

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ИЗДАВАЕМЫЙ

УЧЕНЫМЪ КОМИТЕТОМЪ

КОРПУСА ГОРНЫХЪ ИНЖЕНЕРОВЪ.

№ 8.

1944 г.
20438



1855.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

СОДЕРЖАНІЕ КНИЖКИ.

	Стр.
Изоморфизмъ въ связи съ отношеніями кристаллической формы къ составу	229
Копія съ рапорта Штабсъ-Капитана Кулибина въ Штабъ Корпуса Горныхъ Инженеровъ, изъ Вѣны, отъ $\frac{18}{30}$ Сентября	400



ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ,

или

СОБРАНИЕ СВѢДѢНІИ

о

ГОРНОМЪ И СОЛЯНОМЪ ДѢЛѢ,

СЪ ПРИСОВОКУПЛЕНІЕМЪ

НОВЫХЪ ОТКРЫТІЙ ПО НАУКАМЪ,

КЪ СЕМУ ПРЕДМЕТУ ОТНОСЯЩИМСЯ.

Ч А С Т Ъ ІІІ.

К Н И Ж К А VІІІ.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

Въ типографіи И. Глазунова и К^о.

1855.

ПЕЧАТАТЬ ПОЗВОЛЯЕТСЯ

съ тѣмъ, чтобы по отпечатаніи представлено было въ
Ценсурный Комитетъ узаконенное число экземпляровъ.
С. Петербургъ, 21 Декабря 1855 года.

Ценсоръ А. Фрейганъ.

ИЗОМОРФИЗМЪ ВЪ СВЯЗИ СЪ ОТНОШЕНІЯМИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ФОРМЫ КЪ СОСТАВУ (*).

§ 1. Законы минералогіи, какъ и другихъ естественныхъ наукъ относятся къ тремъ категоріямъ, опредѣляющимъ предметы видимаго міра: къ формѣ, содержанию и свойствамъ. Законы формъ подчиняются кристаллографіи; законы свойствъ и содержанія управляются законами физики и химіи. Хотя каждая изъ этихъ наукъ достигла многого по отношенію къ ископаемому царству, однако несомнѣнно, что только сліяніе выводовъ изъ всѣхъ трехъ наукъ можетъ дать истинно ясное понятіе, какъ о сущности всего царства, такъ объ отдѣльныхъ группахъ и о самыхъ недѣлимыхъ. Законы, связующіе форму и содержаніе, т. е. кристаллическій видъ и химическій составъ, самыя обильныя послѣдствіями для науки. Причина, заставляющая принимать тѣла опредѣленную геометри-

(*) Статя старшаго учителя Симферопольской Гимназіи, Дмитрія Менделѣева.

ческую форму намъ неизвѣстна, да и едва ли постижима, потому должно искать средства согласить составъ и форму по внѣшнимъ, доступнымъ для насъ явленіямъ. Согласить форму и составъ весьма легко, если бы мы знали законы внутренняго устройства тѣлъ. Потому то видимъ, что соотношенія между содержаніемъ и формою, во всѣ времена, подавали поводъ къ заключенію о внутреннемъ строеніи тѣлъ.

§ 2. Намъ бы пришлось можетъ быть потревожить вымершихъ за тысящелѣтія древнихъ философовъ, если бы захотѣли выслѣдить начало мысли: согласить содержаніе или внутреннюю сторону предметовъ съ ихъ внѣшнимъ выраженіемъ. Оставляя это, начнемъ прямо съ тѣхъ попытокъ, какія были сдѣланы основываясь на свѣдѣніяхъ о кристаллической формѣ. Начало ихъ совпадаетъ почти съ началомъ нашего вѣка. Впрочемъ намъ не разъ придется встрѣчаться съ мыслями, зародившимися еще въ головѣ древнихъ мудрецовъ — съ мыслию объ атомномъ строеніи тѣла. Гипотеза эта, обязанная возобновеніемъ своимъ старанію найти объясненіе законовъ химіи, не пріобрѣла и понынѣ хотя части той осязаемой наглядности, той опытной достовѣрности, до какой достигла на примѣръ гипотеза волненія, не говоря о теоріи Коперника, которую уже нельзя назвать гипотезой.

Знаменитый Линней, первый изъ естествоиспытателей обратившій вниманіе на значеніе кристалличе-

ской формы, полагая, что только растворимым солям свойственна кристаллическая форма и потому окристаллованные камни, по понятію его, заимствуютъ свою форму отъ солей, напримѣръ октаэдрическая форма алмаза происходитъ отъ формы квасцовъ, почему алмазь и называется въ его системѣ *Alumen adamas L.*) (*). Вся система Линнея основана на стремленіи согласить кристаллическую форму съ прочими свойствами минераловъ; стремленіе въ полномъ смыслѣ рациональное и только по скудости матеріаловъ тогдашняго времени невыполнимое, а потому приведшее знаменитаго натуралиста къ ложнымъ построеніямъ.

§ 3. Изученіе кристаллическихъ формъ какъ и первое, на опытѣ основанное, соглашеніе ихъ съ химическимъ составомъ, во всякомъ случаѣ, принадлежитъ извѣстному основателю кристаллографіи Гаю, авторитетъ котораго въ теченіи полвѣка былъ первостепеннымъ. Яснѣе всего выражены мысли Гаю въ его минералогіи (*Traité de Minéralogie par de C^{en} Haüy*, 1801 года; 4 тома). Принятые имъ начала кристаллографіи и химическаго состава ясно высказываются на первыхъ страницахъ, въ способѣ образованія тѣлъ, которыя представляютъ соединеніе изъ *molécules élémentaires*, *molécules intégrantes*, т. е. частицъ, образующихъ своимъ совокупленіемъ и положеніемъ кри-

(*) *Linnaei Ammoenit Acad.* I, 466 etc. *Systema.* Haüy *Traité de Minéralogie*, 1801 T. I.

сталлическую форму (Т. I. р. 6). Зависимость внѣшней формы отъ состава прямо слѣдуетъ изъ условія, что «Les molécules élémentaires ont, sans doute, des formes régulières et constantes pour chaque espèce d'acide, d'alcali etc.» (*). Правильно истекая изъ начала инновидности элементарныхъ атомовъ каждаго тѣла, Гаюво во всемъ своемъ твореніи высказываетъ мысль, что каждое различіе состава обусловливаетъ различіе формы. Условіе вида по его системѣ есть особенность химическаго состава и разница его строенія (**). Развивая свою систему далѣе, онъ прямо говоритъ, что съ различіемъ вида измѣняется и форма частицъ, образующихъ кристаллическую форму «... chaque forme de molécule intégrante varie dans ses dimensions ou dans les mesures de ses angles suivant quelle appartient à une espèce ou à une autre». (pg. 32. Т. I.) (***)). Ясно, что съ различіемъ состава должна измѣняться и кристаллическая форма, потому что каждому виду свойственъ особый химическій составъ. Изъятіе возможно только для тѣлъ, имѣющихъ предѣльныя формы, какъ напримѣръ кубъ, октаедръ, ромбическій додекаедръ. Такъ хлористый на-

(*) Элементарныя частицы каждой кислоты, щелочи и т. п. безъ сомнѣнія имѣютъ правильную и постоянную форму.

(**) Во второмъ изданіи онъ измѣняетъ основу своей системы.

(***) Смотри по тому, къ какому (минеральному) виду принадлежитъ недѣлимая частица, она измѣняется или въ величинѣ или въ мѣрѣ своихъ угловъ.

трій, фтористый кальцій, двусѣристое желѣзо, сѣрнистый свинецъ и др. являются въ формѣ кубовъ, квасцы и алмазь въ формѣ октаэдровъ и т. д. Здѣсь формы сходны только потому, что онѣ подошли къ предѣлу измѣнчивости формъ (*). Изъ сказаннаго выше уже ясны начала и обратнаго положенія, т. е. тождества формъ при тождествѣ состава. Хотя Гаю не высказываетъ этого ясно, потому вѣроятно, что считаетъ очевидностію, однако при всякомъ удобномъ случаѣ поступаетъ подразумѣвая таковой законъ. Напримѣръ, онъ упоминаетъ объ аррагонитѣ вмѣстѣ съ другими минералами въ концѣ IV тома, въ отдѣлѣ: «substances dont la nature n'est pas encore assez connue pour permettre de leur assigner des places dans la méthode» (р. 353) (**). Открытый Вернеромъ минераль этотъ, изъ Валенсіи и Аррагоніи, по своему составу, былъ долго загадкой для тогдашнихъ ученыхъ. Борнъ говорилъ, что аррагонитъ содержитъ фосфорнокислосое соединеніе, потому что онъ фосфориченъ, а по фіолетовому цвѣту, обыкновенно свойственному аррагониту, онъ подозрѣвалъ въ немъ присутствіе фтора. (Born, Catal. T. I. p. 320). Анализы Клапрота показали совершенное тождество аррагонита съ известковымъ шпатомъ (Catalogue méthodique. T. I. p. 320). Вокеленъ подтвердилъ это

(*) Приведены выраженія подлинника.

(**) Вещества еще мало извѣстныя для того, чтобы можно было помѣстить ихъ въ систему.

(Annales du Muséum d'hist. natur. T. IV, p. 405). Кирванъ (Kirvan, Elements of mineralogy T. I, p. 88) доказывалъ присутствіе стронція въ аррагонитѣ многихъ мѣстностей. Наконецъ, сравнительные анализы Тенара показали, что количества кислоты и основанія тѣ же въ известковомъ шпатѣ, какъ и въ аррагонитѣ. Гаю, недоувѣрявшій даже опытамъ Тенара, котораго самъ называетъ знаменитымъ химикомъ (célèbre chimiste citoyen Thénard, T. IV, p. 347), Гаю, увлеченный своею теоріею, не хотѣлъ признать химическаго тождества двухъ названныхъ минераловъ. Онъ думалъ, что небольшое количество кристаллизационной воды или что либо другое заставило углекислую известь явиться вмѣсто ромбоэдра въ 104° , призмю съ ромбическимъ основаніемъ въ 116° , перемѣнить относительный вѣсъ и нѣкоторые другіе признаки; а иначе говорить онъ: «это явленіе не имѣетъ причины и отвергается здравымъ разсудкомъ». (. . . . est un effet sans cause, ce que la saine raison désavoue. Pag. 348. T. IV). Небольшой шагъ оставалось сдѣлать ученому минералогу, но этотъ шагъ былъ бы мало согласенъ съ тогдашнимъ временемъ, когда все было подчинено чисто матеріальному воззрѣнію и потому явленіе оставалось пока темнымъ (*). Законъ Гаю

(*) Новѣйшія изысканія подтверждаютъ показаніе Кирвана, что въ аррагонитѣ есть стронцій, хотя не всегда. Такъ напримѣръ Нентвихъ (Nentwich) доказалъ присутствіе стронція въ аррагонитѣ изъ нѣ-

былъ впрочемъ недостаточнымъ и для нѣкоторыхъ другихъ явленій, известныхъ уже за нѣсколько лѣтъ до него.

§ 4. Вернеръ уже наблюдалъ сходство формъ анатита и зеленой свинцовой руды. Лебланъ (Leblanc) въ 1787 году замѣтилъ, что смѣсь желѣзнаго и мѣднаго купоросовъ кристаллизуется въ одинаковой почти формѣ при весьма различномъ относительномъ содержаніи той и другой соли. Онъ произвелъ въ послѣдствіи много опытовъ надъ кристаллизаціею смѣшанныхъ солей и зналъ уже, что значительная примѣсь желѣзной окиси не нарушаетъ кристаллической формы обыкновенныхъ глиноземныхъ квасцевъ (*).

Воско-
 сколькихъ мѣстностей Венгрии (Repertorium des chem. Theils der Miner. Rammelsberg Heft. VII. 1847 pag. 18) и различіе относительнаго вѣса аррагонитовъ по различію содержанія стронція. Въ одномъ до 0,99 $\text{Sr}\ddot{\text{C}}$ и удѣл. вѣсъ 2,93, а въ другомъ до 0,60 процента $\text{Sr}\ddot{\text{C}}$ и удѣлн. вѣсъ 2,86). Штирнъ (тоже изданіе V; 54) нашелъ въ Гессенскомъ аррагонитѣ изъ Паненберга до 2,22 процентовъ углекислой окиси стронція. Конечно, эти явленія не должны насъ удивлять: здѣсь мы видимъ одинъ изъ случаевъ изоморфизма, но онъ тѣмъ замѣчательнѣе, что въ известковомъ шпатѣ вовсе нѣтъ стронція; можетъ быть присутствіе стронція и заставляетъ отчасти углекислую известь принимать форму аррагонита, какъ бы склоняетъ къ своей собственной формѣ.

(*) Н. Kopp. Geschichte der Chemie, Bd. II; Journal de Physique T. XXXI, p. 96; Scherer, Isomorphismus. Handwörterbuch Liebig, Pogg. und Wöhler T. IV, p. 150.

лень наблюдалъ въ 1797 году неизмѣняемость формы квасцовъ при измѣнчивости содержанія амміака.

Взглядъ Гаю уже при самомъ началѣ возбудилъ нѣсколько противорѣчій, особенно со стороны Бертолле. Этотъ ученый въ своей *Statique Chimique* (1803) полагаетъ, что тѣла различнаго состава могутъ принимать одну и ту же форму, при извѣстныхъ обстоятельствахъ. Нѣсколько позже, въ 1806 г., Бертье (Berthier), а еще болѣе Воластонъ (Wollaston) показали сходство, даже почти тождество кристаллическихъ формъ известковаго, желѣзнаго и горькаго шпатовъ (*Schweigg. Jour. Bd. 24. p. 102*). Въ послѣдствіи Гаю, не отказываясь отъ своего взгляда и отъ своихъ положеній, призналъ тождество химическаго состава аррагонита и известковаго шпата. Точные опыты Біо и Тенара (*Nouveau Bulletin de la société Philomatique, T. I. p. 32*) убѣдили его въ томъ. Въ своей брошюрѣ (*Sur l'Arragonit*) (*) Гаю допускаетъ возможность разности кристаллической формы при *одинаковости химическаго состава* (что нынѣ называется *изомеріею*), но отвергаетъ воз-

(*) На этой монографіи не означено времени ея изданія, но экземпляръ, хранящійся въ библіотекѣ *Ecole Normale*, носитъ слѣдующую надпись: *A messieurs les Elèves de l'Ecole Normale témoignage de l'estime de l'auteur, 22 Décembre 1812 г. Наю*. Это показываетъ, что брошюра издана въ 1812 году. *Annales de Ch. et de Phys.* (3) XXIII 267.

возможность двойственности формы *одного и того же* тѣла (диморфизмъ). Онъ прямо говоритъ: «On ne conçoit pas, que des éléments qui seraient les mêmes quant à leurs qualités, à leurs quantités respectives et à leur mode d'agrégation pussent donner naissance a des molécules intégrantes de deux formes différentes. Cette diversité ne peut être que l'effet d'une cause qui a influé d'une manière quelconque sur la composition» (*). Какъ эта выписка, такъ и духъ всѣхъ твореній Гаю и подтвержденіе Шевреля (An. de Ch. et de Phys. XXIII (3) 268) въ примѣчаніи) ясно показываютъ, что Гаю допускаетъ разность химическаго строенія въ известковомъ шпатѣ и аррагонитѣ. Такое положеніе еще болѣе затемнило дѣло и вмѣстѣ съ постоянно открывающимися явленіями заставляло измѣнить понятіе о согласованіи формы и состава. Въ 1816 году, Гей-Люссакъ произвелъ весьма замѣчательный опытъ съ квасцами: калистые квасцы ($K\ddot{S} + \ddot{A}l\ddot{S}^3 + 24H$) погруженные въ растворъ амміачныхъ ($\overline{NH^4} \ddot{S} + \ddot{A}l\ddot{S}^3 + 24H$) продолжаютъ увеличиваться въ величинѣ, не измѣняясь въ формѣ. Этотъ опытъ, вѣроятно, привелъ бы Гей-Люссака къ точнымъ и важнымъ изысканіямъ, если бы онъ не былъ отвлеченъ другими занятіями.

(*) Невѣроятно, чтобы частицы элементарныя одинаковаго качества и количества и точно такъ же расположенныя могли образовать недѣлимыя частицы двухъ различныхъ формъ. Эта разность зависитъ, вѣроятно, отъ причины, оказывающей вліяніе на составъ.

§ 5. Объяснить явленія, противорѣчившія законамъ Гаю, въ первый разъ постарался Бёданъ въ запискѣ, читанной 17 Февраля 1817 г. въ Королевской Академіи Наукъ (*). Основное положеніе его записки есть то, что каждому минералу соотвѣтствуетъ особый составъ и каждому составу особая кристаллическая форма. Оба эти начала, какъ взятые вмѣстѣ, такъ и въ отдѣльности, обусловливаютъ минеральный видъ (*species*). Если встрѣчаются два тѣла равной формы, то и составъ, опредѣлившій форму, долженъ быть тотъ же самый; но смотря по своей силѣ кристаллизаціи, онъ можетъ увлечь съ собою большее или меньшее количество примѣсей. Такъ кристаллическая сила желѣзнаго купороса столь велика, что незначительное количество его обусловливаетъ форму смѣси его съ цинковымъ или мѣднымъ, или цинковомѣднымъ купоросомъ. Подобная смѣсь мѣднаго и желѣзнаго купороса, принимая форму послѣдняго, содержитъ мѣдную соль не какъ химическую часть общаго цѣлаго, но какъ примѣсь, вошедшую въ составъ случайно, въ него завлеченную. Здѣсь смѣсь, а

(*) *Annales de Chim. et Phys.* T. IV, p. 72. Въ послѣдствіи, въ 1829 году, въ *Mémoires de l'Académie royale de sciences de l'Institut de France* VIII, 221, Бёданъ, опровергая изоморфизмъ, высказывалъ тѣ же начала. Статьи Бёдана, также относящаяся къ изоморфизму: *Ann de Ch. et de Phys.* VII, 399, VIII, 5, XIV, 320; *Schweig. Journ.* XIX, 426; XXIV, 110.

не соединеніе, потому, продолжасть Бёданъ, что нѣтъ стехіометрическаго отношенія, а оно произвольно (*). Явленіе примѣсей въ огромномъ видѣ имѣло мѣсто при образованіи минераловъ, потому то часто находимъ въ нихъ составныя части, не подходящія подь формулу, содержащіяся не въ стехіометрическомъ отношеніи. Вотъ причина, заключасть Бёданъ, почему для опредѣленія сущности минерала недостаточно знать его элементарный составъ, — нужно знать вещество, даровавшее ему свой видъ и форму, должно отбросить примѣси. Такъ какъ мы можемъ знать это только въ рѣдкихъ случаяхъ, то кристаллическая форма остается почти единственнымъ руководствомъ познавать отдѣльные минералы. Гипотеза Бёдана безспорно есть одно изъ смѣлыхъ и блестящихъ предположеній, увлекающая сила которыхъ заставляеть на первый разъ невольно имъ вѣрить. И не удивительно, что она нашла отголосокъ, и даже находить его иногда и теперь, хотя не въ столь большомъ размѣрѣ, въ какомъ признавали эту гипотезу *вовлеченія* (какъ назовемъ ее) лѣтъ за тридцать тому назадъ.

Воластонъ, въ современной этой эпохѣ статья въ

(*) Бертолле въ своей *Statique Chimique* утверждаетъ возможность опредѣленнаго соединенія безъ стехіометрическаго содержанія и тѣмъ предугадываетъ послѣдующія открытія.

Annals of Philosophy (XI, 283), соглашается съ мнѣніемъ Бѣдана, хотя возражаетъ противъ нѣкоторыхъ его частныхъ положеній. Волластонъ, какъ и Бѣданъ, прямо говоритъ (стр. 397), что сходство формъ при различіи состава есть слѣдствіе зависимости формы не отъ всѣхъ составныхъ веществъ, но только отъ одного вещества однороднаго въ обѣихъ тождественныхъ формахъ. Какъ разительный примѣръ видимаго механическаго вовлеченія, онъ представляетъ извѣстные Фонтенеблосскіе кристаллы. Въ нихъ, углекислая известь, при своемъ стягиваніи, вовлекла весьма значительное количество (до $\frac{4}{5}$) кварца, нисколько не измѣнивши своей ромбоэдрической формы. Это сближеніе показываетъ ту бѣглость, съ какою хотѣли судить о явленіяхъ природы, потому что сколько нибудь внимательный взглядъ, по внѣшности уже, отличить грубое, какъ бы осадочное (песчанистое) строеніе Фонтенеблосскаго кварца отъ правильно кристаллической, совершенно однородной массы граната, авгита, турмалина и др. А по понятію Волластона, составъ граната, турмалина, Фонтенеблосскаго песчаника и многихъ другихъ минераловъ, не подходитъ подъ стехіометрическое отношеніе, по одной и той же причинѣ *вовлеченія*. Не говоря о томъ, что послѣдующія изысканія нашли стехіометрическое отношеніе въ количествѣ *вовлекаемыхъ* веществъ, должно впрочемъ сознаться, что извѣстныя въ тѣ времена явленія почти всѣ подходили подъ законъ Бѣдана. На-

примѣръ, ромбоэдрическая форма желѣзнаго и горькаго шпатовъ могла быть изъяснена содержаніемъ въ нихъ большаго или меньшаго количества углекислой извести, одинаковость формъ амміачныхъ и калистыхъ квасцовъ ($\text{AmS} + \text{AlS}^3 + 24\text{H}$ и $\text{KS} + \text{AlS}^3 + 24\text{H}$) произошла отъ содержанія сѣрнокислаго глинозема въ обоихъ квасцахъ и др.

Чтобъ еще болѣе разъяснить вопросъ о кристаллической формѣ, Бѣданъ произвелъ много любопытныхъ опытовъ (*) касательно причинъ, видоизмѣняющихъ форму одного и того же вещества. Онъ показалъ между прочимъ, что форма сосуда, атмосферное состояніе и температура (***) не оказываютъ существеннаго вліянія на форму кристалловъ. Далѣе онъ показалъ, что растворяющее вещество имѣетъ, хотя слабое, вліяніе на форму кристалловъ. Такъ, на примѣръ, кристаллы квасцовъ, выдѣленные изъ раствора въ соляной кислотѣ, представляютъ комбинацію куба съ икоситетраэдромъ. Изъ смѣшаннаго раствора солей выдѣляются кристаллы или каждой соли отдѣльно, или смѣси солей (кристаллизація съ вовлеченіемъ), или ихъ соединенія. При вовлеченіи всегда измѣняется, хотя немного, форма кристалловъ перво-

(*) Ann. Ch. et Phys. 1818 года, Т. VIII, р. 1, Recherches sur les causes qui peuvent faire varier les formes cristallines d'une même substance minérale par F. S. Beudant.

(**) Положеніе въ послѣдствіи опровергнутое.

начальной соли. Какъ вышеприведенныя, такъ и нѣкоторыя другія явленія, не заставили Бёдана сдѣлать общаго заключенія, измѣняющаго прежній его взглядъ о вовлеченіи.

§ 6. Послѣ изслѣдованій Бёдана въ области разсматриваемаго нами предмета, замѣчательны работы Гелена и Фукса (*). Гелень, въ своемъ предсмертномъ письмѣ, извѣщаетъ, что ему удалось получить натристую селитру ($\text{Na}\ddot{\text{N}}$) въ формѣ калистой селитры ($\text{K}\ddot{\text{N}}$). Извѣстно, что натристая селитра кристаллизуется ромбоедрами, близкими къ кубу (уголь ромбоедра = $106^{\circ} 30'$), а калистая — въ формѣ ромбическихъ призмъ. Гелень получилъ чистую натристую селитру въ видѣ ромбическихъ призмъ. Это явленіе замѣчательно, потому что противорѣчитъ обоимъ законамъ Гаю (**), т. е. одноформенности и односоставности и закону Бёдана о вовлеченіи. Еще важнѣе выводы, которыхъ достигнулъ Фуксъ при своей работѣ надъ геленитомъ, вновь открытымъ тогда Тирольскимъ минераломъ. Обращая вниманіе на составы этого ми-

(*) Gehlene и Fuchs Handwörterbuch Lieb. Pogg. und Wöhl. T. IV, p. 150; Kopp. Geschichte der Chemie. Bd. II; J. N. Fuchs, Schweigg. Journal für Ch. und Phys. Bd. XV, p. 377.

(**) Т. е. во первыхъ, закону единства формы, при тождествѣ состава, и во вторыхъ, закону особенности формы для каждаго состава или единству состава при тождествѣ формъ. Назовемъ первый закономъ одноформенности, а второй закономъ односоставности.

нерала (по анализу Фукса, въ немъ 29,6 $\ddot{\text{S}}\text{i}$; 24,8 $\ddot{\text{A}}\text{l}$; 35,3 $\ddot{\text{C}}\text{a}$; 6,6 $\ddot{\text{F}}\text{e}$ и 3,3 $\ddot{\text{H}}$), Фуксъ признаеть, что въ немъ часть извести замѣняется закисью желѣза. Это явленіе, равно какъ и одноформенность различныхъ сортовъ квасцовъ, послужили ему началомъ для основанія понятія о частяхъ, замѣщающихъ или правильнѣе замѣстничающихъ, *Vicarirende Bestandtheile*. Такія составныя части, входя въ тѣло другъ вмѣсто друга, не измѣняютъ формы. Такъ, форма квасцовъ не измѣняется, если вмѣсто кали войдетъ натръ или амміакъ; форма известковаго шпата остается та же, если вмѣсто извести вступитъ въ составъ магнезія или закись желѣза; форма селитры не измѣняется при замѣнѣ кали натромъ.

Невозможно отрицать научнаго достоинства трудовъ, представленныхъ нами, однако должно сознаться, что всѣ они не представляли общаго цѣлаго и ограничиваются по большей части частнымъ кругомъ явленій, не придавая ясности другимъ явленіямъ, рядомъ съ ними стоящимъ.

§ 7. Труды Мичерлиха привели въ одно стройное цѣлое всю общность свѣдѣній о согласіи кристаллической формы и химическаго состава, по крайней мѣрѣ касательно того круга явленій, о которомъ мы говорили. Первыя свои изслѣдованія Мичерлихъ произвелъ надъ рядомъ солей фосфорной ($\ddot{\text{P}}$) и мышьяковой ($\ddot{\text{A}}\text{s}$) кислотъ и въ засѣданіи Берлинской Ака-

деміи Наукъ, 9 Декабря 1819 года, изложилъ выводы этихъ изслѣдованій. Сходство формъ нѣкоторыхъ солей мышьяковой и фосфорной кислотъ заставило Мичерлиха прослѣдить кристаллическую форму большей части солей этихъ кислотъ. Эти изслѣдованія показали, что соответствующія (содержащія равное число паевъ воды, кислоты и основанія) соли обѣихъ кислотъ имѣютъ одинаковую форму. Прямое слѣдствіе такого явленія есть то, что извѣстное химическое соединеніе не измѣняетъ своей кристаллической формы, если въ немъ фосфорная кислота будетъ замѣнена мышьяковою и обратно. Въ той же запискѣ (*). Мичерлихъ находитъ единство между формами соответствующихъ солей мышьяковистой ($\ddot{A}s$) и фосфористой (\ddot{P}) кислотъ, между желѣзнымъ купоросомъ ($\dot{F}e\ddot{S} + 7\dot{H}$) и водною сѣрнокислою закисью кобальта ($\dot{C}o\ddot{S} + 7\dot{H}$), цинковымъ купоросомъ (сѣрнокислою окисью цинка, $\dot{Z}n\ddot{S} + 7\dot{H}$) и горькою солью ($\dot{M}g\ddot{S} + 7\dot{H}$) и др. При этомъ прямо бросается въ глаза подобіе состава или, выражаясь въ духъ атомистической теоріи, одинаковость числа соответствующихъ атомовъ, потому то Мичерлихъ и заключаетъ,

(*) Ann. Ch. et Phys. 1820 г. Т. XIV, р. 172. Sur la relation qui existe entre la forme cristalline et les proportions chimique, т. е. о тождествѣ кристаллической формы многихъ веществъ, различныхъ по составу, и объ отношеніи этихъ формъ съ числомъ элементарныхъ атомовъ.

что въ нѣкоторыхъ случаяхъ известное число атомовъ одного вещества можетъ быть замѣнено тѣмъ же числомъ атомовъ другаго тѣла, безъ перемѣны формы. Мичерлихъ назвалъ это явленіе *изоморфизмомъ*, а вещества, обладающія одинаковой формой и составленныя изъ одинаковаго числа соответствующихъ атомовъ, *изоморфными*, т. е. тождественными, ибо *ὅμοιος* значитъ подобный, тождественный, а *μορφή* видъ, форма. *Изоморфами* или тѣлами изоморфическими начали также называть соединенія, которыя при замѣнѣ другъ другомъ не измѣняютъ формы соединеній. Напр. горькая соль есть соединеніе изоморфное съ цинковымъ купоросомъ, потому что въ соединеніи $Zn\ddot{S} + 7\dot{H}$ пай окиси цинка (Zn) замѣненъ изоморфомъ—окисью магнія или горькоземомъ (Mg). Послѣдующія работы Мичерлиха показали существованіе большаго количества изоморфныхъ соединеній, въ особенности солей.

Не станемъ останавливаться теперь надъ частностями, потому что нѣсколько разъ встрѣтимся съ ними въ послѣдующемъ изложеніи, а окончимъ историческій отдѣлъ о согласованіи кристаллической формы съ химическимъ составомъ.

§ 8. Третья записка Мичерлиха (*) открыла

(*) Второй мемуаръ въ Ann. Ch. et Phys. Т. XIX, р. 350, составляющій продолженіе перваго мемуара о изоморфности фосфорно- и мышьяково-кислыхъ солей, переве-

важное явленіе, — двуформенность простаго тѣла сѣры. Авторъ показалъ, что сѣра при разныхъ обстоятельствахъ принимаетъ различную кристаллическую форму, именно: въ природѣ она встрѣчается въ формѣ ромбическихъ пирамидъ; такую же форму имѣетъ она, когда выкристаллизовывается изъ раствора въ сѣрнистомъ углеродѣ; напротивъ того кристаллы, полученные при охлажденіи расплавленной сѣры, имѣютъ форму моноклиноэдрическихъ призмъ. Это явленіе ясно показало, что одно и тоже тѣло можетъ имѣть двѣ кристаллическія формы, тогда какъ всѣ прежде извѣстныя явленія допускали иное объясненіе — измѣненное расположеніе элементарныхъ атомовъ (кислотъ и оснований). Въ простомъ тѣлѣ, очевидно, элементарные атомы тѣже самые; иначе рушится понятіе о простомъ тѣлѣ. Это явленіе двуформенности одного и того же тѣла, при совершенной одинаковости состава, Мичерлихъ называлъ *диморфизмомъ*, т. е. двуформенностію. Мичерлихъ отличилъ отъ его изомеріи. Какъ изомерныя, такъ и диморфныя соединенія представляютъ, говоритъ онъ, одинаковый процентный (эмпирический) составъ, но первыя имѣютъ различныя химичес-

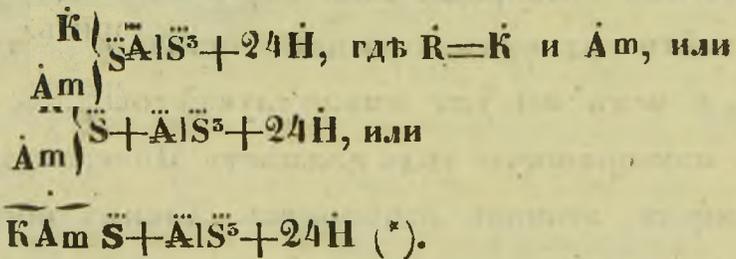
денъ самимъ авторомъ изъ записокъ Стокгольмской Королевской Академіи Наукъ; 1821 года, Т. I. Третій мемуаръ въ Ann. Ch. et Phys. Т. XXIV, р. 364. Sur les corps qui affectent deux formes cristallines différentes. Четвертый мемуаръ (р. 355) о произведеніи искусственныхъ минераловъ.

вія и физическія свойства, зависящія отъ своеобразной группировки элементарныхъ атомовъ, тогда какъ диморфныя тѣла разнятся только физическими признаками, потому что представляютъ одинаковую группировку элементарныхъ атомовъ и отличаются только въ расположеніи сложныхъ атомовъ (*molécules intégrantes*). Гаю утверждалъ противное и старался доказать различіе химическихъ свойствъ диморфныхъ соединеній, напр. аррагонита и известкового шпата (*Traité de Minéralogie par M. L'abbé Haüy. 2-me édition 1822; T. I. p. 486*); онъ склонялся на сторону мнѣнія знаменитаго Деви (*Davy, Elémens de Philosophie Chimique; Paris 1813; T. I. p. 627*; переводъ съ Англійскаго), полагавшаго, что алмазь не есть чистый углеродъ, но соединеніе его съ небольшимъ количествомъ кислорода. Гаю полагалъ и въ аррагонитѣ найти разность противъ состава известкового шпата, о чемъ мы уже имѣли случай говорить. Причиною изоморфности тѣлъ полагаетъ Мичерлихъ сходство формъ атомовъ изоморфовъ. Такимъ образомъ форма известкового шпата не измѣняется при замѣнѣ въ немъ извести закисью желѣза, потому, говоритъ Мичерлихъ, что атомы закиси желѣза имѣютъ одинаковую форму съ атомами извести.

§ 9. Непремѣннымъ слѣдствіемъ точныхъ изысканій Мичерлиха (*) было введеніе понятій о изоморф-

(*) *Ann. Chim. et Phys.* XIV, 172; XIX, 350; XXIV.

ности и диморфности для изъясненія, какъ тѣхъ явленій, о которыхъ мы говорили ранѣе, такъ въ особенности и той необъяснимой прежде измѣнчивости состава минераловъ, но которой принуждены были принять законъ вовлеченія. Мичерлихъ нашелъ, что калистые и амміачные квасцы, при всевозможномъ смѣшеніи ихъ растворовъ, выдѣляются въ формѣ обыкновенныхъ квасцовъ и содержатъ однородную смѣсь обѣихъ солей, но такъ, что на пай глинозема приходится одинъ пай смѣшанной окиси калия и аммонія. Такимъ образомъ составъ смѣшанныхъ квасцовъ совершенно сходенъ съ составомъ обыкновенныхъ квасцовъ, только часть кали замѣнена окисью аммонія. Это замѣщеніе безпредѣльно и потому химическую формулу такихъ квасцовъ можно выразить формулой:



Не точно ли такое же смѣшеніе изоморфовъ, или замѣщеніе, происходитъ и въ минералахъ? Это предвидѣлъ уже и Мичерлихъ въ самомъ началѣ своихъ изслѣдованій, а Берцеліусъ тогда же предсказалъ то
264, 355; Poggend. Ann. XII, 137; XXV, 300; XLIX, 401; Jour. f. p. Ch. XIX, 157.

(*) Для практическаго опредѣленія, сколько частей составляютъ двѣ окиси, обыкновенно вычисляютъ ко-

великое вліяніе, какое будетъ произведено изоморфизмомъ, какъ на теоретическую часть химіи вообще, такъ въ особенности на изъясненіе состава минераловъ. Очень ясно высказаны эти идеи въ «Die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie», а окончательно развиты онѣ въ новой системѣ Берцелиуса, вышедшей въ 1824 году (первая принадлежитъ 1816 году) (*). Генрихъ Розе, Бонздорфъ

личество кислорода, содержащагося въ каждой окиси, и сумму полученныхъ количествъ считаютъ за количество кислорода обѣихъ окисей. Узнавши число паевъ кислорода, прямо узнаемъ число паевъ окиси. Для примѣра возьмемъ оливинъ. Въ немъ:

Кремнекислоты	38,0	въ	чемъ	19,7	кислорода.
Магнезійи.	32,6	—	—	12,7	————
Закиси желѣза.	29,4	—	—	6,8	————
	<u>1000</u>				

т. е. въ кислотѣ 19,7 кислорода, а въ изоморфныхъ окисяхъ 19,5 кислорода, т. е. количество кислорода въ кислотѣ и въ суммѣ окисей почти одинаковое. Такъ какъ для образованія кремнекислоты нужно три пая кислорода, то составъ оливина можетъ быть выраженъ, принимая три пая кислорода въ кислотѣ и три въ окиси. Три пая кислорода въ окиси соотвѣтствуютъ тремъ паямъ R, а три пая кислорода въ кислотѣ одному паю Si. Такимъ образомъ формула нашего минерала будетъ R³Si.

(*) Über die Veränderungen, welche in dem chemischen Mineral-Systeme durch die Eigenschaft der isomorphen Körper, einander in unbestimmten Verhältnissen zu ersetzen nothwendig geworden sind, 1828. Annalen der Phys. und Chem. Poggendorf, XII, p. 1.

и Графъ Тролле - Вахтмейстеръ произвели первые точные анализы минераловъ, содержащихъ составныя вещества не въ прямыхъ стехиометрическихъ пропорціяхъ, но какъ изоморфныя смѣси. Въ 1820 году, Генрихъ Розе помѣстилъ въ запискахъ Шведской Академіи Наукъ (Kongl. Vetenskaps-Academ. Handl. 1820; р. 319) (*) анализы различныхъ минераловъ, относящихся къ пироксенамъ, и нашель, что хотя эмпирической составъ различныхъ иновидностей довольно рѣзко разнствуеть, однако составы всѣхъ ихъ подходятъ подъ общую химическую формулу. Вскорѣ за тѣмъ (въ 1821 году) явился подобный же анализъ амфибола; онъ принадлежалъ Бонздорфу (**). Этотъ ученый сдѣлалъ 11 анализовъ различныхъ минераловъ, относящихся къ амфиболамъ (грамматита, актинолита, азбеста, амфибола, паргазита) и нашель для нихъ общую формулу.



Эти анализы показали, что тѣла равной кристаллической формы имѣють одинаковый раціональный составъ. Съ тою же цѣлью и съ такимъ же успѣхомъ

(*) Schweigg. Jour. XXXV, 66; Gilb. Ann. XXII, 51.

(**) Kongl. Vetenskaps Akademiens Handlinger; 1821, II. Ann. Ch. et Phys. T. XX, p. 1. Mémoire ayant pour objet de démontrer l'analogie de composition des minéraux, qui cristallisent à la manière de l'amphibole. Schweigg. Jour. XXXV 140.

Графъ Тролле-Вахтмейстеръ произвелъ анализъ различныхъ сортовъ граната (*).

§ 10. Эти работы или были неизвестны Гаю, при второмъ изданіи его минералогіи, или онъ отвергалъ ихъ достоинство (**). Въ этомъ второмъ изданіи *Traité de Minéralogie* (1822 года), Гаю отрицается отъ прежняго плана своей системы; онъ ставитъ выше всего кристаллическую форму—характеръ геометрической, а химическій составъ считаетъ признакомъ очень слабымъ по неточности анализовъ, почему и соединяетъ въ одинъ видъ такіе минералы, которые довольно значительно разнятся по химическому составу (Т. I. *Discours préliminaire*; xiiij etc.), напримѣръ, разновидности пироксена. Хотя Гаю, признавая это, дѣлаетъ совершенное измѣненіе въ сущности своей системы, однако онъ отвергаетъ понятіе о изоморфности (Т. I. р. 37—44) и думаетъ, что при различіи состава и одинаковости формы характеръ послѣдней зависитъ отъ одного постоянного члена (р. 44). Такъ, сравнивая 14 анализовъ пироксена, онъ признаетъ, что форма его зависитъ отъ кремнекислой извести, прочія же части располагаются между частицами ея въ промежуткахъ и не измѣняютъ такимъ образомъ формы. Это натянутое

(*) K. Vet. Ac. Hand. 1823 r.

(**) Ann. d. Chim. et Phys. 1820; T. XIV, 305. Karsten's Arch. II, 18.

объясненіе есть ни что иное, какъ повтореніе теоріи вовлеченія Бёдана. Сходство формъ изоморфныхъ соединеній было въ свою очередь отвергнуто Гаю и названо просто обманомъ чувствъ (.est l'effet d'une illusion . . . р. 42), на основаніи того, что углы сходственныхъ формъ представляютъ разность отъ 4 до 5°. Конечно Мичерлихъ, въ первой своей запискѣ, не опредѣляетъ угловъ, но нигдѣ не говоритъ онъ и о совершенномъ единствѣ угловъ изоморфныхъ тѣлъ; во второй же запискѣ прямо приводитъ размѣры угловъ многихъ изоморфныхъ солей, а потому ясно показываетъ, что сходство формъ не полагаетъ въ ихъ абсолютной одинаковости, а только въ близкомъ сходствѣ. Впрочемъ, вторая записка Мичерлиха была помѣщена въ *Annales de Chimie et de Physique* уже въ началѣ 1822 года, потому вѣроятно не была извѣстна Гаю при составленіи втораго изданія его минералогіи. Отвергнувши начала Мичерлиха, Французскій кристаллографъ полагаетъ основнымъ правиломъ своей системы, что одинъ и тотъ же минеральный видъ характеризуется постоянною геометрическою формою и не можетъ содержать минераловъ различнаго химическаго состава. И такъ вся ошибка Гаю состояла въ томъ, что онъ придавалъ очень тѣсный смыслъ понятію о сходствѣ химическаго состава. Какъ вѣрны и основательны мнѣнія Гаю по отношенію къ кристаллографическому внѣшнему строенію минераловъ, такъ по большей части легки сужденія его

по отношенію къ химическому составу минераловъ, особенно къ изоморфизму. Мысли его о диморфизмѣ имѣютъ еще нѣкоторое основаніе и мы будемъ имѣть случай возвратиться къ нимъ; но во всякомъ случаѣ та рѣзкость изложенія общихъ законовъ, какую находимъ въ твореніяхъ Гаю, несогласна съ подвижными и гибкими законами природы.

Вскорѣ за тѣмъ повсюду почти утвердились понятія объ изоморфизмѣ. Этому много способствовали изысканія Берцеліуса и его знаменитая система минераловъ, основнымъ началомъ которой былъ изоморфизмъ. Понятія, введенныя тогда Шведскимъ химикомъ въ науку, еще и до сихъ поръ, въ теченіе почти 30 лѣтъ, твердо держатся въ ней и отличаются увлекательной простотой.

§ II. Мы дошли такимъ образомъ до эпохи утвержденія въ наукѣ понятія о изоморфизмѣ, до времени почти послѣднихъ проблесковъ идей Гаю, когда всеобщее вниманіе и новыя изысканія возвысили труды Мичераиха, подтвердили ихъ. Многочисленныя работы этого ученаго и другихъ химиковъ и минералоговъ (*) развили наши свѣдѣ-

(*) Kobell, Schweigg. Journal Phys. Chem. LXIV, 40, I. Gmelin, Pogg. Ann. IV, 157; Breithaupt, Erdman, Journal f. pr. Ch. IV, 249. Pogg. An. LI, 510; Persoz, Ann. Ch. et Phys. LX, 19; Brooke, Phil. Magas., XII, 406; Jonson ibid, XII, 325;

нія по этому предмету. Не касаясь многихъ этихъ изслѣдованій, постараюсь представить важнѣйшіе выводы, какихъ они достигли. Изложивъ несомнѣнные, всеми признанныя понятія о изоморфизмѣ, перейду къ гипотезамъ, болѣе или менѣе достовѣрнымъ и признаннымъ наукой.

§ 12. При сравненіи сходства и различія элементарнаго химическаго состава (эмпирической формулы) и кристаллической формы двухъ тѣлъ, можно допустить только четыре случая. Именно: въ обоихъ тѣлахъ можетъ быть :

1. Химиче-	$\left. \begin{array}{l} \text{одинаковый} \\ \text{одинаковый} \\ \text{разный} \\ \text{разный} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \text{кристал-} \\ \text{личе-} \\ \text{ская} \\ \text{форма.} \end{array} \right\}$	одинаковая
2. скій			разная
3. со-			одинаковая
4. ставъ			разная.

Первый и четвертый случаи представляютъ согласіе формы и элементарнаго состава и принадлежать къ явленіямъ очевиднымъ и давно извѣстнымъ. Въ самомъ дѣлѣ, очень понятно, что различный составъ влечетъ различіе и въ формахъ, и что извѣстный элементарный составъ опредѣляетъ извѣстную кристаллическую форму. Второй и третій случаи не столь очевидны.

XII, 480; XIII, 405 и др. Levy, *Annals of Philosoph.* n. s. T. XII, 364; Pogg. Ann. VIII, 513.

§ 13. Разность кристаллической формы, при одинаковости элементарнаго химическаго состава, зависит или отъ изомеріи (*), или отъ диморфизма. Въ первомъ случаѣ предполагается разность и въ химическихъ свойствахъ; во второмъ случаѣ разность простирается только на физическія свойства. Это различіе диморфизма и изомеріи, кажется, не вполне основательно и находитъ противниковъ. Мы будемъ

(*) Различаютъ виды изомеріи: 1) Изомерія въ тѣсномъ смыслѣ (*изомерія*, составленный изъ одинаковыхъ частей), когда раціональный химическій составъ тотъ же самый въ обоихъ тѣлахъ. Это явленіе мало изслѣдовано, хотя въ настоящее время извѣстно много примѣровъ: терпентинное масло, лимонное масло, камфилень и нѣкоторыя другія соединенія состоятъ изъ $C_{20}H_{16}$, но весьма различны по свойствамъ. 2) Метамерія, когда въ обоихъ тѣлахъ тоже число паевъ простыхъ тѣлъ, но тѣла составлены совершенно иначе, т. е. имѣютъ различный раціональный составъ. Такихъ тѣлъ въ органической химіи очень много: $C_6H_6O_4$ представляетъ составъ метациетеновой кислоты ($C_6H_5O_3 + HO$), муравьянаго эфира (C_4H_5O , C_2HO_3) и уксусной окиси мефиля (C_2H_3O , $C_4H_3O_3$) и т. п. 3) Полимерія есть такой случай изомеріи, при которомъ число паевъ простыхъ тѣлъ, а слѣдовательно и раціональная формула обоихъ изомеровъ, различны по элементарному составу. CO соотвѣтствуютъ весьма многія соединенія: свѣтильный газъ C_4H_4 , Quadri Carbonat Фарадея. C_8H_8 , Амилицъ. $C_{10}H_{10}$, Олеицъ. $C_{12}H_{12}$, Цетенъ $C_{32}H_{32}$ и многія другія.

имѣть случай возвратиться къ этому предмету, столь важному для опредѣленія внутренняго строенія тѣлъ.

§ 14. Прежде чѣмъ коснемся третьяго случая, т. е. единства формъ при разности состава, точнѣе опредѣлимъ понятіе объ одинаковости (*) формъ. Кристаллическая форма опредѣляется главнымъ образомъ осями, а въ частности комбинаціями; потому, двѣ формы одинаковы, если оси ихъ имѣютъ одинаковое отношеніе по величинѣ и одинаковое наклоненіе. Такъ какъ формы правильной системы имѣютъ только единственное отношеніе и наклоненіе осей, то всѣ тѣла, обладающія ими, имѣютъ, говоря вообще, одинаковыя формы. Къ

(*) По смыслу опредѣленія такихъ формъ, ихъ можно называть: сходными, тождественными, одинаковыми, подобными. Всѣ эти названія означаютъ одно и тоже понятіе, потому что невозможно положить строгихъ предѣловъ сходству формъ и изоморфности двухъ тѣлъ. Здѣсь, какъ и вездѣ при изученіи явленій природы, между отрицаніемъ и утверженіемъ *одного признака* существуетъ множество переходовъ, границы которыхъ часто бываютъ произвольны и искусственны. Только истинные таланты, обладающіе естественноисторическимъ тактомъ, умѣютъ провести и здѣсь предѣльную черту, соображая общность предпочтительно предъ частностію, предъ извѣстнымъ *однимъ признакомъ*. Въ обсуживаемомъ предметѣ истинный талантъ показали: Мичерлихъ, Берцеліусъ, Кошъ, Жераръ.

этому закону тождественности отношенія осей должно присовокупить другой законъ, по крайней мѣрѣ для практическаго опредѣленія единства формъ. Это — законъ тождественности комбинацій и листопрохожденія. Въ самомъ дѣлѣ, опытъ показалъ, что большая часть формъ одинаковыхъ, на основаніи какой либо причины, лежащей въ самой сущности тѣла, представляютъ не только единство отношенія осей, но и единство комбинацій и листопрохожденія. На основаніи этого закона, можно и въ тѣлахъ правильной системы отыскивать формы, болѣе близкія между собою и болѣе отдаленныя. Для этого могутъ служить коэффициенты комбинаціонныхъ площадей, на примѣръ величина m для площадей икоситетраедра (тош по Науману); также сходство комбинацій и листопрохожденія. Съ другой стороны опытъ Мичерлиха показалъ, что при нагрѣваніи кристалловъ одной изъ неравноосныхъ системъ, отношеніе осей и ихъ наклоненіе (въ системахъ клиноэдрическихъ) измѣняются и притомъ для каждаго тѣла по особымъ законамъ. Потому два тѣла, имѣющія при обыкновенной температурѣ одинаковыя отношенія осей, при другой температурѣ будутъ имѣть разное отношеніе между осями. На оборотъ, тѣла, имѣющія при нынѣ господствующей температурѣ разное отношеніе осей, могутъ имѣть при извѣстной температурѣ одинаковое соотношеніе. Такимъ образомъ тѣла, близкія по формѣ, имѣютъ право стать въ ряду съ тѣлами, обладающими одинако-

выми формами (*). Не придавая предыдущему объясненію строгаго смысла доказанной истины, примемъ условнымъ образомъ называть «одинаковыми» формами такія формы, которыя: 1) принадлежать къ одной и той же системѣ; 2) представляютъ, если не одинаковое отношеніе осей, то по крайней мѣрѣ довольно близкое; 3) представляютъ по большей части одинаковыя комбинаціи, и 4) даже часто одинаковое листопрохожденіе.

§ 15. И такъ третій случай отношенія формъ и состава есть одинаковость формъ при разности состава. Это отношеніе называется обыкновенно изоморфизмомъ, однако правильнѣе и общнѣе назвать его вмѣстѣ съ Коппомъ *гомеоморфизмомъ*.

Мы станемъ называть гомеоморфными *всякія* двѣ тѣла, имѣющія одинаковыя формы, не стѣняя близости угловъ опредѣленнымъ числомъ градусовъ. Такъ квасцы и алмазь, поваренная соль и перовскитъ, калистая селитра и аррагонитъ, желѣзо и мышьяковая кислота, мышьякъ и желѣзный блескъ(**) и многія другія суть гомеоморфы.

(*) Выводъ этого закона заимствую изъ намековъ Коппа и Шрёдера. Обыкновенно считаютъ формы изоморфныхъ соединеній только близкими, но предыдущій законъ приводитъ ихъ къ тождественности. Должно предполагать какую нибудь постоянную температуру, при которой изоморфныя тѣла имѣютъ равное отношеніе осей. Не есть ли это температура кристаллизаціи или плавленія?

(**) Замѣчательный гомеоморфизмъ Fe и $\bar{\bar{A}}s$ и As съ $\bar{\bar{F}}e$

Должно замѣтить, что разсматривая сходство формъ, мы имѣемъ въ виду только формы дѣйствительно свойственныя минераламъ, а не ложныя псевдоморфическія, происходящія случайно.

Гомеоморфизмъ есть одно простое сходство кристаллическое, безъ всякаго отношенія къ составу. Изоморфизмъ, напротивъ того, есть такой гомеоморфизмъ, гдѣ физическое сходство опредѣлено химическимъ. Потому обыкновенно принимаютъ, что существуютъ два случая гомеоморфизма: одинъ для насъ необъяснимый, безпричинный; другой, происходящій отъ близости состава обоихъ тѣлъ. Первому придаютъ названіе гомеоморфизма въ тѣсномъ смыслѣ, а второму изоморфизма. Нѣсколько случаевъ перваго мы только что перечислили.

Въ отношеніи къ гомеоморфизму, *изоморфизмъ*, въ тѣсномъ смыслѣ, *есть сходство формъ по причинѣ подобія состава.*

§ 16. Подобіе состава опредѣляется практически подобіемъ химической формулы. Потому, выражаясь словами Мичерлиха и всѣхъ его послѣдователей, законъ, управляющій изоморфизмомъ, есть слѣдующій: *соединенія одинаковаго числа атомовъ, подобнымъ образомъ расположенныхъ, образуютъ тѣла тождественныхъ кристаллическихъ формъ.* Не стану воз-

открылъ Ганкель Berz Jahresber. XXIII, 7; Pogg. Ann. IV, 479.

ставать ни противъ нѣкоторой гипотетичности этого закона, ни противъ его частной неприменимости, по неопредѣленности нашихъ свѣдѣній о числѣ атомовъ; не стану приводить и многочисленныхъ исключеній, всѣмъ извѣстныхъ и обыкновенно оправдываемыхъ диморфизмомъ, потому, что въ послѣдующемъ довольно часто будутъ встрѣчаться примѣры исключеній.

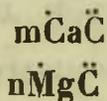
§ 17. Вышеприведенный законъ опредѣляетъ сходство формъ тѣлъ сложныхъ, составныхъ. Для простыхъ тѣлъ Мицериохъ принужденъ былъ дать другой законъ, вовсе лишенный возможности какой либо практической повѣрки: *тѣла имѣютъ одинаковую кристаллическую форму, когда ихъ атомы одинаковой формы*. Очевидно, что этотъ законъ имѣетъ большую общность, потому что примѣняется ко всѣмъ соединеніямъ, но онъ не основанъ ни на прямыхъ наблюденіяхъ, ни на ясныхъ наведеніяхъ.

§ 18. Третій законъ изоморфности тѣлъ: *изоморфизмъ соединеній зависитъ отъ изоморфизма составныхъ частей, хотя онъ въ отдѣльномъ состояніи иногда и не представляютъ тождества формъ*. Какъ въ этомъ случаѣ, такъ и во всѣхъ другихъ, не подходящихъ подъ законы, приведенные выше, разность формъ зависитъ отъ диморфизма. Потому четвертый законъ, предупреждающій всевозможныя исключенія есть: *всякое тѣло въ отдѣльномъ состоя-*

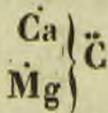
ній и въ соединеніи можетъ имѣть различныя формы, т. е. можетъ представлять диморфизмъ.

§ 19. Оставивъ въ сторонѣ эти законы, посмотримъ, чего достигла школа Минчерлиха въ практическомъ отношеніи, противопоставляя это понятіе понятію о законахъ чисто общихъ, отвлеченныхъ, объ какихъ мы тотчасъ упоминали.

§ 20. Соединенія изоморфныя имѣютъ сходственный составъ и кристаллизуются въ тождественныхъ формахъ, какъ въ отдѣльномъ состояніи, такъ и въ разнообразной смѣси. При смѣшеніи обыкновенно для краткости говорятъ, что одна составная часть замѣнила другую. Такъ при смѣшеніи m частей углекислой извести ($\text{Ca}\ddot{\text{C}}$) съ n частей углекислой соли магnezіи ($\text{Mg}\ddot{\text{C}}$) происходитъ:



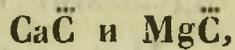
обыкновенно говорятъ, что Ca и Mg вмѣстѣ вошли въ соединеніе съ $\ddot{\text{C}}$, т. е. произошло:



Оба эти понятія разнорѣчатъ какъ между собою, такъ и съ понятіемъ, что въ соединеніи прямо металлъ замѣняетъ металлъ. Последнее выразится формулою.



Отдать преимущество тому или другому способу объясненія и выраженія невозможно, потому что химія еще не разрьшила способа строенія солей и понятія дуалистовъ, которыхъ мнѣнїе выражается въ нашихъ формулахъ, можетъ быть совершенно несправедливо. А очевидно, что съ паденіемъ этого понятія измѣнится понятіе и о формѣ замѣщенія. Въ самомъ дѣлѣ, если углекислыя магнезія и известь по теоріи водородныхъ кислотъ суть:



то очевидно, что при смѣшеніи можетъ быть только два случая, именно: или соли прямо смѣшиваются, или металлы отчасти замѣняются другъ другомъ. Такимъ же образомъ, принявъ иное объясненіе строенія солей, мы можемъ и должны дать другое объясненіе и смѣшеніе изоморфовъ.

Въ смыслѣ атомистической теоріи, кажется, невозможно объяснить себѣ замѣщенія тѣмъ иначе, какъ смѣшеніемъ солей или вообще цѣлыхъ соединеній, а не составныхъ частей. Въ самомъ дѣлѣ, мы не можемъ принять, чтобы въ сложномъ атомѣ одинъ атомъ тѣла (напр. кислоты) могъ соединяться съ частию одного и съ частию другаго тѣла (напр. основанія), иначе мы должны допустить возможность раздробленія атомовъ, и потому мы должны признать соединеніе двухъ составныхъ атомовъ (т. е. обѣихъ солей или цѣлыхъ соединеній) въ одинъ сложный. Впрочемъ

Жераръ и его послѣдователи принимаютъ раздробленіе атомовъ, по крайней мѣрѣ многихъ простыхъ тѣлъ, принимаемыхъ недѣлимыми. Такъ, формула квасцовъ по этой теоріи выражается $(Al\frac{1}{2} K\frac{1}{4}) SO_4 + 6H$ (оставляя при тѣ же, что принимаются обыкновенно, а не принимая павъ Жерара).

Какъ бы то ни было, известно, что изоморфы смѣшиваются другъ съ другомъ безъ всякаго стѣсненія въ числахъ и не измѣняютъ своихъ главныхъ свойствъ. Замѣчательное явленіе происходитъ при смѣшеніи нѣкоторыхъ солей. Такъ, если смѣшать желѣзный купоросъ $(Fe\ddot{S} + 7H)$ съ мѣднымъ $(Cu\ddot{S} + 5H)$, то получится изоморфная смѣсь, не смотря на разность числа атомовъ воды въ обѣихъ соляхъ и на разность кристаллическихъ системъ обѣихъ солей. Получающаяся смѣсь принимаетъ форму одного изъ соединеній и содержитъ тогда то количество кристаллизационной воды, какое свойственно соли, даровавшей свой образъ смѣси. Хотя Лебланъ, Бѣданъ, Гей Люссакъ и Мичерлихъ занимались подобнаго рода искусственными изоморфными смѣсями, но только въ недавнее время (въ 1854 году) Раммельсбергъ показалъ намъ истинное отношеніе между количествами изоморфовъ, образующихъ подобныя смѣси (*). Вообще, когда изъ соединеннаго раствора двухъ солей выдѣляется изоморфная ихъ смѣсь, то при сходствѣ формъ обѣихъ солей форма изоморфной смѣси будетъ

(*) Ann. Pogg. Bd. XCI, p. 321—354.

также имъ сходственна, а при разности формъ получающаяся соль принимаетъ форму одной изъ взятыхъ солей, и заимствуетъ притомъ отъ нея и главнѣйшіе характеры, какъ то: содержаніе кристаллизационной воды, растворимость въ водѣ, цвѣтъ и др. Вотъ выводъ, полученный Раммельсбергомъ, который изслѣдовалъ смѣси многихъ солей и нашелъ, что предѣлъ, до котораго соль придаетъ смѣси свой характеръ, различенъ для различныхъ солей, напримѣръ при смѣшеніи $\text{FeS} + \text{H}$ (моноклинной системы $a : b : c = 1,17041 : 1,5512$ и $c = 76^\circ 55'$) и $\text{ZnS} + 7\text{H}$ (моноклинной системы $a : b : c = 0,9804 : 1 : 0,5651$) изоморфная смѣсь обѣихъ солей имѣетъ форму $\text{FeS} + 7\text{H}$, когда въ смѣси не менѣе одного пая $\text{FeS} + 7\text{H}$ на 5 пая $\text{ZnS} + 7\text{H}$. Если же $\text{ZnS} + 7\text{H}$ болѣе 4 пая, то смѣсь принимаетъ форму этой послѣдней соли. Тоже самое отношеніе существуетъ и при смѣшеніи $\text{FeS} + 7\text{H}$ съ $\text{MgS} + 7\text{H}$, кристаллическая форма которой очень близка къ формѣ $\text{ZnS} + 7\text{H}$ ($a : b : c = 0,990 : 1 : 0,5709$). При смѣшеніи растворовъ $\text{MnS} + 5\text{H}$ съ $\text{FeS} + 7\text{H}$ выдѣляются кристаллы или въ формѣ первой соли и тогда въ нихъ на 1 пай желѣзной соли до 20 пая марганцевой, или въ формѣ послѣдней соли, когда ее ($\text{MnS} + 5\text{H}$) не болѣе трехъ пая на 1 пай $\text{FeS} + 5\text{H}$. Сюда же подходитъ соль, которую получилъ Шюффель, растворяя марганцевый купоросъ въ насыщенномъ растворѣ желѣз-

наго. При выпариваніи получалась соль $2\text{FeS} + 3\text{MnS} + 7\text{H}$ въ формѣ желѣзнаго купороса. При смѣшеніи обоихъ купоросовъ, невозможно было получить всѣхъ промежуточныхъ соединеній; напр. на 1 пай желѣзнаго купороса 5 паевъ марганцеваго и др. Смѣшивая горькую соль ($\text{MgS} + 7\text{H}$) съ марганцевымъ купоросомъ ($\text{MnS} + 5\text{H}$) получаютъ кристаллы въ формѣ соли, преобладающей по числу паевъ, такъ же какъ и при смѣшеніи $\text{ZnS} + 7\text{H}$ съ $\text{MnS} + 5\text{H}$. Смѣсь $\text{CuS} + 5\text{H}$ съ одною изъ солей $\text{FeS} + 7\text{H}$ или $\text{MgS} + 7\text{H}$ или $\text{ZnS} + 7\text{H}$ имѣеть форму $\text{CuS} + 5\text{H}$ (слѣдовательно содержитъ 5H) только тогда, когда количество этой соли по па-ямъ въ восемь разъ болѣе, чѣмъ FeS и др. (*).

Это подчиненіе одной формы другой есть, кажется, всеобщій законъ природы, проявляющійся тогда, когда составляются два тѣла близко сходныя между собою, т. е. разновидности или расы одного вида. Тогда слѣдовало бы (какъ кажется a priori) получить среднюю форму, съ большею вѣроятностію, чѣмъ при сочетаніи различныхъ видовъ, но въ дѣйствительности всегда въ этомъ случаѣ удерживается та или другая изъ формъ соединившихся. Такъ, приплодь отъ самца и самки есть или самецъ или самка; отъ

(*) Вельцинъ (Weltzien въ Liebig Annal. d. Chem. u. Pharm. XCI, 293. Erdm. Journ. f. Prak. Chem. (1854 LXIII, 444) съ подобною же цѣлью изучалъ смѣси мѣднаго, никкелеваго, желѣзнаго и цинковаго купоросовъ и достигъ сходныхъ выводовъ.

арабской кобылы и Англійскаго скакуна происходит порода той или другой страны; бѣлая мышъ съ обыкновенною сѣрою мышью никогда не дастъ, по наблюденію Коладона (Coladon), мышенка съ пестрою шкурою, а всегда или съ чисто-бѣлою или съ обыкновенною, вѣтка благородной яблони на дичкѣ или не принимается или даетъ хорошее яблоко, а не что либо среднее между дичкомъ и хорошимъ яблокомъ, и т. п. Примѣры крайнихъ формъ и отсутствіе промежуточныхъ, можетъ быть, многое объяснять въ послѣдствіи, въ особенности по отношенію къ различенію видовъ отъ разновидностей минераловъ.

§ 21. Изоморфныя смѣшенія очень обыкновенны въ минеральномъ мірѣ до того, что большая часть коры земной состоитъ изъ минераловъ подобнаго образованія. Хотя наши свѣдѣнія о нихъ довольно значительно развиты, однако еще весьма ощущается недостатокъ многихъ изысканій, особенно направленныхъ для опредѣленія силы предѣловъ, въ какихъ дѣйствуютъ законы изоморфизма. Сколько существенныхъ и важныхъ вопросовъ могутъ разрѣшить намъ въ послѣдствіи изоморфныя смѣси! Берцеліусъ въ своей статьѣ о пропорціяхъ давно еще сказалъ, что изоморфизмъ есть прекраснѣйшее и богатѣйшее послѣдствіями открытіе. Для примѣра посмотрите на ту отчетливость, съ какой мы могли бы рѣшить съ помощію изоморфныхъ смѣсей вопросъ о минеральномъ видѣ (*species*), вопросъ для минералогіи суще-

ственный и основной. Въ самомъ дѣлѣ, видовой характеръ минерала опредѣляется многочисленными признаками, а наиболѣе химическимъ составомъ и кристаллической формулой. Но возьмите любые изоморфные минералы, напримѣръ известковый и горькоземистый (Talkspath) шпаты; въ нихъ и кристаллическая форма и рациональный химическій составъ сходны, а мы ихъ раздѣляемъ, потому что существуетъ нѣкоторое постоянство въ составѣ (первой почти чистая $\text{Ca}\ddot{\text{C}}$, второй иногда даже совершенно чистая $\text{Mg}\ddot{\text{C}}$, напр. шпатель изъ Сварума (Swarum), въ Норвегii) и въ формѣ (у перваго ромбоэдръ въ $105^{\circ} 8'$ (*), у втораго $107^{\circ} 30'$). Но какъ шатко это постоянство! Есть до 5 шпатовъ, стоящихъ въ среднѣ или по химическому составу, или по формѣ. Бурый или горькій шпатель представляетъ переходъ по обоимъ свойствамъ: составъ его есть вообще $n\text{Mg}\ddot{\text{C}} + m\text{Ca}\ddot{\text{C}}$, а уголъ его ромбоэдра $= 106^{\circ} 15' 20''$. Весьма было бы интересно знать: существуютъ ли всѣ постепенные переходы по кристаллической формѣ и по химическому составу и не совершаются ли первые скачками, т. е. существуютъ ли ромбоэдры шпатовъ всѣхъ возможныхъ измѣненій отъ $105^{\circ} 8'$ до $106^{\circ} 18'$ и 107°

(*) Иногда $105^{\circ} 3'$ и измѣняется до $105^{\circ} 8'$ (по Науману), а Брейтгауптъ нашелъ кристаллъ въ $105^{\circ} 5'$, Циппе (Zippe) и Мосъ (Mohs) упоминаютъ о кристаллахъ даже въ $105^{\circ} 0'$ (Pogg. Ann. LI, 506), хотя послѣднее и подлежитъ сомнѣнiю.

20°? Если существуют такія переходныя формы, то конечно нѣтъ никакого основанія рѣзко отдѣлять формы, чаще встрѣчающіяся, по тѣмъ или другимъ обстоятельствамъ, и дѣлать изъ нихъ особые виды. Напротивъ, когда будетъ доказана непостепенность въ измѣненіи угловъ съ постепеннымъ измѣненіемъ состава, тогда настоящее дѣленіе шпатовъ на нѣсколько видовъ будетъ основываться на прочныхъ началахъ. Интересно прослѣдить при этомъ и измѣненія въ относительномъ вѣсѣ, способности растворяться въ кислотахъ (*), въ оптическихъ (***) и другихъ свойствахъ, будутъ ли эти измѣненія постепенны или нѣтъ? Подобнымъ же образомъ изученіе изоморфныхъ смѣсей могло бы многое изъяснить касательно степени плавкости, удѣльнаго объема (объема атома, о чемъ мы будемъ говорить чрезъ нѣсколько страницъ), способности лучепреломленія простаго и поляризованнаго и касательно дру-

(*) И по этимъ свойствамъ бурый шпатъ состоитъ въ срединѣ между известковымъ и горькоземистымъ шпатами. Средній относительный вѣсъ перваго равенъ 2,72, втораго 2,95, а бурога шпата 2,90; известковый шпатъ растворяется въ кислотахъ очень легко, бурый шпатъ только измельченный, а магнистый шпатъ только измельченный и при нагрѣваніи.

(**) Сенармонъ (Ann. Chim. et Phys. 3 Serie XIII, 391) уже положилъ прямо начало изслѣдованія оптическихъ свойствъ изоморфныхъ тѣлъ.

гихъ физическихъ свойствъ, мѣняющихся съ переменною химическаго состава (*).

За недостаткомъ подобныхъ изслѣдованій, мы можемъ сказать о изоморфныхъ смѣсяхъ только очень немногое и то чисто фактическое, стѣсненное пока въ узкую рамку приведенныхъ выше законовъ, объемъ которыхъ только въ началѣ кажется очень обширнымъ. Одинъ изъ отдѣловъ настоящаго труда займутъ гипотезы, отчасти опровергающія эти законы, и потому мы будемъ имѣть случай еще не разъ говорить объ нихъ.

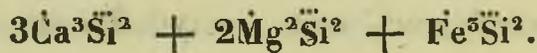
§ 22. Когда изоморфная смѣсь дойдетъ до одного изъ своихъ крайнихъ предѣловъ, т. е. когда выпадетъ тотъ или другой изоморфъ, произойдетъ изоморфное соединеніе (§ 7). Напримѣръ, крайніе предѣлы состава граната $\bar{R}^3\bar{S}i + \bar{R}\bar{S}i$, гдѣ \bar{R} и \bar{R} замѣнены обыкновененно изоморфами, суть:



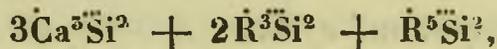
(*) Несомнѣнно вліяніе изоморфныхъ тѣлъ на цвѣтъ смѣси, какъ видно изъ опытовъ Раммельсберга и ихъ изученія минераловъ. Общій видъ (Habitus) минераловъ также много зависитъ отъ изоморфовъ, входящихъ въ составъ (Наумана система).

Они существуют въ природѣ болѣе или менѣе чистыми (Rammelsberg, Handwörterbuch des chem. Th. d. Miner. I. Abth. p. 274).

Эти предѣлы суть изоморфы (*). Впрочемъ иногда очень трудно отличить предѣльную форму отъ переходной, особенно въ ряду минеральныхъ веществъ. Напримѣръ въ пироксенѣ, составъ котораго выражаютъ $\dot{\text{C}}\text{a}^5\ddot{\text{S}}\text{i}^2 + \dot{\text{R}}^3\ddot{\text{S}}\text{i}^2$, однако очень часто встрѣчаютъ составъ:



Трудно и довольно важно рѣшить: есть ли это промежуточная, только эквивалентная, формула, или она составляетъ предѣльную формулу. Въ самомъ дѣлѣ, если послѣдняя форма есть предѣльная, то составъ пироксена должно выразить формулой:



если же нѣтъ, то отъ чего же не принять формулу $\dot{\text{R}}^3\ddot{\text{S}}\text{i}^2$?

(*) Здѣсь переходъ между изоморфами очень ясенъ и обыкновенно существуетъ въ природѣ, а если бы этого не было, то обыкновенно принимаемому началу должно было бы изъ каждаго предѣла составить особый видъ, потому что въ правильной системѣ нѣтъ измѣненія формы, и для тѣхъ, являющихся въ ней главнымъ отличительнымъ признакомъ двухъ сходныхъ видовъ, можетъ служить только химическій составъ.

§ 23. Изоморфныя соединенія, встрѣчающіяся отдѣльно (а не смѣси или соединеніе изоморфовъ между собою, стр. 261) гораздо легче могутъ быть изучаемы и потому болѣе извѣстны. Считаю не излишнимъ привести списокъ классическихъ изоморфовъ, какъ искусственныхъ, такъ и встрѣчающихся въ природѣ.

Правильной системы ().*

1. С (алмазъ), Р (**), К, Na, Ti, Cd, Pb, Fe, Ca, Mg, Au, Pt, Pl, Jr, Sn, Zn.

2. ZnS, Pbs, PbSe, AgS, NiS + 2FeS (Pb, Cu, U).

3. KCl, NaCl, AmCl, MgCl, KJ, NaJ, ZnJ, NaBr, KF, NaF, CaF, KCy, NaCy, AmCy.

4. Cu, CuS, CuCl (***)

(*) Правильная система (das reguläre Syst.) по Вейсу, Дюфренуа, Густаву Розе, Кокшарову; тессулярная (tessularisch) по Вернеру, Моосу и Гайдинггеру; тессеральная (tesseral System) по Науману; октаэдрическая (Système octaédrique) по Миллеру и Сенармону; въ руководствѣ Соколова тѣла этой системы названы тѣлами съ первообразной формой правильнаго октаэдра или куба; по Гаусману равномерная (isometrische или trimetrisch-orthoëdrisch-isometrisches Syst.).

(**) Перегоняя мышьякъ при высокой температурѣ, Густавъ Розе получилъ его въ кристаллахъ правильной системы (Pogg. Ann. LXXVI, 77).

(***) Примѣчательный изоморфизмъ этихъ соединеній показанъ Мичерлихомъ (Liebig's Ann. XXXVI, 173) изъ него видѣнъ изоморфизмъ O, S и Cl.

5. \ddot{As} , \ddot{Sb} .

6. Минералы и искусственныя соединенія по формуль шпинели $\ddot{R}\ddot{R}$, гдѣ $\ddot{R} = \ddot{Mg}$, \ddot{Fe} , \ddot{Zn} , даже \ddot{Ba} , \ddot{Ce} , \ddot{Gl} , \ddot{Mn} , \ddot{Co} , \ddot{Co} , какъ показалъ Эбельменъ и $\ddot{R} = \ddot{Al}$, \ddot{Fe} , \ddot{Cr} .

7. $\ddot{Ba}\ddot{N}$, \ddot{Sr} , \ddot{N} , $\ddot{Pb}\ddot{N}$.

8. KCl , $PtCl_2$; KCl , $JrCl_2$; KCl , $OsCl_2$; $AmCl$, $PtCl_2$; $AmCl$, $JrCl_2$.

9. Квасцы $\ddot{R}\ddot{S} + \ddot{R}\ddot{S}^3 + 24\ddot{H}$, гдѣ $\ddot{R} = \ddot{K}$, \ddot{Na} , \ddot{Am} , \ddot{Li} и $\ddot{R} = \ddot{Al}$, \ddot{Fe} , \ddot{Cr} , \ddot{Mn}

10. Гранаты $\ddot{R}^3\ddot{Si} + \ddot{R}\ddot{Si}$, гдѣ $\ddot{R} = \ddot{Ca}$, \ddot{Mg} , \ddot{Fe} , \ddot{Mn} и $\ddot{R} = \ddot{Al}$, \ddot{Fe} , \ddot{Cr} (хромовый гранатъ, Chromgranat или уваровитъ, по разложенію Коммонена).

Квадратной системы ().*

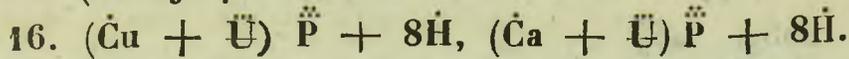
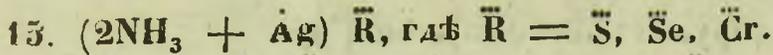
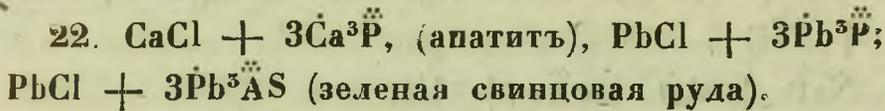
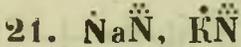
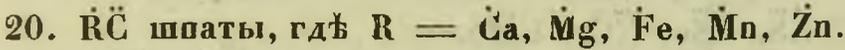
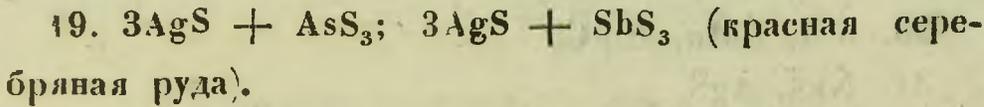
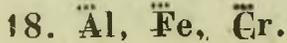
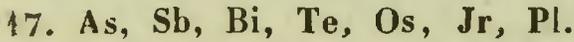
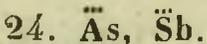
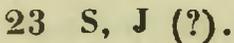
11. \ddot{Ti} (рутилъ), \ddot{Sn} (оловянный камень).

12. $\ddot{Ca}\ddot{W}$, $\ddot{Pb}\ddot{W}$, $\ddot{Pb}\ddot{Mo}$, $\ddot{Pb}\ddot{Cr}$

13. $\ddot{Ni}\ddot{S} + 7\ddot{H}$, $\ddot{Ni}\ddot{Se} + 7\ddot{H}$, $\ddot{Zn}\ddot{Se} + 7\ddot{H}$.

14. $\ddot{K}\ddot{P} + 2\ddot{H}$, $\ddot{K}\ddot{As} + 2\ddot{H}$, $\ddot{Am}\ddot{P} + 2\ddot{H}$, $\ddot{Am}\ddot{As} + 2\ddot{H}$.

(*) Квадратная или тетрагональная система (Tetragonal-System.) Наумана, Брейтгаупта, Кокшарова, Соколова; дву и одноосная (zwei- und ein-axige Syst.) или четырехчленная (viergliedrige) по Вейсу, Густаву Розе и Раммельсбергу, пирамидальная система Мооса, Миллера и Сенармона, одно-дву-мѣрная (monodimetrisch или trimetrisch orthoëdrisch - monodimetrisches) по Гаусману; съ основной формою—прямой квадратной призмой по Соколову и Дюфренуа; также прямой октаедръ съ квадратнымъ основаніемъ (octoëdre droit à base carrée) по Дюфренуа.

*Гексагональной системы (*)*.*Ромбической системы (**)*.

(*) Гексагональная (Hexagonal System.) или шести-угольная система по Науману, Брейтгаупту и Кокшарову; трех-и-одно осная (drei-und-ein-axig) по Берлинскимъ кристаллографамъ, Вейсу, Густаву Розе, Мичерлиху, Л. Гмелину, Раммельсбергу и другимъ; шести-членная (sechsgliedriges Syst.) по Раммельсбергу; ромбоэдрическая (rhomboedrisch) по Моосу, Миллеру, Дюфренуа, Вейсу, Гайдинггеру и Соколову; четырехъ - мѣрная, одно-трехъ-мѣрная (tetrametrisch-monotrimetrisches) по Гаусману; шестигранная по Соколову.

(**) Ромбическая (rombisches) система по Науману и Кокшарову; одно- и одно-осная (ein- und ein-axige), дву- и дву-членная (zwei- und zwei-gliedrig) по Берлинскимъ кристаллографамъ; двучленная (zweigliedriges) по Раммельсбергу; прямо типическая (orthotipe) по Моосу, Гайдин-

25. $\ddot{\text{Ti}}$ (брукитъ, Brookit), $\ddot{\text{Sn}}$ (*).
26. SbS_3 , AsS_3 .
27. Изоморфы аррагонита $\ddot{\text{RC}}$, гдѣ $\text{R} = \text{Ca}$, Ba , Sr , Pb , Mg (**). $\ddot{\text{Fe}}$.
28. $\ddot{\text{KN}}$, $\ddot{\text{NaN}}$.
29. $\ddot{\text{BaS}}$, $\ddot{\text{SrS}}$, $\ddot{\text{PbS}}$.
30. $\ddot{\text{KCl}}$, $\ddot{\text{KMn}}$, $\ddot{\text{AmCl}}$.
31. $\ddot{\text{NaS}}$, $\ddot{\text{AgS}}$.
32. $\ddot{\text{RS}}$, $\ddot{\text{KSe}}$, $\ddot{\text{KCr}}$, $\ddot{\text{KMo}}$.
33. $\ddot{\text{RS}} + 7\text{H}$ гдѣ $\text{R} = \text{Mg}$, Zn , Ni ; $\ddot{\text{MgSe}} + 7\text{H}$, $\ddot{\text{ZnSe}} + 7\text{H}$.
34. $\ddot{\text{NaP}} + 4\text{H}$, $\ddot{\text{NaAs}} + 4\text{H}$.

Моноклиноэдрической системы (***)

35. $\ddot{\text{KS}}^2 + \text{H}$, $\ddot{\text{KSe}}^2 + \text{H}$.

геру и Миллеру; голоэдрически ромбическая (holoedrisch-gombisch) по Брейтгаупту; равномѣрная (anisometrisch или trimetrisch-orthoedrisch-anisometrische System) по Гаусману; ромбоидальная или съ основной формой прямой прямоугольной призмой въ Руководствѣ Соколова и Дюфренуа; прямой октаэдръ съ ромбическимъ основаніемъ (octaédre droit à base rombe) по Дюфренуа; также равнонаклонная (isoklinisch).

(*) Хорошо получалъ окись олова въ формѣ брукита, пропуская пары SnCl_2 и воды чрезъ накаленную фарфоровую трубку (Compt. Rend. XIX, 227).

(**) $\ddot{\text{MgC}}$ получается въ аррагонитовой формѣ при нагреваніи раствора кислой углекислой магнезии $\ddot{\text{MgC}}^n$, причемъ выдѣляется осадокъ $\ddot{\text{MgC}}$, и углекислота улетучивается. Berzelius Jahresbericht. XVIII, 184.

(***) Моноклиноэдрическая (monoklinoedrisches Syst.),

36. $\dot{\text{Ca}}\ddot{\text{S}} + 2\dot{\text{H}}$, $\dot{\text{Ca}}\ddot{\text{Se}} + 2\dot{\text{H}}$, $\dot{\text{Fe}}\ddot{\text{S}} + 2\dot{\text{H}}$; по наблюдению Грэма (Graham).

37. $\dot{\text{R}}\ddot{\text{S}} + 7\dot{\text{H}}$, гдѣ $\text{R} = \dot{\text{Mg}}$, $\dot{\text{Zn}}$, $\dot{\text{Co}}$, $\dot{\text{Ni}}$, $\dot{\text{Fe}}$

38. $\dot{\text{R}}\ddot{\text{S}} + \dot{\text{R}}_1\ddot{\text{S}} + 6\dot{\text{H}}$, гдѣ $\text{R} = \dot{\text{Mg}}$, $\dot{\text{Ca}}$, $\dot{\text{Ni}}$, $\dot{\text{Co}}$, $\dot{\text{Te}}$, $\dot{\text{Mn}}$, $\dot{\text{Zn}}$, $\dot{\text{Cu}}$ и $\text{R}_1 = \dot{\text{Am}}$, $\dot{\text{K}}$.

39. $\dot{\text{Na}}\ddot{\text{R}} + 10\dot{\text{H}}$, гдѣ $\text{R} = \ddot{\text{S}}$, $\ddot{\text{Se}}$, $\ddot{\text{Cr}}$.

40. $\dot{\text{Am}}^2\ddot{\text{P}} + \dot{\text{H}}$, $\dot{\text{Am}}^2\ddot{\text{As}} + \dot{\text{H}}$.

Триклиноэдрической системы ()*.

41. $\dot{\text{Mn}}\ddot{\text{S}} + 4\dot{\text{H}}$, $\dot{\text{Mn}}\ddot{\text{Se}} + 4\dot{\text{H}}$, $\dot{\text{Zn}}\ddot{\text{Se}} + 4\dot{\text{H}}$, $\dot{\text{Co}}\ddot{\text{Se}} + 4\dot{\text{H}}$.

т. е. однажды наклонная система по Науману; дву- и одночленная (2 и 1 gliedrige Syst.) по обозначению Берлинскихъ кристаллографовъ; полупрямотипно призматическая (prismatisch-hemiorthype) или полупризматическая (hemiprismatisch) по Моосу; косвенно-призматическая система (Système prismatique oblique) по Миллеру и Сенармону; геміэдрическо - ромбическая (hemiedrisch - rombisch) по Брейтгаупту; трехъ-мѣрная клиноэдрическая (trimetrisch-kliноedrisches Syst.) вмѣстѣ съ дву- и три-клиноэдрическими системами, по Гаусману; авгитовая (augitische) по Гайдинггеру; одно-клиномерная по Кокшарову; косвенно-ромбоидальная или съ основною формою косвенной прямоугольной призмой въ руководствѣ Соколова; также косо-ромбическая (klinorombisches, romboidal oblique) непрямотипическая (anorthotypes Syst.)

(*) Триклиноэдрическая (trikliноedrisches System), т. е. трижды-наклонная по Науману; одно и одночленная (ein- und ein-gliedrig) по Вейсу и Густаву Розе; одночленная (ein-gliedrig) по Раммельсбергу; непрямотипическая призматическая (prismatisch-anorthotype) по Моосу; непрямотипическая (anortische) по Гайдинггеру; косвенно-призматическая не-

42. $\text{Cu}\ddot{\text{S}} + 5\text{H}$, $\text{Cu}\ddot{\text{S}}\text{e} + 5\text{H}$, $\text{M}\ddot{\text{n}}\text{Se} + 5\text{H}$ (*).

§ 24. Изученіе тѣлъ, приведенныхъ въ этой таблицѣ, привело къ выводу тѣхъ законовъ, которые мы привели въ 16, 17 и 18 параграфахъ. Эти выводы суть:

1) Абсолютная тождественность формъ существуетъ только для тѣлъ правильной системы.

симметрическая (Systeme prismatique oblique non simetrique) по Миллеру, Дюфренуа и Сенармону; тетартоедрически-ромбическая (tetartoedrisch-rombisch), т. е. ромбическая съ тетартоедрическимъ видоизмѣненіемъ по Брейтгаупту; подобно тому какъ Моосъ считалъ ее ромбическою съ тетартопризматическими комбинаціями (prismatisch s. mit tetartoprismatischen Combinationen); триклиномѣрная по Кокшарову; косвеннокосоугольная въ руководствѣ Соколова; также клиноромбоидальная (klinoromboidisches) и полу-непрямо-типическая (hemianorthotipes).

(*) Эти примѣры, найденные Мичерлихомъ, Берцелиусомъ, Франкенгеймомъ, Шереромъ, Велеромъ и другими, заимствованы изъ: *L. Gmelin, Handbuch d. Chemie.* 4 издание, 1843 года, томъ I, 82; *Th. Scheerer, Isomorphismus.* Liebig-Poggendorff und Wöhler's Handwörterbuch d. Chem. IV, 1849, 194 и *C. F. Rammelsberg, Lehrbuch d. Kristallkunde.* 1852, 180—197; *Graham-Otto's Lehrbuch der Chemie,* I, (1844, 609—650; *Naumann, Elemente der Mineralogie,* 1852 и *C. F. Rammelsberg, Handwörterbuch des chemischen Theils der Mineralogie,* I и II (1841), Supplement 1843, II 1845, III 1847, IV 1849 и V 1853. Эти сочиненія и руководства служили также во многихъ другихъ статьяхъ этого труда главными руководствами.

2) Изоморфныя соединенія другихъ системъ всегда представляютъ нѣкоторое различіе въ углахъ и осяхъ, но каждой группѣ изоморфныхъ соединеній соотвѣтствуетъ своя пирамида, или свой ромбоедръ и измѣненія его незначительны (таблица II).

3) Всѣ случаи изоморфизма, приведенные выше, представляютъ совершенное подобіе атомнаго состава.

4) Всѣ они могутъ быть изъяснены изъ изоморфизма ихъ составныхъ частей.

5) Такъ какъ даже многіе изоморфы представляютъ диморфизмъ (изодиморфизмъ, пр. Jg и Pl, № № 5 и 24, 11 и 25, 21 и 28, 20 и 27), даже триморфизмъ (пр. NiS+7H, № № 13, 33 и 37); то не удивительно, что нѣкоторыя простыя тѣла въ однихъ соединеніяхъ не даютъ тождественныхъ формъ, образуя ихъ въ другихъ, на примѣръ: въ № № 3, 9, 21, 28 и во многихъ другихъ случаяхъ, кали (K) изоморфно натру (N), тогда какъ въ № № 32 и 31 оба эти вещества придаютъ однимъ и тѣмъ же соединеніямъ разныя формы (гетероморфны); такое же различіе существуетъ между K и Mg, Ca и Na, Cu и Fe.

§ 25. Плодомъ сличенія изоморфныхъ соединеній была группировка, какъ тѣлъ простыхъ, такъ и ихъ окисловъ. Должно замѣтить при этомъ, что весьма часто смѣшивали сходство въ химическомъ характерѣ со сходствомъ формы (*), впрочемъ законъ Мичер-

(*) Courbe-Quelques réflexions de Chimie Ann. Ch. et Phys.

лиха (16 параграфъ) подавалъ тому явный поводъ. Для простыхъ тѣлъ привожу систему Грема (Graham). Основываясь на изоморфномъ соединеніи, Гремъ располагаетъ простыя тѣла въ слѣдующихъ группахъ.

1. S, Se, Te и O.
2. Mg, Ca, Mn, Fe, Uг, Co, Ni, Zn, Cd, Cu, H, Cr, Va, Al, Be, Zr, Yt, Er.
3. Ba, Sr, Pb.
4. Ka, Na, Am
5. Cl, Br, F, Cy.
6. N, P, As (*), Sb, Bi.
7. Sn, Ti.
8. Ag, Au.
9. Pt, Pl, Jr, Os.
10. W, Mo.
11. C, B, Si.

Между каждымъ двумя группами есть посредствующія, переходныя тѣла; такъ между 2 и 10—Cr, 2

LXVIII, 203—весьма правильно совѣтуетъ различать изоморфизмъ химическій и физическій.

(*) Обыкновенно принимаютъ, что мышьякъ прямо изоморфенъ сѣрѣ, но Густавъ Розе прекрасно доказываетъ противное (Pogg. Ann. LXXVI, 75. L'Institut 1849, 166). Хотя Розе въ своей системѣ снова привимаетъ этотъ изоморфизмъ и проводитъ параллель между кобальтовымъ блескомъ, мышьяковистымъ колчеданомъ и никкелевымъ блескомъ съ *spreis cobalt*, съ мышьяковистымъ никкелемъ и марказитомъ, однако невозможно принимать прочнаго изоморфизма S б и As, но должно считать, какъ мы скоро увидимъ, два пая сѣры изоморфными одному пая мышьяка.

и 3—Ca, 2 и 4—Mg, 6 и 7—Bi, 4 и 8—Ag и т. д. (Otto-Graham, Lehrbuch. 2 Aufl. T. I p. 646). Хлоръ, фторъ и сходныя съ ними иногда заступаютъ мѣсто кислорода; по крайней мѣрѣ такъ признаютъ это многіе химики и минералоги, напримѣръ: Германъ, Шереръ и др.

§ 26. Изоморфизмъ простыхъ тѣлъ, по мнѣнію Мичерлиха и его послѣдователей, долженъ служить объясненіемъ изоморфизма соединеній. Потому изоморфизмъ солей долженъ объясняться изоморфизмомъ окисей и кислотъ, а изоморфизмъ окисей и кислотъ долженъ, въ свою очередь, быть объясняемъ изъ изоморфности простыхъ тѣлъ. Окиси, чаще всего почитаемыя изоморфными другъ другу, суть:

Всѣ *щелочи* изоморфны другъ другу. Кали (K), натръ (Na), окись литія (Li) и окись аммонія (Am) \equiv NH_4) чаще всего замѣняютъ другъ друга въ соединеніяхъ, не измѣняя формы тѣлъ; напр. въ нефелинѣ, полевоомъ шпатѣ, квасцахъ, сѣрноокислыхъ и другихъ соляхъ.

Всѣ *щелочныя земли* также часто образуютъ изоморфныя соединенія; напримѣръ: соли извести (Ca), стронція (Sr), барія (Ba) и магнія (Mg) очень часто имѣютъ сходственныя кристаллическія формы. Эти окислы очень часто замѣняютъ другъ друга въ минералахъ, гдѣ R представляетъ измѣнчивый членъ. Впрочемъ, довольно часто щелочныя земли замѣня-

ются щелочами, напримеръ: въ лабрадорѣ, ріаколитѣ, скаполитѣ и др; еще чаще окиси многихъ тяжелыхъ металловъ замѣняютъ щелочныя земли; напримеръ: Fe замѣняетъ Ca и Mg въ шпатахъ, нироксенахъ, амфиболахъ и мног. другихъ.

Окиси тяжелыхъ металловъ по формулѣ R часто замѣняютъ другъ друга, напр. во многихъ изъ купоросовъ и въ другихъ искусственныхъ соляхъ. Иногда онѣ изоморфны щелочамъ и щелочнымъ землямъ. Напримеръ: Cu изоморфна Ca въ урановой слюдкѣ, Pb изоморфна Ba , Sr , Ca въ сѣрнокислыхъ (RS), углекислыхъ, азотнокислыхъ и друг. соляхъ; Ag изоморфна Na въ сѣрнокислыхъ соляхъ и др.

Окиси по формулѣ R весьма часто замѣняютъ другъ друга; напр. Fe замѣняетъ Al въ большей части минераловъ, содержащихъ членъ R , напр. въ гранатахъ, квасцахъ, полевошпатовыхъ и др. Mn , Cr , Fe также часто замѣняютъ другъ друга.

Кислоты, выражаемыя одинаковыми формулами, очень часто замѣняютъ другъ друга; напримеръ S , Se , Cr , также Mo и W , As и P , P и As , и др. Углекислота, по мнѣнію нѣкоторыхъ, замѣщаетъ Si , но другіе, по справедливости, отрицаютъ это, потому что не рѣшено еще: имѣетъ ли кремнекислота формулу Si или Si или выражается иначе. Борную кислоту B многіе считаютъ изоморфною кремнекислотѣ, а многіе отвергаютъ это и считаютъ даже ее изоморфною окислямъ (Лоранъ, Дана, Науманъ). Вообще тамъ

гдѣ трудно рѣшить (и не рѣшено) какую формулу должно дать окислу, трудно опредѣлить и изоморфизмъ его съ другими окислами. Очень вѣроятно, что въ различныхъ соединеніяхъ одному и тому же окислу должно придать различныя формулы и потому различныя круги изоморфности.

Сѣрнистыя, и селенистыя соединенія, имѣющія одинаковую формулу и электрохимическія свойства, часто замѣщаютъ другъ друга. Напримѣръ, въ селенисто-мѣдномъ свинцѣ $PbSe$ замѣняется $CuSe$, въ блеклой рудѣ SbS_3 замѣняетъ AsS_3 и FeS замѣняетъ ZnS и CuS , въ красной серебряной рудѣ SbS_3 замѣняетъ AsS_3 . Изоморфы, замѣняющіе другъ друга, можно раздѣлить вообще на два рода: первые образуютъ особыя соединенія, имѣющія сходственный составъ и одинаковую кристаллическую форму; напримѣръ Na и Ag въ $Na\ddot{S}$ и $Ag\ddot{S}$, Ti и Sn въ рutilѣ и оловянномъ камнѣ, Pb и Sr въ $Pb\ddot{N}$ и $Sr\ddot{N}$ и др.; вторые смѣшиваются между собою, т. е. образуютъ изоморфныя смѣси; напримѣръ Ca и Mg въ буромъ шпатѣ, Fe и Cu въ желтомѣдномъ купоросѣ и др. Обыкновенно позволяютъ заключить объ полномъ изоморфизмѣ двухъ окисловъ только тогда, когда они образуютъ соединеніе того и другаго рода, т. е. могутъ безпрѣдѣльно замѣнять другъ друга и образуютъ отдѣльныя изоморфныя соединенія.

Таково общепринятое мнѣніе объ изоморфизмѣ. Не останавливаясь болѣе на этомъ предметѣ, перей-

демъ къ одной изъ наиболѣе ясныхъ и строго послѣдовательныхъ частей разсматриваемаго нами предмета — къ отношенію, существующему между удѣльнымъ объемомъ и изоморфизмомъ.

§ 27. Когда знаменитыя изслѣдованія Гей-Люссака открыли простоту закона объемовъ для тѣлъ газообразныхъ, возродился вопросъ объ отношеніи, существующемъ между объемами тѣлъ твердыхъ и между ихъ паемъ. Персо (*) первый обратилъ вниманіе на этотъ отдѣлъ науки и хотя ему предшествовали изслѣдованія Герпарта, Булле (Boullay) и Карстена объ удѣльномъ вѣсѣ, но они пришли только къ отрицательному выводу, что удѣльный вѣсъ (слѣдовательно и объемы) не находится въ согласіи и отношеніи съ химическимъ строеніемъ и паемъ тѣлъ. Коппъ и Шредеръ, лѣтъ за пятнадцать тому назадъ, положили начало, а послѣ развили ученіе о согласованіи относительнаго вѣса и химическаго строенія тѣлъ. Они нашли, что многія физическія свойства тѣлъ (расширеніе отъ теплоты, точка кипѣнія, относительный вѣсъ, кристаллическая форма, температура плавленія и др.) находятся въ согласіи съ удѣльнымъ объемомъ тѣлъ. Подъ этимъ названіемъ должно разумѣть *частное, происходящее отъ дѣленія пая даннаго тѣла на его удѣльный вѣсъ*. Принимая непосредственное безпромежуточное соприкосновеніе ато-

(*) Introduction à la Chimie moléculaire par Persoz; Jahresb. Berz. XX, p. 13.

мовъ, это частное означаетъ относительный объемъ атома (*), почему и получило названіе атома (Atom volum Otto, Корр.). Шредеръ называлъ это частное сначала объемомъ ная (Equivalent-volum), а потомъ, слѣдуя совѣту Берцелиуса, частичнымъ объемомъ (molecular-volum). Коппъ въ своихъ послѣднихъ сочиненіяхъ почти вездѣ употребляетъ названіе удѣльный объемъ, spezifisches volum. Принимаемъ это послѣднее названіе, потому что оно вполне характеризуетъ самый предметъ и не заставляетъ при этомъ обращаться къ атомистической теоріи. Да и въ смыслѣ послѣдней, названіе объема атома не вполне правильно и довольно одностороннее, потому что пай, дѣленный на удѣльный вѣсъ, означаетъ объемъ не одного только матеріальнаго атома, но атома, окруженнаго своей атмосферой. Въ практическомъ смыслѣ, удѣльные объемы суть тѣ мѣры объемовъ, въ какихъ соединяются два тѣла между собою, подобно тому, какъ пай суть тѣ мѣры вѣса, въ какихъ соединяются тѣла.

Означая удѣльный объемъ чрезъ U . Об., относительный вѣсъ чрезъ Δ и пай чрезъ π , будемъ имѣть общее уравненіе:

(*) Въ самомъ дѣлѣ частное, происходящее отъ дѣленія вѣса на плотность (удѣльный вѣсъ), означаетъ объемъ, выраженный въ объемахъ воды; а вѣсъ атома выражается паемъ и плотность—удѣльнымъ вѣсомъ, слѣдовательно частное выражаетъ объемъ атома.

$$У. Об. = \frac{\pi}{\Delta} (*)$$

§ 28. Удельные объемы тѣлъ газообразныхъ находятся въ простомъ отношеніи между собою. (Законъ Гей-Люссака).

Для тѣлъ жидкихъ и твердыхъ существуетъ, вѣроятно, та же простота отношеній, въ величинѣ удѣльныхъ объемовъ, но для этого должно сравнивать ихъ не при одинаковой температурѣ, но при *соответствующей*, напр. при точкѣ кипѣнія или при точкѣ плавленія. Это почти не подлежитъ сомнѣнію, хотя еще не вполне доказано, по недостатку точныхъ наблюденій удѣльнаго вѣса при соответствующихъ температурахъ.

§ 29. Въ числѣ первыхъ открытій Коппа, по отношенію къ удѣльнымъ объемамъ, былъ законъ изоморфизма: *изоморфныя тѣла имѣютъ равные удѣльные объемы*, т. е. два тѣла [коихъ удѣльные объемы обозначимъ чрезъ У. Об. и (У. Об.)', удѣльный вѣсъ чрезъ Δ и (Δ) и пай π и (π)], тогда только изоморфны, когда У. Об. = (У. Об.) или

$$\frac{\pi}{\Delta} = \frac{(\pi)}{(\Delta)} \text{ или}$$

$$\pi : (\pi) = \Delta : (\Delta)$$

т. е. пай изоморфныхъ тѣлъ прямо пропорціональны ихъ относительнымъ вѣсамъ. Этотъ важный и существен-

(*) Вездѣ пай кислорода принять равнымъ 100.

ный законъ былъ высказанъ въ первый разъ Коппомъ въ 1840, въ анналахъ Либиха (Annal. Chemie und Pharmacie. Bd. 36 d. 1) и положилъ прочное основаніе изоморфизму. Конечно предложенное уравненіе $У. Об. = (У. Об.)'$ не представляетъ математической точности, но только возможную близость. Причина этого, вѣроятно, заключается въ томъ, что мы наблюдаемъ удѣльный вѣсъ при равныхъ температурахъ, но не при *соответствующихъ*. На первой таблицѣ представлено нѣсколько примѣровъ, изъ которыхъ можно извлечь законъ соотношенія удѣльных объемовъ и изоморфизма. Коппъ старался опредѣлить, чему должна быть равна разность $У.$ объемовъ, чтобъ тѣла могли быть изоморфными. Очевидно, что $У. Об. - (У. Об.)'$ не можетъ представлять дѣйствительнаго отношенія разностей между удѣльными объемами, а должно брать среднюю арифметическую разность, т. е.

$$\frac{У. Об. - (У. Об.)'}{\frac{1}{2}[У. Об. + (У. Об.)']} = P O (*).$$

ТАБЛИЦА I.

Для показанія отношенія между изоморфизмомъ и удѣльными объемами.

	пай	У. В.	У. Об
Алмазь С	75	3,33	23

(*) Т. е. разности удѣльных объемовъ.

		пач.	У. В.	У.Об.
Жельзо Хромъ Кобальтъ Никкель Мѣдь Марганецъ (*).	Fe	350	7,84	45
	Cr	335	7,01	47
	Co	369	8,51	45
	Ni	370	8,82	42
	Cu	396	8,95	44
	Mn	345	8,01	45
Иридій	Jr	1232	21,80	57
Палладій Платина	Pl	665	11,80	96
	Pt	1232	21,53	57
Титанъ	Ti	302	5,33	56
Цинкъ	Zn	406	6,92	59
Молибденъ Вольфрамъ	Mo	576	8,68	66
	W	1188	1,37	68
Золото	Au	1229	19,34	64
Кадмій	Cd	697	8,69	80
Магній	Mg	453	1,74	88
Сѣра Селень	S	200	2,05(**)	99,5
	Se	495	4,80	105
Свинець	Pb	1295	11,59	114
Осмій Теллуръ Серебро	Os	1244	10,0	124
	Te	802	6,25	128
	Ay	1350	10,57	128

(*) Тѣла, соединенныя подъ одну скобку, представляютъ полный изоморфизмъ.

(**) Уд. В. моноклинической сѣры 1,957 и потому У. Об. 102,2

		пай	У. В.	У. Об.
Бисмутъ	Bi	1330	9,80	136
Мышьякъ	As	939	5,63	167
Сюрма	Sb	1613	6,72	240
Фосфоръ	P	400	1,84	218 (*)
Натрій	Na	288	0,97	287
Калій	Ka	489	0,86	569
Рутиль	Ti	502	4,2	120
Оловянный камень .	Sn	930	6,9	135
Окись сюрмы	Sb	1912	5,77	331
Мышьяковистая кислота	As	1240	3,73	332
Желъзный блескъ	Fe	1001	5,24	191
Корундъ	Al	642	3,54	184
Окись хрома (Велеръ (**))	Cr	958	5,21	184
Марганцевая обманка	MnS	545	3,92	139
Цинковая обманка	ZnS	607	4,01	151
Селистый свинецъ	PbSe	1789	8,50	210
Свинцовый блескъ	PbS	1494	7,40	202
Серебряный блескъ	AgS	1550	7,21	215
Авринигментъ	AsS ₃	1529	3,42	450
Сурьмяный блескъ	SbS ₃	2213	4,69	478

(*) Обыкновеннаго фосфора удѣльн. вѣсъ = 1,84 по Шреттеру, а краснаго = 2,11 и сего У. Об. = 190

(**) По Эбельмену какъ изоморфная окись глиція . .

		пай.	У. В.	У. Об.
Хлористое серебро.	AgCl	1795	5,5	326
Хлористый натрій.	NaCl	733	2,22	330
Бромистое серебро.	AgBr	2207	5,9	374
Нашатырь.	AmCl	608	1,55	392
Хлористый калий.	KCl	932	1,99	468
Иодистый калий.	KJ	2075	3,05	680
Спинель.	MgAl	895	3,55	251
Хромовое желѣзо.	FeCr	1079	4,42	244
Гагнитъ.	ZnAl	1148	4,23(*)	271
Магнитный желѣз- някъ (**).	FeFe	1451	5,09	285
Цинковый шпатель.	ZnC	781	4,44	176
Пистомезитъ (Фри- чи).	$\overline{2Fe3MgC}$	607	3,4	178
Горькоземистый шпатель.	MgC	528	2,956	181
Мезитинъ шпатель.	\overline{MgFeC}	626	3,356	186
Желѣзный шпатель	FeC	725	3,801	189
Горькій шпатель.	\overline{MgCaC}	577	2,884	200
Марганцовый шпатель.	MnC	720	3,571	202
Известковый шпатель	CaC	626	2,735	229

(*) Эбельменъ получилъ искусственно. Annales Ch. et Phys. XXXIII, Jour. für prak. Ch. LIV, 146. Его гагнитъ имѣлъ удѣльный вѣсъ=4,58 при 10° 5' Ц.

(**) И многія искусственныя, полученные Эбельменомъ

Аррагонитъ . . .	$\text{Ca}\ddot{\text{C}}$	626	2,968	212
Стронціанитъ . . .	$\text{Sr}\ddot{\text{C}}$	925	3,615	256
Бѣлая свинцовая руда	$\text{Pb}\ddot{\text{C}}$	1670	6,457	260
Витеритъ	$\text{Ba}\ddot{\text{C}}$	1232	4,301	287
Калистая селитра .	$\text{K}\ddot{\text{N}}$	1264	2,13	595
Натристая селитра.	$\text{Na}\ddot{\text{N}}$	1065	2,26	470
Желтая свинцовая руда	$\text{Pb}\ddot{\text{Mo}}$	2270	6,6	344
Шелевая свинцовая руда	$\text{Pb}\ddot{\text{W}}$	2885	8,0	301
Шелитъ	$\text{Ca}\ddot{\text{W}}$	1839	6,1	301
Целестинтъ	$\text{Sr}\ddot{\text{S}}$	1148	3,82	299
Свинцовый купо- рость	$\text{Pb}\ddot{\text{S}}$	1895	6,25	304
Тяжелый шпатъ	$\text{Ba}\ddot{\text{S}}$	1456	4,51	322
Азотнокислая окись стронціа	$\text{Sr}\ddot{\text{N}}$	1324	2,84	466
Азотнокислая окись свинца .	$\text{Pb}\ddot{\text{N}}$	2071	4,40	472
Азотнокислый ба- ритъ	$\text{Ba}\ddot{\text{N}}$	1654	3,20	501
Диоксидъ (авгитъ)	$\text{MgCa}^3\ddot{\text{Si}}^2$	2251	3,116	722
Гиперстенъ	$\text{MgFe}^3\ddot{\text{Si}}^2$	2121	3,389	623
Геденбергитъ	$\text{FeCa}^3\ddot{\text{Si}}^2$	2278	3,582	637

$\text{Mn}\ddot{\text{Er}}$ (У. Об.—287), $\text{Zn}\ddot{\text{Er}}$ (275), $\text{Mg}\ddot{\text{Er}}$ (273). $\text{Fe}\ddot{\text{C}}$ (283).
 $\text{Zn}\ddot{\text{Fe}}$ (283).

Сюрмяная сереб.			
обманка . . .	$3\text{AgS}, \text{SbS}_3$	6860	5,80 1183
Мышьковистая			
сереб. обман.	$3\text{AgS}, \text{AsS}_3$	6186	5,55 1115
Фтористый апа-			
титъ . . .	$\cdot \text{CaF} + 3\text{Ca}^3\ddot{\text{P}}$	6320	3,20 1975
Хлористый апа-			
титъ . . .	$\cdot \text{CaCl} + 3\text{Ca}^3\ddot{\text{P}}$	6529	3,225 2027
Пироморфитъ .	$\text{PbCl} + 3\text{Pb}^3\ddot{\text{P}}$	16669	7,025 2373
Миметезитъ .	$\text{PbCl} + 3\text{Pb}^3\ddot{\text{As}}$	18313	7,204 2542
Цинковый купо-			
рось . . .	$\text{Zn}\ddot{\text{S}} + 7\text{H}$	1793	2,036 886
Горькая соль .	$\text{Mg}\ddot{\text{S}} + 7\text{H}$	1540	1,751 879
Мѣдный ку-			
порось . . .	$\text{Cu}\ddot{\text{S}} + 5\text{H}$	1567	2,25 696
Марганцевый ку-			
порось . . .	$\text{Mn}\ddot{\text{S}} + 5\text{H}$	1517	2,08 729
Хромовые квас-			
цы . . .	$\text{K}\ddot{\text{S}} + \ddot{\text{Cr}}\ddot{\text{S}}^3 + 24\text{H}$	6274	1,848 3395
Поташные квас-			
цы . . .	$\text{K}\ddot{\text{S}} + \ddot{\text{Al}}\ddot{\text{S}}^3 + 24\text{H}$	5931	1,724 3438
Амміачные квас-			
цы . . .	$\text{Am}\ddot{\text{S}} + \ddot{\text{Al}}\ddot{\text{S}}^3 + 24\text{H}$	5667	1,626 3546
Жельзноамміач-			
ные квасцы.	$\text{Am}\ddot{\text{S}} + \ddot{\text{Fe}}\ddot{\text{S}}^3 + 24\text{H}$	6026	1,712 3519

§ 30. Разсмотрѣніе разности удѣльныхъ объемовъ приводитъ къ слѣдующимъ выводамъ: (*)

1) Два тѣла изъ цѣлаго ряда изоморфныхъ соединеній имѣютъ тѣмъ ближайшую форму угловъ, чѣмъ ближе величина удѣльныхъ объемовъ, т. е. чѣмъ меньше PO . На таблицѣ II показано нѣсколько примѣровъ, подтверждающихъ этотъ законъ.

2) Потому изоморфизмъ не есть свойство абсолютное, безусловное. Нельзя прямо сказать, что два тѣла изоморфны въ такой же степени, какъ два другія. Степень изоморфности или близость изоморфизма опредѣляется близостію удѣльныхъ объемовъ, т. е. величиною PO и разностію въ отношеніи угловъ или отношенія осей. Напримѣръ, разность удѣльныхъ объемовъ для $\ddot{A}s$ и $\ddot{S}b = 0$, для $\ddot{C}r$ и $\ddot{F}e = 0,0108$, для $\ddot{S}n$ и $\ddot{F}e = 0,095$, для $\ddot{F}e$ и $\ddot{F}e \ddot{T}i$ (т. е. для ильменита) $= 0,068$, для $Mg\ddot{A}l$ и $\ddot{F}e\ddot{F}e = 0,071$, для $\ddot{K}\ddot{S}$ и $\ddot{K}\ddot{C}r = 0,095$, для $\ddot{C}uS$ и $(\ddot{C}u, Ag)S = 0,200$, для $\ddot{Z}n\ddot{C}$ и $\ddot{C}a\ddot{C} = 0,269$, для $\ddot{C}a\ddot{C}$ (аррагонитъ) и $\ddot{B}a\ddot{C}$ (витеритъ) $= 0,528$. Последняя разность есть наибольшая изъ наблюденныхъ.

3) Разность между удѣльными объемами изоморфныхъ тѣлъ происходитъ, вѣроятно, отъ того, что величины относительнаго вѣса взяты не при соотвѣствующихъ температурахъ. Вѣроятно, что удѣльные

(*) Pogg. Ann. 1841, Bd. LIII, p. 446. Н. Корр. объ изоморфизмѣ соотвѣствующихъ соединеній безъ изоморфизма составныхъ частей.

объемы многихъ изъ изоморфныхъ тѣлъ будутъ совершенно равны, если сравнить ихъ при точкѣ плавленія, кипѣнія или можетъ быть при другихъ температурахъ, постоянныхъ для каждаго тѣла.

4) Весьма часто незначительность ρ_0 не показываетъ изоморфизма, въ особенности въ отношеніи къ тѣламъ диморфнымъ. Напримѣръ, разность удѣльныхъ объемовъ между аррагонитомъ и известковымъ шпатомъ равна не болѣе 0,0079, тогда какъ между известковымъ и цинковымъ шпатами $\rho_0 = 0,269$, т. е. почти во 100 разъ болѣе, чѣмъ между известковымъ шпатомъ и аррагонитомъ; однако послѣднія соединенія гораздо дальше по формѣ, чѣмъ первыя.

5) Разность удѣльныхъ объемовъ для диморфныхъ тѣлъ очень незначительна (таблица I). На основаніи этого опровергается то положеніе послѣдователей Мичерлиха, что разность формъ, въ случаѣ одинаковости атомнаго строенія, зависитъ отъ диморфизма и обратно, т. е. что *изоморфизмъ двухъ соединений не можетъ происходить безъ изоморфныхъ составныхъ частей*. Въ самомъ дѣлѣ, по смыслу теоріи Мичерлиха, если АВ и СВ изоморфны другъ другу, значитъ А изоморфно С. Если А изоморфно С, то ихъ удѣльные объемы должны быть довольно близки, но часто А и С, въ отдѣльномъ состояніи, не изоморфны, т. е. и ихъ формы и удѣльные объемы не сходственны. Такъ, оловянный камень (γ Об. = 135) изоморфенъ рутилу (γ . Об = 120), а между тѣмъ

олово (У. Об. = 101) вовсе не изоморфно титану (У. Об. = 56). Въ такомъ случаѣ, говорятъ послѣдователи Мичерлиха, изоморфизмъ окисей произошелъ отъ того, что оба металла или одинъ изъ нихъ вошелъ въ соединеніе не въ томъ состояніи, въ какомъ были въ отдѣльномъ состояніи: они *измѣнились*. Тотъ металлъ (или вообще какое другое тѣло), который находится въ соединеніи, *диморфенъ* тому металлу, который находится въ отдѣльномъ видѣ. Такимъ образомъ A въ соединеніи не равенъ A_1 въ отдѣльности, или на примѣръ: титанъ рутила не есть тотъ титанъ, который мы знаемъ въ отдѣльномъ состояніи (также и олово), но диморфенъ ему. Следовательно, A и A_1 диморфны другъ другу, а можетъ быть C и C_1 (т. е. C въ BC и C въ отдѣльности) также диморфны другъ другу. Разность объемовъ между A_1 и $C_1 = M$, довольно значительной величины по нашему предположенію (на примѣръ разность между Sn и Ti), но разность между A и C должна быть очень мала, потому что CB и AB изоморфны и ихъ изоморфизмъ зависитъ отъ изоморфизма (по мнѣнію Мичерлиха) A и C . Но разность между A и C не можетъ быть $= m$, т. е. не можетъ быть очень малою (какъ требуетъ ихъ изоморфность, потому что A и C диморфны A_1 и C_1 , а опытъ показалъ, что разность объемовъ диморфныхъ тѣлъ очень мала. И такъ, если Р. Об. $A - A_1 = m_1$ (малой величины) и Р. Об. $C - C_1 = m_2$ (также малой величины), и притомъ $A_1 - C_1$

$\approx M$ (большой величинѣ), то $A - C = M + m_1 - m_2$, т. е. также довольно значительной величинѣ. Следовательно A и C не изоморфны, или A_1 не диморфно A и C_1 не диморфно C . Такъ какъ скорѣе можно принять последнее предположеніе, чѣмъ первое, то и должно думать, что при соединеніи съ тѣлами часто происходятъ *измѣненія*, болѣе существенныя, чѣмъ *диморфизмъ*, и притомъ можно полагать, что *изоморфизмъ двухъ соединеній можетъ происходить и для изоморфизма составныхъ частей*. Вообще третій или четвертый (18 параграфъ) изъ законовъ Мичерлиха долженъ быть уничтоженъ. Третій законъ впрочемъ, кажется, вѣроятнѣе четвертаго.

б) Несомнѣнно, что многія тѣла, вовсе не изоморфныя между собою (въ отдѣльномъ состояніи), могутъ быть изоморфами (7 параграфъ), т. е. образовывать изоморфныя соединенія. Олово вовсе не изоморфно титану, потому что разность объемовъ обоихъ тѣлъ $\approx 0,57$ (*), а между тѣмъ окиси ихъ изоморфны по кристаллической формѣ и разность объемовъ рутила и оловяннаго камня равна не болѣе, какъ 0,03. Серебро, не изоморфное натрію ($P. O. = 0,77$) образуетъ съ хлоромъ соединеніе, изоморфное хлори-

(*) Наибольшая $P. O.$ между тѣлами самыми разнородными по U . Об., т. е. между углеродомъ и калиемъ, не болѣе 1,8; тогда какъ разность, напримѣръ, между желѣзомъ и мышьякомъ, не болѣе, 1,1, а обыкновенно $P. O.$ для простыхъ тѣлъ менѣе.

стому натрію и для двухъ послѣднихъ соединеній разность объемовъ равна только 0,015; сѣрнокислыя соли обонхъ металловъ также изоморфны, хотя окиси (AgO и NaO) ихъ и неизоморфны. Коппъ полагаеъ, что существуютъ три причины изоморфности соотвѣтствующихъ соединеній (AB и AC) безъ изоморфности составныхъ частей: А) Оба тѣла (B и C) или одно изъ нихъ, при соединеніи, измѣнили свой объемъ; напр. при образованіи NaCl , Na уменьшилъ свой объемъ вдвое, такъ что разность между $\frac{1}{2}$ У. Об. Na и У. Об. Ag сдѣлалась равною 0,1001, а въ соединеніи съ хлоромъ еще меньше, т. е. 0,03; тоже самое произошло почти во всѣхъ соединеніяхъ калия и натрія, но здѣсь ежался уже болѣе калий, чѣмъ натрій. В) Отъ того, что одноименное тѣло (A) въ обонхъ соединеніяхъ вошло съ одинаковымъ объемомъ; напр. $\ddot{\text{Sn}}$ изоморфно $\ddot{\text{Ti}}$, потому что У. Об. кислорода въ первомъ = 16, а во второмъ 32. Въ самомъ дѣлѣ У. Об. $\ddot{\text{Ti}}$ = 56 и кислорода 32; а по правилу Коппа (сходному съ правиломъ Шредера) удѣльный объемъ соединенія равенъ суммѣ объемовъ составныхъ частей: выходитъ У. Об. $\ddot{\text{Ti}}$ = 56 + 2(32) = 120, что равно У. Об. рутила. Также У. Об. Sn = 101, слѣдовательно У. Об. $\ddot{\text{Sn}}$ = 101 + 2(16) = 133, что также весьма близко къ дѣйствительности (У. Об. $\ddot{\text{Sn}}$ = 135, а $\ddot{\text{Ti}}$ 120, табл. I). С) Третій случай изоморфизма соединеній безъ изоморфности составныхъ веществъ зависить только отъ то-

го, что удѣльный объемъ соединенийъ значительно больше У. Об. отдѣльно взятыхъ веществъ; напримѣръ Zn и Ni не изоморфны, но $Zn\ddot{S}+7H$ и $Ni\ddot{S}+7H$ изоморфны. Для металловъ Р. О.=0,274, а для солей только 0,016.

7) Во всей силѣ проявляется и противный предъидущему законъ, т. е. изоморфность составныхъ веществъ безъ изоморфизма соединенийъ; напр. мѣдь изоморфна съ желѣзомъ, кобальтомъ и никкелемъ, однако большая часть ихъ соединенийъ не изоморфны; титанъ, цинкъ и платина изоморфны, но въ ихъ соединенияхъ нѣтъ никакого сходства. Причины очевидно могутъ быть три, какъ и при предъидущемъ явленіи.

ТАБЛИЦА II.

Для показанія согласованія, существующаго между разностию удѣльныхъ объемовъ и разностию кристаллическихъ формъ.

У. Об. Кристаллическая форма.

}	Свинцовый купоросъ	PbS 304	∞P 105° 43'	P∞ 75° 35'
	Тяжелый шпатъ	Ba \ddot{S} 522	∞P 101° 42'	P∞ 74° 35'
	Целестинъ	Sr \ddot{S} 299	∞P 104° —	P∞ 75° 40'
	Корундъ	Al 184	R 86° 4'	
	Желѣзный блескъ Fe 191	R 86°		

Пироморф.	$PbCl + 3Pb^{5}P$	2575	P	80° 44'
Миметезитъ .	$PbCl + 3Pb^{5}As$	2543	P	81° 47'
Апатитъ . .	$CaCl + 3Ca^{3}P$	2027	P	80° 20'
Апатитъ . .	$CaF + 3Ca^{3}P$	1975	P	80° 37' (*)

Цинковый

шпатель $Zn\ddot{C}$ 176 Ось $a \approx 0,80708$ R 107° 40'

Горькоземи-

стый шпатель $Mg\ddot{C}$ 181 $a \approx 0,81165$ R 107° 25'

Мезитивъ

шпатель $FeMg\ddot{C}$ 186 $a \approx 0,81498$ R 107° 14'

Пистоме-

зитель $2Fe\ddot{C} + Mg\ddot{C}$ 178 $a \approx 0,81502$ R 107° 13'

Желѣзный

шпатель $Fe\ddot{C}$ 189 $a \approx 0,81926$ R 107° 0'

Марганцевый

шпатель $Mn\ddot{C}$ 202 $a \approx 0,82182$ R 106° 51' (**)

Горькій

шпатель $CaMg\ddot{C}$ 200 $a \approx 0,83312$ R 106° 15' (***)

Известковый

шпатель $Ca\ddot{C}$ 229 $a \approx 0,85440$ R 105° 5'

(*) По замѣчанію Кокшарова (Матеріалы для Минералогіи Россіи. I, 331), форма хлоръ и фторъ апатитовъ различается даже тогда, когда примѣсь хлора очень мала на нѣсколько минутъ, особенно въ наклоненіи пинакоида къ пирамидѣ.

(**) 107° 20' по Бертъе, а $Mg\ddot{C}$ по Маршану и Шереру 108° 28'.

(***) Раммельсбергъ, и еще прежде его Бѣдавъ, замѣча-

{ Сюрьмян. кр. сер. р. $3\text{AgS}, \text{SbS}_3$ 1183 R $108^\circ 18'$
 { Мышьяк. крас. сер. р. $3\text{AgS}, \text{AsS}_3$ 1115 R $107^\circ 48'$

{ Рутиль . . . Ti 120 P $84^\circ 40'$ P $_\infty$ $65^\circ 34'$
 { Оловянный кам. Sn 135 P $87^\circ 5'$ P $_\infty$ $67^\circ 50'$

{ Хромовок. кали . . . KCr — ∞ P $111^\circ 10'$
 { Сѣрноокисл. кали . . . KS 414 ∞ P $112^\circ 22'$
 { Селеновокислое кали KSe — ∞ P $111^\circ 48'$
 { Сѣрнокислый амміякъ AmS — ∞ P $111^\circ 15'$

Цинко-

вый ку-

порось $\text{ZnS} + 7\text{H}$ 886 монок. $a : b : c = 0,98 : 0,56$

Горькая

соль $\text{MgS} + 7\text{H}$ 879 монок. $a : b : c = 0,99 : 0,57$

еть, что формула и уголъ этого шпата стоитъ въ среднѣ между известковымъ и горькоземистымъ шпатами, $\frac{107^\circ 23' + 105^\circ 5'}{2} = 106^\circ 15'$. Замѣтимъ, что У. Об. находится въ такомъ же отношеніи $\frac{181 + 229}{2} = 205$, что очевъ близко къ 200. Притомъ въ опредѣленіи удѣльныхъ вѣсовъ легко могла вкратъся маленькая ошибка.

Вите-
ритель ВаС 287 а: b: c = 0,741:1:0,595 ∞ P 118° 30'

Строн-
ція-

нитель SrС 256 а: b: c = 0,724:1:0,609 ∞ P 117° 16'

Бѣлая

свинц.

руда PbС 260 а: b: c = 0,724:1:0,610 ∞ P 117° 14' (*)

Араго-

нитъ СаС 212 а: b: c = 0,721:1:0,622 ∞ P 116° 16'

Шелитъ . СаW 301 квадратная P 112° 4'

Желтая свин-

цов. руда PbMo 344 P 131° 35'

Шелевая

свин. руда PbW 361 P 131° 30'

§ 31. Такимъ образомъ опровергнуты два положенія Мичерлиха и въ смыслѣ атомистической теоріи *изоморфизмъ* сталъ сходствомъ формъ, по пригипъ *одинаковости атомнаго строенія и одинаковости объема атомныхъ атмосферъ.*

§ 32. Такъ какъ число атомовъ обратно пропор-

(*) Наибольшая близость между формами этихъ изоморфовъ существуетъ для стронціанита и бѣлой свинцовой руды. Ихъ У. Об. стоятъ также очень близко. Замѣтимъ здѣсь, что многія формы изоморфныхъ тѣлъ, получаемыхъ искусственно, недостаточно изучены, а часто мы незнаемъ ихъ удѣльнаго вѣса.

ціонально об'єму, принадлежащему каждому атому или удѣльному об'єму, то число атомовъ

$$rA = \frac{1}{y \cdot \text{Об.}} = \frac{\Delta}{\pi},$$

а потому изоморфизмъ зависитъ и отъ сходства числа атомовъ, заключенныхъ въ равныхъ об'ємахъ изоморфныхъ тѣлъ. Леопольдъ Гмелинъ въ такомъ видѣ предлагаетъ законъ Коппа. Потому причина изоморфизма изъясняется и одинаковостію числа атомовъ въ равныхъ об'ємахъ тѣлъ изоморфныхъ.

§ 33. При опредѣленіи удѣльнаго об'єма весьма важно обращать вниманіе на однообразность формулъ сравниваемыхъ тѣлъ. Такъ, если сравнивать удѣльные об'ємы известковаго шпата ($\text{Ca}\ddot{\text{C}}$) и мезитинъ шпата ($\text{Fe}\ddot{\text{C}} + \text{Mg}\ddot{\text{C}}$), т. е. 231 и 372, то очевидно, что мы не придемъ ни къ какому результату, не отыщемъ сходства. Должно выразить формулу мезитинъ шпата чрезъ $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{Fe} \\ \frac{1}{2} \text{Mg} \end{array} \right\} \ddot{\text{C}}$ или просто $\overline{\text{MgFe}}\ddot{\text{C}}$ и тогда его У. Об. будетъ равенъ 186 и Р. Об. для обоихъ шпатовъ будетъ незначителенъ.

§ 34. Всѣ предъидущія явленія изоморфизма во всей силѣ подчиняются двумъ законамъ: закону равнаго числа атомовъ, одинаково совокупленныхъ (законъ Мичерлиха), и закону сходства удѣльныхъ об'ємовъ (законъ Коппа). Такимъ образомъ выводится зависимость кристаллической формы, какъ отъ стехіометрической

формулы (*), такъ и отъ удѣльнаго объема, а потому сравнивая два тѣла, мы можемъ встрѣтить только восемь случаевъ:

Кристаллическая формула.	Стехиометрическая формула.	Удѣльный объемъ.
1. Одинаковая (§ 14)	одинаковая	одинаковый (§ 29)
2. Одинаковая	одинаковая	разный
3. Одинаковая	разная	одинаковый
4. Одинаковая	разная	разный
5. Разная	одинаковая	одинаковый
6. Разная	одинаковая	разный
7. Разная	разная	одинаковый
8. Разная	разная	разный

} для обоихъ тѣлъ.

§ 35. *Первый* случай представляетъ полное согласіе, какое только можетъ существовать между двумя различными тѣлами: такія тѣла изоморфны въ тѣсномъ смыслѣ этого слова, потому что для нихъ и кристаллическія формы и удѣльные объемы одинаковы, равно какъ и химическій составъ ихъ сходственъ. Коппъ далъ этому отдѣлу тѣлъ прекрасное названіе *изотомовъ*, или тѣлъ изотомныхъ, т. е. равносоставленныхъ или равночастныхъ, отъ *ἴσος* равный и *τόμος* часть, отъ *τέμνω* разсѣкаю, дѣлю на части.

(*) Т. е. отъ общей химической формулы, показывающей, конечно условно, число атомовъ и ихъ расположенія; на примѣръ $R\bar{S}$ есть стехиометрическая формула. Она отлична отъ элементарной эмпирической формулы; на примѣръ эмпирическая формула мезитинъ шпата $Fe, Mg, 2C_6O$, а стехиометрическая $R\bar{C}$ или $\overline{MgFe} \bar{C}$ и друг. (§ 9).

Напримѣръ желѣзо, никкель, кобальтъ, сюрма и висмутъ, PbS и $PbSe$, рутиль и оловянный камень, стронціанитъ и бѣлая свинцовая руда, цинковый и магнистый шпаты, квасцы и друг. сугь изотомы. Вообще изотомы довольно рѣдки.

Второй случай можетъ быть довольно обыкновененъ, а можетъ быть и вовсе не существуетъ. Для примѣра, укажемъ рядъ галоидныхъ солей правильной системы (таб. I.) $NaCl$, $KaCl$, $AgCl$, $AgBr$, $AmCl$, KJ , KBr . Впрочемъ, можетъ быть эти тѣла въ дѣйствительности и неизоморфны, хотя мы и считаемъ ихъ изоморфными, а рѣшить это очень трудно, потому что они принадлежатъ къ правильной системѣ. Есть примѣры болѣе яркіе, напр. $K\ddot{N}$ и $Na\ddot{N}$, As и Sb и др., но и здѣсь разность объемовъ часто изъясняется или различіемъ въ строеніи, или разностію иныхъ физическихъ условій.

Примѣры *третьяго* случая болѣе рѣдки и уже чисто случайны. Сюда принадлежатъ, напр., свинець (114) и окись кадмія (115), серебро и марганцевый блескъ и друг.

Четвертый разрядъ тѣлъ, обладающихъ тождественною кристаллическою формою, но различными Уд.Об. и химическими формулами, довольно обширенъ, потому прилагаю особую таблицу, гдѣ собраны болѣе извѣстные примѣры (таб. III).

ТАБЛИЦА III.

ПРИМѢРЫ ГОМЕОМОРФИЗМА.

	най.	У. В.	У. Об.	Характеръ кристаллографическій.
Гриннокитъ	CdS 689	4,85	144	Ось $a=0,81438$, $pb\frac{1}{2}$ $104^\circ 52'$, $mb\frac{1}{2}$ $155^\circ 10'$, pm 90° .
Иодистое серебро	AgJ 2936	5,50	554	Ось $a=0,81438$, $pb\frac{1}{2}$ 105° , $mb\frac{1}{2}$ 152° , pm 90° .
Глауберитъ	NaS+CaS 1741	2,7	645	моноклин. $C=68^\circ 16'$, P 116° , ∞P $83^\circ 20'$.
Авгитъ	R ⁵ Si ² —	—	654 (т. I.)	$C=74^\circ$ ∞P $87^\circ 6'$, P $120^\circ 29'$.
Сода	NaC+10H 1790	1,45	1241	$C=57^\circ 40'$ ∞P $79^\circ 41'$.
Глауберова соль	NaS+10H 2015	1,52	1326	$C=72^\circ 15'$ P $93^\circ 12'$, ∞P $86^\circ 31'$.
Бура	NaB ² +10H 2387	1,69	1412	$C=73^\circ 50'$ P 120° ∞P 87° .
Аррагонитъ	CaC 626	2,97	212	∞P $116^\circ 16'$ P_∞ $108^\circ 27'$
Селитра	KN 1246	2,13	593	∞P 119° , P_∞ 110° .
Бурнонитъ	3(Cu,2Pb)SbS ⁵ 6494	5,8	1119	∞P $93^\circ 40'$ P_∞ $96^\circ 31'$.
Известковый шпатель	CaC 626	2,735	229	R $105^\circ 5'$
Кубическая селитра	NaN 1065	2,26	470	R $106^\circ 30'$
Калистая селитра (*)	KN 1264	2,13 (P)	593	R $106^\circ 36'$
Красная сереб. руд.	3AgS,SbS ₃ 6860	5,80	1183	R $108^\circ 18'$
Браунитъ (**).	Mn 990	4,8	206	} квадратной. системы.
Мѣдный колчеданъ	CuS,FeS ₃ 2293	4,2	546	
Тяжелый шпатель	BaS 1436	4,51	322	} ромбической системы.
Марганцовокислое кали	KMn —	—	—	
Хлорнокислое кали	KCl —	—	—	

(*) Frankenheim, Pogg. Ann. XL, 447.

(**) Рядъ гомеоморфовъ можно видѣть въ Sillim. Amer. Jour. (2) XVII р. 210. Сходство ихъ формъ доказалъ Дана; на примѣръ, брауниту гомеоморфны: ромеитъ (R³Sb)Sb, пдокразъ (R³Si+R³Si), перазитъ (PbCl+PbC) и халитъ (3NaF + 2Al²F³).

Сернокислое кали	$K\ddot{S}$	1089	2,6	419	} ромбическ. ∞P 120° 24'
Марганцовистокислое кали	$K\ddot{Mn}$	—	—	—	
Маскагнитъ	$H^4N \ddot{S} + H$	937	1,7	551	Ромб. ∞P 107° 40'
Сернокислый натръ	$Na\ddot{S}$	—	—	—	} ромбической системы.
Марганцовокислый баритъ	$Ba\ddot{Mn}$	—	—	—	
Сюрмяной блескъ	SbS_3	2215	4,63	478	ромбическ. ∞P 90° 45'
Горькая соль	$Mg\ddot{S} + 7H$	1540	1,7	906	ромбическ. ∞P 90° 38'
Сѣра	S	200	1,957	102	} ромбической системы.
Кислое сернокислое кали	$KH\ddot{S}^2$	—	—	—	
Полевой шпатъ	$K\ddot{Si} + Al\ddot{Si}^3$	3545	2,55	1389	} ромбической системы.
Свинцовый блескъ	PbS	1494	7,40	202	
Полусѣрнистая мѣдь	CuS	992	5,6 (?)	177	} правильной системы.
Серебряный блескъ	AgS	1550	7,21	215	
Купропаумбитъ	$CuS + 2PbS$	3980	6,42	620	} ромбической системы.
Желѣзный колчеданъ	FeS_2	750	5,0	150	
Осмистый иридій	$IrOs$	2477	19,43	128	гексагональной P . 124°.
Магнитный колчеданъ	$6FeS + FeS_2$	4050	4,55	890	— P . 127°.
Мѣдный блескъ	CuS	992	5,6	177	} совершенно изоморфны.
Серебряно-мѣдный блескъ	$CuS + AgS$	2542	6,25	407	
Корундъ	Al	642	5,54	184	R 86° 4'
Ильменитъ	$Fe\ddot{Ti}$	592	4,68	203	} R ось 85° 40' до 86° 10'
Титанистое желѣзо (*)	$Ti_5\ddot{Fe}$	3906	4,95	799	
Титанистое желѣзо	$Ti_6\ddot{Fe}$	6908	4,78	1445	} R 86°
Красный желѣзнякъ	\ddot{Fe}	1001	5,24	191	
Вивіанитъ	$Fe^5\ddot{P} + 8H$	3143	2,65	1185	моноклиноедрич. P 119° 4'
Кобальтовые цвѣты	$Co^5\ddot{As} + 6H$	3532	2,95	1197	— P 118° 23'

(*) Титанистое желѣзо содержитъ вообще $x \ddot{Ti} + y \ddot{Fe}$. Если x и $y = 1$, то получится $\ddot{Ti} + \ddot{Fe}$, что равно $Fe\ddot{Ti}$

$\bar{R}^2\bar{Si}$ по опредѣленію	1981	3,74	530	формы ставролитовъ.
$\bar{R}^3\bar{Si}^2$	2277	3,66	895	
$\bar{R}^5\bar{Si}^4$ Раммельсберга	5819	3,55	1639	
$\bar{R}^3\bar{Si}^2 + 3\bar{R}\bar{Si}$ различные виды	5475—5553	3,05	1808	совершенно одноформенные, т. е. ромбоэдръ ихъ имѣетъ конечные углы всегда $135^\circ 26'$.
$\bar{R}^3\bar{Si}^2 + 4\bar{R}\bar{Si}$ турмалина, по	6747—7076	3,1	2217	
$\bar{R}^3\bar{Si}^2 + 6\bar{R}\bar{Si}$ опредѣленію Рам-	9437—9752	3,2	3015	
$\bar{R}\bar{Si} + 3\bar{R}\bar{Si}$ мельсберга, (Pogg.	4488—4675	3,08	1464	
$\bar{R}\bar{Si} + 4\bar{R}\bar{Si}$ Ann. T. 81—32 p.)	5607—5639	3,04	1850	
Железный колчеданъ . FeS_2	750	5,0	150	правильной системы.
Spreiskobalt $CoAs$	1308	6,6	198	
Мышьяков. колчеданъ $FeS^2 + FeAs$	2039	6,1	534	ромбическая $\infty P 111^\circ 50'$ $\bar{P}\infty 53^\circ 22'$ $\infty P 106^\circ 36'$ $\bar{P}\infty 64^\circ$.
Маркезитъ FeS_2	750	4,7	159	
Сѣрнистый никкель . . . NiS	570	5,4	105	
Купферниккель Ni^2As	1679	7,2	233	гексагональной системы.
Фенакитъ (*) $\bar{Be}\bar{Si}$	941	3,00	313	
Виллемитъ $Zn^5\bar{Si}$	2098	4,15	507	$R=116^\circ 40'$
Эвклазъ $(\bar{Al}\bar{Be})^4\bar{Si}^3$	3855	3,05	1264	$R=118^\circ 30'$
Датолитъ . $Ca^5\bar{Si} + 3Ca\bar{B} + 3H\bar{Si}$	6046	3,0	2015	$1:1=114^\circ 50'$ $a:b:c=0,49:1:1,48$
Бериллъ $(\bar{Be} + \bar{Al})\bar{Si}^2$	1411	2,70	522	$1:1=115^\circ 26'$ $a:b:c=0,50:1:1,58$
Пиросмалитъ ————	—	3,1	—	$o:1=150^\circ 3'$ $o:2=150^\circ 57'$
Евдіалитъ $Zr^3\bar{Si}^2 + 2R^3\bar{Si}^2$	7114	2,9	2455	$o:1=148^\circ 30'$ $o:2=129^\circ 3'$
Диоптазъ $Cu^5\bar{Si}^2 + 3H$	2978	3,3	902	$o:1=148^\circ 38'$ $o:2=129^\circ 4'$
				$1:1=148^\circ 38'$ $o:2=129^\circ 21'$

(*) Гомеоморфизмъ всѣхъ остальныхъ соединеній доказалъ Дана. Я привожу его способъ обозначенія кристаллическихъ формъ, потому что его знаковъ иногда я не могъ перевести на знаки Наумана, употребляемые мною.

Киноварь	HgS	1450	8,1	179	$o : \frac{1}{2} = 146^\circ 32'$	$R = 92^\circ 36'$	$o : 1 = 127^\circ 6'$	гексагональной системы.
Кварцъ	Si	577	2,7	213	$o : \frac{1}{2} = 147^\circ 25'$	$R = 94^\circ 15'$	$o : 1 = 128^\circ 13'$	
Сузаннитъ	PbS + 3PbC	6905	6,55 (*)	105	$o : \frac{1}{2} = 147^\circ 27'$	$R = - - -$	$o : 1 = 128^\circ 5'$	
Магнитный колчеданъ	6FeS + FrS ₂	4050	4,55	890	$o : 1 = 155^\circ 16'$	$o : \frac{1}{2} = 153^\circ 39'$		
Греноклитъ	CdS	689	4,85	144	$o : 1 = 136^\circ 24'$	$o : \frac{1}{2} = 154^\circ 32'$		
Сърнистый никкель	NiS	570	5,4	105	$o : 1 = 135^\circ 15'$	$o : \frac{1}{2} = 153^\circ 38'$		
Купферниккель	Ni4AS	1679	7,2	233	$o : 1 = 136^\circ 35'$	$o : \frac{1}{2} = 154^\circ 41'$		
Нефелинъ	NaK ⁹ Si + 2AlSi	4011	2,61	1536	$o : 1 = 136^\circ$	$o : \frac{1}{2} = 154^\circ 13'$		
Топазъ	AlSi(F=O)	1300	3,5	371	$1 : 1 = 124^\circ 19'$	$a : b : c = 0,90 : 1 : 1,89$	Ромбической системы.	
Андалузитъ	Al ⁵ Si ²	3074	3,15	977	$1 : 1 = 127^\circ 28' (?)$	$- - - = 0,95 : 1 : 2,03$		
Ставролитъ	Al ² Si	1857	3,7	501	$1 : 1 = 128^\circ 42'$	$- - - = 0,97 : 1 : 2,08$		
Дискорзитъ	Ag ² Sb	3312	—	—	$1 : 1 = 119^\circ 59'$	$o : 1 e = 130^\circ 41'$	ромбической системы.	
Аррагонитъ	CaC	626	2,97	212	$1 : 1 = 116^\circ 10'$	$o : 1 e = 130^\circ 50'$		

(*) Материалы для Минералогии Россіи. Кокшарова I, 96.

§ 36. Первые четыре случая отношенія формы и состава представляют подобіе формы обоихъ сравниваемыхъ тѣлъ, и потому такія тѣла носятъ названіе *изоморфовъ*, въ обширномъ смыслѣ (Коппъ); всѣ остальные представляютъ тѣла съ различными формами. Такія тѣла Коппъ называлъ *анизоморфами* или тѣлами разноформенными, разновидными, отъ *ἀνισος* неравный и *μορφή* видъ. Изоморфизмъ во всѣхъ случаяхъ, кромѣ изотоміи (перваго случая), получилъ отъ Коппа названіе *гомеоморфизма* (*) (т. е. подобности отъ *ὁμος* подобный и *μορφή* видъ). Этимъ названіемъ выражается мысль, что здѣсь существуетъ только подобіе формы, и нѣтъ истиннаго причиннаго сходства. Анизоморфизмъ также распадается на два отдѣла: къ первому относятся 5 (**)

(*) Гомеоморфизмомъ называютъ также такой изоморфизмъ, при которомъ величина угловъ не вполне, но только по приближенію одинакова. Очевидно, что такое пониманіе и различеніе несправедливо.

(**) Сюда относятся тѣла: а) диморфныя, потому что ихъ удѣльный вѣсъ, а слѣдовательно и У. Об. всегда очень сходенъ, и б) изоморфныя въ тѣсномъ смыслѣ, по крайней мѣрѣ многія, какъ потому, что Коппъ (Liebich Ann. Chimie и Pharm. II, 198) доказалъ для метамерныхъ и изомерныхъ соединеній тождества удѣльнаго вѣса при соотвѣтствующихъ температурахъ, а слѣдовательно и близость У. Об. при обыкновенной температурѣ, такъ и потому, что тѣла изоморфныя въ тѣсномъ смыслѣ имѣ-

6 (*) и 7 (**) случаи изъ приведенныхъ на нашей таблицѣ, т. е. такіе, въ которыхъ, не смотря на сходство въ составѣ или удѣльномъ объемѣ, существуетъ разность въ кристаллическихъ формахъ. Этимъ послѣднимъ явленіямъ Коппъ далъ названіе *гетероморфизма*, т. е. иноформенности, отъ ἕτερος другой и μορφή видѣ. Послѣдній (8-ой) случай *анизоморфизма* есть совершенное различіе въ формѣ, строеніи и объемѣ двухъ тѣлъ, почему они и названы Коппомъ *анизотомами*, т. е. разносоставленными (отъ ἀνισος и τέμνω рѣзать) тѣлами совершенно противоположными изотамъ.

§ 37. Такимъ образомъ восемь случаевъ отношенія двухъ тѣлъ по составу формъ и объемамъ будутъ:

- | | | |
|---|----------------|------------------------------------|
| 1 | Изотомія (***) | } изоморфизмъ въ обширномъ смыслѣ. |
| 2 | Гомеомор- | |
| 3 | физмъ. | |
| 4 | физмъ. | |

ютъ одинаковый раціональный составъ (?), т. е. и стехіометрическую формулу (§ 13, примѣчаніе).

(*) Pt и Bi, PbC̄ и ZnC̄, Mn и Ti, K̄S̄ и NaS̄, K̄N̄ и SeN̄ и много другихъ.

(**) Напримѣръ: Mn и Sn, AgI и P̄N̄, Br (У. Об. 326), NaCl (325), Ag и Ti (130) и друг. случайныя явленія, а также всѣ тѣла метамерныя, ибо они имѣютъ различныя стехіометрическія формулы и близкія У. Об. (Коппъ).

(***) Или изоморфизмъ въ тѣсномъ смыслѣ.

5	Гетеромор-	}	анизоморфизмъ.
6			
7	Физмъ		
8	Анизотомія		

По отношенію къ химическому составу, два тѣла могутъ быть химически изоморфными, изомерными и разносоставленными. Тѣла изоморфныя химически обыкновенно бываютъ изоморфны и физически.

По отношенію къ удѣльнымъ объемамъ, можно различить тѣла, имѣющія равные и различные объемы. Многіе изъ гомеоморфовъ имѣютъ различные объемы, но они становятся равными, коль скоро мы раздѣлимъ ихъ на число атомовъ соотвѣтствующихъ тѣлъ. Удѣльный объемъ, дѣленный на число атомовъ названъ Дана возстановленнымъ объемомъ. Объ немъ мы будемъ говорить подъ конецъ, какъ объ отдѣлѣ болѣе предположительномъ, а не столь достовѣрномъ, какъ то отношеніе, которое существуетъ между Уд. Об. и изоморфизмомъ. Возстановленный объемъ служитъ отчасти для изъясненія гомеоморфизма, какъ У. Об. для изъясненія изотоміи.

§ 38. Изслѣдованія Мичерлиха и Коппа вполнѣ уясняли изотомію и анизотомію—два предѣльные отношенія тѣлъ по формѣ и химическому составу. Но эти изслѣдованія или оставили безъ вниманія или отвергли гомеоморфизмъ и гетероморфизмъ, и во всякомъ случаѣ вовсе не дали объясненія этимъ явленіямъ, столь многочисленнымъ. Въ чемъ состоитъ при-

чина ихъ? отъ чего въ одномъ случаѣ форма повинуется составу, а въ другомъ нѣтъ? отъ чего тѣла, совершенно разнородныхъ составовъ, владѣютъ тождественными формами? Что за природа того могущественнаго явленія, которое называли диморфизмомъ и коему приписано столь обширное явленіе?? вопросы, прямо рождающіеся въ головѣ каждаго, обращающаго вниманіе на разбираемый нами предметъ. Не говоримъ еще о многихъ другихъ коренныхъ, прикасающихся къ этому дѣлу вопросахъ, подобныхъ вопросамъ о причинности отношеній между составомъ и формой, между формой и удѣльнымъ объемомъ (*), не говоря объ нихъ— вопросы, предложенные выше, не могли не вызвать къ дѣятельности испытующій духъ. Обширная область смѣлымъ предположеніямъ! Въ нашъ вѣкъ и эта область не осталась пустынною, ее населили и стройныя гипотезы, и игривыя затѣи фантазіи, рядомъ съ полновѣснымъ отчетомъ опыта, и

(*) Думаю, что составъ имѣетъ вліяніе на форму на столько, на сколько выражается въ удѣльномъ объемѣ. Въ самомъ дѣлѣ, несомнѣнно, что разнообразнѣйшія по составу тѣла принадлежатъ къ одной системѣ и слѣд. сходны по формѣ. Съ другой стороны, объемъ и форма несомнѣнно зависятъ другъ отъ друга болѣе, чѣмъ составъ и форма, по крайней мѣрѣ для предметовъ видимаго міра. Но какъ бы то ни было, неестественно опредѣляться формѣ одними объемомъ, да содержаніемъ; условія ея безспорно болѣе сложны, а въ чемъ состоятъ она, —мы и не предвидимъ.

высокія размышленія, и шаткія бредни. Прошу позволить представить вамъ нѣсколько жильцовъ этой области, жильцовъ болѣе солидныхъ, пользующихся большимъ авторитетомъ.

§ 39. Первый взглядъ, брошенный на таблицу гомеоморфныхъ тѣлъ (III таблица), замѣчаетъ въ ней рядъ соединений, отличающихся по составу только двойственностію числа аевъ соотвѣствующихъ тѣлъ. Раземотримъ нѣсколько примѣровъ этого.

§ 40. Есть цѣлый рядъ соединений, гдѣ два ая съры замѣняютъ одинъ ая мышьяка или сюрмы, безъ измѣненія формы, или входятъ въ изоморфныя смѣсн. Вотъ часть этого ряда:

Сѣристый никкель NiS (Haarkies) купферниккель (Kupfernickel) Ni₂As₂

Желѣзный колчеданъ FeS₂ и шейсовый кобальтъ (Speis-Kobalt) CoAs.

Кобальтовый блескъ Co $\left\{ \begin{array}{l} \text{As} \\ \text{S}_2 \end{array} \right.$ или CoS₂+CoAs.

Никкелевый блескъ Ni $\left\{ \begin{array}{l} \text{As} \\ \text{S}_2 \end{array} \right.$ или NiS₂+NiAs.

Сюрмяной никкелевый блескъ Ni $\left\{ \begin{array}{l} \text{Sb} \text{ NiS}_2 + \\ \text{S}_2 \text{ NiSb.} \end{array} \right.$ или

Мышьяковистый колчеданъ $\left\{ \begin{array}{l} \text{As} \text{ и марказитъ FeS}_2 \\ \text{Fe} \\ \text{S}_2 \end{array} \right.$

и многія другія соединенія того же класса. Въ этихъ примѣрахъ или S_2 замѣняется As , какъ изоморфная примѣсь, или металлы соединяются съ обоими тѣлами отдѣльно, но во всякомъ случаѣ эти примѣры противорѣчатъ закону Мичерлиха: въ нихъ не ровное число атомовъ замѣщаетъ другъ друга. Для того, чтобы примирить данное явленіе съ закономъ Мичерлиха, Берцелиусъ, и съ нимъ многіе, говорятъ, что пай As и Sb состоитъ изъ двухъ атомовъ. Къ тому же заключенію приводятъ сравненія удѣльной теплоемкости мышьяка, сурьмы и фосфора, и объемовъ паровъ сѣры и фосфора (удѣльные объемы паровъ). Сдѣлавши положеніе, что пай мышьяка состоитъ изъ двухъ атомовъ, а пай сѣры изъ одного атома, мы увидимъ полную симметрію въ ряду вышеприведенныхъ соединеній: Ni_2As превратится въ Ni_2As_2 или Ni^vAs (*), и тогда представитъ совершенное сходство по стехиометрической формулѣ съ NiS или Ni^vS (ибо $S = {}^vS$); $Fe \left\{ \begin{array}{l} {}^vAs_2 \\ {}^vS_2 \end{array} \right.$ и Fe^vS_2 и такъ

дальше.

(*) vAs означаетъ пай, принятый по соображенію удѣльныхъ объемовъ (паровъ и твердыхъ тѣлъ) въ противоположность As_1 , который принятъ по отношенію къ вѣсу, входящему въ соединеніе: $As = 2{}^vAs$ или ${}^vAs = \frac{1}{2} As$. Передъ объемнымъ паемъ я ставятъ букву v , чтобы показать зависимость такого пая отъ объемовъ (volum).

§ 41. Другой, не менѣе разительный примѣръ представляетъ изоморфія полусѣрнистой мѣди Cu_2S и сѣрнистаго серебра AgS . Каждое изъ этихъ тѣлъ диморфно и оба ихъ видоизмѣненія изоморфны другъ другу. Cu_2S является въ природѣ въ видѣ ромбическихкихъ призмъ и составляетъ мѣдный блескъ, а Мичерлихъ и Густавъ Розе получили искусственно то же самое соединеніе въ формѣ октаэдровъ правильной системы. AgS на оборотъ, составляя серебряный блескъ, одинъ изъ обыкновенныхъ минераловъ въ серебряныхъ рудникахъ, принадлежитъ правильной системѣ, а искусственно получено въ ромбической системѣ. Кромѣ этого изодиморфизма равенство кристаллическаго характера AgS и Cu_2S подтверждается полнымъ изоморфизмомъ между блесками мѣднымъ и серебряно-мѣднымъ, т. е. между Cu_2S и $\text{Cu}_2\text{S} + \text{AgS}$

или $\left. \begin{array}{l} \text{Cu}_2 \\ \text{Ag} \end{array} \right\} \text{S}$ и тѣмъ, что иногда AgS и CuS замѣняютъ другъ друга безпредѣльно, напр. въ полибазитѣ, составъ котораго, по анализамъ Генр. Розе, есть $9\text{RS} + \text{RS}_3$, гдѣ $\text{RS} = \text{Cu}_2\text{S}$ и AgS , а $\text{RS}_3 = \text{AsS}_3$ и SbS_3 . Для изъясненія этого изоморфизма предложено раздѣлить пай серебра пополамъ, чего также требуетъ разница удѣльной теплоемкости пая мѣди и серебра (*). И такъ $\text{AgS} = \frac{1}{2}\text{Ag}_2\text{S}$, что и представляетъ

(*) Теплоемкость пая есть произведеніе удѣльной теплоемкости на пай. Удѣльная теплоемкость пая $\text{Ag} = 0,05701$
Горн. Журн. Кн. VIII. 1855. 6

сходство атомнаго строения съ Cu_2S . Съ уменьшеніемъ пая серебра, должно сдѣлать тоже самое и съ паемъ натрія, съ паями аммонія и калия, потому что сѣрнокислая окись серебра $\overset{\cdot}{\text{Ag}}^2\overset{\cdot}{\text{S}}$ изоморфна съ сѣрнокислымъ натромъ. Формулу послѣдняго должно изобразить $\overset{\cdot}{\text{Na}}^2\overset{\cdot}{\text{S}}$, а натрій въ евою очередь изоморфенъ съ калиемъ, съ аммоніемъ. Пай кали потому долженъ быть равенъ $\overset{\cdot}{\text{K}}^2$ окиси аммонія $\overset{\cdot}{\text{Am}}^2$ (т. е. по Берцеліусу $\overset{\cdot}{\text{H}}_8\overset{\cdot}{\text{N}}_2$). Такимъ образомъ переходъ отъ одного тѣла къ другому заставляетъ дѣлать на 2 пай весьма многихъ тѣлъ. На основаніи подобныхъ же началъ, пай хлора и всѣхъ съ нимъ сходныхъ галондовъ дѣлится пополамъ (*). Въ самомъ дѣлѣ еще Мичерлихъ (Ann. Ch. et Phys. XXIV) доказалъ изоморфность солей марганцевой ($\overset{\cdot}{\text{Mn}}$) и хлорной ($\overset{\cdot}{\text{Cl}}$) кислотъ, т. е. ClO_7 и Mn_2O_7 .

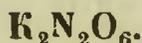
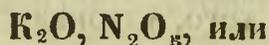
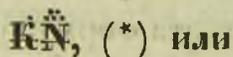
§ 42. Таковое раздѣленіе пая объясняетъ многія явленія въ изоморфизмѣ, и хотя уже давно было предложено, хотя многими отчасти и принято, но лучше всегда и въ надлежащихъ границахъ выразилось въ твореніяхъ Жерара и Лорана. Многія изслѣ-

$\times 1350 = 76,96$, т. е. вдвое почти болѣе, чѣмъ удѣльная теплоемкость пая $\text{Cu} = 0,09515 \times 396 = 37,68$.

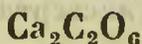
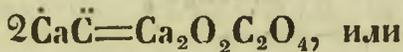
(*) Какъ въ этомъ случаѣ, такъ и во всѣхъ подобныхъ, Берцеліусъ означаетъ такой пай, перечерчивая чертой Cl, F, K, и друг., но это для насъ неудобно, ибо мы употребляемъ минералогическія формулы.

дованія этихъ знаменитыхъ химиковъ, такъ послѣдовательны и строги, что только новость и недавность введенія ихъ началъ не обратили ихъ во всеобщее употребленіе. Здѣсь не мѣсто раскрывать ихъ; но намъ еще не разъ придется упомянуть о идеяхъ Лорана и Жерара.

§ 43. Такимъ образомъ, разобранный нами отдѣль отчасти подведенъ подъ общій законъ Мичерлиха. Менѣе счастлива была попытка по отношенію къ изоморфности нѣкоторыхъ другихъ соединеній. Известно, что калистая селитра $\overset{\cdot\cdot}{\text{K}}\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}$ является въ ромбической ($\infty P=119^\circ$) и въ ромбоэдрической (какъ показывалъ Франкенгеймъ) системахъ, равно какъ и кубическая селитра $\overset{\cdot\cdot}{\text{Na}}\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}$. Эти обѣ соли въ обѣихъ видоизмѣненіяхъ изоморфны съ углекислою известью (таб. III). Основываясь на предъидущихъ изслѣдованіяхъ, дѣлать пай натрія (серебра), калия, азота и другихъ тѣлъ пополамъ, такъ что формула селитры обращается въ



Удвоивая число павъ въ углекислой извести, или взявъ два пая ея, получимъ:

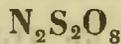


Такимъ образомъ, одинъ пай $\overset{\cdot\cdot}{\text{K}}\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}$ изоморфенъ двумъ

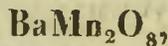
(*) Въмѣсто $\sqrt{\text{K}_2\text{O}}$, $\sqrt{\text{N}_2\text{O}_5}$.

наямъ CaS , взятымъ вмѣстѣ, потому что число, а можетъ быть строеніе (принявъ водородную теорію кислотъ) атомовъ одинаково въ одномъ сложномъ атомѣ селитры и въ двухъ сложныхъ атомахъ углекислой извести. Это объясненіе было предложено въ первый разъ Кларкомъ (*), потомъ Шавгочемъ (**). Не оспариваемъ у этой идеи остроумія, но думаемъ, что другіе способы объясненія будутъ, если не болѣе достовѣрны и утверждены опытомъ, то по крайней мѣрѣ также интересны, въ особенности потому, что въ нихъ видна та гибкость и многосторонность, какая свойственна описываемымъ нами явленіямъ природы. Вскорѣ мы скажемъ о нихъ нѣсколько словъ, а теперь остановимся пока на этомъ изъясненіи и покажемъ нѣкоторую его односторонность.

Принимая его, мы не можемъ объяснить причины изоморфизма сѣрнокислаго натра (NaS) съ марганцево-кислымъ баритомъ (BaMn), потому что удвоенный пай $\text{NaS} = \text{Na}_4\text{S}_2\text{O}_8$, а эта формула не соотвѣтствуетъ BaM_2O_8 . Напротивъ того, удвоивая простой пай NaS , получимъ



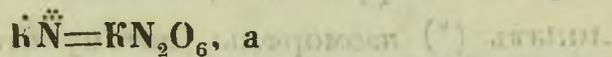
и сравнивая съ



(*) Th. Clark написалъ диссертацию: On a difficulty in isomorphism etc.

(**) Graf Franz Schaffgostsch. Poggendorff. Annalen 1839, томъ XLVIII, 335.

видимъ, что одинъ пай Ва изоморфенъ двумъ паямъ Na. Точно также:



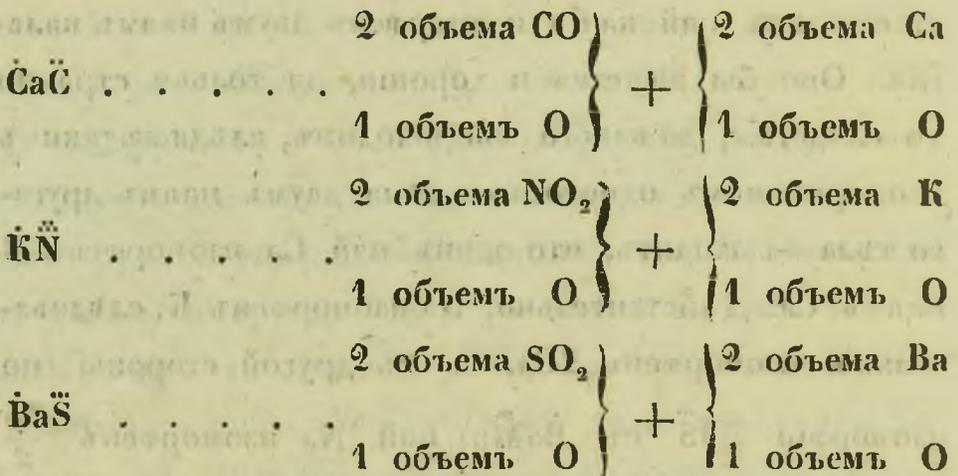
т. е. одинъ пай калия изоморфенъ двумъ паямъ кальція. Оно бы кажется и хорошо, да только странно то слѣдствіе, до какого мы доходимъ, слѣдя за такимъ изоморфизмомъ одного пая тѣла двумъ паямъ другаго тѣла—выходить, что одинъ пай Ca изоморфенъ 4 паямъ Ca. Дѣйствительно, Na изоморфенъ K, слѣдовательно изоморфенъ 2Ca, а съ другой стороны (по изоморфіи $\overset{\cdot\cdot}{\text{Na}}\overset{\cdot\cdot}{\text{S}}$ съ $\overset{\cdot\cdot}{\text{Ba}}\overset{\cdot\cdot}{\text{Mn}}$) пай Na изоморфенъ $\frac{\text{Ba}}{2}$ слѣдовательно $\frac{\text{Ca}}{2}$ (*), такъ что Na изоморфенъ 2Ca и $\frac{\text{Ca}}{2}$, и $\frac{\text{Ca}}{2}$ изоморфенъ 2Ca, или пай одного тѣла изоморфенъ четыремъ паямъ самого себя! Тоже самое можно вывести, удвоая пай $\overset{\cdot\cdot}{\text{Pb}}\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}$, для того, чтобы объяснить изоморфизмъ этой соли съ $\overset{\cdot\cdot}{\text{Pb}}\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}$. Слѣдствіе, по видимому, прямо противурѣчащее дѣйствительности. Но мы увидимъ въ идеяхъ Лорана и Жерара подтвержденіе и оправданіе этого вывода.

§ 44. Болѣе рационально и прочно, хотя не менѣе гипотетично изъясненіе Персо (**). Онъ говоритъ, что изоморфизмъ происходитъ отъ подобія объемнаго строенія тѣлъ,—иначе: тѣла изоморфны, когда они построены изъ равнаго числа объемовъ соответствующихъ,

(*) Ибо Ba изоморфенъ Ca.

(**) Pezsoz An. Ch. et Phys. XI., 113.

имѣющихъ также равное объемное строеніе. Такимъ образомъ аррагонитъ, калистая селитра и тяжелый шпатель (*) изоморфны, потому что составлены по объемамъ слѣдующимъ образомъ:

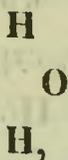


Объясненіе можетъ быть вполне справедливое, но, къ несчастію, имѣющее мало доказательствъ въ свое оправданіе, въ особенности по отношенію къ объемному образованію основаній. Важность значенія объемовъ, предъ значеніемъ состава, оправдывается взглядомъ Персо, состоящимъ въ томъ, что каждое высшее соединеніе есть окись или вообще соединеніе низшаго соединенія, какъ радикала. Такъ, сѣрная кислота есть окись сѣрнистой кислоты $(\text{SO}_2)\text{O}$, азотная кислота есть окись азотноватой кислоты $(\text{NO}_4)\text{O}$ и т. д. Притомъ въ образованіи этихъ кислотъ участвуютъ два объема радикала SO_2 или NO_4 и др. и одинъ объемъ кислорода. Предпочтеніе, данное объе-

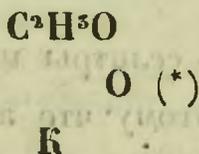
(*) Изоморфизмъ этихъ трехъ веществъ доказанъ Ко-беллемъ.

мамъ, дѣлаетъ гипотезу Персо во многихъ отношеніяхъ весьма справедливою и согласною съ природою вещей (*).

§ 45. По идеѣ Жерара, такъ великолѣпно оправдавшейся надъ образованіемъ спиртовъ и безводныхъ одноосновныхъ кислотъ, по этой идеѣ строеніе солей соотвѣтствуетъ строенію воды, такъ что означая его чрезъ



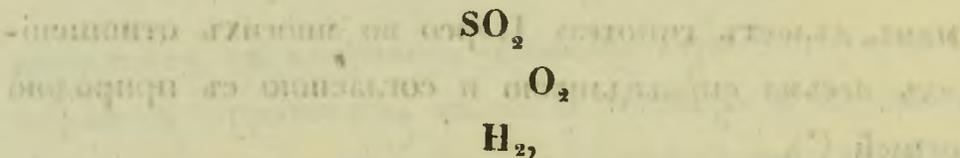
получимъ соль, когда одинъ пай водорода замѣнится радикаломъ кислоты, а другой радикаломъ основанія. Напримѣръ, уксуснокислое кали есть :



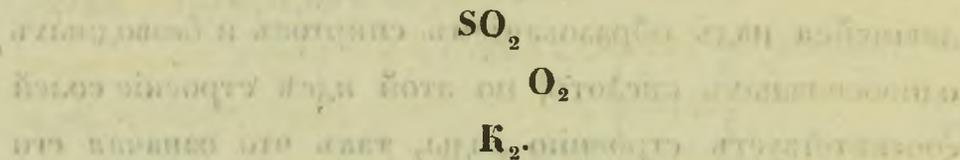
Въ двусосновныхъ кислотахъ, напр. сѣрной углекислоты (какъ доказалъ Жераръ) и др., замѣненіе производится между водородомъ двойнаго пая воды. Такъ сѣрная кислота есть

(*) Замѣтимъ здѣсь, что у весьма многихъ гомеоморфныхъ тѣлъ удѣльные объемы находятся въ простомъ отношеніи. Такъ, напримѣръ, У. Об. селитры почти ровно въ три раза больше У. Об. углекислой извести.

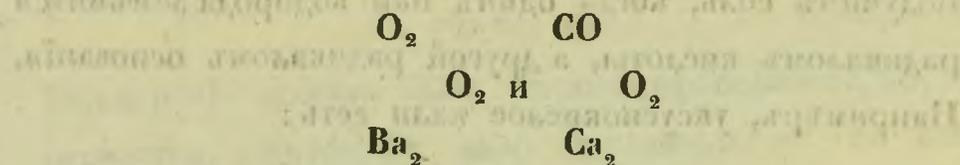
(**) Паи, употребляемые Жераромъ, суть: H=1, O=16, C=12, S=32, Cl=35,5, I=126, K=39, Na=23 в т. д.



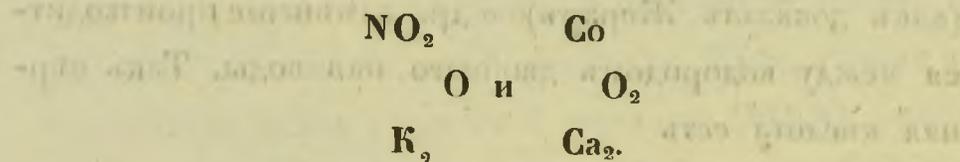
а сѣрнокислос кали



Прилагая эти сужденія къ изоморфизму, мы не находимъ съ перваго разу строгаго согласія между одноформенными тѣлами. Понятна еще изоморфія тяжелаго шпата и аррагонита

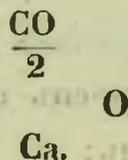


но изоморфизмъ селитры и аррагонита, съ перваго раза, не ясенъ, потому что азотная кислота есть кислота одноосновная, а углекислота двуосновная:



Впрочемъ, эта несимметричность формулъ не должна останавливать насъ, ибо обѣ соли построены совершенно симметрично и однообразно, на манеръ воды, и если для двуосновныхъ кислотъ берется двойной пай воды:

то вовсе не потому, что здѣсь дѣйствительно идутъ въ дѣло два пая воды, что замѣщеніе совершается въ двухъ водяныхъ атомахъ, а только для того, чтобы проще выразить самую сущность дѣла, т. е. замѣщеніе водорода не цѣлымъ, но половиннымъ паемъ радикала двуосновной кислоты. Иначе: радикаль такой кислоты замѣщаетъ два пая водорода, а радикаль одноосновной кислоты одинъ пай водорода. Такимъ образомъ формула аррагонита превратится:



Такой взглядъ на образование солей, взглядъ наиболѣе совершенный изъ всѣхъ прежнихъ взглядовъ, допускаетъ большую общность изоморфій, признавая всевозможную способность замѣщенія. Быть можетъ это есть высшій выводъ, окончательный законъ, къ которому ведетъ насъ изученіе изоморфности тѣлъ и разсмотрѣніе природы соединений.

§ 46. Въ самомъ дѣлѣ, снова низойдя на нашъ обыкновенный способъ воззрѣнія на химическое строеніе тѣлъ, сколько случаевъ видимъ мы, гдѣ, безъ измѣненія формы, происходятъ разнообразнѣйшія замѣщенія однихъ соединений другими.

1) Мы видѣли уже, что 1 пай К и Na изоморфенъ Pb_2 , Ba_2 , Ca_2 , Sr_2 , Mg_2 , Fe_2 , Mn_2 , и Zn_2 (*).

2) Что Pb_2 , Sr_2 и Ba_2 изоморфны К и NH_4 (**).

3) Шай водорода иногда замѣняетъ пай кислорода, не измѣняя формы соединенія. Въ самомъ дѣлѣ, Никкле доказаль (***), что одноводная азотистокислая окись свинца изоморфна съ азотнокислою окисью того же металла, т. е.

$Pb\ddot{N}$ съ $Pb\bar{N} + H$, или

$PbO NO^{\delta}$ съ $PbONO_3 + HO$, или

$PbNO_6$ съ $PbNO_5 + H$, или

$PbNO_5 + O$ съ $PbNO_5 + H$, т. е.

водородъ замѣнилъ кислородъ, не измѣнивъ формы тѣла.

4) Браунитъ изоморфенъ съ мѣднымъ колчеданомъ, какъ показаль Кобелль:

$\ddot{Mn} = Mn_2 O_3 = (Mn + Mn) O_3$

$Cu_2S + Fe_2S_3 = (Cu + Fe) S_2$,

т. е. три пая кислорода изоморфны двумъ сѣры.

5) Бурнонитъ изоморфенъ аррагониту и бѣлой свинцовой рудѣ, слѣдовательно два пая углерода изоморфны двумъ паямъ мѣди + пай сюрьмы, потому что бурнонитъ есть $(Cu_2S + 2PbS)SbS_3 = Pb_2 + S_6 + Cu_2 + Sb$, а бѣлая свинцовая руда есть $PbOCO_2$, или два

(*) По изоморфности углекислыхъ солей азотнокислымъ G. Schaffgotsch Pogg. An. XLVIII, 335.

(**) По изоморфности солей $\overset{m}{Cl}$ и $\overset{m}{Mn}$ съ солями $\overset{m}{S}$.

(***) Nickles Jour. f. Prac. Chem. Bd XLV, 374.

ная $2(\text{PbO}, \text{CO}_2) = \text{Pb}_2 + \text{O}_6 + \text{C}_2$, т. е. $\text{Cu}_2 + \text{Sb}$ изоморфны C_2 .

6) Одинъ простой атомъ калия изоморфенъ четыремъ атомамъ, сложеннымъ въ видъ аммоніа H_4N .

7) Хлоръ изоморфенъ синероду, т. е. NC_2 .

8) KCl является въ кубахъ, какъ и синеродистый аммоній, $\text{AmCu} = \text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2$ (Гей Люсакъ).

9) Вилль получилъ квасцы, въ которыхъ кали замѣщенъ хининомъ, т. е. C_2HNO_2 .

10) Оригоза замѣнилъ это основаніе кониномъ, т. е. $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{N}$.

11) Лье (Lier J f. Prag. Ch. XLVI, 118) показалъ, что уксусно- и маслянокислыя соли мѣдной окиси принадлежать къ моноклиноэдрической системѣ и между собой изоморфны. То есть:



§ 47. Подобныхъ изоморфныхъ тѣлъ, гдѣ одинъ атомъ тѣла замѣняется нѣсколькими атомами того же или другаго тѣла, весьма много. Существованіе ихъ несомнѣнно, да и по смыслу атомистической теоріи это можно уяснить себѣ очень просто. Уподобимъ химическое соединеніе зданію, сложенному изъ камней. Форма и характеръ зданія не измѣняется, если мы вмѣсто камня вставимъ кирпичъ точно такой же величины. Такъ и въ химическомъ соединеніи: пай одной составной части, замѣняя пай другою, не па-

рушаетъ формы соединенія. Но развѣ перемѣнится форма нашего зданія, когда мы вынемъ одинъ камень и вставимъ вмѣсто него два, три, n камней, или вообще вмѣсто m камней вставимъ n такихъ камней, сумма объемовъ которыхъ была бы равна m . Чтожъ препятствуетъ въ соединеніи n паямъ одного тѣла замѣнять m паявъ другаго, если тѣла образованы изъ атомовъ.

Вотъ начала, на которыхъ Шереръ, бывшій Профессоръ въ Христіаніи (*), основаль, въ 1846 году, свою теорію полимернаго изоморфизма. Обыкновенный изоморфизмъ, происходитъ при замѣщеніи каждаго пая другимъ паямъ и есть явленіе болѣе простое—есть *мономерный изоморфизмъ*; когда замѣняется n паявъ одного тѣла m паями того же или сходнаго съ нимъ тѣла и не нарушается форма, происходитъ явленіе болѣе сложное—*полимерный изоморфизмъ* (Шереръ, Polymerer Isomorphismus).

§ 48. Поводомъ къ такому расширенію области изоморфизма послужили анализы минерала, найденнаго въ Норвегіи близъ Крагеро (Krageŕø), вмѣствъ съ дихроитомъ (кордьеритомъ), кварцемъ, полевымъ шпатомъ и слюдой. Шереръ назвалъ найденный минералъ аспазидолитомъ (Aspasidolith). Форма его совершенно тождественна съ формой дихроита; имъ

(*) Нынѣ во Фрейбергѣ.

свойственна ромбическая призма въ 120° (*) въ комбинаціи съ горизонтальнымъ и обоими вертикальными пинакоидами (OP , $\infty\bar{P}\infty$ и $\infty\dot{P}\infty$). Кристаллы аспазидолита иногда совершенно отдѣльны, но чаще смѣшаны съ дихроитомъ, даже часто въ одномъ кристаллѣ встрѣчаются оба минерала, и тогда, по большей части, зерно или середина кристалла занята дихроитомъ. Впрочемъ, при всякомъ смѣшеніи легко отдѣлить оба минерала, ибо они ясно отличаются своими физическими свойствами. Дихроитъ почти всегда аметистоваго цвѣта, иногда свѣтло-синяго, голубаго, даже встрѣчаются безцвѣтные и слегка буроватые дихроиты; цвѣтъ аспазидолита представляетъ разные оттѣнки зеленаго цвѣта; твердость перваго 7—7,5 (около кварца), втораго 3—4 (между известковымъ шпатомъ и плавиковымъ). Стекловатый блескъ дихроита вовсе несвойственъ аспазидолиту, обладающему на площадяхъ кристалловъ жирнымъ, а въ изломѣ матовымъ блескомъ. Удѣльный вѣсъ перваго 2,58—2,6, а втораго 2,764. Химическій составъ кордьерита, по анализамъ Л. Гмелина, Штроемейера, Бонздорфа, Томсона, Шитца и Жаксона (15 анализовъ) состоитъ среднимъ числомъ изъ:

Si	47,9%	т. е.	24,89	кислор.	24,9	7
Al	32,1	—	14,99	—	—	3

(*) По измѣренію Брейтгаупта кордьериту свойственна призма въ $119^\circ 10'$.

Mg	10,2	—	4,10	—	—	} 5,8 1
Fe(*)	7,6	—	1,69	—	—	
Mn	0,5	—	0,11	—	—	
Ca	0,1	—	0,03	—	—	
H	1,6	—	1,42	—	—	
	<u>100,0</u>					(**)

А по анализу Шерера:

Si	50,4	4%	26,20	кислорода	5
Al	32,95	—	15,64	—————	3
Fe	1,07	—			
Mg	12,76	—	5,26	—————	1
Ca	1,26	—			
H	1,02				
	<u>99,36</u>				

Оба анализа дают формулу, хотя не очень точную, однако довольно приближенную:



Аспазидолитъ, по двумъ анализамъ Шерера, содержать:

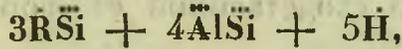
(¹) Вѣроятно часть желѣза входитъ въ видѣ окиси Fe.

(²) Замѣчательна точность суммы, а для вывода взято среднее изъ всѣхъ 15 анализовъ, помѣщенныхъ Handw. Rammelsb. p. 174, I; Sup. 42, II, 40. Какъ здѣсь, такъ и во многихъ другихъ мѣстахъ, привожу самые анализы, которые я собиралъ и вычислялъ, желая провѣрить выводы Шерера.

(³) Или, принимая формулу кремнекислоты съ двумя паями кислорода, $2R^5Si + Al^2Si^3$.

Si	50,40,	т. е.	26,18	кислор.
Al	32,38	—	15,12	
Mg	8,01	}	—	3,63
Fe	2,34			
H	6,75	—	5,98.	

Этотъ составъ кое какъ можно подвести подъ формулу:



въ которой нѣтъ никакого соответствія съ формулой дихроита. Для того, чтобы уяснить себѣ подобіе обоихъ минераловъ, Шереръ предполагаетъ, что въ аспазидолитѣ вода входитъ, какъ изоморфъ магnezіи, но не пай вмѣсто мая, а три пая воды, вмѣсто одного пая магnezіи. Означимъ чрезъ (\dot{R} пай магnezіи и ея изоморфовъ, въ числѣ которыхъ вода входитъ въ составъ, какъ 3 пая противъ одного (*). Такъ въ аспазидолитѣ содержаніе кислорода въ (\dot{R}) равно количеству кислорода въ \dot{R} , т. е. $3,63 + \frac{1}{3} 5,98$, т. е. сложенное съ $\frac{1}{3}$ количества кислорода въ водѣ, = кислорода въ (\dot{R}) = 5,62. Такимъ образомъ содержаніе кислорода въ аспазидолитѣ:

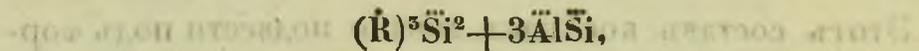
$\ddot{S}\ddot{i}$	$\ddot{A}\ddot{l}$	(\dot{R})
26,18	15,12	5,62, т. е.

(*) Чтобъ дѣлать вычисленія, должно раздѣлить содержаніе кислорода въ водѣ на 3 и частное приложить къ кислороду \dot{R} , сумма будетъ = содержанію кислорода въ (\dot{R}).

Почти тоже самое, что въ дихроитѣ, гдѣ (среднее)

Si	Al	R
25,6	15,5	5,5.

Такимъ образомъ составъ аспазидолита выразится формулой:



т. е. совершенно сходственной съ формулой кордьерита (*).

49 Противъ Шерера стали возражать многие. Науманъ говорилъ, что аспазидолитъ относится къ кодьериту, какъ продуктъ разложенія, какъ псевдоморфъ къ первоначальному минералу, потому и вода содер-

(*) Въ первый разъ высказался *Шереръ* въ *Ofversigt af K. Vet. Akad. Forhandlingar* III, 26; далѣе IV, 69. Также *Pogg. Ann.* LXVIII, 319, 376, 381. Другія статьи его: *Pogg. Ann.* LXIX, 535; LXX, 407, 411. LXXI, 172, 285, 445; LXXIII, 155. *Journ. f. p. Chem.* L, 449, 385; LIII, 129. *Pogg. Ann.* LXXXIV, 321; LXXXV, 287; LXXXVII, 73. *Handwört. Liebig, Pogg. und Wöhler.* (1849) IV, p. 170. Критическія статьи: *Jahresbericht Berzelius* XXVI, 328. *Nauman, J. f. p. Ch.* XXXIX, 196; XL, 1, *Haidinger, Pogg. Ann.* LXXI, 266 *Blum.* Die Pseudomorphosen des Mineralreichs und Nachtrag zu Ps. d. M. S 53. *G. Bischof.* *Lebr. der. Geologie* Bd. II, 253, 279, 369, 403. *Dana,* *Amer. Jour.* II, Ser. IX, 217, 407; X, 221. *Jour. f. p. Ch.* LIV, 115, LV, 290. *Rammelsberg,* *Handwörterbuch.* 3 Suppl. 2, Supp. IV, 4; Supp. V, 5. Также *Leonhard* въ *Bronn's Jahrbuch* 1846, 798; *Pogg. Ann.* 1851 г. T. 84. 410. *Kühn,* *Archiv. d. Pharmacie* 1851, April.

жающаяся въ немъ, есть вещество вводное и по количеству неопредѣленное; даже, говорить Науманъ, можно, по анализу Шерера, принять, что пай магнѣзии замѣненъ не тремя, а четырьмя, даже пятыю паями воды, т. е. составъ аспазидолита по отношенію къ кордьериту можно выразить такъ: 2 аспазидолита = 2 кордьерита—(безъ) 1 пая Mg+5 пая воды. Разница между этой формулой и анализомъ почти не больше разницы между анализомъ и формулой Шерера. При томъ, продолжаетъ Науманъ, есть нѣсколько другихъ минераловъ, относящихся къ кордьериту точно также, какъ и аспазидолитъ; фалувитъ (1), вейсситъ (2), гигантолитъ (3), хлорофиллитъ (4), прозеолитъ (5), есмаркитъ (6), пинитъ (7), оозитъ, по

(1) Бонсдорфъ описалъ этотъ минералъ (Pogg. Ann. XVIII, 123) какъ соединеніе кордьерита съ 2 паями воды, т. е. $\text{R}^3\text{Si}^2 + 3\ddot{\text{A}}\text{lSi} + 2\text{H}$. Этотъ минералъ найденъ въ Финляндіи близъ Або, въ Biskopsakern. Томсонъ назвалъ его бонсдорфитомъ и воднымъ дихроитомъ (Hydrous Jolithe).

(2) Американскій минералъ $\text{R}^3\text{Si}^2 + 2\ddot{\text{A}}\text{lSi}^2$.

(3) Встрѣчается около Tammela въ Финляндіи. По анализу Вахтмейстера (Trolle Wachtmeister) $\text{R}\ddot{\text{S}}\text{i} + \ddot{\text{A}}\text{l}\ddot{\text{S}}\text{i} + \text{H}$.

(4) Этотъ Американскій минералъ, по изслѣдованіямъ Дана, Витнея (Whitney) и Гайдингера, равенъ кордьериту съ четырьмя паями воды.

(5) По анализу Эрмана $\text{R}^3\text{Si} + 3\ddot{\text{R}}\ddot{\text{S}}\text{i} + 3\text{H}$.

(6) Въ Норвегій, по Эрману $\text{R}^3\text{Si}^2 + 3\ddot{\text{A}}\text{l}\ddot{\text{S}}\text{i} + 3\text{H}$.

(7) $\text{R}^3\text{Si} + 3\ddot{\text{A}}\text{l}\ddot{\text{S}}\text{i}^2$, по анализу Кобелля.

изысканіямъ Дана и Гайдингера, представляютъ ничто иное какъ псевдоморфозы кордьерита, фазы различныхъ степеней его разложенія. Они, какъ аспазидолитъ, часто содержатъ внутри зерно неизмѣннаго кордьерита. Все это заставляетъ считать аспазидолитъ и кордьеритъ не изоморфами, а псевдоморфами. Къ подобному же заключенію приходитъ и Гайдингеръ, обращая особенное вниманіе на отсутствіе извести и на большое содержаніе въ кордьеритѣ закиси желѣза. Блумъ, въ своемъ ученіи о псевдоморфизмѣ, и Бишофъ, въ своей Геологін, прямо говорятъ, что аспазидолитъ произошелъ при дѣйствіи воды на дихроитъ, и никакъ не можетъ быть одновременнаго происхожденія съ нимъ. Когда кристаллизуются два изоморфа изъ одного раствора, они смѣшиваются; здѣсь они ярко раздѣляются, слѣдовательно должно предполагать, что растворъ аспазидолита (или вода) появился уже послѣ начала кристаллизаціи и сталъ облегать кристаллъ кордьерита по закону возрастанія кристалловъ. Но откуда вдругъ могъ взяться такой растворъ? отъ чего нѣтъ переходовъ, обыкновенно встрѣчаемыхъ въ подобныхъ случаяхъ? да и почему очертаніе кордьеритоваго зерна не правильное—геометрическое? Вопросы, которыхъ разрѣшить невозможно.

Эти возраженія Шереръ не оставилъ безъ отвѣта, и должно сознаться, что отвѣты стоили возраженій.

Въ самомъ дѣлѣ, всегда причина псевдоморфизма (*) есть какое либо внѣшнее дѣйствіе — влажность воздуха или что либо подобное; какая же причина измѣнила кордьеритъ среди гранитной массы, составныя части которой вовсе не измѣнились, а извѣстно, что полевоѣ шпатъ не принадлежитъ къ отдѣлу очень постоянныхъ минераловъ. Да и гдѣ примѣры псевдоморфовъ съ неизмѣнившимся содержаніемъ кремнекислоты и съ большимъ удѣльнымъ вѣсомъ противъ первоначальнаго минерала? А предположить существованіе какого то процесса, непостижимаго для насъ, не значить ли соглашаться со всеми возможными идеями, запутывать, а не распутывать узелъ? Столь же удачно и остроумно опровергаетъ Шереръ то выраженіе Наумана, что можно также хорошо принять 4 и 5 атомовъ воды изоморфными 1 атому магнезіи, какъ и 3 ная. Прочія замѣчанія подверглись той же участи. Между прочимъ Науманъ говорилъ, что 3 (Н) или полимерное видоизмѣненіе воды H_3O_3 неизвѣстно въ отдѣльномъ состояніи, и что вода принадлежитъ къ гексагональной; а не къ правильной системѣ, какъ магнезія. Это замѣчаніе обличаетъ незрѣлость возраженій, какъ потому, что несуществованіе какого либо химическаго радикала въ отдѣльномъ видѣ не есть опроверженіе существованію его

(*) Здѣсь не идетъ дѣло о пароморфизмѣ, какому, напримѣръ, подвергается моноклиноэдрическая сѣра, аррагонитъ при нагрѣваніи и многіе другіе.

въ соединеніяхъ, такъ и потому, что многочисленныя примѣры подтверждаютъ существованіе изоморфныхъ соединеній, составленныхъ изъ гетероморфныхъ составныхъ частей (*).

Оставимъ за тѣмъ этотъ частный случай, вѣрнѣ ли выводъ Шерера или несправедливъ — рѣшить можно только мѣстнымъ изслѣдованіемъ; для насъ важны тѣ общіе выводы, какіе послѣдовали за этимъ изслѣдованіемъ. Эти выводы весьма многозначительны, какъ по отношенію къ изоморфизму, такъ и вообще къ геохимизму. Хотя несомнѣнно, что почти все, чего достигъ Шереръ, есть плодъ предположенія, но эти, какъ и всѣ разумныя предположенія, входятъ въ рядъ несомнѣнныхъ теорій при столь многочисленномъ фактическомъ подтвержденіи, какое нашли себѣ они въ опытной части нашихъ знаній. И должно сознаться, что многія изъ возраженій, сдѣланныхъ

(*) При этомъ случаѣ Шереръ излагаетъ весьма любопытный, хотя и сомнительный, законъ: кристаллическая форма соединенія, образованнаго изъ А и В, или принадлежитъ одному изъ тѣлъ, т. е. А или В, взятыхъ въ отдѣльномъ состояніи, или эта форма есть особое сочетаніе — комбинація формъ тѣлъ А и В. Такъ, глиноземъ, соединяясь съ магнезіей (шинель $Mg\ddot{A}l$) принимаетъ форму первой и друг. Отношеніе кристаллической формы соединеній къ формѣ составляющихъ и къ способу ихъ соединенія Buijs-Ballot (Pogg. Ann. LXVII, 433), Person L'Institut № 549 и друг.

новой теоріи, показываютъ только одно неукоснительное упорство въ старыхъ мнѣніяхъ, а ни одно изъ этихъ противорѣчій не смѣетъ коснуться основныхъ идей; всѣ они только привязываются къ мелкимъ частностямъ, дѣйствительность которыхъ всегда менѣе прочна, чѣмъ общность вывода или чѣмъ главный планъ.

§ 50. Мы уже видѣли, что начало ученія Шерера есть *возможность изоморфнаго замѣщенія всякаго опредѣленнаго числа паевъ одного тѣла опредѣленными же, хотя и различными, числомъ паевъ того же или другаго сходнаго тѣла*. Этотъ законъ уясняетъ многіе случаи гомеоморфизма, даетъ средства объяснить составъ многихъ минераловъ гораздо точнѣе, чѣмъ прежде, и потому позволяетъ сдѣлать болѣе естественную группировку тѣлъ.

§ 51. Хотя область полимернаго изоморфизма имѣетъ значительные размѣры, но особенно два случая полимеріи, по стеченію обстоятельствъ, были болѣе развиты. Первый случай есть изоморфизмъ 1 пая магнезій (и ея изоморфовъ) съ 5 паями воды, а второй—двухъ паевъ кремнекислоты съ тремя паями глинозема. Прослѣдимъ сперва эти два явленія изомеріи, а потомъ коснемся и другихъ случаевъ. Замѣтимъ при этомъ, что мы станемъ держаться того обозначенія, какое употребляетъ Шереръ, т. е. станемъ означать чрезъ $[\ddot{\text{Si}}]$ (*) пай кремнекислоты, находящейся

(*) Употребляемъ формулу кремнекислоты съ тремя

ся въ изоморфной смѣси съ глиноземомъ, такъ что $3\ddot{A}l$ идутъ вмѣсто $2\ddot{S}i$, а подь знакомъ (\dot{R}) будемъ разумѣть окись изъ ряда окисей, изоморфныхъ Mg , окись, часть которой замѣщена водой, такъ что $3\dot{H}$ замѣнили $1\dot{R}$.

§ 52. Кромь показаннаго нами примѣра (изоморфности кордьерита и аспазидолита), доказательствомъ неизмѣнности формы (изоморфизма или гомеоморфизма) при замѣненіи \dot{R} посредствомъ (\dot{R}) служатъ: 1) оливинъ и змѣвикъ, 2) водные и безводные авгиты, 3) водные и безводные амфиболы, 4) вивіанитъ и кобальтовые цвѣты, 5) пикросминъ и монрадитъ, 6) фалунитъ, есмаркитъ и пираргиллитъ и др. Разсмотримъ нѣкоторые изъ нихъ.

1) *Оливинъ и змѣвикъ.* Оливинъ или хризолитъ, или перидотъ, является ромбическими призмами ($\infty P = 130^\circ 2'$) и обыкновенно въ комбинаціи съ $\infty P \infty$ и $\infty \dot{P} \infty$. Онъ состоитъ изъ $R^3 \ddot{S}i$ (*), гдѣ $R = Mg, Fe$, рѣже Ni, Co, Mn . Квеншедтъ (**) первый показалъ, что близъ Снарумъ (Snarum), въ Норвегіи, змѣвикъ является въ кристаллахъ, изоморфныхъ оливину. Впослѣдствіи, та-

паями кислорода, потому что она принята во всѣхъ работахъ Шерера.

(*) По анализамъ Берцеліуса, Клапрота, Штрмейера, Вальшtedта и друг. Иногда составъ его $R^3 \ddot{S}i^2$, какъ около Гримма (Grimm), по анализу Штрмейера.

(**) Pogg. Ann. XXXVI, 376.

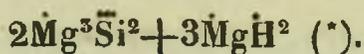
кіе же кристаллы найдены въ Монцонибергъ, въ Тироли, въ нѣсколькихъ мѣстностяхъ Сѣверной Америки (напр. въ Jefferson-County) какъ показалъ Дана (Minerology p. 309, 310); Германнъ нашелъ ихъ и на Уралѣ (Journal f. pr. Ch. XLVI -- 222). Составъ змѣвика представляетъ, какъ извѣстно, большую сбивчивость. Вотъ анализы нѣсколькихъ видовъ его:

	I.	II.	III.	IV.	V.	IV.	VII.
Si.	40,71	40,80	41,50	44,25	39,72	42,36	41,34
Al	2,39	3,02	—	4,90	—	—	—
Mg	41,48	40,50	40,34	34,00	42,38	42,26	37,61
Fe.	2,43	2,20	4,10	3,67	1,66	1,98	5,54
Mn	—	0,20	0,50	Ni	—	—	—
Ca	—	0,42	—	—	—	С	—
Na	—	—	0,42	—	—	—	—
П.	12,61	12,20	12,87	12,32	15,03	12,33	12,06
	99,62	97,16	99,73	99,88	99,66	99,66	99,77

- I. Змѣвикъ изъ Спарумъ, въ Норвегіи, по анализу Шерера Pogg. Ann. XXVIII, 328.
- II. Змѣвикъ, по анализу Иванова, Горный Журналъ 1841 г. p. 355.
- III. Змѣвикъ изъ Шварценберга, въ Саксоніи, по анализу Карстена J. f. p. Ch. XXXVII, 167.
- IV. Зеленый пикролитъ.
- V. Змѣвикъ изъ Канады, по анализу Гунта Hunt).
- VI. Обыкновенный змѣвикъ изъ Сала (Sala).

VII. Змѣвикъ изъ Вилла-Рота (Villa-Rota), по анализу Делесса (Handw. Ramm.).

Составъ различныхъ сортовъ змѣвиковъ ближе всего подходитъ подъ формулу:



по крайней мѣрѣ, по выводу Раммельсберга (III Supp. Handwörterb. Ramm. p. 110), для котораго основаніемъ служило 13 анализовъ. Содержаніе кислорода, выведенное изъ этихъ анализовъ:

(Mg+Fe) : $\ddot{\text{Si}}$: (Al) : H

1. 16,79 : 21,65 : 12,27 Мармолитъ, по анализу Лихнея.
2. 16,21 : 21,64 : 15,08 Пикролитъ изъ Филипштада, по анализу Штромейера.
3. 17,08 : 22,31 : 10,68 Змѣвикъ изъ Снарумъ, по анализу Гартвалля.
4. 17,05 : 22,27 : 11,21 Змѣвикъ изъ Снарумъ, по анализу Шерера.
5. 17,59 : 22,00 : 11,00 Змѣвикъ изъ Гульсьо (Gullsjö), по анализу Мозандера.
6. 15,29 : 21,63 : 11,43 Пикролитъ изъ Таберга, по анализу Лихнея.

(*) Германнъ даетъ формулу $\text{R}^3\text{Si}^2 + 2\text{H}$.

7. 17,27 : 21,90 : 10,96 Змѣвикъ изъ Саля, по анализу Лихнея.
8. 27,15 : 22,44 : 10,15 Змѣвикъ изъ Массачузета, по анализу Лихнея.
9. 16,40 : 23,10 : 10,33 Змѣвикъ изъ Горношита (Gornoschit), по анализу Шавгоча.
10. 17,40 : 21,15 : 12,31 Змѣвикъ изъ Фалуна, по анализу Маршанда.
11. 16,65 : 22,60 : 10,68 Змѣвикъ съ Урала, по анализу Иванова.
12. 17,06 : 21,15 : 11,44 Змѣвикъ изъ Шварценберга, по анализу Карстена.
13. 16,78 : 22,75 : 11,08 Змѣвикъ изъ Техаса (Texas), по анализу Раммельсберга.

218,72 286,59 146,62

Всѣ эти вычисленія сдѣланы Раммельсбергомъ въ 1847 году, когда пай магнія принимали равнымъ 151,33. Принявши новый пай, т. е. 154,5, получимъ для суммы отношенія содержанія кислорода:

въ	R	:	Si	:	H
	203,12	:	286,59	:	146,62
	8,5	:	12	:	6,1.

По формуль Раммельсберга, отношеніе въ содержаніи кислорода должно быть слѣдующее:

$$\begin{array}{rcc} 204,95 & : & 286,59 & : & 143,36 \\ \dot{R} & : & \ddot{Si} & : & \dot{H} \\ 9 & : & 12 & : & 6 \end{array}$$

То есть разность противъ анализовъ:

$$\begin{array}{l} \text{для } \dot{R} = -1,83 \text{ и для } \dot{H} = +3,26, \text{ или} \\ \text{для } \dot{R} = -0,5, \text{ а для } \dot{H} = +0,1. \end{array}$$

Шереръ предложилъ для объясненія изоморфности змѣвика съ оливиномъ принять во вниманіе полимерный изоморфизмъ \dot{Si} съ \dot{Mg} . На основаніи этого, легко объясняется то различіе содержанія воды, какое наблюдали въ змѣвикѣ, именно: отъ 4% (*) до 21%; тогда какъ по приведенной выше формуль этого измѣненія невозможно объяснить. При томъ новая формула змѣвика совершенно подходитъ къ формуль оливина.

Оливинъ $\dot{R}^3\ddot{Si}$, гдѣ $\dot{R} = \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn}$.

Змѣвикъ $(\dot{R})^3\ddot{Si}$, гдѣ $\dot{R} = \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn}$ и (\dot{H})

По послѣдней формуль содержаніе кислорода должно имѣть слѣдующее отношеніе:

$$\begin{array}{rcc} (\dot{R}) & : & \ddot{Si} \\ 286,59 & : & 286,59 \\ \dot{O} & : & \dot{O} \end{array}$$

(*) Rammelsberg Handwört. Supp. V. p. 209. Это наблюдалъ Геффе.

а по вышеприведеннымъ анализамъ, отношеніе между кислородомъ основанія и кислородомъ кислоты равно:

$$\begin{array}{r} (\dot{R}) : \ddot{Si} \\ 251,99 : 286,59 \\ 2,6 : 3 \end{array}$$

Т. е. разность противъ формулы для $(\dot{R}) = 34,60$ или $= 0,4$. Хотя эта разность, взятая по отношенію къ среднему выводу изъ анализовъ, и превышаетъ разность для прежней формулы, однако въ большей части частныхъ случаевъ новая формула имѣетъ равное достоинство со старой, а часто и превосходить ее. Приведемъ нѣсколько примѣровъ.

По формулѣ $2\dot{R}^5\ddot{Si}^2 + 3Mg\dot{H}^2$ По формулѣ $(\dot{R})^5\ddot{Si}$

$\dot{R} : \ddot{Si} \quad \dot{H}$	$(\dot{R}) : \ddot{Si}$
16,84 : 22,27 : 11,21 (*)	20,58 : 22,27
16,71 : 11,27 : 11,14	22,27 : 22,27
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> +0,13 +0,07	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> -1,69

Змѣвикъ изъ Снарумъ, по разложенію Шерера:

16,21 : 21,64 : 13,06	20,56 : 21,64
16,23 : 21,64 : 10,82	21,64 : 21,64
<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> -0,02 +2,24	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> -1,08

(*) Первая строка показываетъ выводъ содержанія кислорода по анализу, вторая—по формулѣ.

Пикролитъ изъ Филиппштата, по анализу Штромсйера:

16,4	: 23,1	: 10,33	19,84	: 23,1
17,31	: 23,1	: 11,54	23,1	: 23,1
<u>-0,91</u>		<u>-1,21</u>	<u>-3,26</u>	

Змѣвикъ изъ Горношита (Gornoschit), по анализу Шавгоча:

16,78	: 22,75	: 11,08	20,47	: 22,75
17,07	: 22,75	: 11,38	22,75	: 22,75
<u>-0,29</u>		<u>-0,30</u>	<u>-2,28</u>	

Змѣвикъ изъ Техаса, по анализу Раммельсберга:

15,81	: 20,68	: 12,17	18,87	: 20,68
15,51	: 20,68	: 10,34	20,68	: 20,68
<u>+0,30</u>		<u>+1,83</u>	<u>-1,81</u>	

Змѣвикъ съ Урала, разложенный Германомъ:

17,12	: 21,80	: 12,18	21,08	: 21,80
16,35	: 21,80	: 10,90	21,08	: 21,80
<u>+0,77</u>		<u>+1,28</u>	<u>-0,02</u>	

Вогезскій хризотиль, разложенный Делессомъ.

21,40	: 21,79	: 3,56	22,58	: 21,79
16,35	: 21,79	: 10,90	21,79	: 21,79
<u>+5,15</u>		<u>-7,34</u>	<u>+0,78</u>	

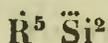
Змѣвикъ изъ Снарумъ, разложенный Гефферомъ. Изъ взятыхъ примѣровъ особенно замѣчательнъ послѣднй, для котораго формула Раммельсберга вовсе негодится.

Противъ этого втораго примѣра полимернаго изоморфизма дѣлали тоже самое возраженіе, какъ противъ изоморфности аспазидолита и дихронита: говорили, что кристаллы змѣвика суть псевдоморфизмы оливина. Оставляемъ эти споры въ сторонѣ, потому что при томъ и другомъ изъ противоположныхъ рѣшеній выводы Шерера для насъ интересны и важны: если змѣвикъ изоморфенъ оливину, мы можемъ объяснить причину (конечно, какъ и всегда, причину только ближайшую) этой изоморфности; если змѣвикъ есть псевдоморфъ оливина, мы узнали законъ разложенія, правило псевдоморфнаго замѣщенія.

Замѣтимъ здѣсь, что Шереръ вовсе не считаетъ одинаковыми химическое значеніе магнезій и полимернаго видоизмѣненія воды Zn , онъ вовсе не утверждаетъ (хотя и предполагаетъ), что тѣла $\text{A} + \text{Mg}$ и $\text{A} + \text{Zn}$ будутъ также сходны, какъ калистые и амміачные квасцы, какъ виды углекислыхъ ромбодрическихъ шпатовъ, какъ корундъ и желѣзный блескъ, вообще какъ изотомы; нѣтъ, онъ говоритъ только, что соединенія $\text{A} + \text{Mg}$ и $\text{A} + \text{Zn}$ имѣютъ одинаковую форму, что Mg и Zn формально механически играютъ одну и ту же роль, нисколько не простирая равенства между ними и на химическія свойства.

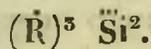
2) *Безводные и водные авгиты.* Точные анализы Томсона, Кёлера, Генриха Розе и др. показали, что многіе авгиты, особенно діаллагъ, бронзитъ, салитъ,

содержать иногда до 4,9% воды. При вычислении состава таких авгитовъ, обыкновенно не обращали вниманія на воду и приближенно подводили подъ общую формулу авгитовъ.



гдѣ R = Ca, Mg, Fe, Mn и др.

Шереръ объясняетъ присутствіе воды полимерією ея и даетъ авгиту формулу:



Для подтвержденія, разсмотримъ нѣсколько анализовъ:

	I.	II.	III.	IV.
Кремнекислоты	58,30	51,34	53,74	56,41
Извести	9,89	18,28	7,73	— —
Магnezіи	24,22	15,69	25,09	31,50
Закиси марганца	0,68	8,23	11,51	6,56
Закиси желѣза	4,24	— —	0,23	3,30
Глинозема	0,11	4,38	1,34	— —
Воды	3,11	2,11	3,76	2,38
	100,55	100,03	103,40	100,15

I. Салитъ изъ Саля въ Швеціи, по анализу Густава Розе.

II. Діаллагъ изъ Зальцбурга, по анализу Келера.

III. Діаллагъ изъ Басте, по анализу Келера.

IV. Бронзитъ пзъ Штейермарка, по разложенію Реньо.

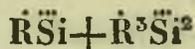
По этимъ анализамъ, содержаніе кислорода будетъ по формуламъ:

\dot{R}^5	\ddot{Si}^2	и по	$(\dot{R})^5$	\ddot{Si}^2
$\ddot{Si}(\ddot{Al})$	R	:	\ddot{Si}	(R)
I. 30,27	: 13,58	:	30,27	: 14,50
30,27	: 15,13	:	30,27	: 15,13
<hr/>			<hr/>	
	-1,55	+ 2,76		-1,63
II. 28,76	: 13,09	:	23,76	: 13,72
28,76	: 14,58	:	28,76	: 14,52
<hr/>			<hr/>	
	-1,29	+ 1,88		-0,66
III. 28,24	: 13,83	:	28,24	: 14,93
28,24	: 14,12	:	28,24	: 14,12
<hr/>			<hr/>	
	-0,29	+ 3,30		+0,81
IV. 29,33	: 14,56	:	29,33	: 15,26
29,33	: 14,66	:	29,33	: 14,66
<hr/>			<hr/>	
	-0,10	+ 2,11		+0,60

Изъ приведенныхъ примѣровъ очевидно, что новая формула точнѣе удовлетворяетъ составу многихъ авгитовъ, хотя съ другой стороны можно было бы объяснить присутствіе воды простымъ мономернымъ изоморфизмомъ ея съ R . Тогда разность въ количествѣ кислорода для нашихъ 4-хъ случаевъ будетъ равна: для 1-го + 1,21; для 2-го + 0,59; для 3-го + 5,01

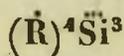
и для 4-го $+ 2,01$, т. е. во всякомъ случаѣ меньше, чѣмъ разность, получаемая при обыкновенномъ способѣ воззрѣнія на составъ подобныхъ минераловъ и на роль воды.

3) Между *водяными и безводными амфиболами* существуетъ точно такое же отношеніе, какъ между водными и безводными авгитами. Между амфиболами встрѣчаются такіе, которые содержатъ до 3 и болѣе процентовъ воды; на примѣръ, Томсонъ нашелъ въ антофиллитѣ изъ Перта (Perth), въ верхней Канадѣ, до 3,55% воды; Гессъ въ кристаллическомъ асбестѣ изъ Питкаранда, на Ладожскомъ озерѣ, открылъ до 2,00% воды. Обыкновенная формула амфиболовъ есть



или короче $\dot{R}^4\ddot{Si}^3$, гдѣ $\dot{R} = \dot{Ca}, \dot{Fe}, \dot{Mg}, \dot{Mn}$.

По Шереру формула амфибола будетъ:



гдѣ $\dot{R} = \dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn}, \dot{Zn}$ и др.

4) *Вивіанитъ и кобальтовые цвѣты*. Густавъ Розе въ своей кристаллографіи (Elemente der Krystallographie) указалъ на изоморфность обоихъ минераловъ. Оба они принадлежатъ къ моноклиноэдрической системѣ, являются комбинаціями $(\infty R \infty)$, $\infty R \infty$.

R_{∞} , измѣренія которыхъ между собой очень близки. Составъ вивіанита изъ разныхъ мѣстностей есть слѣдующій:

	I.	II.	III.	IV.	Среднее.
Fe	45	41,0	41,25	44,10	42,8
\ddot{P}	21	26,4	31,18	27,17	26,2
H	34	31,0	27,48	27,95	30,1
	100	98,4	99,89	99,22 (*)	99,1

I. Изъ Иль-де-Франса, по анализу Ложье.

II. В. изъ Боденме (Bodenmais), по анализу Фогеля.

III. В. изъ Сентанжа (S. Anges) въ Корнваллисъ, по анализу Штромейера.

IV. В. изъ Делаваре (Delaware), по анализу В. Фишера.

Эти анализы ближе всего подходят къ формулѣ, предложенной Кобеллемъ

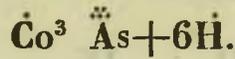


Разность въ содержаніи кислорода между среднимъ выводомъ изъ анализовъ и формулой

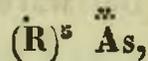
для	Fe	:	\ddot{P}	:	H
	9,50	:	14,67	:	26,76
	8,79	:	14,67	:	23,44
	<hr/>				
	+0,71			+	3,32

(*) Находили въ составѣ вивіанита и другія составныя начала, но очень мало, а Раммельсбергъ говоритъ, что въ немъ часть желѣза входитъ въ видѣ окиси.

Составъ кобальтовыхъ цвѣтовъ выражается очень точно формулой Бухольца, Берцелиуса и Керстена



Такое различіе атомнаго строенія двухъ изоморфныхъ соединеній понуждало думать, что составъ того или другаго не очень точно извѣстенъ, но точные опыты подтвердили прежніе анализы. Взглядъ Шерера изъясняетъ близость формъ обоихъ минераловъ сходствомъ формулъ, принимая полимерную изоморфность $\ddot{\text{H}}$ съ $\ddot{\text{R}}$. Въ самомъ дѣлѣ, принявъ это, составъ кобальтовыхъ цвѣтовъ прямо выразится:



потому что $6\text{H} = 2(\text{H})$. И составъ вивіанита близко подходитъ къ той же формулѣ. Содержаніе кислорода:

	Въ (R)	въ R̄
По анализу.	. . 18,42	: 14,67
По формулѣ	. . 14,67	: 14,67
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>	
	+ 3,75	

Полученная разность почти равна разности, полученной по старой формулѣ, но все таки значительна. Впрочемъ она много уменьшается, когда мы возьмемъ частные случаи. Такъ, взявши анализъ Штрмейера, получимъ разность не болѣе + 0,05.

5) *Пикросминъ и монарадитъ*, два сходственныхъ минерала Богеміи (II анализъ Магнуса) и Норвегіи (I анализъ Эрдмана), по разложенію дали слѣдующіе выводы:

	I	II
Si	56,17	54,89
Mg	31,63	33,35
Fe(Fe)	8,56	1,40
Al	— —	0,79
Mn	— —	0,42
H	4,04	7,30

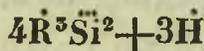
Откуда содержаніе кислорода въ монарадитъ:

$$\ddot{\text{Si}} : \ddot{\text{R}} : \text{H} = 29,18 : 14,15 : 3,59$$

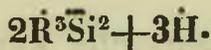
и въ пикросминъ:

$$\ddot{\text{Si}} (+\ddot{\text{Al}}) : \ddot{\text{R}} : \text{H} = 28,76 : 13,51 : 6,49$$

Такъ что первый изъ минераловъ выражаютъ формулой:



а второй:



Гораздо большей точности и единства достигастъ общая для нихъ формула Шерера:



Дѣйствительно, содержаніе кислорода:

	(R)	Si
Въ монарадитъ . . .	15,35	29,18
Въ пикросминъ . . .	15,67	28,76

это очень близко къ отношенію, требуемому формулой.

б) Фалуניתъ, пираргиллитъ и эсмаркитъ, три минерала, сходственные по общему виду и принадлежащіе вѣроятно къ ромбической системѣ, представляютъ довольно различные составы и приближенно выражаются формулами:

Фалуניתъ $\cdot \text{R}^5\text{Si}^2 + 3\text{R}\text{Si} + 6\text{H}$, по анализу Бонздорфа,

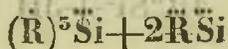
и $\text{R}^5\text{Si}^2 + 2\text{R}\text{Si}$, — по анализу Тролле Вахтмейстера.

Пираргиллитъ $3\text{R}\text{Si} + 4\text{R}\text{Si} + 12\text{H}$, по анализу Норденшильда,

и $\text{R}\text{Si} + \text{Al}\text{Si} + 4\text{H}$, по анализу Берцелиуса.

Эсмаркитъ $\cdot \text{R}^5\text{Si}^2 + 3\text{R}\text{Si} + 3\text{H}$, по разложенію Эрдмана.

Шереръ всеѣмъ имъ даетъ общую формулу, болѣе точную, чѣмъ все предъидущія:



Въ самомъ дѣлѣ, содержаніе кислорода:

$\text{Si} : \text{R} : (\text{R})$

Въ фалунитѣ 22,9 : 14,1 : 7,5=3 : 2 : 1

Въ пираргиллитѣ 22,8 : 13,5 : 7,5=3 : 2 : 1

Въ эсмаркитѣ 23,9 : 15,0 : 7,4=3 : 3 : 1

Какъ и требуетъ новая формула.

§ 53. Второй частный случай полимерии, какъ мы уже сказали, есть изоморфность 2Si съ 3Al . При-

нимаю составъ кремнекислоты за $\ddot{S}i$ (вмѣстѣ съ Л. Гмелинымъ, Германомъ, Науманомъ, и др.), одинъ пай $\ddot{S}i$ изоморфенъ паю $\ddot{A}l$, что гораздо проще. Уже Бонздорфъ (Schweigg. Jour. XXXI—414, XXXV—125), при анализѣ различныхъ сортовъ амфиболовъ (роговой обманки), замѣтилъ, что содержаніе глинозема весьма измѣнчиво въ различныхъ экземплярахъ одного и того же минерала. Уже Бонздорфъ показалъ, что при этомъ глиноземъ замѣщаетъ кремнеземъ и играетъ роль кислоты. Прилагая это правило къ своимъ анализамъ, Бонздорфъ вывелъ заключеніе, что глиноземъ не пай за пай замѣщаетъ кремнеземъ, но два пая кремнезема замѣщаются тремя паями глинозема, или одинъ пай $\ddot{S}i$ тремя вторыми $\ddot{A}l$.

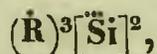
Послѣдующія изысканія открыли, что во многихъ минералахъ иногда вовсе не содержится глинозема, а иногда напротивъ встрѣчается значительное количество этой земли.

Ложь въ діопсидъ изъ Мусса (Mussa Alpe), Розе въ черномъ кристаллическомъ авгитѣ изъ Таберга, Берцеліусъ въ буромъ малаколитѣ изъ Дагеро въ Финляндіи, Томсонъ въ авгитѣ изъ Ньюжерсея (New Jersey), Бекъ въ свѣтломъ авгитѣ изъ Нью-Йорка, Германъ и Раммельсбергъ въ родонитѣ, по названію Германа, или фовлеритѣ, по названію Американскихъ минералоговъ изъ Ньюжерсея (New Yersey) вовсе не,

нашли глинозема, тогда какъ многочисленные анализы показали большее или меньшее содержаніе глинозема въ авгитѣ. Кудернашъ въ авгитахъ разныхъ мѣстностей нашелъ отъ 4,02 до 6,68% глинозема; Норденшильдъ въ авгитѣ изъ Паргаса 6,56; Клапротъ въ авгитѣ изъ Фраскати до 5%; Буланже (Boulangier) въ діаллагѣ 12,6%; Мюиръ и Дюфренуа въ гиперстенѣ отыскали отъ 4,07 до 9,31% глинозема.

Точно тоже должно сказать объ амфиболѣ, гедритѣ, талькѣ, нсолитѣ и объ многихъ другихъ минералахъ.

Принимая въ соображеніе оба разсмотрѣнныхъ нами вида полимернаго изоморфизма, получимъ формулу авгита:

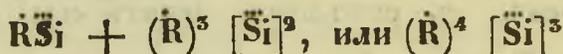


по которой слѣдуетъ имѣть содержаніе кислорода:

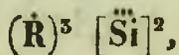
$$(\dot{R}) : [\ddot{S}] = 3 : 6 = 1 : 2.$$

И дѣйствительно, всѣ почти точные анализы очень точно подходятъ подъ отношеніе, требуемое формулой Шерера.

На тѣхъ же основаніяхъ формула амфибола выразится:



Точно также формула неолита (изъ Арендала, въ Норвегіи) будетъ:



потому что въ составѣ его, по двумъ анализамъ Шерера, 7,53 и 10,27 глинозема и 4,04 и 6,28 воды (Pogg. An. LXXI—285).

§ 54. Третій видъ полимерии, по изслѣдованію Шерера, состоитъ въ способности двухъ паевъ воды замѣщать пай окиси мѣди. Не станемъ говорить объ этомъ частномъ видѣ полимерии, потому что основаніемъ ему служилъ полный изоморфизмъ либеленита и олівенита при неодинаковости атомнаго строенія, но новыя изслѣдованія отчасти сближаютъ атомное строеніе обоихъ минераловъ. Притомъ этотъ послѣдній видъ полимернаго изоморфизма не имѣетъ того большаго примѣненія, той общности, какъ два первыя и потому остановимся еще нѣсколько времени на двухъ первыхъ видахъ.

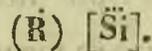
§ 55. Покажемъ въ нѣсколькихъ чертахъ область примѣненія выводовъ Шерера. Постараемся расположить выбранный матеріалъ въ порядкѣ, болѣе удобномъ для сравненія, и замѣтимъ, что при изложеніи мы только иногда будемъ приводить анализы, по большей же части покажемъ только средніе выводы содержанія кислорода.

§ 56. А) *Кремнекислыя соли магnezіи и ея изоморфовъ.*

1. Гольмитъ или гольмеситъ, по анализу Платнера, содержитъ:

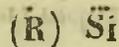
Si	21,4%	11,11	Кислор.	11,11
Al	46,7	21,81	— —	23,10
Fe	4,3	1,29	— —	
Mg	9,8	3,57	— —	7,50
Ca	12,5	3,57	— —	
H	3,5	3,11	— —	3,11

Этот выводъ не подходитъ подь обыкновенную формулу (*), но довольно точно соответствуетъ формулѣ



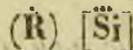
По ней, разность въ содержаніи кислорода не болѣе 0,31.

2) *Талькъ* изъ Преснитцъ, по анализамъ Шерера, содержитъ: Si, Al, Mg, Fe и H въ такой пропорціи, что среднее содержаніе кислорода (по 5 анализамъ) есть слѣдующее: Si : R : H = 35,50 : 10,65 : 3,55. Это соответствуетъ формулѣ:



Pogg. Ann. 1851 г. LXXXIV p. 385.

3) *Зеленая веронская земля* подходитъ подь формулу:



(*) Правда, что Кюнъ (Kühn) даетъ формулу $(\text{R}\text{Si} + [\text{R}\text{Si} + \text{H}]) + 12\text{R}\ddot{\text{R}}$; но такую формулу можно подобрать вѣдь для всякой смѣси.

Bibliothèque univers. de Genève 1848 Mai.

§ 57. 4) *Амфиболитовый талькъ*. Подъ этимъ именемъ Шереръ, послѣ своихъ многочисленныхъ, весьма точныхъ и интересныхъ изслѣдованій, соединилъ тѣ сорта талька, которые подходятъ подъ общую форму амфибола $(\dot{R})^4 [\ddot{Si}]^3$, или какъ пишетъ Шереръ $(\dot{R}) [\ddot{Si}] + (\dot{R})^3 [\ddot{Si}]^2$. Мы соединили оба члена въ одинъ, имѣвъ при этомъ намѣреніе упростить самую формулу и избѣжать самопроизвольности въ размѣщеніи составныхъ частей, и желали избѣжать того упрека, который справедливо дѣлаютъ многимъ изъ формулъ, выражающихъ составъ минераловъ.

Составъ различныхъ минераловъ, подходящихъ подъ отдѣлъ амфиболитовыхъ тальковъ, есть слѣдующій:

Процентное содержаніе.		Содержаніе кисло- рода.	
\ddot{Si} :	\ddot{R} Mg	\dot{R} Н	въ $[\ddot{Si}]$: (\dot{R})
		(кромя Mg)	
I. 62,38	— 31,19	1,62 4,73	32,39 : 14,23
II. 62,11	— 31,15	1,82 4,73	32,26 : 14,27
III. 61,54	— 30,56	2,66 4,93	31,95 : 14,27
IV. 61,69	— 30,62	2,62 4,94	32,17 : 14,29
V. 64,98	0,04 30,41	1,59 5,04	32,20 : 14,01
VI. 62,03	0,03 30,62	1,89 5,04	32,22 : 14,16
VII. 61,85	0,13 31,61	1,54 3,13	32,15 : 14,50
VIII. 61,63	0,16 31,37	1,59 5,13	32,05 : 14,42
IX. 60,95	0,48 31,29	1,78 5,29	31,80 : 14,46

X.	61,16	0,46	31,17	1,79	5,31	31,90 : 14,44
XI.	60,14	1,20	30,17	2,33	5,71	31,55 : 14,28
XII.	60,31	1,24	29,94	2,41	5,87	31,65 : 14,35
XIII.	62,34	0,55	31,96	0,61	4,82	32,48 : 14,55
XIV.	62,55	0,44	32,00	0,73	4,84	32,61 : 14,40
XV.	62,37	0,32	32,62	0,65	4,81	32,49 : 14,38
XVI.	56,95	5,64	30,09	0,94	6,07	31,25 : 14,04
XVII.	57,1	5,50	30,11	1,07	6,07	31,27 : 14,08
XVIII.	60,85	1,71	32,08	0,09	4,95	31,13 : 14,32
XIX.	62,85	1,44	30,76	0,62	4,55	33,07 : 13,82
XX.	62,15	1,01	33,04	0,45	3,21	32,59 : 14,27
XXI.	61,51	6,83	30,93	3,82	2,84	32,20 : 14,30
XXII.	56,74	—	24,35	18,32	1,67	29,46 : 13,83
XXIII.	57,60	3,20	29,30	5,65	3,55	30,91 : 14,25
XXIV.	54,98	1,56	13,38	7,83	1,45	29,03 : 12,35
XXV.	61,96	—	31,02	1,47	4,92	32,17 : 14,20
XXVI.	62,29	0,15	31,55	1,22	4,83	32,39 : 14,32
XXVII.	62,47	0,13	32,08	0,47	4,78	32,48 : 14,36
XXVIII.	62,69	0,12	32,41	0,39	4,70	32,58 : 14,44
XXIX.	62,03	—	31,14	1,88	4,96	32,21 : 14,46
XXX.	61,98	—	31,17	1,48	4,81	32,18 : 14,22
XXXI.	62,07	0,39	31,13	1,69	4,83	32,35 : 14,26
XXXII.	62,53	—	31,32	1,34	4,78	32,37 : 14,25
XXXIII.	62,18	—	30,46	2,53	4,97	32 29 : 14,22
XXXIV.	61,48	—	31,27	1,65	4,86	31,92 : 14,32
XXXV.	62,30	6,06	31,32	1,62	4,89	32,37 : 14,34
XXXVI.	61,47	—	28,45	0,06	9,83	31,76 : 14,05
XXXVII.	61,49	—	28,13	0,72	9,82	31,95 : 14,12

XXXVIII. 61,50 — 28,39 0,08 9,74 31,83 : 14,06

XXXIX. 58,20 — 27,73 1,53 9,64 30,22 : 13,39

XXXX. 60,45 0,11 28,19 0,09 9,57 31,42 : 13,50

I и II. Благородный талькъ изъ Тироля,
по анализу Шерера.

III и IV. Талькъ яблочнаго цвѣта изъ Норвегии (изъ Yttre-Sogn), по анализу Шерера.

V и VI. Талькъ яблочнаго цвѣта изъ Рорасъ (Rogaas) въ Норвегии. по разложенію Шерера.

VII и VIII. Талькъ изъ Раубъери (Raubjery), по разложенію Шерера

IX и X. Талькъ изъ Тироля, по разложенію Шерера.

XI и XII. Талькъ (Topfstein) изъ Цоблица, по разложенію Шерера.

XIII и XIV. Талькъ изъ Швейцаріи, по анализу Шерера и Рихтера.

XV. Талькъ изъ Мотерна (Mautern). по анализу Шерера.

XVI и XVII. Талькъ (Schaalentalk) изъ Фалуна, по анализу Шерера

XVIII, XIX и XX. Талькъ съ Сень-Готарда, по анализу Шерера.

XXI. Азбестовидный талькъ съ С Готарда, по анализу Шерера.

XXII. Антофиллитъ изъ Конгсберга (Kongsberg), по разложенію Вонеліуса.

XXIII. Антофиллитъ изъ Канады, по анализу Томсона.

XXIV. Антофиллитъ изъ Штата Нью-Йорка, съ рѣвки Гудзонъ, по анализу Томсона.

XXV и XXVI. Талькъ изъ Пиемонта, называемый «Verhärterter Talk», по анализу Шерера.

XXVII и XXVIII. Такой же талькъ изъ Глокницъ (Glocknitz), по анализу Шерера и Рихтера.

XXXIX. Жировикъ изъ Вунзидель (Wunsiedel), по анализу Рихтера.

XXX, XXXI и XXXII. Оттуда же жировикъ, по анализу Шерера.

XXXIII. Жировикъ изъ Пармы, по анализу Рихтера.

XXXIV и XXXV. Агальматолитъ изъ Китая, по анализу Шерера.

XXXVI и XXXVII. Пѣнка, привезенная изъ Турціи, по анализамъ Шерера и Рихтера.

XXXVIII. Пѣнка, привезенная изъ Греціи, по анализу Шерера.

XXXIX и XXXX. Пѣнка неизвѣст. мѣстностей, по анализамъ Рихтера и Шерера.

(Займствовано изъ *Annalen d. Phys. u. Ch. von Poggendorff*. Томъ LXXXIV).

Всѣ исчисленные минералы составляютъ одинъ минеральный рядъ: уже давно видѣли сходство физическихъ свойствъ многихъ тальковъ, жировика, антофиллита и пѣнки, но въ составѣ ихъ не могли найти никакого единства и потому считали ихъ совершенно различными родами, даже иногда очень далеко ставили ихъ другъ отъ друга въ системѣ. Шереръ, изучая ихъ, пришелъ къ многимъ, весьма интереснымъ результатамъ. Составъ всѣхъ, названныхъ выше, минераловъ выражается одной формулой, принимая полимерію воды и глинозема. Эта формула, какъ мы уже сказали, есть формула амфибола:



Точность ея можно повѣрять, смотря на содержаніе кислорода въ $[\ddot{Si}]$ и (\dot{R}) , выставленное въ последнемъ столбцѣ нашей таблицы. Почти вездѣ съ точностію около $0,5\%$ содержаніе кислорода въ $(\dot{R}) = \frac{4}{5}$ содержанія кислорода въ $[\ddot{Si}]$, какъ того требуетъ самая формула.

Такимъ образомъ изъясняется та неопредѣленность и сбивчивость, какую представляли прежніе анализы тальковъ, антофиллитовъ, жировика и пѣнки. Сверхъ того Шереръ наглядно и ясно доказалъ, что всѣ предложенныя выше минералы не только по формулѣ, но и по происхожденію, по строенію, со-

вершено одинаковы: всѣ они суть степени разложенія амфибола. При разложеніи известъ замѣщалась магнезією и часть послѣдней водою. Многіе, какъ антофиллитъ и азбестовидный талькъ, совершенно сохранили форму амфибола; многіе удержали листопрохожденіе, нѣкоторые почти потеряли структуру амфибола, какъ жировикъ, а пѣнка вовсе стала аморфною, т. е. совершенно потеряла уже строеніе того минерала, изъ котораго произошла. Замѣтимъ при этомъ прекрасный законъ, выведенный Шереромъ: при постепенномъ замѣщеніи извести и закиси желѣза водою, уменьшается наклонность образовывать отчетливые кристаллы, но увеличивается ясность листопрохожденія. Этотъ законъ повѣряется и надъ рядомъ авгитовыхъ тальковъ и авгитовъ. Амфиболитовый талькъ составляетъ только одинъ отдѣлъ тальковъ. Шереръ доказалъ, что формула и происхожденіе другихъ тальковъ принадлежать авгитамъ и что есть еще третій родъ тальковъ, не подходящій ни подъ тотъ, ни подъ другой видъ и имѣющій формулу $(R) [Si]$.

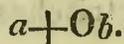
Прежніе анализы и выводы часто очень близко подходятъ подъ формулы Шерера, но иногда довольно отдалены. Причину этого должно искать въ неточномъ (обыкновенно въ излишкѣ) опредѣленіи содержанія воды, какъ то показалъ Шереръ и чего онъ очень остроумно постарался избѣжать. Амфиболитовый талькъ, по анализамъ Клапрота, Вокелена, Ко-

бсла, Делесса и Мариньяка изъ Грейнера (Greiner), С. Готарда, Пруссiанска, Целлерталь и Шамуни получили формулу $3\text{Mg}\ddot{\text{Si}} + \text{Mg}^3\ddot{\text{Si}}^2$ или $\text{Mg}^6\ddot{\text{Si}}^5$, гдѣ вода, по измѣнчивости своего количества совершенно, пренебрежена. Лихнелль даетъ пѣнкѣ изъ Лаванта формулу $\text{Mg}\ddot{\text{Si}} + \text{H}$, что совершенно соответствуетъ формулѣ Шерера, ибо $3(\text{Mg}\ddot{\text{Si}} + \text{H}) = \text{Mg}^3\ddot{\text{Si}}^3 + 3\text{H} = (\text{Mg})^4\ddot{\text{Si}}^3$. Кобелль далъ жировику формулу $\text{Mg}^6\ddot{\text{Si}}^6 + 4\text{H}$; Вальхнеръ $\text{Mg}^3\ddot{\text{Si}}^2 + 3\text{H}$; Раммельсбергъ $\text{Mg}^9\ddot{\text{Si}}^9$ и Лихнелль $\text{Mg}^4\ddot{\text{Si}}^5$. По анализамъ Шерера, многіе виды амфиболитоваго талька, выражаясь вообще стехіометрической хемой (Stechiometrisches Schema) $(\text{R})^4[\ddot{\text{Si}}]^3$, въ частности одни подходятъ подѣ формулу $\text{R}^6\ddot{\text{Si}}^5 + 2\text{H}$, нѣкоторые подѣ формулу $\text{R}\ddot{\text{Si}} + \text{H}$. Принимая только обыкновенный изоморфизмъ (мономерный), можемъ выразить составъ всѣхъ амфиболитовыхъ тальковъ и амфиболовъ формулой: $ma + nb$. т. е. каждый изъ этихъ минераловъ состоитъ изъ двухъ стехіометрическихъ элементовъ, входящихъ известное число разъ въ соединеніе $a = \text{R}^4\ddot{\text{Si}}^3$ и $b = 3\text{R}\ddot{\text{Si}} + 3\text{H}$ (*). Такимъ образомъ всякій амфиболъ и амфиболитовый талькъ $= ma + nb$. Предѣлы измѣненій этой формулы будутъ когда n или $m = 0$. Когда $n = 0$, остается a , т. е. неизмѣнившійся амфиболъ; когда $m = 0$, остается b , т. е.

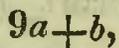
(*) Позднѣе Германнъ изъяснилъ составъ пироксеновъ, принимая, что въ нихъ $a = \text{R}^4(\ddot{\text{Si}})^3$ и $b = \text{R}^2(\ddot{\text{Si}})^3$, также $\text{R}^2(\ddot{\text{Si}})^2$ и $\text{R}^2(\ddot{\text{Si}})^3 + 3\text{H}$ (Bull. d. S. natur. de Moscou. 1852, III; 206 etc.

пѣнка $m(3\text{Mg}\bar{\text{Si}} + 3\text{H})$ или $\text{Mg}\bar{\text{Si}} + \text{H}$. И такъ, мы имѣемъ два предѣла — неизмѣненный амфиболъ и левантскую пѣнку; всѣ же амфиболитовыя тальки суть промежуточныя соединенія и по составу и по происхожденію. Великолѣпный и въ Минералогіи безпри- мѣрно точный выводъ!

Вотъ рядъ минераловъ, подтверждающихъ понятіе о постепенности въ составѣ ряда амфиболовъ и амфиболитовыхъ тальковъ. Лучистый камень изъ Таберга, по анализу Бонздорфа, есть $\text{R}^4\bar{\text{Si}}^3$, безъ воды и глинозема, т. е.

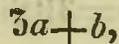


Тремолитъ съ Сень-Готарда, по анализу Рихтера (*), соответствуетъ:



т. е. $9\text{R}^4\bar{\text{Si}}^3 + 3\text{R}\bar{\text{Si}} + 3\text{H}$, или $\text{R}^{12}\bar{\text{Si}}^{10} + \text{H}$.

Азбестовидный талькъ изъ С. Готарда соответству- етъ (XXI).



т. е. $3\text{R}^4\bar{\text{Si}}^3 + 3\text{R}\bar{\text{Si}} + 3\text{H}$, или $\text{R}^5\bar{\text{Si}}^4 + \text{H}$.

Тремолитовидный талькъ изъ Рейхенштейна, по ана- лизу Рихтера (**), соответствуетъ

(*) $\bar{\text{Si}}$ 60,60, $\bar{\text{Al}}$ 6,32, Mg 25,43, Ca 11,35, Fe 0,50 и H 1,20.

(**) $\bar{\text{Si}}$ 58,89, $\bar{\text{Al}}$ 0,69, Mg 23,37, Ca 9,57, Fe 3,79, H 3,60.

$$2a+b$$

т. е. состоитъ изъ $\dot{R}^{11}\ddot{Si}^9+3\dot{H}$.

Талькъ изъ Тироля (I и II).

$$3a+2b,$$

т. е. $\dot{R}^6\ddot{Si}^8+2\dot{H}$.

Талькъ изъ Фалуна (XVI—XVII) и крокидолитъ, по анализу Штромейера, соответствуютъ:

$$a+b,$$

т. е. $\dot{R}^7\ddot{Si}^6+3\dot{H}$.

Турецкая пѣнка (XXXVI—XXXVII),

$$a+3b,$$

т. е. $\dot{R}^{15}\ddot{Si}^{12}+9\dot{H}$.

Левантская пѣнка (*), по анализу Лихнелля, соответствуетъ:

$$0a+b$$

т. е. $\dot{R}\ddot{Si}+\dot{H}$.

Объ предѣльные формы въ чистомъ видѣ очень рѣдки и всѣ обыкновенные амфиболы болѣе или менѣе содержать членъ b .

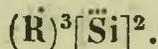
5) Формула амфибола (роговой обманки, тремолита, граммати́та, лучистаго камня, арфведсонита, трахита и др.) есть

$$(\dot{R})^4[\ddot{Si}]^5.$$

(*) \ddot{Si} 60,87, \dot{Mg} 27,80, \dot{H} 11,29 и до 0,09 \dot{R} .

Горн. Журн. Кн. VIII. 1855.

§ 58. б) Тоже самое отношеніе, какое существуетъ между амфиболитовымъ талькомъ и амфиболомъ, тоже отношеніе существуетъ и между *авгитовыми тальками* и авгитами. Общая формула есть



Эта стехіометрическая хема состоитъ изъ двухъ стехіометрическихъ элементовъ $a = R^5\ddot{Si}^2$ и $b = 2R\ddot{Si} + 3H$. Такимъ образомъ каждый авгитъ и авгитовый талькъ есть



Предѣлы этой формулы: $R^5\ddot{Si}^2$ — авгитъ и $2R\ddot{Si} + 3H$ — неизвѣстный минераль. Вотъ постепенный рядъ минераловъ этого отдѣла:

$a + 0b$, т. е. $R^5\ddot{Si}^2$, авгитъ, напр. діопсидъ изъ Мусса (Mussa-Alpe), по разложенію Ложье; авгитъ изъ Асіо-Yessoу, по разложенію Томсена, и др. авгиты безъ воды и \ddot{R} .

$12a + b$, т. е. $R^{58}\ddot{Si}^{26} + 3H$, діопсидъ изъ Рехенштейна, по анализу Рихтера ($H = 1,19\%$),

$6a + b$, т. е. $R^{20}\ddot{Si}^{14} + 3H$. Диопсидъ изъ Зальцбурга, по анализу Келера ($H = 2,11$); бронзитъ изъ Ультенталя, по анализу Реньо ($H = 1,80$); азбестъ изъ Тироля (аммиантъ), по анализу Шерера ($H = 2,56$); нефритъ, по анализу Шерера; бронзитъ изъ Гульзена, разложенный Реньо и др.

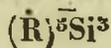
4a+b, т. е. $\dot{R}^{14}\ddot{Si}^{10} + 5\dot{H}$ діаллагонъ изъ Траунштейна, по анализу Реньо (воды $3,52\%$); талькъ изъ Бернарда, по анализу Берцеліуса ($3,50\%$ воды).

3a+b, т. е. $R^{11}\ddot{Si}^8 + 5\dot{H}$ неолить изъ Арендаля (воды $4,04\%$), по анализу Шерера.

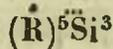
3a+2b, т. е. $\dot{R}^{15}\ddot{Si}^{10} + 6\dot{H}$ темный неолить изъ Арендаля, по анализу Шерера ($\dot{H} - 6,26$), и нѣкоторые другіе неолиты.

4a+3b, т. е. $\dot{R}^{18}\ddot{Si}^{14} + 9\dot{H}$ талькъ изъ Гастейна; діаллагонъ стоитъ въ такомъ же мѣстѣ между истинными авгитами и ихъ тальками, какъ антофиллитъ между амфиболами и амфиболитовыми тальками.

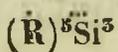
§ 59. 7) *Спадаитъ*



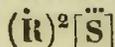
8) *Пикрослинъ*



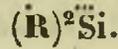
9) *Монрадитъ*



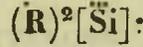
10) *Ксантофиллитъ* изъ Златоуста



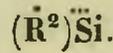
11) *Афродитъ*, по разложенію Берлина, состоитъ изъ $R^3\ddot{Si}^2 + 2\dot{H}$ но составъ его гораздо точнѣе выражается формулой:



12) *Пироклеритъ* $2(2\dot{R}^5\ddot{Si} + \ddot{Al}\ddot{Si}) + 9\dot{H}$; по формулѣ
Кобелля



15) *Пикрофилъ*, по разложенію Сванберга, есть
 $\dot{R}^5\ddot{Si}^2 + 2\dot{H}$ или точнѣе

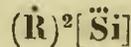


14) *Хоникритъ*. Кобелль выражаетъ его составъ чрезъ:
 $3\dot{R}^3\ddot{Si} + 2\ddot{Al}\ddot{Si} + 6\dot{H}$.

По форму-	}	лѣ Кобел-	$\ddot{Si} : \ddot{Al} : \dot{R} : \dot{H}$ (*)	по форму-	}	$[\ddot{Si}] : (\dot{R})$
ля содер-		18,5 : 8,0 : 12,8 : 8,0	Шерера	23,9:15,5		
жаніе кис-		18,5 : 7,4 : 11,1 : 7,4	содержаніе	23,9:15,9		
лорода		$\frac{+0,6 + 1,7 + 0,6}{+0,6 + 1,7 + 0,6}$	кислорода	$\frac{+0,4}{+0,4}$		

И такъ, формула $(\dot{R})^2[\ddot{Si}]$ гораздо точнѣе.

15) *Сейберитъ*, разложенный Клемсономъ,

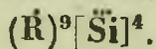


(*) Направо стоятъ величины содержанія кислорода по новымъ формуламъ, налѣво по старымъ. Вверху—найденные, подъ нимъ—вычисленное количество кислорода.

16) *Антигоритъ*, разложенный Швейцеромъ,



17) *Шиллершпатъ* содержитъ, по анализамъ Келера, составныя части въ такомъ количествѣ, что отношеніе кислорода въ $\ddot{Si} : \ddot{R} : \dot{R} : H$ равно 22,7 : 1,55 : 13,64 : 11,04 (среднее). Раммельсбергъ, на основаніи этого, даетъ формулу: $(3\dot{R}\ddot{Si} + 2H) + 2MgH (**)$, а Келеръ $4\dot{R}^3\ddot{Si}^2 + 3MgH^4$; сумма разностей для первой формулы равна 3,0, для второй 2,5. Шереръ предлагаетъ формулу:



По этой формулѣ, разность въ содержаніи кислорода въ (\dot{R}) и $[\ddot{Si}]$ противъ анализа равна только 0,7.

18) *Оливинъ* $(\dot{R})^5\ddot{Si}$

19) *Змѣевикъ* $(\dot{R})^5\ddot{Si}$

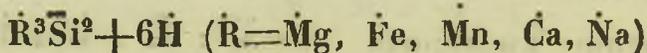
20) *Хризотиль*; $(\dot{R})^5\ddot{Si}$ по анализу Делесса

(*) Эту формулу Шереръ изображаетъ $2(\dot{R})^3\ddot{Si} + (\dot{R})^3[\ddot{Si}]^2$, чтобъ показать соотношеніе съ составомъ другихъ минераловъ, но мы всѣ подобныя формулы представили въ видѣ одночленныхъ.

(**) Есть ли хоть малѣйшее основаніе располагать такимъ образомъ составными частями? Отъ чего не написать $3\dot{R}\ddot{Si} + Mg^2H^5$ или $3\dot{R}^5\ddot{Si}^3 + 5H$.

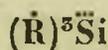
$\ddot{\text{Si}} : \bar{\text{Al}} : \dot{\text{R}} : \dot{\text{H}} = 21,8 : 0,2 : 17,4 : 12,1$ или $(\dot{\text{R}}) : [\ddot{\text{Si}}] = 21,9 : 21,4$. Разность = 0,5 (*)

21) *Дерматинъ* $(\dot{\text{R}})^3\ddot{\text{Si}}$; по прежней формулѣ:



$\ddot{\text{Si}} : \dot{\text{R}} : \dot{\text{H}}$	$\ddot{\text{Si}} : (\dot{\text{R}})$
19,7 : 12,0 : 21,0	19,7 : 19,0
19,7 : 9,9 : 19,7	19,7 : 19,7
+2,1 +1,3	—0,7

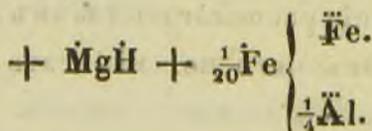
22) *Гидрофитъ*, по анализу Сванберга, получилъ формулу $\dot{\text{R}}^2\ddot{\text{Si}} + 2\dot{\text{H}}$.



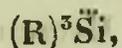
$\ddot{\text{Si}} : \dot{\text{R}} : \dot{\text{H}}$	$\ddot{\text{Si}} : (\dot{\text{R}})$
18,8 : 13,3 : 14,3	18,8 : 18,1
18,8 : 12,5 : 12,5	18,8 : 18,8
+0,8 +1,8	—0,7

23) *Девейлитъ*, по анализу Шиперда (Shepard), имѣетъ слѣдующее отношеніе въ содержаніи кислорода $\ddot{\text{Si}} : \dot{\text{R}} : \dot{\text{H}} = 20,8 : 15,9 : 17,8$, что не подведено подъ обыкновенную формулу, тогда какъ

(*) Кюнъ даетъ хризотилу формулу $\text{Mg}\ddot{\text{Si}} + (\text{Mg}\ddot{\text{Si}} + \dot{\text{H}})$



очень близко выражается полимерической формулой:



гд. R по преимуществу Mg.

24) *Ильинитъ*, $(Mg)^5\ddot{Si}$, по анализу Томсена,

25) *Хлорофеитъ* $(Fe)^3\ddot{Si}$, по разложению Форшгаммера.

§ 60. В) *Соединения кремнекислыхъ и глиноземо-кислыхъ солей, т. е. алюминато-силикаты.*

26) *Клинохлоръ*, въ недавнее время прекрасно описанный Кокшаровымъ (*), есть тотъ самый минераль, который Кобель называлъ рипидолитомъ, а Густавъ Розе хлоритомъ.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
\ddot{Si}	31,25	31,14	30,38	32,68	30,27	31,54
Al	18,72	17,14	16,97	14,57	19,89	17,47
Mg	32,08	34,40	35,97	33,11	33,13	33,44
Fe	5,10	3,85	4,37	5,97	4,42 (Fe)	3,86 Fe
Mn	— —	0,53	— —	0,28	— —	1,69 Cr
H	12,63	12,20	12,63	12,10	12,54	12,60

I и II Кл. изъ Ахматовска, по анализу Кобелля.

III Онъ же, по анализу Варентрапа.

(*) *Mélanges physiques et chimiques* T. II, p. 140. *Материалы для Минералогии Россіи* I, 368.

IV. Кл. изъ Шварценштейна, по анализу Кобелля.

V. Кл. изъ Ахматовска, по анализу Мариньяка.

VI. Клинохлоръ изъ Честера въ Пенсильваніи, по анализу Крау.

Среднее:

Si	51,2%	т. е.	16,2	кислороду	16,2	Si	5
Al	17,5	—	6,2	— — —	}	R	1,3
Cr	0,6	—	0,2	— — —			
Fe	1,4	—	0,4	— — —			
Fe	5,2	—	0,6	— — —	}	R	2,6
Mg	33,3	—	13,2	— — —			
H	12,5	—	10,5	— — —	10,5	H	2,0
	<u>99,7</u>						

По изслѣдованіямъ Раммельсберга, отношеніе кислорода въ составныхъ частяхъ клинохлора есть:

$$\text{Si} : \text{R} : \text{H} = 13,7 : 9,0 : 13,4 : 9,3 = 3 : 2 : 3 : 2$$

Клинохлору давали весьма различныя формулы:

- 1) $\text{R}^3\text{Si}^2 + 3\text{R}\text{Si} + 9\text{MgH}$ Раммельсбергъ, по изслѣдованіямъ Мариньяка.
- 2) $\text{R}\text{Si} + \text{R}\text{Si} + 4\text{MgH}$ Коббель, по своимъ анализамъ.
- 3) $2\text{R}^2\text{Si} + \text{R}\text{R} + 4\text{H}$ Берцеліусъ, по анализамъ Кобелля.
- 4) $\text{R}^3\text{Si}^2 + 3\text{R}\text{Si} + 9\text{MgH}$ Крау, по своимъ анализамъ.
- 5) $\text{R}^2\text{Si} + \text{AlSi} + 2\text{MgH}^2$ Варентранъ.
- 6) $\text{R}^5\text{Si} + \text{R}\text{Si} + 3\text{MgH}$ Раммельсбергъ, по своимъ изслѣдованіямъ.

7) $3(\dot{R})^5\ddot{Si} + 2(\dot{R})\ddot{R}$ Шереръ, придерживаясь по преимуществу анализовъ Раммельсберга.

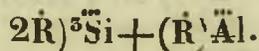
Отношеніе кислорода $\ddot{Si} : \ddot{R} : \dot{R} : \dot{H}$ по 1 и по 4 $= 5 : 3 : 4 : 3$, по 2, по 3 и по 5 $= 6 : 3 : 5 : 4$; по 6 $= 6 : 3 : 6 : 3$. По формулѣ Шерера $\ddot{Si} : \ddot{R} : (\dot{R}) = 9 : 6 : 11$. Эта формула очень близка къ выводу Раммельсберга, потому что:

$$\begin{array}{l} \ddot{Si} : \ddot{R} : (\dot{R}) = 13,7 : 9,0 : 16,5. \\ \text{по формулѣ Шерера } \ddot{Si} : \ddot{R} : (\dot{R}) = 13,7 : 9,1 : 16,7. \\ \hline \phantom{\text{по формулѣ Шерера }} \phantom{\ddot{Si} : \ddot{R} : (\dot{R})} = 0,1 - 0,2. \end{array}$$

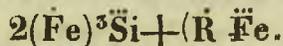
Но формула Шерера далека отъ вывода, сдѣланнаго нами изъ 6 прежнихъ анализовъ:

$$\begin{array}{l} \text{По нимъ } \ddot{Si} : \ddot{R} : (\dot{R}) = 16,2 : 6,8 : 17,3 \\ \text{По формулѣ Шерера } \ddot{Si} : \ddot{R} : (\dot{R}) = 16,2 : 10,8 : 19,8 \\ \hline \phantom{\text{По формулѣ Шерера }} \phantom{\ddot{Si} : \ddot{R} : (\dot{R})} = 4,0 - 2,5 \end{array}$$

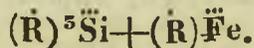
27. *Хлоритъ* (Вернера, Кобелля, Варентрапа, Брюеля, рипидолитъ Густава Розе), по мнѣнію Шерера состоитъ изъ:



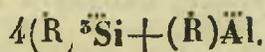
28) *Турингитъ*



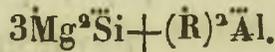
29) *Кронштедтитъ*



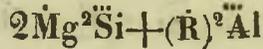
30) *Пеппинъ*



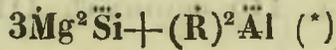
31) Табергитъ



32) Лейхтенбергитъ

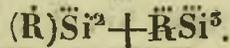


33) Кеммереритъ

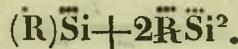


§ 61. С) Двойные силикаты.

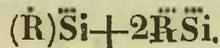
34) Слюда Ивикена (Jviken) по анализу Сванберга



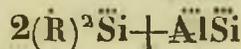
35) Слюда изъ Братштадта (Brattstad), по анализу Сванберга



36) Слюда изъ Броддбо (Broddebø), по анализу Сванберга



37) Слюда изъ Розендаля, по анализу Сванберга



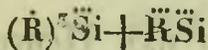
(*) Всѣ восемь изъ предъидущихъ минераловъ подходятъ подъ формулу $X(\overset{\cdot}{\text{R}})^n\overset{\cdot}{\text{Si}} + Y\overset{\cdot}{\text{R}}^m\overset{\cdot}{\text{R}}$ и всѣ принадлежатъ къ гексагональной системѣ; впрочемъ Кокшаровъ доказалъ, что формула клинохлора есть моноклинорическая, образующая тройни, сходныя по общей своей формѣ съ формами гексагональной системы.

38) Слюда изъ Паргаса, по анализу Сванберга

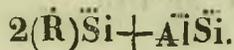


Анализы всѣхъ предъидущихъ минераловъ не получили обыкновенной формулы.

39) Слюда изъ Монро (Monroe) и изъ Міяска



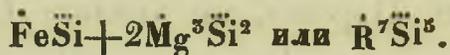
40) Тальцитъ:



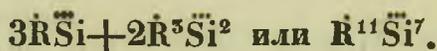
Въ этомъ отдѣлѣ Шереръ разобралъ составъ многихъ минераловъ. Также онъ далъ точныя полимерическія формулы многимъ аморфнымъ минераламъ, купоросамъ, борно-, фосфорно- и мышьяковокислымъ солямъ, но мы не станемъ ихъ приводить, потому что цѣлью предъидущихъ перечисленій было показаніе возможности и цѣнности новыхъ формулъ, а вовсе не стараніе изложить все, что сдѣлано Шереромъ по отношенію къ полимерному изоморфизму.

§ 62. Взглянемъ теперь на другой рядъ полимернаго изоморфизма—на изоморфизмъ n частей одного тѣла m частямъ того же самаго тѣла. Предъидущія изслѣдованія все-таки носятъ на себѣ слѣды нѣкоторой произвольности, тогда какъ изслѣдованія, которыхъ мы коснемся теперь, поражаютъ своей яркостью и несомнѣнностію.

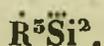
§ 63. Начнемъ съ авгита и амфибола. Азбестъ изъ Корунна по анализу Лапте (Karst. Arch. VI, 321) есть:



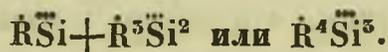
Арппе замѣтилъ, что роговая обманка изъ многихъ мѣстъ (Sziwlowá, Gulsjo, Fahlun) и лучистый камень изъ Таберга имѣютъ формулу:



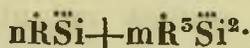
Лучистый камень изъ Пенсильваніи имѣетъ даже совершенно формулу авгита



Съ другой стороны авгитъ (малаколитъ) изъ Таберга имѣетъ точную формулу амфибола.



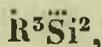
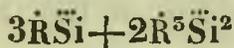
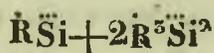
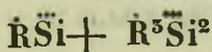
Такимъ образомъ оба минерала, и безъ того такъ близкіе между собою, сближаются по составу; между ними открываются переходы и общая ихъ формула должна выразиться (*)



Розе, Мичерлихъ, Бертье показали, что сплавленная роговая обманка превращается въ авгитъ. Уралитъ вполнѣ окончилъ соединеніе обоихъ рядовъ, и если въ настоящее время можно раздѣлить оба вида,

(*) Девиль въ прошломъ году (Ann. Chim. Phys.) снова предлагаетъ считать составъ пироксена и амфибола одинаковыми.

то отнюдь нельзя при этомъ спиаать химическій составъ надежнымъ руководителемъ. Вотъ первый примѣръ полимеріи: $nA + mB$ съ $n_1A + m_1B$ здѣсь:

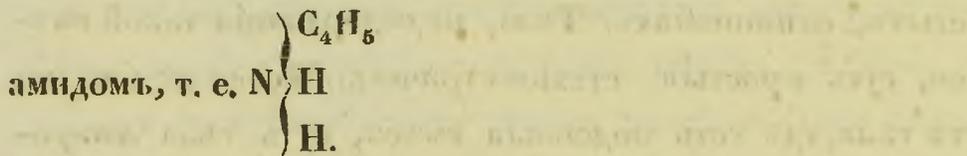
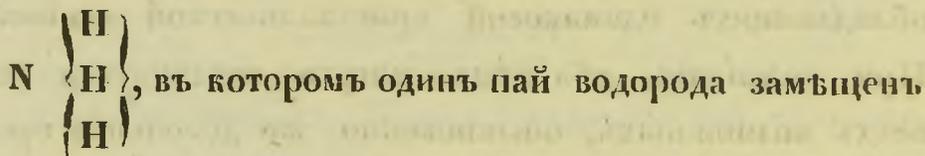


имѣють кристаллическую форму роговой обманки.

Въ настоящее время такихъ примѣровъ весьма много. Авгитъ $\dot{R}^5\ddot{S}i^2$ и жефферсонитъ $\dot{R}\ddot{S}i$ имѣють совершенно одну и ту же кристаллическую форму.

§ 64. Довольно значительное количество подобныхъ примѣровъ представилъ Г. Профессоръ Германъ. Онъ далъ для нихъ особую теорію, которую можно считать видоизмѣненіемъ теоріи полимернаго изоморфизма. По мнѣнію Германа, очень многія тѣла содержать не одно извѣстное соединеніе, но смѣсь двухъ (или болѣе?) соединеній (стехіометрическихъ), обладающихъ одинаковой кристаллической формой. При смѣшеніи, оба тѣла могутъ соединяться во всѣхъ возможныхъ, обыкновенно же довольно простыхъ, отношеніяхъ. Тѣла, не содержащія такой смѣси, суть простыя стехіометрическія соединенія, но тѣ тѣла, гдѣ есть подобныя смѣси, суть тѣла *гетеромерныя*, т. е. разносоставленныя или гетеромерныя смѣси изъ стехіометрическихъ соединеній. Каждое гетеромерное соединеніе состоитъ изъ $mA + nB$, гдѣ

А и В суть элементы гетеромерной смѣси и всегда стехіометрическія соединенія. Примѣры подобной гетероморфной смѣси мы уже видѣли при разсматриваніи состава амфиболитовыхъ и авгитовыхъ тальковъ. Шереръ представилъ составъ ихъ или полимерической формулой $((\dot{R})^4[\ddot{Si}]^3$ и $(\dot{R})^5[\ddot{Si}]^2$), или гетеромерной $(ma + nb)$. Такъ точно и всѣ гетеромерныя смѣси можно подвести подъ одинъ пай видовъ полимернаго изоморфизма. Основная идея гетеромеріи есть существованіе смѣси во всѣхъ гетеромерныхъ соединеніяхъ; основное начало полимеріи есть существованіе въ нихъ замѣщенія. Между обоими взглядами такое же различіе, какъ между взглядами дуалистовъ и послѣдователей теоріи замѣщенія. Первые отыскиваютъ вездѣ два соединившіеся члена; вторые стараются тѣ же самыя явленія изъяснить замѣщеніемъ. Напримѣръ: этиль аминъ (C_4H_7N), по мнѣнію первыхъ, есть соединеніе этиля съ амидомъ, т. е. $C_4H_5N + NH_3$; по мнѣнію вторыхъ, это есть амміакъ (NH_3 , или

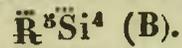
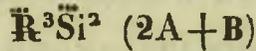
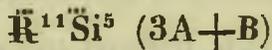
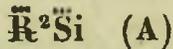


Вообще, гетероморфизмъ есть только частный случай полимернаго изоморфизма, потому что послѣдній оправдываетъ сходство формъ во всякомъ случаѣ, когда

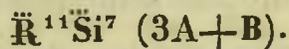
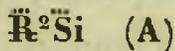
вмѣсто известнаго члена входитъ другой. Если $mA + nB$ имѣеть сходную форму съ $rA + qB$, то объясненіе причины этого будетъ совершенно одинаково: скажемъ ли мы (вмѣсть съ Германомъ), что здѣсь A смѣшивается въ двухъ отношеніяхъ съ B , или (вмѣсть съ Шереромъ) предположимъ, что rA замѣтили mA , и qB замѣтили nB . Принимая теорію Германа, мы должны принимать теорію Шерера, потому что нужно принимать изоморфизмъ A и B какъ видъ полимеріи. По теоріи Германа, тѣла могутъ имѣть одинаковую формулу, когда они состоятъ: 1) изъ нормальныхъ, т. е. химически одинаковыхъ атомовъ, 2) изъ изоморфныхъ атомовъ, химически различныхъ, но одинаковыхъ по числу и расположенію, и 3) изъ гетеромерныхъ атомовъ, которыхъ химизмъ, число и расположеніе не равны. Ясно, что здѣсь видоизмѣненіе теоріи Шерера. На основаніи всего этого, мы подводимъ всѣ случаи гетероморфіи подъ различные виды полимернаго изоморфизма. Германъ (*) привелъ очень много примѣровъ гетеромерности или полимеріи $nA + mB$ съ $n_1A + m_1B$.

(*) Journ. f. prakt. Chemie XLIII, 35; LIII, 1; Handwörterbuch. Rammelsb. IV, Supplementband pag. XIX, etc. Названіе, данное Германомъ, болѣе употребительно, чѣмъ названіе Шерера, вѣроятно потому, что Шереръ началъ съ частнаго, можетъ быть, ложнаго случая, а Германъ съ общихъ законовъ. Притомъ слово гетеромерія лучше обозначаетъ самое понятіе, чѣмъ слово полимерія.

§ 65. Кіациты различных мѣстностей подходят подь формулы, данныя Германомъ:

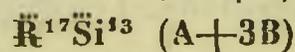
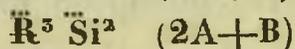
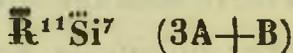


Различные экземпляры ставролита имѣють, по выводу Германа, составъ:

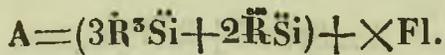


а между тѣмъ форма ихъ совершенно одинакова; всѣ они являются ромбическими призмами въ $129^\circ 20'$.

Андалузиты содержатъ:



Всѣ три минерала имѣють гетеромерные члены $\text{A} = \bar{\text{R}}^2\bar{\text{Si}}$ и $\text{B} = \bar{\text{R}}^5\bar{\text{Si}}^4$. Можетъ быть, впрочемъ, что гетероморфные члены суть $\text{A} = \bar{\text{R}}^2\bar{\text{Si}}$ и $\text{C} = \bar{\text{R}}\bar{\text{Si}}$ потому что и тогда составъ всѣхъ минераловъ можетъ быть выражень гетеромерной формулой $n\text{A} + m\text{C}$. Дана (таб. III) доказаль сходство формъ ставролита и андалузита. Составъ слюды Германъ выражаетъ гетеромерной формулой $n\text{A} + m\text{B}$, гдѣ



Принимая кремнекислоту за SiO^2 и фторъ изоморфнымъ кислороду, $(\dots\dots) + \times Fl$ означаетъ такое соединеніе, гдѣ часть кислорода замѣнена фторомъ.
Формулу

A—имѣеть слюда изъ области Джефферсона (Jefferson County) и изъ Нью-Йорка.

12A + B—Слюда съ Байкала, изъ Саля, по анализамъ Генриха Розе и Сванберга.

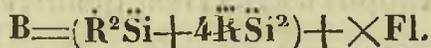
6A + B—Слюда изъ Міаска (по анал. Кобелля), съ Везувія, (по а. Бромейса) и другія.

2A + B—Слюда двуосная изъ Везувія, по анализу Шодо.

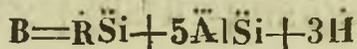
A + 2B—Слюда изъ Рерсберга (по ан. Сольтмана); лепидомеланъ изъ Финляндіи (по а. Сванберга).

B—Калистая слюда изъ Кимито въ Финляндіи, изъ Угö въ Швеціи, изъ Охотска, изъ Фалуна и др. по анализамъ Геар. Розе.

Различные сорта лепидолитовъ состоятъ, по изысканію Германа, изъ $nA + mB$, гдѣ

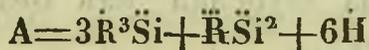


Для цѣлаго ряда слюдоподобныхъ минераловъ (Margarite) Германъ полагаетъ:



- А — Сейберить (клинтонить),
 4А + В — Ксантофиллитъ,
 3А + В — Брандизить,
 А + 2В — Хлоритоидъ,
 А + 3В — Мазонить, Дифанить,
 А + 6В — Емерилить,
 А + 18В — Корунделлитъ,
 В — Ейфиллитъ.

Для хлоритоподобныхъ минераловъ Германа полагаютъ:

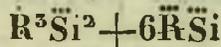
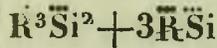


- А — Бальтиморить, по ан. Германа.
 А + В — Родохромъ, по ан. Германа; клинохлоръ
 изъ Ахматовска, по анал. Кобелля и
 Варентрапа
 А + 2В — Шисминскій хлорить, по ан. Германа, Х.
 изъ Маклюна во Франціи, по ан. Делеса;
 стеатитъ изъ Снарумъ, по ан. Живартовскаго.
 А + 3В — Хлорить изъ Шварценштейна, по ан. Брюеля;
 турмилить, по ан. Раммельсберга.
 А + 6В — Кеммерерить, по ан. Германа.
 В — Хлорить изъ Целмертала, по ан. Варен-

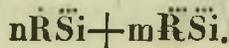
трапа; кроштитъ изъ Пршибрамъ (Przibram), по ан.Штейнмана и Кобелля.

Германъ даетъ гетеромерныя формулы сверхъ того для кордьеритовъ и подобныхъ ему (1), для турмалиновъ (2), сподуменовъ (3), для семействъ скаполитовъ (4) и друг.

§ 66. Раммельсбергъ, сперва опровергавшій существованіе полимеріи, въ послѣдствіи самъ убѣдился въ существованіи примѣровъ полимеріи, особенно изъ своихъ многочисленныхъ анализовъ турмалина. Вотъ какія формулы даетъ онъ различнымъ сортамъ турмалина (5).



Большей части сортовъ слюды онъ даетъ формулу:



§ 67. Интересный примѣръ полимеріи указаль

(1) Journal für praktische Chemie Erdman. LIII, 28.

(2) J. f. p. Ch. LIII, 280. $A = 3\ddot{\text{R}}^3\ddot{\text{M}}^2 + 2\ddot{\text{R}}\ddot{\text{M}}$ и $B = \ddot{\text{R}}\ddot{\text{M}}^2 + 2\ddot{\text{R}}\ddot{\text{M}}^3$ гдѣ $\ddot{\text{M}} = \ddot{\text{Si}}$, которой часть замѣщена борной кислотой ($\ddot{\text{B}}$ по Герм.)

(3) J. f. p. Ch. LIV (1851), 185.

(4) J. f. p. Ch. LIV, 410: Bullet. d. s. d. Natural. d. Mos. 1852, I, 109.

(5) Pogg. Ann. 1850 p. 25.

Шереръ въ разныхъ видахъ полевыхъ шпатовъ и скаполитовъ. Они въ различныхъ своихъ видоизмѣненіяхъ (иногда и видахъ) представляютъ очень различный составъ и притомъ видоизмѣненія состава того и другаго совершенно сходны, даже ихъ псевдо- и параморфозы совершенно сходны (Th. Schöerer. Pogg. Ann, 1855. LXXXIX, p. 1).

Полевые шпаты.	Составъ.	Скаполиты.
Ленюитъ и линзеитъ.	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} R^5Si + 2R\ddot{S}i$	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Мейонитъ изъ Мон-} \\ \text{те-Сомма.} \\ \text{Скаполитъ изъ Эроби} \end{array}$
Анортитъ, по анализу Абиха.	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} R^3Si + 3R\ddot{S}i$	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Скаполитъ изъ Туна-} \\ \text{берга.} \\ \text{Вернеритъ изъ Эроби} \\ \text{по анализу Нор-} \\ \text{деншильда (Nor-} \\ \text{denscjold).} \end{array}$
Тирзоитъ, Барзовитъ, Битовкитъ.	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} R^3Si^2 + 3R\ddot{S}i$	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Вернеритъ изъ Эроби} \\ \text{по анализу Гарт-} \\ \text{валля.} \end{array}$
Лабрадоръ изъ Везувія и Корсики, по анализамъ Лорана и Делесса.	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} R^5Si^2 + 4R\ddot{S}i$	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Вернеритъ изъ Пет-} \\ \text{терби (Petterby),} \\ \text{по анализу Гарт-} \\ \text{валля.} \end{array}$
Лабрадоръ.	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} R\ddot{S}i + R\ddot{S}i$	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Сколецитъ изъ Пар-} \\ \text{гаса, по анализу} \\ \text{Норденшильда.} \\ \text{Вернеритъ, по ана-} \\ \text{лизу Гартвалля.} \end{array}$

Олигоклазъ, гарне-
фиордитъ (Hagne-
fiordit). $\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} R\ddot{S}i + R\ddot{S}i^2 \\ \\ \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \text{Скаполитъ, по ана-} \\ \text{лизу Вольфа.} \\ \\ \end{array} \right\}$

Всѣ полевошпатовые минералы моно- и три- (можетъ быть ди-) клиноэдрической системы; всѣ скаполитовые — квадратной системы. Такимъ образомъ каждый изъ этихъ минераловъ находитъ себѣ сходнаго, какъ по составу, такъ и по формѣ, т. е. предложенные минералы представляютъ примѣръ полимерно-изо-диморфизма.

§ 68. Ортитъ, (гдѣ Шереръ соединилъ ортитъ, алланитъ, церинъ и сходные съ ними минералы), имѣетъ довольно разнообразный составъ:

$3R^5\ddot{S}i + 2\ddot{A}\ddot{S}i$ — Ортитъ изъ большей части мѣстностей, по формулѣ Шерера (Lieb. Pogg. и Wöhler Handwörterb. V, 7551).

$R^5\ddot{S}i + \ddot{A}\ddot{S}i$ — Ортитъ изъ Гитере и Миаска, по анализамъ Раммельсберга и Германа.

$R^5\ddot{S}i + 2R\ddot{S}i$ — Уралортитъ изъ Ильменскихъ горъ, по анализу Германа.

$R\ddot{S}i + R\ddot{S}i$ — Ортитъ изъ Сунтака въ Финляндіи, по анализу Менделѣева (Verhandlungen der Russisch-Kaiser. Miner. G. S.-Petersb. 1854, p. 254).

Въ нѣкоторыхъ ортитахъ до 8 и болѣе процентовъ воды и вѣроятно она замѣщаетъ (R). Кристаллическая форма нѣсколько различна для разныхъ видовъ ортита. Германъ считаетъ ортитъ гомеоморфнымъ съ

эпидотомъ. Вирочемъ, по опредѣленію Кокшарова, уралортитъ принадлежитъ къ моноклиноэдрической системѣ, а ортитъ, по опредѣленію Шерера, и церинъ, по опредѣленію Густава Розе, относятся къ ромбической системѣ. Однако должно полагать, что послѣднія опредѣленія (вѣроятно по не ясности кристалловъ) ошибочны, тѣмъ болѣе, что соотвѣственные углы уралортита, эпидота, церина и ортита очень близки.

	Уралортитъ.	Церинъ.	Ортитъ.	Эпидотъ.
OP : ∞P∞ =	114° 55'	116°	114° 30'	114° 25'
OP : +P∞ =	116° 20'	116°	116° —	116° 12'
∞P∞ : +P∞ =	128° 45'	128°	130° 48'	129° 22'

Кокшаровъ. Г. Розе. Шереръ.

§ 69. Весьма многія тѣла не измѣняютъ своей кристаллической формы, соединяясь съ водой въ различныхъ пропорціяхъ. Тому представляютъ примѣры:

Цирконъ $\ddot{Z}r\ddot{S}i$ и малаконъ $4(\ddot{Z}r\ddot{S}i) + 5H$

Хризолитъ $R^5\ddot{S}i$ и виларзитъ $2(R^5\ddot{S}i) + 5H$

Леполитъ $R^5\ddot{S}i + 3R\ddot{S}i$ и линдзандъ $R^5\ddot{S}i + 3R\ddot{S}i + 5H$

Лейцитъ $K^5\ddot{S}i^2 + 3Al\ddot{S}i^2$ и анальцитъ $Na^5\ddot{S}i^2 + 3Al\ddot{S}i^2 + 6H$

Макромитъ и гидрохлоръ.

Кордьеритъ и фалунитъ, аспазидолитъ и др.

Атгеріазитъ мейонитъ и едингтонитъ.

Алланитъ, уралортитъ и ортитъ.

Нозсауъ и итнеритъ (*).

(*) Hermann. Bulletin de la Société Imperial des Natural.

Это явленіе есть новый случай полимеріи, подходящій подь общій законъ изоморфности $nA + mB$ съ $rA + qB$. Это подтверждается и надь цѣльнымъ рядомъ тѣлъ, имѣющихъ общій видъ и форму квасцовъ. Извѣстно, что квасцы образованы по формулѣ $\ddot{R}\ddot{S} + \ddot{R}\ddot{S}^5 + 24H$, но нашли квасцы, имѣющія иной составъ. Скахи (Scachi) изъ Сольфатара, близъ Пуццолы, привезъ квасцы, содержащія, по анализу Дюфренуа $3\ddot{R}\ddot{S} + 2\ddot{R}\ddot{S}^5 + 12H$. Абихъ получилъ ихъ искусственно. Квасцы съ озера Урміи въ Персіи, по анализу Силлимана, состоятъ изъ $\ddot{F}\ddot{e}\ddot{S}\ddot{i} + \ddot{A}\ddot{l}\ddot{S}\ddot{i} + 27H$ (*). Квасцы изъ южной части Перу содержатъ, по анализу Томсона, $2\ddot{N}\ddot{a}\ddot{S}\ddot{i} + 3\ddot{A}\ddot{l}\ddot{S}\ddot{i}^2 + 10H$ (**), а изъ Икикве (Iquique) въ Южной Америкѣ $\ddot{M}\ddot{g}\ddot{S}\ddot{i} + \ddot{A}\ddot{l}\ddot{S}\ddot{i}^5 + 22H$ (***) . Подобныхъ примѣровъ очень много (*).

§ 70. И такъ, сличая различные случаи гомеоморфизма должно признать законъ, съ перваго раза кажущійся парадоксальнымъ: *всякое тѣло $nA + mB$ мо-*

de Moscou 1852 (XXVI). III, 200; также J. f. p. Ch. LIV. 414.

(1) Dana Mineralogy, 266.

(2) Journ. f. p. Ch. XXXI, 498.

(3) Berzelius Jahresb. XXV, 390.

(4) Всѣ примѣры, указанные нами въ 46 параграфѣ, на таблицѣ III и въ другихъ мѣстахъ. Объ полимерѣ отъ изоморфизмъ органическихъ веществъ говорили также довольно многіе: Рудольфъ Вагнеръ, (J. f. p. Ch. LIII, 449) Лорацъ, Циккле и друг.

жетъ илитъ одинаковую форму съ тѣломъ $pA + qB$ (*).

Опредѣляя минеральный родъ (genus, die Gattung, le genre) или видъ (species, l'espèce, die Art) сходствомъ формы и другихъ свойствъ, должно признать возможность въ нихъ весьма разнообразнаго химическаго состава. Если соединяють въ одинъ родъ или видъ турмалины (§ 66), ставролиты, кіаниты (§ 65), скаполиты (§ 67), тальки (§ 57 и 58) и другіе, то что останавливаетъ соединить въ одинъ же родъ или видъ пироксены и амфиболы (§ 55, 57, 58, 63 и въ послѣдствіи 105), всѣ шпаты, изоморфные известковому шпату, всѣ скаполиты, многіе полевошпатовые (§ 67), ортитъ, алланитъ, церинъ и эпидотъ (§ 68)? Между различными сортами турмалина, вѣроятно, есть же нѣкоторое положенное различіе формъ, какъ постоянно между ними различіе въ удѣльномъ вѣсѣ, цвѣтѣ и въ др. признакахъ; также постоянное и незначительное различіе существуетъ и между формами шпа-

(*) Шереръ принимаетъ только изоморфизмъ $A + nB$ съ $A + mB$, Германъ вообще $nA + mB$ съ $pA + qB$. Повидимому въ этомъ заключается истинное различіе полимернаго и гетеромернаго изоморфизма, но это различіе только кажущееся. Въ каждомъ частномъ случаѣ различіе изглаживается. Если $\ddot{R}^3\ddot{Si}^2$ изоморфно съ $\ddot{R}^5\ddot{Si}^4$, то Германъ прямо изъясняетъ это своимъ закономъ, а Шереръ подводитъ подъ свой законъ, изображая первое соединеніе чрезъ $\ddot{R}^2\ddot{Si} + \ddot{R}\ddot{Si}$, а второе чрезъ $\ddot{R}^2\ddot{Si} + 3\ddot{R}\ddot{Si}$.

товъ и между ихъ удѣльными вѣсомъ и другими физическими свойствами (§ 21 и 83).

Полимерныя соединенія, какъ и мономерныя (§ 47, 26) могутъ не только представлять сходство формъ въ отдѣльности, но и образовать полимерныя смѣси въ родѣ изоморфныхъ смѣсей (§ 20). Признавая эту возможность, Шереръ почитаетъ, что Zn замѣщаютъ часто R , что ZAl замѣщаетъ 2Si (или Al и Si). Германъ признаетъ:

1) Возможность замѣщенія галоидныхъ солей кислородными и вотъ примѣры, приведенные имъ для подтвержденія этого:

Микролитъ RTa (?) и фторохлоръ $\left\{ \begin{array}{l} \text{R} \\ \text{RF} \end{array} + x \text{R} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{Nb} \\ \text{Ti} \end{array} \right.$

Хризолитъ и хондродитъ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Mg} \\ \text{MgF} \end{array} \right\} + \text{хризолитъ.}$

Лабрадоръ и фарфоровый шпатель ($\text{NaCl} + x$ лабрадоръ).

Содалитъ $\text{NaCl} + \text{ZAl}$, козанъ $\text{NaS} + \text{ZAl}$ и галоинъ $\text{CaS} + 2\text{Al}$ есть соединеніе кремнекислоты съ Al и Na .

Нефелинъ и канкринитъ ($2\text{CaS} + \text{нефелинъ}$) (*).

2) Возможность замѣщенія углекислоты азотною, серною и кремнекислотою.

3) Замѣщеніе борной кислоты, глинозема и кремнекислоты.

4) Галоидовъ и кислорода, и вообще

5) Тѣль одного химическаго строенія тѣлами другого (Bullet. soc. Natur. d. Moscou 1552. J. f. pr. Ch. etc.

(*) Bullet. Société Natur. d. Moscou 1852; III, 199.

Принимая столь всестороннюю возможность замѣщенія, должно бы оставить названіе Шерера, а удержать названіе Германа, ибо полимерный изоморфизмъ показываетъ возможность замѣщенія и сходства формъ только при увеличеніи числа паевъ изоморфовъ, а гетероморфный изоморфизмъ (отъ ἕτερος иной и μέρος часть) показываетъ всевозможныя разнообразныя отношенія въ количествѣ замѣняющихъ веществъ. Еще лучше, хотя вовсе не употреблено названіе, предложенное Раммельсбергомъ (J. f. р. Ch. XIV—123). Онъ называетъ всѣ изоморфы, гдѣ число атомовъ не одинаково, разночисленными (heteronome Is.) а напротивъ того тѣ, гдѣ одинаковое число атомовъ, равночисленными (isonome Isom.).

§ 71. Выводить что либо общее изъ разсмотрѣннаго нами (§ 46—70) было бы и слишкомъ смѣло и слишкомъ рано, тѣмъ болѣе, что многое изъ всего этого ссть плодъ однихъ смѣлыхъ предположеній, не строго доказано и даже сомнительно. Однако нельзя не замѣтить большее и большее ослабленіе, или лучше усложненіе отношенія между химическимъ составомъ и кристаллической формой. Послѣдующимъ изслѣдованіямъ суждено рѣшить, существуетъ ли такое отношеніе. Выводъ же химическихъ изслѣдованій, до сихъ поръ произведенныхъ вовсе не утѣшительнъ, въ особенности, если взглянемъ на кучу минераловъ правильной системы, минераловъ, обладающихъ иногда совершенно тождественной формой и

разнообразнѣйшимъ составомъ. Вѣроятно другія начала, другія причины производятъ сходство формъ. Изслѣдованія удѣльнаго объема первоначально также оказались недостаточными. Въ самомъ дѣлѣ, одинъ и тотъ же минеральный видъ, турмалинь, заключаетъ въ себѣ разновидности совершенно различнаго удѣльнаго объема, по различію состава.

Турмалины по формуль

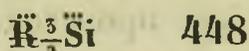
$\dot{R}^5\ddot{Si}^2 + 3\ddot{R}\ddot{Si}$	имѣють У. Об.	1808.
$\dot{R}^5\ddot{Si}^2 + 4\ddot{R}\ddot{Si}$	— — — —	2217.
$\dot{R}^5\ddot{Si}^2 + 6\ddot{R}\ddot{Si}$	— — — —	3013.
$\dot{R}\ddot{Si} + 3\ddot{R}\ddot{Si}$	— — — —	1464.
$\dot{R}\ddot{Si} + 4\ddot{R}\ddot{Si}$	— — — —	1850.

Ставролиты имѣють удѣльные объемы также довольно различные, смотря по видоизмѣненіямъ въ составѣ.

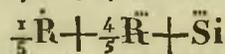
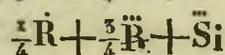
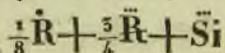
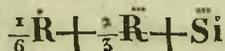
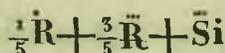
$\dot{R}^2\ddot{Si}$	имѣеть Уд. Об.	530.
$\dot{R}^5\ddot{Si}^2$	— — — —	895.
$\dot{R}^5\ddot{Si}^4$	— — — —	1639.

т. е. наибольшая разность объемовъ = 1,02.

§ 72. Впрочемъ должно замѣтить, что дѣлая сравненія при подобномъ неуравненіи формуль, мы поступаемъ весьма несправедливо; и дѣйствительно, я попробовалъ привести формулы къ однообразному виду и достигъ болѣе счастливаго вывода. Такъ, для видовъ ставролита объемы довольно близки, когда сравнимъ ихъ при болѣе однообразныхъ формулахъ.



Т. е. наибольшая Р. Об. = 0,27, а такая разность встрѣчается при мономерно изоморфныхъ тѣлахъ. Если возразить противъ дѣленія атомовъ, то можно не дѣлать этого, а сравнивать $\ddot{\text{R}}^8 \ddot{\text{Si}}^4$, $\ddot{\text{R}}^6 \ddot{\text{Si}}^4$ и $\ddot{\text{R}}^5 \ddot{\text{Si}}^4$. Тоже самое замѣчаніе имѣетъ мѣсто по отношенію къ турмалинамъ и къ полевымъ шпатамъ. Пять разновидностей турмалина представляютъ болѣе однообразныя формулы, т. е. съ однимъ числомъ паевъ, когда будутъ изображены слѣдующими эмпирическими формулами:



Тогда соответствующіе удѣльные объемы выразятся такъ (таб. III, гомеоморфныя тѣла)

362

370

377

366

370.

И такъ всѣ турмалины имѣютъ почти равный удѣльный объемъ, хотя многія ихъ свойства и самый

составъ весьма разнообразны. Постоянными остались только форма, да приведенный удѣльный объемъ (*).

§ 73. Должно думать, что распространение подобныхъ изслѣдованій прольетъ много свѣту на отношеніе между составами и свойствами, между формами и удѣльнымъ объемомъ, даже покажетъ значеніе составныхъ частей при образованіи кристаллической формы. Впрочемъ, по всей вѣроятности, составъ, да объемъ не позволятъ еще сдѣлать точныхъ окончательныхъ выводовъ, потому что образованіе кристалловъ зависитъ и отъ силы сдѣленія, а она видоизмѣняется съ температурой. Определить силу сдѣленія могутъ многія разнообразныя свойства тѣлъ. Степень плавкости, твердость, упругость, лучепреломленіе, теплостойкость непременно въ большей или меньшей мѣрѣ зависятъ отъ силы сдѣленія. Но какъ мало тронуты еще эти предметы, какъ ничтожны наши свѣдѣнія для соглашенія этихъ опредѣляющихъ!

Потому-то только послѣ общесторонняго изученія нашего предмета можно искать болѣе общихъ законовъ, болѣе счастливыхъ выводовъ; одного химическаго состава недостаточно.

§ 74. И такъ сходство (параграфъ 14) и различіе формъ бываютъ слѣдствіемъ весьма различныхъ причинъ. Мы изложили болѣе или менѣе извѣстныя намъ, но чтобъ сдѣлать наніу статью болѣе полною,

(*) Въ послѣдствіи мы ознакомимся со взглядомъ Дана на этотъ предметъ (§ 105).

мы должны обратить еще нѣкоторое вниманіе на отношеніе тѣлъ по формѣ. Въ самомъ дѣлѣ, до сихъ поръ мы различали только два отдѣла формъ: одинаковыя, или тождественныя, и несходныя. Уже *à priori* можно сказать, что будутъ также кристаллическія формы, которыя хотя и не представляютъ тождественности, однако болѣе или менѣе сходятся между собою. Эта большая или меньшая сходственность формъ часто находится въ тѣсномъ отношеніи съ составомъ. Лоранъ первый обратилъ вниманіе на этотъ предметъ и потому мы изложимъ его мысли, заимствуя ихъ изъ его посмертнаго творенія *Méthode de Chemie* (par Auguste Laurent 1854 p. 156 etc.), изъ творенія, прямая цѣль котораго есть показаніе односторонности многихъ выводовъ и химическихъ законовъ, принимаемыхъ нами. Если это твореніе небогато многими строго доказанными истинами, за то у него нельзя отнимать богатства идей и предположеній, болѣе или менѣе основанныхъ на дѣйствительности. Позволю себѣ первоначально нѣсколько отступить отъ нашего предмета и показать способъ возрѣнія, какой имѣетъ Лоранъ на химическое строеніе тѣлъ и въ особенности минераловъ. Впрочемъ это имѣетъ прямое отношеніе къ нашему предмету, особенно потому, что теоретическіе выводы и соображенія Французскаго ученаго отличаются большою послѣдовательностію, и понятіе о строеніи тѣлъ есть основаніе всему послѣдующему или вѣрнѣе это есть

плодъ всѣхъ вообще изслѣдованій и замѣтокъ. Многое изъ всего изложеннаго Лораномъ можно назвать только замѣтками, потому что оно изложено въ столь тѣсномъ видѣ и столь бездоказательно, что ему никакъ нельзя придать эпитета изслѣдованій.

§ 75. Всѣ тѣла органическія и неорганическія построены на одинъ манеръ, чю однимъ законамъ, —одно изъ основныхъ положеній Лорана. Отличіе химическаго строенія тѣлъ органическихъ и неорганическихъ издавна признавалось и сперва безсознательно, по привычкѣ, заимствованной еще изъ средневѣковыхъ понятій, потомъ съ понятіемъ, что одни тѣла суть двойныя соединенія, другія—болѣе сложныя. Наконецъ положили болѣе разумное отличіе въ строеніи тѣлъ обоихъ видовъ: сказали, что всѣ тѣла органическія суть соединенія сложныхъ радикаловъ, тогда какъ неорганическія содержатъ лишь простые радикалы. Должно сознаться, что послѣдній выводъ весьма односторонень, какъ потому, что при этомъ почитаются утвержденными электрохимическія понятія Берцеліуса, такъ и потому, что цѣлый рядъ тѣлъ остается безъ мѣста (*) въ такой системѣ. Лоранъ и Жераръ вмѣстѣ съ немногими другими не дѣлаютъ строгаго отличія тѣхъ и другихъ тѣлъ. Они ясно показали, что и въ неорганическихъ тѣлахъ

(*) Назовемъ углекислоту, щавелевую, радидоновую, проконовую кислоты, амміакъ, синеродъ, желѣзисто-синеродъ, соли Пейрона, Гро, амміачной ртути и друг.

есть существованіе такихъ же сложныхъ радикаловъ, какъ и въ органическихъ, что образованіе тѣхъ и другихъ сводится на одни и тѣ же законы замѣщенія. Мы уже видѣли, какъ смотритъ Жераръ на строеніе солей, какъ онъ принимаетъ въ каждой соли существованіе сложнаго радикала (*). Лоранъ весьма остроумно сводитъ формулу, а слѣдовательно и строеніе, всѣхъ окисловъ, выражаемыхъ обыкновенно формулами \bar{R} , \bar{R} и \bar{R} (RO , R^2O^3 , и R^2O); онъ сводитъ на формулу R^2O . При этомъ замѣтимъ, что Лоранъ придерживается павъ, предложенныхъ Жераромъ, слѣдовательно пай всѣхъ металловъ дѣлится пополамъ, почему уже ясно, что окиси по формулѣ R или RO обратятся въ R^2O .

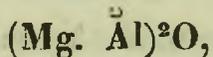
Окислы R^4O^3 (\bar{R}) онъ выражаетъ чрезъ $R^{\frac{4}{3}}O$ или $\frac{2}{3}R^2O$, или \bar{R}^2O , а R^4O (***) чрезъ \bar{R}^2O . При этомъ очевидно, что пай (***) желѣза въ двухъ окислахъ совершенно различенъ: въ окислѣ Fe^2O пай $Fe=175$ или 550, а въ \bar{Fe}^2O пай $Fe=117$ или 233. По этому понятію всѣ окислы могутъ замѣщать другъ друга вполне или отчасти, при образованіи соединений. На основаніи этого изъясняется сходство формъ, фе-

(*) Въ азотной кислотѣ NO_2 , въ сѣрной SO_2 , въ углекислотѣ CO и т. д.

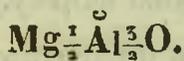
(**) Т. е. наши R^2O или \bar{R} .

(***) Или въ строгомъ смыслѣ эквивалентъ, потому что Лоранъ справедливо различаетъ понятія *équivalent* и *portions proportionnelles*.

накита ($\bar{V}e\bar{S}i$, т. е. $\bar{5}(\bar{R}O),SiO_3$) и веллемита ($Zn^3\bar{S}i$, т. е. $\bar{5}(RO)SiO_3$), авгита ($R^3\bar{S}i^2$) и сподумена [$(R^3 + \bar{R})\bar{S}i^3$], какъ доказалъ Дана. На основаніи предположенія Лорана, формула спинели есть:



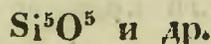
или частнѣе:



§ 76. На кремнекислыя соединенія Лоранъ смотритъ, какъ на соединенія различныхъ полимерныхъ видоизмѣненій кремнекислоты, подобно тому, какъ фосфорнокислыя соединенія содержатъ мета-, пара-, пирро-фосфорныя кислоты, подобно тому, какъ соединенія вольфрамовой кислоты, по изслѣдованіямъ Лорана, содержатъ пара-, мета- и пирро-тунгстеновыя (вольфрамовыя) кислоты. Обыкновеннѣйшій видъ кремнекислоты Лоранъ изображаетъ:



другія видоизмѣненія, найденныя имъ, довольно многочисленны:



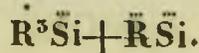
§ 77. Принимая такое обозначеніе кремнекислыхъ соединеній и удерживая понятіе о изоморфности R^2O и $R^{\frac{4}{2}}O$ или \bar{R}^2O , Лоранъ изображаетъ составъ мно-
Горн. Журн. Кн. VIII. 1855. 11

гихъ минераловъ и часто очень точно. Трудно судить о формулахъ Лорана по немногимъ примѣрамъ, и потому для окончательнаго сужденія должно ждать изданія таблицъ, составленныхъ этимъ ученымъ и содержащихъ до 5 или 4 тысячъ изслѣдованныхъ соединений, гдѣ показаны формулы всѣхъ болѣе извѣстныхъ минераловъ. Быть можетъ, этимъ формуламъ предстоитъ блестящая участь, а можетъ быть онѣ не будутъ имѣть обширнаго примѣненія, хотя вельзя отрицать ихъ простоты и наглядности. Для примѣра приведемъ нѣсколько формулъ.

§ 78. А) Минералы по формулъ, наиболѣе встречающейся, т. е. $\text{SiO}(\ddot{\text{R}}\ddot{\text{R}})^2\text{O}$, или, не придерживаясь дуализма:



По этой формулъ требуется, чтобъ количество кислорода въ кремнекислотѣ было равно суммѣ кислорода въ основаніяхъ. Сюда относятся: 1) гранатъ и идокрасъ (обыкновенно считаемые за два изомерныхъ тѣла) (**), обыкновенная формула которыхъ есть:

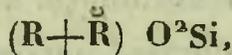
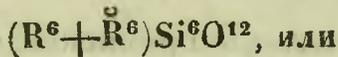


По этой формулъ количество всѣхъ трехъ составныхъ веществъ (т. е. $(\dot{\text{R}}, \ddot{\text{R}}$ и $\ddot{\text{Si}}$) должно быть по-

(*) $\ddot{\text{R}}$ Лоранъ означаетъ иногда чрезъ г.

(**) Платнеръ, а нынѣ и Раммельсбергъ, выражаютъ составъ идокраса чрезъ: $3\text{R}^3\ddot{\text{Si}} + 2\ddot{\text{R}}\ddot{\text{Si}}$.

стоянно. Анализы показывают напротив того, что количество каждой составной части больше или меньше изменчиво. Формула Лорана допускает изменчивость въ количествахъ R и \bar{R} , хотя въ сущности старая формула есть только частный видъ формулы Лорана. Дѣйствительно, изображая формулу $R^3\bar{Si} + \bar{R}\bar{Si}$ по паямъ Лорана, получимъ $(R^2O)^3 (Si^3O^5) + (\bar{R}^6O^5) (Si^3O^5)$ или



т. е. обыкновенная формула равна формулѣ Лорана, гдѣ $(R\bar{R})^2 = R + \bar{R}$ (*)

2) Ту же формулу имѣютъ алланитъ, анортитъ, гармотомъ (**), ильваитъ, діоптазъ, фовлеритъ, индіа-

(*) Я сравнивалъ выводы изъ десяти анализовъ и нашелъ, что формула Лорана по большей части ближе къ дѣйствительности, чѣмъ обыкновенная формула.

(**) Въ баритъ гармотомъ кислородъ $\bar{Si} : \bar{R} + \bar{R} + \bar{H} = 23,4 : 23,6$ (по анализу Керля, изъ Andreasberg) $= 24,8 : 21,7$ (по ан. Дамура, изъ Strontian) $= 24,7 : 22,9$ (Damour Monerit, изъ Strontian) $= 23,6 : 23,6$ (Келера, изъ Andreasberg) $= 24,2 : 22,6$ (то же) $= 23,9 : 23,6$ (Келера, изъ Strontian) $= 23,27 : 24,8$ (Варнека, изъ Giessen). Въ известковыхъ гармотомахъ $\bar{Si} : \bar{R} + \bar{R} + \bar{H} = 25,5 : 29,9$ (Genth, изъ Steinerel) $= 25,1 : 27,6 = 24,9 : 27,5$ (Damour, изъ Исландіи) $= 22,7 : 28,5$ (Maignac, изъ Capodibore) $= 24,8 : 28,5$ (Connel, изъ Ирландіи) и друг. Предоставляю критику читателю, а я думаю, что неточность анализовъ имѣетъ

нить, кирванить (*), фенакитъ, фонолитъ, полиадельфитъ, ксенолитъ и др.

3) Ту же формулу должны имѣть: хризолитъ ($\dot{R}^3\bar{Si}$), тефroitъ ($\dot{Mn}^3\bar{Si}$), виллемитъ ($\dot{Zn}^3\bar{Si}$), цирконъ, эпидотъ, данбуритъ, мейонитъ, скаполитъ, меллилитъ, цоизитъ, ортитъ, аксинитъ, гадолинитъ, какъ видно изъ замѣчаній Дана.

B) $Si^3O^4(R\ddot{R})^2$ или $Si^3O^3, (R\ddot{R})^2O$. По этой формулѣ количество кислорода въ кремнекислотѣ должно быть втрое больше суммы кислорода въ основаніяхъ. Сюда относятся: полевой шпатель, альбитъ и нѣкоторые др. изъ полевошпатовыхъ, эдельфорситъ ($\dot{Ca}\bar{Si}$) и др. (**)

C) $Si^3O^8(R\ddot{R})^4$ или $Si^3O^5, 2[(R\ddot{R})^2O]$, гдѣ отношеніе кислорода есть 3 : 2. Сюда—сколецитъ, лабрадоръ, сулитинъ, мезотипъ (у него часть воды входитъ, какъ основаніе, а часть, какъ кристаллизаціонная вода).

D) $Si^2O^5(R\ddot{R})$ или $Si^2O^2, (R\ddot{R})^2O$; требуемое отношеніе

важное вліяніе на результаты; особенно трудно опредѣленіе количества воды.

(*) По содержанію кислорода $\dot{Si} : \dot{R} + \ddot{R} + \dot{H} = 21,0 : 20,2$. Thomson, изъ Mourne-Bergen.

(**) Нѣсколько сходственный взглядъ на составъ минераловъ имѣеть Дана (J. D. Dana's Mineralogical Contribution Am. Jour. 2 Ser. XVII, № 50, 1851, p. 210 и XVIII, p. 128); по его взгляду ортокласъ ($\dot{R} + \bar{Al}\bar{Si}^2$), олигокласъ ($\dot{R} + \bar{Al}\bar{Si}^3$), анортитъ ($\dot{R} + \bar{Al}\bar{Si}^4$) и друг. потому нѣкоторые минералы вставлены нами въ отдѣлы Лорана, хотя они изображены только формулами Дана и не замѣчены Лораномъ.

кислорода = 2 : 1, напр. въ волластонитъ, авгитъ, сподуменъ, бериллъ, шабазитъ (который есть $2(\text{Si}^2\text{O}^5\text{R}^2) + 3\text{Aq}$.

E) $\text{Si}^4\text{O}^7(\text{RR})^6$ или $\text{Si}^4\text{O}^43[(\text{RR})^2\text{O}]$. Отношеніе кислорода = 4 : 3, напр. кордьеритъ (*).

F) $\text{Si}^5\text{O}^9(\text{RR})^8$ или $\text{Si}^5\text{O}^54[(\text{RR})^2\text{O}]$ входитъ въ составъ топаза $\text{Si}^5\text{O}^9\text{Al}^3 + 4\text{FAl}$ (**).

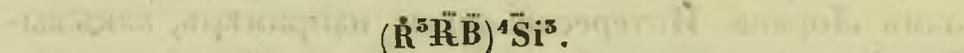
Хотя формулы Лорана не лишены недостатковъ, но большая часть этихъ недостатковъ еще въ высшей степени свойственна нашимъ формуламъ. За то простота, не многосложность и гибкость новыхъ формулъ даютъ имъ преимущество предъ старыми. Въ послѣдствіи будетъ весьма интересно провѣрить общую сложность формулъ Лорана; интересно также видѣть, какъ выражены въ его формулахъ случаи полимернаго изоморфизма; интересно потому, что нѣкоторыя явленія этого отдѣла противорѣчатъ правиламъ Лорана. Интересно знать, наиримѣръ, какъ вы-

(*) Средній выводъ, приведенный нами въ 48 параграфѣ, не допускаетъ этой формулы, потому что по ней разность равна 2,2; онъ скорѣе требуетъ формулы $\text{Si}^5\text{O}^9(\text{RR})^8$, потому что тогда разность не болѣе 0,8.

(**) Общую формулу всѣхъ кремнекислыхъ соединеній, по идеѣ Лорана, можно выразить, мнѣ кажется, такъ: $\text{Si}^a\text{O}^a + n(\text{RR})^{2n}$ или $\text{Si}^a\text{O}^{a+n}[(\text{RR})^2\text{O}]$. Такое тѣло можетъ соединяться съ водою или галоидными солями. Многія другія соли изображаются какъ эти соединенія, наирим. сѣрнокислое кали SO^4K^2 , кислое сѣрнокислое кали SO^4KH , квасцы $\text{SO}^4\text{K}^{\frac{1}{2}}\text{Al}^{\frac{3}{2}} + 6\text{Aq}$, горькій шпатъ $\text{CO}^3(\text{MgCa})^2$ и т. д.

разить онъ формулы авгитовыхъ тальковъ, амфиболовъ и вообще тѣхъ минераловъ, гдѣ количество кремнекислоты не такъ постоянно, — тѣхъ минераловъ, гдѣ мы признаемъ замѣщеніе кремнекислоты глиноземомъ.

§ 79. Во всякомъ случаѣ необходимо признать всю важность того отношенія, какое существуетъ между суммой кислорода основаній и кислородомъ кислоты. Это отношеніе для большей части минераловъ весьма постоянно, хотя въ нихъ и измѣняется количество \dot{R} и \ddot{R} . На значеніе этого отношенія особенно обратилъ въ послѣднее время вниманіе извѣстный Американскій естествоиспытатель Дана. Онъ изображаетъ составъ всѣхъ тѣлъ, принимая возможность изоморфности \dot{R}^3 и \ddot{R} и выражая отношеніе, существующее между кислородомъ основанія и кислородомъ кислоты. Такъ, составъ турмалина онъ выражаетъ формулой:



Здѣсь выражается то, что \dot{R}^3 изоморфно съ \ddot{R} и \ddot{B} (борной кислотой) и что количество ихъ изоморфной смѣси всегда постоянно, притомъ количество кислорода основаній ($\dot{R}^3\ddot{R}$ и \ddot{B}) относится къ количеству кислорода въ кремнекислотѣ, какъ 12 : 9 или какъ 4 : 3. Очевидно, что здѣсь повторяются идеи Лорана, только выражаются иначе, чѣмъ у Лорана. Принимая подобный изоморфизмъ \dot{R}^3 , \ddot{R} и др., Дана объясняетъ сходство формъ (гомеоморфизмъ) многихъ

тъль сходствомъ состава. Такъ онъ доказалъ, что турмалинь гомеоморфенъ съ известковымъ шпатомъ, а евклазь гомеоморфенъ съ баритокальцитомъ (*). Баритокальцитъ $(\overline{\text{BaCa}}\ddot{\text{C}})$ и известковый шпатъ $(\overline{\text{Ca}}\ddot{\text{C}})$ имѣютъ сходственный составъ и по диморфизму только приняты различныя формы (моноклиноэдрической и гексагональной системы). Точно въ такомъ же отношеніи другъ къ другу стоятъ турмалинь $(\overline{\text{R}^3, \text{R}, \text{V}})^4\ddot{\text{Si}}^3$ и евклазь $(\overline{\text{AlBe}})^4\ddot{\text{Si}}^3$. И такъ, два тѣла ($\overline{\text{R}}\ddot{\text{C}}$ и $(\overline{\text{R}}^3)^4\ddot{\text{Si}}^3$) гомеоморфны въ своихъ обоихъ диморфахъ, т. е. гомеодиморфны, подобно тому, какъ гомеоморфны между собой $\overline{\text{R}}\ddot{\text{N}}$ и $\overline{\text{R}}\ddot{\text{C}}$.

§ 80. Понятія, данныя Лораномъ о строеніи минераловъ, уже сами по себѣ заставляли обратить вниманіе на формы, потому что обыкновенно считаютъ, что химическій изоморфизмъ, или безпредѣльное замѣщеніе одного другимъ, ведетъ за собой послѣдствіемъ одинаковость формъ такихъ соединений. Мы уже видѣли нѣсколько примѣровъ гомеоморфности, изъясненныхъ сходствомъ состава по идеямъ Лорана. Впрочемъ независимо отъ соображеній объ изоморфности $\overline{\text{R}}$ и $\overline{\text{R}}^3$, Лоранъ пришелъ къ мысли расширить область сходства формъ. Время появленія пер-

(*) Для евклаза $C = 71^\circ 7'$, $P = 106^\circ 8'$; $a : b : c = 0,84 : 1 : 1,33$; для баритокальцита $C = 69^\circ 30''$, $P = 106^\circ 54'$; $a : b : c = 0,81 : 1 : 1,25$ Sillim. Amer. Journ. (2) 1854, XVII, 211, etc.

выхъ идей объ этомъ предметѣ принадлежитъ прошлому десятилѣтію, 1843, а особенно 1847. Не придерживаясь историческаго хода, изложимъ въ немногихъ словахъ мысли Лорана, но предварительно замѣтимъ, что большая часть ихъ не утверждена еще строгими наблюденіями, а есть слѣдствіе однихъ наведеній и предположеній живаго и быстрого, хоть не всегда послѣдовательнаго, ума Лорана.

(Окончаніе въ слѣдующей книжкѣ).

**КОПІЯ СЪ РАПОРТА ШТАБСЪ-КАПИТАНА
КУЛИБИНА ВЪ ШТАБЪ КОРПУСА ГОРНЫХЪ
ИНЖЕНЕРОВЪ, ИЗЪ ВѢНЫ, ОТЪ $\frac{18}{30}$ СЕНТЯБРЯ.**

Честь имѣю донести Штабу Корпуса Горныхъ Инженеровъ, что въ минувшихъ Августѣ и первой половинѣ Сентября мною были осмотрѣны:

1) Заводъ Альтехютте, около Берауна, въ Богеміи, съ 4 пудлинговыми печами, передѣлывающій чугуны, покупаемый съ другихъ заводовъ, въ разные сорта желѣза, при употребленіи каменнаго угля.

2) Заводъ Нейхютте, неподалеку отъ перваго, съ одною доменною печью, проплавляющею красные и бурые желѣзняки, обжигаемые предварительно доменными газами; передѣлка чугуна въ желѣзо производится частію въ кричныхъ горнахъ, частію пудлин-

говымъ способомъ въ печи, дѣйствующей дровяными газами.

3) Серебросвинцовое производство въ Пришбрамъ, въ Богеміи; здѣсь плавка распадается на два отдѣленія: А) плавка бѣдныхъ рудъ, не болѣе какъ въ 35% свинца и около $8\frac{1}{4}$ золотниковъ серебра въ пудѣ, состоящихъ изъ свинцоваго блеска, смѣшаннаго съ значительнымъ количествомъ цинковой обманки и пустой породы. Печи для плавки этихъ рудъ шахтныя, въ 10 футовъ вышиною. Шихта составляется изъ обожженныхъ въ кучахъ или въ отражательной печи рудъ, 36—38% кричныхъ шлаковъ, 5—8% дробленаго чугуна или желѣзной лопы и 10 или 12% абштриха, герта или серебросодержащаго глета. Главное и самое характеристическое отличіе этой плавки то, что при ней не получается никакого штейна и продукты ея только веркблей и шлаки. Трейбованіе веркблея производится въ печахъ, ни чѣмъ не отличающихся отъ употребляемыхъ на другихъ заводахъ. В) Плавка богатыхъ рудъ, состоящихъ почти изъ чистаго свинцоваго блеска въ видѣ штуфовъ или шлиховъ; эта работа производится въ американской, весьма низкой шахтной печи безъ передней стѣнки.

4) Разработку соленосныхъ глинъ и выварку соли въ Галлейнѣ около Зальцбурга.

5) Блейбергъ въ Каринтіи; здѣсь почти не содержащій серебра свинцовый блескъ встрѣчается въ

жилахъ, проходящихъ въ известнякъ. Обогащенный механическимъ путемъ до содержанія 75%, или никакъ не ниже 65%, онъ обрабатывается въ отражательныхъ печахъ. Каждая печь проплавляетъ въ сутки не болѣе 7 процентовъ, или почти 24 пуда руды. На одномъ изъ заводовъ съ большою выгодною проплавляютъ эти руды въ Американской печи, совершенно такого же устройства, какъ въ Пришбрамъ.

6) Ртутное производство въ Идрии, въ Крайнѣ; руда состоитъ изъ киновари (HgS), встрѣчающейся въ смолистомъ сланцѣ и известнякъ. Первая порода часто содержитъ самородную ртуть.

7) Заводы около Форденберга, въ Штирии, проплавляютъ шпатоватые желѣзняки рудника Эрцбергъ на бѣлый чугуны для передѣлки въ желѣзо и сталь. Всѣ здѣшнія доменные печи имѣютъ закрытую грудь.

8) Заводы около Леобена, въ Штирии, перерабатываютъ чугуны Форденбергскихъ заводовъ въ желѣзо пудлинговымъ способомъ, при употребленіи бураго угля превосходнаго качества. Часть желѣза идетъ на приготовленіе цементной стали.

9) Заводъ Марія-Целль, съ двумя домнами, проплавляетъ шпатоватые желѣзняки. Въ одной изъ печей, при холодномъ дутьѣ, получаютъ половинчатый

чугунъ, который, переплавленный въ отражательныхъ печахъ, идетъ на литье орудій.

10) Заводъ Нейбергъ проплавляетъ шпатоватые желъзняки и полученный бѣлый чугунъ передѣлываетъ въ разные сорта желъза и пудлинговую сталь.

(1) The first thing that I noticed when I stepped
 out of the plane was the fresh air. It felt like I
 had been in a glass jar for hours. The sun was
 shining brightly, and the birds were singing.
 It was a beautiful day, and I was so happy to
 be home.

1900