	82	99	108
			125	112	104	158	103	78	114	109	127	96		111		123	81	74	73	56	85	94	88	148	120
100	130	110	106	97	112	109	75	108	103	103	108	104	104	95	104	110	94	94	90	92	80	91	95	93	99
			138	116	110	180	100	85	125	123	129	141	123	116	100	137	120	116	121	109	102	100	106	129	126
86	91	98	123	107	114	140	96		116	113	120	96	127	108	101	126	102	97	111	108	91	94	100	128	127
			122	112	118	129	101	87	123	118	130	111	145	108	124	126	125	110	126	129	111	104	101	120	123
123	124	125	116	104	136	106	83	139	114	121	113	98	124	108	150	96	90	87	96	96	81	88	90	106	98
			123	123	140	115	146	138	126	137	118	132	145	121	162	101	105	85	101	82	79	86	86	87	88
84	106	83	110	104	125	100	64	98	95	115	79	85	132	118	117	76	96	82	50	44	56	66	67	57	50
			116	116	124	112	83	89	95	111	82	86	135	124	114	99	99	82	59	50	68	79	78	61	47
95	112	102	101	95	108	104	78	92	95	92	102	94	104	93	103	106	91	90	99	97	72	82	81	99	99
			118	112	112	133	101	97	98	103	98	88	120	109	102	125	113	111	120	124	91	94	93	110	112
83	76	84	106	103	109	111	78	110	103	108	103	87	114	106	97	91	96	86	75	56	62	72	70	76	65
			108	104	106	114	84	86	104	105	107	95	90	110	118	115	87	78			66	80	73	62	58
98	115	100	102	101	133	83	68	139	87	110	70	103	106	104	128	76	92	78	51	46	60	65	62	77	63
			140	122	134	153	112	98	126	125	126	95	139	124	136	94	112	88	95	111	74	77	85	82	68
94	112	96	91	97	101	96	89	139	98	92	100	95	85	96	86	93	100	92	93	66	67	76	78	89	81
			90	96	97	93	88	95	108	99	137	98	84	99	96	94	99	97	84	104	68	80	77	92	82
84	111	87	105	100	108	88	71	98	93	103	84	97	113	108	95	86	95	80	55	54	58	71	70	66	60
			110	99	116	106	78	62	93	104	81	88	129	119	117	102	104	85	67	55	67	85	76	74	64
90	74	107	114	107	125	110	95	93	106	117	104	95	116	108	135	106	99	97	98	100	90	97	102	105	102
			128	123	126	135	124	116	108	116	106	116	122	111	127	119	100	90	109	113	103	105	106	105	102
94	120	90	107	101	120	102	75	99	93	108	82	93	108	108	102	86	92	76	58	52	51	61	63	66	60
			115	106	125	116	76	94	89	106	76	83	124	122	110	101	109	77	64	47	64	75	70	68	53
99	122	107	127	117	146	116	78	90	112	131	100	87	145	129	162	104	103	97	59	59	82	84	85	67	69
			123	116	143	110	96	137	103	129	86	114	163	129	144	103	93	81	64	66	84	92	95	64	72
98	97	94	110	111	123	103	93	76	117	128	113	87	117	110	126	115	108	104	103	98	92	89	90	93	78
			109	108	117	105	89	106	113	122	109	122	125	118	116	123	101	84	85	89	105	112	116	73	72
58	73	63	163	137	120	255	99		125	122	132	89		158		135	104	104	78	49	124	99	100	88	68
			136	121	114	171	103		103	115	96	87		126		149	103	91	75	57	125	97	91	76	69
93	100	87	119	109	118	136	83	100	107	109	110	98	137	125	121	114	97	89	94	72	82	76	80	90	76
			114	109	112	126	98	113	88	105	78	100	130	114	112	113	86	78	64	61	80	79	79	64	67
90	78	98	117	111	93	158	136	107	103	90	121	113	91	100	88	153	116	108	156	118	137	103	105	157	129
			126	109	93	182	114	79	98	98	100	99	100	105	98	115	114	121	122	124	131	115	126	126	132
99	89	100	137	128	131	152	109	91	128	128	86	116	152	136	125	147	127	118	122	99	161	105	107	133	103
			122	119	126	126	130	122	114	126	107	115	153	128	131	150	107	105	82	87	163	108	113	87	99
98	88	108	129	124	122	143	97	117	110	113	112	100	126	124	113	140	119	110	82	84	122	113	103	101	87
			116	106	108	131	99	102	113	106	125	112	115	115	117	144	97	98	54	50	130	105	98	65	62
117	132	127	116	116	136	105	95	92	115	127	104	97	115	115	159	103	107	108	86	96	128	106	115	98	103
			120	111	127	121	97	131	116	114	117	122	147	118	112	102	99	99	72	70	133	104	113	91	104
97	116	104	101	101	95	118	120	176	109	97	124	145	117	102	98	95	106	100	93	106	110	97	96	95	99
			102	104	90	127	114	90	119	104	140	154	98	111	97	134	94	99	61	98	136	100	105	68	71
117	121	101	85	97	99	80	83	71	99	99	100	92	100	95	90	88	98	110	133	158	109	104	104	119	150
			93	95	103	89	92	71	81	97	70	96	87	91	99	92	96	116	120	157	94	97	105	103	160
77	63	62	68	77	71	71	51	40	93	91	94	56	103	95	141	90	73	90	51	84	83	87	94	57	57
			61	67	59	69	51						77	73	83	110						81	103		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
136	*Rhamnaceae*	*Rhamnidium ferreum*	Железное дерево черное	Флорида	с.	1.077	1.045		32
					в.-с.			1.147	12
137		*Rhamnus purshiana*	Крушина, каскара-саграда	Орегон	с.	0.548	0.496		61
					в.-с.			0.516	12
138	*Rhizophoraceae*	*Rhizophora mangle*	Танда, мангр, суринамское дерево	Флорида	с.	1.063	0.886		39
					в.-с.			0.964	12
139	*Rosaceae*	*Amelanchier canadensis*	Ирга канадская, шомпольник, чашковое дерево	Теннесси	с.	0.791	0.656		48
					в.-с.			0.747	12
140		*Crataegus tomentosa*	Боярышник американский	Висконсин	с.		0.623		63
					в.-с.			0.680	12
141		*Prunus pennsylvanica*	Вишня дикая красная, черемуха пенсильванская	Теннесси	с.	0.425	0.361		46
					в.-с.			0.394	12
142		*Prunus serotina*	Черемуха американская	Пенсильвания	с.	0.534	0.471		55
					в.-с.			0.506	12
143		*Pyrus malus*	Яблонь дикая	Виргиния	с.	0.745	0.606		47
					в.-с.			0.668	12
144	*Salicaceae*	*Populus balsamifera*	Тополь душистый, бальзаминный, американский коттонвуд	Вермонт	с.	0.331	0.301		121
					в.-с.			0.316	12
145		*Populus deltoides*	Коттонвуд, хлопковое дерево восточное	Миссури	с.	0.433	0.372		111
					в.-с.			0.408	12
146		*Populus grandidentata*	Тополь американский, осина широкозубчатая	Висконсин, Вермонт	с.	0.412	0.348		99
					в.-с.			0.388	12
147		*Populus tremuloides*	Осина	Висконсин, Новая Мексика	с.	0.401	0.351		94
					в.-с.			0.380	12
148		*Populus trichocarpa*	Коттонвуд, хлопковое дерево черное	Вашингтон	с.	0.368	0.315		132
					в.-с.			0.348	12
149		*Salix lasiandra*	Ива западная черная	Орегон	с.	0.473	0.394		105
					в.-с.			0.441	12
150		*Salix nigra*	Ива черная	Висконсин, Миссури	с.	0.408	0.338		139
					в.-с.			0.372	12
151	*Sapindaceae*	*Exothea paniculata*	Чернильное дерево	Флорида	с.	0.917	0.731		56
					в.-с.			0.800	12
152	*Sapotaceae*	*Dipholis salicifolia*	Бьюстик	Флорида	с.		0.861		44
					в.-с.			0.885	12
153		*Sideroxylon mastichodendron*	Железное мастиковое дерево	Флорида	с.	1.034	0.883		39
					в.-с.			0.932	12
154	*Simaroubaceae*	*Simarouba glauca*	Райское дерево	Флорида	с.	0.359	0.332		81
					в.-с.			0.345	12
155	*Styracaceae*	*Mohrodendron carolinum*	Сильвербельтри	Теннесси	с.	0.475	0.418		70
					в.-с.			0.453	12
156	*Taxaceae*	*Taxus brevifolia*	Тисс тихоокеанск., негной-дерево, певч	Вашингтон	с.	0.673	0.601		44
					в.-с.			0.626	12
157	*Tiliaceae*	*Tilia glabra*	Липа	Висконсин, Пенсильвания	с.	0.398	0.325		103
					в.-с.			0.368	12
158	*Ulmaceae*	*Celtis laevigata*	Сахарная ягода, цельтис каркас	Миссури	с.	0.545	0.473		62
					в.-с.			0.515	12
159		*Celtis occidentalis*	Цельтис западный	Индиана, Висконсин	с.	0.558	0.486		65
					в.-с.			0.531	12
160		*Ulmus americana*	Ильм белый американский	Висконсин, Пенсильвания, Нью Гемпшайр	с.	0.554	0.458		89
					в.-с.			0.507	12
161		*Ulmus fulva*	Ильм красный, слипер-эльм	Индиана, Висконсин	с.	0.568	0.485		85
					в.-с.			0.528	12
162		*Ulmus racemosa*	Ильм каменный	Висконсин	с.	0.658	0.574		49
					в.-с.			0.634	12
163	*Verbenaceae*	*Avicennia nitida*	Черное дерево	Флорида	с.	0.963	0.830		42
					в.-с.			0.830	12

*1 Все испытанные материалы произрастали в Соединенных Штатах. Штат или штаты, где росла подвергнутая

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
42	65	47	93	88	89	101	33	64	74	82	67	285	103	107	72	105		93	51						40
			38	61	93	17	18	36	46	75	28	129		71	93	48		63							17
58	71	57	78	86	54	122	128	209	88	79	97	155	72	98	68	109	120	98	117	89	88	108	100	90	89
			84	78	68	108	74		75	72	157	41	82	99	64	132	121	109			120	123	127		
67	67		110	100	110	113	50	50	100	109	92	56	112	108	103	103	73	91	89		71	91	81	68	
			88	89	110	73	58	96				36	66	92	91	77	93	92				80	79		
107	112	101	93	92	105	84	94	90	87	108	72	115	92	92	79	68	80	87	87	79	87	95	93	75	84
			97	96	90	101	97	121	99	104	96	104	108	98	64	76	69	73			86	96	90		
			68	78	65	74	146	109						74		95	95	96			94	105	98		
			75	94	67	84	143	97						83		83	90				100	98	101		
133	85	175	100	102	122	89	103	126	98	110	91	115	96	89	102	88	90	99	114	108	116	111	112	115	113
			111	108	115	116	132	194	104	110	102	171	116	99	99	94	101	105	101	101	128	113	110	120	127
92	86	92	104	116	117	101	135	136	109	106	117	108	118	112	112	81	112	115	120	130	110	111	101	122	130
			128	114	105	166	115	77	103	110	95	101	142	118	110	87	11	132	107	105	146	110	128	125	96
109	102	102	66	78	73	65	106	78	60	65	60	69	62	73	9	88	120	120	117	122	86	100	97	112	103
			66	82	68	76	146	95	84	66	91	91	54	75	115	71	92	84	81		112	117	112	102	
100			93	102	112	80	97	91	116	108	126	129	75	85	103	78	89	95	96	100	105	111	110	132	129
			98	111	115	94	132	104	104	115	100	113	105	99	104	111	103	113	162	150	112	102	123	160	170
142	115	151	96	102	115	89	116	124	103	117	96	103	90	90	118	75	87	96	149	139	95	93	94	133	139
			108	104	121	103	110	187	71	99	57	99	99	102	101	80	82	94	147	184	93	89	83	125	149
127	103	139	106	114	136	88	100	10[illegible]	116	123	113	102	104	106	124	91	103	112	133	120	115	115	118	133	131
			110	116	131	97	126	119	120	119	127	126	11[illegible]	114	123	104	10[illegible]	113	132	120	112	96	94	117	126
124	109	11[illegible]	114	10[illegible]	10[illegible]	135	112	100	107	100	123	123	89	90	106	79	95	96	101	84	79	93	93	99	88
			115	112	112	122	130	122	97	108	93	122	98	94	114	90	83	90	113	68	97	85	80	113	123
148	124	165	118	116	144	102	106	122	121	129	116	132	107	102	124	92	97	103	129	138	100	100	100	133	156
			120	123	12[illegible]	113	131	127	118	121	115	145	120	106	113	89	119	113	115	144	124	102	101	147	150
131	81	141	97	102	110	97	154	15[illegible]	103	115	96	147	87	88	117	91	104	113	112	111	107	122	117	121	111
			95	93	107	89	119	168	100	98	104	137	96	88	112	89	99	102	130	136	115	106	107	119	127
153	81	142	67	83	70	75	204	156	83	77	95	208	54	66	65	82	92	98	180	183	107	118	123	163	181
			82	84	70	116	137	103	86	77	106	114	63	78	66	99	112	115	162	157	108	111	110	148	193
97	100	91	104	90	89	124	78	116	95	88	102	76	84	91	93	108	101	102		71	72	85	86	82	63
			71	77	85	59	47	48				45	62	86	78	91	85	98			108	100	96		57
			68	84	91	51	63						83	92	90	79									
													58	89	100										
50	70	52	80	68	76	88	28	26	88	82	98	56	101	98	70	118	71	81	60	67	59	72	63	46	47
			43	43	68	28	21	11	49	72	34	28	45	61	64	71	36	61	34	42	51	46	54	30	38
98	73	96	74	78	89	85	35	21	90	87	95	44	71	81	103	106	121	100	150	123	112	82	89	130	101
			88	78	88	79	62	43	66	93	48	47	75	72	84	96	72	71	140	129	139	109	101		
113	100	112	102	109	118	94	113	103	113	113	114	109	95	100	102	102	110	103	12[illegible]	130	106	99	97	133	140
			94	90	104	90	84	88	117	109	124	102	88	95	110	89	97	98	114	110	111	93	97	118	142
61	73	55	120	108	69	218	138	174	104	88	124	81	106	115	54	109	123	118	61	60	113	112	99	63	54
			101	107	78	133	131	101	70	72	69	74	81	108	59	135	120	132		47	123	139	103	43	42
184	220	176	107	114	134	93	105	95	105	111	102	104	100	101	136	89	96	100	122	131	96	92	89	118	121
			125	118	142	120	130	109	110	120	107	98	111	108	145	96	112	118	94	147	104	104	105	139	150
101	11[illegible]	95	79	94	73	98	125	138	88	86	91	107	78	88	64	105	105	105	158	130	121	119	113	145	140
			88	90	80	113	110	128	86	79	95	120	90	93	69	124	90	92	138		122	120	109	113	119
107	109	111	70	90	83	70	144	150	81	78	86	148	80	81	66	83	103	104	135	123	102	104	102	129	120
			79	95	81	83	120	141	98	83	116	137	79	86	64	100	107	112	89	107	97	96	101	91	101
120	100	127	101	108	103	103	130	130	95	102	91	130	78	94	102	85	103	107	145	132	105	105	106	142	126
			107	109	95	130	132	154	103	90	121	134	93	90	83	88	113	108	137	115	109	101	105	122	109
111	111	113	97	112	108	99	152	182	95	96	94	145	111	101	93	87	113	102	151	118	102	99	98	146	128
			104	114	101	115	160	211	111	98	126	147	101	101	94	93	115	110	111	73	99	95	97	109	96
93	92	86	89	107	88	93	146	136	98	100	94	124	92	97	75	88	111	106	212	128	92	93	95	161	112
			85	103	87	91	130	154	95	92	99	131	86	93	94	94	103	106	90	95	89	100	97	77	99
71	83	71	68	80	79	63	48	55	84	85	84	50	81	88	74	95	72	64	58	38	64	74	78	36	33
			65	80	89	49	76	135						82		77									

испытанию древесина, перечислены в столбце 5. *2 с.—свежесрубленная, в.-с.—воздушносухая.

ТАБЛИЦА 1А.—КРЕПОСТЬ И СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ СВОЙСТ

I. Уравнения, выражающие зависимость механиче

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
													$F = 12.08\ D_a^{1.25}$

II. Результаты испытаний—величины механических свойств,

170	*Dipterocarpaceae*	*Dipterocarpus grandiflorus*	Апитонг, бальзаминное дерево	P. I.*2	d*3	0.687							97
171		*Pentacme contorta*	Белый ладан	P. I.	d	0.485							112
172		*Shorea negrosensis*	Красный ладан, сорея	P. I.	d	0.523							89
173		*Shorea polysperma*	Танджил	P. I.	d	0.538							102
174	*Sterculiaceae*	*Tarrietia javanica*	Люмбайо	P. I.	d	0.571							95

*1 О других филиппинских древесных породах см. «Бюллетень Бюро лесоводства Филиппинских островов» № 4,

ДРЕВЕСНЫЕ ПОРОДЫ, ПРОИЗРАСТА

Philipp

ФИЗИЧЕСКИЕ И МЕХА

О породах Канады см. стр. 25 и

Порядковый № *1	Ботаническое название: семейство	Ботаническое название: род и вид	Ходовое, местное, торговое названия	Место произрастания	Степень высыхания *2	Объемный уд. вес древесины: абсолютносухой	свежесрубленной	воздушносухой
						$г\ см^{-3}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
200	*Aceraceae*	*Acer pseudo-platanus*, Linn.	Сикомор, явор	Британские острова	в.-с.	0.570		
202*5	*Anacardiaceae*	*Euroschinus falcatus*, Hook., f.	Бук порта Макквари	Австралия				0.433*4
203		*Harpephyllum caffrum*, Bernh.	Каффрская слива, зурбезье, ум-гвениа, матежибе	Ю. Африка				0.691*4
204		*Mangifera indica*, Linn.	Манговое дерево, ам, манго, тайст	Индия				0.674*4
206		*Protorhus longifolia*, Engl.	Бук капский красный, роде мелькгут, ум-комизо	Ю. Африка				0.680*4
210	*Apocynaceae*	*Rauwolfia natalensis*, Sond.	Хинное дерево, ум-хламбамази	Ю. Африка				0.530*4
211	*Aquifoliaceae*	*Ilex capensis*, Sond. и Harv.	Капский падуб, водяное дерево, витгегут, ум-дума	Ю. Африка				0.610*4
213	*Araliaceae*	*Panax pinnatum*, A. Rich.	Мутати	Ю. Африка	в.-с.			0.360
214	*Betulaceae*	*Betula* spp.	Береза	Британские острова	в.-с.	0.53—0.786		
215	*Bombaceae*	*Bombax insigne*, Wall.	Диду, саиту, семуль	Индия				0.497*4

ВА ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД ФИЛИППИНСКИХ ОСТРОВОВ.*1

ских свойств воздушносухой древесины от плотности.

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
$F = 20.80\ D_a^{1.25}$	$F = 2750\ D_a^{1.00}$	$F = 0.00416\ D_a^2$							$F = 7.38\ D_0^{1.25}$	$F = 8.37\ D_0^{1.00}$		$F = 2.71\ D_0^{2.25}$	$F = 2.17\ D_0^{1.33}$	$F = 2.17\ D_0^{1.33}$			$F = 1466\ D_0^{2.25}$	$F = 1365\ D_0^{2.25}$	$F = 1365\ D_0^{2.25}$		
95	102	98							103	109		84	99	99			87	89	89		
112	109	107							116	102		113	110	110			135	135	135		
85	85	90							106	99		92	108	108			95	96	96		
107	103	114							96	96		109	98	98			108	106	106		
101	103	108							92	84		108	95	95			104	111	111		

выраженные в % от величин, полученных из уравнений.

1907 и № 14, 1916 г. *2 Филиппинские острова. *3 Воздушносухая.

ЮЩИЕ В БРИТАНСКОЙ ИМПЕРИИ.

Harris.

НИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.*3

тропической Америки—стр. 68.

Влажность	Статический изгиб: Предел упругости	Статический изгиб: Коэффициент крепости	Статический изгиб: Модуль упругости	Статический изгиб: Работа до предела упругости	Сжатие вдоль волокон: Коэффициент крепости	Сжатие вдоль волокон: Модуль упругости	Сжатие поперек волокон, предел упругости	Скалывание: радиальное	Скалывание: тангенциальное	Растяжение поперек волокон: радиальное	Растяжение поперек волокон: тангенциальное	Твердость: торцевая	Твердость: радиальная	Твердость: тангенциальная	Лит.
в % от веса абсолютно-сухой древесины	$кг\ мм^{-2}$			$кгсм\ см^{-3}$	$кг\ мм^{-2}$		$кг\ мм^{-2}$	$кг\ мм^{-2}$		$кг\ мм^{-2}$		$кг$			
10	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
	2.23	7.03	872		3.89										(5)
		3.54	881												(61)
	4.57	8.40	1023	0.115	4.82										(12, 49)
		6.96	1037		6.19										(31, 43)
	3.16	6.40	1085	0.054	4.41										(12)
	2.67	4.91	726	0.054	4.54										(12)
	2.17	5.11	749	0.036	4.13										(12)
11		3.38			2.25			0.387							(22)
	4.75	9.78	1470		6.62										(5)
		4.61	743		2.84			0.650							(10, 43)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
217*5		*Cullenia excelsa*, Wight.	Карайяни, кабодда, дикий дуриан	Индия	с. а.-с.	0.554	0.492	
219	*Burseraceae*	*Canarium australianum*, F. Muell.	Скипидарная сосна	Австралия				0.644*4
222		*Santiriopsis klaineana*, Pierre.	Одономокуку, ладанное дерево	З. Африка				0.702*4
223	*Casuarinaceae*	*Casuarina cunninghamii*, Miq.	Дуб речной	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.769*4
224		*Casuarina decussata*, Benth.	Дуб карри-ши	З. Австралия	с.		0.702	
225		*Casuarina equisetifolia*, Forst.	Бифвуд, говяжье дерево, казуарина, филао, ру, чук, кобви	Индия, Малайский архипелаг, Квинсленд	с.		0.785	
226		*Casuarina fraseriana*, Miq.	Дуб ши, железное дерево	З. Австралия	с.		0.723	0.744
227		*Casuarina glauca*, Sieb.	Дуб бледный, железное дерево	Австралия	с.		0.852	0.930
228		*Casuarina torulosa*, Ait.	Дуб лесной, железное дерево	Австралия				1.023*4
229	*Celastraceae*	*Cathastrum capense*, Turcz.	Твердая груша, кофейная груша, умнгкангка	Ю. Африка				0.900*4
230		*Elaeodendron croceum*, DC.	Сафраангут, шафранное дерево, ум-бомвана	Ю. Африка				0.894*4
232		*Pleurostylia wightii*, Wight. и Arn.	Панака, паири, чирупийари	Цейлон				0.879*4
233		*Pterocelastrus rostratus*, Walp.	Грушевое дерево белое	Ю. Африка				0.686*4
234		*Pterocelastrus variabilis*, Sond.	Кендлвуд, свечное дерево, керзегут	Ю. Африка				1.063*4
235*5	*Combretaceae*	*Anogeissus acuminata*, Wall.	Ион, чаква, панчи	Индия	с.		0.739	
236*5		*Anogeissus latifolia*, Wall.	Бакли, дхаура	Индия	с.		0.793	
238		*Terminalia bialata*, Wall.	Грейвуд индийский серебристый, белый чуглам, лейн, чугалам	Индия				0.769*4
239		*Terminalia myriocarpa*, Huerck. и Muell. Arg.	Холлокк, панизаж, сунглох, шиля	Индия				0.834*4
240		*Terminalia paniculata*, Roth.	Киндаль, кирижуль	Индия				0.898*4
241		*Terminalia procera*, Roxb.	Миндальное дерево, бадам, тарее	Индия				0.593*4
242*5		*Terminalia superba*, Engl. и Diels.	Афара, аффрам, муконья	З. Африка	в.-с.			0.440
243*5		*Terminalia tomentosa*, W. и A.	Лавровое дерево индийское, таукккиан, саин	Индия	с. в.-с. а.-с.	 0.772	0.707	 0.752
246	*Coniferae* (или *Pinaceae*)	*Abies pectinata*, DC.	Пихта европейская серебристая или гребенчатая свирка	Британские острова *7	в.-с.	0.37—0.52		
247*5		*Abies pindrow*, Spach.	Пихта серебристая зап. гималайская, палудàр, бáдар	Индия	в.-с.			0.385
248		*Agathis alba*	Дамар миниак, дамаровая ель	Малайский архипелаг	в.-с.			0.497
250		*Agathis robusta*, F. M. Bailey	Каури квинсленд-ское, сосна дундату	Квинсленд				0.433*4
251		*Araucaria bidwillii*, Hook.	Сосна буниа, араукария, растительная слоновая кость	Квинсленд	в.-с.			0.468
252		*Araucaria cunninghamii*, Sweet.	Сосна моретонская, обручная сосна	Н. Ю. Уэльс, Квинсленд	в.-с.			0.470

10	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Лит.
55	3.93	5.89	1002	0.089	2.72	1173	0.475	0.520	0.573	0.316	0.418	333	306	284	(38)
8	5.73	9.34	1285	0.143	5.28	1306	0.692	0.654	0.534	0.355	0.612	465	415	488	(38)
		6.14	747												(24)
	2.77	4.25	812		2.25			0.494							(57)
		10.13	1178												(61)
46	3.54	6.34	661		2.81			0.752		8.62*6					(20)
20	5.62	11.02	1589		6.68			1.58							(10, 21, 37)
33	7.80	8.43	953					1.041		6.33*6					(20)
43	11.46	14.52	1668					0.816		11.95*6					(20)
		11.38	1654		6.11	1432		1.047		11.59*6					(2, 58, 59)
	3.52	6.41	761	0.091	5.54										(12)
	5.55	9.93	986	0.175	4.98			0.916							(55)
	5.32	9.11	1037	0.152	4.36			0.524							(54)
	3.74	10.93	999	0.078	4.77										(48)
	3.61	7.96	921	0.080	4.87			1.039							(55)
35	5.63	9.24	1346	0.134	4.62	1377	0.931	0.910	1.300	0.499	0.689	823	757	714	(41)
35	4.47	8.51	1138	0.103	3.83	1199	0.967	0.997	1.111	0.447	0.607	845	812	810	(31, 34, 41, 42)
		11.52	1477		5.88			1.43							(10, 43)
		11.60			3.84			0.755							(9)
		7.43			4.62										(9)
		10.18	1098		6.52			1.032							(10, 43)
10	4.43	5.60	894	0.120	3.93	852	0.772	0.816	1.073						(15)
54	4.85	7.94	1168	0.114	3.93	1395	0.823	0.752	0.974	0.369	0.443	658	699	667	(9, 31, 33)
13	6.50	10.81	1340	0.179	5.82	1575	1.21	1.13	1.195	0.603	0.632	1000	930	974	
9	8.51	12.92	1538	0.264	6.77	1715	1.32	1.146	1.20	0.780	0.871	1162	[illegible]60	946	
	3.66	6.22	1224		4.24										(5)
16	3.86	6.02	1070	0.079	3.30	1682	0.323	0.537	0.496	0.179	0.169	284	184	204	(38)
18	4.64	8.12	1343												(21)
		4.96	652												(61)
12		9.79			5.50										(6)
15		6.32	1440		5.27	914		1.05		10.15*6					(6, 9, [illegible])

ВИБЛ... имени В. И. ЛЕНИНА Воен. Сект.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
254		*Callitris arborea*, Schrad.	Кедр клэнуильямов, кипарис атласный	Ю. Африка				0.618*4
255		*Callitris calcarata*, R. Br.	Сосна кипарисовая черная	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.753*4
256*5		*Callitris rhomboidea*, R. Br.	Сосна иллаварская горная, сосна кипарисовая	Индия *7	с.		0.516	
257		*Callitris robusta*, R. Br.	Кипарис белый	З. Австралия				0.657*4
259*5		*Cedrus deodara*, Loud.	Деодар, кедр гималайский	Индия	с. в.-с. а.-с.		0.463	
260*5		*Cryptomeria japonica*, D. Don.	Кедр японский, криптомерия	Индия *7	с.		0.329	
261*5		*Cupressus macrocarpa*, Hartw.	Кипарис монтереев	Индия *7	с.		0.433	
263		*Dacrydium colensoi*, Hook.	Сосна вестландская серебристая	Новая Зеландия	в.-с.			0.547
264		*Dacrydium cupressinum*, Soland.	Риму, сосна красная	Новая Зеландия	в.-с.			0.451
266		*Juniperus procera*, Hochst.	Можжевельник восточно-африканский	В. Африка	в.-с.			0.548
267		*Larix europaea*, DC.	Лиственница европейская	Британские острова *7		0.45 —0.75		
269		*Phyllocladus rhomboidalis*, A. Rich.	Сосна селери-топ, сосна сельдереева	Тасмания				0.609*4
270		*Picea excelsa*, Link.	Ель норвежская	Британские острова *7	в.-с.	0.30 —0.52		
271*5		*Picea morinda*, Link.	Ель западногималайская, раи	Индия белая древесина красная древесина	в.-с. в.-с.			0.402 0.436
272		*Pinus excelsa*, Wall.	Сосна бхотан, синяя сосна, каиль, пиуни, гималайская веймутова сосна	Индия	в.-с.			0.405
273*5		*Pinus longifolia*, Roxb.	Сосна длинноигольная, чир	Индия	с. в.-с.		0.541	0.505
274		*Pinus pinaster*, Soland	Сосна морская, клэстер-пайн	Британские острова *7	в.-с.	0.41 —0.59		
275		*Pinus pinea*, Linn.	Сосна каменная, пиния, сосна итальянская	Ю. Африка *7				0.565*4
276		*Pinus strobus*, Linn.	Сосна веймутова, сосна белая	Британские острова *7	в.-с.	0.42 —0.55		
277		*Pinus sylvestris*, Linn.	Пихта данцигская, сосна шотландская, сосна обыкновенная	Британские острова тяжел. сорт легкий сорт	в.-с. в.-с.	0.51 —0.76 0.375—0.50		
278		*Podocarpus dacrydioides*, A. Rich.	Кахикатеа, сосна белая	Новая Зеландия				0.436*4
279		*Podocarpus elata*, R. Br.	Сосна коричневая	Новый Южный Уэльс, Юж. Квинсленд				0.817*4
280		*Podocarpus elongata*, L'Her.	Утениква или ложное желтое дерево, геельгут, ум-коба	Ю. Африка		0.500	0.450	0.481
286		*Podocarpus thunbergii*, Hook. var. *falcata*, Sim.	Желтое дерево настоящее, ум-сунти	Ю. Африка		0.650	0.597	0.626
287		*Podocarpus totara*, Don.	Тотера, красное дерево	Новая Зеландия	с.		0.407	
288		*Pseudotsuga douglasii*, Carr.	Пихта дугласова	Британские острова *7	в.-с.	0.45 —0.55		

10	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Лит.
	3.32	5.81	617	0.099	3.87			0.356							(55, 56)
		2.85	844												(61)
31	3.39	4.60	648	0.103	2.75	99	0.703	0.721	0.671	0.126	0.369	481	386	377	(38)
		6.32	749												(61)
45	3.62	6.09	948	0.079	3.12	993	0.467	0.569	0.714	0.165	0.249	329	252	265	(31, 38)
	4.61	7.41	1022	0.171	4.31	1067	0.618	0.749	0.861	0.249	0.225	447	304	340	
	7.17	9.25	1191	0.238	6.28	1440	0.917	0.632	0.544	0.179	0.246	540	390	406	
24	2.12	4.01	495	0.052	1.60	457	0.306	0.531	0.517	0.186	0.260	163	170	147	(38)
40	2.52	4.35	647	0.057	2.27	668	0.429	0.534	0.696	0.151	0.295	340	265	288	(38)
17	3.82	6.85	1006		5.48					12.87 *6					(4, 28)
14	4.86	7.85	1273		4.33					10.07 *6					(1, 3, 4, 19, 28
15		3.38			4.85			0.309							(22)
	4.80	11.25	1700		6.43										(5)
		7.33	1177												(61)
	4.42	7.42	1371		4.70										(5, 61)
15	3.81	6.17	1020	0.081	3.15	1447	0.469	0.684	0.710	0.274	0.249	326	202	220	(38, 39)
14	4.32	7.21	1114	0.096	3.24	1512	0.477	0.885	0.805	0.278	0.310	336	252	268	(38, 39)
14	3.23	4.77	693		4.40			0.802							(31, 38)
78	3.25	5.53	1047	0.057	2.86	1136	0.531	0.601	0.618	0.222	0.228	261	252	318	(31, 38)
15	4.02	6.90	1175	0.077	3.57	1575	0.485	0.752	0.773	0.214	0.172	377	295	322	(31, 38)
	2.81	7.17	971		4.94			0.771							(5, 55, 56)
	2.70	7.35	669	0.061	3.49			0.579							(55, 56)
	4.71	10.23	1202		6.25										(5)
	5.22	10.97	1821		7.10					5.62 *6					(5, 25)
	3.68	8.30	1329		5.23										(5, 25)
	2.19	5.42	889		3.19					9.46 *6					(3, 4, 19, 28)
		5.83	896												(61)
110 10	4.08	6.08	837	0.113	3.76			0.427							(8, 12, 55)
100 10	4.76	7.13	854	0.149	4.24			0.413							(8, 12, 55)
45	3.12	5.09	831		3.03			0.703		10.20 *6					(1, 3, 4, 19, 28
	4.38	7.47	1300		5.17										(5)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
289		*Sequoia sempervirens*, Endl.	Красное дерево	Австралия *7				0.465*4
291	*Cunoniaceae*	*Ackama muelleri*, Benth.	Пробковое дерево	Австралия				0.641*4
292		*Ceratopetalum apetalum*, D. Don.	Каучуковое дерево	Австралия				0.608*4
293		*Cunonia capensis*, Linn.	Ольха красная, роде эльс, ум-нкваскубе	Ю. Африка		0.750	0.657	0.721
294		*Platylophus trifoliatus*, Don.	Ольха белая, витте эльс	Ю. Африка		0.605	0.527	0.575
298	*Dipterocarpaceae*	*Balanocarpus maximus*, King.	Ченгаль, пенак	Малайский архипелаг	в.-с.			0.785
301*5		*Dipterocarpus alatus*, Roxb.	Каниин	Индия	с. в.-с. а.-с.		0.574	0.604
306		*Dryobalanops aromatica*, Gaertn.	Капур, камфорное дерево	Малайский арх., Борнео	в.-с.			0.689
303		*Hopea odorata*, Roxb.	Тинган, ринда	Индия				0.785*4
310		*Shorea acuminata*, Dyer	Меранти рамбаи даун	Малайский архипелаг	с.		0.447	
313		*Shorea contorta*, Vidal	Лауан белый	Австралия				0.513*4
319		*Shorea parvifolia*, Dyer	Меранти саранг пунаи	Малайский архипелаг	в.-с.			0.436
320*5		*Shorea robusta*, Gaertn., f.	Саль, сакхер, сорея, морунг-саул	Индия	с.		0.714	
321		*Shorea sericea*, Dyer	Меранти кепонг	Малайский архипелаг	в.-с.			0.374
324	*Ebenaceae*	*Diospyros kurzii*, Hiern.	Мраморное дерево андаманское, титкиа, пеха-да	Индия				0.978*4
325		*Diospyros melanida*, Poir.	Эбен мраморный, черное дерево мраморное	о. Маврикия				0.768*4
326		*Diospyros pentamera*, Woods и F. Muell.	Слива серая	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.705*4
329		*Royena lucida*, Linn.	Блекбарк, черная кора, звартбаст, ум-тенаттена	Ю. Африка				0.770*4
332	*Elaeocarpaceae*	*Elaeocarpus grandis*, F. Muell.	Смоковница голубая	Австралия				0.665*4
334	*Eucryphiaceae*	*Eucryphia billiardieri*, Spach.	Лезервуд, кожное дерево	Тасмания				0.785*4
336	*Euphorbiaceae*	*Beyeria viscosa*, Miq.	Гвоздичное дерево, пинквуд	Австралия				0.704*4
337		*Bischofia javanica*, Bl.	Уриана, тайокте, ауккию, бааунгза, красный кедр	Индия				0.721*4
339		*Hemicyclia australasica*, Muell. Arg.	Тюльпанное дерево желтое	Квинсленд, Новый Южный Уэльс				0.865*4
341	*Fagaceae*	*Castanea sativa*, Mill.	Каштан сладкий	Британские острова *7	в.-с.	0.44—0.60		
342		*Castanopsis hystrix*, A. DC.	Каштан, дальне, хингори, сирикишу	Индия				0.737*4
344		*Fagus cunninghamii*, Hook.	Мирт тасманский, мирт красный	Австралия	с.		0.656	
345		*Fagus fusca*, Hook., f.	Бук красный, «береза черная», товай	Новая Зеландия				0.577*4
346		*Fagus menziesii*, Hook., f.	Бук серебристый, «береза красн.», товай	Новая Зеландия				0.593*4
348		*Fagus sylvatica*, Linn.	Бук обыкновенный	Британские острова	в.-с.	0.61—0.75		

10	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Лит.
		6.52	1120												(61)
		10.34	1550												(61)
		7.42	1109		4.66	941			1.365		9.03 *6				(59)
60 10 0	5.35	8.50	1238	0.129	4.71				0.771						(8, 55)
130 10 0	3.50	4.91	527	0.130	4.20				0.458						(8, 55)
17	7.81	11.49	1723												(21)
73	3.76	6.61	1039	0.077	3.18	1122	0.534	0.671	0.752	0.506	0.745	402	413	392	(31, 38)
17	4.25	8.79	1333	0.077	4.57	1207	0.618	0.885	1.044	0.432	0.594	503	447	438	
	7.81	9.61	1346	0.252	6.62	1501	0.784	0.889	0.904	0.639	0.714	680	537	501	
19	5.03	10.04	1680		3.89										(9, 21)
		11.50	1465		5.87			1.46							(10, 30, 31, 43)
20	3.38	6.62	1005												(21)
		6.25	663												(61)
19	3.30	5.83	1033												(21)
56	5.56	9.92	1373	0.128	4.65	1432	0.934	0.914	0.972	0.480	0.678	625	679	692	(31, 36, 38, 40, 43)
17	2.85	5.28	1005												(21)
		7.80	1270		6.80				1.49						(10, 43)
	3.78	5.55	1007		4.43				1.068						(63)
		9.75	1502												(61)
	2.86	6.57	668	0.068	4.24										(12)
		8.11	1184		5.58	1037			1.466		12.46 *6				(59)
		14.10	1668												(2)
	5.06	9.86	867	0.164											(3)
		6.02	593		4.42										(10, 43)
		8.82	1237												(2, 61)
	2.90	7.70	925		5.17										(5)
		7.42	908		4.05				1.274						(10, 43)
28	4.98	6.40	1327	0.104	4.07				0.876		6.27 *6				(51, 61)
		8.08	1054		4.20				0.63		5.60 *6				(3, 13, 28)
		7.73	914		4.20				0.63		5.60 *6				(3, 13, 28)
	3.69	10.34	1389		5.09						7.73 *6				(1, 5)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
349		*Quercus lamellosa*, Sm.	Хилл-оак, дуб на холмах растущий, бюк	Индия				0.945*4
350		*Quercus pedunculata*, Ebrh.	Дуб летний	Британские острова	в.-с.			0.744
351		*Quercus robur*, Linn.	Дуб зимний	Британские острова	в.-с.	0.60—0.813		
352		*Quercus sessiliflora*, Salisb.	Дуб зимний	Британские острова				0.785*4
355	*Flacourtiaceae*	*Kiggelaria africana*, Linn.	Персиковое дерево дикое, спекхут, мпатазело	Ю. Африка				0.650*4
356		*Scolopia ecklonii*, Arn.	Ред-пир, красная груша, роде пеер	Ю. Африка				0.840*4
357		*Scolopia zeyheri*, Arn.	Торн-пир колючая, терновая груша, вольведоорн	Ю. Африка				1.000*4
358		*Trimeria alnifolia*, Harv.	Шелковица дикая, тут дикий, вильде моербе, ксалебо	Ю. Африка				0.790*4
361	*Guttiferae*	*Calophyllum inophyllum*, Linn.	Лавр александрийский, тарапи, султана чампа, пуна, розовое дерево, красолист	Индия				0.673*4
366		*Mesua ferrea*, Linn.	Пенага, нагешва, гангау, нагас, железное дерево	Индия	в.-с.			0.697
367	*Hamamelidaceae*	*Bucklandia populnea*, R. Br.	Пипли, дингах, синглианг	Индия				0.721*4
363		*Parrotia jacquemontiana*, Dcne.	Пешора, штар	Индия	с.		0.694	
369	*Icacinaceae*	*Apodytes dimidiata*, E. Mey.	Уайт-пир, белая груша, витте пеер, умдакане	Ю. Африка		0.690	0.636	0.670
370		*Villaresia moorei*, F. Muell.	Клен ново-южноуэльский	Австралия				0.689*4
374	*Lauraceae*	*Cinnamomum oliveri*, F. M. Bailey	Сассафрас черный	Австралия				0.513*4
378		*Eusideroxylon zwageri*, Teijsm. и Binn.	Железное дерево борнейское, биллиан	Борнео	с.		0.960	
380		*Litsea reticulata*, Meissn.	Букши, боллигум	Австралия				0.433*4
381		*Litsea reticulata*, Meissn. и *Litsea ferruginea*, Bl.	Боллигум	Австралия	в.-с.			0.484
384		*Machilus odoratissima*, Ness.	Лялие, леддиль, каула, сейкнангий	Индия				0.641*4
388	*Leguminosae*	*Acacia acuminata*, Benth.	Джемвуд, мармеладное дерево, австралийская акация	З. Австралия	с.		0.935	
389		*Acacia arabica*, Willd.	Бабуль, кикар, диабабуль, аравийская акация	Индия				0.865*4
390		*Acacia horrida*, Willd.	Доорнбум, торн три, терновое дерево, ум-нга	Ю. Африка				0.790*4
391		*Acacia melanoxylon*, R. Br.	Черное дерево	В. Австралия, Тасмания				0.675*4
393		*Adenanthera pavonina*, Linn.	Речеда, иive, красное дерево, кондори, павлиний глаз	Индия				0.893*4
397		*Albizzia fastigiata*, Oliver	Флет-кроун, плоская крона, небелеле, умхландхлоти	Ю. Африка		0.460	0.415	0.444

10	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Лит.
		8.94	1225		5.18			1.69							(10, 31, 43)
12		8.30			6.05					7.38 *6					(20)
	3.78	10.37	1533		6.22					7.03—13.35 *6					(1, 5, 25)
		6.85	805												(12)
	2.93	5.55	712	0.074	4.10										(12)
	3.52	7.00	849	0.084	3.88										(12)
	3.52	8.95	906	0.076	5.03										(12)
	3.52	8.35	909	0.076	5.03										(12)
		6.57	745		4.61			1.232							(10, 43)
16	8.44	16.07	2025		9.99			1.883							(10, 21, 31, 43)
		7.20	973		4.00			0.905							(10, 43)
33	2.72	6.62	752	0.051											(40)
50 10 0	4.23	9.36	1119	0.092	5.57			0.996							(8, 12, 55)
		11.93	1670												(61)
		7.53	1113												(61)
23		13.81	1676		7.94										(9, 37)
		5.77	925												(61)
17		6.93÷ 7.84			3.66÷4.29										(6)
		5.89	886		3.41			0.907							(10, 43)
25	9.93	10.75	1655					0.830		8.44 *6					(20)
		11.13	1262		<11.83										(31)
	2.42	5.78	698	0.048	4.27										(12)
		7.80	1138		5.45	1260		1.453		11.03 *6					(51, 58, 59)
		10.13	1314		7.13			1.499							(10, 43)
70 10 0	6.33	9.54	961	0.232	4.77			1.012							(8, 2, 50, 57)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
393		*Albizzia lebbek*, Benth.	Сирио, сирис, кокко, уольнут, альбиция, ост-индский орех	Индия				0.753*4
399		*Albizzia odoratissima*, Benth.	Суриа мара, титмагин	Цейлон				0.914*4
401		*Bauhinia variegata*, Linn.	Кохнар, бвечин, бвегийн	Индия				0.705*4
405		*Castanospermum australe*, A. Cunn.	Блек бин, черный бобовник, австралийский каштан	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.837*4
406		*Cylicodiscus gabunensis*, Harms.	Грингардт, зеленосердечник африканский, окан	З. Африка				0.934*4
407		*Dalbergia latifolia*, Roxb.	Розовое дерево остиндское, черное дерево, кала шишам	Индия				0.882*4
411		*Erythrina caffra*, Thunb.	Каффирбум, ум-синси, эритрина каффрская	Ю. Африка	в.-с.	0.250		0.240
412		*Hardwickia binata*, Roxb.	Анжан, ага, иепа	Индия				1.313*4
414		*Milletia caffra*, Meissn.	Желез. дерево каффрское, ум-зимбити	Ю. Африка				1.150*4
416*5		*Piptadenia africana*, Hook., f.	Экхими, агбоин, зеленосердечник зап.-африканский, грингардт, желт. дерево	З. Африка	а.-с.	0.665		
419		*Pterocarpus marsupium*, Roxb.	Бижасоль, венгаи, малабарское кино	Индия				0.831*4
420		*Pterocarpus santalinus*, Linn., f.	Сандальное дерево красное, лаль чанданум, калиатур, чефрас	Индия				1.202*4
423		*Sophora tetraptera*, J. Mill., var. *grandiflora*, Hook., f.	Когвай	Новая Зеландия				0.884*4
424		*Virgilia capensis*, Lam.	Кеур, виргилия	Ю. Африка				0.708*4
425		*Xylia dolabriformis*, Benth.	Железное дерево из Бурмы и Арракана, пийнкадо, пайенгаду, джамбу	Индия				0.961*4
427	*Loganiaceae*	*Buddleia salvifolia*, Lam.	Салиехут, гванги, седжевуд, шалфеево дерево	Ю. Африка				0.810*4
428		*Nuxia floribunda*, Benth.	Бузина дикая, флир, ум-квак	Ю. Африка				0.706*4
429		*Strychnos atherstonei*, Harv.	Тек капский, каджатенгут, ум-хамалала, стрихнос	Ю. Африка				0.780*4
430	*Lythraceae*	*Lagerstroemia flos-reginae*, Retz.	Пийнма, аджхар, джаруль, таман	Индия	в.-с.			0.566
433		*Lagerstroemia parviflora*, Roxb.	Прима вера индийская, дхаури, ленджия, сида	Индия				0.849*4
435		*Lagerstroemia tomentosa*, Presl.	Бурмийский лезавуд	Индия				0.802*4
436	*Magnoliaceae*	*Michelia champaca*, Linn.	Сапу, чампака, сага, михелия	Цейлон				0.638*4
437		*Michelia excelsa*, Bl.	Магнолия, бара чамп, гок, михелия	Индия				0.529*4
438	*Malvaceae*	*Hibiscus tiliaceus*, Linn.	Ум-лолья	Ю. Африка				0.760*4
439		*Thespesia populnea*, Soland.	Тюльпанное дерево, портия-дерево, сурийа	Индия				0.806*4
440	*Meliaceae*	*Cedrela toona*, Roxb.	Кедр красн., тоон, туни, пома, тхиткадо	Австралия, Индия	в.-с.			0.479

10	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Лит.
		9.29	1157		6.73			1.433							(10, 43, 48)
	7.02	10.27	1220	0.224	6.58			0.902							(54)
		3.84	370		2.90			0.981							(10, 43)
		8.87	1188		4.28	994		1.742		6.58 *6					(2, 59)
	5.44	8.98	1277		5.12			1.017							(57)
		13.64	1247		7.61										(9, 31)
10	1.17	1.93	240	0.032	1.29										(8, 12)
		11.92	1507		8.45										(31, 43)
	8.09	11.83	1714	0.198	10.30										(12)
8	6.61	11.77	1508	0.151	6.75	1530	1.47	1.377	1.712						(15, 57)
		8.73	1253		<14.02										(31)
		9.85	1271		10.00			2.620							(10, 31, 43)
	4.96	10.51	962	0.168											(3)
	6.00	8.95	1040	0.193	4.47			0.954							(55)
		10.13	1280		6.10			1.386							(31, 43)
	3.60	7.67	670	0.107	4.95										(12)
	7.21	10.42	1154	0.251	5.16			0.728							(55)
	2.64	7.08	806	0.045	5.21										(12)
11	7.37	11.87	1271	0.243	6.10			1.402				792	645	640	(31, 35, 53)
		11.46	1251		6.03			1.790							(9, 31, 43)
		10.10	1147		5.96			1.388							(9, 44)
	3.30	5.49	792	0.072	2.47			0.530							(43, 54)
		7.13	812		3.95			0.700							(10, 43)
	2.34	6.71	698	0.053	4.21										(12)
	4.16	8.20	713	0.127	4.43			0.652							(54)
12		6.93	950		5.48			1.028							(6, 31, 43, 59)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
441		*Chickrassia tabularis*, A. Juss.	Чикрасси, арродаг, йинма, читтапонг-дерево	Индия				0.785*4
442		*Chloroxylon swietenia*, DC.	Сатинвуд, ост-индское атласное дерево, шелковое дерево, бурута мутираи, лимонное дерево	Цейлон				1.031*4
443		*Dysoxylon fraserianum*, Benth.	Розовое дерево, роло-махагони	Австралия				0.726*4
444		*Dysoxylon muelleri*, Benth.	Ред-бин, розов. дерево, роло-махагони	Австралия				0.723*4
445		*Dysoxylon spectabile*, Hook., f.	Коге-коге, розовое дерево, роло-махагони	Новая Зеландия				0.678*4
446		*Ekebergia capensis*, Sparrm.	Дог-плум, собачья слива, эссегут, капский ясень	Ю. Африка			0.490	0.517
						0.520		
450		*Guarea thompsoni*, Spr. и Hutch.	Ободо-никви, кедр	З. Африка				0.774*4
451		*Khaya ivorensis*, A. Chev.	Махагони, красное дерево, огванго	З. Африка				0.668*4
452		*Khaya senegalensis*, A. Juss.	Махагони сухой области, красное дерево, огванго, гамбия махагони	З. Африка				0.513*4
453		*Melia azedarach*, Linn.	Маргоза, ним-дерево, сирень персидская или индийская, «ясень синяя», paternôtrier, лжекедр, тамага, клокочина	Цейлон				0.758*4
454		*Melia dubia*, Cav.	Лукумиделла, цейлонское махагони или кедр, малаи	Цейлон				0.327*4
456		*Pteroxylon utile*, Eckl. и Zeyh.	Чихотное дерево, снизевуд, низхут, мвери, ум-тати	Ю. Африка			0.956	0.991
						1.000		
457	*Monimiaceae*	*Doryphora sassafras*, Endl.	Сассафрас	Австралия				0.593*4
458	*Moraceae*	*Artocarpus chaplasha*, Roxb.	Каита-да, чаплаш, чрам, таунг-пеиннэ	Индия				0.545*4
460		*Artocarpus integrifolia*, Linn., f.	Жак, канталь, пеиннэ, пилля, хлебное дерево	Цейлон				0.695*4
461		*Artocarpus lakoocha*, Roxb.	Даху, миауклот, вонта, хлебное дерево	Индия				0.641*4
462		*Artocarpus nobilis*, Thw.	Дель, беди-дэль, хлебное дерево	Цейлон				0.770*4
463		*Artocarpus rigida*, Bl.	Периан, хлебное дерево	Малайский архипелаг	в.-с.			0.304
465*5		*Chlorophora excelsa*, Benth. и Hook.	Ироко, одум, банг, бенг, мвуле, африканский дуб, американский тек	З. Африка	в.-с.			0.545
466		*Ficus natalensis*, Hochst.	Смоковница дикая, ум-томби	Ю. Африка				0.410*4
469	*Myristicaceae*	*Myristica irya*, Gaertn.	Черный чуглам, малог	Индия				0.833*4
470	*Myrsinaceae*	*Myrsine melanophlaeos*, R. Br.	Бук капский, беукенгут, магона	Ю. Африка			0.663	0.743
						0.780		
473	*Myrtaceae*	*Angophora lanceolata*, Cav.	Яблонь гладкокорая	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.962*4
474		*Angophora subvelutina*, F. Muell.	Яблонь шершавокорая	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.769*4

10	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Лит.
		7.77	873		6.99										(31, 43)
	5.71	9.68	1101	0.159	5.31			1.338							(31, 43, 54)
		8.37	1333		5.06	975		1.434		10.99 *6					(19, 58, 59)
		4.07	1086		4.88	720		1.596							(59)
	4.66	5.94	1014	0.119											(3)
70 10 0	3.05	5.28	780	0.066	3.88										(8, 12)
	3.06	4.90	945		4.27			0.618							(57)
		<12.38	1079		4.56			>0.351		>4.24 *6					(11)
	2.30	4.40	867		2.87			0.533							(57)
	4.09	8.07	780	0.110	4.71			0.932							(54)
	2.08	4.02	520	0.047	2.14			0.336							(54)
25 10 0	9.09	13.41	1434	0.318	9.70			0.771							(8, 12, 48, 55)
		8.33	1382												(61)
		5.97	693		4.87			0.906							(10, 43)
	4.13	4.81	700	0.126	5.36			0.473							(31, 43, 54)
		10.76	1303		7.18			1.374							(10, 43)
	4.77	6.54	997	0.112	4.61			0.869							(54)
15	2.78	4.88	773												(21)
14	7.07	10.54	1227	0.216	5.75	1203	1.043	0.976	0.833	0.536	0.651	639	508	544	(11, 15, 18)
	2.46	3.75	528	0.064	2.76										(12)
		11.68	1341		6.52			1.318							(10, 43)
80 10 0	4.32	7.07	1089	0.103	4.34			0.794							(8, 12, 55)
		9.53	1339												(61)
		6.91	1128												(61)

*4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
477		*Eucalyptus acervula*, Hook., f.	Эвкалипт красный	Тасмания				1.026*4
478		*Eucalyptus acmenioides*, Schau.	Красное дерево светлое, белое махагони	Новый Южный Уэльс, Квинсленд	с.		0.757	
479		*Eucalyptus amygdalina*, Labill.	Перперминт черный, мятное дерево черное	Тасмания				0.930*4
480		*Eucalyptus andrewsi*, J. H. M.	Перперминт ново-английский, мятное дерево Новой Англии	Новый Южный Уэльс				0.849*4
481		*Eucalyptus australiana*, R. T. B. и H. G. S.	Перперминт узколистный, мятное дерево	Новый Южный Уэльс, Виктория				0.792*4
482		*Eucalyptus beyeri*, R. T. B.	Айронбарк, железнокорое дерево узколистное	Новый Южный Уэльс				1.146*4
483		*Eucalyptus bicolor*, A. Cunn.	Самшит наплывный, букс	Новый Южный Уэльс				1.021*4
484		*Eucalyptus botryoides*, Sm.	Бангалей, махагони, красное дерево	Квинсленд, Виктория				1.013*4
486		*Eucalyptus calophylla*, R. Br.	Марри, эвкалипт красный	З. Австралия	с. в.-с.		0.659	 0.801
487		*Eucalyptus campanulata*, R. T. B. и H. G. S.	Стринджибарк, волокнистокорое дерево	Австралия				0.833*4
488		*Eucalyptus capitellata*, Sm.	Стринджибарк коричневый, волокнистокорое дерево	Австралия				0.994*4
489		*Eucalyptus citriodora*, Hook., f.	Эвкалипт с лимонным запахом	Квинсленд				0.930*4
490		*Eucalyptus considerniana*, J. H. M.	Ясень белый	Новый Южный Уэльс				0.930*4
491		*Eucalyptus cornuta*, Labill.	Эвкалипт яте	З. Австралия	с. в.-с.		0.959	 1.015
492		*Eucalyptus corymbosa*, Sm.	Блюдвуд, кровавое дерево	Австралия				0.970*4
493		*Eucalyptus corynocalyx*, F. Muell.	Эвкалипт сахарный	Ю. Австралия				1.115*4
494		*Eucalyptus crebra*, F. Muell.	Железнокорое дерево узколистное	Австралия				1.120*4
495		*Eucalyptus delegatensis*, R. T. B.	Ясень южный горный, тасманский дуб	Новый Южный Уэльс, Виктория, Тасмания				0.657*4
496		*Eucalyptus diversicolor*, F. Muell.	Карри	З. Австралия	с. в.-с.		0.749	 0.829
497		*Eucalyptus dives*, Schau.	Перперминт, мятное дерево, мессмейт	Австралия				1.157*4
498		*Eucalyptus drepanophylla*, F. Muell.	Мессмейт, железнокорое дерево, айронбарк	Австралия				1.077*4
501		*Eucalyptus fergusoni*, R. T. B.	Кровавое дерево железнокорое, блюдвуд, айронбарк	Новый Южный Уэльс				1.162*4
502		*Eucalyptus fletcheri*, R. T. B.	Самшит речной, букс	Новый Южный Уэльс, Виктория				1.066*4
503		*Eucalyptus fraxinoides*, H. D. и J. H. M.	Ясень белый	Новый Южный Уэльс				0.722*4
504*5		*Eucalyptus globulus*, Labill.	Эвкалипт голубой, баллук	Индия *7 Новый Южный Уэльс, Виктория, Тасмания	с. в.-с. с. в.-с.		0.676 0.784	 0.806 0.787

10	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Лит.
		8.46	2132												(2)
44		10.21	1550	0.167	6.28	1713		0.971	1.041	7.39 *6					(2, 6, 24, 60)
		7.18	1960												(2)
		6.83	1017												(2)
		10.02	1446		6.41	1557		1.100		13.79 *6					(2, 59)
		12.22	1562												(2)
		8.85	1114		4.01	982		1.160		11.54 *6					(2, 24, 59)
		10.93	1468		4.99	875		1.613		12.25 *6					(2, 59)
75	6.32	7.98	1265		4.66	873		0.506		9.56 *6					(2, 20)
12	8.86	11.67	1820		6.53	1389		0.808		14.20 *6					
		9.38	1455												(2)
		12.17	1588												(2)
		8.69	1189												(2, 24)
		12.48	1637												(2)
32	8.93	11.74	1617		4.69	999		0.879		13.85 *6					(2, 20)
12	11.95	15.12	1969		8.16	1336		1.178		17.02 *6					
		9.81	1408		6.97	1354		1.373		13.88 *6					(2, 6, 7, 24, 52, 59)
		7.24	1144		4.18	718		1.526		7.61 *6					(59)
		12.25	1620		6.95	1536		1.540		12.97 *6					(2, 24, 58, 59)
		9.55	1523												(2)
54	6.04	8.09	1230		3.87	926		0.633		9.25 *6					(2, 7, 20)
12	9.53	12.16	1885		7.17	1425		0.738		13.18 *6					
		11.30			4.84					11.04 *6					(27)
		9.67	1245												(24)
		15.94	2174												(2)
		8.40	931												(2)
		13.26	1782												(2)
52	4.60	7.93	1483	0.082	3.59	2266	0.591	0.875	1.002	0.422	0.661	601	569	542	(36)
13	8.00	12.79	2242	0.163	5.83	2390	0.826	0.998	1.532	0.672	0.864	756	692	535	
42	6.22	8.47	1652		3.99	1231	-	0.728		15.07 *6					(2, 7, 20, 55, 56, 59)
12	10.54	11.99	2355		6.24	1793		0.946		18.14 *6					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
505		*Eucalyptus gomphocephala*, DC.	Туарт	Ю.-З. Австралия	с.		0.874	
					в.-с.			0.972
507		*Eucalyptus hemilampra*, F. Muell.	Махагони, красное дерево	Новый Южный Уэльс				1.058*4
508		*Eucalyptus hemiphloia*, F. Muell.	Самшит серый, самшит белый, самшит щеточный, гумтоп бокс	Австралия	с.		0.754	
					в.-с.			
					с.		0.884	
509		*Eucalyptus intermedia*, R. T. B.	Блюдвуд, кровавое дерево	Новый Южный Уэльс				1.009*4
510		*Eucalyptus jacksonii*, J. H. M.	Тингль-тингль красный, волокнистокорое дерево стринджибарк	Ю.-З. Австралия	с.		1.170	
					в.-с.			0.887
511		*Eucalyptus laevopinea*, R. T. B.	Сильвертон-стринджибарк, серебристо-вершинное волокнистое дерево	Австралия				0.802*4
515		*Eucalyptus longifolia*, Lk. и Ott.	Вуллибутт, пепперминт, мятное дерево пушисто-комельное	Новый Южный Уэльс, Виктория	с.		0.769	
517		*Eucalyptus macrorhyncha*, F. Muell.	Стринджибарк красный, волокнистокорое дерево	В. Австралия				0.877*4
518		*Eucalyptus maculata*, Hook., f.	Эвкалипт пятнистый	Новый Южный Уэльс, Квинсленд	с.		0.726	
					в.-с.			0.715?
519		*Eucalyptus marginata*, Sm.	Жарра, ярра, зап.-австралийское махагони, красное дерево	З. Австралия	с.		0.727	
					в.-с.			0.787
521		*Eucalyptus microcorys*, F. Muell.	Таллоувуд, сальное дерево, австралийский дуб	Новый Южный Уэльс, Квинсленд	с.		0.834	
					в.-с.			0.830?
524		*Eucalyptus nanglei*, R. T. B.	Гвоздичное железнокорое дерево, пинк айронбарк	Австралия				1.106*4
525		*Eucalyptus nitens*, J. H. M.	Эвкалипт серебристовершинный, самшит хворостинный	Новый Южный Уэльс, Виктория				1.127*4
527		*Eucalyptus paniculata*, Sm.	Железнокорое дерево серое, айронбарк серый	Австралия	с.		0.905	
528		*Eucalyptus paniculata*, Sm. и *Eucalyptus crebra*, F. Muell.	Айронбарк, железнокорое дерево	Новый Южный Уэльс, Квинсленд	с.		0.915	
					в.-с.			0.915
529		*Eucalyptus patens*, Benth.	Блекбут, черномельное дерево	З. Австралия	с.		0.687	
					в.-с.			0.772
534		*Eucalyptus piperita*, Sm.	Пеперминт, мятное дерево сиднейское	В. Австралия				0.918*4
535		*Eucalyptus planchoniana*, F. Muell.	Таллоувуд, сальное дерево	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.977*4
536		*Eucalyptus platyphylla*, F. Muell.	Тополь-эвкалипт	Австралия				1.111*4
538		*Eucalyptus propinqua*, H. D. и J. H. M.	Эвкалипт серый	Новый Южный Уэльс, Квинсленд	с.		0.742	
					в.-с.			0.730?

10	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Лит.
43	6.54	8.30	1146		4.91	1261		0.682		9.35 *6					(2, 7, 20)
12	11.18	12.58	1800		7.49	1332		0.925		11.60 *6					
		11.50	1608												(2)
70	7.16	8.79	1403		4.50	1300		0.591		9.77 *6					(2, 20, 24, 59)
12	10.68	11.38	1898		6.33	1673		0.759		11.53 *6					
30		12.97	1919	0.248	6.36	1794		1.132	1.315	14.78 *6					(60)
		11.92	1679												(2)
	6.23	8.51	1311		4.36			0.661		8.21 *6					(20)
12	10.39	12.78	2033		7.21			0.914		11.03 *6					
		7.13	914												(2)
40		11.51	1670	0.207	5.80	1652		1.087	1.172	14.92 *6					(2, 58, 59, 60)
		9.80	1373		6.23	1598		1.498							(2, 59)
61	6.82	8.71	1442		4.08	1167		0.647		10.95 *6					(2, 6, 20, 24, 52, 58, 59, 60)
12	10.54	11.32	1938		5.52	1863		0.668		13.57 *6					
50	5.83	7.45	1019		4.39	939		0.661		9.42 *6					(2, 20)
12	7.24	10.54	1462		6.36	1050		0.738		10.90 *6					
48	7.59	9.14	1374		4.22			0.633		9.84 *6					(2, 6, 20, 24, 52, 58, 59, 60)
12	10.68	12.02	1793		5.62			0.746		11.60 *6					
		13.72	1912												(2)
		9.99			5.54					12.75 *6					(27)
24		12.48	1867	0.213	6.62	1645		1.289	1.376	8.86 *6					(2, 6, 59, 60)
40	8.75	10.26	1530		5.45			0.787		10.54 *6					(20)
12	13.00	13.64	2390		7.80			0.934		13.07 *6					
61	5.62	7.38	1160		3.58	876		0.626		9.31 *6					(20)
12	7.73	9.98	1406		5.94	927		0.795		11.04 *6					
		9.80	1653		4.62	1258		1.365		13.63 *6					(2, 58)
		14.12	1912												(2)
		11.16	1182												(24)
64	6.54	8.02	1237		4.96	1054		0.619		8.65 *6					(6, 4)
12	10.48	11.24	1968		5.91	1371		0.731		12.23 *6					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
539		*Eucalyptus punctata*, D. C.	Эвкалипт серый	Новый Южный Уэльс, Квинсленд	с.		0.867	
540		*Eucalyptus raveretiana*, F. Muell.	Самшит тозетский, железное эвкалиптовое дерево	Квинсленд				1.133*4
542		*Eucalyptus regnans*, F. Muell.	Эвкалипт гигантский, эвкалипт бледный	Виктория, Тасмания	с.		0.594	
					в.-с.			0.587?
543		*Eucalyptus resinifera*, Sm.	Махагони красное, махагони лесное	Новый Южный Уэльс, Квинсленд	с.		0.812	
					в.-с.			0.802?
544		*Eucalyptus robusta*, Sm.	Махагони бледное	В. Австралия				0.913*4
545		*Eucalyptus rostrata*, Schl.	Мурреев красный эвкалипт, махагони	В. Австралия	с.		0.712	
					в.-с.			0.701?
546		*Eucalyptus saligna*, Sm.	Эвкалипт наплывный голубой, сиднейский	Новый Южный Уэльс, Квинсленд	с.		0.681	
					в.-с.			0.672?
549		*Eucalyptus siderophloia*, Benth.	Айронбарк красный, широколистное железнокорое дерево	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				1.161*4
551		*Eucalyptus squamosa*, H. D. and J. H. M.	Айронвуд, чешуйчатый красный эвкалипт	Новый Южный Уэльс				1.090*4
554		*Eucalyptus erminalis*, F. Muell.	Блюдвуд, бледное кровавое дерево	Австралия				1.158*4
555		*Eucalyptus tesselaris*, F. Muell.	Карбин, ясень моретоновой бухты	Ю. Австралия, Новый Южный Уэльс, Виктория, Тасмания				1.142*4
556		*Eucalyptus viminalis*, Labill.	Эвкалипт ленточный, манный эвкалипт	Австралия				0.974*4
557		*Eucalyptus virgata*, Sieb.	Ясень горный Айронбарк, железнокорое дерево	Австралия Тасмания				0.877*4
561		*Eugenia cordata*, Laws.	Ватербесже, ум-дони, мутва	Ю. Африка				0.700*4
563		*Eugenia jambolana*, Lam.	Джаман, черная слива, табийе	Индия				0.769*1
568		*Leptospermum ericoides*, A. Rich.	Манука, чайное дерево	Новая Зеландия				0.943*1
572		*Planchonia andamanica*, King.	Бамбве красное	Индия				
573		*Rhodamnia argentea*, Benth.	Мирт серебристый	Новый Южный Уэльс				0.817*4
575		*Tristania conferta*, R. Br.	Самшит щеточный, букс	С. Австралия, Новый Южный Уэльс	с.		0.738	
					в.-с.			0.730?
576		*Tristania laurina*, R. Br.	Камедное дерево водное	В. Австралия				0.962*4
577		*Tristania suaveolens*, Sm.	Махагони бледное, красное дерево	Новый Южный Уэльс				0.905*4
578*5	*Ochnaceae*	*Lophira procera*, A. Chev.	Айронвуд, железное дерево, каку, экки	З. Африка	в.-с.			0.930
581	*Oleaceae*	*Fraxinus excelsior*, Linn.	Ясень обыкновенный	Британские острова	в.-с.	0.55—0.78		
582		*Noronhia broomeana*, Horne	Сандал	о. Маврикия				0.891*4
583		*Notelaea ligustrina*, Vent.	Сильквуд, шелковое дерево, тасманное железное дерево	Новый Южный Уэльс, Виктория, Тасмания				1.043*4

10	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Лит.
33		11.22	1625	0.190	6.32	1504		1.181	1.257	10.42 *6					(2, 60)
		8.36	869												(24)
70	4.29	6.15	1265		2.95			0.492		10.54 *6					(2, 20)
12	9.00	10.19	2320		5.06			0.738		13.63 *6					
52	7.86	9.28	1371		4.31			0.647		10.90 *6					(2, 6, 20, 24, 49, 58, 60)
12	10.19	11.60	1897		6.01			0.689		14.34 *6					
		9.18	1388		5.02	1207		1.100		10.82 *6					(2, 58, 59)
40	3.58	4.78	521		2.64			0.710		4.98 *6					(2, 20, 59)
12	6.75	7.31	990		3.80			1.027		6.29 *6					
67	6.89	8.22	1301		4.39	1090		0.619		10.87 *6					(2, 20, 24, 52, 59, 60)
12	10.90	11.39	1877		6.01	1850		0.773		13.29 *6					
		12.18	1649		58.3	1170		1.112		10.33 *6					(2, 24, 52, 59)
		4.47	641												(2)
		10.62	1134												(24)
		10.03	1028												(24)
		8.30	1262		3.92	875		0.936		9.32 *6					(2, 27, 59)
		8.76	1481		5.32	1268		1.483		12.24 *6					(2, 58, 59)
	2.18	5.58	869	0.032	3.79										(12)
		7.59	839		6.21										(31, 43)
	5.82	12.10	1164	0.165											(3)
		8.26			3.85			1.378							(9)
		12.15	1416												(61)
65	6.47	7.91	1143		3.48			0.633		9.04 *6					(2, 20, 24, 60)
12	10.33	11.04	1743		5.20			0.843		11.74 *6					
		9.56	1458												(61)
		7.54	827												(2, 24)
17	9.73	16.08	1919	0.250	7.35	1921	1.701	1.640	1.863	0.861	1.324	1952	1727	1727	(11, 18)
	3.76	11.53	1287		5.86										(5)
	6.44	10.18	1300		6.26			0.324							(63)
	5.67	13.15	1099	0.184											(3)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
586		*Olea laurifolia*, Lam.	Черное железное дерево, регте цварте иизергут, игкванце	Ю. Африка			0.802	0. 897
						0.940		
587		*Olea verrucosa*, Link.	Маслина дикая, оливенгут, ум-нгквма	Ю. Африка				1.122*4
588	*Oliniaceae*	*Olinia cymosa*, Thunb.	Груша твердая горная, сатиобэ	Ю. Африка				0.890*4
589	*Palmae*	*Borassus flabellifer*, Linn.	Таль, тан, тодди, пальмирская пальма, делеб	Индия				0.802*4
	Pinaceae, см. *Coniferae*							
594	*Proteaceae*	*Banksia serrata*, Linn.	Хонейсекль	Австралия				0.802*4
595		*Banksia verticillata*, R. Br.	Банксия речная	З. Австралия	с.		0.473	0.501
596		*Embothrium wickhamii*, Hill. и F. Muell.	Атласно-шелковый дуб	Австралия				0.529*4
597		*Grevillea hilliana*, F. Muell.	Шелковый дуб красный	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.994*4
600		*Orites excelsa*, R. Br.	Шелковый дуб	Австралия				0.593*4
601		*Stenocarpus salignus*, R. Br.	Бифвуд, мясное дерево	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.817*4
604	*Rhamnaceae*	*Alphitonia excelsa*, Reiss.	Ясень красный	Квинсленд				0.737*4
606		*Rhamnus zeyheri*, Sond.	Слоновая кость красная, ум-нини, ниере	Ю. Африка			0.806	0.925
						0.970		
607		*Zizyphus jujuba*, Lam.	Ююба, джюджюбетри, гаутаи, унаби	Индия				0.784*4
608*5	*Rhizophoraceae*	*Anisophyllea laurina*, R. Br.	Обезьянья яблонь	З. Африка	в.-с.			0.708
617	*Rubiaceae*	*Adina cordifolia*, Hook., f.	Хальду, хнав, банза	Индия				0.721*4
620		*Plectronia mundtii*, Poepp.	Ольха скалистая, клип эссе, сандуляна	Ю. Африка				0.830*4
622	*Rutaceae*	*Acronychia baueri*, Schott.	Ясень щеточный, брэш-эш	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.849*4
623		*Calodendron capense*, Thunb.	Каштан дикий, кастаньегут, моэакалела, ум-баба	Ю. Африка				0.620*4
626		*Flindersia australis*, R. Br.	Тек колониальный, ясень вороний, кроус-эш, моа, флиндоза	Новый Южный Уэльс, Квинсленд	с.		0.747	
629		*Flindersia ifflaiana*, F. Muell.	Гикори Кернса, квинслендская гикори	Квинсленд				0.928*4
630		*Flindersia oxleyana*, F. Muell.	Лонг-джек, «длинный джек»	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.737*4
631		*Murraya exotica*, Linn.	Сатиновое дерево, марчула	Индия				0.994*4
632		*Toddalia lanceolata*, Lam.	Железное дерево белое, мароого	Ю.Африка			0.715	0.787
						0.820		
633		*Xanthoxylum thunbergii*, DC.	Кнобторн, кнопес, дорн, ум-нунгумабеле	Ю. Африка				0.940*4
635	*Salicaceae*	*Salix caprea*, Linn.	Ива	Британские острова				0.490*4
639	*Sapindaceae*	*Cupania anacardioides*, A. Rich.	Карротвуд, морковное дерево, туккероо	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.833*4

10	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Лит.
50															
10	6.66	11.45	1460	0.183	7.16			0.769							(8, 12, 48, 55)
0															
	4.45	10.07	1116	0.100	6.47			1.258							(12)
	3.92	8.18	744	0.111	5.70			0.958							(8, 12, 55)
		11.12	1490		8.36										(31, 43)
		9.54	1168												(61)
100	5.12	7.24	807					0.773		5.62 *6					(20)
		8.01	831												(61)
		13.52	1963												(2, 61)
		7.24	1003												(61)
		12.40	1554												(61)
		10.74	1222												(61)
60															
10	4.69	9.86	1252	0.098	9.56										(12)
0															
	4.11	5.48	672	0.140	4.37			0.713							(54)
15	6.97	9.26	1175	0.215	4.49	1279	1.272	0.797	1.356						(17)
		7.75	990		7.34										(31, 43)
	3.16	7.53	908	0.057	5.89										(12)
		13.38	1649												(61)
	3.52	7.53	855	0.091	4.30										(12)
25		8.10	1145	0.136	5.34	1113		0.992	1.043	14.42 *6					(2, 6, 52, 58, 59, 60)
		11.42	1550												(24)
		13.33	1645												(2, 61)
		10.80	1228		7.51			2.162							(10, 43)
40															
10	5.48	11.58	1230	0.148	6.49										(8, 12, 48)
0															
	3.66	8.03	1139	0.071	5.05										(12)
			832		3.24										(19)
		12.96	1684												(61)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
640		*Diploglottis cunninghamii*, Hook., f.	Тамаринд местный	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.641*4
641		*Harpullia pendula*, Planch.	Тюльпанное дерево	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.930*4
643		*Ratonia tenax*, Benth.	Брэш-тек, щеточный тек	Новый Южный Уэльс, Квинсленд				0.733*4
644		*Sapindus trifoliatus*, Linn.	Соапнут, мыльный орех, рита	Индия				1.026*4
649	*Sapotaceae*	*Mimusops caffra*, E. Mey.	Ред мильквуд, молочное дерево красное, чоле, ум-тунзи	Ю. Африка				0.850*4
650		*Mimusops elengi*, Linn.	Букаль, мульсари, кайя	Индия				0.961*4
651		*Mimusops littoralis*, Kurz.	Андаман, буллетвуд, догала, катпали	Индия				1.058*4
652		*Mimusops obovata*, Sond.	Красное молочное дерево, ум-тунзи, амазетоле	Ю. Африка				0.910*4
656		*Sideroxylon inerme*, Linn.	Белое молочное дерево, витге, мелькгут,	Ю. Африка				0.990*4
657	*Saxifragaceae*	*Anopterus glandulosus*, Labill.	Лавр местный	Австралия				0.750*4
659	*Scrophulariaceae*	*Halleria lucida*, Linn.	Ум-бинза	Ю. Африка				0.910*4
665	*Sterculiaceae*	*Heritiera littoralis*, Dryand.	Зеркальное дерево, чомунтри, сундри	Цейлон				1.209*4
666		*Pterospermum suberifolium*, Lam.	Вуинауку, винколь	Цейлон				0.648*4
668		*Tarrietia trifoliolata*, F. Muell.	Ставевуд, бочарное дерево	Австралия	в.-с.			0.838
672	*Tiliaceae*	*Berria ammonilla*, Roxb.	Хальмилла, петвун, тринкомаливуд	Цейлон				0.801*4
673		*Echinocarpus australis*, Benth.	Мейденс-блуш, девичий румянец	Австралия				0.513*4
674		*Entelea arborescens*, R. Br.	Корквуд, пробковое дерево	Новая Зеландия				0.189*4
676	*Ulmaceae*	*Aphananthe philippinensis*, Planch.	Вяз местный, австралийская гикори	Квинсленд, Новый Южный Уэльс				0.737*4
677		*Celtis rhamnifolia*, Prest.	Камдебоо, стинкгут, ум-вумву, витгальбум	Ю. Африка			0.636	0.699
679		*Trema guineensis*, Priemer	Пиджонвуд, ум-бенгеле	Ю. Африка		0.730		0.450*4
680		*Ulmus* spp.	Вяз	Британские острова	в.-с.	0.570—0.794		
682	*Urticaceae*	*Villebrunea integrifolia*, Gaud.	Бан коткора, липик	Индия				
685	*Verbenaceae*	*Gmelina arborea*, Roxb.	Ямане, гамхар	Индия				0.577*4
686		*Gmelina leichhardtii*, F. Muell.	Бук белый	Австралия				0.787*4
687*5		*Tectona grandis*, Linn., f.	Тек, сака, садж, сагун, джати, ост-индский дуб	Индия	с.		0.581	
					в.-с.			0.582
					а.-с.	0.599		
688		*Vitex altissima*, Linn.	Милла, немили-адагу, маила	Индия				0.977*4

*1 Редакция Справочника ТЭ сочла возможным не включать в настоящий список те экзотические породы, кото *2 с.—свежесрубленная, в.-с.—воздушносухая, а.-с.—абсолютносухая. *3 Для британских древесных пород со шого количества деревьев, порядковый № которых (в столбце 1) отмечен выноской (*5), отсылающей к таблице на влажности. *5 Данные для столбцов 18, 20—24 см. продолжение настоящей табл., стр. 62. *6 Растяжение

10	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	Лит.
		9.79	1363												(2, 61)
		12.87	1711												(2, 61)
		6.45	1163												(61)
		8.38	992		6.37				2.075						(10, 43)
	3.40	6.70	881	0.078	5.51										(12)
		16.35	1697		7.89				2.095						(10, 43)
		8.53	1008		5.42										(10, 43)
	2.58	8.62	844	0.044	4.62				.101						(12, 48)
	2.82	8.06	973	0.046	4.41										(12)
	4.20	7.09	576	0.177											(3)
	3.91	9.38	1145	0.071	6.00										(12)
	5.65	10.18	1161	0.144	4.62				0.937						(54)
	3.08	6.69	677	0.074	3.05				> 0.342						(54)
18		9.84÷11.82			7.38÷13.28										(6, 24)
	6.21	10.87	1230	0.168	5.42				0.584						(43, 54)
		6.68	870												(61)
	6.58	1.62	200	0.013											(3)
		9.78	1284												(61)
60 10 0	4.04	8.32	1200	0.082	5.54										(8, 12)
	1.88	4.65	739	0.030	3.81										(12)
	4.86	9.97	1470		7.10						9.56 *6				(1, 5, 25)
		5.40	583		3.19				0.855						(10)
		7.45	1044		4.03				0.851						(9, 31)
		5.39	1006		4.68	960			1.211		6.28 *6				(59, 61)
56	4.73	7.63	1093	0.116	3.88	1291	0.734	0.721	0.828	0.399	0.508	405	450	449	(10, 31, 32, 38, 43)
12	6.09	9.04	1195	0.176	5.37	1317	0.969	0.939	0.920	0.391	0.502	456	467	485	
9	6.74	10.19	1243	0.209	5.86	1242	1.124	0.884	1.030	0.590	0.734	474	477	535	
	5.74	10.38	1136	0.161	4.91			0.806							(54)

рые не представляют интереса для советского читателя. Нумерация подлинника I.C.T. тем не менее сохранена. всем отсутствуют данные для столбцов 11, 12, 13 и 19, а для столбцов 18, 20—24 они имеются лишь для неболь- стр. 62. *4 Кажущаяся плотность определена простым отношением веса и объема во время испытания, без учета вдоль волокон. *7 Породы не местного происхождения.

ФИЗИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В БРИТАНСКОЙ ИМПЕРИИ. (Продолжение.)

Порядковый №	Статический изгиб	Динамический изгиб (вес бабы 22.68 *кг*)				Сжатие вдоль волокон	Порядковый №	Статический изгиб	Динамический изгиб (вес бабы 22.68 *кг*)				Сжатие вдоль волокон
	Работа до наибольшей нагрузки *1	Предел упругости *2	Модуль упругости *2	Работа до предела упругости *1	Высота падения, вызывающая полное разрушение *3	Предел упругости *2		Работа до наибольшей нагрузки *1	Предел упругости *2	Модуль упругости *2	Работа до предела упругости *1	Высота падения, вызывающая полное разрушение *3	Предел упругости *2
1	18	20	21	22	23	24	1	18	20	21	22	23	24
217		8.51	1107	0.375	69	2.18	271		9.01	1550	0.297	66	2.21
		14.02	1747	0.612	74	3.76	273		8.13	1205	0.309	61	2.13
235		14.10	1950	0.572	112	3.08			9.32	1662	0.301	61	2.18
236		12.73	1467	0.613	144	2.16	301		10.70	1482	0.443	74	1.71
242	0.222					3.08			13.04	1553	0.629	76	2.86
243		12.46	1615	0.552	99	2.74							4.22
		18.11	2442	0.745	122	3.42	320		13.44	1792	0.569	101	3.53
		16.70	2230	0.707	127	3.60	416	0.556					4.68
247		7.77	1280	0.266	48	2.82	465	0.773					5.28
256		7.27	851	0.358	58	1.89	504		12.45	1703	0.508	104	2.27
259		8.51	1009	0.398	51	2.13			16.24	2604	0.602	135	3.79
						3.05	578	2.355					5.96
						4.58	608	0.668					3.73
260		5.26	618	0.251	36	0.77	687		11.15	1434	0.487	84	2.75
261		7.28	886	0.348	43	1.17			12.75	1605	0.564	65	3.37
271		8.26	1331	0.285	53	2.14			12.74	1781	0.512	74	3.64

*1 *кгсм см*$^{-3}$. *2 *кг мм*$^{-2}$. *3 *см*.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

(1) Australia, Minister for Lands and Agriculture, Notes on Timbers of Western Australia suitable for Railways Engineering Works and Constructional Purposes Generally, Perth, 1906. (2) Baker, Hardwoods of Australia and their Economics, Sydney, Gullick, Gov't Printer, 1919. (3) Balfour, Results of a Series of Experiments on the Strength of New Zealand and Other Colonial Woods. Published in Reports on the Durability of New Zealand Timber in Constructive Works, etc. Wellington, Gov't Printer, 1875. (4) British Empire Forestry Conference, London, 1920, Forestry in New Zealand. (5) British Empire Forestry Conference, London, 1920, Forestry in the United Kingdom. (6) British Empire Forestry Conference, London, 1920, Forestry in Queensland. (7) Campbell, *251*, **16:** 6; 80. (8) Eckbo and Scott, *389*, **8:** 9; 25. (9) Empire Timber Exhibition. Catalogue of Exhibits, prepared by the Dep't of Overseas Trade, London, 1920.

(10) Everett, *390*, No. **6**; 06. (11) Foster, Notes on Nigerian Trees and Plants, Guildford, 1914. (12) Fourcade, Report on the Natal Forests, Pietermaritzburg, 1889. (13) Imperial Forestry Conference, Ottawa, Forests and Forestry in New Zealand, Wellington, Skinner, Gov't Printer, 1923. (14) Imperial Institute, *257*, **17:** 277; 19. (15) Imperial Institute, *257*, **21:** 444; 23. (16) Imperial Institute, *257*, **22:** 280; 24. (17) Imperial Institute, *257*, **23:** 8; 25. (18) Imperial Institute, *257*, **24:** 26. (19) Jenkins, Report on Materials of Construction used in Aircraft and Aircraft Engines. Aeronautical Research Committee, London, 1920.

(20) Julius, Western Australian Timber Tests 1906 (and Supplement), 4th ed., abridged, Perth, 1918. (21) Kent, Report on the Results of Mechanical Tests carried out on some Malayan Timbers. Federated Malay States, Gov't Press, Kuala Lumpur, 1920. (22) Kenya, Colony and Protectorate of, Report of Forest Department, Nairobi, 1923. (23) Kenya, Colony and Protectorate of, Report of Forest Department, Nairobi, 1924. (24) Mac-Mahon, Merchantable Timbers of Queensland, Brisbane, Vaughan, Gov't Printer, 1905. (25) Molesworth, Pocket Book of Useful Formulae and Memoranda for Civil, Mechanical and Electrical Engineers, 28th ed., London, Spon, 1924. (26) New South Wales, Report of the Forestry Commission, Sydney, 1919—20. (27) New South Wales, Report of the Forestry Commission, Sydney, 1917—18. (28) New Zealand State Forest Service, Curcular No. **1**, Wellington, 1922. (29) New Zealand State Forest Service, Current Tests of Timber Strengths. Published by Branch of Forest Products, 1925.

(30) Rodger, *390*, No. **49**; 22. (31) Rogers, Manual of Forest Engineering for India, **I.** Calcutta, 1900. (32) Pearson, *390*, No. **14**; 13. (33) Pearson, *390*, No. **36**; 17. (34) Pearson, *390*, No. **39**; 19. (35) Pearson, *390*, No. **40**; 20. (36) Pearson, *260*, **7:** Part 6; 19. (37) Schneider, Bureau of Forestry, P. I., Bulletin No. **14**. Manila, Bureau of Printing, 1916. (38) Seaman, *260*, **10:** Part 7; 24. (39) Seaman, *391*, **48:** 34; 22.

(40) Seaman, *391*, **50:** 459; 24. (41) Seaman, *391*, **51:** 151; 25. (42) Seaman and Kamesam, *391*, **50:** 298; 24. (43) Troup, Indian Woods and Their Uses, Indian Forest Memoirs, Economic Products Series, **I**, No. 1, Calcutta, Sup't of Gov't Printing, 1909. (44) Troup, *392*, No. **10**; 09. (45) Troup, *392*, No. **11**; 09. (46) Troup, *392*, No. **13**; 09. (47) Troup, *392*, No. **14**; 09. (48) Unwin, *257*, **1:** 73; 95. (49) Unwin, *257*, **1: 118**; 95.

(50) Unwin, *257*, **1:** 201; 95. (51) Unwin, *257*, **1:** 242; 95. (52) Unwin, *257*, **1:** 287; 95. (53) Unwin, *257*, **2:** 444; 96. (54) Unwin, *257*, **5:** 124; 99. (55) Unwin, *257*, **6:** 40; 00. (56) Unwin, *257*, **6:** 208; 00. (57) Unwin and Dalby, *257*, **6:** 144; 08. (58) Warren, Strength and Elasticity of New South Wales Timbers of Commercial Value. Sydney, Potter, Gov't Printer, 1887. (59) Warren, Australian Timbers, Sydney, Potter, Gov't Printer, 1892.

(60) Warren, Strength, Elasticity and Other Properties of New South Wales Hardwood Timbers. Sydney, Gullick, Gov't Printer, 1911. (61) Welch, New South Wales Technological Museum, Bulletin No. **6**, Sydney, 1923. (62) Wilson, *390*, No. **60**; 25. (63) Dalby, *257*, **8:** 11; 10.

ДРЕВЕСНЫЕ ПОРОДЫ ДАНИИ.

E. Suenson.

(О методах испытания см. специальную датскую литературу.)

Порядковый №	Род и вид	Местное название	Кажущаяся плотность воздушносухой древесины	Влажность	Статический изгиб			Сжатие		Лит.
					Предел упругости	Коэффициент крепости	Модуль упругости	вдоль волокон	поперек волокон	
								Коэффициент крепости	Предел упругости	
			г см$^{-3}$	% от веса абсолютносухой древесины	*кг мм*$^{-2}$			*кг мм*$^{-2}$		
1	3	4	9	10	14	15	16	25	27	
690	*Abies pectinata*	Эдельгрен, пихта европейская или гребенчатая свирка	0.440	15				3.60		(2)
691	*Picea abies* L. *1	Редгрен	0.430	18	3.23	5.57	880	2.95	0.00	(3)
			0.474	15	4.06					(1,2)
692	*Pinus laricio* v. *Austriaca*, Endl.	Сосна австрийская, сосна черная	0.506	14.2				2.93		(2)
693	*Pinus montana*, Mill.	Бьергфир, горная сосна, сосновый сланец	0.487—0.564	12.4				2.97—5.56		(2)
694	*Pseudotsuga douglasii*, Carr.	Дуглази, дугласова сосна	0.490	15				3.24		(2)
695	*Quercus robur*, L. *2	Эг, дуб зимний	0.740	17	3.94	8.53	910	4.20	0.58	(3)

*1 Коэффициент крепости на растяжение 4.30—7.80 *кг мм*$^{-2}$ при 33—49% влажности (1). *2 *Quercus pedunculata*, Ehrh.=*Quercus sessiliflora*, Sm.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

(1) Hornemann, Tidsskrift for Skovbrug, **11**: 294; 89. (2) Meldahl, Tidsskrift for Skovvoesen, **5B**: 1; 93. (3) Suenson, Troe og Plantestoffer, Kjøbenhavn, 1922.

ДРЕВЕСНЫЕ ПОРОДЫ ГОЛЛАНДСКОГО ОСТ-ИНДСКОГО АРХИПЕЛАГА.

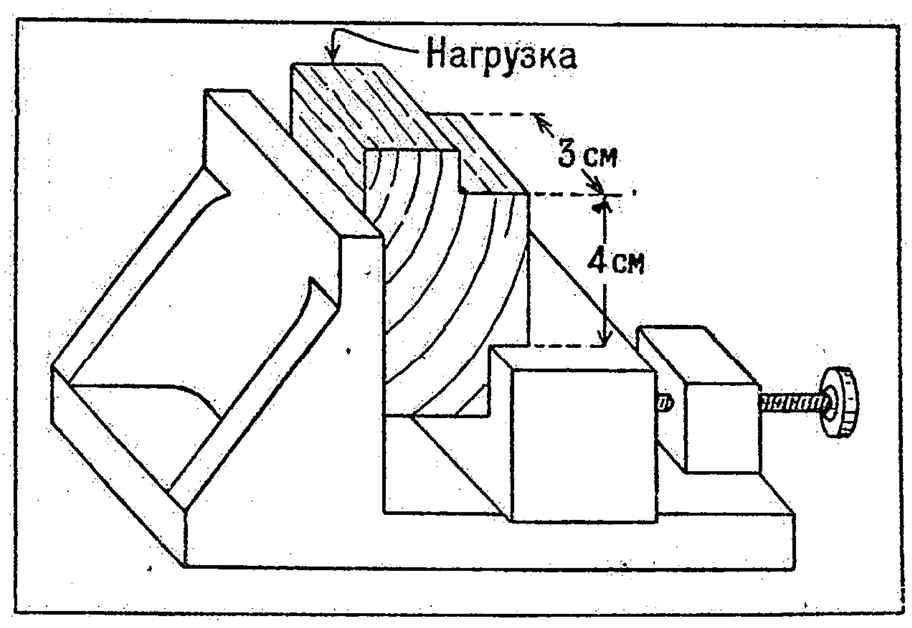
Институт по изучению леса, Буитензорг (Buitenzorg), Ява.

Приводимые ниже величины были получены Институтом по изучению леса в соответствии со стандартными методами испытаний, установленными на IV Конгрессе Международного союза для испытания материалов (Брюссель, сентябрь, 1906), за исключением следующих второстепенных отклонений:

1. Скорость нагружения при испытаниях на изгиб и на сжатие была взята 50 вместо 20 *кг см*$^{-2}$ в минуту.

2. При испытаниях на скалывание употреблялись образцы показанной на чертеже формы.

Приводимые величины являются средними из испытаний 4—10 образцов, взятых от двух или более деревьев, произраставших в разных местностях; только в отношении *Swietenia mahogani* Jack. и *Tectona grandis* L., выращиваемых на Яве, было сделано от 30 до 40 испытаний. Все образцы были высушены на воздухе до средней влажности, показанной в таблице.



Испытание на скалывание.

Порядковый №	Ботаническое название: семейство	Ботаническое название: род и вид	Ходовое, местное, рыночное названия	Кажущаяся плотность воздушносухой древесины	Влажность воздушносухой древесины	Статический изгиб: Предел упругости	Статический изгиб: Коэффициент крепости	Статический изгиб: Модуль упругости	Статический изгиб: Работа до предела упругости	Статический изгиб: Работа до наибольшей нагрузки	Сжатие вдоль волокон: Предел упругости	Сжатие вдоль волокон: Коэффициент крепости	Сжатие вдоль волокон: Модуль упругости	Скалывание: радиальное	Скалывание: тангенциальное	Твердость: торцевая
				$г\ см^{-3}$	% от веса по печной сушке	$кг\ мм^{-2}$			$кгмм\ мм^{-3}$		$кг\ мм^{-2}$					$кг\ см^{-2}$
1	2	3	4	9	10	14	15	16	17	18	24	25	26	28	29	32
700	*Anacardiaceae*	*Buchanania arborescens*, Bl.	Попоган	0.48	16	3.20	6.83	900	0.0006	0.00593	1.74	3.47	930	0.67	0.78	431
701		*Gluta renghas*, L.	Ренгхас	0.64	14	3.70	6 04	1260	0.00027	0.00333	3.30	4.74	1190	0.87	0.92	514
703	*Casuarinaceae*	*Casuarina equisetifolia*, Forst.	Хемара, казуарина	0.71	19	5.70	9.55	1440	0.00127	0.00333	3.16	5.41				763
705	*Dipterocarpaceae*	*Dryobalanops camphora*, Colebr.	Капур	0.68	15	6.49	11.10	1585	0.00147	0.00814	4.31	6.18	1960	0.92	1.17	575
708		*Hopea mengerawan*, Miq.	Мераван	0.57	14	6.35	8.00	1495	0.00186	0.00974	3.06	5.04	1400	0.68	0.87	583
710		*Shorea balangeran*, Burck.	Белангиран	0.73	17	5.00	9.95	1212	0.00113	0.01053	3.16	5.09	1523	0.74	0.75	521
713	*Flacourtiaceae*	*Homalium tomentosum*, Bth.	Длингсем	0.81	16	5.90	12.50	1410	0.00140	0.01467	3.47	6.32	1560	1.03	1.41	1122
714	*Hamamelidaceae*	*Altingia excelsa*, Nor.	Разамала	0.75	18	5.66	9.76	1365	0.00130	0.00730	3.20	5.72	1535	0.91	1.13	546
715	*Lauraceae*	*Eusideroxylon zwageri*, T. и B.	Иизергут, железное дерево, онгленбелиан	0.85	15	7.88	13.89	1522	0.00227	0.01147	4.03	7.46	1650	1.01	1.44	1120
716	*Leguminosae*	*Dalbergia latifolia*, Roxb.	Соно клинг, яванский палисандр, сиссоо, индийское розовое дерево	0.75	14	5.35	13.27	1387	0.00120	0.01567	3.15	6.36	1508	1.22	1.16	953
718	*Meliaceae*	*Swietenia macrophylla*, King.	Махагони, красное дерево	0.54	15	4.57	6.73	817	0.00147	0.00433	2.55	4.27	853	0.92	0.87	530
719		*Swietenia mahogani*, Jack.	Махагони, красное дерево	0.54	14	4.66	7.10	890	0.00147	0.00933	2.20	4.04	925	0.83	0.98	435
721	*Moraceae*	*Artocarpus elastica*, Reinw.	Бендо, хлебное дерево, жак	0.35	15	3.06	4.47	810	0.00067	0.00341	1.52	2.92	735	0.47	0.48	260
724	*Sapindaceae*	*Schleichera oleosa*, Merr.	Кезамби, шеллак	0.88	16	6.11	11.56	1680	0.00133	0.00893	3.07	5.91	1490	1.15	1.79	1428
725	*Sterculiaceae*	*Pterospermum javanicum*, Jungh.	Бажур, амбоин, киабока	0.44	17	4.45	7.55	920	0.00120	0.00833	2.63	3.68	1095	0.56	0.74	382
726	*Taxaceae*	*Podocarpus imbricata*, Bl.	Арух, джамудю ки хемара, желтое дерево	0.45	17	3.80	5.89	647	0.00133	0.00433	1.65	3.14				355
728	*Tiliaceae*	*Actinophora fragrans*, R. Br.	Валикукун	0.85	18	6.83	14 52	1520	0.00172	0.01974	4.26	7.10	1930	1.24	1.56	1220
729	*Ulmaceae*	*Celtis wightii*, Planch.	Пенджалинан	0.72	16	4.20	11.60	1420	0.00070	0.02151	2.34	4.96	1590	1.13	1.31	775
73)	*Verbenaceae*	*Tectona grandis*, Lin., f.	Джати, тек, ост-индский дуб	0.59	14	5.75	8.90	1410	0.00193	0.01000	3.00	4.90	1316	0.82	0.97	396

Порядковый №	Ботаническое название: семейство	Ботаническое название: род и вид	Местное и рыночное названия	Кажущаяся плотность древесины: свежесрубленной	Кажущаяся плотность древесины: воздушно-сухой	Кажущаяся плотность древесины: абсолютно-сухой	Влажность свежесрубл.древ.,%	Статический изгиб: Предел упругости	Статический изгиб: Коэфиц. крепости	Статический изгиб: Модуль упругости	Статический изгиб: Работа до предела упругости	Сжатие вдоль волокон; коэф.креп.	Сжатие поперек волокон	Скалывание вдоль волокон	Растяжение вдоль волокон	Твердость *1: торцевая	Твердость *1: радиальная	Твердость *1: тангенциальная
				г см⁻²				кг мм⁻²			*12	кг мм⁻²				см		
1. Уравнения, выражающие зависимость механических свойств от плотности.																		
1	2	3	4	8	9	7	10	14*2	15*3	16*4	17*5	25*6	27*7	*8	*9	32	33	34
2. Результаты испытаний—величины механических свойств, выраженные в % от величин, полученных из уравнений.																		
751	*Aceraceae*	*Acer japonicum*, Thunb.	Хаучихакаеде, японский клен		0.72	0.60			98	88		87		105	71		0.15—0.18	0.12—0.27
752		*Acer palmatum*, Thunb.	Каеде, клен пальмовидный	0.96	0.70	0.60	60		85	145		83		116	136	0.54	0.36	0.36
753		*Acer pictum*, Thunb., var. *typicum*, Koidz. *Acer Mono*.	Итайякаеде, клен манджурский	0.86	0.67	0.57	54		83	90		100		98	99	1.08	0.18	
754		*Acer rufinerve*, S. и Z.	Урихад акаеде	0.88	0.59	0.51	73		84	96		87		117	108	2.10		
755	*Anacardiaceae*	*Rhus vernicifera*, DC.	Уруши, лаковое дерево	0.88	0.51	0.44	100		118	105		136			127	0.09		
756	*Aquifoliaceae*	*Ilex crenata*, Thunb.	Инуцуге	1.04	0.72	0.63	65		74			81			75			
757		*Ilex macropoda*, Miq.	Аохода		0.66	0.57			106			108				0.12		
758	*Araliaceae*	*Kalopanax ricinifolius*, Miq.	Харигури, чертово дерево	0.83	0.54	0.47	75		105	105		91	99	101	84	1.08	0.42	0.36—0 42
759	*Betulaceae*	*Alnus firma*, S. и Z., var. *sieboldiana*, Winkel.	Яшабуши		0.64	0.55			72	54		76		91		0.45		
760		*Alnus incana*, Willd., var. *sibirica* Spach.	Ямаханноки, ольха серая, сибирская	0.75	0.50	0.40	88		72	55		90			99	3.00	0.90	0.90
761		*Alnus japonica*, S. и Z.	Ханноки, ольха японская	0.69	0.50	0.42	60		95	77		101		87	96	3.00		
762		*Betula carpinifolia*, S. и Z.	Мидзуме		0.77	0.66		83	85	81	98	87		108	84			
763		*Betula ermanni*, Cham. и Schl., var. *japonica*, Koidz.	Макамба	1.01	0.63	0.55	84		127	132		107			107			
764		*Betula japonica*, Sieb.	Ширакамба, береза японская		0.70	0.60		75	84	77	123	88		101	110	1.05	0.36	0.18—0 12
765		*Betula maximowicziana*, Regel.	Саихадакамба		0.68	0.58			118	72		96				0.06		
766		*Betula schmidtii*, Regel.	Оноорекамба		0.86	0.75			120	146		122		125	103	0.03		
767		*Betula ulmifolia*, S. и Z.	Иогузоминебари	0.91	0.70	0.60	52	110	107	155	116	109	90		97	0.03		
768		*Carpinus cordata*, Bl.	Савашиба	0.93	0.71	0.57	63		110	114		100		111		0.09		
769		*Carpinus japonica*, Bl.	Кумашиде, японский граб	1.00	0.72	0.58	72		133	93		104		137	129			0.06
770		*Ostrya italica*, Scop., var. *virginiana*, Winkel.	Асада		0.70	0.60			89	90		109	79	110	77	0.06	0.21	0.12
771	*Buxaceae*	*Buxus japonica*, Muell. Arg.	Цуге, самшит японский, букс японский	1.01	0.75	0.65	55		124	70		91				0.03		
772	*Cornaceae*	*Cornus controversa*, Hemsl.	Мидзуки	0.90	0.60	0.50	80		88	65		98		99	84	0.90		0.12—0.
773	*Ebenaceae*	*Diospyros lotus*, L.	Мамегаки, хурма		0.60	0.50			99	71		85			81	0.84	0.15—0.18	
774	*Euphorbiaceae*	*Bischoffia javanica*, Bl.	Акаги		0.75	0.65		70	75	88	47	57		97	127			
775	*Fagaceae*	*Castanea sativa*, Mill.	Кури	0.98	0.60	0.52	89		81	81		91	90	96	89	3.00	0.42—0.57	0.12—0.80
776		*Castanopsis taiwaniana*, Hay.	Курикаши, кастанопсис		0.77	0.66		98	90	111	63	74						

1	2	3	4	8	9	7	10	14	15	16	17	25	27			32	33	34
777		*Fagus seboldi*, Endl.	Буна	1.08	0.66	0.57	90	128	108	128	100	117		100	110	0.30	0.54	0.30
778		*Pasania cuspidata*, Oerst.	Шии, пасания	1.28	0.62	0.54	137	104	103	91	108	94		92	107		0.33	0.39—0.48
779		*Pasania glabra*, Oerst.	Ширибукагаши, пасания		0.69	0.60			106	88		120						
780		*Quercus acuta*, Thunb.	Акагаши, зеленый дуб	1.15	0.85	0.73	53	103	92	94	82	80		96	107	0.03	0.06	0.03—0.05
781		*Quercus amygdalifolia*, Skan.	Амигаши		1.16	0.93		91	74	102	50	75		75	102		0.42	0.36
782		*Quercus crispula*, Bl.	Онара, белый дуб	1.02	0.73	0.63	62	71	75	91	89	98		85	77	0.06	0.12	
783		*Quercus gilva*, Bl.	Ичиигаши, зеленый дуб	1.05	0.80	0.68	54	122	108	89	88	85		94	98	0.09	0.15—0.21	0.12—0.15
784		*Quercus glandulifera*, Bl.	Конара, белый дуб	1.11	0.75	0.65	71	90	89	97	97	95		87	119	0.06	0.09	0.09
785		*Quercus glauca*, Thunb.	Аракаши	1.17	0.82	0.70	67		102	117	77	88		100	91	0.03	0.06—0.18	0.06—0.09
786		*Quercus myrsinaefolia*, Bl.	Ширакаши	1.11	0.85	0.72	54	95	96	70	78	89		115	84	0.03	0.03—0.06	0.03—0.05
787		*Quercus phyllireoides*, A. Gr.	Убамегаши	1.24	0.85	0.74	68								147			
788		*Quercus serrata*, Thunb.	Кунуги		0.84				70	68		95		89	110	0.03		
789		*Quercus stenophylla*, Makino.	Урайирогаши	1.08	0.83	0.70	54	139	126	134	88	103		97	113	0.03		
790	*Ginkgoaceae*	*Ginkgo biloba*, L.	Ихо, гингко	0.84	0.44	0.38	111		104	92		100		104	71		1.38—1.50	1.20—1.38
791	*Hamamelidaceae*	*Distylium racemosum*, S. и Z.	Исуноки	1.31	0.96	0.83	58		115	118		92		103	84	0.03		
792	*Hippocastanaceae*	*Aesculus turbinata*, Bl.	Точиноки	0.70	0.60	0.50	40	113	113		105	92		113	111			
793	*Juglandaceae*	*Juglans mandschurica*, Maxim.	Орех манджурский		0.48	0.42		117	110	143		128						
794		*Juglans sieboldiana*, Maxim.	Онигуруми	0.90	0.54	0.47	92	107	100	132	97	113	125	111	136	1.02	0.33—0.85	0.33—0.66
795		*Pterocarya rhoifolia*, S. и Z.	Савагуруми	0.56	0.40	0.35	60		126	69		91	104	107	138	3.0		
796	*Lauraceae*	*Actinodaphne lancifolia*, Meisn.	Кагоноки	1.03	0.71	0.63	64		77	83		77		109			0.02	0.06
797		*Cinnamomum camphora*, Ness.	Кусу, камфарное дерево	0.97	0.55	0.45	116		71	95		106	99	75	66		0.96	0.60
798		*Cinnamomum pedunculatum*, Ness.	Ябуниккеи	0.89	0.55	0.46	94		70	81		86		103	90	3.00	0.84	0.72
799		*Machilus thunbergii*, S. и Z.	Табу	1.01	0.69	0.55	84	76	74	107	105	107	106	83	114	0.06		0.42
800	*Leguminosae*	*Acacia confusa*, Merril.	Сошийу		0.96	0.77		60	67	69	41	60						
801		*Albizzia julibrissin*, Durraz.	Немуноки	0.86	0.55	0.47	83		86	74		89			159			0.30
802		*Gleditschia horrida*, Makino.	Саикачи	1.03	0.74	0.64	61		95	87		92				0.09	0.09—0.15	0.09—0.12
803		*Maackia amurensis*, Rupr. и Maxim.	Инуенью, хотолла, акация амурская	0.98	0.75	0.63	56		107	95		78	79	106	112	0.06		0.12
804	*Magnoliaceae*	*Magnolia hypoleuca*, S. и Z.	Хоноки, магнолия	0.86	0.51	0.44	84		98	116		92	110	113	113	3.00	0.27	0.24
805		*Magnolia kobus*, DC.	Кобуши	0.75	0.60	0.50	50		86	80		107		91	95	0.06		
806	*Moraceae*	*Ficus retusa*, L., var. *nitida*, Miq.	Гайумару	0.90	0.58	0.50	80		61	52		83						
807		*Morus alba*, L., var. *stylosa*, Bureau	Ямагува, тутовое дерево, тутовник	0.98	0.67	0.58	69		100	85		102			116	0.06	0.12	0.06
808	*Myricaceae*	*Myrica rubra*, S. и Z.	Ямамомо, мирика	1.08	0.67	0.58	86		96	93		113		98	81	0.12		
809	*Oleaceae*	*Fraxinus bungeana*, DC., var. *pubinervis*, Wg.	Тонерико	1.02	0.71	0.60	70		149	103		103		98	111		0.06—0.09	0.06
810		*Fraxinus longicuspis*, S. и Z.	Аотаго		0.70	0.61			110	86		100		100				
811		*Fraxinus mandschurica*, Rupr.	Ячидамо, ясень манджурский	0.94	0.62	0.54	74		92	115		108	89	105	119		0.82	0.48
812		*Fraxinus spaethiana*, Lingelsh.	Шиойи	0.90	0.66	0.56	61	125	137	117	67	116		100	108	0.06		
813	*Pinaceae*	*Abies firma*, S. и Z.	Моми	0.97	0.48	0.42	131	106	105	139	126	105	98	101	122	3.00	0.83—1.44	0.30—1.17
814		*Abies sachalinensis*, Mast.	Тодомацу, пихта сахалинская	0.82	0.41	0.35	134	95	96	106	118	125	106	111	98	3.00		
815		*Abies veitchii*, Lindl.	Ширабе	0.73	0.40	0.33	121	88	100	93	118	124	97	124	94	3.00		1.44—1.80
816		*Chamaecyparis formosensis*, Matsum.	Бенихи		0.37	0.32		98	97	106	65	103			94			
817		*Chamaecyparis obtusa*, form. *formosana*, Hayata.	Тайванхиноки, кипарис японский, формозский		0.48	0.41		100	119	131	68	98			113			
818		*Chamaecyparis obtusa*, S. и Z.	Хиноки, кипарис японский	0.98	0.46	0.40	145	132	125	115	134	123	106	110	93	3.00		1.08
				*10	0.43	0.37		99	94	146		116	88					
819		*Chamaecyparis pisifera*, S. и Z.	Савара, кипарис японский	0.80	0.35	0.30	167		102	121		109		98	70	3.00		3.00

1	2	3	4	8	9	7	10	14	15	16	17	25	27			32	33	34
820		*Cryptomeria japonica*, Don.	Суги, кедр японский	0.89	0.40	0.34	162	125	129	111	118	141	111	102	81	3.00		0.90—1.14
				*11	0.36	0.31		121	131	75	131	107						
821		*Larix dahurica*, var. *Principis Rupprechtii*, Rehd. и Wilson	Чозенкарамацу, лиственница даурская		0.67	0.56		82	80	81	.	99		68	121			
822		*Larix leptolepis*, Gord.	Карамацу, лиственница японская	0.95	0.58	0.50	90	101	97	99	101	109	86	115	104	0.15	0.42	
823		*Libocedrus macrolepis*, Benth.	Шонанбоку		0.69			69	74	76	53	76						
824		*Picea ajanensis*, Fisch.	Эзомацу, ель японская	0.71	0.42	0.37	92	108	103	96	117	112	106	116	126	3.00		3.00
825		*Picea glehnii*, Mast.	Акаэзомацу		0.47	0.41		153	141	134	137	153	96	104	154	3.00		3.00
826		*Picea hondoensis*, Mayr.	Тохи		0.43	0.38		100	106	112	153	119	101	103	110	3.00	1.14	3.00
827		*Pinus densiflora*, S. и Z.	Акамацу	0.95	0.52	0.46	98	137	135	110	101	95	79	97	92	3.00	1.14	
828		*Pinus koraiensis*, S. и Z.	Чозенмацу, сосна корейская	0.91	0.51	0.45	102	60	70	65	101	66	-	69	56	3.00	1.14—1.20	
829		*Pinus thumbergii*, Parl.	Куромацу	0.97	0.53	0.47	106		100	110		125		96	71	3.00	0.42—1.65	1.20
830		*Pseudotsuga japonica*, Shirasawa	Тогасавара	0.94	0.50	0.43	119		103	127		131		116	81	3.00		3.00
831		*Sciadopitys verticillata*, S. и Z.	Койамаки, пихта зонтичн. японск.		0.50	0.45			95	122		87		108	93	3.00		
832		*Taiwania cryptomeriodes*, Hay.	Тайвансуги		0.47	0.40		101	105	121	43	105						
833		*Thuja japonica*, Maxim.	Незуко, туйя японская	0.61	0.37	0.32	91		95	86		115		112	74	3.00		3.00
834		*Thujopsis dolabrata*, S. и Z.	Хиба, туйопсис	0.97	0.50	0.44	120	113	109	132	115	115	87	89	79	3.00	3.00	1.44
835		*Tsuga sieboldii*, Carr.	Цуга японская	1.02	0.53	0.45	117	124	120	127	121	137	94	128	104	3.00	0.30—0.54	0.21—0.42
836	*Rosaceae*	*Micromeles alnifolia*, Koidz.	Адцукинаши, мелкоплодник	0.80	0.60	0.50	60		84	77		97		97	74	0.06		
837		*Photinia villosa*, DC.	Ушикороши	1.16	0.90	0.80	46		95	71					72	0.06	0.03	0.03
838		*Prunus donarium*, Sieb. (subsp. *elegans*, Koidz.; var. *glabra*, Koidz.)	Ямазакура	1.05	0.67	0.58	81		91	97		73	96	102	116	0.24	0.12	0.09—0.12
839		*Prunus grayana*, Maxim.	Увамизизакура	0.79	0.62	0.52	52								117			
840		*Prunus spinulosa*, S. и Z.	Ринбоку	1.03	0.75	0.65	59		101	92		92		99	117	0.12	0.06—0.09	0.06—0.09
841	*Rutaceae*	*Phellodendron amurense*, Rupr.	Кихада, амурское пробковое дерево, бархатное дерево, вельвет	0.64	0.48	0.42	52		104	125		113	122	102	131	3.00	0.72—0.78	0.18—0.42
842	*Salicaceae*	*Populus balsamifera*, L.	Дероноки, тополь американский	0.83	0.38	0.33	152		88	114		85	106	94	82	3.00		
843		*Populus tremula*, L. var. *villosa*, Wesm.	Яманараши, осина	0.70	0.48	0.40	75	111	111	97	71	118	120	131	147	3.00		
844	*Scrophulariaceae*	*Paulownia tomentosa*, Bail.	Кири, адамово дерево	0.56	0.31	0.27	107		119	96		107		110	86	3.00		3.00
845	*Simarubaceae*	*Picrasma quassioides*, Benn.	Нигаки	0.70	0.53	0.50	40		96	139		94	116	117	111	0.41	0.48	
846	*Styracaceae*	*Styrax japonica*, S. и Z.	Эгоноки, стиракс японский	0.97	0.60	0.52	87		114	141		105		104	151	0.06		
847	*Taxaceae*	*Podocarpus nageia*, R. Br.	Наги	0.88	0.55	0.47	82		97	157		127		117	56	0.12		0.60
848		*Taxus cuspidata*, S. и Z.	Ичии, японское розовое дерево	0.90	0.58	0.50	80		128	73		147	138	108	67	0.12	0.33	0.27
849		*Tarreya nucifera* S. и Z.	Кайя, торрейа	1.03	0.56	0.48	115		107	96		118	118	92	111			
850	*Tiliaceae*	*Tilia japonica*, Engler.	Шинакоки, липа японская		0.51	0.45			86	122		113		98	113	3.00	0.90	0.78
851	*Trochodendraceae*	*Cercidiphyllum japonicum*, S. и Z.	Кацура	0.58	0.45	0.38	53	71	75	88	90	89		103	80	0.09	1.20	1.02
852		*Euptelaea polyandra*, S. и Z.	Фусазакура	0.93	0.64	0.51	82		95	95		94		83	87	0.57	0.18—0.27	0.12—0.18
853	*Ulmaceae*	*Aphananthe aspera*, Planch.	Мукуеноки	1.02	0.68	0.58	76		93	107		100		116	125	0.45		
854		*Celtis sinensis*, Pers. [Planch.	Эноки	0.94	0.60	0.52	81		77	74		79		89	97	1.26		
855		*Ulmus campestris*, Sm., var. *laevis*,	Харунире, берест	0.94	0.62	0.54	74		81	97		70		86	131		0.42	0.36
856		*Ulmus campestris*, Sm., var. *major*, Planch. [Trautv.	Ниганире, берест	0.90	0.60	0.50	50		65	62		60		84	54			
857		*Ulmus montana*, Sm., var. *laciniata*,	Охионире, илим	0.90	0.57	0.50	80		105	149		101		108				
858		*Ulmus parvifolia*, Jacq.	Акинире	0.94	0.61	0.53	77		87	71		73			94			
859		*Zelkowa acuminata*, Planch. f. *Keaki*	Кеаки, зелькова	1.06	0.70	0.60	77	112	142	127	71	117	127	109	122	0.06	0.12	0.12

*1 Действительные значения. *2 $F=6.50D_a^{1.20}$. *3 $F=10.10D_a^{1.20}$. *4 $F=13.50D_a^1$. *5 $F=0.0053D_a^2$. *6 $F=7.00D_a^1$. *7 $F=2.31D_a^2$. *8 $F=1.34D_a^1$.
*9 $F=8.64D_a^1$. *10 Округ Кисо в Хоншу. *11 Округ Оби в Киушу. *12 *кгмм мм*$^{-3}$.

ДРЕВЕСНЫЕ ПОРОДЫ ЯПОНИИ И ВОСТОЧНОЙ АЗИИ.*[1]

Homi Shirosawa.

Приводимые в таблицах данные почерпнуты из испытаний, произведенных на Центральной лесной опытной станции (Рингио-Шикеньо) Мегуро, Токио, Япония.

Уравнения, выражающие отношение между плотностью и механическими свойствами, построены по данным для кажущейся плотности воздушносухих образцов (влажность 16%), а при установлении кажущейся плотности свежесрубленной и абсолютносухой древесины (в столбце «кажущаяся плотность древесины») исходным принимался объем воздушносухой древесины (влажность 16%).

Методы испытания применялись те же, которые описаны выше в главе «Древесные породы Северной Америки». Отступления в методике испытаний свелись к следующему.

Статический изгиб.—Размеры образца 6×6×48 *см*; расстояние между опорами преимущественно 42 *см* (85% всех образцов); 0.1 *см* мин.$^{-1}$.

Сжатие вдоль волокон.—Размеры образца преимущественно 6×6×6 *см* (83% всех образцов); 0.1 *см* мин.$^{-1}$.

Сжатие поперек волокон.—Размеры образца преимущественно 6×6×6 *см* (85% всех образцов); 0.1 *см* мин.$^{-1}$.

Скалывание.—Скалывание производилось на площади 9×4 *см*; 0.1 *см* мин.$^{-1}$.

Растяжение вдоль волокон.—Растяжение прилагалось к площади в 2.25 *см*^{2}; 0.1 *см* мин.$^{-1}$.

Твердость.—Размеры образца 6×6×6 *см*. Глубина отпечатка, произведенного стальным цилиндром, заканчивающимся полусферой диаметром в 3 *см*, и вдавленного в образец со стороны радиальной и тангенциальной поверхностей нагрузкой в 2000 *кг*, и со стороны торца нагрузкой в 4000 *кг*.

ДРЕВЕСНЫЕ ПОРОДЫ МЕКСИКИ, ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЮЖНОЙ АМЕРИКИ И ВЕСТ-ИНДИИ.

Samuel J. Record.

Опубликованные данные о механических свойствах древесных пород этих стран обладают сомнительной достоверностью, за исключением кажущейся плотности, значения которой приведены ниже.

КАЖУЩАЯСЯ ПЛОТНОСТЬ ВОЗДУШНОСУХОЙ ДРЕВЕСИНЫ.

Порядков. №	Семейство	Род и вид	Местное и рыночное названия	Место произрастания испытанного материала	D_a, *г см*$^{-3}$
860	*Acanthaceae*	*Bravaisia floribunda*, DC.	Санчо-аранья	Колумбия	0.53
862	*Amygdalaceae*	*Moquilea tomentosa*, Benth.	Ойти	Бразилия	0.98
864	*Anacardiaceae*	*Astronium balansae*, Engl.	Урундай	Аргентина	1.00—1.30
865		*Astronium fraxinifolium*, Schott.	Гонсало альвес, курбарил настоящий	Бразилия	0.85—1.00
866		*Loxopterygium sagotii*, Hook.,f.	Хообообалли	Британская Гвиана	0.60—0.70
868		*Schinopsis lorentzii*, Engl.	Квебрахо цветное	Аргентина	1.15—1.35
869	*Anonaceae*	*Oxandra lanceolata*, (Sw.) Baill.	Яя, лансевуд, копьевое дерево	Куба	0.98
870	*Apocynaceae*	*Aspidosperma polyneuron*, Muell. Arg.	Пероба роза	Бразилия	0.70
871		*Aspidosperma quebracho blanco*, Schl.	Квебрахо белое	Аргентина	0.90—1.00
872		*Aspidosperma tomentosum*, Mart.	Гватамбу	Бразилия	0.77
873		*Aspidosperma vargasii*, C. DC.	Амарилло, самшит вест-индский	Венецуэла	0.90—0.95
874	*Aquifoliaceae*	*Ilex* sp.	Какатара-балли	Британская Гвиана	0.80
875	*Araliaceae*	*Didymopanax morototoni*, (Aubl.) D. и P.	Ягруме	Тропическая Америка	0.45
876	*Betulaceae*	*Alnus* sp.	Хауль, ольха	Коста-Рика	0.47
877	*Bignoniaceae*	*Crescentia cujete*, L.	Кухете, калаба-дерево	Тропическая Америка	0.60
878		*Jacaranda copaia*, (Aubl.) D. Don	Фотуи, якаранда, палисандр	Британская Гвиана	0.40—0.47
883	*Bombacaceae*	*Bombacopsis* spp.	Саки-саки	Венецуэла	0.41—0.59
885		*Cavanillesia platanifolia*, H. B. K.	Бонго	Панама	0.10
886		*Ceiba pentandra*, (L.) Gaertn.	Сейбо, хлопковое дерево, сырное дерево, капок	Тропическая Америка	0.40—0.45
888		*Ochroma* spp.	Бальза, заячье дерево, пробковое дерево	Тропическая Америка	0.12—0.20
889		*Ouararibea* sp.	Вероити	Бразилия	0.72
891	*Boraginaceae*	*Cordia gerascanthoides*, H.B.K.	Боскоте	Мексика	0.97
892		*Cordia gerascanthus*, L.	Лавр	Центральная Америка	0.61

*[1] Таблица по техническим условиям помещена на стр. 65.

Порядков. №	Семейство	Род и вид	Местное и рыночное названия	Место произрастания испытанного материала	D_a, г см$^{-3}$
893		*Cordia goeldiana*, Huber	Фрей-хо	Бразилия	0.60
895	*Burseraceae*	*Bursera gummifera*, (L.) Sargent	Береза вест-индская	Вест-Индия	0.35—0.40
896	*Canellaceae*	*Canella winterana*, Gaertn.	Канела, коричное дерево	Вест-Индия	1.10
899	*Combretaceae*	*Terminalia* sp.	Наранхо	Гватемала	0.65—0.75
900		*Terminalia januarensis*, DC.	Араса	Бразилия	0.77
902	*Dilleniaceae*	*Curatella americana*, L.	Чапарро	Тропическая Америка	0.77
907	*Euphorbiaceae*	*Hura crepitans*, L.	Хавильо, поссумвуд	Тропическая Америка	0.36—0.44
908	*Flacourtiaceae*	*Casearia praecox*, Gris.	Сапатеро, вест-индский самшит	Венецуэла	0.80—0.90
910	*Guttiferae*	*Calophyllum calaba*, Jacq.	Санта Мариа	Центральная Америка	0.68—0.74
912		*Platonia insignis*, Mart.	Пакури	Французская Гвиана	0.86
913		*Symphonia globulifera*, L., f.	Уайкей, чьюстик, жевательное дерево	Британский Гондурас	0.65—0.70
914	*Humiriaceae*	*Humiria floribunda*, Mart.	Лжеядровое дерево	Британская Гвиана	0.85—0.92
915	*Juglandaceae*	*Juglans australis*, Gris.	Ногаль, австралийский орех	Аргентина	0.56
916	*Lauraceae*	*Aniba panurensis*, Mez	Буа де роз, розовое дерево	Французская Гвиана	0.60—0.68
920		*Nectandra rodioei*, Schomb.	Грингарт, зеленосердечник	Британская Гвиана	1.06—1.23
921		*Persea lingue*, Nees	Лингве, вальдивия	Чили	0.55
923		*Phoebe porphyria* (Gris.) Mez	Черный лавр	Аргентина	0.50—0.80
926	*Lecythidaceae*	*Cariniana pyriformis*, Miers	Альбарко, колумбийское махагони, красное дерево	Колумбия	0.65—0.70
929		*Lecythis ollaria*, L.	Сапукайя, американский орех	Бразилия	0.95
932	*Leguminosae*	*Bowdichia* sp.	Сукупира	Бразилия	1.00
933		*Brya ebenus*, DC.	Гранадильо, вест-индский гренадил	Куба	1.20
934		*Caesalpinia echinata*, Lam.	Пао бразиль, бразильское дерево, фернамбук	Бразилия	0.98—1.24
935		*Caesalpinia granadillo*, Pittier	Эбано, кофейное дерево, партридж	Венецуэла	1.10—1.20
936		*Caesalpinia melanocarpa*, Gris.	Гвайакан черный	Аргентина	1.10—1.30
937		*Centrolobium* spp.	Арарибá, зебровое дерево	Бразилия	0.65—0.90
938		*Copaifera officinalis*, (L.) Willd.	Копайба	Колумбия	0.70
939		*Dalbergia* sp.	Гондурасское розовое дерево	Британский Гондурас	0.93—1.08
940		*Dalbergia nigra*, Fr. Allem.	Хакаранда, бразильское розовое дерево, палисандр	Бразилия	0.85
941		*Dalbergia retusa*, Hemsl.	Черная дальбергия	Центральн. Америка	0.99—1.22
942		*Dialium divaricatum*, Vahl.	Хутаги неба	Бразилия	0.90
949		*Erythrina crista-galli*, L.	Сейбо	Аргентина	0.25
951		*Gleditschia amorphoides*, (Gris.) Taub.	Эспина корона, терновый венец	Аргентина	0.86—0.95
952		*Haematoxylon campechianum*, L.	Логвуд, кампеш, кампешник, сандал синий или черный, фиолетовое или синее дерево	Британский Гондурас	1.00
954		*Hymenaea courbaril*, L.	Курбарил ложный, копаловое дерево, альгарроба, локуст, рожковое дерево	Тропическая Америка	0.80—1.05
956		*Melanoxylon brauna*, Schott.	Браýна	Бразилия	1.00
959		*Peltogyne paniculata*, Benth.	Пурплгарт, багряносердечник	Британская Гвиана	1.00

Порядков. №	Семейство	Род и вид	Местное и рыночное названия	Место произрастания испытанного материала	D_a, г см$^{-3}$
963		*Piptadenia rigida*, Benth.	Ангико, желтое дерево	Аргентина	0.95
965		*Pithecolobium racemiflorum*, Ducke	Змеиное дерево	Французская Гвиана	1.15
967		*Plathymenia reticulata*, Benth.	Виньатико кастаньо	Бразилия	0.56—0.65
969		*Platymiscium polystachyum*, Benth.	Робле колорадо	Венецуэла	1.00
971		*Swartzia tomentosa*, DC.	Вамара, лошадиное дерево, красное дерево	Британская Гвиана	1.05—1.28
974		*Torresia cearensis*, Fr. Allem.	Умбурана	Бразилия	0.60
975		*Vouacapoua americana*, Aubl.	Акапу́	Бразилия	0.87—0.92
978	*Malpighiaceae*	*Byrsonima crassifolia*, H. B. K.	Нансе, бирсонима	Мексика, Центральная Америка	0.70
979	*Malvaceae*	*Hibiscus elatus*, Sw.	Махагуа	Куба	0.65
981	*Meliaceae*	*Cabralea* spp.	Канчарана	Аргентина	0.65
982		*Carapa guianensis*, Aubl.	Крабвуд, крабовое дерево	Британская Гвиана	0.60—0.75
983		*Cedrela* spp.	Седро, кедр	Тропическая Америка	0.37—0.70
984		*Guarea trichilioides*, L.	Мусквуд, мускусное дерево	Ямайка	0.50—0.55
985		*Swietenia* spp.	Каоба, махагони, красное дерево	Тропическая Америка	0.45—0.85
987	*Monimiaceae*	*Laurelia aromatica*, Juss.	Лавр	Чили	0.53
988	*Moraceae*	*Bagassa guianensis*, Aubl.	Татахуба	Бразилия	0.80
990		*Brosimum columbianum*, Blake	Гвайямеро, тигровое, змеиное дерево	Колумбия	0.81
991		*Brosimum paraense*, Huber	Сатине, атласное дерево, тигровое, змеиное дерево.	Французская Гвиана	0.98—1.05
993		*Chlorophora tinctoria*, Gaud.	Мора, фустик, сумах, желтое дерево	Тропическая Америка	0.93—0.99
996		*Piratinera guianensis*, Aubl.	Леттергут, леттервуд, буквенное дерево, тигровое, змеиное дерево	Голландская Гвиана	1.20—1.35
1000	*Olacaceae*	*Minquartia guianensis*, Aubl.	Акарикуара	Бразилия	0.98
1002	*Pinaceae*	*Araucaria brasiliana*, Lamb.	Пинейро ду Парана́, араукария бразильская	Бразилия	0.50—0.60
1003	*Polygonaceae*	*Coccoloba uvifera*, L.	Уверо, коколобо	Тропическая Америка	0.98—1.10
1006	*Rubiaceae*	*Calderonia salvadorensis*, Standl.	Бразиль	Сальвадор	0.60
1007		*Calycophyllum candidissimum*, (Vahl.) DC.	Дагаме саламо, дегаме	Вест-Индия, Центральная Америка	0.80
1011	*Rutaceae*	*Amyris balsamifera*, L.	Амирис, вест-индское розовое дерево	Венецуэла	0.99—1.10
1015		*Zanthoxylum flavum*, Vahl.	Сатиновое дерево вест-индское	Вест-Индия	0.90
1017	*Sapotaceae*	*Achras zapota*, L.	Нисперо, сапотовое дерево	Центральная Америка	1.09
1021		*Mimusops globosa*, Gaertn.	Буллетвуд, ядровое дерево	Британская Гвиана	0.90—1.25
1023		*Sideroxylon mastichodendron*, Jacq.	Хакума, железное дерево	Куба	0.95—1.10
1024	*Simarubaceae*	*Quassia amara*, L.	Квассия, квассиево дерево	Суринам	0.50
1027	*Theaceae*	*Caryocar villosum*, Pers.	Пиквия	Бразилия	0.81
1028	*Tiliaceae*	*Guazuma ulmifolia*, Lam.	Гвасима, гуацума	Тропическ. Америка	0.55
1030	*Ulmaceae*	*Celtis tala*, Gill.	Таля	Аргентина	0.60—0.85
1031		*Phyllostylon brasiliensis*, Cap.	Байтоа, самшит сан-доминго́ский	С.-Доминго	0.95
1035	*Vochysiaceae*	*Qualea rosea*, Aubl.	Кедр серый	Французская Гвиана	0.65
1037	*Zygophyllaceae*	*Bulnesia arborea*, Engl.	Вера, бульнезия	Венецуэла	1.10—1.25
1038		*Guaiacum officinale*, L.	Гвайакан, lignum vitae, lignum sanctum, пок, железное дерево, гваяковое дерево, бакаут	Вест-Индия	1.10—1.40

ОБЩИЙ УКАЗАТЕЛЬ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД.

Нумерация указателя соответствует нумерации таблиц.

Австралийский орех 915.
Австралийское гикори 676.
Ага 412.
Агбоин 416.
Адамово дерево 844.
Аджхар 430.
Адцукинаши 836.
Айронбарк 482, 498, 528, 557.
Айронбарк красный 549.
Айронбарк серый 527.
Айронвуд 551, 578.
Акагаши 780.
Акаги 774.
Акамацу 827.
Акапу 975.
Акарикуа́ра 1000.
Акация австралийская 388.
Акация амурская 803.
Акация аравийская 389.
Акация белая 70.
Акаэзомацу 825.
Акинире 858.
Альбарко 926.
Альбиция 398.
Альгарроба 954.
Ам 204.
Амазеголе 652.
Амарилло 873.
Амбоин 725.
Американский орех 929.
Амигаши 781.
Амирис 1011.
Ангико 963.
Андаман 651.
Анжан 412.
Аотаго 810.
Аохода 757.
Апитонг 170.
Аракаши 785.
Арариба 937.
Араса 900.
Араукария 251.
Араукария бразильская 1002.
Арродаг 441.
Арух 726.
Асада 770.
Атласное дерево 991.
Атласное дерево ост-индское 442.
Аукки́ю 337.
Афара 242.
Аффрам 242.

Бааунгза 337.
Бабуль 389.
Багряносердечник 959.
Бадам 241.
Бадар 247.
Бажур 725.
Байтоа 1031.
Бакаут 1038.
Бакли 236.
Баллук 504.
Бальза 888.
Бальзаминное дерево 170.
Бамбве красное 572.
Бан коткора 682.
Банг 465.
Бангалей 484.
Банза 617.
Банксия речная 595.
Бара чамп 437.
Бархатное дерево 841.
Бвегийн 401.
Бвечин 401.
Бекай желтый 55.
Белангиран 710.
Белый ладан 171.
Белый чуглам 238.
Бенг 465.
Бендо 721.
Бенихи 816.
Береза 214.
Береза аляскская 11.
Береза белая 686.
Береза бумажная 14.
Береза вест-индская 895.
Береза гладкая 12.
Береза желтая 13.
Береза красная 346.
Береза серая 15.
Береза черная 12, 345.
Береза японская 764.
Берест 855, 856.
Беукенгут 470.
Бижасоль 419.
Биллиан 378.
Бирсонима 978.
Бифвуд 225, 601.
Бледное кровавое дерево 554.
Блекбарк 329.
Блек-бин 405.
Блекбут 529.
Блюдвуд 492, 509, 554.
Блюдвуд айронбарк 501.
Бобовник черный 405.
Болли гум 380, 381.
Бонго 885.
Боскоте 891.
Бочарное дерево 668.
Боярышник американский 140.
Бразиль 1006.
Бразильское дерево 934.
Бразильское розовое дерево 940.
Брауна 956.
Брэш тек 643.
Брэш эш 622.
Буа де роз 916.
Бузина голубая 19.
Бузина дикая 428.
Бук 32.
Бук голубой 16.
Бук капский 470.
Бук капский красный 206.
Бук красный 345.
Бук обыкновенный 348.
Бук порта Макквари 202.
Бук серебристый 346.
Букаль 650.
Буквенное дерево 996.
Букс 483, 502, 575.
Букс японский 771.
Букши 380.
Буллетвуд 651, 1021.
Бульнезия (булнезия) 1037.
Буна 777.
Бурмийский лезавуд 435.
Бурута 442.
Бьергфюр 693.
Бьюстик 152.
Бэди дель 462.
Бюк 349.

Валикукун 726.
Вальдивия 921.
Вамара 971.
Ватербесже 561.
Вельвет 841.
Венгаи 419.
Вера 1037.
Вероити 889.
Вест-индский гренадил 933.
Вест-индское розовое дерево 1011.
Вильде-моербе 358.
Винколь 666.
Виньатико кастаньо 967.
Виргилия 424.
Витгальбум 677.
Витекс 77.
Витта 656.
Витте эльс 294.
Виттепеер 369.
Виттехоут 211.
Вишня дикая красная 141.
Водяное дерево 211.
Волокнистое серебристо-вершинное дерево 511.
Волокнистокорое дерево 487, 488, 510, 517.
Вольведоорн 357.
Вонта 461.
Вуинауку 666.
Вуллибутт перперминт 515.
Вяз 680.
Вяз местный 676.

Гайдерия 101.
Гайумару 806.
Гамамелис 53.
Гамбия махагони 452.
Гамхар 685.
Гангау 366.
Гаутаи 607.
Гвайакан 1038.
Гвайакан черный 936.
Гвайямеро 990.
Гванги 427.
Гвасима 1028.
Гватамбу 872.
Гваяковое дерево 1038.
Гвоздичное дерево 336.
Гвоздичное железнокорое дерево 524.
Геельгут 280.
Гикори 56.
Гикори водяная 57.
Гикори волосистокорая 62.
Гикори горькоорешная 58.
Гикори желудевая 59.
Гикори квинслендская 629.
Гикори Керна 629.
Гикори крупнолистная волосистокорая 60.
Гикори крупноорешная 61.
Гикори пекан 63.
Гингко 790.
Гледичия 69.
Говяжье дерево 225.
Гок 437.
Гондурасское розовое дерево 939.
Гонсало альвес 865.
Граб 17.
Граб американский 16.
Граб японский 769.
Гранадильо 933.
Грейвуд индийский серебристый 238.
Грингарт 406, 416, 920.
Груша белая 369.
Груша кофейная 229.
Груша красная 356.
Груша твердая горная 588.
Груша терновая 357.
Грушевое дерево белое 233.
Гуацума 1028.
Гум 23.
Гум красный 54.
Гум черный 24.
Гумбо 18.
Гумтоп бокс 508.
Гуринамское дерево 138.

Дагаме саламо 1007.
Дальне 342.
Дамар миниак 248.
Даун 310.
Даху 461.
Девичий румянец 673.
Дегаме 1007.
Делеб 589.
Дель 462.
Деодор 259.
Дерен тихоокеанский 22.
Дерновое дерево 22.
Дероноки 842.
Джаман 563.
Джамбу 425.
Джамудю ки хемара 726.
Джаруль 430.
Джати 687, 730.
Джемвуд 388.
Джюджюбе-три 607.
Диабабуль 389.
Диду 215.
Дингах 367.
Длингсем 713.
Длинный джек 630.
Догала мовха 651.
Довгуд (цветущий) 21.
Довгуд 22.
Дог-плум 446.
Доорнбум 390.
Дуб 37.
Дуб австралийский 521.
Дуб атласно-шелковый 596.
Дуб африканский 465.
Дуб белый 33, 782, 784.
Дуб белый орегонский 40.
Дуб бледный 227.
Дуб булавочный 46.
Дуб водяной 44.
Дуб Гамбеля 39.
Дуб зеленый 780, 783.
Дуб зимний 351, 352, 695.
Дуб ивовый 47.
Дуб калифорнский черный 36.
Дуб каменный 36.

Дуб карри-ши 224.
Дуб каштановый горный 43.
Дуб кошенильный 38.
Дуб красный 35.
Дуб лавролистный 41.
Дуб лесной 228.
Дуб летний 350.
Дуб лопуховый 42.
Дуб на холмах растущий 349.
Дуб ост-индский 687, 730.
Дуб полубелый 34.
Дуб полукаштановый 48.
Дуб полукрасный 45.
Дуб речной 223.
Дуб свайный 50.
Дуб тасманский 495.
Дуб черный 44, 51.
Дуб шелковый 600.
Дуб шелковый красный 597.
Дуб ши 226.
Дуб южный красный 49.
Дуглази 694.
Дугласова сосна 694.
Дуриан дикий 217.
Дхаура 236.
Дхаури 433.

Ель белая 103.
Ель дамаровая 248.
Ель зап.-гималайская 271.
Ель красная 105.
Ель норвежская 270.
Ель ситковая 106.
Ель черная 104.
Ель энгельманова 102.
Ель японская 824.

Жак 460, 721.
Жарра 519.
Жевательное дерево 913.
Железное дерево 226, 227, 228, 366, 578, 715, 1023, 1038.
Железное дерево белое 632.
Железное дерево борнейское 378.
Железное дерево из Бурмы и Аракана 425.
Железное дерево из Тасмании 583.
Железное дерево каффрское 414.
Железное дерево черное 136, 586.
Железное мастиковое дерево 153.
Железное эвкалиптовое дерево 540.
Железнокорое дерево 528, 557.
Железнокорое дерево серое 527.
Железнокорое дерево узколистное 482, 494.
Железнокорое дерево широколистное 549.
Желтое дерево 416, 626, 726, 963, 993.
Желтое дерево ложное 280.
Желтое дерево настоящее 286.

Заячье дерево 888.
Звартбаст 329.
Зебровое дерево 937.
Зеленосердечник 920.
Зеленосердечник африканский 406.
Зеленосердечник западноафриканский 416.
Зелькова 859.
Земляничное дерево 26.
Зеркальное дерево 665.
Змеиное дерево 965, 990, 991, 996.
Зуурбезье 203.

Ива 635.
Ива западная черная 149.
Ива черная 150.
Игкванце 586.
Иеллоу-пайн 118.
Иепа 412.
Изергут 715.
Ииве 393.
Илекс 9.
Илим 857.
Ильм белый американский 160.
Ильм каменный 162.
Ильм красный 161.
Инуенью 803.
Инуцуге 756.
Иогузоминебари 767.
Ион 235.
Ирга канадская 139.
Ироко 465.
Исуноки 791.
Итайякаеде 753.
Итвийна 234.

Ихо 790.
Ичии 848.
Ичиигаши 783.

Йинма 441.

Кабодда 217.
Кагоноки 796.
Каджатенгут 429.
Каеде 752.
Казуарина 225, 703.
Каиль 272.
Каита-да 458.
Кайя 650, 849.
Какатара-бали 874.
Каку 578.
Калаба-дерево 877.
Калиатур 420.
Камдебоо 677.
Камедное дерево 23.
Камедное дерево водное 576.
Камедное черное дерево 24.
Каменная сосна 275.
Кампеш 952.
Кампешник 952.
Камфорное дерево 306, 797.
Канела 896.
Каниин 301.
Канталь 460.
Канчарана 981.
Каоба 985.
Капок 886.
Капский падуб 211.
Капур 306, 705.
Карайяни 217.
Карамацу 822.
Карбин 555.
Карри 496.
Карротвуд 639.
Каскара саграда 137.
Кастанопсис 31, 776.
Кастаньегут 623.
Катпали 651.
Каула 384.
Каури квинслендское 250.
Каучуковое дерево 292.
Каффирбум 411.
Каффрская слива 203.
Кахикатеа 278.
Кацура 851.
Каштан 30, 342.
Каштан австралийский 405.
Каштан дикий 31, 623.
Каштан сладкий 341.
Квассиево дерево 1024.
Квассия 1024.
Квебрахо белое 871.
Квебрахо цветное 868.
Кеаки 859.
Кедр 450, 454, 983.
Кедр аляскский 95.
Кедр восточный красный 98.
Кедр гималайский 259.
Кедр западный красный 130.
Кедр клэнуильямов 254.
Кедр красный 337, 440.
Кедр порт-орфордский 94.
Кедр северный белый 129.
Кедр серый 1035.
Кедр фимиамный 101.
Кедр южный белый 96.
Кедр японский 260, 820.
Кезамби 724.
Кендлвуд 234.
Керзегут 234.
Кеур 424.
Киабока 725.
Кикар 389.
Киндаль 240.
Кино малабарское 419.
Кипарис атласный 254.
Кипарис белый 257.
Кипарис болотный 128.
Кипарис калифорнский 101.
Кипарис монтереев 261.
Кипарис орегонский 94.
Кипарис формозский 817.
Кипарис южный 128.
Кипарис японский 817, 818, 819.
Кири 844.
Кирижуль 240.
Кислое дерево 28.
Кихада 841.
Клен красный 4.
Клен крупнолистный 1.
Клен манджурский 753.
Клен ново-южноуэльский 370.
Клен пальмовидный 752.
Клен полосатый 3.
Клен сахарный 6.
Клен серебристый 5.
Клен черный 2.
Клен японский 751.
Клип эссе 620.
Клокочина 453.
Клэстер-пайн 274.
Кнобторн 633.
Кнопьсоодорн 633.
Кобви 225.
Кобуши 805.
Когвай 423.
Коге-коге 445.
Кожное дерево 334.
Койамаки 831.
Кокко 398.
Коколобо 135, 1003.
Коло шишам 407.
Конара 784.
Кондори 393.
Конский каштан американский 55.
Копайба 938.
Копаловое дерево 954.
Копьевое дерево 869.
Коричное дерево 896.
Корквуд 674.
Корнель 21.
Коттонвуд 145, 148.
Коттонвуд американский 144.
Кофейное дерево 935.
Кохнар 401.
Крабвуд 982.
Крабовое дерево 982.
Красное дерево 127, 287, 289, 393, 451, 452, 484, 507, 519, 577, 718, 719, 926, 971, 985.
Красное дерево светлое 478.
Красный ладан 172.
Красолист 361.
Криптомерия 260.
Кровавое дерево 492, 509.
Кровавое дерево железнокорое 501.
Кроус-эш 626.
Крушина 137.
Ксалебо 358.
Кумашиде 769.
Кунуги 788.
Курбарил ложный 954.
Курбарил настоящий 865.
Кури 775.
Курикаши 776.
Куромацу 829.
Кусу 797.
Кухете 877.

Лавр 892, 987.
Лавр александрийский 361.
Лавр горный 27.
Лавр калифорнский 68.
Лавр местный 657.
Лавровое дерево индийское 243.
Ладонное дерево 222.
Лаковое дерево 755.
Лаль чанданум 420.
Лансевуд 869.
Лауан белый 313.
Леддиль 384.
Лезервуд 334.
Лейн 238.
Лендия 433.
Леттервуд 996.
Леттергут 996.
Лещина 53.
Лжеакация 70.
Лжеапельсин 75.
Лжекедр 453.
Лжеорешница американская 56.
Лжеядровое дерево 914.
Lignum sanctum 1038.
Lignum vitae 1038.
Лимбо 18.
Лимонное дерево 442.
Линтве 921.
Липа 157.
Липа японская 850.
Липик 682.
Лиран 71.
Лиственница американская западная 100.
Лиственница американская северная 99.
Лиственница даурская 821.
Лиственница европейская 267.

Лиственница японская 822.
Логвуд 952.
Локуст 954.
Лонг-джек 630.
Лоскутовое дерево медовое 69.
Лошадиное дерево 971.
Лукумиделла, цейлонское махагони, кедр, малаи 454.
Люмбайо 174.
Лялие 384.

Магнолия 72, 437, 804.
Магнолия вечнозеленая 74.
Магнолия крупноцветная 74.
Магнолия фразерова 73.
Магона 470.
Мадронна 26.
Маила 688.
Макамба 763.
Малаи 454.
Малог 469.
Мальве 77.
Мамегаки 773.
Манго 204.
Манговое дерево 204.
Мангр 138.
Манука, чайное дерево 568.
Маргоза, ним-дерево 453.
Мармеладное дерево 388.
Мароого 632.
Марри 486.
Марчула 631.
Маслина дикая 587.
Матежибе 203.
Махагони 451, 484, 507, 545, 718, 719, 985.
Махагони австралийское 545.
Махагони белое 478.
Махагони бледное 544, 577.
Махагони западноавстралийское 519.
Махагони колумбийское 926.
Махагони красное 543.
Махагони лесное 543.
Махагони сухой области 452.
Махагони цейлонское 454.
Махагуа 979.
Мвери 456.
Мвуле 465.
Мейденс-блуш 673.
Мелкоплодник 836.
Мельгут 656.
Мераван 708.
Меранти 310.
Меранти кепонг 321.
Меранти рамбаи даун 310.
Меранти саранг пунаи 319.
Мессмейт 497.
Мессмейт, железнокорое дерево 498.
Миауклот 461.
Мидзуки 772.
Мидзуме 762.
Милла 688.
Миндальное дерево 241.
Мирика 808.
Мирт красный 344.
Мирт орегонский 68.
Мирт серебристый 573.
Мирт тасманский 344.
Михелия 436, 437.
Моа 626.
Можжевельник аллигаторовый 97.
Можжевельник виргинский 98.
Можжевельник восточноафриканский 266.
Молочное белое дерево 656.
Молочное красное дерево 649, 652.
Моми 813.
Мора 993.
Морковное дерево 639.
Морунг-саул 320.
Моза калела 623.
Мпатазело 355.
Мраморное дерево андаманское 324.
Муконья 242.
Мукуеноки 853.
Мульсари 650.
Мурреев красный эвкалипт 545.
Мусквуд 984.
Мускусное дерево 984.
Мутати 213.
Мутва 561.
Мутираи 442.
Мыльный орех 644.
Мясное дерево 601.
Мятное дерево 481, 497.
Мятное дерево Новой Англии 480.
Мятное дерево пушистокомельное 515.
Мятное дерево сиднейское 534.
Мятное дерево черное 479.

Нагас 366.
Нагешва 366.
Наги 847.
Нансе 978.
Наранхо 899.
Небелеле 397.
Негниючка 129, 130.
Негной-дерево 156.
Незуко 833.
Немили-адагу 688.
Немуноки 801.
Нигаки 845.
Ниганире 856.
Ниере 606.
Низхут 456.
Ним-дерево 453.
Нисперо 1017.
Ногаль 915.

Обезьянья яблонь 608.
Обобо-никви 450.
Огванго 451, 452.
Огуречное дерево 72.
Одномокуку 222.
Одум 465.
Ойти 862.
Окан 406.
Оливенгут 587.
Ольха 876.
Ольха белая 294.
Ольха красная 10, 293.
Ольха серая сибирская 760.
Ольха скалистая 620.
Ольха японская 761.
Онара 782.
Онгленбелиан 715.
Онигуруми 794.
Оноорекамба 766.
Орех квинслендский 629.
Орех манджурский 793.
Орех мексиканский 66.
Орех ост-индский 398.
Орех серый 64.
Орех черный 65.
Оседж 75.
Осина 147, 843.
Осина широкозубчатая 146.
Остролист 9.
Охионире 857.

Павлиний глаз 393.
Падуб 9, 52.
Падуб тростниковый 36.
Паири 232.
Пайенгаду 425.
Пакури 912.
Палисандр 878, 940.
Палисандр яванский 716.
Палудар 247.
Пальма пальметта 86.
Пальма пальмирская 589.
Пальметта капустная 86.
Панака 232.
Панизаж 239.
Панчи 235.
Пао бразиль 934.
Партридж 935.
Пасания 778, 779.
Pater nôtrier 453.
Певч 156.
Пеиннэ 460.
Пенага 366.
Пенак 298.
Пенджалинан 729.
Перперминт 497, 534.
Перперминт новоанглийский 480.
Перперминт узколистный 481.
Перперминт черный 479.
Периан 463.
Пероба роза 870.
Персиковое дерево дикое 355.
Персиммон 25.
Петвун 672.
Пеха-да 324.
Пешора 368.
Пиджонвуд 679.
Пийнкадо 425.
Пийнма 430.
Пиквия 1027.
Пилля 460.
Пинейро ду Парана́ 1002.
Пиния 275.
Пинк айронбарк 524.
Пинквуд 336.
Пинон 112.
Пипли 367.
Пиуна 272.
Пихта альпийская 91.
Пихта бальзамическая 88.
Пихта белая 89.
Пихта благородная 93.
Пихта данцигская 277.
Пихта дугласова 288.
Пихта дугласова (береговой тип) 125.
Пихта дугласова (горный тип) 126.
Пихта европейская 690.
Пихта европейская серебристая 246.
Пихта зонтичная японская 831.
Пихта красная 92.
Пихта равнинная белая 90.
Пихта сахалинская 814.
Пихта серебристая 87.
Пихта серебристая западногималайская 247.
Пич-пайн 111, 117, 121.
Платан западный 134.
Плоская крона 397.
Пок 1038.
Пома (поме) 440.
Попоган 700.
Портия-дерево 439.
Поссумвуд 907.
Примавера индийская 433.
Пробковое дерево 291, 674, 888.
Пробковое дерево амурское 841.
Пуговичное дерево 20.
Пуна 361.
Пурплгарт 959.

Разамала 714.
Раи 271.
Райское дерево 154.
Рамбаи 310.
Расамала 54.
Регте цварте иизергут 586.
Ред-бин 444.
Редгрен 691.
Ред мильквуд 649.
Ред-пайн 120.
Ред-пир 356.
Ренгхас 701.
Речеда 393.
Риму 264.
Ринбоку 840.
Ринда 308.
Рита 644.
Робле колорадо 969.
Роде мелькгоут 206.
Роде-пеер 356.
Роде эльс 293.
Рододендрон крупный 29.
Рожковое дерево 954.
Розовое дерево 361, 443, 444, 445, 916.
Розовое дерево индийское 716.
Розовое дерево ост-индское 407.
Роло-махагони 443, 444, 445.
Ру 225.

Савагурума 795.
Савара 819.
Савашиба 768.
Сага 436.
Сагун 687.
Садж 687.
Саикачи 802.
Саин 243.
Саиту 215.
Саихадакамба 765.
Сака 687.
Саки-саки 883.
Сакхер 320.
Салиехут 427.
Саль 320.
Сальное дерево 521, 535.
Самшит белый 508.
Самшит вест-индский 873, 908.
Самшит наплывный 483.
Самшит речной 502.
Самшит сан-домингский 1031.
Самшит серый 508.
Самшит тозетский 540.
Самшит хворостинный 525.
Самшит щеточный 508, 575.
Самшит японский 771.
Сандал 582.

Сандал синий 952.
Сандал черный 952.
Сандальное дерево красное 420.
Сандуляна 620.
Санта Мариа 910.
Санчо-аранья 860.
Сапатеро 908.
Сапотовое дерево 1017.
Сапу 436.
Сапукайя 929.
Сассафрас 67, 457.
Сассафрас черный 374.
Сатинвуд 442.
Сатине 991.
Сатиновое дерево 631.
Сатиновое дерево вест-индское 1015.
Сатиобэ 588.
Сафраангут 230.
Сахарная ягода 158.
Свечное дерево 234.
Свирка гребенчатая 246, 690.
Седжевуд 427.
Седро 983.
Сейбо 886, 949.
Сейкнангий 384.
Семуль 215.
Сида 433.
Сикомор 134, 200.
Сильвербельтри 155.
Сильвертон-стринджибарк 511.
Сильквуд 583.
Синглианг 367.
Синее дерево 952.
Сирень индийская 453.
Сирень персидская 453.
Сирикишу 342.
Сирио 398.
Сирис 398.
Сиссоо 716.
Скипидарная сосна 219.
Слива голубиная 135.
Слива серая 326.
Слива собачья 446.
Слива черная 563.
Слиппер-эльм 161.
Слоновая кость красная 606.
Слоновая кость растительная 251.
Смоковница голубая 332.
Смоковница дикая 466.
Смоковница золотая 76.
Снизевуд 456.
Соапнут 644.
Соно клинг 716.
Сореа 172, 320.
Сосна 110, 122, 124.
Сосна австрийская 692.
Сосна аляскская 131.
Сосна белая 276, 278.
Сосна болотная 108.
Сосна буниа 251.
Сосна бхотан 272.
Сосна веймутова 116, 123, 276.
Сосна вестландская 263.
Сосна восточная белая 123.
Сосна гибкая 113.
Сосна гималайская веймутова 272.
Сосна горная 119, 693.
Сосна джеффреева 114.
Сосна длинноигольная 117, 273.
Сосна дундату 250.
Сосна западная белая 116.
Сосна западная желтая 118.
Сосна иллаварская горная 256.
Сосна итальянская 275.
Сосна (карликовая) 107.
Сосна кипарисовая 256.
Сосна кипарисовая черная 255.
Сосна корейская 828.
Сосна коричневая 279.
Сосна короткоигольная 111.
Сосна красная 120, 264.
Сосна красная американская 121.
Сосна Моретонской бухты 252.
Сосна морская 274.
Сосна обручная 252.
Сосна обыкновенная 277.
Сосна песчаная 109.
Сосна сахарная калифорнская 115.
Сосна селери-топ 269.
Сосна сельдереева 269.
Сосна серебристая 263.
Сосна синяя 272.
Сосна черная 692.
Сосна шотландская 277.
Сосновый сланец 693.
Сошийу 800.
Спекхут 355.
Спрюс 131.
Ставевуд 668.
Стинхгут 677.
Стиракс японский 846.
Стираксовое дерево 54.
Стоппер Гарбера 78.
Стринджибарк 487, 510.
Стринджибарк коричневый 488.
Стринджибарк красный 517.
Стрихнос 429.
Суги 820.
Сукупира 932.
Султана чампа 361.
Сумах 993.
Сумах оленерогий 7.
Сумах ядовитый 8.
Сунглох 239.
Сундри 665.
Суриа мара 399.
Сурийа 439.
Сырное дерево 886.

Табийе 563.
Табу 799.
Тайвансуги 832.
Тайванхиноки 817.
Тайокте 337.
Тайст 204.
Таллоувуд, сальное дерево 521, 535.
Таль 589.
Таля 1030.
Тамага 453.
Таман 430.
Тамарак 99.
Тамаринд местный 640.
Тан 589.
Танда 138.
Танджил 173.
Тарапи 361.
Тарее 241.
Татахуба 988.
Тауккиан 243.
Таунг-пеиннэ 458.
Твердая груша 229.
Тек 687, 730.
Тек американский 465.
Тек капский 429.
Тек колониальный 626.
Тек щеточный 643.
Терновое дерево 390.
Терновый венец 951.
Тигровое дерево 990, 991, 996.
Тинган 308.
Тингль-тингль красный 510.
Тисс тихоокеанский 156.
Титкиа 324.
Титмагии 399.
Товай 345, 346.
Тогасавара 830.
Тодди 589.
Тодомацу 814.
Тонерико 809.
Тоон 440.
Тополь американский 146, 842.
Тополь бальзаминный 144.
Тополь душистый 144.
Тополь-эвкалипт 536.
Торн-пир колючая 357.
Торн-три 390.
Торрейа 849.
Тотера 287.
Тохи 826.
Точиноки 792.
Тринкомаливуд 672.
Туарт 505.
Туйопсис 834.
Туйя 129, 130.
Туйя японская 833.
Туккероо 639.
Туни 440.
Тупело 23, 24.
Тут дикий 358.
Тутовник 807.
Тутовое дерево 807.
Тхиткадо 440.
Тюльпанное дерево 71, 439, 641.
Тюльпанное дерево желтое 339.

Уайкей 913.
Уайт пир 369.
Убамегаши 787.
Увамизизакура 839.
Уверо 1003.
Ум-баба 623.
Ум-бенгеле 679.
Ум-Бинза 659.
Ум-бомвана 230.
Умбурана 974.
Ум-вумву 677.
Ум-гвениа 203.
Ум-дакане 369.
Ум-дони 561.
Ум-дума 211.
Ум-зимбити 414.
Ум-квак 428.
Ум-коба 280.
Ум-комизо 206.
Ум-лольва 438.
Ум-нга 390.
Ум-нгвкма 587.
Ум-нгкангка 229.
Ум-нини 606.
Ум-нкваскубе 293.
Ум-нунгумабеле 633.
Ум-синси 411.
Ум-сунти 286.
Ум-тати 456.
Ум-тенаттена 329.
Ум-томби 466.
Ум-тунзи 649, 652.
Ум-хамалала 429.
Ум-хламбамази 210.
Ум-хландхлоти 397.
Унаби 607.
Уольнут 398.
Урайирогаши 789.
Уриана 337.
Урихадакаеде 754.
Урундай 864.
Уруши 755.
Утениква, или ложное желтое дерево 280.
Ушикороши 837.

Фернамбук 934.
Филао 225.
Фиолетовое дерево 952.
Флет-кроун 397.
Флиндоза 626.
Флир 428.
Фотуи 878.
Фрей-хо 893.
Фусазакура 852.
Фустик 993.

Хавильо 907.
Хакаранда 940.
Хакума 1023.
Хальду 617.
Хальмилла 672.
Ханноки 761.
Харигури 758.
Харунире 855.
Хауль 876.
Хаучихакаеде 751.
Хемара 703.
Хемлок горный 133.
Хемлок западный 132.
Хемлок восточный 131.
Хиба 834.
Хилл оак 349.
Хингори 342.
Хинное дерево 210.
Хиноки 818.
Хлебн. дерево 460, 461, 462, 463, 721.
Хлопковое дерево 886.
Хлопковое дерево восточное 145.
Хлопковое дерево черное 148.
Хнав 617.
Холлокк 239.
Хонейсекль 594.
Хоноки 804.
Хообообалли 866.
Хорнбим 17.
Хотолла 803.
Хурма 773.
Хутаги пеба 942.

Цельтис западный 159.
Цельтис каркас 158.
Цуга 132.
Цуга зап.-американская 133.
Цуга канадская 131.
Цуга японская 835.
Цуге 771.

Чайное дерево 568.
Чаква 235.
Чампака 436.
Чапарро 902.
Чаплаш 458.

Чашковое дерево 139.
Ченгаль 298.
Черемуха американская 142.
Черемуха пенсильванская 141.
Черная дальбергия 941.
Черная кора 329.
Чернильное дерево 151.
Черное дерево 163, 391, 407.
Черное дерево виргинское 25.
Черное дерево мраморное 325.
Черное железное дерево 586.
Черно-комельное дерево 529.
Черный лавр 923.
Черный чуглам 469.
Чертово дерево 758.
Чефрас 420.
Чикрасси 441.
Чинар, платан западный 134.
Чинар флоридский 20.
Чинкапин золотой 31.
Чир 273.
Чиру-пийари 232.
Читтапонг дерево 441.
Чихотное дерево 456.
Чозенкарамацу 821.
Чозенмацу 828.
Чоле 649.
Чомунтри 665.
Чрам 458.
Чугалам 238.
Чук 225.
Чьюстик 913.

Шалфеево дерево 427.
Шафранное дерево 230.
Шелковица дикая 358.
Шелковое дерево 442, 583.
Шеллак 724.
Шии 778.
Шиля 239.
Шинакоки 850.
Шиойи 812.
Ширабе 815.
Ширакамба 764.
Ширакаши 786.
Ширибукагаши 779.
Шомпольник 139.
Шонанбоку 823.
Штар 368.
Шугар-пайн 115.

Эбано 935.
Эбен мраморный 325.
Эвкалипт бледный 542.
Эвкалипт гигантский 542.
Эвкалипт голубой 77, 504.
Эвкалипт красный 477, 486.
Эвкалипт ленточный 556.
Эвкалипт манный 556.
Эвкалипт наплывный голубой 546.
Эвкалипт пятнистый 518.
Эвкалипт с лимонным запахом 489.
Эвкалипт сахарный 493.
Эвкалипт серебристо-вершин. 525.
Эвкалипт серый 538, 539.
Эвкалипт сиднейский голубой 546.
Эвкалипт чешуйчатый красный 551.
Эвкалипт яте 491.
Эг 695.
Эгоноки, стиракс японский 846.
Эдельгрен 690.
Эзомацу 824.
Экки 578.
Экхими 416.
Эноки 854.
Эритрина каффрская 411.
Эспина корона 951.
Эссегут 446.

Ююба 607.

Яабуниккеи 798.
Яблоня дикая 143.
Яблоня гладкокорая 473.
Яблоня шершавокорая 474.
Явор 200.
Ягруме 875.
Ядровое дерево 1021.
Якаранда 878.
Ямагува 807.
Ямазакура 838.
Ямамомо 808.
Яманараши 843.
Ямане 685.
Ямаханоки 760.
Японское розовое дерево 848.
Ярра 519.
Ясень американский 79.
Ясень белый 79, 490, 503.
Ясень бильтморский белый 80.
Ясень вороний 626.
Ясень голубой 85.
Ясень горный 557.
Ясень зеленый 81.
Ясень капский 446.
Ясень красный 604.
Ясень манджурский 811.
Ясень Моретонской бухты 555.
Ясень обыкновенный 581.
Ясень орегонский 83.
Ясень синий 453.
Ясень тыквенный 84.
Ясень черный 82.
Ясень щеточный 622.
Ясень южный горный 495.
Ячидамо 811.
Яшабуши 759.
Яя 869.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ПО ПЛОТНОСТИ.

Ниже дано расположение наиболее легких и наиболее тяжелых древесных пород в нисходящем порядке их плотности (при воздушносухом состоянии пород). Числа, набранные жирным шрифтом, выражают ступени шкалы плотностей. Остальные числа суть порядковые номера древесных пород, расположенных в нисходящем порядке их плотности. Кажущаяся плотность = весу воздушносухого образца, разделенному на его объем.

1.40: 1038, 996, 971, 936, 868, 864, 412, 136. **1.25:** 1037, 1021, 941, 934, 920, 665, 420. **1.20:** 993, 935, 554, 549, 501, 497. **1.15:** 965, 587, 565, 540, 525, 482, 414. **1.12:** 1023, 1011, 1003, 896, 536, 524, 494, 493. **1.09:** 1017, 939, 551, 498. 138. **1.066:** 991, 954, 651, 583, 507, 502, 234, 153. **1.04:** 644, 483, 477, 442, 228. **1.02:** 509, 491, 484. **1.00:** 969, 959, 956, 952, 932, 871, 865, 357.

0.41: 883, 814, 466, 272, 271, 123, 115, 88, 55. **0.40:** 886, 878, 820, 815, 785, 247, 154, 148. **0.38:** 983, 842, 833, 816, 321, 130, 102, 96, 91. **0.36:** 907, 895, 820, 819, 721, 213, 144, 129. **0.344:** 844, 463, 454, 18. **0.25:** 949. **0.189:** 674. **0.12:** 888. **0.10:** 885.

ИСКУССТВЕННЫЕ ДРЕВЕСИНЫ.

Помещенные ниже сведения имеют задачей показать порядок величин некоторых свойств ряда искусственных материалов, изготовляемых в виде досок для различных специальных назначений. Приводимые величины получены испытанием образцов. Однако свойства подобных материалов меняются в зависимости от методов их производства, а так как эти методы постоянно совершенствуются, то отвечающая действительности характеристика того или иного из поименованных ниже в таблице материалов для каждого данного момента может быть получена только от его производителя.

СОСТАВ, СТРОЕНИЕ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ИСКУССТВЕННЫХ ДРЕВЕСИН.

Приближенные значения для коэффициента теплопроводности k могут быть вычислены по формуле: $k=10^{-5}\ A$ cal $см^{-2}$ ск.$^{-1}$ (°C, $см^{-1}$)$^{-1}$; ср. «Справочник», т. III, стр. 141 (4).

Ходовое или рыночное название	Состав и строение	Кажущаяся плотность, $г\ см^{-3}$	Прочность*1, $кг\ см^{-2}$	A
Асбестовый картон	Асбест + связующее вещество	1.0		29
Асбестовое дерево	Асбест + цемент	2.0	1050 Cr.(3) 246 Tr.	93
Асфальтовый кровельный материал	Войлок, пропитанный асфальтом	0.9		24
Целотекс*2	Сваляные волокна выжатого сахарного тростника	0.19—0.24	2.25 Tr. 26.2 Tn.(2)	10

Ходовое или коммерческое название	Состав и строение	Плотность, *г см*$^{-3}$	Прочность*[1], *кг см*$^{-2}$	*A*
Пробковая плита	Пробка, без связующих веществ	0.13		10
Пробковая плита	Пробка + смолистое связующее вещество	0.25		12
Инсулит	Спрессованная древесина	0.19	1.62 Tr. 11.7 Tn.(2)	10 13
Каменные плиты (lith board)	Горный лен, растительное волокно + связующее вещество	0.2		
Листовой камень или штукатурные доски	Гипс + древесная стружка		2.04 Tr. 12.3 Tn.(2)	
Стенные доски (гипс)	Гипс			80
Стенные доски	Упругая бумага	0.7	13 Tn.(1)	17
Термолат*[3]	Раст. волокно + водонепроницц. связующее вещество		11.9 Tn.(5) 1.14 Tr.	13 (5)

*[1] Tr. — сопротивление на изгиб; Tn. — сопротивление растяжению; Cr.—сопротивление раздавливанию. *[2] Способность поглощать воду при погружении на 48 ч. равняется 10% объема. *[3] Способность поглощать воду при погружении на 48 ч. равняется 41% объема.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям — в конце тома.)

(1) Bird and Son, *0*. (2) Celotex Co., Celotex. (3) Johns-Manville Co., Asbestos Wood. (4) Van Dusen, *385*, 26: 625; 20. (5) Waldorf Paper Products C., *0*.

Дополнение Редакции Т. Э.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВАЖНЕЙШИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В СССР.

В. А. Петровский.

В приведенных ниже таблицах приведены характеристики важнейших пород, при чем по отношению к каждой даны: средняя величина годового слоя, влажность, при которой производились испытания, соответствующий объемный удельный вес, сопротивление сжатию параллельно волокнам, модуль упругости и твердость. Средняя ширина годового слоя определялась по двум радиусам пересчетом слоев на всем расстоянии от сердцевинной трубки до периферии. Процент влажности вычислялся на абсолютносухое состояние после высушивания образцов древесины в сушильном шкафу при 103—105° в течение 3 суток. Объемный удельный вес определялся стереометрическим способом на кубиках правильной формы (в среднем 4×4×4 *см*) при измерении штанген-циркулем с точностью отсчета 0.1 *мм* и взвешиванием на весах с точностью 0.01 *г*. Сопротивление сжатию и изгибу определялось на масляном прессе с точностью отсчета в 20 *кг*, а стрела прогиба—с точностью в 0.01 *мм*. Скорость возрастания нагрузки—40 *кг* в минуту на *см*^{2} площади. Длина бруска для определения сопротивления изгибу между опорами в 10 раз больше высоты бруска. Твердость определялась по методу Янка вдавливанием полусферы с площадью в 1 *см*^{2}.

Образцы для исследования брались от деревьев в возрасте спелости (100—120 лет для хвойных и дуба и 50—70 лет для березы, осины, ольхи и др.). На пробной площади от трех старших классов господства брались по 3 модельных дерева, которые разрезались на отрубки по 2 *м* для анализа ствола. Образцы для исследования в форме выколок получались от каждого модельного дерева или от всех отрубков, или в наиболее характерных местах. Полученные выколки исследовались по 20-летним периодам, и методами вариационной статистики определялось среднее по дереву и по классу господства. В пределах одного ствола колебания между худшей и лучшей древесиной достигали 100%, что следует иметь в виду при оценке приводимых в таблицах средних величин. Каждая величина в таблицах получена путем обработки сотен непосредственных определений (исследования продолжались 7—8 лет; см. табл. 1).

В период работ 1908—1914 гг. различия по классам господства не определялись; при всех исследованиях брались модели II класса. Затем определения делались не по всему стволу, а только на высоте груди. Исследования производились при комнатносухом и при абсолютносухом состоянии, но не в свежесрубленном. Данные, полученные в этот период, приведены в табл. 2.

ТАБЛИЦА 1.

Порода	Область, бонитет, тип леса	Класс господства	Средняя ширина годового слоя, *мм*	Комнатносухое состояние влажности: % влажности	Объемный удельный вес	Сопротивление сжатию вдоль волокон, *кг см⁻²*	Сопротивление статическому изгибу	Модуль упругости, *кг см⁻²*	Твердость: с торца	с радиальной стороны	с тангенциальной стороны	% смолы: заболонь	% смолы: ядро	Свежесрубленное состояние: % влажности	Объемный удельный вес	Сопротивление сжатию вдоль волокон	Сопротивление статическому изгибу	Модуль упругости, *кг см⁻²*	Твердость: с торца	с радиальной стороны	с тангенциальной стороны
Сосна	Ленинградская область, мшистый бор, бонитет I	I	2.5	12	0.43	420	670	62000	250	230	240			112	0.79	190	430	46000	160	150	160
		II	2.4	12	0.46	490	770	72000	270	240	240			92	0.76	200	450	48000	180	160	170
		III	2.1	12	0.48	490	770	68000	250	230	240			88	0.76	200	460	48000	160	150	170
Сосна	Северо-восточная область, бор ягодник, бонитет II	I	1.3	11	0.49	500	1040	97000	340	240	260	1.4	4.0								
		II	1.1	11	0.53	570	1130	108000	370	270	290	2.0	5.7								
		III	0.8	11	0.55	590	1170	112000	390	290	300	2.2	6.5								
Сосна	Карелия, мшистый бор, бонитет IV	I	1.0	11	0.43	390	670	52000	220	170	180	2.8	5.2								
		II	0.9	11	0.45	450	730	62000	230	180	200	2.6	4.5								
		III	0.8	11	0.46	450	730	64000	250	180	200	2.4	5.6								
Ель	Ленинградская область, мшистый ельник, бонитет I	I	2.1	12	0.47	350	700	84000	230	150	160			82	0.71	210	470	69000	180	100	110
		II	1.9	12	0.51	390	860	95000	250	170	180			90	0.75	240	610	73000	190	120	130
		III	1.8	12	0.48	380	780	84000	250	170	180			85	0.76	230	560	67000	180	100	110
Ель	Северо-восточная обл., ягодный ельник, бонитет III	I	1.1	10	0.40	460	790	77000	260	170	170										
		II	0.9	10	0.45	510	870	76000	290	210	200										
		III	0.8	10	0.45	520	930	79000	280	180	180										
Лиственница	Ленинградская область, посадки, бонитет I	I	1.3	12	0.54	450	830	82000	330	260	270			59	0.70	240	470	58000	230	200	210
		II	2.2	12	0.60	520	910	84000	410	360	370			62	0.78	240	560	62000	250	210	210
		III	1.6	12	0.61	490	820	74000	360	220	260			49	0.71	250	450	55000	240	190	180
Кедр	Урал, бонитет III	I	1.4	12	0.42	340			220	120	140										
		II	1.2	12	0.45	400			240	150	160										
Береза	Ленинградская область, бонитет III	I	2.5	12	0.62	470	680	78000	390	340	370			84	0.88	240	600	64000	290	250	270
		II	2.3	12	0.65	530	740	79000	450	390	410			80	0.90	250	650	66000	300	270	280
		III	2.2	12	0.64	550	760	82000	440	390	410			79	0.88	270	660	67000	280	250	260
Черная ольха	Западная область, бонитет II	I	2.1	10	0.53	460	810	91000	440	290	290										
		II	1.4	10	0.54	510	990	78000	440	300	310										
		III	1.1	10	0.55	510	1060	71000	490	330	320										
Осина	Ленинградская область, бонитет II	I	3.2	9	0.45	390	560	57000	270	220	250			94	0.72	170	370	32000	140	110	130
		II	2.8	9	0.47	450	660	55000	310	250	260			98	0.75	190	450	34000	140	130	140
		III	2.7	9	0.44	430	560	65000	300	220	230			88	0.75	190	410	34000	160	110	130
Липа	Нижне-Волжская область, бонитет III	I	1.9	12	0.46	340			190	170	180			95	0.77	170	400	39000	120	100	110
		II	1.7	12	0.48	350			200	180	180			86	0.74	150	380	50000	130	100	100
		III	1.3	12	0.50	350			230	200	200			74	0.68	150	400	51000	120	100	110

ТАБЛИЦА 2.

Порода, область и бонитет	Средняя ширина годового слоя, *мм*	Процент влажности	Комнатносухое состояние							Абсолютносухое состояние		% смолистости
			Объемный удельн. вес	Сопротивление сжатию вдоль волокон, *кг см*$^{-2}$	Статич. изгиб		Твердость, *кг см*$^{-2}$			Объемный удельн. вес	Сопротивление сжатию вдоль волокон, *кг см*$^{-2}$	
					Сопротивление, *кг см*$^{-2}$	Модуль, *кг см*$^{-2}$	с торца	с радиальной стороны	с тангенциальной стороны			
Сосна, *Pinus silvestris*, Средне-Волжская область, бонитет I	2.3	10	0.47	520								
Ель, *Picea obovata*, Вятская область, бонитет I	1.9	9	0.44	420	730	92000						0.84
Ель, *Picea obovata*, Урал, бонитет I	1.6	9	0.41	430	780	85000						0.45
Ель, *Picea excelsa*, Татреспублика, бонитет I	1.9	9	0.42	440	760	100000						0.53
Ель, *Picea orientalis*, Кавказ, бонитет I	1.4	9	0.42	380	700	70000						0.54
Саксаул, *Haloxylon ammodendron*, Средне-Азиатская область	—	12	1.05	580			1200	900	1000		820	
Дуб, *Quercus pedunculata*. Центрально-Черноземная область, бонитет I	2.7	12	0.72	630	1200	137000	740	600	610			
Дуб II бонитет	2.2	12	0.72	620	1200	141000	680	570	590			
Дуб III бонитет	1.7	12	0.69	550	970	96000	590	480	460			
Дальневосточный край												
Кедр, *Pinus koraiensis*	1.5	11	0.44	480	780	89000	280	160	160	0.42	690	
Ель, *Picea ajanensis*	0.5	8	0.45	490			280			0.43	770	
Пихта, *Abies holophyllus*	2.4	12	0.37	360	680	69000	270	140	160	0.34	510	
Лиственница, *Larix dahurica*	1.0	8	0.60	730			390					
Дуб, *Quercus mongolica*	2.2	13	0.78	550	1100	145000	890	700	700	0.74	1180	
Ясень, *Fraxinus mandschurica*	2.3	12	0.74	640	1270	145000	800	630	580	0.72	1250	
Карагач, *Ulmus campestris*	2.2	12	0.51	420	780	75000	450	310	240	0.49	740	
Бархатное дерево, *Phellodendron amurensis*	2.9	10	0.52	540	740	110000	470	400	380	0.50	840	
Амурская акация, *Cladrastis amurensis*	2.3	10	0.58	550	1100	131000	420	410	360	0.55	910	
Орех, *Juglans mandschurica*	3.5	11	0.49	540	920	116000	370	250	270	0.46	800	
Клен, *Acer Mono*	0.7	9	0.71	630	1300	129000	870	610	740	0.68	1100	
Береза черная, *Betula dahurica*	1.8	10	0.69	700	1500	144000	600	530	490	0.67	1200	
Береза белая, *Betula platyphylla*	1.8	10	0.65	660	1150	162000	510	420	370	0.63	1130	
Ольха, *Alnus hirsuta*	1.6	7	0.46	470			350					
Липа, *Tilia mandschurica*	1.6	9	0.44	430	770	91000	260	170	160	0.42	630	
Липа, *Tilia amurensis*	1.5	10	0.42	390	680	87000	250	140	160	0.40	570	

Наконец, в еще более ранний период—1900 г., был выполнен ряд исследований, при чем образцы брались с середины длины комлевого бревна около 3 *м* над шейкой корня. Данные приведены в табл. 3.

ТАБЛИЦА 3.

Порода и область	Комнатносухое состояние		
	Объемный удельный вес	Сопротивление сжатию вдоль волокон, *кг см*$^{-2}$	Сопротивление статическому изгибу, *кг см*$^{-2}$
Европейская часть СССР			
Лиственница, *Larix sibirica*	0.56	510	920
Сосна, *Pinus silvestris*	0.49	420	790
Ель, *Picea excelsa*	0.42	390	700
Пихта, *Abies sibirica*	0.40	330	650
Дуб, *Quercus pedunculata*	0.66	460	840
Ясень, *Fraxinus excelsior*	0.60	550	980
Ильм, *Ulmus montana*	0.56	450	920
Вяз, *Ulmus effusa*	0.52	380	710
Клен, *Acer platanoides*	0.59	480	820
Ольха, *Alnus glutinosa*	0.40	430	810
Осина, *Populus tremula*	0.42	410	740
Береза, *Betula pubescens*	0.63	560	860
Закавказье			
Бук, *Fagus orientalis*	0.73	380	660
Граб, *Carpinus betulus*	0.87	590	1100
Тис, *Taxus baccata*	0.63	480	790

При комнатносухом состоянии наблюдались колебания влажности от 8 до 12% у отдельных пород, но поправочные коэффициенты не были введены. Числа—средние арифметические ряда испытаний.

ОХЛАЖДАЮЩИЕ СОЛЯНЫЕ РАСТВОРЫ *1.

R. S. Jessup.

Водные растворы.—Все данные отнесены к весу в вакууме. p—весовые % безводной соли, t—температура в °C, d—число $г$ на $мл$, η—вязкость в сантипуазах, c—теплоемкость при атмосферном давлении. Другие данные см. «Справочник» в разделе о свойствах соляных растворов.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЛЯНЫХ РАСТВОРОВ.

ПЛОТНОСТЬ.

Переводные коэффициенты.

$1\ г\ мл^{-1} = 0.999973\ г\ см^{-3} = 0.036126$ фн. дм.$^{-3} = 62.426$ фн. фт.$^{-3} = 8.34523$ фн. галлон$^{-1}$ (U. S.) $= 10.0221$ фн. галлон$^{-1}$ (англ.).

NaCl—ХЛОРИСТЫЙ НАТРИЙ.

$d_4^{25} = (0.99707 + 0.0070033p + 14.059 \times 10^{-6}p^2 + 330.9 \times 10^{-9}p^3)\ г\ мл^{-1} \pm 0.005\%$; $p = 5 \div 25\%$ ([3, 4, 15, 20, 25]).

$1/d_t = 1/d_0(1 + at + bt^2 - ct^3) \pm 0.005\%$ ([20]); эти значения контролируют значения ([14, 27, 29, 30]).

$d_4^t < \pm 0.01\%$.

p	−20°	−10°	0°	10°	20°	30°	a×10⁴	b×10⁶	c×10⁹
5			1.03820	1.03659	1.03405	1.03074	1.0685	5.1425	21.750
6			1.04590	1.04403	1.04131	1.03786	1.3380	4.7100	19.000
7			1.05361	1.05150	1.04860	1.04503	1.5879	4.3162	16.547
8			1.06133	1.05900	1.05594	1.05225	1.8235	3.9350	14.000
			1.06909	1.06654	1.06332	1.05951	2.0394	3.6062	12.047
10			1.07686	1.07411	1.07074	1.06682	2.2409	3.3037	10.297
11			1.08467	1.08173	1.07821	1.07417	2.4272	3.0362	8.875
12			1.09251	1.08939	1.08572	1.08158	2.6001	2.7962	7.703
13			1.10039	1.09709	1.09329	1.08904	2.7613	2.5725	6.578
14			1.10830	1.10483	1.10090	1.09656	2.9260	2.2575	3.750
15		1.11945	1.11626	1.11262	1.10857	1.10413	3.0629	2.0937	3.297
16		1.12765	1.12427	1.12047	1.11630	1.11177	3.1936	1.9187	2.453
17		1.13588	1.13232	1.12838	1.12409	1.11946	3.3127	1.7725	1.922
18		1.14415	1.14041	1.13634	1.13193	1.12722	3.4253	1.6300	1.328
19		1.15246	1.14857	1.14436	1.13984	1.13504	3.5290	1.5100	1.000
20		1.16082	1.15678	1.15244	1.14782	1.14293	3.6237	1.4125	0.922
21		1.16923	1.16505	1.16058	1.15586	1.15089	3.7129	1.3187	0.797
22		1.17770	1.17337	1.16880	1.16397	1.15891	3.7950	1.2375	0.750
23	1.19044	1.18622	1.18176	1.17707	1.17215	1.16702	3.8717	1.1337	
24		1.19480	1.19022	1.18542	1.18040	1.17519	3.9425	1.0675	
25			1.19874	1.19383	1.18873	1.18344	4.0090	1.0050	

$CaCl_2$—ХЛОРИСТЫЙ КАЛЬЦИЙ.

$d_4^0 = (0.99987 + 0.0086417p + 29.17 \times 10^{-6}p^2 + 321.3 \times 10^{-9}p^3)\ г\ мл^{-1} \pm 0.03\%$ ([6]).

$d_t = (d_0 - at - bt^2) \pm 0.05\%$ ([23.5]).

p	−30°	−20°	−10°	0°	10°	20°	30°	a×10⁶	b×10⁶
5				1.0438	1.0425	1.0402	1.0369	80	5.6
6				1.0528	1.0513	1.0489	1.0456	105	4.5
7				1.0619	1.0602	1.0577	1.0544	130	4.0
8				1.0710	1.0691	1.0664	1.0629	150	4.0
9				1.0802	1.0781	1.0753	1.0718	175	3.5

*1 Перевод под редакцией Dr. Ing. Л. Ф. Риса.

p	−30°	−20°	−10°	0°	10°	20°	30°	a×10⁶	b×10⁶
10				1.0895	1.0872	1.0843	1.0808	200	3.0
11				1.0989	1.0964	1.0934	1.0899	225	2.5
12				1.1083	1.1056	1.1025	1.0993	250	2.0
13				1.1178	1.1150	1.1117	1.1079	255	2.5
14				1.1274	1.1244	1.1210	1.1172	280	2.0
15			1.1396	1.1371	1.1340	1.1304	1.1261	278	2.8
16			1.1496	1.1469	1.1438	1.1399	1.1357	297	2.6
17			1.1597	1.1568	1.1534	1.1495	1.1451	315	2.5
18			1.1698	1.1667	1.1632	1.1592	1.1548	332	2.2
19			1.1801	1.1768	1.1731	1.1690	1.1645	350	2.0
20			1.1904	1.1869	1.1831	1.1788	1.1742	368	1.8
21		1.2046	1.2010	1.1972	1.1932	1.1889	1.1844	392	1.2
22		1.2150	1.2114	1.2075	1.2033	1.1989	1.1942	403	1.3
23		1.2260	1.2221	1.2180	1.2137	1.2092	1.2045	420	1.0
24		1.2369	1.2328	1.2285	1.2240	1.2194	1.2146	438	0.8
25		1.2481	1.2437	1.2392	1.2346	1.2299	1.2251	455	0.5
26	1.2634	1.2590	1.2545	1.2499	1.2452	1.2403	1.2354	467	0.6
27	1.2749	1.2703	1.2656	1.2608	1.2559	1.2510	1.2460	483	0.4
28	1.2868	1.2818	1.2768	1.2718	1.2668	1.2617	1.2567	502	0.1
29	1.2981	1.2930	1.2879	1.2828	1.2777	1.2725	1.2674	512	0.1
30	1.3098	1.3045	1.2993	1.2940	1.2888	1.2835	1.2783	525	0

$MgCl_2$—ХЛОРИСТЫЙ МАГНИЙ.

$d_4^0 = (0.99987+0.008652p+16.26\times10^{-6}p^2+487.7p^3\times10^{-9})$ *г мл*$^{-1}\pm0.03\%$ (6).

$d_t = (d_0-at-bt^2)\pm0.05\%$ (23.5).

p	−30°	−20°	−10°	0°	10°	20°	30°	a×10⁶	b×10⁶
5				1.0436	1.0426	1.0404	1.0372	50	5.5
6				1.0525	1.0513	1.0491	1.0459	70	5.0
7				1.0614	1.0600	1.0577	1.0545	95	4.5
8				1.0704	1.0689	1.0665	1.0633	105	4.5
9				1.0794	1.0778	1.0753	1.0719	115	4.5
10				1.0885	1.0867	1.0842	1.0807	145	3.5
11				1.0977	1.0958	1.0932	1.0899	155	3.5
12			1.1083	1.1069	1.1049	1.1022	1.0989	172	3.1
13			1.1177	1.1162	1.1141	1.1114	1.1081	180	3.0
14			1.1272	1.1255	1.1233	1.1205	1.1173	197	2.6
15			1.1368	1.1350	1.1327	1.1299	1.1266	205	2.5
16			1.1465	1.1445	1.1421	1.1392	1.1360	222	2.1
17			1.1561	1.1540	1.1515	1.1486	1.1453	230	2.0
18		1.1677	1.1659	1.1637	1.1611	1.1582	1.1549	238	1.8
19		1.1778	1.1758	1.1735	1.1709	1.1679	1.1647	247	1.6
20		1.1878	1.1857	1.1833	1.1806	1.1776	1.1743	255	1.5
21	1.1995	1.1977	1.1956	1.1932	1.1905	1.1874	1.1840	258	1.6
22	1.2099	1.2080	1.2058	1.2033	1.2005	1.1974	1.1940	264	1.5
23		1.2186	1.2161	1.2134	1.2105	1.2074	1.2041	280	1.0
24		1.2289	1.2263	1.2236	1.2206	1.2175	1.2142	285	1.0
25		1.2393	1.2367	1.2339	1.2310	1.2278	1.2245	288	0.8
26		1.2500	1.2473	1.2444	1.2413	1.2381	1.2347	298	0.8
27			1.2578	1.2549	1.2518	1.2486	1.2452	298	0.8
28			1.2686	1.2656	1.2625	1.2592	1.2558	307	0.7
29			1.2794	1.2763	1.2731	1.2698	1.2664	315	0.5
30			1.2903	1.2872	1.2840	1.2807	1.2773	315	0.5

ТЕПЛОЕМКОСТЬ.

Переводные коэффициенты.

1 J *г*$^{-1}$ на °C = 0.2389 cal_{15} *г*$^{-1}$ на °C или BTU_{60} фн.$^{-1}$ на °F = 2.778×10^{-7} kWh *г*$^{-1}$ на °C.

1 J *см*$^{-3}$ на °C = 1.994 BTU_{60} галлон$^{-1}$ на °F (U. S.) = 2.394 BTU_{60} галлон$^{-1}$ на °F (англ.).

NaCl—ХЛОРИСТЫЙ НАТРИЙ.

$c_{20} = (0.6516+0.3475\times0.96285^{p})$ cal_{15} z^{-1} на °C; $c_t = [c_{20}+a(t-20)-b(t-20)^2]$ cal_{15} z^{-1} на °C (2).

p	J z^{-1} на °C ± 0.1%					a×10⁴	b×10⁶
	−10°	0°	10°	20°	30°		
5		3.911	3.921	3.931	3.940	2.3	0
6		3.862	3.874	3.886	3.896	2.6	−1
7		3.816	3.830	3.843	3.854	2.8	−2
8		3.771	3.787	3.801	3.813	3.0	−3
9		3.730	3.747	3.761	3.772	3.0	−4
10		3.689	3.708	3.723	3.734	3.1	−5
11		3.651	3.670	3.686	3.697	3.2	−5
12		3.615	3.635	3.650	3.661	3.2	−5
13		3.580	3.600	3.615	3.627	3.2	−5
14		3.547	3.567	3.583	3.593	3.1	−6
15	3.491	3.516	3.536	3.551	3.561	3.0	−6
16	3.463	3.487	3.506	3.520	3.530	2.8	−6
17	3.435	3.458	3.477	3.491	3.500	2.7	−6
18	3.409	3.432	3.450	3.463	3.471	2.5	−6
19	3.384	3.406	3.423	3.435	3.443	2.3	−6
20	3.361	3.382	3.398	3.409	3.415	2.0	−6
21	3.338	3.358	3.374	3.384	3.389	1.8	−6
22	3.318	3.337	3.351	3.359	3.363	1.5	−6
23*1	3.298	3.315	3.328	3.336	3.340	1.5	−5
24	3.279	3.295	3.306	3.313	3.316	1.2	−5
25	3.261	3.276	3.286	3.292	3.293	0.9	−5

*1 Для $p = 23$ $c = 3.277$ при −20°.

$CaCl_2$—ХЛОРИСТЫЙ КАЛЬЦИЙ.

$c_0 = (1.0138-0.018091p+197.34\times10^{-6}p^2)$ cal_{15} z^{-1} на °C ± 0.002 (10).

$c_t = (c_0+at+bt^2)$ cal_{15} z^{-1} на °C ± 0.002.

p	J z^{-1} на °C								a×10⁴	b×10⁶
	−40°	−30°	−20°	−10°	0°	10°	20°	30°		
8					3.691	3.712	3.733	3.754	5.0	0
9					3.628	3.649	3.670	3.691	5.0	0
10					3.570	3.591	3.612	3.633	5.2	0
11					3.511	3.532	3.553	3.578	5.4	0
12					3.453	3.478	3.500	3.524	5.5	0
13					3.398	3.423	3.444	3.469	5.7	0
14					3.344	3.369	3.393	3.419	5.9	0
15					3.294	3.319	3.344	3.369	6.0	0
16				3.214	3.243	3.268	3.294	3.315	6.8	−4
17				3.164	3.193	3.222	3.243	3.264	6.9	−4
18				3.118	3.147	3.176	3.197	3.218	7.0	−4
19				3.072	3.101	3.130	3.155	3.176	7.1	−4
20				3.026	3.059	3 089	3.114	3.135	7.1	−4
21				2.984	3.017	3.047	3.068	3.093	7.2	−4
22			2.909	2.946	2.976	3.005	3.030	3.051	7.3	−4
23			2.871	2.904	2.938	2.967	2.992	3.017	7.4	−4
24			2.837	2.871	2.900	2.930	2.955	2.980	7.2	−3
25			2.804	2.837	2.867	2.896	2.921	2.946	7.0	−2
26		2.745	2.775	2.804	2.833	2.858	2.888	2.912	6.7	−1
27		2.716	2.745	2.775	2.800	2.829	2.854	2.883	6.6	0
28	2.662	2.687	2.716	2.745	2.770	2.800	2.825	2.854	6.5	0
29	2.653	2.674	2.695	2.716	2.741	2.770	2.796	2.825	6.0	2
30	2.641	2.657	2.670	2.691	2.716	2.741	2.766	2.796	5.7	3

$MgCl_2$—ХЛОРИСТЫЙ МАГНИЙ.

$c_0 = (1.00070-0.016746p+144.9\times10^{-6}p^2)$ cal_{15} z^{-1} на °C ± 1% (23). $c_t = (c_0+at)$ cal_{15} z^{-1} на °C (23).

p	J z^{-1} на °C							a×10⁴
	−30°	−20°	−10°	0°	10°	20°	30°	
5				3.879	3.888	3.896	3.905	1.9
6				3.817	3.825	3.838	3.846	2.4
7				3.754	3.767	3.779	3.787	2.8
8				3.691	3.704	3.720	3.733	3.3

p	J g^{-1} на °C							$a \times 10^4$
	−30°	−20°	−10°	0°	10°	20°	30°	
9				3.633	3.649	3.662	3.679	3.7
10				3.574	3.591	3.607	3.624	4.1
11				3.515	3.536	3.553	3.573	4.5
12			3.440	3.461	3.482	3.503	3.520	4.8
13			3.386	3.407	3.428	3.448	3.474	5.2
14			3.327	3.352	3.373	3.398	3.419	5.5
15			3.273	3.297	3.323	3.348	3.369	5.8
16		3.197	3.222	3.248	3.273	3.297	3.323	6.0
17		3.147	3.172	3.197	3.222	3.248	3.277	6.2
18		3.093	3.122	3.147	3.172	3.202	3.227	6.3
19		3.047	3.076	3.101	3.126	3.155	3.181	6.4
20	2.976	3.001	3.030	3.055	3.084	3.109	3.139	6.5
21	2.930	2.955	2.984	3.009	3.038	3.063	3.093	6.5
22		2.912	2.938	2.967	2.992	3.022	3.047	6.5
23		2.871	2.896	2.921	2.950	2.976	3.005	6.5
24		2.829	2.854	2.883	2.909	2.938	2.963	6.5
25		2.787	2.817	2.842	2.867	2.896	2.921	6.4
26		2.750	2.779	2.804	2.829	2.858	2.883	6.4
27		2.708	2.737	2.762	2.787	2.817	2.842	6.3
28			2.699	2.729	2.754	2.779	2.808	6.2
29			2.666	2.691	2.716	2.741	2.766	6.1
30			2.632	2.657	2.683	2.708	2.733	6.0

ВЯЗКОСТЬ.

Для низких температур очень мало данных. Приемлемые значения для η приведены в помещенных ниже уравнениях и таблице.

NaCl. $\eta = (\eta_w + ap + bp^2) \pm 0.5\%$. Для p от 5 до 20% (в интервале 0÷30°) ([18], [19], [32], [37]).

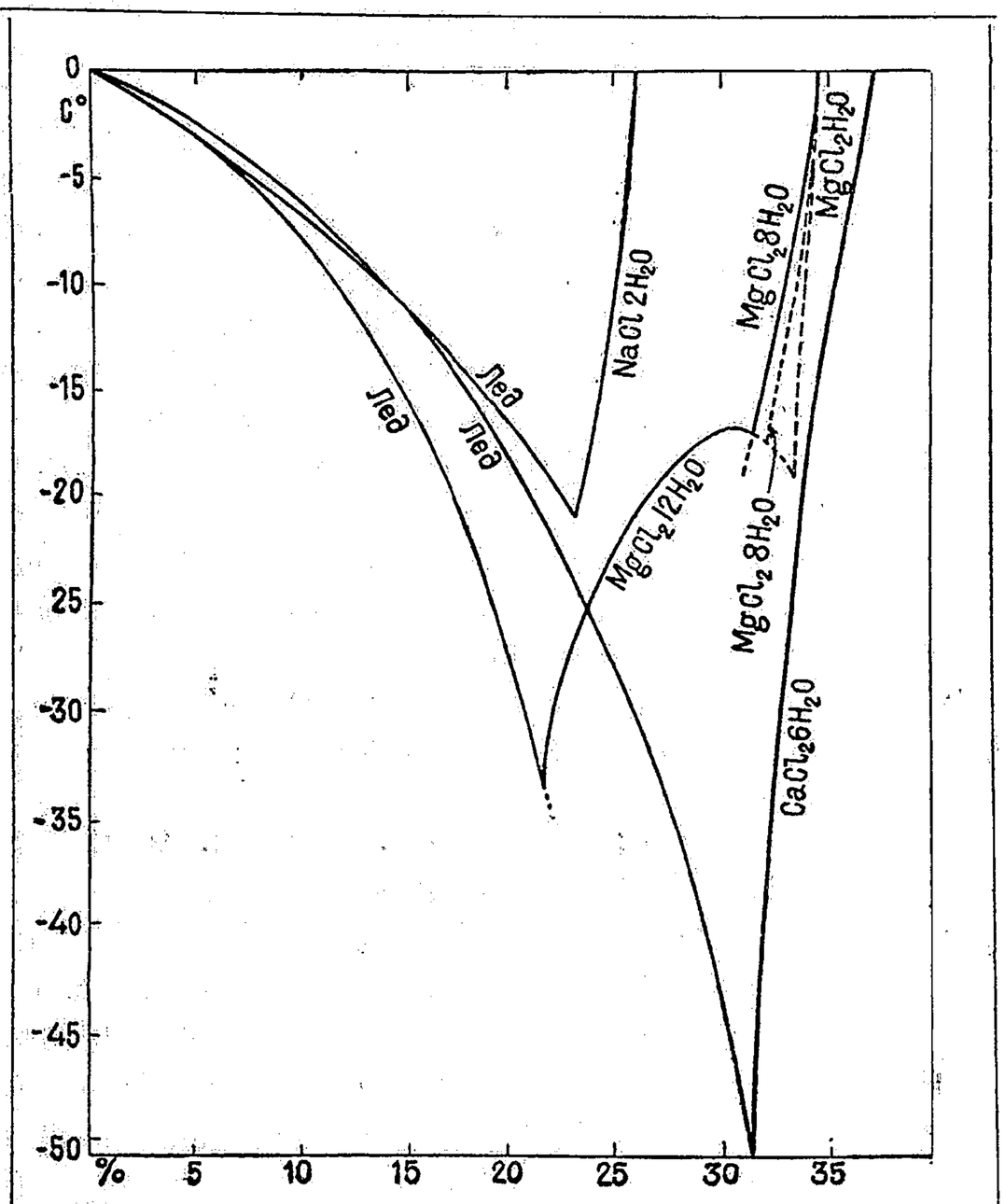
$CaCl_2$. $\log \eta = (\log \eta_w + ap + bp^2) \pm 3\%$. Для p от 5 до 30% (в интервале 10÷30°) ([37]).

Для $p = 30.89\%$ $\eta = (0.139_2 + 0.00481_5 t + 47.27 \times 10^{-6} t^2) \pm 5 \div 10\%$?. Для интервала −50÷30° ([39]).

$MgCl_2$. $\eta_{25°} = (0.895 + 0.0339p + 900 \times 10^{-6} p^2 + 82.14 \times 10^{-6} p^3) \pm 0.5\%$. Для p от 0 до 22% ([18], [41]).

		0°	5°	10°	15°
$CaCl_2$	$a \times 10^3 =$			113.94	54.61
	$b \times 10^3 =$			6.0996	6.4427
	$c \times 10^6 =$			380.50	381.31
21.56%	$\eta =$		3.113 ([17])	2.729 ([17])	2.412([17])
NaCl	$a \times 10^3 =$	4.90	9.20	10.65	10.90
	$b \times 10^3 =$	1.930	1.410	1.125	0.930
0%	$\eta_w =$	1.794	1.519	1.310	1.145
20%	$\eta =$	2.663	2.269	1.973	1.733

		20°	25°	30°
$CaCl_2$	$a \times 10^3 =$	0	−47.69	−95.83
	$b \times 10^3 =$	6.8451	7.0553	7.6747
	$c \times 10^6 =$	375.85	370.27	352.68
21.56%	$\eta =$			
NaCl	$a \times 10^3 =$	10.70	10.20	9.75
	$b \times 10^3$	0.790	0.690	0.605
0%	$\eta_w =$	1.009	0.895	0.800
20%	$\eta =$	1.538	1.376	1.240



Диаграммы равновесия.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

([1]) Barnes and Scott, *50*, **2:** 536; 98. ([2]) Barott and Taylor, U. S. Bur. Standards, *0*. ([3]) Baxter and Wallace, *1*, **38:** 70; 16. ([4]) Bousfield and Bousfield, *5*, **103:** 429; 23. ([5]) Buchanan, *174*, **49:** 1; 12. ([6]) Charpy, *6*, **29:** 5; 93. ([7]) Cheveneau, *6*, **12:** 267; 07. ([8]) de Coppet, *6*, **25:** 511; 72. **30:** 411; 83. ([9]) Despretz, *34*, **5:** 19; 37.

(10) Dickinson, Mueller and George, *31A*, **6:** 379; 09. (11) Drecker, *8*, **34:** 952; 88. (12) Erman, *8*, **101:** 577; 57. (13) Guthrie, *3*, **1:** 354; 76. (14) Haigh, *1*, **34:** 1137; 12. (15) Hall, *128*, **14:** 167; 24. (16) Hammerl, *75*, **78:** 59; 78. (17) Herschel, U. S. Bur. Standards, *0*. (18) Herz, *93*, **89:** 393; 14. (19) Hosking, *3*, **49:** 274; 00.
(20) Jessup, Peffer and Taylor, U. S. Bur. Standards, *0*. (21) Jones and Chambers, *11*, **23:** 89; 00. (22) Jones and Getman, *11*, **27:** 430; 02. (23) Koch, *148*, **29:** 37; 22. (23·5) Idem, **31:** 105; 24. (24) Loomis, *8*, **51:** 500; 94. (25) Kohlrausch und Hallwachs, *8*, **53:** 14; 94. (26) Kohlrausch, *8*, **6:** 1; 79. (27) Marignac, *149*, **39:** 273; 70. *13*, **8:** 364; 70 (Suppl.). (28) Möller, *8*, **117:** 386; 62. (29) Nicol, *3*, **23:** 385; 87.
(30) Ostwald, *8*, **2:** 429; 77. (31) Poggiale, *6*, **8:** 463; 43. (32) Pulvermacher, *93*, **113:** 141; 20. (33) Rodebush. *1*, **40:** 1204; 18. (34) Rüdorff, *8*, **114:** 63; 61. (35) Schiff, *13*, **108:** 325; 58. (36) Simeon, *3*, **27:** 95; 14. (37) Sprung, *8*, **159:** 1; 76. (38) Черный, *53*, **20:** 430,486; 88. **21:** 73, 176; 89. (39) Tucker, *67*, **25:** 111; 13.
(40) van't Hoff und Meyerhoffer, *7*, **27:** 75; 98. (41) Wagner, *7*, **5:** 31; 90.

ТОКСИКОЛОГИЯ ГАЗОВ И ПАРОВ.*[1]

R. R. Sayers.

Обозначения и пояснения.

Для каждого вещества под рубриками **1, 2, ..., 9** даны следующие характеристики:

1 точка кипения (°C).
2 объемная *[2] концентрация (%), ведущая к смерти; продолжительность воздействия (экспозиция)—30 мин.
3 объемная концентрация (%), ведущая к серьезным заболеваниям; продолжительность воздействия (экспозиция)—0.5÷1 ч.
4 объемная концентрация (%), переносимая без серьезных последствий; продолжительность воздействия (экспозиция)—0.5÷1 ч.
5 максимальная безопасная концентрация (не причиняющая заметного вреда) (%).
6 свойства (1).
7 путь проникновения в организм (1).
8 симптомы отравления (1).
9 производства, в которых возможны отравления данным веществом (1).

ДЕЙСТВУЮЩИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ.

Азота окислы,*[3] NO.—1. −153°. **2.** 0.07 (12). **3.** 0.01 (12). **4.** 0.007 (12). **5.** 0.0033 (12). **6.** NO—бесцветный газ, легко окисляемый кислородом воздуха в бурую двуокись NO_2. **7.** В газообразном состоянии—через органы дыхания. **8.** Местный ожог дыхательных путей, ведущий к ларингиту, бронхиту, гиперемии, геморрагии (точечным кровоизлияниям) легких и эмфиземе. У человека заболевание возникает обычно лишь спустя 4—6 ч., а иногда и позже, после вдыхания газа; у животных же отек легких наступает быстрее и более опасен (12). **9.** Производство анилина, искусственной кожи, целлулоида, диметилсульфата, взрывчатых веществ, фетровых шляп, искусственного жемчуга, ламп накаливания, пикриновой кислоты, соды; травление металлов, смешивание, регенерация и перевозка азотной кислоты; полировка, чистка патронных гильз, промывка и отжимание нитроклетчатки, эмалировка, травление, обработка пушнины, лужение, литография, подрывные работы, нитрование, изготовление фотогравюр, очистка металлов, гравирование по стали; работы ювелирные, протравное крашение, производство азотной кислоты, нитроглицерина, серной кислоты.

Акролеин, $CH_2:CHCHO$.—1. 52°. **2.** 0.001 (2). **5.** 0.00033 (2). **6.** Бесцветная едкая жидкость, жгучего вкуса. **7.** В виде паров—через органы дыхания и слизистые оболочки. **8.** Раздражение горла и гортани, раздражение глаз и сильное слезоточение; конъюнктивит, раздражение воздухоносных легочных путей, бронхиальный катарр. **9.** Производство топленого сала, линолеума, стеариновой кислоты; извлечение жира из костей, лужение, очистка сала, жестяные работы, варка лаков.

Аммиак, NH_3.—1. −35.5°. **3.** 0.25÷0.45 (3). **4.** 0.03 (3). **6.** Бесцветный газ с острым пронзительным запахом. **7.** В газообразном состоянии—через дыхательные органы. Редко в чистом виде, большей частью в смесях с другими газами. Мгновенное действие на конъюнктиву и роговую оболочку глаза. **8.** Острое воспаление дыхательных органов, кашель, эдема, хронический катарр бронхов, краснота глаз; повышенное выделение слюны, задержка мочи. **9.** Производство ацетилена, аммонийных солей, искусственного льда, искусственного шелка, костяного угля, красок, шеллака, соды, лаков; работы у коксовальных печей, холодильных установок, на канализации; бронзирование, крашение, лужение, очистка каменноугольного газа, мерсеризация, отделка обуви, рафинировка сахара, производство жестяных изделий; работы с клеем и светильным газом.

Анилин, $C_6H_5NH_2$.—1. 184.4°. **4.** 0.01÷0.015 (3). **6.** Бесцветное масло, темнеющее на воздухе и на свету. **7.** Всасывание через кожу, непосредственно или из загрязненной одежды; поглощение органами дыхания в виде паров или тумана (в распыленном состоянии); может действовать через пищеварительный тракт. **8.** Бледность кожи, головокружение, неуверенная походка, потеря аппетита, учащенное дыхание, анемия, ослабление пульса, экзематозные сыпи, кровавая моча, спазматические сокращения мускулов; цианоз. **9.** Производство анилина, искусственной кожи, взрывчатых веществ, продуктов из каменноугольной смолы, красящих веществ, красок для живописи, цветных карандашей; набивка ситца, вулканизация, дубление, фотография, раскраска изделий, литография; обработка перьев; составление, размешивание и вынимание резиновых смесей и работа в прессовальных цехах.

Бензол, C_6H_6.—1. 80.2°. **4.** 0.31÷0.47 (3). **6.** Нестойкая, крайне летучая, бесцветная жидкость, горящая сильно коптящим пламенем. **7.** В виде паров—через органы дыхания; всасывание через кожу. **8.** Головная боль, головокружение, анемия, дрожание мускулов, покраснение век, кровоподтеки на коже, раздражающий кашель, жировое перерождение печени, почек и сердца. **9.** Производство анилина, искусственной кожи, сухих гальванических элементов, карболовой кислоты, красящих веществ

*[1] Перевод под редакцией В. М. Янковского. *[2] Весовые концентрации (в *мг л*$^{-1}$) (более распространены у нас) могут быть вычислены по формуле: $K_{вес.} = K_{об'емн.} \times 10 \times M/22.4$, где M—молекулярный вес. Прим. Ред. *[3] В % азотной кислоты.

и красок, взрывчатых веществ, удобрений; лакировка, малярные работы, производство резиновых шин, шеллака, обуви, бездымного пороха, лаков; вулканизация, перегонка каменноугольного дегтя, фотография; производство фотогравюр, раскраска изделий, литография, золочение, гальваностегия, сухая стирка, обезжирение кожи и удобрений, роспись глиняной посуды, полировка футляров, бронзирование; составление, просушка, замешивание, промывка, выемка из форм резины; замешивание резинового клея, склейка резиновой обуви; работы с перегонкой бензола, у коксовальных печей, работа с каменноугольным дегтем, птичьими перьями, светильным газом, клеем; протравливание при крашении.

Бром, Br_2.—1. 58.6°. 2. 0.1(3). 3. 0.004÷0.006(3). 4. 0.0004 (3). 5. 0.0001 (3). 6. Дымящаяся жидкость очень неприятного запаха. 7. В газообразном состоянии—через органы дыхания. 8. Бледный вид, изнурение, выпадение зубов, раздражение бронхов и астма, расстройство кишечника, раздражение кожи. 9. Производство красящих веществ; химическая и фармацевтическая промышленность.

Двуокись серы, SO_2.—1.—10°. 2. 0.2 (2). 5. 0.01 (2). 6. Газ с резким запахом и удушающими свойствами. 7. В газообразном состоянии—через органы дыхания. 8. Раздражение слизистых оболочек органов дыхания и глаз, спазматический кашель, катарр бронхов, расстройство пищеварения, отхаркивание кровянистой слизи. 9. Производство солей щелочных металлов, кирпичей, карболовой кислоты; работа у доменных печей, выплавка меди, сернокислотное производство, беление, металлургия цинка.

Двуокись углерода, CO_2.—1. −78.2°. 2. 30.0 (3). 3. 6.0÷8.0 (3). 4. 4.0÷6.0 (3). 5. 2.0÷3.0 (3). 6. Тяжелый, не обладающий запахом и бесцветный газ, скапливающийся главным образом у поверхности земли (или пола строений). 7. В газообразном состоянии—через органы дыхания. 8. Анемия, цианоз, головная боль, сонливость, головокружение, звон в ушах, общее нервное состояние. 9. Производство щелочных солей, сжиженной углекислоты, удобрений, гончарной посуды, соды, крахмала, вина, свинцовых белил, дрожжей; кузнечные работы, латунное литье, пивоварение, изготовление кирпичей, производство древесного угля и обжиг известняка, загрузка известеобжигательных печей, рудничные работы, рафинировка сахара; работа в котельных, кессонах, сушильных камерах, на силосах; работа у горнов и в канализационных колодцах.

Дихлордиэтилсульфид, иприт, $(CH_2ClCH_2)_2S$.—1. 215÷217°. 5. 0.002(2). 6. Маслянистая жидкость с острым горчичным запахом. Способность вызывать сильные поражения на коже и «устойчивость» делают его одним из наиболее действительных средств военной химии. 7. В виде пара или тумана—через дыхательные пути; в жидком и парообразном состоянии—через кожу. 8. Конъюнктивит и поверхностное омертвение роговой оболочки глаза; гиперемия, воспаление (с образованием пузырей) и далее — омертвение кожи, ведущее к образованию долго не заживающих язв; отек и омертвение эпителиальных оболочек трахей и бронхов. Общее отравление, обусловленное тем, что вещество переходит в кровь и разносится по тканям тела (4). 9. Военно-химическое дело.

Иод, J_2 (11). — 1. 184.35°. 4. 0.0003 (3). 5. 0.00005÷0.0001 (3). 6. При обычной температуре выделяет невидимые пары, весьма раздражающие нос и глаза (1). 7. В виде паров. 8. Воспаление и отек легких. 9. Производство иода.

Мышьяковистый водород, AsH_3. — 1. −54.8°. 2. 0.05 (2). 5. 0.001 (2). 6. Бесцветный, чрезвычайно ядовитый газ, имеющий запах чеснока. 7. В газообразном состоянии—через органы дыхания; чаще всего в смеси с водородом. 8. Общее недомогание, затрудненное дыхание, обмороки, желудочно-кишечные расстройства, желтуха, синеватая окраска слизистых оболочек, боли в области селезенки и почек, потемнение мочи, дурной запах изо рта, напоминающий запах чеснока. 9. Производство сухих элементов и батарей, диметилсульфата, красящих веществ, синтетических азотных удобрений, нитроглицерина, искусственной шерсти, хлористого цинка; травление кислотой, наполнение игрушечных воздушных шаров, бронзирование, эмалирование, лужение и цинкование, обжиг известняка и свинцовых руд, травление и очистка металла, паяние; работы с анилином, серной кислотой, с аккумуляторными батареями на подводных лодках; работы с ферросилицием. (Работы с ацетиленом и производство карбида кальция. Прим. Ред.)

Нитробензол, $C_6H_5NO_2$.—1. 210.9°. 4. 0.02 (3). 5. 0.004÷0.008 (3). 6. Бесцветная, сильно преломляющая жидкость с запахом, напоминающим запах горьких миндалей (все нитропроизводные бензола отличаются подобными же свойствами). 7. В газообразном состоянии—через органы дыхания. 8. Образование метгемоглобина, общая слабость, анемия, присутствие свободного гематопорфирина, альбумина, а иногда и свободного нитробензола в моче; желтуха, постепенно переходящая в цианоз; накожная сыпь, ослабление зрения, одышка, запах горьких миндалей при дыхании. 9. Производство анилина, красящих и взрывчатых веществ, парфюмерных изделий, бездымного пороха, мыла.

Окись углерода, CO.—1. −190°. 2. 0.5÷1.0 (7). 3. 0.2÷0.3 (3). 4. 0.05÷0.10 (3). 5. 0.02 (7). 6. Бесцветный, неощутимый газ, не имеющий запаха (в диффузном состоянии); горит в воздухе синим пламенем. 7. В газообразном состоянии—через органы дыхания. 8. Степень 1 (7): Тяжесть в передней части головы, расширение кровеносных сосудов кожи, головная боль (в области лба и у затылка), давление в висках, усталость, слабость, дурнота, тошнота, рвота, ослабление упругости мускулатуры и управления ею, учащенный пульс и тяжелое дыхание, коллапс. Степень 2: Учащенность пульса и дыхания, падение кровяного давления, ослабление управления мускулатурой—главным образом сфинктерными мускулами, исчезновение рефлексов, коматозное состояние, перемежающееся с судорогами, чайн-стоксово дыхание, ослабленный пульс, дыхание медленное и поверхностное, прекращение дыхания, смерть. 9. Производство ацетилена, карбида, целлулоида, войлочных шляп, нитей для ламп накаливания; литейные и кузнечные работы, латунное литье, сплеснивание канатов, ситцепечатание, выжигание древесного угля, выплавка цинка, чистка труб и топок, плавка меди, эмалирование, производство (отделка) ламп накаливания; работы при обжигательных, коксовальных и газогенераторных печах, работы с каменноугольным дегтем, каменноугольным и водяным газом; работы в сушильных и котельных; все работы на газопроводных городских сетях.

Ртуть, Hg. — 1. 357.33°. 5. Концентрация <0.000125 вызывает симптомы отравления при ежедневном воздействии в течение 2 или 3 мес. (5). 6. Блестящий серебристо-белый металл, не подвергающийся изменениям на воздухе, но испаряющийся уже при комнатной температуре (6). 7. В виде паров и пыли (амальгамная пыль, пыль ртутных соединений)—через неповрежденную кожу и органы дыхания (6). 8. Отравления ртутью в промышлен-

ности носят характер хронического отравления при работах с этим металлом в течение долгого промежутка времени. Обычно первым симптомом является сильное слюнотечение, при опухании и воспалении десен и слизистой оболочки рта, нередко с образованием болезненных ран, расстройством пищеварения, усталостью и бледностью. При длительном отравлении наблюдаются явления «эретизма», особая психическая возбужденность (боязливость, растерянность, раздражительность), дрожание мускулов (тремор). Смерть может наступить вследствие усиленных судорог и тремора, охватывающих весь организм; в других случаях—в результате общего одряхления организма (6). 9. Добыча и выплавка ртути; производство зеркал, золочение и серебрение при помощи амальгамирования, производство термометров, барометров, манометров, ламп накаливания, рентгеновских и гитторфовских трубок, ртутных ламп, солей ртути, амальгам, красок, фармацевтических препаратов, антисептических красок, зажигательных средств, взрывчатых веществ; работы с солями ртути, особенно при выделке шерсти для фетровых шляп, фотографические работы и гравировка на стали.

Сероводород, H_2S (10).—1. −60.2°. 2. 0.06÷0.1 (10). 3. 0.05÷0.07 (3). 4. 0.02÷0.03 (3). 5. 0.01÷0.02 (10). 6. Бесцветный газ с запахом тухлых яиц (в малых концентрациях); горит голубоватым пламенем, образуя SO_2 и воду; смешанный с 7 ч. воздуха дает сильный взрыв при поджигании. 7. В газообразном состоянии—через органы дыхания. 8. Отравление двух видов: в острой и подострой форме; причиняет удушье и раздражение (конъюнктивит, бронхит, фарингит) и понижает деятельность центральной нервной системы. Симптомы действия малых концентраций: головная боль, сонливость, дурнота, оцепенение; боль в глазах весьма упорная, оканчивающаяся конъюнктивитом; нередко бронхит и боли в груди. Дальнейшее отравление влечет за собой состояние крайней подавленности, ступор, бессознательное состояние и смерть. Наблюдаются судороги—клонического и тонического характера. Смерть от удушья, вызванного параличом дыхательного центра; смерть, наступающая в результате слабого отравления, объясняется отеком легких. 9. Производство солей щелочных металлов, целлулоида, красящих веществ, удобрений, спичек, соды, сернистого натрия, крахмала, искусственного шелка; бронзирование, сращивание кабелей, мочка льна, очистка газа, очистка керосина, обжиг пиритов, рафинировка сахара, дубление; работа у доменных печей; работа с клеем, с осветительными газами, канализационными трубами.

Сероуглерод, CS_2.—1. 46.2°. 3. 0.32 (3). 4. 0.06÷0.09 (3). 5. 0.03 (3). 6. В чистом виде прозрачная, сильно преломляющая и летучая жидкость, с запахом, напоминающим хлороформ; при несовершенной очистке (технический продукт)—желтоватая жидкость с отталкивающим запахом. 7. В виде пара—при вдыхании; в жидком состоянии—через кожу. 8. Головная боль, боль в конечностях, дрожание рук, глухота, ослабление рефлексов, ускоренное сердцебиение, тошнота, расстройство пищеварения, изнурение, частичные нарушения в работе органов зрения, повышенная возбуждаемость и раздражительность с последующей депрессией, чрезмерное повышение деятельности полового инстинкта, а далее—ненормальное падение ее, хроническое психическое расстройство. 9. Производство аммониевых солей, искусственного шелка, сероуглерода, целлулоида, средств для истребления насекомых, серных спичек, красок, замазок, бездымного пороха, испытание асфальтов, склейка резиновой обуви, замешивание резинового клея, химическая чистка тканей, эмалирование, экстрагирование масел, очистка жиров, экстракция серы, вулканизация, сушка и выгрузка резиновых изделий; работы с парафином и клеем.

Синильная кислота (цианистый водород), HCN.—1. 26.5°. 2. 0.048 (9). 3. 0.012÷0.024 (9). 4. 0.005÷0.006 (3). 5. 0.002÷0.004 (3). 6. Бесцветная, сильно летучая жидкость с своеобразным запахом. 7. В газообразном состоянии—через органы дыхания; также и через кожу. 8. Головная боль, головокружение, чувство угнетения, тошнота, отсутствие аппетита, желудочно-кишечные расстройства, ослабление пульса, альбуминурия. 9. Производство аммониевых солей, целлулоида, красящих веществ; погружение в кислоту, кузнечные работы, ситцепечатание, воронение (ружейных стволов), закалка, гальваностегия, производство гремучей ртути, очистка каменноугольного газа, извлечение и рафинировка золота, фотографические работы, протравное крашение, рафинировка серебра, дубление, закалка (цементация) стальных изделий; работы у доменных печей и с осветительными газами.

Толуидин, $CH_3C_6H_4NH_2$.—1. 200°. 4. 0.1 (3). 5. 0.02÷0.04 (3). 6. Красновато-коричневая жидкость. 7. В виде паров — через органы дыхания. 8. Головная боль, слабость, затрудненное дыхание, цианоз, конвульсии, психические расстройства, ощущение недостатка воздуха, сильное раздражение почек (13). 9. Производство анилина и каменноугольных красок; работа при резервуарах и перегонных кубах (13).

Трехокись серы, SO_3.—2. 0.001 (2). 5. 0.0002 (2). 6. Твердое вещество белого цвета, дымящее на воздухе. 7. В газообразном виде—через органы дыхания. 8. Раздражение органов дыхания, бронхит. 9. Производство серной кислоты.

Треххлористый фосфор, PCl_3.—1. 76°. 2. 0.06 (3). 3. 0.005÷0.008 (3). 4. 0.0002÷0.0004 (3). 5. 0.00007 (8). 6. Жидкость с резким запахом, дымящая на воздухе и разлагаемая влагой на фосфористую и хлористоводородную кислоты (13). 7. В виде паров—через органы дыхания. 8. Ощущение удушья, затрудненность дыхания, слезоточение, бронхит, отек и воспаление легких, кашель с выделением пены, кровохаркание. 9. Производство треххлористого фосфора и органических соединений; применение треххлористого фосфора в качестве хлорирующего агента и растворителя для фосфора.

Фосген, $COCl_2$. — 1. 8.2°. 2. 0.02 ÷ 0.05 (2). 3. 0.0025 (2). 5. 0.0001 (2). 6. Бесцветный газ с удушливым запахом. 7. В виде паров—через органы дыхания. 8. Разрушение легочной ткани, эмфизема и отек легких, явления миокардита, вызванные эмфиземой, уплотнение и утолщение плевры, хронический бронхит, бронхиэктазия, одышка во время сна, полицитемия. 9. Производство красящих веществ и фосгена.

Фосфористый водород, PH_3. — 1. −85°. 2. 0.2 (14). 3. 0.04÷0.06 (3). 4. 0.01÷0.02 (3). 6. Бесцветный газ с тошнотворным запахом. 7. В газообразном состоянии—через органы дыхания. 8. Чувство стеснения в груди, головная боль, головокружение, звон в ушах, общая слабость, отсутствие аппетита, сильная жажда. 9. Производство ацетилена, красного фосфора; экстракция фосфора; работа с ферросилицием.

Хлор, Cl_2.—1. −33.6°. 2. 0.10 (3). 3. 0.004÷0.006 (3). 4. 0.0004 (3). 5. 0.0001 (3). 6. Желтовато-зеленый удушливый газ с пронзительным запахом; водный раствор газа—зеленовато-желтого цвета.

7. В газообразном состоянии—через органы дыхания. 8. Бледный вид, изнурение, разрушение зубов, бронхиальное воспаление и астма, расстройство пищеварения, раздражение кожи (сыпь—хлоракне). 9. Производство солей щелочных металлов, брома, хлорной извести, хлора, дезинфекционных средств, красящих веществ, фосгена, хлористой серы, хлористого цинка и хлористого олова; отбелка древесной массы, белениe тканей, ситцепечатание, стирка, фотография.

Хлористый водород, HCl.—1. −82.9°. 2. 0.5 (2). 3. 0.15÷0.2 (3). 4. 0.005÷0.01 (3). 5. 0.005 (2). 6. Чистый HCl—бесцветный газ, дымящий на воздухе, с образованием тяжелого кислого тумана. Неочищенная соляная кислота большею частью содержит мышьяк и другие примеси. 7. Действие на кожу и слизистые оболочки носа; изредка—в парообразном состоянии—на органы дыхания. 8. Раздражение слизистых оболочек, конъюнктивит, насморк, фарингит, ларингит, катарр гортани и бронхов; кариес зубов. 9. Производство солей щелочных металлов, аммониевых солей, анилина, сухих гальванических элементов, камфоры, карболовой кислоты, красящих веществ; травление кислотой, смешивание, регенерация и переноска кислоты; очистка патронных гильз, карбонизация шерсти, ситцепечатание, чистка и отмывка стеклянных изделий.

Хлороформ, $CHCl_3$.—1. 61.2°. 2. 6.15 (3). 3. 1.4 (3). 4. 0.5÷0.6 (3). 5. 0.2 (3). 6. Тяжелая бесцветная жидкость с характерным запахом и сладким вкусом; применяется для анестезии (11). 7. В виде паров—через органы дыхания. 8. Угрожающие симптомы при анестезии: неправильное дыхание, внезапное прекращение его, значительное замедление или учащение пульса, расширение зрачков, цианоз удушье, ведущее к расширению сердца, раздражение блуждающего нерва и, наконец, упадок сердечной деятельности. При хроническом отравлении сильная прострация, бред, кома, смерть. 9. Производство хлороформа; главный источник несчастных случаев—применение хлороформа в качестве анестезирующего.

Хлорпикрин, CCl_3NO_2.—1. 112°. 2. 0.05 (2). 3. 0.002 (2). 4. 0.0001 (2). 6. Бесцветное масло, нерастворимое в воде, обладающее достаточной летучестью, чтобы быстро отравлять окружающий воздух, и в то же время достаточно устойчивое, чтобы представлять опасность даже по прошествии 5 или 6 ч. 7. В газообразном состоянии—через органы дыхания. 8. Слезоточение и раздражение органов дыхания, сопровождающееся специфическим действием на рвотный центр мозга. Кашель, тошнота, рвота, а при более сильном отравлении — потеря сознания. Вторичные явления: бронхит, учащенное дыхание. 9. Военно-химическое дело. (Окуривание зернохранилищ, мельниц и складов. Прим. Ред.)

Четыреххлористый углерод, CCl_4.—1. 76.74°. 2. 4.8÷6.4 (3). 3. 2.4÷3.2 (3). 4. 0.4÷0.6 (3). 5. 0.16 (3). 6. Бесцветная жидкость приятного запаха с наркотическим действием, отчасти подобным действию хлороформа (11). 7. В виде паров—через органы дыхания. 8. Тошнота, рвота, боль в желудке, сильное оцепенение (ступор), переходящее в кому, отсутствие рефлексов, клонические судороги, слабый пульс, повышенная $t°$ и смерть (11). 9. Применяется в промышленности в качестве растворителя каучука, в виде составной части некоторых красок, в огнетушителях и для мытья волос и шерсти животных.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

(1) D. G. Robertson, Service Publication No. 22, Commonwealth of Australia. Dept. of Health, 1922. (2) Chemical Warfare Service, American University Experiment Station, Washington, D. C., *0*. (3) K. B. Lehmann, in Kobert's Kompendium der praktischen Toxikologie zum Gebrauche für Aerzte, Studierende und Medizinalbeamte, 5 Aufl., Stuttgart, 1912. (4) Fries and West, Chemical Warfare, 1921. (5) J. A. Turner, *231*, **39**: No. 8; 24. (6) Kober and Hayhurst, Industrial Health, 1924. (7) Sayers and Yant, *313*, No. **2476**; 23. (8) Chemical Warfare Service, *0*. (9) S. B. Grubbs, *231*, **32**: No. 16; 17. (10) Sayers, Mitchell and Yant, *313*, No. **2491**; 23. *29*, **231**: 59; 25. (11) F. P. Underhill, Toxicology or the Effects of Poisons, 1924. (12) Lehmann und Hasegawa, Arch. Hyg., **77**: 323; 12. (13) J. Rambousek, Industrial Poisoning, London, 1913. (14) Sollmann, Manual of Pharmacology and its Application to Therapeutics and Toxicology. Philadelphia, Saunders, 1924.

ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ И ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОТРАВЛЕНИЯХ ГАЗАМИ.

I. Предупредительные меры.

1. ОБЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ.

1. Принятие мер против поступления паров или дыма в рабочее помещение.

2. Хорошая вентиляция.

3. Испытание воздуха перед входом людей в помещение, если имеется подозрение, что воздух отравлен ядовитыми газами.

4. Никогда не входить и не работать в одиночку в местах, где воздух может быть отравлен ядовитыми газами.

5. Применение респираторов против газов, специальной защитной одежды или кислородных аппаратов (особенно последних, если воздух беден кислородом).

6. Приучение рабочих к учитыванию опасности отравления и усвоению методов предупреждения его.

2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ЗАЩИТЫ В ОТНОШЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ГАЗОВ.

1. Защита кожных покровов соответственной одеждой, применением масел и проч. При работе с дихлордиэтилсульфидом (иприт) обычная одежда не дает защиты, но последняя в известной мере достигается путем пропитывания рабочей одежды олифой. Смазывание кожи маслом также дает некоторую защиту, но лишь при кратковременном воздействии паров и притом в малой концентрации; при более высоких концентрациях действие смазки значительно ослабляется; наконец, при продолжительном воздействии паров смазка маслом не приводит к положительным результатам.

2. Воздержание от алкоголя во время и после работы—в особенности это необходимо в том случае, когда рабочий подвергается действию паров анилина, толуидина или нитробензола.

3. Крайняя чистота рабочих помещений, в особенности тех, где находятся рабочие.

4. Врачебное исследование намеченных к приему рабочих, чтобы убедиться в том, что они не стра

дают какими-либо болезнями, делающими их особенно восприимчивыми к некоторым ядовитым газам. Повторные исследования рабочих через определенные промежутки времени (каждые 30 дней для работающих с анилином) необходимы для того, чтобы захватить заболевание (отравление) в самом начале. В особенности же это важно для тех, кто подвергается отравляющему действию паров анилина, ртути и таких газов, отравление которыми происходит постепенно, а опасность отравления в наиболее острой форме не так уж велика.

II. Меры при подаче первой помощи.

1. ОБЩИЕ МЕРЫ.

1. Немедленно вынести пострадавшего из зараженной ядом атмосферы на свежий воздух.

2. Немедленно произвести искусственное дыхание (предпочтительно по методу Шефера), если таковое прекратилось.

3. Позвать врача.

4. Уложить больного лицом вниз (очень важно).

5. Укрыть больного потеплее и растиранием конечностей вызвать усиленную циркуляцию крови.

2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ПОМОЩИ ПРИ ОТРАВЛЕНИЯХ РАЗЛИЧНЫМИ ГАЗАМИ.

1. Назначение чистого кислорода; особенно важно это при отравлении окисью углерода. *1

2. Назначение возбуждающих: черного кофе, кофеина, камфоры или эфира при отравлении анилином, синильной кислотой, сероводородом, фосфористым водородом, толуидином; назначение (подкожно) атропина при отравлении хлористым водородом, сероводородом и фосфином; назначение (подкожно) морфия при отравлении синильной кислотой; ингаляция хлороформа при отравлении фосгеном; ингаляция паров аммиака или содовой пены при отравлении хлористым водородом, фосгеном, треххлористым фосфором и хлорпикрином; вливание щелочных растворов при отравлении мышьяком, бромом, иодом и сернистым газом (SO_2).

3. Кровопускание рекомендуется как средство при отравлении бромом, хлором, иодом, окислами азота, фосгеном и хлорпикрином; кровопускание не должно применяться в том случае, когда состояние общего упадка сил уже прошло.

4. При отравлении дихлордиэтилсульфидом меры предупреждения особенно важны, так как применение паллиативов не достигает цели. Лечение пораженных дыхательных путей производится частым приемом нескольких капель 1% раствора бикарбоната натрия, а затем жидкого петролата и полосканием горла слабым раствором Дэкина (Dakin). Глаза должны содержаться в чистоте, что достигается промыванием насыщенным раствором борной кислоты с 1% бикарбоната натрия, с последующим впусканием нескольких капель масла. Вся одежда должна быть снята. Ожоги кожи (от действия паров) следует смазывать антисептиками и предохранять от раздражения. Не следует применять таких раздражающих веществ, как растворы пикриновой кислоты или хлорной ртути.

---

*1 При отравлении окисью углерода может быть назначена для вдыхания смесь 5% двуокиси углерода с 95% кислорода. (Такая смесь сильнее стимулирует деятельность дыхательного центра.)

МАГНЕТИЗМ. *

ОБЩИЙ УКАЗАТЕЛЬ.

	Стр.
Атомные и молекулярные данные в связи с теориями магнетизма	*89*
Парамагнитные и диамагнитные данные	*98*
Ферромагнетизм	*113*
Магнето-физические явления	*158*

АТОМНЫЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ДАННЫЕ В СВЯЗИ С ТЕОРИЯМИ МАГНЕТИЗМА.

S. J. Barnett.

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.
Символы и единицы	89
Магнетоны или магнитные элементы	90
Молекулярный жиромагнитный эффект	90
Магнетизм и структура	91
Отношения аддитивности	92
Теории диамагнетизма	93
Радиусы атома	94
Теории парамагнетизма	94

Тело может быть намагничено либо внесением его в магнитное поле, либо вращением его в нейтральном пространстве (стр. 90). Намагничение, получающееся в магнитном поле, вызывается наложением (суперпозицией) двух эффектов, одним из которых можно практически пренебречь: (1) магнитный эффект, заключающийся в расположении осей некоторых постоянных или приблизительно постоянных магнитных элементов, составляющих части молекул, более или менее параллельно намагничивающему полю, и (2) диамагнитный эффект, в основном тождественный с индукцией электрического тока в проводнике (88). У диамагнитных веществ χ отрицательна, мала, независима от H и во многих случаях независима от температуры и некоторых других физических факторов.

Магнитные вещества, у которых χ положительна, могут быть либо парамагнитными, либо ферромагнитными. У парамагнитных веществ χ мала и независима от H при обычных температурах и в слабых полях. У ферромагнитных веществ χ относительно велика и зависит от H, если только H не очень мало. При достаточно высокой температуре всякое ферромагнитное вещество становится парамагнитным. Температура, при которой наблюдается это превращение, называется температурой перехода или точкой Кюри (θ) данного вещества. Данные, приведенные в настоящей статье, относятся преимущественно к парамагнитным и диамагнитным веществам, ибо для ферромагнитных веществ имеется малое число надежных атомных и молекулярных данных.

Символы и единицы.

Если нет других указаний, основной единицей во всех случаях принята соответствующая единица cgsm.

Символы, которые часто применяются в «Справочнике», определены в томе I, стр.7; те же символы, которые применяются только в одном разделе или в отдельных местах, будут определяться в них же.

$A[M]$	атомный [молекулярный] вес.
a	постоянная в уравнении Ланжевена (стр. 94).
$B[W]$	число магнетонов Бора [Вейсса] на основную единицу; $[\mu]= B[\mu]_B$, $[\mu]=W[\mu]_W$.
e	электрический заряд; обыкновенно, но не обязательно, он численно равен «заряду электрона» e.
H	напряженность магнитного поля.
j	угловой момент рассматриваемого тела или системы.
m	масса.
$\mathrm{m_0}$	масса электрона при малой скорости.
N_0	число Авогадро.
R	газовая постоянная на грамм-моль.
R_0	$2\mathrm{m_0}/\mathrm{e}$.
r	радиус.
T	абсолютная температура, °K.
Z	атомный номер.
θ	точка Кюри; постоянная температуры в уравнении Вейсса.
$[\mu]$	магнитный момент рассматриваемой системы.
$[\mu_0]$	магнитный момент элементарной магнитной единицы.
σ	удельное намагничение (магнитный момент на единицу массы).
σ_∞	значение σ, когда оси всех элементарных магнитных моментов параллельны.
χ	удельная восприимчивость (частное от деления восприимчивости на плотность).

Значки: a или m указывают, что количество отнесено к грамм-атому или грамм-молю; B или W указывают, что количество дано в магнетонах Бора или Вейсса как единичный момент.

---

* Перевод под ред. А. С. Займовского и проф. П. А. Флоренского.

Магнетоны или магнитные элементы.

Термин м а г н е т о н применяется как к целому магнитному элементу внутри атома или молекулы, так и к первичной магнитной единице, из которой элемент может быть построен. Из различных магнетонов, которые были предложены, здесь рассматриваются четыре; первые три выведены теоретически, четвертый — всецело основан на эксперименте.

Вращающийся электрон (1, 32, 63, 97, 115).—Элементом является вращающийся электрон-шар. Отношение углового момента j к магнитному моменту $[\mu]$, т. е. $(j/[\mu])_S = m_S/e$, если заряд распределен равномерно по поверхности, и $(j/[\mu])_v = 5m_v/7e$, если заряд распределен равномерно по объему; m_S и m_v представляют собой инерцию электрона в этих случаях. Если r—радиус электрона, то $m_S = 2e^2/3r$; $m_v = 4e^2/5r$.

Магнетон Бора (104). — Электрон вращается по неподвижной орбите; $j/[\mu_0] = 2m_0/e(\equiv R_0) = -1.13\times10^{-7}$ для отрицательного электрона. По теории Бора наименьшая величина j равна $\mathbf{h}/2\pi$, и соответствующая величина $[\mu_0]$ является магнетоном Бора $[\mu_0]_B = \mathbf{eh}/4\pi\mathbf{m}_0 = 9.23\times10^{-21}$. Грамм-магнетон Бора $[\mu_g]_B$ определяется как $N_0[\mu_0]_B = 5593$ (28, 104); если на один атом приходится только одна такая орбита, $[\mu_g]_B = [\mu_a]_B$.

Магнетон Зоммерфельда (104).—По спектроскопической теории Зоммерфельда магнитный момент атома $[\mu] = gj_1[\mu_0]_B$, где g—коэффициент расщепления по Ланде (Ausspaltungsfaktor), а угловой момент атома есть $j = j_1\mathbf{h}/2\pi$. Количества j и g являются производными от спектроскопических данных, и произведение gj_1 представляет собой число спектроскопических (зоммерфельдовских) магнетонов атома в данном состоянии.

Магнитный момент свободного нейтрального атома металла может быть определен непосредственно по действию интенсивного и неоднородного магнитного поля на быстро несущийся поток атомов паробразного металла (метод Герляха и Штерна) (45, 46, 47, 68, 92, 110, 137). Экспериментальная ошибка в числе магнетонов $[\mu]/[\mu_0]_B$, определенных таким образом, колеблется от 0.02 до 0.3 или 0.4.

ТАБЛИЦА 1.—СРАВНЕНИЕ ЧИСЛА МАГНЕТОНОВ (B), ПОЛУЧЕННОГО РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ (45, 46, 47, 68, 92, 110, 137).

$[\mu] = B[\mu_0]_B$; B_{GS} — величины B, полученные Герляхом и Штерном, B_S—посредством спектроскопического метода.

Атом	H	Na	K	Cu	Ag	Au	Zn	Cd	Hg
B_{GS}	1	1	1	1	1	1	0	0	0
B_S	1	1	1	1	1	1	0	0	0

Атом	Tl	Sn	Pb	Sb	Bi	Te	Ni	Fe
B_{GS}	$\frac{1}{3}$	0	0	0	(?)	0	$\lessdot 2$	0
B_S	$\frac{1}{3}$	0	0	0	(?)	(?)	5	*1

*1 Большая величина.

Магнетон Вейсса (11, 50, 89, 93, 120, 126). — При очень низких температурах χ_a как для Fe, так и для Ni асимптотически приближается к определенному максимуму, когда напряженность поля увеличивается, а температура понижается. Предельными значениями являются 1123.6×11 для Fe и 1123.3×3 для Ni. Величина 1123.5 является магнитным моментом грамм-магнетона Вейсса $[\mu_g]_W$. При очень низких температурах атомы Fe и Ni содержат, соответственно, 11 и 3 магнетона Вейсса. Момент элементарного магнетона Вейсса определяется как $[\mu_0]_W = 1123.5/N_0 = 1.854\times10^{-21}$. В пределах, меньших экспериментальной ошибки, магнитный момент магнетона Вейсса равен $^1/_5$ магнитного момента магнетона Бора.

ТАБЛИЦА 2.—АТОМНЫЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАГНИТНЫЕ МОМЕНТЫ $[\mu]$ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ.

(Метод Вейсса.)

$[\mu] = W[\mu_0]_W$.

Вещество	Fe	Fe*1	Fe*2	Ni*3	$FeNi_2$
W	11.00	11.09	10.00	3.00	20.0
Лит.	(120, 126)	(90)	(93)	(90, 120, 126)	(90

Вещество	Fe_3Ni_2	Fe_2Ni	Co*1	Co*2	Fe_2Co
W	27.0	27.0	8.92	8.97	36.1
Лит.	(90)	(90)	(11)	(93)	(93)

*1 Посредством экстраполяции данных для Ni-сплавов. *2 Посредством экстраполяции данных для Fe-Co-сплавов. *3 См. также стр. 95.

Молекулярный жиромагнитный эффект.

Намагничение при вращении (Барнет) (3, 7). — Каждый магнетон является, по существу, жиростатом с магнитным моментом, параллельным оси вращения; когда тело, содержащее магнетоны, вращается, направление их магнитных моментов стремится стать параллельным оси вращения тела. Для круглого цилиндра, делающего n оборотов в секунду вокруг своей геометрической оси, результирующий магнитный момент, получающийся параллельно оси, $M = C\lambda n = CH$, где C—константа, $\lambda = 2\pi j/[\mu]$, а H есть напряженность осевого магнитного поля, которое могло бы вызвать такой же момент (M) без вращения; λ $(=H/n)$ называется у д е л ь н о й м а г н и т н о й н а п р я ж е н н о с т ь ю в р а щ е н и я материала цилиндра. По классической теории, если магнетоном является электрон на орбите Бора, $\lambda = 2\pi j/[\mu_0] = 4\pi\mathbf{m}_0/\mathbf{e} = 2\pi R_0 = -7.10\times10^{-7}$ гаусс (об. сек.$^{-1}$)$^{-1}$. Если магнетоном служит шаровой электрон с зарядом, равномерно распределенным по поверхности (Лоренц), вращающийся вокруг своего диаметра, то $\lambda = -3.55\times10^{-7}$ гаусс (об. сек.$^{-1}$)$^{-1}$. Результаты экспериментов даны в табл. 3.

ТАБЛИЦА 3.—НАМАГНИЧЕНИЕ ПРИ ВРАЩЕНИИ.

λ—удельная магнитная напряженность вращения $= 2\pi j/[\mu]$. Для магнетона Бора $j/[\mu] = R_0$; для вращающегося электрона с поверхностным зарядом $j/[\mu] = R_0/2$. $2\pi R_0 = 4\pi\mathbf{m}_0/\mathbf{e} = -7.10\times10^{-7}$ гаусс (об. ск.$^{-1}$)$^{-1}$; λ $(\equiv H/n)$ дана в 10^{-7} гаусс (об. ск.$^{-1}$)$^{-1}$.

Материал	Примечание	$-\lambda$	Материал	Примечание	$-\lambda$
Сталь	*1	3.6	Сплав Гейслера	*3	3.62
Сталь	*2	3.4			
Железо, Сталь	6 прутков*3	3.79	Пермаллой	80% Ni*3	3.78
Никель	2 прутка*3	3.69	Ni-Fe	25% Ni*3	3.63
			Co-Fe	35% Co*3	3.83
Кобальт	*3	3.84	Co-Ni	54% Co*3	3.83

Средняя арифметическая наблюдений *3 1923 г. 3.76 ± 0.07. Отсюда $j/[\mu] = (3.76/7.10)R_0 = 0.529R_0 = 1.06\mathbf{m}_0/\mathbf{e}$.

*1 Наблюдения 1914 г., метод электромагнитной индукции (3). *2 Наблюдения 1915 г., тот же метод (3). *3 Наблюдения 1923 г., магнетометрический метод (7), ошибка около 2%.

Вращение при намагничении (Эйнштейн и де Хаас (40); ср. (9, 30, 39, 96, 105, 108, 109)).—Это явление обратно эффекту Барнета. Ферромагнитный пруток дает угловой момент относительно его оси при изменении магнитного поля, параллельного оси и наложенного на пруток посредством соленоида, который может быть либо укреплен на столе, либо намотан жестко на пруток. Измерение дает возможность вычислить отношение $j/[\mu]$ на основании классической теории и в предположении, что момент, приобретаемый жесткой системой, включающей пруток, равен и противоположен моменту, присущему магнетонам. Наиболее надежные результаты экспериментов см. в табл. 4.

ТАБЛИЦА 4.—ВРАЩЕНИЕ ПРИ НАМАГНИЧЕНИИ.

Величина $(j/[\mu])/R_0$ выражается по классической теории и является единицей для магнетона Бора и 0.5 для вращающегося электрона с поверхностным зарядом.

Материал	$(j/[\mu])/R_0$	Метод *1
Железо	0.50+	Балл. (30)
	0.53	ACD (9)
	0.50+	ACN (109)
	0.52	ACN_R (6)
Никель	0.50+	Балл. (30)
	0.57	ACD (9)
	0.50	ACN (109)
Кобальт	0.5	ACN (108)
Пермаллой	0.52+	ACN_R (6)
Магнетит	0.5	ACN (108)
Сплав Гейслера	0.50	ACN (109)

*1 Балл.—баллистический; ACD—переменный ток, отклонение; ACN—переменный ток, нуль; ACNR—переменный ток, соленоид намотан на пруток; ACN_R==ACN и ACNR вместе. За исключением ACNR, соленоид укреплен на столе. Данные из (6) являются предварительными.

Магнетизм и структура.

См. также (108, 109).

Влияние числа электронов [см. также (19, 61, 62)].—(*a*) *Правило Паскаля.*— Паскаль (82) нашел, что для гомологических элементов в трех семействах металлоидов $\chi_a\ (\equiv A\chi) = -Ce^{a}A$, где C и a—экспериментальные константы; позже (85) он установил правило, применимое почти ко всем прочим диамагнитным элементам; см. фиг. 1.

(*b*) *Правило Косселя* (16, 64, 104).—Для атомов и ионов, имеющих от 18 до 29 электронов вне ядра, Коссель обнаружил, что магнитный момент зависит в первую очередь от числа электронов вне ядра; например A, $K^{\bullet}$ и $Ca^{\bullet\bullet}$ имеют 18 таких электронов каждый, и их моменты совершенно тождественны (фиг. 2); при отнятии 2 электронов от нейтрального атома Ca ($Z=20$) его момент превращается в момент A ($Z=18$). Это иллюстрирует «закон смещения» Косселя. Мейер нашел то же правило для атомов и ионов, имеющих от 57 до 71 внеядерных электронов (фиг. 3).

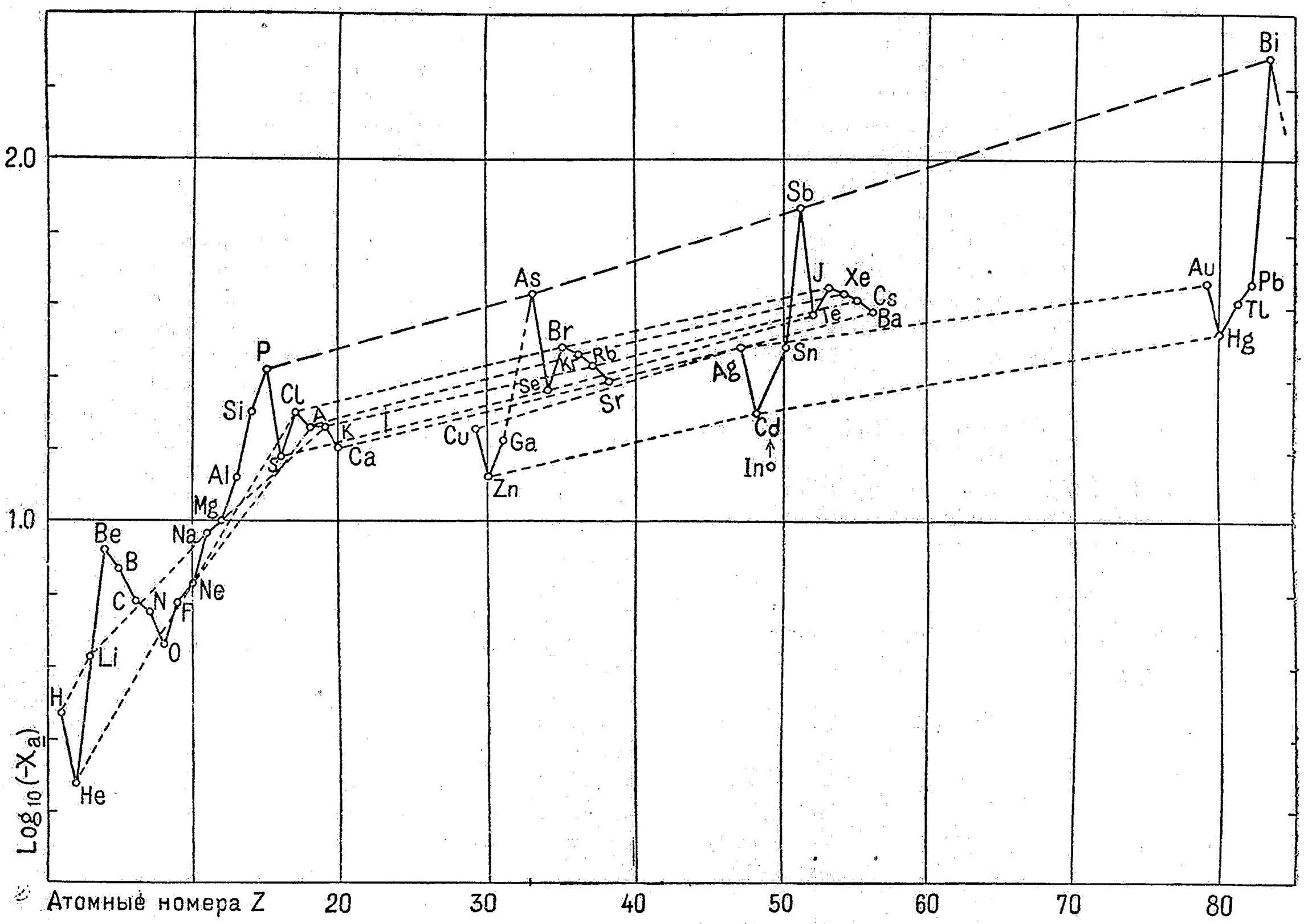
Влияние расположения электронов и электронных орбит.—(*a*) *Теория Ланжевена.*—По электронной теории магнетизма Ланжевена (65) ион, атом или молекула со вполне симметричным расположением электронных орбит должны быть диамагнитны, как например благородные газы и $Cu^{\bullet}$, $Ag^{\bullet}$, $Au^{\bullet}$; в то же время несимметричное расположение должно обусловливать парамагнетизм, как например Na, K, Ag, Cu и т. д.

(*b*) *Теория Косселя и Сиджвика.*—По теории Косселя (64) и Сиджвика (102) электроположительные атомы насыщенных соединений теряют все электроны, которые ими легко могут быть утрачены, а электроотрицательные атомы припягивают все способные быть привлеченными электроны, и практически во всех случаях результирующее орбитное расположение симметрично, и соединения диамагнитны. В небольшом числе случаев, как например в соединениях меди, расположение не симметрично, и соединение парамагнитно. Подобным образом ненасыщенные соединения диамагнитных простых веществ могут быть и диамагнитны, как окислы двувалентного Pb и Sn, и парамагнитны, как NO; см. также (10).

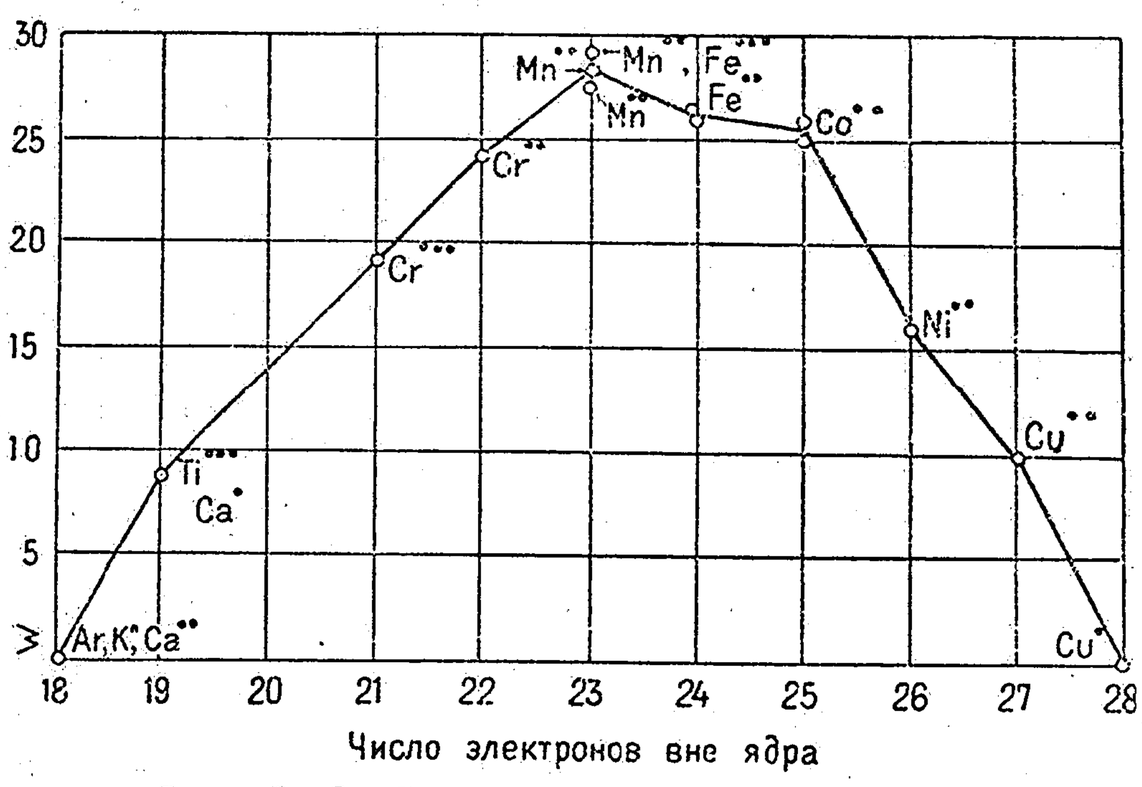
(*c*) *Теория Левиса.*—По магнетохимической теории Г. Н. Левиса (69) те электроны в молекуле, которые соединены попарно, производят диамагнитный эффект, в то время как одиночный электрон дает молекуле магнитный момент, вследствие чего получается парамагнетизм. В случае твердых тел и жидкостей подлинное молекулярное состояние вообще неизвестно; но в случае газов и разбавленных растворов можно предсказать, что некоторые вещества с нечетным числом электронов в молекуле будут парамагнитны, как например видно из следующего (111): две нечетные молекулы NO и NO_2 парамагнитны, в то время как окислы азота с четными молекулами диамагнитны; ClO_2, будучи нечетной, парамагнитна даже в разбавленном растворе в CCl_4; нечетное соединение α-нафтилдифенилметил, растворенное в бензоле, парамагнитно (первый случай парамагнетизма органического соединения); дополнительные данные см. (111, 133).

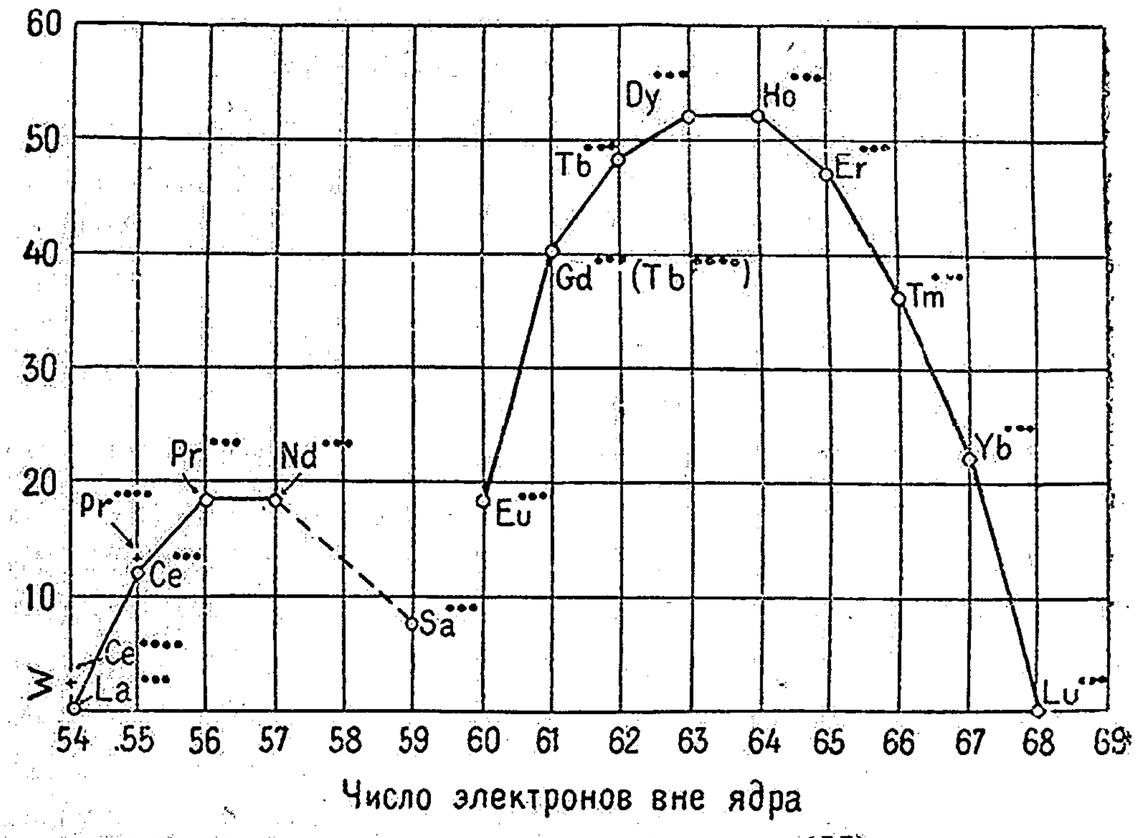
(*d*) *Теория Вело и Баудиша.*—По теории Вело и Баудиша [(127, 128), ср. (10)] диамагнетизм некоторых солей магнитных элементов обусловлен тем фактом, что атомы магнитных элементов, вступая с соседними атомами в совместное владение электронами и присваивая себе электроны этих атомов, получают достаточное число электронов, чтобы иметь симметричное их расположение, как в благородном газе. Таким образом соединение $K_4Fe(CN)_6$ диамагнитно потому, что каждый атом K отдает один электрон атому железа, а каждая группа CN отдает один электрон в совместное владение с атомом железа. В результате атом железа, обладавший вначале 26 внеядерными электронами, приобретает 10 лишних электронов и получает структуру Kr с 36 электронами.

Влияние кристаллической структуры. Многочисленные эксперименты, включая сюда и новейшие опыты Ингерсоля и де Винея с магнитными и немагнитными лентами из Ni [(55), ср. (80)] указывают ясно, что ферромагнетизм наблюдается только в кристаллических массах; однако тип кристалла при этом имеет малое значение (52, 129, 130). Так α-, β- и δ-железо имеют решотку центрированного куба, в то время как γ-железо—решотку куба с центрированными гранями. При обычных температурах Ni имеет решотку куба с центрированными гранями; Co—гексагональную или кубическую с центрированными гранями; пирротит (Fe_7S_8) — гексагональную; магнетит (Fe_3O_4) — кубическую; гематит (Fe_2O_3) — ромбоэдрическую. Термомагнитные изменения в сплавах Гейслера не сопровождаются изменением в дифракционном спектре рентгеновых лучей (139), и спектр Fe-Ni сплавов не изменяется, когда содержание никеля в сплаве проходит через значение, отвечающее пермаллою, проницаемость которого исключительно высока (2). Кристаллическая форма парамагнитных и диамагнитных твердых тел весьма разнообразна, однако у некоторых групп гомологи-



Фиг. 1. Соотношение между атомной восприимчивостью (χ_a) диамагнитных элементов и атомным номером (Z) (правило Паскаля с A, замененным через Z). Данные для благородных газов ([49], [134]), ср. ([10]), другие—по Паскалю; вычисления и интерполяции ([15], [19], [32]). Прерывистые (– – –) линии соединяют гомологические элементы; для $Z > 14$ они близки к прямым, как требует правило Паскаля (стр. 91).





Фиг. 2, 3. Соотношение между магнитным моментом ($[\mu]$) атома или иона и числом (N) внеядерных электронов (правило Косселя). $[\mu]=W[\mu_0]W$, где W—число магнетонов Вейсса на атом или ион. На фиг. 2 данные из ([104]); на фиг. 3 : ∘ из ([18]), + из ([74]), подсчеты согласно теории Ланжевена-Вейсса (стр. 94 и 95).

ческих элементов кристаллическая структура тождественна ([10]). Намагничение может и не производить изменений в кристаллической структуре ([138]); напр. фотограммы Лауе кристаллов магнетита и гематита не изменяются при действии поля в 1000 гаусс ([34]), фотограммы же сплавов Гейслера не изменяются под действием поля в 3500 гаусс ([139]), а рентгеновские спектры, полученные отражением от кристаллов магнетита, не изменяются при воздействии на кристалл сильного магнитного поля ([33]); ср. ([138]).

Отношения аддитивности.

Простая аддитивность. — Правило аддитивности может быть написано: $m\chi=\Sigma m_i\chi_i$, где m_i— масса компонента i соединения или смеси (M) масс $m=\Sigma m_i$, а χ и χ_i—удельные восприимчивости M и компонента i. Суммирование (Σ) распространяется на все компоненты. Для многих соединений и смесей это правило оказывается применимым; для многих других отклонения от него велики.

ТАБЛИЦА 5.—ПРАВИЛО АДДИТИВНОСТИ В ПРИМЕНЕНИИ К ТВЕРДЫМ ПАРАМАГНИТНЫМ ГИДРАТАМ СОЛЕЙ ([43]).

Некоторые данные удовлетворяют формуле $m\chi=\Sigma m_i\chi_i$, а некоторые—не удовлетворяют.

χ_o—экспериментально найденная удельная восприимчивость, χ_c—удельная восприимчивость, подсчитанная по данным последнего столбца при вычитании (отрицательной) восприимчивости потерянной H_2O. Ошибка $\pm 1\%$; χ дано в 10^{-6} cgsm.

Число молекул H_2O	0		1		n	
Соль	χ_o	χ_c	χ_o	χ_c	n	χ_o
$CuSO_4$ . .	8.6	9.6	8.6	8.6	5	5.9
$NiSO_4$ . .	25.5	27.8	24.1	23.8	6	15.6
$CoSO_4$ . .	60.8	60.0	53.6	53.2	7	3.5
$Sm_2(SO_4)_3$	3.43	3.39			8	2.6
$Gd_2(SO_4)_3$	92.6	92.7			8	74.7

В применении к растворам правило аддитивности требует, чтобы молекулярная восприимчивость растворимого вещества была независима от концентрации; это положение известно как закон Видемана. Во многих случаях кажущегося отступления от закона Видемана вероятно, что имеются компоненты разных типов (не менее двух) и что количественное соотношение их изменяется с концентрацией. Гидролиз дает иллюстрацию подобных изменений. Когда соль в растворе гидролизуется, величина χ для иона, выводимая в предположении, что имеет место правило простой аддитивности, обычно отличается от величины, получаемой из экспериментов, произведенных при других условиях. В подобных случаях прогрессивное уменьшение гидролиза при прибавлении кислоты дает возможность произвести экстраполяцию в условиях, когда гидролиза не происходит; эта экстраполированная величина для иона часто совпадает с величиной, найденной в других условиях при отсутствии гидролиза ([15], [23], [41], [94]).

Применительно к молекулам правило аддитивности требует, чтобы молекулярная восприимчивость χ_m ($\equiv M\chi$) исчислялась по атомным (ионным) восприимчивостям составляющих атомов (ионов). Паскаль, предположив это, нашел, что во многих случаях получаются согласные с правилом результаты, особенно в насыщенных органических соединениях. Вейсс подобным образом применил это правило при определении ионной восприимчивости металлов из экспериментально опредеденной восприимчивости солей и растворов; см. ([118]).

ТАБЛИЦА 6.—ВОСПРИИМЧИВОСТЬ АТОМОВ И АТОМНЫХ ГРУПП ([82], [83], [84]).

Приводимые ниже величины вообще применяются при определении ионной восприимчивости металлов, в предположении, что $m\chi$ для H_2O равна 13.0×10^{-6}. $m\chi$—восприимчивость атома или атомной группы (в первом случае m—атомный вес, в последнем m—молекулярный вес группы); $m\chi$ дано в 10^{-6}.

Атом . . .	Br	C	Cl	F	H	Hg	J	K	Na	O
$-m\chi$ . . .	30.6	6.0	20.1	6.3	2.93	33.4	44.6	18.5	9.2	4.6

Атом или атомная группа .	P	S	Se	Te	H_2O	SO_4	NO_3	NH_3	CN
$-m\chi$ . . .	26.3	15.0	23.1	37.5	13.0	33.6	14.2	14.4	10.8

Правило Паскаля ([82], [83]).—В тех случаях, в которых применение правила простой аддитивности к молекулам дает несогласные с опытом результаты, Паскаль применял более общую формулу $M\chi=\Sigma n_i A_i \chi_i+\lambda$ или эквивалентное ему $\chi_m=\Sigma n_i \chi a_i+\lambda$, где n_i—число атомов вида i и атомного веса A_i, входящих в молекулы молекулярного веса M, а λ измеряет отклонение от закона аддитивности; λ зависит от природы молекулы; λ имеет часто одну и ту же величину для всех органических соединений одинакового типа. Так, если единица χ равна 10^{-7}, то

$$(m\chi)(C_6H_5Cl)-(m\chi)(C_6H_5Br)=103$$

и

$$(m\chi)(CH_2ClCO_2C_2H_5)-(m\chi)(CH_2BrCO_2C_2H_5)=107,$$

в то время как

$$(m\chi)_{Cl}-(m\chi)_{Br}=105.$$

Точно также

$$(m\chi)(C_6H_5Br)-(m\chi)(C_6H_5J)=138$$

и

$$(m\chi)(CH_2BrCO_2C_2H_5)-(m\chi)(CH_2JCO_2C_2H_5)=148,$$

в то время как

$$(m\chi)_{Br}-(m\chi)_J=140;$$

расхождения для соединений с участием одного элемента колеблются от 8 до 10 единиц. Значения λ см. табл. 7.

ТАБЛИЦА 7.—λ ПО ПАСКАЛЮ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ТИПИЧНЫХ СВЯЗЕЙ В ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ.

$M\chi=\Sigma n_i A_i \chi_i+\lambda$. Для насыщенных соединений типа C_nH_{2n+2}, $\lambda=0$; χ дано в 10^{-6} cgsm.

Связь	λ	Связь	λ
Бензольная . . .	−1.5	Полиэтиленовая .	+10.6
Нафталиновая . .	−6.1	C=O	+ 8.2
Гексаметиленовая	+3.0	C≡N	+ 0.8
Этиленовая . .	+5.5	C≡N	0

ТАБЛИЦА 8.—ЭФФЕКТИВНАЯ АТОМНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ $(\chi_a)_O$ КИСЛОРОДА В ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ.

Принято $\lambda=0$; $(\chi_a)_O$ дана в 10^{-6} cgsm.

Тип связи	$(\chi_a)^O$
Простая связь с какими-либо двумя атомами,—O—	−4.6
Двойная связь с единичным C, не присоединяющим другого O	+1.7
Двойная связь с единичным C, присоединяющим другой O	−3.4

Двойная связь с каким-либо единичным поливалентным атомом: $(a_{\chi O})$—имеет тот же знак, что и в соответствующем случае, когда поливалентным атомом является C.

Теории диамагнетизма.

Теория Вебера-Ланжевена ([65], [116]).—Согласно этой теории магнитный момент диамагнитного атома в нейтральном пространстве равен нулю потому, что электронные орбиты таковы и так расположены, что вектор суммы их индивидуальных моментов равен нулю. Орбиты предполагаются жесткими, независимыми от T и вообще независящими от химических и физических изменений; но от наложения магнитного поля скорости электронов на орбитах изменяются. Этим обусловлено существование диамагнетизма. По этой теории для изотропного вещества или для атомов, ориентированных произвольно,

$$\chi_a=-(e^2N_0/12\pi m_0)\Sigma n_i a_i,$$

где a_i—площадь орбиты вида i; n_i—число таких орбит на атом. Вариации χ_a могут быть вызваны парамагнитным относительным смещением орбит, искривлением их, производимым молекулярным электрическим или магнитным полем, вследствие изменения состояния ([69], [81], [82], [83]) (Оксли ([81]) приписывает таким по-

лям напряженность порядка 10^7 гаусс, а для проводников, возможно, но не наверно ([67]), наличием свободных электронов ([99], [135]).

ТАБЛИЦА 9.—ВЛИЯНИЕ ПЕРЕХОДА ТВЕРДЫХ ДИАМАГНИТНЫХ ТЕЛ В ЖИДКОЕ СОСТОЯНИЕ ([81]).

Если $\delta\chi/\chi$ положительно, жидкость более диамагнитна, чем твердое тело; $\delta\chi/\chi$ дано в %.

Формула	Вещество	$\delta\chi/\chi$	Лит.
H_2O	Вода	3+	([56])
Hg	Ртуть	14	([81])
C_6H_6	Бензол	0	([81])
C_6H_7N	Анилин	5	([81])
C_7H_5ClO	Хлористый бензоил . . .	−5	([81])
C_7H_8	Толуол	5	([81])
C_8H_{10}	о-Ксилол	5	([81])

Теория Паули. По этой теории ([4], [86]), которая приложима только к одноатомным газам, диамагнетизм обусловлен вращением всего атома в целом (вращение Лармора), вызываемым магнитным полем. При произвольной ориентации χ_a ровно вдвое больше, чем по теории Вебера-Ланжевена, т. е.

$$\chi_a = -(e^2 N_0/6\pi m_0)\Sigma n_i a_i.$$

Радиусы атома.

Из измерений восприимчивости диамагнитных веществ на основе тех или иных теорий возможно вычислить среднюю площадь различных электронных орбит в атоме и радиус (r) этой средней площади, принимая ее за круговую. Получаемое значение величины r зависит от выбранной теории. По теории атома Бора, возможно в некоторых случаях вывести из r радиус (r_m) самой наружной орбиты ([19], [62]). Эффективный радиус атома может быть получен из вязкости и иных данных. Численные значения различных радиусов см. табл. 10.

ТАБЛИЦА 10.—РАДИУСЫ АТОМА.

Определены следующие радиусы:

$r_w[r_p]$ из средней площади электронных орбит согласно теории Вебера-Ланжевена (Паули) ([15], [19]); $r_w = r_p\sqrt{2}$.

r_m средний радиус наружной электронной оболочки по вычислениям Кабрера ([19]) из наблюдений — Уилса и Гектора ([49], [134]), где даются две величины (ионы структуры аргона), основанные на несколько различных допущениях.

r_v на основании измерений вязкости; вычислено Жансом ([60]).

r_c из кристаллических данных по методу Фаянса и Герцфельда ([42]); вычислено Гриммом ([48]).

r_l по модели атома Ланде, кубической симметрии; вычислено Швенденвейном ([100]).

r_b радиус соединения, Брагг ([12]).

Единица $r = 1\ \mu\mu = 10^{-6}\ \mu = 10^{-10}$ *см.*

(1)	r_w	r_p	r_m	r_v	r_c	r_l	r_b
A	85	60	85	181	87	109	105
$Ca^{\bullet\bullet}$ . . .			69, 74		67		170
Cl	92	65		168			
Cl′			98, 92		95		105
F′			55		75		
H	146	103		177			
He	81	57	57	111			
Hg	55	39		105			
K	84	59		159			
$K^{\bullet}$			76, 80		79		207
Kr			103	205	97	112	
$Mg^{\bullet\bullet}$ . . .			39		39		
N	76	54		146			
$N^{\prime\prime\prime}$ . . .			77				
$Na^{\bullet}$ . . .			43		52		
Ne	68	48	54	111	63	74	
O	65	46		146			
O″ . . .			65		89		
$P^{\prime\prime\prime}$ . . .			137, 111				
S″			113, 101		109		102
Xe			144	242	110	126	

Теории парамагнетизма.

χ независима от температуры.—Детальной теории еще не разработано; см. однако ([124]).

χ изменяется с температурой.—(*a*) *Теория Ланжевена.*—Ланжевен разработал основную теорию для газов, и на ней было основано много других теорий (см. ниже и стр. 97). Его теория приводит к уравнению

$$\sigma_a/\sigma_{a_\infty}\ (=\sigma/\sigma_\infty) = \coth a - 1/a,$$

где $a \equiv \sigma_{a_\infty} H/RT$. Если же a мало, уравнение переходит в

$$\sigma_a/H\ (\equiv\chi_a) = (\sigma_{a_\infty})^2/3RT = C_a/T;$$

или, после деления на A, $\chi = C/T$, что представляет собой закон Кюри ([36]). Закон Кюри приложим к O_2 как при высоких температурах ([83]), так при плотности, соответствующей давлению 100 *atm* при 290° K, в пределах 170÷290° K и 10÷18 килогаусс, причем C равно $(302.8 \pm 1.5) \times 10^{-4}$; он также приложим к некоторым твердым телам и растворам солей, см. ниже и табл. 11, 12, 14.

Исходя из совершенно иных допущений, Вейсс показал, что в некоторых случаях уравнение Ланжевена может быть приложимо к твердым телам ([119]), что было проверено экспериментально (Оннес, Остерхуис, Вольтьер) ([75], [136]) для твердого сульфата гадолиния $Gd_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$ в пределах 1.3÷300° K и 3.3÷22 килогаусс; a изменялось от малой величины до 7.0; закон Кюри приложим, если $a < 0.7$.

(*b*) *Обобщение Вейссом теории Ланжевена.*—Вейсс и Оннес независимо друг от друга обнаружили, что для многих рядов данных, на которых не оправдывается закон Кюри, применимо более общее уравнение $\chi(T-\theta) = C$ (закон Вейсса), и Вейсс показал, что теория Ланжевена приводит к этому уравнению, когда ориентация элементарных моментов изменяется сильными молекулярными полями; $C_a = (\sigma_{a_\infty})^2/3R$, как по теории Ланжевена при малом a. Напряженности молекулярных полей для согласования с наблюденными значениями θ должны превышать 10^6 гаусс, если считать эти поля магнитными; приводим, по Вейссу ([122]), некоторые значения, выраженные в этих единицах: Fe 6.5; Ni 6.4; Co 8.9; магнетит 14.3.

Если каждый элементарный магнитный момент сопровождается электрическим моментом, имеющим ту же самую ось, то результирующее молекулярное электрическое поле будет давать тот же эффект, что и молекулярное магнитное поле, по первоначальному предположению Вейсса ([121]). Требуемый элементарный электрический момент $\varepsilon = 1.5\sqrt{RM\theta/\pi d N_0}$ электростатических единиц, где d плотность вещества, а

прочие символы имеют то же значение, что и в других местах. Таким образом, если единица ε равна 10^{-18} cgse единиц, то значения ε для Fe, Co и Ni равны, соответственно, 1.09, 1.25 и 0.85, если атом является основным элементом; если основным элементом для железа служат 3 атома, а для магнетита $0.5\,Fe_3O_4$, то соответствующие значения ε равны 1.90 для Fe и 1.74 для Fe_3O_4. Все эти значения очень близки к полученным Дебайем (37, 73) для момента диполей в диэлектриках (от 0.34 до 1.18). Значение для Ni наиболее надежно.

Объяснение существования θ у смеси кислорода и азота (ср. табл. 14) было дано на основе предположения полимеризации (70, 89).

Для растворов эксперименты Фоэкса (44) и Кабрера с Дюперье (21) показали, что θ вообще не равна нулю, а результаты последнего указывают, что θ независима от концентрации и природы аниона.

Для веществ, ферромагнитных при комнатной температуре, теория Вейсса рассматривает θ как температуру, при которой вещество делается парамагнитным (точка Кюри, критическая температура). Для чистых Fe-Ni-сплавов, содержащих Ni от 34.4% (Fe_2Ni) до 100%, закон Вейсса оказывается точным для температур от t, близкой к точке Кюри, до $t \cong 1200°$, а θ оказывается (91) несколько выше, чем точка Кюри. Из многих серий наблюдений в Цюрихе (120) атомный магнитный момент для чистого Ni выше точки Кюри, вычисленный на основе теории Ланжевена-Вейсса, был найден: $[\mu]=(8.02\pm0.02)[\mu_0]\,W$; ср. стр. 90.

Для других ферромагнитных веществ при температурах выше точки Кюри закон Вейсса применим с точностью только в небольшом интервале T.

Для большинства парамагнитных веществ он оправдывается в значительном интервале T, но при очень низких температурах вообще не совпадает с опытом. Это несовпадение составляет криомагнитную аномалию Оннеса. Для ионов группы железа и группы редких земель Кабрера (20) показал, что θ вообще падает с увеличением ионного магнитного момента, причем зависимость от ионов данного класса выражается линейным уравнением.

ТАБЛИЦА 11.—ЗАКОН ВЕЙССА В ПРИМЕНЕНИИ К ТВЕРДЫМ ПАРАМАГНИТНЫМ ВЕЩЕСТВАМ. ЗНАЧЕНИЯ θ И ИНТЕРВАЛЫ ПРИМЕНИМОСТИ.

Закон Вейсса, $\chi(T-\theta)=C$, обычно неверен при очень низких температурах; T—интервал, в котором закон остается верным; T'—температура ниже интервала; a, m, s показывают, что χ и C отнесены к атомному (атом металла), молекулярному или удельному намагничению. Ошибка в θ колеблется приблизительно в интервале $< 1 \div 2°$ K; χ дано в cgsm; T, T' и θ—в °K.

Вещество	(2)	Интервал T	θ
$Gd(C_2H_5SO_4)_3.9H_2O$ . .	a*1	14.6÷291.5	0
$CoSO_4$	m	77.3÷289.5	− 45
$NiSO_4.7H_2O$	m*1	169.6÷292.2	+ 59
Pt*2	s	325 ÷685	−1124
Pd*2	s	479 ÷722	− 226
$Fe_2(NH_4)_2(SO_4)_4.24H_2O$	m	14.7÷290	0
Dy_2O_3	m	13.9÷288.5	− 16

*1 В эти значения была внесена поправка на диамагнетизм анионов и кристаллизационной воды. *2 В эти значения была внесена поправка на диамагнетизм атомов металла.

Вещество	C	$\chi(T'-\theta)$	T'	Лит.
$Gd(C_2H_5SO_4)_3.9H_2O$	7.05			(58)
$CoSO_4$	3.22	4.27	14.8	(57)
$NiSO_4.7H_2O$ . . .	1.077	3.76	14.6	(57)
Pt*2	0.001663	0.001651	289	(44)
Pd*2	0.003043	0.002997	290	(44)
$Fe_2(NH_4)_2(SO_4)_4.24H_2O$	8.50			(78)
Dy_2O_3	27.6			(76)

ТАБЛИЦА 12.—ЗАКОН ВЕЙССА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТВЕРДЫМ ПАРАМАГНИТНЫМ ВЕЩЕСТВАМ. ИЗМЕНЕНИЕ θ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МОЛЕКУЛЯРНОГО СТРОЕНИЯ.

$\chi(T-\theta)=C$; средняя ошибка в $\theta=2°$, максимальная ошибка=7°K; θ дана в °K.

Катион	$Ni^{\cdot\cdot}$		$Co^{\cdot\cdot}$	
Анион *1	θ	Лит.	θ	Лит.
SO_4	−79	(57)	−45	(57)
			−30*3	(112)
			−19*4	(57)
			−48	(101)
$SO_4.7H_2O$	+59	(57)	−14	(57)
$(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$.	− 4	(57)	−22	(57)
Cl_2	+78*3	(112)	+47	(112)
	+38*4	(112)	+34	(14)*2
Катион	$Fe^{\cdot\cdot}$		$Fe^{\cdot\cdot\cdot}$	
Анион *1	θ	Лит.	θ	Лит.
SO_4	−12	(14)*2	−66	(14)*2
	−31	(57)		
$SO_4.7H_2O$	− 1	(57)		
$(NH_4)_2(SO_4)_4$			−12	(14)*2
$(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$.	+ 3	(57)	0	(78)
Cl_2	+30	(14)*2	− 3	(14)*2

*1 Для $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ брались соли $Fe_2(SO_4)_3$, $Fe_2(NH_4)_2(SO_4)_4$, $Fe_2(NH_4)_2(SO_4)_4.24H_2O$ и $FeCl_3$. *2 Подсчитано по данным (51, 56). *3 При более низких температурах. *4 При более высоких температурах.

ТАБЛИЦА 13.—ЗАКОН ВЕЙССА В ПРИМЕНЕНИИ К РАСТВОРАМ И ЧИСТЫМ ЖИДКОСТЯМ. ЗНАЧЕНИЯ θ И ИНТЕРВАЛЫ ПРИМЕНИМОСТИ.

$\chi(T-\theta)=C$; ошибки в C колеблются в пределах 0.1—0.2%. Расхождения в θ для данного иона вероятно случайны. Растворителем является вода, если не указано ничего иного. Конц.—концентрация растворимого вещества в $г$ на 100 $г$ раствора, исключая случаев, где указано иное; θ дана в °K; T—абсолютная температура, °K.

Растворимое вещество	Конц.	Интервал T	θ	Лит.
$MnCl_2$	3.0	293÷373	−28	(21)
	15.0	293÷376	−25	(21)
	37.9	293÷371	−24	(21)
$Mn(NO_3)_2$	6.4	293÷373	−23	(21)
	36.9	293÷372	−27	(21)

Растворимое вещество	Конц.	Интервал T	θ	Лит.
$FeCl_3$*1	0.148	290÷400	−11	(44)
	0.148	290÷400	+ 2	(44)
	0.161	290÷400	+ 1	(44)
	0.183	290÷400	− 4	(44)
$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$*2	0.0315	290÷373	0	(44)
	0.0405	291÷384	− 1	(44)
$CoCl_2$	7.9	283÷413	−11.6	(29)
	14.8	283÷413	−12.1	(29)
$CoSO_4$	4.1	283÷413	−11.2	(29)
	9.8	283÷413	−12	(29)
$Co(NO_3)_2$	9.4	283÷413	−12.4	(29)
	0.076*1	290÷400	− 2	(44)
	0.139*1	290÷400	− 3	(44)
	0.139*1	290÷400	−17	(44)
$NiCl_2$	4.6	279÷363	0	(123)
	4.6*3	292÷329	0	(123)
	*4	290÷400	0	(44)
$Ni(NO_3)_2$.	12.4	293÷370	− 4.2	(21)
	44.4	293÷375	− 1.4	(21)
$V_2O_2Cl_4.5H_2O$*5 .	100	194÷326	−29	(88)
	100	194÷326	−45	(88)

*1 Конц.—g металла на 100 g раствора; пределы T только приблизительные. *2 Конц.—g Fe на 100 g раствора; растворитель—смесь H_2O и H_2SO_4. *3 Растворителем служит H_2O+6.8% NH_3. *4 Раствор насыщенный; концентрация ⩾20% Ni; пределы T только приблизительны. *5 Вязкая жидкость.

ТАБЛИЦА 14.—ЗАКОН ВЕЙССА В ПРИМЕНЕНИИ К СМЕСИ O_2 и N_2 (89).

V_0—объем O_2, содержащийся в объеме V при той же температуре и давлении. $\chi(T-\theta)=C$. Средняя ошибка в θ равна ~ 0.2°; θ дана в °K; χ—в 10^{-4} cgsm.

V_0/V .	1 (8)	3/5	1/3	2/11	1/9	1/5	Среднее C
C . . .	315.8	315.3	314.7	315	315.3	315	315.2
θ . . .		−29.5	−16.5	−9.5	−4.5	−2.2	

ТАБЛИЦА 15.—МАГНИТНЫЕ МОМЕНТЫ [μ] МОЛЕКУЛ И ИОНОВ ПАРАМАГНИТНЫХ ВЕЩЕСТВ.

I. Молекулы. Только O_2 и NO. Подсчет основан на теории Ланжевена (стр. 94) и в предположении одиночных неподвижных моментов.

II. Ионы. За исключением случаев, где сделана оговорка: для растворов (растворителем служит H_2O) закон Видемана применим, закон Кюри применяется без особой проверки. Для твердых солей закон Вейсса применим в указанном «интервале». Подсчет основан на теории Ланжевена-Вейсса (стр. 94 и 95).

В столбце (1) названы рассматриваемые ион или молекула, а в (2) молекула, от которой они являются производными. Чистое вещество является твердой солью, если не сделано особой оговорки; g—газ; l—жидкость; [μ] отнесено к грамм-иону(-молекуле) или индивидуальному иону (молекуле) согласно $[\mu]_W=[\mu_g]_W$ или $[\mu_0]_W$. $[\mu]=W[\mu]_W$.

Состояние вещества		Раствор	Чистое	
(1)	(2)	W	Температурный интервал	W
O_2	O_2		g	14.13*1
NO	NO		g	9.18*1
Cu^{++}	Различные .	9.5 9.8 } *2		
	$CuCl_2$		+ 20 ÷+500	10.0*3
	$CuSO_4$		−120 ÷+700	9.96*3
Mn^{++}	$MnCl_2$	28.05*4,5	−180 ÷+630	27.04*3
			+ 15 ÷+575	28.45*6
	$MnSO_4$ . . .		+ 9 ÷+270	29.04*6
			+280 ÷+550	29.04*6
	$MnSO_4.4H_2O$		− 68.6÷+ 28.5	29.04*7
	$Mn(NO_3)_2$ . .	28.07*4,5		
Fe^{++}	$FeCl_2$		−182 ÷+200	25.9*3
	$FeCl_2.4H_2O$.		−180 ÷+ 20	26.0*3
	$FeSO_4$		−177 ÷+660	26.08*3
	$FeSO_4.7H_2O$	26.51*8	−173 ÷+ 23	26.0*3
	$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$.	26.49*8	− 73 ÷+ 16	25.97*7
Fe^{+++}	$Fe_2(SO_4)_3$ . .		−180 ÷+660	29.00*3
			+ 16 ÷+575	28.95*6
	$Fe_2(NH_4)_2(SO_4)_4$ . . .		−180 ÷+400	29.0*3
Co^{++}	$CoCl_2$	25.06*4,9	+ 15.5÷+325	24.96*6
	$CoSO_4$	25.03*4,9	+ 15 ÷+550	25.00*6
			−196 ÷+ 16	25.2*10
	$CoSO_4$*11 . .	26.03*4,9	+ 8 ÷+422	26.0*12
	$CoSO_4.7H_2O$		−209 ÷+ 17	25.04*10
	$Co(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$.		−196 ÷+ 17.5	24.75*10
	$Co(NO_3)_2$ . .	25.02*4,13 25.54*4,7		
Ni^{++}	$NiCl_2$	16.02*4,14	−120 ÷+360	16.08*3
			+ 15 ÷+125	16.03*6
			+150 ÷+500	16.92*6
	$NiSO_4$	16.06*15	−180 ÷+120	17*3
			−196 ÷+ 16	16.9*10
	$Ni(NO_3)_2$ . .	16.04*15 15.96*4,5		
	$NiCl_2+NiSO_4+Ni(NO_3)_2$*16	15.58*4,17		
Cr^{++}	$CrCl_2$	23.72 23.89 } *18		
	$CrSO_4.7H_2O$	23.98*18		
Cr^{+++}	$Cr_2O_3.7H_2O$		−164 ÷+ 19	19.07*3
	$CrCl_3$		−167 ÷+ 18	18.87*3
			+250 ÷+550	18.87*3
	$CrCl_3.4H_2O$.	18.72*19,20		
	$CrCl_3.6H_2O$.	18.77*19,20		
	$Cr_2(SO_4)_3$ . .	18.88*21		
	$Cr(NO_3)_3$*22 .	18.99*21		
V^{++++}	$V_2O_2Cl_4.5H_2O$*23 . .	*24	l	7.94*26
	$VOSO_4.3.5H_2O$ . .	*24	− 79 ÷+100	8.95*25

Редкие земли; соли типа $R_2(SO_4)_3.8H_2O$, за исключением особо оговоренных (15, 18, 74, 131, 132) *26.

Ион$^{+++}$	Ce*27	Pr	Nd	Nd*28	Sa	Eu	Gd
W*29 . .	11.89	17.89	18.00	18.05	7.64(?)	17.92	40.07
$\pm\delta W$.	1.2	0.3	0.3	1		0.1	0.2
δP . . .	−1.1	−0.6	0.0	+0.3		−0.4	+0.2

Ион***	Tb	Dy	Dy*28	Ho	Er	Er*28	Tm	Yb
W*29 .	47.92	52.25	52.00	52.00	46.98	47.09	35.85	21.74
$\pm\delta W$.	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	1	0.1	0.2
δP . .	−0.2	+0.5	0.0	0.0	−0.0	+0.2	−0.4	−1.2

*1 См. (8, 120). *2 (24). *3 (51, 56, 118). *4 Закон Вейса оказался применимым, значение θ было найдено и применялось при подсчетах. *5 (21). *6 (112). *7 (44). *8 (125). *9 (29). *10 (57). *11 Безводная соль, полученная прокаливанием $CoSO_4.7H_2O$. *12 (101). *13 (29, 44). *14 (13, 25, 123). *15 (25, 123). *16 Растворитель H_2O+xNH_3. *17 (123). *18 (27). *19 Гидролиз очень слаб, и величина W близко подходит к 19.00 (гидролиз ослаблен прибавлением HCl). *20 (41). *21 (22). *22 Гидролиз очень слаб. *23 Вязкая жидкость. *24 Эркюлисс нашел такие же моменты ($W=8$ и 9), когда V^{++++} находится в водных растворах (88). *25 (88). *26 Т.к. была установлена применимость закона Кюри к $Gd_2(SO_4)_3.8H_2O$ (см. стр. 94), то предполагалось, что для сульфатов $\theta=0$. δW—% расхождения W; δP—% отклонения W от ближайшего целого числа. *27 $Ce_2(SO_4)_3.5H_2O$. *28 Окись. *29 Для ионов La и Lu $W=0$.

(*c*) *Теории квантования энергии.* — Среди многих исследователей, изменивших теорию Ланжевена (стр. 94) посредством введения квантования энергии, дальше всех пошли Рейхе (95) и Ротцан (98). Развитая ими для газов теория приводит к уравнениям, которые часто согласуются с данными для твердых тел более удовлетворительно, чем уравнение Вейсса и других, особенно при очень низких температурах.

Теория учитывает θ в законе Вейсса и дает возможность вычислить величину χ при 0° K, но она состоятельна лишь для того типа криомагнитной аномалии, при которой $d(\chi^{-1})/dT$ понижается с T. Уравнения и производные из них см. (67, 69).

ТАБЛИЦА 16. — ТЕОРИЯ РЕЙХЕ-РОТЦАНА В ПРИМЕНЕНИИ К ПАРАМАГНИТНЫМ ТВЕРДЫМ ТЕЛАМ.

χ_0—значение χ при 0° K; $\chi_{набл.}$, $\chi_{выч.}$—наблюденной (51, 76, 79) и вычисленной на основе теории Рейхе-Ротцана посредством параметров, полученных из наблюдений. $\Delta=(\chi_{набл.}-\chi_{выч.})/\chi_{выч.}$; Δ_m—среднее значение Δ; $[\Delta]_m$—среднее из абсолютных значений Δ (независимо от знака); $[\mu]_R$ и $[\mu]_L=[\mu]$ граммолекулы, как получается по теории Рейхе-Ротцана и Ланжевена, соответственно. Интервал T—интервал, в котором теория согласуется с наблюдениями. $(\chi T)_l$ [$(\chi T)_h$]—значение χT при самой низкой [самой высокой] температурах интервала. Значения $[\mu]_R$ взяты из (5); χ дано в 10^{-6}; Δ_m и $[\Delta]_m$ в %; $[\mu]_R$ и $[\mu]_L$—в 10^{-20}; T—в °K.

Твердое тело*1	$(\chi T)_l$	$(\chi T)_h$	Δ_m	$[\Delta]_m$	χ_0	$[\mu]_R$	$[\mu]_L$
$MnSO_4$ (1) .	9158	25804	+0.50	0.92	658	5.35	5.12
$MnSO_4.4H_2O$ (2) .	17755	19141	−0.47	0.88	7294	5.45	5.13
$FeSO_4.7H_2O$ (3) .	11113	12394	+0.17	0.41	3365	4.90	4.82
$Fe_2(SO_4)_3$ (4)	11334	15446	+0.09	0.27	286	6.84	7.11

*1 Интервалами T для твердых тел (1), (2), (3) и (4) соответственно будут: 19.4 ÷ 293.9, 14.4 ÷ 288.7, 14.7 ÷ 293.2 и 64.0 ÷ 289.8.

(*d*) *Теории пространственного квантования* (87, 103, 104).—Спектроскопический эффект Зеемана (Zeeman) предполагает пространственное квантование осей элементарных магнитов. Паули (87) ввел это предположение в теорию Ланжевена для газов (стр. 94) Согласно изменению, предложенному Зоммерфельдом,

$$\chi_a T\ (\equiv C_a)=\left\{\frac{[\mu]^2 N_0^2}{3R}\right\}\ \left\{\frac{j_1+1}{j_1}\right\},$$

где $[\mu]$ и j_1 отнесены к атому, а $[\mu]=gj_1[\mu_0]_B$ (см. стр. 84). Отсюда

$$\sqrt{3RC_a}/N_0[\mu_0]_B\ (=2.83\sqrt{C_a})=g\sqrt{j_1(j_1+1)}.$$

В некоторых случаях g и j_1 могут быть определены с значительной точностью из химических и спектроскопических данных. Наиболее значительный успех в подтверждении формулы подобным образом был достигнут Хундом с трижды ионизованными редкими землями ($Z=57\div71$, см. табл. 17). Подобные попытки с ионами элементов от $Z=18$ до $Z=29$ были только частично успешны, вероятно, потому, что при обычной температуре не все атомы находятся в таком движении, какое предположено для характеристики газа. Попытки установить соотношение между строением атома и магнитными моментами для $Z=18\div29$ см. (20, 38, 53, 66, 104). О прочих теориях пространственного квантования см. в (73).

ТАБЛИЦА 17.—ТЕОРИЯ ПАУЛИ-ЗОММЕРФЕЛЬДА, ПРИМЕНЕННАЯ ХУНДОМ (HUND) К РЕДКИМ ЗЕМЛЯМ (53, 54).

Эта теория требует, чтобы $2.83\sqrt{C_a}$ $(\equiv 2.83\sqrt{\chi_a T})$ было равно $g\sqrt{j_1(j_1+1)}$, где g и j_1 являются числами, полученными из спектроскопических и химических данных; $gj_1=[\mu]/[\mu_0]_B\equiv B$. В дальнейшем предполагается, что группа $4s3$ и нижние группы заполнены, и что группы 5_1, 5_2 и 5_3 содержат соответственно 2, 2 и 4 электрона. В столбцах (3), (4) и (5) дано число электронов в группах 4_4, 4_{43} и 4_{44}; в (6)—основной спектральный терм; в (9)—$B_c\equiv W/5$ для твердых солей (таблица 15); в (10)—$g\sqrt{j_1(j_1+1)}$, вычисленное значение $2.83\sqrt{\chi_a T}$; в (11) и (12)—значения $2.83\sqrt{\chi_a T}$ по определению Кабреры (20) и Мейера (74). Столбцы (4), (5) и (9) не даны Хундом.

(1) Z	(2) Ион*1	(3) 4_4	(4) 4_{43}	(5) 4_{44}	(6) *5	(7) j_1	(8) g
57	La	0	0	0	^1S	0	0/0
58	Ce	1	1	0	^2F	5/2	6/7
59	Pr	2	2	0	^3H	4	4/5
60	Nd	3	3	0	^4J	9/2	8/11
61		4	4	0	^5J	4	3/5
62	Sa	5	5	0	^6H	5/2	2/7
63	Eu*4	6	6	0	^7F	0	0/0
64	Gd	7	6	1	^8S	7/2	2
65	Tb	8	6	2	^7F	6	3/2
66	Dy	9	6	3	^6H	15/2	4/3
67	Ho	10	6	4	^5J	8	5/4
68	Er	11	6	5	^4J	15/2	6/5
69	Tm	12	6	6	^3H	6	7/6
70	Yb	13	6	7	^2F	7/2	8/7
71	Lu	14	6	8	^1S	0	0/0

(1) Z	(2) Ион*1	(9) B_c	(10) Вычисл.	(11) Набл.	(12) Вычисл.
57	La	0	0.00*2	0	0
58	Ce	2.38	2.54	2.39	2.77*3
59	Pr	3.58	3.58	3.60	3.47
60	Nd	3.60	3.62	3.62	3.51
61			2.68		
62	Sa	1.53	0.84	1.54?	1.32
63	Eu*4	3.58	0.00*2	3.61	3.12
64	Gd	8.01	7.9	8.2	8.1

(1) Z	(2) Ион*1	(9) B_c	(10) Вычисл.	(11) Набл.	(12) Вычисл.
65	Tb	9.58	9.7	9.6	9.0
66	Dy	10.45	10.6	10.5	10.6
67	Ho	10.4	10.6	10.5	10.4
68	Er	9.4	9.6	9.5	9.4
69	Tm	7.2	7.5	7.2	7.5
70	Yb	4.4	4.5	4.4	4.6
71	Lu	0	0.00*2	0	0

*1 Элементы трижды ионизованные. *2 Принято $g=0$. *3 Возможно $Pr^{\bullet\bullet\bullet\bullet}$. *4 Расхождение может быть обусловлено или присутствием загрязнения (Gd) или тем, что значительная часть ионов Eu не находится в основном состоянии. *5 Спектральный терм.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям — в конце тома.)

(1) Abraham, *8*, **10:** 105; 03. (2) Arnold and Elmen, *143*, **195:** 621; 23. (3) Barnett, *2*, **6:** 239; 15. **10:** 7; 17. (4) Barnett, *2*, **25:** 835; 25. (5) Barnett, *8*, **77:** 98; 25. (6) Barnett, *0*. (7) Barnett and Barnett, *65*, **60:** 125; 25. (8) Bauer et Piccard, *51*, **1:** 97; 20. (9) Beck, *8*, **60:** 109; 19.

(10) Bieler, *143*, **203:** 211; 27. (11) Bloch, *6*, **26:** 5; 12. (12) Bragg, *3*, **40:** 169; 20. (13) Brant, *2*, **17:** 678; 21. (14) Cabrera, *132*, **16:** 436; 18. (15) Cabrera, *42*, **16:** 442; 18. (16) Cabrera, *51*, **3:** 443; 22. (17) Cabrera, *132*, **21:** 505; 23. (18) Cabrera, *132*, **23:** 151; 25. (19) Cabrera, *51*, **6:** 241; 25.

(20) Cabrera, *51*, **6:** 273; 25. (21) Cabrera et Duperier, *51*, **6:** 121; 25. (22) Cabrera y Marquina, *132*, **15:** 199; 17. (23) Cabrera y Moles, *132*, **10:** 316, 394; 12. (24) Cabrera y Moles, *132*, **12:** 373; 14. (25) Cabrera, Moles y Guzman, *132*, **12:** 121; 14. (26) Cabrera, Moles y Marquina, *132*, **13:** 256; 15. (27) Cabrera y Piña de Rubies, *132*, **17:** 149; 19. (28) Chalmers, *58*, **92:** 687; 14. (29) Chatillon, *34*, **181:** 778; 25.

(30) Chatto k and Bates, *62*, **233:** 257; 23. (31) Cherbuliez, Thesis, Zürich, 1917. (32) Compton, *143*, **192:** 145; 21. (33) Compton and Rognley, *2*, **16:** 464; 20. (34) Compton and Trousdale, *2*, **5:** 315; 15. (35) Cow, *69*, **19 III:** 63; 25. (36) Curie, *6*, **5:** 289; 95. (37) Debye, *63*, **13:** 97, 295; 12. (38) Dorfman, *96*, **23:** 286; 24. (39) Einstein, *88*, **17:** 203; 15. **18:** 173; 16.

(40) Einstein und de Haas, *88*, **17:** 152; 15. (41) Elias, *132*, **16:** 467; 18. (42) Fajans und Hertzfeld, *96*, **2:** 309; 20. (43) Feytis, *34*, **153:** 666; 11. (44) Foëx, *6*, **16:** 174; 21. (45) Gerlach, *8*, **76:** 163, 25; (46) Gerlach und Cilliers, *96*, **26:** 106; 24. (47) Gerlach und Stern, *8*, **74:** 673; 24. (48) Grimm *7*, **98:** 353; 21. (49) Hector, *2*, **24:** 418; 24.

(50) Hegg, *149*, **29:** 529; 10. **30:** 15; 10. (51) Honda and Ishiwara, *159*, **4:** 215; 15. (52) Hull, *2*, **14:** 540; 19. (53) Hund, *96*, **34:** 296; 25. *B1*, p. 180. (54) Hund, *96*, **33:** 855; 25. *B1*, p. 79. (55) Ingersoll and De Vinney, *2*, **26:** 86; 25. (56) Ishiwara, *159*, **3:** 303; 14. (57) Jackson, *62*, **224:** 1; 23. (58) Jackson et Onnes, *34*, **177:** 154; 23. (59) Jacobson, Thesis, Zürich, 1916.

(60) Jeans, Dynamical theory of gases, 2 ed., p. 341. Cambridge Univ. Press, 1916. (61) Joos, *96*, **19:** 347; 23. (62) Joos, *96*, **32:** 835; 25. (63) Kennard, *2*, **19:** 420; 22. (64) Kossel, *8*, **49:**229; 16. (65) Langevin, *6*, **5:** 70; 05. (66) Laporte und Sommerfeld, *96*, **40:** 333; 26. (67) Leeuwen, Thesis, Leiden, 1919. *51*, **2:** 361; 21. (68) Leu, *96*, **41:** 551; 27. (69) Lewis, *286*, **1:** 231; 24.

(70) Lewis, *1*, **46:** 2027; 24. (71) McKeehan, *143*, **197:** 583, 757; 24. (72) Marx, *B88*, p. 627. (73) Marx, *B88*, p. 668. (74) Meyer, *63*, **26:** 51; 25. (75) Onnes, *64P*, **17:** 283; 14. *168*, No. **140d**. (76) Onnes and Oosterhuis, *64P*, **15:** 322, 965; 12. *168*, No. **129b**, **132e**. (77) Onnes and Oosterhuis, *64P*, **15:** 1404; 13. *168*, No. **134d**. (78) Onnes and Oosterhuis, *64P*, **16:** 917; 14. *168*, No. **139e**. (79) Onnes and Perrier, *64P*, **14:** 115; 11. *168*, No. **122a**.

(80) Oseen, *96*, **32:** 940; 25. (81) Oxley, *62*, **214:** 109; 14. (82) Pascal, *6*, **19:** 5; 10. (83) Pascal, *6*, **25:** 289; 12. (84) Pascal, *34*, **158:** 37, 38; 14. (85) Pascal, *34*, **158:** 1895; 14. (86) Pauli, *96*, **2:** 201; 20. (87) Pauli, *63*, **21:** 615; 20. (88) Perrakis, *34*, **184:** 1430; 27. (89) Perrier and Onnes, *64P*, **16:** 901, 14. *168*, **No. 139e**.

(90) Peschard, *34*, **180:** 1836; 25. (91) Peschard, *34*, **181:** 99; 25. (92) Phipps and Taylor, *2*, **29:** 309; 27. (93) Preuss, Thesis, Zürich, 1912. (94) Quartaroli, *36*, **46:** 371; 16. (95) Reiche, *8*, **54:** 401; 17. (96) Richardson, *2*, **26:** 248; 08. (97) Richardson, Institut international de physique Solvay, **1921:** 220; 1923. (98) Rotzahn, *8*, **57:** 81; 18. (99) Schrödinger, *75*, **121 IIa:** 1305; 12.

(100) Schwendenwein, *96*, **4:** 73; 21. (101) Serres, *34*, **181:** 714; 25. (102) Sidgwick, *4*, **123:** 725; 23. (103) Sommerfeld, *96*, **19:** 221; 23. (104) Sommerfeld, Atombau und Spektrallinien. 4 изд., глава VIII. Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1924. (105) Stewart, *2*, **11:** 100; 18. (106) Stoner, Magnetism and atomic structure. New York, Dutton, 1926. (107) Stoner, *3*, **3:** 336; 27. (108) Sucksmith, *5*, **108:** 638; 25. (109) Sucksmith and Bates, *5*, **104:** 499; 23.

(110) Taylor, *2*, **28:** 576; 26. (111) Taylor and Lewis, *197*, **11:** 456; 25. (112) Théodoridès, *51*, **3:** 1; 22. (113) Tolman and Stewart, *2*, **9:** 164; 17. (114) Trümpler, Thesis, Zürich, 1917. (115) Uhlenbeck and Goudsmit, *58*, **117:** 264; 26. (116) Weber, Werke, **III:** 555. Berlin, J. Springer, 1893. (117) Weiss, *51*, **6:** 661; 07. (118) Weiss, *51*, **1:** 965; 11. (119) Weiss, *34*, **156:** 1674; 13.

(120) Weiss, *51*, **5:** 129; 24. (121) Weiss, *34*, **178:** 739; 24. (122) Weiss et Beck, *51*, **7:** 249; 08. (123) Weiss a. Bruins, *64P*, **18:** 246; 15. (124) Weiss et Collet, *34*, **178:** 2146; 24. (125) Weiss and Frankamp, *64P*, **18:** 254; 15. (126) Weiss and Onnes, *64P*, **12:** 649; 10. *168*, No. **114**. (127) Welo, *58*, **116:** 359; 25. (128) Welo and Baudisch, *58*, **116:** 606; 25. (129) Westgren und Lindh, *7*, **98:** 181; 21.

(130) Westgren u. Phragmén, *7*, **102:** 1; 22. (131) Williams, *2*, **12:** 158; 18. (132) Williams, *2*, **14:** 348; 19. (133) Williams, Bull. Amer. Phys. Soc., **1:** No. 5, p. 15; 25. (134) Wills and Hector, *2*, **23:** 209; 24. (135) Wilson, *5*, **97:** 321; 20. (136) Woltjer and Onnes, *64P*, **26:** 626; 23. (137) Wrede, *96*, **41:** 569; 27. (138) Wyckoff, Structure of crystals, p. 403. New York, The Chemical Catalog Co., 1927. (139) Young, *3*, **46:** 291; 23.

ПАРАМАГНИТНЫЕ И ДИАМАГНИТНЫЕ ДАННЫЕ.

K. Honda, T. Ishiwara, T. Soné и M. Yamada.

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.		Стр.
Объемная восприимчивость газов	99	Кристаллов	110
Удельная восприимчивость:		Разных веществ	110
Элементов	99	Растворов	111
Чистых неорганических соединений	101	Сплавов и амальгам	111
Чистых органических соединений	105	Восприимчивость атомов и атомных групп . . .	112

Объемная восприимчивость ($\varkappa$), удельная восприимчивость (χ), напряженность магнитного поля (H), магнитная индукция (B) и плотность (d) материала связаны соотношениями $B = (1+4\pi\varkappa)H$, $\chi = \varkappa/d$. В приводимых ниже таблицах более старые измерения, основанные на $\varkappa$ для воды, были по возможности приведены к основанию $\varkappa = -0.720\times10^{-6}$ для воды при 20°, каковое значение теперь принимается для подобных работ. Более старые измерения основывались на $\varkappa = -0.75\times10^{-6}$ или -0.79×10^{-6}. Если не сделано оговорки, подразумевается комнатная температура.

ОБЪЕМНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ.

ТАБЛИЦА 1.—ОБЪЕМНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ ($\varkappa$) ГАЗОВ.

Температура—20° и давление—1A_n, исключая имеющих примечания; $\varkappa$ дана в 10^{-9} cgsm. Цифры, набранные жирным шрифтом, обозначают средние значения величин.

Газы	$\varkappa$	Лит.	Газы	$\varkappa$	Лит.	Газы	$\varkappa$	Лит.	Газы	$\varkappa$	Лит.
A	−0.75	(47)	N	−0.40		O	+142		Воздух*1 .	+29.0	
H	−0.165			−0.31	(100)		+140	(20)		+29.4	(20)
	−0.166	(100)		−0.49	(47)		+139	(100)		+28.7	(100)
	−0.164	(125)	Ne	−0.28	(47)		+144	(3)		+29.4	(86, 122)
He	−0.078	(47)					+145	(126)		+28.8	(10)

*1 Для χ см. табл. 6.

УДЕЛЬНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ.

ТАБЛИЦА 2.—УДЕЛЬНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ (χ) ЭЛЕМЕНТОВ.

g—газ при 1 *atm*, *l*—жидкость, *s*—твердое тело; температуры, соединенные скобкой, указывают интервал, в котором χ имело данное в таблице значение; χ дано в 10^{-6} cgsm. Жирные цифры обозначают средние значения величины.

Таблица 2.

$t°$	χ	Лит.
	A*1	
20	−0.45*g*	(47)
	Ag	
18	−0.20	
− 170	−0.16	(79)
− 140	−0.17	
− 80	−0.18	
− 40	−0.19	
18	−0.20	
23	−0.20	(51)
270	−0.23	
840	−0.24	
945	−0.26	
970–1000	−0.28*l*	(51)
1125	−0.29*l*	
	Al	
18	0.63	
− 170–18	0.60	(79)
18	0.65	(51)
230	0.64	
500–657	0.57	
658–1000	0.57*l*	(51)
	As	
18	−0.31	
− 170–164	−0.31	(51, 79)
	Au	
18	−0.15	
− 170–1060	−0.15	(51, 79)
1070–1230	−0.17*l*	(51)
	B	
18	−0.69	
− 170–18	−0.66	(79)
18	−0.71	(51)
100	−0.73	
230	−0.76	
330–1100	−0.77	
	Ba	
− 170–18	0.9	(79)
	Be	
− 170	−0.75	(79)
20	−1.0	
300	−1.2	
	Bi	
18	−1.35	
− 259	−1.55	(78)
18	−1.27	
− 160	−1.63	(79)
− 100	−1.52	
− 60	−1.44	
20	−1.40	
18	−1.38	(51)
150	−1.19	
260	−1.02	
280–600	−0.08*l*	(51)
	Br	
18	−0.39*l*	
− 170	−0.40*s*	(79)
− 8		
− 7–18	−0.40*l*	(79)
16	−0.39*l*	(81)
18	−0.38*l*	(51)
	C	
− 170–20	−0.49*2	(79)
20	−0.49*2	(51)
200	−0.50*2	
400	−0.51*2	
900	−0.54*2	
1200	−0.56*2	
− 170	−6.0*3	(79)
20	−3.5*3	
300	−2.7*3	
600	−2.0*3	
900	−1.4*3	
1000	−1.3*3	
20–100	−2.0*4	(51)
500	−1.8*4	
850	−1.6*4	
1150	−1.5*4	
	Ca	
− 170–18	1.10	(79)
	Cb	
18	1.5	
− 170–18	1.65	(79)
18–450	1.3	(51)
	Cd	
18	−0.18	
− 170–300	−0.18	(51, 79)
400	−0.16	(51)
500–700	−0.15	
	Ce	
− 170	38	(79)
− 150	35	
− 100	26	
18	15	
100	12	
200	11	
	Cl	
− 60	−0.57*l*	(81)
	Cr	
18	3.6	
− 170–18	3.5	(79)
18	3.7	(51)
500	3.8	
850	4.0	
1100	4.2	
	Cs	
− 170–18	−0.10	(79)
	Cu	
18	−0.086	
− 170–20	−0.085	(79)
18–100	−0.086	(51)
500	−0.075	
850–1050	−0.070	
	Er	
18	22	(53)
	Ga	
− 170	−0.26	(79)
18	−0.24	
30	−0.23	
30–100	−0.04*l*	(79)
	Ge	
− 170	−0.30	(79)
18	−0.12	
200–890	−0.10	
900	−0.30*l*	(79)
1000	−0.39*l*	
	H*1	
20	−1.97*g*	
20	−1.98*g*	(100)
20	−1.96*g*	(125)
	−2.7*l*	(78)
	He*1	
20	−0.47*g*	(47)

$t°$	χ	Лит.
Hg		
18	−0.19l	
− 130	−0.155s	(80)
− 40		
− 80	−0.15s	(79)
− 38	−0.18l	(79)
18		
− 20	−0.185l	(80)
60		
− 20	−0.193l	(51)
310		
J		
18	−0.36	
− 160	−0.30	(79)
− 100	−0.32	
− 60	−0.33	
0	−0.35	
20	−0.36	
18	−0.35	(20)
113		
25	−0.35	(51)
50	−0.37	
95	−0.38	
113	−0.39	
113	−0.39l	(51)
140	−0.35l	
160	−0.33l	
113	−0.35l	(20)
164		
In		
20	−0.11	(51)
Ir		
18	0.14	
− 170	0.13	(79)
18		
18	0.15	(51)
200	0.17	
450	0.20	
850	0.26	
1150	0.31	
K		
18	0.52	
− 170	0.52	(51,79)
62		
63	0.52l	(51)
190		
La		
− 170	1.04	(79)
18		
Li		
− 170	0.50	(79)
16		
Mg		
18	0.55	(51)
650		
650	0.55l	(51)
700		
Mn		
18	9.9	
18	9.7	(55)
18	10.0	(53)
100		

$t°$	χ	Лит.
Mo		
18	0.04	(51)
1250		
N[*1]		
20	−0.342g	
20	−0.265g	(100)
20	−0.419g	(47)
Na		
18	0.51	
− 170	0.51	(51,79)
97		
Nd		
18	36	(79)
Ne[*1]		
20	−0.33g	(47)
O[*1, 5]		
20	106.2g	
− 259	54s_1	(78)
− 252	56s_1	
− 240	60s_1	
− 240	118s_2	(78)
− 230	115s_2	
− 219	113s_2	
− 219	310l	(78)
− 213	295l	
− 203	273l	
− 196	260l	
20	104.7g	(20)
20	104.1g	(100)
20	107.7g	(3)
20	108.2g	(126)
Os		
18	0.05	
− 170	0.05	(51,79)
1100		
P		
20	−0.90[*6]	
− 170	−0.90[*6]	(51,79)
44		
20	−0.67[*7]	(20)
45	−0.90l	(51)
120		
Pb		
18	−0.12	
− 170	−0.14	(79)
− 80	−0.13	
18	−0.12	
18	−0.12	(51)
330		
330	−0.08l	(51)
600		
Pd		
18	5.4	
− 258	10.9	(77)
− 253	9.9	
− 196	8.1	
− 103	6.9	

$t°$	χ	Лит.
− 61	6.0	
− 23	5.8	
18	5.3	
− 170	6.7	(79)
− 100	6.2	
− 60	5.8	
0	5.4	
18	5.2	
18	5.8	(51)
200	4.6	
470	3.4	
750	2.6	
940	2.2	
1230	1.7	
Pr		
− 170	90	(79)
− 100	53	
20	25	
200	14	
400	11	
600	8	
900	7l	(79)
970		
Pt		
18	1.10	
− 170	1.31	(79)
− 140	1.24	
− 100	1.20	
− 60	1.17	
− 20	1.13	
18	1.10	
18	1.10	(51)
250	0.66	
450	0.56	
700	0.45	
960	0.37	
1220	0.30	
Rb		
18	0.09	
− 170	0.08	(79)
38		
18	0.09	(53)
Rh		
18	1.11	
− 180	0.90	(79)
− 100	1.02	
− 40	1.05	
18	1.08	
18	1.14	(51)
280	1.31	
500	1.46	
730	1.52	
915	1.74	
1140	1.86	
Ru		
18	0.50	
− 170	0.55	(79)
− 100	0.50	
− 40	0.46	
18	0.43	
18	0.56	(51)
650	0.64	
750	0.65	
1000	0.70	
1100	0.75	

$t°$	χ	Лит.
S		
18	−0.49[*8]	
− 170	−0.49[*8]	(51,79)
112		
113	−0.49l	(51,79)
220		
Sb		
18	−0.87	
− 175	−0.82	(79)
18		
18	−0.92	(51)
80		
150	−0.89	
300	−0.77	
550	−0.55	
640	−0.49l	(51)
800		
Se		
18	−0.32	
− 170	−0.32	(51,79)
219		
219	−0.32l	(51)
250		
Si		
18	−0.13	
− 170	−0.13	(51,79)
1000		
Sn		
18	0.025	
18	0.02	(79)
18	0.027	(51)
230		
18	−0.35[*9]	(51)
240	−0.036l	(51)
400		
Sr		
− 160	−0.2	(79)
18		
Ta		
18	0.87	
− 170	0.83	(79)
− 80	0.82	
18	0.81	
18	0.93	(51)
130	0.91	
420	0.88	
540	0.86	
820	0.77	
Te		
18	−0.31	
− 160	−0.46	(79)
− 100	−0.40	
− 60	−0.36	
− 20	−0.33	
0	−0.32	
18	−0.30	
18	−0.32	(51)
130	−0.32	
350	−0.31	
436	−0.31	
470	−0.071l	(51)
525	−0.046l	

$t°$	χ	Лит.
	Th	
18	0.13	
− 170	0.05	(79)
− 100	0.06	
− 40	0.07	
20	0.08	
18	0.17	(51)
150	0.23	
250 / 390	0.29	
	Ti	
− 170	1.6	(79)
− 140	1.4	
− 110	1.3	
− 80 / 20	1.25	
	Tl*10	
18	−0.24	
18	−0.23α	(79)
28	−0.25α	(51)
115	−0.24α	
220	−0.23α	
234 / 291	−0.19β	(51)
300 / 440	−0.17l	(51)
	U	
18	2.6	(79)
	V	
18	1.4	
− 170 / 20	1.2	(79)
18 / 350	1.5	(51)
750	1.6	
1100	1.8	
	W	
18	0.28	
− 170 / 18	0.22	(79)
18 / 1100	0.33	(51)
	Yt	
− 160	16.8	(79)
− 100	11.3	
20	5.3	
200 / 400	2.8	
	Zn	
18	−0.157	
− 170 / 150	−0.157	(51,79)
450 / 600	−0.09l	(51)
	Zr	
18	−0.45	
− 170 / 400	−0.45	(51,79)

*1 См. табл. 1. *2 Алмаз. *3 Цейлонский графит. *4 Газовый уголь. *5 Две модификации (s_1, s_2) твердого O. *6 Белый. *7 Красный. *8 Ромбический. *9 Серое. *10 Две модификации (α, β) Tl.

ТАБЛИЦА 3.—УДЕЛЬНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ (χ) ЧИСТЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.

g—газ при 1 atm; l—жидкость; s—твердое тело; Aq—определено из измерений водных растворов, в предположении справедливости для χ правила простой аддитивности. Данные Ст. Мейера (73) для Hg при 18°: $\chi = -0.151 \times 10^{-6}$; в данной таблице они были увеличены в $^{19}/_{15}$ раз; χ дано в 10^{-6} cgsm.

Таблица 3.

Нормальный порядок. См. «Справочник» том I, стр. 122.

Формула	$t°$	χ	Лит.	Формула	$t°$	χ	Лит.
H_2O	20	− 0.720l*1	*2	CS_2		− 0.54	(71)
	−120÷−0	− 0.699s	(55)	$Bi_2(CO_3)_3$		− 0.16	(73)
HCl	22	− 0.661	(32)	SiO_2		− 0.493	(83)
SO_2		− 0.285l	(82)	$SiO(OH)_2$		− 0.427	(83)
SO_3	16	− 0.289	(82)	$Si(OH)_4$		− 0.443	(83)
H_2SO_4	22	− 0.441	(32)	$Si_2O(OH)_6$		− 0.429	(83)
H_2SeO_3	18	− 0.36	(73)	$SiCl_4$		− 0.537	(82)
TeO_2	18	− 0.14	(73)	$SiCl_3 \cdot SiCl_3$		− 0.513	(82)
H_2TeO_3	15	− 0.24	(73)	$SiHCl_3$		− 0.515	(82)
H_2TeO_4	18	− 0.43	(73)	$SiBr_4$		− 0.360	(82)
NO	22	48.66g	(100)	$Si(OC_2H_5)_4$		− 0.663	(83)
NO_2	135	3.26g	(100)	$Si_2O(OC_2H_5)_6$		− 0.635	(83)
N_2O	12	− 0.429l	(100)	$SiC_2H_5Cl_3$		− 0.593	(82)
	16	− 0.429g	(100)	TiO_2		0.066	(115)
N_2O_3	18	− 0.206l	(100)	Ti_3O_5		8.1	(115)
N_2O_4	− 16	− 0.276s	(100)	TiS_2		0.56	(115)
N_2O_5	16	− 0.332s	(100)	Ti_2S_3		0.91	(115)
NH_3	16	− 1.1g	(81)	ZrO_2	15	− 0.112	(73)
HNO_3	22	− 0.467	(32)	SnO	17	− 0.11	(73)
NH_2HSO_3		− 0.441	(84)	SnO_2	15	− 0.050	(73)
P_2O_5	18	− 0.46	(73)	Sn_2O_3	16	− 0.33	(73)
$(NH_4)H_2PO_4$		− 0.50	(71)	$SnO(OH)_2$		− 0.278	(84)
As_2O_3	18	− 0.27	(73)	$Sn(OH)_4$		− 0.321	(84)
As_2S_3	18	− 0.03	(73)	$SnCl_2$	18	− 0.37	(73)
Sb_2O_3	14	− 0.19	(73)	$SnCl_4$		− 0.442	(81)
SbF_3		− 0.255	(84)	$SnBr_4$		− 0.354	(81)
$SbCl_3$		− 0.364	(82)	$SnSO_4$	18	− 0.29	(73)
$SbCl_5$		− 0.371	(82)	$Sn(CH_3)_4$		− 0.218	(82)
$SbBr_3$		− 0.275	(82)	$Sn(C_2H_5)_4$		− 0.138	(82)
Bi_2O_3		− 0.170	(32)	$Sn(C_4H_9)_4$		− 0.085	(82)
$HBiO_2$	15	− 0.22	(73)	$SnO(OH)(CH_3)$		− 0.324	(84)
$BiCl_3$		− 0.322	(44)	PbO	18	− 0.13	(73)
$BiBr_3$		− 0.328	(44)	Pb_3O_4	18	− 0.24	(73)
BiJ_3	20	− 0.49	(73)	PbF_2	16	− 0.24	(73)
Bi_2S_3		− 0.385	(44)	$PbCl_2$	15	− 0.32	(73)
Bi_2Se_3		− 0.342	(44)	$PbBr_2$	20	− 0.28	(73)
$Bi(NO_3)_3.5H_2O$		− 0.365	(44)	PbJ_2	19	− 0.33	(73)
CO_2	20	− 0.423g	(100)	$Pb(NO_3)_2$		− 0.248	(112)

Формула	$t°$	χ	Лит.
$Th(NO_3)_4$		− 0.14	(73)
$InCl_3$	18	− 0.39	(73)
In_2S_3	20	− 0.19	(73)
TlCl	20	− 0.19	(73)
$TlCl_3$	20	− 0.23	(73)
Tl_2SO_4	20	− 0.25	(73)
$TlNO_3$	20	− 0.20	(73)
ZnO		− 0.362	(32)
$Zn(OH)_2$		− 0.487	(127)
$ZnCl_2$	22	− 0.47Aq	(62)
$ZnBr_2$	19	− 0.40	(73)
$ZnSO_4.7H_2O$		− 0.48	(71)
CdO	15	− 0.30	(73)
$CdCl_2$	18	− 0.32	(73)
$CdBr_2$	18	− 0.38	(73)
CdJ_2	18	− 0.32	(73)
HgO	16	− 0.24	(73)
HgCl	19	− 0.23	(73)
$HgCl_2$	17	− 0.19	(73)
$HgBr_2$	15	− 0.30	(73)
HgJ_2	17	− 0.33	(73)
HgS	16	− 0.23	(73)
$Hg(CH_3)_2$		−46	(83)
$Hg(C_2H_5)_2$		−40.8	(83)
$Hg(C_4H_9)_2$		−36.1	(83)
$Hg(C_5H_{11})_2$		−35.4	(83)
CuO		3.8	(127)
Cu_2O		1.2	(127)
$Cu(OH)_2 \cdot CuO$		5.0	(127)
$CuCl_2$	−159	19.50	(55)
	19	9.10	(55)
	503	3.82	(55)
$CuCl_2.2H_2O$	17	8.35	(36)
$CuBr_2$	−177	2.88	(55)
	− 99	3.30	(55)
	31	3.10	(55)
	282	2.25	(55)
CuS	17	− 0.20	(73)
Cu_2S	18	− 0.18	(73)
$CuSO_4$		8.6	(36)
$CuSO_4.H_2O$		8.6	(36)
$CuSO_4.5H_2O$		5.9	(36)
Cu_2Se	17	− 0.19	(73)
$Cu(NO_3)_2.6H_2O$		5.50	(32)
$CuCl_2 \cdot 2NH_4Cl$	17	5.23	(36)
$CuCl_2 \cdot 2NH_4Cl.2H_2O$	17	4.95	(36)
Cu_3P_2	18	− 0.23	(73)
$Cu(CH_3CO_2)_2.H_2O$		3.27	(32)
AgCl	17	− 0.35	(73)
AgBr	19	− 0.33	(73)
AgJ	19	− 0.37	(73)
$AuCl_3$	21	0.43	(73)
$PtCl_2$	15	− 0.024	(73)
$PtCl_4$	22	0.0Aq	(62)
$(NH_4)_2PtCl_6$		− 0.42	(36)
MnO	−189	89.9	(53)
	21	75.9	(53)
	419	51.8	(53)
MnO_2	−186	75.9	(53)
	21	38.4	(53)
	503	22.7	(53)
Mn_2O_3	−184	150.0	(53)
	21	69.0	(53)
	388	42.9	(53)
	928	29.5	(53)
Mn_3O_4	−175	126.0	(53)
	20	55.8	(53)
	497	34.9	(53)
	1081	25.6	(53)

Формула	$t°$	χ	Лит.
$Mn(OH)_2$		49	(92)
MnF_2	18	155Aq	(65)
$MnCl_2$	−179	393	(55)
	24	107.0	(55)
	556	35.8	(55)
$MnBr_2$	18	68Aq	(65)
MnJ_2	18	47	(65)
MnS	10	44.32	(116)
$MnSO_4$	−178	261.0	(53)
	24	88.5	(53)
	747	30.0	(53)
Mn_5N_2		*3	(55)
$Mn(NO_3)_2.6H_2O$		45.5	(32)
$MnSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4.$			
$6H_2O$	−258.26	756	(57)
	−252.76	547	(57)
	−195.74	141.4	(57)
	−104.0	65.6	(57)
	16.6	37.8	(57)
$MnPO_4$		69Aq	(117)
Fe_2O_3	18	20.6	(53)
$Fe(OH)_3$		157	(73)
$FeF_3.3H_2O$	−162	55.0	(55)
	17	47.3	(55)
	99	42.8	(55)
$FeCl_2$	−182	449	(55)
	17	101.2	(55)
	473	36.8	(55)
$FeCl_2.4H_2O$	−181	210.0	(55)
	19	60.1	(55)
	65	52.3	(55)
$FeCl_3$	−174	252.0	(55)
	20	86.2	(55)
	135	60.9	(55)
$FeBr_3$	18	48Aq	(65)
FeJ_2	18	40Aq	(65)
$FeSO_4$	−258.7	335	(57)
	−253.0	402	(57)
	−195.8	200.4	(57)
	−103.5	107.2	(57)
	17.1	67.6	(57)
	19	74.2	(55)
	642	24.0	(55)
$FeSO_4.7H_2O$	−259.17	757	(57)
	−252.77	555	(57)
	−195.65	154.5	(57)
	16.5	41.5	(57)
$Fe_2(SO_4)_3$	−177	133.2	(55)
	23	57.3	(55)
	658	20.9	(55)
$Fe(NO_3)_3.6H_2O$		31.3	(32)
$FeF_3 \cdot NH_4F$		66.1	(36)
$FeF_3 \cdot 2NH_4F.H_2O$		73	(36)
$FeCl_3 \cdot 2NH_4Cl.H_2O$	−199	132.7	(55)
	−100	74.3	(55)
	16	47.3	(55)
$FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4$	18	43Aq	(65)
$FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot$			
$6H_2O$	−258.6	547	(57)
	−252.8	413	(57)
	−196.0	121.6	(57)
	17.2	32.6	(57)
$Fe_2(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2-$			
SO_4	−178	151.9	(55)
	28	50.5	(55)
	410	23.0	(55)
$Fe_2(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot$			
$24H_2O$	−258.4	598	(77)
	−253	432	(77)

Формула	$t°$	χ	Лит.	Формула	$t°$	χ	Лит.
	−196	114.7	(77)		763	10.2	(55)
	17	30.4	(77)	$NiSO_4.H_2O$		24.1	(36)
$Fe(CO)_5$	19	− 0.40	(80)	$NiSO_4.6H_2O$		15.6	(36)
$Cu[Fe(CN)_5NO]$ . . .		5.73	(45)	$NiSO_4.7H_2O$	−258.5	294.0	(57)
$Cu[Fe(CN)_5NO].2H_2O$		4.57	(45)		−252.77	222.0	(57)
CoO		74.5	(127)		−195.81	77.3	(57)
Co_2O_3		34.3	(127)		−103.5	34.8	(57)
Co_3O_4		39 ÷ 43.6	(127)		19.1	16.0	(57)
CoF_2	18	103Aq	(65)	$NiSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4$.			
$CoCl_2$	−180	403.0	(55)	$6H_2O$	−258.6	207.5	(57)
	25	90.5	(55)		−252.8	150.4	(57)
	628	26.5	(55)		−195.95	39.5	(57)
$CoBr_2$		46.8Aq	(33)		−103.6	18.93	(57)
CoJ_2	18	32Aq	(65)		13.4	10.68	(57)
$CoSO_4$	−258.33	462	(57)	$Ni(NO_3)_2.6H_2O$ . . .		13.6	(32)
	−252.65	379	(57)	$Ni(CO)_4$	19	− 0.481	(80)
	−195.83	169.7	(57)	CrO_3	17	0.51	(53)
	−103.33	97.0	(57)		142	0.51	(53)
	16.6	62.2	(57)	Cr_2O_3	−186	20.1	(53)
	22	59.6	(55)		− 64	22.2	(53)
	707	18.8	(55)		18	25.5	(53)
$CoSO_4.H_2O$		53.6	(36)		117	25.6	(53)
$CoSO_4.7H_2O$	−258.34	535.9	(57)		797	16.4	(53)
	−252.7	403.0	(57)		1335	12.6	(53)
	−195.62	126.5	(57)	$Cr_2O_3.4H_2O$	−183	110.5	(55)
	−103.6	61.6	(57)		− 88	61.4	(55)
	19.9	37.0	(57)		16	41.1	(55)
$CoH_2(SO_4)_2.6H_2O$ . .		64	(34)	$Cr_2O_3.7H_2O$	−164	93.5	(55)
$Co(NO_3)_2.6H_2O$ . . .		33.1	(32)		− 68	54.9	(55)
$[Co(NH_3)_5H_2O]$-					19	40.0	(55)
$(NO_3)_3.H_2O$		0.112	(36)	$Cr(OH)_2$		48.5Aq	(92)
$[(Co(NH_3)_5)_2O]$-				H_2CrO_4	17	0.70	(73)
$(NO_3)_4.2H_2O$ . . .		− 0.092	(36)	$Cr_2(OH)_6.H_2O$ . . .		45.5	(127)
$[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$ . . .		− 0.022	(36)	$CrCl_2$		84Aq	(117)
$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ . .		− 0.295	(36)	$CrCl_3$	−168	176.5	(52)
$[Co(NH_3)_6]Cl_3$		− 0.38	(36)		19	44.3	(52)
$[Co(NH_3)_5H_2O]Cl_3$ . .		− 0.306	(36)		806	10.3	(52)
$[Co(NH_3)_6]J_3$		− 0.10	(36)	Cr_2OCl_4 фиолетовый		46Aq	(15)
$CoSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4$ . .	19	37Aq	(93)	зеленый		43Aq	(15)
$CoSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4$.				CrS	20	28.4	(116)
$6H_2O$	−258.32	322	(57)	Cr_2S_3	18	23.3	(116)
	−252.8	241	(57)	Cr_3S_4	16	33.3	(116)
	−195.82	78.4	(57)	$CrSO_4$		66Aq	(15)
	27.7	24.6	(57)	$Cr_2O(SO_4)_2$ фиоле-			
$[Co(NH_3)_5HSO_4]_2$-				товый		38Aq	(15)
SO_4		− 1.33	(36)	зеленый		36Aq	(15)
$[Co(NH_3)_6]_2(SO_4)_3$.				$Cr_2(SO_4)_3$	−180	97.0	(55)
$5H_2O$		− 0.315	(36)		21	29.5	(55)
$Co[CH(COCH_3)_2]_2$ . .		30.2	(36)		650	9.7	(55)
$Co(C_5H_7O_2)_3$	−134	1.157	(55)	$Cr_2(SO_4)_3.9H_2O$ . . .	17	23.2	(55)
	− 20	0.644	(55)	$Cr(NO_3)_3.9H_2O$ . . .		13.75	(32)
	23	0.569	(55)	$[Cr(NH_3)_4 \cdot C_2O_4][Cr$-			
$[Co(NH_3)_5H_2O]_2$-				$(NH_3)_2 \cdot (C_2O_4)_2]$.			
$(C_2O_4)_3$		− 0.218	(36)	$3H_2O$		24.4	(36)
$CoSO_4 \cdot CuSO_4.6H_2O$.		26	(34)	$[Cr(NH_3)_6][Cr$-			
NiO		53.7	(127)	$(C_2O_4)_3].3H_2O$ . . .		24.4	(36)
$Ni(OH)_2$		48.3	(127)	$[Cr(NH_3)_6][Co$-			
NiF_2	18	44Aq	(65)	$(C_2O_4)_3].3H_2O$ . . .		15.5	(36)
$NiCl_2$	−163	265.7	(55)	$[Cr(C_2O_4)_3][Co$-			
	24	44.7	(55)	$(NH_3)_6].3H_2O$ . . .		11.65	(36)
	847	10.0	(55)	MoO_2	20	0.33	(116)
$NiBr_2$	18	19Aq	(65)	MoO_3	20	0.88	(116)
$NiSO_4$	−258.4	80.6	(57)	Mo_2O_3	16	− 0.35	(73)
	−252.77	81.7	(57)	Mo_3O_8	16	0.30	(116)
	−195.7	62.8	(57)	H_2MoO_4	14	− 0.015	(73)
	−103.9	39.9	(57)	MoS_3	16	− 0.33	(73)
	15.9	26.7	(57)	WO_3	15	0.81	(116)
	24	27.1	(55)	H_2WO_4	18	− 1.1	(73)
	343	15.0	(55)	UO_2	17	7.5	(116)

Формула	$t°$	χ	Лит.	Формула	$t°$	χ	Лит.
UO_3	16	1.08	(116)	$Gd_2(C_2O_4)_3$		25	(128)
U_3O_8	15	0.95	(116)	$Gd(C_2H_5SO_4)_3.9H_2O$	−258.5	699	(58)
UCl_4	19	− 0.40	(73)		−253	154	(58)
$UO_2(NO_3)_2$	15	− 0.44	(73)		−104	59.1	(58)
VO	15	50.1	(116)		18	34.3	(58)
VO_2	13	3.73	(116)	Dy_2O_3	−259	2334	(77)
V_2O_3	15	13.9	(116)		−253	1915	(77)
V_2O_5	15	0.85	(116)		−103	375	(77)
VS	16	7.22	(116)		16	229	(77)
V_2S_3	16	8.95	(116)		180	153.9	(124)
V_2S_5	15	12.6	(116)		300	122.6	(124)
NH_4VO_3	15	− 0.12	(73)	Ho_2O_3		243	(129)
Cb_2O_5	20	− 0.10	(73)	$HoCl_3$		172	(129)
$H_4Ta_4O_7$	20	0.29	(73)	$Ho(NO_3)_3$		123.6	(129)
B_2O_3	14	− 0.55	(73)	Er_2O_3	20	189.1	(124)
H_3BO_3		− 0.52	(71)		180	124.4	(124)
BN	15	0.0	(73)		280	102.2	(124)
Al_2O_3		− 0.098	(127)	$ErCl_3$	18	114Aq	(27)
$Al_2O_3.2H_2O$		− 0.337	(127)	$Er_2(SO_4)_3$		118	(115)
$AlCl_3$	19	− 0.60	(73)	$Er_2(C_2O_4)_3$		94	(115)
$AlBr_3$	19	− 0.32	(73)	Yb_2O_3		38	(73)
$Al_2(SO_4)_3$	18	− 0.48	(73)	$YbCl_3$		25Aq	(27)
Sc_2O_3		− 0.018	(71)	HfO_2		− 0.110	(73)
$Sc_2(SO_4)_3$		− 0.33	(114)	BeO	16	0.0	(73)
$Sc(NO_3)_3$	21	0.0	(73)	$Be(OH)_2$		− 0.537	(84)
$Sc_2(C_2O_4)_3$		− 0.25	(71)	$BeCl_2$	17	− 0.60	(73)
Y_2O_3	22	0.53	(124)	$BeSO_4$	18	− 0.46	(73)
YCl_3	17	20	(73)	$BeSO_4.4H_2O$	17	− 0.51	(73)
$Y_2(SO_4)_3$		− 0.24	(114)	$BeCO_3.2BeO$	15	− 0.34	(73)
$Y_2(CO_3)_3.3H_2O$	20	9.2	(73)	MgO	17	− 0.25	(73)
La_2O_3	24	− 0.40	(124)	$MgCl_2$	18	− 0.58	(73)
$LaCl_3$	15	5.6	(73)	$MgCl_2.6H_2O$	18	− 0.57	(73)
$La_2(SO_4)_3$		− 0.30	(114)	$MgBr_2$	20	− 0.57	(73)
$La(NO_3)_3 \cdot 2NH_4NO_3$	15	− 0.29	(73)	$MgSO_4$		− 0.45Aq	(103)
CeO_2		0.39	(71)	$MgSO_4.7H_2O$		− 0.551	(84)
$CeCl_3$	19	6.1	(73)	$MgCO_3$		− 0.51	(73)
$CeBr_3$	18	6.0Aq	(27)	$MgCO_3.3H_2O$		− 0.525	(84)
$Ce_2(SO_4)_3$		7.8	(114)	$Mg(C_2H_5SO_2)_2.2H_2O$		− 0.525	(84)
$Ce(NO_3)_3 \cdot 2NH_4NO_3$	16	4.2	(73)	CaO	16	− 0.27	(73)
$Ce(CO_3)_2$	20	3.4	(73)	$Ca(OH)_2$	16	− 0.39	(73)
$Ce_2(CO_3)_3$	15	9.0	(73)	CaF_2		− 0.360	(84)
Pr_2O_3		15.6	(76)	$CaCl_2$	17	− 0.49	(73)
Pr_4O_7	15	16	(73)	$CaCl_2.6H_2O$	17	− 0.54	(73)
$PrCl_3$	19	17	(73)	$CaSO_4$		− 0.364	(84)
$Pr_2(SO_4)_3$		13.7	(76)	$CaSO_4.H_2O$		− 0.384	(84)
Окись неодима	23	29.3	(124)	$CaCO_3$		− 0.382	(84)
	179	19.8	(124)	SrO	20	− 0.060	(73)
	283	16.6	(124)	SrF_2		− 0.296	(84)
Nd_2O_3		30.3	(114)	$SrCl_2$	20	− 0.56	(73)
$Nd_2(SO_4)_3$		18.3	(114)	$SrBr_2$	19	− 0.39	(73)
$Nd(NO_3)_3 \cdot 2NH_4NO_3$	18	11	(73)	SrJ_2	19	− 0.44	(73)
$Nd(NO_3)_3 \cdot 2NH_4NO_3 \cdot 4H_2O$	18	8.7	(73)	$SrSO_4$		− 0.315	(84)
$Nd_2(C_2O_4)_3$		14.7	(76)	$SrCO_3$		− 0.316	(84)
Sa_2O_3	22	6.02	(124)	BaO	20	− 0.13	(73)
	102	5.93	(124)	$Ba(OH)_2$	18	− 0.32	(73)
	270	5.98	(124)	$Ba(OH)_2.8H_2O$		− 0.497	(83)
$SaSO_4$		3.43	(36)	BaF_2		− 0.291	(83)
$SaSO_4.8H_2O$		2.6	(36)	$BaCl_2$		− 0.41	(73)
Gd_2O_3	20	130.1	(124)	$BaCl_2.2H_2O$		− 0.368	(32)
	180	85.5	(124)	$BaBr_2$		− 0.39	(73)
	280	67.8	(124)	$BaBr_2.2H_2O$		− 0.371	(32)
$GdCl_3$	18	91	(27)	BaJ_2	22	− 0.39Aq	(62)
$Gd_2(SO_4)_3$		92.6	(36)	$BaJ_2.2H_2O$	19	− 0.38	(73)
$Gd_2(SO_4)_3.8H_2O$	−259.2	1468	(78)	BaS	18	− 0.32	(73)
	−256.1	1229	(78)	$BaSO_4$		− 0.306	(84)
	−252.8	1039	(78)	$BaS_2O_6.2H_2O$		− 0.359	(84)
	17	72.9	(78)	$Ba(NO_3)_2$		− 0.254	(84)
				$Ba_3(AsO_3)_2$		− 0.280	(84)

Формула	$t°$	χ	Лит.	Формула	$t°$	χ	Лит.
$BaCO_3$		− 0.298	(84)	KCNO		− 0.465	(85)
$Ba(MnO_4)_2$		10.1	(116)	$K_2H(C_3N_3O_3).H_2O$		− 0.488	(85)
Li_2O	20	− 0.57	(73)	$SO_3KCH(NH_2)SO_3N$.		− 0.424	(84)
LiCl		− 0.573	(83)	$KCl·CuCl_2$	17	6.03	(36)
Li_2SO_4	15	− 0.38	(73)	$2KCl·CuCl_2$	17	4.28	(36)
$Li_2SO_4.H_2O$	17	− 0.43	(73)	$2KCl·CuCl_2.2H_2O$	17	4.30	(36)
$LiNO_3$	19	− 0.48	(73)	K_2PtCl_4		− 0.356	(36)
Li_2CO_3		− 0.413	(83)	K_2PtCl_6		− 0.393	(36)
NaOH	17	− 0.59	(73)	$K_2Pt(C_2O_4)_2.2H_2O$		− 0.31	(36)
NaF	21	− 0.51	(73)	$KMnO_4$	−170	0.179	(55)
NaCl	−150	− 0.501	(55)		21	0.175	(55)
	18	− 0.499	(55)		95	0.175	(55)
	362	− 0.499	(55)		162	0.184	(55)
	933	− 0.508	(55)	$K_3Fe(CN)_6$	−148	14.43	(55)
NaBr	18	− 0.47	(73)		− 70	9.96	(55)
$NaJ.2H_2O$		− 0.402	(32)		21	7.08	(55)
$Na_2SO_3.7H_2O$		− 0.462	(84)	$K_4Fe(CN)_6.3H_2O$		− 0.420	(80)
$Na_2SO_4.10H_2O$		− 0.86	(71)	$K_2SO_4·CoSO_4.6H_2O$	−258.36	321	(57)
$Na_2S_2O_3$		− 0.391	(84)		−252.68	243.5	(57)
$NaNO_3$		− 0.28	(71)		−195.73	75.1	(57)
NaH_2PO_2		− 0.381	(84)		−103.8	38.7	(57)
Na_2HPO_3		− 0.457	(84)		17.9	23.4	(57)
Na_2HPO_4		− 0.399	(84)	$K_2Cr_2O_7$		0.129	(32)
$AsO(ONa)_3.12H_2O$		− 0.566	(84)	$K_2SO_4·Cr_2(SO_4)_3·24H_2O$		11.5	(32)
Na_2CO_3	17	− 0.24	(73)	$K_2SO_4·Al_2(SO_4)_3$	17	− 0.470	(55)
$Na_2CO_3.10H_2O$	17	− 0.58	(73)		− 84	− 0.476	(55)
$NaHCO_3$		− 0.21	(71)		−159.7	− 0.480	(55)
$NaC_2H_3O_2.3H_2O$		− 0.50	(71)	$K_2SO_4·Al_2(SO_4)_3·24H_2O$		− 0.579	(112)
$CH_3AsO(ONa)_2.H_2O$		− 0.529	(84)	RbCl		− 0.327	(83)
$SnO(ONa)_2.3H_2O$		− 0.370	(84)	Rb_2SO_4		− 0.331	(83)
$NaCl·CuCl_2$	17	6.48	(36)	$RbNO_3$		− 0.281	(83)
$Na_2B_4O_7.10H_2O$		− 0.59	(71)	Rb_2CO_3		− 0.321	(83)
KOH	22	− 0.33Aq	(62)	$Rb_2SO_4·CoSO_4.6H_2O$	−258.44	268.0	(57)
KHF_2		− 0.428	(32)		−252.77	201.0	(57)
KCl		− 0.516	(83)		−195.67	64.6	(57)
$KClO_3$		− 0.30	(71)		−103.65	34.1	(57)
KBr		− 0.377	(32)		14.9	21.0	(57)
KJ		− 0.422	(32)	CsCl		− 0.363	(83)
K_2SO_4		− 0.403	(83)	Cs_2SO_4		− 0.322	(83)
$K_2S_2O_8$		− 0.371	(84)	$CsNO_3$		− 0.412	(83)
$K_2S_4O_6$		− 0.412	(84)	Cs_2CO_3		− 0.320	(83)
KNO_3		− 0.326	(83)	$Cs_2SO_4·Al_2(SO_4)_3$	15	− 0.51	(73)
$(KSO_3)_2NOH$		− 0.401	(84)	$Cs_2SO_4·Al_2(SO_4)_3·24H_2O$	14	− 0.49	(73)
K_2CO_3		− 0.488	(32)				
$(COOK)_2.H_2O$		− 0.77	(71)				
$[CH(OH)COOK]_2.0.5H_2O$		− 1.10	(71)				

*1 Среднее значение. *2 (21, 55, 89, 98, 122, 125). *3 χ=15000.

ТАБЛИЦА 4.—УДЕЛЬНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ (χ) ЧИСТЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.

Температура комнатная, если нет особых указаний; χ дано в 10^{-6} cgsm.

Таблица Ⓒ. Порядок Ⓒ. См. «Справочник» т. I, стр. 122.

Формула	Название (и температура)	χ	Лит.	Формула	Название (и температура)	χ	Лит.
CBr_4	Четырехбромистый углерод	−0.293	(82)	$CHBr_3$	Бромоформ	−0.316	(82)
CCl_3NO_2	Хлорпикрин Cl_3CNO_2	−0.458	(82)	$CHCl_3$	Хлороформ	−0.488	(82)
CCl_4	Четыреххлористый углерод	−0.429	(82)	CH_2Br_2	Бромистый метилен	−0.379	(82)
CJ_4	Четырехиодистый углерод	−0.261	(82)	CH_2Cl_2	Хлористый метилен	−0.549	(81)
CN_4O_8	Тетранитрометан $C(NO_2)_4$	−0.223	(82)	CH_2J_2	Иодистый метилен	−0.349	(82)
				CH_2O	Формальдегид	−0.62	(71)
				CH_2O_2	Муравьиная кислота	−0.432	(81)

Формула	Название (и температура)	χ	Лит.	Формула	Название (и температура)	χ	Лит.
CH_3Br	Бромистый метил	−0.603	(81)	$C_3H_3N_3O_3$	Циамелид	−0.435	(85)
CH_3Cl	Хлористый метил	−0.633	(81)	$C_3H_5Br_3$	1, 2, 3-Трибром-пропан	−0.420	(82)
CH_3J	Иодистый метил .	−0.403	(81)	C_3H_5ClO	Хлорацетон . . .	−0.550	(81)
CH_3NO	Формамид	−0.486	(82)	C_3H_5NO	Этилизоцианат .	−0.642	(85)
CH_4	Метан	−2.5	(30, 31)	$C_3H_6Cl_2O$	1, 3-Дихлор-2-гидроксипропан .	−0.621	(81)
CH_4N_2O	Мочевина	−0.560	(82)	C_3H_6O	*n*-Пропиональдегид	−0.585	(81)
CH_4O	Метиловый алкоголь (−3°) . . .	−0.65	(55, 56)	C_3H_6O	Ацетон	−0.581	(81)
CH_5N	Метиламин . . .	−0.870	(81)	$C_3H_6O_2$	Пропионовая кислота	−0.587	(81)
$C_2Br_2Cl_4$	1, 2-Дибромтетрахлорэтан . .	−0.387	(82)	$C_3H_6O_2$	Этилформиат . .	−0.581	(82)
$C_2Br_2J_2$	1, 2-Дибромдииодэтилен . . .	−0.320	(82)	$C_3H_6O_2$	Метилацетат . .	−0.590	(82)
C_2Br_4	Тетрабромэтилен	−0.334	(82)	C_3H_7Br	Бромистый *n*-пропил	−0.527	(81)
C_2Br_6	Гексабромэтан . .	−0.294	(82)	C_3H_7Br	Бромистый изопропил	−0.529	(81)
C_2Cl_4	Тетрахлорэтилен	−0.508	(81, 82)	C_3H_7Cl	Хлористый пропил	−0.710	(81)
C_2Cl_6	Гексахлорэтан . .	−0.476	(82)	$C_3H_7ClO_2$	1-Хлор-2, 3-дигидроксипропан	−0.604	(81)
C_2J_4	Тетраиодэтилен .	−0.309	(82)	C_3H_8O	Пропиловый алкоголь	−0.766	(81)
C_2N_2	Дициан	−0.415	(81)	$C_3H_8O_2$	Метилаль	−0.621	(82)
C_2HCl_3O	Хлораль	−0.459	(82)	$C_3H_8O_3$	Глицерин	−0.538	(71)
C_2HCl_5	Пентахлорэтан .	−0.490	(82)	$C_3H_{10}N_2$	Пропилендиамин	−0.784	(81)
$C_2H_2BrFO_2$	Фторбромуксусная кислота . .	−0.379	(82)	C_4HJ_4N	Тетраиодпиррол	−0.331	(82)
$C_2H_2Br_2$	1, 2-Ацетилендибромид	−0.386	(82)	$C_4H_2O_3$	Малеиновый ангидрид	−0.365	(45, 46)
$C_2H_2Br_2Cl_2$	1, 2-Дихлор-1, 2-дибромэтан . .	−0.423	(82)	$C_4H_4O_3$	Янтарный ангидрид	−0.475	(45, 46)
$C_2H_2Br_2F_2$	1-Дифтор-2-дибромэтан . . .	−0.382	(82)	$C_4H_4O_4$	Малеиновая к-та	−0.427	(45, 46)
$C_2H_2Br_4$	1, 1, 2, 2-Тетрабромэтан	−0.357	(82)	$C_4H_4O_4$	Фумаровая кислота	−0.426	(45, 46)
$C_2H_2Cl_2$	1, 2-Ацетилендихлорид	−0.521	(82)	$C_4H_5Cl_3O_2$	Этилтрихлорацетат	−0.520	(82)
$C_2H_2Cl_4$	1, 1, 2, 2-Тетрахлорэтан	−0.535	(82)	$C_4H_5Br_3O_2$	Этилтрибромацетат	−0.363	(82)
$C_2H_3Br_2F$	1, 2-Дибром-2-фторэтан	−0.379	(82)	$C_4H_5NO_2$	Сукцинимид . . .	−0.477	(82)
$C_2H_3F_2NO$	Дифторацетамид .	−0.433	(82)	$C_4H_6O_3$	Уксусный ангидрид	−0.517	(82)
C_2H_4	Этилен	−1.6	(30, 31)	$C_4H_6O_4$	Янтарная кислота	−0.461	(45, 46)
$C_2H_4Br_2$	Бромистый этилен	−0.422	(81)	$C_4H_6O_4$	Диметилоксалат .	−0.472	(82)
$C_2H_4Cl_2$	Хлористый этилен	−0.602	(81)	$C_4H_7BrO_2$	Этилбромацетат .	−0.496	(81)
$C_2H_4Cl_2$	Хлористый этилиден	−0.580	(81)	$C_4H_7ClO_2$	Этилхлорацетат .	−0.590	(81)
$C_2H_4F_2O$	Дифторэтан . . .	−0.503	(82)	$C_4H_7JO_2$	Этилиодацетат . .	−0.456	(81)
$C_2H_4J_2$	Иодистый этилен	−0.381	(82)	C_4H_7N	Пропилцианид .	−0.714	(81)
$C_2H_4N_2O_2$	Оксамид	−0.443	(82)	$C_4H_8N_2O_2$	Диметилоксамид	−0.544	(82)
C_2H_4O	Ацетальдегид . .	−0.502	(81)	C_4H_8O	Бутиральдегид .	−0.635	(81)
$C_2H_4O_2$	Уксусная кислота	−0.526	(81)	C_4H_8O	Метилэтилкетон .	−0.633	(82)
$C_2H_4O_2$	Метилформиат . .	−0.518	(82)	$C_4H_8O_2$	*n*-Масляная кислота	−0.632	(82)
C_2H_5Br	Бромистый этил .	−0.489	(81)	$C_4H_8O_2$	Изомасляная кислота	−0.646	(81)
C_2H_5J	Иодистый этил .	−0.679	(71)	$C_4H_8O_2$	Этилацетат (−149°)	−0.581	(55, 56)
C_2H_5NO	Ацетамид	−0.577	(82)		(−6°)	−0.607	(55, 56)
$C_2H_5NO_2$	Нитроэтан	−0.472	(82)	$C_4H_8O_2$	Метилпропионат	−0.628	(82)
C_2H_6O	Этиловый алкоголь	−0.744	(81)	C_4H_9NO	Изобутиральдоксим	−0.642	(82)
C_2H_6O	Метиловый эфир	−0.716	(61)	$C_4H_{10}N_2O$	Нитрозодиэтиламин	−0.593	(82)
$C_2H_6O_2$	Гликоль	−0.624	(82)	$C_4H_{10}O$	*n*-Бутиловый алкоголь	−0.743	(71)
$C_2H_6O_4S$	Метилсульфат . .	−0.493	(81)	$C_4H_{10}O$	Изобутиловый алкоголь	−0.798	(81)
C_2H_6S	Метилсульфид . .	−0.723	(81)				
$C_2H_7AsO_2$	Какодиловая кислота	−0.579	(84)				
C_2H_7NO	Этилгидроксиламин	−0.704	(82)				
$C_2H_7O_4P$	Этилфосфат . . .	−0.539	(84)				
$C_3H_3N_3O_3$	Циануровая кислота	−0.490	(85)				

Формула	Название (и температура)	χ	Лит.
$C_4H_{10}O$	*трет.*-Бутиловый алкоголь	−0.800	(81)
$C_4H_{10}O$	Этиловый эфир	−0.766	(71)
$C_4H_{10}OS$	Диэтилсульфин	−0.631	(84)
$C_4H_{10}O_3S$	Диэтилсульфит	−0.546	(84)
$C_4H_{10}O_3S$	Этилсульфонэтиловый эфир	−0.592	(84)
$C_4H_{10}O_4S$	Диэтилсульфат	−0.563	(84)
$C_4H_{10}S$	Диэтилсульфид	−0.753	(81)
$C_4H_{11}N$	Диэтиламин	−0.835	(81, 82)
$C_4H_{11}N$	Изобутиламин	−0.843	(81)
$C_4H_{12}As_2$	Какодил	−0.476	(84)
$C_5H_4O_2$	Фурфурол	−0.492	(82)
C_5H_5N	Пиридин	−0.623	(82)
$C_5H_7NO_2$	Этилцианацетат	−0.595	(81)
$C_5H_8O_2$	Ацетилацетон	−0.561	(82)
$C_5H_8O_2$	Аллилацетат	−0.566	(81)
$C_5H_8O_4$	Диметилмалонат	−0.520	(82)
C_5H_{10}	Изоамилен	−0.766	(71)
C_5H_{10}	Триметилэтилен	−0.773	(81)
$C_5H_{10}Br_2$	Бромистый амилен	−0.498	(81)
$C_5H_{10}Cl_2$	Хлористый амилен	−0.675	(81)
$C_5H_{10}Cl_2$	Хлористый амилиден	−0.662	(81)
$C_5H_{10}N_2O$	Нитрозопиперидин	−0.555	(82)
$C_5H_{10}O$	Изовалеральдегид	−0.668	(82)
$C_5H_{10}O$	Метилпропилкетон	−0.668	(82)
$C_5H_{10}O_2$	Изовалерьяновая кислота	−0.663	(81)
$C_5H_{10}O_3$	Этиллактат	−0.615	(82)
$C_5H_{11}Br$	Бромистый изоамил	−0.587	(81)
$C_5H_{11}Cl$	Хлористый изоамил	−0.741	(81)
$C_5H_{11}N$	Пиперидин	−0.755	(81)
$C_5H_{11}NO_3$	Амилнитрат	−0.574	(81)
$C_5H_{12}O$	*n*-Амиловый алкоголь	−0.766	(71)
$C_5H_{12}O$	Изоамиловый алкоголь	−0.799	(81)
$C_5H_{12}O$	*трет.*-Амиловый алкоголь	−0.804	(81)
$C_5H_{12}O_2$	Ацеталь	−0.825	(82)
$C_5H_{13}N$	Изоамиламин	−0.848	(81)
$C_6Cl_4O_2$	Хлоранил	−0.458	(82)
C_6Cl_6	Гексахлорбензол	−0.518	(82)
$C_6O_6.8H_2O$	Трихиноил	−0.426	(82)
C_6HBr_5O	Пентабромфенол	−0.397	(82)
$C_6H_2Cl_6O_3$	Гексахлоргексантрион	−0.433	(82)
$C_6H_3Br_2NO_3$	Дибром-4-нитрофенол	−0.564	(82)
$C_6H_3Cl_3$	Трихлорбензол	−0.587	(81)
$C_6H_3N_3O_6$	1, 3, 5-Тринитробензол	−0.352	(82)
$C_6H_4N_2O_4$	*m*-Динитробензол	−0.398	(82)
$C_6H_4N_2O_5$	2, 4-Динитрофенол	−0.397	(82)
$C_6H_4N_2O_6$	Динитрорезорцин	−0.312	(82)
$C_6H_4O_2$	Хинон	−0.382	(82)
C_6H_5Br	Бромбензол (−30°)	−0.514	(80)
	(−20°)	−0.540	(80)
C_6H_5Cl	Хлорбензол	−0.639	(81)
	(−50°)	−0.629	(80)
	(−30°)	−0.664	(80)
$C_6H_5Cl_5O_2$	Пентахлоргексанедион	−0.452	(82)
C_6H_5F	Фторбензол	−0.608	(82)
C_6H_5J	Иодбензол	−0.471	(81)
C_6H_5NO	Нитрозобензол	−0.514	(82)
$C_6H_5NO_2$	Нитробензол (−160°)	−0.455	(80)
	(0°)	−0.439	(80)
	(20°)	−0.499	(80)
$C_6H_5NO_2$	Хиноноксим	−0.409	(82)
$C_6H_5NO_3$	*p*-Нитрофенол	−0.482	(82)
C_6H_6	Бензол (16.8°)	−0.712	(55, 56)
C_6H_6O	Фенол	−0.648	(81)
$C_6H_6O_2$	Резорцин	−0.617	(82)
$C_6H_6O_3$	Флороглюцин	−0.582	(82)
C_6H_7N	Анилин (−10°)	−0.661	(80)
	(10°)	−0.692	(80)
C_6H_7NO	Фенилгидроксиламин	−0.625	(82)
C_6H_8	1, 3-Цилкогексадиен	−0.607	(85)
C_6H_8	1, 4-Циклогексадиен	−0.608	(85)
$C_6H_8N_2$	Фенилгидразин (20°)	−0.675	(80)
	(10°)	−0.720	(80)
$C_6H_9BiO_6$	Уксуснокислый висмут	−0.090	(44)
$C_6H_9NO_2$	Этилсукцинимид	−0.566	(82)
C_6H_{10}	Циклогексен	−0.711	(85)
C_6H_{10}	Диаллил	−0.671	(81)
$C_6H_{10}O$	Циклогексенол	−0.653	(85)
$C_6H_{10}O$	Циклогексанон	−0.648	(82)
$C_6H_{10}O_2$	Диэтанолацетилен	−0.660	(82)
$C_6H_{10}O_2$	Диметилкетотетрагидрофурфуран	−0.600	(82)
$C_6H_{10}O_2$	Метилацетилацетон	−0.569	(82)
$C_6H_{10}O_3$	Этилацетоацетат (старый)	−0.556	(81)
	(свежий)	−0.576	(81)
$C_6H_{10}O_4$	Диэтилоксалат	−0.555	(82)
C_6H_{12}	Гексен	−0.780	(85)
C_6H_{12}	Циклогексан	−0.810	(85)
$C_6H_{12}O$	Метилбутилкетон	−0.690	(82)
$C_6H_{12}O$	Метилизобутилкетон	−0.697	(81)
$C_6H_{12}O$	Метил-*трет.*-бутилкетон	−0.703	(81)
$C_6H_{12}O$	Циклогексанол	−0.727	(85)
$C_6H_{12}O_2$	Изобутилацетат	−0.680	(81)
$C_6H_{12}O_3$	Метил-α-метоксиизобутират	−0.620	(82)
$C_6H_{12}O_3$	Паральдегид	−0.652	(81)
C_6H_{14}	Гексан	−0.888	(81)
$C_6H_{14}O$	Гексиловый алкоголь	−0.766	(71)
$C_6H_{14}S$	Пропилсульфид	−0.777	(81)

Формула	Название (и температура)	χ	Лит.	Формула	Название (и температура)	χ	Лит.
$C_6H_{15}OP$	Триэтилфосфина окись	−0.683	(84)	C_8H_{10}	*m*-Ксилол	−0.743	(81)
				$C_8H_{10}O$	Фенетол	−0.692	(81)
$C_6H_{15}O_3P$	Триэтилфосфит .	−0.631	(84)	$C_8H_{11}N$	Диметиланилин .	−0.711	(81)
$C_6H_{15}O_4P$	Триэтилфосфат .	−0.688	(84)	$C_8H_{11}N$	Этиланилин . . .	−0.709	(81)
$C_6H_{15}P$	Триэтилфосфин .	−0.762	(84)	$C_8H_{12}Br_2$	2, 5-Диметил-2, 5-дибром-3-гексин	−0.506	(82)
$C_7H_4F_3NO_2$	Нитрофенилфторформ	−0.440	(82)	C_8H_{14}	2, 4-Диметил-2, 4-гексадиен . .	−0.714	(85)
C_7H_5ClO	Хлористый бензоил (20°)	−0.539	(80)	$C_8H_{14}O$	Диметилциклогексанон	−0.672	(82)
	(−20°)	−0.561	(80)				
$C_7H_5F_3$	Фенилфторформ	−0.529	(82)	$C_8H_{14}O_2$	Тетраметилкетотетрагидрофурфуран	−0.736	(82)
$C_7H_5F_3O$	Трифторкрезол .	−0.517	(82)				
C_7H_5N	Фенилцианид . .	−0.651	(81)	$C_8H_{14}O_2$	2, 5-Диметил-3-гексин-2, 5-диол	−0.724	(82)
C_7H_5NO	Фенилизоцианат .	−0.610	(85)				
$C_7H_6Cl_2$	Бензальхлорид .	−0.608	(82)	$C_8H_{14}O_2$	Тетролацеталь .	−0.688	(82)
C_7H_6O	Бензальдегид . .	−0.573	(81)	$C_8H_{14}O_3$	Этил-1-этилацетоацетат	−0.615	(81)
$C_7H_6O_2$	Бензойная к-та .	−0.556	(45, 46)				
C_7H_7Cl	Хлористый бензил (−60°) . . .	−0.661	(80)	$C_8H_{14}O_4$	Диэтилсукцинат .	−0.604	(82)
	(−30°)	−0.695	(80)	$C_8H_{14}O_6$	Диэтилтартрат .	−0.550	(82)
C_7H_7NO	Бензамид	−0.597	(82)	C_8H_{16}	Октилен	−0.798	(81)
C_7H_7NO	Бензальдоксим .	−0.576	(82)	$C_8H_{16}Br_2$	Бромистый октилен	−0.553	(81)
$C_7H_7NO_2$	*n*-Нитротолуол .	−0.532	(82)	$C_8H_{16}N_2$	Изобутилиденазин	−0.683	(82)
C_7H_8	Толуол	−0.729	(81)	$C_8H_{16}O$	Метилгексилкетон	−0.728	(82)
C_7H_8O	Бензиловый алкоголь	−0.705	(81)	$C_8H_{17}Cl$	Хлористый октил	−0.773	(81)
C_7H_8O	Анизол	−0.672	(81)	$C_8H_{17}NO$	Октаноноксим . .	−0.717	(82)
$C_7H_8O_2$	Гваякол	−0.638	(81)	C_8H_{18}	Октан	−0.872	(81)
C_7H_9N	Метиланилин . .	−0.713	(81)	$C_8H_{18}O$	Октиловый алкоголь	−0.806	(81)
C_7H_9N	*o*-Толуидин . . .	−0.701	(81)	$C_8H_{19}N$	Диизобутиламин	−0.848	(81)
C_7H_9NO	Анизидин	−0.654	(81)	C_9H_7N	Хинолин	−0.662	(81)
C_7H_{12}	1-Гептин	−0.807	(82)	C_9H_7NO	Фенилпропиоламид	−0.574	(82)
C_7H_{12}	2-Гептин	−0.786	(82)	C_9H_8	Инден	−0.730	(82)
$C_7H_{12}O$	2-Метилциклогексанон	−0.660	(82)	C_9H_8O	Коричный альдегид	−0.566	(82)
$C_7H_{12}O$	3-Метилциклогексанон	−0.667	(82)	C_9H_{10}	α-Метилстирол . .	−0.678	(82)
$C_7H_{12}O$	4-Метилциклогексанон	−0.566	(82)	C_9H_{10}	Гидринден	−0.664	(82)
$C_7H_{12}O_2$	Гексагидробензойная кислота	−0.649	(85)	$C_9H_{10}O$	Коричный алкоголь	−0.650	(82)
$C_7H_{12}O_3$	Этил-1-метилацетоацетат	−0.590	(81)	$C_9H_{10}O_2$	Этилбензоат . . .	−0.628	(81)
$C_7H_{12}O_4$	Диэтилмалонат .	−0.585	(82)	$C_9H_{11}N$	Тетрагидрохинолин	−0.668	(82)
$C_7H_{14}Cl_2$	Энантилиденхлорид	−0.639	(81)	$C_9H_{15}NO$	Гексилпропиоламид	−0.677	(82)
$C_7H_{14}O$	Гептальдегид . .	−0.714	(81)	$C_{10}H_7Br$	Бромнафталин .	−0.598	(81)
$C_7H_{14}O_2$	Этилизовалерианат	−0.700	(81)	$C_{10}H_7NO_2$	α-Нитронафталин.	−0.564	(82)
C_8H_5J	1-Иод-2-фенилацетилен	−0.483	(82)	$C_{10}H_8$	Нафталин	−0.717	(82)
$C_8H_5NO_2$	Фталимид	−0.533	(82)	$C_{10}H_8O$	Нафтол	−0.673	(82)
C_8H_6	Фенилацетилен .	−0.673	(82)	$C_{10}H_8O$	Ацетилфенилацетилен	−0.731	(82)
$C_8H_6O_4$	Фталевая кислота	−0.446	(45, 46)	$C_{10}H_8O_2$	Метилфенилпропиолат	−0.573	(82)
C_8H_7N	Бензилцианид . .	−0.676	(81)	$C_{10}H_{10}$	Фенилбутадиен .	−0.658	(82)
C_8H_8	Стирол	−0.655	(82)	$C_{10}H_{10}$	Дигидронафталин	−0.654	(82)
$C_8H_8N_2O_2$	Фталамид	−0.556	(82)	$C_{10}H_{10}O_2$	Бензоилацетон .	−0.586	(82)
C_8H_8O	Ацетофенон (15°)	−0.597	(80)	$C_{10}H_{10}O_2$	Сафрол и изосафрол	−0.601	(81)
	(25°)	−0.621	(80)				
$C_8H_8O_2$	Анизальдегид . .	−0.568	(82)	$C_{10}H_{12}$	α, ω-Диметилстирол	−0.686	(82)
$C_8H_8O_2$	Метилбензоат . .	−0.602	(81)				
$C_8H_8O_3$	Метилсалицилат .	−0.580	(81)	$C_{10}H_{12}O$	Анетол	−0.648	(82)
C_8H_9FO	*p*-Фторфенетол .	−0.623	(82)	$C_{10}H_{12}O_2$	Эвгенол и изоэвгенол	−0.622	(81)
C_8H_9N	Бензилиденметиламин	−0.613	(82)	$C_{10}H_{14}$	Цимол	−0.769	(81)
C_8H_{10}	*o*-Ксилол (−40°) .	−0.728	(80)				
	(−10°)	−0.662	(80)				

Формула	Название (и температура)	χ	Лит.
$C_{10}H_{14}O$	Карвон	−0.614	(82)
$C_{10}H_{14}O$	Карвакрол	−0.726	(82)
$C_{10}H_{14}O_3$	Камфорный ангидрид	−0.620	(45, 46)
$C_{10}H_{16}O$	Камфора	−0.68	(35)
$C_{10}H_{16}O$	Цитраль . . . [лат	−0.650	(81)
$C_{10}H_{16}O_2$	Этиламилпропио-	−0.670	(82)
$C_{10}H_{16}O_4$	Камфорная к-та .	−0.746	(45, 46)
$C_{10}H_{18}O$	Терпинеол	−0.725	(85)
$C_{10}H_{18}O$	Эвкалиптол . . .	−0.754	(81)
$C_{10}H_{18}O$	Диметилдиэтилкеготетрагидрофурфуран . . .	−0.753	(82)
$C_{10}H_{18}O_2$	Диизобутиралацетилен	−0.738	(82)
$C_{10}H_{18}O_3$	Этил-1-изобутилацетоацетат . .	−0.652	(81)
$C_{10}H_{21}N$	Диэтилциклогексиламин	−0.802	(81)
$C_{10}H_{22}$	Декан	−0.876	(81)
$C_{10}H_{22}O$	Изоамиловый эфир	−0.813	(82)
$C_{10}H_{23}N$	Диизоамиламин .	−0.846	(82)
$C_{11}H_9NO_4$	Этилнитрофенилпропиолат . . .	−0.502	(82)
$C_{11}H_{10}Br_2O_2$	Этилдибромоциннамат	−0.498	(82)
$C_{11}H_{10}O$	Пропионилфенилацетилен	−0.601	(82)
$C_{11}H_{10}O_2$	Этилфенилпропиолат	−0.598	(82)
$C_{11}H_{12}O_2$	Этилциннамат . .	−0.610	(82)
$C_{11}H_{12}O_3$	Этилбензоилацетат	−0.600	(81)
$C_{11}H_{18}$	Диметил-2, 4-нонатриен	−0.990	(85)
$C_{11}H_{18}$	2, 6-Диметил-2, 6, 8-нонатриен .	−0.724	(82)
$C_{11}H_{18}O_2$	Этилгексилпропиолат	−0.684	(82)
$C_{11}H_{18}O_2$	Гераниолформиат	−0.658	(81)
$C_{12}H_{10}$	Дифенил	−0.677	(82)
$C_{12}H_{10}AsCl$	Хлористый дифениларсин	−0.550	(84)
$C_{12}H_{10}N_2$	Азобензол	−0.612	(82)
$C_{12}H_{10}N_2O$	Гидроксиазобензол	−0.503	(81)
$C_{12}H_{10}O$	Дифенилов. эфир	−0.635	(82)
$C_{12}H_{10}O_2S$	Фенилсульфон . .	−0.591	(84)
$C_{12}H_{11}N$	Дифениламин . .	−0.634	(82)
$C_{12}H_{11}NO_2$	Этилбензилиденцианацетат . .	−0.578	(82)
$C_{12}H_{11}N_3$	Аминоазобензол .	−0.600	(82)
$C_{12}H_{12}N_4$	Хризоидин	−0.595	(81)
$C_{12}H_{12}O$	Бутирилфенилацетилен	−0.618	(82)
$C_{12}H_{14}As_2Cl_2N_2O_2.2H_2O$	Сальварсандигидрохлорид . . .	−0.518	(84)
$C_{12}H_{15}N_3O_6$	Триэтилтриазинтрикарбонат . .	−0.552	(85)
$C_{12}H_{20}O_2$	Пропилгексилпропиолат . . .	−0.697	(82)
$C_{12}H_{20}O_7$	Триэтилцитрат .	−0.586	(81)
$C_{12}H_{22}$	Дициклогексил .	−0.774	(82)
$C_{12}H_{22}O_4$	Диацеталь	−0.668	(82)
$C_{12}H_{27}N$	Триизобутиламин	−0.846	(81)
$C_{13}H_8O_2$	Ксантон	−0.551	(82)
$C_{13}H_9N$	Акридин	−0.688	(82)
$C_{13}H_{10}$	Флуорен	−0.665	(82)
$C_{13}H_{10}O$	Бензофенон . . .	−0.594	(82)
$C_{13}H_{11}N$	Бензилиденанилин	−0.554	(82)
$C_{13}H_{12}$	Дифенилметан . .	−0.635	(82)
$C_{13}H_{12}N_2O$	*p*-Метоксиазобензол	−0.560	(82)
$C_{13}H_{13}O_3P$	Метилдифенокси-фосфиноксид . .	−0.616	(84)
$C_{13}H_{14}O$	Валерилфенилацетилен	−0.639	(82)
$C_{14}H_8O_2$	Антрахинон . . .	−0.575	(82)
$C_{14}H_8O_2$	Фенантрахинон .	−0.509	(82)
$C_{14}H_{10}$	Антрацен	−0.726	(82)
$C_{14}H_{10}$	Фенантрен	−0.718	(82)
$C_{14}H_{10}$	Толан	−0.667	(82)
$C_{14}H_{10}O_3$	Бензойный ангидрид	−0.552	(45, 46)
$C_{14}H_{12}$	1,1-Дифенилэтилен	−0.655	(82)
$C_{14}H_{12}$	Стильбен	−0.666	(82)
$C_{14}H_{12}N_2$	Бензальазин . .	−0.594	(82)
$C_{14}H_{14}N_2$	Азотолуол	−0.643	(82)
$C_{14}H_{14}N_2O_2$	*p*-Азоанизол [лин	−0.610	(81)
$C_{14}H_{15}N$	Метилбензилани-	−0.670	(81)
$C_{14}H_{15}N_3$	Аминоазотолуол .	−0.631	(81)
$C_{14}H_{16}O$	Капроилфенилацетилен	−0.651	(82)
$C_{14}H_{22}O_2$	Дициклогексаналацетилен . .	−0.682	(82)
$C_{14}H_{26}O_4$	Диэтилсебацинат	−0.635	(82)
$C_{15}H_{13}N$	Циннамилиденанилин	−0.595	(82)
$C_{15}H_{33}N$	Триизоамиламин	−0.845	(81)
$C_{16}H_{12}$	Дифенилдиацетилен	−0.640	(82)
$C_{16}H_{12}N_2O$	Бензоазо-β-нафтол	−0.567	(81)
$C_{16}H_{13}N_3$	Метилдифенилтриазин	−0.627	(85)
$C_{16}H_{18}N_2O_2$	*p*-Азофенетол . .	−0.635	(81)
$C_{17}H_{14}O$	1-Фенил-4-бензоил-1, 3-бутадиен	−0.599	(82)
$C_{18}H_{12}$	Хризен	−0.648	(82)
$C_{18}H_{15}As$	Трифениларсин .	−0.578	(84)
$C_{18}H_{15}AsO$	Дифенилфеноксиарсин . . .	−0.567	(84)
$C_{18}H_{15}AsO$	Трифениларсина окись	−0.618	(84)
$C_{18}H_{15}AsO_3$	Трифеноксиарсин	−0.551	(84)
$C_{18}H_{15}Bi$	Трифенилвисмутин	−0.447	(84)
$C_{18}H_{15}BiN_2O_6$	Трифенилвисмутиндинитрат . .	−0.451	(84)
$C_{18}H_{15}O_3P$	Трифенилфосфит	−0.592	(84)
$C_{18}H_{15}P$	Трифенилфосфин	−0.636	(84)
$C_{18}H_{15}Sb$	Трифенилстибин	−0.516	(84)
$C_{18}H_{17}AsO_2$	Трифениларсиндигидроксид . .	−0.795	(84)
$C_{18}H_{17}O_2Sb$	Трифенилстибиндигидроксид . .	−0.616	(84)
$C_{18}H_{18}N_3OP$	Трианилинфосфиноксид . . .	−0.624	(84)
$C_{18}H_{34}O_2$	Олеиновая к-та .	−0.742	(81)
$C_{19}H_{14}O_3$	Аурин	−0.556	(81)
$C_{19}H_{16}$	Трифенилметан .	−0.674	(82)
$C_{19}H_{16}O$	Трифенилкарбинол	−0.675	(82)

ТАБЛИЦА 5.—УДЕЛЬНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ (χ) КРИСТАЛЛОВ.

χ_1, χ_2, χ_3—три главные значения; ψ—угол между кристаллографической осью c и главной осью намагничения; комнатная температура; жирные цифры обозначают средние значения; χ дано в 10^{-6} cgsm.

Формула	Вещество	χ_1	χ_2	χ_3	ψ	Лит.
Al_2O_3	Корунд	−0.34				(127)
Al_2O_3	Рубин	0.47				(127)
$(AlF)_2SiO_4$*1	Топаз	−0.410	−0.420	− 0.420		(112)
$H_9Al_3(BOH)_2Si_4O_{19}$*2	Турмалин	1.12		0.748		(112)
$Be_3Al_2(SiO_3)_6$	Берил	0.826		0.386		(112)
C*3	Графит	−2.2		−14.2		(53)
$C_{12}H_{22}O_{11}$	Тростниковый сахар	−0.60	−0.55	− 0.57	− 1° 50′	(34)
CaF_2	Флуорит	−0.285				(55)
$Ca_5Cl(PO_4)_3$	Апатит	−2.64		− 2.64		(112)
$CaCO_3$	Арагонит	−0.392	−0.387	− 0.444		(112)
$CaCO_3$	Кальцит	−0.363		− 0.405		(112)
$HCa_2(Al, Fe)_3Si_3O_{13}$*1	Эпидот	23.8	24.1	23.9		(34)
$CaMgC_2O_6$	Доломит	0.787		1.20		(112)
$(Ca, Mg, Fe)_8Si_9O_{26}$*1	Роговая обманка	24.0	16.7	18.0	−21° 55′	(34)
$CaMgSiO_6$*4	Авгит	26.6	12.8	22.7	− 7° 0′	(34)
$CoSO_4.7H_2O$		36.3	32.7	35.0	−39° 40′	(34)
$Co(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$		26.1	21.9	25.5	−31° 18′	(57)
$CoCu(SO_4)_2.6H_2O$		28.6	23.1	25.6	−52° 54′	(34)
$CuSiO_3.H_2O$	Диоптаз	8.8				(38)
$CuFeS_2$	Халькопирит			(См. $FeCuS_2$)		
FeS_2	Пирит	0.98				(127)
$FeSO_4.7H_2O$		44.3	41.1	40.2	30° 10′	(34)
$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$		46.2	40.9	40.5	−18° 58′	(34)
$FeCo_3$	Сидерит	84.2		142.6		(38)
$FeCuS_2$	Халькопирит	0.85				(55)
$(Fe, Zn, Mn)O\cdot(Fe,Mn)_2O_3$*1	Франклинит	455÷640				(127)
$K_2Co(SO_4)_2.6H_2O$		30.2	22.4	35.0	−21° 20′	(127)
$KAlSi_3O_8$	Адуляр	−0.427	−0.384	− 0.317	−13° 20′	(34)
$MgAl_2O_4$	Шпинель	0.62				(127)
NaCl	Каменная соль	−0.50				(55)
$NiSO_4.7H_2O$		16.66	16.53	16.63		(57)
$Ni(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$		10.2	8.23	9.38	−16° 17′	(34)
PbS	Галенит	−0.350				(112)
SiO_2	Кварц	−0.461	−0.466			(112)
$SrSO_4$	Целестин	−0.342	−0.314	− 0.359		(112)
TiO_2	Рутил	1.96		2.09		(112)
ZnS	Сфалерит	−0.264				(112)
$ZrSiO_4$	Циркон	−0.170		+ 0.732		(112)

*1 Изменчивый состав. *2 H может быть заменено Mg, Fe или щелочами. *3 Цейлон. *4 С прибавлением $(Mg, Fe)(Al, Fe)_2SiO_6$.

ТАБЛИЦА 6.—УДЕЛЬНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ (χ) РАЗНЫХ ВЕЩЕСТВ.

χ дано в 10^{-6} cgsm.

Вещество	χ	Лит.	Вещество	χ	Лит.
Воздух*1 20°, 1 *atm*	24.16g		Стекло, кронглас*2	−0.90	(62, 63)
	24.40g	(20)	тяжелый флинт	−1.2	
	23.85g	(100)	Льняное масло	−0.74	(35)
	24.40g	(122)	Мрамор	−0.8	(125)
	24.00g	(10)	Парафин	−0.6	(125)
Целлулоид	− 0.13	(62, 63)	Нефть	−0.83	(71)
Сурепное масло	− 0.79	(93)	Шеллак	−0.30	(71)
Кумол	− 0.74	(71)	Скипидар	−0.67	(71)
Эбонит	0.6	(125)	Воск, белый	−0.6	(125)
Гипс	− 0.86	(62, 63)	Дерево	−0.3÷0.7	(125)

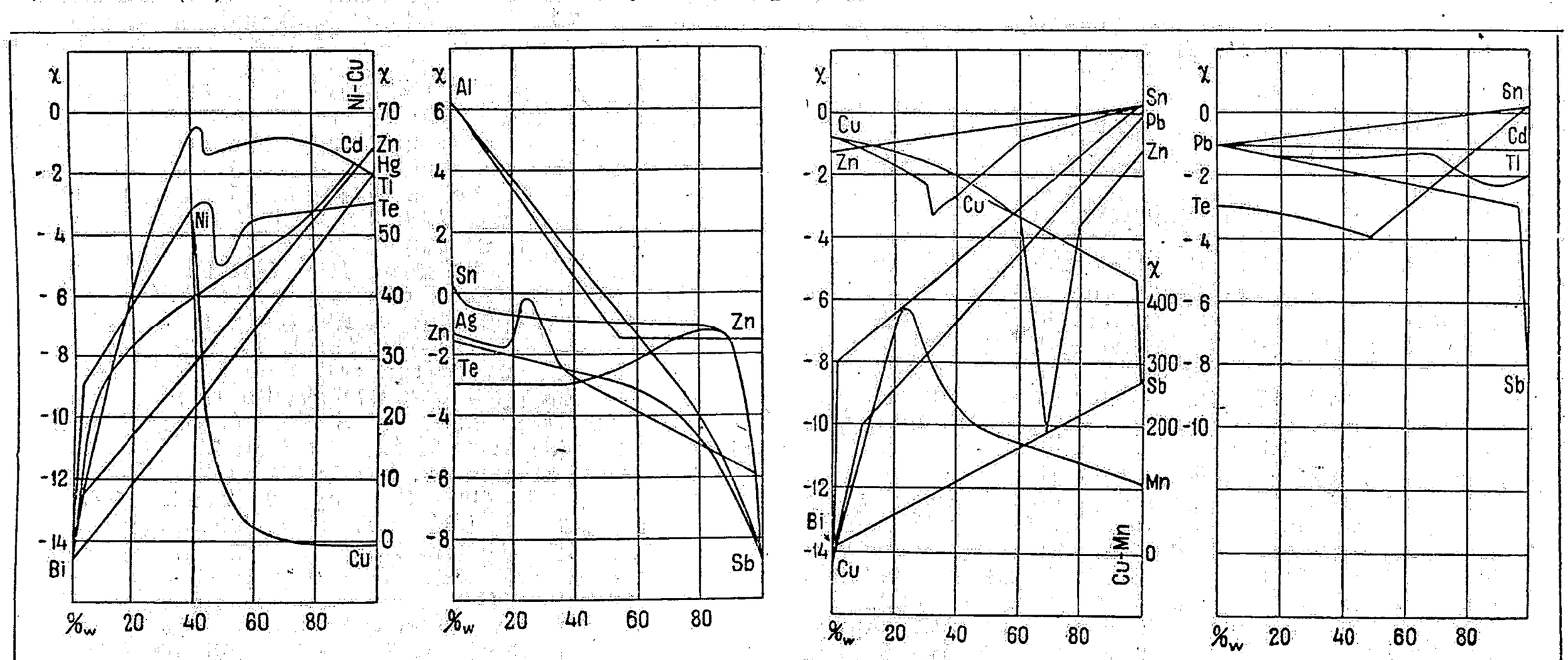
*1 $\varkappa$ см. табл. 1. *2 Боросиликат.

ТАБЛИЦА 7.—УДЕЛЬНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ (χ) РАСТВОРОВ (ССЫЛКИ НА ЛИТЕРАТУРУ).

Растворитель указан в начале каждого раздела.

Растворимое вещество	Лит.
H_2O	
BaJ_2*1	(62, 63)
$C_2H_4O_2$, Уксусная кислота	(99)
C_3H_6O, Ацетон	(99)
$CeBr_3$*1	(27)
CoF_2*1	(65)
$CoCl_2$	(92)
$CoBr_2$*1	(33)
CoJ_2*1	(65)
$CoSO_4$	(16)
$Co(NO_3)_2.6H_2O$	(92)
$CoSO_4.(NH_4)_2SO_4$*1	(93)
$Cr(OH)_2$*1	(92)
$CrCl_2$*1	(117)*10
Cr_2Cl_4O*1,2	(15)
$CrSO_4$*1	(15)
$Cr_2O(SO_4)_2$*3,5	(15)
$Cr_2(SO_4)_3$*3,4	(14)
$Cr(NO_3)_3.9H_2O$	(92)
$CuCl_2$*5,6	(59)
$CuBr_2$	(59)
$CuSO_4$*9,6	(59)
$Cu(NO_3)_2.6H_2O$*6	(59)
$CuC_4H_6O_4.H_2O$*7	(92)
$ErCl_3$*1	(27)
$FeCl_2$	(92)
$FeCl_3$*8	(13)
$FeBr_3$*1	(65)
FeJ_2*1	(65)
$FeSO_4$*6	(121)
$Fe_2(SO_4)_3$	(92)
$Fe(NO_3)_3.6H_2O$*9	(13)
$FeSO_4.(NH_4)_2SO_4$*1	(65)
KOH*1	(62, 63)
$K_3Fe(CN)_6$	(45)
$MgSO_4$	(103)
MnF_2*1	(65)
$MnCl_2$	(12.1, 92)
$MnBr_2$*1	(65)
MnJ_2*1	(65)
$MnSO_4$	(14)
$Mn(NO_3)_2.6H_2O$	(12.1, 92)
$MnPO_4$*1	(117)
NiF_2*1	(65)
$NiCl_2$*6	(119)
$NiBr_2$*1	(65)
$NiSO_4$*6	(119)
$Ni(NO_3)_2.6H_2O$*6	(12.1, 119)
$PtCl_4$*1	(62)
$YbCl_3$*1	(27)
$ZnCl_2$*1	(62)
CH_3OH, Метиловый алкоголь	
$CoCl_2$	(92)
$FeCl_3$*2	(92)
$MnCl_2$	(92)
$Mn(NO_3)_2.6H_2O$	(92)
C_2H_5OH, Этиловый алкоголь	
$CoCl_2$	(92)
$CuCl_2$*5	(59)
$FeCl_3$*2	(92)
$MnCl_2$	(92)
$Mn(NO_3)_2.6H_2O$	(92)
C_3H_6O, Ацетон	(99)
$C_2H_4O_2$, Уксусная кислота	
$FeCl_3$	(92)
C_6H_6, Бензол	(99)
C_3H_6O, Ацетон	
$CoCl_2$*2	(92)
$FeCl_3$	(92)
$Co(NO_3)_2.6H_2O$	(92)
$C_5H_{12}O$, Амиловый алкоголь	
$CoCl_2$	(92)

*1 См. также табл. 3. *2 Также подкисленный HCl. *3 Также в воде $+H_2SO_4$. *4 Также в воде $+Na_2SO_4$. *5 Также в воде $+C_2H_5OH$. *6 Также в воде $+NH_3$. *7 Уксуснокислая медь. *8 Также в водных растворах HCl, HNO_3, NaCl. Для растворов в метиловом, этиловом, изобутиловом, аллиловом или изоамиловом алкоголе, или в муравьиной кислоте, уксусной кислоте, уксуснокислом этиле, этиловом эфире или ацетоне см. (92). *9 Также в воде $+HNO_3$. *10 Ср. (15).



Фиг. 1, 2, 3, 4.—Восприимчивость (χ) сплавов; χ дано в 10^{-7} cgsm; абсциссы указывают весовые % элементов, названных у правого края диаграммы.

ТАБЛИЦА 8.—УДЕЛЬНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ (χ) СПЛАВОВ И АМАЛЬГАМ (ССЫЛКИ НА ФИГУРЫ И ЛИТЕРАТУРУ). χ дано в 10^{-7} cgsm.

Сплав	Фиг.	Лит.	Сплав	Фиг.	Лит.	Сплав	Фиг.	Лит.	Сплав	Фиг.	Лит.
Ag-Sb	2	(28)	Bi-Sn	3	(32)	Cu-Ni	1	(40, 41, 42)	Pd-Tl	4	(32)
Al-Sb	2	(53)	Bi-Te	1	(53)	Cu-Sb	3	(32)	Sb-Sn	2	(32)
Al-Zn	2	(28)	Bi-Tl	1	(70)	Cu-Sn	3	(32)	Sb-Te	2	(32)
Bi-Cd	1	(44)	Bi-Zn	1	(32)	Cu-Zn	3	(32)	Sb-Zn	2	(53)
Bi-Hg	1	(44)	Cd-Pb	4	(44)	Pb-Sb	4	(32)	Sn-Te	4	(53)
Bi-Pb	3	(32)	Cu-Mn	3	(32)	Pb-Sn	4	(53)	Sn-Zn	3	(32)
Bi-Sb	3	(53)									

ТАБЛИЦА 9. — ВОСПРИИМЧИВОСТЬ АТОМОВ И АТОМНЫХ ГРУПП (χ_a).

Для многих соединений молекулярная восприимчивость приблизительно равна сумме χ_a для различных атомных групп, которые содержатся в соединении; для некоторых органических группировок для получения значения молекулярной восприимчивости нужно добавить поправку (λ_m) к сумме χ_a; χ_a дано в 10^{-6} cgsm на грамм-атом, или на грамм-атомную группу; λ_m—в 10^{-6} cgsm на грамм-молекулу.

Группа	χ_a	Группа	χ_a	Группа	χ_a
$Ag^{\cdot}$	−31.0	$P^{\cdots}$	−10.2	SO_3''	−22.3
$Al^{\cdots}$	−13.1	$Rb^{\cdot}$	−27.2	S_2O_6''	−56.0
$As^{\cdots}$	−20.9	$Sb^{\cdots}$	−26.1	SO_4'	−31.4
$As^{\cdots\cdots}$	−43.0	$Sb^{\cdots\cdots}$	−66.9	SO_4''	−33.6
$Au^{\cdot\cdot}$	−45.8	$Si^{\cdots}$	−20	CO_3''	−22.2
$B^{\cdots}$	− 7.3	$Si^{\cdots\cdot}$	−12.7	PO'''	−22.3
$Ba^{\cdot\cdot}$	−38.2	$Sn^{\cdots\cdot}$	−30.3	PO_2'''	−18.5
$Be^{\cdot\cdot}$	− 8.55	$Zn^{\cdot\cdot}$	−13.5	PO_3''	−23.8
$Bi^{\cdots}$	−40.6	Br'	−30.60	PO_3'''	−31.3
$Bi^{\cdots\cdots}$	−69.8	Cl'	−20.10	PO_4'''	−35.4
$Ca^{\cdot\cdot}$	−15.9	F'	− 6.30	Органические соединения	
$Cd^{\cdot\cdot}$	−20	J'	−44.60		
$Cs^{\cdot}$	−41.0	NO_3'	−14.2	C	− 6.25
$Cu^{\cdot}$	−18.0	SO''	−13.4	H	− 3.05
$Hg^{\cdot\cdot}$	−33.4	S_2O_3''	−43.4	N	− 5.80
$K^{\cdot}$	−18.5	S_4O_6''	−84.7	S	−15.60
$Li^{\cdot}$	− 4.2	SO_2'	−17.9	O'*1	− 4.61
$Mg^{\cdot\cdot}$	−10.1	SO_2''	−24.7	O''*2	− 3.36
$Na^{\cdot}$	− 9.2	SO_3'	−27.8	O'''*3	+ 1.73

Значения λ_m для бензольной связи, для одной этиленовой связи и для двух или более этиленовых связей соответственно равны −1.50, −5.70 и −11.0.

*1—O— в R—O—R′, R—C(=O)—O—R′.

*2O= в R—C(=O)—O—R′.

*3 O= в R—C(=O)—R′.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

1) Angström, *25*, **13:** 1465; 80. (2) Athanasiadis, *8*, **66:** 425; 21. (3) Bauer, Weiss et Piccard, *34*, **167:** 484; 18 (4) Becquerel, *6*, **28:** 283; 50. (5) Becquerel, *6*, **12:** 5; 77. *34*, **92:** 348; 81. (6) Belz, *3*, **44:** 479; 22. (7) Bernini, *63*, **6:** 109; 05. (8) Bernstein, Diss., Halle, 1909. (9) Bouchonnet, Thesis, Paris, 1913.

(10) Brant *2*, **17:** 678; 21. (11) Breit and Onnes, *64P*, **26:** 840; 23. (12) Cabrera, Soc. franç. de phys., Strasbourg sect., Juin 1, 1923. (12.1) Cabrera et Duperier, *51*, **6:** 121; 25. (13) Cabrera et Moles, *149*, **35:** 425; 13. **36:** 502; 13. **40:** 284; 15. Cabrera, Moles et Guzman, *149*, **37:** 324; 14. (14) Cabrera, Moles et Marquina, *42*, **16:** 11; 18. *10*, **5:** 799; 25. (15) Cabrera y Piña de Rubies, Rev. Real Acad. Ciencas exac. Fis. Nat. Madrid, **20:** 385; 23. *10*, **5:** 800; 25. (16) Chatillon, *34*, **176:** 1608; 23. (17) Chéneveau, *51*, **9:** 163; 10. Chéneveau and Jolley, *3*, **20:** 357; 10. (18) Cherbuliez, Diss., Zürich, 1917. *10*. **5:** 799; 25. (19) Clifford, *2*, **26:** 424; 08.

20) Curie, *34*, **115:** 1292: 92. **116:** 136; 93. *51*, **4:** 197; 95. (21) de Haas und Drapier, *8*, **42:** 673; 13. (22) Piccard et Devaud, *149*, **2:** 455; 20. (23) Dewar, *121*, **29:** 169; 92. (24) Drapier, *42*, **7:** 385; 09. (25) Du Bois, *8*, **35:** 137; 88. (26) Du Bois and Honda, *64P*, **12:** 596; 10. (27) Du Bois und Liebknecht, *8*. **1:** 189; 00. (28) Dupuy, *34*, **158:** 793; 14. (29) Eaton, *8*. **15:** 225; 82.

(30) Efimow, *51*, **7:** 494; 88. (31) Balta Elias, Trab. lab. inv., fis., **44:** 110; 18. *10*, **5:** 799; 25. (32) Endo, *159*, **14:** 479; 25. (33) Falckenberg, *96*, **5:** 70, 201; 21. (34) Finke, *8*, **31:** 149; 10. (35) Faraday, *8*, **88:** 557; 53. (36) Feytis, *34*, **152:** 708; 11. **153:** 668; 11. **156:** 886; 13. (37) Fleming and Dewar, *5*, **60:** 283; 97. **63:** 311; 98. (38) Foëx, *16*, **16:** 174; 21. (39) Frivold, *8*, **57:** 471; 18.

(40) Gans und Fonseca, *8*, **61:** 742; 20. (41) Garrison, *1*, **47:** 622; 25. (42) Gebhard, Diss., Marburg, 1909. (43) Glaser, *8*, **75:** 459; 24. (44) Gnesotto e Binghinotto, *24*, **69:** 1343; 10. **72:** 1515; 13. **74:** 25; 14. **75:** 333; 15. (45) Gray and Birse, *4*, **105:** 2707; 14. (46) Hadfield, Chéneveau and Géneau, *5*, **94:** 65; 17. *34*, **166:** 390; 18. (47) Hector, *2*, **24:** 218; 24. (48) Henning, *8*, **50:** 485; 93. (49) Henrichsen, *8*, **34:** 180; 88. **45:** 38; 92.

(50) Heydweiller, *8*, **12:** 608; 03. *88*, **15:** 1120; 13. (51) Honda, *8*, **32:** 1027; 10. *159*, **1:** 1; 12. (52) Honda and Ishiwara, *159*, **4:** 215; 15. **6:** 9; 17. (53) Honda and Soné, *159*, **2:** 1; 13. (54) Inde, Diss., Marburg, 1912. *8*, **41:** 829; 13. (55) Ishiwara, *159*, **3:** 303; 14. **5:** 53; 16. **9:** 233; 20. Takagi and Ishiwara, *159*, **3:** 127; 14. (56) Isnardi und Gans, *8*, **61:** 585; 20. (57) Jackson, *62*, **224:** 1; 23. (58) Jackson et Onnes, *34*, **177:** 154; 23. *5*, **104:** 671; 23. (59) Jacobson, Thesis, Zürich, 1916.

(60) Jäger und Meyer, *75*, **106:** 594, 623; 97. **107:** 5; 98. *8*, **67:** 427, 707; 99. (61) Jolley, *121*, **65:** 1021; 10. *3*, **20:** 357; 10. (62) König, *8*, **31:** 273; 87. (63) Koenigsberger, *8*, **66:** 698; 98. **6:** 506; 01. (64) Laws, *3*, **8:** 49; 04. (65) Liebknecht und Wills, *8*, **1:** 178; 00. (66) Lombardi, Mem. real accad. Torino, **47:** 1; 97. (67) Lutteroth, *8*, **66:** 1081; 98. (68) Maass and Hatcher, *1*, **44:** 2472; 22. (69) Marke, *61*, **1916:** 395.

(70) Mendenhall and Lent, *2*, **32:** 406; 11. (71) Meslin, *6*, **7:** 145; 06. (72) Meyer, см. Wedekind, *25*, **54:** 253; 21. (73) Meyer, *8*, **68:** 325; 99. **69:** 236; 99. **1:** 664; 00. *63*, **26:** 51; 25. (74) Morgan and Lammert, *1*, **46:** 881; 24. (75) Mosler, *8*, **6:** 84; 01. (76) Muthmann, см. Wedekind, *25*, **54:** 253; 21. (77) Onnes and Oosterhuis, *64P*, **15:** 322; 12. *168*, No. **129b;** 12. *64P*, **16:** 917; 14. *168*, No. **139e;** 14. (78) Onnes and Perrier, *64P*, **12:** 799; 10. *168*. No. **116;** 10. *64P*, **14:** 115; 11. *168*, No. **122a;** 11. *64P*, **14:** 674; 12. *168*, No. **124a;** 12. *168*, Suppl. No. **44a;** 21. Perrier and Onnes, *64P*, **16:** 894; 14. *168*, No. **139c;** 14. *64P*, **16:** 901; 14. *168*, No. **139d;** 14. (79) Owen, *8*, **37:** 657; 12.

(80) Oxley, *62*, **214:** 109; 14. (81) Pascal, *34*, **147:** 56, 242, 742; 08. **148:** 413; 09. **150:** 1167; 10. *27*, **7:** 17, 45; 10. *6*, **19:** 5; 10. (82) Pascal, *34*, **152:** 862, 1010; 11. *27*, **9:** 6, 79, 134, 177, 336; 11. **10:** 809, 868; 11. **11:** 159, 201, 636; 12. *6*, **25:** 289; 12. (83) Pascal, *34*, **156:** 323; 13. **158:** 37; 14. *6*, **29:** 218; 13. (84) Pascal, *34*, **173:** 144, 712; 21. **174:** 457, 1698; 22. **175:** 1063; 22. (85) Pascal, *34*, **176:** 1887: 23. **177:** 765; 23. **180:** 1596; 25. (86) Piaggesi, *63*, **4:** 347; 03. (87) Piccard et Devaud, *149*, **2:** 455; 20. Bauer, Weiss et Piccard, *34*, **167:** 484; 18. Weiss et Piccard, *34*, **155:** 1234; 12. (88) Piccard et Bonazzi, *149*, **39:** 449; 15. (89) Piccard et Devaud, *149*, **2:** 410; 20.

(90) Pidgeon, *2*, **13:** 209; 19. (91) Plessner, *8*, **39:** 336; 90. (92) Quartaroli, *36*, **46 I:** 371; 16. **48 I:** 79; 18. (93) Quincke, *8*, **24:** 347; 85. **34:** 401; 88. (94) Roop, *63*, **12:** 48; 11. *2*, **7:** 529; 16. (95) Safranek, *74*, **21:** 87; 24. (96) Scarpa, *59*, **10:** 155; 05. (97) Seckelson, *8*, **67:** 37; 99. (98) Sève, *6*, **27:** 425; 12. (99) Smith and Smith, *1*, **40:** 1218; 18.

(100) Soné, *159*, **8:** 115; 19. **11:** 139; 22. *3*, **39:** 305; 20. (101) Stearns, *2*, **16:** 1; 03. (102) Stenger, *8*, **35:** 331; 88. (103) Studley, *2*, **24;** 22; 07. (104) Tänzler, *8*, **24:** 931; 07. (105) Theodorides, *149*, **3:** 137; 21. Thesis, Zürich, 1921. (106) Toepler und Henning, *8*, **34:** 790; 88. (107) Townsend, *5*, **60:** 186; 96. (108) Trümpler, Thesis, Zürich, 1917. *10*, **5:** 798; 25. (109) Urbain, *34*, **152:** 141; 11.

(110) Urbain et Jantsch, *34*, **147:** 1286; 08. (111) Veil, *34*, **176:** 101; 23. (112) Voigt und Kinoshita, *8*, **24:** 492; 07, (113) von Ettinghausen, *75*, **96:** 777; 87. *8*, **17:** 272; 82. (114) Wedekind, *92*, **37:** 87; 24. (115) Wedekind und Hausknecht, *25*, **46:** 3763; 13. **54:** 253; 21. (116) Wedekind und Horst, *25*, **45:** 262; 12. **48:** 105; 15. (117) Weber, *8*, **19:** 1056; 06. **36:** 624; 11. **62:** 666; 20. (118) Weiss et Piccard, *34*, **155:** 1234; 12. Bauer, Weiss et Piccard, *34*, **167:** 484; 18. (119) Weiss and Bruins, *64P*, **18:** 246; 15.

(120) Weiss et Foëx, *149*, **31:** 5; 11. *51*, **1:** 274; 11. (121) Weiss and Frankamp, *64P*, **18:** 254; 15. (122) Weiss et Piccard, *34*, **155:** 1234; 12. (123) Wiedemann, *8*, **126:** 1; 65. **135:** 177; 68. (124) Williams, *2*, **12:** 158: 18. **14:** 348; 19. (125) Wills, *3*, **45:** 432; 98. *2*, **20:** 188; 05. (126) Wills and Hector, *2*, **23:** 209; 24. (127) Wilson, *5*, **98:** 274; 21. **103:** 185; 23. (128) Wirth, см. Wedekind, *25*, **54:** 253; 21. (129) Wistband, Diss., Upsala, 1916. (129.1) Woltjer, *64V*. **34:** 494; 25.

(130) Woltjer and Onnes, *64P*, **26:** 626; 23. *168*, No. **167c;** 23. (131) Wylach, Diss., Münster, 1915.

ФЕРРОМАГНЕТИЗМ.

Pierre Weiss и G. Foëx.

СОДЕРЖАНИЕ.

Стр.

Символы, единицы и определения . . . . . 113—115
Символы 113. Единицы и переводные коэффициенты 113. Числовые соотношения 114. Определения 114.
Химический состав ферромагнитных материалов . . . . . 115—118
«Числа-ключи» и состав различных образцов Fe, Co, Ni, их сплавов и сплавов, содержащих Mn и Cu 115.
Намагничение . . . . . 118—122
Нормальное, безгистерезисное и дифференциальное намагничение 118. Влияние времени 118. Намагничение в очень слабых полях 118. Намагничение в сильных полях 120. Влияние температуры 121.
Электролитическое железо 122
Углеродистое железо и стали . . . . . 123—130
Введение 123. Зависимость потерь на гистерезис от углерода и других примесей 123. Влияние углерода и температуры закалки на коэрцитивную силу 125. Цементит, перлит, мартенсит 125. Главные константы отожженных углеродистых сталей 125. Главные константы закаленных и отпущенных углеродистых сталей 125. Зависимость нормального и циклического намагничения от различной термической обработки 126.
Магнитные стали . . . . . 130—134
Введение 130. Циклическое намагничение 131. Коэрцитивная сила и остаточное намагничение и их изменения от термической обработки 132. Влияние механических сотрясений 134. Влияние внешнего магнитного поля 134. Температурный коэффициент намагничения 134.
Сплавы железа 134
Кобальт 147
Никель 148
Сплавы никеля 151
Марганцевые сплавы и соединения 151
Температуры превращений 154
Намагничение ферромагнитных кристаллов . . . 157

Стр.

Те материалы, на которые ссылка будет делаться вероятно чаще всего, помещены в табл. 1 в порядке их состава и снабжены соответствующими «числами-ключами». В других местах они обозначены при помощи только этих «чисел-ключей». Данные для других сплавов и соединений могут быть найдены в соответственных местах различных таблиц. Общее изложение ферромагнетизма—см. (77).

СИМВОЛЫ, ЕДИНИЦЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

Значки (индексы) при символах.

a	отожженный, если присоединено к обозначению образца или к t.
a	переменное поле, если присоединено к W.
c	литой, если присоединено к обозначению образца.
c	коэрцитивный, если присоединено к H.
d	отпущенный.
l	значение для больших зерен, см. стр. 123.
max	максимум.
n	нормальный.
q	закаленный.
r	остаточный.
red.	приведенный к чистому веществу с поправкой на примеси.
s	самопроизвольный.
t	значение при температуре t.
δ	дифференциальный или обратимый.
τ	вращающийся или обращающийся.
0	начальное значение, $H=0$.
∞	величина насыщения, H очень велико.

Символы для величин.

a, a'	коэффициенты магнитной твердости (см. ниже, «Определения»).
B	магнитная индукция.
B_μ	значение B, соответствующее μ_m (max.).
d	плотность; иногда—диаметр.
e	показатель в формуле для гистерезиса.
H	напряженность магнитного поля.
I	напряженность намагничения.
p	масса рассматриваемого компонента в %.
s	сторона сечения квадратного стержня.
t	температура, °C; t_R комнатная температура.
W	потери на гистерезис на $см^3$ на цикл.
α	температурный коэффициент электропроводности $(\varrho_t-\varrho_0)=\alpha\varrho_0 t$.
β	температурный коэффициент I; $I_t-I_0=\beta I_0 t$.
η	коэффициент гистерезиса (Штейнметц).
θ	точка Кюри, °C.
$\varkappa$	восприимчивость.
λ	длина волны в вакууме.
μ	проницаемость.
ϱ	электрическое объемное сопротивление.
σ	удельное намагничение; $\sigma = I/d$.
σ_∞	значение σ, соответствующее насыщению при абсолютном нуле.
σ'_∞	значение σ, соответствующее насыщению при температуре наблюдения.
τ_d	время, в течение которого образец выдерживался при температуре отпуска.
φ	азимут H.
χ	удельная восприимчивость; $\chi = \varkappa/d$.

Единицы и переводные коэффициенты.

В разделе «Ферромагнетизм» все данные, за исключением данных для сопротивления (ϱ), выражены в единицах cgsm и °C, кроме точно оговоренных особых случаев; единица ϱ—1 μΩ-см.

B	1 cgsm=1 максвелл $см^{-2}$=1 линия $см^{-2}$.
d	1 cgsm=1 $г\ см^{-3}$.
H	1 cgsm=1 гаусс=1 гильберт $см^{-1}$=0.7957 ампер-виток $см^{-1}$=2.021 ампер-витков дм.$^{-1}$.
I	1 cgsm=1 cgsm магнитный момент $см^{-3}=4\pi$*1 максвелл $см^{-2}=4\pi$*1 линия $см^{-2}$.
W	1 cgsm=1 эрг $см^{-3}$ (ц. ск.$^{-1}$)$^{-1}=10^{-7}$ W $см^{-3}$ (ц. ск.$^{-1}$)$^{-1}=d_M\times10^{-7}$ W$г^{-1}$(ц. ск.$^{-1}$)$^{-1}$. (d_M—плотность, выраженная в $г\ см^{-3}$).
η	1 cgsm=1 эрг $см^{-3}$ (ц. ск.$^{-1}$)$^{-1}$ (максвелл $см^{-2}$)$^{-e}$=$=1000^e$ эрг $см^{-3}$ (ц. ск.$^{-1}$)$^{-1}$ (килолиния $см^{-2}$)$^{-e}$=$=1000^e\times10^{-7}$ W $см^{-3}$ (ц. ск.$^{-1}$)$^{-1}$(килолиния $см^{-2}$)^e. (Для e=1.6 $1000^{1.6}$= 63096.)
$\varkappa$	1 cgsm=4π*1 максвелл $см^{-2}$ гаусс$^{-1}$=$1.2566\times4\pi$*1 максвелл $см^{-2}$ (ампер-виток $см^{-1}$)$^{-1}$.

*1 $4\pi = 12.566$; $1.2566\times4\pi = 15.791$.

μ 1 cgsm=1 максвелл $см^{-2}$ гаусс$^{-1}$=1.2566 максвелл $см^{-2}$ (ампер-виток $см^{-1}$)$^{-1}$.

ϱ 1 $\mu\Omega$-$см$=1000 cgsm=10^{-6} Ω-$см$.

σ 1 cgsm=1 cgsm магнитный момент $г^{-1}$=$4\pi^{*1}$ максвелл $см$ $г^{-1}$=$4\pi^{*1}$ линия $см$ $г^{-1}$.

χ 1 cgsm=$4\pi^{*1}$ максвелл $см$ $г^{-1}$ гаусс$^{-1}$.

Числовые соотношения.

$\mu_n=\frac{B_n}{H}=1+4\pi\varkappa_n$; $\mu=\frac{B}{H}=1+4\pi\varkappa$; $B=H+4\pi I$; $B_r=4\pi I_r$; $I=\varkappa H$; $I_n=\varkappa_n H$; $\sigma=\frac{I}{d}=\chi H$; $\sigma_n=\frac{I_n}{d}$; $W=\eta B^e_{max}$. Если H велико, $\frac{1}{\varkappa}=a+bH$; $\sigma=\sigma_\infty(1-a'H)$, если $\sigma\leqslant 0.99\sigma_\infty$, $a'=a\sigma_\infty$.

Определения.

Отжиг.—Если образец материала был выдержан при высокой температуре (t_a) столько времени, что пришел к равновесию, и затем был медленно охлажден, то говорят, что он был отожжен при t_a; t_a—температура отжига.

Безгистерезисное намагничение.—Такие данные получаются, если образец, находящийся в постоянном поле (H), подвергается действию переменного поля, которое постепенно уменьшается от значения $>H$ до 0. Тот же самый результат может быть получен, если образец подвергнуть повторяющимся механическим толчкам. В первом приближении такие данные представляют просто вычисляемые функции H.

Коэрцитивная сила.—Если поле, в которое помещен образец, уменьшается от определенной величины H_{max} до 0, то I уменьшается до некоторой определенной величины I_r, которая называется остаточным намагничением после приложения силы H_{max}. Остаточная индукция, реманентность, есть $B_r=4\pi I_r$. Для уменьшения B до 0 должно быть приложено обратное поле напряженности H_c; H_c есть коэрцитивная сила, или коэрцитивное поле, соответствующее H_{max}. Если значение H_{max} (или B_{max}) не оговорено, то подразумевается, что оно превышает поле, соответствующее насыщению.

Точка Кюри.—Температура, при которой нагреваемый материал перестает быть ферромагнитным, или температура, при которой охлаждаемый материал становится ферромагнитным. Эти две температуры не во всех случаях совпадают; если противное не оговорено, подразумевается, что наблюдение сделано при нагревании. Более точно, точка Кюри есть температура θ, которая входит в уравнение Вейсса: $\chi(t-\theta)$=Const, приложимое к ферромагнитным материалам, если t больше θ и не слишком близко к θ. В этой области χ независима от поля, а χ^{-1} находится в линейной зависимости от t (закон линейности Вейсса).

В малых границах области вблизи θ графическое изображение (χ^{-1}, t) есть кривая; следовательно θ в общем немного больше той температуры, при которой магнитное состояние исчезает. При точке Кюри линия, показывающая изменение удельной теплоемкости с температурой, имеет разрыв, а обратимое выделение тепла, сопровождающее изменение в H (магнетокалорическое явление Вейсса), имеет резкий максимум ([77], [84], [85]).

Отпуск.—Если неотожженный образец нагревается до умеренной температуры t_d в течение времени τ_d и затем медленно охлаждается, то говорят, что производился отпуск при температуре t_d в течение времени τ_d *1.

*1 Не во всех случаях обязательно именно медленное охлаждение. Прим. Ред.

Дифференциальная восприимчивость.—Если напряженность поля изменяется повторно в границах от H до $H-dH$, то значение I условно изменяется между фиксированными значениями I и $I-dI$; тогда $\frac{dI}{dH}=\varkappa_\delta$ есть дифференциальная, или обратимая, восприимчивость. Дифференциальная проницаемость есть $\mu_\delta=1+4\pi\varkappa_\delta$. В первом приближении эти количества представляют просто вычисляемые функции I.

Твердость.—Если H велико,

$$\frac{4\pi H}{B-H}=\frac{1}{\varkappa}=a+bH,$$

где a и b константы ([37]), и приблизительно $\sigma=\sigma_\infty\left(1-\frac{a'}{H}\right)$, где $a'=aI_\infty$ ([73]). Количества a и a' измеряют магнитную твердость материала; изменяются с примесями и с тепловой обработкой образца.

Гистерезис.—Если поле изменяется систематически и циклически между $+H_{max}$ и $-H_{max}$, кривая (B, H) после немногих периодов замыкается. Эта замкнутая кривая называется петлей гистерезиса. В продолжение каждого цикла в образце в дополнение к токам Фуко рассеивается количество энергии (W), которое пропорционально объему образца (если поле однородно) и площади петли. Это есть потери на гистерезис. Они зависят не только от образца и значения H_{max}, но также и от способа, которым этот период достигается: меняется ли H сериями законченных ступеней, пропорционально ли оно $\sin\tau$, или постоянно в своем значении, но меняется в направлении, и т. д. Если H изменяется, как $\sin\tau$ (τ—время), W называется переменными гистерезисными потерями и может обозначаться через W_a; при отсутствии особых указаний под W подразумевается W_a. Если образец есть тело вращения и поле, постоянное по напряженности, вращается равномерно около оси вращения или поле закреплено и вращается тело, W называется гистерезисными потерями обращения или вращения, которые обозначаются через W_τ. Если H_{max} увеличивается, W_τ проходит через максимум и стремится к 0 в очень интенсивных полях. Все гистерезисные потери сильно изменяются с тепловой обработкой образца. Вообще $W=\eta B^e_{max}$; η—коэффициент гистерезиса или коэффициент Штейнметца, e—показатель гистерезиса; для большей части железа и стали $e=1.6$, если не указано иное значение.

Начальная проницаемость.—Начальная проницаемость (μ_0) есть значение μ, когда $H=0$.

Нормальная проницаемость. — Проницаемость $\left(\mu=\frac{B}{H}\right)$ образца зависит от его магнитной истории, но проницаемость $\left(\mu_n=\frac{B_{max}}{H_{max}}\right)$ на конце повторно вычерченной гистерезисной петли определенна; она называется нормальной проницаемостью, соответствующей $H=H_{max}$. Соответствующая восприимчивость ($\varkappa_n$), индукция (B_n) и намагничение (I_n) также называются нормальными. Геометрическое место положительных концов гистерезисных петель, соответствующих изменяющемуся значению H_{max}, называется нормальной кривой (B, H), или кривой первого намагничения.

Закалка.—Если образец после высокой температуры (t_q) быстро охлаждается, будучи погруженным в большой объем жидкости (воды, масла, ртути и т. д.), то говорят, что он был закален при температуре t_q.

Приведение.—Данные, в которые внесена поправка на примеси образца, называются «приведенными» и обозначаются через «red.». (Характерные

компоненты материала рассматриваемого типа не считаются примесями; например в углеродистом железе С не есть примесь, но в электролитическом железе С есть примесь.)

Остаточное намагничение. — См. Коэрцитивная сила.

Гистерезис вращения.—См. Гистерезис.

Насыщение.—Значение насыщения (σ_∞, I_∞) σ и I— это их значения при абсолютном нуле и при $H = \infty$. Значения (σ'_∞, I'_∞) при $H = \infty$, но при температуре наблюдения (не абсолютный нуль), также называются значениями насыщения.

Удельное намагничение. — Магнитный момент на единицу массы; $\sigma = I/d$.

Самопроизвольное намагничение. — Намагничения нескольких структурных элементов, составляющих образец, связаны вообще друг с другом. Отсюда наблюдаемое или кажущееся намагничение образца меньше, чем истинное намагничение его элементов. Последнее может быть определено термомагнитными измерениями (75). Если представить последнее как функцию H (при больших H) и экстраполировать к $H = 0$, то получится значение, которое называется самопроизвольным намагничением (I_S, σ_S) материала.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

ТАБЛИЦА 1.—«ЧИСЛА-КЛЮЧИ» И СОСТАВ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАЗЦОВ Fe, Co, Ni, ИХ СПЛАВОВ И СПЛАВОВ, СОДЕРЖАЩИХ Mn и Cu.

Те сплавы, которые встречаются только в одной таблице и природа которых не дает основания для сравнения их состава с таковым же других, не включены в этот список. Если материалы из определенно различных источников имеют один и тот же состав, они различаются в таблице римскими цифрами, присоединенными к «числу-ключу». Содержание выражено в %.

Ключ, №	Материал	% C	% Si	% Mn	% S	% P	Таблицы
	Углеродистая сталь и чистое Fe						
1	Электролитическое Fe; переплавленное в вакууме (3 *мм* Hg)						4
1.1	Электролитическое Fe; переплавленное в вакууме; (Heraeus); чрезвычайно чистое . . .						6
2	Электролитическое Fe; переплавленное в вакууме; всех примесей 0.02%						22
3	Электролитическое Fe; переплавленное в H (Merck)						6, 22
4	Электролитическое Fe; переплавленное в N (Merck)						4, 6, 22
5	Чистое железо. Данные для рыночного материала с поправками на примеси						4
6	Электролитическое Fe; переплавленное в вакууме	0.0015			0.014		6
7	Электролитическое Fe; переплавленное в вакууме	0.0017			0.014		6
8	Электролитическое Fe; переплавленное в вакууме	0.0018			0.014		6
9	Электролитическое Fe	0.004	0.007		0.006	0.011	3, 22
10	Электролитическое Fe; переплавленное в вакууме	0.006	0.01				6
11	Железо 0.006% Cu	0.009	0.005		0.009		22
12	Железо 0.006% Cu	0.009	0.006		0.009		22
13	Электролитическое Fe; переплавленное в H, 0.072% H	0.012	0.003	0	0.001	0.004	6
14	Электролитическое Fe+C	0.018	0.004	Сл.	0.011		9
15	Электролитическое Fe	0.024	0.004	0.008	0.001	0.008	6
16	Шведское древесноугольное железо	0.027	0.006	0.030	0.002	0.099	3, 4, 9, 11
17	Шведское древесноугольное железо						5
18	Мягкая сталь; динамная сталь	0.044	0.004	0.400	0.027	0.044	3, 4, 9, 11
19	Шведское железо	0.046	0.006	0.12			5
20	Железо Тейлора	<0.05					4
21	Американское литое железо	<0.05					4
22	Норвежское железо	<0.05					4
23	Железо высшей очистки	<0.05					4
24	Мягкое железо						2,5,11
25	Бессемеровская сталь	0.05					4
26	Firminy	0.06					12,14
27	Железо 0.03% Cu	0.08	0.01	0.06	0.01	0.01	22
28	Мягкая сталь; динамная	0.085	0.028	0.380	0.024	0.029	4,9,11
29	Железо Kohiswa	0.09	0.04	0.06	0.009	0.024	4
30	Бессемеровская сталь	0.1					4
31	Электролитическое Fe+C	0.14	0.01	0.002	0.020		9
32	Бессемеровская сталь	0.15					4

Ключ, №	Материал	% C	% Si	% Mn	% S	% P	Таблицы
33	Firminy	0.20					12,14
34	Твердая сталь	0.23	0.04	0.18	(?)	0.08	9,11
35	Электролитическое Fe+C	0.23	0.006	0.004	0.020		9
36	Электролитическое Fe+C	0.32	0.007	Сл.	0.009		9,10
37	Электролитическое Fe+C	0.39	0.004	Сл.	0.009		10
38	Мягкая сталь, нет As	0.44			0	0	5
39	Firminy	0.49					12,14,15
40	Электролитическое Fe+C	0.52	0.003	Сл.	0.011		9
41	Твердая сталь	0.69	0.16	0.13	0.08	0.02	9,11
42	Firminy	0.84					12,13,14
43	Эвтектоидная сталь *1 0.05% Cr	0.85	0.23	0.23	0.014	0.016	9,11
44	Электролитическое Fe+C	0.88	0.018	0.006	0.011		9,10
45	Электролитическое Fe+C	0.96	0.017	0.004	0.009		10
46	Unieux	0.96					12,14
47	Твердая сталь	0.99	0.24	0.28	0.01	0.01	9,11
48	Высокоуглеродистая сталь	0.99	0.10	0.40	0.07	0.04	3
49	Прутковая для сверл и буров (Drill rod)	1.10					4
50	Firminy	1.21					12,14
51	Электролитическое Fe+C	1.28	0.025	Сл.	0.008		9
52	Электролитическое Fe+C	1.32	0.006	Сл.	0.011		9
53	Unieux	1.40					14
54	Unieux	1.41					14
55	Электролитическое Fe+C	1.55	0.004	Сл.	0.003		9
56	Твердая сталь	1.57	0.23	0.37	0.01	0.01	9,11
57	Электролитическое Fe+C	1.60	0.005	Сл.	0.005		9
58	Unieux	1.61					14
59	Твердая сталь	1.78	0.10	0.17	0.08	0.02	9,11
	Кремнистые стали						
60	Кремнистая сталь	0.25	1.03	0.09	0.04	0.02	17
61	Кремнистая сталь	0.21	2.40	0.08	0.04	0.01	17
62	Сталлой		3				3
63	Кремнистая сталь	0.06	3.71	0.31	0.01	0.01	17
64	Кремнистая сталь *2	0.07	4.09	0.10	0.01		17
65	Ферросилиций		4.4				2
66	Динамная листовая		4 до 5				3
67	Кремнистая сталь	0.29	4.45	0.12	0.03	0.02	17
68	Ряд сплавов; Si=0.001% до 4.92						17
	Чугун						
69	Чугун	3.109	3.270	0.560	0.061	1.050	4,9,11
	Марганцевые стали						
70	Марганцевая сталь	0.46		0.7			12
71	Марганцевая сталь	0.10	0.03	2.76			17
72	Марганцевая сталь	0.09	0.04	4.20			17
73	Марганцевая сталь	0.13	0.05	5.74			17
74	Марганцевая сталь	0.20	0.09	7.81			17
75	Марганцевая сталь	0.22	0.11	10.30			17
76	Марганцевая сталь	0.20	0.13	12.34			17

	Алюминиевые стали	% Al					
77	Алюминиевая сталь	2.17	0.13	0.06	0.10		17
78	Алюминиевая сталь	5.66	0.15	0.14	0.10		17
79	Алюминиевая сталь	10.52	0.10	0.09	0.10		17

Бористые стали см. табл. 17

	Кобальтовые стали	% W	% Cr	% Co					
79 *a*	Электролитическое Fe и чистый Co (Merck), переплавленные в H								17
80	Кобальтовая сталь			10	1.37		4.7		13
81	Кобальтовая сталь		5.4	10	1.22		3.9		13
82	Кобальтовая сталь		5.1	20	1.11		3.5		13
83	Кобальтовая сталь			22	1.16		4.4		13
84	«K. S.»-магнитная сталь	5	1.5	30	0.4				12,14,16
		9	3	40	0.8				
85	Кобальтовая сталь			33	1.15		4.4		13
86	Fe_2Co			34.55					4,17
87	Кобальтовая сталь			35	0.83		4.8		13

Ключ, №	Материал	% W	% Cr	% Co	% C	% Si	% Mn	% S	% P	Таблицы
88	Кобальтовая сталь			35	1.12		4.7			13
89	Кобальтовая сталь			35	1.24		4.0			13
90	Кобальтовая сталь		4.8	36	1.11		3.5			13
	Хромистая сталь см. табл. 17									
	Медно-железные сплавы см. табл. 17									
	Молибденовая сталь	% Mo								
91	«A» *3	3.5			0.51					13,16
92	«B» *3	3.4			1.25					13,14,16
93	«B» *3	4.0			1.24					13,15,16
94	«C» *3	3.9			1.72					13,14,16
	Никель-железные сплавы; никелевые стали	% Al	% Ni							
95	Электролитическое Fe, чистый Ni									17
96	Электролитические *4	0.005	0.5	0.014	Сл.	Сл.	0.003	Сл.		17
97	Электролитические *4 + Si	0.005	0.5	0.014	0.2	Сл.	0.003	Сл.		17
98	Электролитические *4 + Si	0.005	1.0	0.014	0.2	Сл.	0.003	Сл.		17
99	Электролитические *4	0.005	1.96	0.014	0.001	Сл.	0.003	Сл.		17
100	Электролитические *4 + Si	0.005	1.96	0.014	0.2	Сл.	0.003	Сл.		17
101	Никелевая сталь «Ni 2»		3	0.7						12
102	Электролитические *4	0.005	3.85	0.015	0.001	Сл.	0.003	Сл.		17
103	Электролитические *4 + Si	0.005	3.85	0.015	0.2	Сл.	0.003	Сл.		17
104	Электролитические *4	0.005	5.68	0.015	0.002	Сл.	0.003	Сл.		17
105	Электролитические *4 + Si	0.005	7.00	0.015	0.2	Сл.	0.003	Сл.		17
106	Электролитические *4	0.005	7.33	0.015	0.003	Сл.	0.003	Сл.		17
107	Электролитические *4 + Si + Mn	0.005	8.0	0.016	0.2	0.1	0.003			17
108	Электролитические *4 + Si . . .	0.005	9.52	0.016	0.2	Сл.	0.003	Сл.		17
109	Электролитические *4	0.004	9.61	0.016	0.004	Сл.	0.003	Сл.		17
110	Электролитические *4 + 0.2% Ti	0.004	9.9	0.016	0.004	Сл.	0.003	Сл.		17
111	Электролитические *4 + Mn + Si	0.004	10.0	0.016	0.2	0.1	0.003	Сл.		17
112	Электролитические *4	0.004	11.10	0.016	0.004	Сл.	0.003	Сл.		17
113	Электролитические *4 + Si	0.004	15.0	0.017	0.2	Сл.	0.003	Сл.		17
114	Электролитические *4 + 0.2% Ti	0.004	15.0	0.017	0.006	Сл.	0.003	Сл.		17
115	Электролитические *4	0.004	15.87	0.017	0.006	Сл.	0.003	Сл.		17
116	Электролитические *4 + 0.2% Ti	0.004	20.0	0.017	0.008	Сл.	0.004	Сл.		17
117	Электролитические *4	0.004	21.03	0.017	0.008	Сл.	0.004	Сл.		17
118	Электролитические *4 + Al . . .	0.2	23.8	0.018	0.009	Сл.	0.004	Сл.		17
119	Электролитические *4 + 0.2% Ti	0.004	25.0	0.018	0.010	Сл.	0.004	Сл.		17
120	Электролитические *4 + Al	0.2	25.1	0.018	0.010	Сл.	0.004	Сл.		17
121	Электролитические *4 + Al	0.2	29.8	0.019	0.012	Сл.	0.004	Сл.		17
122	Электролитические *4 + Si	0.003	30.0	0.019	0.2	Сл.	0.004	Сл.		17
123	Электролитические *4	0.003	38.92	0.020	0.016	Сл.	0.004	Сл.		17
124	Электролитические *4 +Mn	0.003	50	0.022	0.020	0.5	0.005	Сл.		17
125	Электролитические *4	0.002	54.08	0.023	0.022	Сл.	0.005	0.001		17
126	Электролитические *4+Mn	0.002	54.9	0.023	0.022	0.5	0.005	0.001		17
127	Электролитические *4	0.002	57.99	0.024	0.024	Сл.	0.005	0.001		17
128	Электролитические *4	0.002	66.96	0.025	0.027	Сл.	0.005	0.001		17
129	Электролитические *4	0.001	75.80	0.026	0.030	Сл.	0.005	0.001		17
130	Пермаллой, 0.37% Co; 0.10% Cu		78.3	0.04	0.003	0.22	0.035	Сл.		17
131	Пермаллой		78.5							3
132	Электролитические *4+Mn	Сл.	89.9	0.029	0.036	0.5	0.006	0.001		17
133	Электролитические *4+Mn	Сл.	93.3	0.029	0.037	0.5	0.006	0.001		17
134	Электролитические *4+Mn	0	99.2	0.030	0.040	0.5	0.006	0.001		17
	Ванадиево-железные сплавы	% Cr	% V							
135	Ванадиевая сталь	0	3.5	0.60	Сл.	0.22				17
	Вольфрамовые стали	% W								
136	«V 2» *5	2.7		0.76						12,13
137	«V 3» *5	2.7		1.10						13
138	«b» *3	2.7		1.02						13
139	«V» *5	2.9		0.55						13
140	Бёлера *6 «специальная экстра твердая»	2.9		1.10						13,14
141	«a» *3	3.2		0.77						13
142	«c» *3	3.5		1.53						13
143	*6	5.5		0.59						12÷16
144	Бёлера *7 «Borea»	7.7		1.96						13,14,15

Ключ, №	Материал	% Pb	% Al	% Sn	% Mn	% Cu	Таблицы
	Кобальт						
145	Кобальт; 99%; переплавленный в вакууме						4,22
146	Кобальт						4,18
	Никель						
146.1	Никель; 99.9% электролитический, переплавлен в вакууме (Heraeus)						19
147	Никель; переплавлен в H; чрезвычайно чистый (Merck)						19
148	Никель; переплавлен в N; чрезвычайно чистый (Merck)						4
149	Никель; 99.15%; 0.7% Mn						19
150	Никель; 98.08%; 1.31% Co; 0.68% Fe; 0.11% неразрешимых						3
151	Никель, содержащий 1.5% Co						19
152	Никель; из $Ni(CO)_4$						22
153	Никель; чистота не установлена						19
	Никелевые сплавы: сплавы с Fe см. табл. 17 (Ni); другие—см. табл. 20						
	Марганцевые сплавы, содержащие Cu						
154	Сплав Гейслера		7.2		13.9	78.9	22
155	Сплав Гейслера (ковкий)		10.15		14.25	75.6	21
156	Сплав Гейслера		10.15		14.2	75.65	21
157	Сплав Гейслера		13.2		6.0	80.8	22
158	Сплав Гейслера		14.0		19.3	66.6	22
159	Сплав Гейслера (нековкий)	0.1	15.0		23.5	61.5	21
160	Сплав Гейслера		16.3		26.5	57.2	22
161	Сплав Гейслера		25		11.6	63.4	22
162	Олово-марганцево-медный сплав			14.1	25.1	60.2	21
163	Олово-марганцево-медный сплав			16.1	24.5	58.7	21
164	Олово-марганцево-медный сплав			18.0	23.9	57.6	21
165	Олово-марганцево-медный сплав			29.8	20.4	49.2	21
166	Олово-марганцево-медный сплав			38.0	18.1	43.4	21
167	Олово-марганцево-медный сплав			48.1	15.0	36.4	21

*1 Значения магнитных свойств рыночной инструментальной стали лежат между значениями этих же свойств отожженной и закаленной эвтектоидной. *2 Более современные, чем 60, 61, 63, 67. *3 Châtillon & Commentry. *4 Оба Fe и Ni электролитические; Fe содержит следы Cu. *5 Assailly. *6 Allevard. *7 Штирийская.

НАМАГНИЧЕНИЕ.

ТАБЛ. 2.—НОРМАЛЬНОЕ, БЕЗГИСТЕРЕЗИСНОЕ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ НАМАГНИЧЕНИЕ.

См. также табл. 5(19), 19(153*I*).

24*I*, мягкое железо; ср. табл. 11(24*I*).

H (65)	Нормальное		Безгистерезисное		Дифференциальное *1 (20)	
	$4\pi I_n$	μ_n	$4\pi I$	μ	I	μ_δ
0.04			5570	150000	0	91.2
0.14	170	1200			165	89.7
0.22			8680	40000	308	85.0
0.23	690	3020			491	77.5
0.54	5160	9560			593	74.6
0.62			11280	18100	799	62.1
0.73	6940	9500			1010	45.2
3.67	13730	3740			1100	37.4
5.51			14800	2690	1230	22.6
7.79	14930	1920			1370	13.8
20.7	15970	770				
35.5			16620	470		
37.4	16660	446				
58.3			17310	296		
71.2	17560	248				
106.8	18240	172	18240	172		
164.5	19100	177	19100	117		

*1 Данные по другим образцам.

65 ферросилиций; 4.4% Si; безгистерезисное намагничение (65).

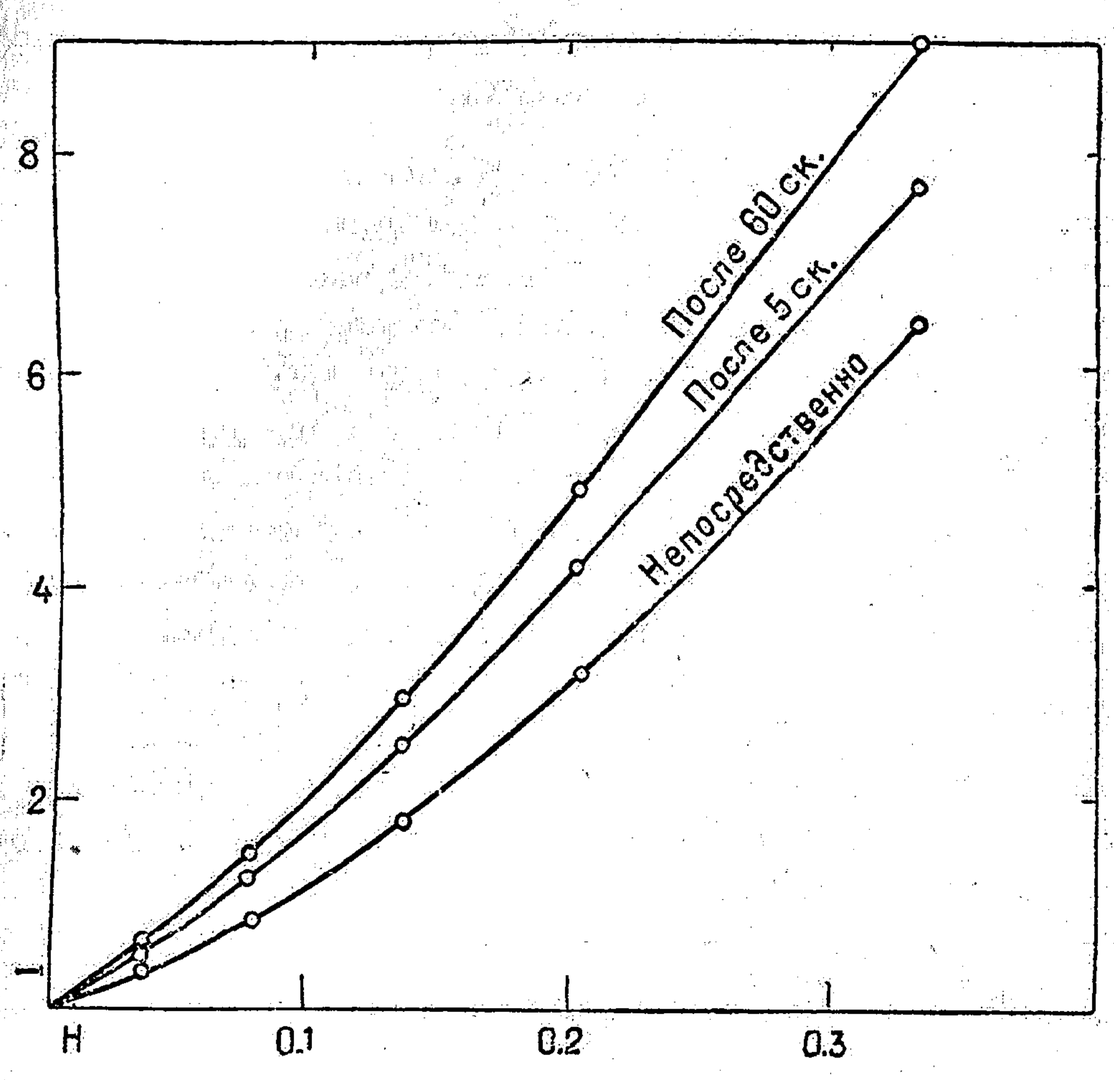
H	$4\pi I$	μ	*H*	$4\pi I$	μ	*H*	$4\pi I$	μ
0.01	850	85000	0.58	5200	9000	38.6	14670	380
0.02	1400	70000	1.39	7820	5600	60.0	15350	257
0.05	1970	40000	2.49	9870	3930	179.9	17640	99
0.15	3290	21000	8.41	12750	1520			

Влияние времени.

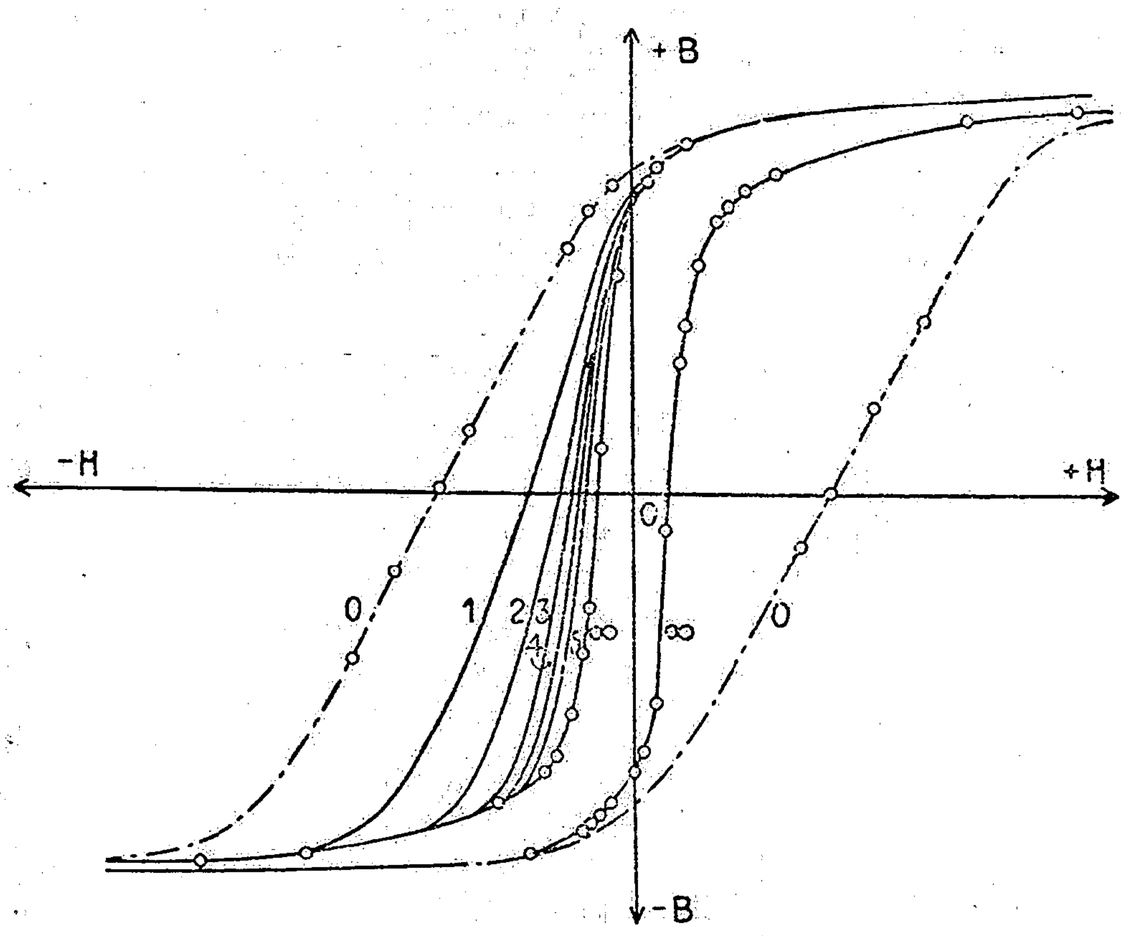
Независимо от действия токов Фуко намагничение материала обыкновенно отстает от изменений у *H*. Для отожженного мягкого железа отставание выражено очень ярко; для других материалов оно очень мало. Этот эффект обычно приписывается магнитной вязкости; в связи с этим цикл гистерезиса может заметно изменяться по мере изменения *H*. При очень высоких частотах μ_n (max.) быстро понижается по мере увеличения частоты, и при частотах выше 3×10^{10} ц. ск.$^{-1}$ (длина волны λ в вакууме = 1 *см*) μ_n (max.) = 1 даже для Fe (см. фиг. 1—5).

ТАБЛИЦА 3.—НАМАГНИЧЕНИЕ В ОЧЕНЬ СЛАБЫХ ПОЛЯХ.

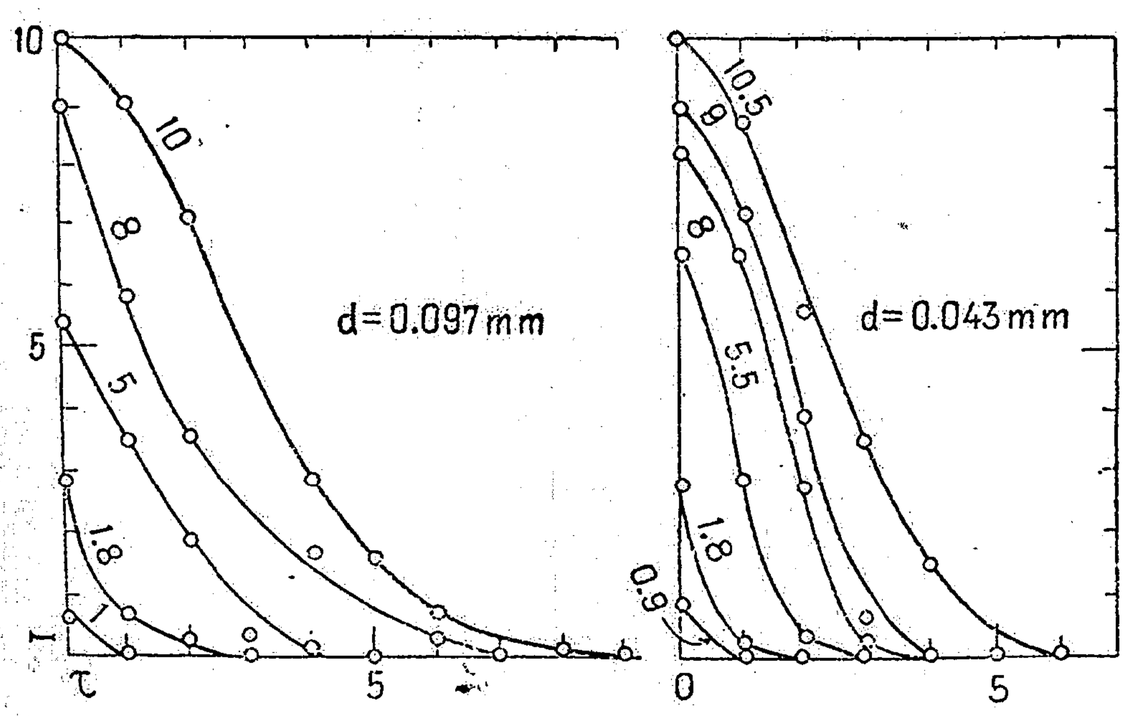
Если *H* достаточно мало, то $\varkappa = a + bH$ и $W = {}^4/_3 bH^3$ (57). Значения *a* и *b* в значительной степени изменяются с термической обработкой образца. Они изменяются очень сложным образом с темпера-



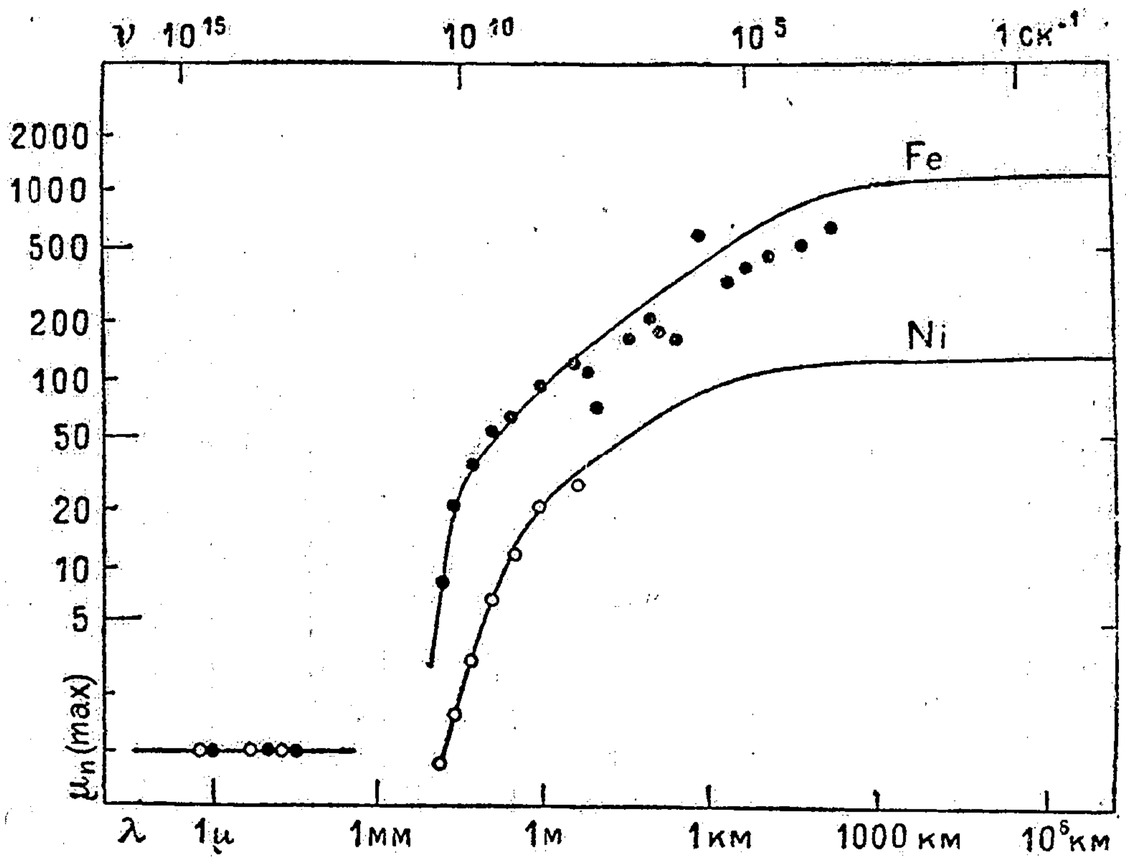
Фиг. 1. Запаздывание намагничения (I) в слабых полях ([16]). Отожженная сварочная железная проволока.



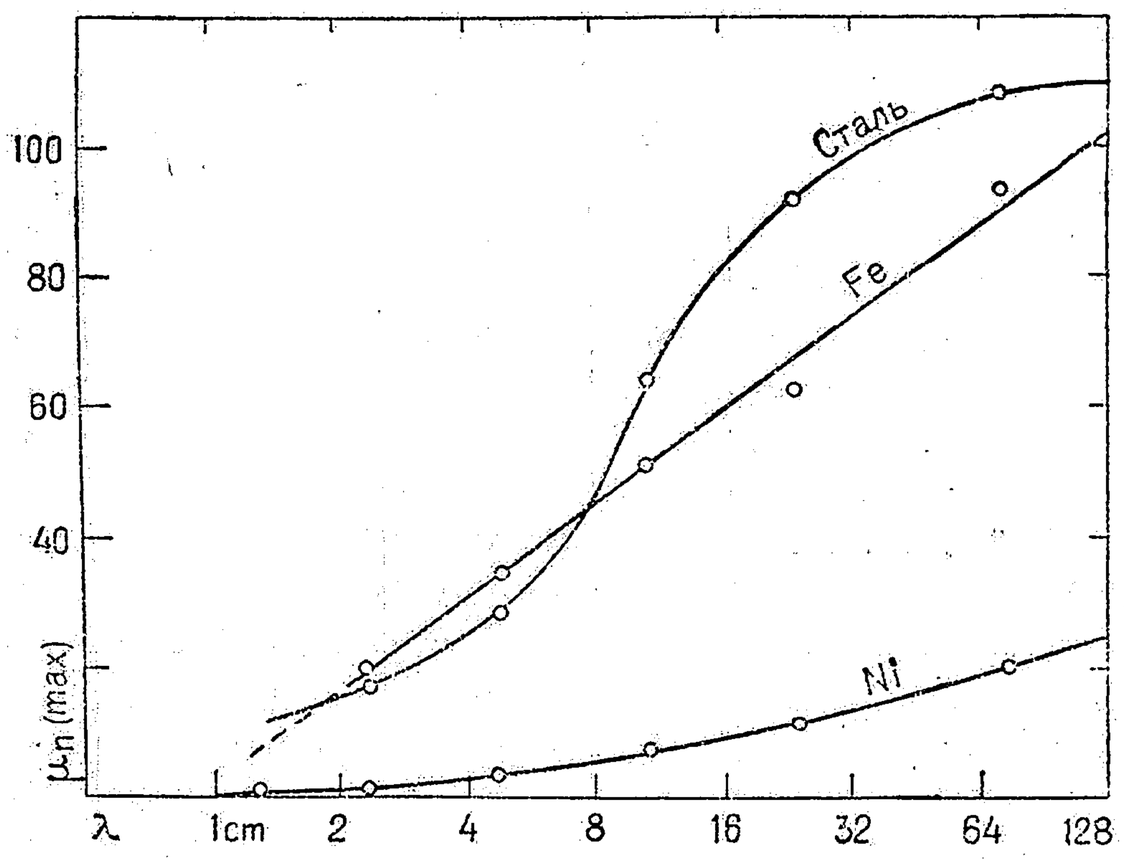
Фиг. 2. Зависимость гистерезисного цикла от H ([42]). Отожженное электролитическое железо. Кривые, представляющие изохронные значения B, получены так: H мгновенно уменьшена от $+H_{max}$ до некоторого произвольно избранного значения, и B измерено тотчас же и затем через каждую $^1/_3$ ск. Эти ординаты и избранные общие абсциссы определяют точки на кривых 0, 1, 2, ...; соответствующие восходящие кривые даны только для интервалов 0 и ∞. Для очень медленного цикла $H_c=0.39$; для очень быстрого $H_c=2.18$.



Фиг. 3. Зависимость уменьшения намагничения от времени ([89]). Твердая стальная проволока, диаметр$=d$, $H_c \cong 6$. Значения I при различных интервалах после H были уменьшены мгновенно до 0; начальное значение H указано на кривой. Единица $\tau=10^{-6}$ ск.



Фиг. 4. Изменение максимума проницаемости с частотой (ν) H. Различные авторы, см. ([2]). λ—длина волны в вакууме. См. также фиг. 5.



Фиг. 5. Изменения максимума проницаемости с частотой H ([2]). См. также фиг. 4.

турой, проходят через резкий максимум вблизи точки Кюри и обращаются в 0 при этой точке. Если температура изменяется прогрессивно от $-188°$ до точки Кюри, они удовлетворяют соотношению $bc = a^n$; значения c и n зависят от вещества и его предыдущей термической обработки. Для соединений см. табл. 1.

9 Электролитическое железо (0.004% C) несколько раз нагревалось и охлаждалось в пределах $800 \div 700°$, отожжено при 800°. При температурах между 90 и 150° и при $t>330°$ оно стареет очень быстро. При 130° и $H = 0.0957$ $\varkappa$ уменьшается до $^1/_2$ своей начальной величины в течение 10 часов и до $^1/_4$ — в 24 часа; $n = 1.66$, c изменяется от 11 до 14 ([58]).

16 Шведское древесноугольное железо; 0.027%C; 16_c—как литое, не отожженное; 16_a—отожженное.

18 Динамная сталь; 0.044% C; 18_{a1}—однократно отожженная, 18_{a2}—дважды отожженная.

48 Высокоуглеродистая сталь; 0.99% C; 48_a — отожженная; 48_q—закаленная.

62 Сталлой; 3% Si.

66 Кремнистая сталь, динамная, листовая; $4 \div 5$% Si.

131*I* Пермаллой; 78.5% Ni.

150 Никель (1.31% Co) в состоянии, полученном при отжиге, который был постоянен в продолжение наблюдений между комнатной температурой и точкой Кюри; $n = 4$, $c = 1225$ ([55]). После отжига снова, $n = 4.09$, $c = 2165$ ($t°$ увеличивающаяся), $n = 4.07$, $c = 2145$ ($t°$ уменьшающаяся) ([82]), см. фиг. 7; $a = 7.188[(I_\infty - I)/I]^{1}/_{4}$ ([55]).

Около точки Кюри (376°) наблюдается термическая необратимость ([82]).

μ_n—проницаемость в слабых полях: типичные материалы.

H	9	16_c	16_a	18_{a1}	18_{a2}	48_a	48_q	62	66	$131I$
0	750	214	470	490	320	72.8	43.2	320	528	10500
0.01		222	513	522	351	72.8	43.2		554	13800
0.03		242	600	586	433	72.8	43.3		611	36300
0.05		266	680	650	540	72.9	43.4		668	
0.1		322	890	786	872	73.0	43.6		804	
0.15		374	1070	912	1390	73.1	43.8		930	
0.2		430	1225	1040	3030	73.3	44.0		1035	
0.3						73.5	44.2			
0.4						73.8	44.5			
Лит.	([58])	([26])		([26])		([26])		([46])	([26])	([38])

Восприимчивость ($\varkappa$) типичных материалов; $\varkappa = a + bH$.

Материал	$4\pi a$	$4\pi b$	H (пределы)*1	Лит.
9_c Электролитическое железо, неотожженное .	102	8.5		([58])
9_a Электролитическое железо .	628	1358		([58])
9_a Электролитическое железо .	754			([58])
9 Электролитическое железо, остаренное при 130°	201	176		([58])
Железо листовое	569	1106	0.07÷0.75	([30])
Стальное литье .	235	168	0.07÷0.9	([30])
Железо, содержащее C	209	234	0.01÷0.7	([30])
Железная проволока, твердая .	74	22.0	0.1 ÷1.1	([30])
Железная проволока, неотожженная	80	64		([57])
Чугун	40	3.0	0.1 ÷4.0	([30])
Вольфрамовая сталь, отожженная	112	3.1	0.1 ÷3.1	([30])
Вольфрамовая сталь, закаленная	28	0.4	0.1 ÷3.5	([30])
Магнетит,*2 искусственный . .	16.5	0.475	0.3 ÷1.1	([58])

*1 В этих пределах $\varkappa = a + bH$. *2 Чистое Fe_3O_4, приготовленное прокаливанием Fe_2O_3; $n=2.4$, $c=52.3$; см. также стр. 154.

150; восприимчивость ($\varkappa$) никеля.

$t°$	a	b	$t°$	a	b	$t°$	a
18.5	3.68	0.154	244	5.68	0.861	+ 18	3.13
26.0	3.78	0.158	275	6.20	1.214	−183.1	0.954
47.0	3.90	0.187	293	6.60	1.511	−196.6	0.879
65.0	4.02	0.209	309	6.97	1.905	+ 18	3.06
80.0	4.11	0.236	322	7.44	2.402	−252.6	0.779
100.0	4.26	0.272	333	7.90	3.09	+ 18	3.06
124.5	4.44	0.323	344	8.73	4.54	([50])	
150.0	4.65	0.393	353	9.91	8.04		
179.0	4.90	0.502	357	11.65	14.55		
204.0	5.14	0.594	358	6.63	19.18		
220.0	5.37 ([55])	0.708	376*1	0 ([55])	0		

*1 Необратимость в этой области ([82]).

ТАБЛИЦА 4.— НАМАГНИЧЕНИЕ В СИЛЬНЫХ ПОЛЯХ.

Данные, приведенные здесь, больше иллюстративного характера; дополнительные данные того же вида могут быть найдены в таблицах, приводящих данные для специальных материалов. Относительная точность данных этого ряда и полученных тем же методом больше, чем абсолютная точность. Для больших значений H $1/\varkappa = a + bH$ ([37]) и приблизительно $\sigma = \sigma_\infty(1 - a'/H)$ ([73]); $a' = aI_\infty$. Co—исключение; он магнитно очень тверд, и в сильных полях зависимость σ от H для разных образцов различная; для Co сравнительно мягкого $3600 < H < 6300$ гаусс, $\sigma = 162\left[1 - \frac{1.11(10)^6}{H^2}\right]$ при 17° ([73]). Оба a и a' изменяются значительно с тепловой обработкой и наличием примесей. Для соединений см. табл. 1.

Ключ, №	Замечания
1	Электролитическое железо, литое при давлении = 3 *мм* Hg.
4	Электролитическое железо, Merck, литое в N.
5	Чистое железо (с поправками на влияние примеси); $d = 7.876$ *г см*$^{-3}$.
16	Шведское древесноугольное железо.
29	Kohlswa железо; 0.09% C; 29′—с поправками на действие C, Si, Mn.
69	Чугун; 69_c — неотожженный; 69_a—отожженный.
86	Fe_2Co; $86I_1$—литое под давлением 1 *мм* Hg, кованое; для $86I_2$ давление=0.5 *мм* Hg. $86II$, метод приготовления не установлен. I_∞ (Fe_2Co)=1.14I_∞ (Fe).
145	Кобальт, литой под давлением 1 *мм* Hg.
146	Кобальт, сравнительно мягкий.
148	Никель, Merck, литой в N.

Ключ, №	Материал	H		$t°$	I_∞	σ_∞	a	Лит.
1	Fe*1 . . .			t_R	1798			([88])
4	Fe*1 . . .	760	6500	17.3		216.1	7.9	([73])
5	Fe			t_R	1720			([22])
16_a	Fe*2 . . .			t_R	1635			([22])
18_a	Сталь*3 .			t_R	1705			([22])
28_a	Сталь*3 .			t_R	1691			([22])
29	Fe*4 . . .	1500	6500	16		216.5	7.9	([73])
29′	Fe*4 . . .		<6414	19		218.3*5		([73])
69_a	Чугун . .			t_R	1333			([23])
69_c	Чугун . .			t_R	1307			([23])
$86I_1$	Fe_2CoI .			t_R	2030			([88])
$86I_2$	Fe_2CoII .			t_R	2036			([88])
$86II$	Fe_2CoIII			t_R	1884			([23])
145	Co, 99% .			t_R	1504			([88])
146	Co, мягкий . .	3600	6300	17		162*6	*6	([73])
148	Ni, чистый . .	676	8380	18		54.5	9.7	([73])
	Магнетит *7 . . .			19		90.7	39	([73])
	Магнетит, чистый (Fe_3O_4)			19		93.3		([89])

*1 Электролитическое железо. *2 Шведское древесноугольное. *3 Динамо. *4 Kohlswa. *5 С поправками на влияние C, Mn и Si. *6 См. текст над таблицей. *7 Содержит немного Fe_2O_3.

Другие рыночные железо и стали (52).

Ключ, №	Материал	H	I*1	C, %	Примечание*2	21II H	21II I_n
20I	Тейлора железо	2490	1645	<0.05	шлак>	40.5	1343
20II	Тейлора железо	2685	1654	<0.05	шлак>	68.8	1398
21I	Американское литое железо	2760	1708	<0.05	феррит	129.9	1476
21I′	Американское литое железо	13.5	1711	<0.05	феррит	229.8	1570
21II	Американское литое железо	2780	1725	<0.05	феррит	271	1597
21II′	Американское литое железо	4545	1735	<0.05	феррит	399	1660
22I	Норвежское железо	2385	1685	<0.05	шлак<	457	1684
22II	Норвежское железо	2770	1661		шлак<	871	1715
22III	Норвежское железо	2770	1727		шлак<	1126	1717
22IV	Норвежское железо	4360	1742		шлак<	1596	1719
23I	Железо высшей очистки	2740	1620	<0.05	шлак>	2288	1724
23II	Железо высшей очистки	2825	1589	<0.05	шлак>	2747	1727
23III	Железо высшей очистки	2690	1611	<0.05	шлак>	4543	1735
25	Бессемеровская сталь	2380	1671	0.05			
30I	Бессемеровская сталь	2635	1663	~0.1			
30II	Бессемеровская сталь	2675	1687	~0.1			
30III	Бессемеровская сталь	2825	1666	~0.1			
30IV	Бессемеровская сталь	2370	1635	~0.1			
32	Бессемеровская сталь	2730	1727	0.15			
49	Прутковая для сверл и буров . . .	2790	1533	1.10			

*1 Преимущественно I'_∞. *2 Знак > после «шлак» обозначает много, < — мало.

ТАБЛИЦА 5. — ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ: ШВЕДСКОЕ ЖЕЛЕЗО И МЯГКАЯ СТАЛЬ.

Относительно точки Кюри и других точек превращения см. табл. 22; о влиянии температуры для чистого Fe, Co, Ni см. табл. 6, 18, 19; для Cu-Mn-Sn-сплавов см. табл. 21; для магнитных сталей см. табл. 16; для кристаллов магнетита см. табл. 23; состав см. табл. 1.

Ключ, №	Материал: описание и заметки
17I	Шведское железо, отожжено 4 часа от 1000 до 1100°; изучено при 27°, затем погружено в жидкий воздух и изучено (34).
17II	Шведское железо; отожжено в H. После того, как ему было дано известное остаточное намагничение (I_r), оно было помещено в поле $H = 0$ (земное и размагничивающее поля были скомпенсированы) и нагревалось до температур, указанных в табл., при которых измерялись соответствующие значения I ($\equiv I'_r$). Кривые (I'_r, t) обратимы и приблизительно однотипны (фиг. 8); закон изменения σ'_r с $t°$ такой же, как у σ_∞ с $t°$ (фиг. 9) (49).
19	Шведское железо (0.046% C); отожжено 20 мин. при ~800°; термической необратимости не наблюдалось (44).
24II	Мягкое железо; отожжено при 800°; отношение между H_c и t очень определенное и термической необратимости не обнаружено (19).
38	Мягкая сталь (0.44% C); проволока; нагревалась при 1200° в течение одного дня, окружена порфиризованным железом; в продолжение измерений она была помещена в Pt трубку (14).

17I (34)				19*1 (44)				
27.5°		−186°		Нормальное			Безгистерезисное	
H	I_n	H	I_n	t_0	I_n	μ_n	I	μ
1.77	81	2.23	77	15	10	1380	435	60000
3.55	243	3.39	247	100			470	64800
4.10	582	4.55	453	200			523	72200
7.40	890	5.00	578	300	16	2200	502	69200
16.3	1138	15.4	1085	400			465	64100
30.3	1251	44.7	1302	500	21.7	3000	416	57300
53.4	1330	135.0	1464	550			396	54600
103.7	1419	221.8	1543	600	43.5	6000	424	58500
234.6	1545	283.9	1587	680			500	69000
349	1609	335	1636	700	108	14900	473	65200
473	1647	478	1665	750	166	22900		
554	1621	543	1681					

*1 $H = 0.091$ гаусс.

17II (49)		17II (48)				24II (19)			
$t°$	σ'_r/σ_r	$t°$	W_r	W	W/W_r	$t°$	H_c	$t°$	H_c
t_R	1.00	18	12800	17200	1.35	−185	2.44	467	1.49
286	0.935	100	11400	15700	1.37	− 79	2.36	493	1.44
405	0.854	200	9980	13300	1.33	+ 21	2.25	553	1.22
517	0.743	300	8240	11600	1.41	220	2.00	607	1.09
605	0.655	400	6020	8560	1.42	303	1.84	643	1.01
653	0.596	500	3580	4900	1.36	360	1.70	656	0.84
763	0.000	600	2540	2760	1.08	385	1.53	670	0.71
		700	873	886	1.02	419	1.48	721	0.74
		760	0	0		H_{max}=950 гаусс			

38; σ, удельное намагничение (14); см. фиг. 10.

H \ $t°$	20.0	275.0	477.0	601.0	688.0
10		117(?)	117(?)	114(?)	89(?)
15	123(?)	126(?)	129(?)	129	100
25	136.0	138	140.5	137.0	108.6
50	153.7	151.8	155.0	147.8	114.7
75	164.3	162.0	166.2	152.0	117.9
100	171.8	171.1	173.0	154.9	119.9
150	183.7	184.3	180.3	158.8	121.8
300	201.3	200.3	186.8	162.9	124.7
750	215.7	207.1	188.9	164.0	126.8
1000	216.2	207.5	189.5	164.0	127.1
1300	216.3	207.5	189.6	164.0	127.1

H \ $t°$	720.0	740.4	744.6	748.2	752.2
15	82				
25	84.5	46.0	27.0	6.5	
50	88.4	50.5	29.5	8.7	
75	91.0	53.0	31.0	10.0	
100	92.9	55.2	32.5	11.5	
150	94.4	57.1	34.6	14.0	3.5
300	97.8	58.5	39.2	19.4	5.3
750	100.1	61.3	45.4	29.2	12.2
1000	100.4	62.3	47.6	31.1	15.0
1300	100.7	64.0	50.1	37.3	18.2

H \ $t°$	756.4	760.5	764.4	767.9	780.4
100	0.74	0.45	0.34	0.27	0.145
150	1.11	0.67	0.51	0.40	0.20
300	2.22	1.35	1.02	0.81	0.43
750	5.55	3.38	2.55	2.03	1.09
1000	7.4	4.5	3.4	2.7	1.45
1300	9.62	5.85	4.42	3.51	1.88

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ ЖЕЛЕЗО.

ТАБЛИЦА 6.—МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА.

О магнитных свойствах в очень слабых и в очень сильных полях см. табл. 3 и 4; примеси см. табл. 1.

Ключ, №	Замечания
1.1	Heraeus. Переплавлено в вакууме, очень чистое; следы примесей, содержащихся в нем, слишком малы, чтобы быть измеренными обычными методами. При $H=16820$, $\sigma_{17°}=217.87$; из экспериментального изучения законов приближения к абсолютному насыщению при изменяющихся H и T, и экстраполяцией от $H=18550$ и $T=100°K$ до $H=\infty$ и $T=0°K$ было найдено, что $\sigma_\infty=221.92$; так $\sigma_\infty \times$ атомный вес $= 12390 = 11\times1126$, т. е. магнитный момент магнетона Вейсса есть 1126 [ср. **146.1**, табл. 19, стр. 148, см. также стр. 90 (80)].
3	Merck. Переплавлено в H. Табличные значения были исправлены на термическое расширение $d_{20} = 7.854$ *г см*$^{-3}$, σ измерена для $H = 8800$, 10500, 12400 и 13500 и σ_∞ получена экстраполяцией кривой (σ, H^{-1}) до $H=\infty$ (53).
4	Переплавлено в N в тигле из обожженного магнезита. Употребляя H от 1700 до 20000, найдена (83) $\sigma_{\infty,\ 20.3°K} = 1.0175\sigma_{\infty,20°}$; данные исправлены на термическое расширение (83). (Других данных нет.)
6	Переплавлено в вакууме и отожжено; 0.0015% C.
7	Переплавлено в вакууме и отожжено; 0.0017% C.
8	Переплавлено в вакууме и отожжено; 0.0018% C.
10	Переплавлено в вакууме, прокавано, отожжено при 900°, охлаждено до 200° в 48 часов. Перед ковкой 0.006% C; после ковки 0.0125% C.
13	Отожжено при 800°, 0.012% C.
15	Пластинка, 0.024% C; $d = 7.876$ *г см*$^{-3}$; $\sigma_\infty = 218.4$ с поправкой на влияние C, Si, Mn, $\mathbf{15}_c$—не отожжено, $\mathbf{15}_{a1}$—после первого отжига в вакууме (800° в течение 24 час.), $\mathbf{15}_{a13}$—после 13-го отжига (830°, быстрое охлаждение). После 5-го отжига (920°, быстрое охлаждение) μ_n (max.) $=$ $= 11600$, $H_c = 0.225$, $B_r = 5000$.

Ключ, №	6	7	8	10	15_c	15_{a1}	15_{a13}
H	B_n, нормальная индукция						
0.2	6700	2400	1500				
0.4	12900	10200	9900				
0.5				6090	180	7500	2350
1	14600	12700	14100	9500	600	10240	4850
2				12350			
4	15400	13900	15500				
8				15590			
20	16400	15000	16400	16200	15300	16200	15850
100	18400	17200	18200	17950	18380	18050	17700
% C . . .	0.0015	0.0017	0.0018	0.006	0.024	0.024	0.024
μ_n (max.).	41500	27300	24900	12950	1850	14600	4900
B_μ				6550			
B_{max} . .	10000	10000	10000	15000	19710	19450	18520
B_r				9940	11450	10850	850
H_c	0.17	0.21	0.23	0.34	2.83	0.375	0.155
W	505	647	735	1990*1			
Лит. . . .	(94)	(94)	(94)	(90)	(22)	(22)	(22)

*1 Для $B_{max}=10000$: $W=1060$.

Ключ, № . .	15_c	15_{a1}	15_{a13}
H	μ_n, проницаемость (22)		
0.25			4000
0.5	360	15000	4700
0.75	467	12400	4867
1.0	600	10240	4850
1.5	1010	7600	4733
2.5	1748	5120	4280
5	1784	2894	2900
10	1285	1550	1535
20	765	810	792.5
50	343.0	342.0	334.4
100	183.8	180.5	177.0
150	127.7	125 8	123.5
200	98.55	97.25	
300	68.83	69.00	
500	43.26	43.34	
1000	22.52	22.57	
2000	11.81	11.81	
3000	8.21	8.21	
4000	6.405	6.405	
4500	5.802	5.811	
μ_n (max.) .	1850	14600	4900
1000η . . .	3.03	0.78	
H_c	2.8	0.37	0.15
B, циклическая индукция (22)			
+200	+19710	+19450	
150	19160	18870	+18520
100	18510	18150	17700
50	17470	17230	16770
25	16480	16580	16100
10	15240	15920	15520
5	14170	15320	15120
2.5	13200	14400	12850
+ 1	12270	13020	6300
0	11440	10850	+ 850
− 0.25	11200	9400	− 350

Ключ, № . .	15_c	15_{a1}	15_{a13}
	B, циклическая индукция ([22])		
− 0.5	+10930	− 6500	− 1600
− 0.75	10620	− 8900	− 2700
− 1.0	10300	−10000	− 3850
− 1.5	9420	−11400	− 6000
− 2.5	+ 3100	−12800	−10200
− 5	− 7770	−14460	−14500
− 10	−12760	−15500	−15350
− 20	−15300	−16200	−15850
− 50	−17150	−17100	−16720
−100	−18380	−18040	−17700
−150	−19160	−18870	−18520
−200	−19710	−19450	
B_r	11440	10850	850

13; μ_n, проницаемость ([68])

$t°$ \ H	0.2	0.5	1	1.5	2	3	10	60	H_m*1
−190	60	60	100	140	190	430	1130	286	6.9
−121	65	120	250	250	700	1000	1200	284	5.4
− 60	70	190	400	400	1100	1800	1300	283	4.2
+ 23	80	260	500	870	1900	2600	1400	281	2.9
102	100	400	800	2200	3150	3130	1420	280	2.4
203	160	600	1260	4000	4350	3630	1430	275	1.8
308	200	800	1900	5400	4850	3760	1440	270	1.45
403	260	1200	5500	5740	4900	3780	1360	270	1.25
498	425	2600	7000	6140	5160	3830	1320	266	1.00
547	900	4000	7000	0000	5050	3710	1290	265	0.90
596	1200	4400	6800	5300	4950	3610	1290	255	0.85
642	1800	5600	6600	5240	4800	3500	1240	242	0.80
688	2600	6400	6300	5540	5500	3230	1170	220	0.75
724	3200	8400	6100	4800	4050	2950	1040	186	0.44
752	5000	9200	6100	4600	3650	2600	880	153	
781	2400	4200	2800	2140	1700	1260	430	78	

*1 H для μ_n (max.).

13 ([68]) (Цикл $H=\pm 90$)					3*1([53])			
$t°$	W	B_{90}*2	B_r	H_c	$t°$	σ_∞	$t°$	σ_∞
−190	26900	17600	11300	4.00	−188	220.9	645	147.7
−120	24150	17600	12300	3.55	− 78	219.0	656	144.0
− 60	21200	17500	13200	2.97	+ 16	216.2	662	142.9
+ 23	17490	17400	13600	2.31	105	213.3	670	137.8
102	14320	16900	13440	1.93	181	210.4	671	138.8
203	9670	16150	12920	1.48	265	205.7	679	133.1
308	7630	15900	12400	1.39	337	200.8	682	131.3
402	6990	15900	11400	1.32	426	192.2	702	120.5
498	5080	15840	9930	0.87	499	184.7	718	106.2
550	4260	15649	9340	0.86	526	179.3	724	105.0
596	3420	14880	8290	0.83	562	173.4	747	83.5
640	3040	14390	7860	0.75	603	161.7	751	75.1
685	2640	13050	6860	0.60	630	154.6	759	62.1
724	1610	11090	5280	0.44	631	153.7	761	58.8
752	1020	8760	3479	0.25	632	151.9	769	40.1
768	564	5140	1030	0.14	642	148.1	772	24.0

*1 См. также табл. 4. *2 Для $H=90$.

УГЛЕРОДИСТОЕ ЖЕЛЕЗО И СТАЛИ.

Введение.

В углеродистом железе и в углеродисто-кремнистом железе C может существовать в одном, двух или трех состояниях. Если количество мало, то C—в растворе; в этой форме он имеет очень большое влияние на магнитные свойства. При больших количествах избыток выделяется как Fe_3C, сперва в изолированных массах цементита, затем как перлит. В значительно больших количествах избыток выделяется как графит; как графит он почти не имеет влияния на магнитные свойства. Мягкая сталь содержит только малое количество C, и, когда отожжена при ~ 900°, C—в форме перлита. Твердая сталь содержит больше C. Сталь, содержащая 0.85% C, есть эвтектоид; при надлежащей термической обработке она образует однородную фазу; без выделения феррита и цементита. О влиянии C и Si на проницаемость см. фиг. 12.

Магнитные качества материала могут быть выражены гистерезисными потерями (W) на $см^3$ на цикл амплитуды B_{max} (напр. $B_{max}=10000$), коэрцитивной силой (H_c) для B_{max}, или максимумом магнитной сопротивляемости ($1/\mu_n$ max.) (ср. фиг. 11, 12).

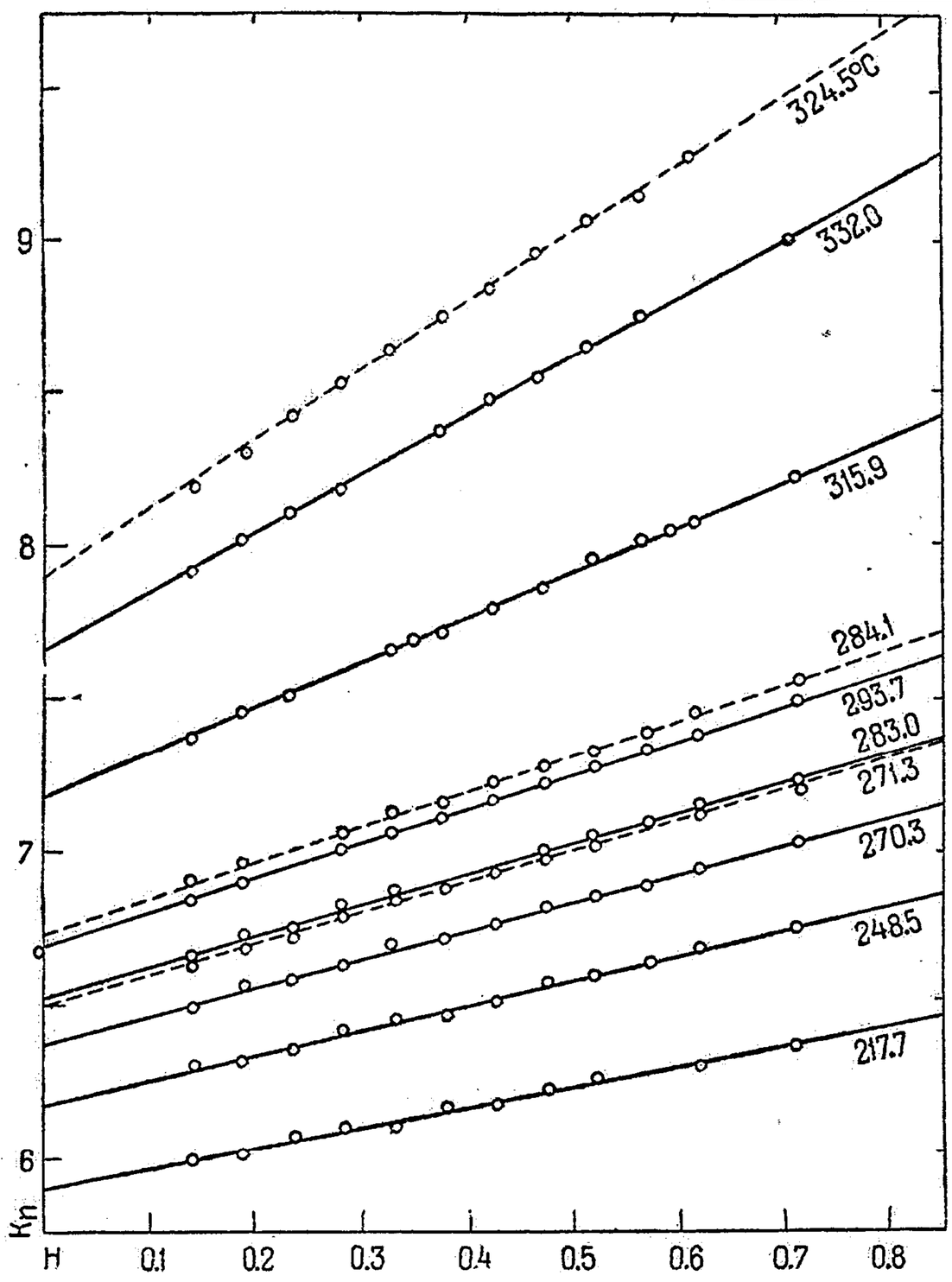
Влияние C и примесей на гистерезисные потери. Если W_l относится к очень большим зернам, и если N—число видимых зерен на $мм^2$, когда поверхность отполирована и вытравлена, тогда, если весь C растворен, $W=W_l+65\sqrt{N}$; если имеется цементит, перлит или графит, $W=W_l+3N$. Для углеродистого железа или для углеродисто-кремнистого железа, содержащего $C\%$ C и никаких других примесей, $W_l=a+b(C-d)$, где a, b, d зависят от содержания Si; см. табл. 7 и фиг. 10.

ТАБЛИЦА 7.—ЗАВИСИМОСТЬ ГИСТЕРЕЗИСНЫХ ПОТЕРЬ ОТ УГЛЕРОДА ([94]).

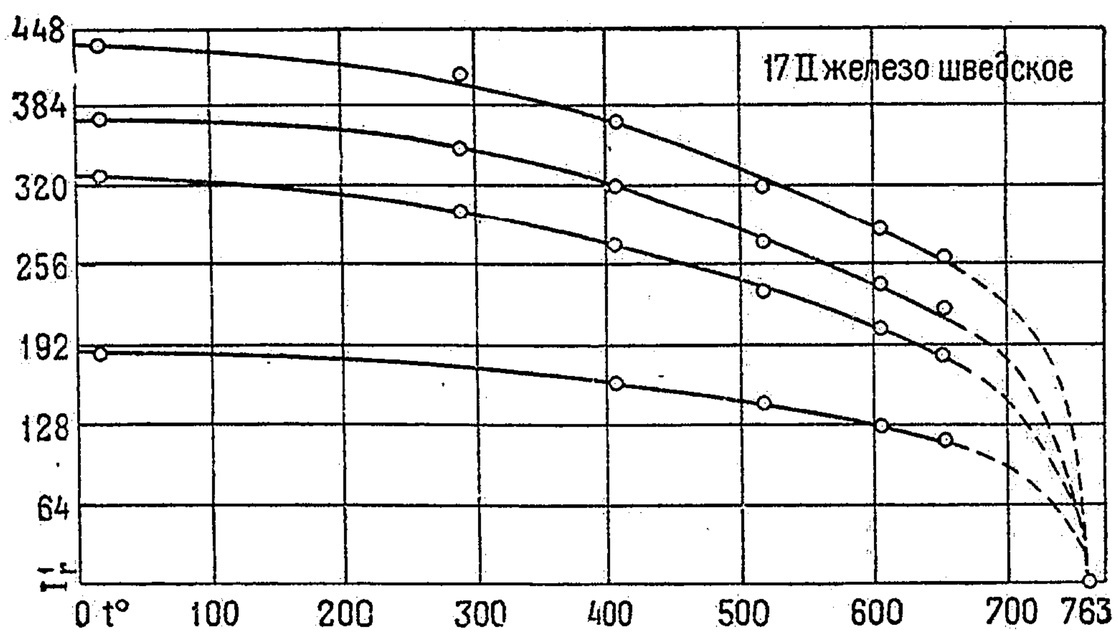
$W_l=a+b(C-d)$; C и Si даны в % (см. также фиг. 10).

Si	C	a	b	d	Состояние углерода
0	0 ÷0.0082	0	100000	0	Растворен
	0.01 ÷0.08	850	2250	0.0085	Растворен и цементит
	0.10 ÷0.90	1033	16500	0.09	Растворен, цементит и перлит
2	0 ÷0.0082	0	100000	0	Растворен
	0.01 ÷0.50	900	16500	0.009	Растворен и перлит
4	0 ÷0.0082	0	100000	0	Растворен
	0.01 ÷0.079	850	2250	0.0085	Растворен и цементит
	0.079÷1.0	1009	0	0	Растворен, цементит и графит
6	0 ÷0.0065	0	100000	0	Растворен
	0.01 ÷1.0	700	0	0	Растворен и графит

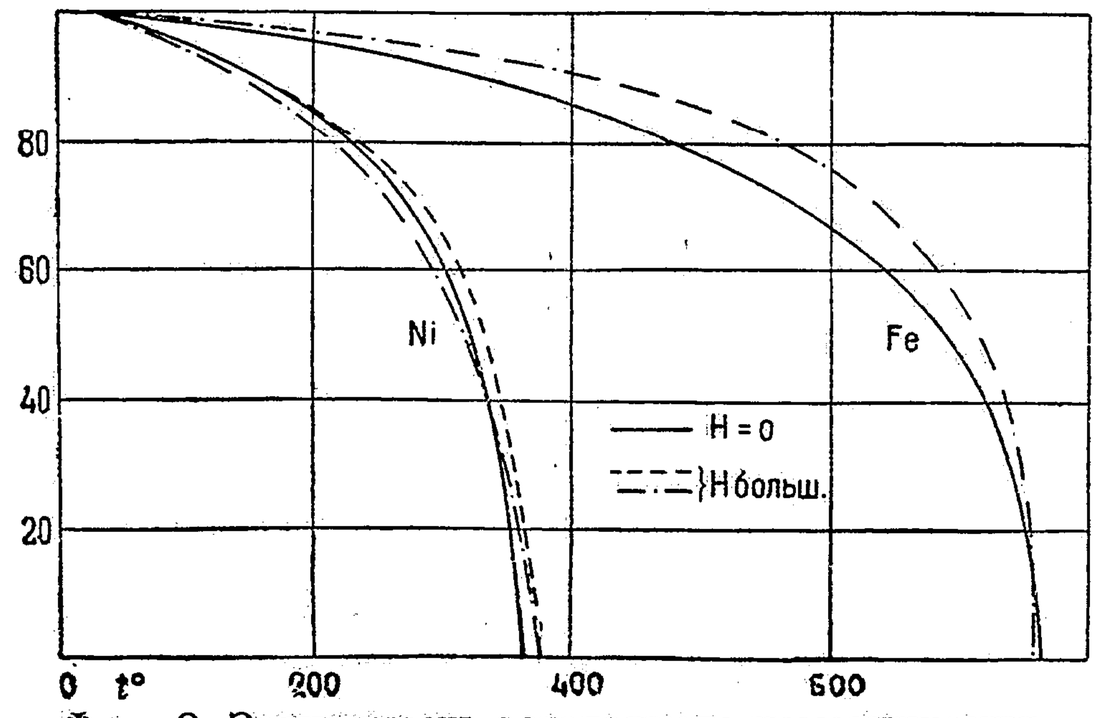
Малые количества S, Mn и P увеличивают W_l на количество (ΔW), указанное след. уравнениями ([94]) (символ обозначает проценты соответствующего элемента): если Si=0 или ~ < 2, $\Delta W = 195 + 18000\,S + 1000\,Mn + 13000\,(P-0.015)$, предполагая $S \leqslant 0.10$, $Mn \leqslant 1.0$, $P \leqslant 0.015$; если $0.015 < P \leqslant 0.14$, то коэффициент (13000) последнего выражения должен быть заменен нулем. Если Si=4 или приблизительно если $4 \leqslant Si \leqslant 6$, $\Delta W = 12000S + 800Mn - 4000P$. Наличие P нежелательно, если Si = 0, но желательно, если Si = 4÷6.



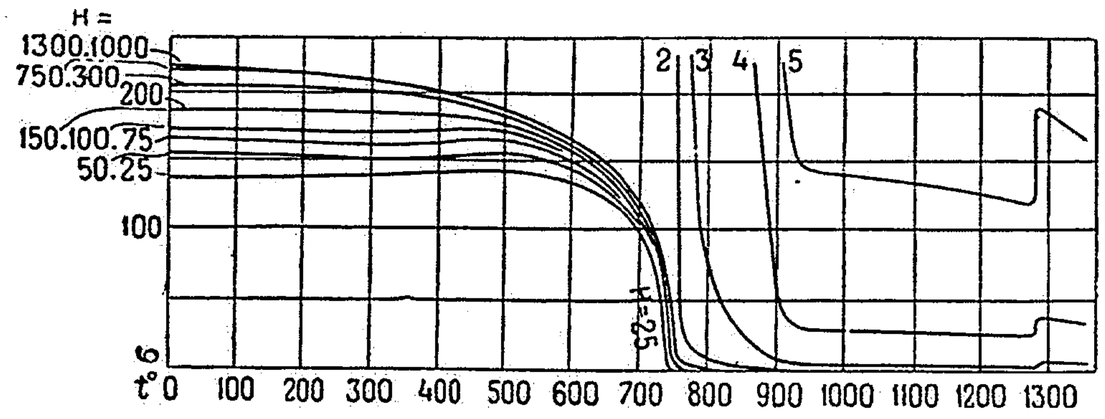
Фиг. 6. Восприимчивость ($\varkappa_n$) никеля (150) в слабых полях (82).



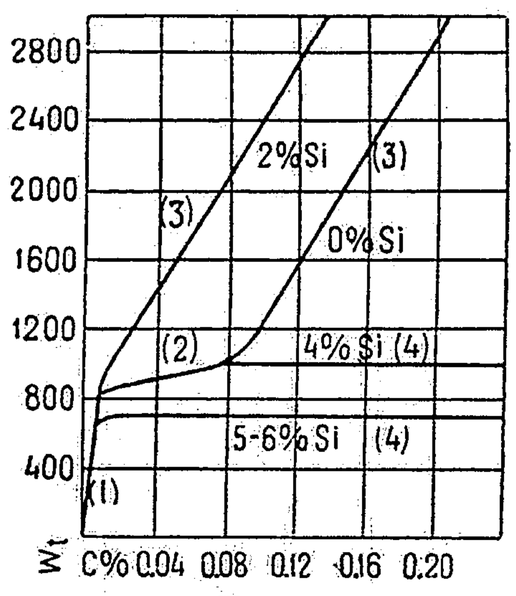
Фиг. 7. Зависимость остаточного намагничения (I_r') от температуры (49). Образец намагничен до некоторого значения I_r при комнатной температуре и в нулевом поле. Затем он нагревался в нулевом поле до нескольких все более и более высоких температур, и при каждой измерялось остаточное намагничение. Так была получена кривая для каждого начального значения I_r; ср. с табл. 5.



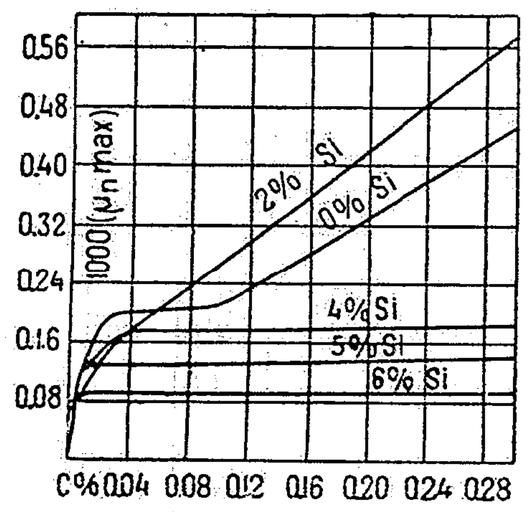
Фиг. 8. Зависимость остаточного намагничения (σ_η') и намагничения при насыщении ($\sigma_{\infty,t}$) от температуры. Различные авторы см. (49). Ординатами являются σ_η'/σ_η, если $H=0$; $\sigma_{\infty,t}/\sigma_{\infty,20}$, если H велико. При комнатной температуре и $H=0$ остаточное намагничение есть σ_r; поддерживая $H=0$ и нагревая образец до температуры t, получаем намагничение σ_η'.



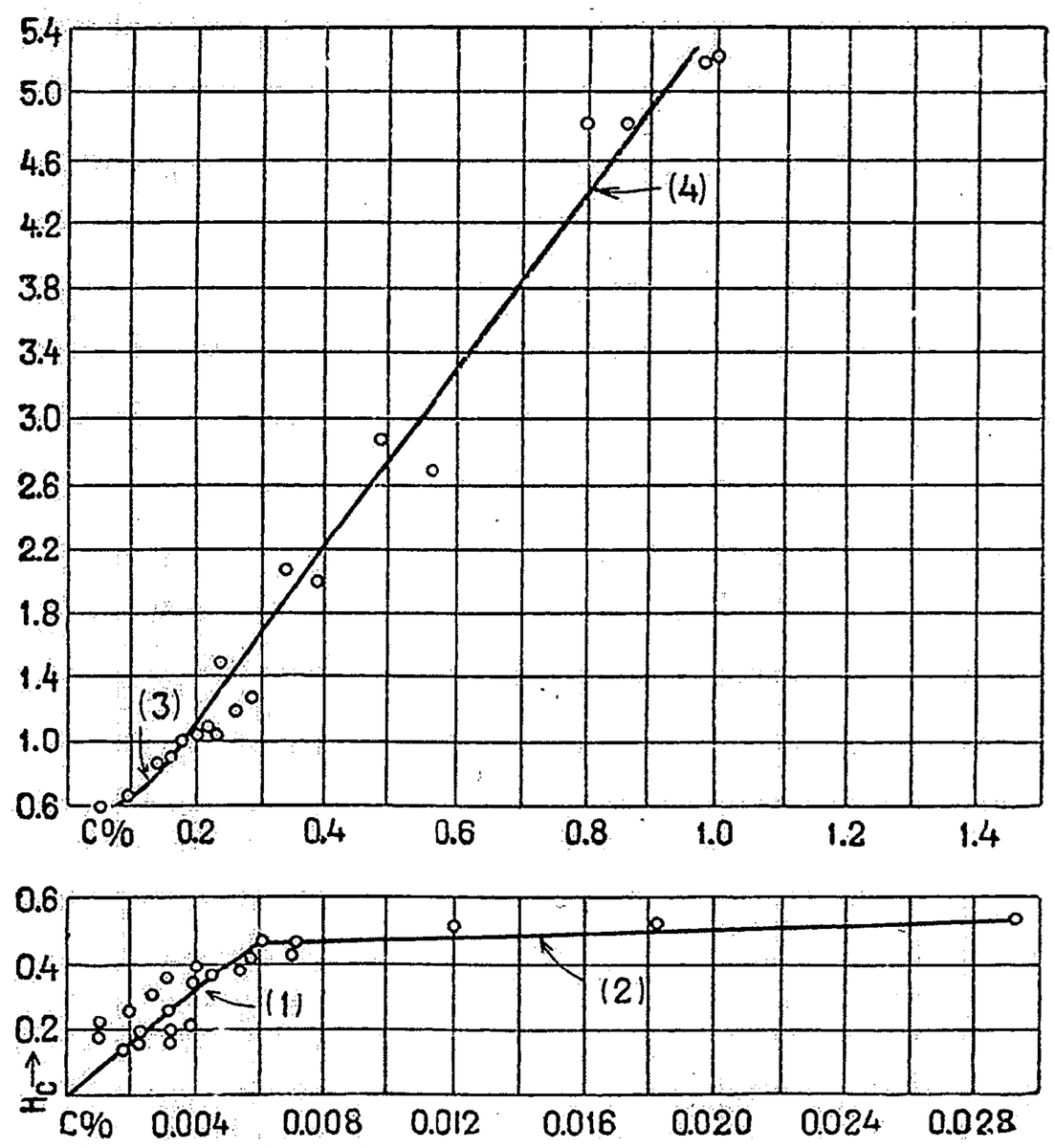
Фиг. 9. Удельное намагничение (σ) мягкой стали 38 (14). Кривые 2, 3, 4, 5 обозначают части кривой 1 с ординатами, увеличенными соответственно в 10, 100, 1000 и 5000 раз; см. также табл. 5.



Фиг. 10. Влияние C и Si на гистерезисные потери (94). Влияние других загрязнений было исключено. B_{max} = =10000. В области (1) C в растворе, dW_l/dC= = 100000, во (2) C—в форме Fe_3C, dW_l/dC = =2500; в (3) C—в форме перлита, dW_l/dC = =16500; в (4) C существует как графит, $dW_l/dC = 0$; C дано в %.



Фиг. 12. Влияние C и Si на проницаемость (94). Без поправок на величину зерен; ср. фиг. 13, 14.



Фиг. 11. Влияние C на коэрцитивную силу (94). Без поправки на величину зерен. В области (1), C—в растворе, $H_c = 80C$; во (2) $dH_c/dC = 2.5$; в (3), цементит, $dH_c/dC = 0.8$; в (4), перлит, $dH_c/dC = 5.4$; C дано в %; см. также табл. 8.

ТАБЛИЦА 8. — КОЭРЦИТИВНАЯ СИЛА (H_c): ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДА И ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАКАЛКИ (t_q) ([22]).

С дано в %.

C \ t_q	750°	800°	850°	900°	950°	1000°	1100°
0.068	1.80	2.34	4.48	17.1	15.1	11.7	13.2
0.110	3.72	4.61	3.83	17.9		12.4	15.7
0.155	5.43	8.10	9.15	26.0	25.8	25.0	25.0
0.208	6.74	14.3	25.7	27.1	27.0	26.0	25.5
0.234	7.28	13.2	23.2	21.6	16.5	17.8	19.5
0.445	25.3	35.6	36.7	34.8	35.0	35.0	32.9
0.475	26.8	34.4	34.2	34.2	33.2	32.7	30.6
0.695	37.3	46.8	47.4	47.4	47.3	45.7	41.1
0.708	46.0	46.1	46.2	46.2	45.2	44.5	40.3
0.710	31.6	46.7	46.5	46.8	45.6	44.2	40.4
0.800	42.5	48.2	47.5	47.0	45.9	44.7	42.2
0.994	48.9	55.6	48.6	46.2	45.8	42.9	41.0
1.105	40.1	60.6	58.2	59.2	55.9	53.8	47.1
1.575	54.0	61.0	61.6	59.7	56.4	44.1	36.4
1.775	52.0	59.7	62.2	67.0	70.1	69.1	47.7

Также ([94]), если $C < 0.006$, $H_c = 80C$; $0.006 < C < 0.09$, $H_c = 80C + 0.8(C - 0.006)$; $0.09 < C$, $H_c = 80C + 5.4(C - 0.09)$; см. фиг. 11.

Цементит ([35]).—Fe_3C; $d = 7.07$, $\sigma_\infty = 135$, $\theta = 215°$.

Перлит ([22]).—Если перлит содержит p% C, $d_{red.} = 7.876 - 0.03p$; $\varrho_{red.} = 10.5 + 3p + 2p^2$ и $H_c = 0.7 + 7.5p$, если $p \leqslant 0.9$; если $p \geqslant 1$, для ϱ, и $> 0{,}9$, для H_c, увеличение менее быстро, чем указано уравнением. $4\pi I_{\infty red.} = 21620 - 1580p$, если $p < 0.96$, $= 20100 - 930p$, если $p > 0.96$; начиная от $B_{max} = 20000$, B_r колеблется около 10000.

Мартенсит ([22]).—(1). Закалка при 850°. Если p_d% растворенного C и p_c% C в форме цементита, $d_{red.} = 7.876 - 0.14p_d - 0.03p_c$, $\varrho_{red.} = 10.3 + 1.6p_d + 3p_c + 23p_d^2 + 2p_c^2$, если $p_c \leqslant 0.9$; если $p_c \geqslant 1$, увеличение менее быстро. Если p ($\equiv p_c + p_d$) < 1.2, $4\pi I_{\infty red.} = 21620 - 3200p$; если $p > 1.2$, уменьшение менее быстро; для остаренного материала $1000\beta = -0.63 + 0.42p$, $\beta = 0$, если $p = 1.5$. (2). Закалка при 1100°. $d_{red.} = 7.876 - 0.08p$, если $p < 1$; $\varrho_{red.} = 10.3 + 9.3p + 7.4p^2$, если $p < 1.8$; $4\pi I_{\infty red.} = 21620 - 2060p$, если $p < 1.1$; для остаренного материала $1000\beta = -0.50 + 0.34p$.

ТАБЛИЦА 9.—ОТОЖЖЕННОЕ УГЛЕРОДИСТОЕ ЖЕЛЕЗО: ГЛАВНЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОСТОЯННЫЕ.

$\varkappa_n^{-1} = a + bH$, если H велико; a выведено из наблюдений при $H \leqslant 1000$ гаусс; состав см. табл. 1.

Ключ, №	% C	t_a	B_{max}	B_r	H_c	μ_n(max.)	I_∞	a
$H_{max} = 150$ гаусс ([11]), кроме 43 ([64])								
14	0.018	930	18740	11680	3.1	5320	1703	0.0104
31	0.14	930	18240	9980	3.3	2990	1722	0.0232
35	0.23	870	18010	10010	4.5	2090	1688	0.0133
36	0.32	870	17790	9830	5.0	1560	1670	0.0147
40	0.52	820	17310	9410	6.1	1180	1626	0.0186
43	0.85		15260	11100	6.9			
44	0.88	760	16050	10610	8.5	830	1583	0.0316
51	1.28	760	15130	10730	8.3	880	1537	0.0530
52	1.32	760	14990	10530	7.5	920	1507	0.0431
55	1.55	760	14190	9390	7.5	900	1528	0.0579
57	1.60	760	13850	8990	11.0	470	1534	0.0537
$H_{max} = 150$ гаусс ([11]); кроме **68**, $H_{max} = 200$ ([23])]								
16	0.027		18850	9850	0.76	6400	1683	
18	0.044		19100	11050	0.37	14800	1704	
28	0.085		18620	10250	0.885	5700	1702	
34	0.23	930	18050	10600	2.35	2180	1664	
41	0.69	930	17000	11100	6.29	880	1615	
47	0.99	930	16440	9950	7.50	660	1592	
56	1.57	930	15000	10300	10.23	530	1550	
59	1.78	930	14500	10000	12.52	415	1517	
69	3.109		11920	5300	4.6	620	1333	

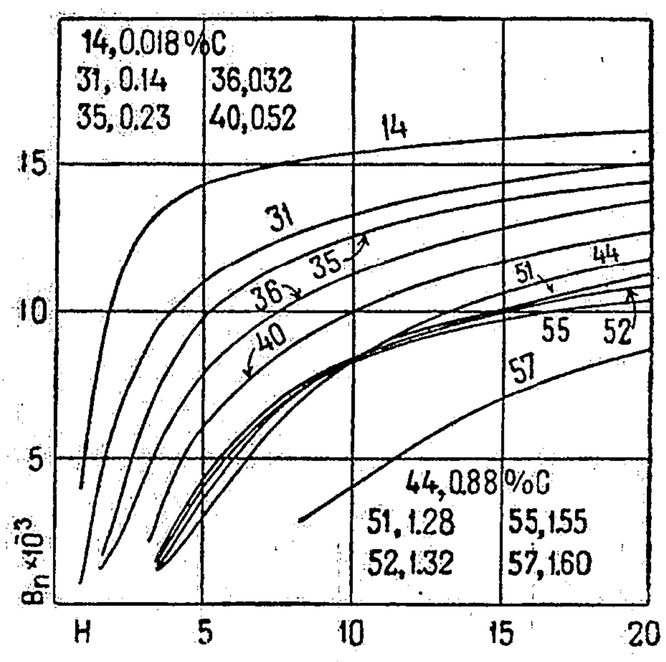
ТАБЛИЦА 10.—ЗАКАЛКА И ОТПУСК УГЛЕРОДИСТОГО ЖЕЛЕЗА: ГЛАВНЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОСТОЯННЫЕ ([11]).

$\varkappa_n^{-1} = a + bH$, если H велико; a выведено из наблюдений при $H \leqslant 1000$ гаусс; состав и примеси см. табл. 1; см. также фиг. 13, 14, 15 и табл. 11.

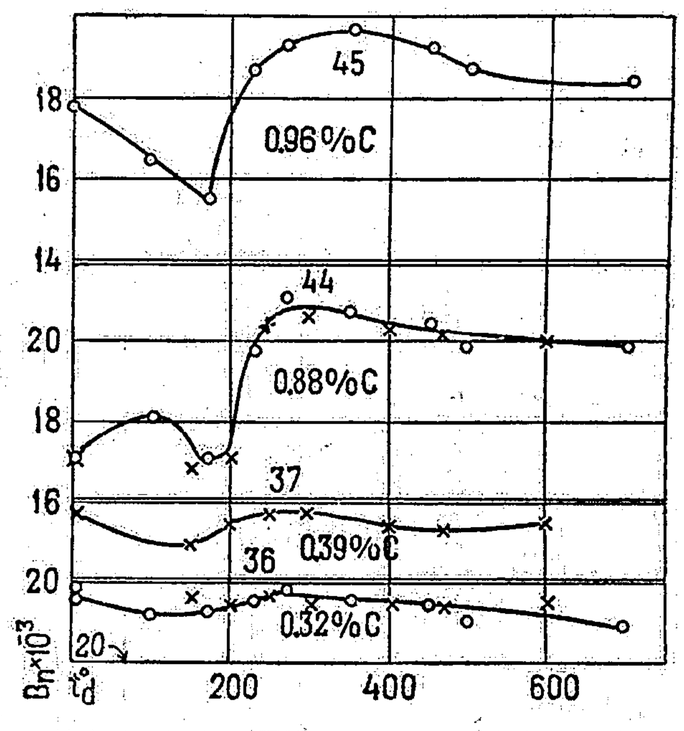
t_d	B_{max} *1	B_{max} *2	B_r *2	H_c *2	μ_n(max.)	I_∞	a	$\frac{B_m H_c}{1000}$ *2
36, 0.32% C; закалка при 900°; отпуск при t_d° (2 образца)								
*3	16470	21450	12950	18	333	1660	0.014	386.5
100	16240	21200	12300	21	317	1610	0.016	445.5
170	16290	21250	12550	19.5	339	1640	0.015	414.5
230	16790	21520	13520	19	38.1	1650	0.010	409
270	17030	21790	13550	16	462.5	1674	0.010	348.3
350	17300	21540	14100	15	472	1660	0.011	323.2
450	17350	21440	15300	14				
500	16750	21000	15060	14	551	1620	0.014	294
700	16780	20940	15000	8	915	1616	0.020	167.5
*3	16040	21680	12860	20	290	1676	0.015	433.6
150	16570	21660	12840	15	346	1670	0.015	325
200	16510	21440	12900	21	354	1658	0.015	451
250	17050	21740	13100	16	388	1674	0.015	348
300	17170	21520	13420	16	425	1650	0.011	344.6
400	17270	21540	14710	16	477	1660	0.010	345
470	17250	21440	15100	16	514	1660	0.015	343.2
600	17230	21490	15350	10	834	1660	0.014	214.9
37, 0.39% C; закалка при 800°; отпуск при t_d°								
*3	16120	21630	12450	19	303.5	1670	0.015	411.5
150	15850	20940	12000	16	306	1746	0.028	335.3
200	16310	21440	12500	20.5	332	1660	0.017	440
250	16950	21740	12800	18.5	370	1668	0.018	402.5
300	17130	21740	13340	18	400	1680	0.012	391.5
400	17180	21420	14360	16	458	1650	0.011	343
470	17080	21340	14940	18	452	1660	0.012	384
600	16950	21460	15080	10	656	1680	0.020	214.6
44, 0.88% C; закалка при 800°; отпуск при t_d° (2 образца)								
*3	7990	17100	7700	56	80	1446	0.100	958
100	9870	18100	8100	43	107	1500	0.070	778.4
170	8510	17050	7710	48	86.5	1410	0.089	819
230	12950	19720	10220	41	158.5	1540	0.032	809
270	15400	21040	10900	27	266	1680	0.020	568.3
350	16830	20720	13780	24	319.5	1596	0.011	498
450	16290	20420	14580	30	262	1590	0.020	611.5

t_d	B_{max} *1	B_{max} *2	B_r *2	H_c *2	μ_n(max.)	I_∞	a	$\frac{B_m H_c}{1000}$ *2
44, 0.88% C; закалка при 800°; отпуск при t_d° (2 образца)								
500	15530	19820	14480	28	276	1550	0.028	556
700	15450	19840	13800	14	521.5	1560	0.020	278
*3	8000	17080	7700	54	80.5	1440	0.095	923
150	8130	16840	7500	56	81.5	1414	0.098	944
200	7800	17140	8000	51	85.7	1408	0.078	874
250	14080	20340	11000	39	182	1580	0.025	794
300	16450	20660	13120	27.5	292	1596	0.011	502
400	16550	20340	14060	30	389	1576	0.016	611
470	15850	20140	14600	32	262	1562	0.016	645
600	15540	20020	14280	20.5	368	1573	0.022	411
45, 0.96% C; закалка при 800°; отпуск при t_d°								
*3	8990	17780	7900	44	93.4	1510	0.103	783
100	6800	16490	7350	47	67.5	1390	0.090	775.8
170	8200	15490	6750	44	86.6	1270	0.081	682
230	12250	18690	9150	36	153	1470	0.038	673
270	13600	19240	9900	31	202	1510	0.027	596
350	14900	19640	11740	32	240	1526	0.023	628.5
450	14550	19240	12500	34	199	1520	0.040	654
500	14180	18740	12800	29.5	255	1468	0.032	552.5
700	13880	18360	12220	15.5	390	1450	0.038	285

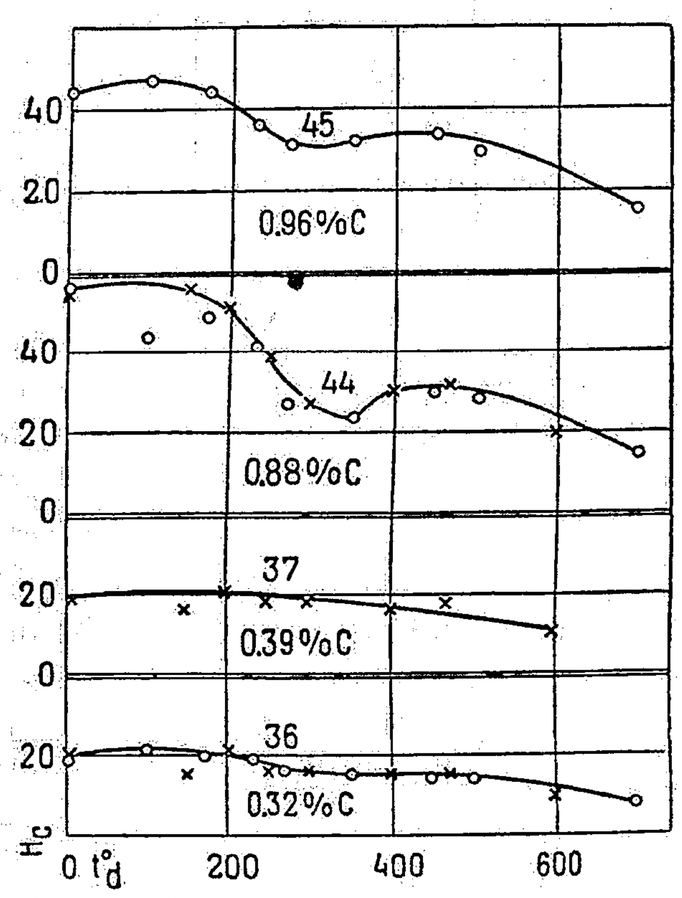
*1 Циклическая; H_{max}=100 гаусс. *2 Циклическая; H_{max}=1000 гаусс. *3 Без отпуска.



Фиг. 13. Влияние C на нормальную индукцию (11). Образцы отожжены в вакууме. На кривых обозначены «числа-ключи» (табл. 1) материалов.



Фиг. 14. Влияние температуры отпуска (t_d) на нормальную индукцию (11). H_{max}=1000. На кривых указаны «числа-ключи» материалов. Температура закалки= =t_q; для 36 t_q=900°; для 37 t_q=850°; для 44, 45 t_q=800°.



Фиг. 15. Влияние температуры отпуска (t_d) на коэрцитивную силу (11). Условия те же, что для фиг. 14.

ТАБЛИЦА 11.—НОРМАЛЬНОЕ И ЦИКЛИЧЕСКОЕ НАМАГНИЧЕНИЕ УГЛЕРОДИСТОГО ЖЕЛЕЗА, РАЗЛИЧНАЯ ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА.

Состав и примеси см. табл. 1; t_a=900°, за исключением специально указанных.

Ключ, № / H	16_c	16_a	18_c	18_a	28_c	28_a
	μ_n, нормальная проницаемость (22)					
0.25	1200	1240	960	12400	1400	1800
0.5	1800	2000	1200	14200	2600	3100
0.75	3000	4530	1530	11920	4140	4940
1.0	5000	6350	2300	10200	4600	5650
1.5	5330	5600	4030	7820	4200	5460
2.5	4200	4220	3720	5370	3360	4320
5	2580	2590	2430	3000	2210	2710
10	1460	1460	1410	1570	1330	1500
20	785	810	775	805	740	785
50	340	340	335	340	330	335
100	179	181	180	183	175	178
150	124.7	125.7	125.0	127.3	122.7	124.1
300	67.3	67.3	68.0	68.1	66.7	67.3
500	42.4	42.3	42.9	42.9	42.2	42.8
1000	22.12	22.04	22.35	22.32	22.10	22.34
2000	11.60	11.57	11.70	11.69	11.61	11.69
3000	8.07	8.06	8.14	8.14	8.08	8.14
4500	5.71	5.71	5.76	5.76	5.72	5.76

Ключ, № / H	16_c	16_a	18_c	18_a	28_c	28_a
	B, циклическая индукция (22)					
150	18700	18850	18750	19100	18400	18620
100	17970	18130	18000	18300	17600	17800
50	17030	17220	17000	17120	16500	16800
25	16240	16530	16070	16430	15600	16070
10	15300	15700	14930	15850	14600	15350
5	14500	14220	14040	15500	13300	14740
2.5	13700	12920	13000	15100	11900	13740
+ 1	12700	11600	11900	13700	10160	12300
0	10400	9850	10600	11050	7850	10250
− 0.25	10850	8950	10150	+ 9400	6800	9500
− 0.5	10200	7100	9630	− 6300	4700	8250
− 0.75	9200	+ 1000	9000	− 9000	+ 1200	+ 4400
− 1.0	+ 3500	− 5400	+ 8100	−10200	− 2300	− 1900
− 1.5	− 7050	− 8200	− 1500	−11730	− 5000	− 6450
− 2.5	−10400	−10500	− 8560	−13400	− 7600	−10130
− 5	−12900	−12940	−11940	−15000	−10630	−13360
− 10	−14600	−14630	−14020	−15680	−13180	−14880
− 20	−15700	−16100	−15450	−16130	−14760	−15680
− 50	−16900	−17120	−16830	−17100	−16300	−16700
−100	−17930	−18130	−17980	−18280	−17520	−17770
−150	−18700	−18850	−18750	−19100	−18400	−18620
B_r	11400	9850	10600	11050	7850	10250
H_c	1.06	0.76	1.46	0.37	0.83	0.885
μ_n (max.)	5400	6400	4200	14800	4600	5700
$1000a$	1.31	1.05	1.57	0.54	1.62	1.10
$4\pi I_{\infty \text{red.}}$	21200	21180	21419	21419	21249	21400

$24I^{*1}$ (65); μ_n				$24I^{*1}$ (65); I, циклическое намагничение					
H	μ_n	H	μ_n	H	$4\pi I$	H	$4\pi I$	H	$4\pi I$
0.14	1200	1.91	6410	±164.5	±19100	−0.22	+5800	− 0.77	− 5010
0.23	3020	3.67	3740	+106.8	+18260	−0.36	2540	− 0.87	− 6820
0.30	5300	7.79	1920	71.8	17600	−0.41	1280	− 1.08	− 8720
0.36	7000	20.7	770	37.3	16730	−0.45	370	− 1.42	−10760
0.41	8090	71.2	248	20.7	16120	−0.50	− 470	− 1.91	−12210
0.54	9560	106.8	172	7.32	15230	−0.53	− 970	− 3.54	−13730
0.73	9500	164.5	117	2.10	14300	−0.56	−1360	− 7.80	−14920
0.97	9120	260.1	78.0	0.28	11790	−0.60	−2310	−20.7	−15980
1.38	7820	322.2	64.4	− 0.09	8890	−0.67	−3390	−71.7	−17570

Ключ, №	34		41		47		56	
$t_{a,q}$ / H	t_a=930°	t_q=850°	t_a=930°	t_q=850°	t_a=930°	t_q=850°	t_a=930°	t_q=850°
	μ_n, нормальная проницаемость (22)							
1.0	1000*2		280*2		200*2			
1.5	1600							
2.5	2200		340		230		210*2	
5	1840		740		370		270	
10	1200		850		655		500	
20	710		600		530		470	
50	320		290		280		250	
100	172.0		160.8		155.0		141.3	
150	120.3		113.3		109.6		100.0	
200	93.0		87.3		85.0		77.0	
300	65.2		61.6		59.7		53.3	
500	41.4	40.8*3	39.2	35.4*3	38.0	31.3*3	34.1	27.2*3
1000	21.75	21.52	20.75	19.53	20.23	17.70	18.55	15.62
2000	11.45	11.37	11.03	10.60	10.82	9.79	10.18	8.85
3000	7.97	7.93	7.73	7.43	7.61	6.96	7.24	6.37
4000	6.23	6.20	6.06	5.81	5.98	5.50	5.72	5.09
4500	5.65	5.62	5.50	5.32	5.42	5.02	5.21	4.65
5500						4.29		3.99
6500						3.79		3.52

Ключ, №	34		41		47		56	
H \ $t_{a,q}$	t_a=930°	t_q=850°	t_a=930°	t_q=850°	t_a=930°	t_q=850°	t_a=930°	t_q=850°
	B, циклическая индукция [22]							
+300		19280		17200		14250		12650
200		18220		16120		12870		11470
150	18050	17500	17000	15330	16440	11910	15000	10740
100	17300	16540	16200	14200	15630	10720	14300	9820
50	16200	15100	15130	13660	14470	9120	13320	8600
25	15370	13860	14230	11600	13500	8080	12550	7720
10	14270	12750	13230	10730	12120	7300	11700	7100
5	13300	12280	12500		11300		11200	
2.5	12450		11900		10700		10900	
+ 1	11600		11450		10270			
0	10600	11600	11100	10000	9950	6700	10300	6650
− 1.0	9000		10650		9520			
+ 1.5	+ 8000							
2.5	− 2400		9500		8800		9700	
5	− 8600	10880	+ 4800	9620	+ 6800		8650	
10	−11950	9650	− 7300	9200	− 4650	6000	+ 900	6100
20	−14100	+ 3600	−11950	+ 8220	−10600	+ 5080	− 8800	5450
50	−15970	−13450	−14600	− 3300	−13850	− 400	−12570	+ 2600
75	−16650	−15220	−15500	−11100	−14820	− 6300	−13500	− 3700
100	−17200	−16150	−16080	−13200	−15500	− 9100	−14130	− 7580
150	−18050	−17300	−17000	−14900	−16440	−11450	−15000	−10020
200		−18140		−15860		−12670		−11200
300		−19280		−17200		−14250		−12650
B_r	10600	11600	11100	10000	9950	6700	10300	6650
H_c	2.35	23.2	6.29	47.4	7.50	48.6	10.23	61.6
μ_n (max.)	2180		880		660		530	
μ_0	170	76	126	54	132		143	
$4\pi I_{\infty\text{набл.}}$	20900	20770	20220	19450	19860	18220	19300	16710
$4\pi I_{\infty\text{red.}}$	20970	21040	20340	19770	20060	18420	19530	16940
ϱ_{20}	10.95	12.75	13.21	21.17	15.57	34.74	16.53	39.57
$1000\alpha_{\text{red.}}$	5.56	4.75	4.95	3.03	4.35	1.70	4.25	1.58
$d_{\text{red.}}$	7.858		7.843		7.848	7.747	7.828	7.743

43*[4]; B_n, нормальная индукция [47]

H \ t_d	20°*[5]	100°	170°	200°	230°	250°	270°	300°
20	700	900	1300	1200	1550	2350	2350	2650
50	3250	3300	4850	5850	9600	12750	12920	14000
100	8950	8900	10450	11400	14370	16300	14950	16630
150	11380	11450	12520	13230	15900	17450	17120	17700
200	12750	12700	13630	14220	16850	18150	17700	18250
300	14050	13950	14900	15320	17950	19100	18350	18850
500	15550	15550	16050	16660	19460	20200	19380	19650
700	16500	16550	16850	17420	20220	20700	19750	20150
1000	17450	17500	17650	18250	20850	21250	20200	20700
1500	18580	18550	18620	19150	21630	22000	20900	21400
2000	19350	19380	19400	19900	22280	22600	21420	21950
2500	20000	20100	20100	20600	22800	23150	21920	22400

H \ t_d	350°	400°	430°	450°	470°	500°	600°	700°[c]
20	3550	3550	3550	2850	2750	3350	4000	7100
50	14350	14450	14650	14250	13850	13950	13650	14050
100	16560	16580	16800	16600	16450	16250	15870	15700
150	17400	17550	17650	17400	17420	17120	16800	16450
200	18000	18050	18150	18100	18000	17700	17300	16950
300	18900	18650	18800	19100	18750	18550	18000	17600
500	19400	19400	19500	19250	19180	19300	18900	18700
700	19900	19880	20000	19900	19650	19720	19400	19250
1000	20360	20400	20500	20400	20120	20250	20020	19850
1500	21050	21100	21200	21100	20850	21000	20700	20680
2000	21660	21650	21750	21650	21500	21620	21450	21350
2500	22250	22120	22200	22150	22050	22200	22050	21950

43*[6]; B_n, нормальная индукция ([47])

H \ t_d	20°*[5]	102°	170°	200°	230°	250°	270°	300°
20	780	700	840	950	2200	3800	2400	3700
50	3180	3050	3550	5350	9900	13650	13400	14350
100	9150	8750	9000	11600	14360	16600	16580	16900
150	11500	11250	11200	13500	15900	17820	17830	18000
200	12700	12450	12370	14600	16500	18500	18500	18570
300	14250	14000	13700	15600	17900	19300	19300	19300
500	15700	15750	15250	16800	18940	20100	20100	19900
700	16700	16700	16050	17500	19500	20500	20600	20300
1000	17650	17700	16850	18250	20100	21000	21100	20800
1500	18800	18800	17800	19150	20900	21800	21800	21500
2000	19600	19650	18600	19800	21500	22400	22300	22100
2500	20250	20300	19250	20400	22000	22800	22800	22600

H \ t_d	370°	410°	450°	475°	500°	600°	700°
20	3500	3900	3000	2600	1550	7500	7000
50	14350	15000	14250	13450	12650	14100	13350
100	16900	17050	16800	16500	16070	16200	15100
150	17700	18000	17600	17500	17080	17170	15900
200	18200	18500	18080	18000	17650	17620	16400
300	19000	19100	18800	18800	18450	18250	17100
500	19500	19750	19500	19700	19250	19150	18000
700	19950	20200	19900	20100	19720	19700	18600
1000	20380	20700	20400	20570	20300	20300	19200
1500	21050	21400	21100	21200	21000	21000	20000
2000	21650	21950	21400	21700	21600	21650	20700
2500	22220	22400	21900	22130	22120	22250	21200

43_q*[6] ([47])		43_q*[4] ([64])				43_a ([64])			
H	B_n	H_{max}	B_{max}	B_r	H_c	H_{max}	B_{max}	B_r	H_c
14	540	42	2720	950	9	32	12080	7500	5.0
30	1320	86	8050	4540	22	92	15020	10980	6.5
56	3880	137	11210	6900	34	120	15570	11650	9.0
88	8040	190	12680	7600	44.5	183	16280	12100	10.0
118	10220	220	13160	7700	46.0	246	16990	12500	10.5
156	11700	304	14360	8150	49.5	325	17690	13000	11.0
232	13250	410	15240	8300	50.0	418	18140	12620	11.5
318	14400	485	15690	8440	50.5	500	18380	13100	12.0
430	15320	570	16290	8550	52.0	680	18970	13240	12.0
535	15960	670	16580	8600	52.0	850	19380	13480	12.5
685	16660	748	16660	8600	52.0	1080	19820	13600	14.0
860	17300	842	17220	8750	52.0	1260	20350	13650	12.5
1090	17900	920	17420	8800	53.0	1520	20890	14050	13.0
1380	18570	1050	18040	8900	52.5	1840	21240	14000	13.0
1710	19100	1310	18570	9000	52.5	2090	21930	14310	13.0
2000	19520	1500	18750	9100	53.0	2300	21940	14300	13.0
2420	20150	1710	19000	9120	52.5	2430	21860	14200	13.0
2630	20440	2000	19540	9300	52.5				
		2290	19930	9380	52.0				
		2420	19970	9300	52.5				

59 ([22])

t_q	*2	850°	1100°
H	μ_n		
2.5	150		
5	190		
10	325		
20	405		
50	240		
100	135.4		

69 ([22])

H	Не отожжено		Отожжено	
	B_n	μ_n	B_n	μ_n
2.5	235	94	900	360
5	570	114	2950	590
10	1960	196	5150	515
20	4700	235	6820	340
50	7520	150	8620	172
100	9320	93.2	9950	99.5

59 (22)				69 (22)				
t_q	*2	850°	1100°	H	Не отожжено		Отожжено	
H	μ_n				B_n	μ_n	B_n	μ_n
150	96.7			150	10500	70.0	11020	73.6
200	75.0			200	11430	57.2	11920	59.6
300	53.0			300	12550	41.8	12800	42.7
500	33.9	26.7	21.5	500	13900	27.8	14130	28.3
1000	18.40	15.32	12.60	1000	15900	15.9	16200	16.2
2000	10.09	8.70	7.28	2000	17840	8.92	18120	9.06
3000	7.17	6.27	5.32	3000	19180	6.39	19490	6.50
4000	5.65	5.00	4.28	4000	20350	5.09	20670	5.18
4500	5.15	4.57	3.93	4500	20870	4.65	21200	4.72
5500		3.94		5500	21920	4.0	22260	4.06
6500		3.49		6500	22920	3.53	23250	3.58

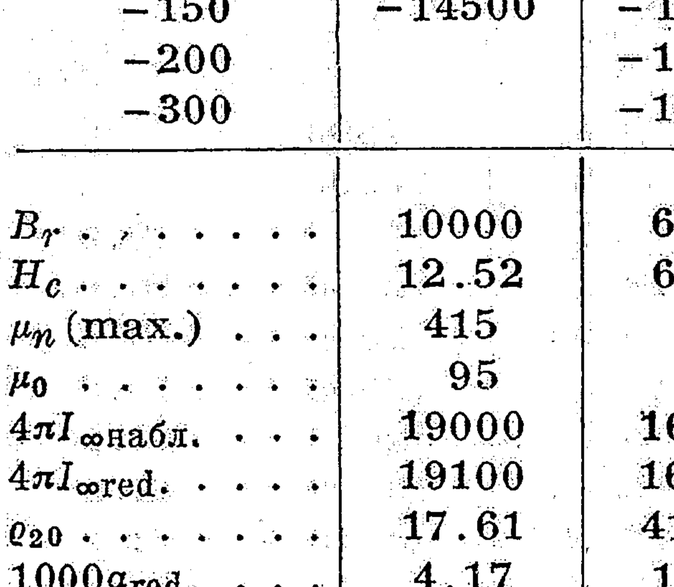
B, циклическая индукция				B, циклическая индукция			
300		12600	6530	200	11430		11920
200		11520	5760	150	10570		11080
150	14500	10800	5300	100	9520		10020
100	13800	9870	4730	50	8220		8750
50	12780	8630	3950	25	7180		7820
25	11950	7820	3500	10	6170		6800
10	11100	7250	3110	+ 5	5700		6200
5	10700			0	5100		5300
+ 2.5	10400			− 2.5	4670		+ 4450
0	10000	6820	2800	− 5	4180		− 1800
− 5	8740			− 10	+ 1750		− 5150
− 10	+ 4650	6270	2480	− 20	− 4160		− 6820
− 20	− 6900	5660	+1950	− 50	− 7380		− 8620
− 50	−11820	+ 2700	− 440	−100	− 9200		− 9950
− 75	−12920	− 3450	−2400	−150	−10500		−11020
−100	−13540	− 7300	−3600	−200	−11430		−11920
−150	−14500	−10020	−4830				
−200		−11200	−5580				
−300		−12600	−6530				
B_r	10000	6820	2800	B_r	5100		5300
H_c	12.52	62.2	47.7	H_c	11.4		4.6
μ_n (max.) . . .	415			μ_n (max.) . . .	240		620
μ_0	95	37		1000η	11.4		4.37
$4\pi I_{\infty\text{набл.}}$ . . .	19000	16460	12110	$4\pi I_{\infty\text{набл.}}$ . . .	16420		16750
$4\pi I_{\infty\text{red.}}$	19100	16760	12410				
ϱ_{20}	17.61	41.65	48.58				
$1000\alpha_{\text{red.}}$ . . .	4.17	1.54	1.87				
$d_{\text{red.}}$	7.799	7.720	7.730				

*1 Для безгистерезисного намагничения и дифференциальной проницаемости см. табл. 2. *2 Для всех значений этого столбца t_a=930°. *3 Для всех значений этого столбца t_q=850°. *4 Закалена в масле при 800°. *5 Без отпуска. *6 Закалена в воде при 800°.

МАГНИТНЫЕ СТАЛИ.

Введение.

Специальные магнитные стали и другие стали, обладающие сходными свойствами: углеродистые стали **26, 33, 39, 42, 46, 50, 53, 54, 58**; марганцевая сталь **70**; кобальтовые стали **80÷85, 87÷90**; молибденовые стали **91÷94**; никелевая сталь **101** и вольфрамовые стали **136÷144**. Состав и названия см. табл. 1.



Фиг. 16. Остаточное намагничение круглых прутков (84); зависимость от длины l и диаметра d (33).

Для кобальто-марганцевых сталей H_c велика; ее максимум—при Mn 4÷5%; она увеличивается с % Co. Прибавление 5% Cr увеличивает H_c, делает материал очень твердым, так что он достигает насыщения лишь в сильных полях (25). Для «K. S.»-стали (84), содержащей W, H_c очень велика. Лучшая температура закалки есть 950°; лучшая закалочная среда—тяжелое масло. В пределах составов, приведенных в табл. 1 и 13, магнитные свойства мало изменяются с составом. Например, четыре образца различного состава дают соответственно (при H_{max}=1500) I_r=920, 841, 828 и 620, H_c=226, 221, 245 и 257. Для прутков длиной l и диаметром d I_r не зависит от $\frac{l}{d}$, если $l > 20d$, см. фиг. 16 (33).

ТАБЛИЦА 12.—ЦИКЛИЧЕСКОЕ НАМАГНИЧЕНИЕ.

Состав см. табл. 1.

Тороиды *1 ([15]); см. также фиг. 17 и 18.

H	I	H	I	H	I	H	I	H	I
26_q		33_q		39_q		$42I_q$		$42II_q$	
505	1560	505	1590	515	1525	515	1230	505	1155
256	1495	490	1580	510	1520	268	1070	245	1070
167	1440	248	1500	260	1425	160	990	134	965
78.5	1330	162	1450	167.5	1365	+ 78.6	850	+ 75	875
42	1220	+ 76.8	1320	+ 79.3	1230	0	605	0	670
+ 16.1	980	0	770	0	835	− 33.3	370	− 16.7	595
0	625	− 4.2	460	− 13.9	360	− 46.3	150	− 26.7	535
− 1.8	480	− 6.9	+ 64	− 16.7	+ 137	− 51.7	+ 11.3	− 43.0	370
− 2.5	293	− 7.7	− 36.5	− 19.6	− 14.5	− 58.6	− 192	− 48.5	260
− 2.9	113	− 11.4	− 340	− 28.8	− 350	− 78.5	− 580	− 53.3	140
− 3.2	+ 0.8	− 23.6	− 825	− 46.5	− 875	−135	− 880	− 57.6	+ 22.1
− 3.5	− 36	− 56.0	−1200	− 82.5	−1150	−254	−1080	− 58.1	− 3.7
− 4.2	− 181	− 84.5	−1300	−136.5	−1285	−505	−1230	− 74.7	− 442
− 5.5	− 350	−120.5	−1350	−260	−1400	−515	−1230	−137.5	− 860
− 8.3	− 685	−137.5	−1390	−510	−1525			−245	−1040
− 21.0	− 925	−250	−1480	−515	−1525			−495	−1155
− 52.8	−1190	−485	−1580					−505	−1155
−135.5	−1400	−505	−1590						
−258	−1490								
−505	−1560								
I_r	625	770		835		605		670	
H_c	3.2	7.4		19.3		52		58	
W	28000	68000		108000		170000		217000	

H	I	H	I	H	I	H	I
46_q		50_q		70_q		101_q	
495	1175	535	1200	460	1390	455	990
253	1075	270	1080	270	1325	242.5	930
165	1010	161.5	1015	260	1320	137.5	860
+ 78.2	875	+ 78.5	890	140	1245	+ 78.5	805
0	640	0	645	134.5	1230	0	640
− 16.0	530	− 14.5	555	80.8	1140	− 29.6	490
− 32.8	292	− 21.9	500	+ 59.2	1095	− 39.0	353
− 44.0	102	− 33.3	347	0	860	− 42.8	290
− 46.4	64.7	− 51.7	+ 20	− 16.2	705	− 47.1	199
− 48.7	+ 14.0	− 58.7	− 128	− 27.3	+ 395	− 49.0	153.5
− 52	− 43.7	− 79.2	− 550	− 34.1	− 139.3	− 53.5	+ 10.5
− 60.6	− 262	−124	− 865	− 43.5	− 700	− 58.6	−153.5
− 78.5	− 570	−199	−1025	− 52.5	− 870	− 78	−525
−139	− 915	−291	−1090	− 99.5	−1130	−121	−750
−255	−1075	−515	−1200	−159	−1240	−240	−905
−495	−1175	−535	−1200	−264	−1330	−450	−980
				−515	−1390	−455	−990
				−460	−1390		
I_r	640	645		860		640	
H_c	50	53		33		54	
W	165000	182000		142000		177000	

H	I	H	I	H	I	H	I	H	I
136_q		143_q		$143_q{}^{*2}$		$143_q{}^{*3}$		84_α ([33])	
510	1240	515	1240	495	1515	495	1230	19	281
269	1115	270	1160	280	1420	257	1160	30	805
157.5	1060	166.5	1120	164	1350	+168	1110	78	1227
+ 53.8	930	153.5	1115	+ 52.1	1180	0	850	247	1372
0	800	105	1060	0	900	− 39.0	670	377	1410
− 26.9	685	98	1055	− 16.2	630	− 58.5	450	675	1450

H	I	H	I	H	I	H	I	H	I
136_q		**143_q**		**143_q *2**		**143_q *3**		**84_a (33)**	
− 53.8	480	55	985	− 21.6	350	− 60.5	410	776	1465
− 59.3	+ 352	33.3	940	− 25.8	+ 5.8	− 67.2	+ 136.5	960	1479
− 70.1	− 28.6	+23.9	920	− 26.9	− 122.5	− 72.3	− 161	1322	1499
− 78.2	− 358	0	850	− 31.7	− 630	− 96.5	− 840		
− 89.0	− 635	−25.0	705	− 55.0	−1050	−136.5	− 970		
−113.0	− 855	−44.6	545	−113	−1255	−257	−1125		
−161.5	− 995	−56.6	415	−290	−1425	−495	−1230		
−291	−1115	−72.7	+ 23.7	−490	−1510				
−490	−1240	−74.2	− 89	−495	−1515				
−510	−1240	−81.0 *4	−323 *4						
I_r	800	850		900		850			
H_c	69	73		26		70		См. 84_q	
W	260000	280000		115000		265000			

84_q, см. также фиг. 19

Прутки*5 (33)		Метод перешейка (64)							
H	I_n	H_{max}	B_{max}	B_r	H_c	H_{max}	B_{max}	B_r	H_c
53	54	26	210	0		665	13780	8360	194
91	107	48	450	80	5.5	850	14710	8650	201
200	365	84			9	1060	15530	8800	205
295	909	100	1140	200		1380	15510	8780	210
344	998	149	2280	580	16	1675	17190	8850	210
581	1171	224	4660	2100	48	1975	17750	8840	211
870	1266	296	9080	5610	116	2260	18370	8900	212
982	1293	410	11340	7200	160	2500	18720	8900	215
1281	1346	490	12290	7800	178				

*1 Закалка при 800° (исключения 26—при 1000°, 33—при 850° и 84—при 950°). *2 Не закалена. *3 Сечение = 0.25 *см*². *4 Дальнейшие значения для H и I соответственно: −89.0, −624; −113.3, −880; −161.5, −1050; −183, −1085; −269, −1140; −505, −1240; −515, −1240. *5 Нормальное намагничение; H—интенсивность эффективного поля, исправленная на размагничивающее поле; прутки: длина—20 *см*, диаметр—0.5 *см*.

ТАБЛИЦА 13. — ЗАВИСИМОСТЬ КОЭРЦИТИВНОЙ СИЛЫ И ОСТАТОЧНОГО НАМАГНИЧЕНИЯ ОТ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ.

См. также табл. 12; состав см. в табл. 1.

Кобальтовые стали (25); см. также фиг. 19, 20, 21.

Ключ, №	C, %	Mn, %	Co, %	Ключ, №	C, %	Mn, %	Co, %	Ключ, №	C, %	Mn, %	Co, %	Cr, %
87	0.83	4.8	35	80	1.37	4.7	10	81	1.22	3.9	10	5.4
88	1.12	4.7	35	83	1.16	4.4	22	82	1.11	3.5	20	5.1
89	1.24	4.0	35	85	1.15	4.4	33	90	1.11	3.5	36	4.8
84	«K.S.»-магнитная сталь 0.4÷0.8% C, 30÷40% Co, 1.5÷3% Cr, 5÷9% W; фиг. 19, 21, таблица 12											

Закалена . .	В воде		В масле		Магнитно очень твердая			
Ключ, №	H_c	B_r	H_c	B_r	Ключ, №	H_{max}	B_r	H_c
87	132	8270	158.0	9350	90	540	8820	217.2
88	149.3	9260	156.0	9580	90	820	9210	226.0
89	149.2	9710	132.3	9720	90	1110	9310	227.1
t_q	825°		850°		875°		900°	
Ключ, №	H_c	B_r	H_c	B_r	H_c	B_r	H_c	B_r
80	70.7	3800	71.8	2650	63.3	1890	61.8	76
83	126.4	8300	130.8	8240	118.0	7860	110.5	797
85	131.2	8390	164.0	9310	160.4	8890	150.3	1224
81	110.0	8790	114.9	7760	113.2	7650	112.0	754
82	114.2	9850	155.0	9430	153.3	9270	158.8	1322
90	94.2	9530	200.1	9140	203.8	9130	207.8	1672

Квадратные прутки (15); l=20 см, сечение 1×1 см.

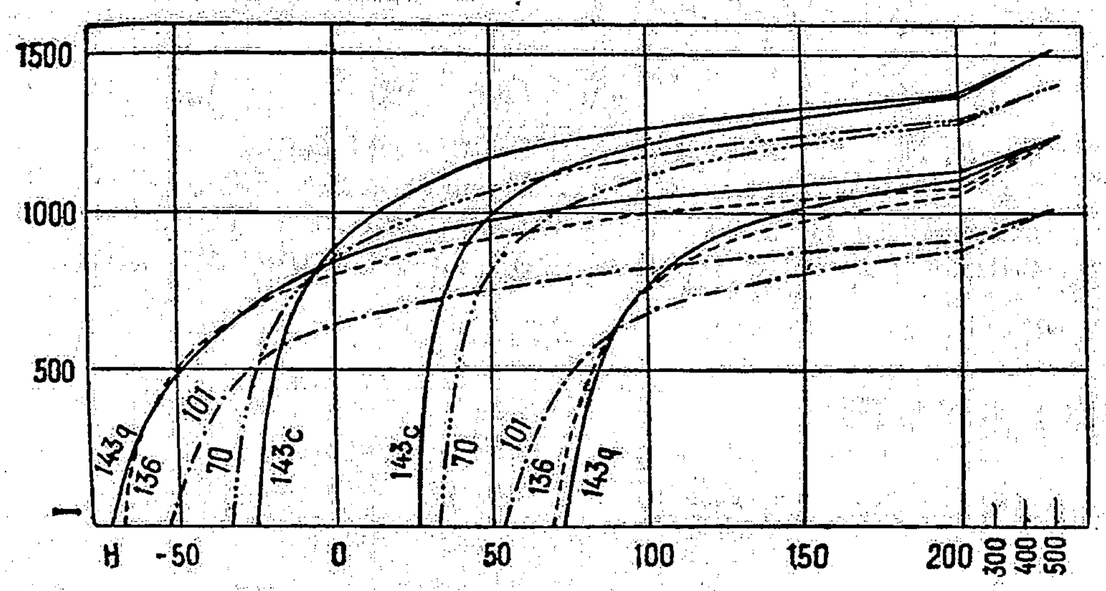
t_d	τ_d *1	H_c	I_r
42, углеродистая сталь, 0.84% C			
*2		51	422
100	3	45	415
100	10	45	396
100	16	44	397
100	24	44	390
150*3	8.5	37	363
250*4	7.5	28	310
*5 при 100°		13%	8%
*5 при 200°		41%	27%
91, 3.5% Mo, 0.51% C			
t_q=850°		60	530
92, 93, 3.4÷4.0% Mo, 1.24÷1.25% C			
*2		82.5	496
60	7	79.7	494
60	42	79.8	490
92, 93 (продолжение)			
t_q=800		82	480
		85	530
94, 3.9% Mo, 1.72% C			
*2		79	429
100	3	73	433
100	10	71	418
100	16	70	416
100	24	70	413
150*3	8.5	50	417
250*4	7.5	40	382
5* при 100°		12%	4%
5* при 200°		50%	11%
t_q=770		73	510
t_q=830		79	415
t_q=800		78	560

Ключ, №	t_q	H_c	I_r
136	850	66	510
137	830	68	500
138	800	69	540
139	850	51	460
140	850	74	530
141	830	65	550
142	1000	50	320

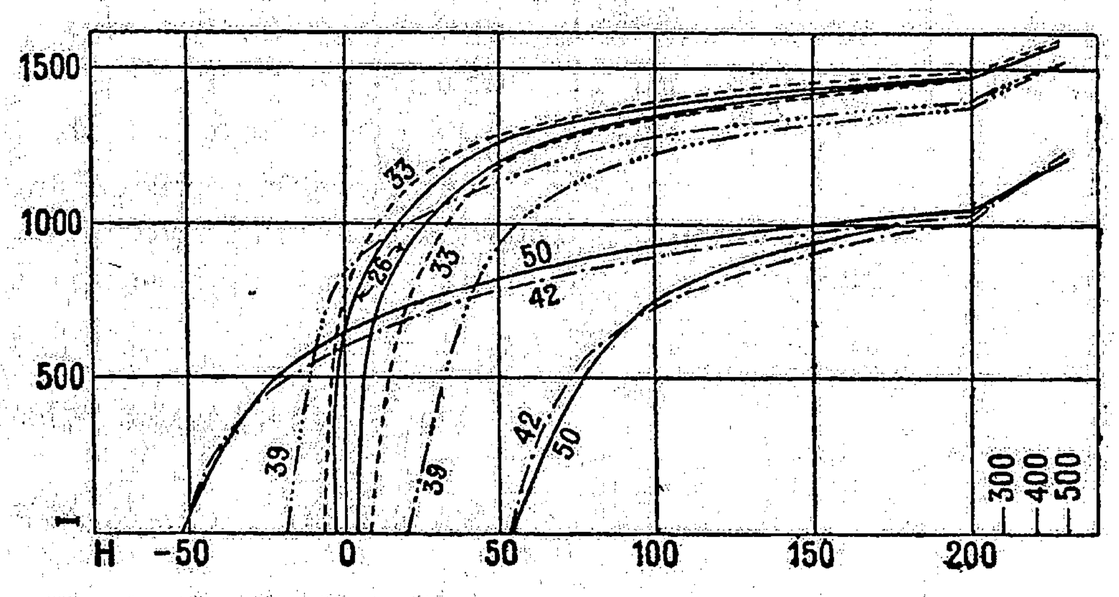
t_d	τ_d *1	H_c	I_r
143, 5.5% W, 0.59% C			
*2		69	574
100	3	65	583
100	10	63	549
100	16	62	544
100	24	61	540
150*3	8.5	46	465
250*4	7.5	37	401
*5 при 100°		12%	6%
*5 при 200°		17%	33%

t_d	τ_d *1	H_c	I_r
143 (продолжение)			
*2		70.7	561
60	7	69.7	572
60	42	69.9	564
*2		70.7	579
60	52	69.6	579
t_q=770		72	560
		74	560
*6		73	550
*7		78	540
144, 7.7% W, 1.96% C			
*2		79.8	336
60	7	78.3	340
60	42	79.0	339
Не закалена		45	350
t_q=800		85	370

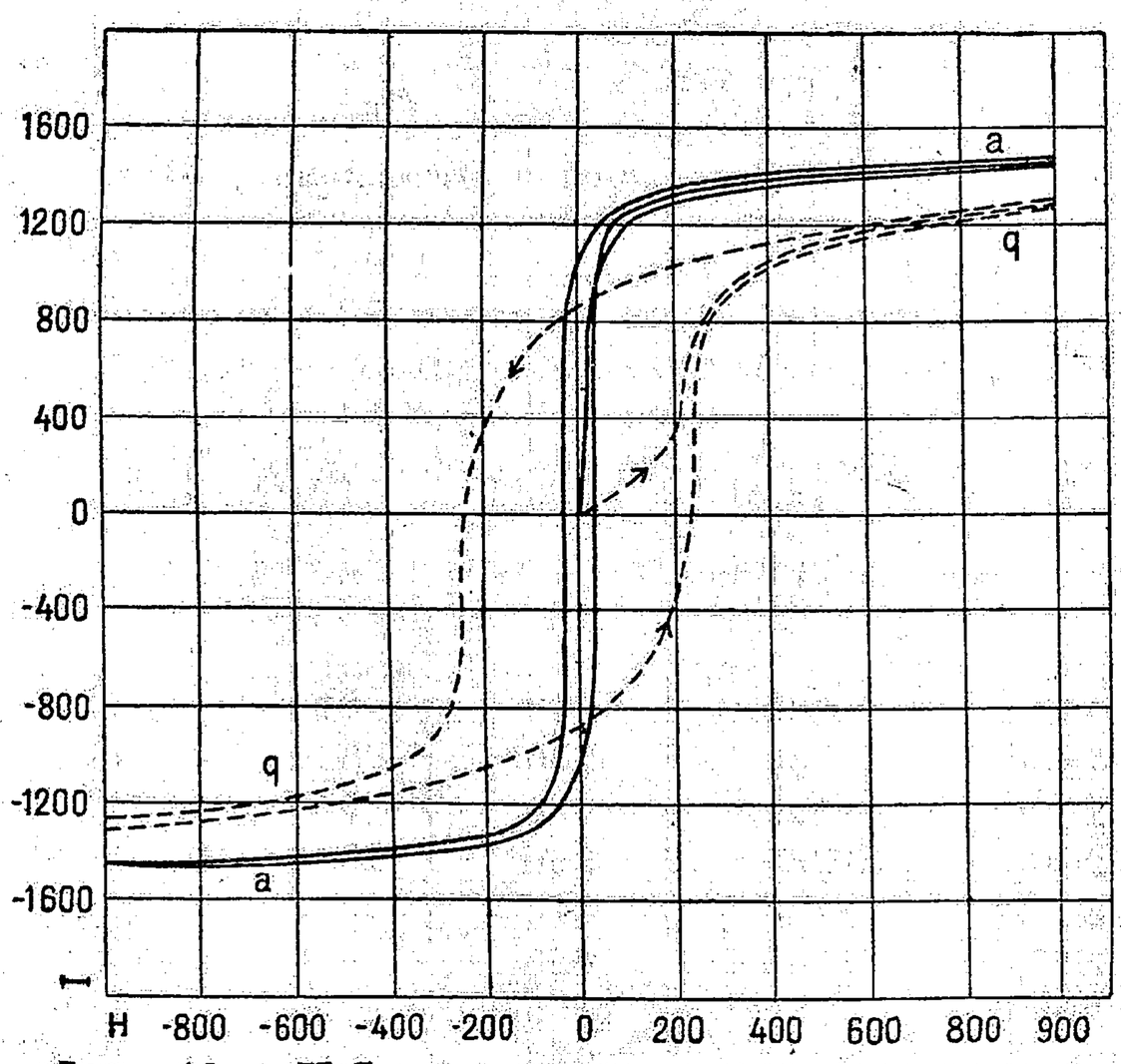
*1 В часах. *2 Без отпуска. *3 В дополнение к 24 час. при 100°. *4 В дополнение к 24 час. при 100° и 8.5 час. при 150°. *5 Полные потери. *6 Закалка в H_2O; 740° < t_q < 825°; в этом интервале действительная температура несущественна. *7 Закалка в Hg.



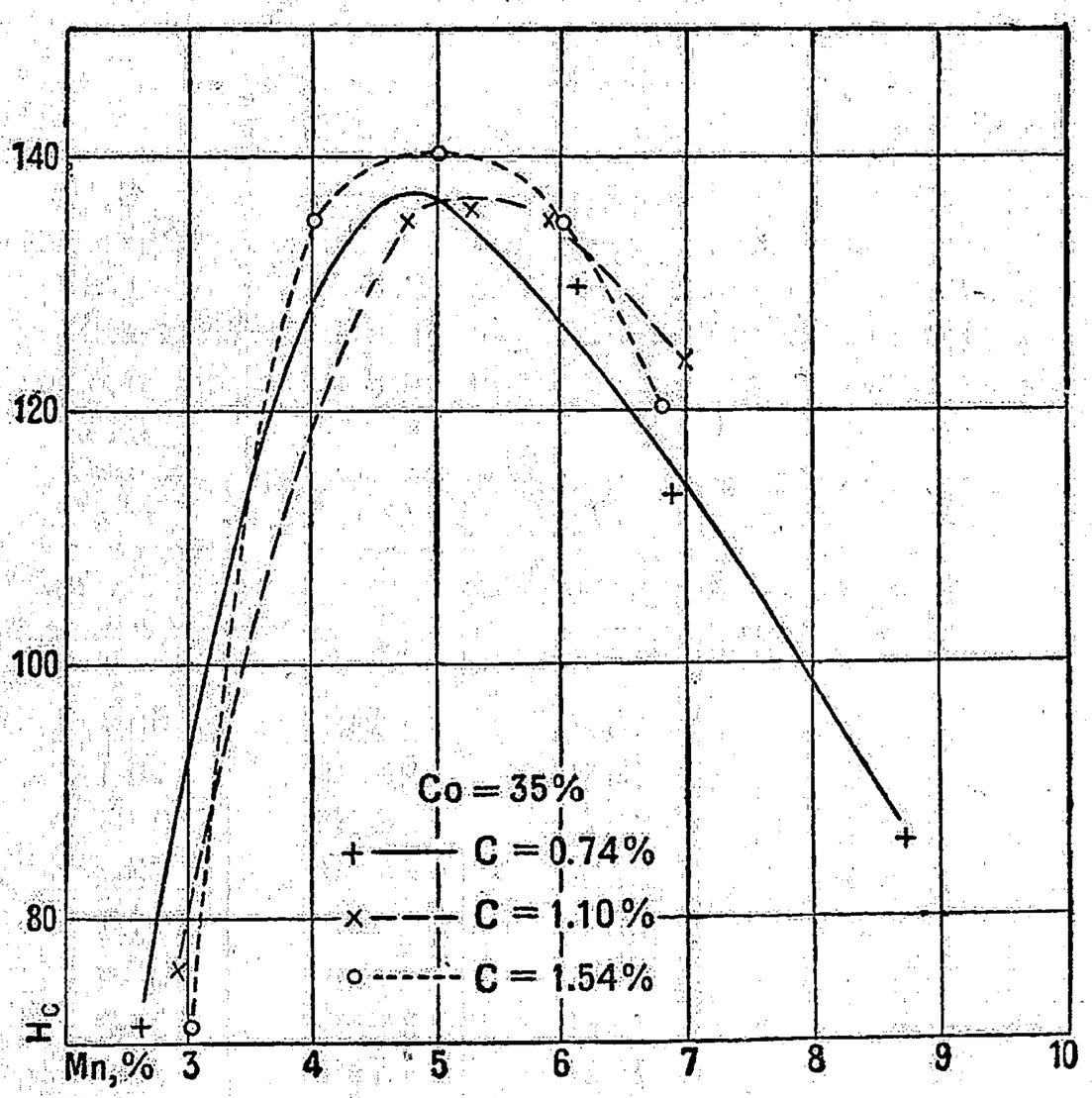
Фиг. 17. Углеродистые магнитные стали: циклическое намагничение (15). Данные—из табл. 12; на кривых указаны номера ключей (табл. 1).



Фиг. 18. Специальные магнитные стали: циклическое намагничение (15). Данные—из табл. 12; на кривых указаны номера ключей (табл. 1).



Фиг. 19. «K.S.»-магнитная сталь: циклическое намагничение (33). Номер ключа 84 (табл. 1); a—отожжена; q—закалена при 950°, ср. табл. 12.



Фиг. 20. Кобальтовые стали: влияние Mn на коэрцитивную силу (25).

ТАБЛИЦА 14.—ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СОТРЯСЕНИЙ (15).

Квадратные прутки, длиной 20 *см*, сторона сечения = S *мм*; без отпуска. Прутки бросались на плиты из твердого песчаника попеременно то в вертикальном положении—с высоты 85 *см*, то в горизонтальном—с высоты 30 *см*. Начальное намагничение (до бросания) = I_r(max.). Когда после N-кратного бросания дальнейшее бросание не производит изменения в I, получаем состояние равновесия I_e. Прутки, отпущенные при 100 или 200°, показывали незначительное изменение в Δ и N, где $\Delta = 1 - I_e/I_r$ (max.); состав см. в табл. 1.

Ключ, №	S	H_c	I_r (max.)	100Δ	N
26	10	3	27	> 83	> 75
33	10	11	117	> 45	> 95
39	10	23	210	23	30
42	10	54	398	3.2	15
46	10	54	386	3.4	20
50	10	58	451	4.8	20
53	8.5	59	358	3.5	15
54	8.5	60	366	5.5	20
58	8.5	46	274	8.5	20
84*1			854	6.3	850*1
92	10	85	520	3.2	10
94	10	73	448	2.9	10
140	10	74	580	3.0	20
143	10	72	570	6.0	45
143	10	73	560	5.0	50
143	8.5	94	680	2.6	10
144	10	86	390	1.5	5

*1 Падение на бетон; равновесия не получено для $N = 200$; см. фиг. 22.

ТАБЛИЦА 15.—ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ (15).

Прутки вначале намагничены до I_r (max.); H—требуемое поле для уменьшения намагничения до $I = 0.90 I_r$(max.); состав см. в табл. 1.

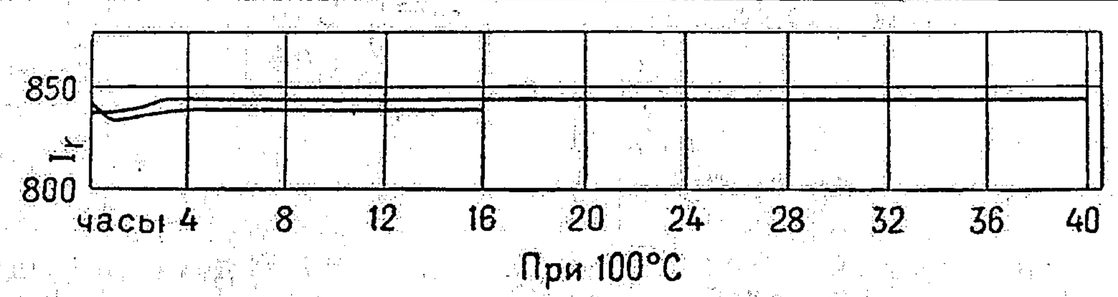
Ключ, № .	39	93*1	143*1	143*2	144*1
H_c	21	80	70	71	78
H	3.5	21.0	13.5	13.0	27.5

*1 Отпущенные при 60°. *2 Не отпущенные.

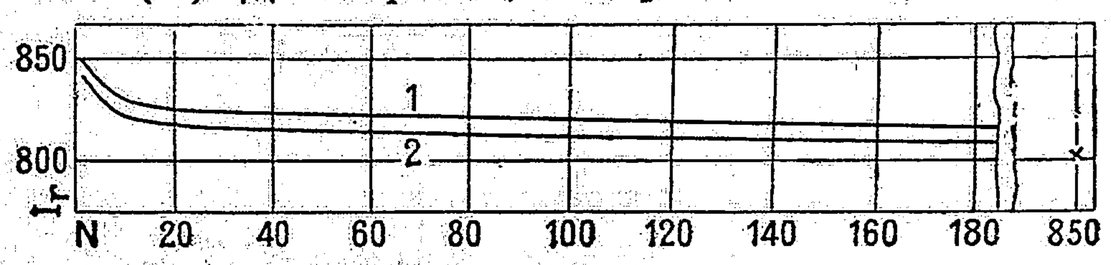
ТАБЛИЦА 16.—ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ.

Квадратные прутки: длина—20 *см*, сторона сечения—1 *см*, $I = 0.90 I_r$(max.); состав см. в табл. 1.

84	«K.S.»-магн. сталь (33), $dI/dt = 0.00021I$, $28° < t < 100°$
91÷94	Молибденовая сталь (15), $dI/dt = 0.0003I$
143	Вольфрамовая сталь (15) $dI/dt = 0.0002I$



Фиг. 21. «K.S.»-магнитная сталь: старение при 100° (33). Два образца; номер ключа 84 (табл. 1).



Фиг. 22. «K.S.»-магнитная сталь: влияние механических сотрясений (33). Номер ключа 84 (табл. 1). N—число падений; высота падений = 100 *см*; бросания на деревянный пол (1), бетонный пол (2).

СПЛАВЫ ЖЕЛЕЗА (СТАЛИ).

ТАБЛИЦА 17.—МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА.

Об углеродистом железе см. табл. 2÷16.

Al, алюминиевая сталь (23). Растворенный C увеличивает H_c; прибавление Al противодействует этому эффекту. Материал отожжен в вакууме и медленно охлажден; исключения каждый раз указаны; $d_{red.} = 7.865 - 0.117p$, $p < 54$; $\varrho = 9.9 + 11p$, $p < 4$; $\varrho \cong 100$, если $p = 10$; $4\pi I_{\infty red.} = 21640 - 570p$, $p < 10$; $1000a = 0.35$, если $p = 10$.

Примесь	H_c		Примесь		H_c		
C, %	Растворен	Цементит	C, %	Al, %	До отжига	Отожжено	Закалено
0.12	20	1.60	0.12	0.52	1.20	1.04	11.7
0.13	21	1.68	0.13	3.19	1.08	0.97	3.8
0.15	23	1.83	0.15	5.66	1.77	1.60	2.6
0.10	18	1.45	0.10	10.52	0.90	0.84	1.3

Ключ, №	$77a$*1	$77a$*2	$78a$*1	$78a$*2	$79a$*1	$79a$*2	$79a$*3	$79a$*2, 3
H	μ_n, нормальная проницаемость							
0.25	1600	1600	680	1280	800	240	800	720
0.5	1800	2500	760	1800	860	260	840	840
0.7	2270	3600	830	2270	1130	320	930	1010
1.0	2450	5000	930	2860	1230	360	1000	1200
1.5	2600	5600	1070	3580	1270	410	1010	1290
2.5	2480	4420	1260	3150	1140	620	910	1240
5	1870	2600	1180	2090	880	1160	720	960
10	1240	1380	890	1270	640	950	530	680
20	710	730	590	690	435	580	365	445
50	315	310	275	300	240	270	210	229
100	169.7	164.2	152.2	160.0	138.8	146.2	129.3	131.0

Ключ, №	$77a^{*1}$	$77a^{*2}$	$78a^{*1}$	$78a^{*2}$	$79a^{*1}$	$79a^{*2}$	$79a^{*3}$	$79a^{*2,3}$
H	μ_n, нормальная проницаемость							
150	118.5	114.8	106.2	111.1	98.9	101.8	93.1	92.8
300	63.3		58.3		50.7			
500	39.7		36.8		31.2			
1000	20.8		19.07		16.16			
2000	11.00		10.06		8.62			
3000	7.68		7.05		6.10			
4000	6.01		5.54		4.84			
4500	5.47		5.02		4.42			
	B, циклическая индукция							
150	17770	17220	15930	16670	14830	15270	13960	13920
100	17000	16460	15230	16000	13910	14690	12970	13110
50	15880	15580	13950	15080	11970	13570	10620	11530
25	14940	15020	12920	14400	9730	12440	8220	9740
10	13430	14520	10490	13170	6780	10980	5700	7350
5	11250	14150	8620	11870	5170	10000	4300	5670
2.5	9070	13630	7170	10300	3960	9230	3260	4320
+ 1	7050	12920	5900	8700	2020	8560	2430	3370
0	4900	11700	4700	6900	2150	7940	1680	2350
− 0.5	2920	10270	3870	5300	1360	7580	1020	1500
− 0.75	+ 1350	+ 6800	3360	3720	800	7350	+ 600	830
− 1.0	− 1100	− 800	2820	+ 950	+ 100	7120	− 30	+ 60
− 1.5	− 3300	− 7050	+ 1520	− 2350	− 1020	6530	− 880	− 1230
− 2.5	− 5870	−10720	− 1520	− 5950	− 2520	+ 4760	− 1960	− 2730
− 5	− 9100	−12800	− 5470	− 9530	− 4300	− 3360	− 3440	− 4670
− 10	−12200	−13570	− 8840	−12200	− 6300	− 9230	− 5170	− 6730
− 20	−14250	−14400	−11700	−13700	− 8700	−11470	− 7280	− 8880
− 50	−15680	−15500	−13830	−14970	−11900	−13440	−10500	−11450
−100	−16970	−16420	−15220	−16000	−13880	−14620	−12930	−13100
−150	−17770	−17220	−15930	−16670	−14830	−15270	−13960	−13920
B_r	4900	11700	4700	6900	2150	7940	1680	2350
H_c	0.91	0.96	1.99	1.08	1.10	4.19	0.84	0.90
μ_n(max.)	2610	5600	1260	3580	1430	1160	1010	1300
μ_0	213		196		234			
$4\pi I_{\infty\text{набл.}}$	20100		18150		15540			
$4\pi I_{\infty\text{red.}}$	20340		18460		15750			
$1000\eta_{max}$	1.30	1.52	1.98	1.50	0.87	3.44		
ϱ_{20}	35.43		64.33		98.03			
$1000\alpha_{\text{red.}}$	1.52		0.67		0.32			
$d_{\text{red.}}$	7.623		7.208		6.860			

*1 Пруток отожжен при 800°. *2 Лист в 0.5 *мм* отожжен при 800°. *3 Отожжено при 1100°.

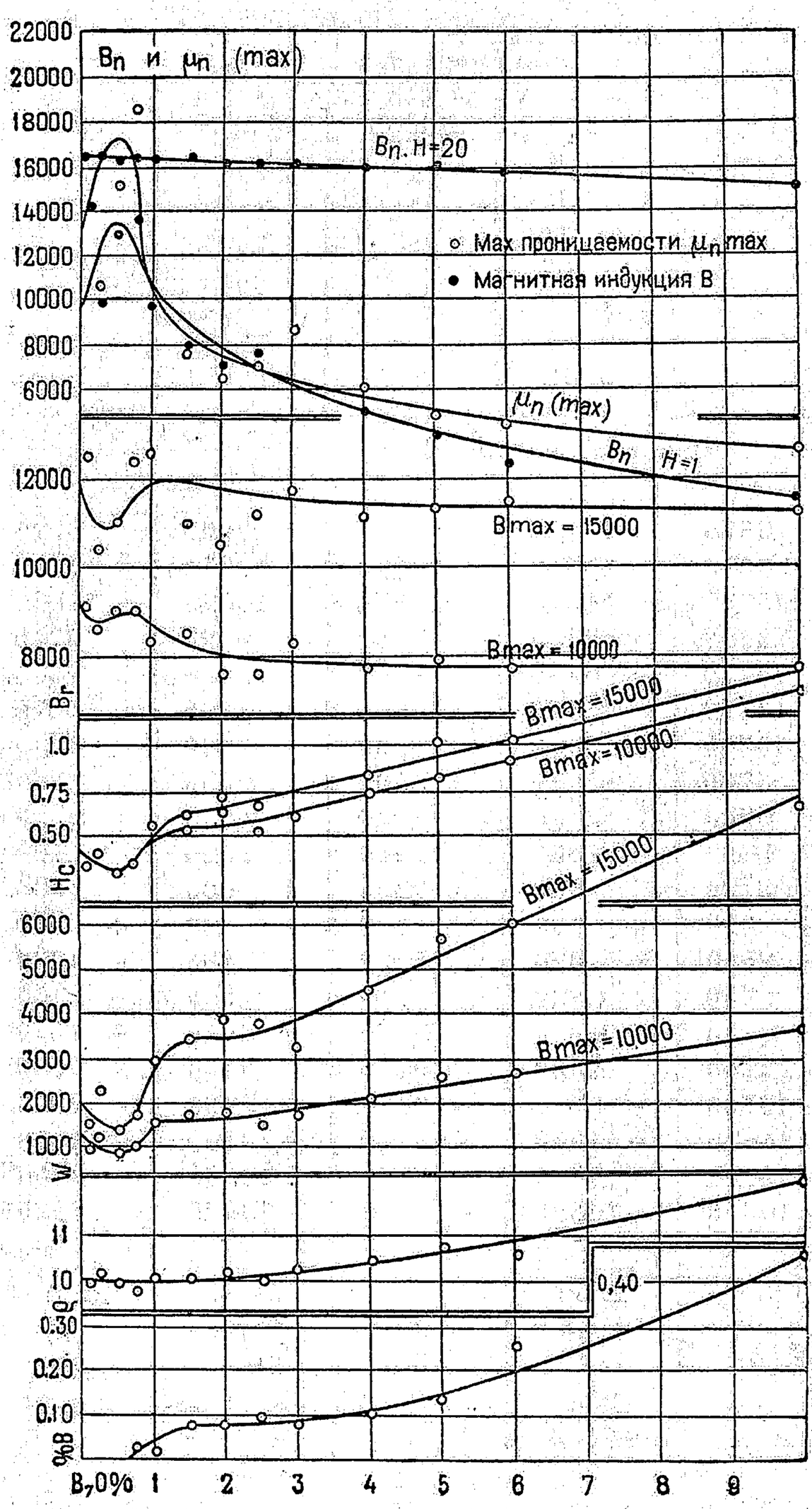
B, бористая сталь (91). Прибавление малого количества B улучшает сталь благодаря восстановлению FeO; большее количество имеет нежелательное действие; B прибавлен в виде плавня в форме B_7O, содержащего 20.3% B; см. фиг. 23.

Co, феррокобальт. Fe_2Co более магнитен, чем Fe (см. табл. 4); см. также следующую таблицу и фиг. 24, 25, стр. 130 и табл. 13 (80÷90).

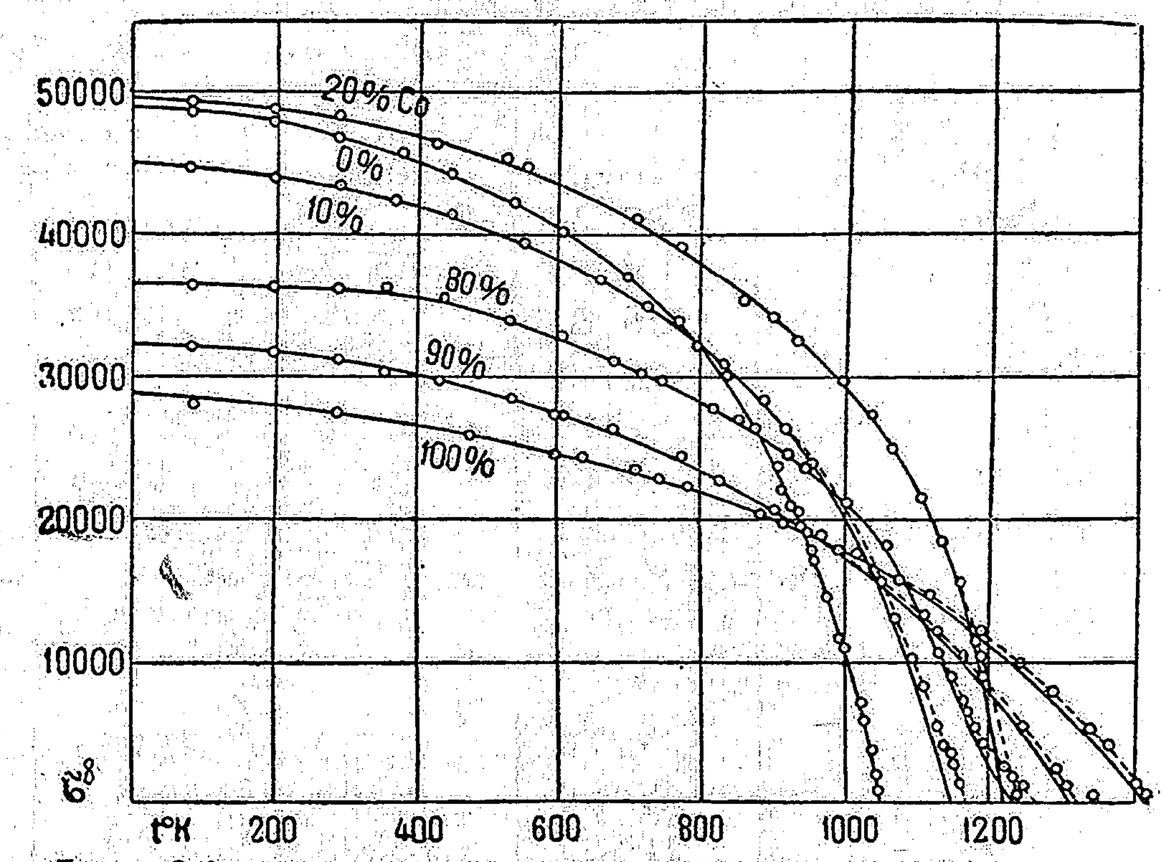
79*a*. Электролитическое Fe и чистый Co фирмы Merck переплавлены в водороде, в электрической печи (с сопротивлением) и в тигле из магнезии. I было измерено в пределах $-188 \div 1400°$, $H = 8800 \div 13500$ гаусс; экстраполяцией кривой (σ^2, H^{-1}) получена σ_∞; σ исправлена на расширение (53).

Co, %	d_{20}	σ_∞ *1	θ	Co, %	d_{20}	σ_∞ *1	θ
0	7.854	221	774	59.8	8.29	211	989
9.72	7.66	212	873	69.0	8.41	203	990
19.2	7.93	222	945	79.1	8.55	191	957
28.2	8.01	233	986	89.3	8.70	179	1037
38.1	8.09	233	995	100	8.87	168	1140
48.2	8.17	224	997				

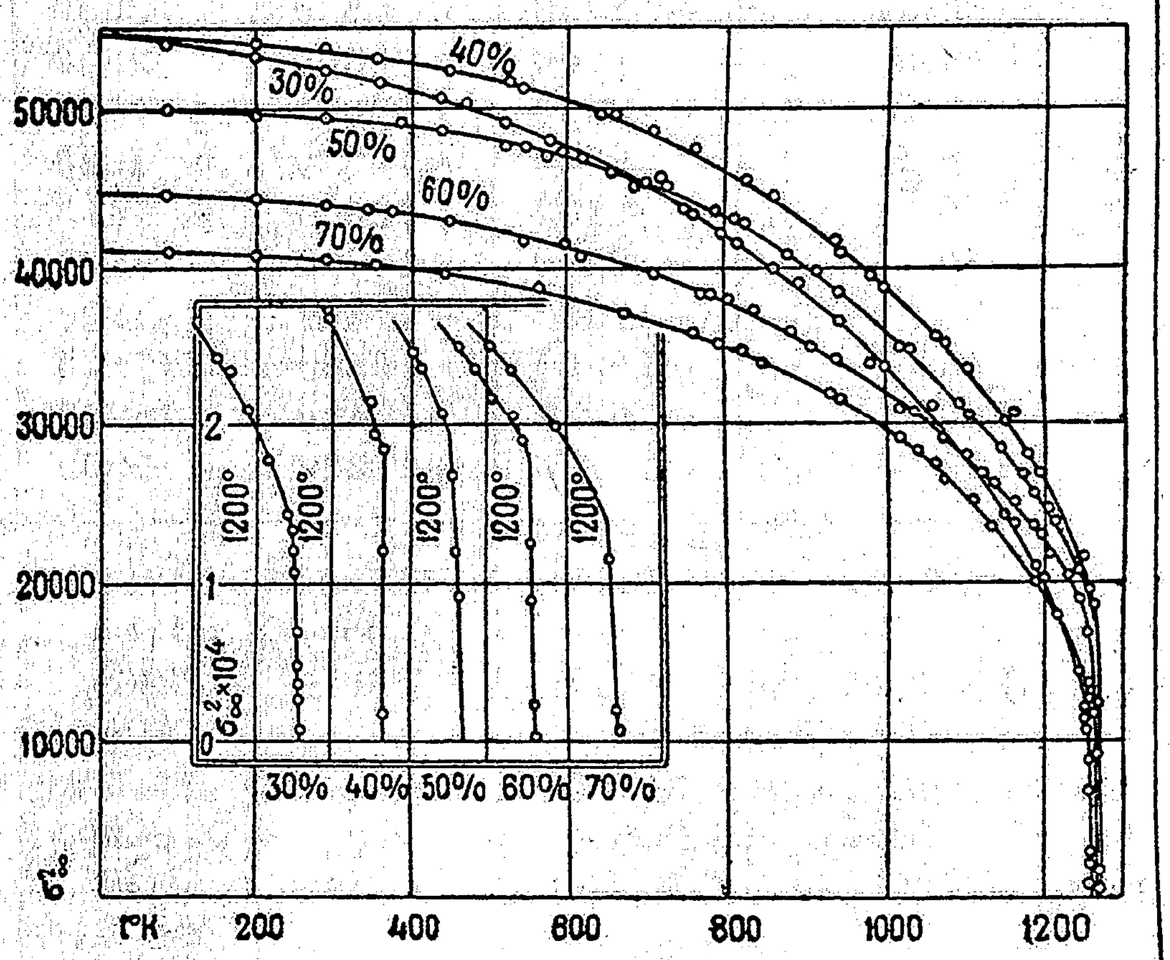
*1 Для $H = \infty$, $t = -188°$ (53).



Фиг. 23. Бористые стали (91). В самой нижней части диаграммы «% B» — действительный % B, определенный при химическом анализе результирующего сплава; ϱ дано в $\mu\Omega$-*см*; другие количества—в cgsm.



Фиг. 24. Феррокобальт (Fe-Co): зависимость намагничения от абсолютной температуры (53); см. также фиг. 25.



Фиг. 25. Феррокобальт (Fe-Co): зависимость намагничения от абсолютной температуры (53); см. также фиг. 24.

86*II*, Феррокобальт, 34% Co; главным образом Fe_2Co (23).

Нормальная проницаемость				Циклическая индукция			
H	μ_n	*H*	μ_n	*H*	*B*	*H*	*B*
2.5	1580	150	149.7	± 150	± 22450	− 1.5	+ 5730
5	1530	300	79.0	+ 100	+ 21220	− 2.5	+ 1650
7.5	1320	500	48.2	50	18640	− 5	− 7000
10	1147	1000	24.6	25	16220	− 10	−11470
20	724	2000	12.8	5	11800	− 20	−14480
50	366	3000	8.88	0	8230	− 50	−18300
75	266.1	4000	6.92	− 0.5	7600	− 75	−19960
100	211.0			− 1.0	6800	−100	−21100
μ_n(max.) . . .	1650	$4\pi I_\infty$	23680	B_r	8230	H_c	2.72
ϱ_{20}	11.48	1000α	2.2				

Cr, хромистое железо (45); материал от Armstrong, Whitworth & Co.

Нормальная интенсивность намагничения (I_n).

Cr, % \ H	Отожжено при 900°*1					Закалено при 900°*1				
	10	40	60	100	150	10	40	60	100	150
1	460	844	940	1040	1117	60	588	796	960	1076
	480	878	978	1082	1159	40	504	762	944	1060
4.05	160	892	980	1078	1142	38	317	630	840	945
	125	878	970	1088	1158	24	270	590	820	935
8	88	790	888	984	1060	18	130	304	600	744
	78	778	878	980	1070	17	120	286	580	724
12	80	765	850	936	1008	20	112	235	485	653
	70	750	840	932	1018	13	100	210	470	638
16	70	635	710	780	850	17	84	162	360	508
	55	608	695	784	865	12	76	145	340	492
20	122	636	700	774	820	12	50	110	276	404
	106	625	698	782	832	12	42	98	258	390

	I_r, остаточное намагничение*2						H_c, коэрцитивная сила					
Cr, %	1	4.05	8	12	16	20	1	4.05	8	12	16	20
A*3	400	500	660	510	490	440	5	21	20	19	17	15
Q*3	660	600	580	435	340	320	28	39	46	54	56	44

*1 Для каждого % Cr первая строка соответствует 15°, вторая строка соответствует −190°. *2 Для циклического намагничения $H_{max}=150$ гаусс, комнатная температура. *3 A—отожжено при 900°; Q—закалено при 900°.

Cu, железо-медные сплавы. Сплав A ([9]): электролитические Fe и Cu переплавлены в тигле из магнезии; отжиг при 675°; B_n меньше, если сплав отожжен при 1000° или закален при 900°. Сплав B ([61]): электролитическая Cu переплавлена с железом, содержащим 0.08% C, 0.01% Si, 0.06% Mn, 0.01% P, 0.01% S, 0.03% Cu; фарфоровый тигель, атмосфера N. Температура Кюри (θ) и температуры, при которых происходят превращения $\gamma-\beta$ и $\delta-\gamma$, показаны в таблице.

Сплав A (комнатная температура)					Сплав B			
H	10	20	50	100	Fe, %	Нагревание	Охлаждение	
Cu, %	B_n, нормальная индукция					θ,°C	$\gamma-\beta$,°C	$\delta-\gamma$,°C
0.00	10000	15900	17700	18800	3	760		
0.09	5700	13200	16800	18300	5	763		
0.20	5700	13200	16800	18300	10	759		
0.42	10900	14900	17100	18500	20	763	795	
0.80	6300	14000	16900	18500	30	764	795	
1.01	6300	13200	16500	18000	40	764	798	
1.51	4300	12600	16600	18200	50	766	803	
2.00	5000	12600	16400	18200	60	766	804	
3.99	5700	12900	16300	18000	70	766	804	
5.07	4300	12300	16100	17600	96	763	810	1462
6.16	4300	12000	15500	17400	98	763	826	1439
7.05	3000	10400	15400	17200	99	764	844	1432
94.34	0	0	200	50	100	773	875	1420

Mn, марганцевая сталь ([23]). Свойства сложны. Закаленные сплавы более магнитны (μ_n больше), чем охлажденные медленно; для первых H_c достигает 60, для последних 130 гаусс. Если $12 < p < 14$, сплав практически немагнитен при комнатной температуре до тех пор, пока его не охладят в жидком воздухе; тогда он становится магнитным. Если $p > 14$, сплав немагнитен при комнатной температуре даже после охлаждения в жидком воздухе. Если $p < 8$, $d_{20} = 7.873 - 0.008p$; если $p = 8 \div 10$, d увеличивается внезапно на 1.6%; если $p > 10$, d уменьшается менее быстро, чем указано уравнением. Если $p < 4$, $\varrho = 10 + 5p$; если $p = 5.74$, $\varrho = 36$; если $p = 7.81$, $\varrho = 45$; если $10 < p < 16$, $\varrho = 50.6 + 0.7(p - 10)$. После закалки при 800° $4\pi I_\infty = 21425 - 210p$, если $p < 7.8$; если $7.8 < p < 15$, $4\pi I_\infty = 19800 - 2830(p - 7.8)$; если $p = 15$, $4\pi I_\infty$ — практически нуль; см. также стр. 130, табл. 12 и 13 (70, 80÷90) и фиг. 20.

Ключ, № . .	71_q	72_q	73_q	74_q	75_q	76_q	75_a	76_q	76_q
	Закалка при 800°						$t_a = 800°$	$t_q = 660°$	*1
H	μ_n, нормальная проницаемость								
5	80	80	76	56	22	6.0	15	1.6 *2	2.0 *2
10	90	90	88	60	24	7.0	16.5	2.0 *2	3.0 *2
20	125	123	113	63.5	25	7.0	18	2.3 *2	5.5 *2
50	230.0	220.0	205.0	110.6	29.0	7.6	20.4	3.10 *2	10.8 *2
100	150.6	146.5	139.8	102.0	38.5	8.4	22.0	3.45 *2	15.1 *2
150	111.3	108.9	104.5	79.1	35.5	8.7	21.4	3.60	14.9
300	62.7	62.3	60.2	46.8	24.13	7.30	15.80	3.33	11.23
500		39.40	38.44	30.80	17.12	6.04	11.80		
1000		20.94	20.48	16.88	10.14	4.27	7.37		
2000		11.11	10.88	9.26	6.09	3.015	4.59		
3000		7.760	7.603	6.590	4.533	2.477	3.527		
4000		6.070	5.955	5.225	3.712	2.168	2.965		
5000		5.054	4.964	4.396	3.210	1.966	2.612		
6000		4.375	4 302	3.832	2.860	1.820			
6500		4.112	4.048	3.616	2.725	1.759			
	B, циклическая индукция								
300	18880	18680	18050	14030	7240	2200	4740	1000	3370
200	17810	17540	16900	13000	6650	1840	4230	800	2950
150	16970	16600	15940	12300	6220	1600	3880	680	2680
100	15720	15220	14530	11380	5690	1320	3490	545	2350
50	13640	13100	12500	10130	5070	1030	3000	400	1960
25	12100	11500	10870	9200	4660	840	2720	325	1720
10	10900	10260	9560	8500	4400	750	2550	270	1550
+ 5	10380	9700	9100	8230	4280	700	2480	255	1490
0	9700	9050	8600	7900	4150	660	2400	230	1430
− 5	)0	8380	8000	7500	4020	620	2270	215	1360
− 10	8170	7500	7300	7080	3880	580	2100	195	1290
− 20	+ 5750	+ 5000	+ 5100	6100	3550	475	1740	150	1140
− 30	− 2500	− 3550	− 1400	+ 4600	3150	360	1380	+ 100	960
− 50	−11360	−11000	−10250	− 3000	+2100	+ 80	+ 600	− 5	+ 450
− 75	−13850	−13400	−12600	− 8340	−1500	− 380	− 540	− 160	− 600
−100	−15060	−14650	−13980	−10200	−3670	− 720	−1770	− 305	−1380
−150	−16700	−16340	−15680	−11860	−5330	−1260	−3150	− 540	−2240
−200	−17680	−17430	−16800	−12880	−6200	−1660	−3900	− 710	−2720
−300	−18880	−18680	−18050	−14030	−7240	−2200	−4740	−1000	−3370
B_r	9700	9050	8600	7900	4150	660	2400	230	1430
H_c	24.0	23.0	24.9	39.4	58.5	53.6	65.2	48.0	60.7
$B_r H_c/1000$.	233	208	214	311	243	35	156	11	87
μ_n(max.) . .	235	226	205	116	40	9.0	22	3.6	15.2
μ_0 *3		73	63	32.5	10				
$4\pi I_\infty$набл. .		20280	19850	17110	11360	5200	8500		
$4\pi I_\infty$red. . .		20570	20270	17750	11700	5350			
ϱ_{20}	24.63	30.38	35.37	45.42	51.83	53.41	50.84		
$1000\alpha_{red.}$ *4 .	3.03	2.67	2.38	2.06	2.00	1.86	2.00		
$d_{red.}$ *4 . . .	7.8566	7.8550	7.8438	7.8451	7.9708	7.9826			

*1 Предварительное охлаждение −78°. *2 Выведено из петли кривой гистерезиса. *3 До отжига. *4 После медленного охлаждения.

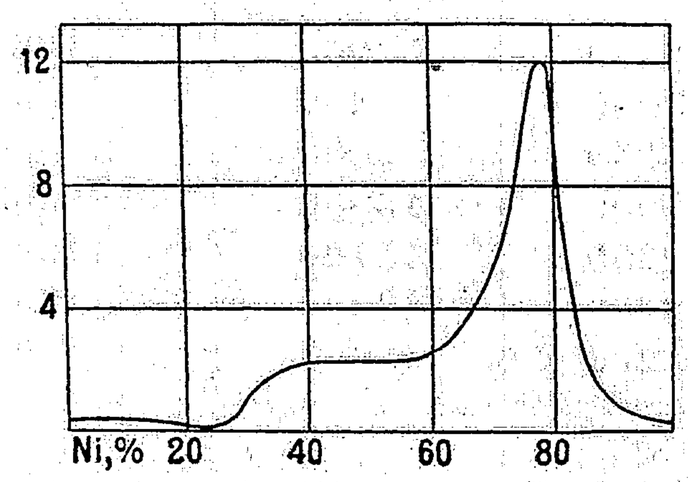
Mo, молибденовая сталь. См. табл. 13—16; 91÷94.

Ni, ферроникель. См. также табл. 12, **101.** Начальная проницаемость (H очень мало) ферроникеля, содержащего 30÷90% Ni, больше, чем у чистого железа; она имеет очень заметный максимум вблизи 78.5% Ni. См. фиг. 26. Для пермаллоя см. стр. 141.

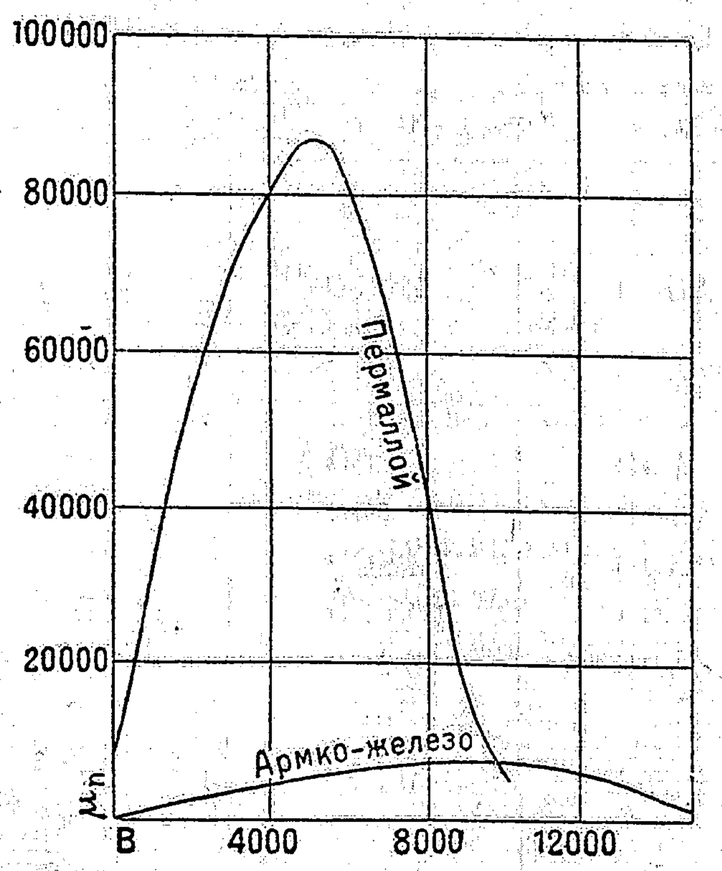
95. В высокочастотной электрической индукционной печи чистый Ni и электролитическое Fe были переплавлены в вакууме. Ni, фирмы Mond, содержал 99.89% Ni, 0.004% Cu, 0.053% Fe, 0.045% C, следы S и 0.008% SiO_2. θ_β—точка Кюри, соответствующая превращению в состояние β; θ_w определяется из $\chi(T-\theta_w) =$ = Const (см. точку Кюри, стр. 114), материал находится в γ-состоянии (куб с центрированными гранями); и θ_f—температура превращения $\alpha-\gamma$, определенная ферромагнитным методом (51).

$t°$	+16	−79	−188	−273*1	θ_β	θ_w	θ_f
Ni, %	σ_∞						
0	217.4	219.7	221.1	221.5	771	−5500	
1.4	217.6	220.0	221.4	221.9	766	−3380	
3.5	218.4	221.3	223.0	223.5			
5.05	218.5	221.3	223.5	224.0	752	−2870	
6.9	218.1	221.8	223.6	224.2			
11.3	216.2	220.0	222.3	223.0		−1240	
15.9	213.7	217.9	221.4	221.8		− 646	
19.0	211.0	215.6	219.4	220.1		− 252	
25.2	200.9	207.1	211.1	212.1		− 12	
25.5	199.7	206.2	210.0	211.0			
29.7	185.3	191.3	197.0	198.7		+ 162	+120
31.3	179.6	186.9	192.4	194.1			
31.8	177.8	185.2	191.5	193.3		197	160
33.3	150.6	166.2	178.0	181.6			
33.8	148.1	164.2	176.7	180.2			
35.3	128.1	151.7	170.2	178.4		299	261
37.0	138.1	158.5	173.2	177.3		312	285
39.0	148.3	164.7	175.6	177.7		355	317
40.8	151.1	165.8	175.9	177.9		380	321
42.0	157.0	168.4	175.4	176.5		410	346
43.5	157.2	167.5	172.8	174.3		433	403
49.6	153.8	159.0	163.1	164.0		522	506
51.0	151.7	157.0	161.0	161.7			
57.7	141.8	145.3	147.8	149.0		600	590
67.0	127.5	129.9	131.9	132.3		622	612
80.2	99.7	101.3	102.1	102.4		599	576
87.7	82.9	84.3	85.0	85.4		539	511
100	55.1	56.8	58.1	58.4		382.0	360
100 *2	55.1	56.9	57.8	58.0			

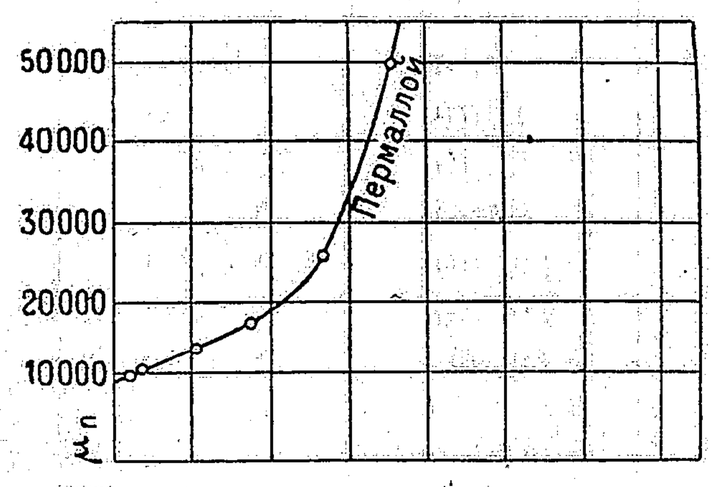
*1 Экстраполировано. *2 Ni фирмы Merck.

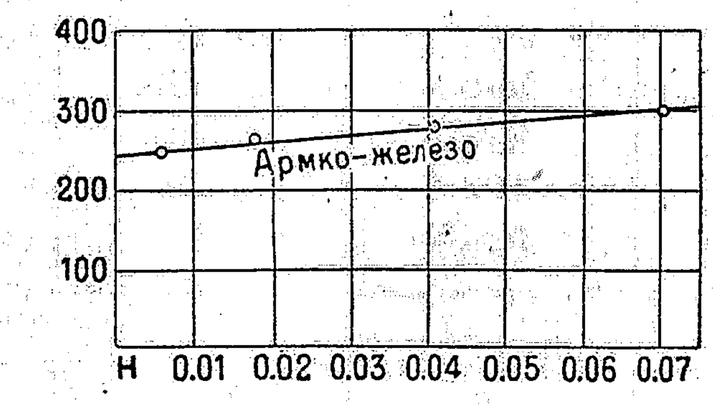


Фиг. 26. Ферроникель (Fe-Ni): зависимость начальной проницаемости (μ_0) от содержания Ni (4).

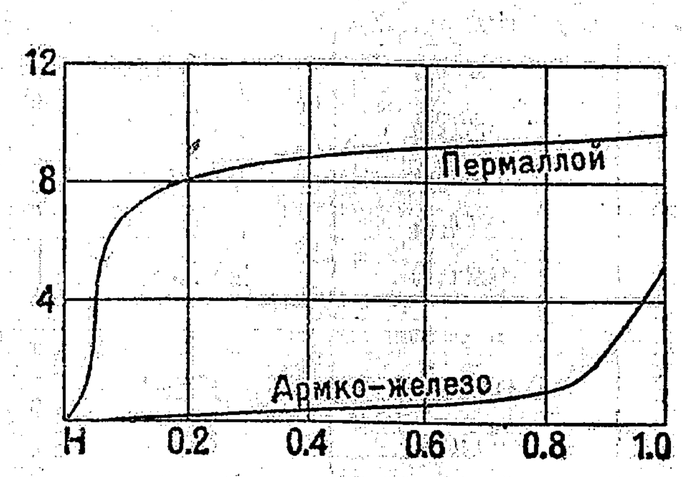


Фиг. 27. Пермаллой (130): нормальная проницаемость (4); ср. фиг. 28.



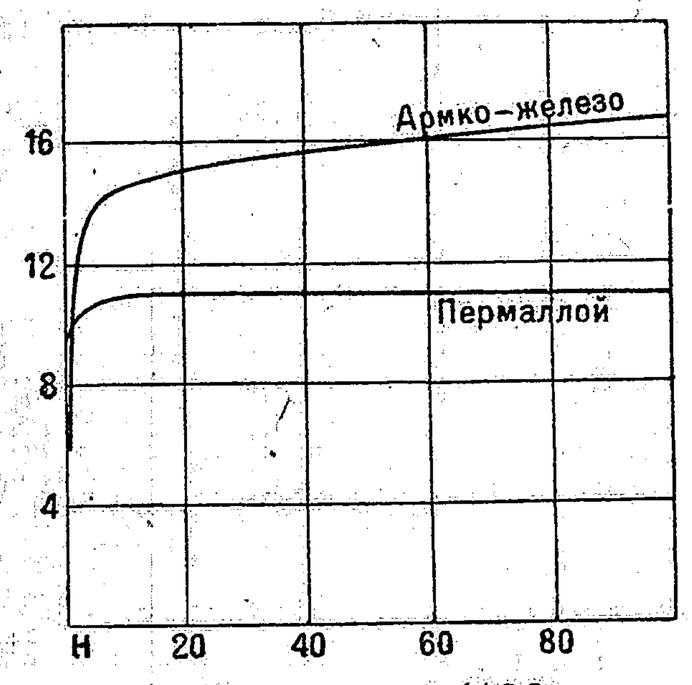


Фиг. 28. Пермаллой (130): нормальная проницаемость (4); ср. фиг. 27.



Фиг. 29. Пермаллой (130): нормальная индукция (4); см. также фиг. 30, 31.

Фиг. 30. Пермаллой (130): нормальная индукция (4); см. также фиг. 29, 31.



Фиг. 31. Пермаллой (130): нормальная индукция (4); см. также фиг. 29, 30.

На ординатах фиг. 29, 30, 31 даны $B_n \times 10^{-3}$. На ординате фиг. 26 дано $\mu_0 \times 10^{-3}$.

Электролитическое Fe и электролитический Ni были переплавлены в тигле из магнезии при давлении 1÷2 *мм* Hg. Fe и Ni содержали следующие примеси (сл.—только следы):

	C	S	Si	Mn	P	Cu	Al	Ni	Fe	
Fe	0.014	0.003	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	0.005		99.978	%
Ni	0.030	0.006	0.040	Сл.	0.001			99.673	0.250	%

Были изучены эти сплавы и другие, приготовленные из них добавлением известных количеств одного или нескольких элементов (Al, Mn, Si и Ti). Все были отожжены при 900÷1000° и медленно охлаждены (24 часа) (93). В следующих таблицах Ni содержит 0.327% примесей, указанных выше.

Ключ, № . . .	96	99	102	104	106	109	112
Ni, %	0.50	1.96	3.85	5.68	7.33	9.61	11.10
H	B_n, нормальная индукция						
0.2	600	200	100	200	100		
0.4	3400	600	200	600	300		100
1.0	13600	7200	1600	4500	1200	300	300
4.0	15700	13400	13200	11000	7600	3400	2900
20.0	16500	16700	16400	14500	16200	13000	13300
100.0	18300	18600	18600	16700	19100	18700	19100
400.0	21200	21600	21800	19100	21600	21000	21500
Отожжено при	920°	940°	902°	923°	1064°	920°	923°
μ_n (max.) . . .	18200	8200	4350	4500	2130	810	855
B_μ *1	10000	10000	10000	3220	5000	10000	8900
W *2	1175	1900	3300	2440	4225	9270	9450
H_c *2	0.39	0.65	1.10	0.80	1.45	3.30	3.70

Ключ, № . . .	115	117	123	125	127	128	129
Ni, %	15.87	21.03	38.92	54.08	57.99	66.96	75.80
H	B_n, нормальная индукция						
0.2			300	3600	2600	200	100
0.4			1000	7300	3600	400	700
1.0	200	100	3000	11100	5200	2600	4200
4.0	1100	500	6400	13700	7900	10000	9000
20.0	8100	5400	10400	15600	12200	13100	11100
100.0	15200	15200	12400	15600	13800	13600	11400
400.0	19700	20000	12200	16000	14200	13900	12000
Отожжено при	923°	923°	923°	923°	923°	923°	931°
μ_n (max.) . . .	475	276	3060	19600	14500	3200	4230
B_μ *1	5000	4500	2300	5200	1888	5500	4400
W *2	13080	30000	1030	580	194	1330	627
H_c *2	5.10	13.00	0.45	0.18	0.14	0.56	0.34

Сплавы, содержащие 0.2% Al				Сплавы, содержащие 0.2% Ti			
Ключ, № . . .	118	120	121	110	114	116	119
Ni, %	23.8	25.1	29.8	9.9	15.0	20.0	25.0
H	B_n, нормальная индукция						
1.0	30	50	400	200	100	50	50
4	200	300	800	1700	1300	400	300
20	2800	3800	1500	11000	7300	4800	3600
100	12100	12900	2100	18900	16500	14700	12000
400	16300	17000	2800	21500*3	20500*3	19400*3	15900*3
Отожжено при	950°	950°	950°	920°	900°	917°	917°
μ_n (max.) . . .	200	172	400	605	405	240	187
B_μ *1	5000	8600	400	10000	4050	6000	6000
W *2	10860	8950	278	10700	15150	28200	36900
H_c *2	12.80	10.20	0.50	4.10	5.70	12.00	15.00

	Сплавы, содержащие 0.5% Mn					0.1% Mn+0.2% Si	
Ключ, № . . .	124*4	126*5	132	133	134	107	111
Ni, %	50.0	54.9	89.9	93.3	99.9	8.0	10.00
H	B_n, нормальная индукция						
0.4	800	300	100	100		100	70
1.0	3400	2700	600	300	400	500	200
4.0	9300	8700	3600	3100	1500	5200	2200
20.0	13800	13700	6700	5800	4700	14400	12400
100.0	15500	14300	8000	7200	6200	19200	18500
400.0	16300	14800	8500	7600	6800	21900	21500
Отожжено при	931°	931°	931°	931°	931°	900°	900°
μ_n (max.) . . .	3570	2860	1040	800	500	1300	640
B_μ *1	4600	4300	2400	2400	2000	5200	6400
W *2	2315	1177	1453	2055	3640	5990	11200
H_c *2	0.89	0.68	1.42	1.80	3.20	2.36	4.10

Сплавы, содержащие 0.2% Si

Ключ, № . . .	97	98	100	103	105	108	113	122
Ni, %	0.50	1.00	1.96	3.85	7.00	9.52	15.0	30.0
H	B_n, нормальная индукция							
0.2	200	150	150	100	200			100
0.4	1400	500	400	300	500	100		200
1.0	10800	7600	4200	2000	1300	300	200	400
4.0	15300	15200	14700	13600	8100	2700	1400	1000
20.0	16400	16600	16600	16900	16000	10600	7500	2100
100.0	18200	18400	18500	18600	19200	17000	16500	2600
400.0	21100	21400	21500	21500	22000	19900	20900	3100
Отожжено при	920°	900°	940°	902°	1064°	920°	960°	950°
μ_n (max.) . . .	11000	8330	6060	4500	2400	556	450	500
B_μ *1	10000	10000	10000	9000	6000	10000	4000	250
W *2	1570		2420	3030	3760	10150	12300	169
H_c *2	0.52		0.80	1.02	1.30	3.90	5.00	0.40

*1 B_μ — значение B_n, для которого $\mu_n = \mu_n$ (max.). *2 Циклическая, $B_{max} = 10000$. *3 Для $H = 300$. *4 Для $H = 0.2$, $B_n = 300$. *5 Для $H = 0.2$, $B_n = 100$.

130. Пермаллой. Типичный состав: 78.3% Ni, 21.35% Fe, 0.37% Co, 0.22% Mn, 0.10% Cu, 0.04% C, 0.035% S, 0.003% Si, следы P. Нагрет в течение 1 часа при 900° и медленно охлажден; снова нагрет до 600° и охлажден на Cu-пластинке при комнатной температуре (4).

Для $B_{max} = 5000$, W и H_c составляет только $^1/_{16}$ этих значений для мягкого Армко-железа. μ_n (max.) = = 87000 (фиг. 27) не есть исключение (4). Сопротивляемость (38) $\mu_n^{-1} = (a + bH) \cdot 10^{-5}$; если $0 < H < 0.04$, $a = 9.5$, $b = -225$; $0.06 < H < 4$, $a = 0.5$, $b = +9.85$; $4 < H < 22$, $a = 0.3$, $b = +9.1$. Для других данных см. фиг. 27—32.

Sb, сурьмистое железо (71). Сплавы были приготовлены из шведского железа и рыночной «чистой сурьмы», свободной от As и Pb. Прутки были отлиты в железные изложницы. $\varkappa_0$—начальная восприимчивость ($H = 0$); W—гистерезисные потери на цикл, $W = \eta B^e$.

Sb, %	$\varkappa_0$	Sb, %	$\varkappa_0$	η	e	Sb, %	$\varkappa_0$	η	e
26.0	0.000091	38.6	0.0051			51.2	0.330	1.95	1.78
29.8	0.00023	42.7	0.125	1.39	2.17	54.4	0.82	1.06	1.78
33.9	0.00050	45.2	0.167	2.10	1.99	56.8	1.06	1.15	1.70

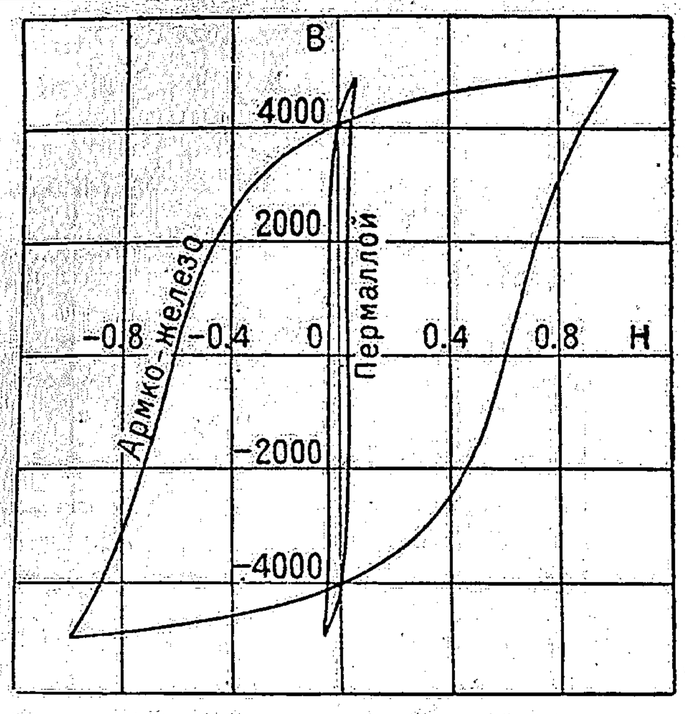
Si, кремнистая сталь. См. также табл. 3, 4, 9, 11, 60 ÷ 69; табл. 7, фиг. 10, 12. Присутствие Si в C-железе и продолжительное нагревание при 975° предотвращает H_c от перехода выше значения, которое H_c имеет для почти чистого Fe. В ферросилиции, очищенном и свободном от C, насколько это достижимо в промышленности, H_c для $B_{max} = 10000$ могло понижаться до 0.4 или 0.5 гаусс (23). В некоторых случаях μ_n (max.) превышает ту же величину чистого железа. О безгистерезисном намагничении см. табл. 2 (65).

Кремнистая сталь (23). Для неотожженной, $d_{red.} = 7.874 - 0.0622p$, $p < 4$; $\varrho_{20,red.} = 9.9 + 12p$, $p < 4$; для $p = 4.45$, 5.26, 8.42 $\varrho = 61.26$, 71.86, 93.46 соответственно. $4\pi I_{\infty\,red.} = 21600 - 480p$.

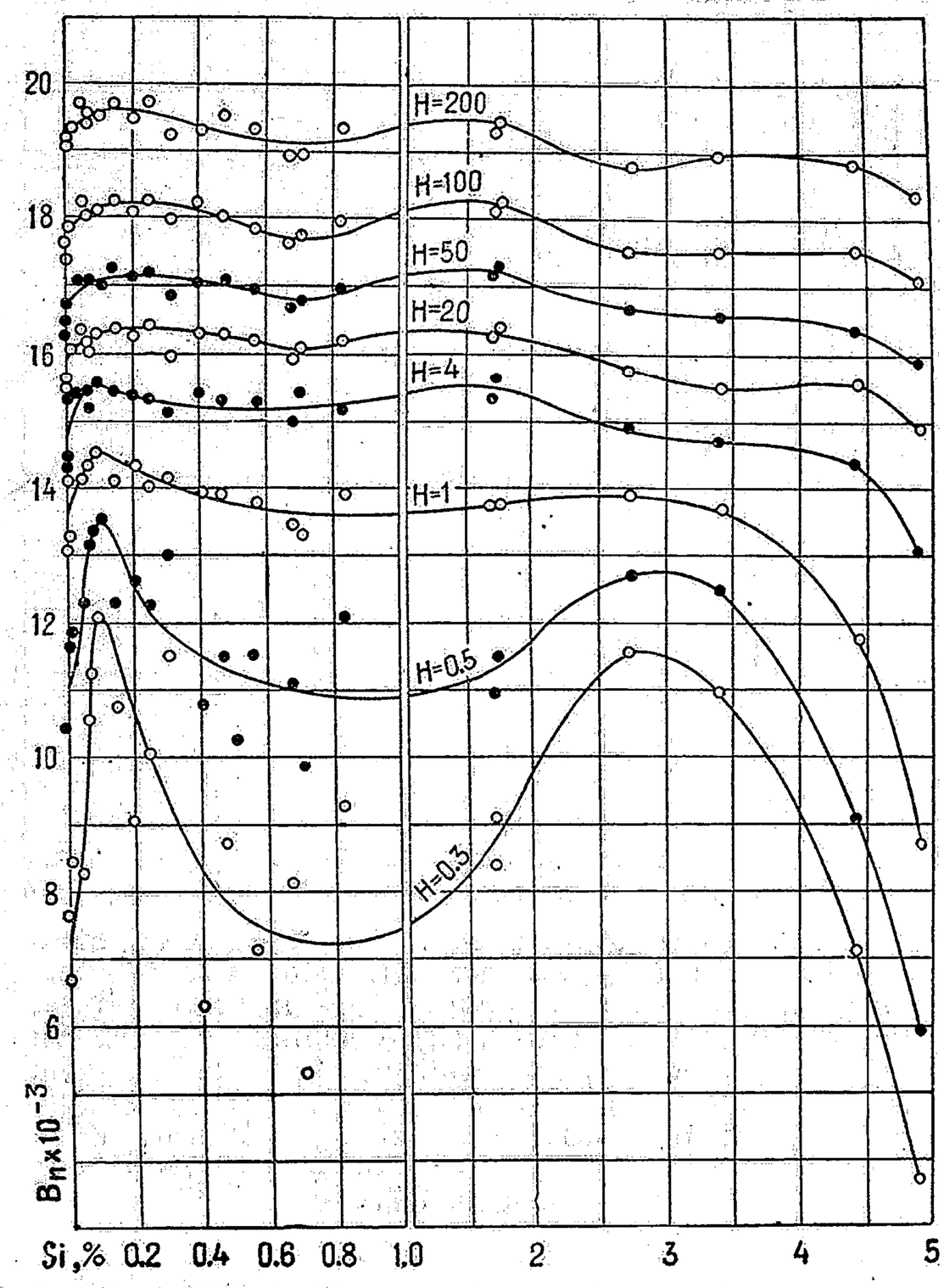
Si, %	0	0.075	0.315	0.63	1.03	2.41	3.70	4.45	5.26
1000α	5.7	5.4	4.2	3.2	2.5	1.3	0.87	0.68	0.52

Примеси	H_c		Примеси		H_c		
C, %	Растворено	Цементит	C, %	Si, %	До отжига	Отожжено при 700°	Отожжено при 975°
0.21	13	2.3	0.21	2.4	1.30	1.19	0.70
0.29	18	2.9	0.29	4.5	1.26	0.65	0.69
0.18	11	2.1	0.18	5.25	1.93	0.70	0.59
0.34	20	3.2	0.34	8.35	6.56	4.60	0.70

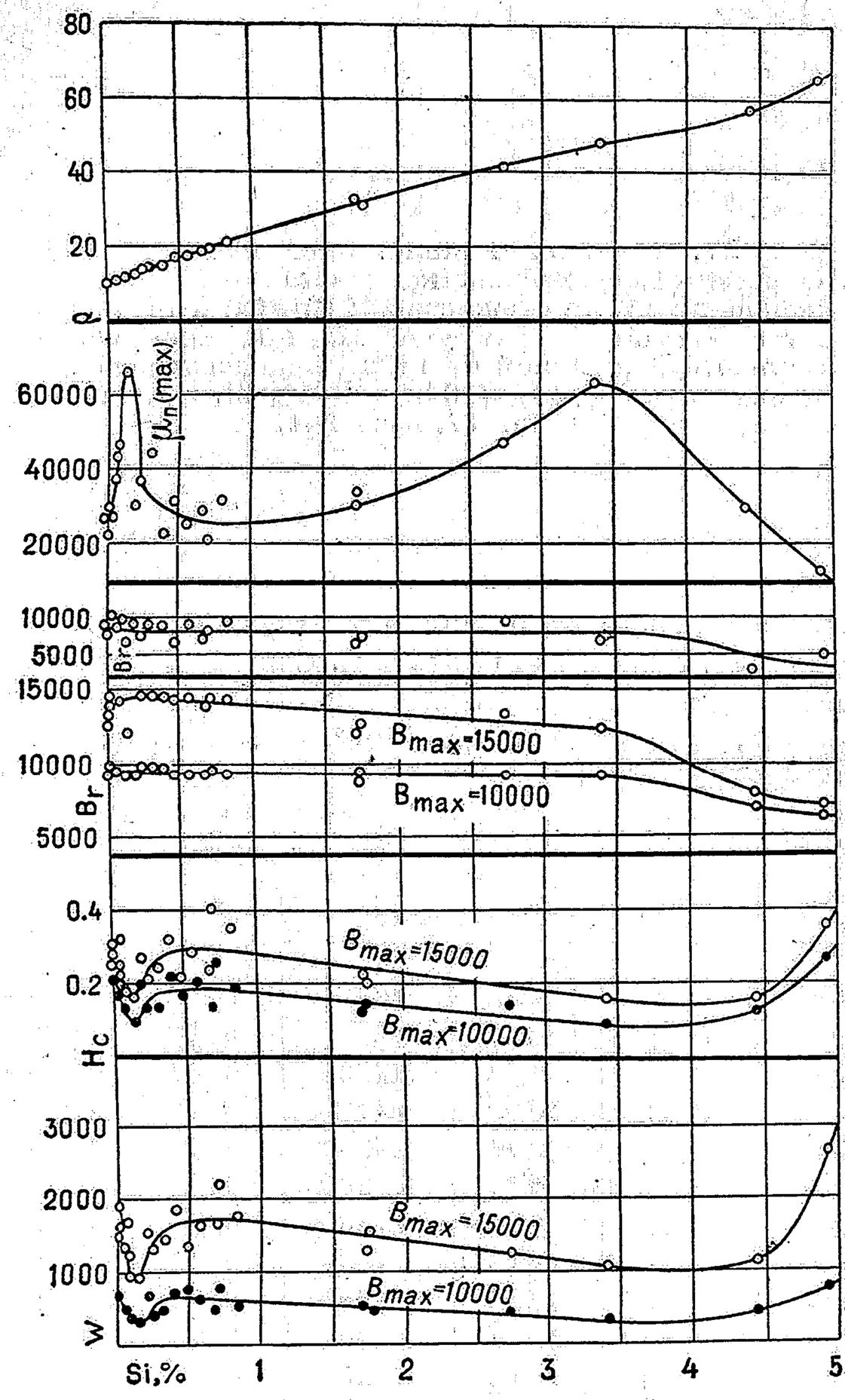
Ключ, №...	60*1	60*2	61*1	61*2	63*1	63*2	67*1	67*2
H	μ_n, нормальная проницаемость							
0.2_5	800	1680	1000	2000	3280	1200	2200	800
0.5	1300	3000	1400	2700	4200	1720	3100	1240
0.7_5	2000	6930	1870	6000	4540	2530	3870	1970
1.0	2700	8450	2300	7650	4650	3200	4200	3000
1.5	3400	6930	2760	7130	4490	3530	4200	5670
2.5	3300	5290	2570	5080	3870	3300	3600	4570
5	2300	2920	2030	2820	2660	2350	2430	2570
10	1390	1530	1330	1480	1490	1360	1370	1350
20	760	790	730	770	780	730	730	710
50	330	335	320	330	335	315	315	305
100	176	179	171	174	177	168	170	163
150	122	124	120	121	123	116	119	114
300	66		65		65		62	
500	42		40		40		38	
1000	22		21		21		20	
2000	11		11		11		11	
3000	7.9		7.7		7.6		7.4	
4000	6.21_2		6.05_2		5.94		5.77_8	
4500	5.63_3		5.51_4		5.39		5.25_1	
	B, циклическая индукция							
150	18400	18600	17950	18200	18400	17500	17900	17070
100	17560	17900	17150	17430	17670	16800	17000	16310
50	16580	16970	16100	16500	16680	15780	16830	15330
25	15820	16300	15260	15830	16010	15030	14980	14710
10	15100	15810	13870	15320	15260	14200	14260	14100
5	14370	15500	11620	15000	14360	13220	13500	13820
2.5	13300	15300	9900	14710	12800	11350	11840	13600
+ 1	11780	15100	8060	14460	10160	9050	9660	13330
0	9850	14800	5700	14080	6800	6600	6000	13000
− 0.2_5	9200	14500	4850	13780	5400	5700	4000	12820
− 0.5	8400	13880	3700	12750	+ 3300	4300	+ 1600	12550
− 0.7_5	7350	+ 4800	+ 2150	+ 7700	− 1500	+ 1800	− 980	11800
− 1.0	+ 6000	− 6550	0	− 5200	− 3900	− 1750	− 3100	+ 2600
− 1.5	− 900	− 10480	− 3200	− 9730	− 6400	− 4800	− 5880	− 8300
− 2.5	− 7100	− 13230	− 6120	− 12400	− 9620	− 7980	− 8800	− 11420
− 5	− 11350	− 14400	− 10140	− 14020	− 13280	− 11570	− 12130	− 12840
− 10	− 13880	− 15130	− 13300	− 14720	− 14900	− 13470	− 13720	− 13520
− 20	− 15200	− 15840	− 14670	− 15420	− 15680	− 14520	− 14570	− 14200
− 50	− 16520	− 16820	− 15920	− 16420	− 16640	− 15700	− 15750	− 15220
− 100	− 17550	− 17880	− 17100	− 17420	− 17660	− 16770	− 17000	− 16300
− 150	− 18400	− 18600	− 17950	− 18200	− 18400	− 17500	− 17900	− 17070
B_r	9850	14800	5700	14080	6800	6600	6000	13000
H_c	1.45	0.775	1.00	0.83_5	0.67	0.83_5	0.65	1.06
μ_n(max.)	3470	8.480	2680	7700	4870	3560	4450	5700
μ_0	(200)		238		435		510	
$4\pi I_{\infty}$ набл.	20850		20270		19780		19080	
$4\pi I_{\infty}$ red.	21160		20580		19960		19520	
$1000\eta_{max}$	1.68	1.22	1.44	1.25	0.79	0.116	0.86	1.41
ϱ_{20}	23.24		39.64		51.73		61.26	
$1000\alpha_{red.}$	2.47		1.31		0.87		0.68	
$d_{red.}$	7.815		7.719		7.640		7.597	



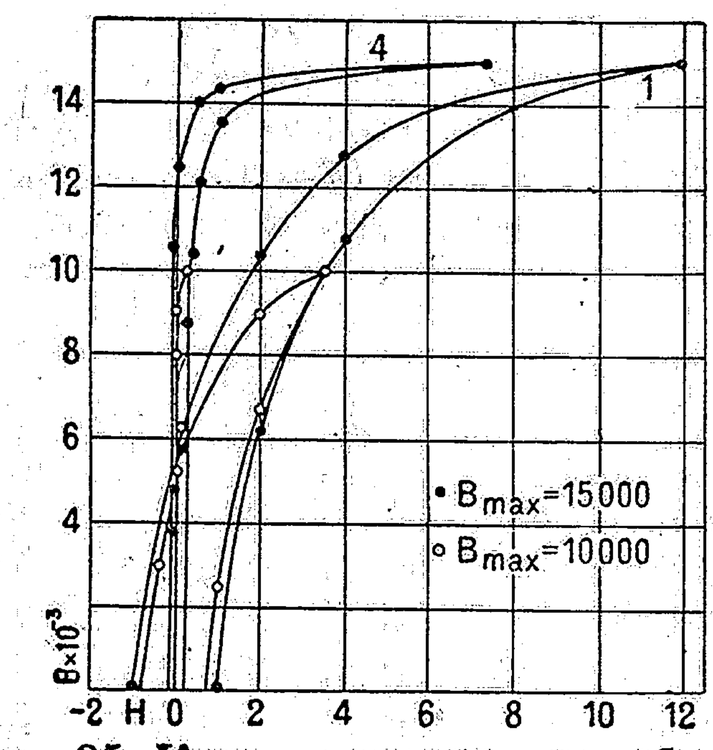
Фиг. 32. Пермаллой (130): циклическая индукция (4).



Фиг. 34. Кремнистая сталь: влияние Si на нормальную индукцию (92).



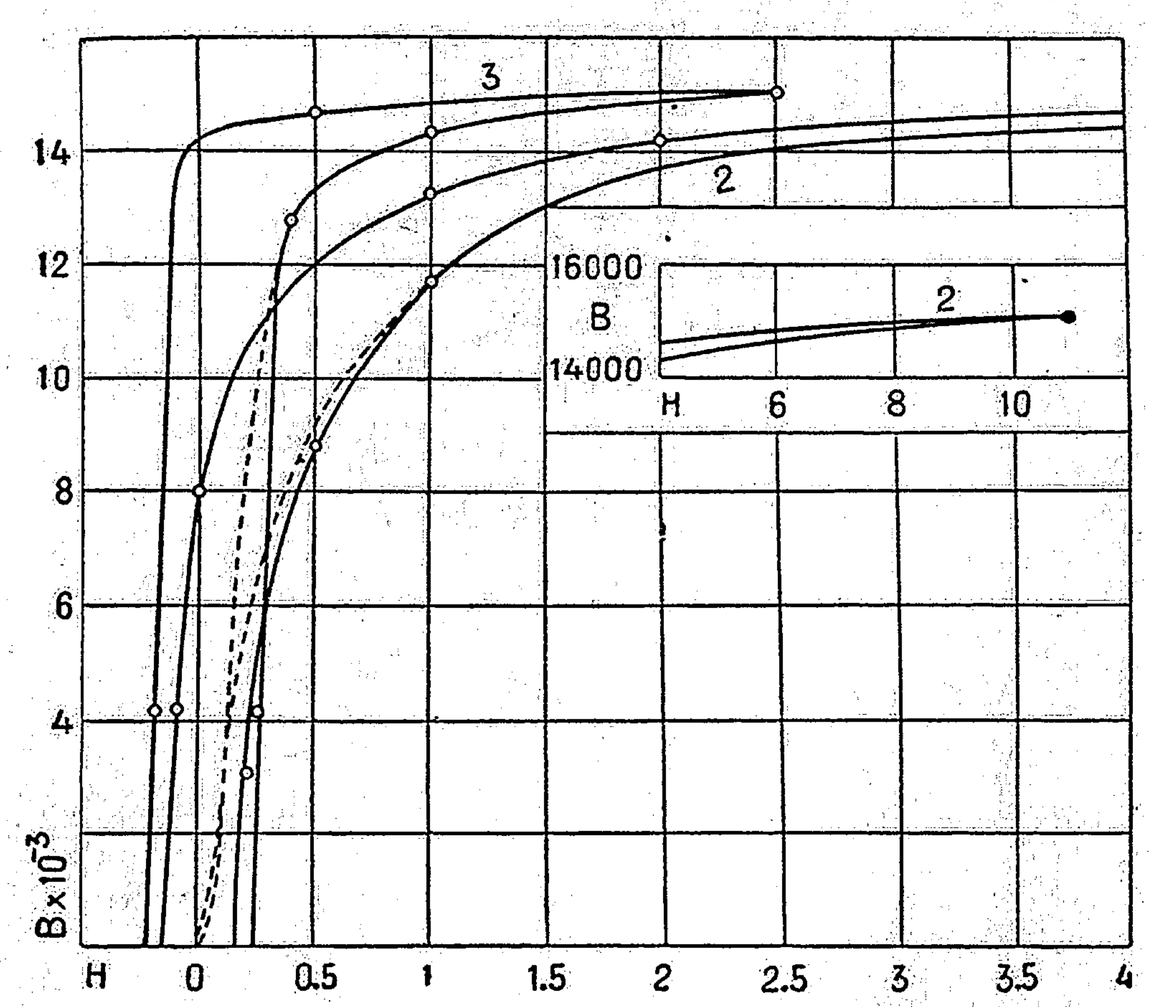
Фиг. 33. Кремнистая сталь: влияние Si (92). ϱ дано в $\mu\Omega$-*см*; другие величины—в единицах cgsm.



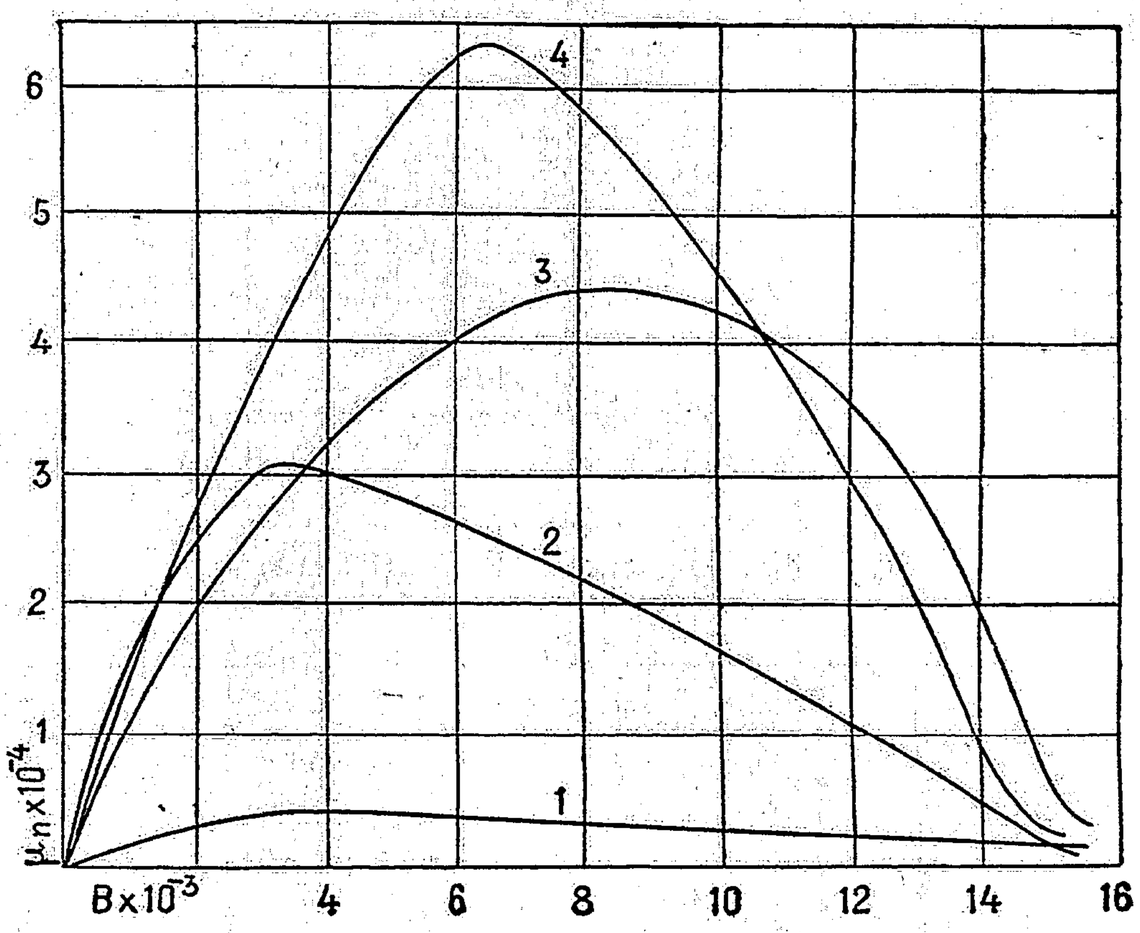
Фиг. 35. Кремнистая сталь: два образца с одинаковым содержанием Si (92). (1)—рыночная кремнистая сталь, 3÷4% Si, $W=2160$, если $B_{max}=10000$; $W=4290$, если $B_{max}=15000$; $\varrho=51.15$ $\mu\Omega$-*см*. (4)—чистая, в вакууме отлитая кремнистая сталь, 3.4% Si; $W=280$, если $B_{max}=10000$; $W=1025$, если $B_{max}=15000$; $\varrho=48.50$ $\mu\Omega$-*см*. Оба образца отожжены; ср. фиг. 37.

Ключ, № . . .	64*3	64*4	H	64*3	64*4	H	64*3	64*4
H	μ_n			B, циклическая			B, циклическая	
0.25	4000	1200	± 65	± 15600	15450	− 0.5	− 900	+ 3150
0.5	6700	2200	50	15220	15060	− 0.75	− 4780	0
0.75	7400	3330	25	14480	14230	− 1.0	− 6700	− 2250
1.0	7000	3600	10	13770	13180	− 1.5	− 8480	− 4650
1.5	5790	3540	5	13150	11900	− 2.5	− 10280	− 7100
2.5	4160	2950	2.5	12260	10240	− 5	− 12100	− 9970
5	2450	2020	+ 1	10700	8360	− 10	− 13230	− 12300
10	1330	1240	0	7830	6130	− 20	− 14080	− 13700
20	700	690	− 0.25	+ 5600	5140	− 50	− 15220	− 15040
50	305.4	300.8	B_r	7830	6130	H_c	0.47	0.75
65	240.0	237.7	μ_n (max.)	7500	3630			

*1 Пруток; $t_a=800°$. *2 Лист, 0.5 *мм* толщины; $t_a=800°$. *3 Лист, 0.4 *мм* толщины; $t_a=800°$. *4 Лист, 0.4 *мм* толщины; $t_a=1000°$.



Фиг. 36. Кремнистая сталь: два чистых образца с различным содержанием Si. Оба образца—чистая, в вакууме отлитая кремнистая сталь, отожженная при 1100°. (2) содержит 4.44% Si; $W = 405$, если $B_{max} = 10000$; $W = 1171$, если $B_{max} = 15000$; $\varrho = 57.40$ μΩ-см. (3) содержит 0.048% Si; $W = 407$, если $B_{max} = 10000$; $W = 1214.5$, если $B_{max} = 15000$; $\varrho = 10.78$ μΩ-см; ср. фиг. 37.



Фиг. 37. Кремнистая сталь: проницаемость (92). Образец (1)—рыночная кремнистая сталь, содержащая 3÷4% Si, отожженная; (2), (3) и (4) являются чистой, в вакууме отлитой кремнистой сталью, отожженной от 1100° и содержащей соответственно 4.44, 0.048 и 3.4% Si. См. также табл. 17, стр. 141.

68. Кремнистые сплавы (92). Электролитическое Fe, содержащее от 0.006 до 0.01% C, 0.01 Si, было сплавлено в вакууме с ферросилицием, содержащим 92.23% Si, 8.50% Fe, 0.016% C. Слитки были прокованы в прутки, термически обработаны и изучены; магнитные свойства улучшены отжигом; для $t_a = 1100°$ они немного лучше, чем для $t_a = 900°$. Данные для материала, отожженного при 1100°, даны на фиг. 33÷37 и на следующей таблице; результаты других термических обработок см. (92).

Si, %	μ_n(max.)	B_μ*1	μ_n*2	$B_{max}=10000$			$B_{max}=15000$			
				W	B_r	H_c	W	B_r	H_c	ϱ_{20}
0.001	22800	8000	21300	665	9300	0.20	1860	13300	0.24	9.84
0.001	25800	9000	25600	707	9300	0.23	1451	12700	0.28	9.85
0.01	29000	9000	28670	707	9600	0.21	1604	14300	0.31	9.90
0.040	27000	10000	27000	700	9440	0.23	1660	14480	0.32	10.50
0.064	36800	9000	36300	502	9500	0.16	1336	14300	0.25	10.67
0.068	44200	9000	43500	407	9480	0.13	1214	14200	0.22	10.78
0.091	45250	9000	43500	394	9500	0.13	929	14300	0.17	10.96
0.148	66500	6500	41700	286	9080	0.09	916	12000	0.16	11.80
0.205	30200	9000	29500	649	9300	0.20	1526	14480	0.27	12.50
0.242	36500	7500	33000	436	9700	0.13	1346	14500	0.21	13.40
0.309	44800	9000	43500	445	9600	0.13	1412	14500	0.24	14.40
0.400	22500	9000	22000	725	9440	0.21	1820	14480	0.32	15.30
0.472	31150	6200	25000	535	9300	0.16	1358	14200	0.21	16.57
0.563	25000	9000	25000	601	9200	0.20	1624	14320	0.28	17.50
0.673	28000	7000	24500	468	9200	0.13	1636	13670	0.23	19.10
0.698	20350	8000	19600	780	9300	0.25	2220	14400	0.40	19.60
0.822	30800	9500	30300	542	9200	0.18	1765	14100	0.35	21.25
1.71	30150	6500	24700	440	8700	0.12	1292	12000	0.22	33.25
1.740	33000	7000	26300	416	9200	0.13	1112	12600	0.19	31.00
2.73	46800	9500	46000	404	9100	0.13	1260	13300	0.23	42.00
3.40	63300	6500	46500	280	9100	0.08	1025	12400	0.15	48.50
3.55*3	36000	7500	29500	419	8920	0.13	1157	12000	0.21	48.50
4.39*3	25700	6000	15400	591	8300	0.20	1819	10200	0.25	56.10
4.44*3	30200	3000	15900	405	7000	0.12	1171	8000	0.15	57.40
4.92*3	12200	5000	7040	780	6300	0.26	2620	7100	0.35	66.20
0.15*4	66500	6500		286			916			11.8
3.40*4	63300	6500		280			1025			48.5

*1 Значение B, при котором $\mu_n = \mu_n$ (max.). *2 Значение для $B = 10000$. *3 Эти 4 прутка были отожжены в N; их качество ниже, нежели отожженных в вакууме. *4 Это—два лучших полученных сплава.

69, чугун ([23]). 3.109% C, 3.270% Si, 0.560% Mn, 1.050% P, 0.061% S; см. табл. 4, 9, 11, 69.

V: ванадиевая сталь ([43]) **135.** Чистое Fe было сплавлено с феррованадием; продукт содержал 3.5% V, 0.22% Mn, 0.60% C, из которого 0.50% были связаны, не содержал Cr, следы Si. Данные соответствуют четырем состояниям: (1)—литье; (2)—отожженная от 900 или 950°; (3)—закаленная при 900 или 950° и (4)—вновь отожженная от 900 или 950°. Гистерезисные потери на $см^3$ на цикл—$W = \eta B^e_{max}$.

Литье		Отожженная		Закаленная		Вторично отожженная	
H	μ_n	H	μ_n	H	μ_n	H	μ_n
2.8	71	2.8	64	2.8	36	2.8	64
4.3	84	4.3	72	5.8	41	5.8	75
5.8	95	7.25	76	8.7	46	7.25	86.5
7.25	120	10.1	104	11.6	46.5	8.7	95
8.7	171	13.0	138	14.5	49	10.1	101.6
10.1	225	14.5	163	17.5	49.1	11.6	106.1
11.1	251	17.5	232	23.5	49.8	14.5	120.7
13.5	348	20.5	273	26.5	50.0	17.5	146.3
14.5	368	23.5	298	29.5	55.5	20.5	163.7
17.5	422	26.5	309	32.6	57.7	23.5	178.9
20.5	424	29.5	304	38.7	69.8	26.5	203.8
23.5	413	44.9	253	41.8	73.0	29.5	210.8
26.5	408	60.1	208	44.9	80.2	38.7	214.5
29.5	387	75.6	174	47.9	83.5	44.9	210.0
44.9	285	91.5	148.6	50.9	90.4	60.1	181.4
60.1	226.3	106.4	131.3	53.9	98.3	75.6	154.9
75.6	186.5	121.7	117.9	57.0	102.8	85.1	142.0
91.5	157.4	140.0	104.6	60.1	109.8	91.5	135.0
121.7	122.4			66.2	116.9	106.4	120.4
				69.5	122.3	121.7	107.5
				75.6	120.0	140.0	95.4
				91.5	113.7		
				106.4	104.1		
				121.7	95.3		
				140.0	85.0		

135 (литье); циклическая индукция; $\eta = 0.0132$; $e = 1.6$

H	B	H	B	H	B	H	B	H	B
14.5	5280	29.5	11400	44.9	12440	60.1	13200	91.5	14100
11.6	5120	26.5	11300	41.8	12300	47.9	12950	75.6	13900
10.1	5010	23.5	11200	38.7	12250	41.8	12800	60.1	13600
8.7	4890	20.5	11000	35.6	12200	35.6	12600	44.9	13200
7.2	4770	17.5	10900	32.6	12100	29.5	12400	32.6	12900
5.8	4650	14.5	10800	29.5	12000	23.5	12220	20.5	12400
4.3	4470	11.6	10600	17.5	11500	17.5	12000	14.5	12100
2.8	4040	8.7	10400	14.5	11400	11.6	11650	8.7	11800
+ 1.4	4140	5.8	10200	11.6	11280	5.8	11200	+ 2.8	11400
− 1.4	3810	2.8	9800	8.7	11090	+ 2.8	11000	− 2.8	10700
− 2.8	3710	+ 1.4	9700	5.8	10750	− 2.8	10200	− 5.8	9800
− 4.3	3330	− 1.4	9300	+ 2.8	10500	− 5.8	9300	− 8.7	7800
− 5.8	2780	− 2.8	9000	− 2.8	9760	− 8.7	6700	− 10.1	5700
− 7.2	1570	− 5.8	8100	− 5.8	8700	− 10.1	4300	− 11.6	+ 3000
− 8.7	+ 460	− 7.2	7500	− 8.7	6600	− 11.6	+ 1600	− 14.5	− 2900
− 10.1	− 1550	− 8.7	6500	− 10.1	4000	− 13.0	− 800	− 17.5	− 6300
− 11.6	− 2430	− 10.1	3400	− 11.6	+ 800	− 14.5	− 3750	− 23.5	− 9700
− 14.5	− 5280	− 11.6	+ 400	− 13.0	− 1700	− 17.5	− 6600	− 29.5	− 11000
		− 13.0	− 2300	− 14.5	− 4250	− 20.5	− 8580	− 44.9	− 12400
		− 14.5	− 4500	− 17.5	− 6800	− 23.5	− 9700	− 60.1	− 13000
		− 16.0	− 5000	− 20.5	− 8600	− 29.5	− 11100	− 75.6	− 13600
		− 17.5	− 7400	− 26.5	−10400	− 44.9	− 12400	− 91.5	− 14100
		− 20.5	− 9100	− 38.6	−11700	− 60.1	− 13200		
		− 23.5	−10300	− 44.9	−12440				
		− 26.5	−10700						
		− 29.5	−11400						

B_r	4000	9500	10300	1080	11200
H_c	9.3	11.6	12.0	12.5	13.0
W	12100	40930	46950	51870	58870

135 (отожженная); циклическая индукция; $\eta = 0.0164$; $e = 1.6$

H	B	H	B	H	B	H	B	H	B
15.1	2690	29.5	8970	44.9	11250	60.1	12350	91.5	13600
10.7	2495	26.5	8850	38.7	11060	50.9	12100	78.7	13380
9.0	2330	23.5	8625	32.6	10830	41.8	11840	69.5	13220
6.0	2070	20.5	8540	29.5	10720	35.6	11650	60.1	12990
4.5	1920	17.5	8470	23.5	10430	29.5	11390	47.9	12630
3.0	1820	14.5	8180	17.5	10100	23.5	11060	38.7	12310
+ 1.5	1650	11.6	7890	14.5	9930	17.5	10760	29.5	11940
− 1.5	1330	8.7	7770	11.6	9725	11.6	10320	17.5	11250
− 3.0	1120	5.8	7500	8.7	9460	5.8	9770	8.7	10550
− 4.5	856	2.8	7170	5.8	9190	+ 2.8	9420	+ 2.8	9690
− 6.0	540	+ 1.4	6990	+ 2.8	8870	− 2.8	8580	− 2.8	8810
− 7.5	+ 150	− 1.4	6610	− 2.8	8080	− 5.8	7650	− 5.8	8180
− 9.0	− 330	− 2.8	6350	− 5.8	7140	− 8.7	6740	− 8.7	7300
−10.0	− 630	− 5.8	5740	− 8.7	6150	−10.1	6250	−11.6	5910
−10.6	− 780	− 8.7	4370	−11.6	4780	−11.6	5400	−13.0	5100
−11.1	−1100	−11.6	+3220	−14 5	+ 2450	−13.0	4420	−14.5	4150
−12.0	−1250	−14.5	− 140	−17.5	− 1550	−14.5	3080	−17.5	+ 200
−15.1	−2690	−17.5	−3880	−20.5	− 4610	−16.0	+ 1530	−20.5	− 3000
		−20.5	−6720	−26.5	− 7470	−17.5	− 90	−22.0	− 4700
		−23.5	−7570	−29.5	− 9060	−20.5	− 4120	−23.5	− 5700
		−26.5	−8220	−35.6	−10350	−29.5	− 9060	−26.5	− 7900
		−29.5	−8970	−44.9	−11250	−44.9	−11260	−29.5	− 8700
						−60.1	−12350	−32.6	− 9300
								−44.9	−11300
								−60.1	−12900
								−75.6	−13260
								−91.5	−13600
B_r . . .	1400	6800		8600		9000		9200	
H_c . . .	8.1	14.5		16.7		17.3		17.8	
W . . .	4973	35160		50160		57890		67080	

135 (закаленная); циклическая индукция; $\eta = 0.0096$; $e = 1.7$

H	B	H	B	H	B	H	B	H	B
14.5	672	29.5	1600	44.9	3530	60.1	6500	91.5	10400
8.7	454	20.5	1230	29.5	2950	53.9	6340	75.6	10060
5.8	237	14.5	1000	23.5	2700	44.9	6190	60.1	9720
2.8	212	11.6	840	17.5	2440	29.5	5500	44.9	9465
+ 1.4	165	8.7	730	11.6	2130	14.5	4820	29.5	8880
− 1.4	+ 56	5.8	600	8.7	1850	5.8	4400	17.5	8430
− 2.8	− 38	+ 2.8	430	+ 2.8	1680	+ 2.8	4250	11.6	8200
− 5.8	−217	− 2.8	200	− 2.8	1380	− 2.8	3930	5.8	7920
− 8.7	−381	− 5.8	+ 40	− 5.8	1180	− 5.8	3580	+ 4.3	7870
−11.6	−520	− 8.7	− 225	− 8.7	890	− 8.7	3220	− 4.3	7400
−14.5	−672	−11.6	− 440	−11.6	680	−11.6	2910	− 5.8	7000
		−14.5	− 590	−14.5	440	−14.5	2660	−11.6	6500
		−17.5	− 810	−17.5	+ 180	−17.5	2400	−17.5	6050
		−20.5	−1020	−20.5	− 440	−20.5	2190	−23.5	5420
		−23.5	−1210	−23.5	− 750	−23.5	1775	−29.5	4630
		−29.5	−1600	−26.5	−1130	−26.5	1400	−35.6	3470
				−29.5	−1450	−29.5	830	−38.7	2590
				−35.6	−2450	−32.6	+ 140	−41.8	+ 1580
				−38.7	−2830	−35.6	− 560	−44.9	− 200
				−44.9	−3530	−41.8	−2380	−50.9	− 3210
						−44.9	−3330	−53.9	− 4720
						−47.9	−4270	−60.1	− 7370
						−53.9	−5400	−75.6	− 9600
						−60.1	−6500	−91.5	−10400
B_r . . .	110	315		1500		4000		7600	
H_c . . .	2.5	6.5		17.5		33.5		44.5	
W . . .	231	1464		13610		49490		114100	

135 (вторично отожженая); циклическая индукция; $\eta = 0.02$; $e = 1.6$

H	B	H	B	H	B	H	B	H	B
14.5	1750	29.5	6220	44.9	9425	60.1	10900	91.5	12350
10.1	1470	26.5	6080	38.7	9295	53.9	10720	75.6	12020
8.7	1370	23.5	5920	32.6	8930	44.9	10415	60.1	11710
5.8	1170	20.5	5710	29.5	8875	38.7	10185	44.9	11130
2.8	940	17.5	5520	26.5	8745	32.6	9920	35.6	10780
+ 1.4	785	14.5	5350	23.5	8475	26.5	9620	29.5	10500
− 1.4	595	11.6	5100	20.5	8290	20.5	9300	23.5	10280
− 2.8	+ 380	8.7	4900	17.5	8000	14.5	8940	17.5	9820
− 5.8	− 70	5.8	4620	14.5	7900	8.7	8530	11.6	9430
− 8.7	− 735	2.8	4300	11.6	7675	+ 2.8	7600	5.8	8450
−10.1	−1010	+ 1.4	4170	8.7	7465	− 2.8	6750	+ 2.8	8140
−11.6	−1280	− 1.4	3830	5.8	7215	− 8.7	5350	− 2.8	7350
−14.5	−1750	− 2.8	3600	+ 2.8	6915	−14.5	3580	− 5.8	6940
		− 5.8	2980	− 2.8	5885	−17.5	2360	− 8.7	6070
		− 8.7	1930	− 5.8	5275	−20.5	+ 1020	−11.6	5270
		−11.6	+ 190	− 8.7	4425	−23.5	− 1180	−13.0	4950
		−14.5	− 180	−11.6	3500	−29.5	− 5700	−14.5	4360
		−17.5	−1650	−14.5	2530	−32.6	− 7400	−17.5	3200
		−20.5	−2990	−17.5	+1415	−35.6	− 8315	−20.5	+ 1740
		−23.5	−4280	−20.5	− 275	−41.8	− 9330	−23.5	− 90
		−26.5	−5130	−23.5	−2655	−47.9	−10330	−26.5	− 2470
		−29.5	−6220	−26.5	−4665	−60.1	−10900	−29.5	− 4850
				−29.5	−5945			−32.6	− 6680
				−35.6	−8145			−35.6	− 7960
				−38.7	−8500			−44.9	− 9610
				−44.9	−9425			−60.1	−11170
								−75.6	−11990
								−91.5	−12350
B_r . . .	650	3950		6500		7100		7700	
H_c . . .	5.5	14.0		20.0		22.0		23.5	
W . . .	1919	20810		46670		57750		67740	

W: вольфрамовая сталь. См. стр. 130 и табл. 12, 13, 15, 16 (84, 136÷144).

КОБАЛЬТ.

ТАБЛИЦА 18.—МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА.

Свойства в очень сильных полях, см. табл. 4. Состав и термическая обработка образцов не определены. Отожженный Co магнитно значительно тверже, чем неотожженный литой Co. Выше 700° Co очень тверд, и не достоверно, что насыщение было достигнуто при этих температурах. О феррокобальте см. табл. 17 (Co); о никелькобальте см. табл. 20 (Co).

146*I* (53) (σ_∞ экстраполировано от данных для $H = 13500$).

$t°$	σ_∞	$t°$	σ_∞	$t°$	σ_∞	$t°$	σ_∞
17	165.5	1069	71.3	+ 17	165.5	641	140.6
510	149.2	1016	88.2	− 188	167.9	437	152.7
693	136.9	804	125.3	+ 17	165.5	362	156.1
844	120.5	918	109.1	1149	17.9	205	160.9
971	99.4	614	142.9	1133	32.1	324	156.9
1090	62.5	470	151.0	1144	20.6		
1067	72.2	748	131.8	16	165.5		

146*II*$_c$ (34)

20.0°		−186°	
H	I_n	H	I_n
5.1	72	3.90	28
10.7	170	10.57	122
13.9	247	22.65	277
22.8	371	39.3	427
35.7	497	74.7	608
54.5	628	101.9	690
85.9	749	206.6	848
147.7	865	281.1	911
244.3	953	357	956
392	1027	449	999
467	1047	570	1038
610	1088	668	1063

146*II*$_a$, отжиг при 1000° (34)

18.6°		−186°	
H	I_n	H	I_n
4.37	6	7.80	9
13.53	26	16.23	20
25.25	67	39.0	64
36.59	115	57.8	102
52.5	171	80.0	148
86.7	257	119.6	221
122.3	320	167.4	282
221.8	433	248.4	358
354	532	347	426
445	583	496	504
527	613	561	543
699	687	702	589

146III_c, переплавлен в дуге и отлит (66)

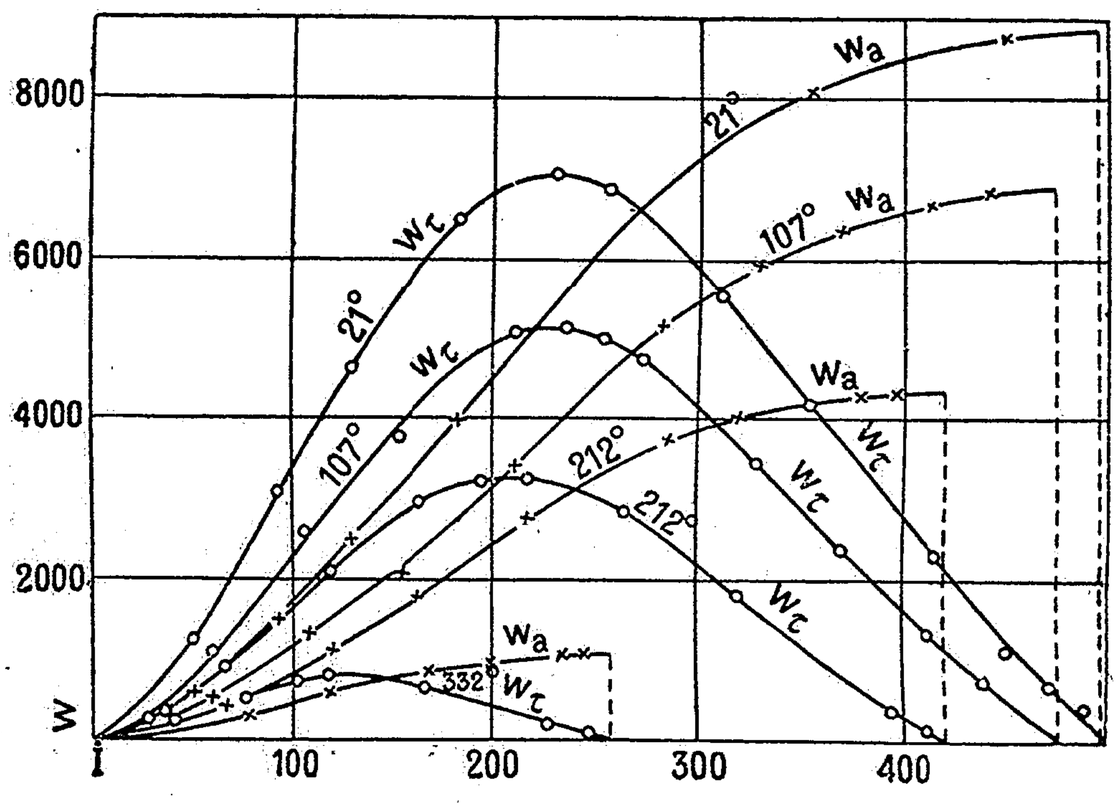
22°		414°		698°		874°		1065°	
H	σ_n	H	σ_n	H	σ_n	H	σ_n	H	σ_n
725	102.4	460	119.2	140	87.5	215	83.4	1165	21.4
1955	139.6	2055	145.8	855	124.1	1300	97.9	2400	26.8
2985	149.1	3135	146.3	1620	124.3	2015	97.9	3060	30.0
3450	153.2	3930	146.4	2115	125.2	2510	98.7	3570	29.7
3955	154.6	4515	146.4	2400	124.9	3915	97.9	4010	29.4
4270	155.2								

НИКЕЛЬ.

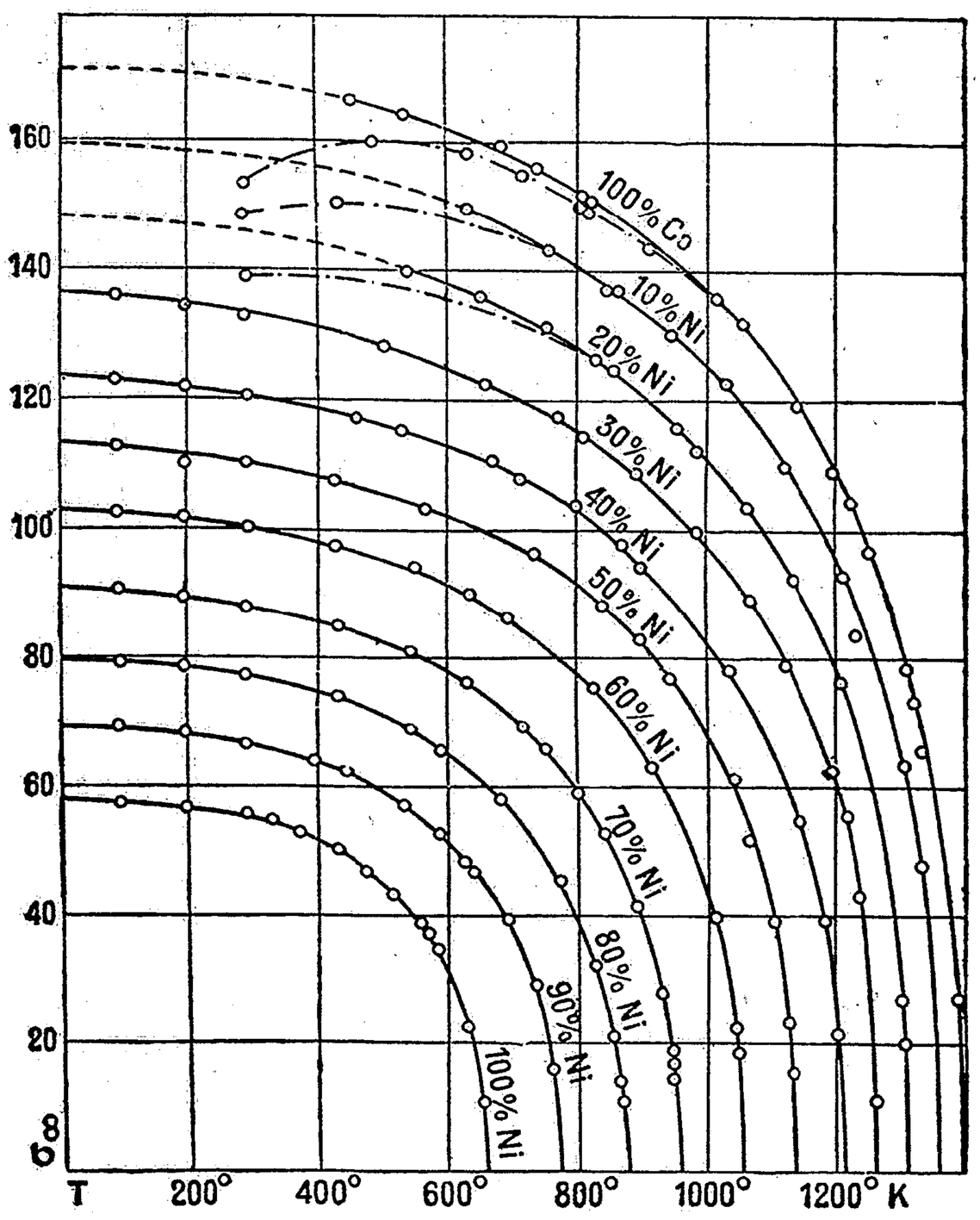
ТАБЛИЦА 19.—МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА.

Свойства в очень слабых и в очень сильных полях и изменения с температурой в слабых полях см. в табл. 3, 4 (148, 150). О примесях см. табл. 1; ср. фиг. 40, 41, 42.

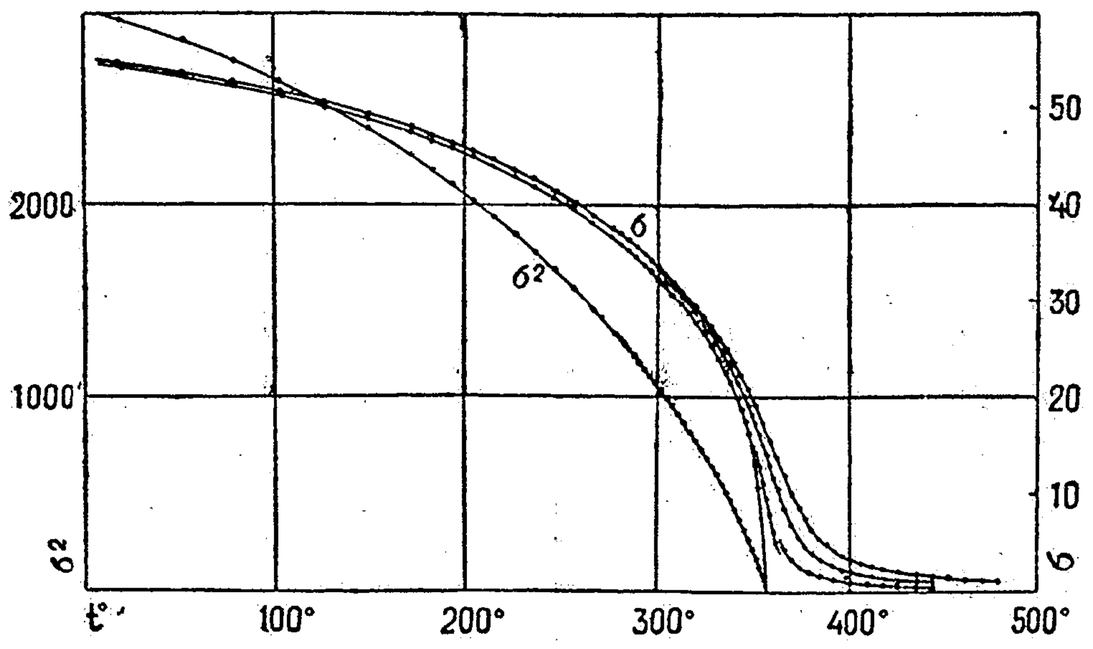
Ключ, №	Замечания
146.1	Heraeus. Переплавлен в вакууме. Состав: 99.91% Ni, 0.01% Fe, 0.03% Cu, 0.05% немагнитных загрязнений. Данные исправлены на влияние загрязнений. При $H=18550$, $\sigma_{17°}=54.59$. Из экспериментального изучения законов приближения к абсолютному насыщению, при изменении H и T, и экстраполяцией от $H=18550$ и $T=100°$ K до $H=\infty$ и $T=0°$ K было найдено, что $\sigma_\infty=57.53$; отсюда $\sigma_\infty\times$ атомный вес $=3376.4=3\times1125.4$, т. е. магнитный момент магнетона Вейсса равен 1125.4 (ср. 1.1 табл. 6, стр. 122, также стр. 90) (80).
147	Очень чистый. Переплавлен в H в электрической печи; нагрет до 650°, медленно охлажден до 350°, затем доведен до температуры, при которой намагничение было измерено. Вообще, данные имеют точность до 0.1 или 0.2%, но они не представляют свойств каких бы то ни было образцов, хотя бы и чистых, с точностью, превышающей 1 или 2%. Если $480°<t<880°$, $\sigma=0.00552H/(t-376)$ (39). При 18° $\sigma_\infty=54.5$ (73), $d\sigma_\infty/dt=0.00053\sigma_\infty$ (81). Для $H=18000$, $\sigma_{20.3°K}=1.051\,\sigma_{19.5°}$ введена поправка на термическое расширение (83).
149	99.15% Ni; μ_n (max.) = 1120; $I_\infty=509$.
151	Содержит 1.5% Co; отожжен; изменение I_t' с t определено, как для образца 17II в табл. 5.
153	Состав не определен; 153III_s магнитно мягок; 153III_h очень тверд.



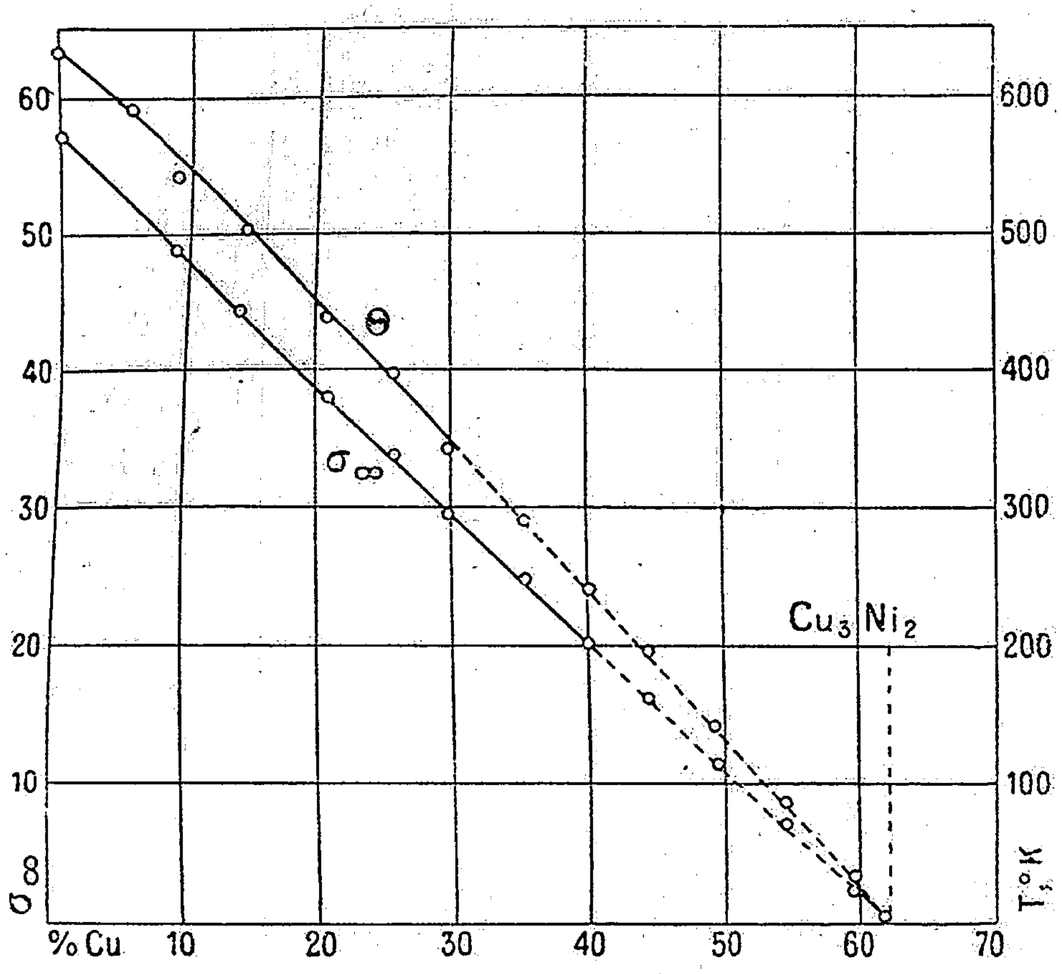
Фиг. 39. Никель (153): потери на гистерезис—при переменном токе (W_a) и при вращении (W_τ).



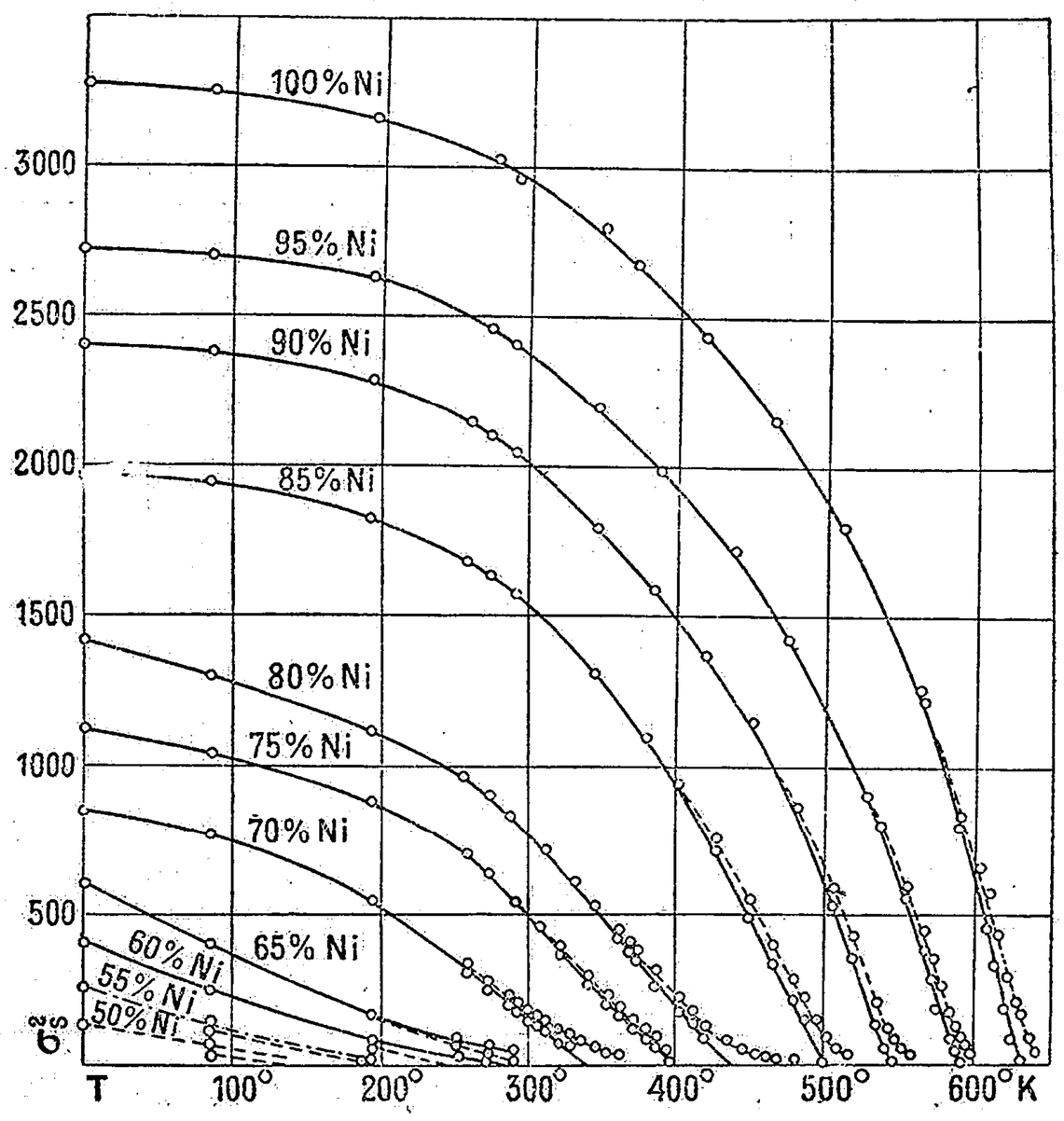
Фиг. 40. Никель-кобальтовые (Ni-Co) сплавы: намагничение при насыщении (7). Материал тот же, что в табл. 20. T—абсолютная температура; пунктирные линии обозначают σ при $H=10000$.



Фиг. 38. Никель: намагничение при различных температурах (81). Чистый Ni (147) фирмы Merck.



Фиг. 41. Никель-медные (Ni-Cu) сплавы: намагничение при насыщении и точка Кюри (1). Материал тот же, что в табл. 20. T—абсолютная температура; σ_∞—значение при $T = 0$, исправлено на расширение; θ при $H = 0$.



Фиг. 42. Никель-медные (Ni-Cu) сплавы: самопроизвольное намагничение (1). Материал тот же, что в табл. 20. T — абсолютная температура. Пунктирные линии обозначают наблюдения при $H = 10000$.

147; σ, удельное намагничение (81); см. также фиг. 38

$t°$ \ H	8000	12000	18000	$t°$	σ_s	$t°$ \ H	1000	2000	4000	8000	12000	18000	$t°$	σ_s
20.0*1	54.55	54.63	54.73	18.4	54.5	308.8			30.83	31.24	31.58	32.00		
53.8	53.48	53.53	53.63	53.8	53.4	312.7			29.94	30.37	30.71	31.14		
79.3	52.63	52.68	52.76	79.3	52.4	316.5	28.30	28.65	29.00	29.46	29.87	30.26	316.5	28.7
104.0	51.55	51.63	51.06	104.0	51.4	320.3			27.95	28.44	28.82	29.33		
127.9	50.44	50.51	50.62	127.9	50.2	324.2			26.85	27.36	28.28	28.35		
151.0	49.09	49.17	49.30	151.0	49.0	328.0		25.31	25.70	26.28	26.74	27.35		
173.3	47.74	47.83	47.97	173.3	47.5	331.8		24.00	24.39	25.04	25.56	26.28		
184.3	47.02	47.07	47.23			335.6	22.08	22.40	22.91	23.66	24.27	25.04	333.7	23.1
195.1*2	46.13	46.25	46.34	195.1	45.9	339.4	20.42	20.78	21.36	22.21	22.86	23.75		
205.7	45.25	45.38	45.56			343.1	18.36	18.85	19.55	20.60	21.39	22.38	341.2	19.8
216.3	44.28	44.40	44.57	216.3	44.0	346.9	16.01	16.62	17.53	18.83	19.81	20.97	346.9	16.4
226.7	43.26	43.39	43.60			350.7	12.83	13.82	15.12	16.75	17.93	19.37		
237.1	42.17	42.32	42.53	237.3	41.9	354.4	8.36	10.19	12.22	14.46	15.99	17.66	352.5	10.7
247.3	41.07	41.19	41.42			358.1	3.68	6.03	8.83	11.95	13.80	15.77		
257.0	39.81	39.96	40.14	257.0	39.5	361.8	1.78	3.41	5.98	9.41	11.61	13.85		
267.5	38.43	38.62	38.90			365.4		2.13	4.13	7.30	9.56	12.06		
277.5*3	36.99	37.21	37.51	277.5	36.6	369.1		1.51	2.97	5.58	7.72	10.25		
281.5	36.48	36.61	36.94			372.8		1.15	2.29	4.43	6.35	8.75		
285.4	35.71	35.93	36.27			376.5		0.91	1.82	3.60	5.24	7.39		
289.3	35.06	35.28	35.64			380.1		0.75	1.49	2.97	4.38	6.33		
293.2	34.35	34.59	34.94			387.5			1.11	2.18	3.25	4.80		
297.1	33.61	33.86	34.28			394.8				1.71	2.54	3.79		
301.0*4	32.88	33.15	33.52	301.0	32.3	405.7			0.64		1.88	2.83		
304.9	32.06	32.36	32.78											

*1 Для $t° = 20.0$ при $H = 1000$, 2000 и 4000 σ соответственно равняется 53.70, 54.09 и 54.43. *2 Для $t° = 195.1$ при $H = 4000$ $\sigma = 45.94$. *3 Для $t° = 277.5$ при $H = 1000$, 2000 и 4000 σ соответственно равняется 36.30, 36.50 и 36.74. *4 Для $t° = 301.0$ при $H = 2000$ и 4000 σ соответственно равняется 32.28 и 32.54.

149 (23)					153I (20)	
H	B_n	μ_n	H	B*1	I	μ
0.25	100	400	150	6400	0.0	11.2
0.5	230	460	100	6220	76.8	11.3
0.75	480	530	50	5930	115	11.0

149 (23)					153*I* (20)	
N	B_n	μ_n	N	B*1	I	μ
1.0	650	650	25	5580	144	10.9
1.5	1350	900	5	4680	172	10.5
2.5	2800	1120	2.5	4360	216	9.84
5	4330	865	+ 1	3900	249	9.01
10	4940	495	0	3340	252	8.81
20	5400	270	− 0.5	2800	273	8.42
50	5850	117	− 0.75	2460	285	7.90
100	6200	62	− 1.0	2000	298	7.43
150	6400	43	− 1.5	+ 550	314	6.74
300	6700	22	− 2.5	−2500	317	6.78
500	6910	14	− 5	−4320	329	6.17
1000	7370	7.4	− 10	−4940		
2000	8400	4.2	− 20	−5400		
3000	9380	3.1	− 50	−5850		
4000	10400	2.6	−100	−6200		
			−150	−6400		

*1 Циклическая; $H_c = 1.62$, $I_\infty = 509$, $\mu_{max} = 1120$.

153*III*$_s$ (48); см. также фиг. 39

H	I	W_τ	W_a	H	I	W_τ	W_a	H	I	W_τ	W_a
21°				109°				212°			
21	49	1240	590	12	35	360	63	11	28	280	120
37	91	3090	1530	21	58	1110	500	21	65	891	430
49	129	4600	2450	37	105	2570	1320	37	118	2090	1100
68	183	6460	3950	49	153	3760	2100	49	161	2940	1750
88	230	7010		68	211	5030	3420	60	194	3180	
100	255	6820	6200	78	234	5100	4230	68	217	3260	2730
130	310	5510		86	254	4980		88	263	2800	
158	353	4180	8040	94	273	4940		100	285		3720
223	415	2280	8580	100	281		5160	158	348	1490	4120
319	449	1200	8760	126	328	3430	5910	319	393	310	4320
449	470	690	8820	158	368	2370	6340	449	401		4270
710	487	380	8630	223	411	1310	6660				
				319	439	730	6800				

322°				153*III*$_h$ (48)				153*I* (18)	
				$t°$	W_τ*1	W_a*1	W_a/W_τ	$t°$	H_c
12	41	230	120						
21	76	510	280						
27	103	710		18	12200	15500	1.27	−185	29.0
32	117	800	610	100	9700	12700	1.31	− 79	27.5
49	166	640	830	150	8000	10700	1.33	+ 15	25.5
68	195	350	940	200	6310	8400	1.33	123	21.2
94	225	210		250	4500	6000	1.33	207	15.7
158	233		1070	300	2580	3440	1.33	286	9.19
319	245	40	1060	350	545	747	1.37	339	3.92
449	247		1060	368	0	0			

151 (49)

$t°$	191	220	250	270	305	361.2
I'_r/I_r	86.2	81.5	75.0	71.0	58.7	0

*1 Максимум потерь: средняя из величин, полученных при нагреве и при охлаждении.

СПЛАВЫ НИКЕЛЯ.

ТАБЛИЦА 20.—НИКЕЛЕВЫЕ СПЛАВЫ.

Co: кобальтовые сплавы Ni (7). Ni и чистый Co были переплавлены в электрической печи, в тигле из магнезии, в струе N. Исследуемый Ni содержал 98.1% Ni, 1.9% Co, 0.05% Fe. Сплавы, с содержанием Ni $\leqslant$ 20% магнитно слишком тверды для того, чтобы достичь насыщения при низких температурах, при $H = 10000$. $H = 10000$ гаусс; $t = 19°$; θ—точка Кюри для $H=0$; см. также фиг. 40.

Co, %	d	σ	θ	Co,%	d	σ	θ
0	8.79	55.2	382	60.4	8.72	120.3	934
9.8	8.80	66.8	497	69.8	8.77	132.6	988
18.6	8.87	77.1	601	79.5	8.75	138.7	1037
30.4	8.72	87.7	685	89.3	8.87	148.5	1085
40(?)	8.89	100.0	780	100.0	8.92	153.6	1121
49.3	8.79	110.0	860				

Cu: медные сплавы Ni (1). В N чистая Cu была сплавлена с никелем, содержащим 99.89% Ni, 0.004% Cu, 0.053% Fe, 0.043% C, 0.008% SiO_2, следы S. На таблице σ_∞ исправлена на расширение и относится к абсолютному нулю. θ соответствует $H = 0$; это есть температура, при которой самопроизвольное намагничение $= 0$; см. также фиг. 41, 42.

Cu, %	d	σ_∞	θ	Cu, %	d	σ_∞	θ
0	8.790	57.2	358	35.5	8.91	24.5	+ 16
5.3	8.787	52.2	318	40.0	8.90	20.0	− 33*1
9.1	8.86	49.0	272	44.3	8.85	16.2*1	− 79*1
14.1	8.94	44.4	229	49.2	8.96	11.4*1	−133*1
20.5	8.95	37.7	164	54.1	8.93	6.8*1	−188*1
25.6	8.96	33.9	126	59.4	8.93	2.0*1	−245*1
29.7	8.99	29.2	67	61.8*2		0*1	−273*1

*1 Экстраполированное значение. *2 Соответствует Cu_3Ni_2.

Fe: ферроникель, никелевая сталь см. табл. 17 (Ni).

Mn: никель-марганцевые сплавы (21). Металлы, защищенные от всякого соприкосновения с C, были переплавлены под слоем расплавленного $BaCl_2$. Отожжены при 900°. Некованные отливки и закаленные при 900° образцы вообще менее магнитны, чем отожженные.

H	5	10	15	20	40	60	80	100	150	200
Mn, %	I_n, интенсивность намагничения; 16°									
5	20	48	77	97	158	195	224	248	292	316
10	30	75	109	130	212	258	287	308	344	368
15	68	115	148	167	214	240	256	268	288	304
20	20	32	41	47	64	76	85	91	102	110
25	6	12	18	28	58	80	96	109	131	147
30	2	4	7	11	30	48	67	81	112	135

H	5	10	15	20	40	60	80	100	150	200
Mn, %	I_n, интенсивность намагничения; −190°									
5	16	40	66	89	155	203	236	264	317	350
10	26	60	97	129	224	280	318	353	404	434
15	42	100	146	176	262	316	344	368	410	438
20	30	70	99	123	181	216	236	250	276	296
25	10	24	38	51	94	130	156	180	217	247
30	3	6	10	14	35	54	72	89	123	152

МАРГАНЦЕВЫЕ СПЛАВЫ И СОЕДИНЕНИЯ.

ТАБЛИЦА 21.—ФЕРРОМАГНИТНЫЕ МАРГАНЦЕВЫЕ СПЛАВЫ И СОЕДИНЕНИЯ.

Составы сплавов, обозначенных номером ключа, см. в табл. 1.

As, два ферромагнитных сплава (28,70); MnAs, $\theta = 40 \div 45°$ и Mn_2As.

B, один ферромагнитный сплав (6); MnB, $\theta = 260°$, $H_c = 30.9$.

H	90.4	181	271	362	542	786
I_n	32.5	54.6	70.7	81.5	110.1	146.1

Bi, один ферромагнитный сплав (28,70); MnBi, $\theta = 360 \div 380°$.

C, один ферромагнитный сплав (28,70); Mn_3C, нет данных.

Cu, купромарганец не ферромагнитен, в отличие от некоторых трехкомпонентных сплавов, содержащих **Al** или **Sn**.

1. Медно-марганцево-алюминиевые (Гейслера) сплавы (29) содержат от 5 до 25% Al, Mn $>$ 7%; сплавы, содержащие больше 30% Mn, не были изучены. Из этих сплавов наиболее магнитны те, которые имеют состав $xAlCu_3 + (1-x)AlMn_3$ (они содержат около 13% Al) и, при $H = 150$, максимальное значение I (около 430) соответствует $x = 0.6684$, или 12.89% Al, 26.12% Mn, 60.98% Cu (см. фиг. 44). Подразумевается, что каждый сплав подвергнут термической обработке, наиболее для него подходящей, см. фиг. 43, 44, 45. **156** есть типичный сплав Гейслера.

156; $t_q = 600°$, отпуск при 209° в течение τ_d часов.

H	2.5	5	10	25	50	100	200	500	700	1000
τ_d	I_n, нормальная интенсивность намагничения (67); см. фиг. 45									
0	0.04	0.09	0.18	0.45	0.90	1.75	3.11	6.02	7.60	9.73
1	1.34	2.70	5.07	8.78	12	15.9	20.6	26.2	28.0	30.6
2	2.45	5.01	9.37	16.5	22.6	29.0	36.0	44.1	47.7	53.2
3	4.00	8.52	16.2	27.3	35.7	44.1	52.1	61.6	65.5	69.4
4	4.71	11.1	23.1	38.1	48.1	57.3	65.9	75.6	78.6	81.6

H	2.5	5	10	25	50	100	200	500	700	1000
τ_d	I_n, нормальная интенсивность намагничения ([67]); см. фиг. 45									
5	4.37	11.3	31.1	50.2	61.0	70.8	79.5	88.8	92.1	94.5
6	3.11	9.40	31.1	50.5	62.0	72.5	81.5	91.6	94.7	97.2
7	3.18	9.71	29.0	47.0	59.0	69.8	79.5	90.2	93.4	96.7
8	3.00	7.61	24.7	65.7	70.4	92.1	102.2	113.8	116.4	119.1
9	3.25	8.30	26.5	52.6	64.4	75.5	85.6	96.7	99.7	103.1
10	2.88	7.31	23.5	48.4	61.5	72.7	83.3	95.0	98.6	102.0
12¾	2.10	5.65	21.1	49.3	63.5	75.7	87.6	100.0	103.7	107.5
15	2.05	5.43	16.9	46.2	61.6	75.1	87.6	100.9	104.9	109.4
20	1.80	4.05	10.7	37.3	55.0	71.5	86.7	103.5	108.3	112.7
25	1.15	2.70	6.72	27.3	52.5	68.2	85.2	107.2	113.1	119.1
35	0.88	1.96	4.23	14.9	32.6	53.9	79.0	110.1	119.7	127.3
50	0.61	1.26	2.65	7.88	21.0	44.5	75.3	116.6	128.4	137.8
75	0.42	0.85	1.75	4.55	9.46	20.1	43.4	100.4	116.9	130.1
2100	0.38	0.76	1.52	3.82	7.73	17.0	41.6	118.2	139.0	156.3

H	155 ([3])		159 ([3])		Циклическое	155 ([3])	159 ([3])	Состав и свойства	155	159
	B_n	μ_n	B_n	μ_n	H	B	B		ковкий	нековкий
2.5	120	48	300	120	150	2250	4250	Cu, %	75.6	61.5
5	400	80	800	160	100	1980	4110	Mn, %	14.25	23.5
7.5	580	77	1600	210	50	1560	3830	Al, %	10.15	15.0
10	720	72	2320	230	25	1220	3550	Pb, %		0.1
20	1070	54	3250	160	+ 5	740	2900			
50	1540	31	3800	76	0	480	2550			
75	1780	24	3980	53	− 0.5	440	2490	B_r	480	2550
100	1970	20	4110	41	− 1.0	410	2420	H_c	3.75	7.3
150	2250	15	4250	28	− 1.5	370	2350	μ_n(max.)	80	236
300	2800	9.3			− 2.5	+ 250	2190	$4\pi_\infty$набл.	2790	
500	3120	6.2			− 5	− 240	+1480	ϱ_{20}	40.90	
1000	3670	3.7			− 10	− 670	−1780			
2000	4710	2.4			− 20	−1040	−3210			
3000	5750	1.9			− 50	−1540	−3800			
4000	6780	1.7			− 75	−1780	−3980			
5000	7790	1.6			−100	−1970	−4110			
6000	8790	1.5			−150	−2250	−4250			

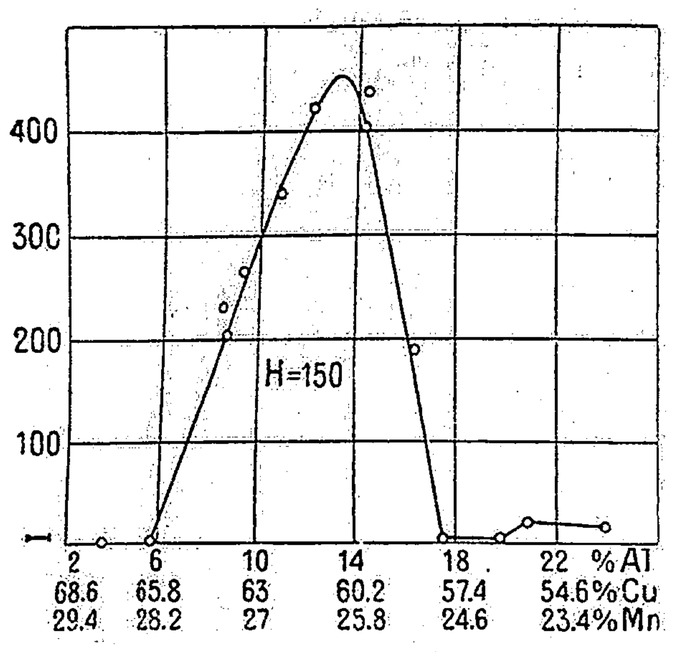
2. Медно-марганцево-оловянные сплавы ([60]). 98.5% Mn, содержащий в уменьшающихся количествах Si, Fe и Al, был сплавлен с очень чистыми Cu и Sn; сплавы были подвергнуты на короткое время действию температуры ниже 200°. Имеется два ряда ферромагнитных сплавов, разделенных сплавом, содержащим 30% Sn.

H		20	50	100	200	300	I_r	H_c	H	20	50	100	200	300	I_r	H_c
Ключ, №	t	I_n							Ключ, №	I_n						
162, $\theta = 275°$	−190	21	42	67	93	108	31	27	163, $\theta = 270°$	30	62	96	127	144	26	12
	+ 15	18	36	55	72	80	21	22		28	55	77	96	105	16	10
	75	15	30	46	60	67	18	21		24	46	63	76	84	14	9
	125	11	26	37	46	50	13	20		20	37	48	58	61	10	8
	180	8	19	26	34	36	8	18		11	19	27	31	33	5	7
	230	2	3	4	5	5	1	9		4	7	10	12	13	2	5
164, $\theta = 255°$	−190	27	59	102	162	195	23	16	166, $\theta = 225°$	22	54	96	160	209	11	10
	+ 15	24	52	82	117	129	18	14		22	54	96	160	209	11	9
	75	18	36	59	82	89	13	13		22	52	92	153	201	11	9
	125	12	23	35	49	54	9	12		21	50	88	142	184	10	8
	180	6	13	19	27	29	5	10		21	47	83	130	160	8	7
	230	2	4	5	9	11	1	4		0	0	0	0	0	0	0
165	15	(?)	(?)	(?)	0.8	1.2	(?)	(?)	167	(?)	0.5	1.0	2.0	3.0	0.5	40 *1

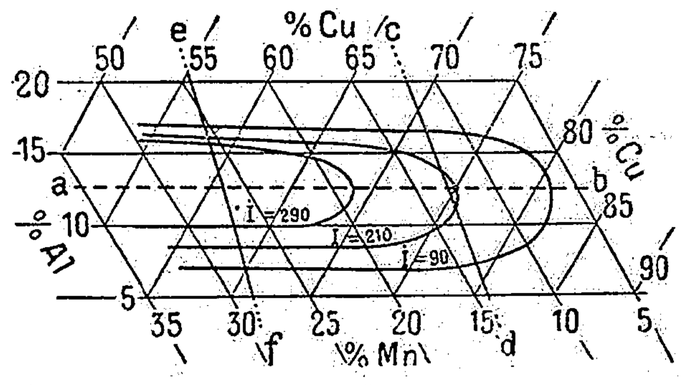
*1 Приблизительно.

Fe, см. табл. 17 (Mn).

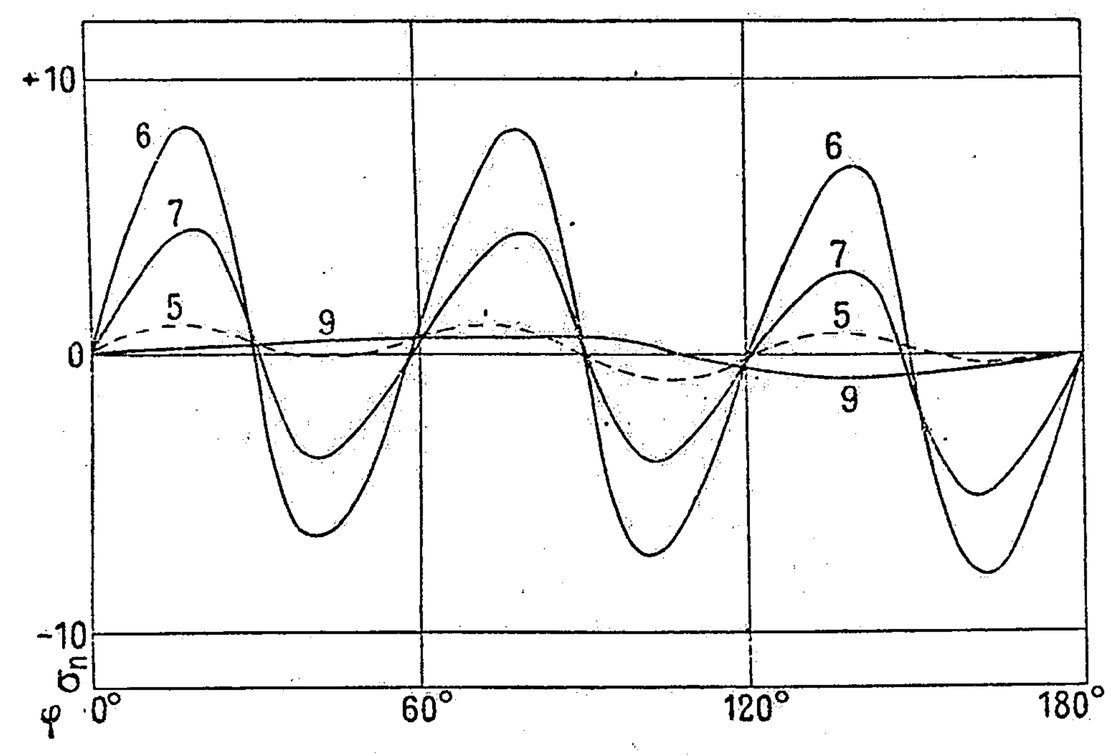
H, Mn, переплавленный в H, ферромагнитен ([40]); возможно образование гидрида. При $H = 12000$ $\sigma = 2.2$; $H_c = 670$; $d = 7.24$; см. фиг. 46.



Фиг. 43. Сплав Гейслера: зависимость намагничения от содержания Al ([29]). Сплавы были изготовлены прибавлением Al к марганцевой меди, содержащей 30% Mn.

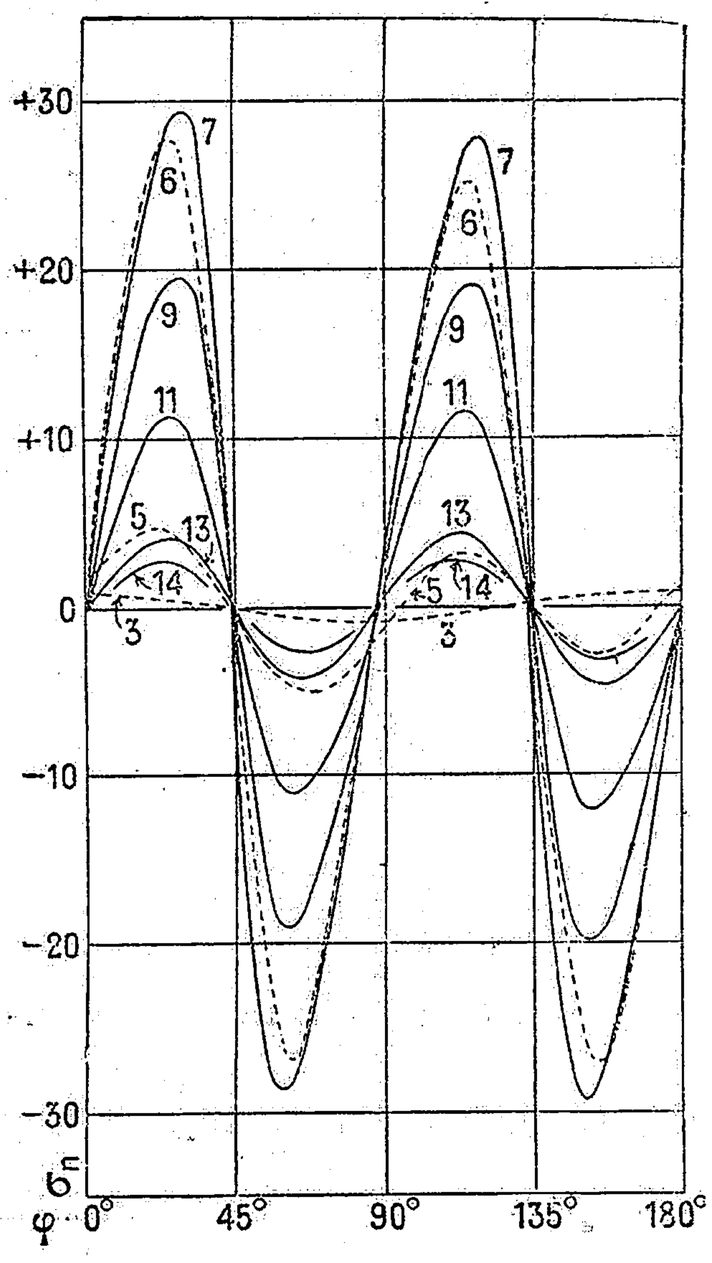


Фиг. 44. Алюминиево-марганцево-медные (Al - Mn - Cu) сплавы: зависимость намагничения от состава ([29]). $H=150$. Линия ab соединяет точки $AlCu_3$ и $AlMn_3$. Сплавы, образованные прибавлением Al к марганцевой меди, содержащей 30 и 15% Mn, соответственно лежат у линий ef и cd. Максимальное значение I, около 430, находится при пересечении ab и ef. Каждый сплав подвергался той термической обработке, которая ему соответствовала. Данные—из табл. 21.



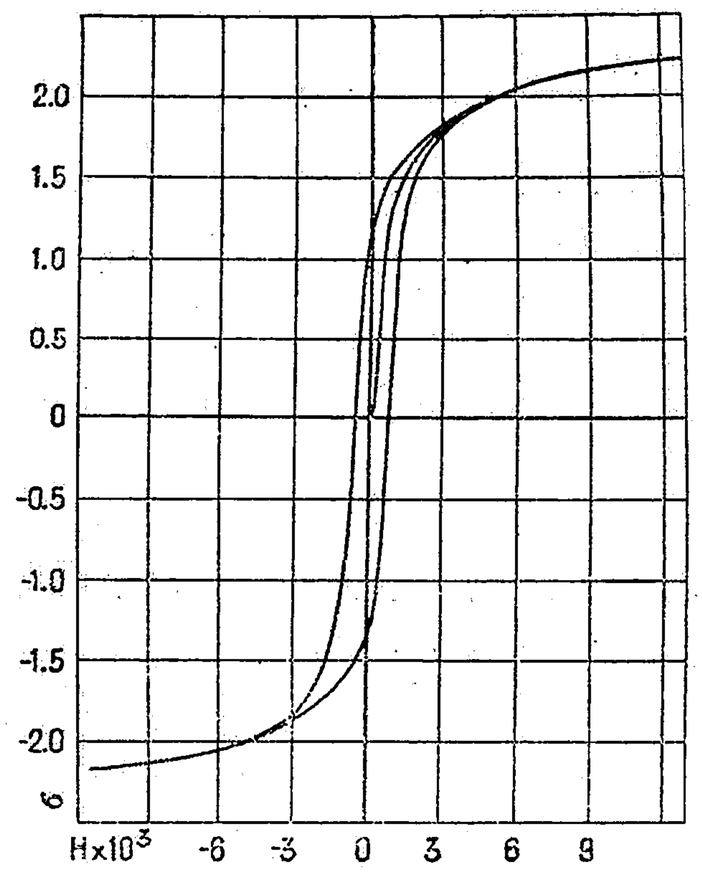
Фиг. 49. Кристалл железа.

Фиг. 49, 51. Диск был вырезан параллельно грани октаэдра; диаметр=7.64 *мм*, толщина=0.110 *мм*; двойные оси при $\varphi=0°$, 60°, 120° и 180°. Значения H см. текст.

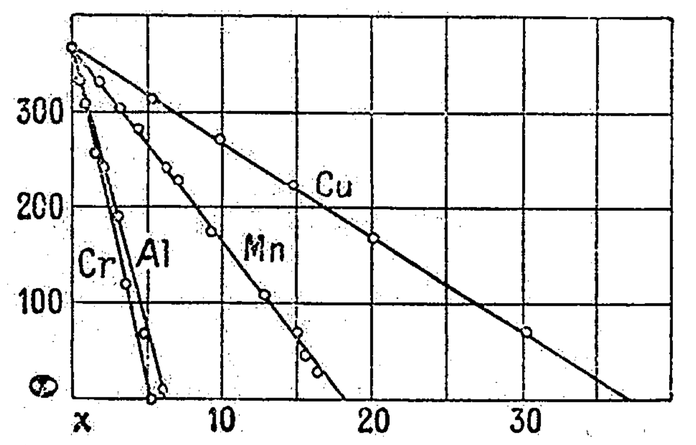


Фиг. 48. Кристалл железа.

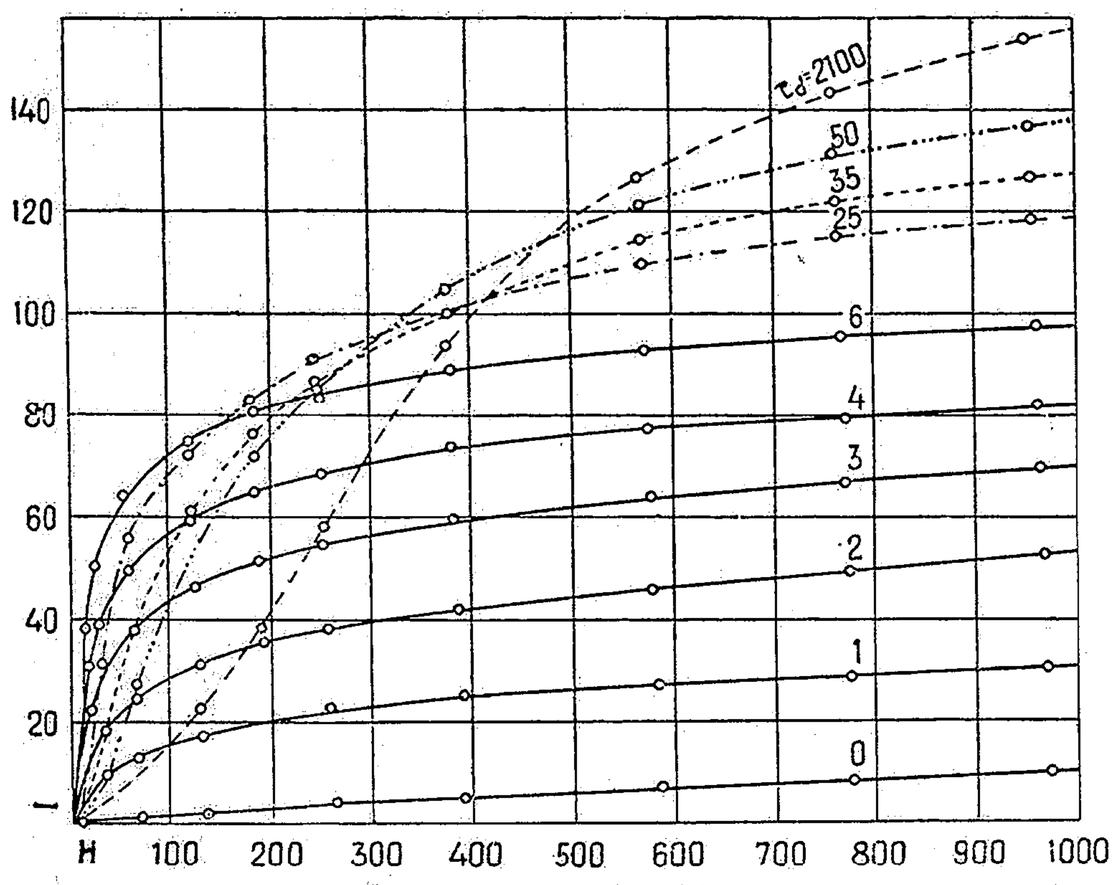
Фиг. 48, 50. Диск был вырезан параллельно грани куба; диаметр=6.90 *мм*, толщина=0.090 *мм*; четверные оси (ребра куба) при $\varphi=0°$, 90°, 180°; двойные оси (диагонали граней) при $\varphi=$ 45 и 135°. Значения H см. текст.



Фиг. 46. Марганец: намагничение ([40]). Mn переплавлен в H; возможно гидрид. $H_c=670$; см. табл. 21.



Фиг. 47. Двойные сплавы никеля: точки Кюри ([13]). x—% составной части, указанной на кривой.



Фиг. 45. Сплав Гейслера (156): зависимость намагничения от термической обработки ([67]). Закалка при 600° и отпуск при 209° в течение числа часов, указанного на кривых.

N, Mn_3N_2, Mn_5N_2, Mn_7N_2 ферромагнитны ([28,70]); нет данных.
Ni, см. табл. 20 (Mn).
P, MnP, Mn_3P_2, Mn_5P_2 ферромагнитны ([28,70]).

MnP, $\theta=18\div26°$.

H	85.8	172	343	515	746
I_n	9.2	15.6	22.8	32.8	38.8

S, MnS ферромагнитен ([28],[70]); нет данных.

Sb. Получены соединения определенного состава MnSb (68.9% Sb), Mn_3Sb_2 (59.8% Sb), и Mn_2Sb (52.6% Sb). Для сплавов, переплавленных в H и отлитых в докрасна нагретые железные изложницы ([32]), найдено:

Sb, %	20	40	45	52.2	59.3	68.6	72	90	95	98
H	5259	5244	5211	5353	5274	5238	5401	5421	5414	5276
I_n	62	119	159	176	245	345	317	158	67	37

Для Mn_3Sb_2 $\theta = 315°$; для Mn_2Sb $\theta = 275°$ ([32]).

MnSb ([28], [70]) $H_c = 8.2$; $\theta = 320 \div 330°$.

H	88.9	178	267	356	533	773
I	82	142	188	229	294	361

Mn_2Sb ([28],[70]) $H_c = 33.4$.

H	70.4	141	211	282	422	612
I	20.4	31.4	43.5	48.5	63.3	74.6

Se, Si, Te, MnSe, MnSi, MnTe ферромагнитны ([28],[70]); нет данных.

ТЕМПЕРАТУРЫ ПРЕВРАЩЕНИЙ.

ТАБЛИЦА 22.—ТОЧКИ ПРЕВРАЩЕНИЯ.

Точка Кюри (θ) есть температура, при которой самопроизвольное намагничение делается равным нулю и материал перестает быть ферромагнитным. В сильных полях изменение от ферромагнитного до парамагнитного состояния происходит постепенно, и точка пересечения крутой части кривых (I, t), (σ, t), (I^2, t) или (σ^2, t) с осью t обыкновенно принимается за θ; эта точка пересечения зависит от напряженности поля; см. фиг. 38. Следующие данные распределены в порядке Fe, Ni, Co; после каждого элемента следуют его сплавы и соединения, расположенные по алфавиту символов второй составной части. Состав сплавов, обозначенных номером ключа, см. в табл. 1.

Fe, железо. Превращение α в β, точка Осмонда A_2, соответствует θ; превращение β в γ соответствует точке Осмонда A_3, его точка A_4 соответствует превращению γ в δ. В следующей таблице + [−], помещенный после символа, обозначает, что значение соответствует увеличивающейся [уменьшающейся] температуре. $\theta = \theta_0 + 0.14\sqrt{H}$ ([58]).

Ключ, №	θ; A_2	A_3+	A_3-	A_4+	A_4-	H	Метод	Лит.
2		910 920	905 900	1407	1410 1407		Магнитный	([69])
3	774					10000	Магнитный	([53])
4		920	920	1396			Магнитный	([76])
9	784					0	Калориметрическ.	([85])
9	769	917				0.96	Магнитный	([58])
11		903	903	1390	1390		Магнитный	([36])
12		916	890				Магнитный	([35])
12		910	894			0	Термометрический	([35])
27	770				1420	0	Термометрический	([61])

C, Fe: Fe_3C, цементит ([35]), $\theta = 215°$.

Co, Fe: железо-кобальтовые сплавы; см. табл. 17 (Co).

Cu, Fe: железо-медные сплавы; см. табл. 17 (Cu).

N, Fe: Fe_4N, $\theta = 390°$; **Fe_2N** не ферромагнитен при комнатной температуре ([17]).

Ni, Fe: железо-никелевые сплавы; см. табл. 17 (Ni).

O, Fe: Fe_3O_4, магнетит. $\theta = \theta_0 + 0.08\sqrt{H}$ [см. ([58])]. При магнитных методах ([58], [74]) $\theta = 582 \div 586°$; при калориметрических методах ([85]) $\theta = 585 \div 593°$. Соединения, сходные с магнетитом ([8]): для $FeO \cdot Fe_2O_3$, $CoO \cdot Fe_2O_3$, $CuO \cdot Fe_2O_3$ и $CaO \cdot Fe_2O_3$ соответственно имеем: $\theta = 555$, 520, 418 и 156°.

O, Fe: Fe_2O_3, гематит ([41]). θ около 600°. (Температура исправлена на основании измерений ([41]) пирротина.)

S, Fe: пирротин (FeS с излишком S). Оба метода—дилатометрический ([12]) и магнитный ([95])—дали $\theta = 320°$; см. также стр. 156 и 157.

V, Fe: железо-ванадиевые сплавы. Ферромагнитны, если V<80%; приблизительные значения (при повышении температуры) таковы ([31]): V=0%, θ=775°; V=20%, θ=720°; V=30%, θ=600°.

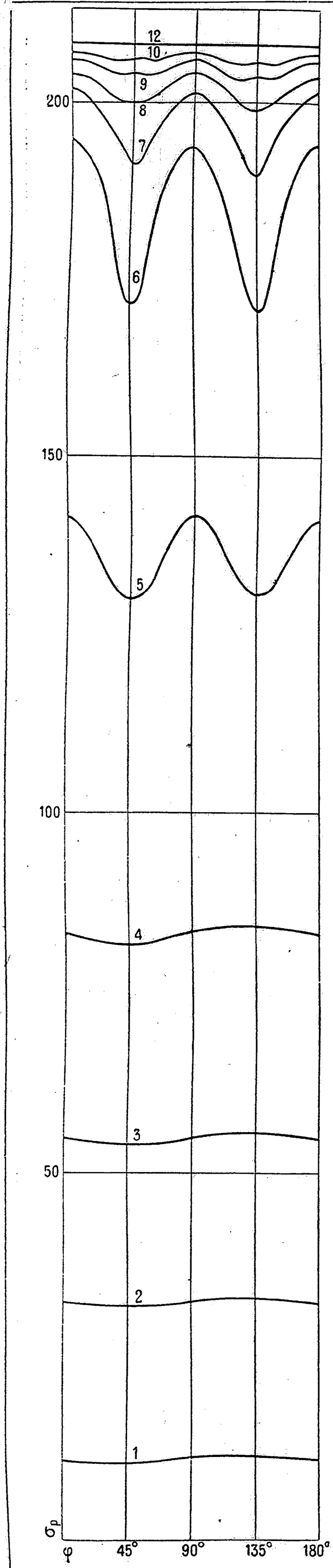
Ni: никель. Для чистого Ni ([55]) $\theta = \theta_0 + 0.20\sqrt{H}$. При магнитных измерениях ([1], [79]) Ni переплавлен в H (145) или в N (152), θ=357.6 или 358°, соответственно; при калориметрических измерениях ([85]) Ni (152) переплавлен в воздухе, θ=363°.

Al, Ni: никель-алюминиевые сплавы, см. фиг. 47.

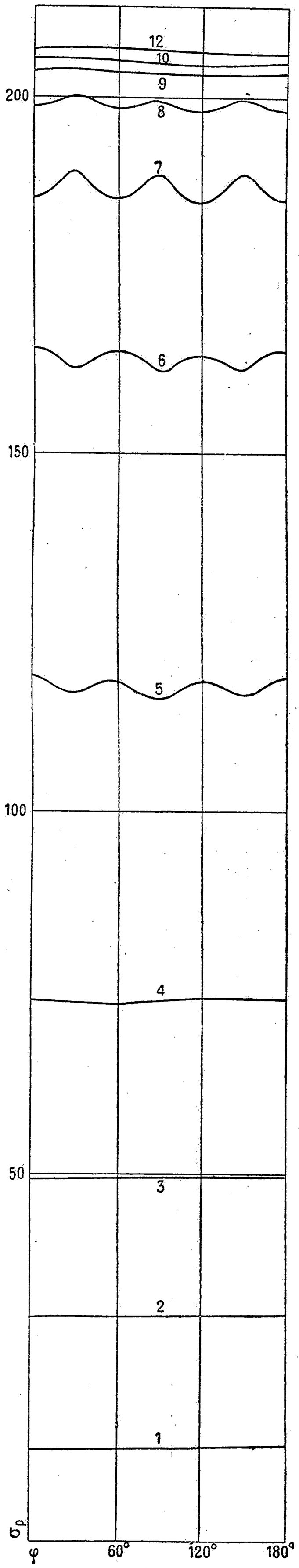
Co, Ni: никель-кобальтовые сплавы, см. табл. 20.

Cr, Ni: никель-хромовые сплавы, см. фиг. 47.

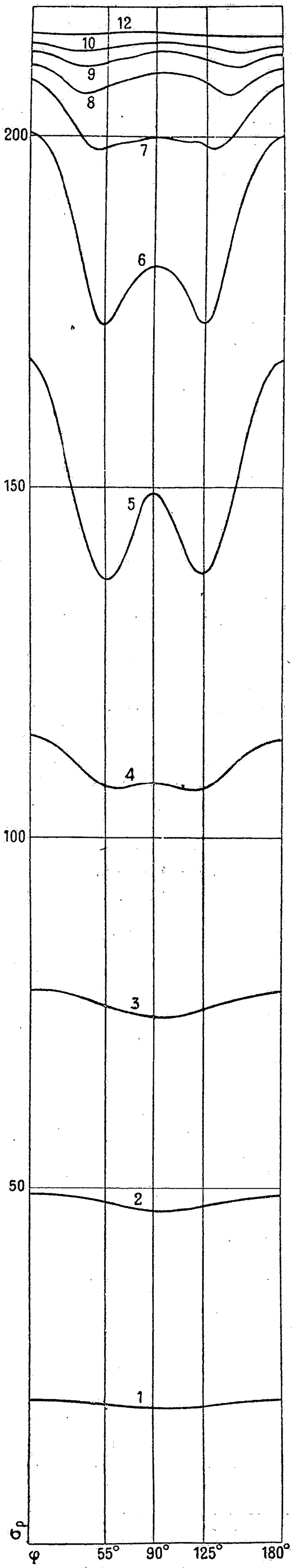
Cu, Ni: никель-медные сплавы, см. табл. 20 (Cu) и фиг. 47.



Фиг. 50. (См. фиг. 48.)



Фиг. 51. (См. фиг. 49.)



Фиг. 52. (См. фиг. 53.)

Fe, Ni: никель-железные сплавы, см. табл. 17 (Ni).

Mn, Ni: никель-марганцевые сплавы, см. фиг. 47.

Sn, Ni: никель-оловянные сплавы ([31]). Ферромагнитны, если Sn $<40\%$.

Sn, % . . .	0	10	20	30	36
θ, °	370	320	210	210	~210

Co: кобальт. При магнитных методах H мало ([7], [66]), $\theta=1075\div1115°$; $H=10000$ ([53]), $\theta=1140°$. При термометрических методах ([62]) $\theta=1102\div1112°$.

Cr, Co: кобальто-хромовые сплавы ([31]). Ферромагнитны, если Cr $<25\%$.

Cr, % . . .	0	10	15	20
θ, °	1140	720	480	~180

Mn, Sb: марганцево-сурьмяные сплавы, см. табл. 21 (Sb).

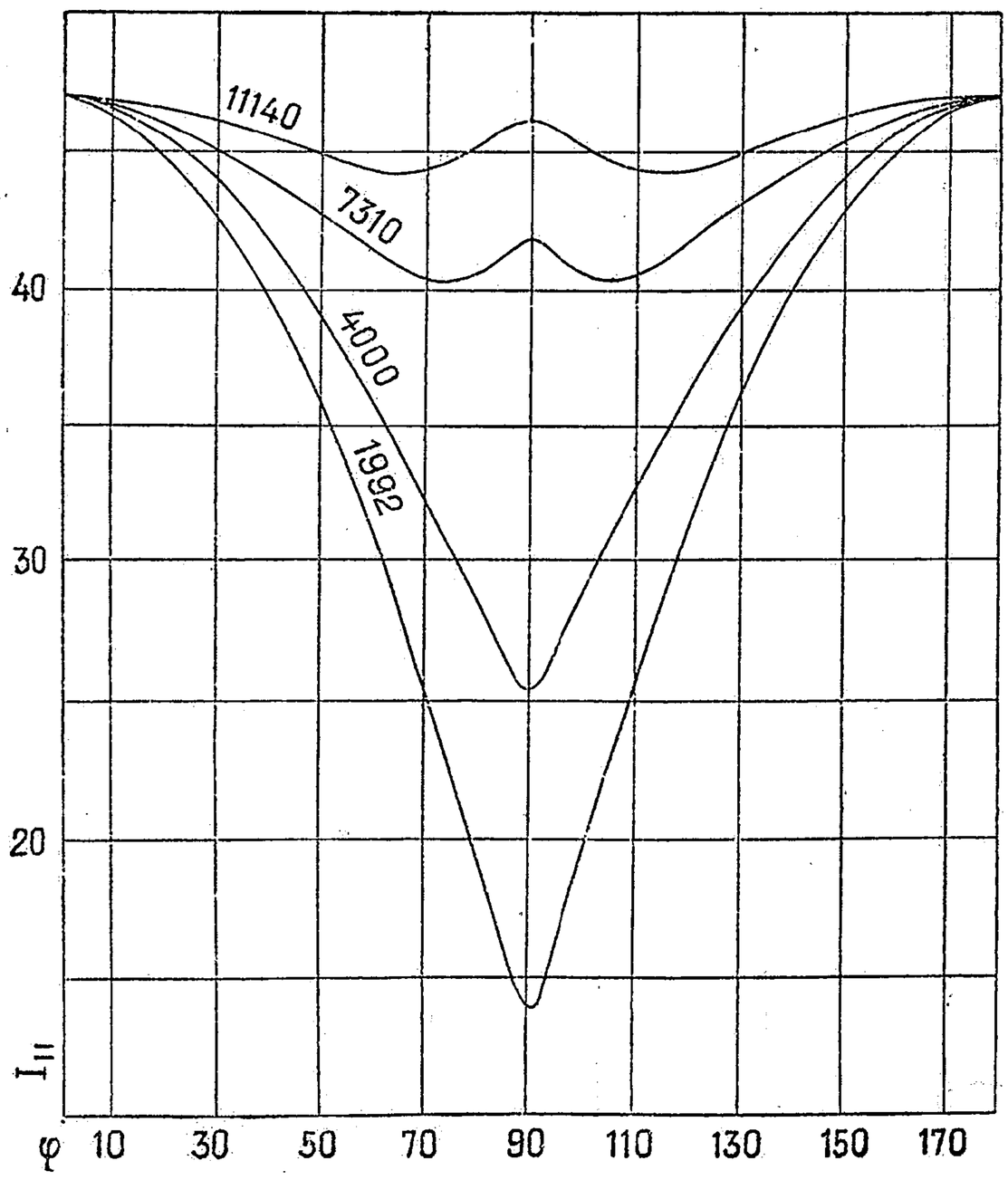
Mn, Cu, Al: сплавы Гейслера ([54]).

Ключ, №	Mn, %	Al, %	Cu, %	θ, °
154	13.9	7.2	78.9	200÷210
157	6.0	13.2	80.8	300÷310
158	19.3	14.0	66.6	340÷350
160	26.5	16.3	57.2	320÷330
161	11.6	25.0	63.4	5÷10

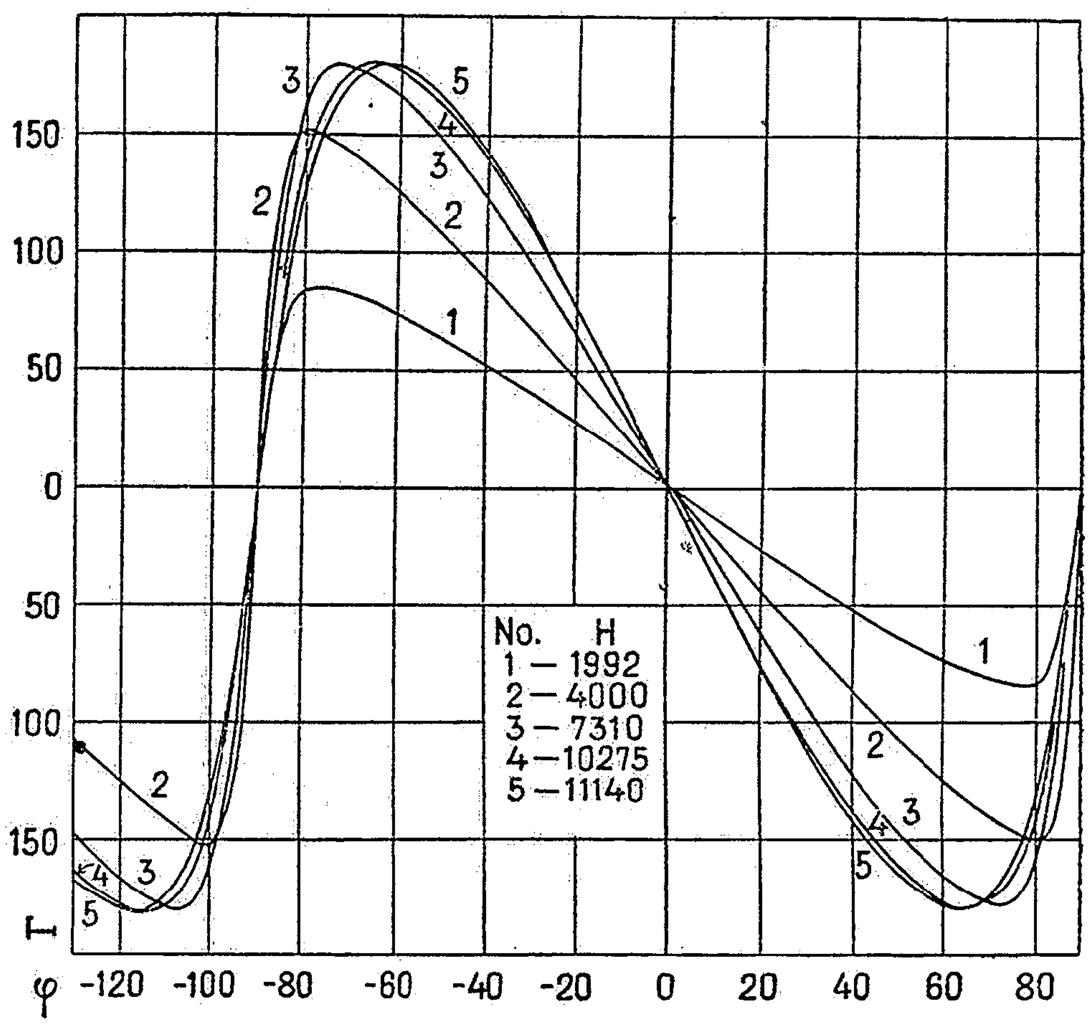
Для других Mn-сплавов и соединений см. табл. 21.

НАМАГНИЧЕНИЕ ФЕРРОМАГНИТНЫХ КРИСТАЛЛОВ.

Fe, железо. Кубическая система; данные ([5]) (фиг. 48—53) соответствуют дискам, H—в плоскости диска; σ_p—компонент σ, параллельный H; σ_n—компонент в плоскости диска и перпендикулярный к H; φ—азимут H по отношению к некоторой определенной оси кристалла. Примесей около 1.93%: 0.06% C, 1.62% Si, 0.16% Mn, 0.050% P и 0.040% S.



Фиг. 57. Пирротин: компонента ($I_{\parallel}$) намагничения в магнитной плоскости YOX и параллельная полю H ([72]). H лежит в плоскости YOX, φ—азимут H от оси OX легкого намагничения. Значение H указано на каждой кривой.



Фиг. 58. Пирротин: компонента ($I_{\perp}$) намагничения в магнитной плоскости YOX и перпендикулярная полю H ([72]). H лежит в плоскости YOX, φ—азимут H от оси OX легкого намагничения. $I_{\perp}=950$ Г/H.

На каждой из фигур 48—53 значения H для разных кривых следующие:

Кривая	H	Кривая	H	Кривая	H
1	17	6	389	11	2050
2	44	7	595	12	4090
3	71	8	798	13	6000
4	111	9	1110	14	9420
5	189	10	1527		

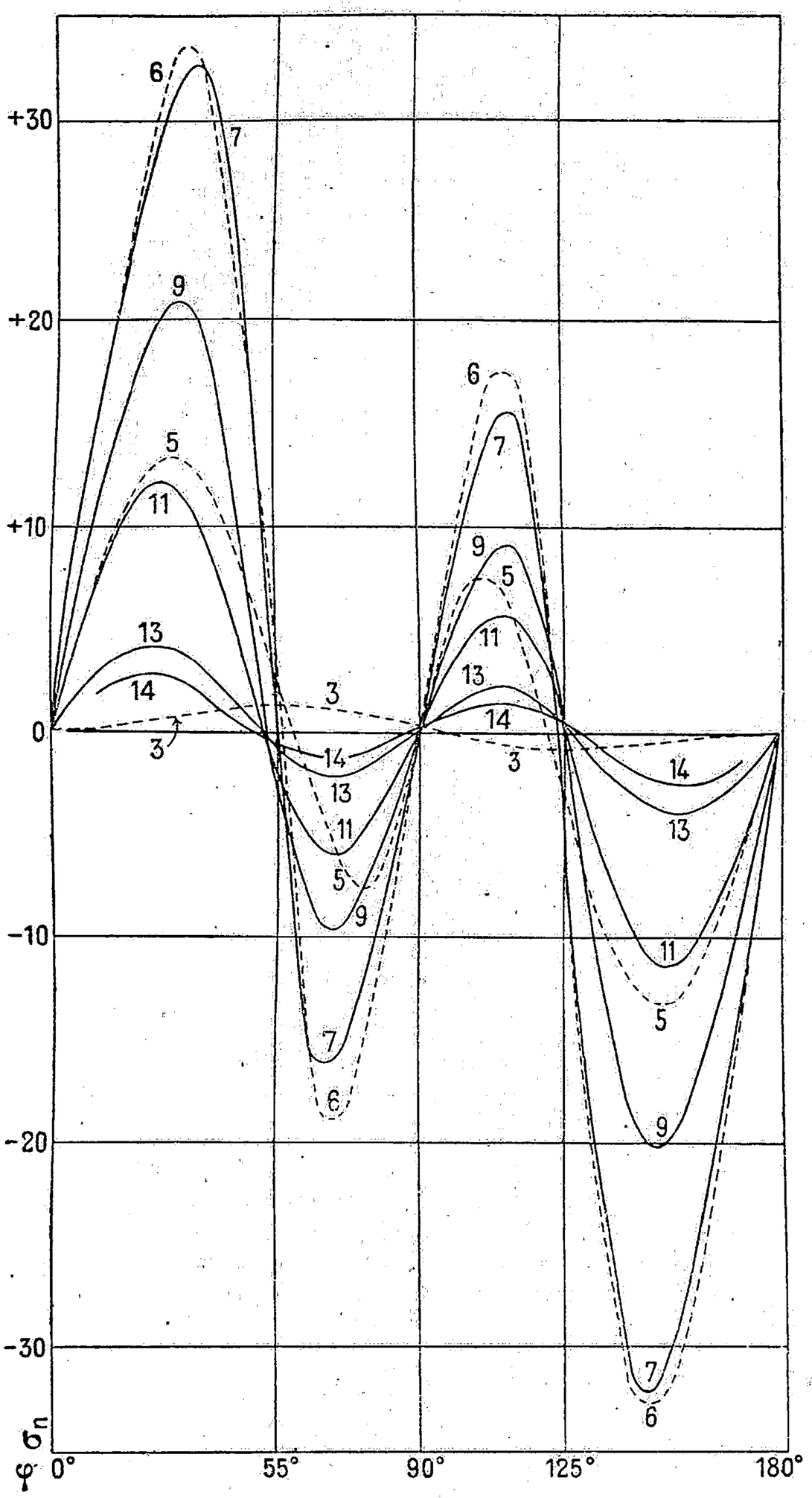
Fe_3O_4, магнетит. Кубическая система; данные для кристалла (фиг. 54, 55, 56) относятся к магнетиту Броццо при комнатной температуре; для фиг. 55, 56 опыт был над диском 20 *мм* диаметром, 0.3 *мм* толщиной. Термические данные (табл. 23) относятся к кристаллической массе искусственного магнетита, кристаллы ориентированы безразлично во всех направлениях; данные относятся к значению Коппа ([39]) при 19° и в сильных полях, $\sigma=93.3(1-19/H)$; точность около 0.05%, за исключением наблюдений, производившихся ниже 17° над материалом сомнительной чистоты. Для $t<500°$ σ_s практически равно σ_∞; см. также табл. 3 и 4.

ТАБЛИЦА 23.—НАМАГНИЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО МАГНЕТИТА.

t°	σ_s	Лит.	t°	σ_s	Лит.
−253	98.6	([83])	409.0	61.3	([81])
−79	96.9	([74])	497.0	45.7	([81])
+17.2	93.2	([39])	539.5	33.4	([81])
116.4	88.0	([81])	556.6	25.9	([81])
216.0	81.1	([81])	568.0	18.3	([81])
315.5	72.2	([81])	573.0	13.3*[1]	([81])

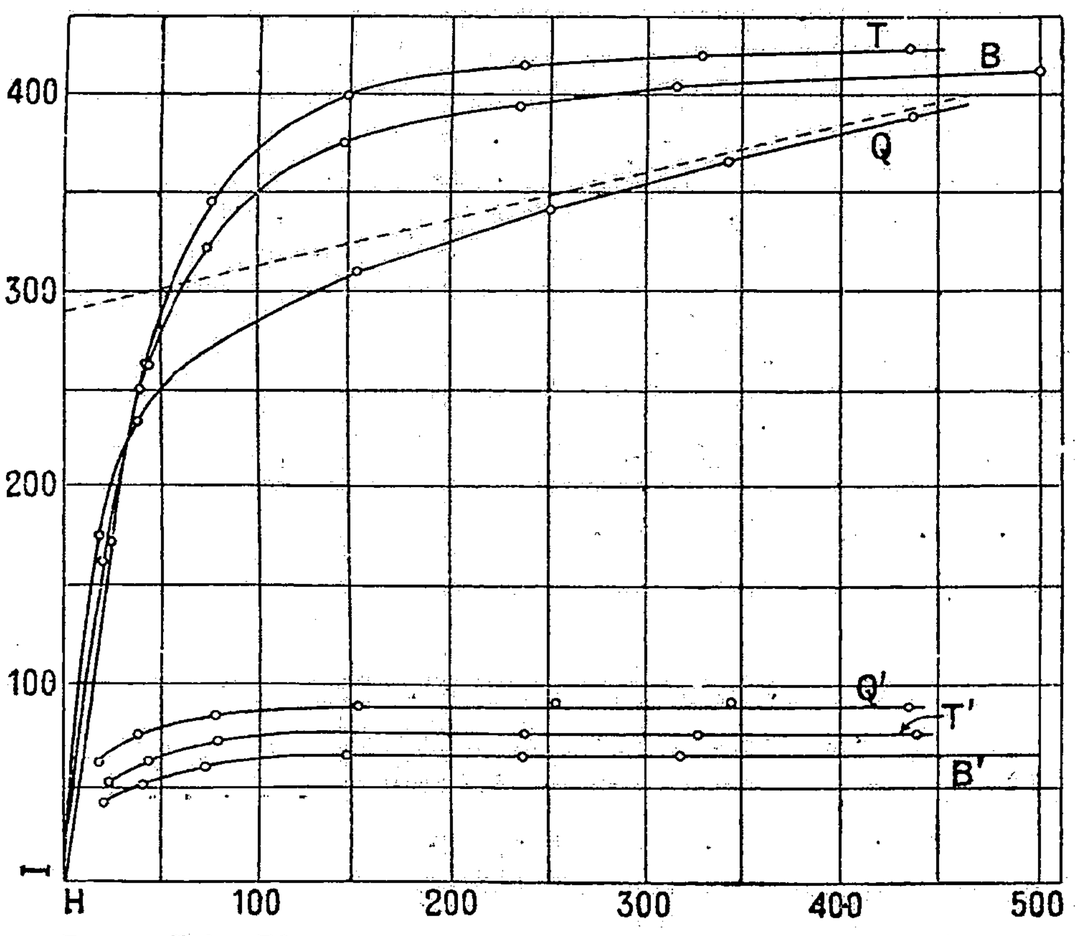
*[1] Интерполировано. Точка Кюри=578.3°.

Fe_7S_8, пирротин. Содержит различные количества растворенной S: анализы дают от Fe_5S_6 до $Fe_{16}S_{17}$. Точные данные могут быть даны только для так называемого нормального пирротина (плотные кристаллы из Morro Velho $d=4.60$); ненормальный пирротин (пластинчатый или расщепляющийся, из Bodenmais, и т. д.) имеет неправильные и сложные свойства. Кристаллы кажутся гексагональными, но маг-

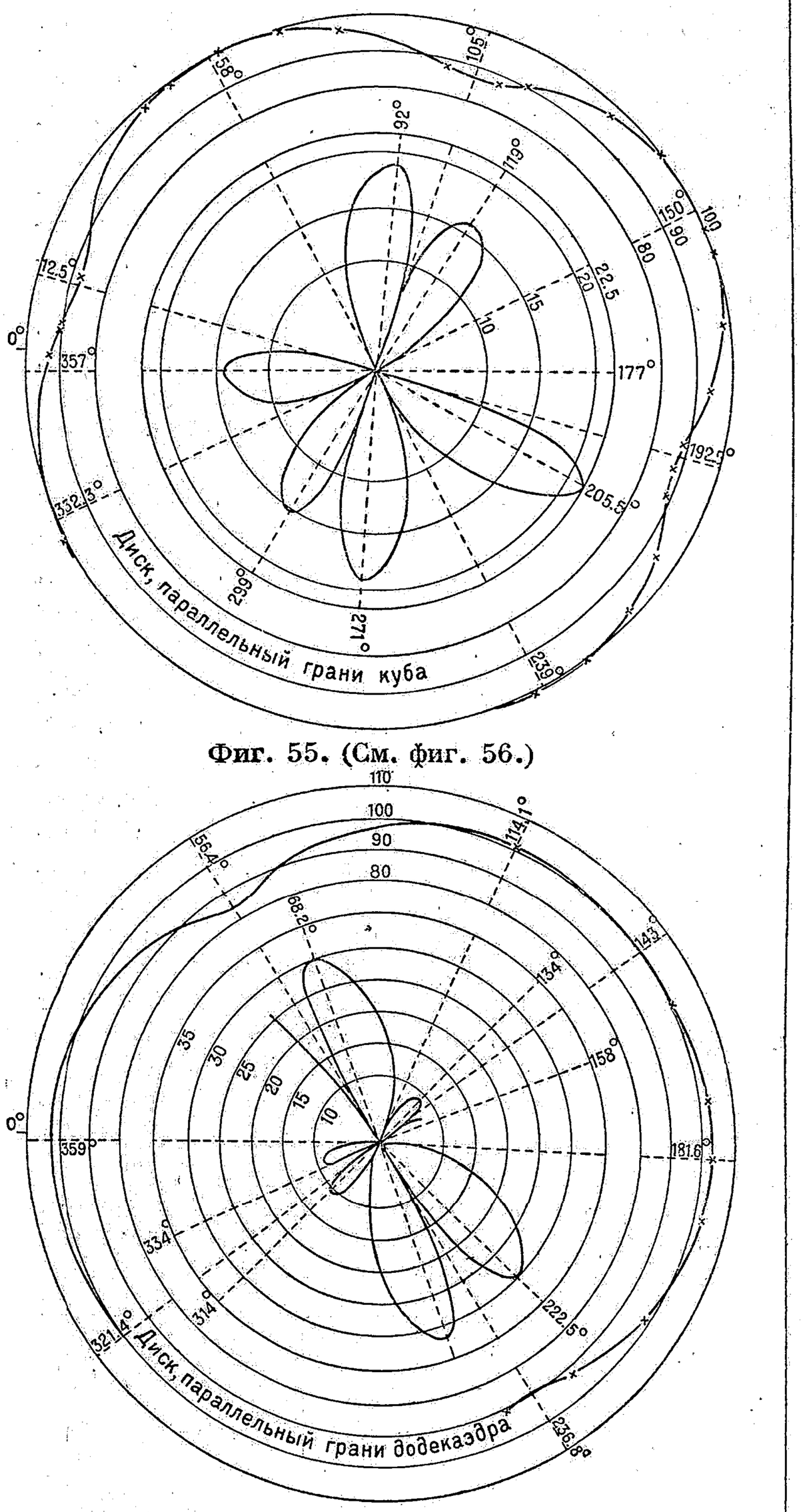


Фиг. 53. Кристалл железа.

Фиг. 52, 53. Диск был вырезан параллельно грани ромбического додекаэдра; диаметр=9.20 *мм*, толщина=0.085 *мм*; четверная ось лежит на линии при $\varphi=0°$ и 180°, двойная ось при $\varphi=90°$, одна тройная ось при $\varphi=54°\,44'$ и другая при $\varphi=125°\,16'$. Значения *H* см. на стр. 156.

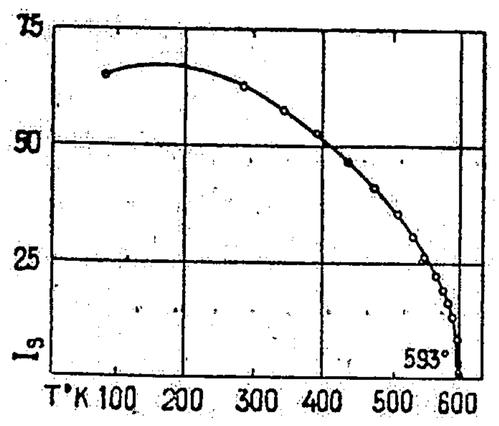


Фиг. 54. Кристалл магнетита: интенсивность намагничения (*T*, *B*, *Q*) и остаточное намагничение (*T'*, *B'*, *Q'*) (71). *B*—двойная, *Q*—четверная, *T*—тройная оси кристалла. Поле *H* параллельно рассматриваемой оси. Остаточное намагничение соответствует $H_{max}=353$.

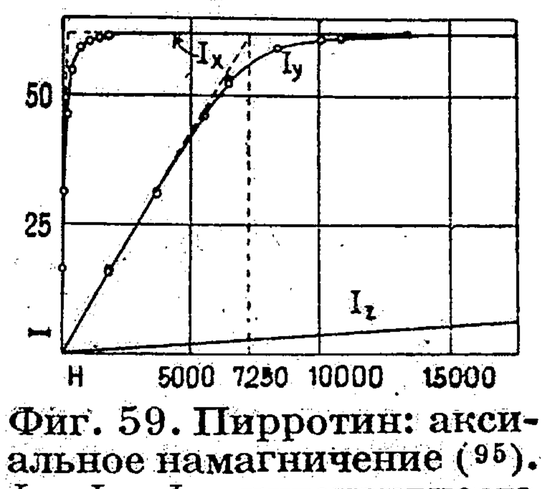


Фиг. 55. (См. фиг. 56.)

Фиг. 56. Намагничение диска, вырезанного из кристалла магнетита (71). Диаметр=20 *мм*, толщина=0.3 *мм*; $H=353$ и лежит в плоскости диска; азимут (φ) *H* как указан. *I* пропорционально длине радиуса вектора кривой. Внутренние петли увеличены в 3 раза сравнительно с внешней кривой. Внешняя кривая соответствует компонентам *I*, параллельным *H*; внутренняя кривая соответствует компонентам *I*, перпендикулярным к *H*. Пунктирные радиусы указывают положения максимума и минимума. Для внешней кривой: на фиг. 55 максимум соответствует двойной и минимум—четверной осям; на фиг. 56 максимум соответствует тройной оси и минимум—четверной и двойной осям; см. стр. 156.



Фиг. 60. Пирротин: самопроизвольное намагничение (95).



Фиг. 59. Пирротин: аксиальное намагничение (95). I_x, I_y, I_z—интенсивность намагничения вдоль главных осей; в каждом случае *H* параллельно рассматриваемой оси. Максимум $H_{D_y}=7250$.

нитные данные показывают, что они состоят из трех взаимно проникающих орторомбических кристаллов. Приведенные здесь данные относятся к простому орторомбическому кристаллу.

Кроме очень сильных полей, I лежит приблизительно в одной плоскости (в основании кажущейся гексагональной призмы), каково бы ни было направление H, и интенсивность и направление I зависят только от компоненты H в этой плоскости, которая называется магнитной плоскостью кристалла. В этой плоскости есть направление (OX), в котором намагничение легко; в направлении (OY), перпендикулярном к первому, намагничение трудно. Они являются «главными» осями кристалла. Намагничение кристалла может быть объяснено с помощью структурного размагничивающего поля, компонента вдоль OY есть $H_{D_y}=N_yI_y$, компонента вдоль оси OZ (перпендикуляр к плоскости XOY) есть $H_{D_z}=N_zI_z$, где I_y, I_z являются компонентами I вдоль OY, OZ и N_y, N_z—постоянные. Максимальными значениями, соответствующими I_∞, являются H_{D_y} (max.)=7300 гаусс (72, 86, 94) и H_{D_z} (max.)=176000 гаусс (74, 95); они одинаковы для всех образцов, но I_{max} изменяется с образцом (например, I_{max}=47, 63.6, 72.8 (72), 62 (95)). Коэрцитивная сила также меняется с образцом (H_c=15.4 (72), 24 (86), 30 (74)). Для образцов на фиг. 57, 58 I_{max}=47.

Ферромагнитные свойства теряются при аллотропических превращениях при 318÷319° (76), 320° (95), которые немного выше точки Кюри. N_y не зависит от температуры (95); см. фиг. 57—60.

Fe_2O_3, гематит. Ромбоэдрический, иногда ферромагнитный. Как и пирротин, он имеет приблизительную магнитную плоскость. Для гематита из Kragerö Fe_2O_3=93.63%, FeO=3.26%, TiO_2=3.55% (56); для образцов того же самого источника намагничение ($I_\perp$) перпендикулярное и намагничение ($I_\parallel$) параллельное тройной оси были найдены (87) такими:

H	36	48	60	72
$I_\perp$	1.71	1.78	1.83	1.90
$I_\parallel$	0.025	0.050	0.073	0.093

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

(1) Alder, Thesis, Zürich, 1916. *10*, 4: 664; 21. (2)Arkadiew, *63*, 14: 561; 13. (3) Arkadiew, *96*, 27: 37; 24. (4) Arnold and Elmen, *143*, 195: 621; 23. (5) Beck, Thesis, Zürich, 1918. (6) Binet du Jassonneix, *34*, 142: 1336; 06. (7) Bloch, Thesis, Zürich, 1912. *6*, 26: 5; 12. (8) du Bois, *in* Gray and Ross, *83*, 8: 115; 12. (9) Burgess and Aston, *33*, 8: 79; 10.

(10) Burrows, *31A*, 6: 31; 09. (11) Cheney, *31A*, 18: 609; 22. (12) Chevenard, *34*, 172: 320; 21. (13) Chevenard, C. R. du congrès du chauffage industriel, 1: 157; 23. *In* Chaleur et industrie, 4: No. 39; 23. (14) Curie, *6*, 5: 289; 95. (15) Curie, *420*, 3: 36; 97. (16) Ewing, *5*, 46: 269; 90. (17) Fry, *77*, 43: 1271; 23. (18) Gans, *8*, 42: 1065; 13. (19) Gans, *8*, 48: 514; 15.

(20) Gans, *8*, 61: 379; 20. (21) Gray, *3*, 24: 1; 12. (22) Gumlich, *89*, 4: 267; 18. (23) Gumlich, Magnetische Messungen. Braunschweig, Vieweg, 1918. (24) Gumlich, *in B3*, p. 1195. (25) Gumlich, *96*, 14: 241; 23. (26) Gumlich und Rogowski, *8*, 34: 235; 11. (27) Hegg, Thesis, Zürich, 1910. (28) Heusler, *88*, 5: 219; 03. (29) Heusler, Starck und Haupt, *537*, 13: 23; 504.

(30) Holborn, *8*, 61: 281; 97. (31) Honda, *8*, 32: 1003; 10. (32) Honda and Ishiwara, *159*, 6: 9; 17. (33) Honda and Saito, *159*, 9: 417; 20. (34) Honda and Shimizu, *3*, 10: 548; 05. (35) Honda and Takagi, *159*, 4: 261; 15. (36) Ishiwara, *159*, 6: 133; 17. (37) Kennelly, *129*, 8: 485; 91. (38) Kennelly, *143*, 197: 623; 24. (39) Kopp, Thesis, Zürich, 1919. *10*, 5: 792; 25.

(40) Kuh, Thesis, Zürich, 1911. *10*, 2: 381; 13. (41) Kunz, *190*, 1907 I: 62. (42) Lapp, *51*, 4: 349; 23. (43) Lonsdale, *63*, 14: 581; 13. (44) Maurain, *6*, 20: 353; 10. (45) Moir, *3*, 27: 830; 14. (46) Mordey, *121*, 66: 615; 11. (47) Nusbaum, Cheney and Scott, *31A*, 16: 739; 20. (48) Perrier, Thesis, Zürich, 1909. (49) Perrier et Balochowsky, *149*, 2: 5; 20.

(50) Perrier and Onnes, *168*, Suppl. No. 27; 13. (51) Peschard, Thesis, Strasbourg, 1925. (52) Pierce, *65*, 49: 117; 13. (53) Preuss, Thesis, Zürich, 1912. *10*, 3: 286; 14. (54) Preusser, Thesis, Marburg, 1908. (55) Radovanović, Thesis, Zürich, 1911. (56) Rammelsberg, *8*, 104: 497; 58. (57) Rayleigh, *3*, 23: 225; 87. (58) Renger, Thesis, Zürich, 1913. *10*, 4: 663; 22. (59) Renker, Thesis, Zürich, 1913. *10*, 4: 664; 22.

(60) Ross and Gray, *68*, 29: 274; 09. (61) Ruer und Fick, *139*, 11: 39; 13. (62) Ruer und Kaneko, *192*, 9: 419; 12. (63) Safranek, *74*, 21: 87; 24. (64) Sanford and Cheney, *31A*, 16: 291; 20. (65) Steinhaus und Gumlich, *125*, 4: 149; 15. (66) Stifler, *2*, 33: 268; 11. (67) Take, *88*, 12: 1059; 10. (68) Terry, *2*, 30: 133; 10. (69) Terry, *2*, 9: 394; 17.

(70) Wedekind, *7*, 66: 614; 09. (71) Weiss, Thesis, Paris, 1896. (72) Weiss, *51*, 4: 469, 829; 05. (73)Weiss, *51*, 9: 373; 10. (74) Weiss, P., *0*. (75) Weiss et Foëx, *51*, 1: 274, 744; 11. (76) Weiss et Foëx, *149*, 31: 39; 11. (77) Weiss et Foëx, Le Magnétisme. Paris, Armand Colin, 1926. (78) Weiss et Forrer, *34*, 178: 1046; 24. (79) Weiss et Forrer, *34*, 178: 1670; 24.

(80) Weiss et Forrer, *34*, 186: 821; 28. (81) Weiss et Forrer, *0*. (82) Weiss et de Freudenreich, *149*, 39: 125; 15. (83) Weiss en Onnes, *64V*, 18: 768; 10. *168*, No.114; 10. *51*, 9: 555; 10. (84) Weiss et Piccard, *34*, 166: 352; 18. (85) Weiss, Piccard et Carrard, *149*, 42: 378; 16. 43: 22, 113, 199; 17. (86) Weiss et Planer, *51*, 7: 5; 08. (87) Westmann, Diss., Upsala, 1896. (88) Williams, *2*, 6: 404; 15. (89) Wvedensky, *8*, 66: 110; 21.

(90) Yensen, *86*, No. 72; 14. (91) Yensen, *86*, No. 77; 15. (92) Yensen, *86*, No. 83; 15. (93) Yensen, *39*, 39: 396; 20. (94) Yensen, *129*, 43: 145; 24. (95) Ziegler, Thesis, Zürich, 1915.

МАГНЕТО-ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ.

ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЕ И ТЕРМОМАГНИТНЫЕ ЭФФЕКТЫ.

Alpheus W. Smith и L. L. Campbell.

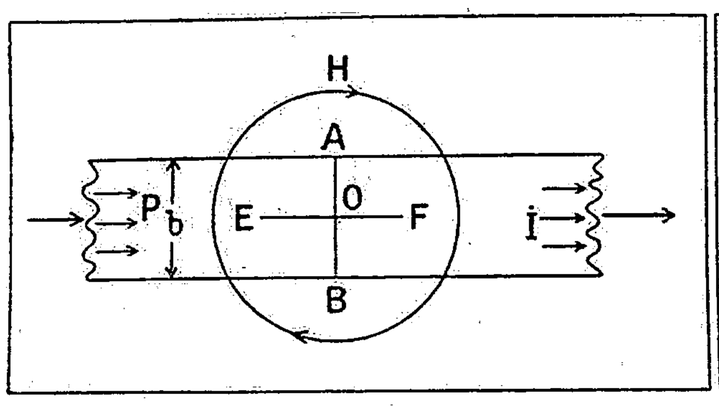
СОДЕРЖАНИЕ.

Стр.

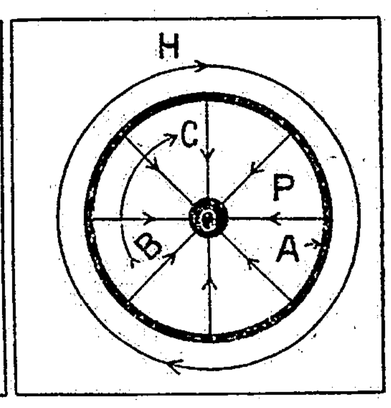
Эффект Голла (Hall) 160
Элементы 160. Различные вещества 160. Сплавы 161. Влияние $t°$ и магнитного поля 161 и 162.
Эффект Корбино 162
Соотношение между эффектом Голла, эффектом Корбино и свободным временем электронов . 162
Эффект Этингсгаузена 163
Эффект Нернста 163
Элементы 163. Сплавы 164. Влияние температуры 164.
Эффект Риги-Ледюка (Righi-Leduc) 164
Элементы 164. Сплавы 165.
Влияние магнитного поля на электросопротивление (табл. 14—19) 165
Влияние магнитного поля на теплопроводность (табл. 20) 168

Рассматриваемые эффекты—эффекты Голла (Hall), Этингсгаузена, Нернста и Риги-Ледюка (Righi-Leduc), а также изменения электро- и теплопроводностей, вызываемые магнитным полем. Подробные сведения об отдельных эффектах см. (15). Большинство характеризующих их данных зависит в значительной степени

от кристаллического строения, чистоты и обработки материала. Изменения этих факторов, не поддающиеся в настоящее время точному учету, ведут к колебаниям числовых данных, превосходящим обычные ошибки измерения. По этой причине по существующим данным не представлялось возможным вычислить наиболее вероятные значения, а приведенные в таблицах данные—это лишь значения, наиболее заслуживающие доверия.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Фиг. 1. Диаграмма, поясняющая гальваномагнитный и термомагнитный эффекты. P—тонкая, плоская, проводящая пластинка, имеющая ширину b и толщину d; по пластинке проходит однородно распределенный постоянный продольный ток I, а сама она помещена в однородное поперечное магнитное поле H, направление которого соответствует токам Ампера, протекающим по направлению, показанному стрелками на окружности.

Фиг. 2. Диаграмма, поясняющая эффект Корбино. P—тонкое, плоское, круговое проводящее кольцо, соединяющее массивные электроды O радиуса r_1 и A радиуса r_2. Если при прохождении однородного радиального электрического тока от A к O пластинка подвергается воздействию однородного магнитного поля H с направлением, соответствующим токам Ампера, как показано стрелками на внешней окружности, то возникает круговой ток в направлении BC,—если эффект Корбино положителен.

Если по тонкой, плоской, проводящей пластинке P (ширина b, толщина a) проходит однородный, постоянный продольный ток (полный ток I) либо электричества либо теплоты и если на нее нормально наложено магнитное поле напряженности H, то для каждого из указанных видов тока возникают в пластинке два поперечных и два продольных эффекта, которые могут быть просто выражены в значениях H, I, b и d. Рассматриваемые в дальнейшем эффекты согласованы с фиг. 1, где, при отсутствии поля, AB представляет эквипотенциальную или соответственно изотермическую линию, и если направление H отвечает токам Ампера, протекающим в направлении, указанном стрелками на окружности, то эффекты соответствуют положительным значениям коэффициентов.

Гальваномагнитные эффекты.—(I—электрический ток.) (1) Эффект Голла; коэффициент $\equiv R$. Потенциал в A становится больше, чем потенциал в B, на некоторое количество E; $R=Ed/HI$. (2) Эффект Этингсгаузена; коэффициент $\equiv P$. Температура в A становится выше, чем температура в B, на количество ΔT; $P=d\Delta T/HI$. (3) Разность потенциалов между E и F изменилась; это значит, что изменилось продольное электрическое сопротивление. (4) Разность температур между E и F изменилась.

Если при измерении эффекта Голла условия таковы, что тепловым обменом между пластинкой и другими телами можно пренебречь и температура в A отличается от температуры в B, то для некоторых веществ найденное значение R мало отличается от значения, найденного в том случае, когда поверхность пластины поддерживается при равномерной температуре. В последнем случае эффект Голла называется изотермическим, а в первом—адиабатическим.

Термомагнитные эффекты. — (I—тепловой ток; dT/dx—продольный градиент температуры вдоль пластинки, по направлению, противоположному направлению теплового потока.) (1) Эффект Нернста; коэффициент $\equiv Q$. Потенциал в A становится больше, чем потенциал в B, на количество E. $Q=E/[Hb(dT/dx)]$. (2) Эффект Риги-Ледюка; коэффициент $\equiv S$. Температура в A становится больше, чем температура в B на ΔT. $S=\Delta T/[Hb(dT/dx)]$. (3) Разность потенциалов между E и F изменилась. (4) Температура между E и F изменилась; это значит, что изменилась продольная теплопроводность.

Если E или ΔT отрицательно, то таков же и соответственный коэффициент. Если умножить выражения Q и S на теплопроводность, рассчитанную на единицу длины пластинки, то они получают тот же вид, как и выражения для R и P.

Эффект Голла ([31]) (R).—Колебания значений, полученных повидимому при одних и тех же условиях различными наблюдателями, могут быть вызваны присутствием загрязнений или различием в физическом состоянии материала. У немагнитных металлов, за исключением Sb, Bi и Te, R очень мало меняется с T и практически совсем не меняется с H. У ферромагнитных металлов R вообще возрастает с T, пока не будет достигнута точка Кюри, затем быстро убывает и при температуре плавления вероятно становится 0; при T постоянном R сперва не зависит от H, затем убывает по мере возрастания H, а в более напряженных полях приближается к предельному значению.

Эффект Корбино ([18]).—Если электрический ток I идет по пластинке не продольно, а расходится радиально из O (фиг. 2), то наложение поля H вызывает круговой ток вокруг O. Это — эффект Корбино. Если пластинка представляет круглое кольцо радиусов r_1 и r_2 (принимая $r_1 < r_2$), если у радиального тока равномерное угловое распределение, причем полный ток, в направлении к центру, есть I, и если поле (H) однородно по всей пластинке, то полное значение кругового тока (C), протекающего по пластинке по направлению токов Ампера соответственно H, будет $C = \frac{cHI}{2\pi} \log_e \frac{r_2}{r_1}$; c — постоянная Корбино. По теории Адамса ([1]) $c = \mu_0 e t_0/2m$, где t_0—свободное время электрона, μ_0—магнитная проницаемость пустоты, а e и m—соответственно заряд и масса электрона. Во многих случаях t_0 оказывается отрицательным. Это указывает на неудовлетворительность теории. В основе эффекты Корбино и Голла одного и того же порядка ([1]); они равны c-кратному удельному сопротивлению пластинки, что сравнимо с R ([17]).

Изменение сопротивления.—Если проводник помещен в магнитное поле (H), то сопротивление его (r) в каком-нибудь определенном направлении, отнесенном к H, возрастает на некоторую величину, которая может изменяться в зависимости от направления поля. У немагнитных металлов и сплавов при постоянной температуре $\Delta r/r$ приблизительно пропорционально H^2. В соотношении $\Delta r/r=CH^2$ коэффициент C характеризуется по всем направлениям одним и тем же знаком (+ для чистых металлов, − для сплавов); числовое значение его возрастает быстрее, чем понижается температура, и лишь слегка изменяется или вовсе не изменяется с H. У Bi, Sb и графитового C соотношение между Δr и H отклоняется от нормального. У ферромагнитных металлов $\Delta r/r$, за исключением крайне низких температур, приблизительно пропорционально интенсивности намагничения. У Co и Ni Δr отрицательно при поперечном направлении к полю и положительно—при параллельном. При возрастании поля числовое

значение Δr в обоих случаях возрастает, приближаясь к предельному значению в сильных полях. При возрастании поперечного поля Δr изменяется сперва медленно, затем быстрее, а под конец—снова медленно. При возрастании продольного поля Δr возрастает сперва быстро, а затем медленнее. Небольшие ошибки в ориентировке поперечного поля ведут при слабых полях к положительному значению Δr. Для некоторых из приводимых начальных положительных значений Δr в поперечном поле ошибки могут быть подсчитаны. Железо ведет себя различно.

Эффект Голла (R).

ТАБЛИЦА 1.—ЭЛЕМЕНТЫ.

$R=Ed/HI$; $R=A\times10^{-n}$; t_R—комнатная температура; H дано в килогауссах; R—в 10^{-9} вольт-*см* на ампер-гаусс.

Элемент	$t°$	H	A	n	Лит.
Ag	t_R	9÷12	− 8.32	4	(20)
	t_R	*1	− 8.38	4	(74)
	20	5÷11	− 8.97	4	(80)
	17	10	− 7.95	4	(7)
Al	t_R	9	− 3.85	4	(20)
	14	21	− 3.96	4	(74)
	18	*1	− 3.90	4	(3)
As	20	4÷8	+ 4.52	2	(46)
Au	25	9.3	− 7.04	4	(34)
	t_R	9.0	− 7.11	4	(20)
	18	*1	− 7.04	4	(3)
	17	12	− 7.24	4	(7)
	20	1.13	− 10.1	0	(20)
	18	10.6	− 4.82	0	(79)
	14.5	0.89	− 5.78	0	(73)
	t_R	4÷11	− 1.73	1	(20)
	90	10.3	− 1.6	1	(79)
	17	11.8	+ 7.4*2	1	(57)
Cd	t_R	9÷12	+ 5.5	4	(20)
	t_R	*1	+ 8.8	4	(74)
	18	*1	+ 5.89	4	(3)
	17	12.0	+ 5.5	4	(57)
Ce	24	17.5	+ 1.92	3	(68)
Co	t_R	*1	+ 2.45	3	(74)
	24	4.4	+ 1.61*4	3	(79)
	25	9.3	+ 3.72	3	(34)
Cu	16	8÷22	− 5.47	4	(74)
	t_R	12.0	− 5.19	4	(20)
	20	*1	− 5.4	4	(79)
	20	5÷11	− 4.28	4	(80)
	18	*1	− 5.28	4	(3)
	17	10	− 4.92	4	(7)
Fe*3	13	8÷15	+ 9.08	3	(74)
	12.9	5.3	+ 7.94	3	(35)
	18	6.3	+ 10.8	3	(79)
	22	17.0	+ 11.0	3	(64)
	18	*1	+ 11.2	3	(3)
	t_R	2.5	+ 17.5*5	3	(20)
	t_R	5÷11	+ 13.4*5	3	(80)
In	24	17.5	− 0.73	4	(68)
Ir	20	5÷11	+ 4.02	4	(80)
	20	5÷11	+ 3.64	4	(80)
Li	24	17.5	− 1.70	3	(68)
Mg	t_R	7.4	− 9.4	4	(20)
Mn	t_R	*1	− 9.3	4	(81)
Mo	24	17.5	+ 1.26	3	(68)
Na	t_R	8.7	− 2.5	3	(20)
Ni	37.5	9.3	− 5.10	3	(34)
	14	2.0	− 8.46	3	(74)
	18	6.3	− 12.5	3	(79)
Pb	18	10.6	− 4.69*4	3	(79)
	18	*1	− 4.70	3	(3)
	20	11÷16	+ 0.9	4	(20)
	−269	11.3	+ 1.8	4	(57)
Pd	25	9.3	− 8.44	4	(34)
	20	5÷11	− 6.91	4	(80)
	20	6÷13	− 11.5	4	(20)
	20	5÷11	− 11.1	4	(80)
	17	9.8	− 6.80	4	(7)
Pt	20	12.0	− 2.4	4	(20)
	20	5÷11	− 1.27	4	(80)
	18	*1	− 2.02	4	(3)
Sb	20	4÷16	+ 1.92	1	(20)
	21.5	1.8	+ 2.19	1	(5)
	18	*1	+ 2.19	1	(79)
	18	*1	+ 1.25	1	(3)
Si	23	20	+ 41.0	0	(64)
	50	9	+ 23.0	0	(13)
	18.7	6.2	+206.0*6	0	(28)
	18.7	6.2	+120.0*7	0	(28)
Sn	t_R	4	− 0.2	4	(32)
	t_R	5.0	− 0.36	4	(20)
	−269	11.3	+ 0.26	4	(57)
Ta	24	17.5	+ 1.01	3	(68)
Te	20	3÷9	+530.0	0	(20)
	27	5	+784.0	0	(77)
	22	8.8	+536.0	0	(37)
	20	8.8	+621.0	0	(67)
Tl	24	17.5	+ 2.4	4	(68)
W	24	17.5	+ 1.18	3	(68)
Zn	t_R	6÷10	+ 4.10	4	(20)
	16	8÷21	+ 9.53	4	(74)
	20	5÷11	+ 10.4	4	(80)
	22	25	+ 3.3	4	(5)

*1 Магнитное поле не установлено наблюдателем. *2 Графит. *3 Новые наблюдения (76,1) показывают, что в монокристаллах Fe R, хотя и мало, но изменяется в зависимости от направления осей кристалла и мало отличается от его значения у мягкого железа. *4 Электролитический. *5 Сталь. *6 Изотермический. *7 Адиабатический.

ТАБЛИЦА 2.—РАЗЛИЧНЫЕ ВЕЩЕСТВА.

Элементы и сплавы см. в табл. 1 и 3; $R=A\times10^{n}$; ϱ—удельное объемное сопротивление для Cu_2J_2+kJ; R дано в 10^{-9} вольт-*см* на ампер-гаусс; ϱ—в Ω-*см*.

Вещество	$t°$	A	n	Лит.	Cu_2J_2+kJ (72)		
					ϱ*3	A*3	n
Cu_2J_2, Иодистая медь	18	+ 11	+3	(72)	0.02	55	−2
FeS_2, Пирит	18	−296	−3	(67)	0.049	20	−1
MoS_2, Молибденит					0.12	69	−1
	18	−260*1	+1	(41)	2.91	34	+1
	90	− 88*1	+1	(41)	0.212	20	+1
	18	−131*2	+1	(41)	7.50	88	+1
	90	− 49*2	+1	(41)	94.0	11	+3
	18	−303*1	+1	(28)			
	90	−878*1	0	(28)			
	18	−152*2	+1	(28)			
	90	−481*2	0	(28)			

*1 Адиабатический. *2 Изотермический. *3 Иодистая медь (Cu_2J_2) растворяет J; как ϱ, так и A убывают по мере того, как возрастает количество растворенного J; количество растворенного J не установлено.

ТАБЛИЦА 3.— СПЛАВЫ.

R дано в 10^{-12} вольт-*см* ампер-гаусс$^{-1}$, H—в килогауссах.

Au - Ag (55,56).

Au, %	R			
	−258.6°	−252.8°	−183°	+17°
0	−0.99	−1.015	−0.82	−0.80
3.95	−0.69	−0.695	−0.74	−0.77
15.47	−0.575	−0.575	−0.645	−0.735
44.28	−0.44	−0.45	−0.52	−0.60
81.00	−0.37	−0.36	−0.47	−0.56
93.84	−0.37	−0.37	−0.525	−0.56
98.89	−0.65	−0.67	−0.66	−0.68
100.00	−0.98	−0.98	−0.76	−0.72

Cu - Zn (33)

Cu, %	R
0	+ 0.830
6	+ 0.496
67	− 0.116
73	− 0.250
81.3	− 0.404
100	− 0.520

Fe - Cu (69)

Fe, %	R
92.95	+15.2
93.84	+15.6
96.0	+16.3
98.0	+19.0
98.49	+21.0
99.196	+12.2
100	+11.2

Ni - Cu (69)

Ni, %	R
50	− 1.33
65	− 6.31
70	−41.9
75	−83.7
85	−59.1
90	−52.0
92.5	−40.9
95	−29.8
100	− 7.65

Ni - Fe (69)

Ni, %	R
0	+11.2
1.07	+16.9
1.93	+17.8
7.05	+42.5
8.17	+43.1
10.20	+52.0
13.11	+61.5
56.0	+46.9

Sn - Bi (22)

Sn, %	R*1
	H=2 килогаусс
0	− 9.84
0.95	− 1.76
1.46	− 0.69
	H=6 килогаусс
0	− 7.20
0.95	− 0.53
1.46	− 0.07
6.14	+ 0.01
	H=11 килогаусс
0	− 4.98
0.95	+ 0.12
1.46	+ 0.36
6.14	+ 0.09

Константан (80)

60Cu+40Ni

R=−0.9

Монель (67)*2

H	t	R
1.65	25	− 35.1
1.65	66	− 24.2
3.15	96	− 9.62
5.30	137	− 2.38

Нихром (67)

3.3	17	+199
3.3	120	+209
1.05	198	+200
1.05	216	+113
3.3	246	+ 21.2
5.5	286	+ 8.6

Нейзильбер (21)

50Cu+30Zn+20Ni

R=−0.54

Манганин (27)

84Cu+12Mn+4Ni

H	t	R
4.1	150	0.569*3
4.79	440	0.432*3
4.92	810	0.460*3

Сплав Гейслера*4 (81)

25Mn+15Al+60Cu

R=+13.0

*1 R дано в 10^{-9} вольт-*см* ампер-гаусс$^{-1}$. *2 68% Ni, 29.5% Cu, 1.5% Fe; 1% Mn. *3 Знак R не указан исследователем. *4 R имеет знак плюс (+), но для каждой составной части минус (−).

ТАБЛИЦА 4.— ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ: ЭЛЕМЕНТЫ.

$R = A \times 10^n$ cgsm $= A \times 10^{n-9}$ вольт-*см* ампер-гаусс$^{-1}$; T—абс. температура, °K.

T	A	Лит.	T	A	Лит.
Ag, Серебро, n=−5			**Cu, Медь, n=−5**		
2.8	−160	(57)	20	− 60.5	(3)
4.25	−160	(57)	83	− 79.2	(3)
14.5	− 99.1	(55, 56)	194	− 55.3	(3)
20.3	−101.4	(55, 56)	291	− 52.8	(3)
290	− 80	(55, 56)	14.5	− 65.6	(7)
83	− 92	(64)	20.3	− 66.2	(55, 56)
296	− 84	(64)	290	− 49.2	(55, 56)
Al, Алюминий, n=−5			83	− 65	(64)
20	− 24.8	(3)	296	− 54	(64)
83	− 20.0	(3)	289	− 53.2	(74)
194	− 39.0	(3)	373	− 54.6	(74)
291	− 39.0	(3)	**Fe, Железо,*3 n=−3**		
83	− 19.2	(64)	20	+ 1.44	(3)
298	− 32.0	(64)	83	+ 1.33	(3)
Au, Золото, n=−5			194	+ 4.99	(3)
20	− 85.7	(3)	291	+ 11.23	(3)
83	− 72.6	(3)	83	+ 0.75	(64)
194	− 71.2	(3)	295	+ 11.0	(64)
291	− 70.4	(3)	373	+ 18.9	(64)
14.5	− 98.2	*1	457	+ 29.2	(64)
20.3	− 98.1	*1	573	+ 50.4	(64)
290	− 72.4	*1	818	+167	(64)
83	− 72.5	(64)	917	+243	(64)
298	− 70.4	(64)	1008	+319	(64)
298	− 70.4	(34)	1069	+120	(64)
328	− 69.9	(34)	1108	+ 32.8	(64)
Bi, Висмут, n=0			1173	+ 9	(64)
4.25	− 86.3	(57)	286	+ 7.94	(35)
287.5	− 5.78	(73)	358	+ 14.86	(35)
377	− 2.83	(73)	**Ni, Никель,*4 n=−3**		
530	− 1.13	(73)	20	− 1.52	(3)
543	− 0.25	(73)	83	− 1.38	(3)
14.6	− 69.5	*1	194	− 2.80	(3)
20.3	− 59.0	*1	291	− 4.70	(3)
73.0	− 33.5	*1	4.25	− 0.00+	(57)
90.0	− 24.6	*1	20.3	− 0.468	*1
290.0	− 5.66	*1	90	− 0.798	*1
C, Углерод (графит), n=0			290.5	− 4.37	*1
14.5	+ 1.52	(57)	83	− 1.85	(64)
20.5	+ 2.22	(57)	296	−12.7	(64)
290	+ 0.74	(57)	373	−16.3	(64)
Cd, Кадмий, n=−5			457	−23.4	(64)
20	+203	(3)	573	−40.8	(64)
83	+ 79.5	(3)	628	−56.0	(64)
194	+ 60.5	(3)	658	−58.9	(64)
291	+ 58.9	(3)	666	−19.2	(64)
14.5	+191	(57)	683	− 4.5	(64)
20.5	+176	(57)	819	− 0.7	(64)
290	+ 55	(57)	310	− 5.10	(34)
Co, Кобальт,*2 n=−3			330	− 5.93	(34)
298	+ 3.72	(34)	350	− 6.83	(34)
318	+ 4.34	(34)	**Pb, Свинец, n=−5**		
83	+ 1.51	(64)	2.8	+ 13	(57)
296	+ 5.88	(64)	4.25	+ 18	(57)
373	+ 8.65	(64)	**Pd, Палладий, n=−5**		
457	+ 13.6	(64)	14.5	−138.5	*1
573	+ 21.2	(64)	20.3	−136.8	*1
789	+ 48.3	(64)	290	− 67.5	*1
933	+ 89.4	(64)	83	−109	(64)
1113	+158	(64)	296	− 86	(64)
1233	+200	(64)	298	− 84.4	(34)
1303	+170	(64)	318	− 85.5	(34)
1373	+ 60	(64)	338	− 84.3	(34)

T	A	Лит.
Pt, Платина, $n=-5$		
20	− 19.9	(3)
83	− 19.8	(3)
194	− 9.04	(3)
291	− 20.2	(3)
83	− 22.2	(64)
236	− 20.2	(64)
Sb, Сурьма, $n=-3$		
20	+152	(3)
83	+163	(3)
194	+140	(3)
291	+125	(3)
87	+245	(5)
194	+235	(5)
295	+209	(5)
331	+203	(5)
Sn, Олово, $n=-5$		
2.8	+ 9.8	(57)
4.25	+ 2.6	(57)
Te, Теллур, $n=0$		
14.5	+211	*1
20.3	+214.5	*1
89	+210.5	*1
291	+185.5	*1
Zn, Цинк, $n=-5$		
83	+109	(64)
298	+ 63	(64)
353	+ 53.0	(27)
473	+ 44.6	(27)
673	+ 63.4	(27)
289	+ 94.6	(74)
374	+ 85.2	(74)

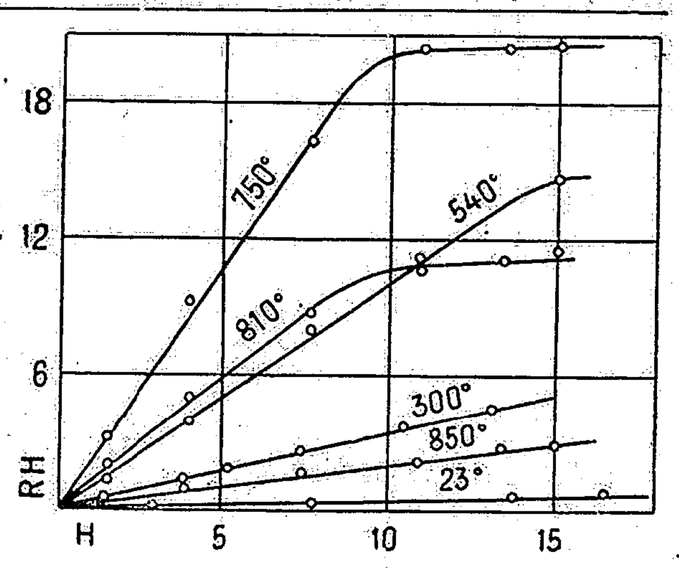
*1 См. (7, 55, 56). *2 См. также фиг. 5. *3 См. также фиг. 3. *4 См. также фиг. 4.

ТАБЛИЦА 5.—ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ: ЭЛЕМЕНТЫ.

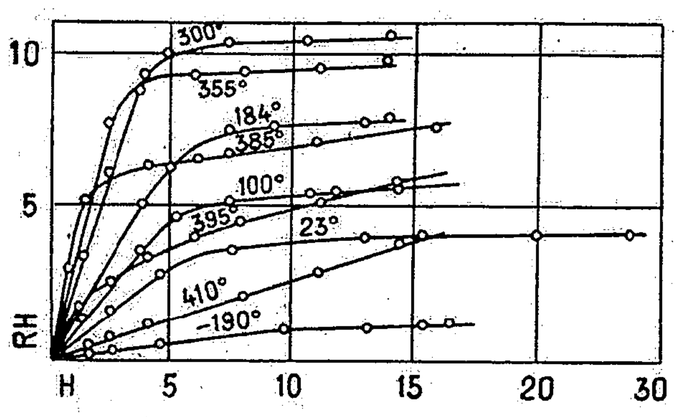
Ср. стр. 160, 161 и фиг. 3, 4, 5; T—абс. температура, °K; R дано в 10^{-9} вольт-*см* ампер-гаусс$^{-1}$; H—в килогауссах.

Bi, Висмут (26)

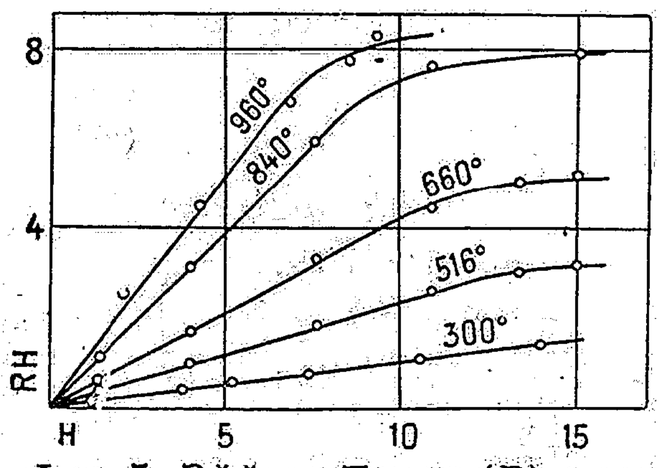
H \ T	91°	183°	250°	284.5°	373°
1	−62.2	−28.0	−17.0	−13.3	−7.28
2	−55.0	−25.0	−16.0	−12.7	−7.17
3	−49.7	−22.9	−15.1	−12.1	−7.06
4	−45.8	−21.5	−14.3	−11.55	−6.95
5	−42.6	−20.2	−13.6	−11.05	−6.84
6	−40.1	−18.9	−12.9	−10.6	−6.72



Фиг. 3. Эффект Голла (R) в электролитическом железе (64). Единица RH не определена; H дано в килогауссах: см. также табл. 1, 4.



Фиг. 4. Эффект Голла (R) в никеле (64). Единица RH не определена; H дано в килогауссах; см. также табл. 1, 4.



Фиг. 5. Эффект Голла (R) в кобальте (64). Единица RH не определена; H дано в килогауссах; см. также табл. 1, 4.

Bi (5), $t°=14°$

H	R
2	−3.8
4	−3.3
6	−3.0
8	−2.7
10	−2.4
11	−2.3

Sb, Сурьма (5), $t°=21.5°$

0.14	+0.26
0.72	+0.21
1.75	+0.21
4.31	+0.208
8.19	+0.201
10.20*1	+0.199

*1 $H=19.2$, $R=+0.189$; $H=24.7$, $R=+0.186$.

Эффект Корбино (c).

ТАБЛИЦА 6.—ЭЛЕМЕНТЫ (2, 17).

См. фиг. 2. H дано в килогауссах, c—в 10^{-7} гаусс$^{-1}$.

H	c
Ag, Серебро	
4.58	−4.84
5.51	−4.86
6.24	−5.05
6.90	−4.78
Al, Алюминий	
5.66	−0.83
6.85	−0.69
7.97	−0.77
Au, Золото	
5.25	−2.06
6.64	−1.99
Bi, Висмут	
0.03	−711
0.107	−739
0.419	−771
0.953	−666
2.63	−613
4.69	−520
5.82	−443
6.54	−415
7.72	−381
Cd, Кадмий	
7.21	+0.715
Co, Кобальт	
5.36	+2.63
6.69	+2.61
7.57	+2.48
Cu, Медь	
2.82	−3.36
4.22	−2.40
5.92	−2.61
6.75	−2.51
7.31	−2.38
Fe, Железо	
1.39	+7.45
2.06	+8.27
3.30	+6.55
4.89	+6.64
6.75	+6.58
7.62	+6.60
8.45	+7.13
Ni, Никель*1	
2.57	−14.4
3.73	−14.5
4.81	−14.6
5.97	−13.0
6.93	−11.76
Pt, Платина	
7.06	−0.199
Sb, Сурьма	
2.59	+40.9
4.38	+40.7
6.18	+38.3
7.21	+37.5
Zn, Цинк	
7.47	+0.343

*1 См. также табл. 8.

Соотношение между эффектом Голла (R), эффектом Корбино (c) и свободным временем (t_0) электронов.

ТАБЛИЦА 7.—ЭЛЕМЕНТЫ.

Таблица имеет только пояснительное значение; см. стр. 159; ϱ—электрическое объемное сопротивление; для R, ϱ и c применялся один и тот же образец, за исключением особо оговоренных случаев; c дано в 10^{-6} гаусс$^{-1}$; H—в килогауссах; R—в 10^{-11} вольт-*см* ампер-гаусс$^{-1}$; t_0—в 10^{-14} ск.; ϱ—в 10^{-5} Ω-*см*.

H	ϱ	R/ϱ	c	t_0
Ag, Серебро				
5÷7*1	0.15	− 0.59	− 0.206*2	− 2.3
5÷7	(2)		− 0.44	− 5.0
Bi,*3 Висмут (37)				
0.80	14.1	−109	−109	−1232.
2.45	15.4	− 64.9	− 65	− 734
6.15	17.7	− 44.3	− 44.2	− 500
9.75	20.5	− 31.2	− 31.2	− 352
11.10	21.1	− 29.1	− 29.2	− 330
12.85	22.5	− 26.3	− 26.3	− 298
7.70*1	11	− 92	− 74*2	− 840
0.1	(2)		− 72.2	− 820

H	ϱ	R/ϱ	c	t_0
		C, Графит (37)		
2.60	9.95	−6.15	−6.15	−69.4
4.20	10.95	−6.05	−6.05	−68.4
6.55	13.8	−5.51	−5.52	−62.4
8.40	16.5	−4.91	−4.90	−55.4
9.90	19.4	−4.59	−4.60	−52.0
11.30	21.8	−4.34	−4.32	−48.8
4.6*1	45	−1.5	−0.574*2	− 6.5
		Sb, Сурьма		
4*1	3.7	+5.2	+3.91*2	+44.2
1.8		(2)	+3.6	+40.7
		Te, Теллур (71)		
1÷9	15000	+3.5	+1.48*2	+16.6
		W, Вольфрам (71)		
4	0.62	+0.19	+0.156*2	+ 1.8
		Cu,*3 Медь (37)		
5÷15	0.17	0.156	−0.273	− 3.1
		Ni, Никель (17)		
1	1.0	1.81	−0.83	− 9.4
2		1.36	−1.07	−12.1
3		1.38	−1.08	−12.2
4		1.44	−1.09	−12.3
5		1.45	−1.10	−12.4
6		1.54	−1.08	−12.2
7		1.39	−1.02	−11.5
8		1.35	−0.94	−10.6
9		1.36	−0.84	− 9.4
		Zn,*3 Цинк (37)		
10÷17	0.57	0.569	+0.117	+1.32

*1 Данные этой строки взяты из (71). *2 Для c взят другой образец. *3 Приведенные значения t_0 для Bi, Cu и Zn вдвое больше данных Хипса (Heaps) (37). Он вычислял t_0 из соотношения $c=et_0/m$, тогда как приведенные в таблице значения были вычислены по уравнению Адамса (1, 2) $c=et_0/2m$.

Эффект Этингсгаузена (P).

ТАБЛИЦА 8.—ЭЛЕМЕНТЫ И СПЛАВЫ.

$P=A\times10^{-n}$; t_R—комнатная температура; H дано в килогауссах; P—в 0.1°C-*см* ампер-гаусс$^{-1}$.

Элемент или сплав	$t°$	H	A	n	Лит.
Ag	t_R	*1	− 1.65	9	(74, 75)
Al	t_R	*1	+ 1.06	9	(74, 75)
As	20	4÷8	+ 1.75	7	(46)
Au	25	9.3	− 1.1	9	(34)
	55	9.3	− 0.6	9	(34)
Bi	15	4.71	+ 5.8	5	(22)
	14	10.00	+10	5	(5)
	18	6.29	+ 5.16	5	(79)
	18	6.29	+ 5.81	5	(79)
	44	0.3÷1.2	+ 3.31	5	(62)
	23	3÷14	+ 7.34	5	(68)
C	90	10.27	+ 5	6	(79, 80)
C*2	17	5.46	−59.8	6	(28)
	90	5.46	−54.6	6	(28)
Cd	t_R	*1	− 2.87	9	(74, 75)
Co	24	4.4	+ 9	9	(79, 80)
	t_R	*1	+ 21.6	9	(74, 75)
	25	9.3	+ 8.7	8	(34)
	45	9.3	+ 10.6	8	(34)
Cu	t_R	*1	− 1.6	9	(74, 75)
Fe	18	6.29	− 57	9	(79)
	12.2	5.00	− 49.2	9	(35)
	83.9	5.00	− 61.2	9	(35)
	t_R	*1	− 42.6	9	(74, 75)
Сталь .	20	*1	− 67	9	(79, 80)
Ni	18	10.62	+ 28	9	(80)
	18	6.29	+176	9	(79)
	t_R	*1	+ 30.3	9	(74, 7)
	37.5	9.3	+ 79.2	9	(34)
	57.5	9.3	+107	9	(34)
	77.5	9.3	+142	9	(34)
Pd	25	9.3	+ 17.3	9	(34)
	45	9.3	+ 19.1	9	(34)
	65	9.3	+ 22.5	9	(34)
Sb	18	*1	+ 1.94	6	(79)
	20	9.13	+ 2	6	(5)
Si	18.7	6.15	+ 2.65	3	(28)
	89.7	6.15	+ 1.72	3	(28)
	60	*1	<+ 3	6	(13)
Te	65	5.5	+ 0.14	3	(47)
	65	5.5	+ 0.29	3	(47)
	13	1÷15	+ 7.19	5	(77)
	27	1÷15	+ 10.45	5	(77)
	79	1÷15	+ 25.6	5	(77)
	124	1÷15	+ 36.1	5	(77)
Zn	t_R	*1	− 2.67	9	(74, 75)
Сплав Гейслера . .	t_R	*1	< 3	8	(81)
Молибденит . . .	18.1	5.46	+ 27.7	3	(28)
	91.3	5.46	+ 6.98	3	(28)

*1 Магнитное поле не установлено исследователем.
*2 Графит.

Эффект Нернста (Q).

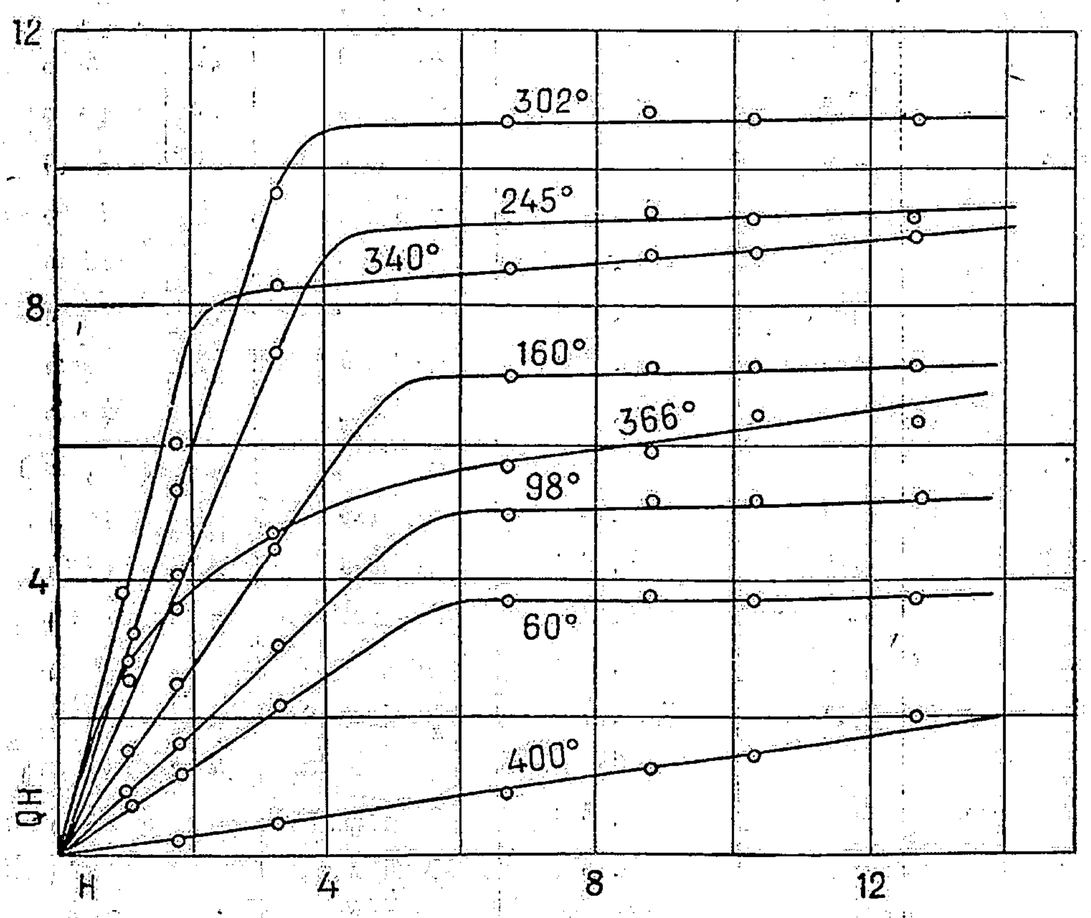
ТАБЛИЦА 9.—ЭЛЕМЕНТЫ.

$Q=A\times10^{-n}$; t_R—комнатная температура; H дано в килогауссах; Q—в 10^{-8} вольт (гаусс-°C)$^{-1}$.

Элемент	$t°$	H	A	n	Лит.
Ag	18	*1	− 43	5	(79, 80)
		*1	− 18	5	(74, 75)
Al	40	22.7	+ 39	6	(74, 75)
	55	*1	− 20	6	(81)
As	20	4÷8	+225	5	(46)
Au	25	9.3	−181	6	(34)
	55	9.3	−181	6	(34)
Bi*2 . . .	18	10.57	+275	3	(79)
	27.5	9.92	+136	3	(47)
	42	10.00	+184	3	(5)
	57	2.50	+132	3	(52)
Cd		*1	− 12	5	(74, 75)
Ce	60	17.5	+ 10	5	(68)
Co*2 . . .	18	6.29	+ 20	4	(79)
	27	10.0	+ 18	4	(68)
	57	2.10	+ 25.4	4	(52)
	60	17.5	+ 20.0	4	(68)
		*1	+ 7.8	4	(74, 75)
	25	9.3	+ 19.0	4	(34)
	45	9.3	+ 21.7	4	(34)
Cu	18	*1	− 27	5	(80)
	43.0	13.5	− 16.7	5	(74, 75)
	57	13.3	− 9.0	5	(52)

Элемент	$t°$	H	A	n	Лит.
Fe	57	10.1	−156	5	(52)
	48	10.8	− 87	5	(14)
	55	6.29	−105	5	(79)
	55	*1	−166*3	5	(80)
	31	5.55	− 86.0	5	(35)
	60	5.55	− 98.0	5	(35)
	60	17.5	− 81.0	5	(68)
	48.6	14.8	−106	5	(74, 75)
In	60	17.5	+ 32	6	(68)
Ir	18	*1	− 5	6	(80)
	18	*1	> − 2	6	(80)
Li	60	17.5	+160	6	(68)
Mn		*1	+ 15	6	(81)
Mo	60	17.5	−172	6	(68)
Ni*4	55	10.62	+ 13	4	(79)
	55	6.29	+ 35.5	4	(79)
	27	2.0	+ 52.5	4	(68)
	37	1.70	+ 38	4	(50)
	43	4.20	+ 29.5	4	(74, 75)
	37.5	9.3	+ 24.8	4	(34)
	57.5	9.3	+ 29.2	4	(34)
	77.5	9.3	+ 35.2	4	(34)
Pb	57	*1	− 5	6	(52)
Pd	18	*1	+127	6	(80)
	18	*1	+ 51	6	(80)
	25	9.3	+327	6	(34)
	45	9.3	+326	6	(34)
	65	9.3	+334	6	(34)
Sb	18	*1	+176	4	(79)
	44	9.13	+147	4	(5)
	57	1.7	+ 88.7	4	(52)
Si	47.4	5.80	+ 33.3	3	(28)
	50	10÷20	+ 20	3	(13)
	50	10÷20	+ 11.3	3	(13)
Sn	57	*1	− 4(?)	6	(52)
Ta	60	17.5	+ 98	6	(68)
Te	33	3.00	+ 36	2	(47)
	45.8	4.34	+ 28.7	2	(77)
	204	4.33	+ 26.8	2	(77)
Tl	60	17.5	− 37	6	(68)
W	60	17.5	−100	5	(68)
Zn	46.4	13.5	− 73	6	(74, 75)
	57	13.8	− 54	6	(52)
	18	*1	−240	6	(80)

*1 Магнитное поле не установлено наблюдателем. *2 См. также табл. 11. *3 Сталь. *4 См. также фиг. 6.



Фиг. 6. Эффект Нернста (Q) в никеле (65). Единица QH не определена, H в килогауссах; см. также табл. 9, 11.

ТАБЛИЦА 10.— СПЛАВЫ.

$Q = A \times 10^{-n}$; H дано в килогауссах, Q—в 10^{-8} вольт (гаусс-°C)$^{-1}$

Fe-Ni (69)			Ni-Cu (69)		
Ni, %	A	n	Cu, %	A	n
0	− 9.75	4	0	+ 34.8	4
1.07	− 4.21	4	5	+118	4
1.93	− 3.06	4	7.5	+147	4
7.05	+19.03	4	10	+207	4
10.20	+38.0	4	15	+256	4
13.11	+49.5	4	25	+350	4
56.0	+ 1.33	4	30	+174	4
			35	+ 9.7	4
			50	+ 1.7	4

Сплав Гейслера *1 (81)				Нихром (67)			
t	H	A	n	t	H	A	n
55	3.40	+57	5	43	2.50	+708	4
55	5.10	+48	5				

Монель *2 (67)				Сталь (79)			
60	1.50	+323	3	55	*3	−166	5

*1 25Mn+15Al+60Cu. *2 68Ni+29.5Cu+1.5Fe++1Mn. *3 Численное значение H не установлено.

ТАБЛИЦА 11.— ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ.

Q дано в 10^{-11} вольт (гаусс-°C)$^{-1}$; H—в килогауссах.

	Ni*1	Co	Bi (78); H=6	
$t°$	Q (66)		$t°$	Q
27	+ 5.25	+ 1.80	−119	+900
77	+ 7.25	+ 2.15	− 30.5	+380
127	+ 9.75	+ 2.70	+ 10.0	+173
177	+13	+ 3.30	+ 62.0	+ 46
227	+16.7	+ 4		
277	+21.3	+ 4.85	Sb (5); H=10	
327	+27.0	+ 5.70		
377	+34.0	+ 6.75		
427	+ 2	+ 7.80	− 75	+ 21.8
477		+ 8.90	− 19	+ 19.8
527		+10	+ 39	+ 14.8

*1 См. также фиг. 6.

Эффект Риги-Ледюка (Righi-Leduc) (S).

ТАБЛИЦА 12.— ЭЛЕМЕНТЫ.

H дано в килогауссах; S—в 10^{-7} гаусс$^{-1}$.

Элемент	$t°$	H	S	Лит.
Ag	t_R	*1	− 4.04	(80)
		5.2	− 2.7	(74, 75)
Al	40	22.7	− 0.63	(74, 75)
As	20	4÷8	+ 4.15	(46)
Au	25	9.3	− 3.00	(34)
	55	9.3	− 2.64	(34)
Bi	18	3.93	−20.5	(79)
	18	6.29	+17.4	(79)
	34	6.10	−16	(23)
	42	10.00	+11	(5)
	43.3	0.3÷1.2	−23	(63)
	52	10.90	−40.5	(70)

Элемент	$t°$	H	S	Лит.
Cd	60.5	12.20	+ 1.1	(70)
		*1	+ 0.89	(74, 75)
Co	t_R	10.57	+ 1.3	(79)
		*1	+ 1.1	(74, 75)
	25	9.3	+ 3.76	(34)
	45	9.3	+ 4.25	(34)
Cu	t_R	*1	− 1.4	(79)
	t_R	*1	− 2.32	(80)
	43.9	21.40	− 2.27	(74, 75)
Fe	48	7.30	+ 6.08*2	(14)
	44	6.50	+ 4.29	(35)
	60.2	5.50	+ 6.32	(35)
	t_R	6.29	+ 3.9	(79)
	t_R	*1	+ 6.87*3	(80)
	48.6	11.30	+ 5.54	(74, 75)
	56.9	11.90	+ 3.92*4	(70)
Ir	t_R	*1	+ 0.55	(80)
	t_R	*1	+ 0.41	(80)
Mo	57.5	12.30	+ 1.75	(70)
Ni	t_R	10.62	− 2.0*4	(79)
	t_R	6.29	− 5.5*4	(79)
	61	10.88	− 6.15	(70)
	61.5	8.50	− 5.30	(74, 75)
	37.5	9.3	− 5.28	(34)
	57.5	9.3	− 4.93	(34)
	77.5	9.3	− 4.46	(34)
Pd	t_R	*1	− 0.33	(80)
	t_R	*1	− 0.18	(80)
	25	9.3	− 0.487	(34)
	45	9.3	− 0.414	(34)
	65	9.3	− 0.380	(34)
Pt	t_R	*1	− 0.21	(80)
Sb	18	*1	+20.1	(79)
	20	9.13	+20	(5)
	56.7	11.00	+26.2	(70)
Si	47.8	5.00	+ 2.5	(28)
	47.4	5.80	+ 2.97	(28)
Te	34	5.2	+40	(47)
	114	7.75	+62	(77)
W	58.6	10.90	+ 1.5	(70)
Zn	46.4	21.10	+ 1.06	(74, 75)
	t_R	*1	+ 1.29	(80)
	58.5	10.9	+ 1.24	(70)

*1 Магнитное поле не установлено наблюдателем. *2 Мягкое. *3 Сталь. *4 Электролитическое.

ТАБЛИЦА 13.— СПЛАВЫ.

S дано в 10^{-7} гаусс$^{-1}$; H—в килогауссах.

Bi-Sb *1 (70)		Sb-Zn *1 (70)	
Bi, %	S	Sb, %	S
0	+26.2	0	+ 1.24
10	+13.2	16	+ 0.660
20	+ 9.5	30	+ 0.840
30	+ 0.95	40	+ 0.677
	− 6.0	50	+ 0.850
50	−15.4	60	+ 0.908
60	−19.5	70	+ 2.09
70	−35.4	80	+ 2.75
91	−37.5	84	+ 3.20
100	−40.5	90	+ 4.27
		100	+26.2

Сталь *2	+ 6.87	Нихром*3	+ 3.88

*1 H=11 килогаусс. *2 t_R; численное значение H не установлено исследователем. *3 $t°$=59.3; H=10.8 килогаусс.

Влияние магнитного поля на электросопротивление.

ТАБЛИЦА 14.— ПРИРАЩЕНИЕ (Δr) ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ (r) ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ (H): НЕМАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

$\Delta r/r=CH^2$; $C=A\times10^{-n}$; || означает, что H параллельно току; во всех других случаях H перпендикулярно току; C дано в гаусс$^{-2}$; H—в гауссах.

$t°$	A	n	Лит.
Ag, Серебро *1			
22	25	14	(58, 60)
22	37	14	(29)
23	18||	14	(58, 60)
Au, Золото *1			
23	36	14	(29, 36, 58)
100	30	14	(53)
24	22	14	(53)
−253	17*2	11	(56)
23	32||	14	(36)
22	12||	14	(53)
Bi, Висмут; ср. табл. 15, 16			
t_R	75||	10	(5)
C, Углерод *3			
t_R	44*4	14	(58)
16	78*5	12	(43)
−186	225*5	12	(43)
Cd, Кадмий			
22	27	13	(29, 36, 59)
98	99	14	(43)
55	160	14	(43)
16	265	14	(43)
−186	51*2	12	(43)
−253	76*2	10	(57)
17	177||	14	(36)
−253	50||*2	10	(57)
Cu, Медь *6			
22	27	14	(29, 58, 60)
100	55	14	(53)
21	27	14	(53)
−253	14*2	10	(56)
−258	10*2	10	(56)
t_R	33||	14	(58)
23	22||	14	(60)
21	35||	14	(53)
100	65||	14	(53)
Hg, Ртуть			
20	54	14	(58)
−253	15	12	(57)
−258.5	60	12	(57)
Pb, Свинец			
22	52	15	(29)
−253	55*2	12	(57)
−253	55*2	12	(57)
Pd, Палладий			
25	11	14	(29)
−253	15*2	12	(56)
Pt, Платина			
t_R	53.7	15	(58)
22	39	15	(29)
Sb, Сурьма; см. табл. 16			
Si, Кремний			
t_R	26	13	(42)
Sn, Олово			
22	23	14	(29, 58)
−253	92*2	11	(57)
t_R	18||	14	(58)
−253	92||*2	11	(57)
Ta, Тантал			
25	30	15	(29)
Te, Теллур			
t_R	1÷10	11	(7, 9, 36, 45, 48)
24	277||	13	(36)
Zn, Цинк*1			
t_R	8	13	(29, 58)
20	14	13	(36)
55	54	14	(43)
18	85	14	(43)
−186	17	12	(43)
t_R	60||	14	(58)
20	82||	14	(36)
FeS_2, Пирит			
22	<2	13	(36)
MoS_2, Молибденит			
22	−37	13	(36)
PbS, Галенит			
22	2*7	12	(36)
22	236	14	(36)
Pt, Ir, Платино-иридий			
100	+10	14	(53)
−183	−25	15	(53)
Cu, Ni, Адвенс			
23	−12	14	(60)
23	−12||	14	(60)

$t°$	A	n	Лит.
Cu, Ni, Mn, Константан*8			
79	+ 32	15	(53)
16.7	− 23	14	(53)
−183	− 51	12	(53)
84	− 13‖	14	(53)
19	− 26‖	14	(53)
−183	− 49‖	12	(53)
Cu, Ni, Mn, Эврека*8			
100	− 8	14	(53)
26	− 14	14	(53)
100	− 8‖	14	(53)
25	− 18‖	14	(53)
Cu, Ni, Mn, Манганин*8			
23	− 90	15	(60)
100	− 35	14	(53)
20	− 55	15	(53)
−183	− 27	13	(53)
23	− 87‖	15	(60)
100	− 3‖	14	(53)
5	− 6‖	14	(53)
−183	− 24‖	13	(53)
Cu, Ni, Mn, Платиноид*8			
24	− 9	14	(53)
100	− 2	14	(53)
25	− 87‖	15	(53)
Cu, Sn, P, Фосфористая бронза			
27.5	−5	15	(53)
100	+1	13	(53)
−183	+5	14	(53)
Ni, Cr, Mn, Fe, Нихром*8			
28.5	−114	14	(53)
27	+ 18‖	14	(53)

*1 Браун (12.1) нашел $\Delta r/r \pm < 0.0001$ для $H \leqslant 10^4$ как при ‖, так и при ⊥. Он нашел те же самые значения у единичных кристаллов Zn. *2 A изменяется в зависимости от H; у Cd $H=7600$, у Pb и Sn $H=11000$. *3 См. также табл. 17. *4 $H=22000$. *5 $H=3300$; у графита при 15.5° $A=77.5$. *6 Браун (12.1) нашел $\Delta r/r=0.0004$ при $H=10^4$ и ‖; $\Delta r/r \pm < 0.0001$ при $H \leqslant 8000$ и ⊥. *7 В пределах 0.05÷4.5. *8 Константан: 55.86 Cu, 43.33 Ni, 0.66 Mn, следы Fe; эврека: 53.53 Cu, 44.63 Ni, 0.96 Mn, 0.71 Fe; манганин: 82.3 Cu, 4.0 Ni, 12.3 Mn, 0.08 Fe; платиноид: 54.21 Cu, 43.91 Ni, 1.02 Mn, 0.52 Fe; нихром: 15.57 Cr, 58.31 Ni, 3.19 Mn, 22.42 Fe.

ТАБЛИЦА 15. — ПРИРАЩЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ (r) ВИСМУТА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПОПЕРЕЧНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ (H).

Табличные значения представляют $A=\frac{r-r_0}{r_0}$, где r_0—сопротивление в поле=0; r и r_0 относятся к одной и той же температуре; H перпендикулярно к направлению тока; см. также табл. 14, 16; H дано в килогауссах.

Проволока из электролитического висмута (10)

H \ $t°$	183°	100°	60°	18°	0°
4	0.017	0.03	0.05	0.12	0.18
8	0.045	0.10	0.17	0.32	0.43
12	0.072	0.18	0.30	0.52	0.71
16	0.095	0.27	0.43	0.79	1.02
20	0.13	0.37	0.58	1.04	1.33
25	0.17	0.48	0.78	1.33	1.73
30	0.21	0.61	0.97	1.65	2.17
35	0.26	0.73	1.13	2.01	2.62

H \ $t°$	−37°	−100°	−135°	−192°
4	0.25	0.71	1.25	4.80
8	0.70	1.85	3.80	13.7
12	1.20	3.04	6.83	26.0
16	1.70	4.87	10.6	37.0
20	2.18	6.71	17.2	48.5
25	2.98	9.57	21.1	62.7
30	3.77	13.0	29.3	78.2
35	4.62	16.4	32.9	87.7

Проволока из электролитического висмута (56)

H \ $t°$	17°	−103°	−133.5°	−183.5°
2.76	0.078	0.506	0.884	2.65
5.54	0.211	1.328	2.236	7.60
7.37	0.313	1.893	3.321	12.21
9.20	0.414	2.576	4.574	17.37
11.85	0.557	3.649	6.745	26.76
13.60	0.652	4.626	8.231	34.93
15.67	0.767	5.500	10.37	43.74
17.08		6.268	12.04	50.95

H \ $t°$	−201°	−252.7°	−258°
2.76	3.36	18.5	
5.54	10.43	54.8	65.3
7.37	16.79	92.0	105.5
9.20	23.75	129.7	152.9
11.85	37.35	190.6	220.8
13.60	47.9	239.5	271.0
15.67	61.6	291.3	333.5
17.08	71.4	333.1	379

Висмутовая пластинка (26)

100°		11.5°		−23°		−90°		−182°	
H	A	H	A	H	A	H	A	H	A
2.2	0.009	1.05	0.009	1.06	0.015	1.02	0.035	2.05	0.359
3.95	0.026	2.06	0.030	2.14	0.052	2.14	0.125	3.73	0.902
4.83	0.040	3.06	0.58	3.11	0.097	3.10	0.224	4.74	1.271
6.10	0.058	4.43	0.104	3.79	0.132	3.76	0.299	6.00	1.757
		6.03	0.166	4.41	0.166	4.15	0.346		
				5.25	0.215	5.20	0.477		
				6.05	0.265	6.11	0.596		

Кристалл висмута (48); H ⊥ оси

H	Ток ‖ оси			Ток ⊥ оси		
	22.5°	−79°	−186°	14°	−79°	−186°
2.12	0.050	0.225	0.335	0.039	0.096	0.061
3.12	0.092	0.377	0.442	0.073	0.142	0.097
3.50	0.121	0.431	0.474	0.086	0.157	0.106
4.98	0.198	0.621	0.565	0.143	0.215	0.114

ТАБЛИЦА 16.—ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ (r) СУРЬМЫ И ВИСМУТА В ПОПЕРЕЧНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ (H) (30).

$r/r_0 = a\{1 - b(c - dH)\}$; $r/r_{00} = \alpha\{1 - \beta(\gamma - \delta H)\}$, где r_0—сопротивление при $t°$ и $H=0$, а r_{00}—сопротивление при 0° и $H=0$; H дано в килогауссах.

Bi, Висмут*1 (спрессованный порошок)

$t°$	a	β	γ	δ
−183	102.34	0.998	85.99	2.04
−201	134.06	0.999	86.64	2.166
−253	75.74	1.005	82.97	5.09
−258	68.4	1.005	82.03	5.45

Sb, Сурьма *2 (кристалл)

$t°$	a	b	c	d
18	1.519*3	0.336	91.13	1.125
−188	2.742*3	0.656	77.95	2.022
18	1.167*4	0.1453	79.95	2.665
−188	10.08*4	0.0957	80.88	1.069

*1 См. также табл. 14, 15. *2 Ток перпендикулярен к оси. *3 Поле параллельно оси. *4 Поле перпендикулярно к оси.

ТАБЛИЦА 17.—ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ (r) ГРАФИТА В ПОПЕРЕЧНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ (H) (59).

Ток перпендикулярен к оси кристалла; $r/r_{00}=a+bH^{1.745}$. r_{00}—сопротивление при 0° и $H=0$; $A=\frac{r-r_0}{r_0}$; r_0—сопротивление при $t°$ и $H=0$; H дано в килогауссах; см. также табл. 14.

№	a*1	b*1	H	A*2	A*3	H	A*2	A*3
I . . .	1.01	0.0171	5.73	0.40	0.008	26.15	5.91	0.115
II . . .	1.01	0.0205	9.60	1.04	0.020	29.75	7.36	0.148
III . .	1.004	0.0160	14.78	2.16	0.040	33.98	9.28	0.172
IV . .	1.014	0.0188	20.3	3.91	0.070	35.2	9.89	0.189
V . . .	1.02	0.0214	21.9	4.56	0.083	36.4	10.5	0.194
Температура 18°			23.2	4.75	0 092	Температура 20°		

*1 Плоскость расщепления нормальна к H. *2 Ось кристалла параллельна H. *3 Ось кристалла нормальна к H.

ТАБЛИЦА 18.—ПРИРАЩЕНИЕ (Δr) ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ (r) ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПОПЕРЕЧНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ (H): МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

$\frac{\Delta r}{r}=0.0001A$; относительно воздействия продольного поля см. табл. 19; H дано в килогауссах.

H	A	H	A	H	A	H	A
Co, Кобальт (6)				**Fe, Железо (12·1)**			
2.4	− 3.64	10.3	−47.44	4	±<1	8	±<1
5.1	− 9.28	11.7	−60.82				
6.0	−17.56	13.8	−64.40				
8.5	−24.58	16.16	−67.96				
(29)				(29)			
				0.22	−0.387	3.40	−0.851
3.8	− 5.89	11.4	−56.9	0.47	−0.381	8.44	−1.630
8.2	−42.3	16.16	−69.9	1.33	−0.481	11.48	−3.893

Fe (9, 56)

$t°$	15°	−252.8°	−258.6°
H	A		
0.99	+2.8		−1.7
1.50	+3.8	−2.0	
2.52	+5.7	−2.9	−2.6*1
3.75	+6.0	−2.7	−3.1
4.94	+5.4	−2.2	−2.4
6.11	+3.2	−0.9	−1.4
7.26	+0.6	+0.7	+0.3
8.25	−2.1*2	+2.6	+2.6
9.065	−4.7	+3.6	+3.6
9.75		+4.6	+4.7
10.27	−9.1	+5.2	+5.4

*1 $H=2.50$. *2 $H=8.26$.

Ni, Никель*1

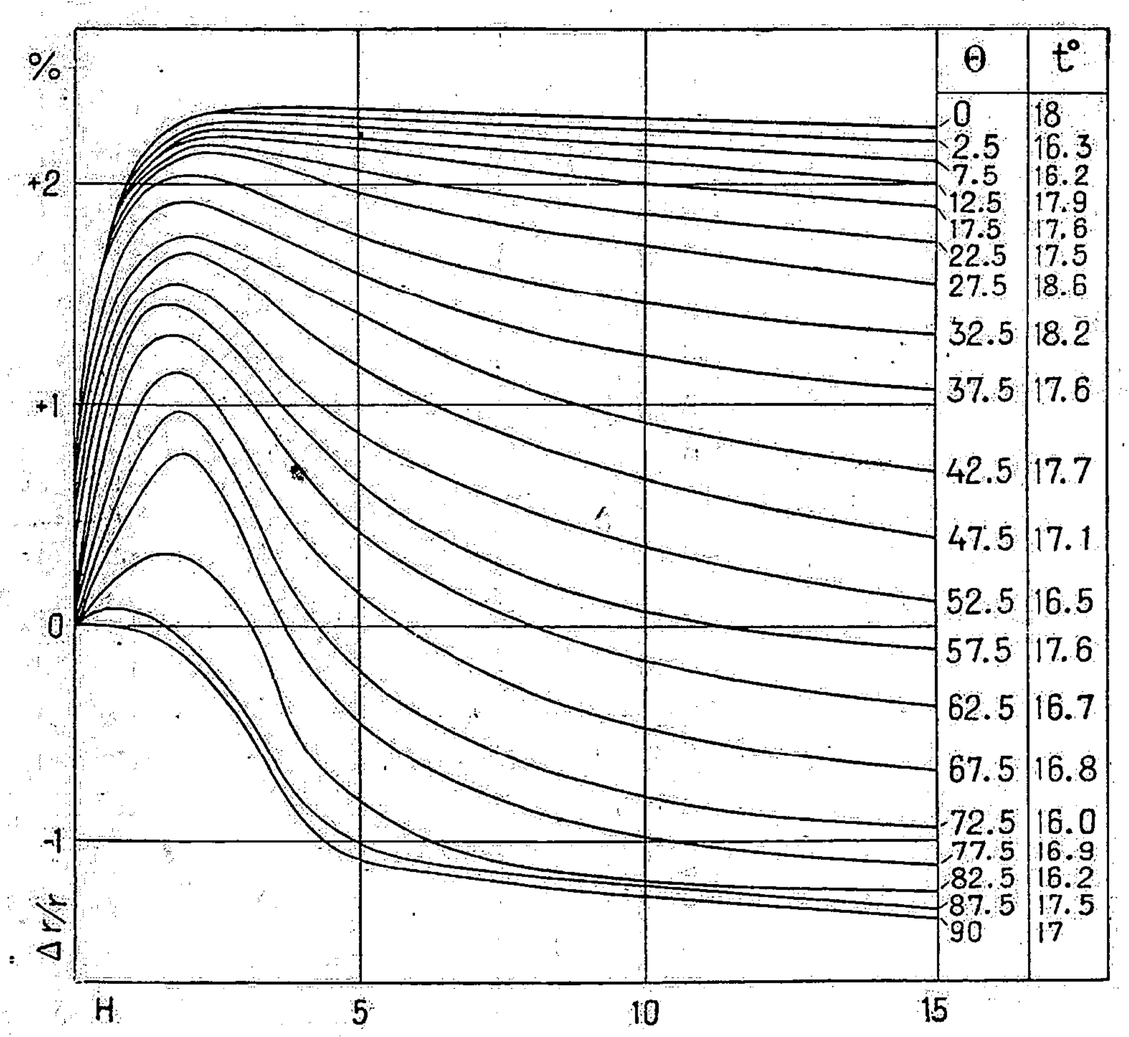
(10)

$t°$ . . .	182°	100°	18°	0°	−75°	−190°
H	A					
1	4	96	7	7	23	20
2	− 7	72	3	3	16	17
3	− 60	− 14	− 36	− 34	− 5	0
4	−115	− 70	− 72	− 60	−15	−17
6	−153	−102	− 83	− 70	−20	−19
8	−166	−115	− 90	− 76	−23	−19
10	−176	−123	− 95	− 82	−27	−18
12	−185	−130	−100	− 87	−30	−18
14	−195	−137	−104	− 91	−32	−18
16	−205	−144	−109	− 94	−35	−17
18	−215	−151	−113	− 98	−38	−17
20	−225	−159	−117	−103	−41	−16
25	−250	−176	−129	−112	−49	−14
30	−273	−195	−140	−122	−56	−12
35	−298	−213	−150	−132	−63	−10

(56)

$t°$ . . .	17.5°	−183°	−253°	−258.5°
H	A			
1.75	5		10	
2.27		20		
2.50	5	30	20	
2.97	0			0
3.75	− 20	0	0	
4.95		− 55		
5.17	− 40			
5.64			− 80	− 70
6.14		− 65		
7.26	− 70			
8.25		− 95*2	−120	−110
9.065	− 90		−130	
9.11		−125		
10.27	−110		−150	−130
10.40		−140		

*1 См. также фиг. 7. *2 $H=8.29$.



Фиг. 7. Влияние магнитного поля (H) на электрическое сопротивление (r) никеля (40). θ—угол, составленный направлением тока с H; H дано в килогауссах; см. также табл. 18, 19.

ТАБЛИЦА 19.—ПРИРАЩЕНИЕ (Δr) ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ (r) ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРОДОЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ (H): МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

$\frac{\Delta r}{r} = 0.0001A$; о воздействии поперечного магнитного поля см. табл. 1б; H дано в килогауссах.

H	A	H	A	H	A
Fe[*1] (12.1)		18° (39)		1.25	−27.8
10	+ 20	0.15	+ 60	1.50	−28.0
		0.30	98	1.75	−28.0
		0.48	120	2.00	−28.0
Ni[*2]		0.60	126		
23° (36)		0.90	129	**Fe**[*3] (38); t_R	
		1.20	130		
		1.50	131		
0.25	+125	1.80	131	0.20	−15.5
0.50	195			0.40	−24.5
0.75	220	**Норвежское железо** 23° (36)		0.60	−29.0
1.00	230			0.80	−31.2
1.25	233	0.25	− 15.0	1.00	−31.7
.50	235	0.50	− 22.5	1.20	−31.9
1.75	236	0.75	− 26.0	1.40	−32.0
2.00	237	1.00	− 27.5	1.60	−32.1

[*1] Индукция 36000 cgsm. [*2] См. также фиг. 7. [*3] Электролитическое железо.

Влияние магнитного поля на теплопроводность.

ТАБЛИЦА 20.—ПРИРАЩЕНИЕ (Δk) ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ (k) ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ (H).

$\Delta k = k_H - k_0$; k_H—теплопроводность в поле H, k_0—в поле 0; $\perp$ [$\parallel$] указывает, что H перпендикулярно [параллельно] направлению теплового потока; $\Delta k/k = 0.001A$; H дано в килогауссах.

Элемент	H	A	Лит.
Ag	10$\parallel$	$\pm<0.4$	(12.1)
	4 и 8$\perp$	$\pm<0.4$	(12.1)
Au	10$\parallel$	$\pm<0.4$	(12.1)
	4 и 8$\perp$	$\pm<0.4$	(12.1)
Bi[*1]	3.5$\perp$	$->5$	(11)
	6.0$\perp$	−58	(24)
	7.8$\perp$	−57	(44)
	9.0$\perp$	$-21 \div -52$	(19)
	5.4$\perp$	−32	(76)
Cu	10$\parallel$	−2.3	(12.1)
	8$\parallel$	−2.1	(12.1)
	4 и 8$\perp$	$\pm<0.4$	(12.1)
Fe	10$\parallel$[*2]	−11.4	(12.1)
	8$\perp$	$\pm<0.4$	(12.1)
	4$\perp$	−4	(12.1)
	16$\parallel$[*3]	−105	(11)
	7.8$\perp$	−10	(11)
	7.5$\perp$	−33[*5]	(11)
	1.7$\parallel$[*4]	−мало	(12)
	1.5$\parallel$[*4]	−мало[*5]	(12)
	0.051$\parallel$	−40[*5]	(12)
Ni	1.2[*4]	[*6]	(61)
Te	6.6$\perp$	−190	(77)
	4.7$\perp$	−100	(47)
Zn[*7]	10$\parallel$	$\pm<0.4$	(12.1)
	8$\perp$	$\pm<0.4$	(12.1)

[*1] Кристаллический, но не монокристаллический $\frac{k \perp \text{оси кристалла}}{k \parallel \text{оси кристалла}} = 1.42$ при $H=0$ и 1.80 при $H=4.9$ (49). [*2] Индукция 36000 cgsm. [*3] Индукция. [*4] Интенсивность намагничения. [*5] Сталь. [*6] $\frac{k_H,\ H\parallel}{k_H,\ H\perp} = 1.05$ (61). [*7] То же самое у монокристалла.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

(1) Adams, *3*, **27:** 244; 14. *241*, **53:** 47; 15. (2) Adams and Chapman, *3*, **28:** 692; 14. (3) Alterthum, *8*, **39:** 933; 12. **40:** 491; 13. (4) van Aubel, *34*, **135:** 786; 02. (5) Barlow, *8*, **12:** 897; 03. (6) Beattie, *3*, **45:** 243; 98. (7) Beckman, *64P*, **15:** 649; 12. *168*, No. **130a, 130b**; 12. (8) Beckman, *64P*, **15:** 988; 13. *168*, No. **132c**; 13. (9) Beckman, *8*, **54:** 182; 17.

(10) Blake, *88*, **9:** 294; 07. *8*, **28:** 449; 09. (11) Blyth, *3*, **5:** 529; 03. (12) Bordoni, *59*, **20:** 159; 10. (12.1) Brown, *2*, **32:** 508; 28. (13) Buckley, *2*, **4:** 482; 14. (14) Campbell, *2*, **26:** 416; 08. (15) Campbell, Galvanometric and thermomagnetic effects. New York, Longmans, 1923. (16) Caswell, *2*, **20:** 280; 22. (17) Chapman, *3*, **32:** 303; 16. (18) Corbino, *59*, **1:** 397; 11. (19) Ettingshausen, *8*, **33:** 129; 88.

(20) Ettingshausen und Nernst, *75*, **94 II:** 560; 86. *8*, **29:** 343; 86. (21) Ettingshausen und Nernst, *17*, **23:** 114, 176; 86. *8*, **31:** 760; 87. (22) Ettingshausen und Nernst, *8*, **33:** 474; 88. (23) van Everdingen, *64P*, **1:** 72; 99. *168*, No. **42:** 98. (24) van Everdingen, *64P*, **1:** 404; 99. *168*, No. **48**; 99. (25) van Everdingen, *64P*, **2:** 229; 00. *168*, No. **53**; 00. (26) van Everdingen, *64P*, **3:** 177; 01. *168*, No. **58**; 01. (27) Frey, *8*, **46:** 1057; 15. (28) Gottstein, *8*, **43:** 1079; 14. (29) Grunmach und Weidert, *63*, **7:** 729; 06. *8*, **22:** 141; 07.

(30) de Haas, *64P*, **16:** 1110; 14. (31) Hall, *339*, **2:** 287; 79. *12*, **19:** 200; 80. (32) Hall, *12*, **20:** 161; 80. **25:** 215; 83. **36:** 131, 277; 88. *3*, **12:** 157; 81. (33) Hall, *12*, **29:** 117; 85. (34) Hall, *197*, **11:** 416; 25. *2*, **26:** 820; 25. (35) Hall and Campbell, *65*, **46:** 623; 11. (36) Heaps, *3*, **22:** 900; 11. **24:** 813; 12. (37) Heaps, *2*, **11:** 340; 18. (38) Heising, *2*, **4:** 315; 14. (39) Jenkins, *3*, **27:** 731; 14.

(40) Jones and Malam, *3*, **27:** 649; 14. (41) Königsberger und Gottstein, *63*, **14:** 232; 13. (42) Königsberger und Gottstein, *8*, **46:** 446; 15. **47:** 566; 15. (43) Laws, *3*, **19:** 685; 10. (44) Leduc, *34*, **104:** 1783; 87. *51*, **6:** 378; 87. (45) Lenard, *8*, **39:** 619; 90. (46) Little, *2*, **28:** 418; 26. (47) Lloyd, *12*, **12:** 57; 01. (48) Lownds, *8*, **9:** 677; 02. (49) Lownds, *3*, **5:** 141; 03.

(50) Moreau, *51*, **9:** 497; 00. (51) Moreau, *34*, **130:** 122, 412, 562; 00. *51*, **10:** 478; 01. (52) Nernst, *8*, **31:** 760; 87. (53) Obata, *338*, No. **101**; 21. (54) Onnes, *64P*, **16:** 987; 14. *168*, No. **139f**; 14. (55) Onnes and Beckman, *64P*, **15:** 307, 319, 664; 12. *168*, No. **129a, 129c, 130c**; 12. (56) Onnes and Beckman, *64P*, **15:** 981, 997; 13. *168*, No. **132a**; 13. (57) Onnes and Hoff, *64P*, **17:** 520; 14. *168*, No. **142b**; 14. (58) Patterson, *3*, **3:** 643; 02. (59) Roberts, *3*, **26:** 158; 13. *8*, **40:** 453; 13.

(60) Sanders and Carman, *2*, **21:** 197; 23. (61) Schmaltz, *8*, **16:** 398; 05. (62) Senepa, *22*, **21:** 53; 12. *149*, **35:** 58; 13. (63) Senepa, *59*, **6:** 303; 13. (64) Smith, *2*, **30:** 1; 10. (65) Smith, *2*, **32:** 178; 11. (66) Smith, *2*, **33:** 295; 11. (67) Smith, *2*, **1:** 339; 13. (68) Smith, *2*, **8:** 79; 16. (69) Smith, *2*, **17:** 23; 21.

(70) Smith and Smith, *2*, **5:** 35; 15. (71) Smith, *2*, **8:** 402; 16. (72) Steinberg, *8*, **35:** 1009; 11. (73) von Traubenberg, *8*, **17:** 78; 05. (74) Unwin, *68*, **34:** 208; 14. (75) Unwin, *68*, **41:** 44; 21. (76) Ward, *3*, **48:** 971; 24. (76.1) Webster, *201*, **23:** 800; 27. (77) Wold, *2*, **7:** 169; 16. (78) Yamaguchi, *8*, **1:** 214; 00. (79) Zahn, *8*, **14:** 886; 04.

(80) Zahn, *8*, **16:** 148; 05. (81) Zahn und Schmidt, *88*, **9:** 98; 07.

МАГНЕТО-ОПТИКА.

Этот раздел содержит данные, касающиеся вращения плоскости поляризации света 1) при прохождении сквозь вещество и вдоль магнитного поля (эффект Фарадея) и 2) при отражении от намагниченного материала (эффект Керра). Прочие магнито-оптические явления рассмотрены в других местах; см. указатель.

ВРАЩЕНИЕ ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ СКВОЗЬ ВЕЩЕСТВО—ЭФФЕКТ ФАРАДЕЯ.

A. Cotton и R. Lucas.

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.
Постоянная Верде . . . . . Вода 169. Газы и пары 169. Чистые неорганические твердые и жидкие вещества и разные материалы 170. $TiCl_4$ 170. Чистые органические жидкости 170. Растворы неорганических веществ 170. Растворы органических веществ 171. В инфракрасных лучах 171.	169
Молекулярная магнитная вращательная способность, отнесенная к воде	172
Удельная магнитная вращательная способность растворов	176
Дисперсия постоянной Верде: формулы . . . . Чистые газы 177. Чистые вещества, V/V_D 177. Чистые органические вещества V/V_{Hg} 178.	177
Запаздывание появления эффекта Фарадея . .	179

Постоянная Верде для некоторого вещества есть $V=\alpha\,(lH\cos\varphi)$, где α—угловое вращение, l—длина пути при прохождении через вещество, H—напряженность магнитного поля и φ—угол между l и H. Положительное значение угла α по отношению к положительному направлению l устанавливается по правилу правоходового винта. V положительно тогда, когда α имеет одинаковое направление с амперовыми токами, вызывающими магнитное поле H. V_D [V_{Hg}]—значения V, которые соответствуют спектральным линиям D [зеленой линии спектра ртути (λ=5461 Å)]. Удельная магнитная способность вращения плоскости поляризации есть $[\omega]=V/d$; молекулярная магнитная способность вращения плоскости поляризации есть $M[\omega]$, где d—плотность, M—молекулярный вес. Отношения $[\omega]$ и $M[\omega]$ к соответственным значениям тех же величин для воды при тех же $t°$ и тех же λ называются соответственно относительной удельной и относительной молекулярной ($[\Omega]$) способностями магнитного вращения плоскости поляризации. Если вращение зависит от природы и массы исследуемого вещества (на единицу площади, пронизываемой светом) и не зависит от плотности распределения молекул, то к смесям применимо равенство: $[\omega]_m=V/a=\tau_1[\omega]_1+\tau_2[\omega]_2+\ldots$, где $\tau_1, \tau_2, \ldots$ — содержание отдельных компонентов. Вообще это соотношение не вполне точно. Если $[\omega]$ известно для каждого из чистых компонентов, то удобно выражать $[\omega]_m$ через Δ, определяемую из равенства; $[\omega]_m=(1+\Delta)\,(\tau_1[\omega]_1+\tau_2[\omega]_2+\ldots)$. Если $[\omega]_m$ известно для смеси двух веществ, но $[\omega]_2$ неизвестно, то количество $[\omega]'_2$, определяемое из равенства: $\tau_2[\omega]'_2=[\omega]_m-\tau_1[\omega]_1$, обычно называется удельной магнитной способностью вращения данного компонента; предпочтительно следует называть ее при данных условиях кажущейся способностью.

ТАБЛИЦА 1.—ПОСТОЯННАЯ ВЕРДЕ ДЛЯ ВОДЫ. *1

λ_D=5893 Å; V дано в 10^{-2} дуговой минуты на *см*-гаусс.

$t°$	V_D *2	λ	V/V_D *2,3	λ	V/V_D *2
0	1.311	3034	4.6270	4958	1.4520
20	1.308	3303	3.7337	5461	1.184 *4
30	1.306	3611	2.9008	6000	0.964 *5
40	1.302	3962	2.4051	8000	0.535 *5
60	1.294	4341	1.9514	10000	0.337 *5
80	1.282	4360	1.916 *4	12500	0.222 *5
90	1.274	4678	1.6431		

*1 $V=\frac{c_1}{n\lambda^2}\left\{\left(\frac{\lambda^2}{\lambda^2-\lambda_1^2}\right)^2+K_1\right\}$; $\lambda_1=1260.4$ Å, $K_1=0.7381$ (21). $V=\frac{c}{\lambda}\left(n-K\lambda\frac{dn}{d\lambda}\right)$; K=77.65, только для видимого спектра (14, 23). *2 $V_t=V_{20}\{1-153(t-20)\times10^{-6}-3.06(t-20)^2\times10^{-6}\}$, если $3\leqslant t\leqslant 98$; V_D, 20°=1.308 (22). *3 (21) за исключением отмеченного. *4 (25). *5 (13).

ТАБЛИЦА 2.— ПОСТОЯННАЯ ВЕРДЕ ДЛЯ ГАЗОВ И ПАРОВ.

Для некоторых газов (26) $V=\frac{a}{\lambda}+\frac{b}{\lambda^3}$, если $0.423\mu\leqslant\lambda\leqslant 0.684\,\mu$. Для ожиженных газов, см. табл. 3 и 5. λ_D=0.5893 μ. V дано в 10^{-6} дуговой минуты на *см*-гаусс; λ—в μ, p—в 10^6 бария = 0.987 A_n.

Газы	$t°$	p	V_D	a	b	Лит.
H *1 . .	9.5	83.3	456	138.8	45.19	(26)
N	~ 20	~ 1	6.92			(3)
N	14	98.1	549	171.22	52.86	(26)
O *1 . .	~ 20	~ 1	31.39			(3)
O	7	98.1	555	272.2	19.15	(26)
N_2O . .	~ 20	~ 1	6.28			(3)
N_2O . .	10.9	30.9	241	75.85	22.95	(26)
SO_2 . . .	20	3.3	38.40			(5)
CO_2 *1 .	6.5	1.1	8.61	2.68	0.83	(26)
CS_2 . . .	70	0.98	23.49			(5)
C_2H_4 . .	~ 20	~ 1	34.48			(3)
Воздух	~ 20	~ 1	6.83			(3)
	13	98.1	551	191.5	46.19	(26)

*1 Дисперсию V в ультрафиолетовых лучах см. табл. 12.

ТАБЛИЦА 3.— ПОСТОЯННАЯ ВЕРДЕ ДЛЯ ЧИСТЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ВЕЩЕСТВ И РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

Значения V в инфракрасных лучах см. табл. 8; для газов и паров—табл. 2. V дано в 10^{-3} дуговой минуты на *см*-гаусс, $\lambda_D = 5893$ Å.

Вещество	$t°$	V_D	Лит.
C*1	16	12.8	(2)
N_2	−195.5	4.15	(8)
O_2	−182.5	7.82	(8)
P*2	33	132.6	(2)
S*2	114	80.9	(2)
H_2O*3	0	13.11	(22)
HCl*4	20	11.60	(25)
HBr	15	34.3	(18)
HJ		51.3	(18)
SO_2	− 10	18	(8)
H_2SO_4*5	16	10.5	(4)
H_2SO_4*6	15	10.16	(25)
S_2Cl_2	16	41.8	(4)
N_2O*7	− 92	5.54	(28)
HNO_3*8	16	8.76	(4)
PCl_3	16	27.7	(4)
P_4S	16	110	(4)
$AsCl_3$	16	42.53	(4)
$SbCl_5$	16	70.4	(4)
CO_2	26	2.07	(8)
SiO_2*9	20	16.64	(7)
$SiCl_4$	16	18.9	(4)
$TiCl_2$	16	− 15.21	(4)
$TiCl_4$	См. табл. 4		
$SnCl_2$	16	44.0	(4)
$PbSiO_3$*2	16	77.9	(4)
$PbB_2O_4.H_2O$	16	59	(4)
$ZnS(\beta)$*10	16	225	(4)
$MgAl_2O_4$*11	16	21.0	(6)
CaF_2*12	16	8.83	(4)
NaCl	16	35.85	(4)
$Na_2B_4O_7.10H_2O$	16	17.2	(4)
KCl*13	16	28.58	(4)
Янтарь	19	− 9.60	(20)
Иенское стекло *14			
S.179	18	16.1	(6)
O.1143	18	22.0	(6)
O.451	18	31.7	(6)
O.469	18	44.2	(6)
O.500	18	60.8	(6)
S.143	18	88.8	(6)

*1 Алмаз. *2 Переплавленный. *3 См. также табл. 1. *4 $d_{20}^{20} = 0.8240$. *5 $d_{15} = 1.854$ *г см*$^{-3}$. *6 $d_{15}^{15} = 1.83840$. *7 Жидкость при давлении 1 *atm*. *8 Дымящаяся. *9 Кварц; перпендикулярно к оси кристалла. *10 Цинковая обманка, сфалерит. *11 Шпинель, окрашенная хромом. *12 Флюорит. *13 Сильвит. *14 S.179—фосфатный крон; O.1143—бариевый крон; O.451—легкий флинт; O.469 и O.500—тяжелый флинт; S.143—очень тяжелый флинт.

ТАБЛ. 4.—ПОСТОЯННАЯ ВЕРДЕ ДЛЯ $TiCl_4$ (29).

V дано в 10^{-3} дуговой минуты на *см*-гаусс, λ—в Å; $t° = 13.4°$.*1

λ	V	λ	V	λ	V	λ	V
4355	54.39	4688	38.43	4840	33.25	5461	**20.23**
4358	**56.33**	4694	37.78	4889	31.70	5601	18.30
4436	49.27	4722	**37.82**	5086	**27.05**	5780	**16.18**
4495	46.87	4723	36.89	5097	26.43	5956	14.71
4623	40.54	4805	**34.68**	5245	23.43	6452	10.83

*1 Жирный шрифт—значения при $t° = 17.9°$.

ТАБЛИЦА 5. — ПОСТОЯННАЯ ВЕРДЕ ДЛЯ ЧИСТЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ.

Значения V в инфракрасных лучах см. в табл. 8; об относительной молекулярной магнитной способности вращения см. табл. 9. V дано в 10^{-3} дуговой минуты на *см*-гаусс, $\lambda_D = 5893$ Å.

Формула	Название	$t°$	V_D	Лит.
CS_2*1	Сероуглерод	0	43.41	(4)
		15.6	42.4	(25)
		18.0	43.0	(8)
		20	42.26*2	(5)
		34	41.1	(25)
CCl_4	Четыреххлористый углерод	15	16.03	(25)
CH_3Cl	Хлористый метил	18	12.9	(8)
$C_2H_4O_2$	Уксусная к-та	15.2	10.35	(25)
		32.0	10.19	(25)
C_2H_6O	Этиловый алкоголь	25.0	11.12*3	(31)
C_3H_6O	Ацетон	15.1	11.09	(25)
		31.5	10.86	(25)
C_3H_8O	*n*-Пропиловый алкоголь	17.3	11.81	(25)
		59.5	11.21	(25)
$C_4H_8O_2$	Изомасляная кислота	15.3	11.35	(25)
		31.8	11.15	(25)
$C_4H_{10}O$	Изобутиловый алкоголь	16.1	12.66	(25)
		55.2	12.03	(25)
$C_5H_{10}O_2$	Изовалериановая кислота	15.0	12.08	(25)
		33.9	11.83	(25)
$C_6H_{10}O_5$	Диметилмалат	15.3	11.8	(11)
$C_6H_{12}O_2$	Метил-*n*-валерианат	17.0	11.8	(11)
$C_8H_{14}O_5$	Диэтилмалат	15.3	12.4	(11)
$C_8H_{14}O_6$	Диэтил-*d*-тартрат	15.2	12.3	(11)
$C_{10}H_{14}O$	*d*-Карвон	14.9	18.4	(11)
$C_{10}H_{16}$	Лимонен	15.6	16.5	(11)
$C_{10}H_{16}$	Скипидар	15.8	15.7	(11)
$C_{10}H_{16}O$	Пулегон	14.9	16.4	(11)
$C_{10}H_{18}O$	Цитронеллал	16.4	15.1	(11)
$C_{10}H_{18}O$	Ментон	16.7	13.7	(11)
$C_{10}H_{18}O_6$	Дипропил-*d*-тартрат	15.4	12.6	(11)

*1 $[\Omega]_D = 10.751$, 15° (18); $[\Omega]_{Hg} = 10.86$, $t = 20°$ (15). *2 $V_t = V_{20}\{1 - 164(t-20)\times10^{-5} - 1.43(t-20)^2\times10^{-5}\}$, если $0 \leqslant t \leqslant 40$. *3 Принимая V_D для H_2O при 25° равным 0.01307 дуговой минуты на *см*-гаусс.

ТАБЛИЦА 6. — ПОСТОЯННАЯ ВЕРДЕ ДЛЯ РАСТВОРОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ.

Значения удельной магнитной способности вращения см. в табл. 10; в инфракрасных лучах см. табл. 8. V дано в 10^{-3} дуговой минуты на *см*-гаусс, d—в *г см*$^{-3}$, $\lambda_D = 5893$ Å.

Растворитель	Растворимое	d	$t°$	V_D	Лит.
H_2O	HCl	1.0762	15	16.8	(18)
	HCl	1.0758	20	16.71	(25)
	HBr	1.2039	15	19.4	(18)
	HJ	1.2966	15	25.8	(18)
	HNO_3	1.336	15	10.5	(18)
	$H_2SO_4+3H_2O$			12.2	(2)
	$H_2SO_4+3H_2O$	1.5507	15	12.18	(25)

Растворитель	Растворимое	d	$t°$	V_D	Лит.
	NH_4OH	0.8918		15.3	(18)
	$AgNO_3$			18.03	(2,4)
	$Bi(NO_3)_3$			19.22	(2,4)
	$CaCl_2$	1.1504	20	16.5	(12)
	Fe_2Cl_6 *1	1.6933	16	−204.1	(2,4)
	$FeCl_2$	1.4331	16	2.56	(2,4)
	$HgCl_2$	1.0381	16	13.7	(24)
	$Hg(CN)_2$	1.0638	16	7.1	(24)
	KCl	1.600		16.5	(2,4)
	KBr	1.1424	20	16.3	(12)
	KJ	1.6743	15	34.1	(2, 4)
	KNO_3	1.0634	20	13	(12)
	$KHCO_3$	1.1906	20	14.0	(12)
	$K_2Cr_2O_7$	1.0786	15	12.6	(33)
	$MgSO_4$	1.1147	16	3.6	(24)
	$MnSO_4$	1.1212	16	4.0	(24)
	NaCl	1.2051	16	18.2	(2, 4)
	Na_2SO_4	1.0661	20	13.5	(12)
	Na_2CO_3	1.1006	20	14.0	(12)
	$NiCl_2$	1.4685		27.3	(2, 4)
	$SbCl_3$			29.9	(2, 4)
	$SnCl_2$	1.3280	15	26.6	(33)
	$ZnCl_2$	1.2851	16	19.6	(33)
	$KJ+HgJ_2$	*2		~ 128	(9)
HCl . .	$BiCl_3$	2.0822	16	39.6	(2)
	$SbCl_3$	2.4755	16	60.3	(2)
CH_3OH	Fe_2Cl_6	*3	19	−1.592	(20)
C_2H_5OH	$CaBr_2$	0.9966	20	15.4	(12)
	$CdCl_2$	0.8303	20	11.8	(12)
	$CdBr_2$	1.0446	20	15.9	(12)
	CdJ_2	1.0988	20	19.9	(12)
	$HgCl_2$	0.9988	16	10.9	(24)
	$HgCl_2$	0.8857	16	12.1	(24)
	HgJ_2	0.8072	16	24.4	(24)
	$Hg(CN)_2$	0.8527	16	6.4	(24)
	$Hg(CN)_2$	0.8348	16	5.3	(24)
	$SrCl_2$	0.8313	20	11.8	(12)
	$SrBr_2$	0.9636	20	14.0	(12)
C_3H_6O *4	$HgCl_2$	1.0388	21	10.8	(24)
C_5H_{11}-OH *5	$HgCl_2$	0.8955	16	12.6	(24)
C_5H_5N *6	$HgCl_2$	1.1523	16	12.6	(24)
	HgJ_2	1.1054	16	23.1	(24)
	$Hg(CN)_2$	1.2816	16	6.1	(24)

*1 См. также табл. 11. *2 Концентрированный. *3 54%Fe_2Cl_6 + 46%CH_3OH. *4 Ацетон. *5 Амиловый алкоголь. *6 Пиридин.

ТАБЛИЦА 7. — ПОСТОЯННАЯ ВЕРДЕ ДЛЯ РАСТВОРОВ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (25).

Значения удельной магнитной вращательной способности см. в табл. 10. Температура воды 4°, V_{Hg} = =0.01551 дуговой минуты на *см*-гаусс, λ_{Hg}=5461 Å. V дано в 10^{-3} дуговой минуты на *см*-гаусс, λ—в Å.

$100\tau_2$	$t°$	V		
		λ=5893	λ=5461	λ=4360
Вода (H_2O)—Ацетон (C_3H_6O)				
0.000	15.4	13.09	15.49	25.08
23.799	16	12.96	15.34	24.98
49.535	15.3	12.60	14.90	24.39
73.552	16	12.02	14.24	23.36
100.000	15.1	11.09	13.10	21.54
Вода (H_2O)—*n*-Пропиловый алкоголь (C_3H_8O)				
0.000	15.4	13.09	15.48	25.08
20.733	15.5	13.08	15.52	25.18
39.165	14.9	12.77	15.28	24.84
100.000	17.3	11.81	14.08	22.98
CCl_4—Уксусная кислота ($C_2H_4O_2$)				
0.000	15	16.03	18.94	31.23
35.564	15.1	13.22	15.53	25.41
58.272	14.9	12.00	13.93	23.01
78.681	15	11.11	13.06	21.34
100.000	15.2	10.35	12.16	19.91
CS_2—Уксусная кислота ($C_2H_4O_2$)				
0.000	15.6	42.35	50.70	90.63
12.076	15.2	33.12	42.80	75.38
50.354	15.5	22.38	26.55	45.45
61.284	16.8	19.39	22.99	39.01
77.605	16	15.34	18.14	30.47
100.000	15.2	10.35	12.16	19.91
CS_2—Изомасляная кислота ($C_4H_8O_2$)				
0.000	15.6	42.35	50.70	90.63
20.336	14.5	32.60	38.93	67.83
45.276	14.6	24.15	28.35	48.99
49.112	14.9	23.12	27.29	46.70
100.000	15	11.35	13.23	21.90
CS_2—Изобутиловый алкоголь ($C_4H_{10}O$)				
0.000	15.6	42.35	50.70	90.63
15.803	16	33.99	40.50	70.78
50.080	15.7	22.73	26.88	45.95
75.360	16.5	16.94	19.96	33.56
100.000	16.1	12.66	14.86	24.35
CS_2—Изовалериановая кислота ($C_5H_{10}O_2$)				
0.000	15.6	42.35	50.70	90.63
32.725	15.8	28.30	33.66	58.36
46.203	16.4	24.14	28.68	49.49
50.099	15.4	23.19	27.46	47.15
63.543	17.1	19.69	23.36	39.68
100.000	15.0	12.08	14.20	23.16

ТАБЛИЦА 8.—ПОСТОЯННАЯ ВЕРДЕ В ИНФРАКРАСНЫХ ЛУЧАХ (13).

Температура 23°, концентрация дана в %, λ—в μ, d—в *г см*$^{-3}$, V—в 10^{-3} дуговой минуты на *см*-гаусс.

Чистые вещества.

Соединения		λ=0.6	0.8	1.0	1.5	2.0
CCl_4	Четыреххлористый углерод . . .	16.1	8.9	5.7	2.5	1.3
$SnCl_4$	Четыреххлористое олово	40.8	21.7	13.5	6.0	3.1
$TiCl_4$	Четыреххлористый титан	−13.1	−5.0	− 2.6	− 1.0	− 0.5
CS_2	Сероуглерод	39.4	21.4	13.5	5.8	3.1
H_2O	Вода	12.6	7.0	4.4	(2.9; λ = 1.25)	
$CHCl_3$	Хлороформ .	15.5	8.6	5.6	2.4	1.3
C_7H_{16}	*n*-Гептан . .	11.9	6.6	4.3	1.8	0.9
C_6H_6	Бензол . . .	28.1	15.3	9.5	3.9	2.2
C_7H_8	Толуол . . .	25.8	13.7	8.7	3.5	2.0
C_8H_{10}	Ксилол . . .	23.2	12.8	8.0	3.5	1.9

Соединения		λ=0.6	0.8	1.0	1.5	2.0
CH_3J	Иодистый метил	31.8	17.8	11.2	4.8	2.7
C_2H_5J	Иодистый этил	27.9	15.1	9.7	4.1	2.4
CH_2J_2	Иодистый метилен	47.6	26.8	16.9	7.3	4.0
$C_6H_5NO_2$	Нитробензол	20.9	11.4	7.3	3.1	1.8
$C_{10}H_7Br$	α-Бромнафталин	46.0	24.5	15.2	6.3	3.5
CH_4O	Метиловый алкоголь	9.3	5.1	3.2	1.9	1.3
C_2H_6O	Этиловый алкоголь	11.1	6.0	3.8	1.9	1.0
$C_4H_{10}O$	n-Бутиловый алкоголь	12.0	6.7	4.3	1.8	1.4
C_3H_6O	Ацетон	10.3	6.1	4.0	1.7	0.9
$C_4H_{10}O$	Этилов. эфир	10.2	5.8	3.6	1.6	0.8

Водные растворы.

Растворимое	λ=0.6	0.8	1.0	1.25	d	%
$Ce(NO_3)_3$	6.2	3.9	2.4	1.6	1.202	
$CoCl_2$		9.6	6.6		1.296	
$Co(NO_3)_2$	9.9	6.0	4.3	2.9	1.308	29.2
$CoSO_4$		6.5	4.6		1.322	
$Co(NH_4)_2(SO_4)_2$	12.6	7.1	4.9	3.5	1.106	
$Cr(NO_3)_3$		6.6	4.1	2.5	1.087	
$Cr_2(SO_4)_3$		6.7	4.5	2.8	1.140	
Fe_2Cl_6	10.7	6.1	4.0	2.6	1.049	6.3
Fe_2Cl_6		39.9	21.5	11.0	1.523	47.8
$Fe_2(SO_4)_3$		2.9	2.0	1.6	1.446	
$FeSO_4$	8.7	5.0				
$Fe_2(NH_4)_2(SO_4)_4$	7.8	4.4	2.1	2.6	1.250	24.5
$K_3Fe(CN)_6$	23.3	5.6	1.7	0.1	1.187	31.4
$K_4Fe(CN)_6$	14.7	7.8	5.1	3.2		
K_2CrO_4	9.2	6.0	4.1	2.6	1.372	38.2
$K_2Cr_2O_7$	10.8	6.4	4.2	2.5	1.085	12.1
$MnCl_2$	14.1	7.8	5.4	3.4	1.326	31.3
$MnSO_4$	17.8	10.1	6.6	4.3	1.369	31.0
$Ni(NH_4)_2(SO_4)_2$	13.9	7.5	4.8	3.0	1.054	
$KJ+HgJ_2$	84.1	42.2	24.9	15.2	2.445	

ТАБЛИЦА 9.—МОЛЕКУЛЯРНАЯ МАГНИТНАЯ ВРАЩАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ, ОТНЕСЕННАЯ К ВОДЕ ($[\Omega]$). ЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА.

$[\Omega] = M[\omega]/M'[\omega]' = MVd'/M'V'd$, где M', $[\omega]'$, V' и d' относятся к воде при той же самой температуре и длине волны. $\lambda_D = 5893$ Å.

Формула	Название	$t°$	$[\Omega]_D$	Лит.
CS_2	Сероуглерод	15	10.751	(18)
		20	10.86*1	(15)
CCl_4	Четыреххлористый углерод	23.5	6.613	(18)
		25	6.599	(31)
$CHBr_3$	Бромоформ	20	11.614	(18)
$CHCl_3$	Хлороформ	15	5.575	(18)
		25	5.568	(31)
CH_2Br_2	Бромистый метилен	18	8.145	(18)
CH_2Cl_2	Хлористый метилен	14	4.347	(18)
CH_2J_2	Иодистый метилен	17	18.83	(18)
CH_2O_2	Муравьиная кислота	20	1.653	(18)
		20	1.67*1	(15)
CH_3Br	Бромистый метил	1.5	4.644	(18)
CH_3J	Иодистый метил	19.6	9.005	(18)
CH_4O	Метиловый алкоголь	20	1.63	(18)
		20	1.60*1	(15)
$C_2HCl_3O_2$	Трихлоруксусная кислота	15	6.473	(18)
$C_2H_2Cl_2O_2$	Дихлоруксусная к-та	15	5.300	(18)
C_2H_3Br	Бромэтилен	11	6.203	(18)
$C_2H_3BrCl_2$	1-Бром-2, 2-дихлорэтан	21.6	10.995	(18)
$C_2H_3Br_3$	1, 1, 2-Трибромэтан	12	12.891	(18)
C_2H_3ClO	Хлористый ацетил		3.800	(18)
$C_2H_3ClO_2$	Хлоруксусная к-та	15	3.882	(18)
$C_2H_3Cl_3$	1, 1, 1-Трихлорэтан	20.8	6.762	(18)
$C_2H_3Cl_3$	1, 1, 2-Трихлорэтан	20	6.804	(18)
$C_2H_4Br_2$	1, 2-Дибромэтан	18	9.708	(18)
$C_2H_4Cl_2$	1, 1-Дихлорэтан	15	5.34	(18)
		21	5.36	(27)
$C_2H_4Cl_2$	1, 2-Дихлорэтан	15	5.485	(18)
		21	5.518	(27)
		25	5.537	(31)
C_2H_4O	Ацетальдегид	15	2.932	(18)
$C_2H_4O_2$	Уксусная кислота	20	2 531	(18)
		20	2.49*1	(15)
$C_2H_4O_2$	Метилформиат	16.5	2.495	(18)
		20	2.49*1	(15)
C_2H_5Br	Бромистый этил	20	5.83	(18)
C_2H_5Cl	Хлористый этил	5	4.039	(18)
C_2H_5J	Иодистый этил	16	10.104	(18)
C_2H_6O	Этиловый алкоголь	20	2.76	(18)
		25	2.768	(31)
		20	2.76*1	(15)
$C_2H_6O_2$	Гликоль	15	2.94	(18)
		20	2.88*1	(15)
$C_3H_4O_4$	Малоновая кислота	23.2	3.474	(18)
C_3H_5Br	1-Бромпропилен	22	7.289	(18)
C_3H_5Br	3-Бромпропилен	19	8.227	(18)
$C_3H_5Br_3$	1, 2, 3-Трибромпропан	22.8	14.050	(18)
C_3H_5Cl	3-Хлорпропилен	18	6.04	(18)
$C_3H_5Cl_3$	1, 2, 3-Трихлорпропан	16	7.904	(18)
C_3H_5J	3-Иодпропилен	20	12.785	(18)
$C_3H_6Br_2$	1, 2-Дибромпропан	15	10.827	(18)
$C_3H_6Br_2$	2, 2-Дибромпропан	20	10.145	(18)
$C_3H_6Br_2$	1, 3-Дибромпропан	20	10.337	(18)
$C_3H_6Cl_2$	1, 2-Дихлорпропан	15	6.328	(18)
C_3H_6O	Ацетон	15.2	3.514	(18)
		25	3.471	(31)
		20	3.48*1	(15)
C_3H_6O	Аллиловый алкоголь	20	4.692	(18)
C_3H_6O	Пропионовый альдегид	14.4	3.335	(18)
$C_3H_6O_2$	Пропионовая к-та	20	3.46	(18)
		20	3.45*1	(15)
$C_3H_6O_2$	Этилформиат	20	3.56	(18)
		20	3.55*1	(15)
$C_3H_6O_2$	Метилацетат	22	3.36	(18)
		20	3.41*1	(15)
C_3H_7Br	Бромистый n-пропил	20	6.878	(18)
C_3H_7Br	Бромистый изопропил	18.6	6.995	(18)
C_3H_7Cl	Хлористый изопропил	19	5.160	(18)
C_3H_7J	Иодистый n-пропил	20	11.056	(18)
C_3H_7J	Иодистый изопропил	23	11.162	(18)
C_3H_8O	n-Пропиловый алкоголь	21	3.77	(18)
		20	3.74*1	(15)

Формула	Название	$t°$	$[\Omega]_D$	Лит.
C_3H_8O	Изопропиловый алкоголь	18	4.013	(18)
		19.3	3.966	(27)
$C_3H_8O_3$	Глицерин	16.5	4.118	(18)
		20	4.07*1	(15)
$C_4H_2Cl_2O_2$	Хлористый фумарил	15.6	8.747	(18)
$C_4H_2O_3$	Малеиновый ангидрид	9.94	4.548	(18)
$C_4H_4Cl_2O_2$	Сукцинилхлорид	10.6	7.242	(18)
$C_4H_4O_4$	Малеиновая кислота	24.8	5.633	(18)
C_4H_4S	Тиофен	15	9.578	(18)
$C_4H_6Br_2$	1, 2-Дибромизобутилен	15	11.88	(18)
C_4H_8O	Изобутиральдегид	22	4.314	(18)
$C_4H_8O_2$	*n*-Масляная к-та	20	4.47	(18)
		20	4.44*1	(15)
$C_4H_8O_2$	Изомасляная к-та	20	4.47	(18)
		20	4.44*1	(15)
$C_4H_8O_2$	*n*-Пропилформиат	21.5	4.50	(18)
$C_4H_8O_2$	Изопропилформиат	20	4.74*1	(15)
$C_4H_8O_2$	Этилацетат	18	4.46	(18)
		20	4.48*1	(15)
$C_4H_8O_2$	Метилпропионат	20	4.36*1	(15)
C_4H_9Br	Бромистый изобутил	18.5	8.02	(18)
C_4H_9Br	Бромистый *третич.*-бутил	20	8.248	(18)
C_4H_9Cl	Хлористый изобутил	20	6.144	(18)
C_4H_9Cl	Хлористый *третич.*-бутил	17.6	6.248	(18)
C_4H_9J	Иодистый изобутил	21	12.183	(18)
$C_4H_{10}O$	Этиловый эфир	20	4.77	(18)
		20	4.80*1	(15)
$C_4H_{10}O$	*n*-Бутиловый алкоголь	20	4.72*1	(15)
$C_4H_{10}O$	Изобутиловый алкоголь	20	4.95	(18)
$C_4H_{10}O$	Триметилкарбинол	22	5.107	(18)
$C_4H_{10}O_2$	Диметилацеталь	15.5	4.64	(18)
$C_4H_{10}O_4$	Эритрит	15	5.23	(19)
$C_5H_4O_3$	Цитраконовый ангидрид	15.6	5.540	(18)
C_5H_5N	Пиридин	15	8.748	(18)
$C_5H_6O_3$	Глутаровый ангидрид	11.6	4.764	(18)
$C_5H_6O_4$	Цитраконовая кислота	15.6	6.567	(18)
$C_5H_8O_4$	Диметилмалонат	18	5.273	(18)
$C_5H_8O_4$	Глутаровая кислота	13.3	5.482	(18)
C_5H_{10}	*n*-Пропилэтилен	18	6.113	(18)
		23.6	6.180	(27)
$C_5H_{10}Br_2$	2, 3-Дибромизопентан	14.4	12.933	(18)
$C_5H_{10}O$	Изовалеральдегид	14.5	5.478	(18)
$C_5H_{10}O$	Диэтилкетон	21	5.434	(27)
$C_5H_{10}O_2$	*n*-Валериановая к-та	14	5.50	(18)
$C_5H_{10}O_2$	Изовалериановая кислота	16	5.65	(18)
		20	5.57*1	(15)
$C_5H_{10}O_2$	*n*-Пропилацетат	15	5.49	(18)
		20	5.45*1	(15)
$C_5H_{10}O_2$	Этилпропионат	15	5.456	(18)
$C_5H_{10}O_2$	Метил-*n*-бутират	16.4	5.38	(18)
		20	5.37*1	(15)
$C_5H_{11}Br$	Бромистый изоамил	18	9.073	(18)
$C_5H_{11}Cl$	Хлористый изоамил	20	7.169	(18)
$C_5H_{11}Cl$	Хлористый *третич.*-амил	22	7.206	(18)
$C_5H_{11}J$	Иодистый изоамил	18	13.246	(18)
C_5H_{12}	*n*-Пентан	20	5.647	(18)
		21.1	5.811	(27)
C_5H_{12}	Изопентан	21.5	5.76	(18)
$C_5H_{12}O$	Этилдиметилкарбинол	20	5.99	(18)
$C_5H_{12}O$	*актив.*-Амиловый алкоголь	20	5.95	(18)
$C_5H_{12}O$	Изобутилкарбинол	20	5.96	(18)
$C_6H_4N_2O_4$	*m*-Динитробензол	15	9.647	(18)
C_6H_5Br	Бромбензол	15	14.506	(18)
C_6H_5Cl	Хлорбензол	15	12.510	(18)
C_6H_5F	Фторбензол	15	9.970	(18)
C_6H_5J	Иодбензол	15	19.108	(18)
$C_6H_5NO_2$	Нитробензол	15	9.361	(18)
$C_6H_5N_3$	Триазобензол	15	14.769	(18)
C_6H_6	Бензол	15	11.284	(18)
		25	11.23	(31)
		27	11.23	(27)
C_6H_6ClN	*m*-Хлоранилин	15	16.969	(18)
C_6H_6ClN	*p*-Хлоранилин	15	17.066	(18)
C_6H_6O	Фенол	15	12.14	(18)
$C_6H_6O_2$	Резорцин	15	12.285	(18)
$C_6H_6O_2$	Пирокатехин	15	13.022	(18)
$C_6H_6O_3$	Пирогаллол	15	13.029	(18)
C_6H_7N	Анилин	15	16.076	(18)
C_6H_8ClN	Анилин хлористоводородный (безводный)	15	16.394	(18)
C_6H_8ClN	Анилин хлористоводородный (в растворе)	15	15.547	(18)
$C_6H_8N_2$	*o*-Фенилендиамин	15	19.391	(18)
$C_6H_8N_2$	*m*-Фенилендиамин	15	18.843	(18)
$C_6H_8N_2$	Фенилгидразин	15	18.061	(18)
$C_6H_{10}Cl_2N_2$	*o*-Фенилендиамин хлористоводородный (в растворе)	15	21.329	(18)
$C_6H_{10}Cl_2N_2$	*m*-Фенилендиамин хлористоводородный (в растворе)	15	20.345	(18)
$C_6H_{10}Cl_2N_2$	*p*-Фенилендиамин хлористоводородный (в растворе)	15	20.213	(18)
$C_6H_{10}O_2$	Этил-*α*-кротонат	22.5	7.567	(18)
$C_6H_{10}O_3$	Этилацетоацетат	19	6.48	(18)
$C_6H_{10}O_4$	Гликольдиацетат	15	6.43	(18)
$C_6H_{10}O_4$	Диэтилоксалат	15	6.636	(18)
$C_6H_{10}O_4$	Диметилсукцинат	18.5	6.242	(18)
C_6H_{12}	Гексилен	24	7.453	(27)
$C_6H_{12}O$	Пинаколин	20	6.32*1	(15)
$C_6H_{12}O_2$	Изобутилацетат	10	6.63	(18)
$C_6H_{12}O_2$	*n*-Пропилпропионат	20	6.42	(18)
$C_6H_{12}O_2$	Изопропилпропионат	18	6.60	(18)
$C_6H_{12}O_2$	Этил-*n*-бутират	19	6.50	(18)
$C_6H_{12}O_2$	Этилизобутират	18.8	6.48	(18)
$C_6H_{12}O_3$	Паральдегид	18	6.653	(18)
$C_6H_{12}O_6$	*d*-Фруктоза	15	6.789	(19)
$C_6H_{12}O_6$	*d*-Галактоза	15	6.887	(19)
$C_6H_{12}O_6$	*d*-Глюкоза	15	6.723	(19)
$C_6H_{13}J$	Иодистый *n*-гексил	22	14.243	(18)
C_6H_{14}	Диизопропил	15	6.784	(18)
C_6H_{14}	*n*-Гексан	11	6.67	(18)
		22.5	6.66	(27)
		20	6.62*1	(15)
C_6H_{14}	Изогексан	20	6.785	(18)
$C_6H_{14}O$	2, 2-Диметил-3-бутан	20	7.06*1	(15)
$C_6H_{14}O_2$	Диэтилацеталь	15	6.96	(18)
$C_6H_{14}O_2$	Пинакон	21	7.23	(18)
$C_6H_{14}O_6$	Маннит	15	7.351	(19)

Формула	Название	$t°$	$[\Omega]_D$	Лит.
C_7H_5ClO	Бензоилхлорид	15	12.385	(18)
C_7H_5N	Бензонитрил	15	11.857	(18)
C_7H_5NS	Фенилизотиоцианат	15	21.526	(18)
C_7H_6O	Бензальдегид	15	11.864	(18)
$C_7H_6O_2$	Салицилальдегид	15	13.286	(18)
C_7H_7Br	*o*-Бромтолуол	15	15.674	(18)
C_7H_7Br	*p*-Бромтолуол	15	15.167	(18)
C_7H_7Cl	*o*-Хлортолуол	15	13.719	(18)
C_7H_7Cl	*p*-Хлортолуол	15	13.246	(18)
C_7H_7NO	Бензамид	15	13.520	(18)
C_7H_7NO	Форманилид	15	15.211	(18)
$C_7H_7NO_2$	*o*-Нитротолуол	15	10.806	(18)
$C_7H_7NO_2$	*p*-Нитротолуол	15	10.214	(18)
C_7H_8	Толуол	15	12.157	(18)
		28.4	12.031	(27)
C_7H_8O	Бензиловый алкоголь	15	12.400	(18)
C_7H_8O	*o*-Крезол	15	13.382	(18)
C_7H_8O	*m*-Крезол	15	12.776	(18)
C_7H_8O	*p*-Крезол	15	12.869	(18)
C_7H_8O	Фенилметиловый эфир	15	13.958	(18)
$C_7H_8O_2$	Гомопирокатехин	15	13.306	(18)
$C_7H_8O_2$	Гваякол	15	14.689	(18)
C_7H_9N	*o*-Толуидин	15	17.200	(18)
C_7H_9N	*m*-Толуидин	15	16.210	(18)
C_7H_9N	*p*-Толуидин	15	16.188	(18)
C_7H_9N	Метиланилин	15	19.624	(18)
C_7H_9N	Бензиламин	15	13.646	(18)
C_7H_9NO	*o*-Анизидин	15	18.722	(18)
C_7H_9NO	*p*-Анизидин	15	18.306	(18)
$C_7H_{10}O_4$	Диметилмезаконат	14.4	9.061	(18)
$C_7H_{10}O_4$	Диметилцитраконат	13	8.364	(18)
$C_7H_{12}O_2$	Диметилацетилацетон	15	7.045	(18)
$C_7H_{12}O_4$	Диэтилмалонат	15	7.41	(18)
$C_7H_{14}O$	Дипропилкетон	15	7.47	(18)
		20	7.32*1	(15)
$C_7H_{14}O$	Диизопропилкетон	20	7.36*1	(15)
$C_7H_{14}O$	Гептальдегид	19	7.405	(18)
$C_7H_{14}O_2$	*n*-Гептиловая кислота	20	7.55	(18)
$C_7H_{14}O_2$	Этилизовалерианат	19.5	7.60	(18)
C_7H_{16}	*n*-Гептан	15	6.666	(18)
$C_7H_{16}O$	*n*-Гептиловый алкоголь	15	7.84	(18)
		20	7.78*1	(15)
$C_8H_4Cl_2O_2$	*o*-Фталилдихлорид	15	14.183	(18)
C_8H_6O	Кумарон	15	14.807	(18)
C_8H_7ClO	*ω*-Хлорацетофенон	15	14.091	(18)
C_8H_7N	*o*-Толунитрил	15	12.980	(18)
C_8H_7N	*p*-Толунитрил	15	12.999	(18)
C_8H_7N	Бензилцианид	15	12.472	(18)
C_8H_8	Стирол(Фенилэтилен)	15	16.041	(18)
C_8H_8O	Ацетофенон	15	12.597	(18)
$C_8H_8O_2$	Фенилацетат	15	12.953	(18)
$C_8H_8O_2$	Фенилуксусная к-та	15	12.743	(18)
$C_8H_8O_2$	Метилбензоат	15	12.743	(18)
$C_8H_8O_2$	*o*-Метоксибензальдегид	15	14.187	(18)
$C_8H_8O_2$	Анизальдегид	15	15.872	(18)
$C_8H_8O_3$	Метилсалицилат	15	14.266	(18)
C_8H_9NO	Ацетанилид	15	16.003	(18)
C_8H_9NO	Фенилацетамид	15	15.208	(18)
C_8H_{10}	*o*-Ксилол	15	13.345	(18)
		27	13.306	(27)
C_8H_{10}	*m*-Ксилол	15	12.859	(18)
		28.4	12.731	(27)
C_8H_{10}	*p*-Ксилол	15	12.810	(18)
		27	12.789	(27)

Формула	Название	$t°$	$[\Omega]_D$	Лит.
C_8H_{10}	Этилбензол	15	13.414	(18)
		28.2	13.327	(27)
$C_8H_{10}O$	*o*-Толилметиловый эфир	15	15.190	(18)
$C_8H_{10}O$	*m*-Толилметиловый эфир	15	14.646	(18)
$C_8H_{10}O$	*p*-Толилметиловый эфир	15	14.712	(18)
$C_8H_{10}O$	Бензилметиловый эфир	15	13.417	(18)
$C_8H_{10}O$	Фенилэтиловый эфир	15	15.129	(18)
$C_8H_{10}O$	Метилфенилкарбинол	20	16.01*1	(15)
$C_8H_{10}O_2$	Анисовый алкоголь	15	15.407	(18)
$C_8H_{10}O_2$	Креозол	15	15.405	(18)
$C_8H_{10}O_2$	Диметилрезорцин	15	15.108	(18)
$C_8H_{10}O_2$	Диметилхинон	15	16.717	(18)
$C_8H_{10}O_2$	Метилсалигенин	15	14.828	(18)
$C_8H_{10}O_2$	3-Гидрокси-4-метокситолуол	15	15.021	(18)
$C_8H_{10}O_2$	Вератрол	15	16.837	(18)
$C_8H_{10}O_4$	Диэтилацетилендикарбонат	25	9.617	(16)
$C_8H_{11}N$	Этиланилин	15	20.567	(18)
$C_8H_{11}N$	Диметиланилин	15	22.888	(18)
$C_8H_{12}ClN$	Диметиланилин хлористоводородный (безводный)	15	18.326	(18)
$C_8H_{12}ClN$	Диметиланилин хлористоводородный (в растворе)	15	17.604	(18)
$C_8H_{12}N_2$	*p*-Аминодиметиланилин	15	26.239	(18)
$C_8H_{12}O_4$	Диэтилфумарат	11.1	10.112	(18)
$C_8H_{12}O_4$	Диэтилмалеат	15	9.625	(18)
$C_8H_{13}NO$	Амилпропиоламид	25	10.653	(17)
C_8H_{14}	*n*-Гексилацетилен	25	9.310	(17)
$C_8H_{14}O_4$	Гликолдипропионат	15	8.349	(18)
$C_8H_{14}O_4$	Диэтилсукцинат	20	8.379	(18)
$C_8H_{14}O_4$	Диэтилизосукцинат	19.2	8.324	(18)
C_8H_{16}	Октилен	24	9.406	(27)
$C_8H_{16}O$	Изопропил-*n*-бутилкетон	20	8.43*1	(15)
$C_8H_{16}O_2$	*n*-Каприловая к-та	20	8.56	(18)
$C_8H_{16}O_2$	Этил-*n*-капронат	18.8	8.502	(18)
$C_8H_{17}Cl$	Хлористый *n*-октил	20	10.138	(18)
$C_8H_{17}Cl$	*вторич.*-Хлористый октил	20	10.25	(18)
$C_8H_{17}J$	Иодистый октил	19.3	16.213	(18)
C_8H_{18}	Октан	23.1	8.722	(27)
$C_8H_{18}O$	Октиловый алкоголь	20	8.89	(18)
		20	8.87*1	(15)
$C_8H_{18}O$	*вторич.*-Октиловый алкоголь	13.5	8.99	(18)
$C_9H_6O_2$	Фенилпропиоловая кислота	25	16.659*2	(17)
C_9H_7N	Хинолин	15	20.875	(18)
C_9H_7NO	Фенилпропиоламид	25	18.43*3	(17)
C_9H_8	Инден (синтетический)	15	16.202	(18)
C_9H_8O	Гидриндон	15	13.768	(18)
C_9H_8O	Коричный альдегид	15	17.885	(18)
C_9H_{10}	Аллилбензол	15	17.599	(18)
C_9H_{10}	Гидринден (синтетический)	15	13.928	(18)
$C_9H_{10}O$	Коричный алкоголь	15	17.940	(18)
$C_9H_{10}O$	Аллилфениловый эфир	15	17.134	(18)
$C_9H_{10}O$	Этилфенилкетон	15	13.635	(18)
$C_9H_{10}O_2$	Фенилпропионат	15	13.673	(18)

Формула	Название	$t°$	$[\Omega]_D$	Лит.
$C_9H_{10}O_3$	Этилсалицилат . . .	15	15.366	(18)
$C_9H_{11}N$	Тетрагидрохинолин	15	19.619	(18)
C_9H_{12}	*n*-Пропилбензол . . .	15	14.553	(18)
		25.6	14.394	(27)
C_9H_{12}	Изопропилбензол . .	15	14.633	(18)
		27	14.440	(27)
C_9H_{12}	Мезитилен	15	13.366	(18)
		28.6	12.920	(27)
C_9H_{12}	Псевдокумол	15	13.998	(18)
		24.6	13.767	(27)
$C_9H_{12}O$	Пропилфениловый эфир	15	16.187	(18)
$C_9H_{12}O$	Изопропилфениловый эфир	15	16.210	(18)
$C_9H_{12}O$	Бензилметилкарбинол	20	13.87*1	(15)
$C_9H_{12}O$	Этилфенилкарбинол	20	14.92*1	(15)
$C_9H_{12}O_2$	Диметилгомопирокатехол	15	17.484	(18)
$C_9H_{12}O_3$	Триметиловый эфир пирогаллола . . .	15	17.201	(18)
$C_9H_{13}N$	Диметил-*o*-толуидин	15	18.617	(18)
$C_9H_{13}N$	Диметил-*p*-толуидин	15	22.842	(18)
$C_9H_{14}ClN$	Диметил-*o*-толуидин хлористоводородный (в растворе) .	15	18.705	(18)
$C_9H_{14}ClN$	Диметил-*p*-толуидин хлористоводородный (в растворе) .	15	18.465	(18)
$C_9H_{14}O_2$	Гексилпропиоловая кислота	25	10.598	(17)
$C_9H_{14}O_3$	Этилаллилацетоацетат	15	10.39	(18)
$C_9H_{14}O_4$	Диэтилцитраконат .	15	10.497	(18)
$C_9H_{14}O_4$	Диэтилмезаконат . .	16.3	11.233	(18)
$C_9H_{14}O_4$	Диэтилитаконат . . .	17.6	10.467	(18)
$C_9H_{16}O_4$	Диэтилдиметилмалонат	18.5	9.24	(18)
$C_9H_{16}O_4$	Диэтилэтилмалонат	15	9.27	(18)
$C_9H_{16}O_4$	Диэтилметилсукцинат	18.5	9.332	(18)
$C_9H_{16}O_4$	Диэтилглутарат . . .	12.5	9.356	(18)
$C_9H_{18}O$	Изопропил-*n*-амилкетон	20	9.40*1	(15)
$C_9H_{18}O_2$	Нониловая к-та . .	20	9.60	(18)
$C_9H_{18}O_2$	Этилэнантат	15	9.54	(18)
$C_{10}H_7NO_2$	*α*-Нитронафталин . .	15	20.840	(18)
$C_{10}H_8$	Нафталин	15	25.125	(18)
$C_{10}H_8O$	Ацетилфенилацетилен	25	17.146	(17)
$C_{10}H_8O_2$	Метилфенилпропиолат	25	17.752	(17)
$C_{10}H_9N$	*α*-Нафтиламин	15	37.478	(18)
$C_{10}H_9N$	*β*-Нафтиламин . . .	15	35.700	(18)
$C_{10}H_{10}O$	Бензальацетон . . .	15	19.235	(18)
$C_{10}H_{10}O_2$	Аллилбензоат	15	15.722	(18)
$C_{10}H_{12}$	Изобутенилбензол .	15	18.362	(18)
$C_{10}H_{12}O$	Куминовый альдегид	15	15.245	(18)
$C_{10}H_{12}O$	*p*-Толилаллиловый эфир	15	17.571	(18)
$C_{10}H_{12}O$	*p*-Анетол	15	21.089	(18)
$C_{10}H_{12}O_2$	Этил-*o*-толуат	15	15.065	(18)
$C_{10}H_{12}O_2$	Этил-*p*-толуат	15	14.744	(18)
$C_{10}H_{12}O_2$	Фенил-*n*-бутират . .	15	14.761	(18)
$C_{10}H_{12}O_2$	Этилфенилацетат . .	15	14.982	(18)
$C_{10}H_{12}O_2$	*n*-Пропилбензоат . .	15	14.873	(18)
$C_{10}H_{12}O_2$	Изопропилбензоат .	15	14.950	(18)
$C_{10}H_{12}O_2$	Эвгенол	15	18.727	(18)
$C_{10}H_{12}O_3$	Этиланизат	15	17.285	(18)

Формула	Название	$t°$	$[\Omega]_D$	Лит.
$C_{10}H_{12}O_3$	Этил *o*-метоксибензоат	15	17.156	(18)
$C_{10}H_{12}O_3$	Этил *m*-метоксибензоат	15	16.679	(18)
$C_{10}H_{13}Br_2ClO$	*α*, *β*-Дибромхлоркамфора*4	13.1	17.303	(19)
$C_{10}H_{13}N$	*ar*-Тетрагидро-*β*-нафтиламин	15	20.058	(18)
$C_{10}H_{13}N$	*ac*-Тетрагидро-*β*-нафтиламин	15	16.147	(18)
$C_{10}H_{14}$	Изобутилбензол . .	15	15.615	(18)
		23.6	15.531	(27)
$C_{10}H_{14}$	Цимол	15	15.255	(18)
		25.7	14.892	(27)
$C_{10}H_{14}BrNO_3$	*α*, *α*-Бромонитрокамфора*4,5	12.7	12.720	(19)
$C_{10}H_{14}Br_2O$	*α*, *α*-Дибромкамфора*4,5	15.52	15.994	(19)
$C_{10}H_{14}Br_2O$	*α*, *β*-Дибромкамфора*4,6	14.9	15.902	(19)
$C_{10}H_{14}ClNO_3$	*α*, *α'*-Хлорнитрокамфора*4,7	12.85	10.822	(19)
$C_{10}H_{14}O$	Куминиловый алкоголь	15	15.879	(18)
$C_{10}H_{14}O$	Изобутилфениловый эфир	15	17.332	(18)
$C_{10}H_{14}O$	*l*-Фенилэтилметилкарбинол	20	14.93*1	(15)
$C_{10}H_{14}O$	Карвакрол	15	16.313	(18)
$C_{10}H_{14}O$	Тимол	15	16.120	(18)
$C_{10}H_{15}BrO$	*α*-Бромкамфора*4,7 .	12.2	12.761	(19)
$C_{10}H_{15}ClO$	*α*-Хлоркамфора*4,8 .	12.4	10.846	(19)
$C_{10}H_{15}N$	Диэтиланилин . . .	15	25.163	(18)
$C_{10}H_{15}NO_3$	Камфорилоксим*4,9 .	17.4	10.375	(19)
$C_{10}H_{15}NO_3$	*α*-Нитрокамфора*4,10	12.14	9.468	(19)
$C_{10}H_{16}$	Камфен	45.8	10.136	(19)
$C_{10}H_{16}$	*d*-Лимонен	16.32	11.246	(19)
$C_{10}H_{16}$	*l*-Лимонен	15	11.162	(19)
$C_{10}H_{16}$	Пинен	20	10.294	(19)
$C_{10}H_{16}O$	Камфора*4,11	15.74	9.280	(19)
$C_{10}H_{16}O_2$	Этиламилпропиолат	25	11.556	(17)
$C_{10}H_{16}O_2$	Метилгексилпропиолат	25	13.730	(17)
$C_{10}H_{16}O_4$	Диэтилаллилмалонат	14	11.265	(18)
$C_{10}H_{16}O_5$	Диэтилацетосукцинат	22.5	10.33	(18)
$C_{10}H_{17}Cl$	*d*-Пиненгидрохлорид*12	14.8	11.058	(19)
$C_{10}H_{18}Cl_2$	Дипентендигидрохлорид	54.8	13.111	(19)
$C_{10}H_{18}O$	Борнеол*4,13	15.8	9.807	(19)
$C_{10}H_{18}O_4$	Диэтилпропилмалонат	20	10.36	(18)
$C_{10}H_{18}O_4$	Диэтилизопропилмалонат	20	10.47	(18)
$C_{10}H_{19}N$	Камфиламин	16	11.770	(19)
$C_{10}H_{20}$	Децилен	23.7	11.247	(27)
$C_{10}H_{20}O$	Изобутиламилкетон	20	10.65*1	(15)
$C_{10}H_{20}O_2$	*n*-Октилацетат . . .	15	10.63	(18)
$C_{10}H_{22}$	*n*-Декан	23	8.722	(27)
		20	8.70*1	(15)
$C_{10}H_{22}O$	Изоамиловый эфир .	15.6	11.168	(18)
$C_{10}H_{22}O$	Изопропил-*n*-гексилкетон	20	10.44*1	(15)
$C_{11}H_7N$	*α*-Нафтонитрил . . .	15	24.788	(18)
$C_{11}H_7N$	*β*-Нафтонитрил . . .	15	26.264	(18)
$C_{11}H_{10}O$	Пропионилфенилацетилен	25	18.595	(17)
$C_{11}H_{10}O_2$	Этилфенилпропиолат	25	18.965	(17)

Формула	Название	$t°$	$[\Omega]_D$	Лит.
$C_{11}H_{12}O_2$	Этилциннамат	15	20.006	(18)
$C_{11}H_{12}O_3$	Этилбензоилацетат .	15	16.411	(18)
$C_{11}H_{12}O_3$	α-Метил-o-метоксифенилакрилат	15	21.891	(18)
$C_{11}H_{12}O_3$	β-Метил o-метоксифенилакрилат	15	22.359	(18)
$C_{11}H_{14}O_2$	n-Бутилбензоат . . .	15	15.952	(18)
$C_{11}H_{14}O_2$	Изобутилбензоат . .	15	16.048	(18)
$C_{11}H_{14}O_2$	Этилгидроциннамат .	15	16.169	(18)
$C_{11}H_{18}O_2$	Этилгексилпропиолат . . . . . [нат	25	12.576	(17)
$C_{11}H_{20}O_4$	Диэтилдиэтилмало-	20.5	11.20	(18)
$C_{11}H_{22}O_2$	Этилпеларгонат . . .	18	11.56	(18)
$C_{12}H_{10}$	Дифенил	15	25.304	(18)
$C_{12}H_{10}S$	Дифенилсульфид . .	15	29.668	(18)
$C_{12}H_{12}O$	Этил-α-нафтиловый эфир	15	32.237	(18)
$C_{12}H_{12}O$	Этил-β-нафтиловый эфир	15	30.698	(18)
$C_{12}H_{12}O$	Бутирилфенилацетилен . . . . . [амин	25	19.911	(17)
$C_{12}H_{13}N$	Диметил-α-нафтил-	15	35.994	(18)
$C_{12}H_{13}N$	Диметил-β-нафтиламин	15	47.377	(18)
$C_{12}H_{14}O_4$	Диэтилфталат	15	16.909	(18)
$C_{12}H_{14}O_4$	Диэтилизофталат . .	15	16.942	(18)
$C_{12}H_{14}O_4$	Диэтилтерефталат .	15	16.117	(18)
$C_{12}H_{16}O_2$	Этилкумат	15	17.093	(18)
$C_{12}H_{22}O_4$	Диизобутилсукцинат	15	12.71	(18)
$C_{12}H_{22}O_4$	Диэтилсуберат . . .	17.5	12.45	(18)
$C_{12}H_{22}O_{11}$	Мальтоза	15	12.690	(19)
$C_{12}H_{22}O_{11}$	Лактоза	15	12.714	(19)
$C_{12}H_{22}O_{11}$	Сахароза . . [кетон	15	12.586	(19)
$C_{12}H_{24}O$	Изопропил n-октил-	20	12.48*1	(15)
$C_{12}H_{26}O_4$	Диацеталь	25	13.61	(17)
$C_{13}H_{10}O$	Бензофенон	15	23.371	(18)
$C_{13}H_{12}$	Дифенилметан . . .	15	23.845	(18)
$C_{13}H_{12}O_2$	Этил-α-нафтоат . . .	15	27.161	(18)
$C_{13}H_{12}O_2$	Этил-β-нафтоат . . .	15	27.360	(18)
$C_{13}H_{13}N$	Метилдифениламин .	15	34.878	(18)
$C_{13}H_{13}N$	Бензиланилин	15	31.295	(18)
$C_{13}H_{14}O$	Изовалерилфенилацетилен	25	21.168	(17)
$C_{13}H_{18}O_2$	Фенилэнантат . [нат	15	17.923	(18)
$C_{13}H_{20}O_4$	Диэтилдиаллилмало-	22	14.99	(18)
$C_{14}H_{10}$	Фенантрен	15	36.959	(18)
$C_{14}H_{12}$	Стильбен	15	33.143	(18)
$C_{14}H_{14}$	Дибензил	15	24.977	(18)
$C_{14}H_{14}S$	Дибензилсульфид . .	15	29.216	(18)
$C_{14}H_{15}N$	Дибензиламин . [лен	15	25.879	(18)
$C_{14}H_{16}O$	Капроилфенилацетилен	25	21.435	(17)
$C_{14}H_{22}O$	Фенилоктилов. эфир	15	21.446	(18)
$C_{14}H_{26}O_4$	Диэтилсебакат . . .	15	14.51	(18)
$C_{14}H_{28}O_2$	Гептилэнантат . . .	15	14.64	(18)
$C_{15}H_{10}O$	Бензоилфенилацетилен	25	28.403	(17)
$C_{15}H_{22}O_2$	Октилбензоат	15	19.992	(18)
$C_{18}H_{36}O_2$	Цетилацетат	20	18.76	(18)
$C_{19}H_{16}$	Трифенилметан . . .	15	36.011	(18)
$C_{20}H_{28}N_2O_5$	Нитрокамфора ангидридная*4,14	14.9	19.712	(19)

*1 Отнесено к $[\Omega]_{Hg}$; $\lambda_{Hg}=5461$ Å. *2 Растворен в этиловом алкоголе, $C=10.215\%$. *3 Растворен в этиловом алкоголе, $C=11.57\%$. *4 Растворен в хлористом этилене. *5 $C=100/7=14.3\%m$. *6 $C=10\%m$. *7 $C=25\%m$. *8 $C=20\%m$. *9 $C=200/7=28.6\%m$. *10 $C=100/3=33.3\%m$. *11 $C=400/7=57.1\%m$. *12 Растворен в CCl_4; $C=100/1.517=65.9\%m$. *13 $C=100/6=16.7\%m$. *14 $C=100/21=4.76\%m$.

ТАБЛИЦА 10.—УДЕЛЬНАЯ МАГНИТНАЯ ВРАЩАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ РАСТВОРОВ.

Постоянная Верде для растворов см. табл. 6 и 7. $[\omega]_S=(1+1000\Delta)\{\tau_1[\omega]_1+\tau_2[\omega]_2\}$; $\tau_2[\omega]'_2=\{[\omega]_S-\tau_1[\omega]_1\}$. При $V_c\equiv V_1[1+a\tau_2+b\tau_2^2]$, $0<\tau_2<1$, δ—наибольшее отклонение V_c от наблюдавшегося V у раствора; V_1—постоянная Верде для первой поименованной жидкости. $R\equiv[\omega]'_2/[\omega]''$, где $[\omega]''$—значение для воды при той же температуре. Температура 25°, $\lambda=5893$ Å (линия D), d дано в $г\,мл^{-1}$.

Вода—Уксусная кислота ($C_2H_4O_2$) (32)

$100\tau_2$	d	R
12.868	1.0111	0.763
30.444	1.0364	0.798
48.577	1.0534	0.743
66.640	1.0637	0.750
97.120	1.0437	0.744

Вода—Этиловый алкоголь (C_2H_6O) (31)

$100\tau_2$	d	Δ
0	0.9971	0
7.542	0.9840	3.3
14.94	0.9735	1.0
20.43	0.9659	0
30.04	0.9507	0.6
41.59	0.9273	7.0
50.33	0.9092	6.6
62.76	0.8807	2.8
69.54	0.8648	5.5
79.40	0.8390	6.4
88.90	0.8167	7.7
100.00	0.7835	0

H_2O—HCl (32)

$100\tau_2$	d	R

$a=1.880$; $b=0$; $\delta=0.2\%$

14.319	1.0661	2.209
20.697	1.0977	2.178
25.568	1.1243	2.164

$t=20°$ (25)

15.63	1.0758	2.196
25.60	1.1274	2.172
30.86	1.1564	2.120
36.50	1.1846	2.096
41.70	1.2051	2.008
100.00	0.8240	1.076

H_2O—H_2SO_4 (32)

18.972	1.1308	0.337
36.327	1.2693	0.347
62.553	1.5205	0.366
80.130	1.7304	0.392
97.717	1.8310	0.407

Вода—Уксусная кислота ($C_2H_4O_2$) (32)

$100\tau_2$	d_{15}^{15}	Δ

$t=15°$ (25)

0	1.00000	0
9.179	1.06305	− 6.8
11.154	1.07706	− 8.3
14.019	1.09785	−11.2
18.921	1.13464	−14.9
28.005	1.20620	−22.0
35.165	1.26529	−28.2
47.407	1.37413	−41.9
57.938	1.47966	−41.8
64.413	1.55074	−44.1
72.998	1.65021	−42.7
84.349	1.77753	−31.6
93.663	1.83617	−15.2
96.598	1.84264	− 3.7
100.000	1.83840	0

H_2O—KCl (32)

$100\tau_2$	d	R

$a=1.08$; $b=0$; $\delta=0.7\%$

10.345	1.0724	1.282
19.143	1.1240	1.333
25.830	1.1833	1.270

H_2O—LiCl (32)

$a=1.807$; $b=0$; $\delta=1.9\%$

10.677	1.0623	2.076
21.102	1.1373	2.109
29.443	1.1818	1.991
31.504	1.2044	1.982
36.356	1.2285	1.928
40.755	1.2729	1.888
43.328	1.2894	1.860

H_2O—NH_4NO_3 (32)

$a=0.148$; $b=0$; $\delta=0.36\%$

10.485	1.0398	0.489
12.096	1.0412	0.507
20.589	1.0831	0.487
27.553	1.1142	0.504
49.378	1.2237	0.503
62.030	1.2869	0.526

$100\tau_2$	d	R
H_2O—NaCl (32) $a=1.473$; $b=0$; $\delta=0.5\%$		
11.410	1.0882	0.558
18.300	1.1318	1.604
24.292	1.1794	1.606
Хлороформ ($CHCl_3$)—Ацетон (C_3H_6O) (31)		
$100\tau_2$	d	Δ
0	1.4783	0
10.95	1.3498	+ 1.2
22.53	1.2349	+ 6.1
29.04	1.1783	− 1.1
40.77	1.0878	+ 2.9
52.43	1.0113	0.0
58.82	0.9729	− 7.0
71.03	0.9086	−16.2
78.56	0.8727	− 1.6
85.25	0.8436	− 8.7
100.00	0.7856	0
Четыреххлористый углерод (CCl_4)—Бензол (C_6H_6) (31)		
0.00	1.5839	0
9.96	1.4651	10.5
18.03	1.3809	7.4
29.33	1.2785	11.0
42.73	1.1750	13.9
51.06	1.1188	16.9
59.32	1.0642	14.6
68.19	1.0186	+ 9.5
79.67	0.9960	−24.2
89.35	0.9172	+ 9.2
100.00	0.8736	0
Хлористый этилен ($C_2H_4Cl_2$)—Бензол (C_6H_6) (31)		
0.00	1.2492	0
11.90	1.1860	− 4.7
20.79	1.1441	+ 3.3
26.31	1.1193	+ 8.2
34.25	1.0858	+ 1.7
49.23	1.0280	+ 6.0
58.01	0.9971	+ 2.0
67.87	0.9647	+ 3.7
77.21	0.9361	+ 6.3
86.37	0.9097	+ 4.4
100.00	0.8736	0
Этиловый алкоголь (C_2H_6O)—Анилин (C_6H_7N) (32) $a=1.25$; $b=1.06$; $\delta=2.5\%$, если $\tau_2 > 0.29$		
0.000	0.7865	0
9.805	0.8083	−13.5
20.485	0.8317	−33.4
29.707	0.8524	−26.8
36.370	0.8673	−31.6
50.878	0.9003	−30.0
59.609	0.9206	−38.8
71.458	0.9483	−26.3
80.992	0.9713	−21.9
88.728	0.9893	−16.3
100.00	1.0174	0
Бензол (C_6H_6)—Анилин (C_6H_7N) (32)		
0.000	0.8725	0
11.893	0.8886	7.3
22.102	0.9026	4.6
34.378	0.9202	2.8
40.177	0.9284	4.2
52.061	0.9459	+ 0.4
61.486	0.9598	− 3.1
71.607	0.9747	+ 1.6
80.972	0.9889	3.6
88.176	0.9997	4.2
100.000	1.0174	0

ТАБЛИЦА 11.—ДИСПЕРСИЯ ПОСТОЯННОЙ ВЕРДЕ.

Формулы дисперсии в газах см. в таблице 2. $V=\frac{C}{\lambda}\left(n-K\lambda\frac{dn}{d\lambda}\right)$ — видимый спектр (14). $V=\frac{C_1}{n\lambda^2}\left[\left(\frac{\lambda^2}{\lambda^2-\lambda_1^2}\right)^2+K_1\right]$ — видимый и ультрафиолетовый (21); n — показатель преломления; λ и λ_1 даны в μ; K и K_1—величины, не имеющие размерности.

Вещество	K (13)	Вещество	K	λ_1	K_1	Лит.
Креозот	35	NaCl*3	26.39			(14)
Стекло:*1		$TiCl_4$	−715.82			(2)
Крон	28.90	H_2O	77.65	0.1260	0.7381	(21, 23)
Флинт 1	8.01	CS_2	15	0.1804	0	(14, 21)
Флинт 2	9.20	C_6H_6		0.1902	0.6069	(21)
Флинт 3	13.03	*4		0.1886	0.6422	(21)
Fe_2Cl_6*2	−122 (1)	*5		0.2563	1.1265	(21)

*1 Для кронгласа $d=2.55$; для флинтгласа 1, 2 и 3 $d=5.32$, 4.39 и 4.08 соответственно. *2 Водный раствор, 33% Fe_2Cl_6. *3 В пределах $0.214\,\mu \leqslant \lambda \leqslant 0.644\,\mu$. *4 m-C_8H_{10}. *5 α-$C_{10}H_7Br$.

ТАБЛИЦА 12.—ДИСПЕРСИЯ ПОСТОЯННОЙ ВЕРДЕ В ЧИСТЫХ ГАЗАХ.

Формулу для дисперсии см. табл. 11; λ дана в Å, p—в A_n.

λ	O_2 (30)			H_2 (30)			CO_2 (30)		
	$t°$	p	V/V_1	$t°$	p	V/V_1	$t°$	p	V/V_1
4358	17.4	83.8	1	18.6	93.85	1			
4047	17.2	83.8	1.10	18.3	93.9	1.18	16.1	25.35	1
3665	17.5	83.25	1.31	18.7	90.0	1.45	17.5	27.3	1.22
3130	16.9	84.9	1.795	17.9	88.1	2.14	17.5	27.3	1.79
2805	17.4	82.5	2.24	19.8	75.2	2.83	17.2	27.2	2.27
2755	17.1	41.3	2.31						
2654	16.5	41.05	2.50	19.7	75.5	3.29	16.5	27.2	2.61
2535				20.9	74.9	3.67	16.2	27.3	2.95
2482				20.5	75.0	3.905			
2399				19.3	74.7	4.27			
2378				19.3	74.8	4.37			

ТАБЛИЦА 13.—ДИСПЕРСИЯ ПОСТОЯННОЙ ВЕРДЕ В ЧИСТЫХ ВЕЩЕСТВАХ.

См. также табл. 14. Формулы дисперсии см. табл. 11. λ дана в $m\mu$, $\lambda_D=589.3m\mu=5893$ Å. H_2O, см. табл. 16.

N_2*1 (10); $t=-195.5°$

λ	V/V_D
6260	0.871
6100	0.935
5780	1.043
5461	1.172
5010	1.355
4359	1.860

O_2*1 (10); $t=-182.5°$

6260	0.897
6100	0.848
5780	1.062
5461	1.103
5010	1.118
4359	1.319

CO_2*1 (8); $t=26°$

6260	0.866
5461	1.200
4359	2.130

CS_2*1 (21)

λ	V/V_D
670.8	0.72572
495.8	1.5432
432.6	2.2407
414.4	2.5377
404.6	2.7206

(25)

546.1	1.197
436.0	2.140

CS_2 (8)

626.0	0.863
578.0	1.170
546.1	1.221
435.9	2.190

SO_2*1 (8); $t=-10°$

6260	0.910
6100	0.942
5461	1.151
4359	1.795

$TiCl_4$, Четыреххлористый титан, см. табл. 4

CH_3Cl, Хлористый метил (8); $t=18°$

λ	V/V_D
626.0	0.897
546.1	1.168
435.9	1.957

CH_4O, Метиловый алкоголь (10)

656	0.81
578	1.04
546	1.155
492	1.47
436	1.915
366	2.80
334	3.45
254	7.3

$C_2H_4O_2$, Уксусная кислота (25)

λ	V/V_D
546.1	1.175
436.0	1.924

C_3H_6O, Ацетон (25)

546.1	1.181
436.0	1.942

C_3H_8O, n-Пропиловый алкоголь (25)

546.1	1.192
436.0	1.946

$C_4H_8O_2$, Изомасляная кислота (25)

546.1	1.162
436.0	1.930

$C_4H_{10}O$, Этиловый эфир (10)

λ	V/V_D
656	0.80
576	1.04
546	1.165
492	1.47
436	1.91

$C_4H_{10}O$, Изобутиловый алкоголь (25)

546.1	1.174
436.0	1.923

$C_5H_{10}O_2$, Изовалериановая кислота (25)

546.1	1.176
436.0	1.917

C_6H_6, Бензол (21)

452.9	1.8785
404.6	2.5301
363.1	3.4541
330.6	4.6650
310.0	5.8680

$C_6H_{10}O_5$, Диметилмалат (активный) (11)

710.0	0.707
546.1	1.192
491.6	1.468
435.6	1.856

$C_6H_{12}O_2$, Метил-*n*-валерианат (11)

710.0	0.670
546.1	1.184
491.6	1.467
435.9	1.849

C_6H_{14}, Гексан (10)

656	0.78
578	1.04
546	1.175
492	1.48
436	1.93

C_8H_{10}, *m*-Ксилол (21)

λ	V/V_D
670.8	0.75117
495.8	1.5034
452.9	1.8738
404.6	2.5227
363.1	3.4285

$C_8H_{14}O_5$, Диэтилмалат (активный) (11)

710.0	0.666
546.1	1.173
435.9	1.915

$C_{10}H_{14}O$, Карвон (активный) (11)

710.0	0.715
546.1	1.168
491.6	1.526

$C_8H_{14}O_6$, Диэтил-*d*-тартрат (11)

710.0	0.670
546.1	1.158
453.9	1.895

$C_{10}H_7Br$, *α*-Бромнафталин (21)

670.8	0.74025
495.8	1.6035
452.9	2.1062
404.6	3.1205
373.5	4.4230

$C_{10}H_{16}$, Лимонен (10)

656	0.79
578	1.04
546	1.18
492	1.49
436	1.97

$C_{10}H_{16}$, Лимонен (активный) (11)

710.0	0.707
546.1	1.182
491.6	1.507
435.9	1.993

$C_{10}H_{16}$, *α*-Пинен (10)

λ	V/V_D
656	0.795
578	1.04
546	1.175
492	1.48
436	1.94
366	2.95
313	4.10

$C_{10}H_{16}$, *β*-Пинен (10)

656	0.79
578	1.04
546	1.18
492	1.49
436	1.97
366	3.09
313	4.31

$C_{10}H_{16}$, Терпентин (активный) (11)

710.0	0.655
546.1	1.179
491.6	1.503
435.9	1.961

$C_{10}H_{16}O$, Камфора (10)

656	0.80
578	1.04
546	1.17
492	1.505
436	1.94
366	2.95
334	3.66
254	7.7

$C_{10}H_{16}O$, Пулегон (активный) (11)

710.0	0.681
546.1	1.185
491.6	1.482

$C_{10}H_{17}Cl$, *d*-Пиненгидрохлорид (10)

656	0.79
578	1.04
546	1.17
436	1.95

$C_{10}H_{18}O$, Борнеол (10)

λ	V/V_D
656	0.79
578	1:04
546	1.17
492	1.48
436	1.945

$C_{10}H_{18}O$, *d*-Цитронеллаль (активный) (11)

710.0	0.661
546.1	1.174
491.6	1.475
435.6	1.916

$C_{10}H_{18}O$, Ментон (активный) (11)

710.0	0.691
546.1	1.181
491.6	1.450
435.9	1.937

$C_{10}H_{18}O$, Пиненгидрат (Гомопинол) (10)

656	0.79
578	1.04
546	1.18
492	1.48
436	1.95
404	2.33
366	2.98
313	4.30
280	5.75
265	6.60
253	7.68

$C_{10}H_{18}O_6$, Дипропил-*d*-тартрат (11)

710.0	0.680
546.1	1.173
491.6	1.442
435.9	1.899

CCl_4, Четыреххлористый углерод (25)

546.1	1.182
436.0	1.948

*1 Жидкий.

ТАБЛИЦА 14.—ДИСПЕРСИЯ ПОСТОЯННОЙ ВЕРДЕ В ЧИСТЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВАХ (16).

Значения V/V_{Hg}; λ_{Hg}=5461 Å; ср. табл. 13.

Формула	Название	λ=6708	6438	5893	5086	4800	4678	4359Å
CS_2	Сероуглерод	0.624	0.686	0.836	1.190	1.376	1.464	1.764
CH_2O_2	Муравьиная кислота	0.647	0.708	0.852	1.164	1.322		1.635
CH_4O	Метиловый алкоголь	0.645	0.707	0.851	1.164	1.315	1.386	1.624
$C_2H_4O_2$	Уксусная кислота	0.648	0.698	0.851	1.163	1.331		1.631
C_2H_6O	Этиловый алкоголь	0.638	0.708	0.849	1.166	1.318	1.393	1.626
C_3H_6O	Аллиловый алкоголь	0.641	0.700	0.847	1.177	1.332		1.672
$C_3H_6O_2$	Пропионовая кислота	0.648	0.711	0.856	1.165	1.320		1.635
C_3H_8O	*n*-Пропиловый алкоголь	0.642	0.713	0.850	1.163	1.321		1.629
C_3H_8O	Изопропиловый алкоголь	0.642	0.702	0.850	1.163	1.320		1.634
$C_4H_8O_2$	*n*-Масляная кислота	0.645		0.853				1.634
$C_4H_8O_2$	Изомасляная кислота	0.646		0.849				1.633
$C_4H_{10}O$	*n*-Бутиловый алкоголь	0.649	0.707	0.849	1.168	1.328		1.637
$C_4H_{10}O$	Изобутиловый алкоголь	0.648	0.699	0.846	1.162	1.321		1.635

Формула	Название	λ=6708	6438	5893	5086	4800	4678	4359Å
$C_4H_{10}O$	*вторич.*-Бутиловый алкоголь	0.645	0.713	0.850	1.164	1.309	1.391	1.635
$C_4H_{10}O$	*третич.*-Бутиловый алкоголь	0.643	0.704	0.852	1.166	1.328		1.645
$C_5H_{10}O_2$	Изовалериановая кислота	0.651	0.702	0.848	1.165	1.324		1.636
$C_5H_{12}O$	Изоамиловый алкоголь	0.650	0.709	0.852	1.169	1.325		1.634
$C_5H_{12}O$	*актив.*-Амиловый алкоголь	0.647		0.850				1.641
$C_5H_{12}O$	*вторич.*-Амиловый алкоголь	0.651		0.852				1.636
$C_5H_{12}O$	*третич.*-Амиловый алкоголь	0.651	0.703	0.852	1.165	1.325		1.643
C_6H_{14}	*n*-Гексан	0.647	0.710	0.851	1.168	1.318		1.636
$C_6H_{14}O$	Метилизобутилкарбинол	0.650		0.850				1.644
$C_6H_{14}O$	*вторич.*-Гексиловый алкоголь	0.647	0.705	0.852	1.165	1.321		1.639
$C_7H_{16}O$	*n*-Гептиловый алкоголь	0.644	0.708	0.855	1.162	1.320		1.635
$C_7H_{16}O$	*вторич.*-Гептиловый алкоголь	0.648		0.849				1.639
$C_8H_{10}O$	*d*-Метилфенилкарбинол	0.624	0.685	0.839	1.184	1.363		1.739
C_8H_{18}	*n*-Октан	0.650	0.706	0.850	1.168	1.325		1.634
$C_8H_{18}O$	*n*-Октиловый алкоголь	0.647	0.705	0.851	1.166	1.320		1.636
$C_8H_{18}O$	*вторич.*-Октиловый алкоголь	0.642	0.705	0.849	1.163	1.320	1.394	1.635
$C_9H_{12}O$	Этилфенилкарбинол	0.634	0.689	0.835	1.181	1.362	1.451	1.731
$C_9H_{20}O$	Метилгептилкарбинол	0.649		0.849				1.635
$C_9H_{20}O$	Этилгексилкарбинол	0.644	0.703	0.853	1.165	1.322		1.634
$C_{10}H_{22}O$	Метилоктилкарбинол	0.642		0.848				1.636
$C_{11}H_{24}O$	Метилнонилкарбинол	0.645		0.848				1.638
$C_{12}H_{26}O$	Метилдецилкарбинол	0.644		0.849				1.639

ТАБЛ. 15.—ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ЗАПАЗДЫВАНИЕ В ПОЯВЛЕНИИ ЭФФЕКТА ФАРАДЕЯ (1).

l—время, протекающее между приложением поля и появлением вращения в веществе; l_S—то же значение в CS_2; $\Delta \equiv l - l_S$; Δ дана в $m\mu$ск. (10^{-9} ск.) с точностью до 0.3 $m\mu$ск.

Формула	Вещество	Δ
CS_2	Сероуглерод	0
H_2O	Вода	1.1
CCl_4	Четыреххлористый углерод	1.1
C_6H_6	Бензол	1.9
C_8H_{10}	Ксилол	2.1
$CHCl_3$	Хлороформ	2.4
C_7H_8	Толуол	2.5
$C_5H_{12}O$	Амиловый алкоголь	4.0
$CHBr_3$	Бромоформ	4.1

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

(1) Beams and Allison, *2*, **29:** 161; 27. (2) Becquerel, *6*, **12:** 5; 77. (3) Becquerel, *6*, **19:** 90; 80. (4) Becquerel, *51*, **4:** 437; 85. (5) Bichat, *51*, **8:** 204; 79. **9:** 275; 80. (6) Du Bois, *8*, **51:** 537; 94. (7) Borel, *149*, **16:** 157; 03. (8) Chaudier, *34*, **156:** 1008, 1529; 13. (9) Cornu et Potier, *34*, **102:** 385; 86.

(10) Darmois, *6*, **22:** 247, 295; **11.** (11) Herngrist, Diss., Upsala, 1914. *10*, **4:** 678; 22. (12) Humburg, *7*, **12:** 401; 93. (13) Ingersoll, *2*, **9:** 257; 17. (14) Joubin, *6*, **16:** 78; 89. (15) Lowry, *4*, **105:** 81; 14. (16) Lowry and Dickson, *4*, **103:** 1067; 13. (17) Moureu, Müller et Varin, *6*, **2:** 269; 14. (18) Perkin, *4*, **45:** 421; 84. **49:** 777; 86. **51:** 362, 808, 87. **53:** 561, 695; 88. **55:** 680; 89. **59:** 981; 91. **61:** 800; 92. **63:** 57, 488; 93. **65:** 20, 402, 815; 94. **67:** 255; 95. **69:** 1025; 96. (19) Perkin, *4*, **81:** 177, 292; 02.

(20) Quincke, *8*, **24:** 606; 85. (21) Richardson, *3*, **31:** 232; 16. (22) Rodger and Watson, *62*, **186:** 621; 95. (23) van Schaik, *18*, **21:** 406; 87. (24) Schönrock, *7*, **11:** 753; 93. (25) Schwers, *186*, **1912:** 719. (26) Siertsema, *64V*, **2:** 31; 94. **3:** 230; 95. **4:** 317; 96. **5:** 132; 97. *18*, **6:** 825; 01. *168*, No. **7, 15, 24, 31, 73.** (27) Siertsema, *18*, **5:** 447; 00. *168*, No. **62.** (28) Siertsema, *168*, No. **90, 91**; 04. Boltzmann Festschrift, p. 780; 04. *64P*, **6:** 760; 04. (29) Siertsema, *64P*, **18:** 101; 15.

(30) Sirks, *64P*, **15:** 773; 12. *63*, **14:** 336; 13. (31) Thouvenot, Thesis, Nancy, 1910. (32) Vecela Guerdjikowa, Thesis, Nancy, 1910. (33) Verdet, *6*, **41:** 370; 54. **43:** 37; 55. **52:** 129; 58. **69:** 415; 63.

ВРАЩЕНИЕ ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПРИ ОТРАЖЕНИИ — ЭФФЕКТ КЕРРА.

A. Cotton и M. Cau.

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.		Стр.
Полярное отражение, нормальное падение	180	Продольное отражение, наклонное падение	183
Полярное отражение, наклонное падение	183	Поперечное отражение, наклонное падение	184

Если плоско поляризованный свет падает на отражающую поверхность, то намагничение отражающего вещества вообще вызывает вращение плоскости поляризации отраженного света и при известных условиях вводит слагающую, поляризованную по кругу. Величина каждого эффекта зависит от напряженности намагничения (I) вещества и, повидимому, не зависит ни от температуры, ни от напряженности магнитного поля (H), если они не влияют на I; эта величина меняется в зависимости от взятого образца и нередко зависит от особенностей изучаемого участка.

Различают три случая: 1) полярное отражение, когда I нормально к отражающей поверхности; 2) продольное или меридиональное отражение, когда I параллельно отражающей поверхности и плоскости падения; 3) поперечное, или экваториальное отражение, когда I параллельно отражающей поверхности и перпендикулярно к плоскости падения. Если r угол вращения, произведенный увеличением намагничения от нуля до I, то для полярного отражения и нормального падения $r = KI$, где K зависит только от зеркала отражающей поверхности и от λ — дли-

ны волны света; K называется постоянной Керра; r считается положительным, если оно совпадает с направлением токов Ампера, производящих I. Номер ключа перед названием или химическим символом вещества относится к табл. 1, где приведены сведения, касающиеся взятого образца.

ТАБЛИЦА 1.—ПОСТОЯННАЯ КЕРРА (K_λ) И ВРАЩЕНИЕ (r_m) ПРИ НАСЫЩЕНИИ: ПОЛЯРНОЕ ОТРАЖЕНИЕ, НОРМАЛЬНОЕ ПАДЕНИЕ.

H—напряженность магнитного поля; вещество намагничено до насыщения, если нет противоположной оговорки; λ дана в $m\mu$; K_λ — в 0.001 дуговой минуты на единицу cgsm I; r_m—в дуговых минутах; H—в килогауссах.

Ключ, №	Вещество	Материал	Исследователи	H	λ	K_λ	r_m	Лит.
1	Fe	Электролитическое железо .	Gumlich	40	530.0	−13.5	−22.68	(1)
2	Fe	Электролитическое, на платинированном стекле . . .		13	520		−11.4	(13)
3	Fe	Ионопластически нанесенное (вакуум)		13.2	520		− 7.8	(13)
4	Fe	Осажденное на стекле перегонкою, блестящее . . .		20.5	588		−18.1	(2)
5	Fe	Осажденное на стекле перегонкою, матовое		15.8	588		−17.9	(2)
6	Fe	Чистое	Kahlbaum	22.9	520		−19.74	(3)
7	Fe	Чистое литье; не содержит S, Si, Mn	Weiss		530.0	−11.3	−18.97	(1)
8	Fe	Шведское; 0.22%C; следы P, Si, Mn	Kohlswa	40	546.1	−12.3	−20.59	(1)
9	Fe	Шведское рыночное		20.4	520		−19.2	(3)
10	Fe, Ce	Ферроцерий		*1	530		− 6.22	(9)
11	$Fe_2O_3.FeO$	Магнетит	Griesheim	*2	450.0	− 4.6	− 1.89	(1)
12	$Fe_2O_3.FeO$	Магнетит; искусственный, спрессованный порошок .	Weiss	*2	450.0	− 2.7	− 1.10	(1)
13	$Fe_2O_3.FeO$	Магнетит естественный . .	DuBois	12	450.0	− 5.2	− 2.00	(1)
14	$Fe_2O_3.FeO$	Магнетит (Pfitschthal) . . .		16.4	440		− 1.44	(3)
15	$Fe_2O_3.FeO$	Магнетит (Traversella) . . .		15.8	439		− 2.1*3	(2)
16	$Fe_2O_3.FeO$	Магнетит		10	900		+ 3	(4)
17	$Fe_2O_3.ZnO$	Франклинит	DuBois	7.5	450.0	− 8.0	− 1.19	(1)
18	$Fe_2O_3.ZnO$	Франклинит (Нью Джерсей)		*2	530		+ 1.2	(10)
19	$Fe_2O_3.CuO$	Купроферрит	Du Bois	7.5	477.0	+ 6.3	+ 1.68	(1)
20	$Fe_2O_3.CuO$	Купроферрит	Hilpert	10.15	477		+ 1.75	(8)
21	$Fe_2O_3.CoO$	Кобальтовый феррит	Hilpert	*2	530		− 0.6	(10)
22	$Fe_2O_3.CaO$	Кальциевый феррит	Hilpert	*2	530		+ 0.2	(10)
23	Fe_7S_8	Пирротин (Бразилия) . . .		*2	(?)		+ 1	(9)
24	Fe_3C	Цементит	Hilpert	*2	530		−26.45	(9)
25		Сталь	Schmidt и Haensch	20	588		−22.7	(2)
26		Сталь		19.2	520		−20.88*4	(3)
27	Fe_2Si	Ферросилиций, 30%$_a$ Fe_2Si	Tammann	*2	530		−16.75	(10)
28	Fe_2Co		Weiss	20	530.0	−14.95	−27.64	(1)
29	Fe, Co, Sb	66Fe+30Co+4Sb	DuBois	*2	530.0	−14.7	−23.66	(1)
30	Fe, Ni	25.4%Ni	Krupp	16.3	589		−17.29*1	(8)
31	Fe, Ni	27% Ni	Weiss	16.8	589		−15.92*1	(8)
32	Fe_2Ni	36% Ni	Weiss	20	530.0	−17.2	−15.05	(1)
33	Fe, Ni	36% Ni (Инвар)	Commentry-Fourchambault	14.5	574	−15.6	−13.65	(8)
34	Fe, Ni	36% Ni (Инвар)	De Haën	19.8	520		−13.86	(3)
35	Fe, Mn	92.2Fe+7.8Mn	Gumlich	39	530.0	−14.8	−19.70	(1)
36	Fe, Mn	89.6Fe+10.4Mn	Gumlich	*2	530.0	−15.1	−13.16	(1)
37	Co	Электролитический	Merck	34	530.0	−14.7	−20.58	(1)
38	Co	Чистый	Kahlbaum	22.1	520		−21.18	(3)
39	Co	Без точных указаний		18.4	588		−20.8	(2)
40	Co, Sb	88Co+12Sb	Pr. Merrett	*2	530.0	−16.2	−18.72	(1)
41	Co, Si	98Co+2Si	Pr. Merrett	*2	530.0	−18.8	−20.52	(1)
42	Co, Sn	93.2Co+6.8Sn	Pr. Merrett	23	530.0	−12.7	−14.30	(1)
43	Co, Cr	87Co+13Cr	Pr. Merrett	*2	530.0	−15.6	−13.72	(1)
44	Co, Cr, Ni	83Co+15Cr+2Ni	Tammann	*2	530.0	−11.6	− 8.96	(1)
45	Ni	Литой в N_2	Merck	20	590.0	−15.4	− 7.85	(1)

Ключ, №	Вещество	Материал	Исследователи	H	λ	K_λ	r_m	Лит.
46	Ni	Осажденный перегонкой на стекло		15.8	588		− 6.5	(2)
47	Ni	Чистый	Pr. Merrett	20	530.0	−15.7	− 8.05	(1)
48	Ni	Чистый	Kahlbaum	20.5	520		− 7.74	(3)
49	Ni	Без точных указаний . . .		17.7	588		− 8.3	(2)
50	Mn, As	42.5Mn+57.5As	Hilpert	*2	589(?)*5		− 1.5	(10)
51	Mn, Sb	35Mn+65Sb	Tammann	*2	530		−20.46	(10)
52	Mn, Bi	20.5Mn+79.5Bi	Hilpert	*2	530		+ 1.48	(9)
53	Mn, Sn	65Mn+35Sn	Tammann	*2	530		− 2.00	(9)
54	MnB	Борид марганца	Hilpert	*2	589(?)*5		< 0.3*6	(9)
55	Mn, Cu, Al	58.9Cu+26.5Mn+14.6Al (Сплав Гейслера)		16.8	588		− 2.3	(2)

*1 Не насыщено; $H=14\div16$ килогаусс. *2 Насыщено. *3 Отражающая поверхность параллельна грани октаэдра. *4 Закаленный. *5 Желтый свет, λ не установлена. *6 Возможен 0.

ТАБЛИЦА 2.—РАССЕЯНИЕ ВРАЩЕНИЯ (r_m) ПРИ НАСЫЩЕНИИ: ПОЛЯРНОЕ ОТРАЖЕНИЕ, НОРМАЛЬНОЕ ПАДЕНИЕ.

Номера ключа относятся к табл. 1, где дается более полная характеристика материала; H—напряженность магнитного поля; λ дана в $m\mu$; r_m—в дуговых минутах.

1 Fe (1); H=36.56

λ	r_m
442.5	−16.70
457.4	−17.40
474.0	−18.27
492.5	−19.32
515.5	−20.79
531.5	−22.54
538.5	−23.31
546.1	−23.73
557.5	−24.57
571.5	−25.34
599.0	−26.33
628.0	−27.20
650.0	−27.65
690.0	−28.56

2, 3, 4, 5, 6 Fe, см. табл. 3

8 Fe (1); H=39.7

λ	r_m
435.0	−14.66
442.5	−14.95
457.4	−15.55
492.5	−17.61
515.5	−19.15
531.5	−20.14
538.5	−20.55
546.1	−20.93
546.1	−20.59*1
571.5	−22.79
590.1	−25.13*1
599.0	−24.33
650.0	−27.47
690.0	−29.75

9 Fe, см. табл. 3

10 Fe, Ce*2 (9)

λ	r_m
435	−5.09
466	−5.50
503	−5.97
530	−6.22
567	−6.41
615	−6.52
675	−6.60

11 Магнетит*3 (10)

λ	r_m
435	−2.91
450	−2.53
466	−2.17
483	−1.10
503	+0.70
530	+2.69
567	+4.27
589	+4.54
615	+4.44
675	+3.53
695	+3.14
712	+2.76
450	−1.89*4
600	+3.83*4

12 Магнетит (8); H=18.88

λ	r_m
436	−4.40
453	−3.67
477	−1.56
510	+1.53
539	+3.11
589	+4.80
637	+4.88
688	+4.54
450	−1.10*4
600	+2.25*4

13 Магнетит*5 (8); H=11.56

λ	r_m
436	−3.81
453	−1.52
464	0.00
477	+1.06
510	+3.07
539	+3.84
574	+4.45
599	+3.94
637	+3.32
688	+2.50
450	−2.00*4
600	+3.20*4

14, 15 Магнетит, см. табл. 3

16 Магнетит (4); $H\cong10$

λ	r_m
900	+3
1000	+1
1500	−3
2000	−4

17 $Fe_2O_3\cdot ZnO$ (1); H=27.34

λ	r_m
442.5	−1.40
457.4	−1.26
474.0	−1.09
492.5	−0.65
515.5	0.00
531.5	+0.30
546.1	+0.42
557.5	+0.78
571.5	+0.92
599.0	+0.98
628.0	+1.05
650.0	+1.12
690.0	+1.19

18 $Fe_2O_3\cdot ZnO$*3 (10)

λ	r_m
450	−1.8
466	−1.0
483	+0.6
530	+1.2
567	+0.8
654	−0.3

20 $Fe_2O_3\cdot CuO$ (8); H=10.15

λ	r_m
436	+1.31
477	+1.75
539	+1.28
574	+0.41
599	−0.36
637	−0.95
688	−0.78

21 $Fe_2O_3\cdot CoO$*3 (10)

λ	r_m
450	−2.0
475	−0.7
503	−0.4
530	−0.6
589	−1.2
615	−1.5
654	−2.2

22 $Fe_2O_3\cdot CaO$*3 (10)

λ	r_m
435	−0.3
475	−0.5
503	−0.1
530	+0.2
567	+0.1
589	−0.2
675	−0.5

24 Fe_3C*3 (9)

λ	r_m
435	−30.28
450	−30.00
466	−29.42
483	−28.48
503	−27.13
530	−26.45
567	−26.40
615	−26.66
675	−27.01

25, 26 Сталь, см. табл. 3

26 Сталь (5); H=5.7

λ	r_m
600	− 8.3
700	− 9.8
800	−10.6
900	−11.2
1000	−11.5
1200	−11.2
1400	−10.4
1600	− 9.3
1800	− 8.4
2000	− 7.9
2200	− 7.4

26*1 Сталь (4); $H\cong10$

λ	r_m
800	−15.5
900	−16.0
1000	−16.0
1500	−12.5
2000	−10.5
2500	− 9.5

27 Fe_2Si*3 (10)

λ	r_m
435	−13.18
450	−14.22
483	−15.58
530	−16.75
567	−17.27
615	−17.65
675	−17.91
703	−18.05

28 Fe_2Co*3 (10)

λ	r_m
435	−22.11
450	−21.7
466	−21.7
503	−24.05
530	−26.85
567	−29.94
615	−31.69
675	−33.33
695	−33.89

29 Fe, Co, Sb (1); H=32.94

λ	r_m
442.5	−19.74
457.4	−20.33
474.0	−21.81
492.5	−23.24
515.5	−24.57
531.5	−25.65
546.1	−26.18
557.5	−26.81
571.5	−27.68
599.0	−29.43
628.0	−31.92
650.0	−32.30
690.0	−32.52

λ	r_m
30 Fe, Ni*2 (8); H=14.4	
436	−10.63
510	−12.75
589	−14.32
637	−14.89
688	−14.74
31 Fe, Ni*2 (8); H=14.9	
436	−13.67
453	−13.88
477	−14.66
510	−15.42
589	−16.45
637	−16.19
688	−16.25
32 Fe_2Ni*3 (10)	
435	−17.56
483	−19.88
530	−21.69
567	−22.55
615	−20.30
675	−19.33
703	−20.00
33 Инвар (8); H=13.36	
436	−11.78
477	−12.48
539	−13.22
574	−13.66
599	−13.74
637	−13.72
688	−13.54
34 Инвар, см. табл. 3	
37 Co (1); H=35.91	
442.5	−23.60
457.4	−23.37
492.5	−22.80
515.5	−22.45
531.5	−22.30
538.5	−22.30
546.1	−22.36
571.5	−22.59
599.0	−22.96
650.0	−23.68
690.0	−24.25
38, 39 Co, см. табл. 3	
39 Co (4); $H\cong$10	
800	−11.3
900	−11.5
1000	−11.1
1500	− 9.0
2000	− 8.0
2500	− 7.5
45 Ni (1); H=31.40	
442.5	−8.31
457.4	−8.09
474.0	−7.80
492.5	−7.52
515.5	−7.32
531.5	−7.21
538.5	−7.21
546.1	−7.21
557.5	−7.196
571.5	−7.40
599.0	−8.05
628.0	−7.75
650.0	−8.076
690.0	−8.23
46, 48, 49 Ni, см. табл. 3	
49 Ni (4) $H\cong$10	
800	−7.0
900	−5.0
1000	−4.0
1500	0.0
2000	+1.7
2500	+2.4
51 Mn, Sb*3 (10)	
435	−22.35
466	−23.02
483	−23.21
503	−23.19
530½	−20.46
567	−17.36
615	−17.86
675	−18.75
52 Mn, Bi*3 (9)	
435	−1.65
450	−1.00
466	−0.16
483	+0.72
503	+1.26
530	+1.48
567	+0.94
615	+0.045
675	−0.99
53 Mn, Sn*3 (9)	
435	−2.24
466	−0.75
503	−1.18
530	−2.00
567	−3.03
615	−4.26
675	−5.52
55 Сплав Гейслера, см. табл. 3	

*1 Другой образец. *2 Не насыщено. *3 Насыщено. *4 Другой образец (1). *5 Поверхность отражения параллельна грани октаэдра.

ТАБЛИЦА 3.—ЭЛЛИПТИЧНОСТЬ, ПРОИСХОДЯЩАЯ ОТ НАМАГНИЧЕНИЯ: ПОЛЯРНОЕ ОТРАЖЕНИЕ ПЛОСКОПОЛЯРИЗОВАННОГО СВЕТА, НОРМАЛЬНОЕ ПАДЕНИЕ, МАГНИТНОЕ НАСЫЩЕНИЕ.

Намагничение отражающей поверхности не только вращает плоскость поляризации, но создает также небольшую слагающую в виде поляризованного по кругу света, превращая таким образом отраженный свет в эллиптически поляризованный. E численно равно отношению между осями результирующего эллипса; E считается положительным, если направление вращения поляризованной по кругу слагающей совпадает с направлением токов Ампера, обусловливающих намагничение. Номера ключа относятся к табл. 1, где дается более полная характеристика материала. H—напряженность магнитного поля; r_m—вращение плоскости поляризации, соответствующее насыщению, дано в дуговых минутах; e=1000E; λ дана в $m\mu$; H—в килогауссах.

λ	r_m	e
2 Fe (13); H=13		
440	− 9.6	−0.06
480	−10.2	−0.23
520	−11.4	−0.42
560	−11.4	−0.45
600	−10.8	−0.50
660	−10.8	−0.70
3 Fe (13); H=13.2		
440	− 7.2	
480	− 7.2	−2.34
520	− 7.8	−2.20
560	− 7.2	−2.12
600	− 6.6	−2.16
660	− 9.0	−1.92
680	− 7.8	−2.01
4 Fe (2); H=20.5		
439	−12.6	−2.53
471	−13.3	−2.66
505	−14.3	−2.85
546	−16.2	−2.89
588	−18.1	−2.87
623	−19.9	−2.63
656	−20.9	−2.47
5 Fe (2); H=15.8		
439	− 9.3	−4.79
471	−10.3	−4.78
505	−12.3	−4.81
546	−15.2	−4.89
588	−17.9	−4.78
623	−20.1	−4.52
656	−21.6	−4.26
6 Fe (3); H=22.9		
410	−15.00	−3.73
440	−15.18	−3.88
480	−16.62	
520	−19.74	−4.56
560	−22.74	−4.60
600	−24.78	−4.50
640	−26.58	−4.06
660	−26.94	−4.12
9 Fe (3); H=20.4		
410		−4.29
440	−15.6	−4.58
480	−16.8	−4.95
520	−19.2	−5.27
560	−20.4	−5.25
600	−25.2	−5.02
640	−26.4	−4.86
660	−28.2	−4.65
14 Магнетит (3); H=16.4		
410	− 4.26	+1.24
440	− 1.44	+1.71
480	+ 2.40	+1.00
520	+ 3.42	0.00
560	+ 4.62	−0.91
600	+ 3.54	−1.61
640	+ 2.58	−2.00
660	+ 1.98	−1.60
15 Магнетит*1 (2); H=15.8		
439	− 2.1	+1.19
471	+ 0.9	+1.11
505	+ 2.6	+0.37
546	+ 3.3	−0.19
588	+ 3.8	−0.93
623	+ 3.4	−1.52
656	+ 2.5	−1.83
25 Сталь (2); H=20		
439	−15.9	
471	−17.1	−4.13
505	−18.4	−4.32
546	−20.5	−4.33
588	−22.7	−4.16
623	−24.3	−3.98
656	−25.7	−3.80

λ	r_m	e
26 Сталь*2 (3); H=19.2		
410	−16.20	−3.59
440	−17.10	−3.73
480	−18.78	−4.04
520	−20.88	−4.21
560	−22.68	−4.23
600	−24.30	−4.03
640	−26.28	−3.76
660	−26.70	−3.77
34 Инвар (3); H=19.8		
410	−13.14	−1.40
440	−14.04	−1.15
480	−14.10	−0.80
520	−13.86	−0.44
560	−13.80	−0.17
600	−13.32	0.00
640	−13.62	+0.14
660	−13.62	+0.23
38 Co (3); H=22.1		
410	−21.72	−1.79
440	−21.78	−1.68
480	−21.12	−1.43
520	−21.18	−1.33
560	−21.24	−1.23
600	−21.48	−1.20
640	−22.02	−1.07
660	−22.08	−1.08
39 Co (2); H=18.4		
439	−21.7	−1.595
471	−21.2	−1.334
505	−20.9	−1.223
546	−20.7	−1.135
588	−20.8	−1.038
623	−21.0	−0.857
656	−21.4	−0.697
46 Ni (2); H=15.8		
439	−7.3	−0.51
471	−6.7	−0.25
505	−6.6	−0.20
546	−6.4	−0.15
588	−6.5	−0.05
623	−6.8	+0.04
656	−6.9	+0.12
48 Ni (3); H=20.5		
410	−10.86	−0.97
440	− 8.82	−0.65
480	− 7.74	−0.35
520	− 7.74	−0.17
560	− 8.28	−0.07
600	− 8.64	+0.11
640	− 8.22	+0.23
660	− 8.40	+0.24
49 Ni (2); H=17.7		
439	−9.3	−0.86
471	−8.9	−0.44
505	−8.2	−0.25
546	−8.1	−0.15
588	−8.3	−0.04
623	−8.5	+0.14
656	−8.7	+0.27
55 Cu, Mn, Al (2); H=16.8		
439	+0.05	−0.66
471	−1.0	−0.64
505	−1.5	−0.64
546	−2.1	−0.42
588	−2.3	−0.20
623	−2.2	−0.10
656	−2.1	0.00

*1 Отражающая поверхность параллельна грани октаэдра. *2 Закалена.

ТАБЛИЦА 4.—ПОЛЯРНОЕ ОТРАЖЕНИЕ ПЛОСКОПОЛЯРИЗОВАННОГО СВЕТА, НАКЛОННОЕ ПАДЕНИЕ, Fe (11).

Отфильтрованный, весьма однородный солнечный свет. Сведений о составе и происхождении Fe, равно как и о значениях λ, H и I, не имеется. Железо было, вероятно, намагничено до насыщения. i—угол падения. $R_{\parallel}$ [$R_{\perp}$]—вращение, когда плоскость колебаний, т. е. электрический вектор, падающего света параллельна [перпендикулярна] плоскости падения. Если плоскость колебаний падающего света образует определенный угол a_i с плоскостью падения, то отраженный свет плоско поляризуется, и его плоскость колебаний образует угол a_r с плоскостью падения, Углы положительны при отсчете их в сторону, одинаково направленную с токами Ампера, производящими поле. i дано в градусах; $R_{\parallel}$, $R_{\perp}$, a_i и a_r — в дуговых минутах.

i	$-2R_{\parallel}$	$-2R_{\perp}$	$2a_i$	$2a_r$
6.0	33	33		
15.5	33	32.4		
22.2	33.5	31.2		
36.4	36	30		
44.3	45	28.8	−19.8	+57.2
56.9	52.8°	24.6	−10.2	+57.1
68.1	51	19.2	+ 3.0	+44.8
76.6	45	12	+ 7.2	+36
84.8	15	6	+13.2	+20
87.2	6	1.5		

i*1	$-2R_{\parallel}$	$-2R_{\perp}$	a_i	a_r
40.9	59.9	38	−46.8	+114.6
47.9	60.2	34	−29.4	+ 95.2
54.9	61.2	29.6	−16	+ 80
63.0	60.9	24.1	− 1.2	+ 61.9
67.8	59.2	20.5	+ 5.8	+ 54.8

i*1	$-2R_{\parallel}$	$-2R_{\perp}$	a_i	a_r
72.8	51.6	16.3	+11.2	+ 47.4
76.6	38	11.9	+13.4	+ 39.4
82.6	12	5.2	+17.6	+ 29.2

*1 H больше, чем для данных первой части табл.

ТАБЛИЦА 5. — ПРОДОЛЬНОЕ ОТРАЖЕНИЕ ПЛОСКОПОЛЯРИЗОВАННОГО СВЕТА, НАКЛОННОЕ ПАДЕНИЕ.

I параллельно к зеркалу и к плоскости падения. Нет никаких сведений ни о составе и происхождении Fe, ни о значениях λ, H и I. Железо было, вероятно, намагничено до насыщения. Обозначения см. в табл. 4. Три образца.

i	$2R_{\parallel}$	$2R_{\perp}$
Fe (12)		
11	+ 2.3	−2.5
20	+ 4	−5
30	+ 6.7	−6.6
35	+ 7.6	
40	+ 8	−6.7
45	+ 9	
50	+10	−9
55	+10.5	
60	+11	−9
65	+ 8.7	
70	+ 6.5	−7.9
75	+ 4.5	
78.9	0	−6.7
80	− 1	
85	− 3	−3
Сталь (7)		
19.0	+ 2.7	−4.8
29.9	+ 7.3	−4.5
39.5	+ 7.7	−6.6
50.1	+ 6.9	−7.7
61.3	+ 7.5	−8.0
65.0	+ 8.7	−9.4
70.0	+ 8.1	−7.1
75.0	+ 6.8	−6.0
80.3	+ 2.6	
82.0	− 2.3	−4.3
85.2	− 1.9	−3.9
Ni, электролитически осажденный на стали (7)		
20.0	0.0	
30.1	+ 1.8	−1.7
40.0	+ 1.4	−2.7
50.0	+ 0.3	−4.7
61.5	− 0.7	−4.2
65.3	− 2.2	−3.8
75.0	− 1.9	−1.1

ТАБЛИЦА 6.—ПОПЕРЕЧНОЕ ОТРАЖЕНИЕ ПЛОСКОПОЛЯРИЗОВАННОГО СВЕТА, НАКЛОННОЕ ПАДЕНИЕ (6).

I параллельно поверхности зеркала и перпендикулярно к плоскости падения. При $I=0$ напряженность слагающей отраженного света, поляризованной в плоскости падения, равна напряженности слагающей поляризованной перпендикулярно к этой плоскости, при условии, если плоскость поляризации падающего света образует с плоскостью падения угол θ. Если $I\neq 0$, то равенство получается при угле $\theta+\eta$. i—угол падения. Номера ключа относятся к табл. 1, где дана более полная характеристика материала. Табличные значения $=2\eta$; η дана в дуговых минутах; λ—в $m\mu$.

λ . .	590	730	910	λ . .	1210	1650	2100	λ . .	590	740	930
i	26 Fe или сталь			i	26 Fe или сталь			i	39 Co		
18.6	+ 3.77			19.8	+ 3.0	+ 0.4	0.0	18.0		+1.3	+1.1
19.6		+ 3.9	+ 4.3	41.9	+ 3.9	+ 0.5*2	− 1.2*1	18.6	+1.60		
40.9	+ 9.42*1	+ 9	+11.0	66.8	+ 5.6*2	+ 0.4	− 4.4	40.8	+3.98		
66.8	+17.80*2	+16	+14.2	70		− 3.7		41.8		+4.0	+3.0
74.6	+17.11	+15.7*3	+12.0*3	74.5			− 7.5	56.8		+5.6	+4.7
79.9	+ 9.87	+ 5.2	+ 1.5	75.0	+ 4.0	− 4.0		66.9	+7.30		
80.0		+ 5.6*2	+ 2.5	80.0	− 4.0	− 6.4	−11	74.6	+6.56		
83.4	+ 4.88		− 5.0	83.5	−11.0	−16.0	−17.1	75		+5.7	+4.3
86.4	+ 1.00	− 3.0	− 6.2	85	− 9.6			83.4	−1.00		
87.3		− 2.3		86.8	−12.9		−16.8*4	83.5		−1.7	−6.2
88.3		− 2.5	− 5.0	88.3	− 7.5*5	−13.8	−16.2	85			−8.6
								86.4	−2.07		
								86.5		−3.5	−7.8

λ	1240	1700	2130	λ	590	λ	740	1240	2120
i	39 Co			i	49 Ni	i	49 Ni		
18.0		+ 0.2	0	40.8	+1.24	20	−0.3	−0.7	−1.2
29.8	+ 0.8			66.9	+0.70	60.5	−0.9	−3.6	−3.1
41.8	+ 1.5	+ 1.2	+ 1.0	79.9	−1.41	67	−1.0	−5.4	−3.9
56.8	+ 1.8	+ 1.0	+ 0.8	83.4	−2.09	74.8	−2.7	−5.9	−5.6
66.9		+ 1.5	+ 0.3	86.4	−1.40	80	−4.5	−7.9	−6.3
72.5	+ 1.6					85	−3.9	−7.3	−5.8
75	+ 0.7	− 0.5	+ 1.6			87.5	−2.3	−5.9	−4.1
77.5	− 0.9					88.6	−1.3	−4.0	−2.3
80	− 3.9								
83.5		− 9.2	− 5.8						
85	−12.5	−13.4							
86.5		−13.0	−14.5						
88	− 8.9								

*1 i на 0.1° меньше табличного. *2 i на 0.1° больше табличного. *3 i на 0.2° больше табличного. *4 i на 0.6° больше табличного. *5 i на 0.3° меньше табличного.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

1) Barker, *67*, **29:** 1; 26. (2) Dziewulski, *63*, **13:** 642; 12. (3) Foote, *2*, **34:** 96; 12. (4) Ingersoll, *3*, **11:** 41; 06. (5) Ingersoll, *3*, **18:** 74; 09. (6) Ingersoll, *2*, **35:** 312; 12. (7) Kundt, *8*, **23:** 228; 84. (8) Loria, *8*, **38** 889; 12. (9) Martin, *8*, **39:** 625; 12.
(10) Martin, *8*, **55:** 561; 18. (11) Righi, *6*, **9:** 65; 86. (12) Righi, *6*, **10:** 200; 87. (13) Skinner and Tool, *3*, **16:** 833; 08.

МАГНЕТОСТРИКЦИЯ И СВЯЗАННЫЕ С НЕЮ ЯВЛЕНИЯ.

S. R. Williams.

Магнетострикция охватывает тот круг магнитных явлений, в котором наложение магнитного поля сопровождается изменением размеров тела, а также обратные явления, когда наложение напряжений сопровождается изменением магнитных свойств. Приводим перечень различных явлений и наиболее важных и интересных трудов, где эти явления рассматриваются.

Продольные явления.

Эффект Джоуля — изменение длины под действием магнитного поля (3, 4, 7, 8, 13, 20, 24, 27, 35, 36, 39, 46, 59, 62).

Эффект Вилари — изменение магнитных свойств под действием продольных напряжений (15, 26, 32, 52, 54, 60).

Поперечный эффект Джоуля — изменение размеров тела в направлении, перпендикулярном к магнитному полю (9, 20, 27, 59).

Поперечный эффект Вилари—изменение магнитных свойств в направлении перпендикулярном напряжению.

Эффект Вертгейма—изгиб под действием магнитного поля (17, 34, 55).

Обратный эффект Вертгейма — изменение магнитных свойств под действием изгиба.

Изменение модуля Юнга под действием магнитного поля ([12], [25], [47], [48], [49]).

Круговые явления.

Эффект Видемана — кручение тела вследствие взаимодействия продольного и кругового поля ([6], [16], [29], [39], [43], [56], [58]).

Эффект Видемана № 2 — продольное намагничение, вызванное кручением стержня, намагниченного по кругу ([39], [56]).

Эффект Видемана № 3 — круговое магнитное поле, вызванное кручением продольно намагниченного стержня ([37], [39], [56]).

Изменение коэффициента упругости под действием намагничения ([12], [25], [47], [48], [49]).

Механически скрученные стержни закручиваются под действием кругового или продольного магнитного поля.

Объемные явления.

Эффект Барета — изменение объема тела под действием намагничения ([4], [11], [30], [38]).

Эффект Нагаока (Nagaoka) и Хонда (Honda) — изменение магнитных свойств под действием гидростатического давления.

Изменение модуля объемного сжатия под действием магнитного поля ([12], [25], [47], [48], [49]).

Явления, связанные с магнетострикцией.

Изменение электрического сопротивления под действием магнитного поля ([19], [31], [40], [42], [57]); см. стр. 165.

Изменение термоэлектродвижущей силы под действием магнитного поля ([1], [45], [50], [51]).

Электродвижущая сила, вызванная намагничением ([10], [14], [41], [44]).

Изменение числа колебаний звучащего камертона под действием магнитного поля ([28], [33]).

Звучание, вызванное намагничением ([2], [3], [22], [53], [61], [63]).

Эффекты Джоуля и Вилари представляют основные эффекты магнетострикции, остальные же следует считать только частными случаями их или же взаимным наложением двух или нескольких из них. Изменение модулей упругости следует рассматривать как следствие изменения размера, вызванного эффектами Джоуля.

В виду того, что явления магнетострикции зависят от многих факторов (от термической обработки, внутренних напряжений, твердости, примесей, предшествовавшей магнитной истории и проч.), о которых в большинстве работ не упоминается, то нам очень трудно дать оценку точности полученных данных. Поэтому данные помещенных ниже таблиц подобраны скорее в качестве поясняющих примеров, чем как точные числовые данные, относящиеся к определенным материалам; материалы же представлены такие, которые вероятно наиболее часто придется подвергать сравнительному изучению. Много дополнительных сведений можно найти в перечисленных трудах.

В тщательных работах эффект Джоуля может быть измерен с точностью 4÷5% у железа и с несколько меньшей точностью 4÷6% у других материалов; эффект Видемана можно наблюдать с большей точностью; эффект Барета измерить чрезвычайно трудно; вероятная ошибка не ниже 10%.

Если в центре стержня напряженность магнитного поля равна $H-NI$ где H есть наложенное поле, а I—интенсивность намагничения стержня то N называется коэффициентом размагничения. Данные выражены через значение $H-NI$; исключения оговорены в соответствующих местах.

ТАБЛИЦА 1.—ПРОДОЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ДЖОУЛЯ.

В таблице даны значения A; $A\times10^{-6}=(l-l_0)/l_0$; l, l_0—длины образца соответственно в поле$=H$ и в поле$=0$. H дано в гауссах, содержание C, Ni или Co в сплаве—в %.

Fe, C, Железо-углеродистые сплавы ([13])

H \ C	0.60	0.74	0.89	0.98	1.18	1.37	H \ C	0.60	0.74	0.89	0.98	1.18	1.37
20	1.24	0.75	0.2	0.36	0.87	0.70	600	−4.88	−4.09	−3.82	−4.24	−3.68	−3.65
40	1.68	1.24	0.5	0.77	1.38	1.40	700	−5.52	−4.60	−4.34	−4.73	−4.25	−4.14
60	1.76	1.41	0.65	0.92	1.44	1.53	800	−5.86	−4.99	−4.67	−5.13	−4.65	−4.52
80	1.74	1.34	0.67	0.87	1.37	1.47	1000	−6.28	−5.53	−5.24	−5.72	−5.36	−5.13
100	1.56	1.17	0.57	0.72	1.22	1.26	1200	−6.65	−5.84	−5.62	−6.12	−5.86	−5.58
200	0.10	−0.04	−0.34	−0.42	0.07	−0.06	1400	−6.96	−6.02	−5.90	−6.38	−6.21	−5.87
300	−1.46	−1.43	−1.46	−1.79	−1.20	−1.23	1600	−7.24	−6.09	−6.08	−6.56	−6.42	−6.01
400	−2.88	−2.54	−2.38	−2.83	−2.24	−2.29	1800	−7.53	−6.15	−6.23	−6.74	−6.57	−6.16
500	−4.03	−3.43	−3.20	−3.61	−3.04	−3.04							

Fe, Ni, Железо-никелевые сплавы ([21])

H \ Ni	0	9.2	18.5	29.1	36.9	50	70	73.8	83	92.3
50	2.63	2.14	1.86	2.54	12.10	12.20	7.23	3.00	−5.75	−10.75
100	2.82	4.17	3.72	3.68	15.93	16.40	9.10	3.30	−6.38	−17.30
150	2.28	5.83	5.56	4.29	17.30	18.00	9.82	3.43	−6.65	−20.10
200	1.64	7.18	7.02	4.79	18.13	18.95	10.26	3.53	−6.81	−22.05
250	0.96	8.32	8.17	5.26	18.67	19.58	10.61	3.63	−6.92	−23.20
300	0.35	9.33	9.15	5.72	19.10	19.96	10.90	3.72	−6.98	−23.57
350	−0.18	10.23	10.03	6.17	19.45	20.30	11.13	3.78	−7.00	−23.75
400	−0.63	11.02	10.80	6.63	19.80	20.63	11.29	3.83	−7.02	−23.92

H \ Ni	0	9.2	18.5	29.1	36.9	50	70	73.8	83	92.3
450	−1.00	11.74	11.50	7.08	20.10	20.95	11.42	3.88	−7.04	−24.10
500	−1.31	12.41	12.12	7.53	20.35	21.26	11.52	3.91	−7.05	−24.27
550	−1.57	13.45	12.71	7.98	20.60	21.58	11.60	3.95	−7.05	−24.45

Fe, Co, Железо-кобальтовые сплавы ([21])

H \ Co	0	10	20	30	40	50	70	80	90	100
50	2.97	10.45	13.85	21.40	28.70	17.00	20.70	4.36	−5.40	− 2.55
100	3.10	13.30	17.16	27.10	37.00	27.00	34.60	4.76	−6.58	− 4.60
50	2.62	14.55	19.00	29.56	40.40	33.90	43.55	4.00	−6.65	− 6.07
200	2.00	15.33	20.06	30.75	42.23	39.00	49.72	2.83	−6.50	− 6.96
250	1.20	15.84	20.60	31.21	43.60	43.10	54.30	1.44	−6.22	− 7.64
300	0.30	16.10	20.87	31.36	44.47	46.20	57.35	0.06	−5.87	− 8.16
350	−0.46	16.20	20.95	31.44	44.99	48.50	59.67	−1.26	−5.52	− 8.60
400	−1.07	16.16	20.92	31.49	45.37	50.25	61.40	−2.25	−5.13	− 9.03
450	−1.56	16.06	20.82	31.49	45.62	51.62	62.78	−3.20	−4.70	− 9.45
500	−1.98	15.91	20.69	31.49	45.80	52.80	63.83	−4.10	−4.25	− 9.83
550	−2.32	15.78	20.58	31.50	46.00	53.85	64.67	−4.96	−3.78	−10.21

Fe, Мягкое железо *1 ([24])				Ni, Никель *2 ([24])				Cu, Mn, Al, Сплавы Гейслера *3 ([18])				
H \ t°	−186	8.4	168	319	−186	17.2	197	376	H	I	II	III	IV
50	1.86	1.60	1.06	2.00	− 6.75	− 9.60	− 7.43	−0.19	50	0.990	0.184	0.700	0.646
100	3.30	3.20	3.20	4.53	−15.53	−20.00	−13.85	−0.49	100	1.270	0.223	1.030	0.784
150	2.93	3.03	3.40	4.78	−20.65	−26.00	−16.92	−0.53	150	1.405	0.249	1.137	0.867
200	2.10	2.40	3.10	4.74	−23.80	−29.70	−18.33	−0.55	200	1.505	0.263	1.169	0.929
300	−0.30	0.55	1.75	4.21	−27.20	−33.10	−19.52	−0.55	250	1.577	0.266	1.191	0.964
400	−2.56	−1.15	0.40	3.68	−29.75	−34.70	−20.10	−0.54	300	1.627	0.269	1.213	0.981
500	−4.50	−2.63	−0.72	3.20	−32.00	−35.45	−20.50	−0.54	350	1.665	0.272	1.234	0.989
600	−6.07	−3.90	−1.67	2.80	−33.80	−36.03	−20.70	−0.54	400	1.692	0.275	1.255	0.997
700	−7.25	−4.95	−2.22	2.50	−35.27	−36.50	−20.90	−0.54	450	1.710	0.278	1.274	1.040
800	−8.20	−5.70	−2.63	2.30	−36.44	−36.82	−21.00	−0.54	500	1.723	0.280	1.294	1.011
900	−9.14	−6.05	−3.00	2.18	−37.30	−37.10	−21.02	−0.54	550	1.734	0.283	1.313	1.016

*1 Коэффициент размагничения 0.0683, не исправлен; H—приложенное поле. *2 Коэффициент размагничения 0.0801, не исправлен; H—приложенное поле. *3 Сплавы I, II, III и IV содержат соответственно: 64.49 Cu, 20.39 Mn, 13.25 Al; 70.14 Cu, 18.03 Mn, 10.03 Al; 59.43 Cu, 22.60 Mn, 14.50 Al; 65.22 Cu, 19.76 Mn, 11.13 Al.

ТАБЛИЦА 2.—ЭФФЕКТ ДЖОУЛЯ: КРИСТАЛЛ МАГНЕТИТА ([20]).

A_2, A_3, A_4—значения A по дигональной, тригональной и тетрагональной осям. Остальные обозначения см. в табл. 1.

H	Продольный			Поперечный		
	A_2	A_3	A_4	A_2	A_3	A_4
900	4.04	2.01	−0.54	− 7.60	− 2.60	0.76
1000	5.10	2.42	−0.63	− 9.75	− 3.50	0.91
1500	10.09	4.46	−1.18	−18.50	− 8.10	1.67
2000	14.35	6.37	−1.82	−25.25	−12.40	2.42
2500	17.85	8.04	−2.47	−30.55	−16.33	3.07
3000	20.93	9.40	−3.03	−35.10	−19.60	3.57
3500	23.80	10.48	−3.50	−38.70	−22.13	3.94
4000	26.57	11.34	−3.85	−41.33	−24.04	4.20
4500	29.20	12.04	−4.08	−43.20	−25.77	4.35

ТАБЛИЦА 3.—ИЗМЕНЕНИЕ МОДУЛЯ ЮНГА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАГНИТНОГО ПОЛЯ.

E [E_0]—модуль Юнга в поле=H [в поле=0]; F—растяжение образца; ΔF—приращение F при определении E; $(E-E_0)/E_0=0.01$ A. В таблице даны значения A. F дано в $кг\ см^{-2}$ (1 $кг\ см^{-2}$=980665 барий).

Ni, Никель ([25]); 10.0°, ΔF=74.3

H \ F	154.0	302.1	449.8	H \ F	154.0	302.1	449.8
5	− 0.13	− 0.30	−0.10	80	−2.32	−8.18	−7.92
10	− 1.40	− 0.70	−0.23	90	−1.62	−6.35	−9.86
20	− 5.80	− 1.73	−0.67	100	−1.08	−5.00	−9.80
30	−11.30	− 3.18	−1.31	150	+0.24	−1.78	−4.44
40	−13.00	− 5.27	−2.17	200	+1.03	−1.15	−3.03
50	− 7.30	− 8.55	−3.23	300	+2.14	−0.37	−1.47
60	− 4.60	−11.85	−4.55	400	+2.40	+0.22	−0.78
70	− 3.26	−11.54	−6.10				

Fe, Шведское железо ([25]); 11.5°; F=162.7, ΔF=78.4

H . . .	50	75	100	150	200	300	400
A . . .	0.08	0.15	0.18	0.22	0.24	0.26	0.28

ТАБЛИЦА 4.—ЭФФЕКТ ВИДЕМАНА (φ).

Круговое поле во всех случаях происходит от тока J, идущего по геометрической оси образца; этот последний сделан в виде круглого цилиндра, стержня или трубки. H—продольное поле, производящее кручение φ. Положительное направление φ совпадает с направлением кругового поля от тока J, если смотреть в направлении H. В таблице даны значения φ. H дано в гауссах; J—в амперах (0.1 cgsm); φ—в дуговых секундах $см^{-1}$.

Fe, Железный брусок (23)				**Ni**, Никелевый брусок (23)		
H \ J	3.12	5.26	8.86	2.00	4.37	6.55
25	0.057	0.080	0.186	−0.288	−0.888	−1.243
50	0.235	0.408	0.706	−0.302	−1.052	−1.421
75	0.435	0.648	0.954	−0.217	−0.879	−1.221
100	0.466	0.688	0.941	−0.164	−0.733	−1.021
150	0.364	0.515	0.733	−0.089	−0.506	−0.755
200	0.280	0.377	0.533	−0.058	−0.371	−0.577
300	0.155	0.222	0.302	−0.026	−0.222	−0.386
400	0.106	0.151	0.186	−0.022	−0.164	−0.293
500	0.071	0.071	0.120	−0.018	−0.133	−0.244
600	0.044	0.062	0.084	−0.016	−0.106	−0.200
700	0.022	0.044	0.062	−0.013	−0.075	−0.146

Fe, C, Низкоуглеродистая сталь: трубы (58)

H \ J	0.52	1.00	1.50	1.50	2.00
10	0.301	0.702	1.253	0.251	0.377
20	1.332	2.682	4.436	1.255	1.757
30	1.805	3.561	5.226	1.962	2.610
40	1.499	2.924	4.493	1.862	2.534
50	1.223	2.387	3.684	1.606	2.133
60	0.978	1.959	2.964	1.330	1.752
70	0.771	1.583	2.362	1.104	1.418
80	0.616	1.285	1.917	0.916	1.129
90	0.499	1.063	1.575	0.763	0.898
100	0.405	0.877	1.296	0.627	0.713
150	0.065	0.277	0.382	0.070	0.109
200	−0.095	−0.018	+0.012	−0.100	−0.031
250	−0.160	−0.150	−0.217	−0.109	−0.105
	d_0*1=0.1600 см			0.2447 см	
	d_i*1=0.0794 см			0.0970 см	
	l*1 = 79.8 см			79.7 см	

*1 d_0 и d_i—внешний и внутренний диаметры трубы, l—длина трубы.

ТАБЛИЦА 5.—ЭФФЕКТ НАГАОКА-ХОНДА (Nagaoka-Honda) (12).

B—магнитная индукция внутри образца в поле=H при давлении P; B_0—при давлении 0. $A=(B-B_0)/BP$. A дано в 10^{-5} $см^2$ $кг^{-1}$ (=1.0197×10^{-11} барий$^{-1}$= =1.0332×10^{-5} A_n^{-1}; H—в гауссах; P—в $кг\ см^{-2}$ (1 $кг\ см^{-2}$=980665 барий=0.9678 A_n).

Fe, C, Железо;*1 H=1.30				**Fe**, Железо;*2 P=7510			
P	A	P	A	H	A	H	A
1010	−2.13	7590	−1.90	0.27	−2.27	1.35	−5.38
1930	−2.10	8490	−1.95	0.38	−3.31	1.62	−4.72
3470	−2.01	9570	−1.94	0.54	−3.67	1.89	−3.86
4370	−1.91	10320	−1.95	0.76	−4.45	2.16	−3.14
5360	−1.94	11290	−1.94	0.97	−5.15	2.70	−2.27
6460	−1.94			1.08	−5.51	3.79*3	−1.43

*1 Науглероженное. *2 Чистое. *3 Для H= =4.87 A=−0.99.

ТАБЛИЦА 6.—РАЗМАГНИЧЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ УДАРОМ И КРУЧЕНИЕМ.

$\Phi[\Phi']$—полный магнитный поток через данное сечение стержня до [после] удара или кручения; x—расстояние сечения от места удара или от зажатого конца; θ—угол кручения на единицу длины; $D=(\Phi-\Phi')/\Phi$. Φ дано в максвеллах; x—в $см$; θ—в дуговых секундах на $см$; D — в процентах. Инструментальная сталь (5); единичный удар при x=0; полная длина образца 110 $см$.

x	Φ	D	x	Φ	D	x	Φ	D
2	1296	11.0	29	7266	12.4	89	6301	10.6
5	2572	12.9	35	7831	12.0	95	5282	10.5
8	3349	14.2	44	8355	11.6	98	4666	10.5
11	4159	14.1	56	8559	11.5	101	3960	10.4
14	4864	13.9	68	8260	11.3	104	3122	10.2
17	5484	13.6	77	7675	10.9	107	2189	9.6
23	6497	13.0	83	7082	10.7	110	1089	8.2

Норвежское железо (5); однородное скручивание; полная длина образца 110 $см$. При 30 $< x <$80, D не зависит от x и равно D_c; в точках, близко расположенных от концов, D может отличаться от D_c на 12% D_c. Величина Φ в центральном сечении =1500 максвелл.

θ	0.818	1.96	2.84	4.42	6.16
D_c	21.6	43.2	55.7	68.2	77.6

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

(1) Bachmetjew, *8*, **43:** 723; 91. (2) Barkhausen, *63*, **20:** 401; 19. (3) Barrett, *3*, **47:** 51; 74. (4) Barrett, *58*, **26:** 585; 82. (5) Becknell, *2*, **8:** 504; 16. (6) Beetz, *8*, **128:** 193; 66. (7) Bidwell, *5*, **55:** 228; 94. **56:** 94; 94. (8) Brackett, *2*, **5:** 257; 97. (9) Brown, *117*, **15:** 121; 16.

(10) Bucherer, *8*, **58:** 564; 96. (11) Cantone, *22*, **6:** 252; 90. (12) Chi-Sun Yeh, *0*; вместе с P. W. Bridgman, Harvard Univ. (13) Dorsey, *2*, **30:** 698; 10. (14) Elias, *64V*, **23:** 455; 14. (15) Ewing, Magnetic induction in iron and other metals. New York, Van Nostrand, 1900. (16) Groesser, Diss., Rostock. (17) Guillemin, *34*, **22:** 264, 432; 46. (18) Guthe and Austin, *31A*, **2:** 297; 06. (19) Heaps, *3*, **22:** 900; 11. **24:** 813; 12.

(20) Heaps, *2*, **24:** 60; 24. (21) Honda and Kido, *159*, **9:** 221; 20. (22) Honda and Shimizu, *3*, **4:** 645; 02. (23) Honda and Shimizu, *3*, **5:** 650; 03. (24) Honda and Shimizu, *44*, **19:** No. 10; 03. (25) Honda and Terada, *3*, **13:** 36; 07. (26) Honda and Terada, *3*, **14:** 65; 07. (27) Joule, *3*, **30:** 76, 225; 47. (28) Kirstein, *63*, **4:** 829; 03. (29) Knott, *174*, **32:** 193; 87. *3*, **30:** 244; 90. **37:** 141; 94.

(30) Knott, *174*, **38:** 527; 97. (31) Laws, *3*, **19:** 685; 10. (32) Matteucci, *6*, **53:** 385; 58. (33) Maurain, *34*, **121:** 248; 95. (34) Miller, *2*, **25:** 250; 25. (35) More, *3*, **40:** 345; 95. (36) Nagaoka, *3*, **37:** 131, 94. (37) Nagaoka and Honda, см. Honda and Shimizu, *44*, **13:** 263; 00. (38) Nagaoka and Honda, *3*, **46:** 261; 98. (39) Nagaoka and Honda, *3*, **4:** 45; 02.

(40) Onnes and Beckman, *64P*, **15:** 319; 12. (41) Paillot, *34*, **132:** 1318; 01. (42) Patterson, *3*, **3:** 643; 02. (43) Pidgeon, *2*, **13:** 209; 19. (44) Rowland and Bell, *3*, **26:** 105; 88. (45) Smith, *2*, **19:** 285; 22. (46) Stevens, *2*, **7:** 19; 98. (47) Stevens, *2*, **10:** 161; 00. (48) Stevens, *2*, **11:** 95; 00. (49) Stevens and Dorsey, *2*, **9:** 116; 99.

(50) Strouhal und Barus, *8*, **14:** 54; 81. (51) Thomson, Collected papers in physics and engineering, **2:** 286; 12. (52) Tomlinson *3*, **29:** 394; 90. (53) Tyndall, *2*, **24:** 439; 24. (54) Villari, *8*, **126:** 87; 66. (55) Wertheim, *34*, **22:** 336; 46. (56) Wiedemann, Die Lehre von der Elektricität, **III.** Braunschweig, Vieweg, 1893—98. (57) Williams, *3*, **9:** 77; 05. (58) Williams, *2*, **32:** 281; 11. (59) Williams, *2*, **4:** 498; 14.

(60) Williams, *66*, **19:** 130; 19. (61) Williams, *2*, **22:** 526; 23. (62) Williams, Testing, **1:** 190; 24. (63) Zschiesche, *96*, **11:** 201; 22.

РЕНТГЕНОВЫ ЛУЧИ.*

	Стр.		Стр.
Эмиссия (испускание) рентгеновых лучей, длина волн и константы границ поглощения	188	*Испускание электронов под действием рентгеновых лучей*	231
Поглощение и рассеяние рентгеновых лучей	213	*Кристаллические дифракционные решотки для рентгеновской спектроскопии*	236
Отражение и преломление рентгеновых лучей	229	*J-явление в рентгеновых лучах*	237
Поляризация рентгеновых лучей	231		

ЭМИССИЯ (ИСПУСКАНИЕ) РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ, ДЛИНА ВОЛН И КОНСТАНТЫ ГРАНИЦ ПОГЛОЩЕНИЯ. *1, 2

D. L. Webster, W. W. Nicholas и Manne Siegbahn.

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.		Стр.
Единицы и константы	188	Принципы отбора 194. Интенсивности линий 195. Первичные эталоны длин волн 197. Предельные частоты серий 198. Характеристические спектры испускания и границы поглощения 198.	
Обозначения и символы	188		
Происхождение рентгеновых лучей	190		
Константа Планка	191		
Линейные спектры	191		
Общие характеристики 191. Изменение частоты с атомным номером 191. Правильные дублеты 191. Неправильные дублеты 194.		Границы поглощения	207
		Непрерывные спектры	209

ЕДИНИЦЫ И КОНСТАНТЫ.

Все величины выражены в единицах cgse, если нет специального указания. Длины волн выражены в единицах Ангстрема (Å) или в mÅ (1 mÅ=0.001 Å= = 1 XU = 10^{-11} *см*); электрический потенциал — в абсолютных вольтах (1 v=1 абс. вольт = 10^8 cgsm-единиц = 3.3349×10^{-3} cgse-единиц = 0.99958 межд. вольт (v)*3) и в абсолютных киловольтах (kv).

Для константы Рюдберга (N_∞) и частоты Рюдберга (ν_∞) принимаются следующие значения: N_∞= =109737 $см^{-1}$, $\nu_\infty=3.29057\times10^{15}$ ск.$^{-1}$. Они отличаются от данных в т. I «Справочника», стр. 14, «производных» значений, но ближе согласуются с экспериментальными определениями. Для константы решотки кальцита преимущественно употребляется значение Зигбана (d_c=3.02904 Å).

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СИМВОЛЫ.

Кроме специально оговоренных случаев, символы следует понимать согласно определениям, данным в т. I «Справочника», стр. 7.

i ток катодных лучей, падающих на антикатод.

I_ψ кажущаяся интенсивность: значение ионизационного тока, получаемого при полном поглощении J_ψ в газе ионизационной камеры.

J_ψ интенсивность (энергия) излучения в направлении ψ по отношению к катодным лучам.

j, k, n квантовые числа (см. ниже).

N_∞ константа Рюдберга (обычно обозначается через R).

S, s константы экранирования (см. стр. 194).

V электрический потенциал.

V_0 потенциал возбуждения.

V_T потенциал на трубке: эффективный ускоряющий потенциал, действующий на катодные лучи.

Δ разность, напр. $\Delta\lambda$—разность в длине волны.

ψ угол между направлением распространения наблюдаемого пучка рентгеновых лучей и направлением распространения возбуждающего катодного тока (см. фиг. 19).

ν частота, *не* величина, обратная длине волны.

ν_0 верхний предел частоты.

ν_∞ основная частота Рюдберга.

$d\omega$ элементарный телесный угол.

Квантовые обозначения. — В цифровой системе обозначений Бора и Костера (17) (см. табл. 1), релятивистская теория дублетов Зоммерфельда (149) относит азимутальное квантование (k) ко второму из двух чисел в скобках, но последние данные (122, 123) показывают, что его следует относить к первому. На этом основании в настоящем отделе первое из них будем обозначать через k, а второе через j. Таким образом уровень будет обозначен через n (k, j); это сохраняет физический смысл символов k и j, но изменяет их значения по отношению к числам, употребляемым в системе Бора-Костера. Здесь n называется полным, k—азимутальным и j—внутренним квантовым числом. Так как они относятся к различным количествам, то n может быть $<k+j$.

---

* Перевод под редакцией В. И. Баранова.

*1 Данные по июнь 1925 были собраны Вебстером и Никлесом (Nicholas), причем все данные, касающиеся тонкой структуры границ поглощения и влияния химического соединения были собраны Никлесом, а все прочие Вебстером. Вследствие неизбежной задержки в издании было желательно добавить новые данные и пересмотреть некоторые из старых, чтобы содержание статьи соответствовало моменту издания. Это было сделано для линейных спектров в декабре 1927 Зигбаном, а для непрерывных спектров—в мае 1928 Никлесом. *2 Данные, касающиеся «*J*-явления» и поляризации рентгеновых лучей, см. стр. 237 и 231. *3 См. «Справочник» т. I, стр. 15. В дальнейшем тексте этой статьи V—межд. (международный) вольт, v—абс. вольт, кроме чертежей, где ошибочно абсолютный вольт обозначен через V.

ТАБЛИЦА 1.—ОБОЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ НОРМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ЭНЕРГИИ, СЕРИЙ И ПОБОЧНЫХ СЕРИЙ.

Siegbahn *1 (142), 1918	M. de Broglie *1 (19), 1922	L. de Broglie и Dauvillier *1 (20), 1922	Bohr и Coster *2 (17), 1923	Bohr и Coster *3 (17), 1923	Sommerfeld *4 (149), 1924	Russell и Saunders *5
K	K	K	K	1(1, 1)	K	H *6 1^2S_1
L_3	L_3	L_3	L_{I}	2(1, 1)	L_{11}	Li 2^2S_1
L_2	L_2	L_2	L_{II}	2(2, 1)	L_{21}	Li 2^2P_1
L_1	L_1	L_1	L_{III}	2(2, 2)	L_{22}	Li 2^2P_2
M_5	M_5	M_6	M_{I}	3(1, 1)	M_{11}	Na 3^2S_1
M_4	M_4	M_5	M_{II}	3(2, 1)	M_{21}	Na 3^2P_1
M_3	M_3	M_4	M_{III}	3(2, 2)	M_{22}	Na 3^2P_2
M_2	M_2	M_3	M_{IV}	3(3, 2)	M_{32}	Na 3^2D_2
M_1	M'_1	M_2(?)	M_{V}	3(3, 3)	M_{33}	Na 3^2D_3
	M_1	M_1				
N_7	N_8	N_{10}	N_{I}	4(1, 1)	N_{11}	K 4^2S_1
N_6	N_7	N_9	N_{II}	4(2, 1)	N_{21}	K 4^2P_1
N_5	N_6	N_8	N_{III}	4(2, 2)	N_{22}	K 4^2P_2
N_4	N_5	N_7	N_{IV}	4(3, 2)	N_{32}	K 4^2D_2
N_3	N_4	N_6	N	4(3, 3)	N_{33}	K 4^2D_3
	N'_3	N_5				
	N_3	N_4				
N_2	N_2	N_3	N_{VI}	4(4, 3)	N_{43}	K 4^2F_3
N_1	N_1	N_2	N_{VII}	4(4, 4)	N_{44}	K 4^2F_4
		N_1				
O_5	O_5	O_6	O_{I}	5(1, 1)	O_{11}	Rb 5^2S_1
O_4	O_4	O_5	O_{II}	5(2, 1)	O_{21}	Rb 5^2P_1
O_3	O_3	O_4	O_{III}	5(2, 2)	O_{22}	Rb 5^2P_2
O_2	O_2	O_3	O_{IV}	5(3, 2)	O_{32}	Rb 5^2D_2
O_1	O_1	O_2	O_{V}	5(3, 3)	O_{33}	Rb 5^2D_3
		O_1				
P_3	P_3	P_3	P_{I}	6(1, 1)	P_{11}	Cs 6^2S_1
P_2	P_2	P_2	P_{II}	6(2, 1)	P_{21}	Cs 6^2P_1
P_1	P_1	P_1	P_{III}	6(2, 2)	P_{22}	Cs 6^2P_2
Q	Q	Q	Q	7(1, 1)	Q_{11}	87 7^2S_1

*1 Индексы расположены в обратном порядке интенсивности испускания или поглощения и в прямом порядке частоты колебаний; $_1$ обозначает побочную серию наиболее интенсивного излучения, которое соответствует наименьшей частоте. *2 Эти обозначения известны под названием буквенной системы Бора и Костера. Индексы обозначают порядок, в котором пополняются уровни энергии, характеристические для серии в последовательности атомов, следуя порядку возрастающих атомных номеров. *3 Эти обозначения известны под названием цифровой системы Бора и Костера. Она определяет для каждой побочной серии все известные (в 1924 г.) квантовые числа, связанные с ней. Число перед скобками есть полное квантовое число. В этой графе первое из двух стоящих в скобках чисел рассматривается как азимутальное, а второе—как внутреннее квантовое число: это обозначение обратно принятому в теории Зоммерфельда. *4 Это обозначение эквивалентно предшествующему. *5 Это обозначение известно в качестве системы сериальных термов щелочных металлов. Обозначение дает оптический терм, в который по всей вероятности переходит каждый рентгеновский терм при переходе через систему элементов к щелочному металлу, в котором он появляется как терм серии дугового спектра. В элементах, на несколько единиц более тяжелых, чем эти щелочные металлы, положения валентных электронов совершенно отличны и находятся в переходном состоянии. Символы читаются так: «один дублет S один», «два дублета S один», «два дублета P один», и т. д. (21, 104, 122, 139, 149, 150). Здесь главные квантовые числа отличаются от приведенных в (139), отвечая более новым данным. *6 Граница серии Лимана (Lyman) для H.

ТАБЛИЦА 2.—ОБОЗНАЧЕНИЯ И НАБЛЮДАЕМЫЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И ШИРИНА НОРМАЛЬНЫХ ЛИНИЙ.

В отделе «Справочника», относящемся к рентгеновым лучам, употребляются обозначения Зигбана и обозначения разностей уровней. В каждой серии различные группы тесно примыкающих линий обозначены по Зигбану различными буквами, обычно греческими, и порядок интенсивности различных линий в группе обозначен численными индексами, причем индекс $_1$ обозначает самую яркую линию; α_1, α_2, α_3,...—порядок уменьшающейся интенсивности линий в группе α. Для обозначения серии, к которой принадлежит данная линия, перед символом линии ставится сериальная буква: напр. $K\alpha_1$ соответствует K-L_{22}; $L\alpha_1$ соответствует L_{22}-M_{33}.

Данные здесь нормальные интенсивности согласуются с правилами интенсивностей, принятыми Орнштейном, Бургером и Доргело для оптических спектров щелочных металлов (1, 3, 94). Исключения наблюдаются, когда уровни не совсем заполнены (90); ср. (91).

В конце таблицы приведены значения ширины ($\Delta\lambda$) некоторых спектральных линий как в единицах XU, так и в эквивалентных вольтах (ΔV), согласно равенству $\Delta V = 12346\,\frac{\Delta\lambda}{\lambda^2}$, где $\Delta\lambda$ и λ даны в Å.

K-серия.

I_γ не зависит от напряжения (175).

Bragg	Siegbahn	de Broglie и Dauvillier	Davis и Purks (53.1)	Sommerfeld	Разность уровней	Относительная интенсивность *1
Bg	Sgb	Bl и Dl	Dv и Pk	Smf	Разность	I_γ
α_2	α_2	α_2	α_2	α'	K-L_{21}	50
α_1	α_1	α_1	α_1	α	K-L_{22}	100
β	β_3	β'_1	β_2	β'	K-M_{21}	35
	β_1	β_1	β_1	β	K-M_{22}	
γ	β_2	γ_1	γ	γ	K-$N_{21,22}$	15
	β_4				K-$O_{21,22}$	W *2

L-серия.

Относительные интенсивности в побочной серии L_{22} не зависят от напряжения. Внутри каждой побочной серии относительные интенсивности сохраняют постоянные отношения. Интенсивности в побочных сериях L_{21} и L_{11} оценены на основании поправки на чрезвычайно большие напряжения, причем линия α_1 служит стандартом.

Sgb	Bl и Dl	Smf	Разность уровней	I_γ		
				W *3	Pt *3	Th *4
β_4	β_4	φ'	L_{11}-M_{21}	5.2		
β_3	β_3	φ	L_{11}-M_{22}	8.2	(8.2)	3.3
γ_2	γ_7	χ'	L_{11}-N_{21}	1.48		1.5
γ_3	γ_3	χ	L_{11}-N_{22}	2.01		
γ_4	γ_4	ψ', ψ	L_{11}-$O_{21,22}$	0.59		
	γ_8 *5		L_{11}-$P_{21,22}$			
η	η	η	L_{21}-M_{11}	1.3	1.5	1.8
β_1	β_1	β	L_{21}-M_{32}	51.8	50.8	62
γ_5	γ_5	$\varkappa$	L_{21}-N_{11}	0.41		
γ_1	γ_1	δ	L_{21}-N_{32}	9.1	11.1	14
γ_8	γ_6, γ_{10} *6	μ	L_{21}-O_{11}			
γ_6	γ_2	ϑ	L_{21}-O_{32}	0.3		5.3
	γ'_2 *7		L_{21}-P_{11}			

Sgb	Bl и Dl	Smf	Разность уровней	I_r W *3	I_r Pt *3	I_r Th *4
l	l	ε	L_{22}-M_{11}	3.2	3.4	3.6
α_2	α_2	α'	L_{22}-M_{32}	11.5	11.4	12
α_1	α_1	α	L_{22}-M_{33}	100.0	100.0	100.0
β_6	β_6	i	L_{22}-N_{11}	1.0		1.4
	β'_2					
β_2	β_2	γ', γ	L_{22}-$N_{32,33}$	20.0	22.7	26
β_7	β'_7	λ	L_{22}-O_{11}			
β_5	β_5	ζ', ζ	L_{22}-$O_{32,33}$	0.2	3 *8	
	β'_5 *7		L_{22}-P_{11}			
β_9				0.7		
β_{10}				0.7		

M-серия.

I_r оценено фотографически ([83], [149]); ионизационные измерения отсутствуют. Не исправлено на величину напряжения, следовательно ненадежно при малых напряжениях.

Sgb	Smf	Разность уровней	I_r *1	Sgb	Smf	Разность уровней	I_r *1
	χ'	M_{11}-N_{21}	0		ζ	M_{22}-O_{33}	1
	χ	M_{11}-N_{22}	1		ε	M_{22}-N_{11}	1
		M_{11}-O_{22}	0			M_{22}-O_{11}	0
		M_{11}-P_{22}	0	β	β	M_{32}-N_{43}	5
	δ	M_{21}-N_{32}	1			M_{32}-O_{21}	1
	ϑ	M_{21}-O_{32}	0	α_2	α'	M_{33}-N_{43}	1
	η	M_{21}-N_{11}	1	α_1	α	M_{33}-N_{44}	8
	γ'	M_{22}-N_{32} }	2			M_{33}-N_{22}	1
γ	γ	M_{22}-N_{33} }				M_{33}-P_{22}	0
	ζ'	M_{22}-O_{32}	1				

*1 По отношению к W, если нет специального указания. Другие значения для *K*-серий см. в табл. 6. *2 Очень слабая. *3 Измерено по методу Гейгера и исправлено на напряжение и поглощение ([94]). *4 Измерено по ионизационному методу и исправлено на напряжение и поглощение ([1]). *5 Значения для U см. ([47]). *6 γ_6 для W и Ce; γ_{10} для Ba. *7 Значение для Au см. ([47]). *8 Это измерение ([183], [184]) было случайно в этой работе и, вероятно, менее надежно, чем другие значения. Но подобные же изменения с Z были обнаружены фотографически ([44]).

N-серия.

По Smf: β, разн. N_{21}-O_{32}; α', разн. N_{22}-O_{32}; α, разн. N_{21}-O_{33}. Данных для I_r не имеется.

ТАБЛИЦА 2А.—ШИРИНА НЕКОТОРЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ ([76], [77]).

λ и $\Delta\lambda$ даны в XU=mÅ=10^{-11} *см*; ΔV—в v.

Линия	λ	$\Delta\lambda$	ΔV	%	Линия	λ	$\Delta\lambda$	ΔV	*1
Cu$K\alpha_1$	1537	0.35	1.8		Ag$K\alpha_1$	558	0.24	9.4	
Cu$K\beta_1$	1389	0.58	3.7		W$L\alpha_1$	1473	0.78	4.4	
Mo$K\alpha_1$	708	0.19	4.8		W$L\beta_1$	1279	0.73	5.5	16
Mo$K\beta_1$	631	0.21	6.4	±15	W$L\beta_1$	1279	0.71	5.3	8
Mo$K\beta_3$	632	0.25	7.8	±30	W$L\beta_1$	1279	0.69	5.2	4
Rh$K\alpha_1$	612	0.19	6.3		W$L\gamma_1$	1096	0.67	6.9	12
Rh$K\beta_1$	544	0.25	10.4	±15	W$L\gamma_1$	1096	0.64	6.5	8
Rh$K\beta_3$	545	0.30	12.4	±30	W$L\gamma_1$	1096	0.53	5.4	4

*1 Сила тока, выраженная в миллиамперах.

ТАБЛИЦА 3.—ОБОЗНАЧЕНИЯ НЕ-ДИАГРАММНЫХ ЛИНИЙ.

*1	*2	*3	Разность	*1	*2	*3	Разность
K-серии ([19])*4				*K*-серии ([19])*4			
α''	α''			β''	β''		
α'	α_7			β_3*6	β_3*6		K-M_{11}(?)
α_3	α_3				γ_2		K-N_{32}(?)
		α_3*5	K-L_{11}	*L*-серии *7			
α_4	α_4						
α_5	α_5			β_{10}	β_9		L_{11}-M_{32}
α_6	α_6			β_9	β_8		L_{11}-M_{33}
β'	β'			β_8	β''_2		L_{22}-N_3*8

*1 Зигбан. *2 Довилье. *3 Дуан. *4 Найдены только у элементов с Z=11÷30. *K*—линии, найденные ([53.2]) для Mo и названные α'_1, α'_2 и β'_1, еще не были отождествлены в принятых обозначениях. *5 Найдена ([68]) в спектре W с интенсивностью ([71])=0.04 $IK\alpha_1$, но Крофут ([42]) и другие искали ее безуспешно. Она не была найдена для элементов в Z=11÷30. *6 Это не $K\beta_3$ нормальной серии. *7 Номенклатура не ясна, значения длин волн противоречивы. Приведенные соответствия получены путем сравнения ([142] стр. 112, 172) с ([19] стр. 100). Значения для других линий см. в табл. 11. *8 Обозначения де Бройля.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ.

Линейные спектры.

Рентгеновы лучи, соответствующие линейным спектрам, возникают при излучении квантэнергии, освобожденной при переустройстве атома, от которого были отняты электроны, в первоначальное состояние. Удаление таких электронов может быть достигнуто или непосредственным действием катодных лучей, или путем косвенного действия фотоэлектрического эффекта лучей непрерывного спектра, вызванного катодными лучами; лучи, возникшие благодаря этим процессам, называются соответственно первичными и вторичными. Отношение первичных к вторичным лучам равно 6 или 7 для Cu при напряжении 15÷20 kv ([11.1]) и около 1.9 для Ag при напряжении 35÷80 kv ([182]). Для любого элемента это отношение может несколько меняться с напряжением, но не быстро.

Непрерывные спектры.

Рентгеновы лучи, дающие непрерывный спектр, вероятно вызваны переходом катодных лучей с больших на малые гиперболические орбиты, проходящие вблизи атомных ядер ([100]), или, вернее, между соответствующими непериодическими волновыми системами.

Согласно теории Эйнштейна, излучение частоты ν не может возникнуть, пока энергия (eV) ударяющейся катодной частицы не достигнет по крайней мере величины $h\nu$. Следовательно, при каждом значении V имеется определенный предел высшей частоты (ν_0) для возникшего излучения.

Такой предел высшей частоты для непрерывного спектра действительно наблюдался. Его значение не зависит от угла, который рентгеновы лучи образуют с катодными лучами (измерения были произведены для углов 45÷155°) ([62], [170], [180]), и оно не менялось ([14]), когда плотность тока в фокальном пятне изменялась в отношении 1:5. Отношение V/ν_0 было изучено для элементов Cr, Ni, Cu, Mo, Rh, Pd, Ag, Ta, W и Pt, и было найдено, что оно имеет абсолютное значение, которое постоянно в пределах эксперимен-

тальной ошибки, т. е. ~1% для $V=4.5\div100$ kv и ~5% для $V=100\div245$ kv ([16], [43], [54], [61], [87], [88], [107], [124], [168], [170], [174], [175], [184]); общий обзор ([142], [171], [179]). Таким образом h может быть получено из V/ν_0, если известно e.

КОНСТАНТА ПЛАНКА (h).

Наиболее точное определение h методом рентгеновых лучей было получено Дуаном, Пальмером и Yeh'ом ([62]) из наблюдения предела высокой частоты (ν_0) непрерывного спектра W. Полагая, что постоянная решетки кальцита (d_c)=3.028 Å и что e и c имеют значения, данные в т. I «Справочника», стр. 14, они получили $h=(6.556\pm0.009)\times10^{-27}$ эрг ск.$^{-1}$. Употребляя более точное значение ([140], [142]) $d_c=3.02904$ Å, получаем

$$h=(6.558\pm0.009)\times10^{-27}\text{ эрг ск.}^{-1},$$

которое превосходит «принятое» значение («Справочник» т. I, стр. 14) на 0.06%. Если положить h в точности равным 6.558×10^{-27} эрг ск.$^{-1}$ и $e=4.774\times10^{-10}$ es, уравнение Эйнштейна приведет к соотношениям:

$$\nu_0 V=2.4277\times10^{14}\text{ (v ск.)}^{-1}$$
$$=2.4287\times10^{14}\text{ (V ск.)}^{-1}$$
$$V\lambda_0=1.2352\times10^{4}\text{ vÅ}$$
$$=1.2346\times10^{4}\text{ VÅ.}$$

ЛИНЕЙНЫЕ СПЕКТРЫ.

Общие характеристики.

В характеристическом линейном спектре какого-либо элемента большинство линий может быть распределено на небольшие группы серий и побочных серий согласно понятию об уровнях энергии. Каждая линия в любой серии рассматривается как возникшая благодаря возвращению электрона к одному из уровней, характеризующему отдельную группу, и все линии, принадлежащие к одним и тем же побочным сериям, представляют собой группу с одинаковым скачком электрона в продолжение ионизации. В любой данной побочной серии не появляется никакой линии до тех пор, пока (eV) не сделается по крайней мере равным $h\nu_0$, где ν_0—наивысшая частота в побочной серии; ν_0 характеризует побочную серию и называется ее пределом. Значение $V_0=h\nu_0/e$ называется возбуждающим потенциалом побочной серии и может быть вычислено из данных табл. 10 или из длин волн пределов поглощения (табл. 11) побочной серии. Первый метод пожалуй наиболее точный. Некоторые значения V_0 даны в ([142]). Точность достоверных данных около 1% ([45], [85], [88], [137], [169], [174], [175], [178], [184], [196]). Распределение электронов в атомах и переходы, соответствующие испусканию характеристических рентгеновых лучей, указаны на фиг. 1 и 2.

Линии, не подчиняющиеся законам, которым следуют нормальные серии, относят к аномальным уровням энергии. Все эти линии очень слабы и могут возникнуть благодаря многократной ионизации ([35], [46], [189]), но относительно причины их возникновения мнения расходятся; см. напр. ([6]).

Таким образом числовые данные, относящиеся к аномальным уровням, можно рассматривать только как первое приближение. Все линии, не связанные определенным образом с нормальными уровнями и не подчиняющиеся правилам отбора (стр. 194), могут быть названы «не-диаграммными» линиями (non-diagram) и могут обозначаться способом, предложенным исследователем. Возбуждающие потенциалы некоторых «не-диаграммных» линий см. в табл. 9, Fe и Mo.

Различные символы, которые употребляются для обозначения уровней энергии, серий и побочных серий, даны в табл. 1.

Следуя порядку атомных номеров, нашли, что спектры следующих один за другим элементов весьма схожи и претерпевают закономерное смещение от элемента к элементу (фиг. 3 и 4). Для любой данной линии это смещение таково, что $\sqrt{\nu}$ находится в почти линейной зависимости от Z (закон Мозли, см. табл. 4). Линии, находящиеся в таком соотношении, могут быть названы линиями соответствующими. Полуоптические линии (ср. фиг. 4) занимают аномальные положения.

Беклин ([7], [8]) и Рей ([134]) показали, что при вступлении одного из легких элементов (Al, Si, P, S) в некогорые химические соединения длина волны его $K\alpha$-линий слегка изменяется; следующие разности уровней, выраженные в x-единицах (1 x-единица (XU)=0.001Å) наблюдались Беклином ([7]): для Al и Al_2O_3 $\delta\lambda=1.72$; для Si и SiO_2 $\delta\lambda=2.34$; для красного P и P_2O_5 или Na_3PO_4 $\delta\lambda=2.72$; для S и $BaSO_4$ $\delta\lambda=3.05$. Точно так же их $K\beta$-линии изменялись и в отношении интенсивности и в отношении длины волны ([115], [116], [117], [120], [129], [130]).

Изменение частоты с атомным номером.

ТАБЛИЦА 4.

Если $\nu_\infty=3.29057\times10^{15}$ ск.$^{-1}$ и ν—частота данной линии в спектре элемента с атомным номером Z, то *1 $\sqrt{\nu/\nu_\infty}=a+bZ\times10^{-3}+cZ^2\times10^{-6}$. Вычисленное значение $\sqrt{\nu/\nu_\infty}$ редко отличается от значений коэффициентов, данных ниже, более чем на 0.2 единицы, если $Z>Z_0$.

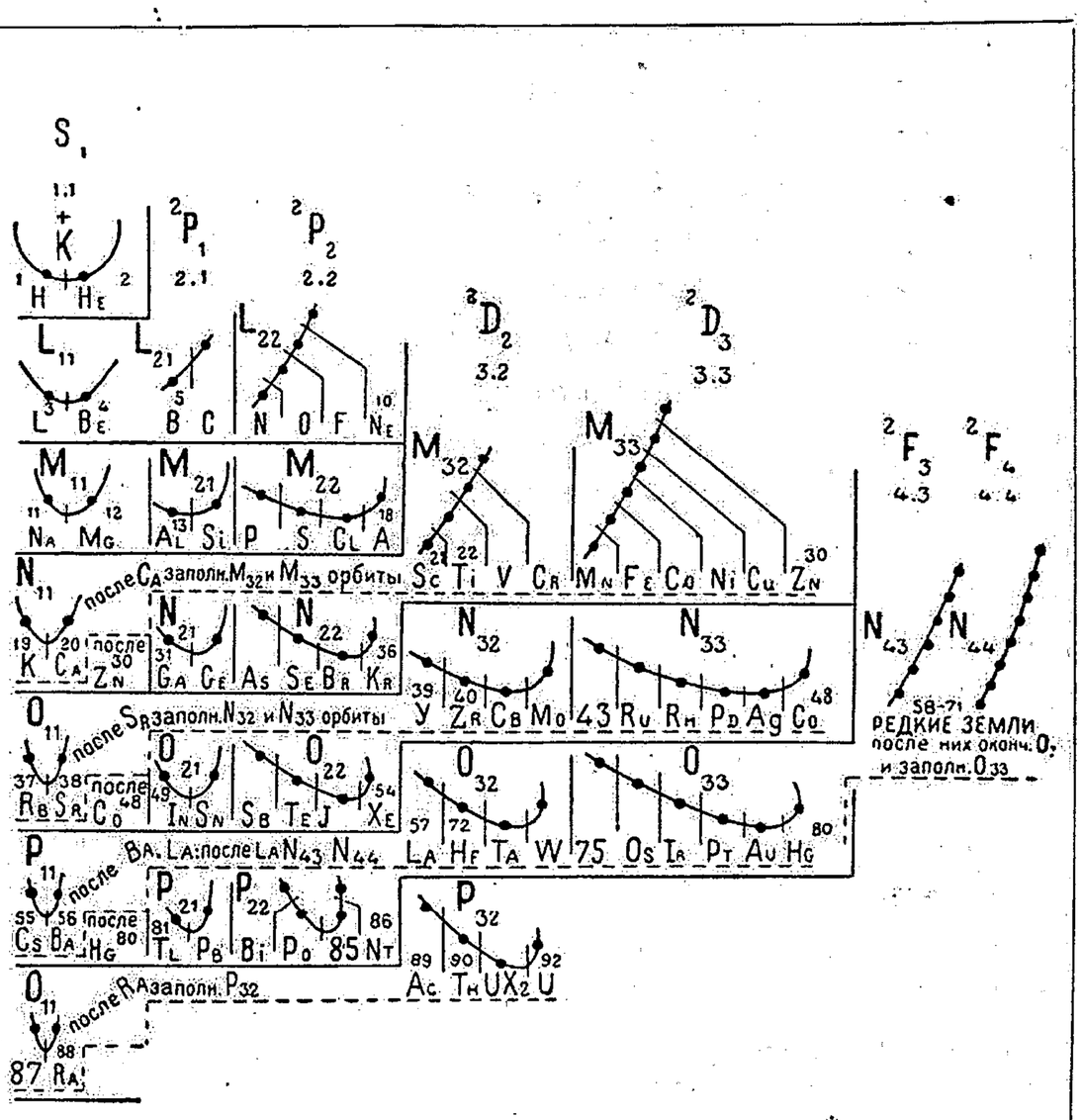
Линия	Разность	a	b	c	Z_0
Ll	L_{22}-M_{11}	−2.99	369	− 191	37
$L\alpha_1$	L_{22}-M_{33}	−2.09	352	+ 159	29
$L\eta$	L_{21}-M_{11}	−1.13	280	+1051	36
$L\beta_4$	L_{11}-M_{21}	−0.45	287	+1041	36
$L\beta_1$	L_{21}-M_{32}	−0.44	274	+1264	29
$L\beta_3$	L_{11}-M_{22}	+0.06	263	+1345	36
$L\beta_2$	L_{22}-$N_{32,33}$	−3.82	412	+ 81	39
$L\gamma_1$	L_{21}-N_{32}	−2.29	338	+1116	39
$L\gamma_2$	L_{11}-N_{21}	−1.54	333	+1126	36
$L\gamma_3$	L_{11}-N_{22}	−1.26	321	+1244	36
$L\gamma_4$	L_{11}-$O_{21,22}$	−1.33	324	+1315	48
	L_{11}-предел	−0.37	288	+1638	46
	L_{21}-предел	−0.45	274	+1712	46
	L_{22}-предел	−3.20	384	+ 400	46
$K\alpha_2$	K-L_{21}	+0.12	788	+1406	10
$K\alpha_1$	K-L_{22}	−0.03	798	+1330	10
$K\beta_1$	K-M_{22}	−0.71	868	+1246	10
$K\beta_2$	K-N_{22}	−0.47	856	+1587	22
	K-предел	−0.60	862	+1539	11

*1 Вычислена редакцией Int. Crit. Tables по данным ([142]); лучших данных нет.

Правильные (регулярные) дублеты.

В каждом спектре могут быть найдены серии таких пар линий, для которых $\Delta\nu$ одинакова для каждой пары; например в спектре W наблюдались следующие разности частот, где $\nu_\infty=3.29057\times10^{15}$ ск.$^{-1}$.

Линии	$\Delta\nu/\nu_\infty$	Уровень$_2$	Линии	$\Delta\nu/\nu_\infty$	Уровень$_2$
η-l	98.75	M_{11}	γ_6-β_5	98.51	O_{32}
β_1-α_2	98.54	M_{32}	L_{21}-L_{22}	98.71	Предел
γ_5-β_6	99.00	N_{11}	$K(\alpha_1$-$\alpha_2)$	98.5	K
γ_1-β_2	98.05	N_{32}			



Фиг. 1. Распределение электронов в атомах согласно поправке Стонера ([156]) к теории Бора.

Обсуждение экспериментальных данных см. ([10], [22], [149], [151], [156]).

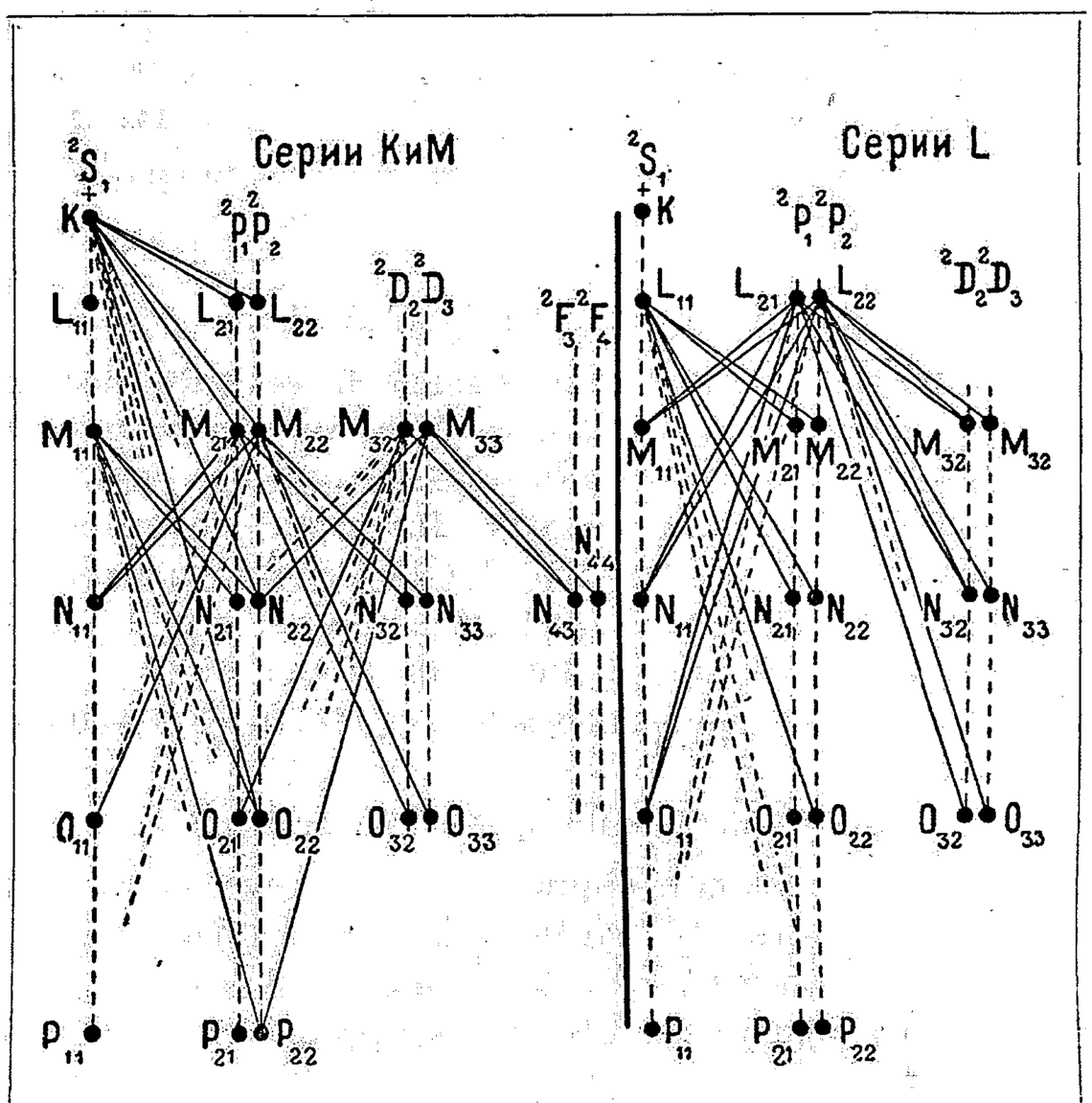
Каждый уровень энергии, предположительно соответствующий группе орбит, представлен дугой со столькими точками, сколько электронов имеется в самом тяжелом элементе. Число таких электронов для данного элемента указывается распределением точек. Форма дуги качественно указывает вероятный характер орбиты. Более новые данные, чем теория Стонера (см. Слейтер ([148])), указывают, что различие между орбитами, отличающимися только на внутреннее квантовое число (напр. L_{21} и L_{22}), может не существовать в действительности; напр. все 6 электронов на L_{21}- и L_{22}-орбитах могут принадлежать к одной отдельной группе, и разделение на $2L_{21}$ и $4L_{22}$ может быть просто статистическим выражением возможности двух форм переустройства группы в случае удаления одного электрона.

Каждый элемент содержит столько электронов, сколько единиц содержит его атомный номер, и электроны распределены обычно так: начиная сверху и следуя в порядке атомных номеров, электроны в элементе распределены как точки предыдущих, включая ту, что связана с его собственным символом; напр. из 13 электронов Al по 2 находятся на каждой из орбит K, L_{11} и L_{21}, 4 на L_{22}, 2 на M_{11} и 1 на M_{21}. Это правило достаточно верно для всех элементов столбца S, но орбиты P не всегда заполняются в указанном порядке, и исключения весьма вероятны при заполнении орбит D и F; любая неполная группа (как группа 4 P-электронов) с одинаковым полным квантовым числом становится единицей, дающей начало сериям более сложным, чем дублеты.

В общем рентгеновский спектр элемента не будет содержать нормальной рентгеновской линии, которая соответствует уровню, не указанному на этой диаграмме, хотя исключения возможны: так например линия K-$M_{21, 22}$, возникающая от временного занятия орбит $M_{21, 22}$ ([10]), наблюдалась в спектре Na и Mg. При сравнении с обычными нормальными линиями эти линии занимают аномальное положение в спектре (см. фиг. 4); они называются полуоптическими линиями.

Одновалентная Cu, возможно, берет один из своих N_{11} электронов для заполнения M_{33}; Ag—один из своих O_{11} на N_{33}; и Au—один из своих P_{11} на O_{33}.

Редкие земли (Z=58÷71), а также Sc 21, Yt 39, La 57, Ac 89 все имеют похожие комплексы валентных электронов (находящихся на самых внешних рентгеновских орбитах).

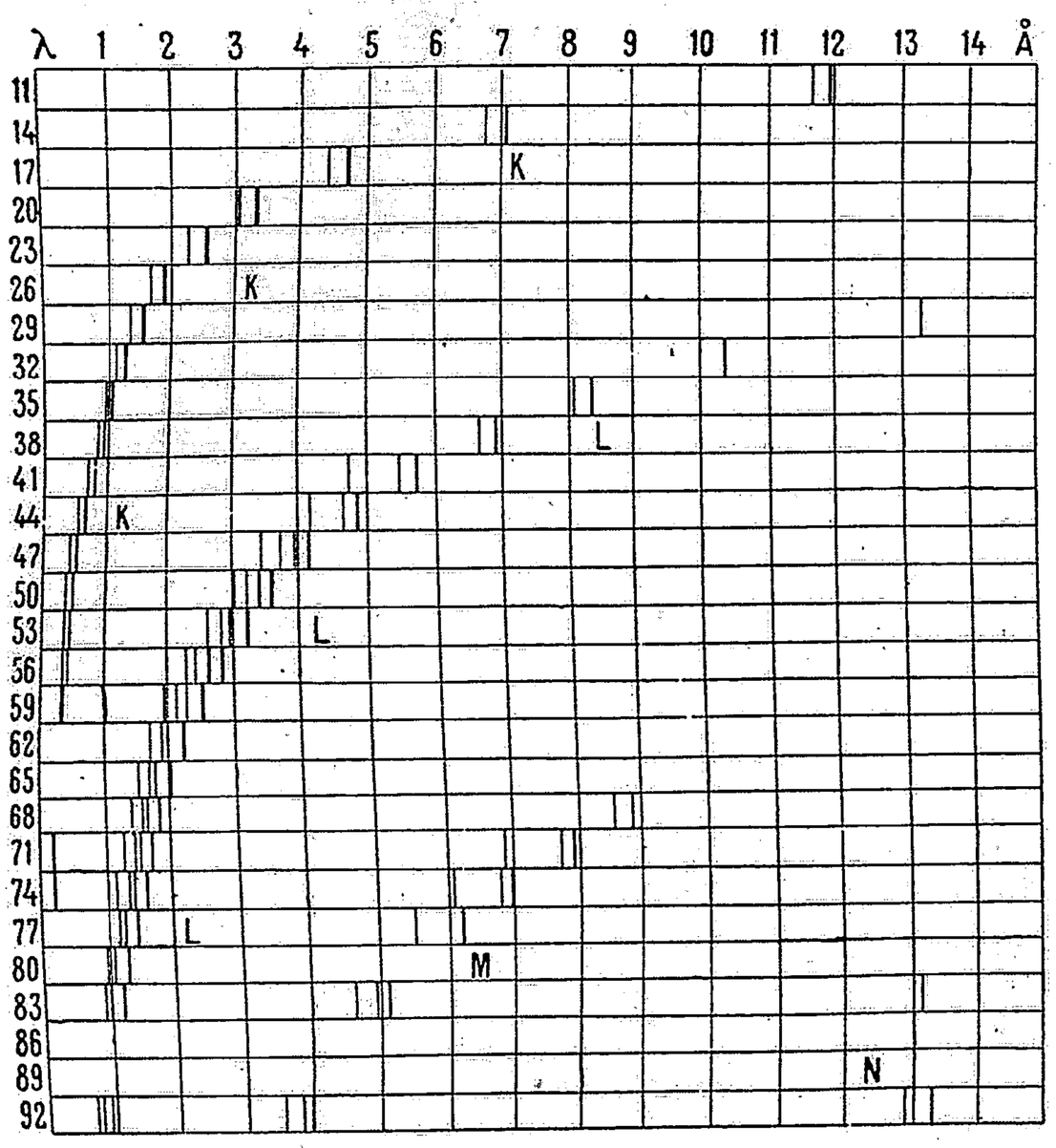


Фиг. 2. Переходы, связанные с испусканием линий K-, L- и M-серий.

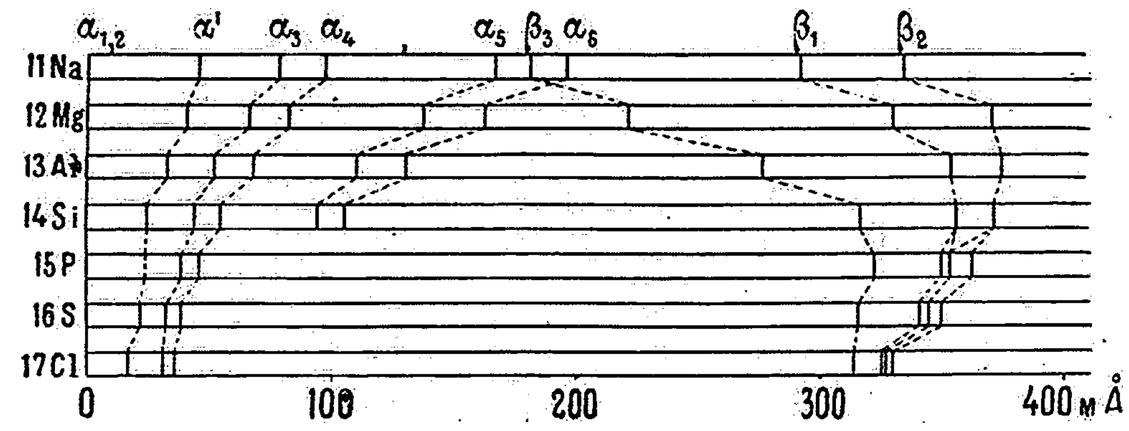
Каждый тип электронной орбиты (дуга фиг. 1) представлен точкой: ее расстояние от + наверху точки K представляет средний радиус орбиты. В общем случае электроны на орбитах, соответствующих любому горизонтальному ряду на чертеже, связаны более крепко, чем находящиеся рядом ниже, и электроны, находящиеся ближе к левому концу ряда, связаны более крепко, чем лежащие справа. Символ, стоящий вверху вертикального ряда, указывает на общий тип уровня энергии, вызванного ионизацией орбиты типа, данного в этом ряду (см. табл. 1). Наклонные линии обозначают переходы, которые согласованы с принципами отбора (стр. 194), и их толщина указывает относительные интенсивности возникающих спектральных линий; спектральные линии, соответствующие отмеченным пунктиром и не доведенным до конца, не наблюдались вероятно или оттого, что они очень слабы, или оттого, что лежат слишком близко от яркой линии.

Каждую пару можно проследить от элемента к элементу с помощью закона Мозли так же, как он применялся к отдельным линиям. Оказалось, что $\Delta\lambda$ для любой пары линий почти одинаково для каждого элемента (ср. фиг. 7), если не считать некоторых существенных неправильностей *1 (см. фиг. 5, 6). Такие пары линий называются правильными (регулярными) или сопряженными (релятивистическими) дублетами и рассматриваются как возникшие от переноса электронов между обычным уровнем энергии $n(k, j)$ и тем или другим из двух смежных уровней $n'(k', j')$, $n'(k', j'+1)$, принадлежащих к другой группе и отличающихся на одну единицу в j'. Если элемент является одним из компонентов химического соединения, то значение $\Delta\lambda$ зависит от природы этого соединения; этим могут быть вызваны колебания полученных значений в пределах до 10% (см. табл. 5).

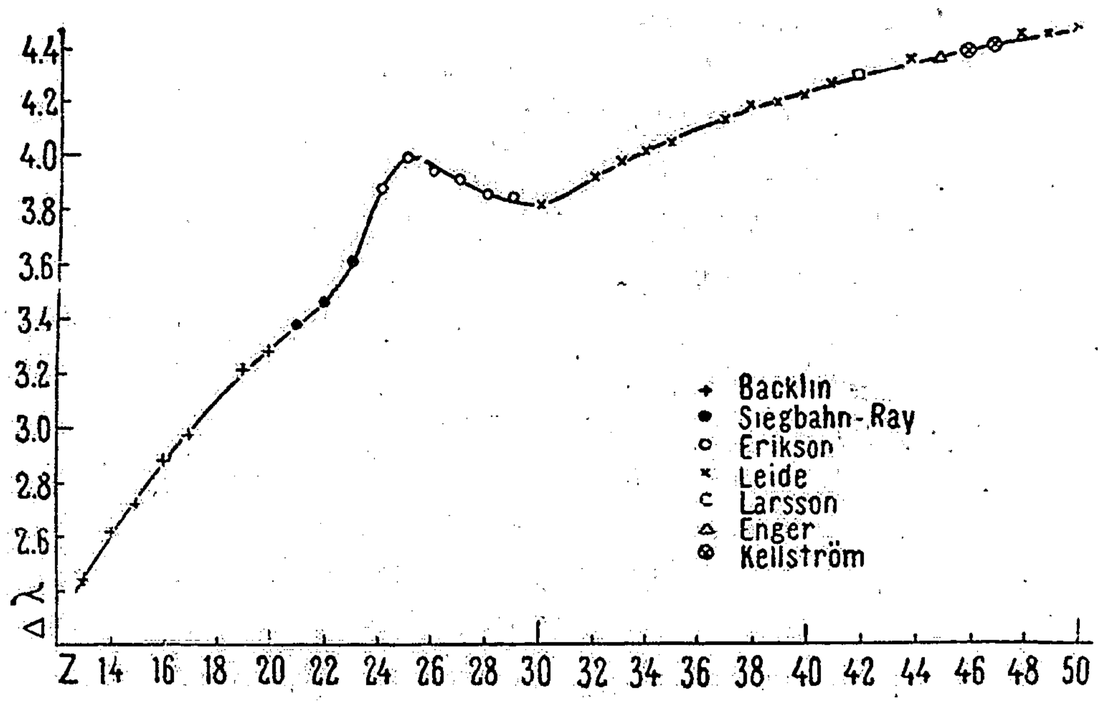
*1 Если дублетное расстояние ненормально, то линии дублета более или менее сложны, т. е. система представляет на самом деле мультиплет.



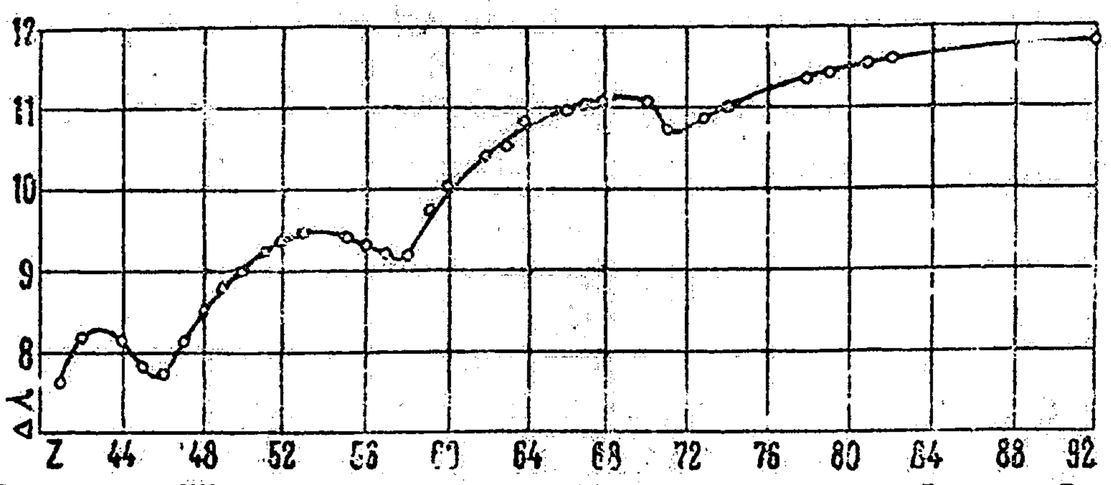
Фиг. 3. Наиболее сильные нормальные линии рентгеновского спектра каждого третьего элемента с $Z=11\div92$. (По Зигбану (142).) Фиг. показывает относительные положения различных серий и их изменения от элемента к элементу.



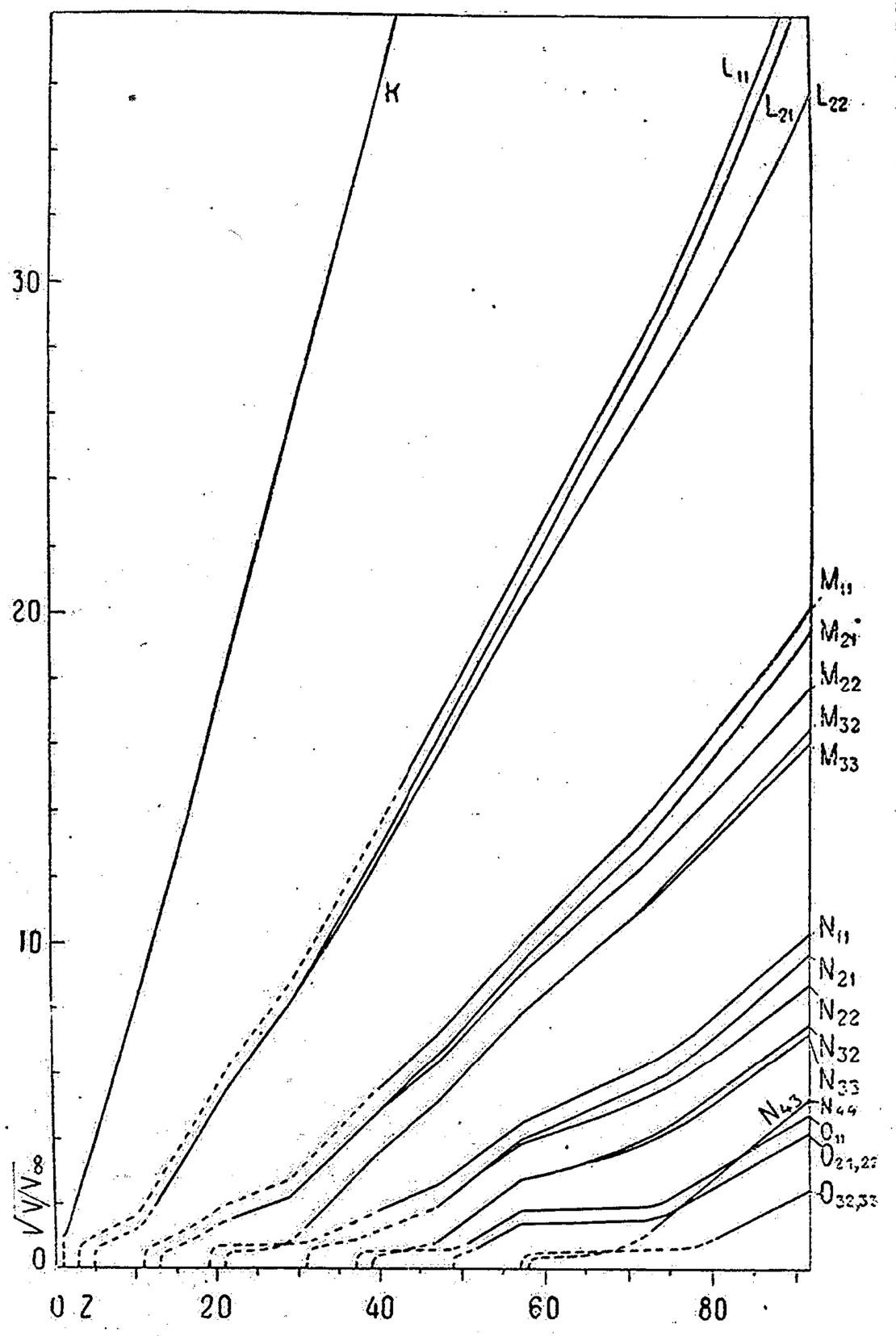
Фиг. 4. Положение некоторых линий K-серий относительно $K\alpha_{1,2}$. Числа на шкале дают $\Delta\lambda$, измеренное по $K\alpha_{1,2}$. Следует отметить аномальное положение полуоптических линий $K\beta_3$, $K\beta_1$ и $K\beta_x$ в Na-11, Mg-12, Al-13 и Si-14, которые обычно не содержат электрона на орбите M_{22} (ср. фиг. 1).



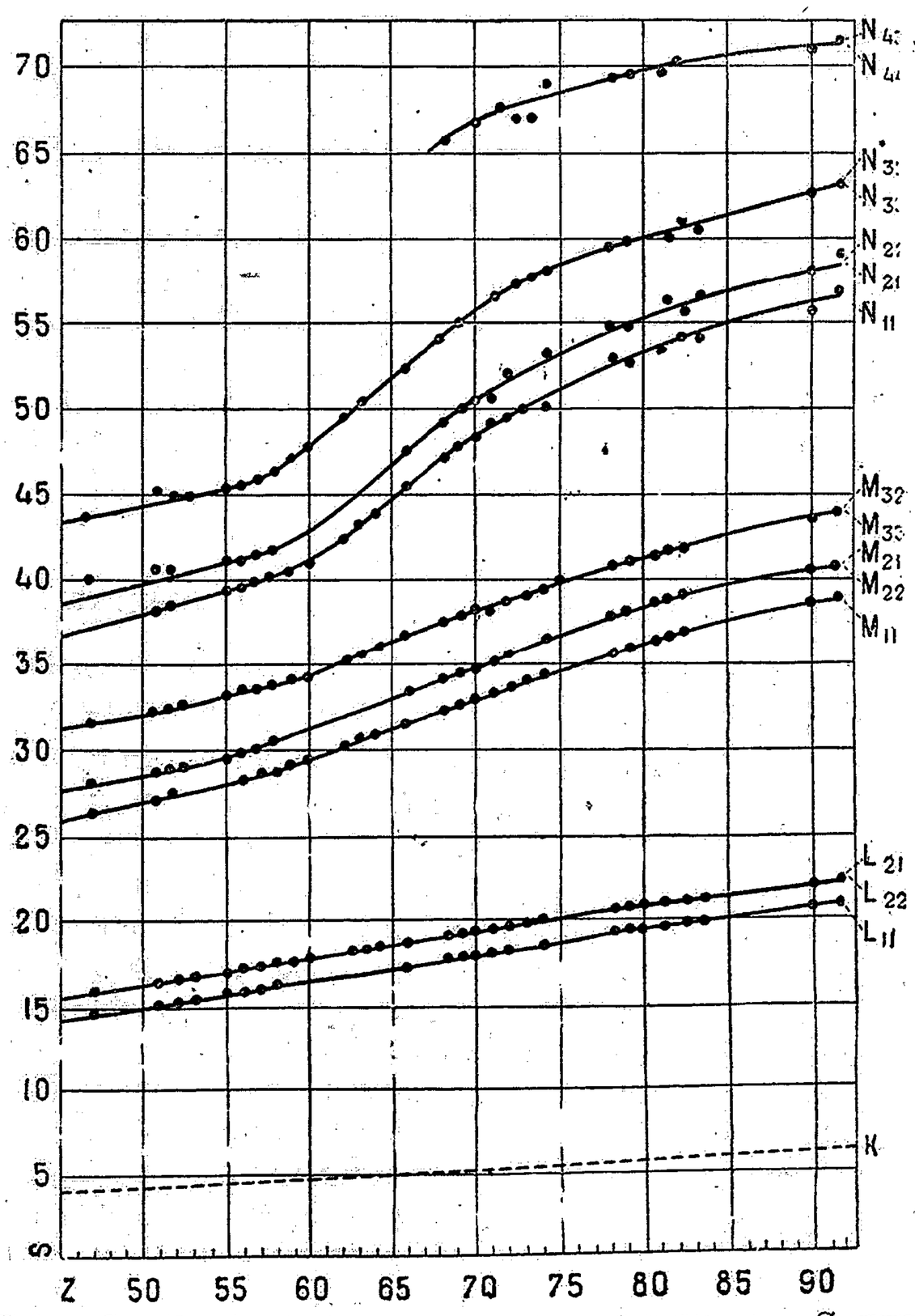
Фиг. 5. Неправильности при разделении компонентов $K\alpha$-дублета (7, 78, 79, 96, 106, 109, 144). $\Delta\lambda = \lambda_{K\alpha_2} - \lambda_{K\alpha_1}$; $\Delta\lambda$ дано в XU=mÅ=10^{-11} *см*.



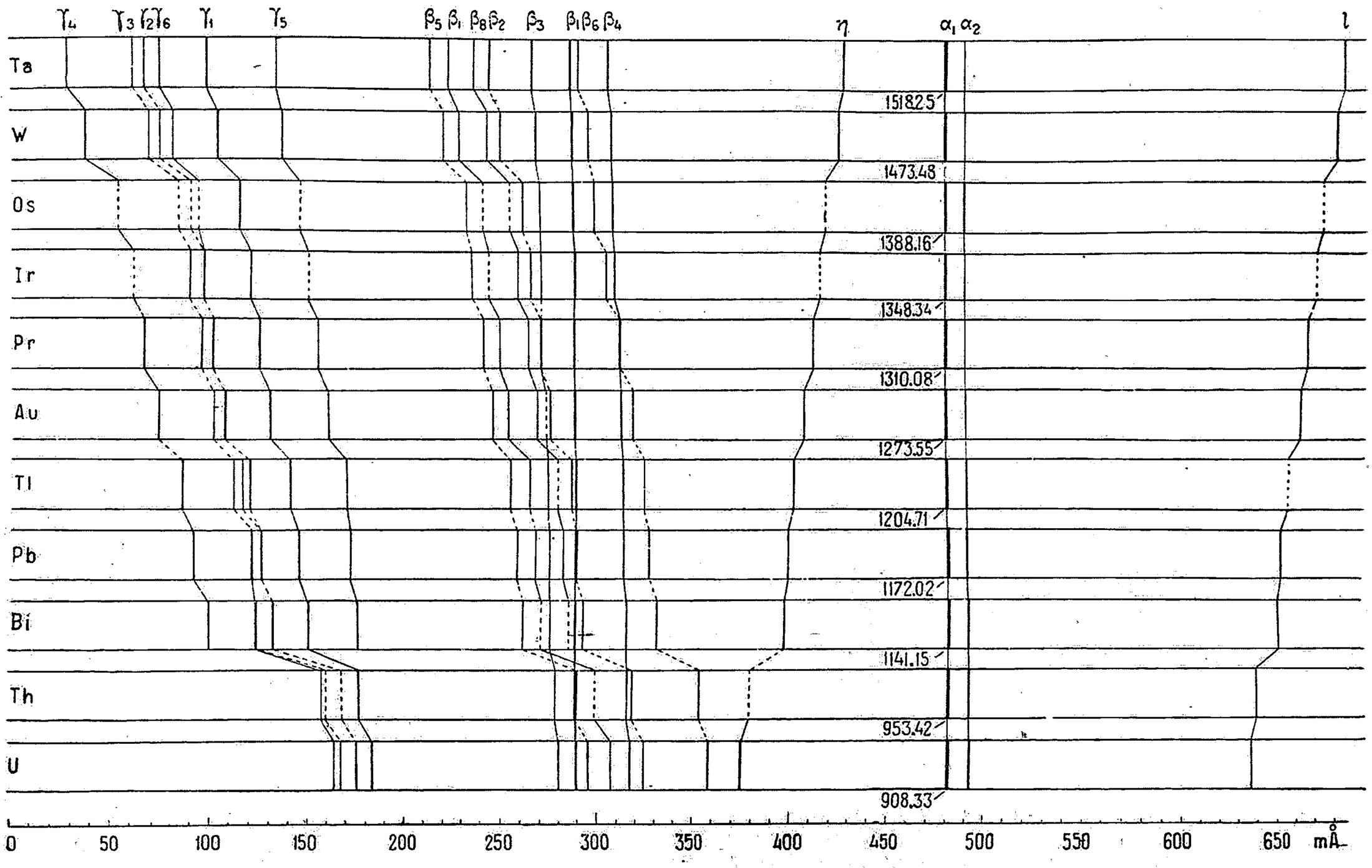
Фиг. 6. Неправильности в разделении дублета $L\alpha$ (132). $\Delta\lambda$ дано в mÅ.



Фиг. 8. Диаграмма Бора и Костера по закону Мозли для границ серий. (По Зигбану (142).) Обозначения изменены согласно Зоммерфельду (см. табл. 1). $\nu_\infty = 3.29057\times10^{15}$ ск.$^{-1}$. Нишина (127) дает более детальную диаграмму M-, N- и O границ для элементов с $Z=50\div74$.



Фиг. 9. Значения констант экранирования S для различных уровней энергии и атомных номеров (149); ср. стр. 194.



Фиг. 7. Положение линий *L*-серии относительно La_1. (По Зигбану (142).) Для каждого элемента указана действительная длина волны для La_1. λ дана в mÅ.

ТАБЛИЦА 5.—РАЗДЕЛЕНИЕ РЕГУЛЯРНЫХ ДУБЛЕТОВ: ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ (133).

$\Delta\lambda$—разница в длинах волн двух составляющих дублета K-L_{21}, K-L_{22} элемента, указанного в графе (1). $\Delta\lambda$ дана в mÅ$=10^{-11}$ *см*.

(1)	Соединение	$\Delta\lambda$	(1)	Соединение	$\Delta\lambda$
Cl	KCl	3.15	Fe	Fe (порошок)	4.20
	$BaCl_2$	3.15		$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$	4.13
	$KClO_3$	2.99		$FeNH_4(SO_4)_2$.	4.01
	$Ba(ClO_3)_2$ . .	2.98		$K_4Fe(CN)_6$ . .	4.06
	$KClO_4$	2.92		$K_3Fe(CN)_6$ . .	3.99
K	KCl	3.40	V	V (порошок) .	3.68
	$KClO_3$	3.22		NH_4VO_3 . . .	3.60
	$KClO_4$	3.16			

Неправильные (иррегулярные) дублеты.

Другой тип дублета, найденный в пределах серии, характеризуется тем, что для каждого элемента $\Delta\sqrt{\nu}$ для данного дублета имеет почти одну и ту же величину (см. фиг. 8: L_{11}, L_{21}; M_{11}, M_{21}; M_{22}, M_{32}; N_{11}, N_{21}; N_{22}, N_{32}; N_{33}, N_{43}; O_{11}, O_{21}; O_{22}, O_{32}; также ср. L_{11}- и L_{21}-границы, табл. 4). Такие дублеты называются неправильными (иррегулярными) или «экранирующими» дублетами и заключают в себе два соседних уровня, содержащих k и $k+1$ квантов. Следовательно их появление в линиях запрещается правилом отбора для k, а если такая запрещенная линия дублета и обнаруживается, то она очень слаба.

Дублеты обоих типов были обнаружены в ультрафиолетовой и видимой частях спектра атомов, дающих полосатые спектры (122, 123).

«Константы экранирования». — Предел частоты (ν_0) серий $n(k, j)$ связан с Z и с квантовыми числами, как указано (149) уравнением (1):

$$\frac{\nu_0}{\nu_\infty} = \frac{1}{n^2}(Z-S)^2 + \frac{\alpha^2}{n^4}(Z-s)^4\left(\frac{n}{j}-\frac{3}{4}\right) + \frac{\alpha^4}{n^6}(Z-s)^6\left[\frac{1}{4}\left(\frac{n}{j}\right)^3+\frac{3}{4}\left(\frac{n}{j}\right)^2-\frac{3}{2}\frac{n}{j}+\frac{5}{8}\right]+\ldots, \quad (1)$$

где $\alpha^2 \equiv (2\pi e^2/hc\varepsilon_0)^2 = 5.31\times10^{-5}$ (ε_0 — диэлектрическая постоянная пустоты), а S и s—эмпирические «константы экранирования», которые выведены (190) из данных для дублетов и должны быть истолкованы как мера количества, на которое внешняя система электронов уменьшает напряжение электрического поля, действующего на возвращающийся электрон. Исключая K-уровень, для которого имеется только одно значение j, значение s для любого уровня может быть получено из наблюденного значения $\Delta\nu$ для соответствующих регулярных дублетов подстановкой в уравнение (1) двух значений j и последующим вычитанием, так как известно, что $\Delta\nu_0=\Delta\nu$. Если известно s, то S вычисляется через ν_0 с помощью уравнения (1). Оно зависит от Z, не зависит от j, но меняется вместе с k и таким образом связано с иррегулярными дублетами. Было найдено, что разность (ΔS), соответствующая уровням $n\,(i, i)$ и $n\,(i+1, i)$, равна $0.57n2i^{-1}$; возможно, что ΔS не зависит от Z; наблюдаемые неправильности составляют небольшой процент и могут быть приписаны ошибкам.

Значения S см. фиг. 9 или (190). Для K-уровня $s=S$; для ($L_{21, 22}$) $s=3.492\pm0.07$, если $41\leqslant Z\leqslant92$ (149); для $[n\,(i, i-1), n\,(i, i)]$ $s=4.23\,(n-2)\,i$, если $n>2$, и почти не зависит от Z за исключением $n=4$, $i=4$, для которого s убывает вместе с Z (149). Примеры некоторых неправильностей см. на фиг. 5 и 6.

Принципы отбора.

Было найдено, что переходы, соответствующие более интенсивным линиям, происходят в направлении от $n(k,j)$ к $n'(k',j')$, где $n'=n-x$, $k'=k+y$; $j'=j+z$, и каждая из величин x, y, z имеет одно из «дозволенных» значений, указанных в следующей таблице.

Величины	Значения	Примеры
	«Дозволенные»	
x	$+1, 2, 3...$	$M_{21}\rightarrow L_{11}$, $O_{11}\rightarrow L_{21}$
y	$-1, +1$	$M_{21}\rightarrow L_{11}$, $M_{11}\rightarrow L_{21}$
z	$-1, +1, 0$	$M_{32}\rightarrow L_{21}$, $N_{22}\rightarrow M_{33}$, $N_{21}\rightarrow L_{11}$
	«Запрещенные»	
x	$\leqslant 0$	$L_{22}\rightarrow L_{11}$, $L_{22}\rightarrow M_{32}$
y	$0, \pm>1$	$M_{22}\rightarrow L_{22}$, $O_{22}\rightarrow N_{43}$, $N_{43}\rightarrow M_{22}$
z	$\pm>1$	$N_{21}\rightarrow M_{33}$, $M_{33}\rightarrow L_{21}$

За исключением требования, чтобы $x\neq 0$, эти принципы отбора тождественны с принципами, соответствующими нормальной системе дублетов в оптической серии. Они основываются на вероятностях и касаются только структуры изолированного атома. Если атом не содержит электрона данной группы (как например нормальная Cu не содержит электрона O_{11}), то уровни, соответствующие ионизации этой группы, не могут дать ни одной линии в его спектре; если такие электроны присутствуют только в оптически возбужденных атомах, то линии будут полуоптическими и займут ненормальное положение (ср. фиг. 4).

Единственное возможное нарушение всего квантового принципа отбора ($x\neq 0$), которое может дать линию в области рентгеновых лучей, соответствует переходу L_{11}-L_{22}. Линию эту искали ([35], [83]), но не нашли, хотя в оптической области этот переход соответствует самой яркой (красной) линии в спектре Li.

Нарушения других принципов отбора (касающихся x и y) весьма часты (см. табл. 3, 11), но было показано ([5]), что ни одна из «запрещенных» линий L-серии не достигает 0.001 интенсивности, соответствующей L_{22}-M_{33}. Все линии, нарушающие какой-либо из принципов отбора, чрезвычайно слабы и классифицируются в этой главе как не-диаграммные линии.

Интенсивности линий. *1

Изменение в зависимости от уровня энергии.—Для данного потенциала на трубке относительные интенсивности линий определяются соответствующими уровнями энергии и вероятностями (P) различных переходов.

В предшествующей таблице «дозволенные» значения x, y и z расположены всегда в порядке убывающих значений P; три ряда можно рассматривать как независимые друг от друга. Таким образом при данных значениях x, y, z и n интенсивность увеличивается вместе с увеличением j и k.

Для переходов типа $n(k, j)=n'(k', j')$, где $k'=k+1$, $j=k$ или $k-1$, $j'=k$ или $k+1$, а n и n'—два данных положительных целых числа, относительные значения P будут следующие ([103], [149], [150]), причем i обозначает численное значение k:

	Переход	$P(4i^2-1)$
a	$n(i, i)$-$n'(i+1, i+1)$	$2i^2+i-1$
b	$n(i, i-1)$-$n'(i+1, i)$	$2i^2-i-1$
c	$n(i, i)$-$n'(i+1, i)$	1
d	$n(i, i-1)$-$n'(i+1, i+1)$	0

*1 См. также табл. 2 и 6.

Пример.

	$P(4i^2-1)$	Разность уровней	i	$P(4i^2-1)$
a	$2i^2+i-1$	L_{22}-M_{33}	2	9
b	$2i^2-i-1$	L_{21}-M_{32}	2	5
c	1	L_{22}-M_{32}	2	1
d	0	L_{21}-M_{33}	2	0

Если линии образуют тесный дублет, их интенсивности (J) в точности пропорциональны P.

В специальном случае, когда $i=1$ (орбиты типа $^2S_1$), возможны только переходы a и c, причем $P_a=2P_c$; например $P(K\text{-}L_{22})=2P(K\text{-}L_{21})$. При $i=2$ $P_a+P_c=2(P_b+P_d)$ и $2(P_a+P_d)=3(P_b+P_c)$. Примеры, подтверждающие это, см. ([149]).

Значения P для других типов перехода еще не были определены окончательно, но было дано первое приближение к общему квантовому закону ([86]).

Относительные интенсивности внутри данной побочной серии.—Отношение видимых интенсивностей (I_ψ) любых двух линий в той же побочной серии не зависит от напряжения на трубке ([169], [174], [175], [184], [196]). Примеры их зависимости от Z даны в табл. 6.

ТАБЛИЦА 6.—ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ВИДИМЫЕ ИНТЕНСИВНОСТИ (I_2/I_1) НОРМАЛЬНЫХ ЛИНИЙ K-СЕРИИ; ЗАВИСИМОСТЬ ОТ Z.

$(\beta_3+\beta_1+\beta_2+\beta_4)/(\alpha_1+\alpha_2)$

Z	Набл.*1	Труб.*1	Антк.*1	Лит.
24-Cr	0.313	0.136	0.0810	([169])
29-Cu	0.213	0.153	0.136	([169])
	0.165*2			([147])
30-Zn	0.193*2			([147])
42-Mo	0.251	0.180	0.175	([196])
	0.20*2			([50])
45-Rh	0.176	0.210	0.168	([169])
	0.158			([175])
46-Pd	0.189	0.160	0.139	([196])
47-Ag	0.167	0.215	0.207	([169])
	0.20*2			([50])
74-W	0.33			([68])

$I/I\alpha_1$

Z	α_2	$\beta_{3,1}$	β_2	Лит.
26-Fe, 29-Cu, 30-Zn	0.50	0.26*3	$\ll 0.05$*3	([142], [147])
42-Mo	0.50*4	0.30*4	0.05*4	([50], [67], [196])
74-W	0.50	0.35	0.15	([71])

Во всех этих случаях β_4 ничтожно мало

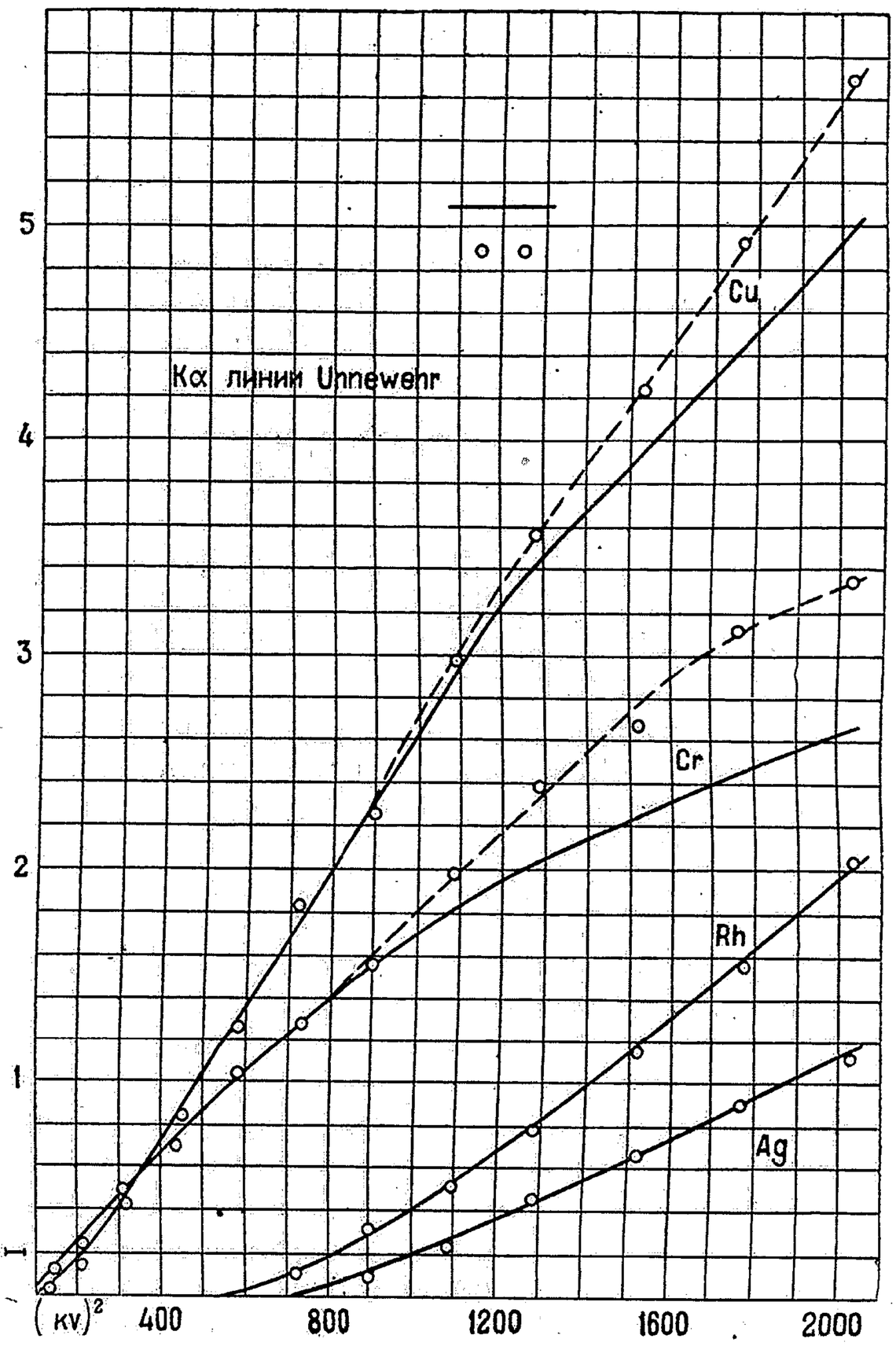
*1 Набл.—наблюденные значения, зависящие от условий эксперимента; Труб.—значения внутри трубки после поправки на различные потери благодаря поглощению, отражению и т. д.; Антк.—значения внутри антикатода, т. е. в момент испускания атомом. Значения «Антк.» далеко не точны; последние работы ([185]) показывают, что поправки на поглощение в антикатоде обычно бывают слишком велики. *2 Получены при помощи фотографической фотометрии. *3 Эти значения могут быть очень неточны, но $\beta_{3,1}/\beta_2$ вероятно точно в пределах 2÷3%. *4 Данные ([50], [67]) для α_2 и $\beta_{3,1}/\beta_2$ были соединены с данными ([196]) для $(\beta_3+\beta_1+\beta_2+\beta_4)/(\alpha_1+\alpha_2)$. (См. столбец «Набл.».) Значения для $\beta_{3,1}$ и β_2 не верны на $0.05\alpha_1$.

Изменение с напряжением на трубке.—Формулы, которые были предложены для определения зависимости интенсивности линии от напряжения на трубке, приведены в табл. 7; формулы (1) и (2)—эмпирические; другие—получены теоретически, причем (5) имеет наилучшее теоретическое обоснование. Во всех пяти формулах I обозначает для каждой линии интенсивность излучения, приходящуюся на единицу телесного угла и на один электрон в потоке катодных лучей. J зависит от следующих трех факторов: 1) кванта $h\nu$; 2) вероятности того, что электрон вызовет излучение такого кванта (эта вероятность очень мала, так как очень малое число электронов возбуждает рентгеновы лучи), и 3) доли квантов, которая не поглощается антикатодом. C_1 и C_2 не зависят от V (но являются функциями λ), от направления относительно поверхности антикатода, и т. п. C_3 и C_4—константы для каждой линии. $K^2 \equiv \mu \csc \varepsilon_x / b \csc \varepsilon_c$, где μ—коэффициент поглощения антикатода для рассматриваемого рентгеновского излучения, b—его задерживающая сила для катодных лучей ($v_x^2 = v_0^2 - bx$, где v—скорость), и ε_x и ε_c—углы, которые рентгеновы и катодные лучи образуют с поверхностью антикатода. N—число (на единицу объема) электронов такого типа, который необходим для возбуждения рассматриваемой линии (напр. для K-линии N равно двукратному числу атомов в единице объема); $T \equiv E/eV_0$, где E—кинетическая энергия электрона на его орбите; $U \equiv V/V_0$; u—вероятность того, что в результате удаления электрона соответствующего типа действительно возникнет излучение кванта рассматриваемой линии; V—напряжение на трубке; V_0—потенциал возбуждения; V_1—эмпирически найденный потенциал, который превышает V_0; ν—частота; $\mathbf{e}$ и $\mathbf{h}$ имеют свое обычное значение.

В формуле (1) n равно приблизительно 1.5 для лучей, испытывающих сильное поглощение в антикатоде (выходящих под малыми углами); для других лучей $n = 1.7 \div 2.1$.

Формула (2) относится к лучам, испытывающим слабое поглощение в антикатоде; V_1 равно приблизительно $1.2 \div 1.5\, V_0$, но часто неправильно приравнивается V_0.

Оказывается, что в формуле (3) поправка на поглощение в антикатоде во много раз больше, если $V - V_0$ не мало ([185]). Если $K = 0$, эта формула сводится ([92]) к $I = C_3(V - V_0)^2$, что является частным случаем (1), но часто неправильно приравнивается к $C_3(V^2 - V_0^2)$ и смешивается с (2). Иногда K рассматривают как произвольную постоянную, игнорируя ее значение ([97]), ср. фиг. 11). Графическое выражение этого уравнения см. на фиг. 10.



Фиг. 10. Интенсивности (I) $K\alpha$-линий: зависимость от потенциала (V) ([169]). Сплошные линии проведены по уравнению Берген—Девиса (3). I выражено в произвольных единицах; V—в kv; см. фиг. 11.

Таким образом в формуле (4) поправка на поглощение в антикатоде слишком велика; K часто рассматривается как эмпирическая константа. Графические изображения формулы (4) ср. ([92]); они весьма сходны с фиг. 10 и 11.

Формула (5) предложена только для круговых орбит (K, L_{21}, L_{22}, M_{32}, M_{33}, N_{43}, N_{44}) и не содержит поправки на поглощение в антикатоде. Для произвольной единицы интенсивности она лучше всех других удовлетворяет данным ([196]) для K-серии 42-Mo ([160.1]); данные ([182]) для 47-Ag показывают (хотя и с большой вероятной ошибкой), что она хороша также и для абсолютной интенсивности, но только для первичных лучей (см. стр. 190), т. е. приблизительно для 65% лучей K-серии Ag.

ТАБЛИЦА 7.—ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ИНТЕНСИВНОСТИ ЛИНИЙ ОТ НАПРЯЖЕНИЯ НА ТРУБКЕ.

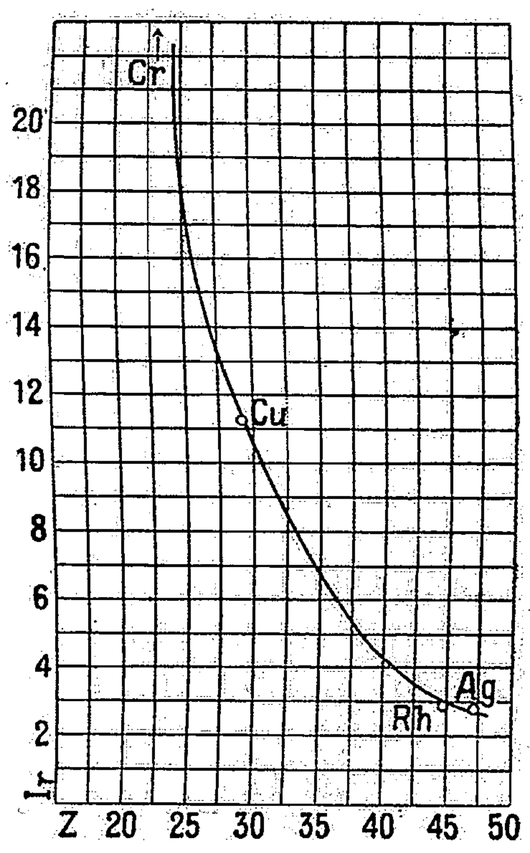
Объяснение символов и формул см. в тексте.

№	Формула	Лит.
(1)	$I = C_1(V - V_0)^n \qquad V_0 < V < 2V_0$	([1, 92, 184])
(2)	$I = C_2(V^2 - V_1^2) \qquad 1.5V_0 < V < 3V_0$	([97,169,196])
(3)	$I = C_3 \left[\frac{1}{K^2}\left(1 - e^{-K^2(V^2 - V_0^2)}\right) - \frac{2V_0}{K} e^{-K^2 y^2} \int_{KV_0}^{KV} e^{y^2} \mathrm{d}y \right]$	([53])
(4)	$I = C_4 e^{-K^2 V^2} \left[\frac{1}{V} \int_{V_0}^{V} e^{-K^2 y^2} \mathrm{d}y - \int_{V_0}^{V} \frac{1}{y} e^{-K^2 y^2} \mathrm{d}y \right]$	([92])
(5)	$I = \frac{Ne^2 u h\nu}{6b} \left[(U-1)(2T+3) - \frac{2T}{T+1} \log\left(\frac{U(T+2)}{U+T+1}\right) - \left\{ 3 + (T+1)(2T+3) \right\} \log\left(\frac{U+T+1}{T+2}\right) \right]$	([160.1])

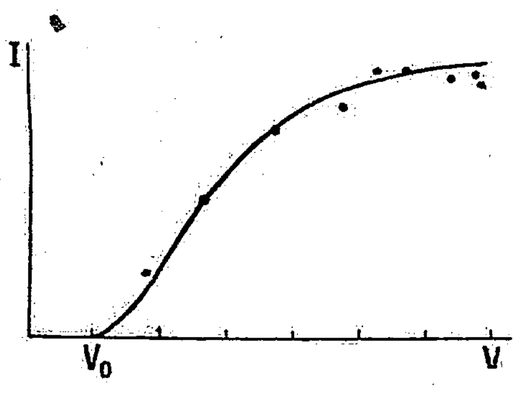
Отношение интенсивности линий к интенсивности непрерывного спектра. Если I_l—интенсивность линии (энергия, излучаемая на единицу телесного угла в рассматриваемом направлении), и если $I_c\,d\lambda$—энергия, излучаемая на единицу телесного угла в том же направлении участком непрерывного спектра длиной $d\lambda$, то отношение двух интенсивностей в зависимости от $\Delta\lambda$ может быть охарактеризовано уравнением

$$I_l = \int_{\lambda-{}^1/_2\Delta\lambda}^{\lambda+{}^1/_2\Delta\lambda} I_c\,d\lambda,$$

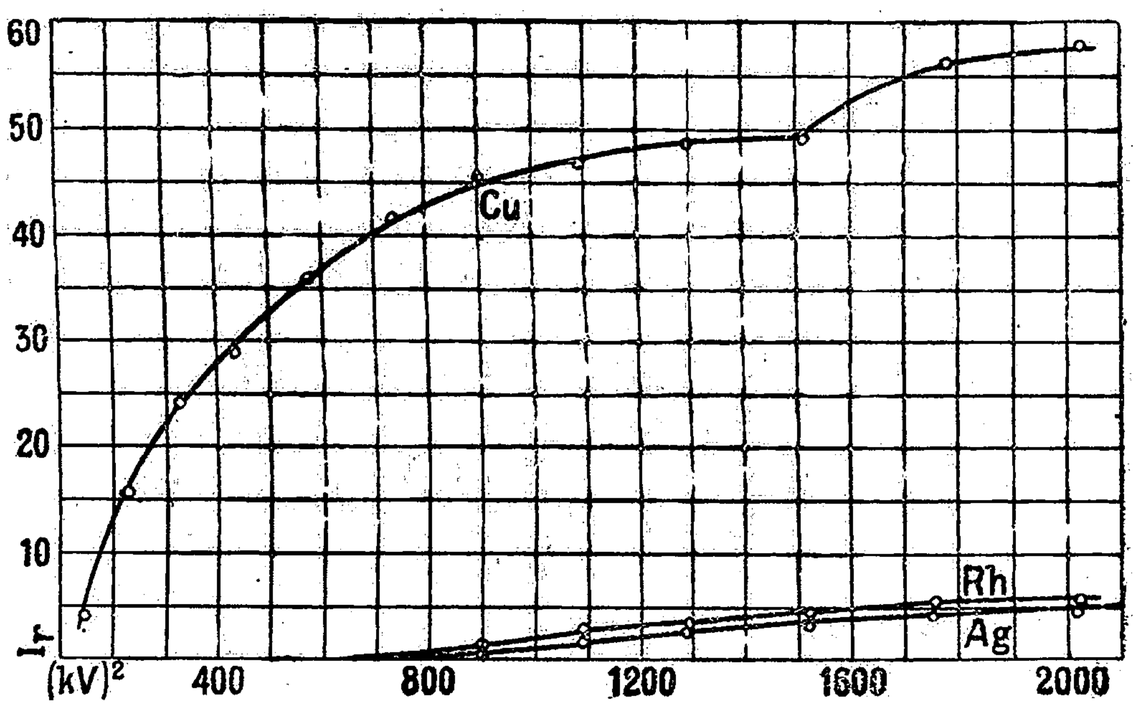
где λ—длина волны линии. На рис. 12 и 13 ординаты пропорциональны $\Delta\lambda$. Примерные значения $\Delta\lambda$ см. в табл. 8.



Фиг. 13. Отношение (I_r) интенсивностей $K\alpha$-линий и участка непрерывного спектра такой же ширины в той же области; зависимость от (Z) (169).



Фиг. 11. Зависимость интенсивности (I) $K\alpha_1$-линии для Cr от потенциала (V) (97). Сплошные линии проведены по уравнению Берген—Девиса (см. стр. 196, формула 3), причем значение константы K определено из наблюдений; ср. фиг. 10.



Фиг. 12. Отношение (I_r) интенсивностей $K\alpha$-линий и участка непрерывного спектра такой же ширины в той же области; зависимость от потенциала (V) (169).

ТАБЛИЦА 8.—ОТНОШЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЛИНИЙ К ИНТЕНСИВНОСТИ НЕПРЕРЫВНОГО СПЕКТРА.

$I_l = \int_{\lambda-{}^1/_2\Delta\lambda}^{\lambda+{}^1/_2\Delta\lambda} I_c\,d\lambda$; λ—длина волны линии l; в таблице приведены значения $\Delta\lambda/\lambda$; вероятная ошибка для Ag равна 10%, для Cd 5%, V—в kv.

Линия	Лучи \ V	35	50	65	80
Ag $K\alpha$ дублет	Первичные	0.10	0.24	0.31	0.41
	Вторичные	0.055	0.13	0.16	0.21
	Все	0.15	0.37	0.47	0.62
Cd $K\alpha$	Все	0.125	0.32	0.45	0.58
Cd $K\beta\gamma$	Все	0.034	0.075	0.10	0.13

ТАБЛИЦА 9.—ПЕРВИЧНЫЕ ЭТАЛОНЫ ДЛИН ВОЛН. *1

Все значения основываются на данном Зигбаном значении ([28], [140], [142]) для d_c, константы решотки для кальцита первого порядка, *2 d_c = =3.02904 Å (или более точно $\log_{10} 2d_c = 0.7823347$), или эквивалентном значении для каменной соли, $d_r = 2.81400$ Å ($\log_{10} 2d_r = 0.7503541$). В случаях необходимости значения были перечислены; в таком случае они отмечены индексом r. Приведенное выше значение d_c превышает значение, данное в т. I «Справочника», стр. 15, на 0.03435%.

Данные, которые отмечены буквой c, исправлены на преломление в кристалле (ср. ([142])). О системе вторичных эталонов по Лангу, основанных на $K\alpha_1$ для Cu с λ=1537.30 mÅ, см. ([105]); его значения для λ наиболее употребительных линий 76-Os, 77-Ir, 78-Pt, 79-Au, 82-Pb и 83-Bi в среднем на 0.48 mÅ больше данных Костера ([142]). В графе «Линия» дано обозначение Зигбана (см. табл. 2); θ—наблюденный угол скольжения для максимальной интенсивности; λ—длина волны (курсивом даны средние значения); В. о.—вероятная ошибка в λ. λ дана в mÅ.

Линия		θ	*3	λ	В. о.	Лит.
26-Fe	$K\alpha_2$ . .	18° 38′ 13.2″	*4	1935.987		([106])
	$K\alpha_1$ . .	18 35 52.3	*4	1932.066		([106])
29-Cu	$K\alpha_1$ . .	14 42 0.3	*4	1537.29	ст*5	([108])
	$K\alpha_1$ . .	16 31 31.5	*6	$1537.75_{r\cdot c}$	0.15	([125])
				1537.52		
	$K\beta_1$ . .	14 53 39.0	*6	$1389.63_{r\cdot c}$	0.15	([125])
74-W	$L\alpha_2$ . .	14 11 0.0	*4	1484.38		([81])
	$L\alpha_1$ . .	14 4 32.9	*4	1473.36		([81])
	$L\beta_1$ . .	12 11 23.5	*4	1279.17		([81])
	$L\beta_2$ . .	11 49 50.4	*4	1242.03		([81])
	$L\gamma_1$ . .	10 25 33.5	*4	1096.30		([81])
35-Br	*7 . . .		*8	918.6		([131])
	*7 . . .		*4	$918.2_{r\cdot}$	*9	([60])
				918.4		
	*7 . . .	8 43 0	*4	918.09		([109])
	$\frac{210}{100}$ *10 . .	8 7 48	*8	795.9	<0.1	([131])
42-Mo	$K\alpha_2$ . .		*4	712.105		([106])
	$K\alpha_2$ . .		*4	712.175		([2])
	$K\alpha_1$ . .	6 42 35.3	*4	707.831		([106])
	$K\alpha_1$ . .		*4	707.865		([2])
	$K\beta_3$ . .		*4	631.543		([106])
	$K\beta_3$ . .		*4	631.657		([2])
	$K\beta_1$ . .	5 58 42.5	*4	630.978		([106])
	$K\beta_1$ . .		*4	631.094		([2])
	$K\beta_2$ . .		*4	619.698		([106])
	$K\beta_2$ . .		*4	619.823		([2])
47-Ag	*7 . . .		*8	484.2		([131])
	*7 . . .		*4	485.2_{r}	*5	([60])
				484.7		
	*7 . . .	4 35 24	*4	484.80		([109])
	$\frac{310}{100}$ *10 .		*8	431.6	<0.1	([131])
74-W	$K\alpha_2$ . .		*4	213.52	*11	([141])
			*9	213.48*12	0.03	([71])
			*4	213.69	0.08	([32],
			(?)	213.41	0.1	([135])
				213.52		
	$K\alpha_1$ . .	1 58 27.6	*4	208.71	ст*5	([108])
		1 58 32.6	*4	208.85	*11	([141])
			*4	208.67*12	0.04	([71])
			*4	208.84	0.08	([32])
			(?)	208.50	0.1	([135])
				208.71		

Линия	θ	*3	λ	В. о.	Лит.
		*4	184.36	*11	(141)
$K\beta_1, \beta_3$	1 44 38	*4	184.26*12	0.03	(71)
		*4	184.56	0.08	(32)
		(?)	184.16	0.1	(135)
			184.34		
		*4	179.40	*11	(141)
$K\beta_2$ . .	1 41 49	*4	179.07*12	0.06	(71)
		*4	179.07	0.25	(32)
		(?)	179.00	0.1	(135)
			179.13		
		*4	178.12*12	0.07	(71)
*7 . . .		*8	178.02	*13	(42)
			178.07		

*1 Если невозможно воспользоваться рентгеновской трубкой с одним из перечисленных здесь элементов, границы поглощения Br и Ag являются наиболее удобными стандартами. Они всегда появляются в спектрах, полученных фотографически; если же пользоваться ионизационными методами, их можно получить, вводя CH_3Br в ионизационную камеру или помещая листок Ag (толщиной $0.005 \div 0.01$ *см* (43)) на пути лучей. *2 Константа решотки кальцита второго порядка равна 3.02935 Å ($\log_{10}=0.4813494$), третьего порядка—3.02940 Å ($\log_{10}=0.4813566$). *3 Кристалл. *4 Кальцит. *5 Дано среднее значение; частные значения отличаются от среднего $\not>0.05$ mÅ. Последние измерения, еще не опубликованные, дают систематически несколько более высокие значения. Следовательно в настоящее время следует предпочтительно пользоваться линией Fe$K\alpha_1$ в качестве стандарта для больших длин волн; приведенное здесь значение длины этой волны было измерено тем же прибором и кристаллом, которыми были произведены новейшие, наиболее точные измерения (78, 79, 81, 96, 106, 188). «ст» обозначает, что Леиде пользовался этими данными в качестве стандартов. Самое новое, неопубликованное, измерение $K\alpha_1$-линии Cu с кристаллом кальцита дает $\lambda=1537.39$ mÅ. *6 Пирит. *7 *K*-граница. *8 NaCl. *9 Точность примерно до 0.1% от θ. *10 Двойная отраженная линия. *11 Средние значения. Частные значения θ отличаются от средних на $\sim 3''$. *12 Из спектра высшего порядка; значения были перечислены. *13 Основаны на значениях Зигбана для *K*-линий испускания.

ТАБЛИЦА 10.—ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЧАСТОТЫ (ν_0) СЕРИЙ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ (17, 27, 40, 41, 127, 157, 162, 163).

В общем при вычислении приведенных ниже значений применялись данные как для испускания, так и для поглощения; поэтому полученные значения более точны, чем если бы они зависели только от поглощения.

Если $h/e=1.37285\times10^{-17}$ эрг ск. es^{-1} («Справочник» т. I, стр. 14) и $\nu_\infty = 3.29057\times10^{15}$ ск.$^{-1}$ (см. стр. 188), тогда потенциал возбуждения $V_0 = 13.5461\nu_0/\nu_\infty$ абс. вольт $= 13.5404\nu_0/\nu_\infty$ междунаружный вольт ($\log_{10}$ 13.5461 = 1.1318141; $\log_{10}$ 13.5404 = 1.1316317). В таблице приведены значения ν_0/ν_∞, где $\nu_\infty = 3.29057\times10^{15}$ ск.$^{-1}$. (По техническим условиям таблица помещена на стр. 200.)

ТАБЛИЦА 11.—ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ИСПУСКАНИЯ И ГРАНИЦЫ ПОГЛОЩЕНИЯ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ.

Изотопы повидимому имеют одинаковые спектры (29, 70, 145); см. также 82-Pb в этой таблице.

В каждой группе элементов линии расположены по возможности в порядке убывающих длин волн (λ); длины волн тех линий, которые не следуют этому порядку, даны курсивом. Буква «*x*» обозначает, что линия вероятно существует, но совпадает с другой линией. За исключением особо оговоренных случаев обозначения линий даны по Зигбану, обозначения разностей—по Зоммерфельду (табл. 2).

Длины волн (по крайней мере некоторых линий легких элементов) зависят от валентности элемента и в соединениях изменяются с природой того элемента, с которым первый связан химически, и с веществом антикатода, на котором он нанесен. Окончательных данных нет; предварительные работы см. (113, 116, 117). Влияние химического соединения на границы поглощения см. табл. 12.

Соотношения, касающиеся связанных линий, см. на стр. 191; методы определения побочных серий (подсерий), к которым принадлежит линия, см. (17, 142, 149, 183, 184). Потенциал возбуждения ($V_0 = h\nu_0/e = hc/e\lambda_0$) может быть вычислен из границы поглощения побочной серии (λ_0): $V_0\lambda_0 = 12344$ vÅ $= 12339$ VÅ, если **h**, **c** и **e** имеют «принятые» значения («Справочник» т. I, стр. 14) ($\log_{10}$ 12339 = 4.09128). Литературные ссылки даны в начале каждого отдела таблицы, в конце таблицы помещены замечания относительно точности данных, относительно пересчетов и т. д., см. стр. 207.

В таблице приведены значения λ (в mÅ).

A - источники. Границы поглощения: для 12-Mg, 13-Al и 18-A (72, 80); для других (114). Излучение: не-диаграммные линии (от α' до β_x) для 11-Na, 12-Mg и 13-Al (193, 194), все относящиеся к $\alpha_{1,2}$; линии от β_1 до β_x для 14-Si (8), для 15-P (120), для 16-S (116), для 17-Cl (117); $\Delta\lambda_{\alpha_{2-1}}$ (7); другие (142).

Линии	5-B	6-C	8-O	9-F	Лит.	Решотка
$\alpha_{1,2}$ K-$L_{21,22}$			23730	18300	(162,163)	Кристалл
$\alpha_{1,2}$ K-$L_{21,22}$		45500	24800		(51)	Кристалл
$\alpha_{1,2}$ K-$L_{21,22}$		43960			(128)	Вычислено
$\alpha_{1,2}$ K-$L_{21,22}$		45800			(89)	Вычислено
$\alpha_{1,2}$ K-$L_{21,22}$		44900	23800		(160)	Вычислено

Линии	11-Na	12-Mg*1	13-Al*1,2	14-Si*1	15-P*3	16-S	17-Cl	18-A
α_2 K-L_{21} . . .	11883.6	9867.75	8319.40	7109.17	6141.71	5363.75	4721.36	
α_1 K-L_{22} . . .						5360.90	4718.21	
α_2-α_1 $\Delta\lambda_{\alpha_{2-1}}$ . .			2.44	2.61	2.72	2.88	2.97	

Линии		11-Na	12-Mg*1	13-Al*1,2	14-Si*1	15-P*3	16-S	17-Cl	18-A
α'*4		11836.3	9825.3	8285.2	7083	x	5340.6	4702.5*5	
α_3*4		11803.9	9800.0	8265.8	7063.8	6102.2	5329.37	4688*5	
α_4*4		11785.9	9784.2	8250.1	7053.7	6095.0	5323.25	4684*5	
α_5*4		11717.7	9729.4	8208.8	7014		5262.6(?)		
α_6*4		*11687.1*	9704.4	8188.6	7003				
β_3*4		11702	9647	8042	6793.3	5820.4*6	5047*6	4406.0*5	
β_1*7		11592	9538	7965	6754.5	5792.1	5021.8	4394.2*8	
β_{1x}*7						5788.2	5017.6	4393.3	
β_x*7		11550	*9499*	*7944*	6739.3	5779.6	5013.5	*4390.6*8	
	K-граница .		9511.2	7947.0	6731.0	5767.4	5008.8*9	4393.8*9	3865.7

*1 Для 12-Mg, 13-Al и 14-Si Вентцель (192) дает следующие соотношения между значениями $\Delta\nu$: $(\alpha_6 - \alpha_4)_Z = (\alpha_3 - \alpha_{1,2})_{Z+1}$; $(\alpha_3 - \alpha_{1,2})_Z < (\alpha_5 - \alpha_3)_Z < (\alpha_3 - \alpha_{1,2})_{Z+1}$. *2 Для 13-Al линии α_3 и α_4 повидимому (6) имеют приблизительно одинаковые интенсивности, если $V_T = 2.90$ kv; следовательно значения V_0 для них почти одинаковы и оба < 2.9 kv; для K-границы $V_0 = 1.55$ kv. При $V_T = 3.10$ kv α', α_5 и α_6 присутствуют; если они появляются при двукратной ионизации, оба электрона должны быть вырваны одновременно той же самой катодной частицей (36). *3 Нормальные линии относятся к красному P. Для P на Al $\lambda\beta_{1x} = 5785.4$ для красного P и 5784.5 для черного P. *4 Не-диаграммная линия. Если нет специальной оговорки, измерено Ялмаром (Hjalmar). *5 Измерено Долезеком. Для 17-Cl он также приводит α'', $\gamma = 4712$. *6 Для β_3 Долезек дает $\lambda = 4406.0$ для 15-P, $\lambda = 5044.7$ для 16-S. *7 Для 15-P, 16-S и 17-Cl $\lambda\beta_1$ и $\lambda\beta_x$—средние значения для различных химических соединений, дающих обе линии, $\lambda\beta_{1x}$—среднее значение для тех соединений, которые дают только одну линию. Для 11-Na, 12-Mg, 13-Al и 14-Si $\lambda\beta_x$ относится к чистому элементу, $\lambda\beta_1$—к окиси или другому соединению. *8 Для $CaCl_2$ $\lambda\beta_1 = 4394.7$, $\lambda\beta_x = 4388.4$. *9 Ялмар дает для 16-S β_2 (?) $\lambda = 5012.7$ и для 17-Cl β'' $\lambda = 4390.8$.

B-источники. — Границы поглощения: для 21-Sc (72, 80); для 27-Co и 28-Ni (60), для других (114). Излучение: K-серия β_2 для 19-K, 20-Ca, 21-Sc, 24-Cr и 25-Mn; α_1, α_2 и β_1 для 24-Cr и 25-Mn; все за исключением β''' для 26-Fe, 27-Co и 28-Ni (79); ср. (58); все β'' и β''' (58), другие (142). L-серия для 19-K и 20-Ca (7), для других (165).

Линии		19-K	20-Ca	21-Sc	22-Ti	23-V	24-Cr	25-Mn
$\alpha_{1,2}$	L_{22}-$M_{32,33}$					2420 0	2153 0	1939 0
β_1	L_{21}-M_{32}						2119 0	1904 0
α_2	K-L_{21}	3737.06	3354.95	3028.40	2746.81	2502.13	2288.907	2101.489
α_1	K-L_{22}	3733.68	3351.69	3025.03	2743.17	2498.35	2285.033	2097.506
α_2-α_1	$\Delta\lambda_{\alpha_{2-1}}$	3.21	3.28					
α''*1		3730	3349	3023				
α_3*1		3711.0	3332.3	3006	2726.9	2484.6	2273.3	2087.9
α_4*1		3708.8*2	3330.0					
β'*1			3091.1	2799.2	2515.1*4	2285.3*4	2085.7	*5
β_1	K-$M_{21,22}$	3446.80*3	3083.43	2773.94	2508.98	2279.72	2080.586	1906.195
β''		3443.0*4	3079.7	2767.5	2500.7	2272.6		
β_2	K-$N_{21,22}$	3434.6	3069.1	2758.0	2493.7	2264.6	2066.71	1893.27
β'''		*3400.7*	*3044.3*	*2742.5*	*2483.6*	*2257.7*	*2061.7*	*1888.8*
	K-граница	3431.0	3064.3	2751.7	2491.2	2263.0	2066.3	1892.1

Линии		26-Fe*6	27-Co	28-Ni	Линии		26-Fe*6	27-Co	28-Ni
l	L_{22}-M_{11} . . .	2012 0	1820 0	1655 0	$\alpha_{3,4}$*1		1923.3	1777.4	1647.6
η	L_{21}-M_{11} . . .	1965 0	1777 0	1617 0	β_3		1756.46	1620.11	1499.10
$\alpha_{1,2}$	L_{22}-$M_{32,33}$ . .	1758 0	1594 0	14528	β_1	K-$M_{21,22}$ . .	1753.013	1617.436	1497.045
β_1	L_{21}-M_{32} . . .	1722 0	1562 0	14235	β_2	K-$N_{21,22}$ . .	1740.80	1605.62	1485.61
$\beta_{3,4}$	L_{11}-$M_{21,22}$ . .	1561 0		1314 0	β'''		*1737.1*		
α_2	K-L_{21}	1936.012	1789.187	1658.353		K-граница . .	1740.5	1602.3	1489.5
α_1	K-L_{22}	1932.076	1785.287	1654.503					

*1 Не-диаграммные линии. Измерено Долезеком, если не оговорено особо. *2 Ялмар дает также для 19-Ka $\lambda\alpha' = 3718.7$ и $\lambda\alpha_{3,4} = 3708.83$. *3 Лундквист (120) нашел для 19-K: $\lambda\beta_1 = 3446.99$ и $\lambda\beta'' = 3443.09$. *4 Не-диаграммные линии. Измерено Ялмаром. *5 Для 25-Mn: $\lambda\beta_3 = 1910.50$ (79). *6 $K\alpha$-линии Fe представляют собою «неразрешенные» мультиплеты.

C-источники. — Границы поглощения: для 36-Kr (23); для других (60). Излучение: K-серия для 31-Ga (167); $K\alpha_2$, $K\beta_2$ и $K\alpha_{3,4}$ для 29-Cu и $K\alpha_{3,4}$ для 30-Zn (142); K-серия для других (105, 108, 109); L-серия (165). (Продолжение таблицы см. на стр. 201.)

ТАБЛИЦА 10.—ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЧАСТОТЫ СЕРИЙ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ. (См. стр. 198.)

Элемент	K	L_{11}	L_{21}	L_{22}	M_{11}	M_{21}	M_{22}	M_{32}	M_{33}	N_{11}	N_{21}	N_{22}	N_{32}	N_{33}	N_{43}	N_{44}	O_{11}	O_{21}-O_{22}	O_{32}-O_{33}
92-U	8477.0	1603.5	1543.1	1264.3	408.9	382.1	317.2	274.0	261.0	106.6	95.7	77.1	56.3	53.6	28.4	27.6	26.2	15.4	5.8
90-Th	8073.5	1509.7	1451.5	1200.6	381.6	354.4	298.0	256.6	244.9	97.8			51.2	48.7	24.8	24.1			5.7
83-Bi	6646.7	1207.9	1159.4	990.0	295.9	273.6	234.0	199.4	191.4	71.0	58.7	50.3	35.7	33.7	13.6	13.0		11.0	2.0
82-Pb	6463.0	1169.3	1121.9	960.5	283.8	262.3	226.0	190.5	183.0	66.0	55.4	49.3	32.2	30.5	10.8	10.3	10.3	6.4	0.8
81-Tl	6289.0	1132.4	1084.2	933.2	273.9	253.8	219.2	184.8	176.8	63.7	53.6	44.9	30.6	29.0	10.0	9.6	10.6	7.4	1.7
80-Hg	6115.9	1094.6	1048.6	906.1															
79-Au	5940.4	1030.2	1014.4	878.5	252.9	235.1	202.8	169.8	163.0	58.0	49.1	42.8	26.4	25.0	6.4		7.8	8.3	0.8
78-Pt	5734.0	1026.8	978.7	852.0	243.4	227.3	198.0	162.3	156.4	52.5	48.7	42.3	24.5	23.2	5.2		7.1	8.6	0.4
74-W	5113.8	893.0	850.6	752.1	208.1	191.3	169.8	138.3	133.7	44.1	38.0	33.0	18.8	18.4	2.9	2.8	5.7	5.2	(0)
73-Ta		862.2	820.8	728.0	199.5	183.2	162.9	132.2	127.8	41.2	35.3	30.9	17.8	16.6	2.2	1.9	4.7	4.4	
72-Hf		832.0	791.3	704.5	191.8	175.9	156.9	126.6	122.6	40.0	34.0	29.8	16.8	16.0	1.6	1.4	4.8	4.3	
71-Lu		802.6	762.9	681.2	183.8	168.6	150.9	120.9	117.2	36.9	32.5	28.7	16.1	14.7	1.0	0.7	4.2	4.0	
70-Yb		774.6	735.4	659.2	177.1	162.2	145.8	116.4	112.8	36.2	31.0	27.5	14.9	14.2	0.9	0.6		3.6	
69-Tm		746.8	708.8	637.3	170.3	155.5	140.2	111.7	108.4	34.4	30.0	26.6	14.5	13.2	0.9	0.4		3.8	
68-Er		719.6	682.6	615.9	163.6	148.8	134.7	107.2	104.0	33.1	28.4	24.9	13.7	12.6	0.9	0.3	3.9	3.9	
67-Ho	4115.9	693.2	657.1	594.7	157.1	142.7	129.3	102.7	99.8	31.8	26.9	23.8	12.8	12.0	0.8	0.2		2.7	
66-Ds	3972.5	667.7	632.2	574.2	151.2	136.9	124.5	98.5	95.8	31.0	26.1	23.2	12.2	11.6	0.8		3.1	3.2	
65-To		642.6	608.3	553.9	145.0	131.0	119.6	94.2	91.6	29.4	24.3	22.0	11.4	11.1			3.5	2.6	
64-Gd	3711.9	618.2	584.6	533.9	139.0	125.5	115.0	90.0	87.7	28.6	23.0	21.0	11.0	10.8			4.0	3.3	
63-Eu	3583.4	594.3	561.5	514.4	133.1	120.2	110.3	86.0	83.8	27.2	22.6	20.4	10.7	10.4			3.6	2.9	
62-Sm	3457.0	571.2	538.9	495.0	127.2	114.7	105.8	81.9	79.9	25.9	20.9	19.5	10.07	9.40			3.1	2.53	
60-Nd	3214.2	526.2	495.5	457.8	116.5	104.8	96.8	74.2	72.5	23.7	19.2	17.8	9.28	9.08			3.1	2.67	
59-Pr	3093.3	504.3	474.6	439.6	111.6	99.3	92.4	70.3	68.9	22.7	18.3	16.9	9.01	8.83			3.1	2.55	
58-Ce*1	2972.2	483.3	454.1	421.9	106.2	94.6	88.1	66.7	65.4	21.7	17.4	16.2	8.51	8.36			3.2	2.41	
57-La*1		462.9	434.2	404.4	100.7	90.0	84.0	62.9	61.7	20.5	16.5	15.4	8.08	7.83			3.0	2.34	
56-Ba*1	2756.4	441.9	414.3	386.7	95.4	84.6	79.0	58.8	57.6	18.8	14.9	14.0	7.09	6.70			3.1	1.56	
55-Cs*1	2649.1	421.8	394.9	369.3	89.8	79.3	74.4	54.6	53.6	17.1	13.6	12.6	6.04	5.73			1.9	1.08	
53-J*1	2448.3	382.6	357.6	336.0	79.2	69.1	64.8	46.8	45.8	14.0	9.4		4.16	3.91				0.38	
52-Te*1	2345.0	364.1	340.3	320.1	74.5	64.4	60.5	43.3	42.4	12.7	8.9		3.42	3.39				0.26	
51-Sb*1	2241.7	346.1	323.6	304.7	69.8	60.0	56.4	39.8	39.1	11.5	8.0		2.61	2.61					
50-Sn*1		329.4	306.3	289.5	65.3	56.2	53.1	36.5	35.9	10.2	7.4		2.0				0.8	0.25	
49-In*1	2057.2	312.0	289.3	274.0	60.1	51.8	48.8	32.4	31.9	8.2	5.5	5.2	0.7				0.2	0.6	
48-Cd*1	1967.6	296.8	274.3	260.7	56.9	48.7	46.2	30.4	29.9	8.1	5.6		0.4						
47-Ag*1	1878.9	280.9	259.9	246.8	52.8	44.8	42.6	27.4	27.0	6.9	4.7		0.2						
46-Pd*1	1794.0	267.1	245.7	234.1	49.7	42.9	40.7	25.4	25.0	6.7	5.3	5.0	0.3						
45-Rh*1	1709.1	251.7	231.8	221.3	46.3	38.8	37.0	23.0	22.6	6.0	4.2		0.1						
44-Ru*1			218.8	209.1	43.0			21.0	20.7	5.6			0.4						
42-Mo*1	1473.1	212.4	193.4	185.8	37.3	31.6	30.3	17.1	16.9	4.7	3.8		0.3						
41-Cb*1	1401.3	199.3	181.7	174.8	34.8	28.4	27.3	15.4	15.3	4.4	3.2								
40-Zr*1	1325.8	187.6	169.8	163.9	31.8	26.3	25.4	13.4		3.8	3.1								
39-Yt*1		174.5	158.8	153.3	29.2	22.8	22.0	11.7		3.5	1.6								
38-Sr*1		163.6	147.9	143.2	26.7	21.0	20.2	10.2		3.2	1.9								
37-Rb*1		152.3	137.6	133.2	24.1	18.2	17.6	8.4		2.4	1.3								

Элемент	K	L_{11}	L_{21}	L_{22}	M_{11}
35-Br*1	992.57		117.69	114.29	18.99
34-Se*1	932.02		108.37	105.40	16.68
33-As*1	874.01		100.02	97.42	14.92
30-Zn*1	711.73	87.2	77.10	75.39	10.10
29-Cu*1	661.59	80.3	70.32	68.84	8.83
28-Ni*1	614.12	73.8	64.70	63.37	8.28
27-Co*1	568.24	67.7	59.04	57.80	7.72
26-Fe*1	524.00	61.9	53.44	52.40	7.07
25-Mn*1	481.83	56.3	48.18	47.34	6.2
24-Cr*1	441.23	51.0	43.12	42.40	5.9
23-V*1	402.7	45.9	38.5	38.0	
22-Ti*1	365.8	41.0	34.0	33.6	
21-Sc	331.2		30.3	30.0	
20-Ca	297.5		25.9	25.6	
19-K	265.3		21.4	21.2	
17-Cl	207.8		14.8	14.7	
16-S	181.8		11.8		
15-P	158.3		9.9		
13-Al	114.7		5.2		
12-Mg	95.8		3.5		

Элемент	M_{21}	M_{22}	M_{32}	M_{33}	*2
35-Br*1	13.50		5.19		0.2
34-Se*1	11.57		3.80		0.2
33-As*1	10.36		3.02		0.2
30-Zn*1	6.80		0.84		
29-Cu*1	5.68		0.76		
28-Ni*1	5.40		0.67		
27-Co*1	4.73		0.60		
26-Fe*1	4.17		0.60		
25-Mn*1	3.70		0.34		
24-Cr*1	3.61		0.10		
23-V*1	3.0				
22-Ti*1	2.6				
21-Sc	2.7				
20-Ca	2.0				
19-K	0.9				
17-Cl	0.4				
16-S	0.3				
15-P	0.8				
13-Al	0				

*1 Эти значения приведены по последним данным (40, 157, 163). *2 N_{21} и N_{22}.

	Линии	29-Cu	30-Zn	31-Ga	32-Ge	33-As	34-S	35-Br	36-Kr
l	L_{22}-M_{11} . . .	15190	13950	12890	11920	11047	10271	9563	
η	L_{21}-M_{11} . . .	14830	13610	12560	11585	10710	9939	9234	
$\alpha_{1,2}$	L_{22}-$M_{32,33}$ . .	13308	12224	11270	10414	9650	8971	8357	
α'		18240	12191	11238	10378	9616	8939	8326	
α''		13172	12150	11196	10341	9581	8903	8297	
β_1	L_{21}-M_{32} . . .	13029	11958	11006	10152	9394	8717	8108	
β'		12990	11934	10986	10131	9372	8698	8086	
β''		12960	11893	10951	10102	9346	8671	8065	
$\beta_{3,4}$	L_{11}-$M_{21,22}$ . .	12100	11160			8911			
α_2	K-L_{21}	1541.26	1435.87	1340.87	1255.21	1177.40	1106.43	1041.60	
α_1	K-L_{22}	1537.39	1432.06	1337.14	1251.30	1173.43	1102.42	1037.56	
$\alpha_{3,4}$*1		1530.7	1428.8						
$\beta_{3,1}$	K-$M_{21,22}$ . .	1389.27	1292.60	1205.20	1126.74	1055.18	990.25	930.84	
β_2	K-$N_{21,22}$ . . .	*1378.0*	*1280.97*		*1114.62*	*1042.93*	*997.90*	918.26	
	K-граница . .	1379.0	1296.7	1190.6	1115.0	1043.8	979.3	918.2	864.8

*1 Не-диаграммные линии. Измерено Долезеком.

D-источники. — Границы поглощения: K-серия [60], L-серия [73]. Излучение: K-серия для 42-Mo [106], для 45-Rh [78], для 46-Pd (за исключением β_4 [96], для других [105, 108]); L-серия β_2', β_2'' γ_1' и $\gamma_{2,3}'$ [79], другие [142].

	Линии	37-Rb	38-Sr	39-Yt	40-Zr	41-Cb	42-Mo*1	44-Ru	45-Rh
l	L_{22}-M_{11} . . .		7821		6898	6509			5207.0
η	L_{21}-M_{11} . . .	8029.0	7505		6593.1	6195	5835		4911.2
α_2	L_{22}-M_{32} . . .					5717	5400	4843.67	4595.56
α_1	L_{22}-M_{33} . . .	7302.7	6847.8	6434.9	6055.9	5711.3	5394.3	4835.67	4587.78
α_3*2		7272.7	6818.3	6406.5	6027.2	5688.6	5372.1	4818	4572
β_1	L_{21}-M_{32} . . .	7060.4	6609.2	6198.4	5822.2	5479.6	5165.8	4611.00	4364.00
β_6	L_{22}-N_{11} . . .	6967.5	6503.0		5693.5	5346.1		*4476.4*	*4230.1*
β_4	L_{11}-M_{21} . . .	6802.8	6385.5	6001.9	5652.7	5331.4	5035.8	4512.6	4277.8
β_3	L_{11}-M_{22} . . .	6769.9	6349.9	5967.8	5618.2	5295.9	5000.2	4476.4	4241.3
β_2	L_{22}-$N_{32,33}$ . .				5573.4	5225.3	4909.2	4361.9	4122.1
	L_{22}-граница .							4360.4	4121.2
β_2'*2 (β_{11})							4862.6	4323.4	4087.8
β_2''*2 (β_{12})						5169	4847.7	4309.0	4076.6
γ_5	L_{21}-N_{11} . . .	6738.6	6278.8		5481.0		4819.0	4276.6	4035.2
γ_1	L_{21}-N_{32} . . .				5373.0	5024.1	4711.1	4172.82	3935.7
γ_1'*2 (γ_7)	L_{21}-граница.							4169.3	3934.0
						4967	4662	4128	3894
$\gamma_{2,3}$	L_{11}-$N_{21,22}$ . .	6028.2	5629.4		4941.2	4639	4361.3	3887.9	3677.0
$\gamma_{2,3}'$*2					4895	4597	4323		3647
	L_{11}-граница .								3618.6
α_2	K-L_{21}	927.72	877.54	831.18	788.50	748.82	712.105*3	646.15	616.371
α_1	K-L_{22}	923.60	873.37	827.00	784.29	744.57	707.831*3	641.81	612.023
β_3	K-M_{21}	827.02	781.51	739.32	700.48	664.49	631.543	571.43	545.093
β_1	K-M_{22}						630.978*3		544.491
β_2	K-$N_{21,22}$ . . .	814.84	*769.17*	726.63	688.35	652.55	619.698	560.48	533.957
β_4	K-$O_{21,22}$ . . .						618.25		
	K граница . .	814.6	769.9	725.7	687.4	650.5	618.2	558.6	533.2

Линии	46-Pd	Линии	46-Pd	Линии	46-Pd
l L_{22}-M_{11}	4939.6	β_2 L_{22}-$N_{32,33}$ . . .	3900.7	L_{11}-граница . .	3420.6
η L_{21}-M_{11}	4650.2	L_{22}-граница . .	3900.5	α_2 K-L_{21}	588.632
α_2 L_{22}-M_{32}	4366.60	β_2'*2 (β_{11})	3868.8	α_1 K-L_{22}	584.266
α_1 L_{22}-M_{33}	4358.50	β_2''*2 (β_{12})	3857.4	β_3 K-M_{21}	520.093
α_3*2	4344	γ_5 L_{21}-N_{11}	3811.6	β_1 K-M_{22}	519.474
β_1 L_{21}-M_{32}	4137.30	γ_1 L_{21}-N_{32}	3716.36	β_2 K-$N_{21,22}$	509.181
β_4 L_{11}-M_{21}	4062.3	L_{21}-граница . .	3715.2	β_4 K-$O_{21,22}$	507.90*4
β_3 L_{11}-M_{22}	4025.7	γ_1'*2 (γ_7)	3678	K-граница . . .	507.70
β_6 L_{22}-N_{11}	4007.0	$\gamma_{2,3}$ L_{11}-$N_{21,22}$ . . .	3480.9		

*1 Для 42-Mo не-диаграммная линия $L\alpha_3$ имеет 6 компонентов, обычно «неразрешенных»; они не появляются, если $V=3$ kv, но три ближайшие к $L\alpha_1$ присутствуют, если $V=4$ kv; прочие появляются только при более высоких напряжениях [143]. Нормальные линии $L\alpha_1$ и $L\alpha_2$ возбуждаются при $V=2.9$ kv. *2 Не-диаграммные линии, приведенные Зигбаном. *3 Для Mo Девис и Пэркс [53.2] нашли спутников со стороны длинных волн для α_2, α_1 и β_1, отделенных от них соответственно на 0.096, 0.085 и 0.17 mÅ; они были названы α_2', α_1' и β_1'. *4 Сомнительного происхождения; значения взяты из [109].

E-источники (если нет специальной оговорки). Границы поглощения: *K*-граница для 54-Xe (23), для других (60); *L*-граница для 54-Xe (110), для других (27, 73). Излучение: *K*-серия для 47-Ag (96), для 53-J(33), для других (33, 96, 105, 108); *L*-серия β_2' и β_2'' (79), другие (142).

Линии		47-Ag	48-Cd	49-In	50-Sn	51-Sb	52-Te	53-J	54-Xe
l	L_{22}-M_{11} . . .	4697.6	4471.3	4259.3	4063.3	3880.3	3710.1		
η	L_{21}-M_{11} . . .	4410.1	4187.5	3976.1	3781.8	3599.6			
α_2	L_{22}-M_{32} . . .	4153.82	3956.36	3772.42	3601.08	3440.75	3291.00	3150.87	
α_1	L_{22}-M_{33} . . .	4145.64	3947.82	3763.67	3592.18	3431.77	3281.92	3141.66	
α_3*1	. .	4131.70	3933	3749.91					
β_1	L_{21}-M_{32} . . .	3926.64	3730.08	3547.83	3377.92	3218.36	3069.97	2930.93	
β_4	L_{11}-M_{21} . . .	3861.1	3674.25	3499.0	3336.3	3184.3	3040.0	2906	
β_3	L_{11}-M_{22} . . .	3824.45	3636.42	3461.9	3298.9	3145.14	3001.3	2867	
β_6	L_{22}-N_{11} . . .	3799.4	3607.3	3428.0	3262.2	3107.8	2964.4		
β_2	L_{22}-$N_{32,33}$ . .	3693.83	3506.4	3331.2	3167.9	3016.6*2	2876.1	2746.08	
β_7	L_{22}-O_{11} . . .			3317	3149				
	L_{22}-граница .	3690.8	3496.3	3315.5	3149.3	2990.7	2845.7	2713.9	2587.5*3
β_2'*1(β_{11})		3663.5	3478.7	3304.0	3142.6	*2993.4*			
β_2''*1(β_{12})		3653.6	3470.7	3295.9	3134.7	2985.8*2			
β_{10}*1		3630		3265.8	3114.4	2972.5			
β_9*1		3620		3259.8	3108.1	2965.8			
γ_5	L_{21}-N_{11} . . .	3607.3	3418.1	3241.8	3077.4	2925.6	2783.1		
γ_1	L_{21}-N_{32} . . .	3514.85	3328.0	3155.29	2994.93	2845.07*2	2706.47	2577.48	
	L_{21}-граница .	3506.7	3319.0	3139.5	2972.3	2821.9	2679.3	2547.5	2425.3*3
γ_1'*1(γ_7)		3480	3296	3125	2968.5				
$\gamma_{2,3}$	L_{11}-$N_{21,22}$ . .	3299.7	3131.6	2973.6	2827.3	2688.9	2564.9		
$\gamma_{2,3}'$*1		3270							
γ_4	L_{11}-$O_{21,22}$ . .			2919.1	2771.3	2633.6	2505.7		
	L_{11}-граница .	3247.4	3077.3	2919.4	2769.6	2631.7	2503.9	2383.9	2272.4*3
α_2	K-L_{21}	562.669	538.29	515.46	493.96	473.86	454.91	436.94	
α_1	K-L_{22}	558.277	533.86	511.03	489.48	469.31	450.37	432.43	
β_3	K-M_{21}	496.647	474.97	454.42	435.06	} 416.23	399.26 {	383.92	
β_1	K-M_{22}	496.009	474.29	453.72	434.40			383.15	
β_2	K-$N_{21,22}$ . . .	486.030	464.38	444.09	424.85	407.10	390.37	374.61	
	K-граница . .	485.2	463.4	443.6	424.3	406.6	389.7	373.8	538.8

*1 Не-диаграммные линии, приведенные Зигбаном (142). *2 Довилье (5, 47) приводит для 51-Sb $\beta_2\lambda$=3011.7, $\beta_9(L_{11}$-$M_{32})\,\lambda$=2989 и β_8 (L_{11}-$M_{33})\lambda$=2985.5 (отвечающие соответственно β_8, β_{10} и β_9 по Зигбану) и $\gamma_{10}\,\lambda$=2840. *3 Эти *L*-границы дают сильные линии поглощения, подобные линиям электроположительных элементов и отличные от линий J′ и Br′; они лежат на экстраполированной кривой для элементов от Ag до J, но не укладываются на ней от Cs до Nd (110).

F-источники (если нет специальной оговорки). Границы поглощения: *K*-границы для 55-Cs и 56-Ba (60), для других (24); *L*-границы для 55-Cs L_{11} (118), для 57-La и 58-Ce (41), для других (127). Излучение: *K*-серия (32, 33); ср. (109); *L*-серия, η для 56-Sa, все β_5, все γ_6 (L_{21}-O_{32}) и γ_4 для 63-Eu (5, 48), другие (142).

Линии		55-Cs	56-Ba	57-La	58-Ce	59-Pr	60-Nd	62-Sa	63-Eu
l	L_{22}-M_{11} . . .		3128.7	3000		2778.1	2670.30	2477.0	2390.3
η	L_{21}-M_{11} . . .	2983.3	2857.1	2734	2614.7	2507	2404.2	2214.5	
α_2	L_{22}-M_{32} . . .	2895.60	2779.02	2668.93	2565.11	2467.63	2375.63	2205.68	2127.33
α_1	L_{22}-M_{33} . . .	2886.10	2769.64	2659.68	2556.00	2457.70	2365.31	2195.01	2116.33
α_3*1			2755.4*2					2184.6	
β_{11}*1	L_{11}-M_{11} . . .		2631.5						
β_1	L_{21}-M_{32} . . .	2677.84	2562.24	2453.30	2351.00	2253.90	2162.21	*1993.57*	*1916.31*
β_4	L_{11}-M_{21} . . .	2660.5	2549.8	2443.8	2344.2	2250.1	2162.2	1996.4	1922.1
β_{13}*1	L_{21}-M_{33} . . .						2154.8	1987.6*3	1908.1*3
β_3	L_{11}-M_{22} . . .	2622.93	2511.0	2405.3	2305.9	2212.4	2122.2	1958.0	1882.7
β_6	L_{22}-N_{11} . . .	2587.5	2477.2	2373.9	2276.9	2185.9	2099.3	1942.2	1870.5
β_{14}*4					2212.1*5	2122.0	2038.8*5	1885.1*5	1781.4*5
β_2	L_{22}-$N_{32,33}$ . .	2506.4	2399.3*2	2298.0	2204.1	2114.8	2031.4	1878.1	1808.2
$\beta_{11,12}$*4		2483	2381.7						
β_9*1	L_{11}-M_{32} . . .	2381.3*6						1866.2*6	*1794.0*6
β_{10}*4				2285	2191.6	2102.5	2019.3	1865.7	1796
β_9*4		*2473*	*2371.2*	2277	*2184.0*	2095.8	*2011.7*	*1858.1*	1788
β_8*1	L_{11}-M_{33} . . .		2375.5		2184.4		2013.8	1858.9	1786.0
β_7	L_{22}-O_{11}	2480	2375.6	2270	2176.3	2087.4	2004.3	1852.3	1784
β_5	L_{22}-$O_{32,33}$ . .		2359.5		2164.0			1843.7	1773.4

	Линии	55-Cs	56-Ba	57-La	58-Ce	59-Pr	60-Nd	62-Sa	63-Eu
	L_{22}-граница .	2467.4	2356.8	2253.7	2159.7	2072.8	1990.7	1840.8	1771.7
β_{10}*1			2351.1		2153.1			1834.0	1764.7
γ_5	L_{21}-N_{11} . . .	2411.1	2302.3	2200.8	2105.6	2016.1	1931.3	1775.1	1705
γ_1'*1					2051.1		*1879.3*	1728.7	*1658.9*
γ_9*4					2051	1962.2	1880.4	1728.5	1659.3
γ_1	L_{21}-N_{32} . . .	2342.52	2236.60*2	2137.20	2044.33	1956.81	1873.83	1723.09	1654.3
γ_{10}*1			2218.6		2028.8		1860.0	1711.3	1642.2
γ_8	L_{21}-O_{11} . . .		2218		*2019*	*1932.2*			*1629*
γ_7*4			2218		2029	1942.2	1859		*1644*
γ_6*1	L_{21}-N_{43} . . .		2211.2		2019.6		1851.4	1701.9	1633.4
γ_6	L_{21}-O_{32} . . .		2201.6		2009.1		1842.6	1692.6	1624.1
	L_{21}-граница .	2307.5	2199.3	2098.9	2006.7	1920.1	1839.1	1699.1	1622.8
γ_7'*1			2143.8					1664.4	1598.6
γ_{10}*4		2236.9	2140.2	2048.1	1962.3	1881.1			
γ_3'*1			2134.2		1956.1			1656.0	*1591.9*
γ_2	L_{11}-N_{21} . . .	2232.2	2134.0	2041.6	1955.9	1875.0	1797.4	1655.9	1593.9
γ_3	L_{11}-N_{22} . . .	2227.0	2129.5	2036.5	1950.9	1869.9	1792.5	1651.7	1587.7
γ_9*1	L_{11}-N_{33} . . .		2098.9		1922.5			1626.1	1561.9
γ_4	L_{11}-$O_{21,22}$ . .	2169.1	2071.5*2	1978.7	1895.2	1815.3	1740.8	1603.3	1541.0
	L_{11}-граница .	2160.5	2062.0	1968.9	1885.6	1807.1	1731.7	1595.4	1533.3
α_2	K-L_{21}	403.98	388.91	374.60	360.97	348.05	335.96	313.20	302.69
α_1	K-L_{22}	399.48	384.31	369.96	356.37	343.40	331.31	308.54	297.99
β_3	K-M_{21}	354.36	340.89	328.09	315.72	304.39	293.51	273.25	263.86
β_1	K-M_{22}	353.62	340.22	327.26	315.01	303.60	292.75	272.50	263.07
β_2	K-$N_{21,22}$ . . .	345.16	332.22	319.66	307.70	296.25	285.73	265.75	256.45
	K-граница . .	344.5	330.8	318.6	306.5	295.1	284.4	264.4	254.8

*1 Не-диаграммные линии, приведенные Довилье ([5], [47]); если дано обозначение разности, его следует рассматривать как ориентировочное. В этой таблице данные Довилье β_7 и β_7' обозначены соответственно β_7' и β_7. Его β_2'', β_8, β_9 совпадают соответственно с β_8, β_9, β_{10} по Зигбану. *2 Для 56-Ba Довилье ([5], [47]) приводит следующие не-диаграммные линии: $\alpha_4\lambda$=2732.7, $\beta_2'\lambda$ = 2395.4, $\gamma_1'\lambda$ = 2232.4, γ_4' λ = 2067.5. *3 Зигбан ([142]) дает для $\beta_{1,3}\lambda_{Sa}$=1987.1, λ_{Eu}=1909.2. *4 Не-диаграммные линии, приведенные Зигбаном ([142]). *5 Довилье ([5], [47]) дает для $\beta_{14}\lambda_{Ce}$=2212.4, λ_{Nd}=2039.5, λ_{Sa}=1886.0, λ_{Eu}=1813.9. *6 Тот же автор называет ее β_2''.

G-источники (если нет специальной оговорки). — Границы поглощения: *K*-границы ([24]), *L*-границы для 65-Tb (L_{11}) и для 67-Ho ([127]), для 65-Tb (L_{22}-L_{21}) и для 70-Yb ([74]), для других ([41]). Излучение: *K*-серия для 67-Ho ([109]), для других ([32], [33]); ср. ([109]). *L*-серия для 69-Tu ([37]), β_5 (L_{22}-$O_{32,33}$) и γ_6 (L_{21}-O_{32}) ([5], [48]), для других ([142]); *M*-серия ([83]).

	Линии	64-Gd	65-Tb	66-Dy	67-Ho	68-Er	69-Tu	70-Yb	71-Lu
α_1	M_{33}-N_{44} . . .								7820
α''*1								8111	7803
α'*1								8090	7787
β	M_{32}-N_{43} . . .								7582
β''*1					8919			7870	7560
β'*1								7852	
γ	M_{22}-$N_{32,33}$ . .								6780
l	L_{22}-M_{11} . . .	2307.1	2229.0	2154.0	2082.1	2015.1		1890.0	1831.8
α_2	L_{22}-M_{32} . . .	2052.62	1982.31	1915.64	1852.06	1791.40	1733.9	1678.9	1626.36
α_1	L_{22}-M_{33} . . .	2041.93	1971.49	1904.60	1840.98	1780.40	1722.8	1667.79	1615.51*2
η	L_{21}-M_{11} . . .			1892.2	1822.0	1754.8	1692.3	1631.0	1573.8
β_4	L_{11}-M_{21} . . .	1849.3	1781.4	1716.7	1655.3	1596.4	1541.2	1488.2	1437.2
β_1	L_{21}-M_{32} . . .	1842.46	1772.68	1706.58	1643.52	1583.44	1526.8	1472.5	1420.7
β_{13}*3		1835.5	1765.5	1699.2	1635.5	1575.6			
β_3	L_{11}-M_{22} . . .	1810.9	1742.5	1677.7	*1616.0*	*1557.9*	*1502.3*	*1449.4*	*1398.2*
β_6	L_{22}-N_{11} . . .	1803.1	1737.5	1677.7	1618.8	1563.6	1511.5	1462.7	1414.3
β_{14}*3		1748.1*2	1685.1	1625.1	1567	1512			
β_2	L_{22}-$N_{32,33}$ . .	1741.9	1679.0	1619.8	1563.7	1510.6	1460.2	1412.8*2	1367.2*2
$\beta_2'\beta_2''$*3 ($\beta_{11,12}$)						1501.4			1359
β_9*4	L_{11}-M_{32} . . .	1729.3							*1339.8*
β_{10}*3		1728.1	1664						*1339.8*
β_9*3						*1482.3*			*1333.0*
β_8*4	L_{11}-M_{33} . . .	1720.0							*1333.0*

Линии		64-Gd	65-Tb	66-Dy	67-Ho	68-Er	69-Tu	70-Yb	71-Lu
β_7*4	L_{22}-$N_{43,44}$ . .								1346.6
β_7	L_{22}-O_{11} . . .	1719.6	1655.8	1595.7		1489.2			1345.9
β_9*3						1482.3			*1333.0*
β_5	L_{22}-$O_{32,33}$ . .	1709.3							1339.8
	L_{22}-граница .	1706.2*2	1644.2	1587.0	1532.2	1479.6	1429.9	1382.64	1337.7
γ_5	L_{21}-N_{11} . . .	1637.6	1574.2	1515.2	1459	1403	1352.3	1303.0	1256
γ_9*3		1593.6*2	1531.4		1416				
γ_1	L_{21}-N_{32} . . .	1588.63	1526.6	1469.7	1414.2	1362.3	1312.7	1264.8	1220.3
γ_{10}*4		1578.9						1256.8	1211.9
γ_6*4	L_{21}-N_{43} . . .	1569.5						1248.3	1201.6
γ_6	L_{21}-O_{32}	1561.5						1240.5	1196.9
	L_{21}-граница .	1558.7	1499.4	1441.4	1386.9	1334.9	1284.9	1238.14	1194.5
γ_2	L_{11}-N_{21} . . .	1531.0*2	1473.8	1420.3	1367.7	1318.4	1271.2	1225.6	1183.2
γ_3	L_{11}-N_{22} . . .	1525.9	1468.3	1413.9	1361.3	1311.8	1265.3	1219.8	1177.5
γ_9*4	L_{11}-N_{33} . . .	1538.3						1201.6	1160.5
γ_4	L_{11}-$O_{21,22}$ . .	1481.8	1423.9	1371.4	1319.7	1273.2	1226.4	1182.0	1141.1
	L_{11}-граница .	1474.0	1417.0	1364.8	1314.6	1266.0	1219.6	1176.4	1136.2
α_2	K-L_{21}	292.41	282.94	273.64	264.99	256.72	248.61	240.99	233.58
α_1	K-L_{22}	287.73	278.19	268.87	260.30	251.99	243.87	236.22	228.82
β_3	K-M_{21}	254.71	246.29	237.87		223.00	215.58	209.16	202.52
β_1	K-M_{22}	253.94	245.51	237.10		222.15	214.87	208.34	201.71
β_2	K-$N_{21,22}$ . . .	247.62	239.12	231.28		216.71		203.22	196.49
	K-граница . .	246.2	237.6	230.1	221.8	215.8	208.5	201.6	195.1

*1 Спутники диаграммных линий; ни на одной фотографии не были разложены (83). $M\alpha$ и $M\beta$—«неразрешенные» мультиплеты; структурные детали см. (166). *2 Другие не-диаграммные линии, приведенные Довилье (5, 47): для 64-Gd, $\beta_{14}\lambda = 1748.7$, $\beta_{10}\lambda = 1703.3$; $\gamma_1'\lambda = 1594.6$, $\gamma_7'\lambda = 1538.3$; для 70-Yb, $\beta_2''\lambda = 1405.9$; для 71-Lu $\alpha_3\lambda = 1612.2$, $\beta_2'\lambda = 1368.9$, $\beta_2''\lambda = 1357.9$. *3 Не-диаграммные линии, приведенные Зигбаном (142). *4 Не-диаграммные линии, приведенные Довилье (5, 47); если приведено обозначение разностей, то его следует рассматривать как ориентировочное. В этой таблице данные Довилье β_7 и β_7' обозначены соответственно через β_7' и β_7. Его β_2'', β_8, β_9 совпадают соответственно с β_8, β_9, β_{10} по Зигбану.

H-источники (если нет специальной оговорки).—Границы поглощения: *K*-границы для 72-Hf и 73-Ta (24), для 74-W см. табл. 7, для других (59); *L*-границы для 72-Hf (41), для 73-Ta и 74-W (127), для других (63, 66); *M*-границы для 74-W (197) и для 76-Os, 77-Ir и 78-Pt (136). Излучение: *K*-серия для 72-Hf (33); ср. (109), для других (58); *L*-серия: значения в ( ) (81), для 72-Hf (37), для 73-Ta более сильные (188), для других (36), исправленные: для 76-Os (η, β_2, β_3, β_4, β_5, β_6, β_7, γ_5, γ_6), для 77-Ir (η, β_7, γ_4, γ_5) и 79-Au (β_3, L_{21}-P_{11}, L_{22}-P_{11}) (47), для других (142); *M*-серия для 72-Hf (37), для 74-W (161), для других (83)

Линии		72-Hf	73-Ta	74-W*1	76-Os	77-Ir*1	78-Pt*1	79-Au*1
	M_{33}-N_{22}					8012		*x*
	M_{22}-N_{11}			7349	6882	6663		6264
α_1	M_{33}-N_{44}	7521	7238	6963	6481	6250	6041	5831
α''*2				6952	6459	6223	6026	5812
	M_{32}-$O_{21,22}$			6750				
β	M_{32}-N_{43}	7286	7001	6733	6256	6030	5820	5619
β''*2				6726	6233	6011	5797	
	M_{33}-граница . . .			6708	6194	5961	5736	
	M_{32}-граница . . .			6475	5975	5754	5541	
	M_{21}-N_{11}			6271	5802			
γ	M_{22}-N_{32}		6301	6123	5672	5484	5303	5131
γ	M_{22}-N_{33}			6083				
γ'				6066	5652			
	M_{22}-O_{11}			5607				
	M_{22}-граница . . .			5416	5027	4851	4674	
	M_{21}-N_{32}			5365	4949	4768	*x*	*x*
	M_{11}-N_{22}			5157	4779	4548	4407	4230
	M_{21}-граница . . .			4800	4412	4270	3738	
	M_{11}-$O_{21,22}$			4433				
	M_{11}-граница . . .			4365	4037			
l	L_{22}-M_{11}	1777.4	1724.2	1675.05			1497.23	1456.54
				(1675.0)				
t*3			1671.7	1621.6		1490.0	1449.0	1410.0
s*3			1608.6	1561		1429.5		1348.1

	Линии	72-Hf	73-Ta	74-W *1	76-Os	77-Ir *1	78-Pt *1	79-Au *1
α_2	L_{22}-M_{32}	1577.04	1529.8	1484.52 (1484.38)	1398.2	1359.39 (1359.8)	1321.21 (1321.55)	1284.89 (1285.02)
α_1	L_{22}-M_{33}	1566.07	1518.85	1473.48 (1473.36)	1388.16	1348.34 (1348.47)	1310.08 (1310.33)	1273.55 (1273.77)
α_3*3			1514.3		1383.2	1343.3	1304.9	1268.9
η	L_{21}-M_{11}	1519.7	1465.5	1417.7 (1418.1)	1325.8	1283.6	1240.1	1199.5
β_{11}*3	L_{11}-M_{11}		1383.3	1334.4		1204.4	1163.4	
β_4	L_{11}-M_{21}	1389.3	1343.1	1298.74 (1298.79)	1215.0	1176.4	1139.8	*1104.4*
β_6	L_{22}-N_{11}	1371.1	1327.4	1287.1 (1237.0)	1204.8	1171.7	1139.8	1110.6
β_1	L_{21}-M_{32}	1371.1	1324.23	1279.17 (1279.17)	1194.59	1154.95 (1155.40)	1117.22 (1117.58)	1080.93 (1081.28)
β_3	L_{11}-M_{22}	1349.7	1304.1	1260.00 (1259.92)	1177.2	1137.9	1099.50	1065.2
β_2	L_{22}-$N_{32,33}$	1323.5	1281.90	1241.91 (1242.03)	1168.38*4	1132.87 (1132.97)	1099.50*4 (1099.74)	*1067.75*4 (1068.01)
β_2''*3			1275.0	1236.0	1161.6	1127.3	1094.1	1061.0*5
β_2', β_2''*6 (β_8)	}		1274.7	1235.4*7		1126.7	1092.8	1060.9
β_7	L_{22}-O_{11}	1303.5	1260.9	1220.8	1147.9*8	1111.6*8	1078.5	1046.5
β_7*3	L_{22}-$N_{43,44}$					1108.2	1076.2	1045.3
	L_{22}-граница . . .	1293.0	1251.7	1211.6			1070.9	1038.7
β_5	L_{22}-$O_{32,33}$		1251.5	1212.5 (1202.5)	1140	1103.0	1070.1	1038.2
	L_{22}-P_{11}							1036.0
β_9*3	L_{11}-M_{32}		*1251.8*	1210.5		1097.7	1059.3	*1025.4*
β_{10}*6			1251.5	1209.4			1057.0	1025.7
β_8*3	L_{11}-M_{33}		1243.0	1203.4	1123.8	1087.4	1052.4	*1018.2*
β_9*6			1243.8	1202.1			1051.9	1018.8
γ_5	L_{21}-N_{11}	1212.1	1170.9	1129.2	1054.1	1019.7	985.5	954.2
γ_1	L_{21}-N_{32}	1176.5	1135.58	1095.53 (1096.30)	1022.47	988.41 (988.76)	955.45 (955.99)	924.37 (924.61)
γ_{10}*3			1129.0	1088.7		982.2	950.3	
γ_8	L_{21}-O_{11}			1079				
γ_6*3	L_{21}-N_{43}		1117.6	1078.5	1005.3	971.4	937.9	907.5
γ_6	L_{21}-O_{32}		1110.9	*1072.0*	999.1	963.6	*931.7*	901.25
	L_{21}-граница . . .	1151.5	1110.2	1071.3			932.1	*901.1*
γ_2	L_{11}-N_{21}	1141.3	1102.9	1065.84 (1065.88)	995.7	963.6	931.7	901.25
	L_{21}-P_{11}							899.0
γ_3	L_{11}-N_{22}	1135.6	1097.1	1059.65 (1059.87)	988.8	956.6	925.6	895.68
γ_9*3	L_{11}-N_{33}			1043.9	975.0	942.6	912.0	883.0
γ_4	L_{11}-$O_{21,23}$	1100.1	1063.3	1026.47 (1025.8)	957.2	924.5	895.0	866.3
	L_{11}-граница . . .	1097	1057	1020.5			892.1	861.3
α_2	K-L_{21}	226.53	219.73	213.45	201.31	195.50	190.04	184.83
α_1	K-L_{22}	221.73	214.88	208.62	196.45	190.65	185.23	179.96
β_3	K-M_{21}	195.83						
β_1	K-M_{22}	195.15	189.91	184.22	173.61	168.50	163.70	159.02
β_2	K-$N_{21,22}$	190.42	184.52	178.98	168.75	163.76	158.87	154.26
	K-граница . . .	190.1	183.6	178.07			158.1	153.4

*1 Измерения Фримана (81) ярких линий даны в ( ), они более точны, чем прежние данные; он не измерял слабых линий. *2 Спутники диаграммных линий; ни на одной фотографии не были разложены (83). $M\alpha$ и $M\beta$—«неразрешенные» мультиплеты; структурные детали см. (166). *3 Не-диаграммные линии, приведенные Довилье (5, 47); если дано обозначение разности, его следует рассматривать как ориентировочное. В этой таблице данные Довилье β_7 и β_7' обозначены соответственно через β_7' и β_7. Его β_2'', β_8, β_9 соответствуют β_8, β_9 и β_{10} по Зигбану. *4 Довилье (5, 47, 48) приводит отдельно β_2' с λ_{Os}=1170.2, λ_{Pt}=1100.9, λ_{Au}=1069.75. *5 Довилье (5, 47) приводит $\beta_2''\lambda$=1062.3 для 79-Au. *6 Не-диаграммные линии, приведенные Зигбаном (142). *7 Тот же автор приводит это же значение и для $\beta_{11,12}$. *8 Измеренная Довилье и названная им β_7'; его β_7 есть соседняя не-диаграммная линия L_{22}-$N_{43,44}$.

I-источники (если нет специальной оговорки).—Границы поглощения: K-границы (59); L-границы для 88-Ra (19), для других (63, 66); M-границы (34, 154). Излучение: K-серия для 92-U (135), для других (58); L-серия в ( ) (81), для 80-Hg (75), для 84-Po и 88-Ra (19), для 92-U (γ_4 и L_{11}-$P_{21,22}$) (47), для других (142); M и N-серии (83).

	Линии	80-Hg*1	81-Tl*2	82-Pb*3	83-Bi*2	84-Po	88-Ra	90-Th*2	92-U*2
	N_{22}-$O_{32,33}$ . .							13805	12874
	N_{22}-P_{11} . . .							13149	12250
	N_{21}-O_{32} . . .							11046	10385
	N_{11}-$O_{21,22}$ . .							10030	9619
	N_{11}-$P_{21,22}$ . .				13208			9397	8691
	M_{33}-N_{22} . . .			6727	6498			5245	4929
	M_{22}-N_{11} . . .		5879	5687	5525			4569	4326
α_2	M_{33}-N_{43} . . .				5117			4138	3913
α_1	M_{33}-N_{44} . . .		5443	5273	5107			4129	3901
α''*4			5427	5250	} 5078			4097 {	3885
α'*4				5242					
β	M_{32}-N_{43} . . .		5233	5065	4894			3931	3709
β''*4			5210	5042	4875			3925	3696*5
β'*4								3921	3684
	M_{32}-$O_{21,22}$ . .		5185	4994	4815			3792	3570
	M_{33}-P_{22} . . .							3753	3514
	M_{33}-граница .				4762			3721	3491
γ	M_{22}-$N_{32,33}$ . .		4806	4666	*4513*			3657	3472
γ'*4			4798		*4497*			3645	3459*5
	M_{32}-граница .				4569			3552	3326
	M_{21}-N_{11} . . .			4646	x			3530	3321
	M_{22}-O_{11} . . .							3276	3107
	M_{22}-$O_{32,33}$ . .							3109	2927
	M_{11}-N_{21} . . .				3884			3127	2909
	M_{22}-граница .				3894			3058	2873
	M_{21}-N_{32} . . .		4095	3945	3816			2999	2815
	M_{11}-N_{22} . . .		3932	3789	3672			2917	2750
	M_{21}-O_{32} . . .							2612	2439
	M_{21}-граница .							2571	2385
	M_{11}-$O_{21,22}$ . .							2437	2299
	M_{11}-$P_{21,22}$ . .								2248
	M_{11}-граница .							2388	2228
l	L_{22}-M_{11} . . .	1418.41		1346.62	1312.95			1112.41	1064.77
s*6		1380.6*7							961.7
α_2	L_{22}-M_{32} . . .	1249.51	1216.03	1183.52	1153.3			965.24	920.14
α_1	L_{22}-M_{33} . . .	1238.48	1204.71	1172.02	1141.15	1101	1010	953.42	908.33
			(1204.93)	(1172.58)	(1141.50)			(954.05)	(908.74)
η	L_{21}-M_{11} . . .	1161.6	1125	1090.2	1057				802.9
β_6	L_{22}-N_{11} . . .	1076.8	1048.0	1018.8	991.6			826.2	786.6
β_4	L_{11}-M_{21} . . .	1069.2	1037.1	1004.69	975.4			789	745.4
β_1	L_{21}-M_{32} . . .	1045.49	1012.66	979.90	*949.30*	920		*762.59*	*718.07*
			(1012.99)	(980.83)	(*950.02*)			(*763.56*)	(*718.51*)
β_2	L_{22}-$N_{32,33}$ . .	1036.55	1007.86	979.90	952.93			791.08	752.68*8
			(1008.22)		(953.24)			(791.92)	(753.07)
β_8*9		1030.46		973.5					
β_3	L_{11}-M_{22} . . .	1030.46	997.8	966.02	935.7			*752.1*	*708.4*
β_2 *6									745.9
β_7*6	L_{22}-$N_{43,44}$ . .								*734.0*
β_7	L_{22}-O_{11} . . .	1015.5	988	959.0					736
β_5	L_{22}-$O_{32,33}$ . .	1006.7	978.3	*949.52*	922.3			762.59	724.13
	L_{22}-граница .		977.9	950.0	921.9		802	759.9	721.6
β_9*6	L_{11}-M_{32} . . .	984.2							685.3
β_8*6	L_{11}-M_{33} . . .								679.7
β_9*9				922.3	893.8				
γ_5	L_{21}-N_{11} . . .	922.9	894.2	863.9	837.8				
γ_1	L_{21}-N_{32} . . .	893.53	865.29	837.08	810.65			651.03	612.83
			(865.71)	(838.01)	(811.43)			(651.76)	(613.59)
γ_2	L_{11}-N_{21} . . .	872.4	844.7	818.2	792.9				604.4
γ_3	L_{11}-N_{22} . . .	*866.2*	*837.9*	813.70	787.4				597.0
γ_6	L_{21}-O_{32}	872.4	*841.7*	813.70	787.4			630.1	592.6
	L_{21}-граница .	870.3	841.8	813.6	787.4		668	628.8	592.0
γ_4	L_{11}-$O_{21,22}$ . .	836.1	810.0	783.6	761				573.8
	L_{11}-$P_{21,22}$ . .								568.9
	L_{11}-граница .	833.8	805.8	780.6	756.5			604.6	568.7
α_2	K-L_{21}		174.66	170.04	165.25				130.95

	Линии	80-Hg*1	81-Tl*2	82-Pb*3	83-Bi*2	84-Po	88-Ra	90-Th*2	92-U*2
α_1	K-L_{22}		169.80	165.16	160.41				126.40
β_3	K-M_{21}		} 150.11	146.06	142.05				111.87
β_1	K-M_{22}								
β_2	K-$N_{21,22}$ . . .		145.39	141.25					108.42
	K-граница . .	149.1	144.8	141.0	137.2			113.1	107.5

*1 Для 80-Hg существует также β_{10} с λ=993.6 и неразмещенные линии 907.6, 882.9 и 856.4, все из (75). См. также *2. *2 Измерения ярких линий Фримана (81) даны в скобках, они более точны, чем прежние значения; слабые линии им не измерялись. *3 Длины волн λ L-серии Ra G Хönигшмидта (Hönigschmidt) (атомный вес, A,=206.05) совпадают с точностью до 0.5 mÅ с длинами волн обыкновенного Pb (A=207.18) (145); длины волн $L\alpha_1$ этих свинцов совпадают с точностью до 0.006 mÅ (29); длины волн границ поглощения двух свинцов Ричарда (A=206.08 и 207.20) совпадают с точностью до 1 mÅ (70). См. также *2. *4 Спутники диаграммных линий; ни на одной фотографии не были разложены (83). *5 В спектре 92-U линии $M\beta''$ и $M\gamma'$ сопровождаются спутниками: β''' с λ=3700, γ'' с λ=3466. *6 Не-диаграммные линии, приведенные Довилье (5, 47); если дано обозначение разности, то его следует считать за ориентировочное. В этой таблице данные Довилье β_7 и β_7' обозначены соответственно β_7' и β_7. Его β_2'', β_8, β_9 совпадают, соответственно, с β_8, β_9, β_{10} по Зигбану. *7 Неразмещенная линия, но не s. *8 Довилье (5, 47, 48) указывает отдельно для 92-U линию β_2' с λ=754.68. *9 Не-диаграммная линия, указанная Зигбаном (142).

Замечания к табл. 11
(относящиеся к литературным источникам).

(19) Ошибка не указывается.

(23) Ни ошибка, ни значение, принятые для константы решетки, не указываются.

(24) В опытах пользовались каменной солью и значением Зигбана d_r=2.814 Å, но результаты не могут быть точно сопоставлены с данными, полученными для кальцита.

32) Вероятная ошибка для $K\beta_2$ может достигать 0.24 mÅ; для других она составляет 0.08 mÅ.

(33) Проверенные результаты очень хорошо совпадают с данными (109).

(34) Ошибка не указывается.

(37) Ошибка оценивается в 2 mÅ.

(47) Значения для ярких линий совпадают с точностью до 0.1 mÅ с данными Зигбана, но для таких линий, как $L\beta_3$ и $L\beta_4$, они отличаются от данных Зигбана примерно на 0.4 mÅ.

(5, 48) Вероятная ошибка оценивается в несколько десятых mÅ. Значения основываются на данных Зигбана для K-линий 26-Fe и 29-Cu.

(59) Вероятная ошибка $<1/3$%; перечисление может прибавить $\geqslant 0.5$ в последнем знаке.

(60) Вероятная ошибка не установлена; применялся ионизационный спектрометр, и положение средней точки прерывности определялось с точностью до 0.1% угла скольжения.

(63, 66) Ошибка оценивается в 0.3—0.4 mÅ для большей части L_{21}- и L_{22}-границ и в среднем приблизительно в 0.9 mÅ для границы L_{11}. Данные перечислены при d_c= =3.02904 Å (см. табл. 9).

(75) Измерения, произведенные для 80-Hg, были отнесены к соседним линиям других элементов; λ для последних были не вполне точны.

(72, 80) Ошибка не указывается; применялся кристалл сахара; значения не перечислялись; данные для 12-Mg и 13-Al наименее точны.

(83) Ошибка достигала 2÷4′ удвоенного угла скольжения, т. е. 1.5÷3 mÅ для кальцита и больше для гипса и сахара; применялись все три кристалла. В некоторых случаях обозначение разностей автора было изменено для согласования с требованиями правила отбора (стр. 194). Долезек (55) высказывает сомнение относительно правильности некоторых переходов, приписываемых линиям N-серии, но его поправки кажутся несовместимыми с наблюденными интенсивностями.

(105) Измерения проделаны тщательно и обыкновенно с точностью до 0.1—0.2 mÅ совпадают с результатами (108).

(108) Вероятная ошибка не больше нескольких единиц в последнем знаке; работа сделана в лаборатории Зигбана.

(110) Значения базируются на λ=1242.1 mÅ для $L\beta_2$ W и на белых линиях 2515.7 mÅ и 2451.5 mÅ, обусловленных эффектом Оверна (131) в кристалле каменной соли; при этом d_r принимается равным 2.8125 A. Данные не исправлялись, т. к. приняты значения $L\beta_2$ для W совпадают с приведенными в табл. 9.

(114) Ошибка не указана; отдельные пластинки отличаются от среднего только на 0.1—0.2 mÅ.

(116, 117) Точные исследования.

(118) Ошибка не указана. Часть работы сделана с прецизионным спектрометром Зигбана.

(135) Вероятная ошибка=0.1 mÅ. Применялся метод вращающегося кристалла де Бройля (de Broglie). Род кристалла не указан, но, возможно, расхождения его результатов с результатами Корка (32) могут быть объяснены значениями, принимаемыми ими для W, которые даны в таблице 9.

(142) Вероятная ошибка в K-серии не больше нескольких единиц в последнем знаке.

(151) Большая часть результатов дана с точностью не свыше 10 mÅ. Не указано, к какой $L\beta$ относятся измерения, вероятно, что к $L\beta_1$.

(154) Ошибка не указана.

(167) Вероятная ошибка $K\alpha_1$ и $K\alpha_2$=0.04 mÅ, для $K\beta_1$=0.06 mÅ.

ГРАНИЦЫ ПОГЛОЩЕНИЯ.

Когда изменяется длина волны (λ) излучения, то коэффициент поглощения данного вещества резко меняется при прохождении λ через некоторые опреде-

ленные значения. Эти значения называются границами поглощения вещества, они оказались совпадающими с предельными частотами характеристических серий излучения поглощающего вещества; подробнее см. «Поглощение и рассеяние рентгеновых лучей», стр. 213. В этом разделе мы будем заниматься только тонкой структурой этих границ и влиянием химических соединений. О численных значениях границ см. табл. 10 и 11.

ТАБЛИЦА 12.—ГРАНИЦЫ ПОГЛОЩЕНИЯ. ТОНКАЯ СТРУКТУРА И ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.

Границы поглощения некоторых элементов имеют тонкую структуру (38, 72, 80). Структура на стороне длинных λ может быть частично объяснена влиянием примесей (113, 114). Тонкая структура на стороне коротких λ наблюдается только тогда, когда поглощающий экран тонок. Кроме приводимых данных подробные сведения можно найти в (4, 153).

Подстрочные римские цифры указывают валентность элемента в изученных соединениях, ΔV_c—величина, на которую эквивалентный потенциал возбуждения химического соединения превышает потенциал отдельных элементов; $\Delta V_c = \left(\frac{1}{\lambda_c} - \frac{1}{\lambda_e}\right)\frac{hc}{e} = hc\Delta\lambda/e\lambda_c\lambda_e$, где λ_c [λ_e]—длина волны границы поглощения соединения [элемента] и $\Delta\lambda \equiv \lambda_e - \lambda_c$. На основании «принятых» констант («Справочник» том I, стр. 14) $hc/e = 12344$ vÅ. K_1—главная K-граница, K_2—вторичная граница поглощения; в каждом случае λ соответствует наинизшей частоте края линии, $\delta\lambda$—ширине линии (ср. фиг. 14). λ дана в mÅ; ΔV—в v.

Z	Поглотитель	λ	ΔV_c	Лит.
	K-граница			
14	Si*1	6731.0		(114)
	Si_{IV}	6707.5	6.4	(114)
15	P (белый)*1	5776.9		(152)
	P (черный)	5771.5	2.0	(152)
	Гипофосфит	5757.5	7.2	(152)
	Фосфит	5754.1	8.4	(152)
	Фосфат	5750.1	9.7	(152)
16	S (см. ниже)			
17	Cl (см. ниже)			
19	K*1	3431.0		(113)
	KCN	3429.3	1.8	(113)
	KCNS	3428.7	2.4	(113)
	KJ	3428.3	2.8	(113)
	KCl	3428.0	3.1	(113)
	$K_2S_2O_8$	3427.3	3.9	(113)
	K_2SO_4	3426.7	4.5	(113)
	$KClO_4$	3426.3	4.9	(113)
20	Ca (см. ниже)			
21	$Sc_2(SO_4)_3$	2751.7		(72, 80)
22	Ti*1	2491.2		(114)
	TiO_2	2482.6	17.0	(114)
23	V*1	2263.0		(114)
	V_V*11	2257.1	14.2	(114)
24	Cr*1	2066.3		(114)
	Cr_2S_3	2063.9	6.9	(114)
	$Cr(OH)_3$	2061.9	12.7	(114)
	$Cr_2(SO_4)_3$	2062.2	11.9	(114)
	Cr_{VI}*11	2059.7	19.1	(114)
25	Mn*1	1892.1		(114)
	Mn_{II}*11	1889.3	9.7	(114)
26	MnO_2	1887.7	15.2	(114)
	$KMnO_4$	1886.3	20.0	(114)
	Fe*1	1740.5		(114)
	FeS	1738.9	6.5	(114)
	$FeSO_4$	1738.3	9.0	(114)
	Fe_{III}*11	1737.2	13.5	(114)

Z	Поглотитель	λ (142)		$\delta\lambda$		ΔV_c		ΔV
		K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2	K_2-K_1
17	Cl_2*1, 12	4393.8	4381.6	7.8				7.8
	HCl*12	4385.3				5.4		
	Хлориды*12	4382.9	4360.0	11.3		7.0	13.8	14.6
	Хлораты*12	4376.9	4357.4	9.6		10.8	15.8	12.5
	Перхлораты*12	4369.8	4347.8	9.7	15.9	15.3	21.6	14.1
16*2	S м.*3	5009.0	4994.6	8.5	8			
	S р.*3	5008.6	4993.8	7.7	7.7			
	S*1 кр.*3	5008.8	4994.1	8.1	7.9			
	Сульфиды*4	5009.3						
	Сульфиты	4996.0	4988.1	4.3	4.2	6.3		
	SO_2	5004.8	4996.4	4.0		2.1		
	Сульфаты*5	4987.9		5.2		10.3		
	S_{II}*6	5006.8						
	S_{IV}*6	5001.9		5.5		3.4		
	S_{VI}*6	4993.9		5.7		7.3		

Z	Поглотитель	λ (119)				ΔV		
		K_1	K_2	K_3	K_4	K_2-K_1	K_3-K_1	K_4-K_1
20	Ca*1, 13							
	$CaCO_3$	3060.3	3050.2	3037.9	3023.3	13.3	29.5	49.1
	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	3059.1	3047.5	3035.3		15.3	31.6	
	CaF_2	3059.9	3047.8	3034.6	3025.3	16.0	33.7	46.2

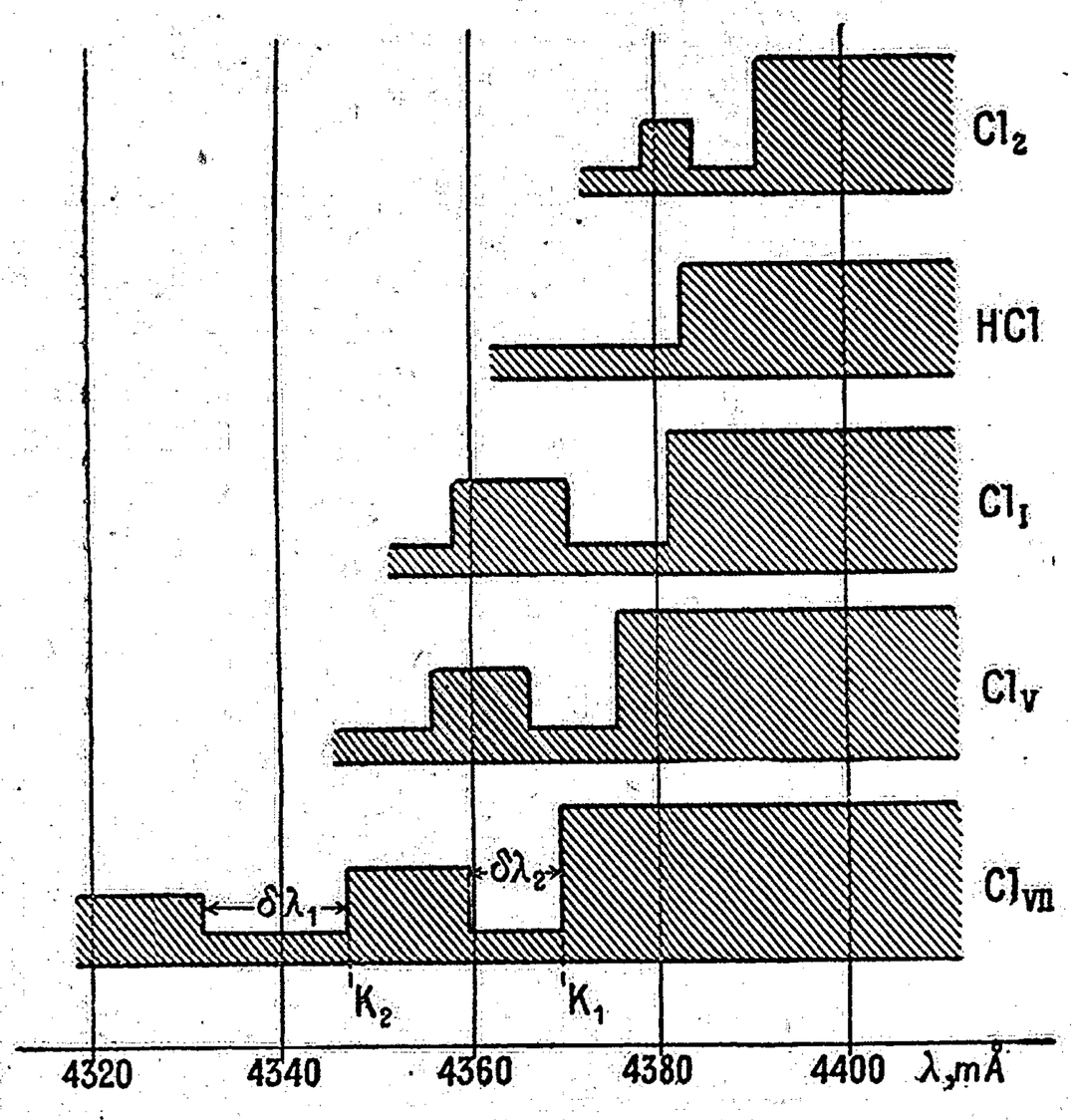
Z	Поглотитель	*L*-границы				
		L_{22}	$(\Delta V_c)_{22}$	$\Delta\lambda_l$ *7	$\Delta\lambda_d$ *7	Лит.
50	Sn*1	3146.9				(25)
	SnO_2	3140.6	8	6.9	5.6	(25)
51	Sb*1	2991.5				(25)
	Sb_2O_3	2985.1	9	6.0		(25)
	$KSbO_3$	2984.1	10	6.7	7.1	(25)
	Sb*1	2993.0				(93)
	Sb_2O_3	2987.4	7.7			(93)
	Sb_2S_3	2987.9	7.0			(93)
	SbJ_3	2988.7	5.9			(93)
	SbOCl	2989.4	5.0			(93)
	$KSbOC_2O_4$*8	2987.9	7.0			(93)
	$KSbOC_4H_4O_6$*9	2988.5	6.2			(93)
	$Sb_2O_5 \cdot nH_2O$	2986.7	8.7			(93)
	Sb_2S_5	2991.0	2.8			(93)
	$Cu(SbO_3)_2 \cdot nH_2O$	2987.4	7.7			(93)
	$K_2H_2Sb_2O_7$	2986.2	9.4			(93)
52	Te*1	2847.1				(38)
	H_2TeO_3	2842.2	7	4.7		(38)
	H_2TeO_4	2840.6	10	6.0	5.6	(38)
53	J*1	2712				(38)
	KJ	2712.2	0.3			(38)
	HJO_3	2707.1	9	4.4	6.1	(38)
	HJO_4	2705.8	11	5.5		(38)

Z	Поглотитель	L_{11}	$(\Delta V_c)_{11}$	L_{21}	$(\Delta V_c)_{21}$	L_{22}	$(\Delta V_c)_{22}$	Лит.
53	J*1	2402		2548		2711		(159)
	NaJ	2397	11	2542	12	2708	5	(159)
	$NaJO_3$	2398	9	2544	9	2709	4	(159)
	$NaJO_4$	2397	11	2541	14	2703	13	(159)

M-границы*10

Z	M_{22}		M_{32}		M_{33}			
	g	*e*	*g*	*e*	*g*	*e*	*g'*	*e'*
90-Th	3058.5	3046.3	3552.3	3538.9	3721.3	3704.5		
92-U	2873.4	2865.2	3325.5	3312.4	3490.7	3473.7	3453.7	3449.2

*1 Поглотитель, для которого измерялось ΔV_c. *2 Обычно S_{II} имеет резкий край границы, в то время как S_{IV} и S_{VI} обладают абсорбционными линиями; наблюденная вторичная граница S_{IV} в действительности может быть главной границей S_{VI}, в результате окисления S_{IV} (111, 112). *3 м.—моноклиническая, р.—ромбическая, кр.—кристаллическая. Данные взяты средние. *4 Положение K_1 и K_2, особенно K_2, зависит от рода металлических ионов. *5 Для K_1 λ не зависит от рода металлических ионов; для K_2 λ возрастает вместе с Z металлического иона. *6 Органические соединения. *7 $\lambda(L_{22})+\Delta\lambda_l=\lambda$ яркой линии, которая, возможно (25), является L_{22}-границей элемента, образующегося при восстановлении химического соединения. $\lambda(L_{22})-\Delta\lambda_d=\lambda$ максимальной широкой размытой темной линии, которая появляется только тогда, когда поглощающий слой тонок. *8 Антимонилоксалат калия. *9 Антимонилтартрат калия. *10 При переходе от длинных к коротким λ интенсивность проходящего излучения меняется следующим образом: при *g* имеется резкое уменьшение интенсивности, которое собственно является границей; при *e* происходит возрастание интенсивности; при *g'*—вторичное уменьшение, сопровождаемое вторичным возрастанием при *e'*. *11 Даны средние значения. *12 См. фиг. 14. *13 Для K_1-, K_2-, K_3-, K_4-границ по (78) для Ca среднее значение λ будет 3064.3, для $CaCO_3$ 3060.5; $\Delta V_c=5.0$.



Фиг. 14. Относительное положение и строение *K*-границ поглощения для Cl в некоторых соединениях. Схематическое изображение по Зигбану (142). K_1—главная граница; K_2—вторичная граница поглощения. Индексы I, V, VII показывают, что Cl был взят соответственно в хлоридах, хлоратах и перхлоратах.

НЕПРЕРЫВНЫЕ СПЕКТРЫ.

Все данные, рассматриваемые в этом отделе, были получены при неизменных напряжениях; энергия, переносимая излучением, пропорциональна току катодных лучей (14); она отложена на диаграммах по ординатам. (При газонаполненных трубках значительная часть тока через трубку переносится положительными ионами.) При колеблющемся напряжении распределение энергии в спектре очень похоже на то, которое получается при неизменном V, равном максимальному напряжению, но здесь больше энергии приходится на долю длинных волн (43); практически интенсивность определяется током, текущим в той части периода, когда V близко к своему максимальному значению.

Практический интерес представляет спектральное распределение энергии излучения, выходящего из трубки. Оно грубо изображено на фиг. 15 и 16.

Для точных сведений об атомах и механизме излучения наблюдаемые данные должны быть так исправлены, чтобы дать действительную величину энергии рентгеновых лучей, излучаемых атомами антикатода; для целей этого раздела последние еще раз исправлены, чтобы исключить энергию, создаваемую характеристическими спектрами антикатода.

Распределение энергии в таком исправленном непрерывном спектре показано на фиг. 17 и 18.

Спектральная, или монохроматическая, интенсивность ($J_{\psi\nu}$, $J_{\psi\lambda}$) излучения в направлении ψ (см. фиг. 19) определяется уравнениями

$$J_\psi=\int_0^{\nu_0} J_{\psi\nu}\,d\nu=\int_{\lambda_0}^{\infty} J_{\psi\lambda}\,d\lambda,$$

где ν_0 и λ_0 соответствуют высокочастотной границе спектра (ν_0 определяется уравнением: $Ve=h\nu_0$, где V—напряжение на трубке); $cJ_{\psi\nu}=\lambda^2 J_{\psi\lambda}$. Потенциал возбуждения (V_0) излучения частоты ν есть $V_0=h\nu/e$. Обозначения и общие замечания, касающиеся происхождения рентгеновых лучей и высокочастотной границы непрерывного спектра, см. стр. 188 и 190.

При всех исследованных до сих пор условиях для излучения из фокального пятна имеем соотношение:

$$J_{\psi\nu}\,d\psi d\nu=CZ[(\nu_0-\nu)+x]\sin\psi\,d\psi d\nu,$$

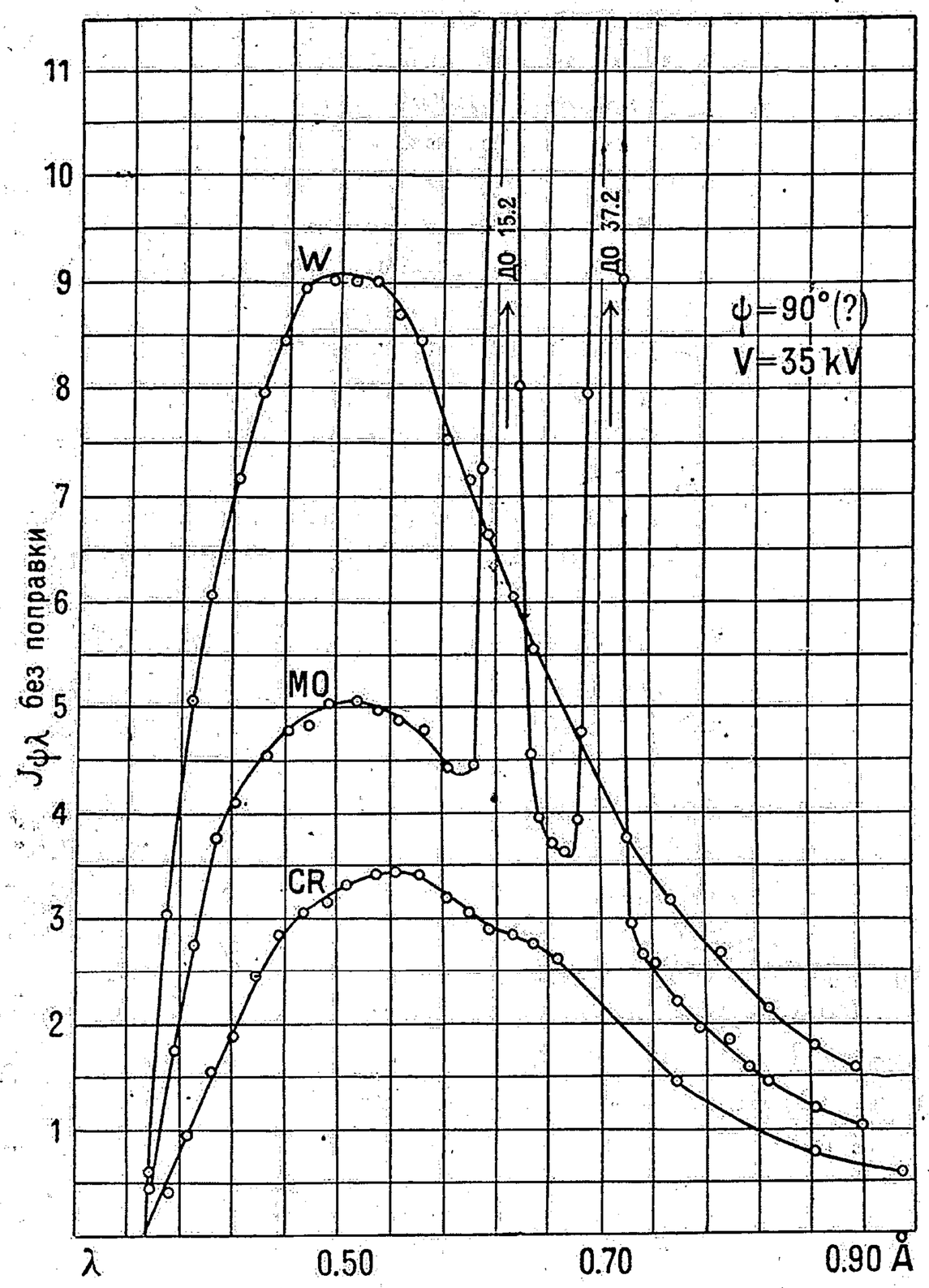
где C—постоянная, а x, которое не играет большой роли, является функцией Z, ψ, ν и ν_0. Член (терм) $\nu_0-\nu$ вполне определен, но относительно x существуют разногласия. При низких напряжениях (7÷12 kv) и $\psi=90°$, $x=bZ(1-e^{-(\nu_0-\nu)/\nu_1})$ для широкого интервала изменения Z (172, 176), если $b=0.0025\times10^{18}$ ск.$^{-1}$ и $\nu_1=0.07\times10^{18}$ ск.$^{-1}$ (см. фиг. 20 и 21). При более высоких напряжениях (10÷80 kv) обыкновенно применялся изохроматический метод (фиг. 22 и 23). Z менялось от 29 до 78; ψ было близко к 90° (177, 186); но в самой последней работе (126) ψ менялось. При изменении V от 15 до 80 kv (126), было найдено, для $Z=29$, $x=b'Zv_0(1-e^{-16(\nu_0-\nu)/\nu})$, где при $\psi=90°$ $b'=0.0027\pm0.0005$; при $\psi=36°$ $b'=0.0033\pm0.0004$; и при $\psi=144°$ b' вообще отрицательно и возрастает от ~0, при $V_0=15$ kv, до ~-0.0015 при $V_0=50$ kv. Первоначальное объяснение этих результатов было ошибочно; поправки скоро будут опубликованы.

Полная энергия рентгеновского излучения, испускаемого фокальным пятном, есть

$$\int_0^{180°} J_\psi d\psi=\int_0^{180°}\sin\psi\,d\psi\int_0^{\nu_0} CZ[(\nu_0-\nu)+x]\,d\nu=$$

$$=KZV^2+CZ\int_0^{180°}\sin\psi\,d\psi\int_0^{\nu_0} x\,d\nu=\sim KZV^2;$$

при x малом, это выражение положительно для некоторых значений ψ и отрицательно для других. K зависит от C, но не зависит от Z и V.



Фиг. 15. Зависимость наблюдаемого (неисправленного) спектра от материала антикатода (168). Напряжение на трубке и ток постоянны и одинаковы во всех случаях.

Излучение фокального пятна, к которому прилагается эта формула, не представляет собою всей энергии рентгеновского излучения, так как очень значительная часть катодных лучей так отклоняется от фокального пятна, что ударяет в другие части антикатода со скоростью, достаточной для вызывания рентгеновых лучей. Возможно, что этот эффект в значительной мере зависит от степени гладкости антикатода и его наклона к катодному пучку; этим можно бы объяснить различные значения, полученные для x. Величина этой рассеянной энергии составляет приблизительно 20% полной ([30], [31]), и ее спектральное распределение выражается тем же уравнением, что и для энергии фокального пятна, при относительно большом отрицательном значении x ([126]). При данных условиях на изменение x в зависимости от ψ присутствие рассеянного излучения почти не влияет ([126]).

Пользуясь лучшими значениями C ([102]) для вычисления полной энергии непрерывного спектра, нашли, что производительность (энергия рентгеновского излучения на va катодного тока)

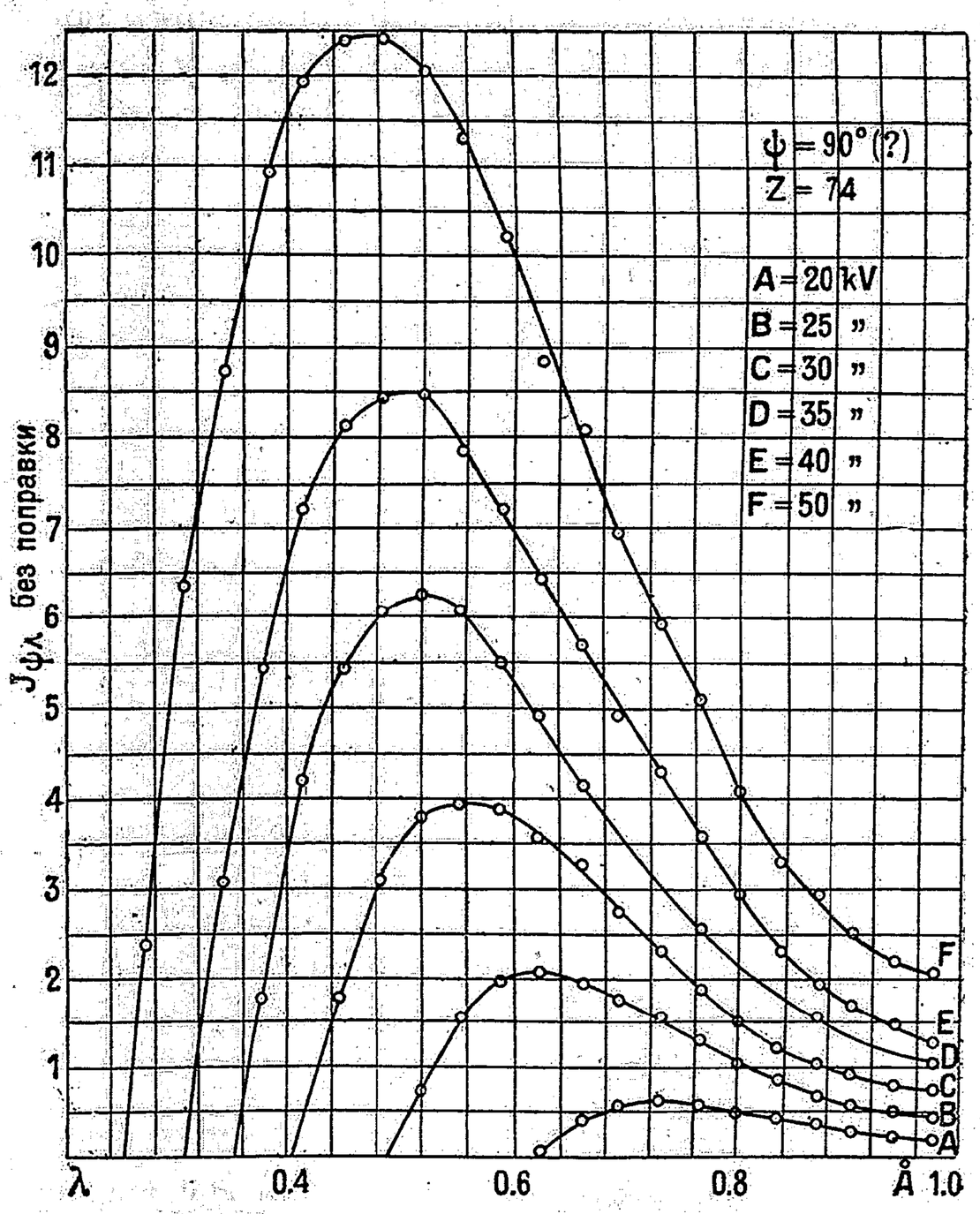
$$E=(9.5\pm3)\times10^{-10}\ ZV,$$

где V выражено в вольтах. Требуется ([102]), чтобы в методе измерения пучка катодных лучей, проходящих через газонаполненные трубки, применяемом при упомянутом выше определении C, автоматически вносилась поправка на рассеянное излучение.

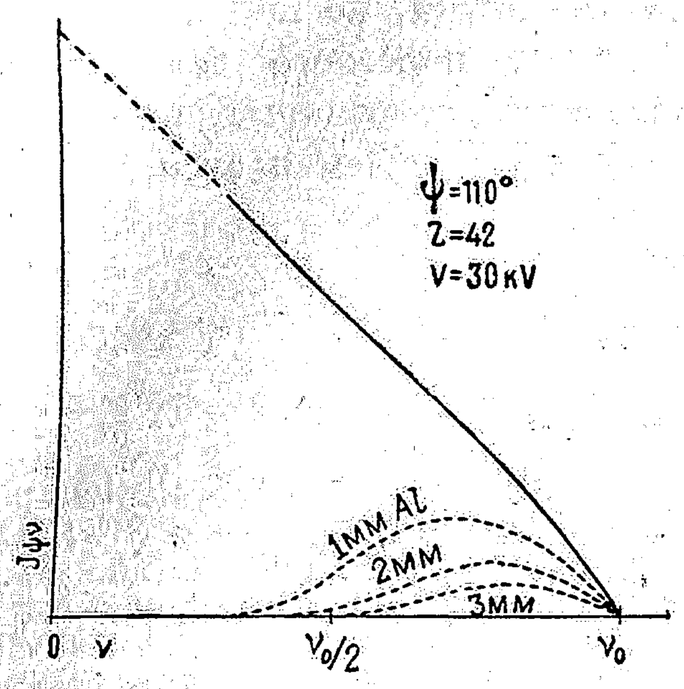
Лучшим экспериментальным методом измерения энергии рентгеновых лучей повидимому является метод, недавно примененный Румпом для измерения непревращенной энергии ([138]), но его поправки на поглощение остаются под вопросом; если внести поправку к его данным на основании другой работы ([126], [185]) и принять во внимание рассеянное и характеристическое излучение, то получается значение численного коэффициента $\cong10\times10^{-10}$; это повидимому является наиболее точным значением в настоящее время. Надо заметить, что оба приведенных выше вычисления основаны на допущении, что формула применима даже к самым низким частотам, энергия которых не может быть измерена опытным путем благодаря поглощению в антикатоде и в стенках трубки.

Основное выражение закона рентгеновского излучения относится к бесконечно тонкому антикатоду, при котором катодные лучи имеют одну и ту же скорость и направление, что не наблюдается при толстых антикатодах ([185]). В случае толстых антикатодов катодные лучи не только теряют постепенно скорость до полной остановки, но и отклоняются атомами антикатода, так что (особенно в случае антикатодов с высокими атомными номерами) направление становится случайным, в то время как они потеряли только небольшую часть своей первоначальной энергии; ср. ([185]). Поэтому выражение интенсивности для тонкого антикатода в функции ψ может быть получено из данных для толстых антикатодов ([126], [176], [186]) лишь в случае, если $(\nu_0-\nu)$ много меньше, чем ν_0; среднее же значение интенсивности (суммированное по всем значениям ψ) может быть получено этим методом только в том случае, если ν много меньше, чем ν_1. Именно так и были получены части, обозначенные непрерывной линией на фиг. 24 (по данным Никлеса ([126])); первоначальное его толкование было ошибочно. Имеются только неопубликованные предварительные данные для действительно тонких антикатодов, но они подтверждают выводы, полученные из данных для толстого антикатода, и в пределах значительной экспериментальной ошибки дополняют их, как указано пунктиром на чертеже.

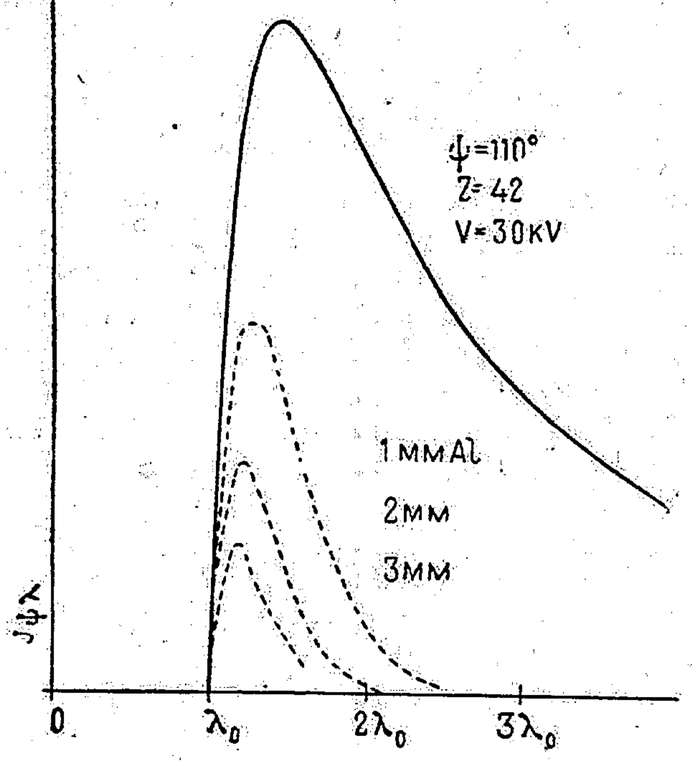
Из предложенных многочисленных теорий ([15], [18], [52], [100], [121], [191]) только одна ([100]) дает удовлетворительные значения для тонкого антикатода.



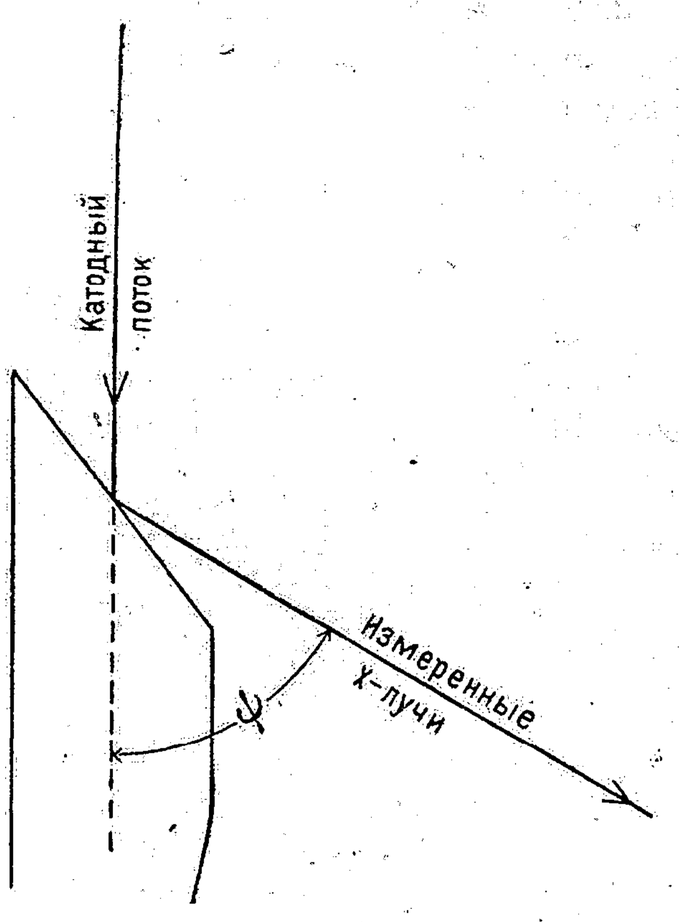
Фиг. 16. Зависимость наблюдаемого (неисправленного) спектра от напряжения на трубке ([168]). В каждом случае напряжение на трубке было постоянно. Ток через трубку одинаков во всех случаях. Применялась нормальная трубка Кулиджа с вольфрамовым антикатодом.



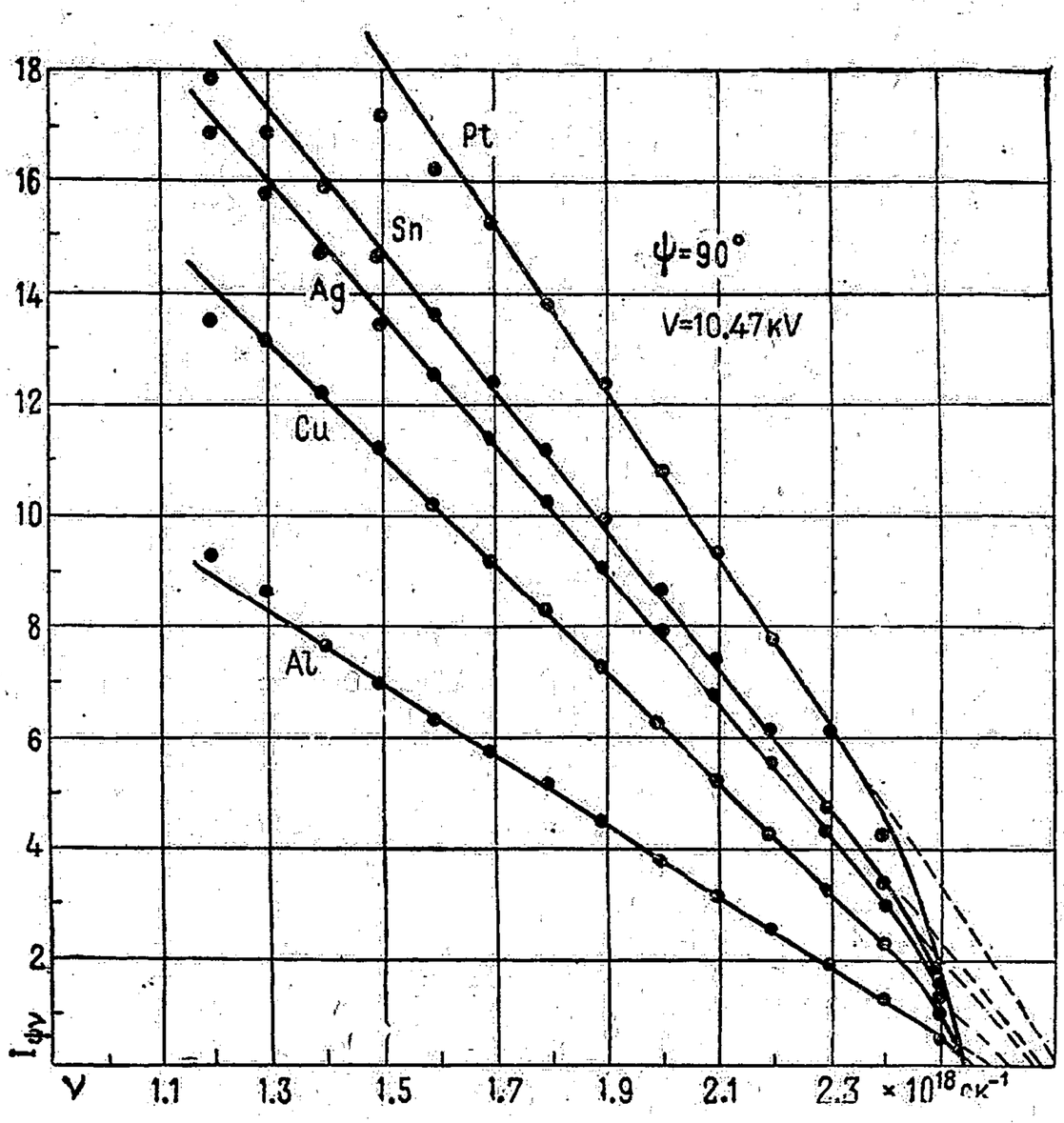
Фиг. 17. Вполне исправленный спектр частот (181). Сплошная линия изображает спектр, испускаемый атомами антикатода; нижние прерывистые линии представляют тот же спектр после фильтрования через Al или какой-нибудь другой фильтр, не имеющий границ поглощения в рассматриваемой области.



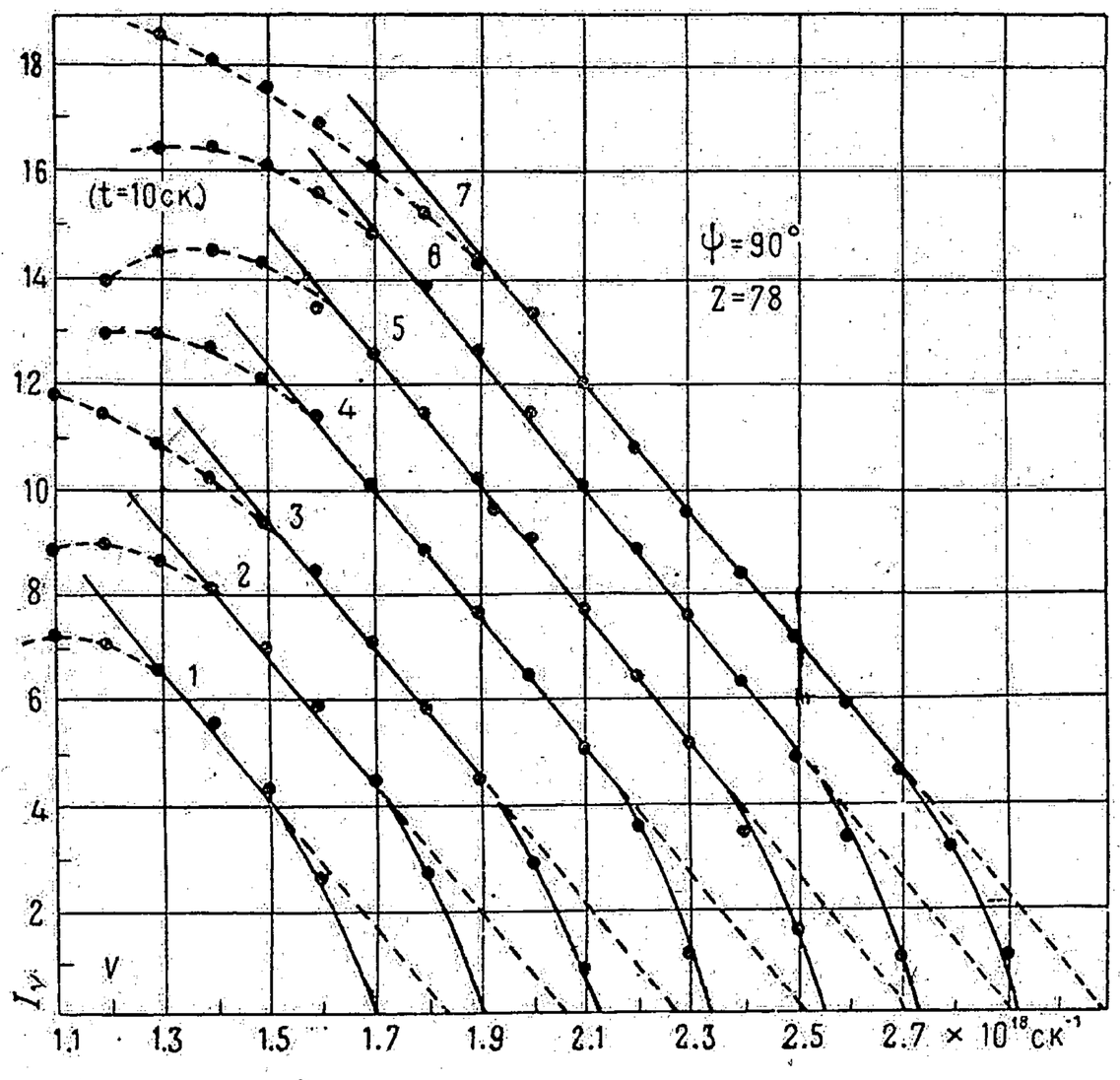
Фиг. 18. Вполне исправленный спектр длин волн (181).



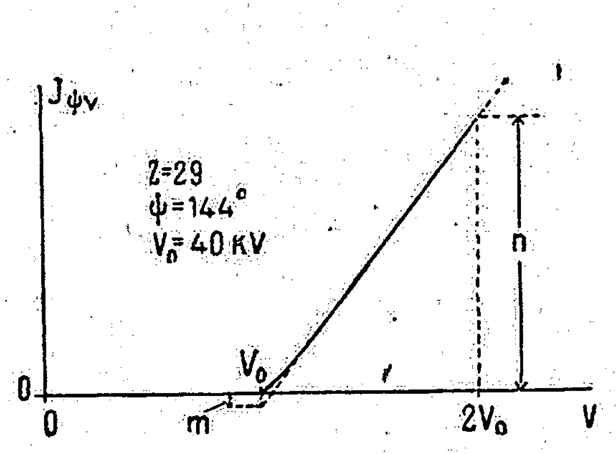
Фиг. 19.



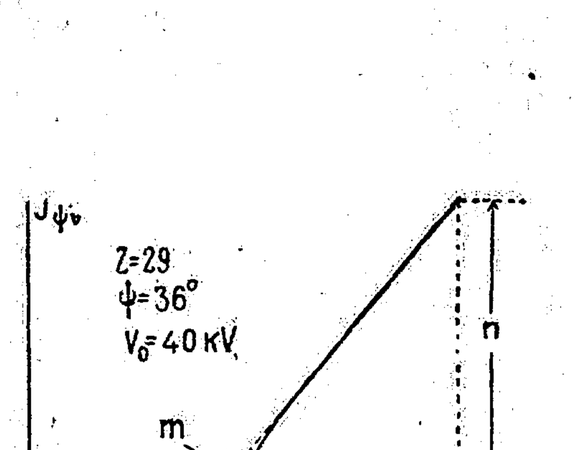
Фиг. 20. Исправленный спектр частот. Зависимость от материала антикатода при постоянном напряжении (172). (По Зигбану (142).) Напряжение на трубке и ток через нее постоянны и одинаковы при всех антикатодах.



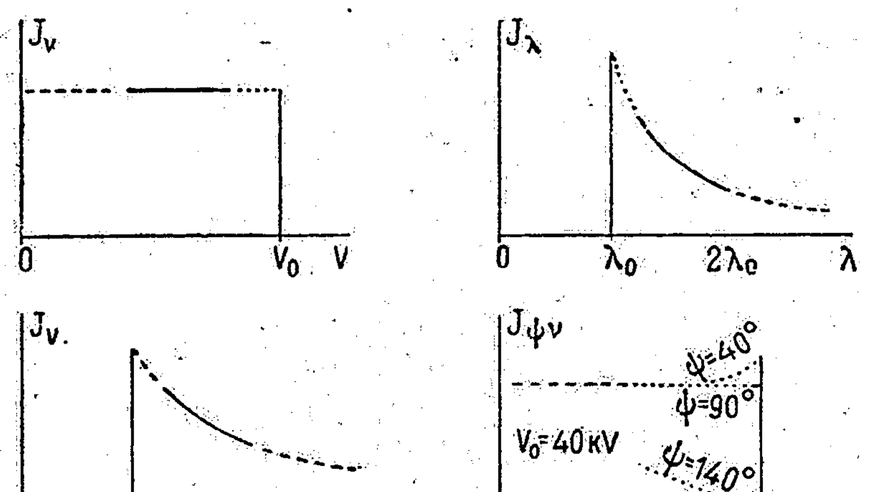
Фиг. 21. Исправленный спектр частот. Зависимость от напряжения на трубке (172). (По Зигбану (142).) Потенциал трубки постоянен; ток через трубку одинаков во всех случаях.



Фиг. 22. Изохромат для Cu (Z=29), $\psi=36°$ (126). Отношение m/n является мерой для x-члена в уравнении $J_{\psi\nu}=CZ\,[(\nu_0-\nu)+x]$. Данные могут быть перенесены на диаграмму зависимости энергии от частоты при помощи закона сохранения энергии (126, 177, 186).



Фиг. 23. Изохромат для Cu (Z=29), $\psi=144°$ (126). Отличается от фиг. 22 только значением ψ.



Фиг. 24. Изображение непрерывного спектра, излучаемого бесконечно тонкими антикатодами. Сплошные линии представляют данные, полученные из наблюдения с толстыми антикатодами; пунктирные линии (. . . .)—с тонкими антикатодами; прерывистые линии (- - - -)—данные, полученные экстраполяцией.

Эта последняя основывается на теории «принципа соответствия» для излучающих электронов, движущихся по гиперболическим орбитам. Она получила только частичное детальное развитие, но дает среднюю интенсивность (по всем значениям ψ), совпадающую с данными фиг. 24. Примененная же к толстым антикатодам, она приводит к формуле, данной здесь для фокального пятна, но при $x=0$; она предусматривает величину полезного действия $9.2\times 10^{-10}ZV$. Предсказания, основанные на волновой механике, пока еще не поддаются экспериментальной проверке.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

(1) Allison, *2*, **30:** 245; 27. (2) Allison and Armstrong, *2*, **26:** 701; 25. (3) Allison and Armstrong, *2*, **26:** 714; 25. (4) Aoyama, Kimura und Nishina, *96*, **44:** 810; 27. **46:** 150; 27. (5) Auger et Dauvillier, *34*, **176:** 1297; 23. (6) Bäcklin, *96*, **27:** 30; 24. (7) Bäcklin, *96*, **33:** 547; 25. (8) Bäcklin, *96*, **38:** 215; 26. (9) Bäcklin, *243*, **47:** 373; 27.

(10) Bäcklin, Siegbahn and Thoraeus, *3*, **49:** 513; 25. (11) Barkla, *3*, **49:** 1033; 25. (11.1) Beatty, *5*, **87:** 511; 12. (12) Beatty, *5*, **89:** 314; 14. (13) Beatty, *5*, **89:** 554; 14. (14) Behnken, *96*, **3:** 48; 20. (15) Behnken, *96*, **4:** 241; 21. (16) Blake and Duane, *2*, **10:** 624; 17. (17) Bohr und Coster, *96*, **12:** 342; 23. (18) Brilloin, *34*, **170:** 274; 20. (19) de Broglie, *B101*.

(20) de Broglie et Dauvillier, *34*, **175:** 685; 22. (21) de Broglie et Dauvillier, *34*, **175:** 755; 22. (22) de Broglie et Dauvillier, *51*, **5:** 1; 24. (23) de Broglie et Lepapé, *34*, **176:** 1611; 23. (24) Cabrera, *34*, **176:** 740; 23. (25) Chamberlain, *58*, **114:** 500; 24. (26) Chamberlain and Lindsay, *2*, **25:** 106; 25. (27) Chamberlain and Lindsay, *2*, **30:** 369; 27. (28) Compton, Beets and De Foe, *2*, **25:** 625; 25. (29) Cooksey and Cooksey, *2*, **16:** 327; 20.

(30) Coolidge, *143*, **199:** 619; 25. (31) Coolidge and Moore, *120*, **20:** 272; 17. (32) Cork, *2*, **25:** 197; 25. (33) Cork and Stephenson, *2*, **27:** 103, 530; 26. (34) Coster, *2*, **19:** 20; 22. (35) Coster, *3*, **43:** 1070; 22. (36) Coster, *3*, **44:** 546; 22. (37) Coster, *3*, **46:** 956; 23. (38) Coster, *96*, **25:** 83; 24. (39) Coster und Druyvesteyn, *96*, **40:** 765; 27.

(40) Coster und Mulder, *96*, **38:** 264; 26. (41) Coster, Nishina und Werner, *96*, **18:** 207; 23. (42) Crofutt, *2*, **24:** 9; 24. (43) Dauvillier, *16*, **13:** 49; 20. (44) Dauvillier, *34*, **173:** 647; 21. (45) Dauvillier, *51*, **3:** 221; 22. (46) Dauvillier, *34*, **174:** 443; 22. (47) Dauvillier, *in B101*. (48) Dauvillier, *34*, **174:** 1347, 1543; 22. **176:** 1381; 23. (49) Dauvillier, *34*, **177:** 167; 23.

(50) Dauvillier, *34*, **178:** 1522; 24. (51) Dauvillier, *51*, **8:** 1; 27. (52) Davis, *2*, **9:** 64; 17. (53) Davis, *337*, **1:** 409; 20. (53.1) Davis and Purks, *197*, **13:** 419; 27. (53.2) Davis and Purks, *197*, **14:** 172; 28. (54) Dessauer und Bach, *26*, **21:** 168; 19. (55) Dolejsek, *34*, **178:** 384; 24. (56) Dolejsek, *in B78*. (57) Dolejsek und Siegbahn, *in B78*. (58) Druyvesteyn, *96*, **43:** 707; 27. (59) Duane, Fricke and Stenström, *197*, **6:** 607; 20.

(60) Duane and Hunt, *2*, **14:** 516; 19. (61) Duane and Hunt, *2*, **6:** 166; 15. (62) Duane, Palmer and Yeh, *2*, **18:** 98; 21. *197*, **7:** 237; 21. (63) Duane and Patterson, *197*, **6:** 509; 20. (64) Duane and Patterson, *197*, **6:** 518; 20. (65) Duane and Patterson, *2*, **16:** 526; 20. (66) Duane and Patterson, *197*, **8:** 85; 22. (67) Duane and Patterson, *2*, **19:** 542; 22. (68) Duane and Shimizu, *2*, **14:** 67; 19. (69) Duane and Shimizu, *2*, **14:** 525; 19.

(70) Duane and Shimizu, *197*, **5:** 198; 19. (71) Duane and Stenström, *197*, **6:** 477; 20. (72) Dufet, Recueil de données numériques. Paris, Gauthier-Villars, 1898—1900. (73) van Dyke and Lindsay, *2*, **30:** 562; 27. (74) Eddy, *58*, **116:** 380; 25. (75) Eddy and Turner, *5*, **111:** 117; 26. (76) Ehrenberg und Mark, *96*, **42:** 807; 27. (77) Ehrenberg und Susich, *96*, **42:** 823; 27. (78) Enger, *96*, **46:** 826; 28. (79) Eriksson, *96*, **48:** 360; 28.

(80) Fricke, *2*, **16:** 202; 20. (81) Friman, *96*, **39:** 813; 26. (82) Hatley, *2*, **24:** 486; 24. (83) Hjalmar, *96*, **15:** 65; 23. (84) Hjalmar, *in B78*. (85) Hoyt, *197*, **6:** 639; 20. (86) Hoyt, *3*, **47:** 826; 24. (87) Hull, *2*, **7:** 156; 16. (88) Hull and Rice, *197*, **2:** 265; 16. (89) Hunt, *2*, **30:** 227; 27.

(90) Jönsson, *96*, **41:** 221; 27. (91) Jönsson, *96*, **41:** 801; 27. (92) Jönsson, *96*, **43:** 845; 27. (93) Jönsson, *96*, **35:** 387; 26. (94) Jönsson, *96*, **36:** 426; 26. (95) Kaye, *62*, **209:** 123; 08. (96) Kellström, *96*, **41:** 516; 27. (97) Kettmann, *96*, **18:** 359; 23. (98) Kirkpatrick, *2*, **22:** 37; 23. (99) Kossel, *96*, **19:** 333; 23.

(100) Kramers, *3*, **46:** 836; 23. (101) Kulenkampff, *8*, **69:** 548; 22. (102) Kulenkampff, *in B95:* **XXIII.** (103) Landé, *63*, **22:** 417; 21. (104) Landé, *96*, **16:** 391; 23. (105) Lang, *8*, **75:** 489; 24. (106) Larsson, *3*, **3:** 1136; 27. (107) Ledoux-Lebard et Dauvillier, *34*, **163:** 754; 16. **164:** 687; 17. (108) Leide, *34*, **180:** 1203; 25. (109) Leide, Diss., Lund, 1925. *96*, **39:** 686; 26.

(110) Lepape et Dauvillier, *34*, **177:** 34; 23. (111) Lindh, Diss., Lund, 1923. *34*, **175:** 150; 22. (112) Lindh, *in B78*. (113) Lindh, *20* **18:** No. 14; 24. (114) Lindh, *96*, **31:** 210; 25. (115) Lindh och Lundquist, *20*, **18:** No. 17; 24. (116) Lindh och Lundquist, *20*, **18:** No. 34; 24. (117) Lindh och Lundquist, *20*, **18:** No. 35; 24. (118) Lindsay, *34*, **175:** 150; 22. (119) Lindsay and van Dyke, *2*, **28:** 613; 26.

(120) Lundquist, *96*, **33:** 901; 25. (121) March, *63*, **22:** 429; 21. *8*, **75:** 711; 24. (122) Millikan and Bowen, *2*, **24:** 223; 24. (123) Millikan and Bowen, *197*, **11:** 119; 25. (124) Müller, *63*, **19:** 489; 18. *149*, **1:** 127; 19. (125) von Nardroff, *2*, **24:** 143; 24. (126) Nicholas, *2*, **29:** 619; 27. (127) Nishina, *3*, **49:** 521; 25. (128) Osgood, *2*, **30:** 567; 27. (129) Ortner, *75*, **135 IIa:** 71; 26.

(130) Ortner, *58*, **117:** 823; 26. (131) Overn, *2*, **18:** 350; 21. (132) Ray, *3*, **48:** 707; 24. (133) Ray, *3*, **49:** 168; 25. (134) Ray, *3*, **50:** 505; 25. (135) Rechou, *34*, **180:** 1107; 25. (136) Rogers, *2*, **29:** 205; 27. (137) Ross, *2*, **22:** 221; 23. (138) Rump, *96*, **43:** 254; 27. (139) Russell and Saunders, *21*, **61:** 38; 25.

(140) Siegbahn, *3*, **37:** 601; 19. (141) Siegbahn, *3*, **38:** 639; 19. (142) Siegbahn, *B78*. (143) Siegbahn och Larsson, *20*, **18:** No. 18; 24. (144) Siegbahn och Ray, *20*, **18:** No. 19; 24. (145) Siegbahn und Stenström, *63*, **18:** 547; 17. (146) Siegbahn och Thoraeus, *20*, **18:** No. 24; 24. (147) Siegbahn und Zacek, *8*, **71:** 187; 23. (148) Slator, *2*, **28:** 291; 26. (149) Sommerfeld, *B94*.

(150) Sommerfeld, *8*, **76:** 284; 25. (151) Sommerfeld, *63*, **26:** 70; 25. (152) Stelling, *93*, **131:** 48; 23. (153) Stelling, Diss., Lund, 1927. *7*, **117:** 161, 175, 194; 25. *25*, **60:** 650; 27. (154) Stenström, Diss., Lund, 1919. (155) Stephenson and Cork, *2*, **27:** 138; 26. (156) Stoner, *3*, **48:** 719; 24. (157) Stoner, *3*, **2:** 97; 26. (158) Stumpen, *96*, **36:** 1; 26. (159) Tandberg, *20*, **18:** No. 14; 24.

(160) Thibaud, *51*, **8:** 447; 27. (160.1) Thomas, *201*, **23:** 829; 27. (161) Thoraeus, *96*, **26:** 396; 24. (162) Thoraeus, *3*, **1:** 312; 26. (163) Thoraeus, *3*, **2:** 1007; 26. (164) Thoraeus och Siegbahn, *20*, **19:** No. 12; 25. (165) van der Tuuk, *96*, **41:** 326; 27. (166) van der Tuuk, *96*, **44:** 737; 27. (167) Uhler and Cooksey, *2*, **10:** 645; 17. (168) Ulrey, *2*, **11:** 401; 18. (169) Unnewehr, *2*, **22:** 529; 23.

(170) Wagner, *8*, **57:** 401; 18. *63*, **21:** 621; 20. (171) Wagner, *200*, **16:** 212; 19. (172) Wagner und Kulenkampff, *63*, **23:** 503; 22. (173) Walter, *96*, **30:** 357; 24. (174) Webster, *197*, **2:** 90; 16. (175) Webster, *2*, **7:** 599; 16. (176) Webster, *2*, **9:** 220; 17. (177) Webster, *197*, **5:** 163; 19. (178) Webster, *197*, **6:** 26; 20. (179) Webster, *337*, **1:** 427; 20.

(180) Webster, *2*, **18:** 155, 321; 21. (181) Webster, Radiology, **2:** 214; 24. (182) Webster, *197*, **13:** 445; 27. (182.5) Webster, *197*, **14:** 339; 28. (183) Webster and Clark, *2*, **9:** 571; 17. (184) Webster and Clark, *197*, **3:** 181; 17. (185) Webster and Hennings, *2*, **21:** 301; 23. (186) Webster and Hennings, *2*, **21:** 312; 23. (187) Weeks, *2*, **10:** 564; 17. (188) Wennerlöf, *96*, **41:** 524; 27. (189) Wentzel, *8*, **66:** 437; 22.

(190) Wentzel, *96*, **16:** 46; 23. (191) Wentzel, *96*, **27:** 257; 24. (192) Wentzel, *8*, **73:** 647; 24. (193) Wetterblad, *96*, **42:** 603; 27. (194) Wetterblad, *96*, **42:** 611; 27. (195) Whiddington, *5*, **86:** 360, 370; 12. (196) Wooten, *2*, **13:** 71; 19. (197) Zumstein, *2*, **25:** 747; 25.

ПОГЛОЩЕНИЕ И РАССЕЯНИЕ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ.

J. A. Gray.

СОДЕРЖАНИЕ.

Стр.

Введение 213

Поглощение 215

Зависимость от длины волны и поглощающего вещества 215. Коэффициенты поглощения рентгеновых и γ-лучей 216.

Рассеяние 222

Изменение длины волны 223. Распределение рассеянного излучения 224.

Зависимость между поглощением, рассеянием и испусканием электронов 226

Кажущийся коэффициент поглощения 226

ВВЕДЕНИЕ.

Символы и единицы. При отсутствии специального указания единицей для λ и $\delta\lambda$ является 1 Å, все же другие величины выражены в cgse-единицах. c, e, h, $\mathrm{m_0}$ имеют свое обычное значение (см. «Справочник» т. I, стр. 14).

A атомный вес.

a поверхность, перпендикулярная к направлению распространения лучей.

F функция рассеяния.

I интенсивность падающего излучения; $I=\mathrm{d}P/\mathrm{d}a$.

$I_{s\theta}$ мощность рассеянного излучения под углом θ на единицу телесного угла и на единицу объема рассеивающего тела.

$I_{s\theta a}$ мощность рассеянного излучения под углом θ на единицу телесного угла и на атом рассеивающего тела; $I_{s\theta a}=AI_{s\theta}/N_0\varrho$.

M молекулярный вес.

N_0 константа Авогадро,—число молекул в грамм-моле.

n_K число K-электронов в атоме; также n_L и т. д.

P мощность излучения.

R^K_L прерывность в фотоэлектрическом поглощении на границе K.

R- R-электрон—электрон отдачи.

U- U-электрон—электрон, рассеивающий неизмененное излучение.

V разность потенциалов на электродах трубки Рентгена.

v объем.

Z атомное число.

α $\mathrm{h}\nu/\mathrm{m_0c^2}=0.0243$, если λ выражено в Å.

ε коэффициент затухания.

η $\mathrm{e^4/m_0^2c^4}$.

θ угол рассеяния, измеряемый от направления распространения падающего излучения.

λ длина волны.

μ коэффициент поглощения; $\mu=\tau+\sigma$.

μ' кажущийся коэффициент поглощения, т. е. полученный при условии неполного устранения рассеянного излучения из пучка проходящих лучей.

μ_a коэффициент атомного поглощения; $\mu_a=\mu A/\varrho N_0$.

μ_m коэффициент молекулярного поглощения; $\mu_m=\mu M/\varrho N_0$.

μ_e коэффициент электронного поглощения; $\mu_e=\mu A/\varrho N_0 Z=\nu_a/Z$.

ν частота падающего излучения (ν'—измененная частота).

ν_c критическая частота соответствующая границе поглощения.

ϱ плотность.

σ коэффициент рассеяния; $\sigma=\sigma_s+\sigma_a$.

σ_a коэффициент истинного поглощения вследствие рассеяния.

σ_s коэффициент истинного рассеяния.

σ_a, σ_e, σ_{aa}, σ_{ae}, σ_{sa}, σ_{se} см. обозначения для μ и σ.

τ коэффициент фотоэлектрического поглощения.

τ_a, τ_m, τ_e см. соответствующие обозначения для μ.

Φ интенсивность испускания характеристического излучения; Φ—отношение числа атомов, испускающих излучение, к числу тех, из к-рых вырваны соответствующие фотоэлектроны.

φ угол вылета электрона отдачи, измеренный от направления распространения падающего излучения.

ψ угол.

ω телесный угол.

Замечание.—За исключением случаев, особо оговоренных (табл. 11—13), при определении коэффициентов поглощения измерительный прибор был расположен настолько далеко от поглощающего вещества и так защищен экранами, что измерял интенсивность только той лучистой энергии, которая распространяется в направлении первичного пучка. Поглощение, таким способом измеренное, здесь и рассматривается, и к нему относятся коэффициенты поглощения.

Очевидно количество излучения, достигающего данной области внутри поглощающего вещества, не может быть вычислено непосредственно из этого поглощения, так как эта область получает рассеянные и характеристические излучения из всех окружающих веществ по всем направлениям. Это добавочное излучение может быть во много раз сильнее падающего в направлении первичного пучка; из коэффициента поглощения непосредственно может быть определен только последний. Эта разница имеет большое значение при терапевтическом применении рентгеновых лучей и изучалась многими авторами, ср. (141, 231).

Поглощение и рассеяние.—Если пучок рентгеновых лучей проходит через атомную систему, он может быть изменен под действием внеядерных электронов. Различаются следующие три типа действия, хотя типы (b) и (c) являются частными случаями одного общего явления.

a) *Фотоэлектрический эффект.*—Электрон вырывается со своего уровня энергии и поглощает всю энергию $\mathrm{h}\nu$ внедряющегося кванта. Такие электроны называются фотоэлектронами и испускаются с энергией $\mathrm{h}(\nu-\nu_c)$, где ν_c—частота, характеризующая уровень, с которого они вырываются. Они могут быть обозначены как первичные фотоэлектроны. Свободное место, образовавшееся вследствие удаления фотоэлектрона, быстро заполняется электроном из более низкого уровня энергии, характеризуемого частотой $\nu_{c'}$. В дополнение к этому может иметь место испускание характеристического излучения, которое в среднем равномерно по всем направлениям и имеет частоту $(\nu_c-\nu_{c'})$ и энергию $\mathrm{h}(\nu_c-\nu_{c'})$. Это—простой фотоэлектрический эффект.

Некоторые атомы не дают такого характеристического излучения, но испускают добавочные электроны, которые могут быть названы вторичными фотоэлектронами. Это—сложный фотоэлектрический

эффект. В этом случае можно считать, что характеристическое излучение поглощается в атоме и вызывает испускание фотоэлектронов с других уровней с энергиями $\mathbf{h}(\nu_C-\nu_{C'})$, $\mathbf{h}(\nu_{C'}-\nu_{C''})$ и т. д.

b) *Рассеяние без изменения частоты.*—Электрон, хотя и не удаленный с своего уровня энергии, может вызывать рассеяние первичного излучения. Это рассеянное излучение имеет ту же частоту, как и первичное, и называется неизмененным рассеянным излучением. Такие электроны можно назвать *U*-электронами. Они рассеивают излучение когерентно.

c) *Рассеяние с измененем частоты.* — Электрон, может быть вырван из уровня энергии без поглощения, большего, чем доля $(\nu-\nu')/\nu$ энергии внедряющегося кванта. Такой электрон называется электроном «отдачи» (или *R*-электроном). Он покидает атом с энергией $\mathbf{h}(\nu-\nu'-\nu_C)$, излучение частоты ν',, отличной от ν, рассеивается, и испускается характеристическое излучение частоты $(\nu_C-\nu_{C'})$,), так как свободное место замещается электроном с уровня $\nu_{C'}$. Это рассеянное излучение известно как измененное рассеянное излучение. Оно не рассеивается когерентно.

Затухание.—Дарвин ([123], [124]) показал, что если кристалл расположен таким образом, что отражаются падающие лучи, то эффективное поглощение больше истинного. Это явление вызывается так называемым затуханием и наблюдалось на опыте (ср. [20], [58], [60], [63], [220]); см. табл. 5, NaCl. Для совершенного кристалла затухание возможно только в том случае, когда отражается падающий пучок, при чем пучки, отраженные два раза, непременно должны быть параллельны и прямо противоположны по фазе первичному пучку. Это явление носит название первичного затухания. Несовершенный кристалл можно рассматривать как мозаику из малых совершенных (первичных) кристаллов с различной ориентацией. Какова бы ни была ориентация мозаики, всегда можно наблюдать затухание как результат отражения от тех первичных кристаллов, которые правильно ориентированы. Это затухание называется вторичным затуханием; пределы ориентации, в которых оно наблюдается, увеличиваются со степенью несовершенства кристалла.

Интенсивность испускания характеристического излучения.—Благодаря существованию сложного фотоэлектрического эффекта число ($(n_r$) атомов, которые испускают некоторое характеристическое излучение, меньше, чем число (n_e) тех, которые испускают первичные электроны с соответствующего уровня. Отношение $\phi = n_r/n_e$ может быть названо интенсивностью испускания этого излучения (см. табл. 1).

ТАБЛИЦА 1.—ИНТЕНСИВНОСТЬ *K*-ИЗЛУЧЕНИЯ.

ϕ_K—отношение числа атомов, испускающих *K*-излучение, к числу атомов, у которых электрон вырван с *K*-уровня; *Z*—атомный номер излучателя. ϕ_K почти не зависит от λ; $\phi_K > \phi_L$.

Элемент	$\phi K(R_L^K-1)/R_K$				Элемент	$\phi K(R_L^K-1)/R_K$			
	[227, 240]	[52]	[21]	[240]		[227, 240]	[52]	[21]	[240]
A-18	0.07*1				S-34				0.59
Cr-24	0.23				Br-35		0.50		0.59
Fe-26	0.32	0.25	0.33	0.29	Kr-36	0.51*1			
Co-27	0.39	0.25			Mo-42			0.83	
Ni-28		0.25	0.39	0.35	Ag-47		0.93	0.75	
Cu-29	0.42	0.25	0.44	0.40	J-53				0.75
Zn-30	0.51		0.50	0.46	Xe-54	0.70*1			

*1 По ([13]).

Определения (см. также предыдущие разделы).—*Интенсивность пучка излучения.* По определению, интенсивностью (I, I_0, I_x) в любой точке излучаемого пучка называется энергия (P), приходящаяся в этой точке на единицу поверхности (a), перендикулярной к направлению распространения пучка; $I=\mathrm{d}P/\mathrm{d}a$.

Коэффициенты поглощения.—Если падающий пучок состоит из параллельных лучей одной и той же длины волны (λ) и имеет вначале интенсивность I_0, то после прохождения через среду толщиной x, его интенсивность $I_x=I_0e^{-\mu x}$, где μ—постоянная, называемая коэффициентом поглощения; μ—зависит от λ и является характерной для среды. Так как $I=\mathrm{d}P/\mathrm{d}a$, а количество вещества $\mathrm{d}m$, поглощающие $\mathrm{d}P$, когда излучение проникает от 0 до x, содержится в объеме $x\mathrm{d}a$, то, следовательно, уменьшение I может быть выражено в функции $\mathrm{d}m/\mathrm{d}a$, т. е. в функции количества вещества на единицу поверхности, которое излучение проходит на расстоянии x. Величина $\mathrm{d}m$ может быть выражена в функции подходящих величин, напр. объема, массы, числа атомов, числа (Z) внешних (внеядерных) электронов, числа молекул; соответственные значения $\mathrm{d}m/\mathrm{d}a$ суть: x, ϱx, $\varrho N_0x/A$, $\varrho N_0Zx/A$, $\varrho N_0x/M$, а коэффициенты поглощения—μ, μ/ϱ, $\mu A/\varrho N_0\equiv\mu_a$, $\mu A/\varrho N_0Z\equiv\mu_e$, $\mu M/\varrho N_0\equiv\mu_m$; они называются соответственно: коэффициентом поглощени я, коэффициентом массового поглощения. коэффициентом атомного поглощения, коэффициентом электронного поглощения и коэффициентом молекулярного поглощения.

Часть μ, обусловленная фотоэлектрическим эффектом, обозначется через τ (коэффициент флуоресцентного или фотоэлектрического поглощения), а часть, обусловленная рассеянием,—через σ (коэффициент рассеяния); $\mu=\tau+\sigma$. В процессе рассеяния часть энергии, теряемая первичным пучком, появляется как диффузное излучение; остаток поглощается электронами отдачи. Часть σ, обусловленная первым, обозначается σ_s (коэффициент истинного рассеяния), часть же, обусловленная последним—через σ_a (коэффициент истинного поглощения при рассеянии); $\sigma=\sigma_s+\sigma_a$.

Эффективная длина волны. Принято, особенно в рентгенотерапии, говорить об эффективной длине волны неоднородного пучка излучения. Дуан ([141]) определяет ее как длину волны такого однородного пучка, который, проходя через 0.5 *мм* меди, уменьшил бы свою интенсивность в такой же степени, как неоднородный пучок в тех же условиях. Ее также можно определить как длину волны такого однородного пучка, который уменьшил бы свою интенсивность наполовину, проходя через слой меди, вызывающий такое же уменьшение интенсивности неоднородного пучка. Аллен ([6]) выводит эффективную длину волны сильно отфильтрованного «конечного» излучения из уравнения $(\mu/\varrho)_{\mathrm{Al}}=14\lambda^{2.92}$, где $(\mu/\varrho)_{\mathrm{Al}}$ относится к поглощению такого «конечного» излучения в Al, и $2\text{ Å} < \lambda < 4\text{ Å}$. Это уравнение дает слишком малое значение для λ.

Ни в каком случае эффективная длина волны сама по себе не может характеризовать пучка; она всегда должна рассматриваться в связи с источником и предварительным фильтрованием пучка. Чем более неоднороден пучок, тем менее определенным является термин «эффективная длина волны».

Вышеуказанное не согласуется со взглядами экспериментаторов, наблюдавших *J*-явление (ср. стр. 237). Внутреннее поглощение γ-лучий здесь не учитывается.

ПОГЛОЩЕНИЕ.*1

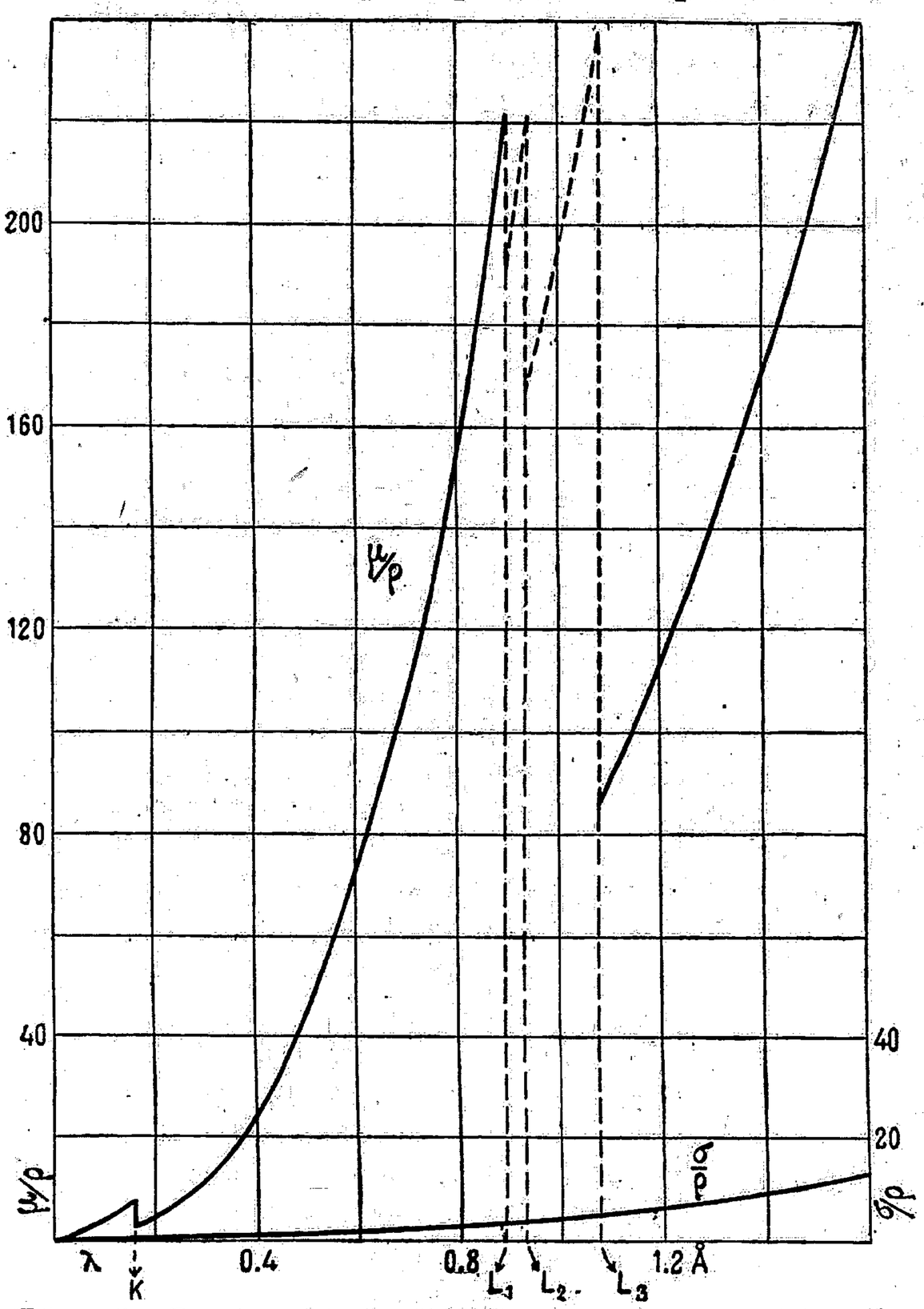
Магнитное поле не влияет на поглощение ([41], [42], [100], [330]). Возрастение $t°$ сказывается незначительно, знак зависит от длины волны ([261]). Если λ не мало, то σ много меньше τ, и ее изменение в зависимости от λ ничтожно по сравнению с изменением τ (см. стр. 222).

Коэффициент массового поглощения смеси равен сумме коэффициентов массового поглощения ее компонентов: $m(\mu/\varrho)=m_1(\mu/\varrho)_1+m_2(\mu/\varrho)_2+\ldots$, где m, m_1, m_2,...—массы смеси и отдельных компонентов; $m=m_1+m_2+m_3+\ldots$

Коэффициент молекулярного поглощения ($\mu m=\mu M/\varrho N_0$) многих сложных веществ может быть получен подобным образом из атомного поглощения атомов, входящих в состав вещества (см. [16–19], [250], [317], [343]): $\mu_m=n_1(\mu\alpha)_1+n_2(\mu\alpha)_2+\ldots$, где $M=n_1A_1+n_2A_2+\ldots$ Это выражение для μm не всегда правильно (см. [16–19], [245]); так напр., для λ между 40 и 80 Å Гольвек (Holweck) ([193], [419]) нашел, что для целлулоида и водорода μ/ϱ имеет одинаковые значения.

Зависимость от длины волны и поглощающего вещества.

Для любого данного вещества в функциональной зависимости μ от λ наблюдаются прерывности (см. фиг. 1); значения λ, при которых это имеет место, называются пределами поглощения вещества. Они соответствуют наибольшей возможной длине волны, способной возбудить характеристическое рентгеновское



Фиг. 1. Зависимость коэффициентов поглощения и рассеяния Pt от длины волны λ. Буквы K, L_1, L_2, L_3, указывают положение соответствующей границы поглощения K, L_{11}, L_{21}. L_{22}. μ/ϱ и σ/ϱ даны см^2 g^{-1}.

излучение вещества (см. стр. 188). Эти разрывы непрерывности не являются бесконечно узкими, но каждый из них занимает очень небольшой интервал длины волны (0.01 Å) ([326]); ср. однако ([268], [271]).

*1 О кажущемся поглощении γ-лучей см. стр. 226.

Когда при постоянной λ применяются поглощающие вещества с разными Z, подобные же прерывности наблюдаются в зависимости μ и от Z; они происходят каждый раз, когда Z переходит от значения, имеющего предел поглощения больший, чем λ, к значению, для которого этот предел меньше, чем λ.

Отношение максимального значения τ к минимальному в какой-либо группе прерывностей может быть названо величеной прерывности в этой области. Оно в точности неизвестно, отчасти вследствие трудности измерения μ, отчасти вследствие отсутствия данных для величин σ. В K-области значение прерывности, которое может быть обозначено R^K_L ([269]), того же самого порядка, что γ_L/λ_K, где λ_K и λ_L—длины волн в K-области и наиболее короткой волны (L_{11}) в L-области.

ТАБЛИЦА 2.—ЗНАЧЕНИЯ τ-ПРЕРЫВНОСТИ (R^K_L) В K-ОБЛАСТИ.

λ дано в Å.

Поглощающее вещество	λ_K	$\lambda_{L_{11}}$	λ_L/λ_K	R^K_L	Лит.
Fe-26	1.738	14.6	8.4	9.5	([6])
Ni-28	1.489	12.1	8.1	9.0	([6])
Cu-29	1.379	11.0	8.0	9.1	([6])
Zn-30	1.296	10.2	7.9	8.8	([6])
Mo-42	0.618	4.30	7.0	7.3	([6])
				7.5	([269])
Pd-46	0.506	3.42	6.8	6.8	([315])
Ag-47	0.485	3.26	6.7	7.3	([6])
				7.8	([269])
				6.7	([315])
Sn-50	0.424	2.77	6.5	6.9	([6])
				6.6	([269])
				6.1	([315])
W-74	0.178	1.024	5.8	6.2	([6])
				5.55	([269])
Pt-78	0.158	0.892	5.6	6.0	([6])
Au-79	0.152	0.861	5.6	5.8	([6])
				5.65	([269])
Pb-82	0.139	0.780	5.6	5.0	([6])
				5.4	([269])

Между соседними областями поглощения μ и τ непрерывно изменяются с λ (ср. табл. 5). Ни одна из теоретич. формул, выражающих эту зависимость, не является удовлетворительной. Формула де Бройля ([70]), которая может быть представлена в виде

$$\tau_a=\frac{\pi e^2}{m_0c^2}\lambda^3\left\{\frac{n_K}{\lambda_K^2}+\frac{n_L}{\lambda_L^2}+\ldots\right\}\times10^{-8},$$

дает при $\lambda<\lambda_K$ значения для τ_a (Cu) $=9.9\,\lambda^3\times10^{-21}$ и для τ_a (Bi) $=1.1\,\lambda^3\times10^{-18}$, тогда как ориентировочные экспериментальные данные дают $1.5\,\lambda^3\times10^{-20}$ и $1.0\,\lambda^3\times10^{-18}$. Эта формула также дает значения R^K_L вдвое большие, чем наблюденные ([269]). Формулы, отличающиеся от формулы де Бройля только числовым коэффициентом, были получены Томсоном ([319]) и Комптоном ([104]). По формуле Крамера ([230])

$$\tau_a=\frac{64\,\pi^4}{3\sqrt{3}}\cdot\frac{e^{10}m_0}{c^4h^6}\left(\frac{n_K}{1\cdot2}+\frac{n_L}{2^4\cdot3}+\frac{n_m}{3^4\cdot4}+\ldots\right)Z^4\lambda^3\times10^{-24}$$

мы получаем $\tau_a=1\cdot2\lambda^3Z^4\times10^{-26}$, если $\lambda<\lambda_K$ и $R^K_L=5.5$; значение τ_a на $\sim40\%$ меньше истинного. Пользуясь методами волновой механики Шредингера, Вентцель ([331]) получил для поглощения, обусловленного K-электронами, выражение:

$$\tau_a=\frac{32}{3}\cdot\frac{e^2}{m_0c^2}\left(\frac{\lambda}{\lambda_K}\right)^{5/2}\left\{3\sqrt{\lambda}\cos\psi+\sqrt{\lambda_K}\sin\psi\right\}^2\times10^{-8},$$

где ψ—неопределенный фазовый угол, который может зависеть от λ и Z.

Были предложены различные эмпирические формулы по большей части вида: $\tau_a = CZ^m\lambda^n \times 10^{-26}$, где m и n ~ равны 4 и 3 соответственно, а C меняется, когда λ проходит через границы поглощения. Ни одно из значений, предложенных до сего времени для C, m и n, не были вполне удовлетворительны, особенно при $\lambda < 0.1$ Å; наиболее употребительные значения приведены в табл. 3, причем m принято равным 4. Наилучшие значения принадлежат Грею, но обычно пользуются данными Рихтмюера и Рихтмюера-Варбуртона, хотя они и получены из небольшого числа наблюдений.

Йёнсон (Diss., Upsala, 1928) показал, что с большой степенью точности

$$\tau/\varrho = \frac{Z}{A} \cdot \frac{\lambda_K}{\lambda_c} \cdot f(Z\lambda)$$

для значений $Z\lambda > 8$ и $\lambda < 12$ Å; λ_c—ближайшая длина волны, соответствующая критическому поглощению $> \lambda$. Йёнсон приводит таблицы значений функции $f(Z\lambda)$. Можно написать $f(Z\lambda) = (Z\lambda)^x$, где $x = 2.03 - 10/Z\lambda + 100/Z^3\lambda^3$. Эта формула вместе с первой формулой Грея может быть применена для приближенной обработки экспериментальных результатов и для определений неизвестных значений τ/ϱ. Формула Йёнсона неприменима для $Z\lambda < 8$ и для легких элементов (углерод и легче его).

ТАБЛИЦА 3.—ЗНАЧЕНИЯ C и n в $\tau_a = CZ^4\lambda^n \cdot 10^{-26}$. λ в Å.

Область .	$\lambda < \lambda_K$		$\lambda_K < \lambda < \lambda_{L11}$		$\lambda_{L22} < \lambda < \lambda_{M11}$		Лит.
Автор	C	n	C	n	C	n	
*1	2.24	3	0.33	3			*2
Аллен . .	2.18	2.92	0.299	2.92			(5)
Грей . . .	*3	3	0.255	2.7	0.058	2.6	(175)

*1 Рихтмюер и Варбуртон. *2 (266, 272). *3 $1.92P$,

где $P = (1+0.008\,Z)\left\{1 - \frac{\lambda}{4\lambda_K} - \frac{\lambda}{50\lambda_K^2}\right\}$; λ и λ_K—даны в Å.

Коэффициенты поглощения рентгеновых и γ-лучей.

ТАБЛИЦА 4.—КОЭФФИЦИЕНТЫ ПОГЛОЩЕНИЯ ДЛЯ $\lambda = 0.586$ Å, 0.631 Å и 0.709 Å.

Здесь перечислены все вещества, для которых даны значения μ/ϱ или μ_m, с указанием всех источников, служивших для определения этих значений. Вещества перечислены в следующем порядке: элементы, неорганические и органические соединения. Курсивом выделены значения μ/ϱ, которые наиболее близко примыкают к известной границе поглощения. $Q = (Z/29)^4$, где 29 есть значение Z для Cu (см. табл. 3); $\mu_m = \mu M/\varrho N_0 \equiv (k\mu/\varrho) \times 10^{-23}$, где M — молекулярный вес, как указано в формуле, $N_0 = 6.061 \times 10^{23}$ — число молекул в грамм-моле. λ дана в Å $= 10^{-8}$ *см*; μ/ϱ—в *см*^{2} *г*$^{-1}$; μ_m—в 10^{-23} *см*^{2} на молекулу; k—в 10^{-23} *г* на молекулу.

λ			0.586	0.631	0.709	Лит.
Элемент	Q	k	μ/ϱ			
Ag-47	6.91	17.80	15.5	19.4	26.2	(4, 5, 6, 266, 269, 315); ср. (1, 65, 215, 255, 343)
Al-13	0.040	4.45	3.00	3.70	5.21	(4, 5, 6, 239, 266); ср. (1, 65, 144, 177, 189, 197, 215, 255, 256, 315, 317, 343)
Au-79	55.1	32.54	75.0		122	(4, 5, 6, 269); ср. (65, 215, 343)
Ba-56	13.91	22.67	26.3		41.3	(5); ср. (343)
Bi-83	67.1	34.48	См. табл. 5			(5); ср. (1)
Br-35	2.12	13.19	45.3		67.2	(343); ср. (301)
C-6	0.0018	1.980	0.450*1	0.550*1	0.630*1	(4, 5, 6, 189); ср. (1, 215, 250, 301, 317, 343)
			0.382*2	0.435*2	0.550*2	
Ca-20	0.23	6.61	10.9		19.7	(343)
Cd-48*3	7.51	18.55	17.5		30.3	(343)
Cl-17	0.12	5.85	6.9		11.9	(343); ср. (301)
Co-27	0.75	9.73	22.6		38.1	(272, 343)
Cr-24	0.47	8.58	18.1		29.6	(343)
Cu-29	1.00	10.49	29.0	36.7	51.0	(4, 5, 6, 239, 266, 272, 315); ср. (1, 65, 144, 177, 197, 215, 337, 343)
Fe-26	0.65	9.21	23.1	27.9	37.6	(4, 5, 6, 239, 272); ср. (1, 65, 189, 198, 215, 343)
H-1*4	1.4×10^{-6}	0.1663	0.381	0.388	0.401	(17, 250, 297); ср. (1)
J-53	11.15	20.94	22.8		39.4	(343); ср. (301)
K-19	0.18	6.45	9.1		16.1	(343)
Li-3	11×10^{-5}	1.145	0.300	0.360		(189)
Mg-12	0.029	4.01			4.1	(4); ср. (215, 256, 343)
Mn-25	0.55	9.06	19.2		34.4	(343)
Mo-42	4.40	15.84	75.0	13.8	19.5	(266, 269); ср. (315, 343)
N-7	0.0034	2.31			1.1	(189); ср. (193, 194, 343)
Na-11	0.021	3.80	2.09		3.40	(343)
Ni-28	0.87	9.68	28.9	34.8	45	(4, 5, 6, 239, 272); ср. (65, 215, 260, 343)

λ			0.586	0.631	0.709	Лит.
Элемент	Q	k	μ/ϱ			
O-8	0.058	2.64	0.71	0.850	1.13	(189); ср. (1, 193, 194, 250, 301, 317, 343)
Pb-82	63.9	34.19	74.5	101	140	(4, 5, 6, 269); ср. (1, 65, 177, 197, 198, 256, 343)
Pd-46	6.33	17.60		17.2	23.8	(315); ср. (65)
Pt-78	52.3	32.21	73.5	87.0	117	(4, 5, 6); ср. (1, 65, 215, 343)
Rh-45*5	5.80	16.98	15.2			(322, 343)
S-16	0.093	5.29	5.90	6.90	9.80	(4, 5); ср. (301, 343)
Sn-50	8.84	19.59	18.7	22.6	32.1	(4, 5, 6, 269); ср. (1, 65, 177, 215, 256, 343)
Sr-38	2.95	14.46	57.7		94.3	(343)
Th-90	92.8	38.30	См. табл. 5			(5); ср. (1)
U-92	101	39.30		88	*121*	(5); ср. (1, 315)
W-74	42.4	30.36	56.8	*75.0*		(5, 269); ср. (343)
Yt-39	3.27	14.68	60.3		99.9	(343)
Zn-30	1.15	10.79	34.3	43.0	59.0	(5, 6); ср. (1, 65, 177, 215, 256, 343)
Zr-40	3.62	15.02			19.7	(343)

*1 По (5). *2 По (189); значения согласуются с полученными для жидкостей; ср. (250). *3 Для Cd $\mu/\varrho=5.48$ при $\lambda=0.188$. *4 Значения μ/ϱ вычислены, см. табл. 5. *5 Для Rh $\mu/\varrho=14.2$, 15.1 и 17.7 при $\lambda=0.545$, 0.586 и 0.612 соответственно.

λ		0.586		0.709		Лит.
Вещество	k	μ_m	μ/ϱ	μ_m	μ/ϱ	
Воздух		См. табл. 5				(215) *1
H_2O	2.972	2.04	0.686	3.21	1.08	*2
HCl	6.017	40.8	6.77	70.95	11.8	(343)
SO_2	10.57	См. табл. 5				(215) *1
H_2SO_4	16.18	39.3	2.43	56.43	3.48	(343)
N_2H_4	5.188	См. табл. 5				(19, 20)
NH_4NO_3	13.21			13.53	1.02	(343)
H_3PO_4	16.18	32.7	2.02	53.46	3.34	(343)
CO_2	7.26	См. табл. 5				(215) *1
$Zr(SO_4)_2$	46.72			407.7	8.73	(343)
$Pb(NO_3)_2$	54.65	2563.0	46.9	3496.4	64.0	(343)
$ZnCl_2$	22.49	448.9	19.5	729.3	32.34	(343)
$ZnSO_4$	26.64	404.9	15.2	656.6	24.6	(343)
$CdCl_2$	30.25	404.8	13.3	701.2	23.2	(343)
$CuCl_2$	22.19	383.4	17.4	630.0	28.4	(343)
$CuSO_4$	26.34	339.7	12.9	542.2	20.5	(343)
$AgNO_3$	28.03	299.7	10.6	558.6	19.9	(343)
$MnCl_2$	20.76	255.4	12.3	451.7	21.7	(343)

λ		0.586		0.709		Лит.
Вещество	k	μ_m	μ/ϱ	μ_m	μ/ϱ	
$FeCl_3$	26.76	325.5	12.2	556.2	20.8	(343)
$CoCl_2$	21.43	302.2	14.1	507.4	23.7	(343)
$NiCl_2$	21.39	325.0	15.2	603.4	28.2	(343)
$CrCl_3.4H_2O$	38.02	284.4	7.48	474.5	12.5	(343)
$(NH_4)_2MoO_4$	32.35			341.3	10.6	(343)
U_3O_8	139.0	См. табл. 5				(315)
$Yt(NO_3)_3$	45.38	898.5	19.8	1492.7	32.9	(315)
$MgCl_2$	15.72			155.4	9.89	(343)
$CaCl_2$	18.31	152.7	8.34	270.3	14.7	(343)
$SrCl_2$	26.16	935.1	35.7	1503.5	57.5	(343)
$Sr(NO_3)_2$	34.92	844.6	24.3	1380.0	39.5	(343)
$BaCl_2$	34.37	677.0	19.7	1074.7	31.3	(343)
NaOH	6.60			15.51	2.35	(343)
NaCl	9.64	48.43	5.01	76.10	7.89	(343)
NaBr	16.98	605.2	35.6	899.2	53.0	(343)
NaJ	24.74	485.4	19.6	838.5	34.3	(343)
Na_3RhCl_6	63.47	522.4	8.24			(343)
Na_2MoO_4	30.21	1158	38.3			(343)
Na_2WO_4	48.51	1747.0	36.0			(343)
KCl	12.30	99.4	8.08	173.4	14.1	(343)
Слюда		См. табл. 5				(322)

*1 Ср. (165). *2 (189, 250, 266); ср. (317, 343).

Формула	Вещество ($\lambda=0.709$)	k	μ_m	μ/ϱ	Лит.
CH_3J	Иодистый метил	23.42	См. табл. 5		(215); ср. (165)
$C_2H_4O_2$	Метилформиат	7.27	См. табл. 5		(19, 20)
C_2H_5Br	Бромистый этил	17.98	См. табл. 5		(215); ср. (165)
C_3H_6O	Ацетон	9.58	6.62	0.691	(317)
		9.58	7.54	0.787	(343)
C_3H_6O	Аллиловый алкоголь	9.58	См. табл. 5		(19, 20)
$C_3H_6O_2$	Этилформиат	12.22	9.70	0.794	(317)
$C_3H_6O_2$	Пропионовая кислота	12.22	10.2	0.833	(343)
		12.22	См. табл. 5		(19, 20)
$C_3H_6O_3$	Диметилкарбонат	14.86	См. табл. 5		(19, 20)
C_3H_8O	Изопропиловый алкоголь	9.91	6.84	0.690	(317)
$C_3H_8O_2$	Триметиленгликоль	12.55	9.86	0.786	(317)

Формула	Вещество (λ=0.709)	k	μ_m	μ/ϱ	Лит.	Формула	Вещество (λ=0.709)	k	μ_m	μ/ϱ	Лит.
C_4H_8O	Метилэтил-кетон . . .	11.89	См. табл. 5		(19, 20)	C_7H_8O	Бензиловый алкоголь . .	17.83	См. табл. 5		(19, 20)
$C_4H_8O_2$	Этилацетат .	14.53	11.55	0.795	(317)	C_7H_{16}	n-Гептан . . .	16.52	8.77	0.531	(250)
		14.53	См. табл. 5		(19, 20)	C_8H_{10}	n-Ксилен . . .	17.50	9.40	0.537	(250)
$C_4H_8O_2$	Метилпропи-	14.53	11.44	0.787	(317)	C_8H_{18}	Октан	18.83	См. табл. 5		(19, 20)
C_6H_6	Бензол [онат	12.88	7.07	0.549	(317)	$C_8H_{18}O$	Октиловый				
		12.88	6.93	0.538	(250)		алкоголь .	21.47	См. табл. 5		(19, 20)
$C_6H_{12}O$	Циклогексан .	16.52	10.5	0.634	(250)	C_9H_{12}	Мезитилен . .	19.82	10.6	0.534	(250)
$C_6H_{12}O_3$	Паральдегид .	21.80	17.3	0.794	(343)	$C_{10}H_{16}$	Лимонен . . .	22.46	12.06	0.537	(317)
		21.80	См. табл. 5		(19, 20)	$C_{10}H_{16}$	Пинен	22.46	12.08	0.538	(317)
C_7H_8	Толуол . . .	15.19	8.35	0.550	(317)		Целлулоид . .		См. табл. 5		(244); ср. (193, 194)
		15.19	8.13	0.535	(250)						
		15.19	См. табл. 5		(19, 20)		Желатина . .		См. табл. 5		(205)

ТАБЛИЦА 5.—КОЭФФИЦИЕНТЫ ПОГЛОЩЕНИЯ РЕНТГЕНОВЫХ И γ-ЛУЧЕЙ.

Значения кажущихся коэффициентов поглощения γ-лучей см. табл. 12, 13 и 14; для коэффициентов поглощения тех веществ, для которых имеются данные только для $\lambda = 0.586$ Å, 0.631 Å или 0.709 Å, см. табл. 4.

В этой таблице приведены наиболее вероятные из имеющихся значений; многие из них являются средними из графических данных, приведенных в источниках, перечисленных в табл. 4; все они базируются на экспериментальных данных. Благодаря частым и большим расхождениям в значениях у различных авторов трудно судить о точности цифр. Для волн длиной больше 2 Å применяется сильно отфильтрованная «конечная» радиация. Значения λ, вошедшие в таблицу, слишком малы, так как они представляют собой «эффективную» длину волны λ уравнения Аллена $(\mu/\varrho)_{Al}=14\lambda^{2.92}$; соответствующие значения μ/ϱ неточны, когда эта эффективная λ находится вблизи границы поглощения. Действительно все данные значения μ/ϱ для длин волн вблизи L- и M-областей поглощения являются неточными. Добавочные значения для $\lambda > 2$ Å см. (193, 194, 233). Вообще все ссылки на литературу см. в табл. 4. Значения μ/ϱ, которые наиболее близко примыкают к какой-либо известной границе поглощения, обозначены курсивом. Вещества перечислены в следующем порядке: элементы, неорганические и органические соединения; для первых даны подразделения на γ-лучи, λ=0.08÷0.11 Å, λ=0.1÷1.0 Å, λ=1.0÷3.9 Å и излучение, определяемое только напряжением на трубке. $Q=(Z/29)^4$, где 29 есть Z для Cu (ср. табл. 3); $\mu_a=\mu A/\varrho N_0=(k\mu/\varrho)\times10^{-23}$, $\mu_m=\mu M/\varrho N_0=(k\mu/\varrho)\times10^{-23}$, где A—атомный вес, M—молекулярный вес, как указывается в формуле, $N_0=6.061\times10^{23}$—число молекул в грамм-моле; V—разность потенциалов на трубке. λ дано в Å=10^{-8} *см*; μ/ϱ—в *см*^{2} *г*$^{-1}$; μ_m—в 10^{-23} *см*^{2} на молекулу; k—в 10^{-23} *г* на молекулу; V—в kv.

I. γ-лучи Ra (B и C), отфильтрованные через x *см* Pb.*1

Элемент	Al-13	Cu-29	Fe-26	Mg-12	Pb-82	Sn-50	Zn-30		Элемент	Al-13	Cu-29	Fe-26	Mg-12	Pb-82	Sn-50	Zn-30	
Q	0.040	1.00	0.65	0.029	63.9	8.84	1.15		Q	0.040	1.00	0.65	0.029	63.9	8.84	1.15	
k	4.45	10.49	9.21	4.01	34.19	19.59	10.79		k	4.45	10.49	9.21	4.01	34.19	19.59	10.79	
x	μ/ϱ							Лит.	x	μ/ϱ							Лит.
5.35		0.0450			0.0480			(177)	1.5			0.0632		0.0727			(198)
4.30		0.0452			0.0487			(177)	1.0	0.0514				0.0626	0.0498		(353)
3.25		0.0460			0.0513			(177)	1.0		0.0510			0.0630			(177)
2.2	0.0559			0.0566	0.0633	0.0525	0.0567	(256)	0.3	0.0560				0.0830			(177)
2.2	0.0486	0.0479			0.0552	0.0448	0.0466	(177)									

*1 Относительно других значений γ-лучей см. (1, 2).

II. Рентгеновы лучи.

λ			0.081	0.085	0.090	0.095	0.100	0.110
Элемент	Q	k	μ/ϱ					
Ag-47	6.91	17.8	0.740	0.830	0.900	1.02	1.12	1.32
Al-13	0.040	4.45	0.145	0.153	0.160	0.165	0.167	0.171
Au-79	55.1	32.54	2.44	2.65	2.85	3.30	3.60	4.28
Bi-83	67.1	34.48	2.25	2.76	3.00	3.45	3.75	4.50
C-6	0.0018	1.98	0.143	0.145	0.148		0.150	
Cu-29	1.00	10.49	0.270		0.295		0.335	0.390
Fe-26	0.65	9.21	0.235		0.252		0.285	0.325
Ni-28	0.87	9.68	0.265		0.290		0.340	0.385
Pb-82	63.9	34.19	2.53	2.78	3.00	3.46	3.77	4.46
Pt-78	52.3	32.21	2.50	2.75	2.95	3.38	3.65	4.35
S-16	0.093	5.29	0.155	0.170	0.182	0.186	0.190	0.195
Sn-50	8.84	19.59	0.80	0.88	0.95		1.16	1.45

λ	0.081	0.085	0.090	0.095	0.100	0.110
Элемент / Q / k	μ/ϱ					
U-92 101 39.30				*3.53*		
W-74 42.4 30.36	2.40	2.60	2.80	3.10	3.37	4.05
Zn-30 1.15 10.79	0.310		0.350		0.375	0.450

Элемент	Ag-47	Al-13	Au-79	Au-79 (269)	Ba-56	Bi-83	C-6	Co-27	Cu-29	Fe-26	H-1*9	Li-3
Q	6.91	0.040	55.1		13.91	67.1	0.0018	0.75	1.00	0.65	1.4×10^{-6}	11×10^{-5}
k	17.8	4.45	32.54		22.67	34.48	1.98	9.73	10.49	9.21	0.1663	1.145

λ	μ/ϱ											
0.100	1.12	0.167	3.60	3.08		3.75	0.150	0.304*1	0.335	0.285	0.300	
0.110	1.32	0.171	4.28	3.81		4.50		0.345*1	0.390	0.325		
0.120	1.55	0.175	5.06	4.71	2.00*2	*4.90*3			0.460	0.370		
0.130	1.85	0.185	5.90	5.75					0.545	0.425		
0.140	2.20	0.195	6.90	6.96	2.80*2			0.521*1	0.640	0.490		
0.145			*7.40*	*7.55*		2.25						
0.150	2.60	0.205			3.40*2	2.44	0.153	0.75*4	0.750	0.565		
0.160	3.05	0.215	2.63	2.47	4.00*2	2.90		0.687*1	0.880	0.645		
0.170	3.55	0.225	2.88		4.65*2	3.32			1.03	0.735		
0.180	4.10	0.235	3.30	3.16	5.40*2	3.86		0.903*1	1.18	0.830		
0.190	4.75	0.246	3.76		6.47*2	4.42		1.24*4	1.34	0.940		
0.200	5.47	0.267	4.25	4.11	7.45*2	5.10	0.164	1.17*1	1.51	1.07	0.316	
0.220	7.20	0.302	5.50		9.20*2	6.48		1.72*4	1.90	1.38		
0.240	9.20	0.349	6.95		11.7*2	8.30	0.170	1.90*1	2.41	1.72	0.323	
0.260	11.6	0.405						2.53*4	2.99	2.16	0.326	
0.280	14.3	0.467			17.2*2	12.5		2.90*1	3.68	2.68		
0.300	17.2	0.537		11.7			0.195	3.53*1	4.38	3.23	0.333	0.175
0.320	20.4	0.623			*24.2*2	17.7			5.11	3.90		
0.340	23.9	0.720			6.00	21.0	0.210		6.20	4.60	0.340	0.185
0.360	28.0	0.835							7.30	5.35	0.343	
0.380	32.5	0.950							8.55	6.26		
0.400	37.2	1.08			9.00		0.243		9.85	7.24	0.350	0.210
0.420	42.4	1.23							11.3	8.0*11		
0.440	48.1	1.33			12.2		0.270		12.9			0.225
0.450	*50.2*						0.280				0.358	
0.460		1.54			14.0		0.288		14.6			
0.480		1.72	51.7*5				0.300		16.4			
0.500	9.55	1.95			17.8		0.325*6		18.4	14.8*8	0.366	0.250
0.550	13.0	2.46					0.378*6		24.2	19.8*8		0.275
0.586	15.5	3.00	64.5*7	75.0*8	26.3*7		0.450*6	22.6*4	29.0	23.1*8	0.381	0.300
0.631	19.4	3.70					0.550*6		36.7	27.9*8	0.388	0.361
0.709	26.2	5.21	122		41.3*7		0.630*6	38.1*4	51.0	37.6	0.401	
0.748	33.0	6.20	*141*				0.750*6		60.0	44.5	0.408	
0.910	57.0	10.8	165				1.25*6		102	74.5	0.435	
1.000	73.0	14.2	*110*				1.50*6		133	101	0.450	

Элемент	Mg-12	Mo-42*10	N-7	Ni-28	O-8	Pb-82	Pd-46	Pt-78	S-16	Sn-50	Th-90	U-92*13	W-74	W-74	Zn-30
Q	0.029	4.40	0.0034	0.87	0.058	63.9	6.33	52.3	0.093	8.84	92.8	101	42.4	42.4	1.15
k	4.01	15.84	2.31	9.68	2.64	34.19	17.60	32.21	5.29	19.59	38.30	39.30	30.36	(269)	10.79

λ	μ/ϱ														
0.100				0.340	0.150	3.77		3.65	0.190	1.16	*4.0*		3.37	2.67	0.375
0.110				0.385		4.46		4.35	0.195	1.45			4.05	3.29	0.450
0.120	0.160			0.440		5.28		5.14	0.200	1.80		1.87	4.83	4.03	0.530
0.130	0.165			0.510		*6.20*		6.05	0.225	2.20	1.96	2.27	5.72	4.93	0.630
0.140	0.170			0.595				7.08	0.250	2.60	2.25	2.58	6.75	5.91	0.750
0.145								*7.55*			2.48				
0.150	0.175	1.93	0.160	0.690	0.160	2.37			0.272	3.05	2.66	2.99	7.90	7.10	0.880
0.160	0.186	2.32		0.795		2.70			0.295	3.55	3.10	3.41	*8.90*	8.47	1.02
0.170	0.196	2.72		0.930		3.10		2.84	0.320	4.10	3.61			*9.99*	1.20
0.180	0.207	3.10		1.07		3.55		3.24	0.350	4.65	4.16				1.38
0.190	0.220	3.52		1.23		4.05		3.70	0.385	5.30	4.78		3.06		1.56
0.200	0.232	4.02	0.180	1.40	0.180	4.62		4.16	0.420	6.00	5.42		3.49		1.79
0.220	0.260	5.20		1.77		5.85		5.25	0.500	7.90	6.90		4.25		2.32

Элемент	Mg-12	Mo-42*10	N-7	Ni-28	O-8	Pb-82	Pd-46	Pt-78	S-16	Sn-50	Th-90	U-92*13	W-74	W-74	Zn-30
Q . . .	0.029	4.40	0.0034	0.87	0.058	63.9	6.33	52.3	0.093	8.84	92.8	101	42.4	42.4	1.15
k . . .	4.01	15.84	2.31	9.68	2.64	34.19	17.60	32.21	5.29	19.59	38.30	39.30	30.36	(269)	10.79
λ	μ/ϱ														
0.240	0.293	6.60	0.197	2.22	0.204*10	7.35		6.60	0.580	10.2	8.60		5.23		2.80
0.260	0.330	8.25		2.80		9.20			0.680	12.6			6.30		3.50
0.280	0.375	10.10		3.40		11.3		9.60	0.800	15.3			7.60		4.30
0.300	0.430	12.4	0.222	4.10	0.243*10	13.6	16.2	11.5	0.930	18.2			8.90		5.20
0.320	0.480	15.0		4.85	0.259*10	16.2		13.5	1.08	21.5			10.4		6.20
0.340	0.570	17.7	0.248	5.75		19.7	22.0	15.8	1.23	25.0			12.2		7.30
0.360	0.660	20.5		6.70		23.0	25.2	18.2	1.42	29.0			14.5		8.50
0.380	0.760	23.6				27.2		21.2	1.58	34.0			17.1		10.0
0.400	0.875	27.0			0.336*10	31.8	33.5	24.5	1.78	*39.5*		41	19.8		11.6
0.420	0.995	30.5				36.5		28.0	1.95				23.0		13.5
0.440	1.13	34.0			0.385	41.2	42.5	31.8	2.2	8.5			26.4		15.4
0.450							45.0					54			
0.460	1.27	38.7				46.5	47.7	36.0		9.6			30.0		17.5
0.480	1.40	44.0				53.0		40.5		10.9					19.7
0.500		48.6		18.5*8	0.500	58.0	*58.7*	45.5		12.0		71			22.0
0.550		63.8		24.4*8			11.5			15.8		*93*			28.1
0.586		*75.0*12		28.9*8	0.71	74.5*7		73.5	5.90*7	18.7			56.8*7		34.3
0.631		13.8		34.8*8	0.85	101	17.2	87.0	6.90	22.6		88	*75.0*		43.0
0.709	4.1*7	19.5	1.1*7	45	1.13	140	23.9	117	9.8*14	32.1		*122*			59.0
0.748		23.0		53	1.31*10	*145*		*134*		39.0		57			69.0
0.910		39.5		86	2.27*10	*150*		170		66.0		92			115
1.000		50.4		115	2.95*10	77		*165*		87.0		120			152

Элемент . .	Ag-47	Al-13	Au-79	C-6	Cu-29	Fe-26	Mg-12	Ni-28	Pb-82	Pt-78	Sn-50	U-92	W-74	Zn-30
Q	6.91	0.040	55.1	0.0018	1.00	0.65	0.029	0.87	63.9	52.3	8.84	101	42.4	1.15
k	17.80	4.45	32.54	1.98	10.49	9.21	4.01	9.68	34.19	32.21	19.59	39.30	30.36	10.79
λ	μ/ϱ													
1.000	73.0	14.2	*110*	1.50*6	133	101		115	77	*165*	87.0	120		152
1.090	95.0	18.0	88	2.00	165	127	15.7*5	145	98	87	110	133		186
1.170	113	22.5	104	2.40	206	158	20.0*5		120	100	132			*226*
1.293	146	30.0	137	3.20	*266*	207		230	154	131	176	214	105	38.0
1.389	173			3.80	38.0				180	155	205			45.0
1.432	192	40.3	179	4.30	42.0	280	36.6*5	*311*	202	171	235	272	131	50.5
1.537	225	50.0	210	4.90	50.0	324		45.7	230	199	275	360		59.0
1.655	280	62.0	265	6.40	63.2	*424*	54.6*5	57.0	290	243	325			76.0
1.752	325	73.0		7.30		56.0		67.0	335	280	385	431		90.0
1.933	410	93.0		9.20	97.0	70.0	82.8*5	89.0	420	365	490	470		115
2.25*5	580	136		15.3	143	104	126*5	129		517				170
2.500*15	696	182			202			180		596				
2.744*15	925	248			262			239		756				
3.026*15	*1330*	320			321			319		939				
3.353*15	1310	433			404			384		1120				
3.432*15	*1460*													
3.592*15	*1360*									*1370*				
4.146*15	461	771			621			627		*1290*				
4.359*15	539	894			730			735						
5.394*15	852	1480			1300			1250		*1640*				
6.973*15	1260	*2800*			2120			2000		1190				
8.319*15	1770	344			3450			3140		1530				
9.868*15	2720	553			5030			4540		2440				
11.889*15		767			7550									

*1 Вычислено (219) из $\mu/\varrho = 124\lambda^3 + 0.18$, если $0.1 < \lambda < 0.3$. *2 Вероятно слишком мало. *3 Значение $\lambda = 0.118$. *4 По (343); слишком велико, если $0.150 < \lambda < 0.254$. *5 Применялась K-радиация соответствующего вещества (215); некоторые значения, помещенные в таблице для Mg, были получены посредством интерполяции. *6 Эти значения (5) даже приблизительно не сходны со значениями для сложных веществ; другие же значения (189) сходны; ср. (250). *7 По (343). *8 По (65). *9 Значения вычислены из $\mu/\varrho = 0.283 + \lambda/6$; экспериментальные значения, полученные из наблюдений над соединениями, содержащими H, см. ниже (органические соединения). Если $40 < \lambda < 100$, то $\mu/\varrho = 0.2\lambda^{2.25}$, см. (193); также (233). *10 Интерполировано по (250). *11 По (189) 8.12 при $\lambda = 0.422$. *12 Для $\lambda = 0.600$ $\mu/\varrho = 81$. *13 Значения для $0.4 < \lambda < 1.6$ вычислены по наблюденным (315) значениям $(\mu/\varrho)_\lambda/(\mu/\varrho)_{0.708}$ для U_3O_8 (см. стр. 221) в предположении, что $(\mu/\varrho)_\lambda$ для U пропорционально $(\mu/\varrho)_\lambda$ для U_3O_8 и что для U $\mu/\varrho = 41.0$ при $\lambda = 0.400$. *14 Другое значение по (343) будет 8.7. *15 По Йёнсону (Diss., Upsala, 1928). Возражения против значений λ, полученных вблизи от границ поглощения, в данном случае не имеют силы. Формула Йёнсона (см. стр. 216) может применяться для вычисления значений μ/ϱ для других веществ.

V	Br	C	Cl	J	S
	$\mu_a/(\mu_a)_N$ (301)				
1.4	4.72	0.60	2.20	34.50	1.80
0.9	4.30	0.60	2.28		2.02

H_2O, вода; $k=2.972$

λ	μ/ϱ	μ_m	λ	μ/ϱ	μ_m	λ	μ/ϱ	μ_m	λ	μ/ϱ	μ_m	λ	μ/ϱ	μ_m	λ	μ/ϱ	μ_m
0.100	0.167	0.496	0.160	0.187	0.555	0.240	0.223	0.662	0.340	0.290	0.861	0.440	0.400	1.19	0.709	1.08	3.21
0.110	0.171	0.508	0.170	0.190	0.564	0.260	0.234	0.695	0.360	0.309	0.918	0.500	0.500	1.48	0.783	1.38	4.10
0.120	0.175	0.520	0.180	0.194	0.576	0.280	0.246	0.731	0.380	0.330	0.980	0.550	0.600	1.78	0.881	1.95	5.79
0.130	0.178	0.529	0.190	0.198	0.588	0.300	0.259	0.769	0.400	0.352	1.05	0.586	0.686	2.04	0.929	2.18	6.47
0.140	0.180	0.536	0.200	0.201	0.597	0.320	0.273	0.811	0.420	0.376	1.12	0.631	0.812	2.41	0.977	2.52	7.48
0.150	0.183	0.545	0.220	0.212	0.630												

NaCl, кристаллы каменной соли ([62], [63]); ср. ([20]).

$\lambda=0.589$ Å, O—порядок отражения, ε—коэффициент затухания, E—относительное количество суммарной отраженной энергии. $k=9.645$; $\mu=10.70$ $см^2$ $г^{-1}$.

O	Грань	$\mu+\varepsilon$	ε*1	E	O	Грань	$\mu+\varepsilon$	ε*1	E
1	100	16.30	5.60	100	2	200	12.66	1.96	19.9
1	110*2	13.60	2.90	50.5	3	300	10.72	0.02	4.87

*1 Только вторичное затухание. *2 Для грани (100), Киркпатрик ([220]) нашел, что $\mu+\varepsilon=189\lambda^{3.9}+0.43$ и $\varepsilon=1.90\lambda^{4.6}$, если $0.24<\lambda<0.58$.

Вещество	Воздух	CO_2	SO_2	CH_3J*1	C_2H_5Br*1	U_3O_8 ([315])
1000ϱ	1.29	1.98	2.88	6.38	4.90	$\lambda_1=0.708$
k		7.26	10.57	23.42	17.98	

λ	μ/ϱ ([215])*2					λ	$\frac{(\mu/\varrho)_\lambda}{(\mu/\varrho)_{\lambda_1}}$
K_{Ag} 0.555	0.59		2.75	17.7	22.0	0.400	0.340
K_{Mo} 0.692	0.98	1.42	5.56	30.9	42.9	0.450	0.450
K_{Sr} 0.855	1.78	2.12	9.76	53.0	*66.3*	0.500	0.590
K_{Br} 1.02	3.02		17.4	86.5	19.6	0.550	*0.770*
K_{Se} 1.08	3.40	3.96	19.1	97	22.4	0.600	0.640
K_{As} 1.15	4.10	5.00	22.9	116	26.1	0.631	0.730
K_{Zn} 1.40	6.96	9.31	38.9	198	43.9	0.708	*1.000*
K_{Cu} 1.51	8.43	11.5	46.5	241	53.1	0.750	0.480
K_{Ni} 1.61	10.5	16.1	57.6	282	66.3	0.800	0.560
K_{Co} 1.75	12.7		69.4		83.2	$k=139.0$	
K_{Fe} 1.90	15.6	23.1	83.3	339	105		

*1 Значение μ вероятно слишком мало. *2 Значения, полученные Говди (Gowdy) ([165]), отличны от этих.

Слюда ([322]).

Линия	KAgβ	KRhβ	KAgα	KRhα	KCuβ	KCuα	KCrβ	KCrα
λ	0.490	0.540	0.560	0.610	1.38	1.54	2.07	2.29
$\mu/2.8$	1.29	1.96	1.82	2.75	23.6	31.9	61.1	81.1

Формула	Вещество *1	λ	0.187	0.207	0.227	0.247	0.272	0.318
		$\mu_m/(\mu_m)_{H_2O}$ ([19,20])						
N_2H_4	Гидразин		1.76	1.75	1.74	1.70	1.67	1.60
$C_2H_4O_2$	Метилформиат		3.14	3.14	3.12	3.08	3.06	3.01
C_3H_6O	Аллиловый алкоголь		3.16	3.15	3.09	2.98	2.90	2.76
$C_3H_6O_2$	Пропионовая кислота		3.92	3.90	3.86	3.82	3.76	3.74
$C_3H_6O_3$	Диметилкарбонат		4.74	4.73	4.67	4.67	4.61	4.52
C_4H_8O	Метилэтилкетон		3.87	3.84	3.78	3.71	3.60	3.44
$C_4H_8O_2$	Этилацетат		4.66	4.64	4.60	4.51	4.41	4.25
C_6H_6	Бензол		4.04	4.00	3.94	3.84	3.75	3.45
$C_6H_{12}O_3$	Паральдегид		7.04	6.86	6.83	6.70	6.57	6.42
C_7H_8	Толуол		4.87	4.83	4.72	4.60	4.40	4.10
C_7H_8O	Бензиловый алкоголь		5.64	5.57	5.52	5.42	5.24	4.95
C_8H_{18}	Октан		6.38	6.29	6.12	6.03	5.76	5.27
$C_8H_{18}O$	Октиловый алкоголь		7.17	7.07	6.96	6.84	6.62	6.13

Вещество . .	H_2, *2 водород	C_6H_6, бензол	$C_6H_{12}O$, циклогексан	C_7H_8, толуол	C_7H_{16}, гептан	C_8H_{10}, ксилен	C_9H_{12}, мезитилен
k_m	0.332	12.88	16.52	15.19	16.52	17.50	19.81
λ	μ/ϱ (250); ср. (317)						
0.215	0.338						
0.2455	0.333	0.200	0.215	0.204	0.215	0.205	0.203
0.2782	0.531	0.215	0.227	0.214	0.225	0.216	0.210
0.3109	0.420	0.223	0.242	0.225	0.236	0.227	0.219
0.3436	0.449	0.237	0.255	0.238	0.248	0.239	0.232
0.3763	0.465	0.248	0.269	0.250	0.261	0.252	0.244
0.4089	0.385	0.263	0.289	0.265	0.277	0.268	0.261
0.4416	0.517	0.281	0.311	0.284	0.294	0.286	0.280
0.4905	0.459	0.309	0.348	0.312	0.320	0.314	0.309
0.5394	0.412	0.346	0.394	0.348	0.355	0.350	0.346
0.5883	0.333	0.391	0.449	0.393	0.397	0.394	0.391
0.6371	0.349	0.443	0.516	0.444	0.444	0.442	0.443
0.6859	0.489	0.504	0.592	0.504	0.499	0.506	0.502
0.7346	0.445	0.575	0.685	0.573	0.565	0.573	0.571
0.7833	0.450	0.657	0.787	0.650	0.638	0.652	0.650
0.8319	0.454	0.747	0.904	0.740	0.720	0.739	0.737
0.8804	0.637	0.850	1.03	0.840	0.812	0.840	0.831
0.9289	0.325	0.963	1.18	0.950	0.916	0.947	0.943
0.9773	0.457	1.09	1.34	1.07	1.03	1.07	1.07

	Желатина (244)*3									Целлулоид (244) *3			
V	9.97	7.77	5.87	4.88	4.42	3.93	3.46	3.00	2.50	5.87	4.88	4.42	3.93
min . . .	1.24	1.59	2.10	2.53	2.78	3.14	3.56	4.11	4.95	2.10	2.53	2.78	3.14
μ/ϱ	5.9	12.3	25.8	38.7	56.6	76.2	126	193	312	25.6	42.5	60	81

Если $40 < \lambda < 80$, то $\mu/\varrho = 0.2\lambda^{2.5}$; если $\lambda > 80$, то μ/ϱ возрастает с увеличением λ менее быстро; μ/ϱ проходит через максимум при λ=320 Å (193, 194).

*1 Значения k см. в табл. 4. *2 Значения были получены (297) из наблюдений (17, 250) над соединениями; вероятная ошибка велика. Более точные значения даны уравнением $\mu/\varrho = 0.283 + \lambda/6$; см. раздел таблицы, посвященный элементам. *3 Применялась «конечная» радиация в трубке с Fe-антикатодом. Значения μ/ϱ слишком велики.

РАССЕЯНИЕ.

О различии между двумя типами диффузного излучения (измененного и неизмененного) см. стр. 214. В большинстве случаев оба типа измеряются одновременно; из этих измерений может быть получен коэффициент (σ_S) поглощения, обусловленный истинным рассеянием, но не коэффициент (σ) полной абсорбции, обусловленный рассеянием. Чтобы найти последний, мы должны определить или σ_a или τ и μ ($\mu = \tau + \sigma = \tau + \sigma_a + \sigma_S$). Так как оба типа поглощения возникают от потери энергии, затрачиваемой на вырывание электронов с их уровней энергии, то чрезвычайно трудно получить значения σ_a и τ в отдельности. Повидимому σ стремится к 0 вместе с λ. Для значений λ порядка 0.01 Å принято, что $\tau = 0$ для элементов с небольшим атомным номером, а σ/ϱ пропорционально Z/A для всех элементов; для значений λ порядка 0.1 Å имеем $\delta_S \cong (1+\alpha)\sigma/(1+2\alpha)$, когда Z мало, а для остальных элементов практически $\sigma_S = \sigma$. Значения σ_S/ϱ см. в табл. 6. Об изменениях σ вблизи границ поглощения см. (238).

Если угол рассеяния (θ) мал, то бо́льшая часть диффузного излучения является неизмененного типа; I_m/I_u возрастает с θ, но уменьшается, когда λ и Z увеличиваются; I_m и I_u обозначают соответственно интенсивности измененного и неизмененного излучения (см. табл. 7 и фиг. 2).

ТАБЛИЦА 6.—КОЭФФИЦИЕНТЫ МАССОВОГО РАССЕЯНИЯ.

$\sigma = \sigma_S + \sigma_a$; σ_S/ϱ измеряется непосредственно. В столбце λ обозначения γ_x показывают, что применялись γ-лучи Ra (B+C), профильтрованные через x см Pb. Обычно применялись фильтрованные рентгеновы лучи; в таком случае $\lambda = \lambda_{eff}$—эффективная длина волны. λ дана в Å; σ_S/ϱ—в $см^2\ г^{-1}$.

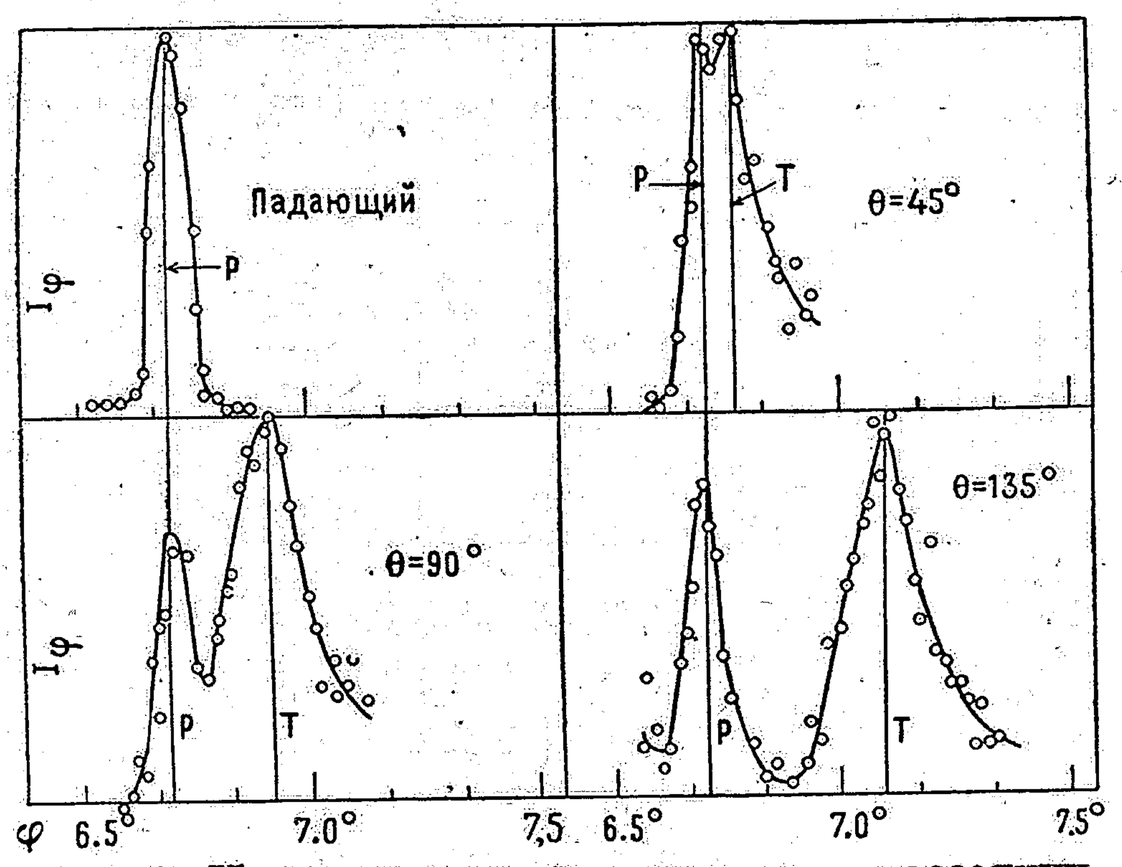
Вещество	λ_{eff}	σ_S/ϱ	Лит.	Вещество	λ_{eff}	σ_S/ϱ	Лит.
Al-13 .	$\gamma_{1.5}$	0.0450	(198)		0 32	0.166	(243)
	$\gamma_{2.2}$	0.0360	(256)		0.43	0.182	(243)
	$\gamma_{2.6}$	0.0323	(247)		0.54	0.194	(243
	0.082	0.130	(313)		0.66	0 214	(243)
	0.173	0.161	(313)		0.71	0 200	(191)
	0.225	0.147	(313)		0.79	0.234	(243)
	0.373	0.156	(313)	Cu-29.	*1	0.9	(120)
	0.458	0.260	(313)	Fe-26.	$\gamma_{1.5}$	0.042	(198)
	*1	0.29	(120)	Li-3 .	0.32	0.133	(243)
B-5 . .	0.32	0.154	(243)	Li-3 .	0.43	0.165	(243)
	0.43	0.162	(243)		0.54	0.157	(243)
	0.54	0.169	(243)		0.66	0.169	(243)
	0.66	0.165	(243)		0.71	0.168	(191)
	0.79	0.179	(243)		0.79	0.200	(243)
C-6 . .	0.081	0.116*2	(5)	Mg-12	$\gamma_{2.2}$	0.035	(198)

Вещество	λ_{eff}	σ_s/ϱ	Лит.	Вещество	λ_{eff}	σ_s/ϱ	Лит.
Na-23	0.32	0.173	(243)		0.43	0.206	(243)
	0.43	0.191	(243)		0 54	0.210	(243)
	0.54	0 248	(243)		0 66	0 216	(243)
Pb-82	$\gamma_{1.5}$	0.034	(198)		0.79	0.228	(243)
	$\gamma_{2.2}$	0.030	(256)		0.161	0.185	(313)
Sn-50	$\gamma_{2.2}$	0.032	(256)		0.240	0.206	(313)
Zn-30	$\gamma_{2.2}$	0.035	(256)		0.285	0.170	(313)
H_2O	$\gamma_{2.6}$	0.0383	(247)		0.501	0.201	(313)
	0.32	0.198	(243)	NaCl	0.41	0.234	(213)

Вещество		λ	σ_s/ϱ	Лит.
$C_3H_8O_3$	Глицерин	$\gamma_{2.6}$	0.0406	(247)
C_6H_6	Бензол	0.709	0.238	(191)
C_8H_{18}	Октан	0.709	0.262	(191)
C_9H_{12}	Мезитилен	0.709	0.244	(191)
	Скипидар	$\gamma_{2.6}$	0.0352	(247)
	Фильтровальная бумага	*1	0.27	(120)

*1 Очень мягкие рентгеновы лучи с $\lambda_{eff} \cong 0.75$ Å.
*2 По (5), принимая $\sigma/\varrho = \mu/\varrho$ и $\sigma_s = (1+\alpha)\sigma/(1+2\alpha)$.

Так как значения σ, получаемые из уравнения $\sigma = \mu - \tau$ (причем τ определялось эмпирически), считаются неправильными, они не приведены в этой табл.



Фиг. 2. Изменение длины волны при рассеянии (97–115). Излучается $K\alpha$-линия Mo ($\lambda = 0.71$ Å); рассеяние в графите. P—положение первичной линии; T—вычисленное положение линии, изменившееся при рассеянии; θ—угол рассеяния; I_φ—интенсивность, соответствующ. углу спектрометра φ.

ТАБЛИЦА 7.—ОТНОШЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ ИЗМЕНЕННОГО РАССЕЯННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ (I_m) К НЕИЗМЕНЕННОМУ (I_u).

См. также (135, 208, 210)*1. θ—угол рассеяния; если θ мало, то I_u значительно больше I_m.

Элемент	I_m/I_u	Элемент	I_m/I_u	Элемент	I_m/I_u
(349) $\lambda = 0.560$ A, $\theta = 120°$		S-16	1.91	(280) $\lambda = 0.709$ Å, $\theta = 90°$	
Li-3	∞	K-19	1.72	C-6	1.7
Be-4	8.72	Ca-20	1.71	Al-13	0.7
B-5	7.02	Cr-25	0.75	S-16	0.29
C-6	5.48	Fe-26	0.51	Cu-29	0.32
Na-11	3.04	Ni-28	0.40	Ag-47	0.21
Mg-12	2.78	Cu-29	0.21	Pb-82	0.024
Al-13	2.61	(280) $\lambda = 0.631$ Å, $\theta = 90°$			
Si-14	2.33	Al-13	1.0		

$\lambda = 0.709$ Å (Mo$K\alpha$) (348)

Вещество . . .	Дерево	Парафин	C-6	Al-13	S-16
θ	I_m/I_u				
30			0.2*2		
60	1.19	2.29	1.08*3	0.46	
75	1.85	3.10	1.31	0.74	0.25
90	2.73	4.69	1.45*4	0.91	0.42
105	3.21	5.16	1.82	1.23	0.67
120	4.57	5.49	2.26	1.45	
135	5.38	6.52	3.42	2.11	
150	6.21	6.98	4.05	2.52	
165	7.00	7.47	4.86		

*1 Девис и Митчель (Davis и Mitchell, Phys. Rev., Sept. 1928 г.) показали, что для углерода рассеянное излучение, рассматриваемое выше как неизмененное, содержит кроме действительно неизмененного излучения также лучи с частотой $\cong \nu - \nu_c$. Они не обнаружили существования рассеянных лучей с частотой, превышающей частоту первичного излучения. Их результаты важны для теоретического изучения распределения диффузного излучения. Спектр рассеянного излучения может зависеть от интенсивности первичных лучей. *2 (280). *3 По (280) 0.95. *4 По (280) 1.7.

Изменение длины волны (эффект Комптона).

Все попытки объяснить на основании классической теории излучения изменения λ, наблюдаемые в случае измененного излучения, были бесплодны. Действительно, эта теория оказывается несостоятельной перед тем фактом, что электрон отдачи вырывается в тот же самый момент, когда излучается диффузная радиация (43, 54); ср. фиг. 2.

Энергия и направления излучения и вырывания этих электронов определяются по теории квант (114). Предполагая, что законы сохранения энергии и момента количества движения приложимы к электронам и квантам, рассматриваемым как отдельные объекты, возможно вычислить частоту излучения, рассеянного в данном направлении θ относительно первичного пучка (104, 105, 130). Если электрон свободен ($\nu_c = 0$) и вначале находился в покое, то закон сохранения энергии дает:

$$\mathbf{h}(\nu - \nu_\theta = \mathbf{m}_0\mathbf{c}^2 \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - 1 \right\},$$

и

$$\left(\frac{\mathbf{h}\nu}{\mathbf{c}}\right)^2 + \left(\frac{\mathbf{h}\nu_\theta}{\mathbf{c}}\right)^2 - \frac{2\mathbf{h}^2\nu\nu_\theta \cos\theta}{\mathbf{c}^2} = \frac{\mathbf{m}_0^2 v^2}{1 - v^2/c^2};$$

$$\lambda\theta = (\lambda + 0.0486 \sin^2 \frac{\theta}{2})\ \text{Å},$$

и энергия ($E\varphi$) электрона отдачи, вырываемого в направлении φ ($\leqslant 90°$) равна

$$E\varphi = \frac{2\mathbf{h}\nu\alpha\cos^2\varphi}{(1+\alpha)^2 - \alpha^2\cos^2\varphi},$$

где ν и λ относятся к падающему излучению, ν_θ и λ_θ—к рассеянному под углом θ, v—скорость, сообщаемая электрону, $\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2} = -\frac{\operatorname{tg}\theta}{1+\alpha}$, причем φ и θ измеряются от направления распространения падающего пучка; см. (104). Это изменение λ равно тому, которое по классической теории было бы обусловлено эффектом Допплера, если бы начальная скорость электронов, производящих рассеяние, была равна $c\alpha/(1+\alpha)$ и лежала бы в направлении падающего излучения; в первом приближении это совпадает со всеми наблюденными значениями (см. табл. 8).

Рассеяние связанными электронами было достигнуто подобным же образом ([108], [208]). Приемлемое объяснение опытных фактов может быть получено при допущении движения электронов по орбитам Бора и предположении, что взаимодействие между электроном и ударяющим квантом происходит мгновенно ([208], [110]). Если ни один электрон не вырывается с его уровня энергии, то измененное диффузное излучение не возникает. Частота измененного излучения, рассеиваемого электронами, находящимися на определенном уровне энергии (характеризуемым ν_c), имеет определенный максимум $(\nu-\nu_c)$; следовательно, в спектре излучения, рассеянного по данному направлению, должен наблюдаться ряд полос; этого, однако, пока еще не наблюдалось. Наиболее короткая длина волны, $c/(\nu-\nu_c)$, соответствующая какому-либо уровню, в точности совпадает с той, которая характеризует излучение, вызванное вырыванием фотоэлектронов с того же уровня, но вместе с тем твердо установлено, что фотоэлектроны не вызывают заметного количества такого рода третичной радиации, несмотря на первоначальные указания противоположного характера ([11], [40], [89–96], [100], [170], [172]). Объяснение эффекта Комптона новой квантовой механикой см. ([140], [164], [222], [299], [332]).

ТАБЛИЦА 8.—ИЗМЕНЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ПРИ РАССЕЯНИИ ([280]).

$\delta\lambda_{\text{набл.}}=\lambda_\theta-\lambda$, где λ_θ—средняя длина волны измененной полосы, рассеянной под углом θ; $\delta\lambda_{\text{выч.}}=(0.0486\sin^2{}^1/_2\theta)$ Å—значение, вычисленное в предположении, что рассеивающие электроны были вначале свободны и находились в покое; $\delta\lambda_{\text{набл.}}$ найдена равной $\delta\lambda_{\text{выч.}}$ для λ, лежащих между 0.211 и 0.709 Å, и для θ между 30 и 170°; см. ([11], [42], [72], [73], [75], [76], [105], [106], [107], [111], [115], [126], [170], [275–281], [302], [329], [346]); это же по всей вероятности справедливо для γ-лучей Ra, но результаты нельзя считать окончательными; значения λ и λ_θ определены только по наблюденным коэффициентам поглощения в Pb; см. ([105], [192]); ср. фиг. 2. λ и $\delta\lambda$ даны в mÅ$=10^{-11}$ *см*.

Элемент	λ	θ	$\delta\lambda_{\text{набл.}}$	$\delta\lambda_{\text{выч.}}$
C-6	709	30	3 ±1	3
C-6	709	60	12 ±0.1	12.1
C-6	709	90	23.6±0.3	24.3
Al-13	709	90	24.4±0.1	24.3
Al-13	631	90	24.2±0.1	24.3
S-16	709	90	24.0±0.5	24.3
Cu-29	709	90	24.4±0.2	24.3
Ag-47	709	90	23.8±0.2	24.3
Pb-82	709	90	24.0±0.2	24.3

Распределение рассеянного излучения ([22–37], [62], [63], [104], [123], [128–130], [162], [319], [320]).

Были сделаны попытки (см. табл. 9) получить выражение для $I_{s\theta\alpha}$ [$I_{s\theta m}$, $I_{s\theta i}$] в функции θ и I—интенсивности неполяризованного падающего излучения; они всегда основывались на предположении, что рассеивающими центрами являются отдельные электроны, внешние по отношению к ядру.

Все полученные выражения имеют вид:

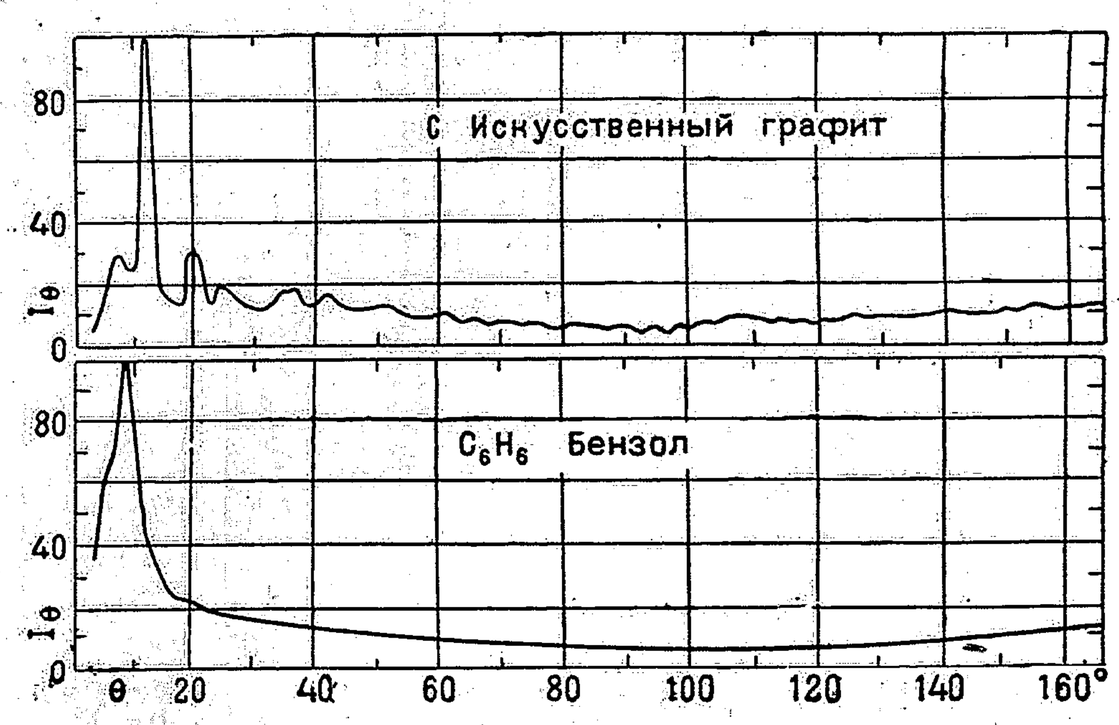
$$I_{s\theta\alpha}={}^1/_2 IF^2\eta(1+\cos^2\theta),$$

где θ—угол рассеяния, измеряемый от направления распространения падающего излучения, а $\eta=e^4/m_0^2c^4$. Ни одно из выражений не оказалось вполне удовлетворительным. Возможно, что его удастся получить из волновой механики. Между тем качественное объяснение явления может быть получено следующим образом ([174], [176], [210], [338]). U-электроны рассеивают излучение когерентно, так, что если число U-электронов известно, то распределение измененного излучения может быть приблизительно выведено при помощи метода, применяемого для получения выражения 2 (табл. 9). R-электроны не рассеивают излучения когерентно, так что для длин волн порядка 0.7 Å и для неизмененного излучения ([319])

$$I_{s\theta\alpha}={}^1/_2 I\eta R_\theta(1+\cos^2\theta)\frac{\nu'}{\nu},$$

где R_θ—число R-электронов, участвующих в рассеянии измененного излучения под углом θ, ν'—частота этого излучения и ν—частота первичного излучения. Приведенное выше выражение применимо только при небольших длинах волн, так как $I_{s\theta}$ уменьшается при возрастании ν (см. 4, 5 в табл. 9).

Все теоретические выражения для F, а следовательно и для $I_{s\theta\alpha}$, имеют максимум при $\theta=0$, и, для газов, $I_{s\theta m}$ в области $0\leqslant\theta<{}^\pi/_2$ (см. ([131])) имеет единственный максимум при $\theta=0$, так что неизмененное излучение рассеивается когерентно единичными молекулами ([176]). В твердых и чисто-жидких излучателях, в которых атомы расположены более или менее упорядоченно, $I_{s\theta\alpha}$ повидимому $=0$ при $\theta=0$ и имеет по крайней мере один максимум между $\theta=0$ и $\theta={}^\pi/_2$ ([143], [191], [203]); см. также ([133], [216], [314], [351]). См. фиг. 3.



Фиг. 3. Рассеяние рентгеновых лучей графитом (C) и бензолом (C_6H_6) ([189–191]). Кривая C_6H_6 является типичной для рассеяния некристаллическими средами; кривая C типична для кристаллических. Различие между обеими кривыми возникает главным образом вследствие разницы в правильности расположения молекул. Падающее излучение состоит преимущественно из $K\alpha$-линии Mo ($\lambda=0.71$ Å). I_θ—интенсивность излучения, рассеянного под углом θ.

Это является результатом интерференции между излучениями, рассеянными различными атомами или молекулами. Значение θ, при котором получается максимум, приблизительно пропорционально λ. Некоторые жидкости имеют два максимума ([217], [218], [314]), а кристаллические твердые тела могут иметь несколько максимумов (см. фиг. 3). О теории рассеяния жидкостями см. ([131], [259], [352]). Вследствие такой интерференции точные значения $I_{s\theta m}$, $I_{s\theta\alpha}$ или $I_{s\theta i}$ для малых значений θ весьма трудно получить из опытов над жидкостями или твердыми телами, исключая некоторые случаи кристаллов, для которых можно дать выражения типа 3 из табл. 9; но при возрастании θ эффект интерференции кажется уменьшенным. О распределении излучения, диффузно-рассеянного отдельными кристаллами, см. ([203]). О влиянии температуры см. ([61], [128], [200], [204], [357], [358]).

ТАБЛИЦА 9.—ТИПИЧНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ФУНКЦИИ РАССЕЯНИЯ (F).

Если падающее излучение не поляризовано, то $I_{s\theta\alpha} = {}^1/_2 I\eta F^2(1+\cos^2\theta)$; $\eta = e^4/m_0^2c^4$; $\alpha = h\nu/m_0c^2$; $\psi = (4\pi S_{mn}/\lambda)\sin {}^1/_2\theta$, где S_{mn} — расстояние от m-го до n-го электрона. E — полная энергия, отраженная под углом θ толстым, идеально несовершенным кристаллом, вращающимся со скоростью ω радианов в секунду, ${}^1/_2\theta$ — угол скольжения, под которым падающее излучение (энергия E_1 в ск.) отражается кристаллом, μ — эффективный коэффициент поглощения, N — число рассеивающих единиц*1 в единице объема и $e^{-[B(T)\sin^2 {}^1/_2\theta]/\lambda^2}$ — температурный коэффициент по Дебаю ([128], [357], [358]). Значения других символов см. стр. 213.

1. По теории Томсона ([319]):

$$F^2 = Z,\ \sigma_{a\alpha} = 0,\ \sigma_{s\alpha} = \frac{8\pi Z\eta}{3}.$$

Эта теория имеет весьма ограниченное применение; в ней допускается, что электроны рассеивают независимо друг от друга. Во всяком случае она справедлива лишь на небольшом интервале длин волн.

2. По теории Дебая-Томсона ([129]):

$$F^2 = \sum_{m=1}^{m=Z}\ \sum_{n=1}^{n=Z}\frac{\sin\psi}{\psi},\ \sigma_{a\alpha} = 0$$

В ней принимается, что нет электронов отдачи, что все рассеянное излучение не изменено относительно λ, и что электроны занимают неподвижное положение по отношению к ядру; см. ([104], [163], [295], [296]).

3. По теории Дарвина-Комптона ([356], [123], [124]):

$$F^2 = \frac{4E\omega\mu\sin\theta}{E_1N^2\lambda^3\eta(1+\cos^2\theta)}\cdot e^{[B(T)\sin^2 {}^1/_2\theta]/\lambda^2}.$$

Эта теория применялась для определения F, которое в этом случае называется рассеивающим фактором для атомов и ионов в несовершенных кристаллах, но она приложима исключительно к неизмененному излучению ([174], [176], [210], [338]). Соответствующие формулы для совершенных кристаллов и рассмотрение проблем, вытекающих из того факта, что на практике кристаллы несовершенны, см. ([124]); ср. ([60], [61], [110]).

4. По теории Комптона ([105]):

$$F^2 = Z\frac{(1+\cos^2\theta)+2\alpha(1+\alpha)(1+\cos\theta)^2}{(1+\cos^2\theta)(1+\alpha-\alpha\cos\theta)^5},$$

$$\sigma_{s\alpha} = \frac{8\pi Z\eta(1+\alpha)}{3(1+2\alpha)^2}.$$

Эта теория основана на квантовых теориях. В ней принимается, что собственные частоты рассеивающих электронов малы по сравнению с частотой падающего излучения, тогда как все рассеянное излучение неизмененного типа и поэтому некогерентно. Эта теория требует, чтобы $\sigma = 0$, когда $\lambda = 0$; для очень малых значений λ она дает слишком малые значения σ, см. ([177]).

5. По теории Брейт-Дирака (Breit-Dirac) ([66], [140]):

$$F^2 = Z\frac{1}{(1+\alpha-\alpha\cos\theta)^3},$$

$$\sigma_{s\alpha} = 2\pi Z\eta\frac{1+\alpha}{\alpha^3}\left\{\frac{2\alpha(1+\alpha)}{1+2\alpha} - \log_e(1+2\alpha)\right\}.$$

Пояснение к формуле см. выше (4).

ТАБЛИЦА 10.—НАБЛЮДАЕМОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАССЕЯННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.

Падающее излучение не поляризовано. $I_{s\theta\alpha}$ (или $I_{s\theta m}$, или $I_{s\theta i}$) $= {}^1/_2 IF^2\eta(1+\cos^2\theta)$; $\eta = e^4/m_0^2c^4$ cgse-единиц; θ—угол рассеяния, измеряемый от направления распространения падающего излучения. Влиянием интерференции (см. выше) мы пренебрегаем, следовательно значения F верны лишь приблизительно. l—длина искрового промежутка в *см*.

*1 Атомов, молекул и т. п., см. ([63]).

Рассеяние атомами и молекулами.

Значения $(F_\theta/F_{90})^2$ даны ниже, см. ([30], [97], [253], [359], [360]). Отражение от кристаллов не дало первичных лучей.

Парафин ([177]), $\lambda \cong 0.012$ Å.

$\theta°$	33	45	67	90	110	130
$1+\cos^2\theta$	1.70	1.50	1.15	1.00	1.12	1.41
$(F_\theta/F_{90})^2$	5.05	3.33	1.65	1.00	0.63	0.43

Фильтровальная бумага ([120]), неотфильтрованные рентгеновы лучи.

l, *см*	1.0	1.5	2.1	3.5	4.0
$\theta°$ / $1+\cos^2\theta$	$(F_\theta/F_{90})^2$				
10 / 1.97	1.86	1.88	2.15	2.18	2.33
15 / 1.92	1.69	1.80	1.87	1.69	1.49
20 / 1.88	1.54	1.60	1.46	1.45	1.22
25 / 1.81	1.39		1.26	1.29	1.09
30 / 1.71	1.22	1.22	1.13	1.20	
40 / 1.59	1.12	1.09	1.05	1.05	0.96

Вещество ([157])	Li	Na	K	H_2O	CH_3OH
$\theta°$ / $1+\cos^2\theta$	$(F_\theta/F_{90})^2$, λ=0.19 Å				
10 / 1.97	1.10	3.18	3.24	1.50	1.34
20 / 1.88	0.96	1.79	2.02	0.90	0.85
30 / 1.75	0.94	1.66	1.54	0.94	0.90
40 / 1.59	1.01	1.71	1.21	0.92	0.90
50 / 1.41	1.00	1.18	1.18	0.96	0.98
60 / 1.25	1.08	1.19	1.19	0.98	0.94
70 / 1.12		1.03	1.03	1.04	0.99
80 / 1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	
90 / 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
100 / 1.03				1.02	
110 / 1.12				0.98	
120 / 1.25	0.96	0.98	0.98	0.96	
130 / 1.41				0.97	
140 / 1.59	0.95	0.79	0.79	0.98	0.93
150 / 1.75				1.01	
160 / 1.88	1.02	0.67	0.67	1.02	0.88

Cu ([212]); $\lambda = 0.41$ Å; $F_{90}^2 = 1.49Z = 43.2$

$\theta°$	40	50	60	70	80	90	100	110
$1+\cos^2\theta$	1.59	1.41	1.25	1.12	1.03	1.00	1.03	1.12
$(F_\theta/F_{90})^2$	3.26	2.41	1.68	1.60	1.44	1.00	0.97	1.03

Рассеяние ионами в монокристаллах.

Приведенные значения получены из интенсивностей отраженных лучей и применимы только к неизмененному излучению; они требуют поправки на температуру ([61], [128], [200], [354], [355], [357], [358]) и могут заключать небольшие ошибки вследствие неточностей в значениях коэффициентов затухания. Они показывают, что когда θ приближается к 0, то F приближается к значению, равному числу внеядерных электронов, связанных с ионом; напр. 10 в случае Na^+. В каждом случае число таких электронов обозначено индексом; напр. Na_{10}^+. $t° = 290°$.

NaCl, каменная соль.

$\lambda = 0.586$ Å (61, 62, 63)					$\lambda = 0.709$ Å (185); ср. (183)			
Ион.	$Na^{\cdot}_{10}$	$Cl^{'}_{18}$	$Na^{\cdot}_{10}$	$Cl^{'}_{18}$	$Na^{\cdot}_{10}$	$Cl^{'}_{18}$	$Na^{\cdot}_{10}$	$Cl^{'}_{18}$
$\theta°$	F		F^2		F		F^2	
11.4	8.32	12.72	69.2	161.8				
12.5					9.00	13.6	81.0	185
15	7.61	10.59	57.9	112.1				
20	6.23	8.60	38.8	74.0	7.00	9.45	49.0	89.1
25	4.91	7.44	24.1	55.4				
30	4.01	6.50	16.1	42.2	4.48	6.72	20.1	44.2
35	3.37	5.78	11.4	33.4				
40	2.75	5.15	7.56	26.5	2.70	4.86	7.29	23.6
45	2.22	4.61	4.93	21.2				
50	1.76	4.15	3.10	17.2	1.75	3.56	3.06	12.7
55	1.37	3.70	1.88	13.7				
60	0.76	3.16	0.58	10.0	1.02	2.55	1.04	6.50
70					0.55	1.82	0.30	3.31
80					0.19	1.34	0.04	1.80

0.709 Å	NaF (185)		0.709 Å	LiF (185)		0.709 Å	CaF_2 (185); ср. (201)	
Ион.	$Na^{\cdot}_{10}$	$F^{'}_{10}$	Ион.	$Li^{\cdot}_{2}$	$F^{'}_{10}$	Ион.	$Ca^{\cdot\cdot}_{18}$	$F^{'}_{10}$
$\theta°$	F		$\theta°$	F		$\theta°$	F	
17.7	7.76	6.44	17.6	1.26	5.89	12.9	15.9	
20	7.25	5.90	20	1.25	5.5	20	12.9	6.00
30	5.13	3.65	30	1.00	3.4	30	9.7	3.35
40	3.47	2.08	40	0.70	2.22	40	7.3	2.25
50	2.22	1.43	50	0.45	1.55	50	5.75	1.58
60	1.40	1.00	60	0.31	1.07	60	4.76	1.23
70	1.10	0.70	70	0.17	0.75	70	3.76	0.93
80	0.82	0.55	80	0.13	0.58	80	3.00	0.70
90	0.55	0.46	90	0.10	0.47	90	2.62	0.52

Для Al см. (38); см. также (60, 61, 88, 110, 151, 178).

Относительно влияния температуры на интенсивность отражения рентгеновых лучей от кристаллов, а также интерпретацию результатов, подобных приведенным выше, см. (361).

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ПОГЛОЩЕНИЕМ, РАССЕЯНИЕМ И ИСПУСКАНИЕМ ЭЛЕКТРОНОВ.

По квантовой теории поглощения и рассеяния интенсивность излучения частоты ν будет равна $Nh\nu$, где N—число квантов энергии, проходящих в единицу времени через единицу поверхности, нормальной к направлению распространения излучения. Следовательно выражение $I_x = I_0 e^{-\mu x}$ эквивалентно $N_x = N_0 e^{-\mu x}$, и если каждый рассеянный квант сопровождается электроном отдачи, то σ/τ будет равняться N_R/N_τ, где N_R и N_τ соответственно равны числам электронов отдачи и фотоэлектронов. Но некоторая часть рассеянного излучения (неизмененная) не сопровождается электронами отдачи, следовательно вообще $\sigma/\tau > N_R/N_\tau$. Оба эти отношения стремятся к равенству при уменьшении λ и Z, как каждого в отдельности, так и совместно. Значения N_R и N_τ были определены только для газов; эти значения, а также сравнение $N_R N_\tau$ с σ/τ см. таблицу 11.

Если $\nu > \nu_K$, где ν_K значение ν_c для уровня K, то с уровня K, по сравнению со всеми остальными уровнями, вырывается большая часть фотоэлектронов (68, 273) и большая часть поглощения связана тоже с этим уровнем (см. фиг. 1). Во всяком случае относительные числа фотоэлектронов, вырванных с различных уровней, зависят от отношения ν к соответствующим значениям ν_c, и ни один электрон не вырывается с тех уровней, для которых $\nu_c > \nu$; поглощение изменяется подобным же образом. Из того факта, что можно пренебречь числом фотоэлектронов, вылетающих с энергией $h\nu$, вытекает, что фотоэлектрическим поглощением, приходящимся на долю свободных электронов, можно также пренебречь. По направлению первичного излучения выбрасывается больше фотоэлектронов, чем в противоположную сторону (7, 134, 340, 341). Теории см. (14, 15, 78).

ТАБЛИЦА 11.—СВЯЗЬ МЕЖДУ ПОГЛОЩЕНИЕМ И ЧИСЛОМ ВЫБРАСЫВАЕМЫХ ЭЛЕКТРОНОВ.

N_R и N_τ—соответственно числа электронов отдачи и первичных фотоэлектронов (имеющих энергию $= h(\nu - \nu_c)$); σ и τ—коэффициенты рассеяния и фотоэлектрического поглощения; V—напряжение на трубке. Если все рассеянное излучение измененного типа, то $N_R/N_\tau = \sigma/\tau$. О наблюдениях над электронами отдачи, вызываемыми γ-лучами, см. (306). λ дана в Å $= 10^{-8}$ *см*; пробег—в *мм*; V—в киловольтах.

Однородные рентгеновы лучи *1, различные газы (248); ср. (208).

Газ	λ	σ/τ	N_R/N_τ		N_R	N_τ
			набл.	выч. *2		
N_2	0.614	0.42	0.286	0.340	116	406
O_2	0.614	0.28	0.194	0.227	119	613
Воздух . .	1.54	0.02	0			
Воздух . .	0.57	0.41	0.330	0.34	137	418
Воздух . .	0.55	1.75	1.58	1.61	153	97

Отфильтрованные рентгеновы лучи, воздух.

V	λ_{eff}	σ/τ	N_R/N_τ	N_R	N_τ
21	0.71	0.27	0.10	5	49
34	0.44	0.12	0.9	10	11
52	0.29	3.8	2.7	33	12
74	0.20	10	9	74	8
84	0.17	17	17	68	4
111	0.13	34	72	72	1

*1 Отраженные от кристалла. *2 Вычислено на основании допущений Джонси (Jauncey) (208).

КАЖУЩИЙСЯ КОЭФФИЦИЕНТ ПОГЛОЩЕНИЯ.

Если поглощающая пластинка прилегает вплотную к ионизационной камере, то излучение, рассеянное поглотителем, попадает в камеру. Полученный таким образом кажущийся коэффициент поглощения (μ') меньше истинного. Все следующие данные относятся к таким кажущимся коэффициентам. Влияние метода фильтрации на величину μ' см. (177).

ТАБЛИЦА 12.—КАЖУЩИЙСЯ КОЭФФИЦИЕНТ ПОГЛОЩЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ГРУПП γ-ЛУЧЕЙ.

Поглощающая пластинка прилегает вплотную к ионизационной камере. μ'—кажущийся коэффициент поглощения; поглощающее вещество указано в индексе. μ'/ϱ дано в $см^2$ $г^{-1}$.

Источник Символ	Z	$(\mu'/\varrho)_{Al}$	Лит.
U X_1 .	90, 91	8.9*1	(262)
		0.26	(262)
U X_2 .		0.052	(262)
Io . .	90	400	(82)
		8.35*1	(82)
		0.15	
Ra . .	88	130	(284)
		6	(284)
		0.1	(284)
Ra B .	82	87	(290)
		14.7*1	(290)
		0.188	(290)
		0.21	(223)
Ra C .	83	0.085	(224)
		0.047	(224)
		0.0424	(290)
Ra D .	82	16.5*1	(291)
		0.36	(291)
		17.2	(122)
		0.37	(122)
Ra E .	83	16.5	(291)
		0.36	(291)
		0.092	(122)
Ra F .	84	215	(284)
Rd-Ac	90	9.3*1	(292)
		0.070	
Ac B .	82	44	(292)
		11.5*1	(292)
		0.167	(292)
Ac C''	81	0.073	(292)
Ms-Th_2	89	9.5*1	(292)
		0.043	(292)
Th B .	82	59	(292)
		11.8*1	(292)
		0.13	(292)
Th C''.	81	0.036	(292)

Источник Символ	Z	$(\mu'/\varrho)_{Pb}$	Лит.
U X_1 .	90	0.20	(180)
U X_2 .	91	0.064	(180)
Ra B .	82	4.1	(263)
		0.53	
		0.41	(223)
		0.13	(263)
Ra C .	83	4.1	(263)
		0.53	(263)
		0.41	(223)
		0.13	(263)
		0.132	(148)
		0.0434	(263)
		0.047	(148)
Ms-Th_2	89	1.00	(218)
		0.25	(218)
		0.062	(218)
Th C''.	81	0.041	(308)

*1 Очень близко к значению $(\mu'/\varrho)_{Al}$ для L-излучения элемента.

ТАБЛИЦА 13.—НАИМЕНЬШИЙ КАЖУЩИЙСЯ КОЭФФИЦИЕНТ ПОГЛОЩЕНИЯ γ-ЛУЧЕЙ.

Поглощающие пластинки прилегают вплотную к ионизационной камере. Так как излучение совершенно не однородно, увеличение толщины поглощающей пластинки сопровождается увеличением жесткости прошедшего излучения, пока μ' наконец не достигнет определенного минимального значения, см. (283, 308, 309). Это минимальное значение приведено в таблице. (Об изменении μ' с фильтрацией см. табл. 14.) ϱ дано в $г\ см^{-3}$; μ'/ϱ—в $см^2\ г^{-1}$; μ'—в $см^{-1}$.

Поглотитель	ϱ	$100(\mu'\varrho)_{min}$ Th C''	Ra C	Ms-Th_2	U X_2
Параффин *1 .	0.862	3.61	4.64	5.80	5.02
Стекло . . .	2.52	3.52	4.16	4.48	4.84
Магнезия *2 .	1.92	3.23		4.69	4.78
Шиферный сланец . . .	2.854	3.37	4.14		4.69
Al-13 . . .	2.77	3.24	4.06	4.21	4.69
S-16*3	1.785	3.69	4.38	4.65	5.16
Fe-26	7.62	3.28	3.99	4.15	4.72
Cu-29	8.81	3.34	3.98	4.23	4.72
Латунь	8.35	3.25	3.89	4.25	4.70
Zn-30	7.07	3.30	3.93	4.24	4.65
Sn-50	7.245	3.26	3.88	4.21	4.70
Hg-80	13.59		4.72 *4		6.12
Pb-82	11.4		4.34 *5	5.44	6.36

*1 Значения μ'_{min} велики вследствие присутствия H. *2 Кирпич из магнезии. *3 Значения μ'_{min} вероятно слишком велики. *4 Действительно для толщины 1÷25 *см* (283). *5 Действительно для толщины 2÷22 *см* (309); ср. (308, 321).

ТАБЛИЦА 14.—КАЖУЩИЙСЯ КОЭФФИЦИЕНТ ПОГЛОЩЕНИЯ ОТФИЛЬТРОВАННЫХ γ-ЛУЧЕЙ.

Лучи Ra (B и C). Если лучи отфильтрованы не настолько полно, чтобы для тонкой пластинки поглотителя $\mu'=\mu'_{min}$ для этого поглотителя (см. табл. 13), то добавочное фильтрование через поглотитель приближает μ' к μ'_{min}. Вообще отфильтрованные лучи смягчаются при прохождении через вещество меньшего атомного веса, чем фильтр, и делаются более жесткими в обратном случае (167). При определении приведенных ниже данных применялся фильтр из двух пластинок: «ожесточителя» («hardener») H, толщиной f_h, и пластинки поглотителя, толщиной f_a.

После прохождения лучей через эти пластинки в указанном порядке измерялось кажущееся поглощение их (μ') второй пластинкой поглотителя толщиной x. Эти три пластинки были сложены плотно друг с другом, при чем пластинка толщиной x прилегала к ионизационной камере. Наблюденные значения μ'/ϱ могут быть сравнены с соответствующими величинами табл. 13. f_a, f_h и x даны в *см*; μ'/ϱ—в $см^2\ г^{-1}$.

Поглотитель—Al (249), $x = 3.2$ *см*.

f_a	0.2	3.4	6.6	9.8	13
H	f_h	$100\mu'/\varrho$			
	0	9.57	4.27	4.23	4.24	4.23
Cu	2.4	3.58	3.85	4.02	4.03	4.04
Sn	2.5	3.18	3.51	3.71	3.83	3.81
Pb	0.2	3.54	3.75	3.85	3.96	3.99
Pb	1.1	2.92	3.21	3.41	3.61	3.64
Pb	2.0	2.77	3.15	3.23	3.41	3.48
Pb	2.9	2.67	3.01	3.22	3.30	3.38
Pb	3.8	2.52	2.92	3.15	3.27	3.35

Поглотитель—Fe (249).

x	0.8	1	2	2	2	2	2
f_a	0.2	1	2	4	6	8	10
H	f_h	$100\mu'/\varrho$					
	0	4.53(?)	4.28	4.20	4.13	4.02	3.95
Al	7.5	4.58	4.21	4.08	4.02	3.97	3.94
Cu	2.4	4.16	4.11	4.02	4.01	3.93	3.92
Sn	2.5	3.56	3.84	3.86	3.90	3.89	3.89
Pb	0.2	3.83	3.96	3.98	3.97	3.96	3.92
Pb	1.1	2.91	3.37	3.53	3.67	3.76	3.78	3.83
Pb	2.0	2.79	3.15	3.39	3.57	3.70	3.72	3.76
Pb	2.9	2.75	3.07	3.32	3.51	3.64	3.68	3.70
Pb	3.8	2.71	3.04	3.29	3.50	3.61	3.67	3.70

Различные поглотители (81, 82).
Ожесточитель—Pb; $f_a = 0$; x не установлено; значения $100\mu'/\varrho$.

Вещество / f_h	Воздух газ.	Воздух жидк.	H	CO_2	H_2O	Дерево
0.3	4.8	4.84	4.7*1	5.1	5.58	5.21
1.0		4.60		4.70	4.72	4.29

*1 Вероятно слишком мало; ср. (1).

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)
(1) Ahmad, *5*, **105**: 507; 24. (2) Ahmad and Stoner, *5*, **106**: 8; 24. (3) Allen, *2*, **34**: 296; 12. (4) Allen, *2*, **24**: 1; 24. (5) Allen, *2*, **27**: 266; 26. (6) Allen,

2, **28:** 907; 26. (7) Allen and Alexander, *2*, **9:** 198; 17. (8) Allison, Clark and Duane, *197*, **10:** 379; 24. (9) Allison and Duane, *197*, **10:** 196; 24. (10) Allison and Duane, *197*, **10:** 298; 24. (11) Allison and Duane, *197*, **11:** 25; 25. (12) Armstrong, Duane and Stifler, *197*, **10:** 374; 24. (13) Auger, *51*, **6:** 205; 25. (14) Auger, *34*, **180:** 1939; 25. (15) Auger et Perrin, *34*, **180:** 1742; 25. (16) Aurén, *3*, **33:** 471; 17. (17) Aurén, *3*, **37:** 165; 19. (18) Aurén, *147*, **4:** No. 3, 5; 20. (19) Aurén, *3*, **41:** 733; 21. (20) Aurén, *147*, **4:** No. 10; 22. (21) Balderston, *2*, **27:** 696; 26. (22) Barkla, *3*, **7:** 543; 04. (23) Barkla, *3*, **11:** 812; 06. (24) Barkla, *3*, **15:** 288; 08. (25) Barkla, *201*, **15:** 257; 09. (26) Barkla, *3*, **21:** 648; 11. (27) Barkla, *3*, **22:** 396; 11. (28) Barkla, *5*, **92:** 501; 16. (29) Barkla, *62*, **217:** 315; 17.

(30) Barkla and Ayres, *3*, **21:** 270; 11. (31) Barkla and Collier, *3*, **23:** 987; 12. (32) Barkla and Dunlop, *3*, **31:** 222; 16. (33) Barkla and Nicol, *67*, **24:** 9; 11. (34) Barkla and Sadler, *3*, **14:** 408; 07. (35) Barkla and Sadler, *3*, **16:** 550; 08. (36) Barkla and Sale, *3*, **45:** 737; 23. (37) Barkla and White, *3*, **34;** 270; 17. (38) Bearden, *2*, **29:** 20; 27. (39) Beatty, *3*, **14:** 604; 07.

(40) Beatty, *5*, **89:** 324; 13. (41) Becker, *2*, **22:** 320; 23. (42) Becker, *197*, **10:** 342; 24. (43) Bennett, *197*, **11:** 601; 25. (44) Benoist, *250*, **1901:** 204. (45) Bergengren, *34*. **171:** 624; 20. (46) Blau, *75*, **127 IIa:** 1253; 18. (47) Blau und Altenburger, *96*, **25:** 200; 24. (48) Bohr und Coster, *96*, **12:** 342;23. (49) Bohr, Kramers and Slater, *3*, **47:** 785; 24.

(50) Bothe, *96*, **16:** 319; 23. (51) Bothe, *96*, **20:** 237; 23. (52) Bothe, *63*, **26:** 410; 25. (53) Bothe, *96*, **40:** 653; 27. (54) Bothe und Geiger, *96*, **26:** 44; 24. (55) Bragg, *3*, **14:** 429; 07. (56) Bragg, *3*, **17:** 855; 09. (57) Bragg, *3*, **20:** 385; 10. (58) Bragg, *3*, **27:** 881; 14. (59) Bragg, *3*, **29:** 407; 15.

(60) Bragg and Bragg, X-rays and crystal structure. London, Bell, 1925. (61) Bragg, Darwin and James, *3*, **1:** 897; 26. (62) Bragg, James and Bosanquet, *3*, **41:** 309; 21. (63) Bragg, James and Bosanquet, *3*, **42:** 1; 21. (64) Bragg and Madsen, *3*, **16:** 918; 08. (65) Bragg and Peirce, *3*, **28:** 626; 14. (66) Breit, *2*, **27:** 242; 26. (67) Brillouin, *16*, **17:** 88; 22. (68) de Broglie, *34*, **172:** 274; 21. (69) de Broglie, *34*, **172:** 527; 21.

(70) de Broglie, *51*, **3:** 33; 22. (71) de Broglie, *B101*. (72) de Broglie, *34*, **178:** 908; 24. (73) de Broglie, *67*, **36:** 423; 24. (74) de Broglie et de Broglie, *34*, **178:** 383; 24. (75) de Broglie et Dauvillier, *34*, **179:** 11; 24. (76) de Broglie et Dauvillier, *51*, **6:** 369; 25. (77) de Broglie et Friedel, *34*, **176:** 738; 23. (78) Bubb, *3*, **49:** 824; 25. (79) Burbidge, *3*, **43:** 381; 22.

(80) Burbidge, *3*, **43:** 389; 22. (81) Chadwick, *67*, **24:** 152; 12. (82) Chadwick and Russell, *5*, **88:** 217; 13. (83) Chapman, *3*, **21:** 446; 11. (84) Chapman, *5*, **86:** 439; 12. (85) Chapman, *5*, **88:** 24; 13. (86) Chapman and Guest, *201*, **16:** 136; 11. (87) Chapman and Piper, *3*, **19:** 897; 10. (88) Claassen, *67*, **38:** 482; 26. (89) Clark and Duane, *197*, **9:** 126; 23.

(90) Clark and Duane, *197*, **9:** 413; 23. (91) Clark and Duane, *197*, **10:** 41; 24. (92) Clark and Duane, *197*, **10:** 48; 24. (93) Clark and Duane, *197*, **10:** 92; 24. (94) Clark and Duane, *197*, **10:** 191, 24. (95) Clark and Duane, *197*, **11:** 173; 25. (96) Clark, Duane and Stifler, *197*, **10:** 148; 24. (97) Compton, *2*, **14:** 247; 19. (98) Compton, *3*, **41:** 749; 21. (99) Compton, *3*, **41:** 770; 21.

(100) Compton, *2*, **17:** 38; 21. (101) Compton, *2*, **18:** 96; 21. (102) Compton, *58*, **108:** 366; 21. (103) Compton, *2*, **19:** 267; 22. (104) Compton, *337*, **4:** No. 20; 22. (105) Compton, *2*, **21:** 207, 483, 715; 23. (106) Compton, *2*, **22:** 409; 23. (107) Compton, *3*, **46:** 897; 23. (108) Compton, *2*, **24:** 168; 24. (109) Compton, *197*, **11:** 303; 25.

(110) Compton, X-rays and electrons. New York, Van Nostrand, 1926. (111) Compton and Bearden, *197*, **11:** 117; 25. (112) Compton and Hubbard, *2*, **23:** 439; 24. (113) Compton and Simon, *2*, **25:** 306;25. (114) Compton and Simon, *2*, **26:** 289; 25. (115) Compton and Woo, *197*, **10:** 271; 24. (116) Crowther, *3*, **14:** 653; 07. (117) Crowther, *201*, **16:** 177; 11. (118) Crowther, *67*, **85:** 29; 11. (119) Crowther, *201*, **16:** 534; 12.

(120) Crowther, *5*, **86:** 478; 12. (121) Crowther, *3*, **42:** 719; 21. (122) Curie et Fournier, *34*, **176:** 1301; 23. (123) Darwin, *3*, **27:** 315, 675; 14. (124) Darwin, *3*, **43:** 800; 22. (125) Dauvillier, *34*, **178:** 476; 24. (126) Dauvillier, *34*, **178:** 2076; 24. (127) Debierne, *34*, **173:** 140; 21. (128) Debye, *88*, **15:** 678, 738, 857; 13. (129) Debye, *8*, **46:** 809; 15.

(130) Debye, *63*, **24:** 161; 23. (131) Debye, *285*, **4:** 133; 25. *63*, **28:** 135; 27. (132) Debye und Scherrer, *63*, **17:** 277; 16. (133) Debye und Scherrer) *188*, **1916:** 1. (134) De Foe, *3*, **49:** 817; 25. (135) De Foe, *2*, **27:** 675; 26. (136) Dessauer, *63*, **15:** 739, 942; 14. (137) Dessauer, *63*, **21:** 571; 20. (138) Dessauer und Herz, *96*, **27:** 56; 24. (139) Dessauer und Vierheller, *96*, **4:** 131; 21.

(140) Dirac, *5*, **111:** 405; 26. (141) Duane, Amer. J. Roentgen., **10:** 935; 23. (142) Duane and Clark, *2*, **21:** 379; 23. (143) Duane and Duane, *2*, **20:** 86; 22. (144) Duane and Mazumber, *197*, **8:** 45; 22. (145) Dunbar, *3*, **49:** 210; 25. (146) Eckart, *2*, **24:** 591; 24. (147) Ellis, *5*, **101:** 1; 22. (148) Enderle, *75*, **131 IIa:** 589; 22. (149) Eve, *3*, **16:** 224; 08.

(150) Eve, *3*, **18:** 275; 09. (151) Ewald, *63*, **26:** 29; 25. (152) Florance, *3*, **20:** 921; 10. (153) Florance, *3*, **27:** 225; 14. (154) Florance, *3*, **28:** 363; 14. (155) Fricke, *2*, **16:** 202; 20. (156) Fricke and Glasser, *197*, **10:** 441; 24. (157) Friedrich und Bender, *8*, **73:** 505; 24. (158) Friedrich und Glasser, *96*, **11:** 93; 22. (159) Glasson, *201*, **15:** 437; 10.

(160) Glocker, *63*, **17:** 488; 16. (161) Glocker, *96*, **5:** 389; 21. (162) Glocker und Kaupp, *8*, **64:** 541; 21. (163) Glocker und Kaupp, *63*, **22:** 200; 21. (164) Gordon, *96*, **40:** 117; 26. (165) Gourdy, *51*, **3:** 622; 13. (166) Gray, *5*, **87:** 489; 12. (167) Gray, *3*, **26:** 611; 13. (168) Gray, *143*, **190:** 633; 20. (169) Gray, *58*, **108:** 435; 21.

(170) Gray, *69*, **16 III:** 129; 22. (171) Gray, *2*, **23:** 289; 24. (172) Gray, *2*, **25:** 237; 25. (173) Gray, *58*, **115:** 13, 86; 25. (174) Gray, *69*, **20 III:** 181; 26. (175) Gray, *69*, **21 III:** 179; 27. (176) Gray and Cave, *69*, **21 III:** 157; 27. (177) Gray and Cave, *69*, **21 III:** 163; 27. (178) Greenwood, *3*, **3:** 963; 27. (179) Guilleminot, *34*, **159:** 56; 14.

(180) Hahn und Meitner, *96*, **17:** 157; 23. (181) Halpern, *96*, **30:** 153; 24. **38:** 149; 26. (182) Ham, *2*, **30:** 96; 10. (183) Harris, Bates and McInnes, *2*, **28:** 235; 26. (184) Hartree, *3*, **50:** 289; 25. (185) Havighurst, *2*, **28:** 869; 26. (186) Hermann, *63*, **21:** 534; 20. (187) Hess, *75*, **120 IIa:** 1205; 11. (188) Hess und Lawson, *75*, **125 IIa:** 285; 16. (189) Hewlett, *2*, **17:** 284; 21.

(190) Hewlett, *2*, **19:** 265; 22. (191) Hewlett, *2*, **20:** 688; 22. (192) Hoffmann, *96*, **36:** 251; 26. (193) Holweck, *16*, **17:** 5; 22. (194) Holweck, *34*, **176:** 570; 23. (195) Houstoun, *68*, **40:** 34, 43; 20. (196) Hull, *2*, **10:** 661; 17. (197) Hull and Rice, *2*, **8:** 326; 16. (198) Ishino, *3*, **33:** 129; 17. (199) Jaeger, *64P*, **17:** 1204; 15.

(200) James, *3*, **49:** 585; 25. (201) James and Randall, *3*, **1:** 1202; 26. (202) Jauncey, *2*, **19:** 435; 22. (203) Jauncey, *2*, **20:** 405; 22. (204) Jauncey, *2*, **20:** 421; 22. (205) Jauncey, *2*, **22:** 233; 23. (206) Jauncey, *197*, **10:** 57; 24. (207) Jauncey, *2*, **23:** 580; 24. (208) Jauncey, *2*, **25:** 314, 723; 25. (209) Jauncey, *3*, **49:** 427; 25.

(210) Jauncey, *2*, **29:** 757; 27. (211) Jauncey and Boyd, *2*, **28:** 620; 26. (212) Jauncey and Coven, *2*, **28:** 426; 26. (213) Jauncey and May, *2*, **23:** 128; 24. (214) Kaye, *62*, **209:** 123; 08. (215) Kaye, X-rays. New York, Longmans, 1923. (216) Keesom and de Smedt, *64P*, **25:** 118; 22. (217) Keesom and de Smedt, *64P*, **26:** 112; 23. (218) Keetman, *8*, **52:** 709; 17. (219) Kirchner, *8*, **83:** 969; 27.

(220) Kirkpatrick, *2*, **22:** 414; 23. (221) Kirschbaum, *8*, **46:** 85; 14. (222) Klein, *96*, **41:** 407; 27. (223) Kohlrausch, *75*, **126 IIa:** 441; 17. (224) Kohlrausch, *63*, **19:** 345; 18. (225) Kohlrausch, *63*, **28:** 1; 27. (226) Kossel, *88*, **16:** 898, 953; 14. (227) Kossel, *96*, **19:** 333; 23. (228) Kossel, *96*, **23:** 278; 24. (229) Kovarik, *2*, **23:** 559; 24.

(230) Kramers, *3*, **46:** 836; 23. (231) Kroenig and Friedrich, Principles of physics and biology of radiation therapy. New York, Rebman, 1922. (232) Kulenkampff, *96*, **19:** 17; 23. (233) Laird, *2*, **29:** 41; 27. (234) Lang, *8*, **53:** 279, 337; 17. (235) Laub, *63*, **14:** 992, 1209; 13. (236) Laub, *63*, **15:** 140, 342; 14. (237) Maizlish, *143*, **197:** 667; 24. (238) Mark und Szilard, *96*, **33:** 688; 25. (239) Martin, *201*, **23:** 783; 27.

(240) Martin, *5*, **115:** 420; 27. (241) Meitner, *96*, **22:** 334; 24. (242) Meitner und Hahn, *63*, **14:** 873; 13. (243) Mertz, *2*, **28:** 891; 26. (244) Miller, *2*, **8:** 309; 16. (245) Morehouse, *2*, **27:** 794; 26. (246) Moseley and Makower, *3*, **23:** 302; 12. (247) Neukirchen, *96*, **6:** 106; 21. (248) Nuttall and Williams, *3*, **1:** 1217; 26. (249) Oba, *3*, **27:** 601; 14.

(250) Olson, Dershem and Storch, *2*, **21:** 30; 23. (251) Oppenheimer, *96*, **41:** 268; 27. (252) Owen, *201*, **16:** 161; 11. (253) Owen, *5*, **86:** 426; 12. (254) Owen, *5*, **94:** 339; 18. (255) Owen, *5*, **94:** 510; 18. (256) Owen, Fleming and Fage, *67*, **36:** 355; 24. (257) Pealing, *3*, **24:** 765; 12. (258) Plimpton, *3*, **42:** 302; 21. (259) Raman and Ramanathan, *512*, **8:** 127; 23.

(260) Rawlinson, *3*, **28:** 274; 14. (261) Read, *2*, **28:** 898; 26. (262) Richardson, *3*, **27:** 252; 14. (263)

Richardson, *5*, **91:** 396; 15. (264) Richtmyer, *2*, **17:** 264; 21. (265) Richtmyer, *2*, **17:** 433; 21. (266) Richtmyer, *2*, **18:** 13; 21. (267) Richtmyer, *2*, **19:** 418; 22. (268) Richtmyer, *2*, **26:** 724; 25. (269) Richtmyer, *2*, **27:** 1; 26.
(270) Richtmyer and Grant, *2*, **15:** 547; 20. (271) Richtmyer and Spencer, *2*, **23:** 550; 24. (272) Richtmyer and Warburton, *2*, **22:** 539; 23. (273) Robinson, *5*, **104:** 455; 23. (274) Ross, *2*, **22:** 279; 23. (275) Ross, *2*, **22:** 524; 23. (276) Ross, *197*, **9:** 246; 23. (277) Ross, *197*, **10:** 304; 24. (278) Ross, *2*, **26:** 282; 25. (279) Ross, *197*, **11:** 567; 25.
280) Ross, *197*, **11:** 569; 25. (281) Ross and Webster, *197*; **11:** 56; 25. (282) Ross and Webster, *197*, **11:** 61; 25. (283) Russell, *5*, **88:** 75; 13. (284) Russell and Chadwick, *3*, **27:** 112; 14. (285) Russell and Soddy, *3*, **21:** 130; 11. (286) Rutherford, *3*, **34:** 153; 17. (287) Rutherford and Andrade, *3*, **27:** 854; 14. (288) Rutherford and Barnes, *3*, **28:** 263; 14. (289) Rutherford and Andrade, *3*, **30:** 361; 15.
(290) Rutherford and Richardson, *3*, **25:** 722; 13. (291) Rutherford and Richardson, *3*, **26:** 324; 13. (292) Rutherford and Richardson, *3*, **26:** 937; 13. (293) Sadler, *3*, **18:** 107; 09. (294) Sadler and Mesham, *3*, **24:** 138; 12. (295) Schott, *5*, **96:** 395; 20. (296) Schott, *5*, **104:** 153; 23. (297) Schott, *2*, **23:** 119; 24. (298) Schottky, *63*, **17:** 581; 16. (299) Schrödinger, *8*, **82:** 257; 27.
(300) Seitz, *63*, **7:** 689; 06. (301) Seitz, *63*, **13:** 476; 12. (302) Sharp, *2*, **26:** 691; 26. (303) Siegbahn, *63*, **15:** 753; 14. (304) Siegbahn, *B78*. (305) Simons, *3*, **41:** 120; 21. (306) Skobelzyn, *96*, **24:** 393; 24. **28:** 278; 24. **43:** 354; 27. (307) Smekal, *63*, **27:** 831; 26. (308) Soddy and Russell, *3*, **18:** 620;09. (309) Soddy, Soddy and Russell, *3*, **19:** 725; 10.
(310) Sogani, Indian J. Physics, **1:** 357; 27. (311) Stark, *63*, **10:** 902; 09. (312) Stark, *63*, **13:** 973; 12. (313) Statz, *96*, **11:** 304; 22. (314) Stewart and Morrow, *2*, **30:** 232; 27. (315) Stoner and Martin, *5*, **107:** 312; 25. (316) Takeuchi, *219*, **2:** 126; 20. (317) Taylor, *2*, **20:** 709; 22. (318) Thibaud, *34*, **179:** 815; 24. (319) Thomson, Conduction of electricity through gases. New York, Putnam, 1906.
(320) Thomson, *201*, **14:** 109; 07. (321) Tuomikoski, *63*, **10:** 372; 09. (322) Unnwehr, *2*, **22:** 529; 23. (323) Voltz, *63*, **16:** 306; 15. (324) Walter, *96*, **20:** 257; 23. (325) Walter, *96*, **30:** 357; 24. (326) Walter, *96*, **32:** 409; 25. (327) Warburton and Richtmyer, *2*, **23:** 291; 24. (328) Webster, *197*, **10:** 186; 24. (329) Webster and Ross, *197*, **11:** 224; 25.
(330) Welo, *51*; **4:** 71; 23. (331) Wentzel, *96*, **38:** 518; 26. (332) Wentzel, *96*, **43:** 1, 779; 27. (333) Whiddington, *201*, **15:** 574; 10. (334) Whiddington, *5*, **85:** 99; 11. (335) Whiddington, *201*, **16:** 150; 11. (336) Whiddington, *3*, **43:** 1116; 22. (337) Williams, *5*, **94:** 567; 18. (338) Williams, *3*, **2:** 657; 26. (339) Wilson, *3*, **21:** 532; 11.
(340) Wilson, *5*, **104:** 1; 23. (341) Wilson, *5*, **104:** 192; 23. (342) Wingardh, *96*, **8:** 363; 22. (343) Wingardh, Diss., Lund. 1923. (344) Wingardh, *96*, **20:** 315; 23. (345) Woo, *197*, **10:** 145; 24. (346) Woo, *197*, **11:** 123; 25. (347) Woo, *2*, **25:** 444; 25. (348) Woo, *2*, **27:** 119; 26. (349) Woo, *2*, **28:** 426; 26.
(350) Wyckoff, *12*, **5:** 277; 23. (351) Wyckoff, *12*, **5:** 455; 23. (352) Zernike und Prins, *96*, **41:** 184; 27. (353) Ahmad, *5*, **109:** 206; 25. (354) Backhurst, *5*, **102:** 340; 22. (355) Bragg, *62*, **215:** 264; 15. (356) Compton, *2*, **9:** 29; 17. **10:** 95; 17. (357) Debye, *8*, **43:** 49; 14. (358) Waller, Diss., Upsala, 1925. (359) Klein and Nishiwa, *58*, **122:** 398; 28.
(360) Kohlrausch, Radioactivität, p. 17—189; Akad. Verlag. Leipzig, 1928. (361) James, Waller and Hartree, *5*, **118:** 334; 28.

ОТРАЖЕНИЕ И ПРЕЛОМЛЕНИЕ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ.

P. A. Ross.

СОДЕРЖАНИЕ.

Стр.
Символы и обозначения 229
Преломление рентгеновых лучей 229
Отражение рентгеновых лучей 230
Влияние $t°$ 230. Влияние полировки 230.

Символы и обозначения.

Обозначения, не указанные ни здесь ни в тексте, см. «Справочник» том I, стр. 7.

d константа кристаллической решетки.
k_0 молекулярная газовая постоянная.
m_a масса атома.
N порядок спектра.
n число электронов на единицу объема.
l_1, l_2, l_3 косинусы отражающей плоскости относительно осей кристалла.
s длина ребра элементарного куба кристалла.
θ угол скольжения, соответствующий λ.
θ_0 угол скольжения, соответствующий $\mu=1$; истинный угол скольжения.
λ длина волны.
μ показатель преломления.
ν частота.
ф функция Дебая (13)
ω угловая скорость отражающего кристалла.

ПРЕЛОМЛЕНИЕ.

Формула Дарвина (7):

$$\theta-\theta_0=\frac{1-\mu}{\sin\theta\cos\theta},$$

откуда

$$\lambda=\left(1-\frac{1-\mu}{\sin^2\theta}\right)\frac{2d\sin\theta}{N}.$$

Из оптической теории отражения (16)

$$1-\mu=\frac{e^2}{2\pi m}\left(\frac{n_1}{\nu^2-\nu_1^2}+\frac{n_2}{\nu^2-\nu_2^2}+\cdots\right),$$

где n_1, n_2, ...—числа электронов на единицу объема, имеющих собственные частоты ν_1, ν_2, ... Обычно ν_1, ν_2, ... малы по сравнению с ν, поэтому $1-\mu=ne^2/2\pi m\nu^2$.

ТАБЛИЦА 1.—ПОКАЗАТЕЛЬ ПРЕЛОМЛЕНИЯ (μ) РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ.

$\mu=1-\delta\times10^{-6}$; δ_0—наблюденное; δ_c—вычисленное; ϱ—плотность преломляющего вещества; λ дана в Å; ϱ—в $г\ см^{-3}$.

Преломляющее вещество		ϱ	λ	δ_0	δ_c	Лит.
Ag . . .	Серебро	10.5	1.279	21.5	19.8	(6)
$CaCO_3$.	Кальцит	2.71	0.70783	2.03±0.1	1.91	(14)
			0.70783	1.7 ±0.5		
FeS_2 . .	Пирит	5.01	0.63102	2.87±0.2	2.66	(17)
			0.6311	2.82	2.62	(8)
			0.7078	3.33	3.29	(8)
			0.70783	3.35±0.2	2.34	(17)
			1.389	13.2	13.5	(8)
			1.3892	13.2 ±0.4	13.6	(17)
			1.537	17.6	17.6	(8)
			1.5372	17.6 ±0.5	17.7	(17)
	Стекло	2.52	0.52	0.9	0.7	(6)
			1.279	4.2	5.2	(6)
		2.551	0.630	1.22	1.26	(15)
			0.708	1.64	1.60	(15)
			1.389	6.648	6.15	(15)
			1.538	8.125	7.55	(15)
			1.750	10.0	9.75	(15)
			1.933	12.38	11.85	(15)
	Лак		1.279	5.1		(6)

ОТРАЖЕНИЕ.

Отражательная способность зависит от степени полировки (табл. 4) и от температуры (табл. 3) отражающей грани, так же как и от употребляемой кристаллической плоскости.

ТАБЛИЦА 2.—ОТРАЖАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ КАМЕННОЙ СОЛИ И КАЛЬЦИТА ДЛЯ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ.

$r \times 10^{-5} \equiv E\omega/I$—суммарное отражение; I—интенсивность прямого пучка, E—ионизационный ток, ω—угловая скорость вращения кристалла; $E\omega$ не зависит от ω. N—порядок спектра, Pl—отражающая грань. Грани кристалла полированы.

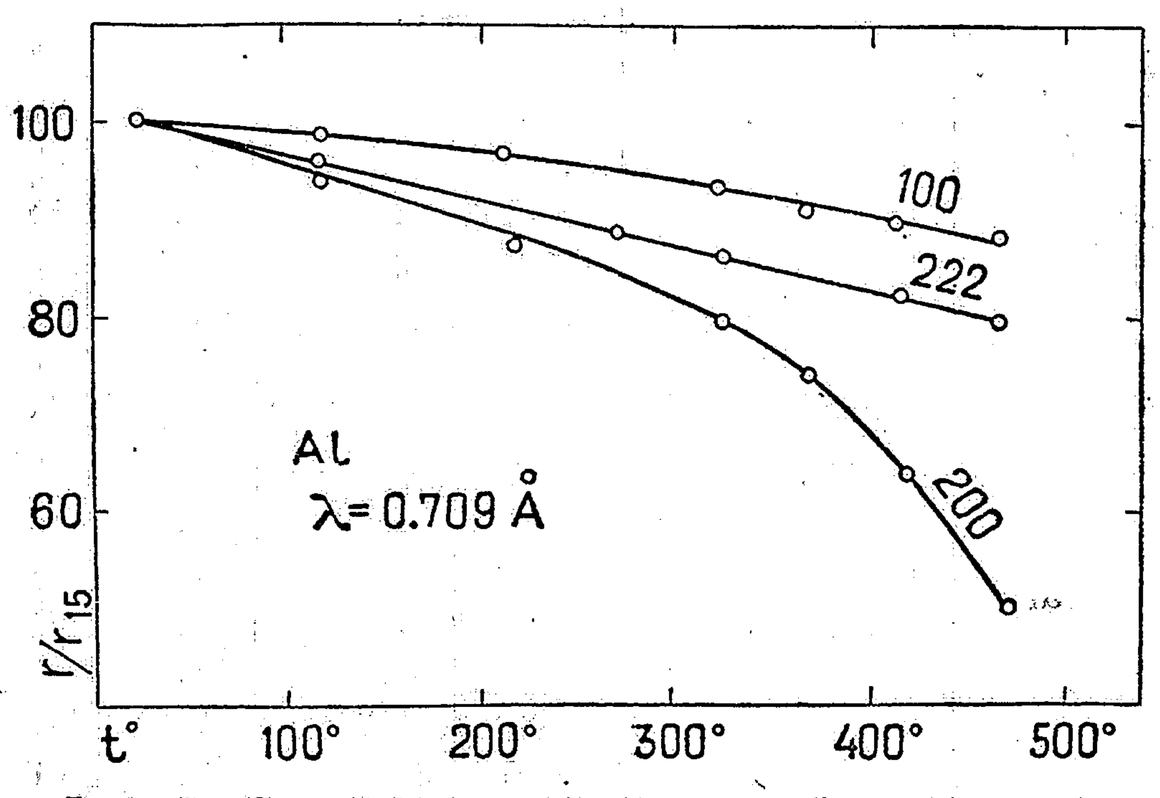
NaCl					$CaCO_3$				
Pl	N	λ	r	Лит.	Pl	N	λ	r	Лит.
100	1	0.613	54	(3)	100	1	0.712	8.72	(5)
100	1	0.614	55	(2)	100	1	1.39	7.70	(18)
100	1	0.710	40.3	(5)	100	1	1.54	8.10	(18)
100	1	1.54	27.5	(18)	100	1	1.75	8.07	(18)
100	1	1.93	20	(18)	100	1	1.93	7.88	(18)
100	2	1.54	4.0	(18)	100	2	1.54	0.66	(18)
100	2	1.93	2.9	(18)	100	2	1.93	0.62	(18)

NaCl (2); $N=1$; $\lambda=0.614$

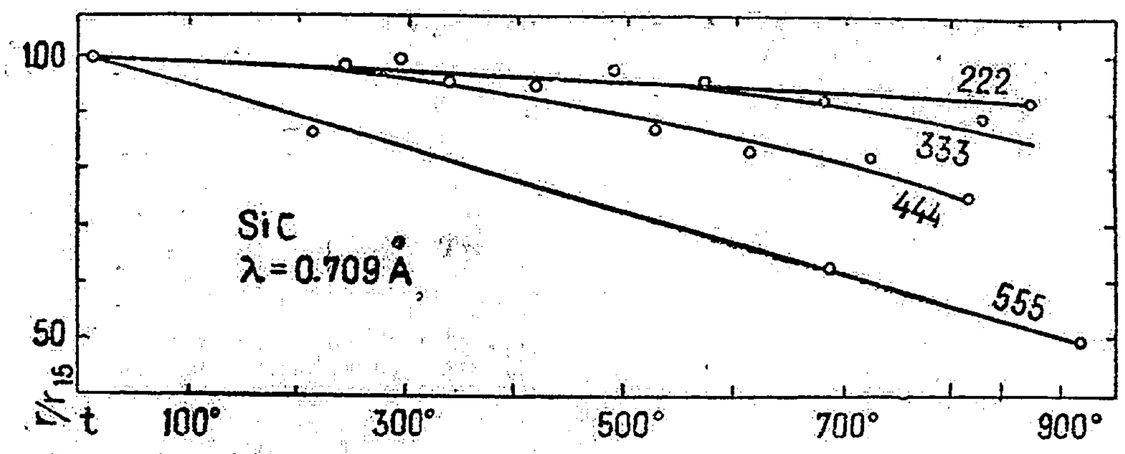
Pl	r	Pl	r	Pl	r
100	55	220	3.34	555	0.075
200	10.9	330	0.390	311	0.650
300	2.78	111	4.95	622	1.47
400	0.435	222	18.1	331	0.445
500	0.064	333	0.318	511	0.335
110	0.278	444	1.54	711	0.168

NaCl (2). Относительная отражательная способность; $\lambda=0.586$.

Pl \ N	1	2	3	4
100	100	18.7	6.25	
110	41	7.05		
111	16.5	24.4	3.1	4.2



Фиг. 1. Зависимость относительной отражательной способности алюминия от температуры (1). Цифры на кривых указывают отражающие грани.



Фиг. 2. Зависимость относительной отражательной способности карборунда от температуры (1). Цифры на кривых указывают отражающие грани.

ТАБЛИЦА 3.—ОТРАЖАЕМОСТЬ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ.

(См. также фиг. 1 и 2.)

Дебай (13) нашел, что влияние температуры может быть выражено фактором F, причем

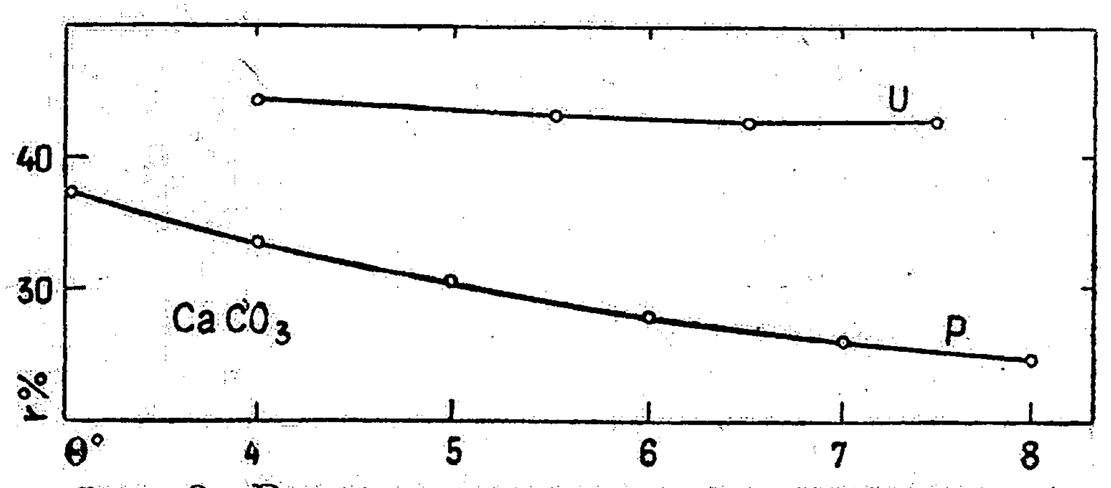
$$\log_e F = -3/2 \frac{\mathbf{h}^2}{m_a k_0 T_0 s^2} N_2 (l_1^2 + l_2^2 + l_3^2) \frac{T}{T_0} \phi \left(\frac{T_0}{T}\right).$$

T—абсолютная температура, T_0—характеристическая температура для данного кристалла. В некоторых случаях $r_{t_2}/r_{t_1} = 1 - a_{t_2 - t_1} \times 10^{-6}$, где r_{t_2}/r_{t_1}—отношение отражательных способностей при температурах t_2 и t_1. Наб.—наблюденное значение r_{t_2}/r_{t_1}, Выч.—значение, вычисленное при помощи фактора F, Pl—отражающая грань, N—порядок спектра. λ дано в Å.

NaCl (2); $\lambda=0.614$; $t_1=15$; $t_2=370°$				Al-фольга (4); $\lambda=0.710$; $N=1$; $t_1=80°$				
Pl	N	Наб.	Выч.	Pl	Наб.	Выч.	Наб.	Выч.
					$t_2=310°$		$t_2=600°$	
100	1	0.934	0.930					
110	1	0.833	0.862	100	0.88	0.966	0.815	0.926
100	2	0.794	0.741	110	0.77	0.935	0.56	0.857
110	2	0.483	0.526	111	0.92	0.973	0.86	0.936
100	3	0.515	0.521	311	0.84	0.913	0.709	0.809

C, графит (1); $\lambda=0.709$; Pl=100; $a=107$ при $t_1=0°$; $t_1 < t_2 < 900°$.

Al_2O_3, рубин и сапфир (1); $\lambda=0.709$; $t_1=15°$; $t_1 < t_2 < 950°$; $a_{(110)}=52.6$; $a_{(220)}=269$; $a_{(222)}=309$; $a_{(111)}=373$; $a_{(333)}=426$. Индексы обозначают отражающую грань.



Фиг. 3. Влияние полировки на отражательную способность кальцита. r—% отражения под углом скольжения θ; P—полированный, U—неполированный; $\lambda=0.317 \div 0.842$ Å; Pl=100. Ср. табл. 4.

ТАБЛИЦА 4.—ОТРАЖАЕМОСТЬ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ. ВЛИЯНИЕ ПОЛИРОВКИ.

Двойное спектрографическое и последовательное отражение от двух кристаллов. $r=100 I_2/I_1$, где I_1—интенсивность пучка, падающего на второй кристалл, помещенный в положении, соответствующем максимальному отражению, а I_2—интенсивность пучка, отраженного от второго кристалла. Отражение первого порядка от граней 100 (см. фиг. 3). $r_p[r_u]$—зна-

чения r, когда кристаллы полированы [не полированы]. λ дано в Å.

Минерал	$CaCO_3$, кальцит					NaCl, каменная соль		
λ	0.369	0.422	0.580	0.685	0.790	0.294	0.491	0.686
r_u		44.4	43.1	42.8		24.8	15.3	13.0
r_p	35.4		29.2		25.3	22.1	15.1	11.5
Лит. . . .	(9)	(9)	(9)	(12)	(12)	(10)	(10)	(12)

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

(1) Bachkurst, *5*, **102:** 340; 22. (2) Bragg and Bragg, X-rays and crystal structure, New York, Macmillan, 1918. (3) Bragg, James and Bosanquet, *3*, **41:** 309; 21. **42:** 1; 21. (4) Collins, *2*, **24:** 152; 24. (5) Compton, *2*, **10:** 95; 17. (6) Compton, *3*, **45:** 1121; 23. (7) Darwin, *3*, **27:** 315; 14. (8) Davis and von Nardroff, *197*, **10:** 60; 24. (9) Davis and Stempel, *2*, **17:** 526; 21.
(10) Davis and Stempel, *2*, **19:** 504; 22. (11) Davis and Terrill, *197*, **8:** 357; 22. (12) Davis and Terrill, *3*, **45:** 463; 23. (13) Debye, *88*, **15:** 678, 738, 857; 13. (14) Hatley, *2*, **24:** 486; 24. (15) Larsson, Siegbahn und Waller, *218*, **12:** 1212; 24, (16) Lorentz, Theory of electrons and its applications to the phenomena of light and radiant heat. New York, Stechert, 1923. (17) von Nardroff, *2*, **24:** 143; 24. (18) Wagner und Kulenkampff, *8*, **68:** 369; 22.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ.

C. G. Barkla.

Поляризация первичных рентгеновых лучей была открыта Баркла в 1904 г. (1, 2). В 1906 г. (3) он нашел, что некоторые рассеянные рентгеновы лучи почти полностью поляризованы. При этом применялся ионизационный метод измерения интенсивности. Фотографическими методами было показано, что неоднородное первичное излучение от угольного антикатода (9) и неоднородное рассеянное излучение (8) поляризованы, что однородное характеристическое излучение после отражения в направлении, образующем угол 90° с падающим излучением, почти полностью поляризовано (11) и что характеристическое излучение, возбужденное однородным излучением, не поляризовано (11). Для определения степени поляризации пучок лучей заставляют падать на подходящее рассеивающее вещество и измеряют изменение интенсивности лучей, рассеянных в плоскости, перпендикулярной к падающему пучку. При изменении направления рассеяния от 0 до 360° интенсивность рассеянных лучей проходит через 2 максимума и 2 минимума. Разность азимутов между максимумом M и следующим минимумом m равна 90°. Если падающий пучок состоит из неполяризованного излучения интенсивности R и плоскополяризованного излучения интенсивности P, то $M/m=(P+0.5R)/0.5R$. Отсюда плоскополяризованная часть

$$p=\frac{P}{P+R}=\frac{M-m}{M+m},$$

и относительное изменение компонентов

$$v=\frac{M-m}{M}=\frac{P}{P+0.5R}.$$

СТЕПЕНЬ ПОЛЯРИЗАЦИИ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ.

$P[R]$—интенсивность плоско поляризованного [неполяризованного] компонента; $p=P/(P+R)$; $v=P/(P+0.5R)$. $H[S]$ указывает, что падающее излучение жестко [мягко]. За исключением случаев, особо оговоренных, лучи неоднородны.

Лучи	Источник	v, %		p, %		Лит.
		H	S	H	S	
Первичные	Газовая трубка *1	6	20	3	11	(2, 4)
	Газовая трубка	4	28	2	16	(6)
		7	21	4	12	(12)
			43*2		27*2	(12)
	Трубка Кулиджа	8	23	4	13	(10)
		16.5*3	2*4	9*3	1*4	(10)
Рассеянные *5	Уголь	$70+x$		$54+y$		(3)
	$\lambda=0.25$ Å	$95+x'$		$90+y'$		(7)
Характеристические		0		0		(3, 4)

*1 Компоненты более высоких частот поляризованы более полно. *2 От Ni антикатода. *3 $\lambda=0.3$ Å. *4 $\lambda=1$ Å. *5 Данные относятся к лучам, рассеянным в направлении, перпендикулярном к первичному излучению. Истинная поляризация больше, чем действительно измеренная; поправочные коэффициенты x и y необходимы вследствие взаимного наклона лучей в пучке конечного поперечного сечения. Поляризация рассеянных лучей в указанном направлении приблизительно полная, т. е. равна 100%.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям — в конце тома.)

(1) Barkla, *58*, **69:** 463; 04. (2) Barkla, *62*, **204:** 467; 05. (3) Barkla, *5*, **77:** 247; 06. (4) Barkla, *3*, **15:** 288; 08. (5) Barkla and Sadler, *3*, **16:** 550; 08. (6) Bassler, *8*, **28:** 808; 09. (7) Compton and Hagenow, *2*, **18:** 97; 21. (8) Haga, *8*, **23:** 439; 07. (9) Herweg, *8*, **29:** 398; 09.
(10) Kirkpatrick, *2*, **22:** 226; 23. (12) Mark und Szilard, *96*, **35:** 743; 26. (12) Vegard, *5*, **83:** 379; 10.

ЭМИССИЯ ЭЛЕКТРОНОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ.

Maurice de Broglie и Jean Thibaud.

(Необъясненные символы см. «Справочник» т. I, стр. 7.)

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.
Скорость испускаемых электронов	232
Число испускаемых электронов	234
Направление испускания	235
Проводимость твердых и жидких веществ, находящихся под действием рентгеновых лучей	235

Перрен (53), а затем Кюри и Саньяк (27) обнаружили, что все вещества испускают электроны (28) при освещении рентгеновыми лучами. Существует два класса таких электронов: электроны одного класса обладают при испускании большой скоростью, их часто называют β-лучами электроны другого

класса обладают значительно меньшими скоростями и часто носят название δ-лучей. Электроны этого класса обычно более многочисленны ([65]). 85% электронов, испускаемых золотым листочком, освещенным рентгеновыми лучами трубки Кулиджа с вольфрамовым антикатодом, имеют скорости, соответствующие ускоряющему потенциалу менее 2 вольт.

Вильсон ([75]) и Ожэ ([3], [4]) показали при помощи метода тумана (конденсации пара на ионах), что весьма часто один атом испускает целую группу электронов различных скоростей. В этих случаях квант рентгеновых лучей вырывает первоначально электрон, например, с уровня K. Один из L-электронов замещает его. При этом появляется излучение $K\alpha$. Этот луч вырывает электрон из уровня L того же атома. Таким образом возникают два L-луча, которые в свою очередь ионизуют более внешние электронные слои. Первоначальный квант освобождает 4 фотоэлектрона. Таким образом может случиться, что энергия не испускается в виде электромагнитного излучения, но превращается внутри атома в энергию движения электронов.

СКОРОСТЬ ИСПУСКАЕМЫХ ЭЛЕКТРОНОВ.

Электроны большой скорости.—Среди электронов, испускаемых с большой скоростью, имеются электроны всех скоростей, в известных пределах образующих «непрерывный спектр», соответствующий, по крайней мере частично, спектру возбуждающих рентгеновых лучей. Имеются также группы электронов, обладающих приблизительно одинаковой скоростью, различной для разных групп. Общая скорость в каждой из этих групп (см. таблицу 1) удовлетворяет ([19], [31], [41], [58], [64]) обобщенному уравнению Эйнштейна ([30])

$$m_0c^2\left\{(1-\beta^2)^{-1/2}-1\right\}=h\nu-w_0,$$

где $\beta\equiv v/c$, v—скорость, с которой испускается электрон, ν—частота возбуждающих рентгеновых лучей, w_0 — работа электрона на отрыв от атома. Величина w_0 зависит от строения атома и уровня энергии, с которого электрон сорван. Значение w_0 может быть определено или при помощи ионизационного потенциала V_0 из соотношения $w_0=eV_0$, или из предельных границ абсорбции, или на основании предельных частот характеристических рентгеновых лучей (см. «Испускание рентгеновых лучей», стр. 188) при помощи уравнения Эйнштейна $w_0=h\nu_0$, где ν_0—предельная частота. Некоторые авторы ([6], [7]) (ср. ([9], [12], [35], [50], [61], [71], [72])) наблюдали в излучении, исходящем из Ag и Sn, небольшое число электронов, для которых $w_0=0$. Для всех газов, за исключением редких газов с большим атомным номером, w_0 весьма мало.

Если рентгеновы лучи (спектрально) сложны, то групповые скорости электронов соответствуют каждой длине волны и каждому абсорбционному уровню атомов. На эту эмиссию налагается еще другая, возникающая от флуоресцирующих рентгеновых лучей, испускаемых атомами, которые ионизованы первичными лучами. Пропуская эту смесь электронов через магнитное поле, можно разложить их в магнитный спектр ([19]).

Уравнением Эйнштейна, многократно проверенным, можно пользоваться для определения, на основании наблюденной скорости испускаемых электронов, во-первых, энергии, соответствующей неизвестным уровням ([13], [45]), и, во-вторых, длины волны излучения, возбуждающего электронную эмиссию ([31], [69]).

Робинсон ([57]) нашел интересное соотношение, касающееся эмиссии электронов с различных подразделений данного уровня энергии, образующих одну группу. Если предельная частота группы уровней (напр. L) элемента лишь немного меньше частоты падающих рентгеновых лучей, то наибольшее число электронов вырывается из уровня, обладающего в данной группе наименьшей энергией (напр. L_{III}). Однако при постепенном уменьшении предельной частоты, происходящей при переходе к элементам с меньшими атомными номерами (т. е. при все более возрастающей разности между частотой рентгеновых лучей и предельной частотой элемента), максимум интенсивности вторичных электронов перемещается в данной группе к уровню с наибольшей энергией (L_I).

Из наблюдений над газами Виддингтон ([71]) нашел, что при прохождении электроном слоя материи толщиной x его скорость уменьшается от v_0 до v_x, согласно закону: $v_0^4-v_x^4=ax$, где a—характерная для данного вещества константа. Если измерять a в единицах, равных 10^{40} $см^3$ $сек.^{-4}$, то для воздуха значение $a=2$, для Al $a=732$, для Au $a=2540$. Если R—пробег электрона (в $см$) в воздухе ($t°=20°$, $p=1$ atm) при скорости, соответствующей разности потенциалов $=V$ (в вольтах), то, согласно Вильсону ([74], [75]), $V=21000\sqrt{R}$ для $0.1<R<1.5$. Это выражение хорошо согласуется с данными Виддингтона.

ТАБЛИЦА 1.—ЭНЕРГИЯ (E) ЭЛЕКТРОНОВ, ИСПУСКАЕМЫХ НЕКОТОРЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ.

Наблюденная энергия: $E=eV$; вычисленная энергия: $eV'=h\nu-w_0$; излучение — возбуждающее излучение; энерг. ур.—энергетический уровень, из которого вырван электрон. Рентгеновы лучи излучаются трубкой Кулиджа с антикатодом из указанного в таблице вещества. Наблюдатель и точность измерения: антикатод Cu ([56]), 0.5%; антикатод Rh ([19]), 2%; антикатод Rh ([73]), 1.5%; антикатод W ([19]), 2%. Единица для V и $V'=1$ вольт.

V	Излучение	Энерг. ур.	V'
	Ag; $Z=47$; антикатод — Cu		
4237	$K\alpha_1$ Cu	L_1	
3152	$K\alpha_1$ Cu	L_2	
4695	$K\alpha_1$ Cu	L_3	
7382	$K\alpha_1$ Cu	$M_{1,2}$	
7498	$K\alpha_1$ Cu	M_3	
7708	$K\alpha_1$ Cu	M_4-M_5	
8006	$K\alpha_1$ Cu	N	
	Ag; $Z=47$; антикатод—W		
17940	$K\alpha$ Ag	L	18020
20900	$K\beta$ Ag	L	20860
32760	$K\alpha$ W	K	32880
40990	$K\beta$ W	K	41520
55140	$K\alpha$ W	L	54730
	Al; $Z=13$; антикатод—Rh ([73])		
18440	$K\alpha$ Rh	K	18600
20660	$K\beta$ Rh	K	21110
	As; $Z=33$; антикатод—Rh ([73])		
9135	$K\alpha$ As	L	9094
10330	$K\beta$ As	L	10290
11110	$K\beta$ As		11730
18190	$K\alpha$ Rh	L	18720
20860	$K\beta$ Rh	L	21230
23170	$K\beta$ Rh		22670

V	Излучение	Энерг. ур.	V′
	Au; Z = 79; антикатод—Cu		
4595	$K\alpha_1$ Cu	M_1	
4875	$K\alpha_1$ Cu	M_2	
5291	$K\alpha_1$ Cu	M_3	
5756	$K\alpha_1$ Cu	M_4	
5843	$K\alpha_1$ Cu	M_5	
7296	$K\alpha_1$ Cu	N_1-N_3	
7508	$K\alpha_1$ Cu		
7724	$K\alpha_1$ Cu	$N_{4,5}$	
8006	$K\alpha_1$ Cu	$N_{6,7}$, O	
	Ba; Z = 56; антикатод—Cu		
2025	$K\alpha_1$ Cu	L_1	
2421	$K\alpha_1$ Cu	L_2	
2801	$K\alpha_1$ Cu	L_3	
3613	$K\alpha_1$ Cu	*1	
4331	$K\alpha_1$ Cu	*1	
6733	$K\alpha_1$ Cu	M_1	
6880	$K\alpha_1$ Cu	M_2	
6960	$K\alpha_1$ Cu	M_3	
7239	$K\alpha_1$ Cu	$M_{4,5}$	
7464	$K\alpha_1$ Cu	(?)KO*2	
7584	$K\alpha_1$ Cu	(?)KC*3	
7842	$K\alpha_1$ Cu	N_1-N_3	
8036	$K\alpha_1$ Cu	N_4-O	
	Ba; Z = 56; антикатод—W		
26090	$K\alpha$ Ba	L	25600
30290	$K\beta$ Ba	L	30000
53500	$K\alpha$ W	L	52430
	Bi; Z = 83; антикатод—Cu		
4014	$K\alpha_1$ Cu	M_1	
4339	$K\alpha_1$ Cu	M_2	
4844	$K\alpha_1$ Cu	M_3	
5317	$K\alpha_1$ Cu	M_4	
5435	$K\alpha_1$ Cu	M_5	
7065	$K\alpha_1$ Cu	N_1	
7204	$K\alpha_1$ Cu	N_2	
7340	$K\alpha_1$ Cu	N_3	
7513	$K\alpha_1$ Cu	N_4	
7579	$K\alpha_1$ Cu	N_5	
7911	$K\alpha_1$ Cu	$N_{6,7}$, O	
	Bi; Z = 83; антикатод—Rh (73)		
8518	$L\alpha$ Bi	M	8395
10700	$L\beta$ Bi	M	10700
12340	$L\gamma$ Bi	M	13000
15140	$L\gamma$ Bi		15310
19710	$K\alpha$ Rh	N	19920
22140	$K\beta$ Rh	N	22430
	Cu; Z = 29; антикатод—Cu		
6920	$K\alpha_1$ Cu	L_1	
7086	$K\alpha_1$ Cu	L_2-L_3	
7943	$K\alpha_1$ Cu	M	
	Cu; Z = 29; антикатод—Rh (73)		
7078	$K\alpha$ Cu	L	7119
7942	$K\beta$ Cu	L	7983
8929	$K\beta$ Cu		8888
11110	$K\alpha$ Rh	K	11230
12880	$K\beta$ Rh	(?)K	13740
18970	$K\alpha$ Rh	L	19260
20660	$K\beta$ Rh	L	21770
22720	$K\beta$ Rh		22670

*1 Флуоресценция, $L-M$. *2 KO — K-излучение кислорода. *3 KC — K-излучение углерода.

V	Излучение	Энерг. ур.	V′
	Cu; Z = 29; антикатод—Rh (19)		
11360	$K\alpha_1$ Rh	K	11230
13660	$K\beta_1$ Rh	K	13740
19260	$K\alpha_1$ Rh	L	19180
21650	$K\beta_1$ Rh	L	21690
	J; Z = 53; антикатод—Cu		
2841	$K\alpha_1$ Cu	L_1	
3200	$K\alpha_1$ Cu	L_2	
3463	$K\alpha_1$ Cu	L_3	
6947	$K\alpha_1$ Cu	M_1	
7130	$K\alpha_1$ Cu	M_2-M_3	
7399	$K\alpha_1$ Cu	M_4-M_5	
7906	$K\alpha_1$ Cu	N, O	
	J; Z = 53; антикатод—W		
23130	$K\alpha$ J	L	22920
27320	$K\beta$ J	L	26460
54650	$K\alpha$ W	L	53080
	Mo; Z = 42; антикатод—Cu		
5157	$K\alpha_1$ Cu	L_1	
5411	$K\alpha_1$ Cu	L_2	
5509	$K\alpha_1$ Cu	L_3	
7646	$K\alpha_1$ Cu	(?) M_3	
7783	$K\alpha_1$ Cu	(?) M_5	
7989	$K\alpha_1$ Cu	(?) N	
	Mo; Z = 42; антикатод—Rh (73)		
14860	$K\alpha$ Mo	L	14980
20210	$K\beta$ Mo	L	17120
19550	$K\beta$ Mo		19590
	Mo; Z = 42; антикатод—W		
14070	$K\alpha$ Mo	L	14690
16630	$K\beta$ Mo	L	16910
38680	$K\alpha$ W	K	38350
	Pb; Z = 82; антикатод—Cu		
4179	$K\alpha_1$ Cu	M_1	
4468	$K\alpha_1$ Cu	M_2	
4954	$K\alpha_1$ Cu	M_3	
5442	$K\alpha_1$ Cu	M_4	
5557	$K\alpha_1$ Cu	M_5	
7367	$K\alpha_1$ Cu	$N_{1,3}$	
7605	$K\alpha_1$ Cu	$N_{4,5}$	
7919	$K\alpha_1$ Cu	$N_{6,7}$, O	
	Rh; Z = 45; антикатод—W		
16790	$K\alpha$ Rh	L	16870
19420	$K\beta$ Rh	L	19510
35800	$K\alpha$ W	K	35180
	Sb; Z = 51; антикатод—W		
21890	$K\alpha$ Sb	L	21930
25270	$K\beta$ Sb	L	25350
28810	$K\beta$ Sb	M	28850
	Se; Z = 34; антикатод—Rh (19)		
8148	$K\alpha_1$ Rh	K	7777
9053	$K\alpha_1$ Se	L	9547
10290	$K\beta$ Rh	K	10370
	$K\beta$ Se	L	10780
17780	$K\alpha_1$ Rh	L	18560
20660	$K\beta$ Rh	L	21070

V	Излучение	Энерг. ур.	V'
	Sn; $Z = 50$; антикатод—Cu		
3563	$K\alpha_1$ Cu	L_1	
3861	$K\alpha_1$ Cu	L_2	
4092	$K\alpha_1$ Cu	L_3	
7146	$K\alpha_1$ Cu	M_1	
7317	$K\alpha_1$ Cu	$M_{2,3}$	
7550	$K\alpha_1$ Cu	$M_4 - M_5$	
7928	$K\alpha_1$ Cu	N	
	Sn; $Z = 50$; антикатод—W		
20580	$K\alpha$ Sn	L	20820
23700	$K\beta$ Sn	L	24110
29220	$K\alpha$ W	K	28810
36640	$K\beta$ W	K	37410
53170	$K\alpha$ W	L	53990
	Sr; $Z = 38$; антикатод—Cu		
5793	$K\alpha_1$ Cu	L_1	
6001	$K\alpha_1$ Cu	L_2	
6055	$K\alpha_1$ Cu	L_3	
7473	$K\alpha_1$ Cu	(?) KO*[2]	
7703	$K\alpha_1$ Cu	(?) M	
8026	$K\alpha_1$ Cu	(?) N	
	Sr; $Z = 38$; антикатод—Rh [73]		
12020	$K\alpha$ Sr	L	12180
13740	$K\beta$ Sr	L	13870
15230	$K\beta$ Sr		15840
17530	$K\alpha$ Rh	L	18190
16950	$K\beta$ Rh	L	20700
22390	$K\beta$ Rh		22670
	Sr; $Z = 38$; антикатод—W		
11520	$K\alpha$ Sr	L	12020
13500	$K\beta$ Sr	L	13790
	W; $Z = 74$; антикатод—Cu		
5206	$K\alpha_1$ Cu	M_1	
5465	$K\alpha_1$ Cu	M_2	
5761	$K\alpha_1$ Cu	M_3	
6148	$K\alpha_1$ Cu	M_4	
6226	$K\alpha_1$ Cu	M_5	
7605	$K\alpha_1$ Cu	$N_1 - N_3$	
7798	$K\alpha_1$ Cu	$N_4 - N_5$	
8037	$K\alpha_1$ Cu	$N_6 - N_7 - O$	
	W; $Z = 74$; антикатод—Rh [73]		
6749	$L\alpha$ W	M	6666
8353	$L\beta$ W	M	8312
9917	$L\gamma$ W	M	9958
11400	$L\gamma$ W		11600
18310	$K\alpha$ Rh	M	18520
20330	$K\alpha$ Rh		20160
22390	$K\beta$ Rh		22670
	Yb; $Z = 70$; антикатод—W		
41640	$K\alpha$ Yb	L	42840
48560	$K\beta$ Yb	L	49870
	Zn; $Z = 30$; антикатод—Rh [73]		
7777	$K\alpha$ Zn	L	7613
8847	$K\beta$ Zn	L	8559
9629	$K\beta$ Zn		9547
10700	$K\alpha$ Rh	K	10990
13090	$K\beta$ Rh	(?) K	13500
18760	$K\alpha$ Rh	L	19180
	Zn; $Z = 30$; антикатод—W		
7407	$K\alpha$ Zn	L	7366
8395	$K\beta$ Zn	L	8312

Электроны малой скорости. Скорость, с которой испускаются эти электроны, не зависит от природы излучающего вещества ([63]). Шерер ([63]) приписывает появление этих электронов вторичному эффекту, вызываемому электронами большой скорости, а Саймонс ([65], [66])—действию атомов, отлетающих вследствие отдачи при выбрасывании быстрых электронов. Последний автор отмечает соответствие между распределением скоростей среди этих электронов (соответствующим $T = 11000°$ K) с распределением скоростей в термоионах, испускаемых накаленными телами. Происхождение их может быть также связано с диффузией падающих рентгеновых лучей, так как Комптон ([24]) показал, что слабо связанные электроны могут быть выбиты при столкновении с квантом излучения.

ЧИСЛО ИСПУСКАЕМЫХ ЭЛЕКТРОНОВ.

Общее число испускаемых в секунду электронов (n_e) тесно связано с поглощением веществом рентгеновых лучей. Закон поглощения флуоресценции, выведенный Браггом и Пирсом, $\tau A/\varrho = CZ^4\lambda^3$, где τ — коэффициент поглощения флуоресценции (коэффициент поглощения после поправки на рассеяние), ϱ—плотность, λ—длина волны, A—атомный вес, C—коэффициент пропорциональности и Z—атомный номер испускающего вещества, равный числу электронов в атоме. Закон этот можно также вывести из термодинамических и квантовых ([20]) законов и при помощи принципа соответствия ([43]). Он гласит ([21]), что вероятность вылета электрона из атома с атомным номером Z под действием излучения интенсивности I и частоты ν пропорциональна $Z^4\nu^{-4}I$. Джонси ([38]) недавно пришел к тому же результату в несколько другой форме. Он определяет I как величину, пропорциональную общему числу ионов, производимых при полном поглощении излучения в воздухе в течение секунды внутри телесного угла, равного единице. Экспериментальные результаты, как мы увидим из дальнейшего, противоречивы.

Зависимость n_e от излучающего вещества. Число n_e возрастает с Z (Лауб ([44])), пропорционально Z^4 (Моор ([49])), пропорционально Z (Виддингтон ([73])). Шерер ([63]) устанавливает, что для Al, Fe, Ni, Cu, Ag, Sn, Au, Pb и Bi число электронов N_e, возбужденных в одном атоме, $= K(Z-10)$, и следовательно n_e пропорционально числу электронов в атоме. На самом деле мы наблюдаем только те электроны, которые вылетают из вещества, закон же изменения поглощения электронов в зависимости от скорости не известен точно. Это может объяснить вышеуказанные разногласия.

Для солей и газов n_e возрастает с молекулярным весом; для CH_3J n_e в 100 раз больше, чем для воздуха.

Зависимость n_e от излучения. Для данной I n_e уменьшается с возрастанием жесткости: n_e обратно пропорционально $\sqrt{V}$ (Шерер ([63])), где V—напряжение на трубке. Гоппнер ([34]) нашел, что n_e уменьшается быстрее, чем I; Гервег и Ми ([33]) нашли, что n_e прямо пропорционально I даже для весьма малых I. Для получения согласных результатов необходимо было бы измерять порознь число электронов, принадлежащих к каждой группе, обладающей общей скоростью. Кроме того необходимо было бы измерить распределение по скоростям электронов, образующих сплошной спектр. Наконец, необходимо было бы привести эти результаты в соответствие с распределением I в спектре возбуждающего излучения. Это сопоставление до сих пор не сделано.

НАПРАВЛЕНИЕ ИСПУСКАНИЯ.

Твердые тела.—Для твердых тел число электронов, испускаемых в направлении распространения рентгеновых лучей, превосходит число электронов, испускаемых в противоположном направлении ([10], [18], [25], [42], [47], [54], [62], [68]). Эта асимметрия не зависит от Z и от физического состояния излучающего вещества ([51]). Из своих опытов с Cu Вильсон ([74], [75]) заключил, что эта асимметрия скорее вызывается кривизною траектории электронов, чем асимметрией излучения.

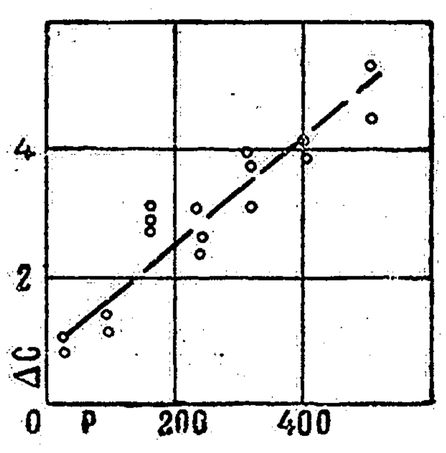
Газы.—*Электроны с большим пробегом.* Поляризация рентгеновых лучей ведет к заметной односторонней концентрации испускаемых электронов с большим пробегом в направлении электрического вектора рентгеновых лучей ([22], [74], [75]). Испускаемые электроны концентрируются таким образом преимущественно вдоль некоторого определенного направления, образующего острый угол с направлением распространения рентгеновых лучей. Для воздуха Вильсон ([74], [75]) нашел, что это направление образует с направлением рентгеновых лучей угол в 45°, 20% электронов были выброшены под углом в 90° (результат поляризации) и незначительное число имело составляющую скорости, направленную в обратную сторону. Пользуясь поляризованными лучами, Бобб (Bubb) ([22]) нашел, что $^1/_2$ электронов имела составляющую скорости, совпадающую с направлением рентгеновых лучей, $^1/_6$—имела составляющую, направленную в обратную сторону, и $^1/_3$—составляющую, направленную почти под углом в 90°. В водороде Ожэ ([1]) нашел направление преимущественного испускания под углом в 80° и число электронов с совпадающим компонентом примерно вдвое большее, чем с противоположным. Для галоидов продольная асимметрия возрастает от J к Br, Cl, F и, возможно, уменьшается с уменьшением напряжения на трубке ([16]).

Новые опыты ([2], [5], [17], [22]), произведенные по методу тумана, показали, что наиболее вероятное направление выбрасывания фотоэлектронов приблизительно совпадает с электрическим вектором падающей волны, но сверх того имеется еще добавочный компонент в направлении распространения волн. Этот компонент возрастает при увеличении или разности потенциалов, приложенной к трубке, или частоты рентгеновых лучей ([4]). Если рентгеновы лучи поляризованы, то весьма значительное большинство фотоэлектронов выбрасывается в плоскости, содержащей электрический вектор падающих лучей ([22]). Много попыток было сделано для теоретического объяснения этого распределения. Теории Бобб (Bubb) ([23]) (ср. ([17])) и Ожэ и Перрена ([5]) согласуются качественно с наблюдениями, но ни одна не согласуется вполне количественно.

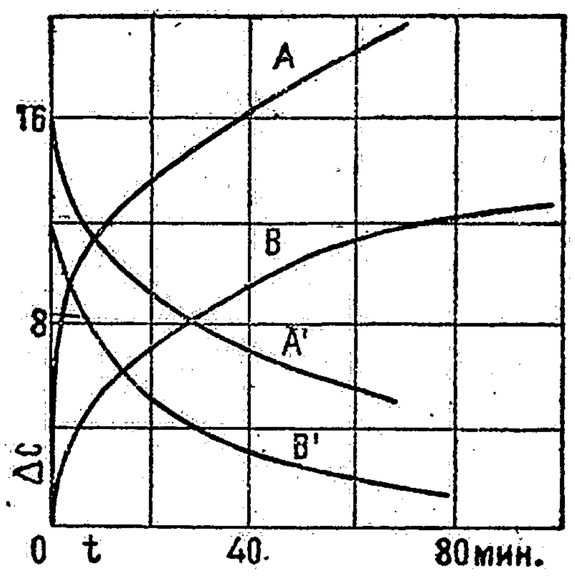
Начало пробега электронов большой скорости отмечено облаком ионов, вызванных одновременной эмиссией медленных электронов ([1]). Вначале траектория полета электронов большой скорости прямолинейна, но по мере уменьшения скорости все чаще появляются отклонения следующих 3 типов: a) внезапное отклонение на весьма большой угол, часто на 180°, вызванное прохождением электрона весьма близко от ядра атома; b) внезапное отклонение, достигающее 45°, вызванное столкновением с другим электроном, происходящим таким образом, что последний отбрасывается по большей части под углом в 90° к первоначальному полету первого электрона, со скоростью, достаточной для возникновения раздвоенного следа из ионов («разветвление»); c) постепенное искривление траектории, вызванное накоплением небольших отклонений типа (b) или, согласно некоторым авторам, вызванное жироскопическим действием электрона. Конец пути отмечен небольшим облачком ионов.

Вильсон ([74], [75]) полагает, что ему удалось показать, что в тех случаях, когда в месте отклонения и разветвления возникает третий след, два электрона испускаются в этой точке через заметный промежуток времени (0.001 ск.). (Это подобно заключению Бирдена (Bearden) ([8]), что испускание рентгеновых лучей флуоресценции происходит на 10^{-5} ск. позднее момента прихода возбуждающего излучения.) Вдоль всего пути расположены группы, состоящие из одной или нескольких пар ионов, повидимому вызванные короткими и разветвленными пробегами типа (b).

Электроны с малым пробегом. Под действием рентгеновых лучей достаточно большой частоты в воздухе, H и He наблюдается ([15], [74], [75]) испускание вторичных электронов с весьма малым пробегом (ломаный след («fish-tracks») длиною в 1—2 *мм*, закругленный след («sphere-tracks») в несколько десятых *мм*), которые образуют обособленный класс и не удовлетворяют квантовому соотношению. Они выбрасываются почти в направлении распространения рентгеновых лучей. При напряжении на трубке в 20 киловольт в воздухе не наблюдаются fish-tracks, а sphere-tracks редки. При повышении напряжения число следов обоих типов возрастает весьма быстро; sphere-tracks превращаются в fish-tracks, а пробег этих последних увеличивается ([67]). При этом число электронов с малым пробегом становится больше, чем с большим. Возникновение этих электронов объясняется квантовой теорией рассеяния излучения, развитой Комптоном и Дебаем; см. также ([24], [39]).



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Фиг. 1. Влияние давления (P) на возрастание (ΔC) проводимости кристалла Se при освещении рентгеновыми лучами ([48]). Единица для $\Delta C = 10^{-8}\Omega^{-1}$ и для $P = 1$ *г* на площадь в 0.064 *мм*^{2}.

Фиг. 2. Постепенное возрастание (ΔC) проводимости кристалла Se во время освещения рентгеновыми лучами и исчезновение ее после прекращения освещения ([48]). $P = 320$ *г* на поверхность в 0.064 *мм*^{2}, начальная проводимость $= 48 \times 10^{-8}\Omega^{-1}$. Единица для $\Delta C = 10^{-8}\Omega^{-1}$, для времени $t = 1$ мин. A—изменение во время освещения, A'—восстановление; B и B' подобны A и A', но относятся к кристаллу после его утомления действием γ-лучей, когда проводимость достигла $46 \times 10^{-8}\Omega^{-1}$.

ПРОВОДИМОСТЬ ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ТЕЛ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧЕЙ.

При освещении рентгеновыми лучами проводимость твердых и жидких тел, особенно диэлектриков, временно возрастает ([11], [14], [26], [36], [40], [70]). Возрастание проводимости кристаллов Se после освещения в течение 1 мин. видимым светом ($\lambda = 7000$ Å), рентгеновыми лучами ($\lambda = 1.5$ Å) и γ-лучами ($\lambda = 0.03 \div 0.4$ Å) было соответственно 33.2, 58.5 и 108.9 Ω^{-1} на каждый поглощенный джоуль ([48], [52]). Зависимость от времени и давления дана на фиг. 1 и 2. Проводимость пластинки из NaCl возрастает во

время освещения рентгеновыми лучами и постепенно уменьшается после прекращения освещения. Такая экспозиция «активирует» пластинку, делая ее более чувствительной к обыкновенному свету (59). Проводимость S значительно возрастает под действием рентгеновых лучей. Это увеличение пропорционально интенсивности излучения и изменяется в зависимости от его состава таким же образом, как и его ионизирующее действие в воздухе. В исследованной области разностей потенциалов (69÷204 вольт) проводимость удовлетворяет закону Ома. Проводимость, вызванная излучением, в моноклинической сере в 3 раза больше, чем в ромбоэдрической (32). Проводимость кристаллов кальцита ($CaCO_3$), флуорита (CaF_2) и полевого шпата возрастает при освещении рентгеновыми лучами (46), а способность люминесценции, уменьшившаяся благодаря предварительному нагреванию, восстанавливается. Кажущиеся заряды постоянно поляризованных диэлектриков временно уничтожаются под действием рентгеновых лучей (29).

Под **действием** рентгеновых лучей изолирующие жидкости приобретают проводимость, подчиняющуюся закону Ома, если градиент потенциала не превышает примерно 700 вольт $см^{-1}$. Значения этих проводимостей для некоторых жидкостей при действии рентгеновых лучей неизвестного точно состава дана в табл. 2. При этом воздействии не происходит заметной диссоциации молекул, ср. (37). В последнее время дель Реньо (55) изучал изменения электрического сопротивления селенового элемента, подвергаемого излучению мезотория, а Росс (60)—возрастание проводимости твердых диэлектриков (сера, параффин, эбонит, янтарь), подвергнутых действию рентгеновых лучей. О действии γ-лучей см. (36).

ТАБЛИЦА 2.—ПРОВОДИМОСТЬ (C) ИЗОЛИРУЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ОСВЕЩЕНИИ РЕНТГЕНОВЫМИ ЛУЧАМИ (26, 36).

Состав (спектральный) и интенсивность рентгеновых лучей не определены.

C (в 10^{-4} Ω^{-1} $см^{-1}$): четыреххлористого углерода 8, сероуглерода 20, амилена 14, бензола 4, жидкого воздуха 1.3, петролейного эфира 15, вазелинового масла 1.6.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям—в конце тома.)

(1) Auger, *34*, **177:** 169; 23. **178:** 929; 24. (2) Auger, *34*, **178:** 1535; 24. (3) Auger, *34*, **180:** 65; 25. (4) Auger, *51*, **6:** 205; 25. (5) Auger et Perrin, *34*, **180:** 1742; 25. (6) Barkla and Dallas, *3*, **47:** 1; 24. (7) Barkla and Shearer, *3*, **30:** 745; 15. (8) Bearden, *58*, **113:** 857; 24. (9) Beatty, *3*, **20:** 320; 10.

(10) Beatty, *201*, **15:** 492; 10. (11) Becker, *8*, **12:** 124; 03. (12) Becker, *2*, **22:** 524; 23. (13) Becker, *2*, **24:** 478; 24. (14) Becquerel, *34*, **136:** 1173; 03. (15) Bothe, *96*, **20:** 34, 237; 23. (16) Both *96*, **26:** 59; 24. (17) Bothe, *96*, **26:** 74 4. (18) Bragg and Porter, *5*, **85:** 349; 11. (19) de Broglie, *34*, **172:** 274, 527, 746, 806; 21. **173:** 1157; 21. *51*, **2:** 265; 21.

(20) de Broglie, *51*, **3:** 33; 22. (21) de Broglie et de Broglie, *34*, **173:** 527; 21. (22) Bubb, *2*, **23:** 137; 24. (23) Bubb, *3*, **49:** 824; 25. (24) Compton and Hubbart, *2*, **23:** 429; 24. (25) Cooksey, *58*, **77:** 509; 08. *3*, **24:** 37; 12. (26) Curie, *34*, **134:** 420; 02. (27) Curie et Sagnac, *51*, **1:** 13; 02. (28) Dorn *18*, **5:** 595; 00. (29) Eguchi, *219*, **2:** 45; 20.

(30) Einstein, *8*, **17:** 132; 05. (31) Ellis, *5*, **99:** 261; 21. (32) Grebe, *96*, **17:** 295; 23. (33) Herweg und Mie, *8*, **68:** 120; 22. (34) Hoepner, *8*, **46:** 577; 15. (35) Innes, *5*, **79:** 442; 07. (36) Jaffé, *8*, **25:** 257; 08. (37) Janitzky, *96*, **20:** 280, 23. (38) Jauncey, *3*, **48:** 81; 24. (39) Jauncey, *2*, **23:** 580; 24.

(40) Joffé, *8*, **20:** 919; 06. (41) Kang-Fuh Hu, *2*, **11:** 505; 18. (42) Kleemann, *58*, **83:** 339; 10. *5*, **83:** 530; 10. (43) Kramers, *3*, **46:** 836; 23. (44) Laub, *8*, **26:** 712; 08. (45) Ledrus, *34*, **176:** 383; 23. (46) MacKay, *69*, **15:** 3, 95; 21. (47) MacKenzie, *3*, **14:** 176; 07. (48) MacMahon, *2*, **16:** 558; 20. (49) Moore, *5*, **91:** 337; 15.

(50) Moseley, *3*, **27:** 703; 14. (51) Owen, *67*, **30:** 133; 18. (52) Perreau, *34*, **129:** 956; 99. (53) Perrin, *6*, **11:** 496; 97. (54) Philpot, *67*, **26:** 131; 14. (55) del Regno, *22*, **3:** 201; 26. (56) Robinson, *5*, **104:** 455; 23. (57) Robinson, *3*, **50:** 241; 25. (58) Robinson and Rawlinson, *3*, **28:** 277; 14. (59) Röntgen, *8*, **64:** 1; 21.

(60) Ross, *96*, **36:** 18; 26. (61) Sadler, *3*, **19:** 337; 10. (62) Seitz, *8*, **73:** 183; 24. (63) Shearer, *3*, **44:** 793; 22. (64) Simons, *3*, **41:** 120; 21. (65) Simons, *3*, **46:** 473; 23. (66) Simons, *3*, **48:** 250; 24. (67) Skobelzyn, *96*, **24:** 393; 24. **28:** 278; 24. (68) Stuhlman, *3*, **22:** 854; 11. (69) Thibaud, *34*, **178:** 1706; 24. **179:** 165, 815; 24.

(70) Thomson and McClelland, *201*, **9:** 126; 98. (71) Whiddington, *5*, **86:** 360; 12. (72) Whiddington, *5*, **86:** 370; 12. (73) Whiddington, *3*, **43:** 1116; 22. (74) Wilson, *5*, **104:** 1; 23. (75) Wilson, *5*, **104:** 192; 23.

КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ДИФФРАКЦИОННЫЕ РЕШОТКИ ДЛЯ РЕНТГЕНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ.

Bergen Davis.

Длина волны рентгеновых лучей обычно определяется или при помощи ионизационного спектрометра или фотографическим методом. При соответствующих кристаллах первый метод повидимому является более точным, но для отражения значительного количества энергии требует достаточно большой равномерно отражающей плоскости. Фотографический метод может применяться при малых неправильных кристаллах, в частности для исследования кристаллических порошков.

Константы решотки.—Константа решотки кристалла обычно измеряется в единицах соответствующей константы кальцита ($CaCO_3$) или каменной соли (NaCl). При этом константа стандартного кристалла вычисляется из его кристаллографических и других физических постоянных.

Даже лучшие образцы каменной соли не представляют собою совершенных кристаллов, так как отражающие плоскости не являются строго параллельными плоскостями внутри сколько-нибудь значительного объема кристалла. Даже кривые («rocking curves»), полученные при вращении кристаллов двойного спектрометра для рентгеновых лучей, имеют некоторую ширину (11.1), что указывает на полное несовершенство кристаллических элементов. Кальцит (исландский шпат) гораздо ближе к совершенству; для него соответствующие кривые весьма плавны и узки (менее $^1/_{60}$ ширины кривых каменной соли).

Благодаря совершенству кристаллического строения кальцита (исландского шпата) рекомендуется выбирать его в качестве стандартного кристалла при всех измерениях длин волн рентгеновых лучей и при этом пользоваться значением $d_{(100)}=(3.029\pm0.001)\times\times10^{-8}$ *см* (при 20°). Это значение $d_{(100)}$ для кальцита является наиболее вероятным в настоящее время; оно эквивалентно (27) величине $d_{(100)}=2.814\times10^{-8}$ *см* (при 20°) для каменной соли. Большое число измерений над разными кристаллами выражено в единицах этих эквивалентных констант.

Если a_0—длина ребра первичной кристаллической ячейки, наблюденное расстояние в решотке для плоскостей h, k, l в кубическом кристалле с центрированными гранями, подобном кристаллу каменной соли, и если h, k и l нечетные числа, то $d_{(hkl)}=a_0/\sqrt{h^2+k^2+l^2}$; если же h, k и l четные числа, то $d_{(hkl)}=0.5a_0/\sqrt{h^2+k^2+l^2}$. Для ромбических кристаллов с центрированными гранями это выражение принимает вид

$$\frac{a_0\sqrt{1+2\cos^3\beta-3\cos^2\beta}}{\sqrt{(h^2+k^2+l^2)\sin^2\beta+2(hk+hl+kl)(\cos^2\beta-\cos\beta)}},$$

где β—угол между ребрами первичного ромбоэдра—заменяет $a_0/\sqrt{h^2+k^2+l^2}$ предшествующего выражения для кубической решотки. В кубических кристаллах $a_0=(nV_m)^{1/3}$, где n—число молекул в элементарной кристаллической единице и $V_m(=M/\varrho N_0)$—молекулярный объем (M—молекулярный вес, ϱ—плотность, N_0—число Авогадро=числу молекул в моле). Значение n зависит от кристаллической структуры; и для каменной соли и для кальцита $n=4$. Главный источник ошибки лежит в определении ϱ и N_0.

Для кальцита $2d_{(100)}=[4V_m/\varphi(\beta)]^{1/3}$, где $\varphi(\beta)$—объем ромбоэдра кальцита, в котором за единицу принято расстояние между (100) гранями$=(1+\cos\beta)^2:(\sin\beta)(1+2\cos\beta)=1.0962$, так как $\beta=101°55'$. Комптон (6) нашел $\varrho=2.7116$, исправленное на 2.7102 *г см*$^{-3}$ при 20°. Комптон, Битс и Дефо (8) также нашли 2.7102 при 20°. Эти значения ϱ вместе со значениями для M и N_0, помещенными в «Справочнике» т. I, стр. 14 и 45, приводят к $d_{(100)}=(3.029\pm0.001)\times10^{-8}$ *см* при 20°. Другие значения для ϱ суть 2.716 (9) и 2.715 (3); среднее из них и двух предшествующих равно 2.713, что дает $d_{(100)}=(3.028\pm0.002)\times10^{-8}$ *см* при 20°.

Некоторые из лучших определений ϱ для каменной соли суть 2.167 при 17° (24, 25), 2.15 (9), 2.170 (15), 2.167 (22), 2.174 (19), 2.161 (1) и 2.1632 (13). Среднее из них (2.166) дает $d_{(100)}=(2.814\pm0.002)\times10^{-8}$ *см* при 20°. Более позднее определение (14) дает $d_{(100)}=2.814[1+0.00004(t-18)]\times10^{-8}$ *см* при t °C.

КОНСТАНТЫ РЕШОТКИ ИЗБРАННЫХ КРИСТАЛЛОВ.

a_0—длина ребра первичной кристаллической ячейки; d—константа решотки. (c)—измерено в единицах кальцита ($d_{(100)}=3.029$); (r)—измерено в единицах каменной соли ($d_{(100)}=2.814$). $t°=20°$. Относительно других данных см. (2, 20, 23, 26, 29, 30).

Символ	Кристалл (и система *1)	Грань	a_0, Å	d, Å	Лит.
$CaCO_3$ . .	Кальцит (Р)	100	6.9347	3.029 *2	*3
NaCl . . .	Каменная соль (К)	100	5.628	2.814	(3)
FeS_2 . . .	Пирит (К)	100 (2)	5.4056	2.703 (c)	(10, 11)
KCl . . .	Сильвин (К)	100	6.272	3.136 (r)	(31)
KJ	Иодид К (К)	100	7.064	3.533 (c)	(5)
$CaSO_4$. $2H_2O$.	Гипс (М)	010		7.584 (r)	(28)
	Слюда (М)	001		10.1 (r)	(4)
$C_{12}H_{22}O_{11}$	Тростников. сахар (М)	100		10.570 (r)	(28)

*1 Р — ромбическая, К — кубическая, М — моноклинная. *2 ±0.001. *3 Вычисленные значения.

Преломление. Если грань кристалла параллельна отражающим плоскостям в кристалле, если n—порядок спектра и θ—угол скольжения при отражении, соответствующий максимуму интенсивности излучения длины волны λ, тогда

$$n\lambda=2d\sin\theta\left(1-\frac{\delta}{\operatorname{tg}^2\theta}\right),$$

где $\delta=1-\mu$ (μ—показатель преломления кристалла для излучения с длиной волны λ). Измерения над кальцитом (16) и над пиритом (10, 11) показали (10, 11), что

$$\delta=\frac{e^2}{2\pi m}\left[\frac{n_1}{\nu^2-\nu_1^2}+\frac{n_2}{\nu^2-\nu_2^2}+\dots\right],$$

где ν—частота падающего излучения, а n_1, n_2—числа электронов в единице объема, обладающих предельными абсорбционными (резонансными) частотами ν_1, ν_2, . . Так как ν_1, ν_2 вообще малы по сравнению с ν, то в первом приближении

$$\delta=\frac{e^2}{2\pi m}\left[\frac{n_1+n_2+\dots}{\nu^2}\right].$$

О преломлении рентгеновых лучей см. стр. 229, а также (7, 12, 17, 18, 21).

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям — в конце тома.)

(1) Baxter and Wallace, *1*, **38:** 259; 16. (2) Birge, *2*, **14:** 361; 19. (3) Bragg, *5*, **89:** 468; 14. (4) de Broglie, *51*, **4:** 265; 14. (5) Clark and Duane, *197*, **9:** 126, 131; 23. (6) Compton, *2*, **7:** 646; 16. (7) Compton, *3*, **45:** 1121; 23. (8) Compton, Beets and Defoe, *2*, **25:** 625; 25. (9) Dana, System of mineralogy, 6th ed., p. 266. New York, Wiley, 1909.

(10) Davis and von Nardroff, *197*, **10:** 60; 24. (11) Davis and von Nardroff, *197*, **11:** 384; 24. (11.1) Davis and Stempel, *2*, **17:** 608; 21. **19:** 504; 22. (12) Davis and Terrill, *197*, **8:** 537; 22. (13) Defoe and Compton, *2*, **25:** 618; 25. (14) Geiss, *8*, **76:** 403; 25. (15) Haigh, *1*, **34:** 1137; 12. (16) Hatley, *2*, **24:** 486; 24. (17) Hatley and Davis, *2*, **23:** 290; 24. (18) Hjalmar, *96*, **15:** 65; 23. (19) Krickmeyer, *7*, **21:** 53; 96.

(20) Ledoux-Lebard et Dauvillier, *34*, **169:** 965; 19. (21) Lorentz, Theory of electrons and its application to the phenomena of light and radiant heats. New York, Stechert, 1923. (22) Moseley, *3*, **26:** 1024; 13. (23) Owen, *5*, **94:** 510; 18. (24) Retgers, *7*, **3:** 289; 89. (25) Retgers, *7*, **6:** 193; 90. (26) Siegbahn, *34*, **173:** 1350; 21. (27) Siegbahn, *B78*. (28) Stenstrom, Diss., Lund, 1919. (29) Tutton, Crystallography and practical crystal measurement, p. 381. New York, Macmillan, 1911.

(30) Uhler, *2*, **12:** 39; 18. (31) Wagner, *8*, **49:** 625; 16.

J-ЯВЛЕНИЕ В РЕНТГЕНОВЫХ ЛУЧАХ.

C. G. Barkla.

Если непрерывно изменять длину волны (λ) однородного (одной частоты) пучка рентгеновых лучей, падающего на тонкий слой поглощающего вещества, то при некоторых значениях λ поглощение изменяется прерывно. Эти края полос поглощения (в некоторых случаях линии) резко выражены и соответствуют частотам, необходимым для возбуждения характеристического излучения (K, L, M и т. д.) поглощающего вещества.

Подобные резкие изменения (прерывности) в поглощении наблюдаются и в том случае, когда падающий пучок неоднороден (состоит из лучей разных

частот) и изменяется его «эффективная» длина волны λ. «Эффективная» λ определяется здесь как λ такого однородного (одной частоты) излучения, для которого ионизация, вызываемая в короткой воздушной ионизационной камере, уменьшается наполовину пластинкой Al такой толщины, которая вызывает такое же уменьшение ионизации в падающем сложном (многочастотном) пучке. «Эффективная» λ может быть для падающего пучка выражена либо в единицах Ангстрема, либо при помощи «эффективного» массового коэффициента поглощения (μ/ϱ), определяемого соотношением $e^{-\mu x} = 0.5$, где x—толщина Al, способного уменьшить ионизацию до 0.5 ее первоначальной величины; ϱ—плотность Al. Необходимо иметь в виду, что прерывности не связаны ни с λ минимальной, ни с λ максимальной интенсивности падающего пучка, но с некоторого рода средним значением для всего пучка—возможно, соответствующим температуре. Также не являются абсолютной константой для данного вещества ни «эффективный» $(\mu/\varrho)_{Al}$ ни «эффективная» λ. Они несколько изменяются под влиянием других факторов, определяющих излучение, которые однако пока не поддаются измерению. Табличные «эффективные» $(\mu/\varrho)_{Al}$ и «эффективные» λ являются поэтому лишь приближенными. Они являются только предварительными данными и не могут точно выражать исследуемые сложные явления.

Повидимому наблюдаются различные серии (J_1, J_2, ...) прерывностей. Дальнейшие исследования показали, что при известных условиях появляются промежуточные прерывности (4). Возможно, что точные измерения основного исследуемого фактора привели бы к основным значениям отдельных серий, совпадающим для различных веществ.

В виду этого приводимая ниже таблица дана только ориентировочно.

ГРАНИЦЫ J-АБСОРБЦИИ (1, 2, 3, 4).

$(\mu/\varrho)_{0.5}$—«эффективный» массовый коэффициент поглощения в Al для многочастотного излучения, соответствующего границе полосы поглощения; λ_e—длина волны излучения одной частоты, для которой массовый коэффициент поглощения Al равен $(\mu/\varrho)_{0.5}$. «Эффективный» коэффициент вычислен на основании толщины, необходимой для уменьшения ионизации на 50%.

Поглощающее вещество	$(\mu/\varrho)_{0.5}$, см² г⁻¹				λ_e, Å			
	J_1	J_2	J_3	$J_{4,5}$*1	J_1	J_2	J_3	$J_{4,5}$*1
C-6			1.05				0.39	
N-7		2.5				0.55		
O-8	>4	2.2	0.83	0.47	>0.66	0.5	0.355	0.28
Al-13	3.8	1.9	0.7	0.34	0.63	0.49	0.355	0.23
Si-14		1.85				0.493		
S-16		1.7				0.48		
Cu-29	3.5	1.46	0.6		0.61	0.45	0.315	
Ag-47	2.0	1.4			0.5	0.45		
Pt-78			0.57				0.305	
Au-79			0.54				0.30	

*1 Не выяснено J_4 или J_5, или J_4 и J_5.

Литература.

(Ключ к периодическим изданиям — в конце тома.)

(1) Barkla, *3*, **49**: 1033; 25. (2) Barkla and Khastgir, *3*, **49**: 251; 25. **50**: 1115; 25. (3) Barkla and Mackenzie, *3*, **1**: 542; 26. (4) Barkla and Watson, *3*, **2**: 1122; 26.