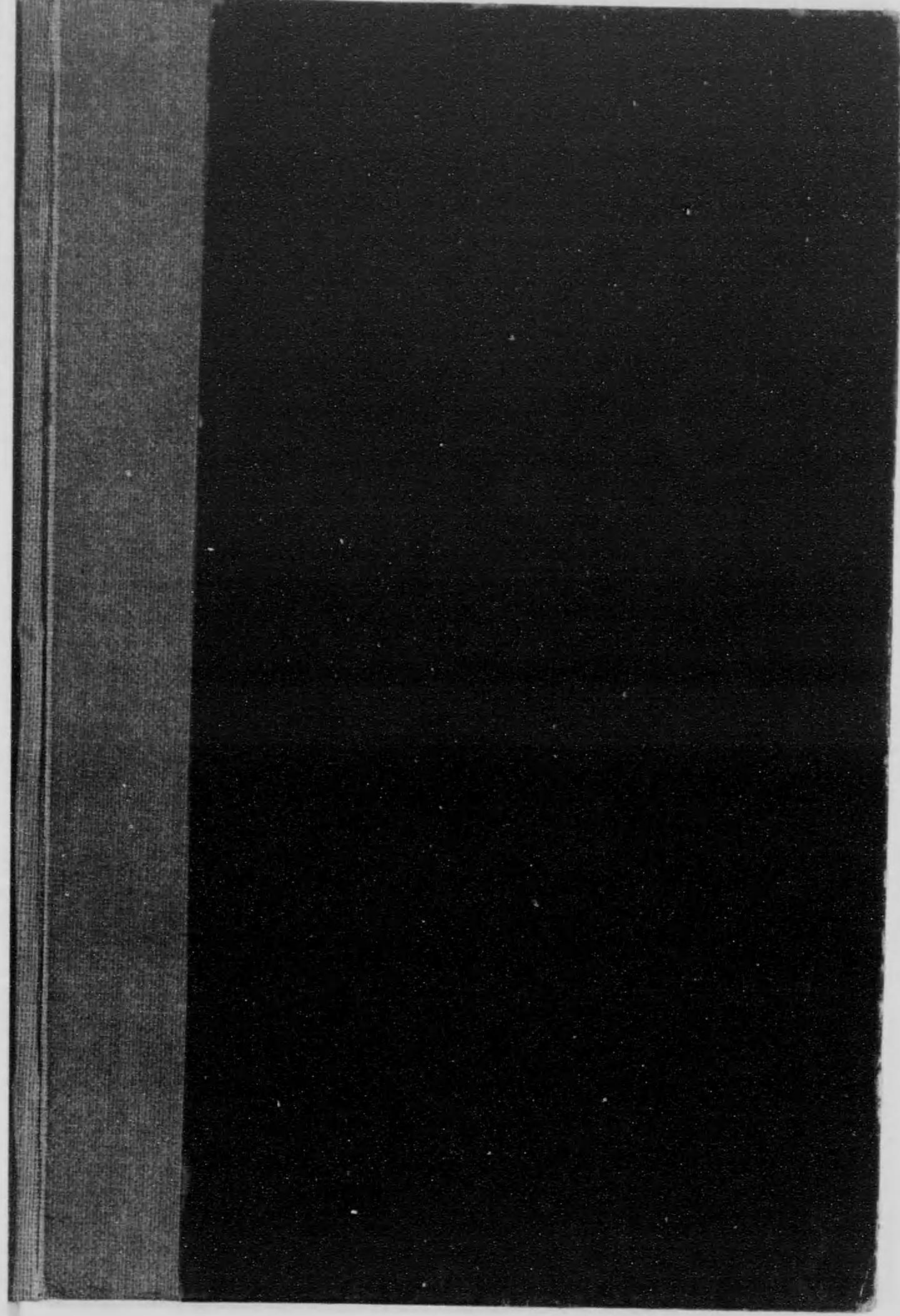




始



~~385~~ 575.1
~~V12~~ W17

25.9.14

~~375.1~~

1-33.90

575.1
W17

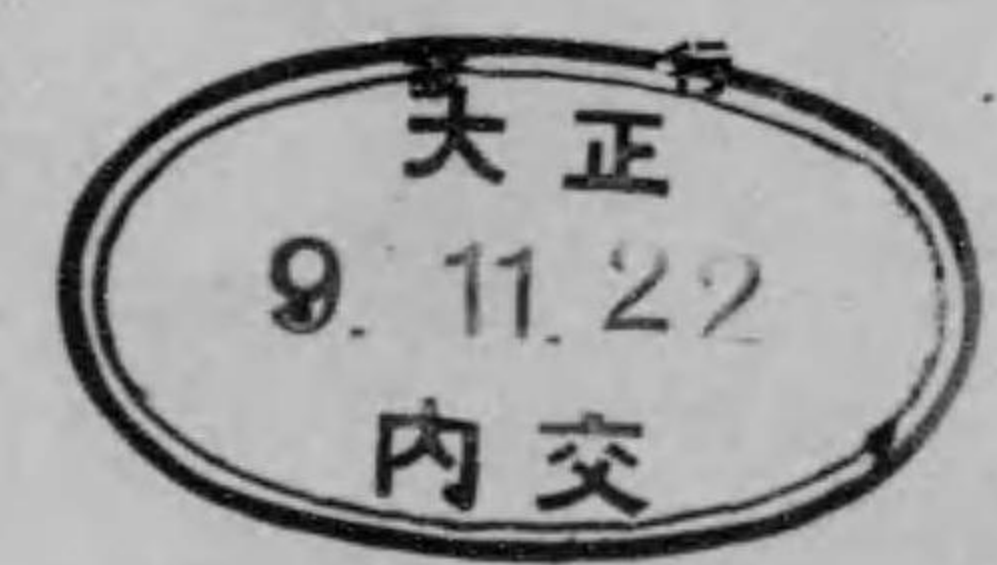
五



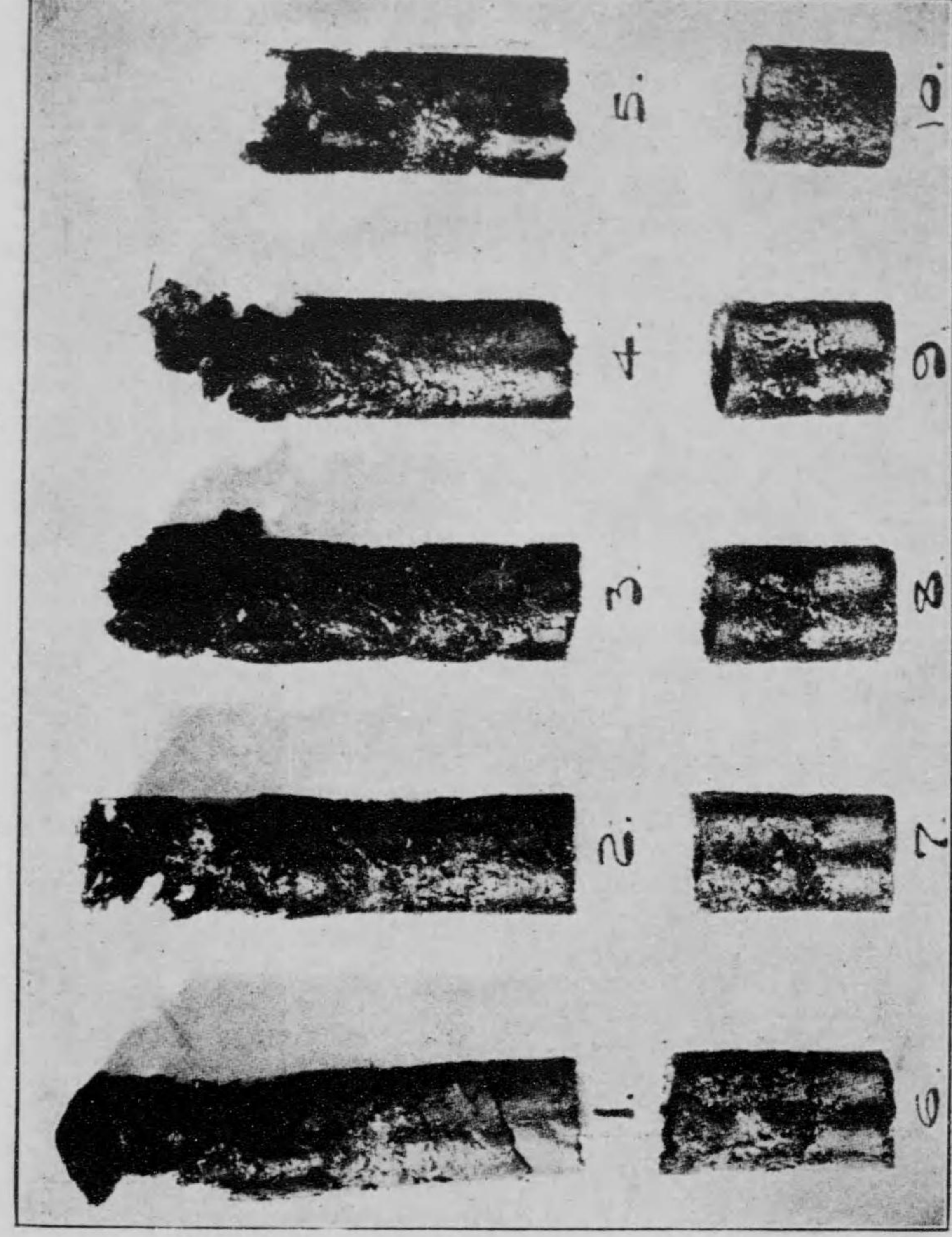
燃料試驗法
及
石炭購買法

工學士
內藤游校開
若林金五郎著

內藤燃料研究所

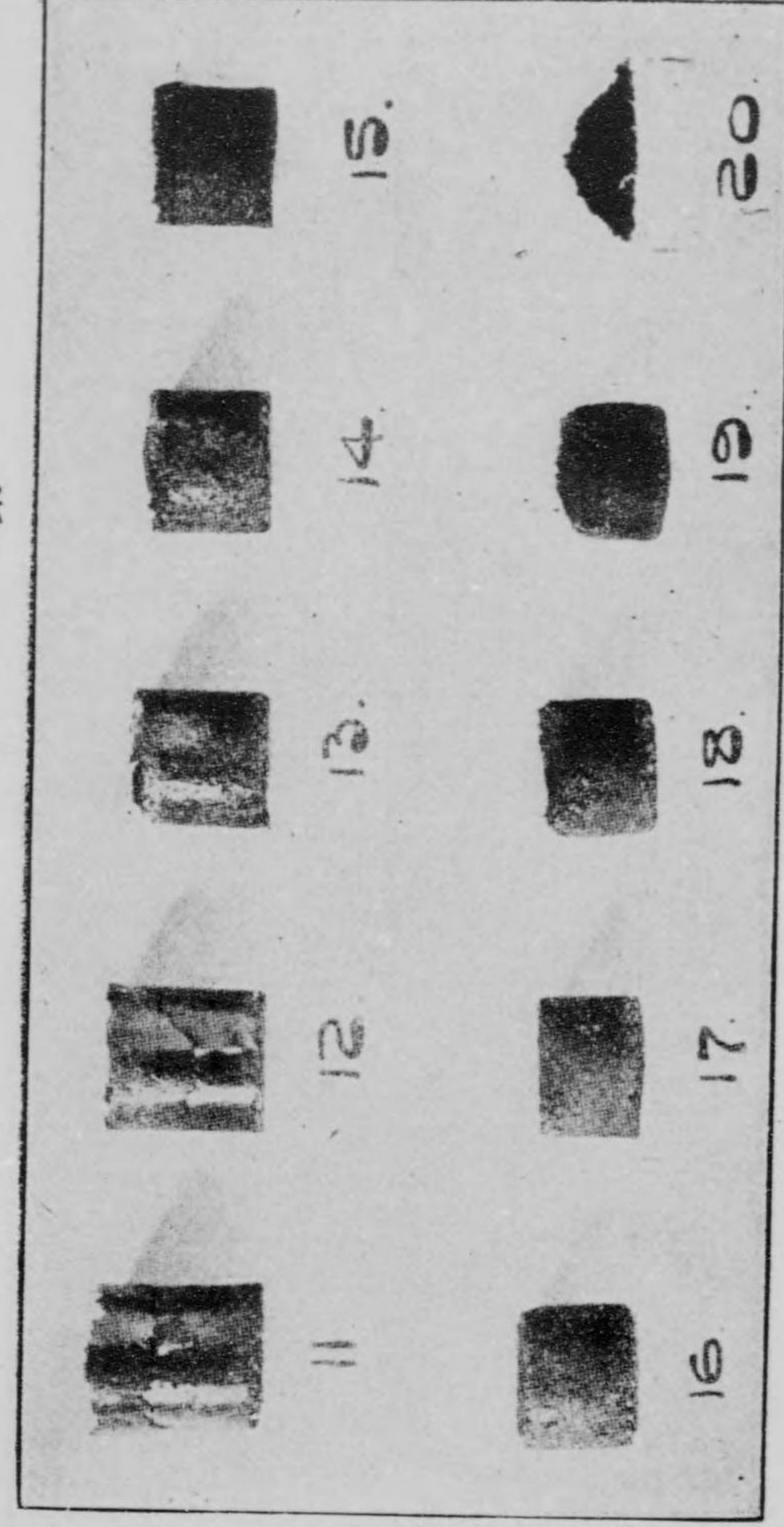


第一葉



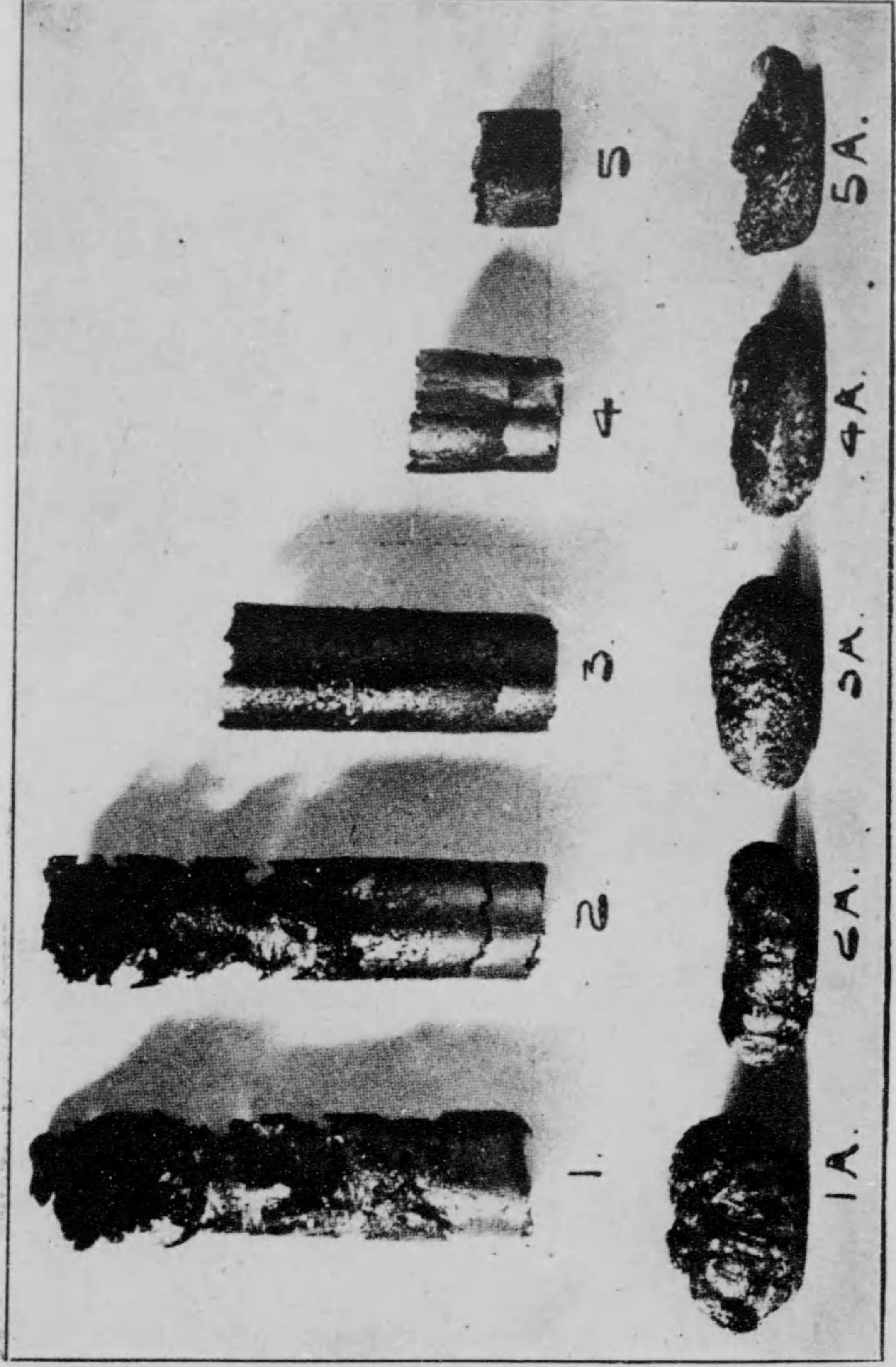
第二章第八節百十八頁參照

第 二 葉



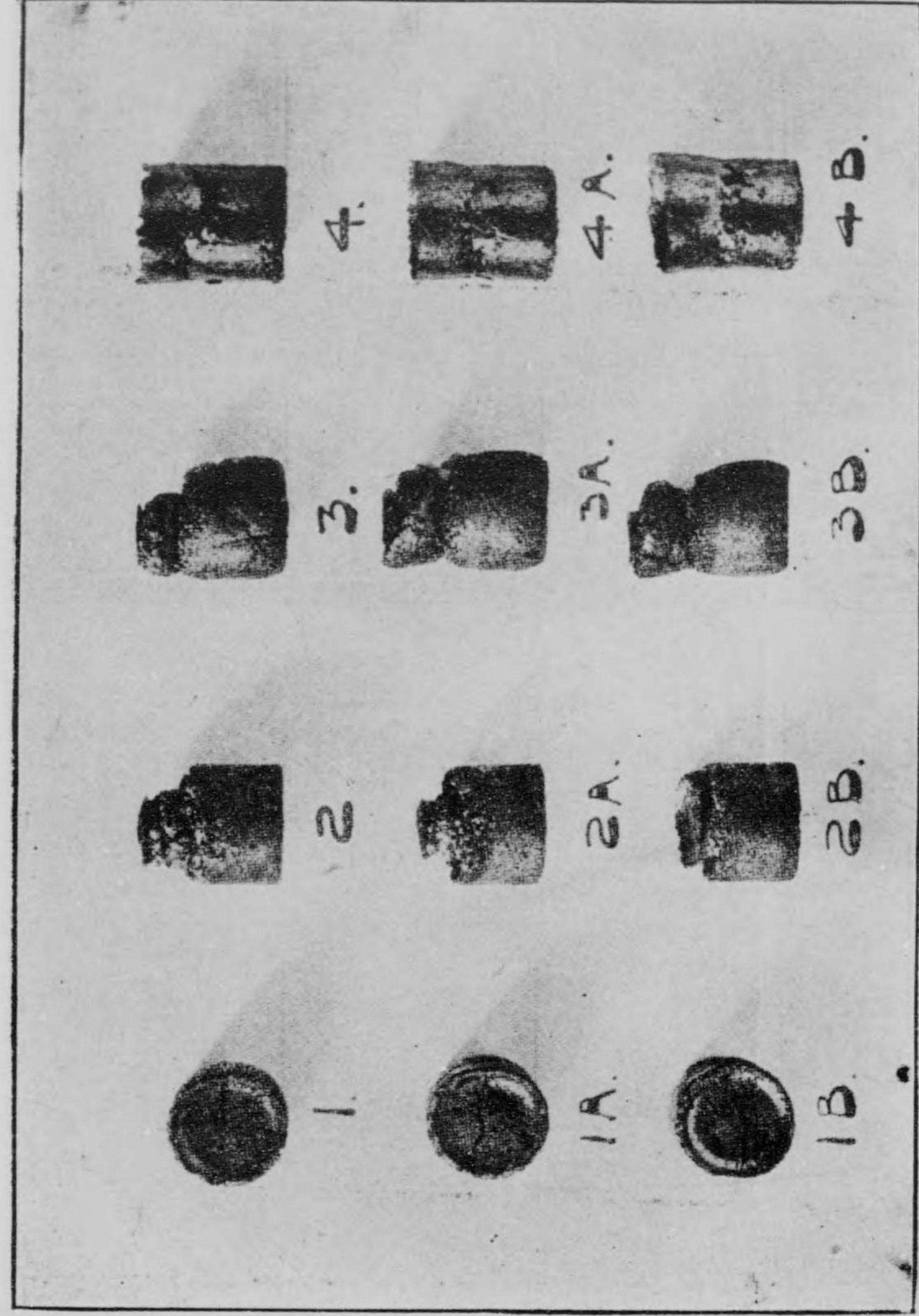
第二章第八節百十八頁參照

第 三 葉

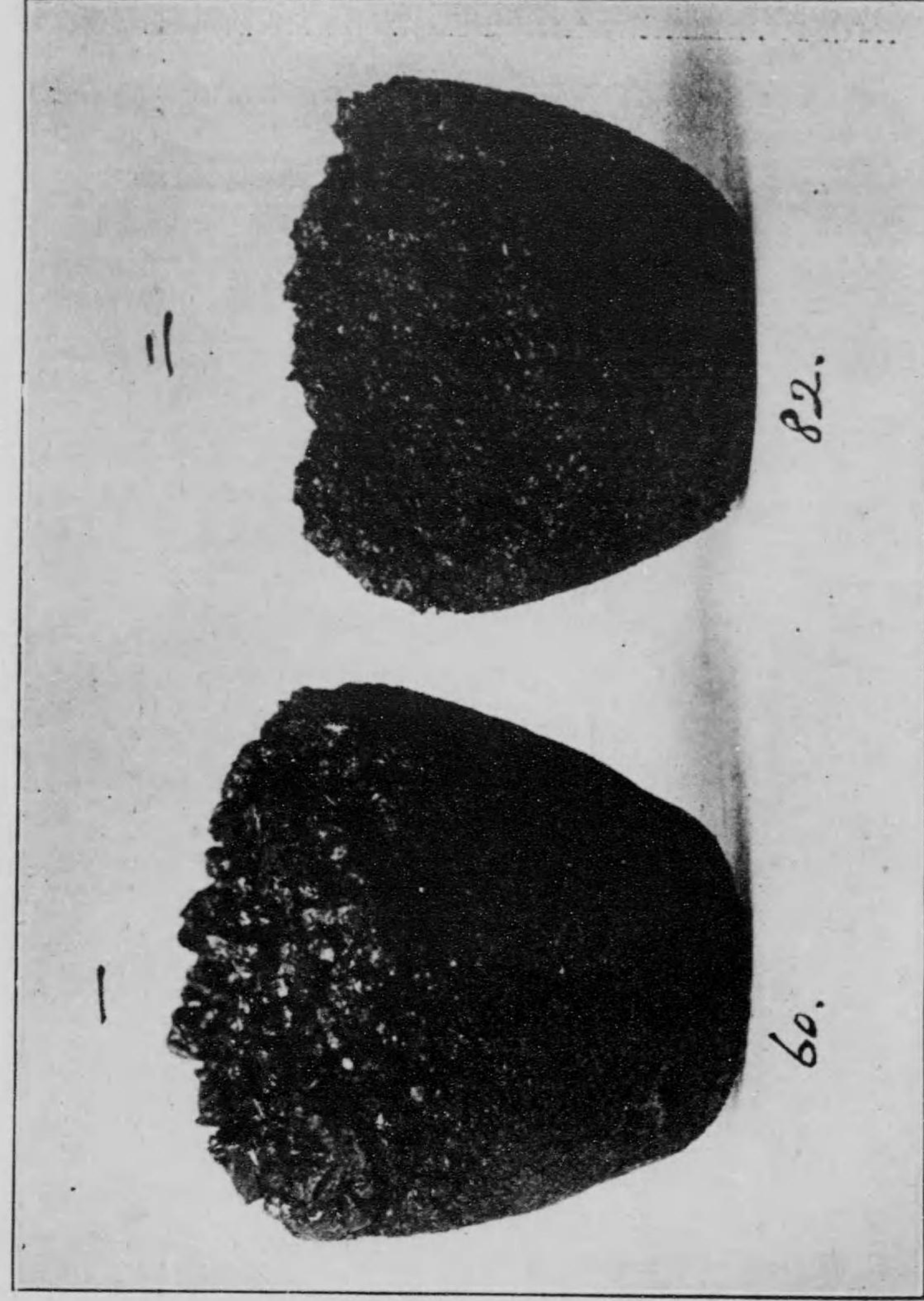


第二章第八節百八十八頁參照

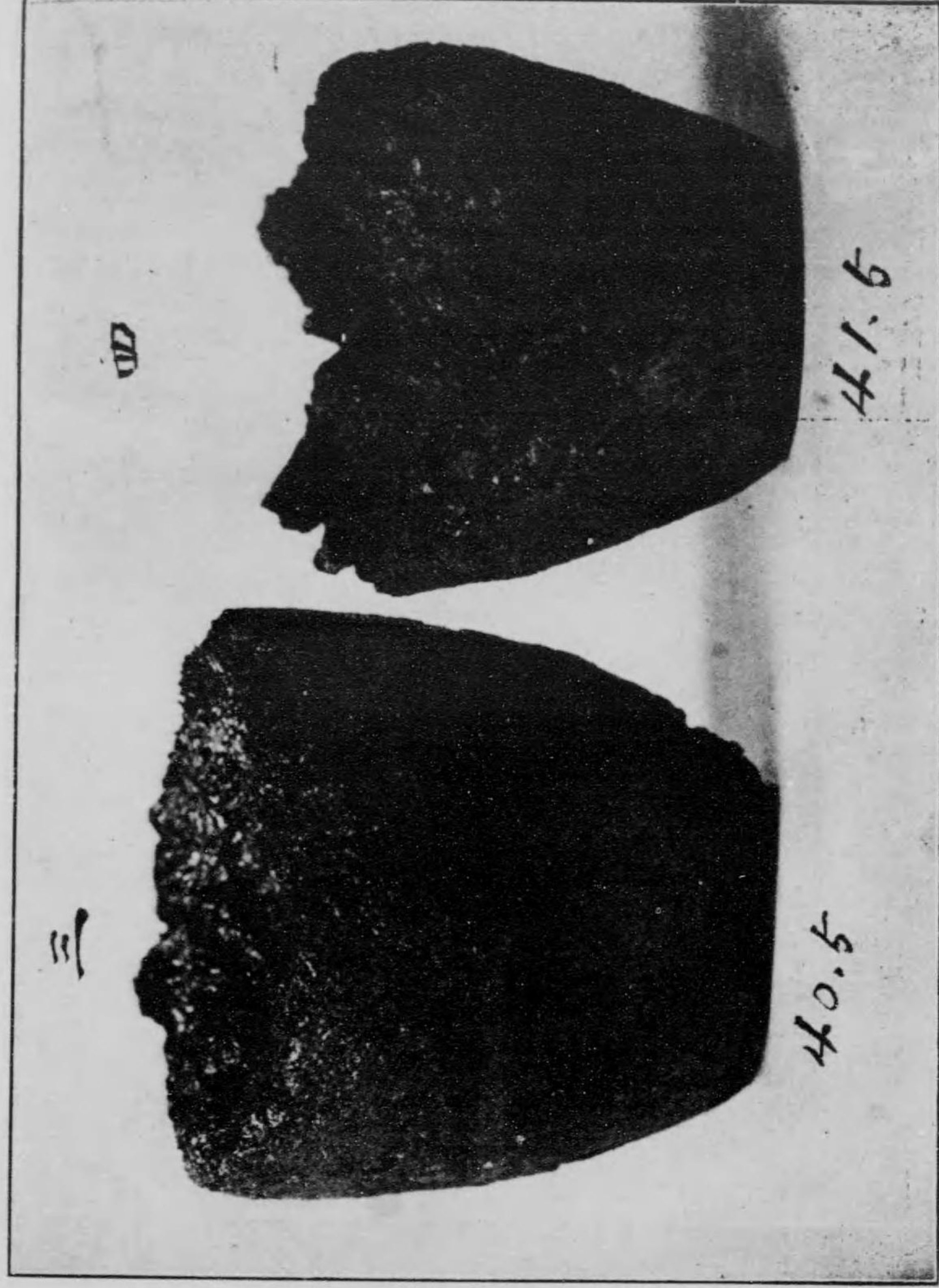
第 四 葉



第二章第八節百十八頁參照



本圖は「アソプス」石炭試験器にて百瓦の石炭より得たる實物大の骸炭にして六十瓦及八十二瓦あり以て粘結状態を窺ふを得。



本圖は「アソプス」石炭試験器にて五十瓦の石炭より得たる實物大の炭炭にして頗る膨脹性に富み且つ炭炭量多きものを示す下記の數字は瓦數なり。

緒 言

燃料は吾人の生活上一日も缺く可らざるものなることは、朝晝夕の食膳に上るもの一として燃料の恩恵によらざるなく亦吾人を圍繞する總ての物質が少數の天然物を除き、工業の生産物ならざるなきを見ても明瞭なり。如斯人類生活上缺く可らざる燃料が、人工によりて生産するものなきにあらざるも極めて少數にして概ね天産物を以て充當し居れる有様なり如何に鑛物として多量に産出すると雖も有限の數を以て無限の需要を満足する能はざるは毫も疑を挟むの餘地なく、遂には缺乏の境に達すること理の當然なり、幸に吾等生涯の中に燃料缺乏の悲惨事を見る事なかるべきも、之を粗略不經濟に使用すべき謂れなし、況んや石炭缺乏の時期は各専門家の計算によれば、今後數十年を出でざるものと信ぜざるを得ず、然して此時期到來迄に之に代るべき燃料若しくは其代用物の出現すべきことは毫も疑を要せざるものなりと雖も、吾人の責務として天與の産物をして一日も永く保存し、微量たりとも無意味に消却すべきものにあらず、是れ利用厚世を良くするものは富み驕るものは久しからずとの教訓は古今將來に通

する金言なり。

今や工業の般盛は國富國防の基礎なりと迄稱するに至れるに際し、燃料は工業に必要な以上は燃料の經濟を計らざる可らず、燃料經濟を計らんとせば先づ燃料の實質を研めて之に適當する處理法を講ぜざる可らず、又此の處理法が如何に完全なるや否やは、燃料燃焼の結果を審にして始めて知るべきなり。

燃料利用の結果を詳細にする事は、多方面より監察すべきものなりと雖も就中燃料の實質を研むる事を以て第一の要件なりとし、次に燃焼成生物を驗すべきものとす。

現今の状況を見るに燃料試験と燃料使用の間に連絡なく、燃料試験が燃料使用の上に何等の權威なきが如し、是れ畢竟試験法の不備なりしに因るものなりと雖も、亦燃料が工業上未だ重要視せられざる時代には燃料試験が等閑に付せられしも亦怪むに足らざるなり。

著者は多年此業に親みたりしも未だ燃料使用に權威ある試験法を發見する能はざりしに内藤燃料研究所に入所以來同所創案に係る新しき試験法の實行により、燃料研究の資料を得ること少なからざるを以て、身の淺學菲才を顧みず石炭の試

験法にありては新舊の方法を記載し、從來等閑に付せられたる廢氣の試験法を併記し、自己の備忘録より模範的例題を摘録して小冊子とせん事を、所主内藤工學士に謀り其の草稿に就き校閲を乞ひ公刊する事とせり、之によりて燃料の實質と燃焼結果との關係及び燃料經濟を監察せんとするもの、参考に資せんことを期せり。

又石炭の評價法に付ては未だ定説を聽かずと雖も燃料實質試験の結果に基礎を置くにあらざれば到底満足なる評價をなすを得ざるなり、新らしき試験法の應用として石炭の評價に及ぼさんことを企てたり然れども未だ充分なる實驗を遂ぐるに遑なく結論に達せず、乍然石炭評價法の工業經濟上に及ぼす利害甚だ大なるを惟ひては、此の機會に止み難く其の大綱を載せて附録とせり。

總て試験法は理論の應用にして、試験は技術なり、故に試験施行者は試験法を會得すると共に、充分熟練するにあらざれば實績を擧ぐる事能はざるものなり、然れば本書には理論は一般的のものに止め實地に重きを置けり。

如斯事情の下に出來せるもの、尙ほ不備の點多かるべきも實際の燃料使用者及び試験施行者の指導となり、聊かにても

工業經濟上の参考となるを得ば著者の本懐之れに過ぎず、又書中誤謬の箇所につき識者の高教指摘を受くるを得ば甚だ幸なり、之れ獨り著者の爲めのみならず一度之を公にせば書中皆な正確なるものと信する者あればなり。

大正九年九月

著 者 識

燃 料 試 驗 法

目 次

第一章 分析に必要なる一般装置及操作	1
第一節 器具	1
上皿天秤	1
化學天秤	2
天秤の補整	2
分銅の検査	4
秤量法	5
容量「フラスコ」	6
ビベット	8
ビューレット	10
刻度圓筒	10
秤量瓶	11
時計皿	11
乾燥器(デシケーター)	11
空氣浴	11
蒸氣浴	12

目	次
ピーカー	12
蒸發皿	13
洗滌瓶	13
硝子棒	13
熱灼器具	13
第二節 試薬	15
規定液の製法	20
一 標準炭酸曹達溶液	21
二 規定硫酸溶液	21
三 苛性曹達規定液	22
四 苛性加里規定液	23
五 標準樟酸溶液	23
指示薬の溶解	24
第三節 沈澱の處理	25
沈澱の生成	25
沈澱の洗滌	25
濾紙	26
濾過速進法	26
沈澱の乾燥	27

目	次
沈澱の灼熱	28
第二章 固體燃料	30
第一節 固體燃料試験法	30
概論	30
石炭の水分	33
可乾水分	33
第二節 試料處理法	34
第三節 アソプス石炭試験法	35
アソプス石炭試験器	36
可乾水分の驗定	39
石炭試験	40
發熱量計算法	43
第四節 元素分析	50
水分	50
炭素及び水素	51
本装置使用上の注意	53
硫黄	55
窒素	56

目	次
磷	58
灰	61
例の一	62
例の二	67
純炭組成	72
炭素の水素に対する割合	72
石炭の分類	72
第五節 工業分析	75
水分	76
揮發分	77
骸炭量及骸炭状態	77
灰分	78
固定炭素	78
硫黄	79
例一	79
例二	81
第六節 熱量の測定	83
發熱量	84
石炭分析の結果より計算する方法	84

目	次
直接に測熱器を用ひて發熱量を測定する方法	85
壓搾酸素内に石炭を燃焼せしむる方法	86
水等價	89
水等價測定の實例	91
石炭の發熱量測定の實例	91
發熱量の補正法	93
放射熱及寒暖計修正に依る補正	93
硫黄及窒素が硫酸及硝酸を成生したる爲めに生ぜし熱量の測定	96
流通酸素内に石炭を燃焼せしむる法	98
同實例	101
酸素を生ずべき化合物を石炭に混じて燃焼せしむる法	101
例一	104
例二	105
第七節 灰の性質	107
硫酸	111
加里及曹達	111
重量法	112

目	次
加量の定量	112
容量法	113
灰の物理的試験	113
灰の熔融點	113
熔融點測定法	114
第八節 石炭の粘結度試験	116
寫真圖の説明	118
第三章 液體燃料	119
第一節 概論	119
第二節 試料の採取	120
第三節 油の熱値	121
ポンプ測熱計を使用する法	122
バール測熱計を使用する法	124
流水測熱計	124
第四節 比重及引火點	127
比 重	127
タール比重簡易測定法	128
油の膨脹	130

目	次
水 分	130
蒸溜法	131
浮遊物	132
引火點及發火點	132
アベル氏引火點試験器	133
ペンスキー氏引火點試験器	135
第五節 分溜試験	137
分溜方法	137
第四章 氣體燃料	139
第一節 概論	139
飽和液の製法	141
第二節 瓦斯試料の處理	142
試料採取法	142
石炭瓦斯の採取	142
發生爐瓦斯の採取	143
天然瓦斯の採取	144
第三節 瓦斯の組成及吸收劑	144
氣體の重量	144

目	次
氣體の比重	146
第四節 氣體燃料の組成及び吸収劑	149
氣體燃料及び廢氣の組成	149
爆發又は燃焼による變化	149
吸収劑の製法	150
苛性曹達溶液	151
臭素水	151
發煙硫酸	151
酸性鹽化第一銅溶液	152
第五節 分析装置の説明	152
オルサット瓦斯分析装置	158
第六節 石炭瓦斯分析法	160
第七節 發生爐瓦斯分析法	165
第八節 天然瓦斯分析法	172
第九節 氣體の熱量測定法	173
氣體燃料の發熱量	173
ユンケル氏測熱計の使用法	177
石炭瓦斯測熱の實例	181

目	次
第五章 廢氣	189
第一節 概論	189
第二節 廢氣採取法	190
廢氣採取法	190
第三節 廢氣分析法	196
第四節 燃焼に要する空氣量の計算法	201
第五節 廢氣中の水蒸氣	203
廢氣中の水蒸氣總量	204
容量法	204
重量法	207
燃料中の水分より來る水蒸氣	207
燃料中の有效水素より生ずる水蒸氣	208
使用空氣中より來る水蒸氣	209
地中其他より來る水蒸氣	214
火格下の水の蒸發による水蒸氣	214
廢氣中の水蒸氣測定成績	215
第六節 廢氣量及損失熱量	215
廢氣の爲め損失する熱量及廢氣量の計算	215

第一法 一定量の廢氣に對し損失する熱量の測定	216
第二法 一定量の燃料より生ずる廢氣に對して損失する熱量の測定	216
1. 所要空氣量に對する使用空氣の割合	220
2. 有效水素より生成せし水蒸氣	220
3. 以上の水蒸氣を加へたる廢氣組成を重量比に換算する法	221
4. 廢氣一盞中の炭素量	221
5. 廢氣中炭酸生成割合	221
6. 一盞の石炭より生成する廢氣重量	222
7. 廢氣の爲めに損失する熱量	222
氣體燃料の燃焼により生ずる廢氣量	223
氣體燃料の燃焼に必要なる空氣量	224
使用空氣の理論的所要空氣量に對する比	225
水蒸氣量の計算	225

附 錄 目 次

石 炭 購 買 法

第一節 概 論	1
第二節 石炭の價值	2
第三節 石炭價格決定の標準	7
第四節 石炭の單價決定の標準	8
第五節 惡炭及夾雜物の簡易檢定法	11
第六節 契約事項	11
第七節 石炭の監貫及鍬入	15
第八節 容量法	16
第九節 諸官省に於ける石炭購買の狀況	18

表 目 次

第一表 化學用量器の檢定に許容すべき公差 9

第二表 試薬表(一).....15

第三表 試薬表(二).....16

第四表 「アンモニア」比重表.....17

第五表 酸類比重表.....18

第六表 苛性加里及苛性曹達比重表.....19

第七表 容量分析に必要な規定溶液表.....20

第八表 「ボンブ」發熱量と「アソプス」計算熱量表...48

第九表 「アソプス」石炭分析表.....49

第十表 元素分析結果の記録方.....69

第十一表 石炭元素分析表(外國炭).....73

第十二表 石炭元素分析表(内國炭).....75

第十三表 石炭工業分析表.....82

第十四表 計算熱量と「ボンブ」測熱器による熱量比較
表.....85

第十五表 水等價算出表.....89

第十六表 標準熱量表.....90

第十七表 「ウイリアム・トムソン」氏測熱器水等價...100

第十八表 「ゼーゲル」三角錐番號と熔融點 114

第十九表 石炭の灰の性質と熔融點の關係 115

第二十表 油の比重と發熱量 126

第二十一表 「ポーマー」比重對照表 129

第二十二表 礦油の膨脹度 130

第二十三表 礦油の比重及引火點 130

第二十四表 一容の水に溶解する氣體の容積度 140

第二十五表 諸氣體の重量表 145

第二十六表 標準氣壓及溫度に於ける瓦斯の重量及比
重表 146

第二十七表 比重計算法 148

第二十八表 石炭瓦斯分析表 164

第二十九表 發生爐瓦斯分析表 172

第三十表 天然瓦斯分析表 173

第三十一表 定壓に於ける諸瓦斯の發熱量表 174

第三十二表 發熱量計算表 175

第三十三表 氣體容積換算表 184

第三十四表 空氣比較濕度表 210

表	目	次
第卅五表	飽和水蒸氣重量表	210
第卅六表	氣體燃料燃燒に必要なる空氣及廢氣生成割合	224
第卅七表	理論的廢氣量計算表	224
第卅八表	因數表	227
第卅九表	萬國原子量表	228
第四十表	度量衡比較表	230

目次終

燃料試驗法 及 石炭購買法

內藤燃料研究所
若林金五郎著

總料試驗法及石炭購買法(第一版)正誤表

頁	行	誤	正	頁	行	誤	正
1	(目次)16	空氣浴...11	空氣浴...12	96	17	爆筒内に	爆筒内を
7	(目次)17	組成及	重量及	97	1	2,000	20,000
		吸收劑	比重	97	4	1,000	10,000
13	(目次)7	130	136	98	2	..	トル
14	(目次)初	210	213	100	第十七表12	測定器	測熱器
18	欄十の6	5.8415	1.8415	102	6	に氣密	にて氣密
20	第七表7	155.03	158.03	105	4	燃熱	燃焼
23	15	63.048	63.024	108	11	BeSO ₄	SaSO ₄
23	16	31.521	31.512	109	4	乾燥放熱	乾燥灼焼
24	6	500	5e.c.	109	12	加量液	加里液
28	14	濕潤紙	滑澤紙	109	17	沈液	沈澱
37	7	常に温	常に温	110	1	AH ₄ NO	NH ₄ NO ₃
40	10	40%	4.0%	112	6	料量	秤量
44	9	9.80	9.82	115	中央	石灰の	石灰の
44	12	—	360.5下に入。	118	9	四種	同種
44	15	408.5	403.5	118	頁附	811	118
49	10の行	2.82	26.82	129	二欄Dの18.19	.9	.7
49	11の行	38.83	38.93	131	6.7.8	頭	鉗
49	12の行	24.5	24.53	137	17	頭	頭
49	27の行	14.90	41.90	140	12	によるは	場合には
49	32の行	18.55	21.55	140	13	燃熱性	燃熱性
50	7	試験に	試験に	144	第五十一圖	組成及	轉倒せり
56	7	容量	定量	144	12	吸收劑	重量及比
58	第二十七圖	左瓶にA	右瓶に	148	19	4359	4356
		Bを記す	Cを記す	152	第五十三圖	右瓶上方瓶に	Cを入る
62	10	16.3408	16.3468	158	3	水銀栓	水銀柱
63	4	液に入	液を入	165	B.t.u	×435	×635
64	4及5	:	=	166	18	スタンド	スタンド
66	13	0.10327	0.0327	167	13	の量を	の色を
72	11	二式を引	離す	172	第二十九表	53.22	53.24
72	12	其産	其差	172	N ₂ 行	45.00	45.50
72	18	無炭炭	無煙炭	173	同	5.36	68.63
79	最終	内冷却	内に冷却		第三十表9の行を下の如く改む	1.38	2.31
82	10	括弧内6號	分析法			22.32	...
82	第十三表1	10.08	10.02	181	10	大氣壓 ^m /m	大氣壓.771m/m
82	同	(5)	30.70	181	5	600c	600C
83	同	(8)	52.87	181	11	係數.985	.9583
84	8	0/8	0/8	190	12	第五章	第四章
84	9	o+N	O+N	209		水蒸氣有効	有効...る水
88	9	溶融	熔融			.....の量	蒸氣の量
88	14	溶融	熔融	211	1	(%にて)	不用
89	3	け一度	き一度	217	3	(其他の)	(空氣中)
				217	4	(空氣中)	(其他の)
				222	18	235	23.5
				223	5	8.3	83.3
				225	7	16.85	216.85

分析に必要な一般装置及操作

第一章 分析に必要な一般装置及操作

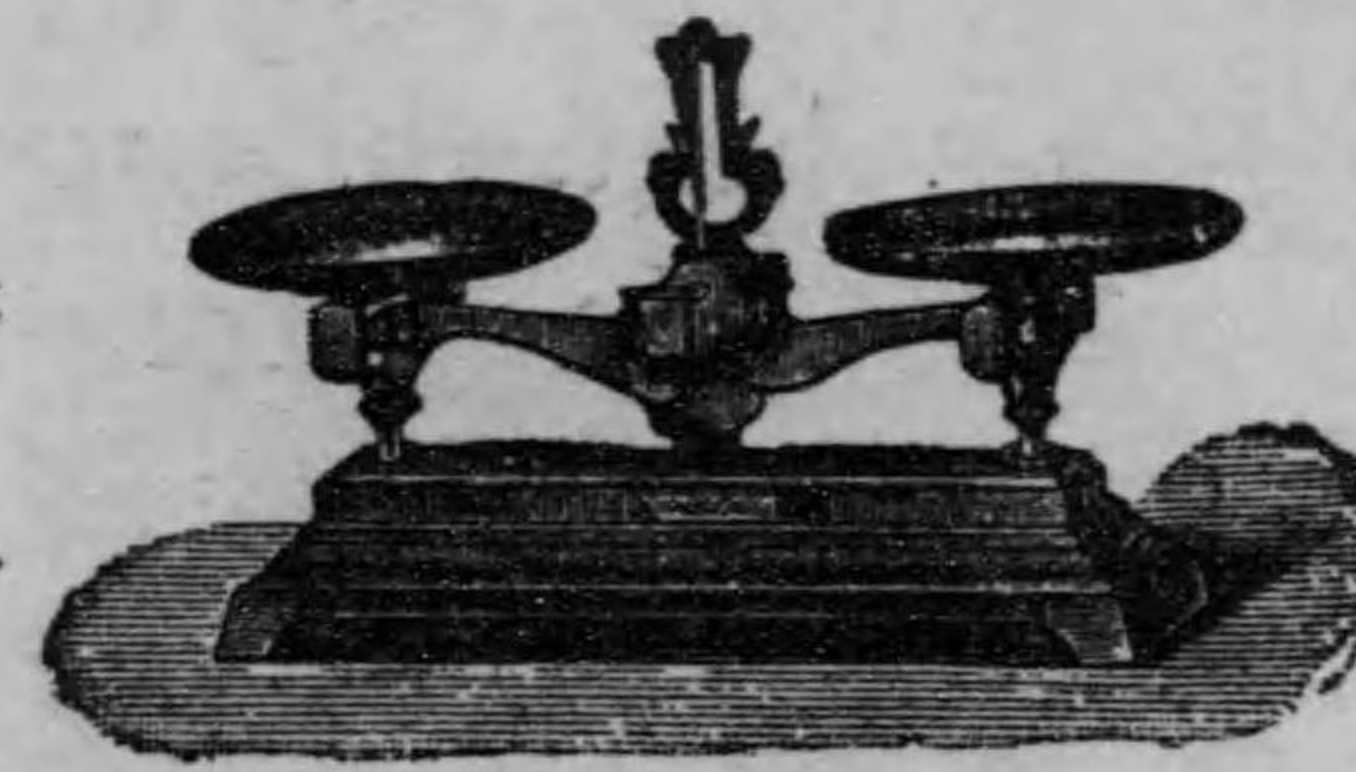
第一節 器具

簡單なる實驗室に備ふべき天秤は上皿天秤と化學天秤の二種にて足る。特殊の實驗室にありては適宜の者をも具ふ。

上皿天秤 秤量一盞にして一瓦迄正確に秤り得るものなれば充分にして主に試薬を作る場合に薬品の概略を知り又は試

料等の概量を知るに用ひらる。(第一圖)

第一圖



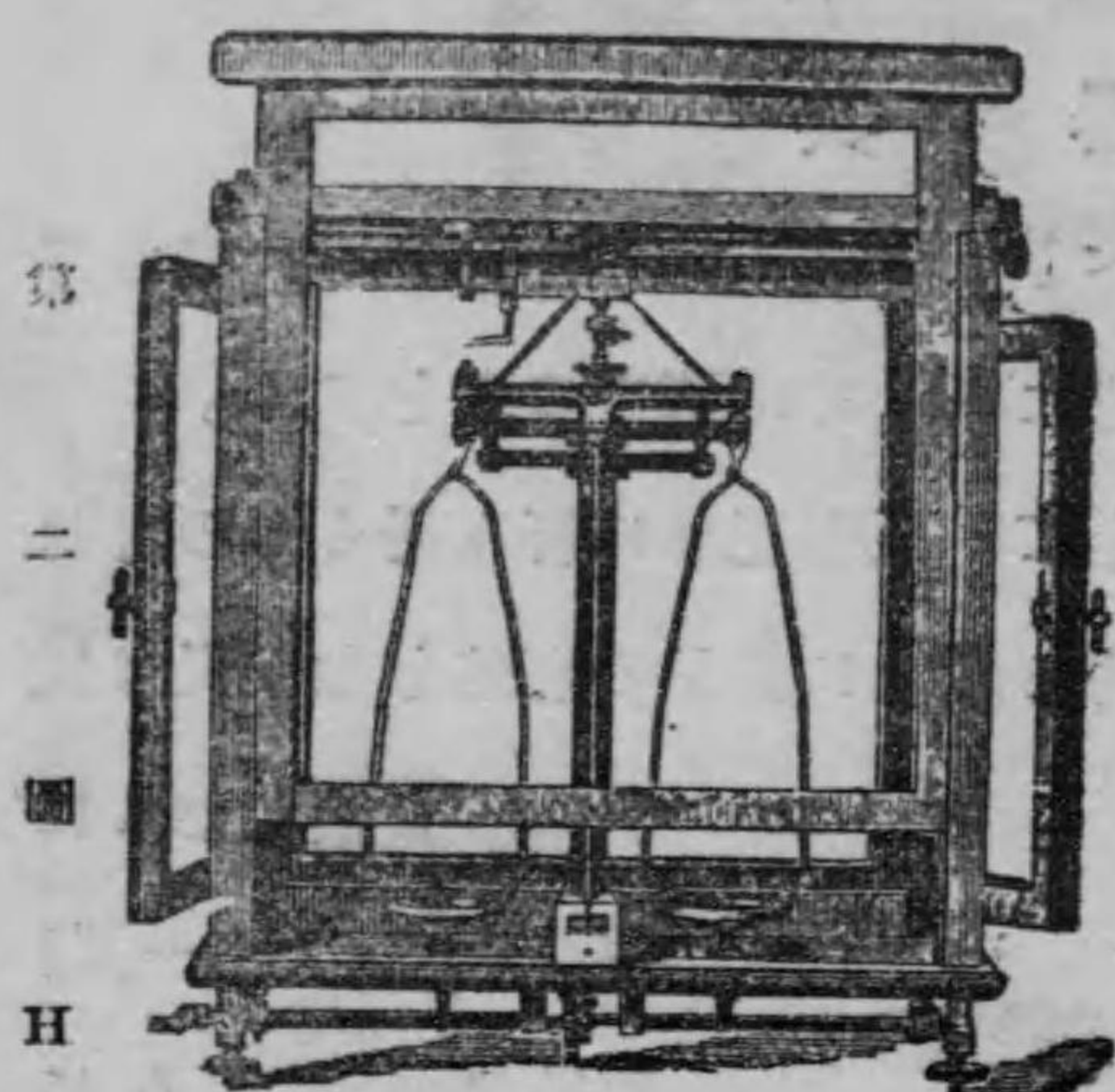
物品を秤量するには左の皿に物品を右の皿に分銅を置くを普通とす。又左の皿

に時計皿を置き此量と平均する迄右の皿



に粒状鉛(散彈)を載せて使用すれば天秤の皿に錆の生ずる憂ひなく又分銅を數ふるに際し誤りを來す事少し。

化学天秤 最大秤量百瓦にして感應度は十分の一瓦にて充分なりとす(第二圖)分析の試料、沈澱、残渣及坩堝等を秤量するに使用す。



天秤の補整 天秤は其感應度鋭敏なるもの程取扱に注意を要す。取扱い粗暴なる時は如何に高價の天秤と雖も正確を期し難く比較的安價なるものと雖も取扱ひに注意して補整を行ふときは能く其の目的に協ひ得べきものなり。

精密に重量を秤る事は分析作業上最も肝要なる事なれば良好なる天秤正確なる分銅を用意する事及び之を使用する事に熟練するは最も大切なる要件なり。されば化学天秤の良否及補整法を述べ初學者の資考に供すべし。

天秤に供へある水平器又は懸錘により臺を水平に安置し、次に左右の皿桿の兩端及中央の刃尖を充分清潔になし把柄

(H)を廻轉して指針を振らしめ、桿の振動が不安定にして覆り易きや否やを見、餘り不定ならば中央の重錘(C)を降して桿の重心を降下すべし若し反對に振動鈍きときはこの重錘を昇すべし、斯くして適度の感應に至らしむ指針の振動時間は感應度鋭敏なるに従ひ長くなるものなれば此の時間によりて略ぼ感應度を推知することを得、通例化学天秤にありては十秒内外を適度とす。又指針が左右に振動する時針端が度盛板の中央線の左右に於て相等しきや否やを見て若し不同なる時は桿の兩端に付しある螺旋を廻して加減すべし。然れ共此の振幅は左右同じからずして左に七、右に六、更に左に五の順に振れたる時は七と五の平均は六なる故に正しき振動なりと云ふを得べし。

振動の中點(靜止點とも云ふ)を正確に求むるには天秤の指針を左右に振らしめ最初の二回は除きて第三回目より度盛板の目盛りを記入し次の如くして之を定む普通は三回乃至四回の振幅を読むものなり而して各振幅を始めより $A_1 A_2 A_3 A_4$ とすれば其の振動の中點 x は

$$x = (A_1 + 2A_2 + A_3) \div 4$$

又
$$x = (A_1 + 3A_2 + 3A_3 + A_4) \div 8$$

により計算せらる實算には右を(+)正號とし左を(-)負號と定め左 5.2 右 4.9 左 4.6 右 4.4 なりしとせば中點 x は

$$x = (-5.2 + 3 \times 4.9 - 3 \times 4.6 + 4.4) \div 8 = +0.0125$$

なり。良好なる天秤の具備すべき要件は

(一)天秤の水平桿を支持する支點即ち中央の刃尖と兩端の皿を吊持する刃尖とは一直線上にあらしむべし。

(二)天秤の重心は中央刃尖の下にして垂直線上にあるべし。天秤の重心が支點たる刃尖より上にある時は不安定にして忽ち轉覆すべし又餘りに下方にある時は感應鈍く若し又支點と一致したる時は如何なる傾斜の位置にありても平衡靜止して振動することなかるべし。此の重心と支點の距離は短きほど感應銳敏なりとす而して兩皿に試料又は分銅を置く時は假令其の極量を載せたる時も重心は上る事あるも其距離を接近するに止め支點と一致せざる様製作されたる者なるを要す。

分銅の検査 斯く天秤の補正終りたらば分銅の正確なるやを検すべし先ず天秤の兩皿に同量の分銅を置き天秤の把柄を廻して秤量し平均するや否やを検し次に此等分銅を互に位置を替へて再び平均するや否やを確むべし順次如斯して全部の分銅を検し最後に一厘の分銅と騎子を比較し騎子重量の正當

なるやを検するものとす。

秤量法 天秤の補整及分銅の試験終れば始めて秤量をなし得べし試料を秤量する前には必ず羽毛又は柔かき刷子を以て兩皿を掃除し水平器を一應檢すべし秤量物は必ず時計皿又は適當容器に入れて秤量すべし如何なる場合にも直接に載秤す可からず金屬線又は電極等は上方にある鈎に掛けて秤量すべく吸水性又は揮發性の者は密閉し得る秤量瓶に入れて秤量すべし秤量物全體を秤る場合は之を左に分銅を右にし又一定量の試料を秤取する場合例へば一瓦の試料を取る場合は左に風袋量の外に一瓦分銅を置き右に試料を載せて加減しつゝ秤量す而して試料又は分銅を上下する時は必ず把柄を戻して水平桿を支持臺上に安置すべし。

例 今小時計皿を秤量せんとするに先づ之を左方の皿に載せ右に十瓦の分銅を載せたるに分銅の重かりしとせば之を下し五瓦の分銅を載せたるに分銅輕かりしとせば更に二瓦を加へ尙ほ輕きときは又一瓦を加ふ而して分銅の方重きを見れば一瓦分銅を下ろして五厘の板狀分銅を置きて試むべし尙ほ重きに過ぐれば五厘の代りに二厘を試むべし然るに尙ほ分銅の方輕しとせば一厘を添へ尙ほ輕き時は更に一厘を添ふべし若し

此の一廻を加へたる時分銅重きに過ぐれば此の時計皿は7.3瓦と7.4瓦の間なることを知る故に最後に加へたる一廻を去り五廻より始めて前と同様に試み7.37瓦より重くして7.38瓦より軽き事を知るに至れば7.37寸の分銅を置きて天秤の戸を締め函の外より騎子を度盛せる水平桿上に滑動して平衡せしむべし此の度盛は百に區分せられ其の三十五の處にて完全に平衡したりとせば此の時計皿の重量は7.3735瓦なりと云ふべし。

天秤の兩臂の長さ全く相等しく且分銅の重量正確なりし場合は正しき重量を知る事を得れ共若し兩臂相等しからざるときは唯關係的の重量を示すに過ぎずして正しき絶對的の重量を得る能はざるなり。されども一分析に於て同一天秤を用ひて分析したる場合は其結果に差支なし只斯る場合は秤量物及分銅の位置を始めより同一方に定め置く事を要す天秤の匣内には「鹽化カルシウム」若くは強硫酸を開放せる容器に入れたるを備へ置き使用せざる時は戸を閉ぢて内部を常に乾燥状態にあらしむべし。

容量「フラスコ」 溶液の容量を精密に測定するには第三圖に示す如く細き頸部に一本の筋を刻して其の全容量を現はす

如く製作したるものを用ふ此の「フラスコ」は千壺五百壺二百五十壺百壺の容量を普通とす此等容器は現今は度量衡制度に



第三圖

よりて検定したるものなれば其精確度は或範圍内の誤差に止まる故に通常の分析には其儘使用して差支なきも特殊の絶對的試験をなす場合は之を補正して使用すべし尤も此の如き補正の必要は容量「フラスコ」に限らず「ビューレット」「ピベット」等容量を測定するもの

は之に準じて補正すべきものとす一壺の標準容積は攝氏四度に於ける蒸溜水一瓦の有する容積なり故に同溫度に於ける一立の蒸溜水は正しく一盞ならざるべからず。されば一立の容量「フラスコ」を補正するには乾燥して重量を秤り之に正密に一盞の蒸溜水を秤り入れ其水面に線を刻して之を一立の受入線となす次に之を他器に移し倒にして置く事數分全く水の滴下せざるを見斗ひ更に此の風袋を秤る時は前に秤りたる時より少しく増加す是れ容器の内側面に水の附着せるが爲めなり此増加したる風袋に更に一盞の蒸溜水を秤り入れ其時の水面に又一線を刻して注出線とすべし管狀内に水を容れたる時は必ず水面は周圍の硝子に附着したる方は高く中は低く恰も半

月形に見ゆべし故に常に斯る場合は其の低所を水面として測定すべし。

注出線は受入線の少し上方にあるべき者にして例へば一立の試薬を作る場合には受入線にて測定し又他に一立の水を加ふる如き場合は上の注出線をもて測定すべきものなり此の二個の線は「ピペット」にも附すべきものなり然れ共單に一條の標線のみあるものは受入線なりと知るべし。

「ピペット」 試薬、規定液、及一定量の試料を溶解したる

イ
ロ
第
四
圖

溶液等を一定量宛取る時に使用するものにして其の容量普通は十壺二十壺二十五壺五十壺なり其形は第四圖(イ)(ロ)に示す如くして注出線と受入線の二標線あるを良とす之を使用するには下端を分取せんとする溶液内に差し込み上端には口を着けて液を線より少し上まで吸ひ上げ置き上端を指の腹にて塞ぎ僅かに開けて液が標線迄下りたる時又閉ぢて他の容器に液を移すものとす之が検査法は容量「フラスコ」の條下に述べ

たると其理同一なれ共其の方法同一ならざれば重複に似たれ

とも左に之を説明すべし先ず十壺の「ピペット」を測定せんとするには別の「ビーカー」に二十乃至三十瓦の水を盛り此全重量を秤り置き乾かしたる「ピペット」をもて「ビーカー」内の水を標線迄取り其の殘量が最初より十瓦を減じたりとせば其の「ピペット」の容量正確なりと知るべし若し十瓦以上減じたり

とせば「ピペット」内より少し「ビーカー」内に戻し

其差を丁度十瓦ならしめ其時の水面に印を刻し十壺の受入線となすべし。注出線は受入線を定めたる時の蒸溜水を全部「ビーカー」に戻し此の重量を測定し置き内面濕ひたる「ピペット」に「ビーカー」の蒸溜水を十瓦吸入れたる時の水面に標線を刻して定む。刻度「ピペット」と稱し第五圖に示す如きものあり之れは専ら注出用のみに限らる。

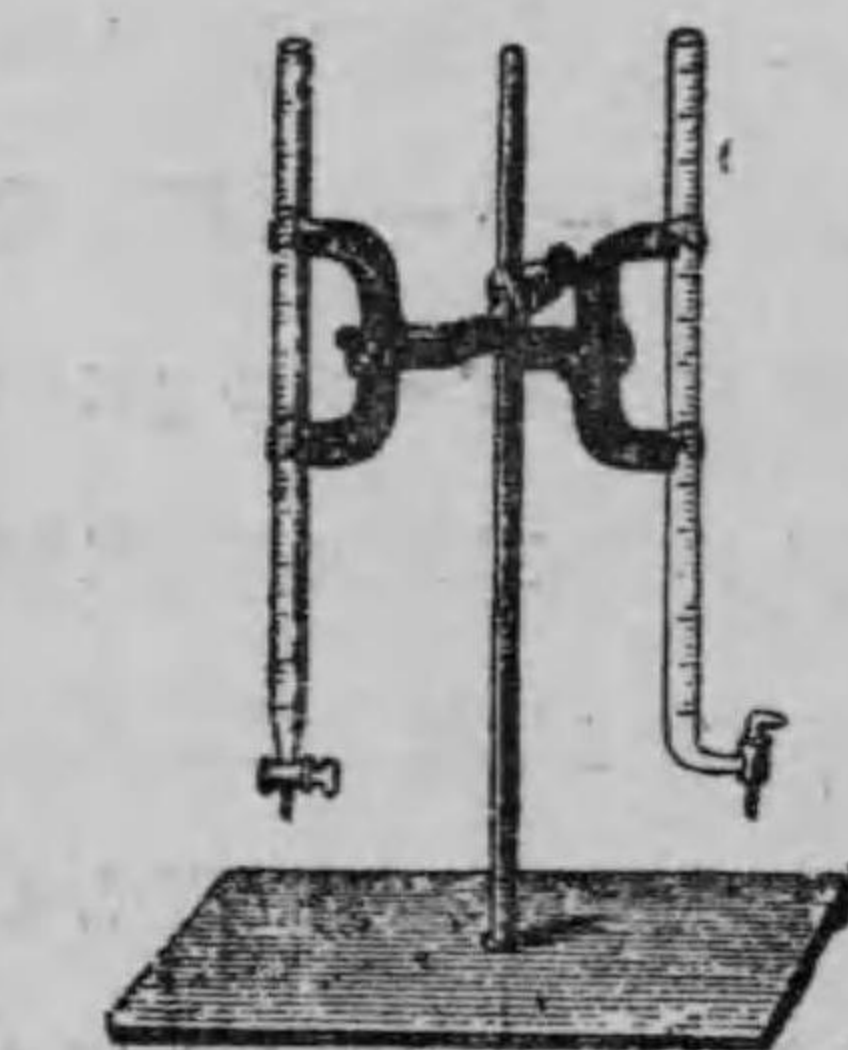
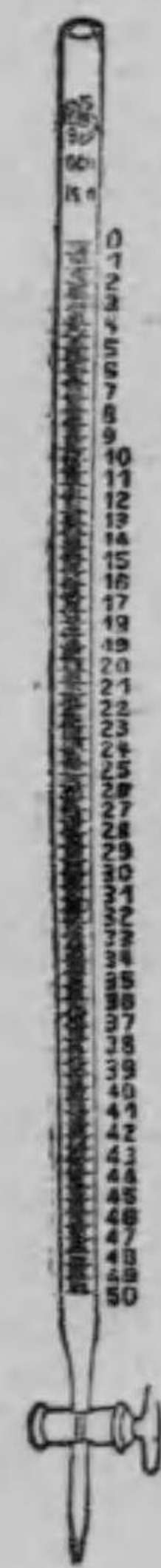
我國に於て度量衡法の規定により定められたる化學用秤量器の檢定に關し許容すべき公差は次表に示すが如し。

受入用容量 「フラスコ」		注出用容量 「フラスコ」		「ピペット」 及「ビュレット」		刻度圓筒	
全量 c.c	公差 c.c	全量 c.c	公差 c.c	全量 c.c	公差 c.c	全量 c.c	公差 c.c
10.	0.02	50.	0.1	2.以下	0.01	10.以下	0.08

分析に必要な一般装置及操作

25	0.03	自 100 至 250	0.2	10以下	0.02	30以下	0.12
50	0.05	500	0.3	30'	0.03	50'	0.2
自 100 至 250	0.1	1,000	0.6	50'	0.05	100'	0.4
500	0.15	2,000	1.0	100'	0.1	200'	0.8
1,000	0.3			200'	0.2	500'	2.0
2,000	0.5					1000' 2000'	4.0 8.0

第六圖



「ビューレット」之は細長き硝子管に細く度盛りをなし下端に注出口を有し上端開放したるものにして其の度盛りは一握の十分の一迄現はし容量は五十握のものを普通とす其形種々あれ

共第六圖に示すものを普通とす。

刻度圓筒 直立圓筒にして適宜目盛りをなしたるものにして試薬の製造等餘りに精密を要せざる概略の量を測るに用ひらる上端開放せるものと共栓を有するものとあり(第七圖及第八圖)

器具

第七圖



秤量瓶 此の大きさは種々あれ共皆な摺り合せの共口栓を有し揮發性物體又は吸濕性のものを秤量する場合には之を使用するを便なりとす。(第九圖)

時計皿 通常の物體を天秤にて秤量するには此の時計皿に載せてすべし又此大き相等しき時計皿二枚を合せ「クリップ」にて之を押へたるものは秤量瓶に代用す。(第十圖)

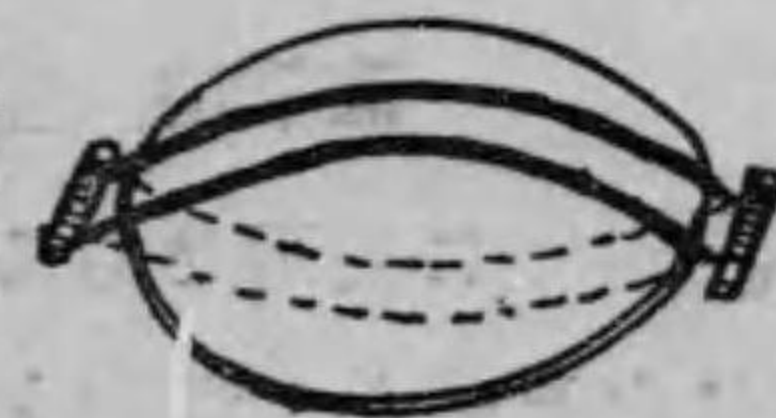
第八圖



第九圖



第十圖



第十一圖



乾燥器(デシケーター) 密閉し得べき蓋を有し中は中段に磁製の棚を置き其下部に鹽化「カルシウム」又は強硫酸を浸したる輕石を入れ置き上部に坩堝時計皿乾燥沈澱等を入れて冷却し之等が空氣

中の濕氣の附着するを避くるを目的とす。(第十一圖)

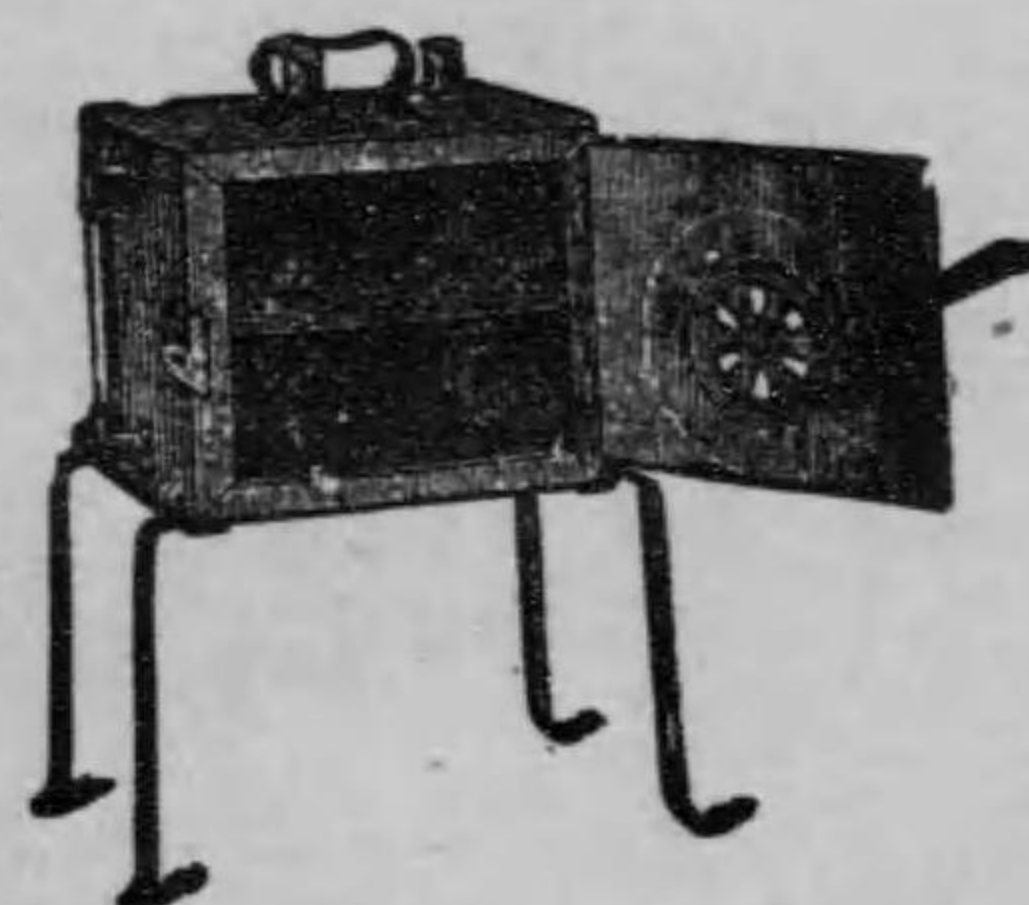
第十二圖



空氣浴 一定温度を以て試料又は沈澱等を乾燥する器具にして銅板を以て作られ中に中段を設け乾燥せんとするものは時計皿又は秤量瓶の蓋を開きて入るゝものとす頂上には二個の通氣孔あり一は寒暖計を差込み浴内の温度を

検すべく他の一は通氣の用をなす扉の中央に通氣を加減する廻轉瓣あり之を熱するには「ブンベン燈」石油燈又は電熱器を以てす。(第十二圖)

第十三圖



蒸氣浴 空氣浴と同一目的に使用せらる其構造は周壁を二重に作り其間に水を入れ之を熱して浴内を乾燥す百度以下にて乾燥する場合に使用せらる(第十三圖) 此蒸氣浴の蒸氣室を密閉し壓力に耐ふる構造にしたるものは高温度乾燥用に使用し得べし。

「ビーカー」 試料を溶解し溶液を煮沸し沈澱を生せしめ其他種々の目的に使用さる其大きさは目的によりて適宜選定す硬質硝子を以て作りたるものは耐久性にして注出口を備へたる

第十四圖



ものは沈澱を濾過する場合等に便利なり(第十四圖)

蒸發皿 蒸發皿には白金製磁製及硝子製等あれども特別の目的にあらざれば磁製を使用するを普通とす。

第十五圖

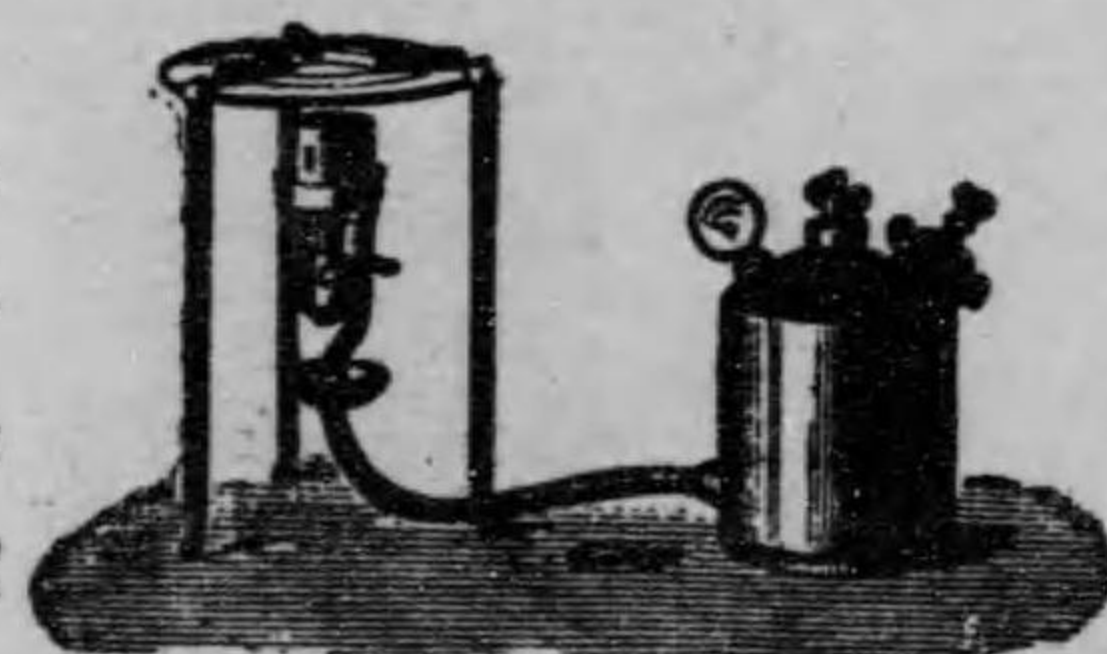


洗滌瓶 適宜の「フラスコ」に圖の如く曲げたる二本の硝子管を穿ちたる「ゴム」栓を挿入して作る沈澱又は「ビーカー」内を洗滌し又は洗滌すべき水を煮沸せしむるに用ふ。(第十五圖)

硝子棒 試料及沈澱を溶解し又は攪拌するに當り硝子棒を使用する場合多し之

は長き硝子棒を目立鐘又は三角鐘にて適宜の長さに筋を付けて折り其の折口は瓦斯又は酒精の焰にて熱し丸形とすれば「ビーカー」等に「キツ」を付する患なく若し硝子管を以て作る

第十六圖



ときは切口を赤熱熔融すれば管口塞がり丸形となり軽くして使用に便なり。

熱灼器具 實驗室内の加熱用としては瓦斯を使用す

るを得る場所は甚だ便利なれ共此の設備なき所にては酒精、石油を使用す。然し近來は電熱を應用せらるゝに至れり熱灼用器具は周圍状況の如何に因り適當なるものを選定すべし第十六圖は石油噴燈と稱し専ら石油用に作られたるも油煙附着し易く使用甚だ困難なれ共揮發油を使用するときは油煙の附着することなく使用簡便なり又第十七圖第十八圖は酒精噴燈なり。

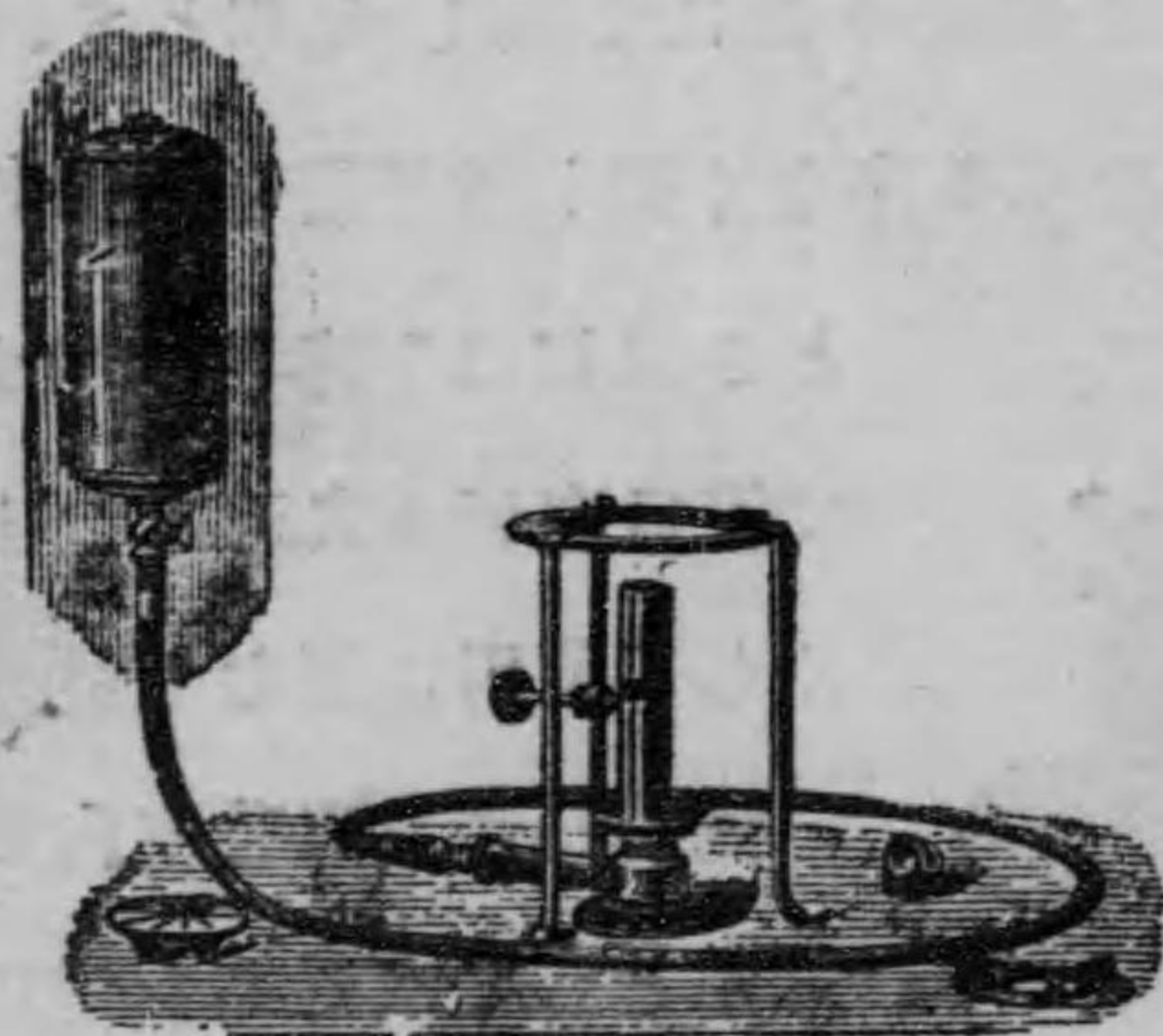
第十七圖



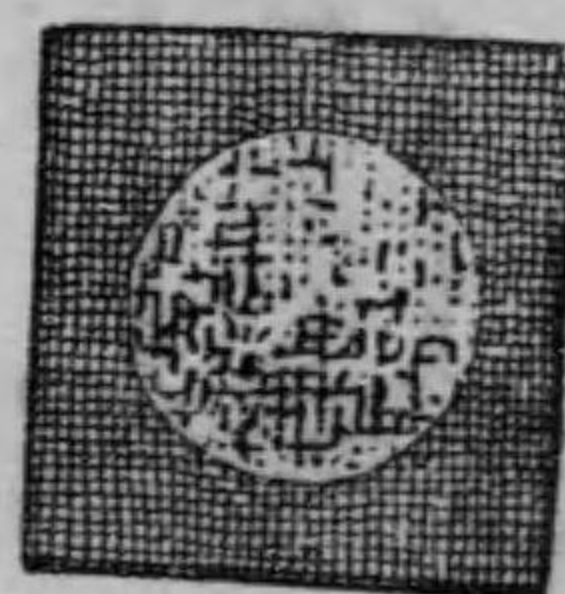
熱源の如何によらず「ビーカー」「フラスコ」等を熱するには水浴砂浴金網又は金網に「アスベスト」を附着せしめたるを用ふ。(第十九圖)又鐵板及び「アルミニウム」板を用ふる

も可なり數個の瓦斯燈又は炭火上に置く時特に便利なり。

第十八圖



第十九圖



第二節

試 薬

試薬 重量分析に使用する試薬は其濃度は必ずしも或る極限を以て制限するを要せずと雖も之を或る程度に一定し置く時は操作上甚だ便利なるものなり例へば此處に苛性曹達の溶液あり之を鹽酸にて中和せんとする場合に當り兩液共に 10「モル」の濃度即ち前者は40瓦を 100c.c に後者は 36.5%に溶解したるものなりとせば互に同容積を以て中和する事を知るべし故に特別の事情なき限りは 1「モル」の倍數になる様に試薬を調製する事に注意すべし 1「モル」と稱するは一分子量に相當する瓦數を 1000c.c に溶解したる濃度なり。

今茲に主要なる試薬の名稱と其溶解量を表示すべし。

第二表 試 薬 表 (一)

試薬の名稱	分子式	分子量	水100c.cに溶解すべき瓦數(略數)	「モル」數(略數)
磷酸曹達	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 5\text{aq}$	216.2	結晶44.	2.
苛性曹達	NaOH	40.008	8.	2.
苛性加里	KOH	56.108	11.	2.
鹽化アンモニア	NH_4Cl	53.5	11.	2.

分析に必要な一般装置及操作

炭酸アンモニア	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	96.08	20.	2.
磷酸アンモニア	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	132.128	26.	2.
鹽化バリウム	BaCl_2	208.29	21.	1.
硝酸銀	AgNO_3	169.888	17.	1.
鹽化白金	PtCl_4	337.04	34.	1.
モリブデン酸アンモニア	$(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$	196.08	20. ※	1.
臭素水	Br	79.92	飽和	

(※ アンモニア水 100c.c. に溶解すべし)

酸類の如き液體のものは水に若干量溶解し居るものなれば直ちに所要の重量を取る能はず故に第三表により比重に於ける含有量を知り然る後其適量を探りて溶解すべし。

第三表 試薬表 (二)

試薬名	分子式	分子量	比重	100c.c.の試薬を作る瓦數	「モル」數
強鹽酸	HCl	36.468	1.185	稀釋せず	12.
強硝酸	HNO_3	63.016	1.52	”	24.
強硫酸	H_2SO_4	98.076	1.84	”	18.
強アンモニア水	NH_4OH	35.048	0.90	”	7.5
稀鹽酸	HCl		1.185	43c.c.	5.

試薬

稀硝酸	HNO_3		1.52	21c.c.	5.
稀硫酸	H_2SO_4		1.85	26 „	5.
稀アンモニア	NH_4OH		0.90	67 „	5.

第四表 アンモニア比重表(攝氏十五度に於て)

比重	NH_3 %	比重	NH_3 %
1.000	0.00	0.940	15.63
.996	0.91	.936	16.82
.992	1.84	.932	18.03
.988	2.80	.928	19.25
.984	3.80	.924	20.49
.980	4.80	.920	21.75
.976	5.80	.916	23.03
.972	6.80	.912	24.33
.968	7.82	.908	25.65
.964	8.84	.904	26.98
.960	9.91	.900	28.33
.956	11.03	.896	29.69
.952	12.17	.892	31.05
.948	13.31	.888	32.50
.944	14.46	.884	34.10

第五表 硫酸硝酸鹽酸比重表(攝氏15度に於て)

比重	重量 %			比重	重量 %		比重	重量 %	比重	重量 %
	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl		H ₂ SO ₄	HNO ₃				
1.000	0.09	0.10	0.16	1.27	35.71	42.85	1.54	63.43	1.81	88.30
1.01	1.57	1.90	2.14	1.28	36.87	44.39	1.55	64.26	1.82	90.05
1.02	3.03	3.70	4.13	1.29	38.03	45.93	1.56	65.20	1.83	92.10
1.03	4.49	5.50	6.15	1.30	39.19	47.47	1.57	66.09	1.84	95.70
1.04	5.96	7.26	8.15	1.31	40.36	49.05	1.58	66.95	1.841	96.38
1.05	7.37	8.99	10.17	1.32	41.50	50.69	1.59	67.83	5.8415	97.35
1.06	8.77	10.67	12.19	1.33	42.66	52.34	1.60	68.70	1.841	98.20
1.07	10.19	12.32	14.17	1.34	43.74	54.04	1.61	69.56	1.840	98.72
1.08	11.60	13.94	16.15	1.35	44.82	55.76	1.62	70.12	1.839	99.12
1.09	12.99	15.52	18.11	1.36	45.88	57.54	1.63	71.27		
1.10	14.35	17.10	20.01	1.37	46.94	59.36	1.64	72.12		
1.11	15.71	18.66	21.92	1.38	48.00	61.20	1.65	72.96		
1.12	17.01	20.22	23.82	1.39	49.06	63.20	1.66	73.81		
1.13	18.31	21.76	25.75	1.40	50.11	65.27	1.67	74.66		
1.14	19.61	23.30	27.66	1.41	51.15	67.47	1.68	75.50		
1.15	20.91	24.83	29.57	1.42	52.15	69.77	1.69	76.38		
1.16	22.19	26.35	31.52	1.43	53.11	72.14	1.70	77.17		
1.17	23.47	27.87	33.46	1.44	54.07	74.64	1.71	78.04		
1.18	24.76	29.37	35.39	1.45	55.03	77.24	1.72	78.92		
1.19	26.04	30.87	37.23	1.46	55.97	79.94	1.73	79.80		
1.20	27.32	32.34	39.11	1.47	56.90	82.86	1.71	80.68		
1.21	28.54	33.80		1.48	57.83	86.01	1.75	81.56		
1.22	29.84	35.26		1.49	58.74	89.86	1.76	82.44		
1.23	31.11	36.76		1.50	59.70	94.04	1.77	83.51		
1.24	32.28	38.27		1.51	60.65	98.05	1.78	84.50		
1.25	33.43	39.80		1.52	61.59	99.62	1.79	85.70		
1.26	34.57	41.32		1.53	62.53		1.80	86.92		

第六表 苛性加里及苛性曹達比重表
(攝氏十五度に於て)

比 重	苛 性 加 里 %	苛 性 曹 達 %
1.007	0.9	0.59
1.022	2.6	1.65
1.037	4.5	3.22
1.052	6.4	4.50
1.067	8.2	5.88
1.083	10.1	7.30
1.100	12.0	8.78
1.116	13.8	10.30
1.134	15.7	11.90
1.152	17.6	13.50
1.171	19.5	15.15
1.190	21.4	16.91
1.210	23.3	18.71
1.231	25.1	20.69
1.253	27.0	22.50
1.274	28.9	24.48
1.297	30.7	26.58
1.320	32.7	28.83
1.345	34.9	31.20
1.370	36.9	33.73
1.397	38.9	36.36

分析に必要な一般装置及操作

1.424	40.9	39.06
1.453	43.4	42.02
1.483	45.8	45.16
1.514	48.3	48.41
1.546	50.6	
1.580	53.2	

第七表 容量分析に必要な規定溶液

試薬名	分子式	化合當量	
硫酸	H ₂ SO ₄	49.038	規定液は化合等量に等しき瓦数を溶解して一立にしたるものなり又必要に應じ化合當量の二分の一を溶解したるものを二分の一規定液と稱し又十分の一を溶解したるものは十分の一規定液と稱す
苛性曹達	NaOH	40.008	
苛性加里	KOH	56.108	
炭酸曹達	Na ₂ CO ₃	53.	
植酸	H ₂ C ₂ O ₄	45.003	
過錳酸加里	KMnO ₄	155.03	

規定液の製法 規定液は正確に化合當量だけを溶解して一立となしたるものにして規定液相互の強度は一致すべきものなり然れ共實際には化學方程式に示す如き純粹なるものは得難き故直接に秤量して溶液となすは總ての化合物に望むべからず因て精製して純粹なるを得べき化合物に就き標準液を製

し他は之にて滴定して其強度を定むべし。

一 標準炭酸曹達溶液 五三瓦を溶解して一立となす。

通常此液は250.c.c.を以て足れりとす先づ純粹なる重炭酸曹達を採り蒸溜水にて洗滌し之を白金又は磁製の蒸發皿に入れて加熱し遂に赤熱に至らしめ約二十分間灼熱して後冷却す此時火力強きに失する時は熔融せしむる事あり故に豫め注意して熱灼すべきものとす其中より 13.25 瓦を精密に秤取して250c.c.の容量「フラスコ」に入れ蒸溜水を加へて溶解し攝氏15.5 度に於て正しく 250c.c.として能く振盪溶解すべし。

二 規定硫酸溶液 (H₂SO₄) 49.038 瓦を溶解して一立となしたるものにして此の 1c.c.は標準炭酸曹達1c.c.を中和すべし比重1.84の強硫酸約 30c.c.を半ば蒸溜水を盛りたる1000c.c.容量「フラスコ」内に採り能く振盪して後上昇せる温度を冷却し更に蒸溜水を加へて一立とし充分混合して數時間の後標準炭酸曹達を以て滴定し其強度を検定すべし。

規定方法 先づ標準炭酸曹達を15c.c.「ビベット」にて測り約 300c.c.の「ビーカー」に移し硫酸液は「ビュレット」(第六圖)に入れて下部尖端より少量を注出して細き部分にも氣泡なき様にし上部液面の目盛りを読み記録す「ビーカー」には約二倍の水を加へて稀釋し指示薬として「メチールオレンジ」數

滴を加へ「ビュレット」の下に置き酸液を滴落して中和せしむ中和點に近くに随ひ注意して点滴し最後の一滴を以て赤色に變じたる時を以て中和點とす而して「ビュレット」の目盛を讀み中和するに消費したる酸の容量を知る此量 15c.c. ならば正しき規定液なり然れ共標準液の量に比し過不足ある時は酸は稀薄又は濃厚なるものなり故に更に水を加減して再び滴定し強度を相等しくせしむべし又最初の滴定數より次の如く係數を求めて之を規定液の量に乘じ使用する事を得べし。

$$\text{係數} = \frac{\text{標準液の量}}{\text{規定すべき液の量}}$$

例. 標準炭酸曹達 15c.c. を中和するに要したる硫酸の量 14.7 c.c. なりとせば

$$\text{係數} = \frac{15}{14.7} = 1.02$$

なる故に本規定液は標準液に比し 1.02 倍の強度なり此の係數は其貼紙に記録し置き本液使用の場合は其の量に必ず乘じて使用すべし。

三. 苛性曹達規定液 NaOH. 40.008 瓦を溶解して一立となす此の 1c.c. は規定硫酸 1c.c. を中和すべし。精製したる棒狀苛性曹達約 45 瓦を凡そ一立に溶解し冷却したる後能く振盪して「フェノール, フタレーン」を指示薬とし規定硫酸を以て滴定

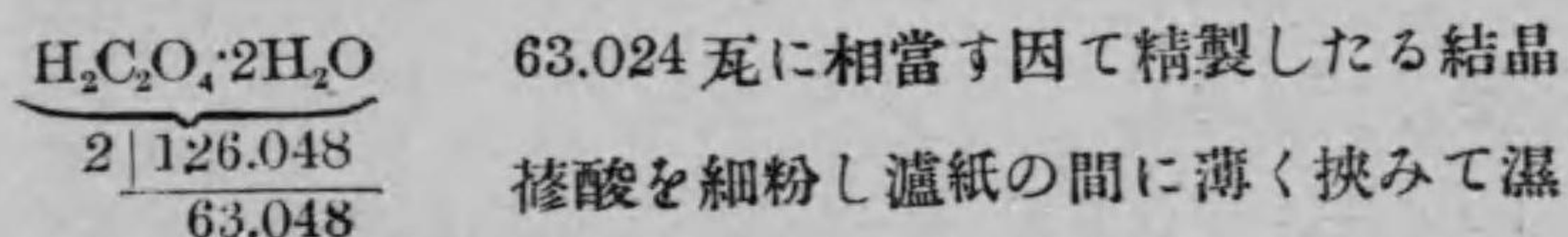
すべし。

規定方法 苛性曹達液を「ビュレット」に入れ規定硫酸を「ビーカー」内に「ビベット」にて測取し約二倍の水を加へて稀釋して「フェノール, フタレーン」數滴を加へて苛性曹達を以て滴定し最後の一滴を以て中和せしむべし此の中和點は指示薬の紫紅色に變ずるを以て知る。

消費せる「アルカリ」液が酸液に比し過不足ある時は硫酸規定の場合と同様に訂正すべし。

四, 苛性加里規定液 KOH. 56.108 瓦を溶解して一立となす此の規定法及製法 NaOH と同様なり。

五, 標準尿酸溶液 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 45.008 瓦を溶解して一立となす。結晶尿酸は二分子の結晶水を含むものなれば一化合當量



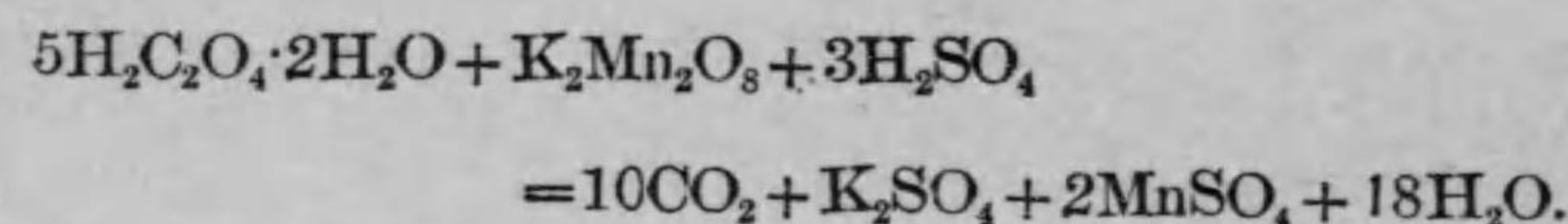
63.024 瓦に相當す因て精製したる結晶尿酸を細粉し瀘紙の間に薄く挟みて濕氣を去り此中より 31.521 瓦を正秤し 500c.c. 容量「フラスコ」内に溶解し正しく 500c.c. として製すべし。

六, 規定過滿俺酸加里 KMnO_4 158.03 瓦を溶解して一立となしたるものにして本液 1c.c. は標準尿酸溶液 1c.c. に相當す本化合物の純粹なるもの得難し結晶したる過滿俺酸加里を細末

とし16. 瓦餘を一立に溶解するときは約二十分の一強度となる(本液は $\frac{N}{20}$ を普通とす)

規定方法 過満俺酸加里を「ビューレット」に入れ置き標準
 砒酸10c.c.を200c.c.の容量「フラスコ」に取り蒸留水を加へて全
 量とし能く振蕩して後この20c.c.を「ビーカー」又は三角「フ
 ラスコ」に分取し少量の水及500.の硫酸を加へて攝氏 60—70°
 度に加温し之に過満俺加里液を滴定すべし此場合は指示薬を
 要せず最初は滴下する過満俺酸加里は褪色するも遂に滴定液
 の紫紅色の消失せざるを度とす。

この反應は次式の如し。



指示薬の溶解

「メチールオレンジ」の粉末約一瓦を酒精 100c.c.に溶解し全
 く溶解したる後之に水を加へて稀釋すべし若し過度に稀釋す
 るときは「メチールオレンジ」は不溶解物となりて折出すべし
 因て此場合は更に酒精を加へて溶解せしむべし。

「フェノール フタレーン」之も同じく酒精に溶解して使用
 すべし。

第 三 節

沈 澱 の 處 理

沈澱の生成 或る溶液に試薬を加へたる時不溶性固形物を
 生ぜし時之を沈澱と云ひ此時加へたる試薬を沈澱劑と云ふ。
 定量分析にありては沈澱劑は全く不溶性の沈澱を生ぜしむる
 ものを撰む然して必要以上は餘り多量を一時に加ふる事を慎
 むべし生成したる沈澱中に溶液又は沈澱劑を包含する事あり
 故に沈澱劑は少量づゝを加へ且つ溶液を攪拌し乍ら加ふべし
 沈澱の折出を完全ならしむる爲めに長時間を要するものある
 も此等の性質を斟酌して殊特の操作を行ひて時間を短縮する
 事を得例へば數時間を要する硫酸「バリウム」及十二時間靜置
 を必要とする磷酸「マグネシウム、アンモニア」の如きも前者
 は硫酸鹽溶液及び鹽化「バリウム」(沈澱劑)の双方を熱して加
 ふるときは十數分にして完全に沈澱し又後者にありては激し
 く液を攪拌しつゝ沈澱劑を加ふれば數十分にして完全に沈澱
 を生ずる等なり沈澱の生成は一般に沸騰状態に於て沈澱劑を
 加ふるを宜しとす。

沈澱の洗滌 沈澱を洗滌するには傾瀉法を用ふ傾瀉法とは
 沈澱を靜置し上澄液のみを濾紙上に移し残れる沈澱には新し

き洗滌水を加へて攪拌し沈澱の沈下する間に其濾紙内の液が滴下したるとき濾紙の上端より數回蒸留水を以て洗滌すべし次に上澄液を再び濾紙上に移す沈澱の降下する間毎回濾紙を上端より洗滌する事は最も必要にして且有效なり沈澱の洗滌を完全に且つ急速ならしむるは分析操作上最も肝要なる事項の一なり初めより沈澱を濾紙上に移す事は注意せざる可らず濾液より更に沈澱を生成せしむる場合は勿論然らざる場合も濾液は無益に多くすべからず可成少量の水を以て完全に洗滌する事を心掛くべし洗滌の終局は濾液の數滴を取り此中に濾液中に含有すべき「イオン」検出せられざるに至るを度とす假令ば硫酸鹽に鹽化「バリウム」を加へて硫酸「バリウム」の沈澱を生成せしめ之を洗滌する場合は其の濾液の數滴を試験管に取り一滴の硝酸銀液を加へて鹽素の反應を検するが如し。

濾紙 定量分析に用うる濾紙は沈澱と共に燒却するものなれば可成灰分の少きものを使用し此の誤差が灰分の爲めに來る事を豫防するに努むべし又定量用濾紙には灰分量が記載しあれど時々濾紙の數枚を燒き其灰量を試験して使用すべし。

濾過速進法 濾過法は已に述べたるにより之には鐵「アルミニウム」の水酸化物の如く膠狀の洗滌は濾過に少なからざ



る時間を要する故減壓速進法を行ふ之は一の「フラスコ」に二ヶの孔を有せる「コルク」を箆め一の孔には漏斗を挿し他の一には直角に曲りたる短かき硝子管を差し込みて作る若くは二十圖(イ)(ロ)の如き「フラスコ」を用ひて其の先を「アスピレーター」又は「スブレンゲル」流水唧筒に連接すれば「フラスコ」内の壓力減少する故に之を補はんが爲めに濾紙上の溶液を吸引し以て濾過を急速ならしむ又簡単に「アスピレーター」等を用ひずして漏斗の足に第二十圖(ハ)に示す如き硝子管を付して濾過を急速ならしむる事あり。

沈澱の乾燥 沈澱を濾紙上に移し完全に洗滌したるものは空氣浴又は蒸氣浴にて乾燥すべきものなり之を乾燥器に入る前に先ち漏斗を紙にて蓋ひ試料の名稱及沈澱の何たるを明瞭に記し置く可し。

熱によりて分解し易き沈澱 沈澱を灼熱すれば其性質を異にするものは豫め濾紙を秤量瓶に入れ沈澱を乾燥する場合と

同じ温度に於て乾燥し次に蓋をなし「デシケーター」内に冷却して秤量し濾紙の重量を定め置き此の濾紙を用ゐて沈澱を濾過し洗滌し乾燥器内に乾燥したる後前の秤量瓶に入れて更に乾燥冷却して重量を測り最初の濾紙重量を減して沈液の量とす假令ば磷の黄色沈澱を秤量する場合には豫め濾紙を百十度に熱したる乾燥器にて乾燥し冷却後其の重量を秤り此の濾紙を用ゐて磷の黄色沈澱を濾過し能く洗滌して漏斗の儘紙を蓋ひて百十度にて乾燥し冷却後漏斗より出して之を秤量し前後の差を沈澱の重量とす此の際濾紙は同一の秤量瓶を用ゐるに於ては濾紙と秤量瓶の重量を別個に記する必要なく其の全量を秤量すればよし。

沈澱の灼熱 重量分析にありては普通は其の沈澱を灼熱して秤量するものなり先づ濾紙にて濾過したる濕潤せる沈澱は空氣浴にて乾燥し沈澱を時計皿又は濕潤紙上に揉み落し濾紙は折疊み白金線にて之を捲き坩堝上にて充分に焼き坩堝内に落して灼熱し全く灰化したるとき揉み落し置きたる沈澱を加て熱灼す。濕潤せる沈澱を乾燥するには相當の時間を要する故沈澱の性質によりては全く乾燥せざるも差支へなし假令へば硫酸「バリウム」硅酸及び磷酸「カルシウム」等は濕潤せるも

のを焼却する事を得。

沈澱熱灼の度は重量同一となる迄繼續すべきものなれども熔融し又は還元し易き沈澱は酸化焰を用ゐ且つ餘り強熱すべからず白金坩堝を用ひて熱灼する場合殊に此點に注意すべし。

第 二 章

固 體 燃 料

燃料を分ちて固體燃料、液體燃料及氣體燃料の三類となし固體燃料に屬するものを石炭、骸炭、木炭及び木材等とす。

第 一 節

固 體 燃 料 試 驗 法

概論 往古は専ら木材を燃料としたりしも人文の開明人口の増加に従ひ火力及び運搬の關係より之を木炭として使用するに至れり其後諸種の科學の進歩に連れ石炭を採掘して燃料に供するに及び特殊の目的に適合せしめんが爲めに之を乾溜して骸炭(コークス)となし盛んに使用せられ現今にありては燃料と云へば直に石炭を指すもの、如く思惟せらるゝの狀態となれり之れ石炭の應用多大なるが爲めにして燃料價值試驗法等も専ら石炭につきて研究せられたり。

扱て之等固體燃料中にても其の種類多けれども之を燃料として使用するの目的は之を燃焼して生ずる熱を利用するにありされば燃料の價值は其の含有する發熱原素の多寡によりて定まるものなり然れども燃料組成中には燃焼して生ずる熱の

一部を吸収し利用し得ざらしむるに至る成分をも含有する故に之等も亦た檢定する要あり其結果燃料を構成する元素を定量する方法一般に行はれたり之を元素分析と云ふ然れども此の方法は學術的研究には合理的なるもの、如しと雖も未だ充分なりと云ふを得ず而も多くの時間と設備を要し且つ熟練なる技術者の操作に俟たざる可からざる不便あり爲めに工業的試験法として工業分析又は近成分分析なるもの最も廣く行はれ居れり此の方法にては石炭を細粉とし乾燥又は灼熱して其の結果より水分、揮發分、固定炭素及び灰分に區別し尙ほ此外用途の關係より硫黃を定量するものにして元素分析に比し操作も甚だ簡單に行ふ事を得れども燃料檢定の目的たる發熱原素若しくは成分の性質を知ることは勿論可燃物の量さへ測知すること能はず況んや燃料の有する發熱量を推知する事能はざるなり然るに此方法が現時最も廣く行はれ居るは寧ろ奇怪と云はざる可らず蓋し適法なかりし爲めならん唯だ之を補ふ爲めに實際に近き發熱總量を求むる測熱計のありて其の組成の如何を論せず燃焼して生ずる總熱量を測定し得て僅かに燃料價值を定め居れり。此の測熱計の適當なるものは他の分析試験の結果を照査するに必要な器械なり最近發明せられたる

「アソプス」石炭試験法なるものあり此の試験法は石炭を坩堝に容れ薫焼して生ずる揮發部分を石油中に導き凝縮せる水と溶解せる「タール」を測り尙ほ常温に於て冷縮せざるものを瓦斯分として定量し殘餘の骸炭は測りたる後別器に移して通氣中に燃焼して殘留物を灰とし其の差を固定炭素とするものなり又水分と灰の含量を不燃物として瓦斯「タール」固定炭素の和を可燃物と假定せり此の可燃物中瓦斯を細別すれば多少の不燃物を含有すれども之に生成したる全體の瓦斯は燃性を有するが故に便宜上可燃物として取扱ふ此の方法により區分したる水、瓦斯、タール、及固定炭素の量より熱量を計算する實驗式ありて簡易に熱量の概略を算出し得べし而も此熱量が「ボンブ」測熱計にて測りたる結果と大差なきに於ては工業的の試験方法としては充分に信するに足る因て固體燃料の分析法に於て第一に「アソプス」石炭試験法を掲げ第二に元素分析を擧げ最後に工業分析法を説明する事とせり。以下各章の分析法は特別の事項を除き石炭につきて専ら説述する事としたり是れ本法は總ての固體燃料に應用し得べければなり。

此外石炭を細末となし種々の溶劑に溶解せしめ其の量と性質とを檢定する方法行はるゝも此方法は石炭の組成を考究す

る方面に於て重要視せらるゝも燃料分析としては未だ用ゐられざる故之は省略せり。

石炭の水分 何れの分析表にありても水分の項あり。

普通分析表の掲ぐる水分量は大氣中にて乾燥したる試料を細末に粉碎し然る後元素分析と工業分析にありては之を極めて薄き層として攝氏百五度の乾燥器内に一定時間乾燥し其減量を表はしたるものにして正しき水の量とは云ひ難し是れ石炭の細粉を加温する時は若干の瓦斯を揮發し全くの水分と區別し難く又濕潤せる水分と雖も全部發散せしや否やを確むる事不可能なり尙又褐炭に類するものによりては加温長きに至るときは却て重量を増加する場合あり之等の精確度は兎に角大部分は水分なり蓋し之等は濕氣と稱するを適當なりとす。

可乾水分 分析結果に現はる水分とは右の如く乾燥せる試料中に含まるる量を表示するものなるも實際に石炭を燃料として使用せらるゝ際には概ね濡れたるもの多し此の濡水を可乾水分と稱す其の量は假令賣買取引の上には損得なからしむるとするも爐内に投せられたる場合は此の水を蒸發し去るに要する熱量を損失する譯なり若し高温度を必要とする場合に於ては或は其の目的を達し得ざる事あるやも知れず。

燃料の能率計算等にありては必ず此の濡水の測定を怠る可からずこの方法は極めて簡単にして石炭の平均試料を若干量秤量し之を板又は紙の上に薄く廣げ置き數時間の後之を秤量し其減量を濡水とし百分率を以て表はす。

第 二 節 試 料 處 理 法

凡そ試験に供する試料は其の代表的成分を具備する事を要す若し試料の採取法に於て誤りある時は如何に綿密なる試験をなすも其結果は價值なきのみならず時には容易ならざる問題を惹起するものなり今試験場に運搬したる試料より分析に必要な量を採取する場合は其量少きが故に分取法容易なれども大なる堆積の中より代表的試料を採取するは甚だ困難なり普通斯る際には堆積の各部より「シャブル」にて一掬ひづつ可成多くの箇所より取り一所に集めて圓錐形となし其の頂上に於て直角に交る二直線を引きて四分し其の一を更に圓錐形となし同様に四分して其の一を取りて順次四分し其量二斤餘に至りて止め之を試料として分析場に送るものなり可成此の場合には全石炭の重量を測り大氣中に薄く擴げて數

時間放置し表面に水氣なきに及び再び秤量し其の減量を檢して(可乾水分も測定し置くべし)(第三節参照)密閉器に貯ふべし若し此の減量を測定せざる場合は濕潤試料の重量を測り之を記入して分析場に送るべし分析者は尙之を大塊あらば碎きて粗粒となし四分法に依り約三百瓦を取りて紙又は盆の上に薄く擴げ其重量殆んど變せざる迄で乾燥したる後試験に供すべし元素分析又は工業分析のみに使用するに當りては百瓦にて充分なり之を鐵臼に入れて搗碎し一徑平方に付き百孔位の篩にて分け篩の上に残るものは更に碎きて全部を粉碎して篩を通過すべし中途篩の上に残りたるものは決して捨つる可らず最初に粉末となりたるものに比し概して灰分多量なり粉末にしたる試料は共口瓶に藏め「レットル」を貼付すべし。

第 三 節 「アソブス」石炭試験法

此方法は比較的簡單にて燃料の價値を定むるには最も適當なるものなり此方法の基く處は密閉器中にて石炭を加熱するときは揮發性の物は分離し發生する故此等成生物を各自に區分して定量し可燃性物と不燃性物とを精確に表し其生成物各自の發熱量を基礎とし石炭の總熱量を計算せんとするにあり

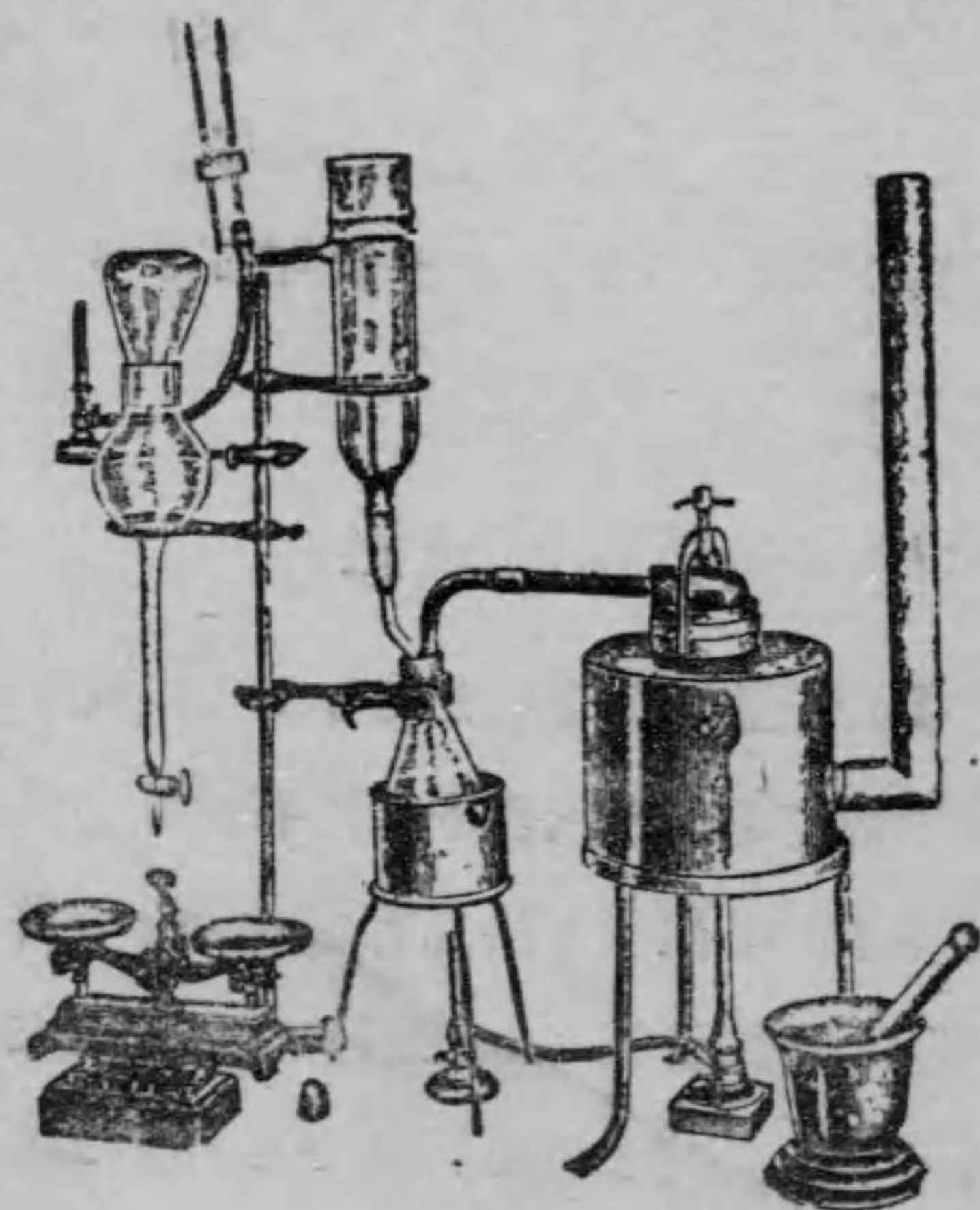
茨城無煙炭及び亞炭に至りては本法によりて始めて其性質を知ることを得。

石炭は加熱する温度により其の分解生成物の異なるは周知の事實なりされば此の分解生成物の性質及分量を測定せんとする場合には加熱温度を制限し置くを要す然れども通常行はる分解程度四百度乃至七八百度の間に於ては生成瓦斯の性質を異にすと雖も全體の分解物重量と熱量には差異を生ずる事極めて少し故に工業的には嚴密に温度を制限するの必要を認めず唯だ石炭中に含有せらるゝ總成分の組成を定量するを以

て足れりとす。

「アツプス」石炭試験器は第廿一圖に示す如く加熱装置を有する爐内に銅製坩堝(イ)を装入すべく坩堝は密閉し得べき蓋(ロ)を具へたるものにして蓋には誘導管

第
二
十
一
圖



(ア)を付し其の先は石油を入れたる瓶口に接続す。尙ほ管端には石油に達する硝子管(ニ)を付せり又瓶口より漏斗管(ヘ)及冷却器(ト)を通して瓦斯の逃散する管を設けたるものにして石炭の一定量を坩堝に入れ蓋を密閉して漸次加熱するときは石炭が分解して揮発性物は誘導管を経て石油中に來り水蒸氣は冷縮して油底に降り「タール」質は油に溶解し瓦斯分は冷却器を通りて尙ほ殘有する水分及「タール」質を分離して常に温於て氣狀を呈する分のみ逃散するなり。

斯くして坩堝内には「コークス」を殘留す後に坩堝を冷却して「コークス」の量を秤り次に石油を入れたる瓶を秤り其の重量の増加は水分及「タール」の量なるを知る更に之を目盛せる分液器に移して水の容量を測りて水及「タール」の量を各別に知り此等の總量を最初の石炭の重量より減じて逃散せし瓦斯の量を知ることを得。

然る後「コークス」を別器に移して灼熱し(第二十三圖)以て灰の量を測り固定炭素を算出して各成分の量を定むるものなり之を尙ほ精密に計算せんとするには「タール」及び瓦斯中に抱容する水分を加減して訂正すべし。如斯各成分の割合を知りたれば此れ等の量より石炭の發熱量を公式によりて算出し

得。

更に此の成績より石炭中の可燃物と不燃物の量とを明にし得べく其の特徴とする所は。

- 一、實地に使用しつゝある石炭其儘のものを採り濕氣と化合水とを問はず燃料中に含有する總水分、瓦斯、「タール」固定炭素及び灰を區分定量し可燃物と不燃物とを區別し得
- 一、瓦斯を附屬の瓦斯溜に捕集すれば瓦斯の性質、熱量及容積を知る事を得
- 一、石炭の發熱量を容易に算出し得ること
- 一、骸炭の性狀を明瞭に認識し得ること
- 一、比較的少量(百瓦)の試料を採る爲めに取扱ひ簡易にして誤差尠きこと

等なり然して此の試験法に因て區分するときは各成分の割合を知るのみならず灰の状態色澤を見て異種石炭の混合を識別し石炭を燃焼するに際し最も困難を感ずる「タール」及瓦斯の量を知りて之に應ずる燃焼法を考慮し全水量を見て燃焼温度の如何を考察し得べく尙又進んで瓦斯の成分を知るを得ば石炭の發熱量を推知することを得る等之を利用する人の應用

如何に因て種々の効果を收むるを得べし。

本装置には瓦斯加熱式と電氣加熱式の二種あり瓦斯加熱式は「ブンゼン」燈にて坩堝及湯煎を熱し電氣加熱式は普通交流電線に接続し得る電熱器をもつて坩堝及湯煎を熱する装置なり故に通常電球より接続して使用し得べし

瓦斯及電氣の供給なき場所にありては酒精燈又は石油噴燈を使用して坩堝を灼熱し得べし石油噴燈の火焰は熱度非常に高き爲めに器具を損する事あれば特別に注意を要す油面に加ふる壓力を一氣壓以上にするは危険なり然し石油の代りに揮發油を使用すれば油煙の發生少なく取扱上便利なるものなり

可乾水分の驗定 通常實際に使用されつゝある石炭は概ね濕潤状態にあるものなり殊に屋外貯炭にありては甚だしく濕潤し居るものなり此の状態に於けるものは唯だ數量に於て不經濟なるのみならず之を直に燃焼せしむるときは多大の熱量を損失するものなり故に可成は屋内に貯藏するを宜しとす斯く濕潤したるものは之を大氣中に擴撒し置くときは水分蒸發して外部乾燥すべく故に濕潤状態にある石炭は上皿天秤を用ゐて三百瓦乃至千瓦を秤量し新聞紙等に薄く擴げ日光を避け

て大氣中に放置すること十時間乃至十二時間にして秤量し再び元の如く擴げて二三時間後に再び秤量し其差一瓦以内に止まらば其の量を記し最初の重量より減じて得たる差を最初の重量にて除し百を乗じて可乾水分の百分率とす。

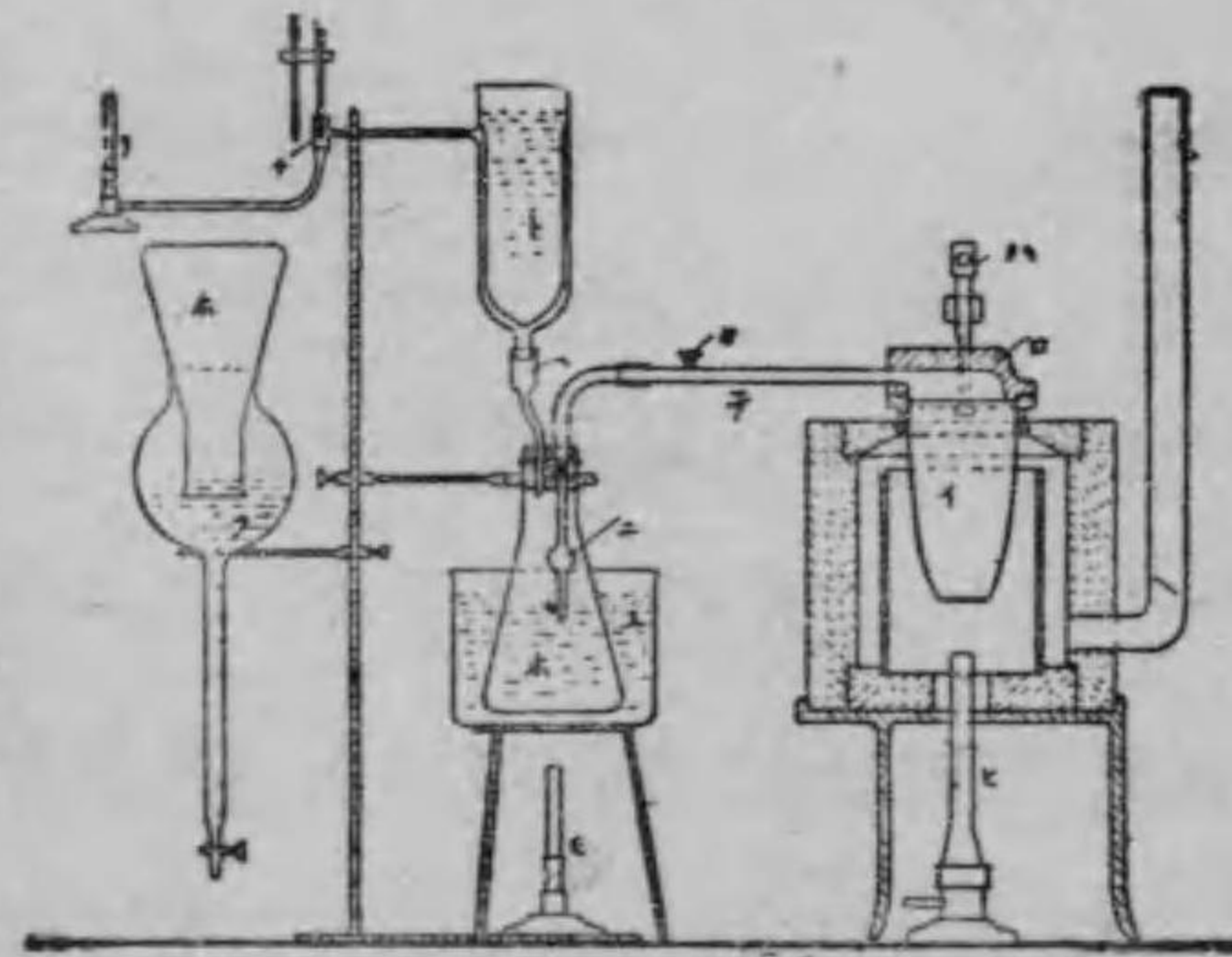
例 濕潤石炭三百瓦を秤り之を新聞紙上に擴げ室内に置く事十時間にして秤りたるに二百八十八瓦半なり尙ほ之を室内に擴げ置くこと四時間にして再び秤りたるに其量二百八十八瓦を得たりとす可乾水分幾%なるや

減 量 $300 - 288 = 12. \text{ 瓦}$

可乾水分 $\frac{12.}{300} \times 100 = 40 \%$

石炭試験 前條試料の準備に於て述べたる方法により得たる試料若くは可乾水分を檢定したる試料を粉碎器を用ゐて

第 二 十 二 圖



「ピスケツト」位の大きさに碎き二分法又は四分法によりて凡そ三百瓦を取り更に小豆大に碎きて三分目の篩にかけ上に残るものは再び碎破して

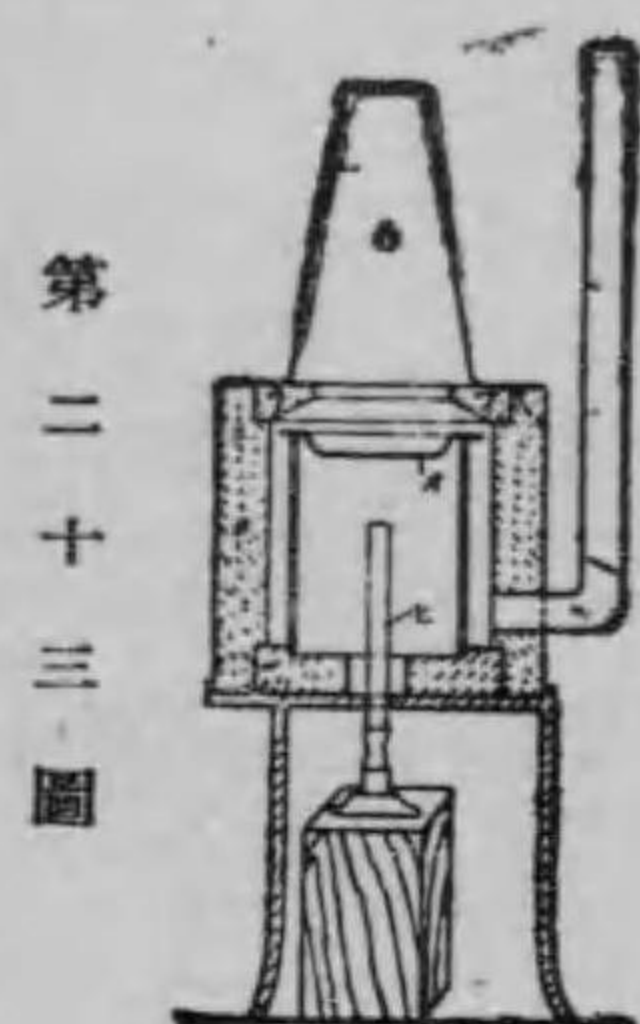
篩を通し此の全量を貯へて次の試験に供すべし。

前項によりて準備したる試料を上皿天秤を用ゐて百瓦を秤取し後銅製坩堝(イ)に容れ石綿「パツキング」を用ひ導管を具へたる蓋(ロ)を以て密閉し螺(ハ)を廻して堅く締め付け「フラスコ」(ホ)に石油を入ることは浸管(ニ)の先が少しく油中に達するを程度とし之を秤量(約四百瓦)す(秤量するときは「フラスコ」(ホ)に(ニ)及(ヘ)を挿したる栓をなし(ヘ)の中には毛髪少しを入れ置くものとす)而して之を湯煎(ユ)内に收め圖に示す如く導管及び冷却器(ト)に連絡をなし冷却器及湯煎内に冷水を充たし湯煎を温むべし此の温度は攝氏六〇乃至七〇度に保ち坩堝(イ)を加熱し始む此の加熱は最初は弱く漸次強熱すべし。

坩堝の熱せらるゝに従ひ揮發物は導管を通じて石油中に來り「タール」は溶解し水は分離して器底に沈溜し瓦斯は上りて冷却器を通り殘餘の水分を落し最後の火口(リ)に至る坩堝の加熱餘り急激なときは瓦斯の冷却作用充分ならずして水蒸氣及び輕油分等を伴ひて逃散する虞れあり故に(チ)に挿込みたる寒暖計の度を讀み大氣の温度より「三度以上」高からざる様注意すべし逃散瓦斯は(リ)にて點火す此操作は一時間乃至

二時間にて逃散瓦斯の消滅及「フラスコ」(ホ)内の泡沫の模様を見て揮發物發散の終りを知りたるときは湯煎の加温を止め螺栓(セ)を除きて加熱(ヒ)を除くべし。

數分の後冷却器(ト)を取除き次に「フラスコ」を導管より取り出して外部を拭ひ直ちに秤量すべし之に得たる目方の増加は水及「タール」の含量なり之に秤量したる油は分水器(フ)



に傾注し「フラスコ」(ホ)は倒にして其上を蓋ふて暫時放置すれば水は下方に「タール」を溶解したる油は上層に分離するが故に水量は分水器の目盛りを讀みて直接に知ることを得因て水及「タール」の含量より之を減じて「タール」の量とし坩堝内に殘存する骸炭は冷却するを待ちて秤量し直接に其量を得べし

依て水「タール」及骸炭の量を試料の目方より減じて差を瓦斯量となす次に此の骸炭の半量を秤り細粉となし小孔の篩を通し(石炭を直接使用するも差支なし)灰燒皿(オ)内に擴げ第二十三圖の如く置き(ヒ)に點火し反射環(ワ)を掛け更に煙突(カ)を蓋ひ強熱すべし全く灰化したるを見れば消火し冷却を待ちて秤量し之を二倍して灰の量となす骸炭及灰を秤量する

には冷却するを待つて直に秤量すべし永く空氣中に放置するときは空氣中より水分を吸収して重量を増加し試験成績を不確實ならしむる虞あり。

然して各成分の割合は前に得たる數字を更に訂正して精確のものとするべし。

發熱量計算法 發熱量は次の實驗式により計算し得べく但し試料が有煙炭なると無煙炭なるとにより其式を異にす。

$$\begin{aligned} \text{有煙炭の場合 } P &= \frac{G \cdot 10000 \left(\frac{100 - W}{100} \right) + T \cdot 9500 + C \cdot 8100}{100} \\ &= \frac{G \cdot 100(100 - W) + T \cdot 9500 + C \cdot 8100}{100} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{無煙炭の場合 } P' &= \frac{G \cdot 16000 \left(\frac{100 - W}{100} \right) + T \cdot 9500 + C \cdot 8100}{100} \\ &= \frac{G \cdot 160(100 - W) + T \cdot 9500 + C \cdot 8100}{100} \end{aligned}$$

P = 有煙炭發熱量(カロリー) C = 固定炭素 %

P' = 無煙炭發熱量(カロリー) T = タール %

G = 瓦斯 %

W = 水分 %

之に得たる發熱量は略近數なれども「ボンブ」測熱計にて測定したるものに比し大差なきものなり今同一石炭に就て此の

試験による發熱量と「ポンプ」測熱計にて測りたる結果を擧げて比較するに次表の如し。

試料 番號	水分	瓦斯	ター ル	固定 炭素	灰分	發 熱 量	
						ポンプ測熱計	實驗式計算
1	7.15	18.68	15.50	53.12	5.55	7335	7509
2	13.04	19.24	10.50	52.20	5.02	6868	6898
3	8.20	18.50	14.50	54.39	4.41	7584	7481
4	6.30	21.22	14.50	53.53	4.45	7751	7701
5	28.50	21.55	9.00	35.52	5.43	5226	5273
6	20.04	14.89	14.50	40.75	9.80	5943	5868

實例一

坩堝の目方.....260.5瓦
 坩堝+試料.....360.5
 試 料.....100.0
 石油最初の目方〔フラスコゴム栓(ニ)及(ヘ)〕...380.0
 同 最後の目方 (同).....408.5
 水及び「タール」の目方..... 23.5
 水 (分水器にて讀みたる目盛)10.0
 ター ル.....23.5-10.0=13.5
 骸炭殘存する坩堝.....325.5
 坩堝の目方.....260.5

骸炭の目方 65.0
 瓦 斯 $100 - (23.5 + 65) = 11.5$
 骸炭32.5瓦焼きたる灰 3.5
 灰(骸炭65中の灰即ち石炭100中の灰量).....
 $3.5 \times 2 = 7.0$

訂 正 方 法

水..... $10.0 + .5 + .41 = 10.91$ %
 瓦 斯..... $11.5 - (11.5 \times 0.036) = 11.09$ '
 ター ル..... $13.5 - .5 = 13.00$ '
 固定炭素..... $65.0 - 7.0 = 58.00$ '
 灰..... $7.0 = 7.00$ '
 合 計.....100.00 '

前表により

可 燃 物..... $13.00 + 11.09 + 58 = 82.09$ '
 不 燃 物..... $10.91 + 7.00 = 17.91$ '

發 熱 量 計 算

發 熱 量

$$= \frac{11.09 \times 100(100 - 10.91) + 13 \times 9500 + 58 \times 8100}{100} = 6921 \text{ カロリー}$$

實例二

坩堝の目方	.....	265.0	瓦
坩堝と試料	.....	365.0	
試 料	.....	100.0	
石油最初の目方〔フラスコ、ゴム栓(=)及(へ)〕	.....	412.0	
同 最後の目方 (同)	.....	443.5	
水及「タール」の目方	.....	31.5	
水 (分水器にて讀みたる目盛)	.....	20.5	
ター ル	.....	$31.5 - 20.5 = 11.0$	
骸炭殘存する坩堝	.....	314.5	
坩堝の目方	.....	265.0	
骸炭の目方	.....	49.5	
瓦 斯	.....	$100 - (31.5 + 49.5) = 19.0$	
骸 炭 30 瓦を燒きたる灰	.....	4.5	
灰 骸炭49.5中の灰即ち石炭100瓦中の灰量	.....	$4.5 \times 49.5 \div 30 = 7.425$	

訂 正 方 法

水	.....	$20.5 + .5 + .68 = 21.68$	%
瓦 斯	.....	$19.0 - (19 \times 0.036) = 18.32$	'

ター ル	.....	$11.0 - .5 = 10.50$	'
固定炭素	.....	$49.5 - 7.43 = 42.07$	'
灰	.....	7.425 (四捨五入して) = 7.43	'
合 計	.....	100.00	
∴			
可 燃 物	.....	$10.50 + 18.32 + 42.07 = 70.89$	%
不 燃 物	.....	$21.68 + 7.43 = 29.11$	'

發 熱 量 計 算

發 熱 量

$$= \frac{18.2 \times 100(100 - 21.68) + 10.5 \times 9500 + 42.07 \times 8100}{100} = 5840 \text{ カロリー}$$

備 考

「タール」の量より〇・五を減じて「タール」量とし又瓦斯より其量に〇・〇三六を乗じたるものを減じて瓦斯量とし兩者より減じたるものを水に加へたるは前者は石油約三百瓦中に抱合し後者は瓦斯中に混在せる水量の實驗數なり尤も瓦斯中に混和せる水蒸氣量は瓦斯の容積を測定せる場合は瓦斯の溫度及壓力により計算するを至當なりとす。

固 體 燃 料

此の試験の結果として得たる水分、瓦斯及「タール」の合算したるものと固定炭素の量は工業分析に於ける水分と揮発分の和及び固定炭素の量に夫々相匹敵すべきものなれ共普通瀝青炭にありては本試験の方常に固定炭素の量多きを見るべし是れ本試験にては百瓦の試料を取り工業分析にありては一瓦の試料を取りて灼熟したるに基因するものにして之れ畢竟熱灼度の不充分より來るものなれば尙ほ若干の揮発分を残留し居るものなり故に本試験の結果より得たる骸炭の一部を取りて細末となし蓋をなしたる坩堝に入れて強熱し其減量を瓦斯と見做し最初に得たる固定炭素と瓦斯の量を訂正すべし。

第八表 アソプス石炭試験器による

番 號	全水分	可乾水分	瓦斯	タール	固定炭素	灰	可燃物	不燃物	熱量 カロリー	石炭 性状
九州炭	1	12.19 (5.50)	9.14	17.06	45.50	16.11	71.70	28.30	6035	不粘結
	2	8.75 (1.50)	10.75	14.50	39.00	27.00	64.25	35.75	5440	弱粘結
	3	17.12 (1.50)	13.88	7.50	44.50	17.00	65.88	34.12	5533	不粘結
	4	14.47 (1.00)	12.53	10.00	47.00	16.00	69.53	30.47	5865	弱粘結
	5	9.91 (1.50)	11.09	13.00	50.00	16.00	74.09	25.91	6290	粘 結
	6	16.34 (4.50)	9.16	10.50	37.00	27.00	56.66	43.34	4813	不粘結
	7	9.40 (0.00)	11.60	10.00	37.00	32.00	58.60	41.40	5098	弱粘結
	8	5.04 (2.00)	14.46	14.50	51.00	15.00	79.96	20.04	6791	粘 結
	9	6.10 (0.00)	15.40	14.00	44.50	20.00	73.90	26.10	6355	同

アソプス石炭試験法

	番號	全水分	可乾水分	瓦斯	タール	固定炭素	灰	可燃物	不燃物	熱量 カロリー	骸炭 性状
九州炭	10	11.82	4.00	12.68	9.50	51.00	15.00	73.18	2.82	6205	弱粘結
	11	8.93	2.00	11.57	7.50	42.00	30.00	61.07	38.83	5496	〃
	12	6.53	.....	9.47	10.50	55.50	18.00	74.47	24.5	6603	〃
	13	6.95	.....	12.05	18.00	55.50	7.50	85.55	14.45	7699	粘 結
北海道炭	14										〃
	15	6.31	.....	16.38	19.80	53.38	4.13	89.56	10.44	7749	〃
	16	11.29	.....	22.06	12.67	51.75	2.23	86.48	13.52	7352	〃
	17	13.80	.....	24.25	7.00	34.03	20.92	65.28	34.72	5394	弱粘結
	18	17.60	.....	21.23	11.50	43.87	5.80	76.60	23.40	6412	〃
	19	14.36	.....	9.57	7.50	31.30	37.27	48.37	51.63	4165	〃
	20	18.95	.....	15.43	8.50	33.37	23.75	57.30	42.70	4683	〃
	21	15.46	.....	15.49	11.50	38.95	18.60	65.94	34.06	5747	〃
	22	12.81	.....	10.32	9.73	46.71	20.43	66.76	33.24	5627	粘 結
	23	8.34 (8.30)		9.16	10.00	50.10	22.40	69.26	30.74	5848	〃
	24	9.78	.....	22.59	16.50	47.08	4.05	86.17	13.83	7419	〃
常磐炭	25	24.59	.....	15.91	6.50	28.00	25.00	50.41	49.59	4063	不粘結
	26	15.60	.....	16.40	15.00	39.90	13.10	71.30	28.70	6041	〃
	27	17.86 (9.05)		9.64	8.00	14.90	22.60	59.54	40.46	4846	〃
	28	24.06	.....	14.94	5.00	32.20	22.80	53.14	46.86	4390	〃
	29	18.65	.....	22.30	14.00	34.70	10.35	71.00	29.00	5955	〃
	30	20.04	.....	14.89	14.50	40.75	9.52	70.14	29.86	5869	〃
	31	15.04	.....	18.31	15.50	33.27	17.88	67.08	32.92	5723	〃
	32	28.50	.....	18.55	9.00	35.52	5.43	66.07	33.93	5273	〃
	33	26.18	.....	18.32	10.50	39.00	6.00	67.82	32.18	5508	〃

可乾水分ナキハ乾燥試料又ハ半乾燥試料ナリ

第 四 節

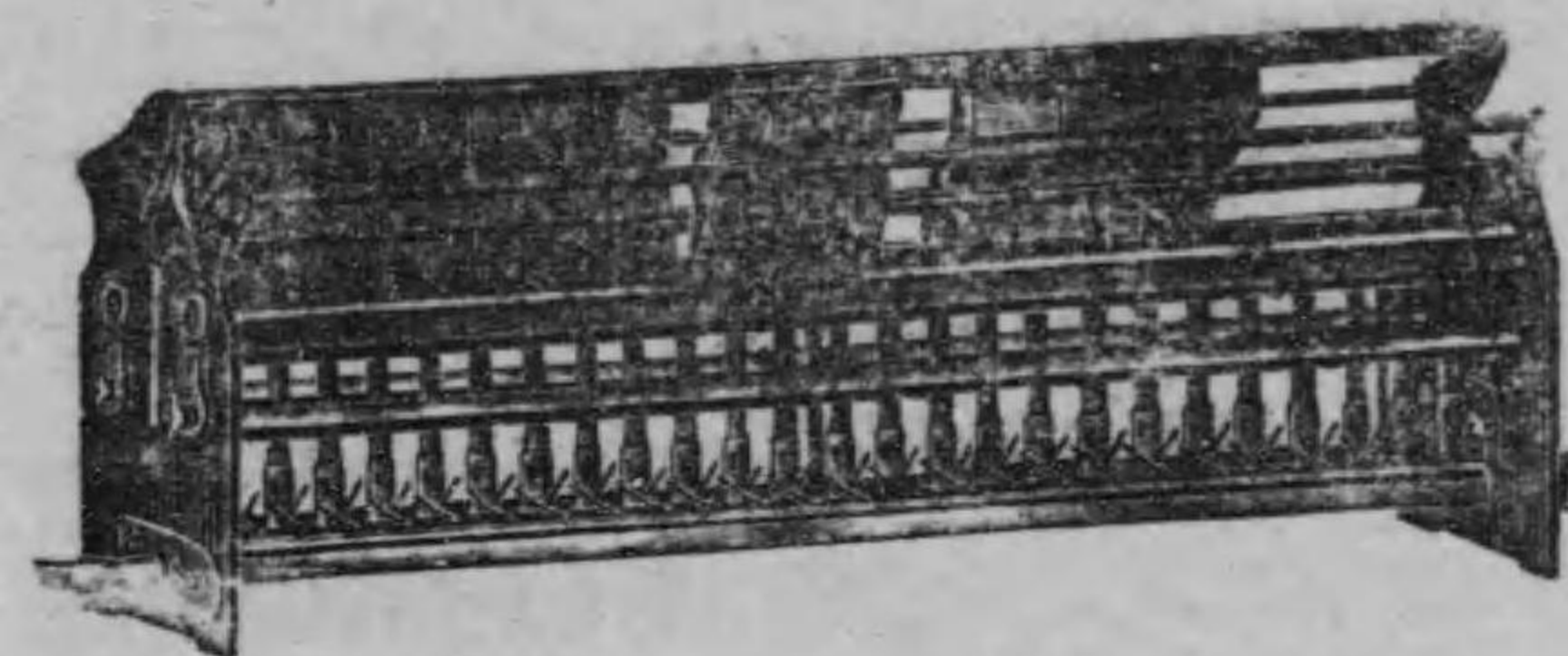
元 素 分 析

元素分析は石炭中に含有せらるゝ炭素水素酸素窒素硫黄及
 磷等を石炭中に於ける相互組織状態に關係なく直接に定量す
 る方法にして炭素と水素は燃燒分析法により炭素は炭酸瓦斯
 とし水素は水蒸氣となし夫々吸収劑に吸収せしめて同時に定
 量し酸素は他の諸元素及灰の量を測定したる後試験に對する
 差を以て間接に決定す窒素は「キルダール」氏法により硫黄は
 「エシユカ」氏に改良を加へたる方法に依り硫黄を酸化して硫
 酸鹽となし重量法によりて定量す灰は通氣中に燃燒して殘留
 する礦物質の總量を秤りて直接に定量す此外磷を定量する事
 あり。

水分 本章第二節に述べたる方法によりて作りたる粉末試
 料を秤量瓶又は「クリップ」にて挟みたる時計皿内に精確に一
 瓦を秤量し攝氏百五度に熱したる「トルイン」浴又は空氣浴中
 に入れて一時間乾燥す乾燥する際は秤量瓶の蓋を少しく明け
 置くべし時計皿の場合も亦同じ乾燥後は直に蓋を密になし
 「デシケーター」に入れて冷却したる後秤量し此減量を水分と

す但し此水分は絶對的のものにあらざる故に其重量一定せず
 之を乾燥する時間及び熱の差異により又は試料の粉末程度に
 因りても差異あるものなり然れども此處に失はれたる分量の

第 二 十 四 圖

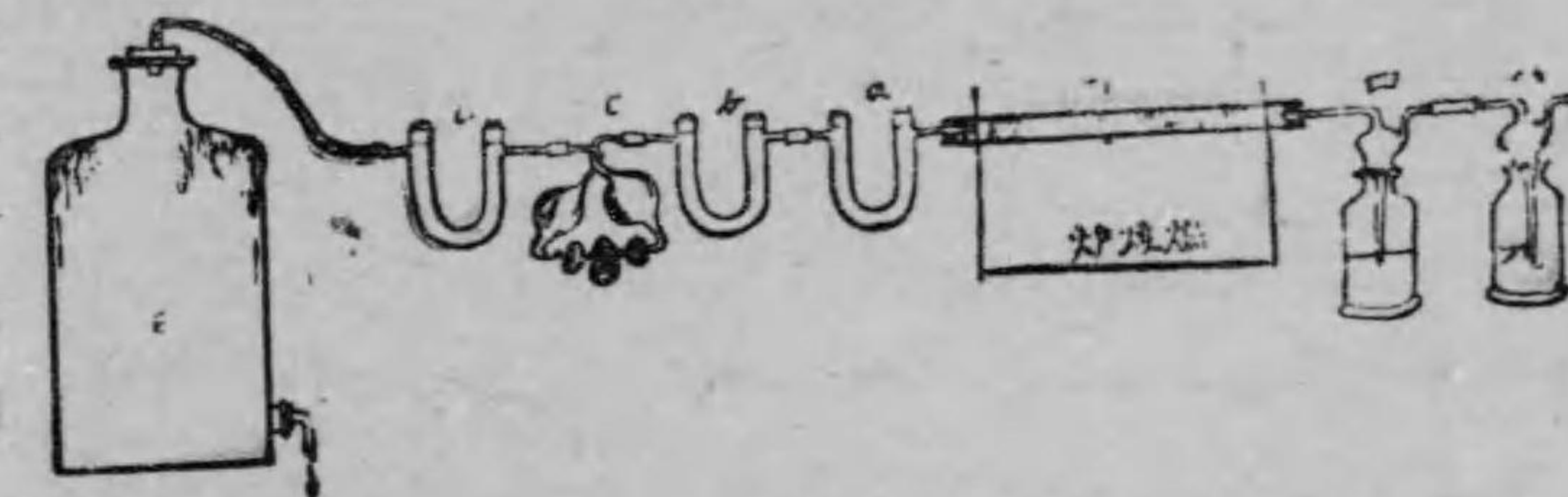


殆んど全部は
 水分なること
 明かなり此場
 合全部の水分
 を測定し得る

は困難寧ろ不可能事なりと雖も工業的に定むるには充分なり
 又不充分ながらも水分量を決定するにあらざれば化合物を定
 量する事能はざるが爲めなり。

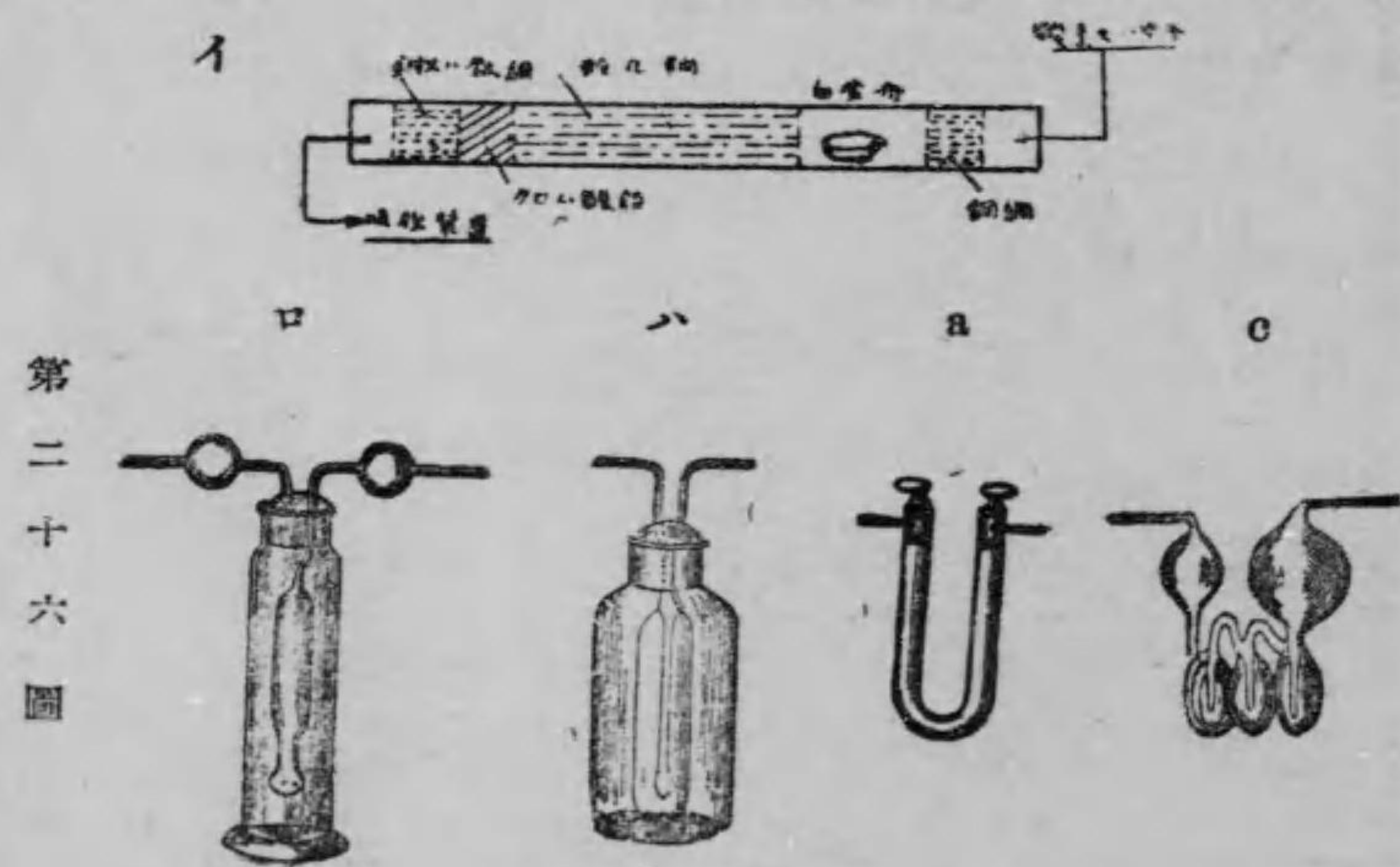
炭素及び水素 炭素及水素は石炭の主成分にして又發熱元

第 二 十 五 圖



素なり之を定量する燃燒分析法は一般に有機物の定量に使用
 するゝ方法にして第廿四圖の如き燃燒爐内にて行ふ此装置は
 第廿五圖の如く配列す此燃燒管は硬質なる硝子管にして直徑

約十五耗長さ約一米此中には第廿六圖(イ)の如き順次に一端に銅網の巻きたるものを置き次に粒状「クロム」酸鉛六糧を入れ夫れより粒状酸化銅を管の三分の二迄充たし更に銅網の巻きたるものを以て支ふる如くし次に白金「ポート」と稱する小舟形の容器に粉末試料を精確に秤量して入れ最後に又銅網を置き管端には硝子管を穿ちたる栓を挿入し硝子管は空氣の清淨器(同圖ロ、ハ)に接続す燃燒管の先端には鹽化「カルシウム」を容れたるU字管(a)(b)を接続し次に苛性加里溶液を充したる加里球cを連ね其後に曹達石灰と鹽化「カルシウム」とを充たしたるU字管(d)を續け最後に瓶にて作れる吸引装置(e)を具へ適宜に空氣又は酸素を洗淨器を通して吸引せしむ



第 二 十 六 圖

燃燒管は先端より加熱し酸化銅のある部分を先づ暗赤熱に灼熱し試料の部分に及ばすものなり試料全部の燃燒の終局は時間又は吸引したる瓦斯量によりて推知すべし此の程度は少しく熟練せば容易に知る事を得べし如斯して全く燃燒終りたる時鹽化「カルシウム」管及加里球等を夫々秤量す前者の増量は試料中の水素が燃燒の結果として生じたる水蒸氣の量にして後者は炭素が燃燒して炭酸瓦斯となりたる量なれば此等の量より次の計算により水素及炭素を算出すべし。

$$\text{水蒸氣の重量} \times \frac{1}{9} = \text{水素の重量}$$

$$\text{炭酸瓦斯の重量} \times \frac{12}{44} = \text{炭素の重量}$$

本装置使用上の注意

粒状「クロム」酸鉛の部分は低赤熱以上に熱すべからず窒素の酸化物は分解するの恐れあればなり此「クロム」酸鉛の目的は硫黄及窒素の酸化によりて生じたる酸類を分解する目的にして若し此の方法にて多少不分解の儘逸出して吸収剤に吸収さるゝ事あるも極めて微量にして許容すべき誤差として一般に取扱はれ居るものなり粒状酸化銅の部分は赤熱に保つ様灼熱すべし「メタン」の酸化には高温度も必要とするが故なり。燃燒管の先端には往々水蒸氣の凝縮して硝

子管内に附着し居る事あり故に操作の終る前に徐々に熱して吸収管内に引導せしむるものとす而して燃焼管の灼熱部と水分吸収管の間に可成餘裕なき様に装置する事を要す。

燃焼分析に用うる試料は餘り微細にするを要せず工業分析に用うるものと同程度にて充分なり而して水分を乾燥浴にて測定したる時と同試料を使用すべき事を忘るべからず試料の細末度により含有水分の量に差異ある事は第一節に述べたる如し故に全組成を計算するに當り不精確を來す一因となるものなり。

此の燃焼分析に用うる試料は普通乾燥したる試料を精秤して使用すべき様に記したるもの多し。されども之れは試料貯藏瓶より直接に取りて使用し同時にその含有水分を他方にて檢定し置き一方の結果より之れに相當する水分量を減し其の殘量より水素を算出する方誤り少きものとす尙ほ同種の試料に付き數回試験を行ふ如き場合には均等試料を得る事容易なり。

鹽化「カルシウム」を充たしたる U 字管は通過する瓦斯の爲めに加温せらるゝときは水蒸氣の吸収不完全なることあり之れを防ぐ爲めに水を盛りたる「ビーカー」内に U 字管を

置く事安全なり。

硫黄 石炭中に含有さるゝ硫黄は硫化物又は硫酸鹽となりて存在するものと直接炭素と化合したるもの及び遊離して存在するものもあるべしと雖も之等を同時に酸化して可溶性硫酸鹽となし之に鹽化「バリウム」を加へて硫酸「バリウム」となし定量する方法にして「エシュカ」氏の法を改良したるものなり。

粉末試料を更に能く細粉となし一瓦を秤取して五〇cc.の白金又は磁製坩堝に入れ無水炭酸曹達四瓦酸化「マグネシウム」一瓦の割合に混じたるもの三瓦を加へ能く攪伴し更に此の混合物少量を以て表面を蓋ひ石綿板に穿ちたる孔に箝め始めは極めて徐々に熱し煙の出でざるに至りて稍々強く熱す此の加熱は酒精燈又は電熱を用うるを良とす石炭瓦斯には常に多少の硫黄を含有する故に吸収せらるゝの恐れあり但し工業的に定むるには石綿板に孔を穿ち之に坩堝を箝め瓦斯焰を坩堝の表面に觸れしめざる様にして瓦斯を使用す。

試料中の揮發分焼失したる後は時々靜かに硝子棒を以て攪伴すべし炭素分は全部燃焼して殆んど白色となるに至りて加熱を撤し冷却後之を「ビーカー」内に移し少許の臭素の飽和水

を加へ次に約百匁の温水を加へて煮沸し鹽酸を注意して加へ少しく酸性として煮沸し硅酸等の不溶解分を濾別し濾紙を能く温水を以て洗滌し洗滌液には鹽化「アンモニア」の少量（溶液多量となる故に固體鹽化「アンモニア」を加ふるを便利とす）を加へ沸騰状態に於て熱したる鹽化「バリウム」溶液約十ccを加ふるときは硫酸「バリウム」の白色沈澱を生ず之を放冷して充分沈澱を静置せしめたる後灰量既知の容量用濾紙上に濾過す濾液が硝酸銀溶液を加ふるも白濁せざるに至る迄熱湯にて洗滌し沈澱を漏斗のまゝ乾燥し坩堝内に焼きたる後坩堝と共に秤量す此の量は再び焼きて後秤量するも其量變せざるに至りて止む此の總量より坩堝及濾紙灰の重量を減じて硫酸「バリウム」の量を得此に得たる沈澱の量に0.13737を乗じて硫黄の重量となす。

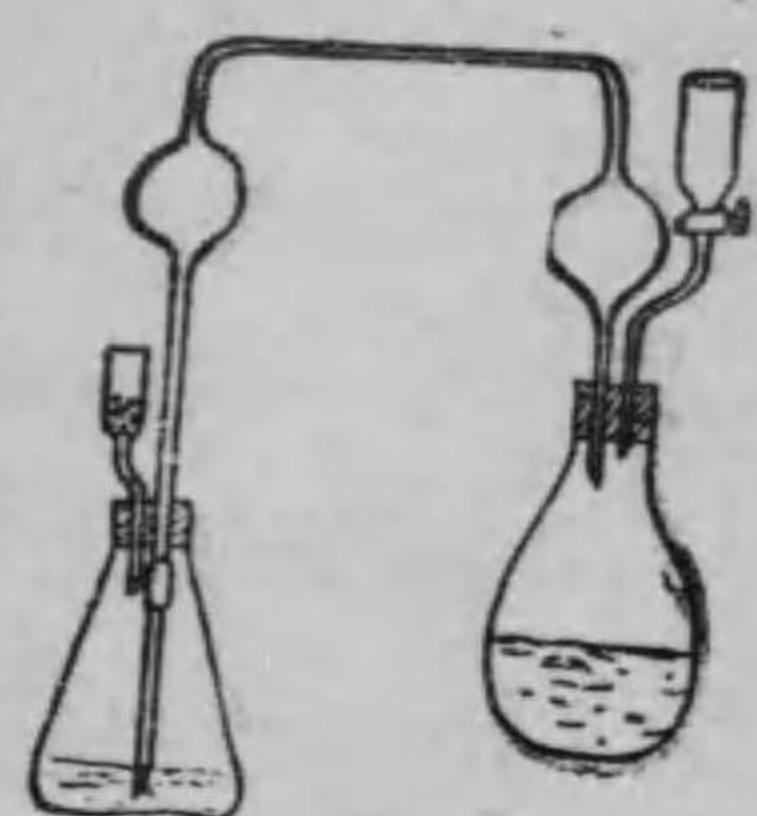
之に得たる量は揮發硫黄と固定硫黄の全部なり若し揮發分骸炭分及び灰分中の量を各別に知らんとせば灰を熔融して後鹽酸に溶解し硅酸を濾過したる濾液より硫酸「バリウム」を沈澱せしめて其量を知り又骸炭中の量は全硫黄の場合と同様にして其量を測定すべし。

窒素 石炭を乾溜すれば含有する窒素は「アンモニア」となる

る性質を有する故に之を回収する事多く現今にては石炭中の窒素の量を知ると肝要となれり然れ共乾溜により「アンモニア」を生成する窒素の量は極めて少量なるものにして此外青化物ともなれ共大部分は遊離瓦斯状となりて揮發するものなり此を定量するには「キルダール」氏方法最も廣く用ゐらる故に此の定量法を掲ぐべし。此法の基く處は石炭中の窒素を悉く「アンモニア」鹽に變化せしめ之を規定硫酸中に蒸溜し硫酸を中和したる「アンモニア」の分量を知りて之より窒素を計量するにあり即ち極めて細粉したる試料一瓦を秤り「キルダール」「フラスコ」と稱する長頸丸底の「フラスコ」に入れ三十ccの濃硫酸と0.6瓦餘の水銀及少量の重硫酸加里とを加へ（水銀は水酸化水銀を加ふる方宜し）砂浴上にて徐々に沸騰せしむる事數時間にして石炭は全部酸化せられ液は殆ど無色となる之に過滿俺酸加里の結晶を少しづつ加へて僅に過滿俺酸加里の着色するに至りて止む然して後放冷し之を蒸溜「フラスコ」(A)に移入し可成少量の水にて洗ひ落し（此際多量に熱を發生する故に「フラスコ」は冷水中に置いて行ふべし。又水銀の沈澱は重くして洗ひ落す際黄色水酸化水銀となりて残る事あり此場合には一旦出したる硫酸液の上澄を復し溶解して再

び(A)内に傾注すべし)約一瓦の粒狀亞鉛を入れて漏斗管窒素球を挿入したる栓を施し漏斗管より硫化加里溶液を加へ「水銀を沈澱せしめ次で苛性曹達の濃厚液を漏斗管より徐々に加へて強き「アルカリー」性となし蒸溜すべし此の蒸溜「フラスコ」

第二十七圖



の中に赤色試験紙を入れ苛性曹達液を注入し液が「アルカリ」性に變せしかを知り又護膜栓の下部に試験紙を吊して「アンモニア」の蒸溜開始及終局を推知すべし受器(D)には豫め規定硫酸液を漏斗管(E)より注入し(C)

の尖端が液面に達する様水を加へて(A)より溜出し來る「アンモニア」を吸収せしむる如く装置し完全に溜出したる後受器(D)内の規定硫酸を規定苛性曹達液にて滴定し「アンモニア」の爲に中和せられたる量を算出し之より窒素の量を計算す。

磷 石炭中に含有せらるゝ磷は少量なりと雖も該炭の製造原料に供する場合此の含有量を定量するの必要あり骸炭中の磷の定量も全く同様に測定せらる此の方法に二あり

第一法 先づ粉末試料十瓦を燃焼して完全に灰となし此灰分の約八倍に相當する溶融劑を加へて溶融し冷後温水を入れ

たる蒸發皿に投入し鹽酸を加へて酸性となし蒸發乾涸して後水を加へて煮沸し濾過して硅酸分を除き濾液に「アンモニア」水を加へて水酸化物の沈澱を生せしめ之を硝酸を加へて溶解せしめ(餘り過剰を加ふ可らず)次に約一瓦の結晶硝酸「アンモニア」を加へて攝氏七八十度に温め「モリブデン」酸「アンモニア」の溶液約五十喱を加へ能く攪拌して二時間位初温を保持して静置するときは磷は黄色の沈澱となる然る後加熱を去り冷後其上澄液を濾紙上に傾注し沈澱は再三硝酸を含める水にて傾斜洗滌し最後に少量の水にて濾紙を洗ひ沈澱を残留する「ピーカー」上に漏斗を移し之に稀「アンモニア」水を注ぎて溶解し少しく温むるときは茲に附隨し來る鐵分を析出す次に前の濾紙上に注ぎて濾過し最後に熱湯を以て洗滌し此の濾液を温め置きイ、ロ、の二法の一によりて處理す。

イ、此の溶液に「マグネシウム」混合液(鹽化「マグネシウム」十瓦鹽化「アンモニア」二十瓦を二百喱に溶解し更に強「アンモニア」百瓦を加へて製す)約二十喱を加へて強く攪拌すること約十五分間にして磷酸「マグネシウム」の沈澱を生ずべし之を六時間以上放冷して濾紙上に洗滌し乾燥灼熱して沈澱を秤量す此の量に 〇. 二七九を乗じて磷の重量を知り之に十倍

して石炭に於ける燐の百分率を得べし。

ロ、本液に徐々に硝酸を加へ酸性とすれば再び黄色沈澱を析出す之を第二法の如く重量已知の濾紙上に濾過して其量を測り此の結果より燐を算出す。

第二法 試料十瓦を完全に灰化し之を鹽酸にて溶解し少量の硝酸を加へて煮沸し之を濾過して不溶解分を去り濾液に「アンモニア」水を加へて水酸化物の沈澱を生せしめ之を硝酸にて溶解し攝氏七八十度に温め置き「モリブデン」酸「アンモニア」溶液五〇㍉を加へて黄色沈澱を生せしめ二時間餘保温の儘静置し冷後濾紙上に濾過し硝酸を含める水にて洗滌し次に此を新しき「ピーカー」の上にて温めたる「アンモニア」水を注加して溶解し尙ほ温湯を用ゐて濾紙を充分に洗滌し此溶液を軽く煮沸し同じ濾紙にて濾過洗滌し此濾液に硝酸を徐々に加ふるときは再び燐の黄色沈澱を生ず之を重量已知の濾紙上に濾過し硝酸を含める水にて數回洗滌し最後に蒸溜水にて洗滌して乾燥し濾紙と共に二枚の時計皿に挟むか秤量瓶に入れて秤量す然して秤量瓶及濾紙の目方を減じて沈澱の量を知るべし之に得たる沈澱の量に 0.0163 を乗すれば燐の重量となる之を十倍してその百分率を算出し得べし。

濾紙の目方を定むる法 濾紙を漏斗に當て稀鹽酸及熱湯にて充分洗滌したる後蒸氣浴に入れて乾燥し秤量瓶又は時計皿に挟みて其の重量を秤り再び同一重量を得たるとき之を濾紙の重量となす。

但し此の法は灰の不溶解分中に硫酸石灰の存在する場合は之に伴ひ去る燐の量を捕集する能はざると又燐酸鐵となりたるものは除去せらるゝために多少不精確なるの嫌ひあれども時間と手数を省き得る爲めに屢々採用せらるる方法なり。

灰 石炭中の灰量は石炭を通氣中に燃焼せしめたる時残留する礦物質の總量にして此の量の多少は直に燃料價値に影響を及ぼし尙ほ此の諸性質は石炭利用上に關係を及ぼす爲に灰量を定量すると共に種々の物理的性質及化學的成分をも檢定するの要あるものなり故に之等の檢定に付ては第七節に詳記する事とし本節に於ては専ら分量の定量に止めたり。

灰分の定量は粉末試料一瓦を取りて坩堝内にて燃焼せしむる方法は第五節工業分析の部に記述したれば本節にては燃焼管内に於てする方法を述べし。

長さ二十乃至三十㍉の硝子製燃焼管を少しく傾斜し置き粉

末試料の 〇.五 瓦を白金又は磁製の「ポート」内に秤量して之を燃焼管の中程に入れ燃焼管を赤熱に焼くときは空氣は自然に流通し遂に全く灰化すべし依て之を取り出し「デシケーター」内に冷却して秤量し灰の量を得之に二百倍して百分率を得べし又殊更に本試験を行はずとも炭素及水素を定量したるとき其の残渣を秤量して定量する事を得べし。

例の一 (試験成績記録方は以下例題に倣ふべし)

水分の測定

秤量瓶の目方.....15.3468 瓦

粉末試料を加へたる目方.....16.3408 〃

粉末試料の目方..... $16.3468 - 15.3468 = 1.0000$ 〃

攝氏105度の空氣浴中に一時間熱し「デシケーター」

中にて冷却後の目方.....16.3185 〃

乾燥の爲め減じたる重量..... $16.3468 - 16.3185 = 0.0283$ 〃

水分百分率..... $0.0283 \times 100 = 2.83\%$

水分を測定したる試料は秤量瓶に入れて蓋をなし之を

「デシケーター」内に貯へ炭素及水素の定量用に供すべし

炭素及水素の定量

白金「ポート」の目方.....5.4370 瓦

水分を去りたる粉末試料を加へたる目方.....5.7370 瓦

試料の目方.....0.3000 〃

1. 鹽化「カルシウム」 を入れたる U 字管	最初の重量 28.2475 瓦	試験後の重量 28.3717
----------------------------	--------------------	-------------------

2. 苛性加里液に入れ たる加里球	42.3691 〃	43.1411
----------------------	-----------	---------

3. 鹽化「カルシウム」 及曹達石灰を入れ たる U 字管	27.3583 〃	27.3618 〃
-------------------------------------	-----------	-----------

1. U 字管に吸収したる水蒸氣の重量.....
..... $28.3717 - 28.2475 = 0.1242$ 〃

水素の重量..... $0.1242 \times \frac{1}{9} = 0.0138$ 〃

水素の百分率..... $\frac{0.0138}{0.3} \times 100 = 4.60\%$

2. 加里球の増加重量..... $43.1411 - 42.3691 = 0.7720$

3. 曹達石灰、鹽化カルシウム管の増加重量.....
..... $27.3618 - 27.3583 = 0.0035$ 〃

炭酸の重量.....0.7755 〃

炭素の重量..... $0.7755 \times \frac{12}{44} = \frac{.7755 \times 3}{11} = 0.2115$ 〃

炭素の百分率..... $\frac{0.2115}{0.3} \times 100 = 70.500\%$

之に得たる炭素及水素の重量は乾燥石炭に對する割合なれば2.83%水分を含有するものに訂正するの必要あり其の算出法は次式の如し。

炭素 $(100+2.83):100:70.50:x \quad x=68.56\%$

水素 $(100+2.83):100:4.60:y \quad y=4.47\%$

又無水物として全體の割合を表はす場合には炭素及水素は先に得たる百分率を其儘記録し他の成分検定に用うる試料を豫め乾燥し無水物として使用すべし。

硫黄の定量

硫酸「バリウム」の沈澱を焼きたる白金坩堝	.....	21.6780 瓦
白金坩堝の重量	.....	21.5495 瓦
濾紙の灰の重量 (此の重量は濾紙製造場にて秤りたる平均數を其の容器に記入す)	.....	0.0001'
硫酸「バリウム」の重量	.....	0.1284'
硫黄の目方	.....	$0.1284 \times 0.13737 = 0.01763'$
硫黄百分率	.....	$0.01763 \times 100 = 1.76\%$

窒素の定量

粉末試料1瓦を精秤し「キルダール」法によりて處理し「フ

ラスコ」Dに十分の一規定硫酸20c.c.を入れ置きて蒸溜を終りたる後之を重煎湯にて硫化水素の臭氣なき迄煮沸せしめたる後に於て十分の一規定苛性曹達溶液を以て滴定したるに次の如し。

「フラスコ」Dに最初取りたる十分の一規定硫酸	.....	20.0c.c
蒸溜後滴定に要したる十分の一苛性曹達	.....	12.8'
(NH ₃)の爲に中和されたる十分の一規定硫酸	.....	7.2'
此の1c.c.は「アンニア」(NH ₃)の0.0017瓦に相當する故に		
7.2ccは實に	.....	$7.2 \times 0.0017 = 0.01224$ 瓦
の「アンモニア」に相當す		
「アンモニア」17中に含有する窒素は14なる故		
窒素の重量	.....	$0.01224 \times 14 \div 17 = 0.01008$ 瓦なり
又た此式を省略して最初に次式を用ふる事簡便なり		
窒素の重量	.....	$7.2 \times 0.0014 = 0.01008$ 瓦
窒素の百分率	.....	$\frac{0.01008 \times 100}{1} = 1.008\%$ 約1.01

燐の定量

粉末試料10瓦を灰化し前述の方法によりて焦性磷酸「マ

「グネシウム」の沈澱を濾過乾燥し白金坩堝中に灼熱せり
 沈澱を容れたる白金坩堝 20.1215 瓦
 白金坩堝及濾紙の灰 20.0785 '
 沈澱の重量 0.0430 '
 燐の重量 $0.043 \times 0.279 = 0.012$ '
 燐の百分率 $\frac{0.012 \times 100}{10} = 0.12\%$

灰の定量

炭素及水素定量の際燃焼管内に挿入せる「ポート」内に残
 留せる灰を秤量して灰の量を次の如く決定せり。

白金「ポート」及灰の重量 5.4697 瓦
 白金「ポート」の重量 5.4370 '
 灰の重量 0.0327 '
 灰の百分率 $\frac{0.10327 \times 100}{0.3} = 10.90\%$

之に示す灰の量は乾燥炭中の灰量なり故に最初の

試料中の灰量は次の如くして算出すべし.....

..... $\frac{10.90 \times 100}{100 + 2.83} = 10.60\%$

酸 素

酸素の量は既定諸成分の總和を 100 より減じたるものと
 す。

水 分 2.83
 炭 素 68.56
 水 素 4.47
 硫 黄 1.76
 窒 素 1.01
 灰 (此中に燐を含む) $\frac{10.60}{89.23}$

酸素の量 $100 - 89.23 = 10.77\%$

例の二 (例の一に於て乾燥炭を用ひて炭素水素及灰を定量
 したれば此處には試料を直接使用する方法を掲げ以上三
 成分の定量法を示す)

炭素及水素の定量

白金「ポート」の目方 5.4370 瓦
 試料を加へたる時の目方 5.7370 '
 試料の目方 0.3000 '

	最初の重量	試料燃焼 後の重量	増加重量
鹽化「カルシウム」 を入れたるaU字管	.....29.2835	29.4128	0.1293
苛性加里液を入れ たる加里球	.....41.5676	42.3186	0.7510
鹽化及曹達石灰を 入れたるbU字管	.....28.3428	28.3460	0.0032

固 體 燃 料

aU 字管に吸収したる水蒸氣の重量0.1293瓦

試料0.3瓦に含有する水分の重量

試料の目方..... 0.3

試料の含む水分 $\frac{\times 2.83\%}{0.849 \div 100} = 0.00849$ 瓦

含有水分に相當する水蒸氣を減じたる水蒸氣量.....

..... $0.1293 - 0.0085 = 0.1208$ '

水素の重量..... $0.1208 \times \frac{1}{9} = 0.01342$ '

水素の百分率 $\frac{0.01342}{0.3} \times 100 = 4.47$ %

加里球の増加重量..... = 0.7510 瓦

b U字管の増加重量..... = 0.0032 '

炭酸の重量..... $0.7510 + 0.0032 = 0.7542$ '

炭素の重量 $0.7542 \times \frac{3}{11} = 0.2057$ '

炭素の百分率..... $\frac{0.20568}{0.3} \times 100 = 68.56$ %

灰の定量

燃焼管内の白金「ポート」内に残溜するを取出し之を秤量して灰の定量をなす事次の如し。

白金「ポート」及灰の重量5.4688瓦

白金「ポート」の重量5.4370 '

元 素 分 析

灰の重量 $5.4688 - 5.4370 = 0.0318$ '

灰の百分率..... $\frac{0.0318}{0.3} \times 100 = 10.60$ %

(磷を定量したる場合は灰分より之を減じて灰量とすべし)

第十表 元素分析結果の記録方

	1	2	3	4
	普 通	乾 燥	計 算	
水分 %	2.83	—	—	14.97
炭素 %	68.56	70.50	70.36	68.56
水素 %	4.47	A { 4.60	B { 4.60	3.10
酸素 %	10.77	11.15	11.66	—
窒素 %	1.01	1.04	1.04	1.01
全硫黄 %	1.76	1.81	—	1.76
磷 %	0.12	0.12	—	0.12
灰 %	10.48	10.78	12.34	10.48
合 計	100.00	100.00	100.00	100.00

(備考) 磷を定量したる場合の灰量は磷の百分率を灰の百分率より減じたるものなり

1. は水分を有する現在の石炭組成を分析の儘示すものにして普通は之を採用す
2. は水分を除きたる状態に換算し炭素と水素の比により石炭の分類に必要な資料とせり
3. 硫黄及灰分を石炭中に原存せる状態に換算したる組成

にして共に石炭分類の資料とせしものなり此の換算法は次の如く(2)より之を算出し方法次の如し

揮發性硫黄.....	1.50 %	} 實驗にて 求む
固定硫黄(灰中に残留せし硫黄) 0.31		
灰中に存在せし炭酸	0.50	

以上の實驗成績を基準として計算をなす

1.5 %の硫黄に相當する硫化鐵の量は

$$\frac{1.50 \times 15}{8} = \frac{22.5}{8} = 2.81 \dots \text{FeS}_2 \left(\frac{15}{8} = \frac{\text{FeS}_2}{\text{S}_2} = \frac{120}{64} \right)$$

又此の鐵分に相當する酸化鐵の量は

$$2.81 \times \frac{2}{3} = 1.87 \dots \text{Fe}_2\text{O}_3 \left(\frac{2}{3} = \frac{160}{240} = \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{2(\text{FeS}_2)} \right)$$

此の酸化鐵の量は已に灰中に測られたるものにして揮發性硫黄が硫化鐵の状態にありて灰中に算へらるゝものとするときは結局

$$2.81 - 1.87 = 0.94$$

を前に測りたる灰量に加ふるを以て至當なりとす

又 0.5 %の炭酸(CO₂)が灰中に鑛物として化合し居たる事を測知したりとせば此量は灰に加ふべきものとす

然るに前實驗にありては炭酸が炭素の燃焼により生じたる炭酸と共に秤量され炭素として計算せられたる故に炭

素の百分率より

$$0.5 \times \frac{12}{44} = 0.5 \times \frac{3}{11} = 0.14 \%$$

を減すべきものなり故に炭素の百分率は

$$70.50 - 0.14 = 70.36 \%$$

灰の百分率は

$$10.90 \dots \text{灰}\%$$

$$0.50 \dots \text{CO}_2$$

$$+ 0.94 \dots \text{S}$$

換算したる灰分 12.34

4. 含水石炭組成中の酸素の量に相當する化合物の量を計算し之に水分として測りたる水量を合せて水の百分率とし化合物に相當する水素量を水素の百分率より減じたるものなり此の方法によりて表はすときは燃料分析としては最も便利なるものとす

$$\text{酸素量に相當する化合物の量} \dots 10.77 \times \frac{9}{8} = 12.14$$

$$\text{百五度に乾燥して測定したる水分} \dots \underline{2.83}$$

$$\text{全水分の百分率} \dots 14.97$$

$$\text{化合物に相當する水素量} \dots 12.14 - 10.77 = 1.37$$

$$\text{石炭中の化合物水素} \dots 4.47 - 1.37 = 3.10$$

純炭組成及炭素と水素の割合

純炭とは炭素水素酸素及窒素の四元素より成るものとして此處に取扱ふ其の組成は第十表より換算するに

純 炭 組 成

	A	B
炭 素 %	80.77	80.27
水 素 %	5.25	5.25
酸 素 %	12.79	13.29
窒 素 %	1.19	1.19
合 計 %	100.00	100.00

炭素の水素に対する割合 $C/H = \frac{80.77}{5.25} = 15.4$ $\frac{80.77}{5.25} = 15.3$

此の計算を以てするにC/Hの値がAとBに於て其産僅少な
る故此の目的にありては煩雜なる計算を用ゐて灰量を訂
正する事を省略するも差支なし。

石炭の分類表 (本表は米國地質調査局の採用せるものな
れば参考として茲に掲ぐ)

A	Garphite 黒鉛	CIH
		- ?
B	} Anthracite 無炭炭	{ ?-?30
C			{ ?30-?26

D	Semi-Anthracite 半無煙炭	?26-?23
E	Semi-Bituminous 半瀝青炭	?23-20
F	} Bituminous 瀝青炭	20-17
G		17-14.4
H		14.4-12.5
I		12.5-11.2
J	Lignite 褐炭	11.2-?9.3
K	Peat 泥炭	9.3- ?
L	Wood(Cellulos) 木纖維	7.2

第十一表 石炭元素分析表(外國)

	炭素	水素	硫黄	水分	灰	酸素及 窒素	合計	コークス	固定炭素
1	62.55	3.87	1.62	8.63	11.78	11.55	100.00	61.74	49.96
2	65.50	4.23	0.67	7.92	10.15	11.53	100.00	61.06	50.92
3	68.64	4.33	1.33	8.96	6.90	9.84	100.00	57.53	50.63
4	69.50	4.42	0.67	9.28	5.97	10.16	100.00	59.12	53.15
5	72.14	4.40	0.61	8.34	4.22	10.29	100.00	58.47	54.25
6	73.77	4.55	0.41	7.99	1.76	11.52	100.00	56.93	55.17
7	74.99	4.66	0.55	7.21	2.68	9.91	100.00	56.59	53.91
8	74.57	4.74	0.47	6.95	1.37	11.90	100.00	56.84	55.47

固 體 燃 料

9	77.00	4.51	0.78	2.31	7.17	8.23	100.00	74.61	67.44
10	76.71	4.67	0.73	1.94	8.49	7.46	100.00	72.32	63.83
11	78.80	4.92	0.50	2.72	4.18	8.88	100.00	66.43	92.25
12	85.70	2.97	0.62	3.15	3.59	3.97	100.00	92.03	88.44

下に掲ぐる工業分析は上記の成績より計算により計上したるものなり

	濕 氣	揮 發 分	固定炭素	灰	合 計
1	8.63	29.63	49.96	11.78	100.00
2	7.92	31.01	50.92	10.15	100.00
3	8.96	33.51	50.63	6.90	100.00
4	9.28	31.60	53.15	5.97	100.00
5	8.34	33.19	54.25	4.22	100.00
6	7.99	35.08	55.17	1.76	100.00
7	7.21	36.20	53.91	2.68	100.00
8	6.95	36.21	55.47	1.37	100.00
9	2.31	23.08	67.44	7.17	100.00
10	1.94	25.74	63.83	8.49	100.00
11	2.72	30.85	62.25	4.18	100.00
12	3.15	4.82	88.44	3.59	100.00

Gray und Robertson, 1904年報告

工 業 分 析

第十二表 元素分析表(内國炭)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
炭 素	80.20	78.52	59.49	59.86	53.59	64.67	74.46	75.95	74.85	73.97
水 素	4.00	3.62	5.14	4.43	4.27	5.51	5.50	5.50	5.00	4.90
硫 黄	0.40	0.45	0.72	0.81	1.92	0.76	0.40	0.30	0.30	3.80
水 分	1.65	2.54	3.85	3.15	6.85	4.32	2.00	1.70	2.00	0.32
灰	3.30	5.10	20.75	21.10	11.72	10.02	6.90	6.30	7.00	6.94
窒 素	0.85	2.10	0.70	0.60	0.58	0.65	1.06	1.05	1.06	1.12
酸 素	9.60	7.67	9.35	10.05	21.07	14.07	9.68	9.20	9.79	8.95
合 計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
濕 氣	1.65	2.54	3.85	3.15	6.85	4.32	2.00	1.70	2.00	0.32
揮 發 分	7.77	6.47	32.67	30.85	42.48	46.78	42.80	41.20	42.80	42.74
固定炭素	85.28	85.89	42.73	44.90	38.95	38.88	48.30	50.80	48.20	50.00
灰	3.30	5.10	20.75	21.10	11.72	10.02	6.90	6.30	7.00	6.94
合 計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

第五節 工業分析

工業分析は近成分析とも稱し石炭の組成を稍々物理的に分類せんとしたるものにして此法に於ては其中に含有する水

分揮發分固定炭素及灰分に分ちて定量し骸炭状態及灰の色を記録して石炭使用上の便に供す此外硫黄の量を検定するを普通とす之れは硫黄の存在は石炭の用途によりて嫌厭するが爲めなり。

工業分析にありては乾燥石炭を粉末として試料となす事元素分析に同じ。

水分 粉末試料一瓦を廣口の秤量瓶又は相符合する時計皿二枚を「クリツブ」にて挟みたる中に採取し之を容氣浴中にて攝氏百五度の温度にて一時間乾燥し「デシケーター」内に暫時放置し冷却を待つて秤量し之を前の重量に比し其の損失量を以て水分とす此成績は一般に百分比を以て表示さる。

此の水分の量は同一石炭にありても再度の試験に於て一致せざるを常とす又此の重量が或る一定の度に止まる事なく時間の長短によりて差異あり故に温度と時間とを一定し置き此間に損失する重量を以て定むること、せり又此の場合に重量の却て増加する事あるを見るべし斯る場合は其の最小の重量を以て水分測定をなすものとす乾燥により重量増加の原因は多くは石炭中に硫化鐵の含有せらるゝ場合にして硫化鐵が次第に酸化して硫酸鐵に變ずるに基因するものなり。

揮發分 粉末試料一瓦を内容十五乃至二十 c.c. の白金坩堝に秤取して蓋をなし之を赤熱に灼熱する事三分乃至四分にして揮發物は噴出して燃焼し盡したる後少くも一分間灼熱するを度として「デシケーター」内に放冷し秤量して前の重量との差を見出し之より先に得たる水分の量を減じて揮發分となす此場合の「ブンゼン」燈の火焰の大きさは白金の坩堝を全く包むを度とす。

骸炭量及骸炭状態 骸炭とは固定炭素と灰分の全量にして揮發分と水分の和を百より減じたるものなり揮發分を測定したるとき坩堝内に残留す然して此に生じたる骸炭の形状を見て石炭が粘結性なるや否やを判定するものなれば其都度必ず此の状態を記録すべきものなり此際坩堝に残留せる骸炭の状態を検し固結せざるものは不粘結性にして固結したるものは粘結性と記録し同じく粘結性の中にて膨脹性なるあり收縮性のもあり堅牢の度異なるものは夫々特徴を記録して實用上の参考に資す然して此の粘結度を明瞭ならしめんとして粘結性のもに細砂を混じ粘結せざるに至る迄の砂量又は弱粘結性のもに砂糖等を混じて一定の硬度に達せしめ其量を以て粘結度を測らん事を企てられたりしも不成功に歸せり粘結度に

關しては第九節に略述せり。

灰分 粉末試料一瓦を白金又は磁製坩堝に秤取し「ブンゼン」燈上に空氣を通して其重量一定する迄灼熱す全く灰化したるを見て「デシケーター」内に放冷し其重量を秤り再び灼熱して最早減量なきに至りて止む之に得たる重量を以て灰分とす之に生じたる灰の色澤を記録し實用上の參考に資すべし此の灰分試験を行ふに方り第二十七圖の如く坩堝の適合する孔を石綿板に穿ち之に簞入して下方より焼き其の焰をして坩堝の口縁を圍繞せしめざる様にするときは時間を著しく短縮するを得べし。

固定炭素 之れは前條によりて得たる成績より計算によりて求め得べく

一、百分率にて表せる水分揮發分及灰分の量を合せて百より減じて得たる數を固定炭素の百分率とす

二、骸炭量より灰分量を除きて其の差を固定炭素の量とする二法あり

工業分析によりて得たる揮發分と固定炭素とは相對的ものにして灼熱度により互に相増減するものなり之に注意すべきは揮發物は可燃性のものゝみにあらずして此中には少からざ

る化合水を含むものなり。

硫黄 硫黄の測定は元素分析の條下に説明せり而して工業分析にありては此の量を他の分量と共に百分中に算入せずして百分率外に表示するを普通とす是れ硫黄が揮發物中に發散するものと固定炭素及灰中に含有せらるゝものとあるが故に之を區別する事困難なれば其の全量を掲げて存在を現はし實用上の參考に資するに止む。

例

水 分

秤量瓶の重量……………18.6540瓦

粉末試料一瓦を加へて……………19.6540'

攝氏105 度に熱したる空氣浴中に一時間乾燥し「デシケーター」内に十五分間放置したる後……………19.6255

乾燥の爲め減じたる重量即ち水分……………0.0285

水分百分率…………… $\frac{0.0285}{1} \times 100 = 2.85\%$

灰 分

磁製坩堝の重量……………12.4632瓦

此中に水分を測定したる試料を羽毛にて掃ひ込み一時間灼熱し全く燃焼し終りたる後「デシケーター」内冷却し

たるときの重量	12.6018
尙ほ二十分間灼熱したる後の重量	12.6018
灰の重量	$12.6018 - 12.4632 = 0.1386$
灰の百分率	$\frac{0.1386 \times 100}{1} = 13.86\%$
灰の色澤(此時の灰の色澤を記録すべし)	淡褐色
揮 發 分	
白金坩堝の重量	21.0378 瓦
粉末試料一瓦を加へて	22.0378
坩堝の蓋を密閉したる儘赤熱に熱すると四分間に	
して之を乾燥器内に十五分間冷却し	21.6126
灼熱の爲め減じたる重量	$= 0.4252$
水分の重量	0.0285
揮發分の重量	$0.4252 - 0.0285 = 0.3967$
揮發分の百分率	$\frac{0.3967 \times 100}{1} = 39.67\%$
骸炭状態	粘結性
固 定 炭 素	
水分百分率	2.85%
揮發分百分率	39.67%
灰分百分率	13.86%

合 計	56.38
固定炭素百分率	$100 - 56.38 = 43.62\%$

例二

揮發分と固定炭素とは此方法を轉倒して測定し得べし

白金坩堝の重量	21.0378 瓦
粉末試料一瓦を加へて	22.0378'
坩堝の蓋を密閉したる儘赤熱に熱すること四分間に	
にして之を「デシケーター」内に十五分間冷却し	
	21.6126'
坩堝内に残留する骸炭の重量	
	$21.6126 - 21.0378 = 0.5748'$
灰の重量	0.1386'
固定炭素の重量	$0.5748 - 0.1386 = 0.4362'$
固定炭素の百分率	$\frac{0.4362}{1} \times 100 = 43.62\%$
揮 發 分	
水分百分率	2.85%
固定炭素百分率	43.62%
灰分百分率	13.86%
合 計	60.33'

固 體 燃 料

揮發分百分率 $100 - 60.33 = 39.67\%$

工業分析の結果記録法

水 分 2.85%

揮 發 分 39.67%

固定炭素 43.62%

灰 分 13.86%

灰 の 色 淡褐色

骸炭状態 粘結性

合 計 100.00%

全 硫 黄 (通常は百分率以外に表はす一)
分類法は元素分析の項にあり) 1.24%

第十三表 石炭工業分析表

	水分	揮發分	固定炭素	灰	合 計	灰ノ色	骸炭状態	硫 黄
1	2.45	35.64	51.89	10.08	100.00	褐色	粘結	0.45
2	1.05	36.40	51.55	11.00	100.00	灰白	同	3.26
3	1.87	38.68	54.75	4.70	100.00	褐色	粘結	0.67
4	4.25	41.77	51.75	2.23	100.00	赤褐色	粘結	0.42
5	13.83	41.12	30.70	10.35	100.00	黝色	不粘結	0.79
6	19.50	39.55	35.52	5.43	100.00	赤褐	不粘結	0.46
7	6.07	33.60	50.23	10.10	100.00		粘結	2.79

熱 量 の 測 定

8	4.81	35.32	52.87	7.00	100.00		粘結	2.11
9	4.02	35.33	54.31	6.34	100.00		粘結	2.20
10	15.09	32.76	42.65	9.50	100.00		不粘結	1.61
11	1.32	35.62	55.78	7.23	100.00		粘結	1.40

(1)——(6)内國炭 (7)——(11)外國炭

第 六 節

熱 量 の 測 定

熱量の測定 凡そ燃料を使用するの目的は之を燃焼せしめ發する處の熱を利用するにあり既に前節によりて石炭の性質を知得し利用方法を考究し得たりとするも果して幾何の熱を利用し得たるや又燃料が幾何の熱を有し居るかを精確に知るの要あり之れ則ち燃料の有する熱量を測定する所以なり之を測定するに分析の結果より計算する方法と直接に測熱器を用ゐるの二法あり。

熱量單位 燃料の發熱量とは一定量の燃料が燃焼して發する總熱量を表示するものにして普通一盞の燃料の有する總熱量を「キログラムカロリー」にて表はしたるものなり又一封度の燃料より發生する總熱量を英熱單位にて表す事あり「キ

「グラムカロリー」とは一証の蒸溜水を攝氏零度より一度に上昇せしむるに相當する熱量にして普通單に「カロリー」と稱す又英熱單位とは一吋の蒸溜水を華氏の一度だけ上昇せしむるに相當する熱量なり。

石炭分析の結果より計算する方法 元素分析の結果を基とし各發熱元素より發生する發熱量の總和を求むるものにして其の公式も種々あれども最も廣く行はるゝものを次に掲ぐ。

$$\text{Dulong's } \frac{1}{100} [8,180C + 34,460(H - \frac{O}{8}) + 2250S] \dots\dots\dots a$$

$$\text{Mahler's } \frac{1}{100} [8,140C + 34,500H - 3,000(O + N)] \dots\dots\dots b$$

Gray und Robertson

$$\frac{1}{100} [8,140C + 34,500(H - \frac{(O+N)-1}{8}) + 2,220S] \dots\dots\dots c$$

以上公式に於て C, H, O, N, S, 等は順次炭素水素酸素窒素硫黄分の百分率を示したる數値とす

Asobu's 公式は第三節に記述し其結果第九表にあり

$$\text{有煙炭 } \frac{1}{100} [8,100C + 9,500T + 10,000(\frac{100-W}{100})G.] \dots\dots\dots d$$

$$\text{無煙炭 } \frac{1}{100} [8,100C + 9,500T + 16,000(\frac{100-W}{100})G.] \dots\dots\dots e$$

前節第十一表に掲示せる元素分析を基とし以上各式にて計算したる結果を表示すべし。

第十四表 計算熱量と「ボンブ」測熱器による熱量比較

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a 式	5.926	6.269	6.644	6.716	6.916	7.042	7.229	7.152	7.438	7.503	7.691	7.790
b 式	6.080	6.445	6.786	6.877	7.082	7.229	7.416	7.347	7.581	7.632	7.845	7.892
c 式	6.007	6.354	6.731	6.804	7.003	7.132	7.341	7.246	7.530	7.592	7.785	7.857
ボンブ	6.133	6.439	6.708	6.392	7.099	7.270	7.340	7.392	7.509	7.527	7.801	7.912

「ボンブ」測熱器使用法は次項を参照すべし

本表に於て a 式計算の熱量稍々低位にあるは窒素及び酸素の量明瞭ならざる爲め酸素として計算したる故なり。若し窒素1%ありとせば約40「カロリー」を増加す。

直接に測熱器を用ひて發熱量を測定する方法

測熱器は種々あれども皆な石炭を燃焼せしめ生ずる熱を水に吸収せしめ此の水の上昇温度より計るものにして之を大別すれば

1. 壓搾酸素内に石炭を燃焼せしむる法
2. 酸素を流通せしめつゝ石炭を燃焼せしむる法
3. 酸素を生ずべき化合物

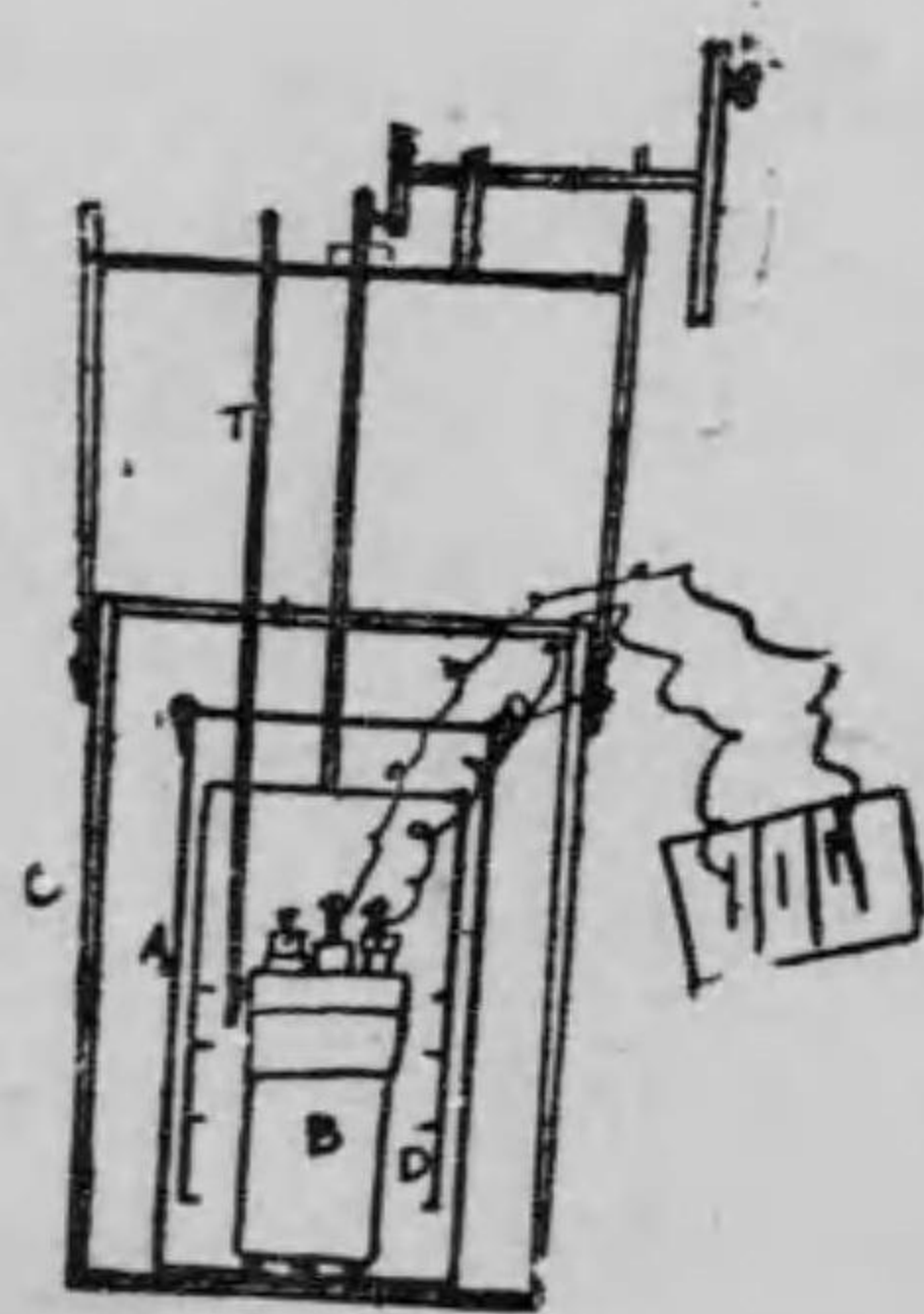
を石炭に混じて燃焼せしむる法

の三種とす以下順次之等の中代表すべき方法を述べし

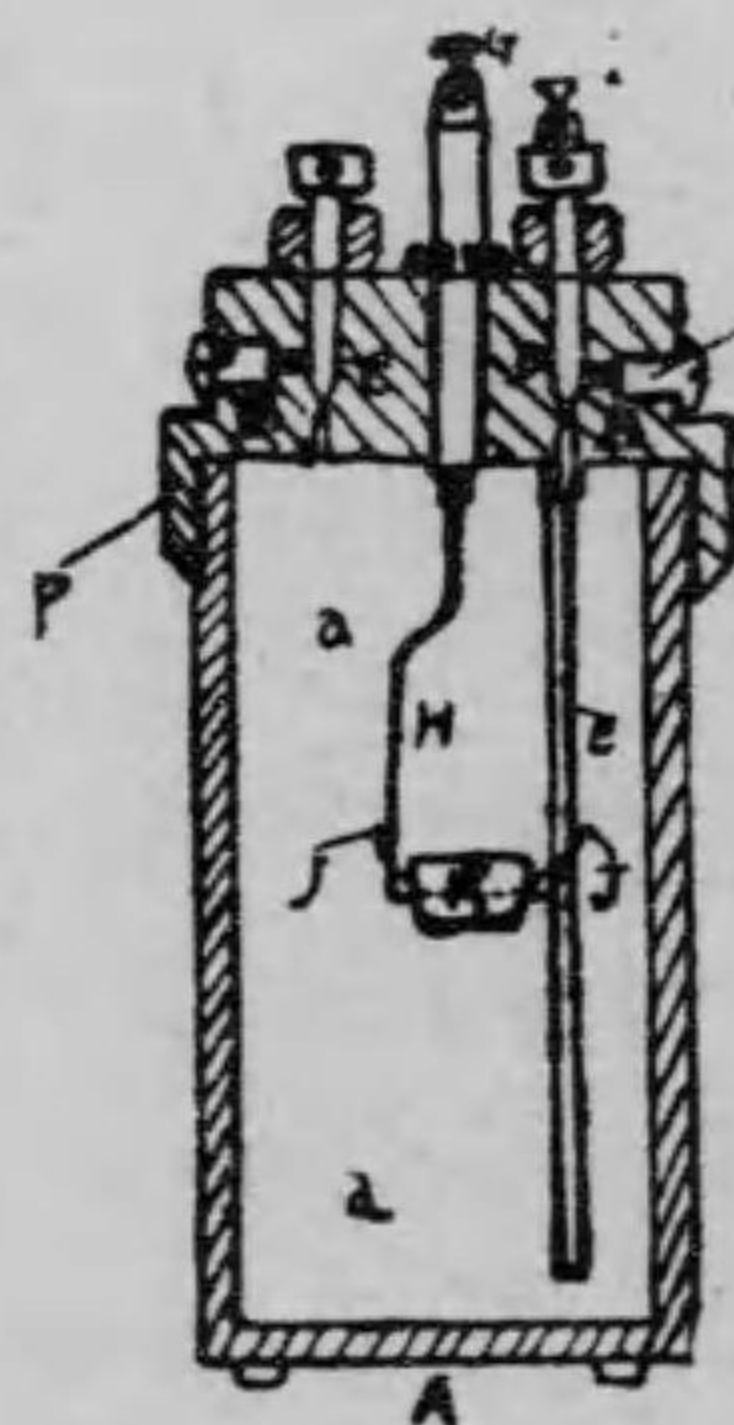
1. 壓搾酸素内に石炭を燃焼せしむる方法

マーラー、クロツカー 氏「ポンプ」測熱器は密閉せる鋼鉄製の圓筒内に試料を装入し壓搾酸素を満たし之を水中に沈め電流を内部に通じて點火し燃焼せしめ此の熱を周圍の水に吸収させ其上昇溫度を計り熱量を計算するにあり固体燃料のみならず液体又は氣體燃料にも之を應用し得べく正確度は現今使用せらるゝ測熱器の中にて最も信じ得べき標準的のも

第二十八圖



第二十九圖



のなりとす(第二十八圖)

其の爆筒の構造は第二十九圖の如く燃焼室(A)は鋼鐵製の圓筒にして内部は「エナメル」(a)を塗付し外部は「ニッケル」にて鍍金せり蓋(B)は螺にて燃焼室に取付けられ「パッキング」(p)は鉛等の軟金屬を用ゆ蓋の燃焼室に面する部分は白金板にて裏付をなし酸素出入口(F)二個所あり「バルヴ」(C, D)を以て此の開閉をなす一方には白金管(E)を接続し殆ど底部に達せしめ壓搾酸素を填充するに使用す他の一方は燃焼瓦斯を重量已知の吸収管を通じ發生したる水量を計り「ネット」熱量を測定するに用ゐらる白金製の支架(H)ありて坩堝(K)を(E)及(H)にて挾持す又(E, H)には(J)なる枝線ありて點火用鐵線を捲き付くるの便に供す(G, I)は電流を導く爲めに設けらる圓筒下底には三個の鍋足形に高さ12m.mの凸起を有す。

試料は一瓦を精秤し素焼坩堝Kに装入す(第三十圖a)此の素焼坩堝は直径20m.m.深さ8m.m.にして兩側面に小孔を設け之に鐵線を貫きて縁に一回捲き固着せしめ試料を装入するには乳棒を以て堅く押し付け支架(H及E)に挾持し鐵線の兩端は(J)に確と捲き付け第二十九圖の如

く堅く密閉し(F)より壓搾酸素を20—30氣壓にて装入し瓣(D)を閉ぢ(G. I)に電線を接続したる後此の爆筒を測熱計に二千瓦の水を容れたる中に沈め攪拌器を取付け

第三十圖

a



b



寒暖計を差込み攪拌器を廻轉して水温の一定するを待ち蓄電池に電線を接続す電氣は試料中に貫く鐵線部を強熱し酸素の存在により瞬間に溶融し切斷さる此熱によりて試料は點火せられて燃焼す此の燃焼は極めて短時間に行はるゝものにして灰分少き石炭にありては點火後一分乃至二分間に全部の熱を水に傳達し寒暖計の指度は昇るべし故に此の寒暖計の上昇温度より次式により發熱量を計算すべし

$$\text{發熱量} = \frac{(\text{水量} + \text{水等價}) \times \text{上昇温度} - \text{鐵線溶融熱量}}{\text{試料の重量}}$$

寒暖計の示す温度は試験の開始及終局に於て全く静止せず室温との差の爲めに上下しつゝあれば此を訂正換算するを要す其の方法は實例を以て説明すべし

之に使用する寒暖計は少くとも攝氏 $1/100$ 度を精確に讀み得るもの蓄電池は10—12「ボトル」のものを準備すべし

水等價とは測熱計を形成する諸材料が温度一度に付吸収したる熱量を水に換算したるものにして同一測熱器に付け一度測定し置くときは當分之を使用し得べく此測定法に二あり

(イ). 爆筒及水容器の材料各別の有する全量及比熱より計算する法

本法は測熱器を構成する全材料各別の重量を製作の當時秤量し置き之に夫々の比熱を乗じたるものゝ總和にして次表の如く計算すべし。

第 十 五 表

用ゐたる材料	重 瓦	比 熱	水 等 價 瓦
水 槽(眞鍮)	521.472	.09391	48.971
硝子(エナメル)	48.015	.1977	9.492
眞 鍮	212.034	.09391	19.912
鐵	1299.300	.11379	147.847
白 金	7.3496	.03244	.238
素 燒 坩 堝	16.875	.1977	3.336
水 銀	27.192	.0333	.905
寒暖計の硝子	4.161	.1977	.822
合 計			231.523

(ロ) 実験により測定する方法

純粹にして發熱量既知の物質を燃焼せしめて測定す之には氷砂糖、「ナフタリン」及安息香酸等を用ふ之に用ふる材料は精製し得るものにして其の組成は炭素水素及酸素のみよりなるを要す硫黄及窒素を混するものは不適當なり

測定法は全く燃料發熱量測定と全く同様に操作し次式により水等價(K)を求む

$$K = \frac{\text{發熱量已知試料} \times \text{試料發熱量} - (\text{使用水量} \times \text{上昇温度} - \text{鐵線熔融熱})}{\text{上昇温度}}$$

普通に已知發熱量として使用するもの、發熱量を表示すれば次の如し

第十六表 標準熱量表

安息香酸	氷砂糖	ナフタリン	測定者
6.345	—	9.688	Berthelot & Recoura
6.322	—	9.696	' & Louginine
—	3.962	9.718	' & Vielle
6.322	3.955	9.628	Stohmann
6.355	3.888	9.668	Fischer & Wrede(1904)
6.328	3.954	—	' ' (1908)
6.334	3.965	9.680	平均

実験によりてなすものは其の使用する分量により多少の差異は免れざるものなり故に石炭一瓦の熱量に相當する如き數を以てすべし一例を擧ぐれば同一測熱器の水等價を定むるに當り氷砂糖の 1.5瓦 安息香酸は1.瓦を用ふるが如し。

水等價測定の実例

安息香酸1.0856瓦を錠劑形に點火鐵線を貫きて壓搾し爆筒内に装入し酸素を充たし2000瓦の水の中にて燃焼せしめたるに水の溫度攝氏 3.06度を上昇せりとせば

發生すべき總熱量 1.0856 × 6334 = 6876.2cal.

実験により現はれし熱量 2.000 × 3.06 = 6.120 ' }

點火鐵線の出す熱量 0.022gr × 1.600 = 35.2 ' }

差 引 6084.8 ' }

装置に吸収されし熱量 = (6,876.2 - 6,084.8) = 791.4 ' }

水 等 價 791.4 ÷ 3.06 = 258.6瓦

約 259. 瓦

石炭の發熱量測定の実例

使用したる水量 2000 瓦

測熱器の水等價 259 ' }

總水等價 2259 ' }

試料石炭	} 同時に秤量	.....	} 0.9900 g
點火鐵線				0.0022 g
室内温度	..... 20.5° c		
點火前の水温度	..... 19.69° c		
點火後毎分の上昇温度	..... 1.	21.49	
	..... 2.	22.58	
	..... 3.	22.98	
	..... 4.	23.11	
	..... 5.	23.09	
最高温度	..... 23.11° c		

上昇せし温度 23.11 - 19.69 = 3.42° c

$$\text{發熱量} = \frac{2259 \times 3.42 - 0.0022 \times 1600}{0.99} = 7,768.3 \text{ カロリー}$$

之を石炭一封度に對する發熱單位にて表はすには 1.8 を乗す 7,768.3 × 1.8 = 13,983 B.T.u.

上例に示したる計算法は簡單なるものなれども水の温度を室内温度より 1-2 度低温度に調製し置きて點火することと試料は必ず 1 瓦に近き量を取る事に注意すれば測熱器の放散熱度及寒暖計の補正を行はずとも工業的には充分なり然れども従來測熱法を説明する場合に放射熱による損失及び寒暖計

の補正を解説するもの多ければ次例に於て参考の爲補正法を例示すべし。此の方法により補正すべき數字の差異は小なるものにして實驗上の誤差比較的大なるものなれば寧ろ一般の實驗上の注意を怠らざる方肝要なり

發熱量の補正法 には「レニヨン」、「プフアンドラー」氏の公式を用ふるに實驗を初期燃焼期及後期の三期に分ち初期とは點火前五分間に於ける各分毎の温度を測定したる時を指し燃焼期とは點火後の五分間を指し後期とは燃焼期の後五分間を指すものなり若し燃焼期は五分間にして尙ほ温度の上昇する場合は之を延長し温度の降下し始むる迄とす但し極めて灰分の多き石炭にありては五分以上に亙る事あるも斯る事は甚だ稀れにして普通は 2 分乃至 4 分にて充分なり。

放射熱及寒暖計修正に依る補正

今實例を以て示さんに

測熱器の水等價	470.瓦
使用水	2.000.
總水等量	2.470.
試料粉末石炭 (内鐵線 0.0022)	0.9922
室内温度	22.0° c

水の温度 °C

毎分ノ温度

初 期	1分	19.68	
	2	19.68	
	3	19.69	
	4	19.69	
	5	19.69.....T ₀	
燃 燒 期	6	21.40 .....T ₁	
	7	22.58.....T ₂	
	8	22.95.....T ₃	
	9	23.11.....T ₄	寒暖計の修正 (寒暖計に就き修正數あり)
	10	23.11.....T ₅	T ₅ 23.11 のとき -0.045
終 期	11	23.11	T ₀.....19.69 のとき -0.040
	12	23.10	眞の温度
	13	23.10	T ₅ =23.11-0.045=23.065
	14	23.09	T ₀ =19.69-0.040=19.650

之を次の公式に當照めて計算す

C=求むる處の修正數

t=初期の平均温度 V=初期の單位時間の損失放射熱

t'=終期の平均温度 V'=終期の單位時間の損失放射熱

T₀=點火時の温度 T₁, T₂ T_n=燃焼期一分毎の温度

t₁, t₂, t_n=燃焼期各分間の平均温度

$$\therefore t_1 = \frac{T_0 + T_1}{2}, \quad t_2 = \frac{T_1 + T_2}{2}, \quad \dots \quad t_n = \frac{T_{n-1} + T_n}{2},$$

$$C = nv + \frac{v' - v}{t' - t} (t_1 + t_2 \dots t_n - nt)$$

$$= nv + \frac{v' - v}{t' - t} (T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + \frac{T_0 + T_5}{2} - nt)$$

修正を施したる眞正の上昇温度 R は

$$R = T_n - T_0 + C.$$

修正因數

$$V = -0.0025 \quad T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 90.02$$

$$v' = +0.0025 \quad \frac{T_0 + T_5}{2} = 21.4$$

$$t = 19.69 \quad n = 5$$

$$t' = 23.11$$

上式により計算の結果

$$C = 5 \times (-0.0025) + \frac{0.0025 - (-0.0025)}{23.11 - 19.69} (90.02 + 21.4 - 5 \times 19.69) = +0.006$$

$$R = 23.065 - 19.65 + 0.006 = 3.421 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{發熱量 CV} = \frac{2,170 \times 3.421 - 0.0022 \times 1.600}{0.9922 - 0.0022} = 8,500 \text{ cal.}$$

之を英熱單位に換算すれば

$$8,500 \times 1.8 = 15,300 \text{ B.T.U.}$$

硫黄及窒素を含有する燃料にありては(石炭の如き)燃焼の結果爆筒内に生じたる硫酸及硝酸を測定し此等酸の生成によりて生じたる熱量を控除して其の發熱量とすべきものなり是れは燃料が普通燃焼する場合には硫黄は亞硫酸となり一瓦分子に付72 cal. の熱量を出すものなるに爆筒測熱器内に於ては過剰の酸素と水の存在する爲めに硫酸を發生すれば硫酸は1瓦分子に付143 cal の熱を發生するが故に $143 - 72 = 71$ cal. だけ餘分に發熱せし譯なり又窒素が同様理由の下に硝酸を成生したる場合は其の一瓦分子に付14.3 cal を發生すべければなり故に爆筒内を蒸溜水にて洗滌して此沈澱に付き硫酸及硝酸を定量し之等に相當する熱量を控除して始めて石炭の燃焼に際し發生する熱量を求むべきものなり

硫黄及窒素が硫酸及硝酸を成生したる爲めに生ぜし熱量の測定 爆筒内に洗滌せし水を爐過し $\frac{N}{10}$ 規定苛性曹達液を以て中和滴定し之に費したる c.c. 數より計算す

硫黄の一瓦分子が燃焼して生ずる硫酸は $\frac{N}{10}$ 規定苛性曹達

2,000 c.c. を中和すべし故に此の1c.c. を中和する硫酸は $\frac{1}{2,000} \times 72 \text{ cal.} = 3.6$ 「グラムカロリー」に相當す

又窒素の一瓦分子の燃焼により生ずる硝酸は $\frac{N}{10}$ 規定苛性曹達 1,000 c.c. を中和すべきが故に此の1c.c. を中和する硝酸は $\frac{1}{1,000} \times 14.3$ 即ち 1.43 「グラムカロリー」に相當す

今此の洗滌液に鹽化「バリウム」を加へて生じたる硫酸「バリウム」の量に 0.1373 を乗すれば試料中に含有せし硫黄の重量を知る然る後硫黄百分率より計算して幾何の $\frac{N}{10}$ 規定「アルカリ」を中和せしかを知り得べし

然れども硫酸「バリウム」の重量に 85.48 を乗じて直に硫酸が中和せし $\frac{N}{10}$ 規定「アルカリ」の c.c. 數を得、故に硫黄の量を算出せず直接に BaSO_4 に 85.48 を乗じ之に 3.6 を乗じて硫黄の酸化に際し發生せし熱量を得べし

實驗に於て一瓦の燃料を爆筒内に燃焼し之を洗滌したる液を濾過し $\frac{1}{10}$ 規定苛性曹達 9 c.c. を以て中和せりとせよ而して此中性液より BaSO_4 0.0503 瓦を得たりとすべし

$$\text{硫黄の量 } 0.0503 \times 0.1373 = 0.00687 \quad 0.687\%$$

$$0.0503 \times 85.48 = 4.3 \text{ c.c. } \frac{N}{10} \text{ 硫酸}$$

$$\text{硫酸成生の爲め生ぜし熱量 } 4.3 \times 3.6 = 15.5 \text{ cal.}$$

硝酸 $9. - 4.3 = 4.7 \text{ c.c.}$

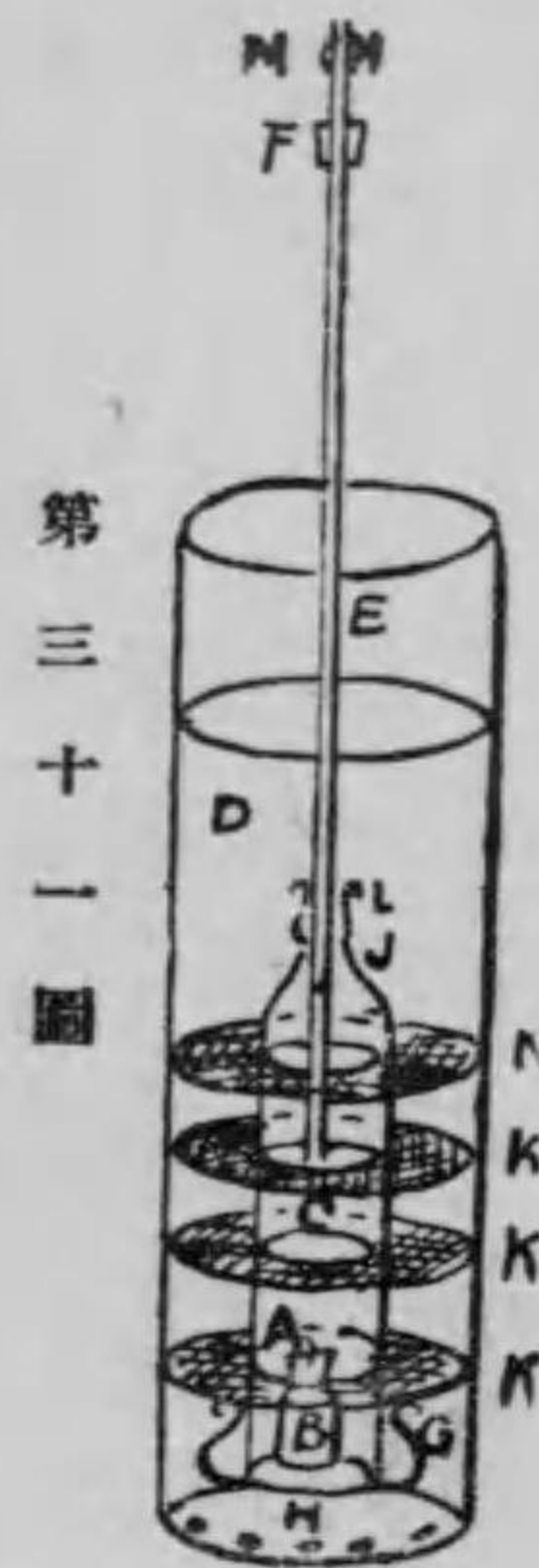
硝酸成生の爲め発生せし熱量 $\therefore 4.7 \times 1.43 = 6.72 \text{ cal.}$

過剰熱の總和 $15.5 + 6.72 = 22.22 \text{ cal.}$

之を前條に依り得たる總熱量 8500 より減じ應用し得べき眞の發熱量とす。

2. 流通酸素内に石炭を燃焼せしむる法
「ウイリアムトムソン」氏測熱器は (第三十一圖) に示す如き構造にして大なる硝子製の「ビーカー」内に装置せらる D は「ビーカー」にして全容量 2500 乃至 3000 c.c (此の水筒を薄き輝きたる金屬にて造り一部に硝子室を設け燃焼の度合を窺ふべく作りたるものを使用する事あり)

試料は白金坩堝 A 内に於て燃焼すべく白金坩堝は粘土製の架臺 B 上に据付けられ B は G なる發條を有するも臺 H に固定する燃焼室となるべき鐘形硝子 C は長さ六吋内徑 $1\frac{1}{2}$ 吋餘にして發條 G の内部に保持せらる上端は小さきゴム管にて銅管 E に固定せらる 此管は内徑 $\frac{1}{4}$ 吋上頂部に「コック」を有し酸素容器に接続せらる鐘形



第三十一圖

硝子 C の周圍には細き眞鍮網 K を取付け燃焼瓦斯の上昇する際に有する熱量を充分に捕捉せんが爲めなり。

先づ本器を使用するには水筒 D に 2000 c.c. の水を充たし定温より稍々低き温度に調整してその温度を記録し置き白金坩堝内に試料を約 1 瓦秤取し臺 B の上に置き木綿芯 (ルーイストムブソン氏測熱計の導火芯と等しく硝酸加里液を浸して乾燥せるもの) を試料に植え付け之に點火して直に鐘形硝子を以て蓋ひ發條 G にて保持す直に之を水中に鐘部迄を入れ靜に「コック」M を開きて酸素を導入す。

斯くして揮發性炭化水素の燃焼を終りたるを見計ひ徐々に C を器底に沈下するなり燃焼は普通 3-5 分間に完了す然る後酸素容器の接続を放し靜かに水を攪拌して水温を讀みて最初の温度を減じ上昇温度とす此の時間内に於ける放射熱量を計算する爲めに時間を記すべし

$$\text{發熱量} = \frac{(\text{水量} + \text{水當量}) \times \text{上昇温度} - \text{點火用木綿發熱量}}{\text{試料}}$$

本器に使用したる硝子銅, 眞鍮, 鐵其他材料を各別に秤量し各比熱を乗じて水當價を計算すべし

使用したる酸素の量を測定し逃散する際持去りたる熱量を計算すべきものなり酸素の比熱は 0.217 炭酸の比熱は 0.215 に

して酸素の使用量は各 8-10 瓦温度の上昇は三度乃至五度にして水を通りて逃散せし瓦斯の温度差は水温に比し一度乃至二度に過ぎざれば此等の持去りたる熱量を計算するも總熱量に比し極めて小數なれば之を省略するも差支なし

本器の放射による損失熱量をも測定して訂正すべきも極めて僅少なれば省略して差支なし

本器は容易に各部分を取外し得る故に各材料毎に重量を測り次表に依り水當價を計算すべし。

第十七表 水等價計算表

材 料	目 方(瓦)	比 熱	水當價
硝子ビーカー	221.472	.1977	43.784
硝子鐘	48.015	.1977	9.492
眞鍮	106.017	.09391	9.956
鐵	12.993	.11379	1.479
白金	7.3496	.03244	.238
粘土架臺	16.875	.1977	3.336
護膜	1.184	.2	.234
水銀	27.192	.0333	.905
寒暖計の硝子	4.161	.1977	.822
銅	27.122	.09515	2.581
測定器水當價			72.829
使用水	2000.000		2000.000
合計水當量			2072.829

點火用木綿の發する熱量は 1 瓦に付 4.208「カロリー」として計算す然れども之に使用したる木綿は 0.005-0.01 瓦に過ぎざれば控除すべき熱量は 21.-42 cal. にして燃料發熱量の 1% に達せざるものなり

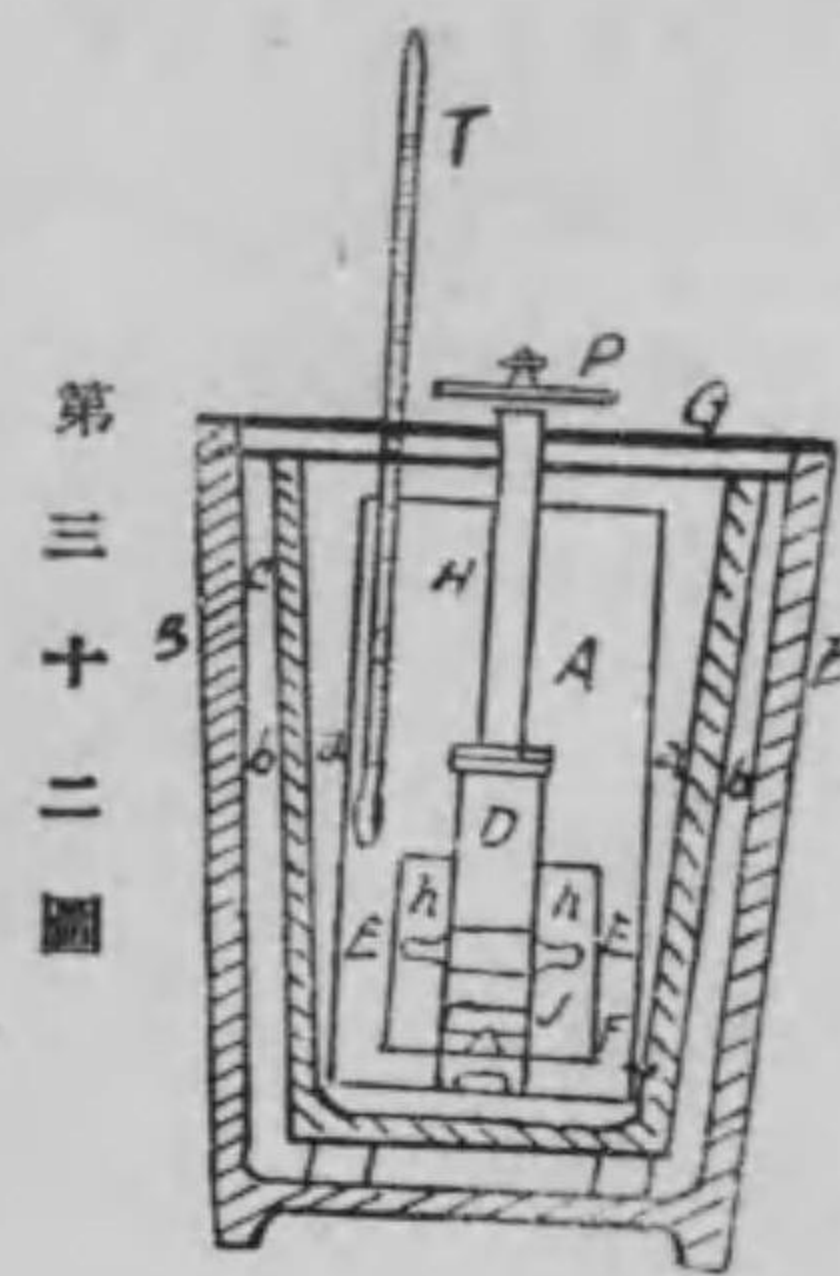
實例

粉末石炭試料	瓦 1.000
使用水量	2000.000
測熱器の水當價	72.829 2072.829
燃焼前の水温	14.48 °c
燃焼後の水温	17.72 °c
室内温度	16.00 °c
點火用木綿糸	0.008 grm.

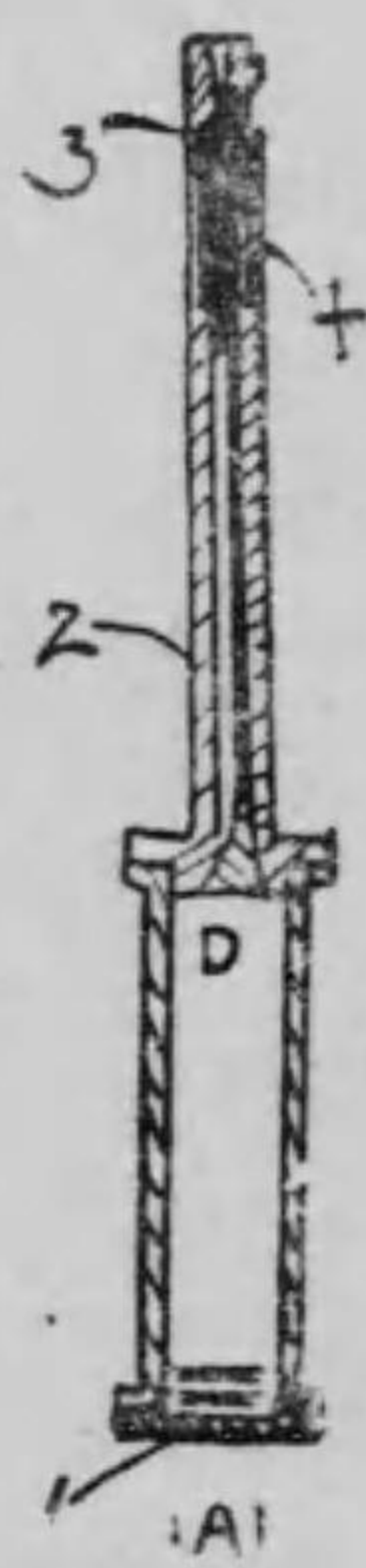
$$\text{發熱量} = \frac{(2000 + 72.829) \times (17.72 - 14.48) - (.008 \times 4.208)}{1}$$

$$= \frac{2072.829 \times 3.24 - 33.7}{1} = 6,682.8 \text{ cal.}$$

3. 酸素を生すべき化合物を石炭に混じて燃焼せしむる法
此の法には數種あれども之には「パール」氏の測熱計を説明すべし此の構造は第三十二圖の如き金屬製の燃焼室 D に水を攪拌する爲めに發條 H にて「プロペラー」E を取付けたるものを金屬製の水筒 A 内に置き A は木製槽 B 及び C の二重槽



第三十三圖



内に装置したるものにしてAの中央には凸起Fを固定して燃焼室Dの下部に設けたる凹部に之を支ふるものとす燃焼室Dの構造は第三十三圖の如くDは圓筒にして下底1及蓋管2は共に「スクロウ」に氣密に取付けらる蓋管には更に瓣を兼ねたる摺動管3を設けらる此管は上部開放せられ下端は圓錐瓣にして常に發條4によりて閉塞せられ尙ほ蓋管2の上部に溝車を付し調帶を掛けて廻轉せしむるの便に供す。

本器を使用するには水筒Aに2000瓦の水を充たし燃焼室の下底のみを充分に捻ぢ付粉末試料1瓦を入れ更に粉末過酸化曹達10瓦を添加し迅速に蓋管を氣密に捻ぢ付之を振盪してAの水中に沈め凸起Fの上に据ゑる木蓋Gを施し寒暖計を挿入して溝車に調帶を掛け一分間に100-150廻轉し二三分間經過し水溫が室内溫度に接近し殆ど一定したるとき長さ10cm重量約0.4瓦の

鐵線を赤熱に焼きたるを上端の管口より挿入し同時に指頭にて管端を壓下すれば瓣は開きて赤熱鐵線は燃焼室に落下して試料に點火せらる指頭を去れば瓣は直ちに舊に復し密閉せらる燃焼は極めて短時間に終り二分間にて殆んど全部の熱を水に傳導するものなり寒暖計の度盛りを注視して一定の溫度に達すれば之を記録し最初の溫度との差を求めて水の上昇溫度とす此の溫度の最高點及補整は他の測熱器の場合と同様にして得べきものなれども此器は精確なる熱量を定むるには用ゐられざる故に此の補整をなさざるを普通とす然る後各部分を取外し燃焼室内の殘留物を「ピーカー」内にて水に溶解し鹽酸にて中和し未燃焼の黒炭の殘存せるやを検すべし若し黒粉を殘留したるときは其の結果は精確にあらざるを知るべし。

此操作にて發現したる熱量は試料の外燃焼生成物が過酸化曹達及酸化曹達と作用する爲めに生ずる熱量を含むものにして此割合は實驗上27.5%なりとす。

尙ほ此の測熱器使用に付き注意すべきは

試料を0.3mmの目を有する篩を通過したるものを使用するを普通とすれども無煙炭又は「アンスラサイト」炭の如きは尙ほ之れ以上の細末にすべきものとす。

「リグナイト」は豫め 105—110 °C にて約一時間乾燥したるものを用ふべし此の乾燥炭を精確に一瓦秤量し燃焼室に入れ 1 m/m 目の篩を通過したる過酸化曹達 10 瓦を混じ蓋管を螺ぢ込みて密閉し一分間振盪能く混合せしむ瀝青炭は概して水分 2—2.5 % 以下のものは豫め乾燥するの必要なし無煙炭及骸炭等の燃焼し難きもの場合には粉末にしたる試料 0.5 瓦を取り之に粉末にしたる純酒石酸 0.5 瓦を加へ更に 10 瓦の過酸化曹達を添加して燃焼せしむ

例一 普通石炭の粉末 1 瓦を精秤して燃焼室に入れ更に過酸化曹達 10 瓦を添加し蓋管を捻ぢ付けて密閉し水筒には豫め 2000 瓦の水を充たし置きたる中に装入し木槽に蓋をなし寒暖計を挿入し溝車に調紐を懸け一分間百五十廻轉の速度にて攪拌し温度の定まりしとき蓋管を通して 0.4 瓦の赤熱鐵線を投入して點火燃焼せしめたり。

燃焼前の温度	19.05 °c
一分間後の '	21.90 °c
二分間後の '	22.54 °c
三分間後の '	22.82 °c
四分間後の '	22.80 °c

五分間後の ' 22.79 °c

五分間内に温度の降下する故に攪拌を止め燃焼管を取出し燃焼残留物を磁製蒸發皿内に温水を以て溶解し鹽酸にて中和するに黒粉を認めず故に燃焼完全なりしを確む而して此の燃熱管の水當價を 237 瓦とす

此の石炭の發熱量は。

$$\frac{(2000 + 237) \times (22.82 - 19.05 - 0.015) \times 0.725}{1.}$$

$$= 2237 \times 3.755 \times 0.725 = 6,090 \text{ cal}$$

此計算に於て 0.725 を乗じたるはバル氏は過酸化曹達及び酸化曹達が燃焼生成物の爲めに生ずる熱量を 27.5% とし 72.5% を石炭の發熱量なりとせしが故なり。

上昇温度より 0.015 を減じたるは即ち赤熱鐵線の有せし熱量の爲めに上昇せる温度にして常に同一長さの鐵線を用ゐて上昇温度より之を減ずるを簡易なりとす此算出法は

$$\begin{array}{l} \text{鐵線の重量} \quad \text{比熱} \quad \text{熱灼温度} \\ 0.4 \quad \times \quad 0.12 \quad \times \quad 700^\circ\text{c} = 33.6 \text{ cal.} \\ 33.6 \div 2.237 = 0.015^\circ\text{c} \\ \text{(水等價)} \end{array}$$

例二

無煙炭の粉末 (0.3 ミリ篩通過) 0.5 瓦を秤り粉末安息香酸 0.5

瓦を加へて燃焼室に入れ粉末過酸化曹達 10 瓦を更に加へて直ちに蓋管を嵌めて密閉し水筒に 2000 瓦の水を盛りたる中に挿入し水槽に蓋をなし寒暖計を挿入し上部滑車に調帯をかけ一分間に百五十廻轉し水を攪拌する事凡そ五分間にして殆んど一定の温度に止まりし時の水温 20.27 度 c. なりとす
 點火用鐵線 0.4 瓦を赤熱に灼き蓋管を通して燃焼室に投入す
 其後毎分時の水温を検するに

1 分目	22.85°c
2 分目	23.35°c
3 分目	23.48°c
4 分目	23.60°c..... 最高温度
5 分目	23.55°c

なり調帯を撤し廻轉を止め燃焼室を器外に取出し蓋管を取り外し燃焼残留物を温湯を以て「ビーカー」内に溶解し鹽酸にて中和したるに石炭の粉末を認めず燃焼完全なりしを知る此測熱器の水當價を 237 瓦とす然るときは發熱量の計算次の如し

算式
$$\frac{(\text{水量} + \text{水當價}) \times \{(\text{上昇温度}) - A\} \times 0.725}{\text{試料}}$$

A に安息香酸 0.5 瓦を取り上記の方法にて試験し水當量 2237 の場合に於ける上昇温度なり同一測熱器に於て一度此の上昇温

度を定め置き常時之を使用するものなり此の温度内には鐵線の爲めに生ずる上昇温度をも含有するものと知るべし

安息香酸 0.5 瓦の爲めに上昇せる温度	1.415
點火用鐵線の爲めに上昇する温度	.015
	1.430..... A

發熱量
$$\frac{(2000 + 237) \times \{(23.60 - 20.27) - 1.43\} \times .725}{0.5}$$

$$= 2237 \times 1.9 \times .725 \times 2 = 6,162.9 \text{ 「カロリー」}$$

第七節

灰 の 性 質

灰の性質 通常石炭中に存在する灰の量は 3—20% 多きは 40% に達するものありて單に不燃焼物として燃料度を稀釋するの外燃料價値に影響を與へざるものゝ如く思惟するは誤れり其の成分により冶金工業に不適當なるものあり又其の熔融點低き灰は「クリンカー」を生じ易く高熱爐に不適當なる等其の用途により灰の性質を攻究するの要あり然して化學的及物理的の兩試験をなすべきものなり。

灰の化學的試験 石炭又は骸炭を始めは徐々に後に強熱して完く燃焼せしめたる後之を冷却して試験に供す通常灰を構成する成分は硅酸、硫酸、礬土、酸化鐵、石灰、苦土及「アルカリ」

酸化物なりとす「アルカリ」金属は其量極めて少き故之を省略する事多し以下順次此定量法を述べし。

硅酸 SiO_2 灰の 1 瓦を秤取し約 10 瓦の炭酸加里と少量の硝石とを混合し白金坩堝にて熔融し冷却後温水中に浸漬して溶解し鹽酸を加へて酸性となし始めは砂浴上に後には湯煎上にて蒸發乾涸し數滴の鹽酸にて濕し注意して 200°C 餘にて加熱し冷後數滴の鹽酸にて濕し水を加へて煮沸し定量濾紙上に濾過し濾液は酸化鐵以下の定量に用ふ最後の洗液に鹽素の反應なき迄洗滌し之を乾燥し熱灼して秤量す此の重量は SiO_2 硅酸の重量なれば之に百倍して硅酸の百分率とす之に得たる硅酸は未だ充分なりと云ふを得ず灰中に BeSO_4 の存在する場合には BaSO_4 を含むべく又鐵及「アルミニウム」の少量を伴ふ事ある故に灼熱秤量したる後其の硅酸を入れある白金坩堝に 2.c.c. の水一滴の H_2SO_4 及 3-5.c.c. 弗化水素水を加へ硅酸を揮散せしめ蒸氣浴上にて乾涸し更に赤熱に燒きて硫酸を驅逐して残量を測り前の重量の差を以て硅酸の量とすべし。

礬土及酸化鐵 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 硅酸を定量したる濾液に約 1 瓦の固體鹽化「アンモニア」を加へて煮沸し「アンモニア」水を加へて水酸化鐵及水酸化「アルミニウム」を沈澱させ之を濾過し（濾液は次の定量に用ふ）温湯にて洗滌し沈澱を入れたる漏斗を

新しき「ビーカー」上に置き温き稀鹽酸を注加して溶解し再「アンモニア」にて沈澱を起し之を濾過洗滌し濾液は先の濾液と合して石灰の定量に供すべく沈澱は酸化鐵及礬土の合量 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) を求むる場合には直に乾燥放熱して秤量すべく又之を各別に定量する場合は此沈澱を更に鹽酸にて溶解し 250.c.c. となし其 50 c.c. 宛を取り a, b, c. の三項に分ちて定量す。

a 酸性溶液 50 c.c. を「ビーカー」に取り稀釋して鹽化「アンモニア」及「アンモニア」水を加へて沈澱を生せしめ煮沸し濾過洗滌し此の沈澱を乾燥灼熱し冷却秤量して $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$ の量とす。

b 酸性溶液 50 c.c. を「ビーカー」に取り 5 c.c. の強鹽酸を加へ粒狀亞鉛にて還元し後規定過滿俺酸加量液を以て滴定し此の消費 c.c. 數に 0.7 を乗じて Fe_2O_3 の量とす

又規定液の準備なきときは酸性液に過剰の苛性曹達液を加へて熱し水酸化「アルミニウム」を溶解し急ぎて濾過し尙苛性曹達を含む熱湯にて洗滌し最後に煮沸水にて充分洗滌し此の沈液を乾燥灼熱して冷後秤量し Fe_2O_3 の量とするを得

c 酸性液 50 c.c. を取り 3-5 c.c. の強硝酸を加へ更に 1-2 瓦の

結晶 NH_4NO_3 を加へて加温し「モリブデン」酸「アンモニア」溶液 30c.c. 餘を加へて暫時放置するときは磷の黄色沈澱を生ず此の黄色沈澱より(磷の定量の條下にあり)磷の量を算出し之に 2.288 を乗じて P_2O_5 の量とす。

a にて量りたる全量 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$ より b 及 c にて秤りたる $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$ を減じて Al_2O_3 の量とす。

今茲に得たる三者は全試料の五分の一なる故に各々五倍して其の一瓦中に存在する量とす更に百倍して其等の百分率とすべし若し磷を含まざる灰にありては c の手数を省略し得べし石灰 CaO 前に得たる「アンモニア」性濾液に $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 液を加へて沈澱を生せしめ之を濾過し沈澱は熱湯にて洗滌し乾燥して磁製坩堝にて可成小火にて焼き冷後秤量して CaCO_3 とするか乾燥沈澱を白金坩堝にて充分赤熱して冷後秤量し CaO として定量すべし此の場合には之に百を乗じて CaO の百分率を得べし CaCO_3 として秤量したるときは 0.56 を乗じて CaO の量を知るべし苦土 MgO は炭酸石灰を沈澱したる濾液を鹽酸にて酸性として蒸發乾涸し更に熱して NH_3 を驅逐したる後數滴の鹽酸及適當の水を加へて煮沸し「アンモニア」水を加へて「アルカリ」性となし磷酸曹達又は磷酸「アンモニア」液

を加へ能く攪拌して數時間放置すべし此の沈澱を濾過し「アンモニア」を含む水にて洗滌し乾燥灼熱冷却したる後秤量す此量は $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ なれば此の量に 0.3624 を乗じて MgO の量とす之を百倍して百分率とす。

硫酸 SO_3 灰の試料 1 瓦を硅酸定量の場合と等しく熔融し硅酸を濾過したる濾液を取り之に鹽化「アンモニア」を加へ煮沸し加温したる鹽化「バリウム」を加へて BaSO_4 を沈澱せしめ之を濾過洗滌し濾紙と共に白金坩堝にて灼熱し冷後秤量して BaSO_4 の量を得之に 0.343 を乗じて SO_3 の量とす之に百を乗じて百分率を得。

加里及曹達 石炭及骸炭の灰には含有量極めて少なく之を定量する事稀なれども木炭の灰にありては「アルカリ」の定量肝要なるものなり。

灰中に存在する加里及曹達は酸化物又は炭酸鹽となりて存在す故に 1 瓦—2 瓦の灰を秤量し「ビーカー」に取り水を加へて煮沸し暫時靜置して上澄液を濾紙上に傾瀉す殘部に再び水を加へて煮沸し同じ濾紙上に傾瀉し再三水にて煮沸浸出し液が「アルカリ」性の反應なきに至れば全部を濾紙上に移し煮沸せる湯にて洗滌すべし然して此の濾液に付き重量法又は容量

法にて定量す。

重量法 浸出濾液に NH_4OH 及 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 水を加へて煮沸し一夜間放置して石灰分を沈澱せしめ濾過し濾液に鹽酸を加へて酸性となし白金皿又は磁製坩堝に入れて蒸發乾涸して徐々に灼熱し冷後秤量し再び鹽酸にて濕し蒸發乾涸し徐々に灼熱し冷後秤量し一定量を得る迄此法を反復すべし此に得たる重量は鹽化加里と鹽化曹達の合量なりとす之より加里の量を測定し前者より減じて曹達の量を定む。

加量の定量 前項に於て得たる鹽化物の全量を少量の水に溶解し磁製皿に洗ひ落し過剰の鹽化白金溶液を加へて水浴上にて $80-90^\circ\text{C}$ にて蒸發乾涸し冷後 5-6 c.c. の無水酒精を加へ固形物は破碎し酒精にて濕したる濾紙上に濾過し數回無水酒精にて洗滌し濾液が黄色を呈せざるに至りて止む沈澱は鹽化白金加里にして曹達は濾液に含まる沈澱は $80-90^\circ\text{C}$ にて乾燥し沈澱の大部分を秤量したる白金坩堝に揉み落し濾紙は再び元の漏斗に當て、少量の温湯を注ぎて完く沈澱を溶解流出せしむ漏斗下には沈澱を揉み込みたる白金坩堝を置いて之を受く先の磁製皿をも少量の温湯にて洗ひ其液を同じ坩堝に受け之を蒸發乾涸し更に 160°C に熱し冷後 K_2PtCl_6 として秤

量すべし之に 0.3056 を乗じて鹽化加里 KCl の量とす之を前の合量より減じて NaCl の量を知る。

此に得たる KCl の量に 0.632 を乗じて K_2O の量とし NaCl の量に 0.531 を乗じて Na_2O の量を得べし。

容量法 加里及曹達は炭酸鹽として存在する木灰の場合に於て其の全量の概略を知らんとする場合は浸出液を直ちに若しくは其の若干分を分取し「メチルオレンジ」を指示薬として $\frac{1}{10}$ 規定 H_2SO_4 にて滴定す之を中和するに要したる $\frac{1}{10}$ 規定硫酸の c.c. 數に 0.00943 を乗じて K_2O の量とす之を百倍して試料の重量を以て除し百分率にて表示す。

灰の物理的試験

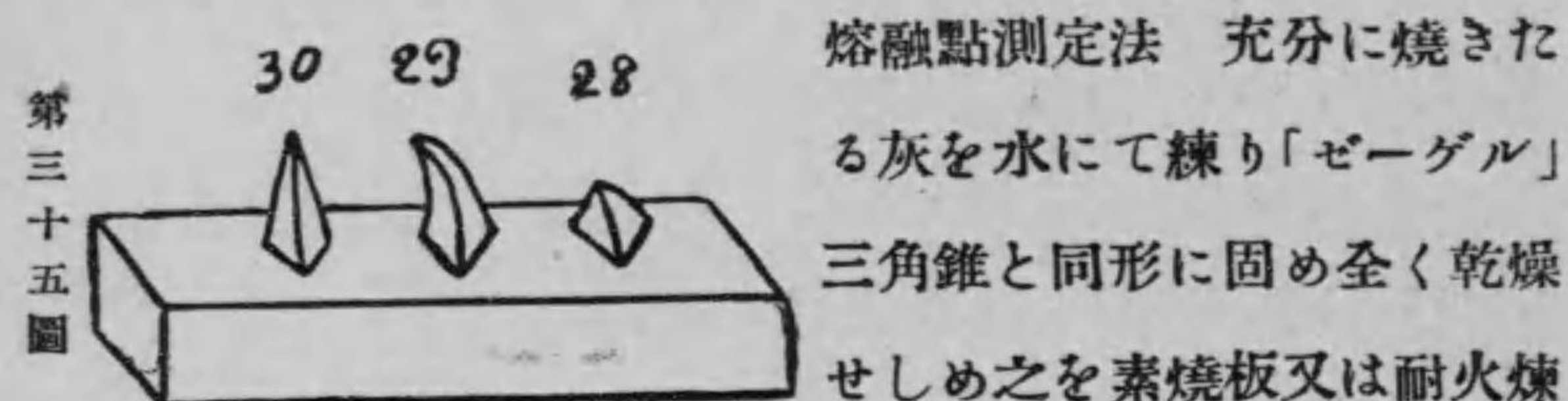
灰の熔融點 石炭の灰の熔融點は $1000-1500^\circ\text{C}$ にして其の高低は其の含有する成分の割合によりて支配せらる。

一般に
$$F = \frac{\text{SiO}_2\% + \text{Al}_2\text{O}_3\%}{\text{Fe}_2\text{O}_3\% + \text{CaO}\% + \text{MgO}\%}$$
 なる式によりて

計算したる價の大なるもの程熔融點高きものなり然して SiO_2 と Al_2O_3 のみにて其割合により熔融點の變化する度一定ならず $\text{SiO}_2 90\% \text{ Al}_2\text{O}_3 10\%$ の場合最も低く其より兩者の増減によりて上昇する事次表の如し。



第三十四圖



第三十五圖

熔融點測定法 十分に焼きたる灰を水にて練り「ゼーゲル」三角錐と同形に固め全く乾燥せしめ之を素焼板又は耐火煉瓦の上に標準「ゼーゲル」三角錐と並べ爐内に入れ漸次加熱し灰にて作れる三角錐の熔融状態「ゼーゲル」三角錐の何番に相當するかを定むるものなり又此時の「マツフル」爐内の温度を「パイロメーター」にて測定するを得ば尙ほ精確なり。

「ゼーゲル」三角錐の番號及熔融温度次表の如し。

第十八表 「ゼーゲル」三角錐番號と熔融點

ゼーゲル 錐 No.	熔融點 C°	ゼーゲル 錐 No.	熔融點 C°	ゼーゲル 錐 No.	熔融點 C°	ゼーゲル 錐 No.	熔融點 C°
022*	600	07a	960	9	1280	29	1650

021	650	06a	980	10	1300	30	1670
00	670	05a	1000	11	1320	31	1690
019	690	04a	1020	12	1350	32	1710
018	710	03a	1040	13	1380	33	1730
017	730	02a	1060	14	1410	34	1750
016	750	01a	1080	15	1435	35	1770
015a*	790	1a	1100	16	1460	36	1790
014a	815	2a	1120	17	1480	37	1820
013a	835	3a	1140	18	1500	38	1850
012a	855	4a	1160	19	1520	39	1880
011a	880	5a	1180	20+	1550	40	1920
010a	900	6a	1200	26	1580	41	1960
09a	920	7	1230	27	1610	42	2000
08a	940	8	1250	28	1630		

第十九表 石灰の灰の成分と熔融點の關係(タン氏の報告)

	1	2	3	4
SiO ₂ %	40.80	42.70	43.30	51.80
Al ₂ O ₃ %	31.38	35.05	38.88	38.25
Fe ₂ O ₃ %	24.00	5.79	11.71	5.64
CaO %	1.19	5.84	1.36	0.45
MnO %	0.20	痕跡	0.90	—
MgO %	0.36	1.30	0.43	0.74
Alkali %	1.15	2.09	2.12	1.71
TiO ₂ %	0.94	1.16	1.31	1.41
熔融點 °C	1200	1380	1460	1500

第 八 節

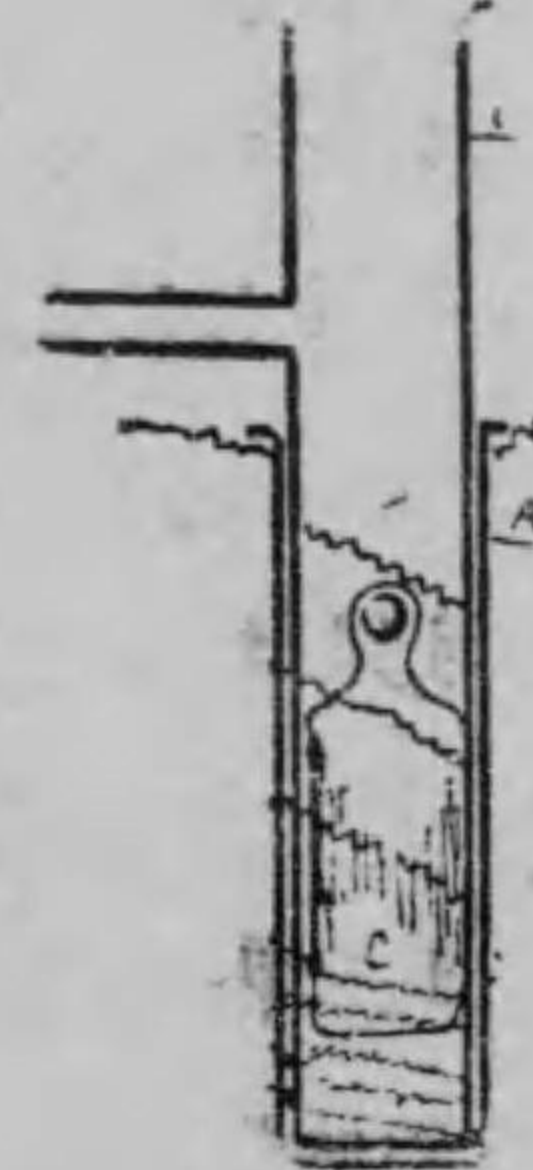
石炭の粘結度試験

石炭の粘結性なると否らざるとは揮發分を見るときに判明し其の粘結の程度に至りては膨脹性粘結又は收縮性粘結若しくは弱粘結と肉眼にて識別し得る程度に書表して参考に供すと雖も此の粘結度を詳にするは石炭を利用する上に必要なる事なり即ち骸炭製造又は高熱利用の爐にありては粘結性を撰び就中骸炭の製造に向ては其の硬度を得る必要上種々の性質炭を混合する等皆目的に依りて撰擇する方針一定ならず豫め試験によりて粘結の状態を詳にする爲めに次の如き方法を以て之を知ると共に揮發分を測定する事を案出せられたり今一二の法を紹介すべし。

「ドクトル、ボラード」氏は實驗の結果決定したる方法は高さ40 耗底の徑 24 耗口徑 34 耗の白金坩堝にして之に適合する蓋を有するものに粉末石炭1 瓦を入れ白金三角架の上に置き「ブンゼン」燈にて熱する事七分間然して此の焰は白金坩堝を全く包む丈けのものなるべし、此の「バーナー」は坩堝底より8 厘離し置き火焰の長さは20 厘瓦斯の壓力は水柱50 耗（約

二吋)なる事を要すと、尙又坩堝の周圍を粘土又は石綿にて作れる圓筒にて蔽ひ熱焰を坩堝に一様に及ぼさしむべしと。之に生じたる目方の減量を以て揮發分(水分を含む)とす。1899年米國化學協會委員の定めたる方法も之れに等しきものなれども唯坩堝の大きさを斯の如く極限せざるのみ。

第 三 十 六 圖



「レッシング」氏の考案に係る方法は新しきものにして同一石炭を以て各所に行ひたる結果相一致するものなりとして1912年「ソサイチー オブ ケミカル イングストリー」に報告せられたり即其構造は(第三十六圖)に示すが如く外側は石英硝子を以て作れる圓筒Aに之を電氣抵抗にて熱すべく白金線を捲き其の内に石英硝子にて作れる反應管Bを挿入す之には一瓦の石炭を入れるべく内徑10 耗なり尙又石英製の加錘Cを反應管の中に入れて作り石炭の上に置くものとす(加錘の重量に規定なし)

此の反應管を取り出し重量の減少より揮發分の量を算定し残留せる骸炭を出して其の高さを記録せば數字を以て膨脹度を比較し得べし此の方法により試験したる骸炭の形狀を四葉の

寫真圖となし卷頭に示す。

此の方法に依るときは同一石炭にありては毎に同一の形狀を呈すと云ふ寫真第四葉を参照せらるべし

寫 真 圖 の 説 明

第一葉及第二葉は異なる二十種の石炭に就き實驗したる骸炭を膨脹度の順次に示したるものにして實物の大きなり。

第三葉は五種の石炭に就き新舊兩方法により生じたる骸炭を比較表示したるものなり。

第四葉は四種の石炭に就き三回の試験を繰返したるとき骸炭の形を示すものなり。

第五葉第六葉は「アソプス」石炭試験器の坩堝内に成生したる骸炭の實物大にして粘結の状態及び骸炭の膨脹收縮の度を比較表示せり、第五葉は試料百瓦、第六葉は試料五十瓦より生じたる骸炭にして下部に記したるは其の瓦數なり。

第 三 章 液 體 燃 料

第 一 節 概 論

液體燃料としては重油、石油の原油又は半製油を最も多く使用せらる第二には石炭「タール」、木「タール」及之等の副製品なりとす又稀には「アルコール」を使用せらるゝ事あり此等の燃料を直接に爐中に燃焼せしめんには特殊の「バーナー」を備へ水蒸氣又は壓搾空氣の作用によりて霧狀に噴出せしめて燃焼す此等燃料の主なる價値は熱値と「バーナー」に及ぼす關係即ち故障を生じ易きや否や及貯藏中に伴ふ危険の大小によりて決定せらる。燃焼に先ちて蒸氣體に變せしめて利用するもの即ち内燃機關及石油燈の如きを使用する燃料にありては綿密なる試験をなすべきものなり然れども單に爐内に燃焼せしむるものにありては比重、水分、浮遊物總量を試験するを以て充分なりとす。

第 二 節

試 料 の 採 取

試料の採取 油槽内に於ける油又は「タール」の代表的試料を採取せんとすることは蓋し困難なるものなり油は槽底には残滓及水の層あり「タール」の如きは其の表面を水にて被はれ居るものなれば之等に能く注意すべし液體の主要部が層をなすときは能く攪拌して其の平均したる處を汲取るべし茲に液體試料採取法二三を紹介すべし。

一、能く攪拌したる液體を小なる注出口より他の槽内に流出せしめ置き之を適宜分量採取し又は流出する間或る時間毎に少量づゝを取りて集むる方法。

二、小なき油槽内にある油中より試料を採る場合には兩端開きたる長き硝子管を靜に油中に垂直に槽底迄差し込み管の頂上を母指の腹にて塞ぎ恰も「ピペット」にて液體を取り出すと同様に油を別器に採取すべし斯くする時は全體の油層と等しき比例に一部分を圓柱狀に採取する事を得べし。

三、大なる油槽より採取する場合には槽底に達する長さの管にして下部に圓錐形の瓣を設け瓣には丈夫なる針金を固着

第 三 十 七 四



したる物を使用す其構造は第三十七圖の如し試料採取に當りては針金を上方に引上げて瓣を開きて管を垂直に槽底に達する迄差し込み管内に液の充滿したるとき瓣を下して堅く締めて洩漏せざる様にし管を引き上げて之を別器に流出せしむべし此の方法に依るときは全體を攪拌したるときも然らざる場合も全體を代表するに足る均等なる試料を採取し得べし。

第 三 節

油 の 熱 値

油の熱値 液體燃料の熱値は石炭の項に於て述べたる「ボンブ」或は「パール」測熱計によりて測定せらる然れ共揮發し易き化合物なるときは測熱計内に於ける燃焼が非常に迅速なる爲めに多少は間隙より逸出し又は煤となりて完全に燃焼せざるに基因する誤差は往々實驗さるゝ處なり但し之が爲めに燃焼の不完全なりし事は測熱計の内面に煤の附着したる時に限らる。

又「ガソリン」「アルコール」の如き揮發性に富むものありて

は測熱計内に於ける揮發分と試料の秤量中に起る誤差との二つに原因するものなり。

「ポンプ」測熱計を使用する法

「タール」及重き礦油類の如く揮發性遲緩なるものは「ポンプ」測熱計の坩堝に入れて直接に秤量し得。酸素は二十五氣壓を装入して完全に燃焼することを得れども此の場合は少量の試料に砂糖又は安息香酸を添へて燃焼を助けしむるを要す稍々揮發性多き液體燃料にありては薄き硝子にて作れる球を

第三十八圖



用う第三十八圖に示す如く長き毛細誘導管を有し〇・五 cc. を入れ得る大きに實驗室にて作るべし。最初に此球を乾燥して重量を秤り次に之を温めて其の頸管の先を揮發油中に挿込むときは球は自然に冷へ若干の油浸入すれば之を起し又少し温め直ちに其先端を油中に漬けて球内に試料を充滿せしむると恰も寒暖計に「アルコール」を填充する如くすべし然る後管の先端を吹管にて熔融して密閉し外部を能く拭きて再び秤量し前の球の重量を減じて試料の重量を定む此の密閉したる球を「カフセル」内に置き〇・二五瓦の砂糖又は安息香酸を振り懸けて周圍を埋め之に熔融線を接続し以後

は通常の如く操作をなす(酸素は二十五氣壓迄送入す)ものとす此試料の燃焼は先づ砂糖又は安息香酸が燃焼し其熱によりて硝子球破裂したる後に起るものなり

「リチャード」及「ジュス」氏は「ベンゼン」の如き揮發性燃料を完全に燃焼せしむるには次の如き條件を必要なりと説明せり則ち内徑二厘深さ二・五厘の狭き白金坩堝に細き硝子を以て四・五耗の臺を作りて其上に「ベンゼン」を極めて薄き硝子球に入れたる者を置き粉末にしたる砂糖の一定量を以て埋め法の如く電氣を通じて鐵線を焼き砂糖を燃焼せしめ硝子球破れて「ベンゼン」を燃焼す此際狭き白金坩堝を使用するは砂糖の燃焼したる焰が坩堝の全面に擴がり居るを要し「ベンゼン」の蒸氣が砂糖の燃焼したる焰に觸れしむる様にすべし。巾廣き大なる坩堝を用うる時は全部燃焼せしむる事困難なりと。「モノオパール」氏は砂糖を下に敷き上に「ベンゼン」の球を置くときは全部を燃焼し得ずと此燃焼せずして逃ぐる量は其中に含まるゝ窒素の量の多少に依ると云へり砂糖の如き不揮發性のものにありては廣き坩堝を用うるも斯る誤差なき事明なり。

又藥劑を入るゝに使用する「ゼラチン、カフセル」を使用して

之に揮發油を装入して使用するを得れども「ゼラチン、カフセル」の含有する水分一定せざるが爲めに之を一定ならしむる様或る係數を用ひて換算せらる。

「パール」氏測熱計を使用する方法

不揮發性の油にありては直接に測熱計の坩堝内に試料を採取し常に使用する如く過酸化鹽の混合物を加へ丈夫なる針金を以て能く混じ揮發性のものにありては「ポンプ」に於ける如く薄き硝子球に封入し其上を過酸化鹽の混合物を以て蓋ふべし其後の操作及計算法は石炭の條下に述べたと同じくすべし唯此硝子球を用ゐたる場合は硝子と過酸化鹽との間に起る化學變化に因りて生ずる熱を控除すべき必要あり「パール」氏は硝子の〇・一瓦に付き攝氏〇・〇一七度なる數を用ゐたり。

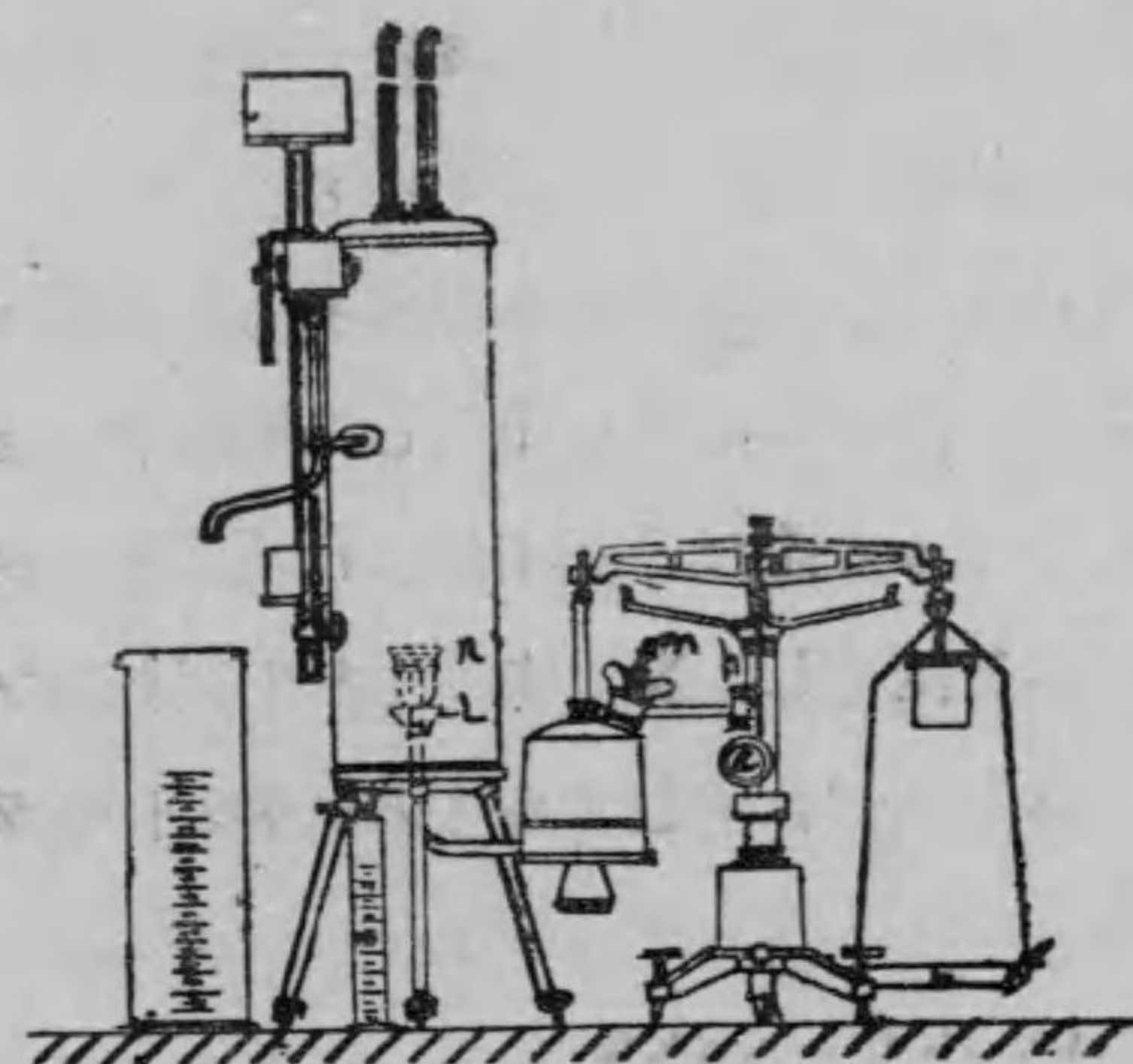
試料約〇・三瓦に付き 過酸化曹達十瓦鹽酸加里一瓦の割合に混じ之に安息香酸〇・二瓦を加ふるを安全なりとす。

茲に注意すべきは原油又は「タール」の試験に際し油中に水の混合し居る場合なり若し少しにても水の存在するときは過酸化物に作用して熱を發するが故なり若し此の作用極端なる場合は測熱器を破壊すべし。

流水測熱計 若し試料が燈心を用ゐざる石油燈にて煤煙を

生せずして燃焼し得るものならば而して其の量「ポイント」餘あるものなれば瓦斯の熱値を測定する「ユンケル」測熱計の一部を改造したる測熱計を使用するを最も便利なりとす。此の装置は「ユンケル」測熱計の瓦斯「バーナー」を液體を使用するに適する「バーナー」を使用したる試料の分量を秤量

第 三 十 九 圖



する「バランス」を用意するのみにて足れり其装置は第三十九圖の如し此の「ランプ」は試料一五〇乃至二〇〇 c.c. を容れ得るものにして點火する口は火口の下

に具へたる盃(L)に「アルコール」を盛り之を燃焼せしめて火口(n)を灼熱し「アルコール」の燃え切らざる内油壺の上に取り付けたる「ハンドポンプ」を動して油面を壓迫し瓣を廻して油を火口に達せしむれば灼熱されて蒸氣化して噴出し「アルコール」焰によりて點火せらるべし然して燃焼を繼續し且つ青

焰を出して燃ゆるに及び唧筒を撤す。

測熱計には水を流通させ置き点火したる「パーナー」を燃焼室の中央に挿入す斯くて天秤の他方の皿には分銅を載せて調節し正しく平衡したるときを以て試験開始の時とす而して試料の五乃至十瓦が燃焼したるを限界として流通せし水の量及出入水の温度を検し油の熱値を計算する事瓦斯の熱値の場合と同じくすべし(此の計算法は瓦斯の條に詳し)。

石油の熱値は其比重に依りて差異あるものなり然して同一系統の石油にありては其の熱値は比重に比例して増減するものゝ如し又同系統にあらざるも甚だしき相異なければ工業的に定むる場合は比重のみを測定し左表に依りて其近似數値を見出して参考とすべし水分多量を抱包するものは眞の比重を示さざるものなり

第二十表 油の比重と發熱量

比 重	A	B
	一立ニ對する熱量 「カロリー」	一立ニ對する熱量 「カロリー」
0.739.....	11.162(-76)	8.249
0.717.....	11.252(+14)	8.068
0.717.....	11.229(-9)	8.051
0.715.....	11.260(+22)	8.017

0.700.....	11.302(+64)	7.911
0.718.....	11.200(-38)	8.042
0.717.....	11.187(-51)	8.021
0.715.....	11.267(+29)	8.059
0.705.....	11.289(+51)	7.959
0.705.....	11.232(-6)	7.919
0.7156.....	11.238 (平均)	8.030

括弧内の字は平均熱量に對する過不足を示す

第 四 節

比 重 及 引 火 點

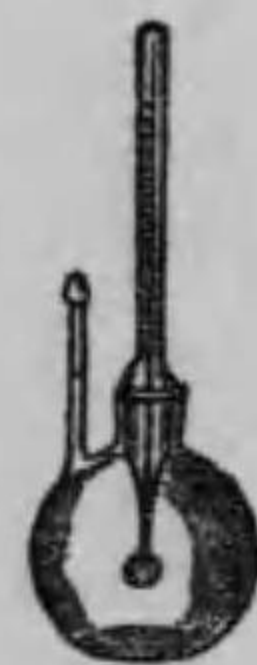
比重 石油の比重は一より軽くして通常は水より輕き「ポーマー」の度數に依て表はされ「タール」は一より重く普通の比重を直接に呼びて表示せらる凡て液體は温度の異なるに従ひ比重に差違を生ず

るものなれば通常攝氏十五度に於て測定したる者とす試料の分量充分にあり且つ餘り粘力強からざる油にありては鍾狀の「ポーマー」比重計を以て殆んど精確に比重を測定し得べしと雖も嚴密に精確を要する場合及試料の極め

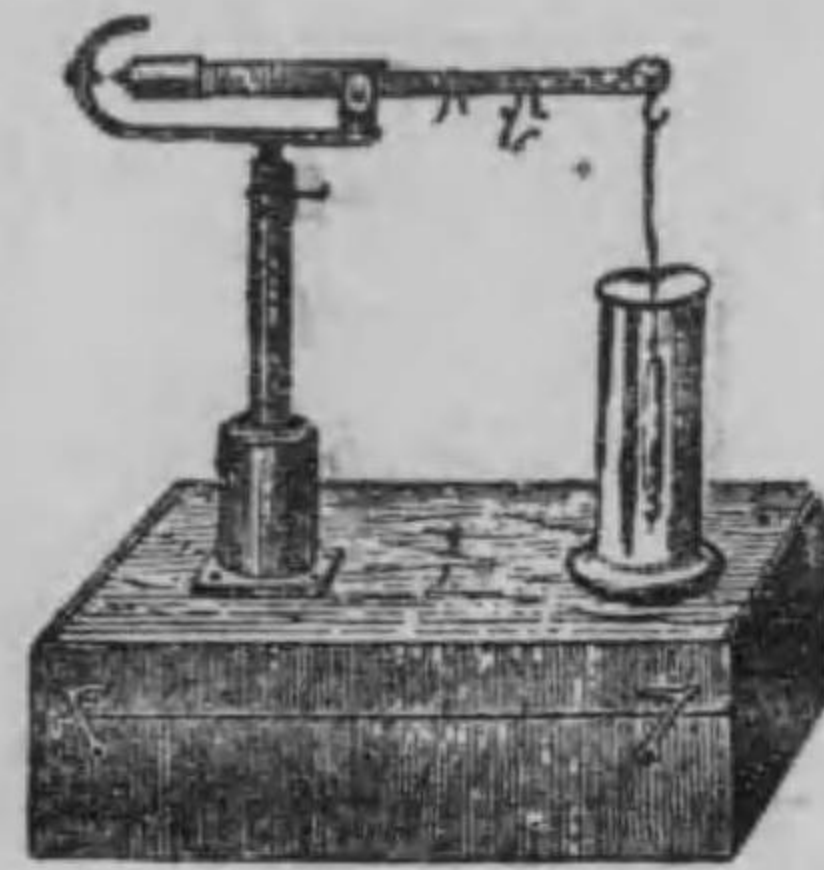
第四十圖



第四十一圖

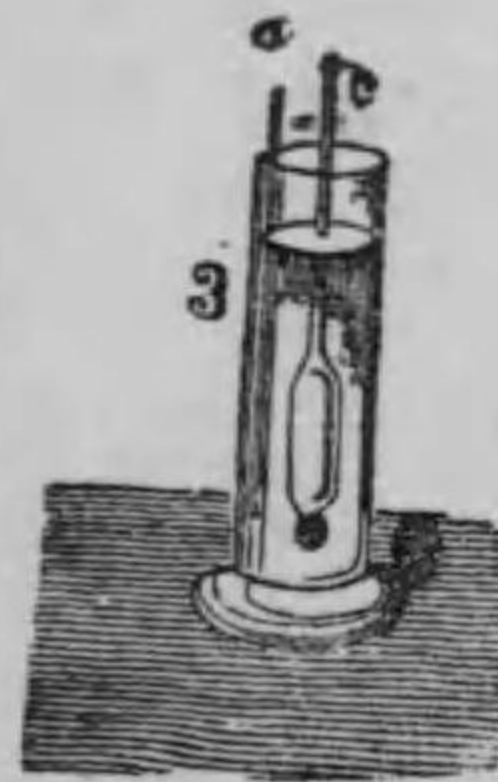


第四十二圖



て少量なる時は「ピクノメータ
ー」第四十一圖、又は「ウエスト
ハル」天秤を使用すべし若しも
試料に水分の混在せしものは必
ず蒸溜器に入れ何等の稀釋劑を
加へずして徐々に蒸溜し水分を

第四十三圖



全く溜去して後測定すべし此際油も共に溜
出したるときは漸次放置して全く水と分離
せしめたる後油分は殘溜物に加へて後比重
を測定すべし「ボーマー」比重計を使用す
るは第四十三圖の如く硝子圓筒に油を入れ
之に比重計を浮かせ水面の處の目盛を讀み

て比重とす同時に油の温度を測り記録するものとす。

「タール」比重簡易測定法

- a.....容器の重さ
- b.....容器に水を充滿せしめたる時の重さ
- c.....容器に約 $\frac{2}{3}$ のタールを充したるときの重さ
- d..... c に於て更に $\frac{1}{3}$ の水を容れたる時の重さ

$$\text{比重} = \frac{c-a}{(b+c)-(a+d)}$$

例。 a.....15.6820 b.....31.2256

e.....26.4725 d.....31.6225

$$\begin{aligned} \text{比重} &= \frac{26.4725 - 15.6820}{(31.2256 + 26.4725) - (15.682 + 31.6225)} \\ &= \frac{10.7305}{10.3936} = 1.0324 \end{aligned}$$

水より輕き液體の比重に相當する「ボーマー」度数は次表によ
りて見らるべし。

第二十一表 「ボーマー」比重對照表(水より輕き方)

B	S	B	S	B	S	B	S
10	1.0000	30	.8756	50	.7777	70	.7000
11	.9989	31	.8695	51	.7734	71	.6965
12	.9859	32	.8641	52	.7692	72	.6930
13	.9990	33	.8588	53	.7650	73	.6896
14	.9722	34	.8536	54	.7604	74	.6863
15	.9655	35	.8484	55	.7567	75	.6829
16	.9589	36	.8433	56	.7526	76	.6796
17	.9523	37	.8383	57	.7486	77	.6763
18	.9459	38	.8333	58	.7446	78	.6730
19	.9395	39	.8284	59	.7407	79	.6698
20	.9333	40	.8235	60	.7368	80	.6666
21	.9271	41	.8187	61	.7329	81	.6635
22	.9211	42	.8139	62	.7290	82	.6604
23	.9150	43	.8092	63	.7253	83	.6573
24	.9090	44	.8045	64	.7216	84	.6542
25	.9032	45	.8000	65	.7179	85	.6511
26	.8974	46	.9954	66	.7142	86	.6481
27	.8917	47	.9909	67	.7106	87	.6451
28	.8860	48	.7865	68	.7070	88	.6422
29	.8805	49	.7821	69	.7035	89	.6392

B=「ボーマー」度 S=比重

油の膨脹 液體の比重は温度の上下するに随ひ變化すべき事は吾人の常に實驗する所なり是れは液體の膨脹に原因するものなり其温度に對する膨脹の度は液體の性質により異なるものにして油類にありては比重重きものは輕きものより膨脹少なし今礦油の膨脹率を表示すべし。

第二十二表 油の膨脹度

攝氏十五度に於ける比重	攝氏一度に就ての膨脹
0.700 以下	0.000 90
0.700—0.750	0.000 85
0.750—0.800	0.000 80
0.800—0.815	0.000 70
0.815 以上	0.000 65

水分 石油中に含まるゝ水分の檢定法は「アレン、ヤコブス」兩氏によりて實驗せられ Technical Paper 25, U.S. Bureau of Mines 1912. に報告せられたり。

其方法は金屬「ソヂウム」の水に作用をなして發する水素の量を測定する法と水を以て飽和したる「トルイン」又は「ザイリン」を加へて蒸溜する方法とあり後者は重に「タール」又は石油工場に於て使用せらるゝ方法なり「トルイン」を加ふるに試料の粘度多き時は之を稀釋にし又水の爲めに「フォーミング」

又は「パンピング」を防ぐが爲めなり「トルイン」の代りに「ザイリン」又は沸騰點攝氏百十度乃至百五十度の石油「ベンヂン」を用うるも差支なし此等稀釋劑は何れも始めに水を加へて能く振盪し試料中の水を溶解せざる迄水を飽和せしめたるものを使用すべしと

蒸溜法 約一〇〇㊦の試料を測りて五〇〇㊦入の蒸溜「フラスコ」に入れ之に約百㊦の稀釋劑を加へ若し試料の粘度多ければ二百㊦を加ふべし最初は徐々に蒸溜をなし加へたる稀釋劑の量に達する迄繼續す蒸溜物は目盛りせる圓筒に受け靜置する時は比重の關係に依り水は層となりて分離する故に直接に其容量を定む此方法によれば蒸溜したる「ベンヂン」又は油の百 c.c. に付き 〇.〇三三瓦迄精確に定むる事を得べしと。又「バレット、マヌファクチュリング、コンパニー」の實驗室に備へられたる「タール」中の水分を測定する装置は Jour. Ind. and Eng. Chem. 3,228(1911)にて公表せられあり其の概要は「レトルト」に試料を入れ寒暖計を挿入し置き蒸氣温度が攝氏二百五度に達する迄蒸溜を繼續し其の蒸溜物は分液漏斗に取りて全く油分と水分とを區別測定する如くせしものにして分液漏斗に豫め二五㊦の「ベンヂン」を入れ置くときは水分を

離し易からしむべし。

浮遊物 原油又は石油の容器中に浮遊して存在する固形物は多くは土類(無機物)にして「タール」中にあるものは「コークス」の微細分子より來るものなり之を總稱して浮遊物と名く。之等は濾紙にて濾過洗滌して分離する事を得べく前者は浮遊固形物とし後者は遊離炭素として表示するを普通とす。油又は「タール」の試料は先づ第一に一平方糎に付き三〇—四〇目の篩を通して粗き爽雜物を除き其の五一十瓦を精密に秤り「ビーカー」に取り精製せる「ペンデン」又は「トルイン」を加へて容易に濾過し得る程度迄稀釋すべし此の稀釋液を豫め秤量したる濾紙又は「グッチ」漏斗にて濾過し尙ほ少しく加温したる溶劑を用ひて完全に洗滌し濾液に着色せざる迄處理すべし然る後之を攝氏百五度にて乾燥し秤量して其の増加分を浮遊物の量とす若し最初の濾液中に多くの水を含有したる場合は水分を再び濾紙上に注ぎ置けば濾紙に吸収され又は停留すべきにより之は徐々に熱して濾紙上に蒸發乾燥せしむべし此の溶液中には溶解性鹽類存在する事あればなり。

○ 引火點及發火點 油の引火點とは其の油中より發生する可燃性蒸氣が空氣と混じて爆發性狀態となり之に火を近くれば

一旦燃燒するも直に消える時の溫度を寒暖計によりて表示せらる發火點は引火點に達せしものを尙加熱して溫度を上昇したる時火を近くれば引火して燃燒を繼續する時の溫度を云ふ。爐内に使用する燃料にありては引火點を検するの必要は貯藏中の危險を防遏する目的によるもの多しと雖も機關用又は燈用燃料にありては其の機械及び取扱上に及ぼす影響尠からざれば必要條件として必ず検査すべきものなり此の方法に密閉式と開放式の二法あり。揮發性油を含有するもの及精確なる成績を必要とする場合は密閉式により又概略を知る場合は開放式にて充分なり。

「アルベル」氏引火點試験器 本器は専ら石油及揮發油の引

火點測定に使用せられ其構造第四十四圖に示す如く水浴中に一定量の油を入るゝ金屬製の「カップ」を備へ之を蓋にて蓋ふ此の蓋には寒暖計挿入口攪拌器及開閉自在の小さき扉を備へ時々此扉を開くときは自動的に點火用口火は其窓口に覗く様に構造せられたるものなり此の扉の開閉は油の溫度上昇攝氏一

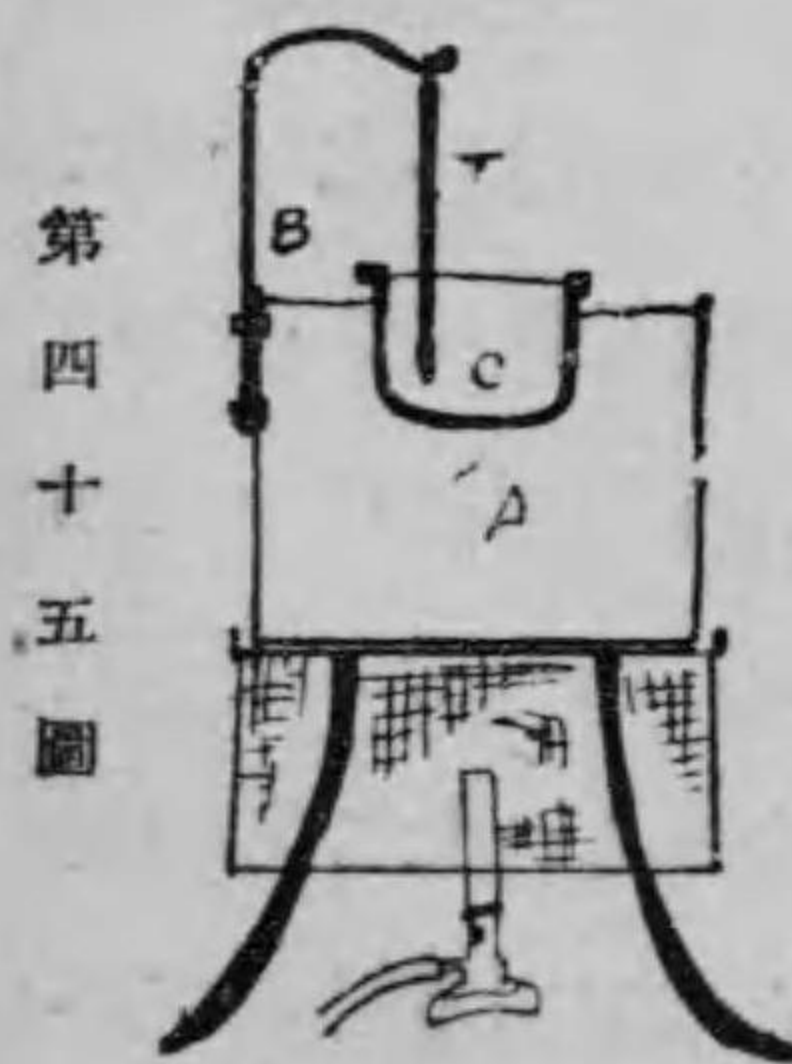
第 四 十 四 圖



度又は華氏二度毎に一回づゝを程度とす徒に開扉の度數を早むる時は却て點火度を誤るものなり。油を入るゝ「カップ」は内徑二吋高さ二吋十分の二にして其の内側に凸起せる標線ありて油の容積を一定に制限する如くせり本器を使用する場合には水浴の温度は必ず常温に保ち「カップ」内に油を装入したる後水浴を加熱すべきものにして又其の上昇速度は一分間に付き華氏五度を超ゆる可らず。

開放式引火點試験器 構造は第四十五圖に示す如く取扱も隨て簡單なれども熟練するときは充分信憑すべき成績を得べく工場等に於て短時間内に引火點を決定して分溜點を定むる場合に使用せらる。

Aは水浴、Bは寒暖計 Tを吊す爲めの針金なり、Cは油を入

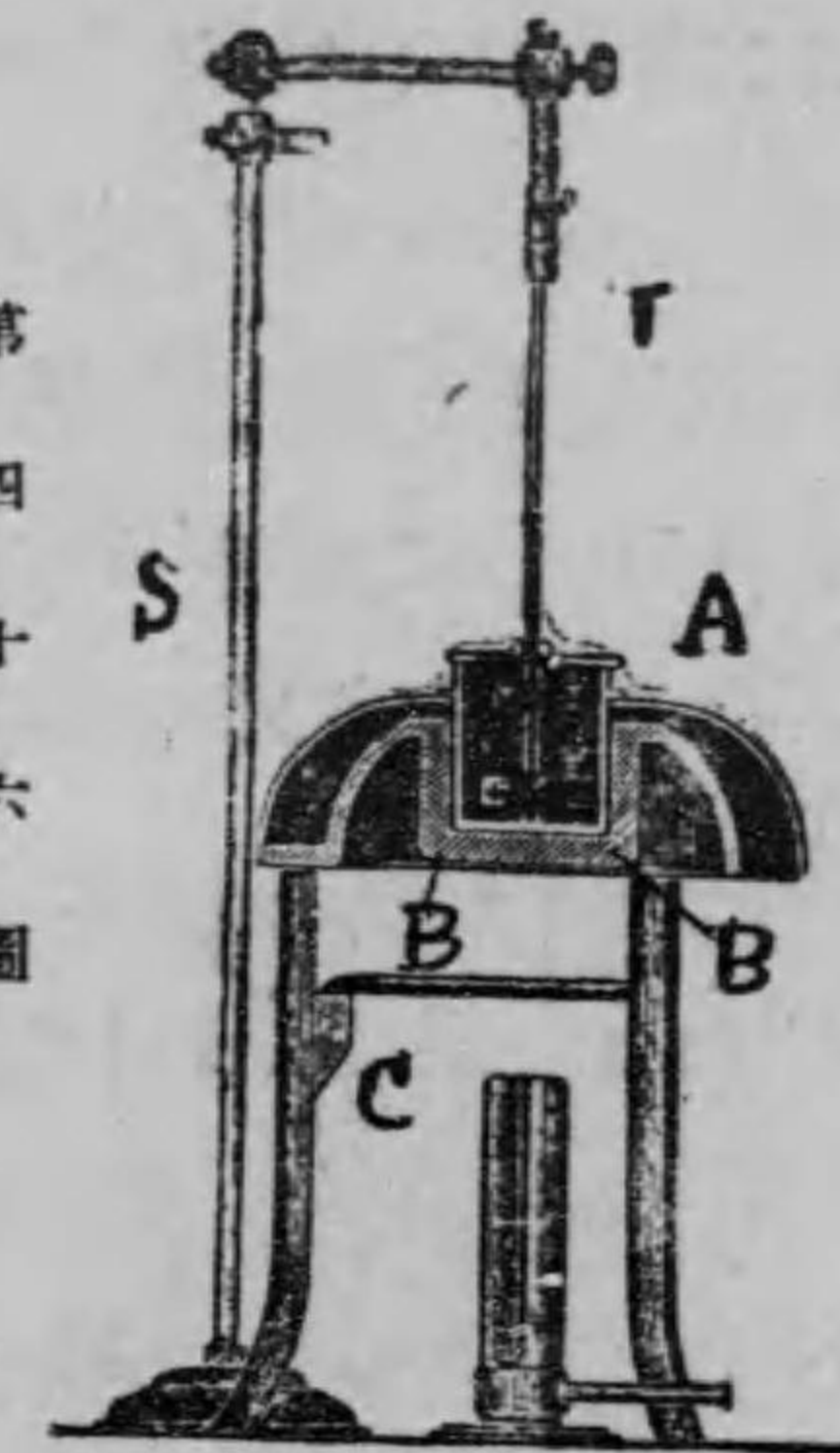


第四十五圖

るゝ硝子製「カップ」にして特に容積の標線なきも上縁より一分位の處迄入るゝものとす點火用の火は細き麻絲に「パラフィン」を塗りたるものに火を點じて「カップ」の表面を華氏二度加温せらるゝ毎に通過せしめて引火するや否やを検すべし此の試験に於て注意すべ

きは麻絲の火の大きにして若し大に過ぐるときは引火點を早むることあり實驗上適當と認むるは鉛筆の心を出したる位の程度とす。

「ペンスキー」氏引火點試験器 之は重油及機械油等の引火點高きものに使用する目的にて作られたるものなり第四十六



第四十六圖

圖に示すものは開放式にして(T)は寒暖計(A)は「カップ」(B)は鑄鐵製の浴にして「カップ」Aを包持す(C)は左右に動く金網にして最初鐵浴を熱する間は之を傍に廻除して直接文火に當て油の温度上昇の速度急激なるときは金網を以て文火を遮りて與熱を加減するの用に供す(S)は寒暖計を保持する臺なりとす。

引火點測定の方法は前記「アベル」の場合と同様なれども加温速度は一分間に付攝氏五度迄とす。

第四十七圖は「ペンスキー、マルテンス」の密閉式なり此の装置は「カップ」の蓋に寒暖計挿入管、攪拌装置(D)、瓦斯口

第 四 十 七 圖



火 (E)、之に付けたる護謨管 (H) は外徑一分五厘餘及開閉器 (G)を設けたるものにして (G)を廻轉すれば自動的に口を開き其口に (E)なる口火が傾斜して臨み引火點に達すれば着火す (I)は「カップ」を上 下する把手なり。

護謨管 (H) には瓦斯を通し 置き口火には常に點火し置くなり又瓦斯の設備なき處にては

第二十三表 鑛油の比重及引火點

油 の 名	比 重 ボーマー	引 火 點 oF	發 火 點 oF
粗 石 油	38.0	60.	82
精 製 石 油	35.2	73.	94
輕 油	31.6	130.	
機 械 油 原 料	27.2	190	
	26.5	225	
	23.6	260	
	21.0	215*	
	20.3	235*	
	19.1	315	
	19.0	290	

* 印は他の油に比し引火點低きは産地異なりしによる

「アベル」と同様に口火には植物油を入れ燈心に點火して此の 目的に使用するものあり。

第 五 節

分 溜 試 験

油類は殊に鑛油に於ては比重のみにて其の性質を判別し難く 假令ば「ボーマー」二十八度の油二種あり一方は引火點攝氏 九十度にして他の一つは攝氏七十度にて引火せしとせば必ず 後者は輕き比重のものと重きものとを混合したるものなる事 を推知する事を得べし、然れども其の割合及原料油の如何なる ものなるかは分溜試験によりて始めて判明するものなり、 尙又石油の原油、重油及「タール」屬のものには水分を抱含す る事往々あり。故に分溜試験によりて水分の割合及比重の異 なるもの、混合割合を見出すべきものなり。

分溜方法 分溜を行ふに當り加熱の速度及び試料の量によ りて分溜成績を變ずる事ある故に「イングラマー」氏は次の如 く蒸溜「フラスコ」を定めたり、即ち「フラスコ」の直徑六・五厘 にして内徑一・六厘長さ十五厘の頭を具へ頭の側面に長さ十 厘の枝管を七十度の傾斜に付けたるものを用う。

「フラスコ」には「ビベット」にて100c.cの試料を入れ寒暖計を差したる「キルク」にて栓をなし枝管には冷却器を具へ「ブンゼン」燈にて漸次に熱し一分間に2-2¹/₂ 滴溜出するを標準とせり。

普通蒸溜により分別する温度は攝氏百五十度以下を揮發性油とし三百度以下を中油とし残部は重油とす。この方法により分溜したる結果は

蒸溜温度	溜出物の種類	溜出物の數量
150°C	水	.....c.c. = %
	揮發性油 '
300°C	中 油 '
300°C以上(残部)	重 油 '
	合 計	100.0

第 四 章 氣 體 燃 料

第 一 節 概 論

概論 氣體燃料即ち瓦斯體燃料として工業上廣く使用せらるゝものは石炭瓦斯水性瓦斯及各種發生爐瓦斯等にして直接爐内に燃焼せられ又内燃機關に使用せらるゝものなり此外天然瓦斯も此の目的に使用せらるゝも本邦にありては其産出多からず故に之を工業的に使用せらるゝ事未だ盛ならず。

氣體燃料の價値を定むるに當り其含有する成分及び其割合を測定し又他方には直接に熱量を測定するを以て足れりとす何れの場合に於ても少量の試料に就て決定せる成績を以て容積大なる全體を推測するものなれば此の試料採取には最も深甚の注意を拂はざる可らず又瓦斯體は温度壓力の變化に伴ひ容積を増減する性質を有する故に瓦斯の分析及び諸計算を行ふに方りては常に氣體に及ぼす温度及び壓力の變化を考慮すべし則ち氣體の容積は

温度變らざるときは壓力に反比例す

$$V_p = V_0 \frac{P}{p} \quad p = \text{壓力} \quad V_0 = \text{壓力}(760\text{m})\text{の時の容積}$$

$$P = 760$$

壓力不變のときは攝氏一度に就き零度のときの容積の二百七十三分の一宛増減す

$$V_t = V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) \quad t = \text{温度} \quad V_0 = \text{零度の容積}$$

$$V_{t=t} = \text{度に於ける容積}$$

瓦斯試料を採取又は分析するには始終水に接觸せしむる場合多し然して此の水は諸瓦斯を溶解吸収する性質を有す故に此等瓦斯を吸収せざる様其瓦斯の飽和液を使用すべし。

瓦斯の溶解 一般に瓦斯體は水に溶解(吸収)さるゝ性質を有す然して其の溶解度は壓力變せざるとせば温度の上昇に隨ひ減少す。

温度變せざるによるは溶解度少なきものは壓力に正比例す。燃料中に含まるゝ燒燃性瓦斯及燃燒生成物の一容の水に對する溶解度は次表に示す。

第二十四表 一容の水に溶解する氣體の容積 (0°C. 760 m/m)

	t = °C	0	5	10	15	20	25
	t = °F	32	41	50	59	68	77
酸素		0.0489	0.4286	.03802	.03415	.03102	.02831
水素		.02153	.02061	.01978	.01903	.01837	.01780
窒素		.02388	.02153	.01956	.01786	.01639	.01504

一酸化炭素	.03537	.03149	.02816	.02543	.02319	.02142
炭酸	1.713	1.424	1.194	1.019	.8780	.7590
メタン	.05563	.04805	.04177	.03690	.03308	.03006
エチレン	.226	.191	.162	.139	.122	.108
プロピレン	.4465	.3493	.2796	.2366	.2205	...
アセチレン	1.73	1.49	1.31	1.15	1.03	0.93

例へば茲に (760 m/m 15°C) に於て 3% の「エチレン」を含有する場合には水の一容積に溶解する「エチレン」の量は (二十四表) $0.139 \times \frac{3}{100} = 0.00417$ 容なり。

又混合瓦斯の溶解度は各成分が各別に吸収されたるものと考ふるを得べく之に CO₂=8% O₂=4% N₂=88% の混合瓦斯は (760 m/m 15°C) に於て水の一容積に對し溶解する量は次の如し。

$$\text{CO}_2 \quad 1.019 \times \frac{8}{100} = 0.08152$$

$$\text{O}_2 \quad 0.03415 \times \frac{4}{100} = .00136$$

$$\text{N}_2 \quad 0.01780 \times \frac{88}{100} = .01572 \quad \text{容積}$$

$$.09860$$

飽和液の製法 瓦斯が水に溶解する量は温度不變なるとき其の壓力に比例するものなれば開放せる水中に瓦斯を通するも容易に飽和せざるものなり故に飽和液を作らんとせば密閉

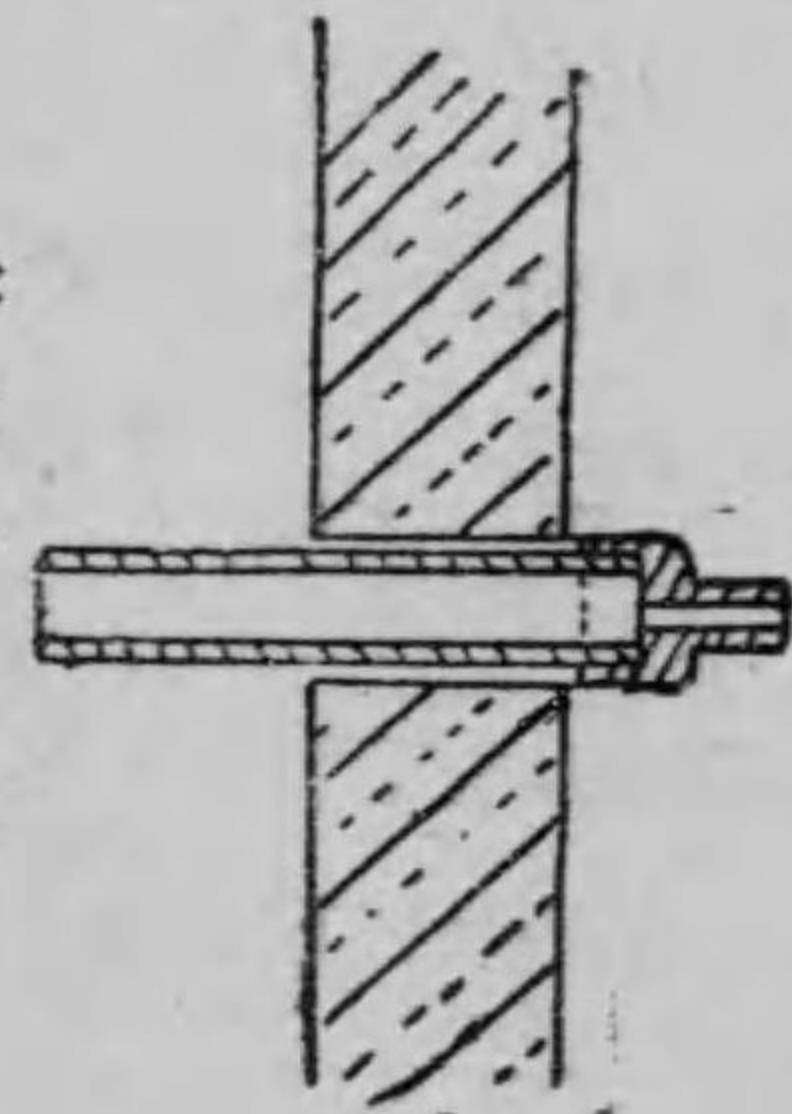
し得べき器中にて飽和せしむべき瓦斯と水とを同量宛充たし(壓力を加へ得れば尙良し)密閉して振蕩すべし普通は瓦斯採取瓶を用ゐて容易に此の目的を達し得べし飽和液を作る方法は廢氣の部第五章第二節に掲出せり。

第 二 節

瓦 斯 試 料 の 處 理

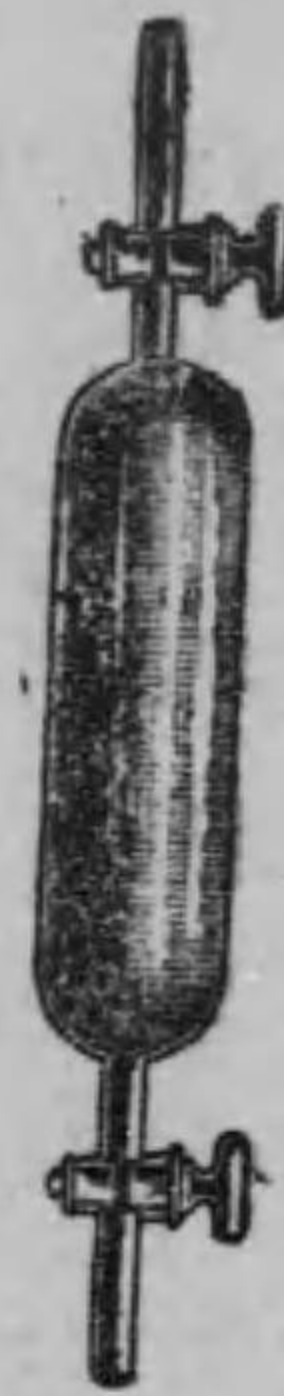
試料採取法 石炭瓦斯及水性瓦斯の如く瓦斯溜に貯藏しあるものを採取するは容易にして又任意の採取瓶又は直接に試験装置に導入する事を得べく唯注意すべきは試料としては極めて少量なるに係らず之を引込む管長きを免れざる故に採取に當りては取口を二分し一方は採取瓶に他の一方は「バーナー」に接続し先づ「バーナー」に點火して數分の後採取瓶に採取すべきものとす

第 四 十 八 圖



石炭瓦斯の採取製造場に於て日々若くは時々瓦斯性質を檢せんとする場合は必ず幹管より出來得る限り短き導入管を以て採取すべし。

第 四 十 九 圖



發生爐瓦斯の採取 發生爐瓦斯は常に低壓にして温度高き故に之を採取するには特別の装置を要す恰も第四十八圖に示す如き採出管を用ふ長二尺直径一時乃至一.五時の鐵管の内部に粘土管を拵入し一方には徑三分餘の護謨管を接続し得べき「ニツプル」を備へたる「カップ」を捻にて取付たる採出管にして爐壁の内側より少くとも五六寸内まで挿入するを要す爐壁に接近したる部分は煉瓦の間隙等より空氣を吸込む恐れあり。先づ此の採出管を適當の箇所に差込み丁字管を護謨管にて接続し下方には水を充たしたる瓦斯採取管(第四十九圖)を接続して採取管の下端には長き護謨管を付し「ピーカー」内に至らしむ丁字管の他端は「スプレングル」又は護謨製の吸引唧筒を接続し最初數分間爐中の瓦斯を抽出し然る後瓦斯採取管の上下「コック」を開くときは管内の水流出すると共に瓦斯入れ替り管内の水全く流出すれば上下の「コック」を閉ぢて試験に供すべし(第五十圖)

瓦斯採取管は内容約 400 c.c. を普通とし之にて瓦斯分析をなす丈けには一箇にて充分なり。

第五十圖



天然瓦斯の採取 天然瓦斯の噴出は水の湧出に伴ふ事多く然して大氣中に出づるや水は地上に流れ瓦斯は分離して氣中に飛散するものなる故に水を充したる水を瓦斯の飛散する箇所に倒に保

第五十一圖



持するときは瓶内の水は置換して瓦斯を捕集し得べし此時倒にしたる儘栓を施して密閉すべし又第五十一圖に示す如き二本の硝子管に「ピンチコック」を挟みたる短きゴム管を付したる栓を以て密閉するときは直に試験装置に接続するに便利なり。

第三節

瓦斯の組成及吸收劑

氣體の重量 諸氣體の一分子量の容積は 0°C 760mm に於て 22.394 立なり故に組成の判明せる瓦斯體にありては其容積を測りて重量を知る事を得。又混合瓦斯の 22.394 立の重量は各組成の割合に各の重量を乗じたるもの、總和に等し假令ば 22.394 立の炭酸及水素は 44 瓦及 2 瓦なり然して兩者の混合瓦斯にして容量 $\text{CO}_2 50\%$ $\text{H}_2 50\%$ なるときの重量は

第二十五表 諸氣體の重量表 (0°C 760m.m.)

瓦斯	記號	22.394 立の重量 瓦	一立方米の重量 瓦	一瓦の容積 立
水素	H_2	2.016	89.5	11.108
酸素	O_2	32.	1429.1	0.7
窒素	N_2	28.016	1254.4	0.8
炭酸	CO_2	44.	1965.0	0.509
酸化炭素	CO	28.	1251.0	0.8
メタン	CH_4	16.032	715.0	1.397
エタン	C_2H_6	30.048	1340.4	0.745
エチレン	C_2H_4	28.032	1251.0	0.795
プロピレン	C_3H_6	44.068	1876.5	0.533
アセチレン	C_2H_2	26.016	1161.4	0.861
亞硫酸	SO_2	64.06	2868.9	0.350
アンモニア	NH_3	17.032	761.5	1.315
空氣			1294.0	.772
水蒸氣	H_2O	18.016	804.1	1.423

$.5 \times 44 + .5 \times 2 = 23$ 瓦なるが如し。

「アボガドロー」の法則によれば

諸瓦斯の一瓦分子の容積は同一溫度及氣壓にありては毎に同一なり。

華氏 32 度に於ける一立方呎の瓦斯の目方(封度)は 0.00559

に瓦斯の一分子量の半分を乗じたるものに等しと

例 「メタン」瓦斯一立方呎の重量は

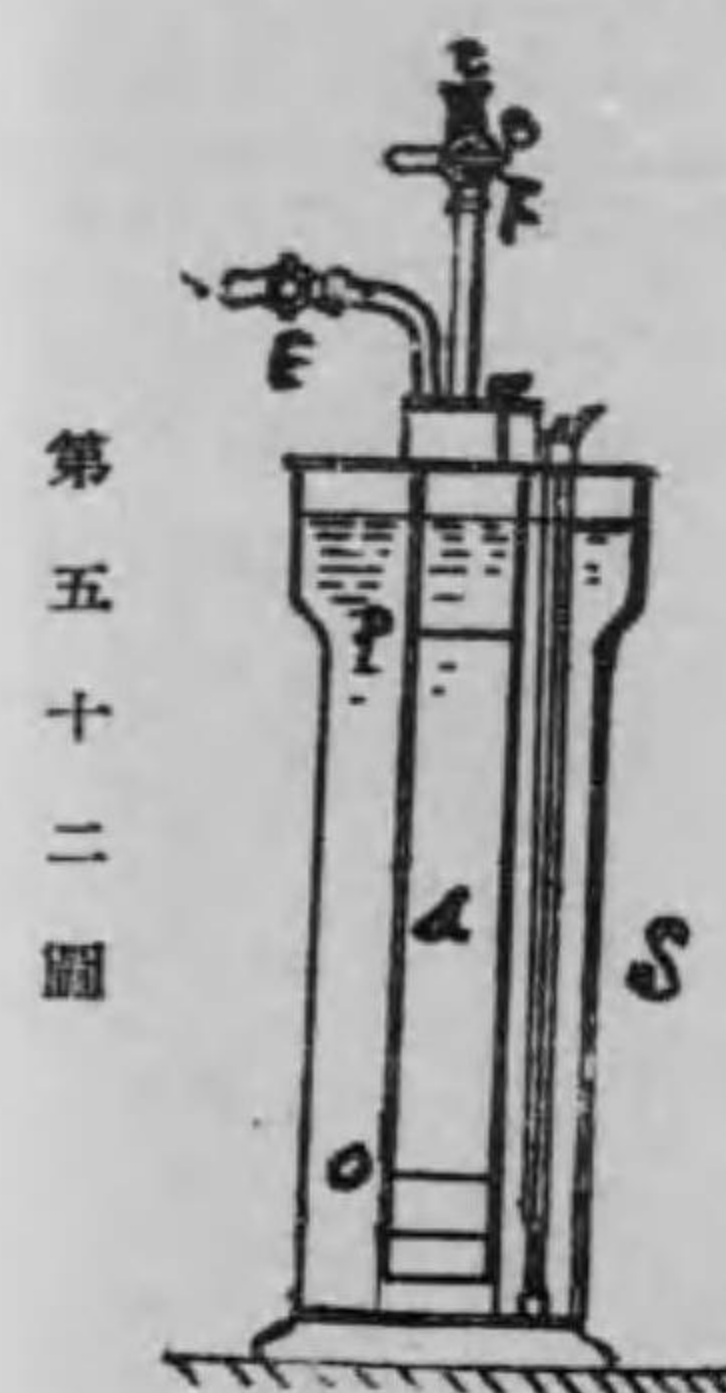
$$\frac{1}{2}(12+4) \times 0.00559 = 0.0447 \text{ 封度}$$

第二十六表 標準氣壓及温度に於ける瓦斯の重量及比重表

瓦 斯	記 號	比 重 水素を1とす	一立方呎の重量 封 度	一封度の容積 立方呎
水 素	H ₂	1.	0.00559	178.89
メ タ ン	CH ₄	8.	.04472	22.36
水 蒸 氣	H ₂ O	9.	.05031	19.88
アセチレン	C ₂ H ₂	13	.07267	13.76
一酸化炭素	CO	14	.07826	12.78
エチーレン	C ₂ H ₄	14	.07826	12.78
窒 素	N ₂	14	.07826	12.78
空 氣	O ₂₃ N ₇₇	14.44	.08073	12.387
酸 素	O ₂	16	.08944	11.18
炭 酸	CO ₂	22	.12298	8.13
ベンゼン	C ₆ H ₆	39	.21801	4.59

氣體の比重 瓦斯體の比重は水素を標準として測ること、空氣の重量を基礎として現はすの二法あり前者は各組成の判明せる場合に於ける諸計算をなすに極めて便利なるものなり後者は瓦斯を實地に利用する上に於て應用さるゝ事多し此の比重測定法は其の組成を知りて計算する法と直接比重計を用ふ

る法とあり計算による方法は前法により容易に算出し得べければ比重計を用ふる方法を述べべし。



第五十二圖

第五十二圖の如く一の硝子圓筒(S)に水を盛りたる中に硝子圓筒の一方に瓦斯入口(a)出口(c)噴出孔(b)を具へたる蓋を固着したる(d)を置き最初は a 及 c を開きて水を頂上迄に充滿し「コック」(b)を閉ちて(a)より瓦斯を(d)内に導き滿つるに及び「コック」(e)を閉ち圓筒の底迄沈めて直立せしめ三方「コック」(f)を廻轉して噴出口より餘分の瓦斯を逃散せし

め正しく(o)點に水面を止め「ストップウオッチ」を用意して更に噴出口より瓦斯を空中に噴出せしめ(p)點迄水面の來る時間を記録すべし次に同じ條件の下に空氣を以て試験し其時を知り次の式によりて計算す此器中に挿入せる寒暖計は測定時の温度を表す

$$\frac{(\text{瓦斯の逸出する秒數})^2}{(\text{空氣の逸出する秒數})^2} = \text{比重}$$

實例の一 次の成分を有する石炭瓦斯の空氣に對する比重如何は次表により計算す

第二十七表 混合瓦斯比重計算表

石炭瓦斯組成	A	B	C	D
	%	水素に對する 比重(近似數)	水素に對する 比重 $\frac{A \times B}{100}$	空氣に對する 比重 $\frac{C}{14.4}$
CO ₂	2.5	22.	.55	
O ₂	.7	16.	.112	
C _n H _m (プロパン)	4.4	22.	.928	
CO	16.5	14.	2.31	
H ₂	40.6	1.	.406	
CH ₄	23.2	8.	1.856	
N ₂	12.1	14.	1.694	
比 重	100.0		7.856	.546

實例の二 同一の石炭瓦斯を第五十二圖に示す比重計を用ひて次の記録を得たりとせば其比重如何

瓦斯の噴逃する時間 66秒 v
 空氣の 89秒 v'
 温度 16°C

$$S = \frac{v^2}{v'^2} = \frac{66^2}{89^2} = \frac{4356}{7921} = .5499$$

攝氏十六度に於ける瓦斯の比重 = 約.55

第四節

氣體燃料の組成及び吸收劑

氣體燃料の組成及び吸收劑 瓦斯分析の裝置を説明するに先ち一般工業用の瓦斯燃料及び廢氣の組成を掲ぐべし

燃 料 瓦 斯	{	可燃質物	H ₂ , CO, CH ₄ , C ₂ H ₄ , C ₂ H ₂ ,
			C ₆ H ₆ , CS ₂ , H ₂ S.
廢 氣	{	不燃質物	N ₂ , Ar, O ₂ , CO ₂ , H ₂ O (水蒸氣)
		可燃質物	CO, NH ₃ .

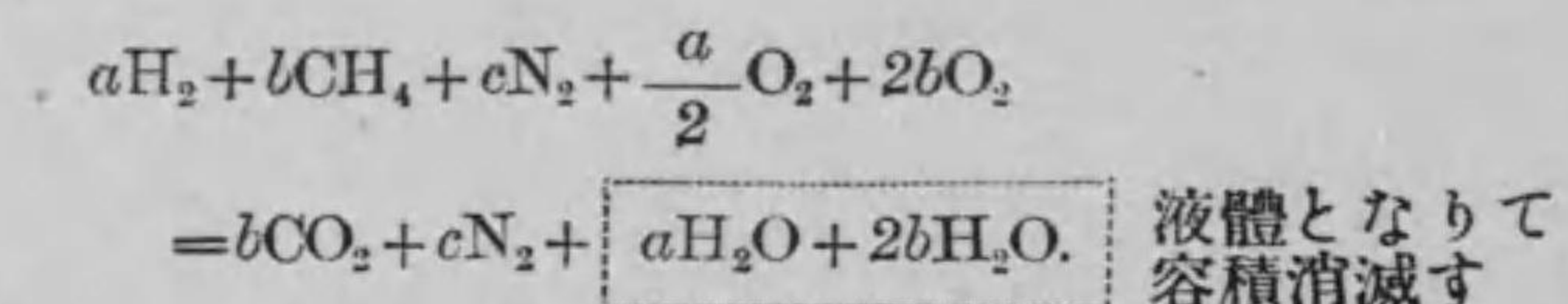
瓦斯の吸收劑 混合瓦斯中に含まるゝ各瓦斯は之に掲ぐる溶液により吸收せらる。

CO ₂ , CS ₂ , H ₂ S, SO ₂ , SO ₃ ,	一般アルカリ重に KOH
O ₂	{アルカリ性焦性没食子酸 又は黄磷
C ₂ H ₂ , C ₂ H ₄ , C ₆ H ₆	臭素水又は發烟硫酸
CO.	{酸性又はアンモニア性鹽 化第一銅
H ₂ ,	(水素は爆發法によるを普通とすれど) 「パラヂウム」 (もパラヂウムに吸收せしむる事あり)

爆發又は燃焼による變化 上記の諸溶劑に吸收せられたる殘部の瓦斯に酸素又は空氣を混じ爆發又は燃焼せしむるときは次の如く成分及容積に變化を來す。

H ₂	は	水(冷縮して液體となる)
CH ₄	は	CO ₂ , 水(同上)
N ₂ , A ₁	は	變化せず

假令は次の如き混合瓦斯に酸素の適量を加へて爆發せしむれば



之を見るに「メタン」は炭酸となるも容積に變化なく亦窒素は更に變化を受けず水素及び之等に加へたる酸素の容量だけ消滅せり然して此の量は「メタン」の二倍と水素の一倍半に相當す。

故に 總消滅量 = (「メタン」容量 × 2) + (水素容量 × 1.5)

又 總消滅量 = (生成炭酸 × 2) + (水素容量 × 1.5)

「メタン」容量 = 生成炭酸 …… 生成炭酸は「アルカリ」液によりて測定す

$$\begin{aligned} \text{水素容量} &= \frac{\text{總消滅量} - (\text{メタン容量} \times 2)}{1.5} \\ &= \frac{2}{3} \{ \text{總消滅容量} - (\text{メタン容量} \times 2) \} \end{aligned}$$

吸収劑の製法

苛性曹達溶液 炭酸瓦斯其他酸性瓦斯の吸収劑にして苛性曹達一分を水三分に溶解す本液 1 c.c. は CO₂ 瓦斯 90—100 c.c. を吸収する能力あり(苛性加里も同様なり)。

焦性没食子酸の「アルカリ」溶液 酸素吸収に用ふるものにして焦性没食子酸(新鮮なるものは白色結晶をなす) 25 瓦を 100 c.c. の水に溶解し置き使用の都度この 2 滴に對し 6 滴の苛性曹達液を加へて酸素吸収劑に供す苛性曹達液の添加は可成吸収瓶内に於て行ふを良しとす。

臭素水 「エチレン」、「アセチレン」其他重炭化水素及不飽和瓦斯吸収劑にして本液は臭素を 10% の臭素加里溶液に溶解して製す此の強さは水銀に作用せざるを程度とす此液を使用し瓦斯容量を測定したる後苛性加里の少量を加へて再び瓦斯容量を検すべし。

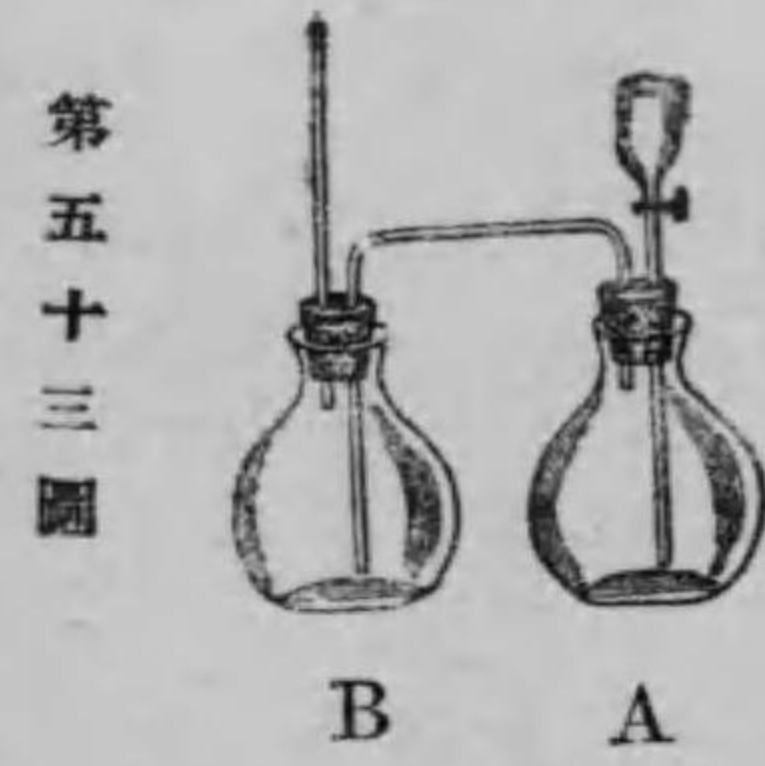
發烟硫酸 重炭化水素及不飽和炭化水素の吸収に用ひらるゝものにして SO₃ を 10% 含有する様調製すべし

「アンモニア」性鹽化第一銅溶液 本法は酸化炭素、酸素、「アセチレン」又は「エチレン」等を吸収す。

50—75 瓦の鹽化第一銅(白色結晶)を 250 c.c. の水中に 10—15 瓦の鹽化「アンモニア」を含有する中に投じて溶解せしめ之に

「アンモニア」瓦斯を通じて明かに「アンモニア」臭を呈せしめ
鹽化第一銅が是れ以上溶解せざる迄にすべし後に尙ほ5瓦餘
の鹽化第一銅を投入し能く振蕩して護謨栓にて密閉し數時間
放置して後使用すべし然して本液は「アンモニア」配合劑なれ
ども使用に際し「アンモニア」の臭氣を發す可らず。

酸性鹽化第一銅溶液 「アンモニア」性溶液と同一の目的に使用
す製法は前者と同一に操作し唯「アンモニア」瓦斯に代ふる



第五十三圖

に鹽酸の蒸氣を通ずるにあり鹽酸蒸氣
は強鹽酸を沸騰せしめて容易に通ずる
ことを得。

Bなる「フラスコ」には鹽化「アンモニ
ア」水に鹽化第一銅を入れ置き A なる
「フラスコ」に鹽酸又は「アンモニア」を入れ之を熱して出づる
蒸氣を B の液中に通ず C は鹽酸又は「アンモニア」を補充す。

第五節 分析装置の説明

分析装置の説明 瓦斯分析に要する装置に數種あれ共現今
最も多く用ゐらるゝものゝ中一般的のものを選び以下順次其

第五十四圖



第五十五圖



の構造と取扱法を述べし。

ヘンベル氏瓦斯ビュレット 第五十四圖に
示す如く二本の直立硝子管よりなり(a)は100
c.c. の目盛りせる測定管にして上端は毛細管
となり下端は彎曲して臺の側面に出で長き護
謨管を以て水準管(b)に接続せらる水準管は下
端彎曲せる部分は(a)測定管と同じ構造にして
上端は開放せらる測定管の上端毛細管には短
き肉厚護謨管を付し「ピンチコック」にて閉塞
す之に充すべき水は豫め分析瓦斯を以て飽和
せしめ置くを要す

又「ヘンベル」氏は壓力を毎測定時同一に保ち
且温度の變化を避くる目的を以て第五十五圖
の如き水筒管内に測定管と水銀を容れたる U

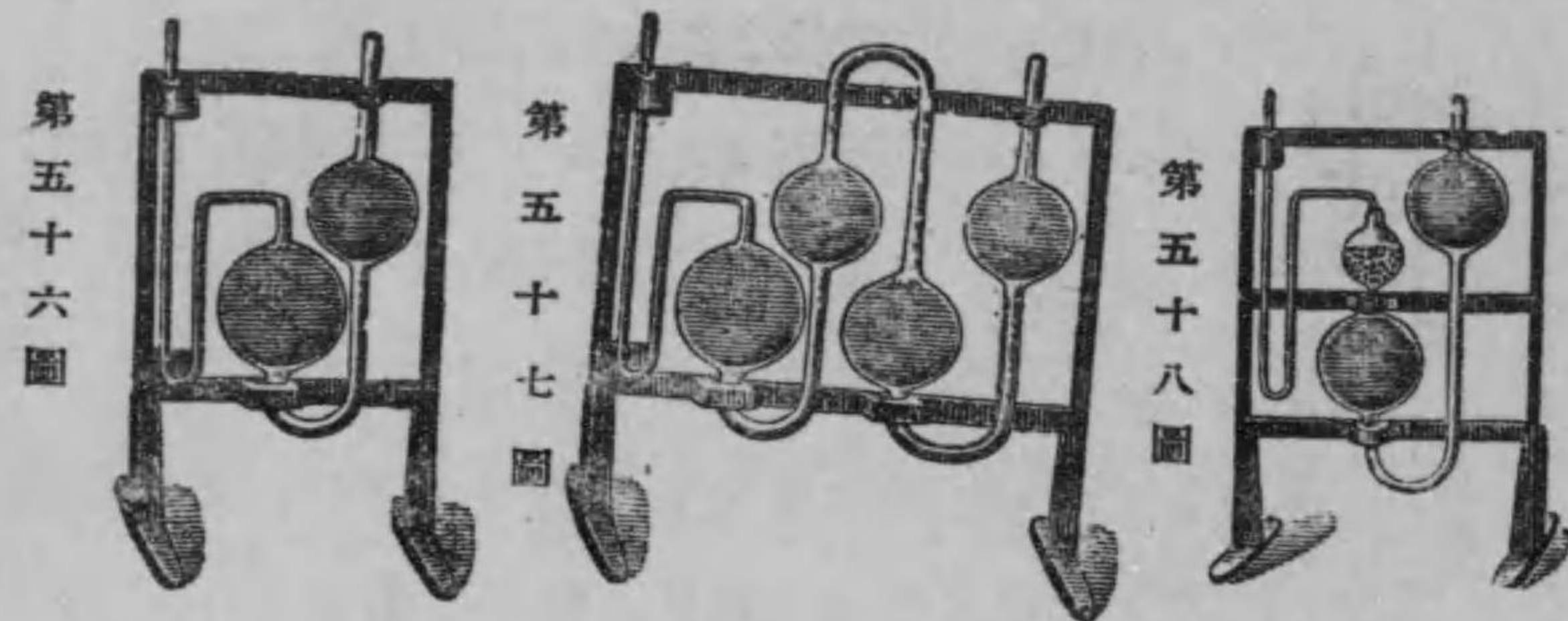


字管に連る空氣管を装入せり。

此の装置の使用法は

「ヘンベル」氏瓦斯「ビベット」

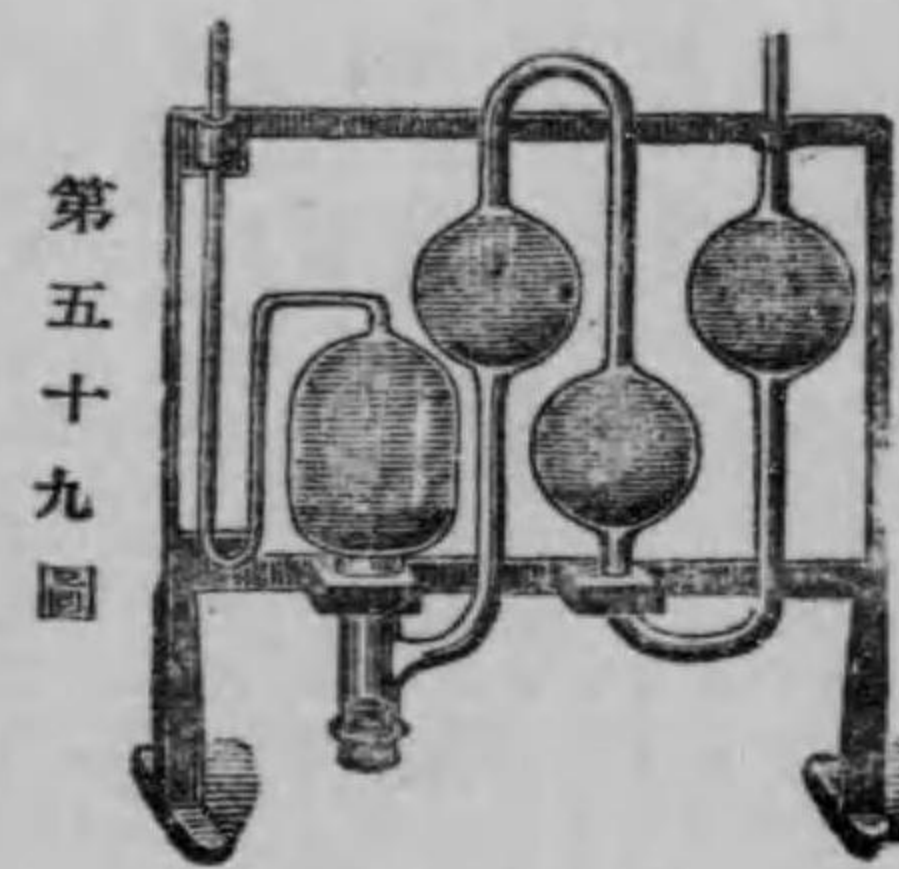
第五十六圖乃至第六十圖に示す
如き形狀にして第五十六圖は單式「ビベット」にして吸収劑が



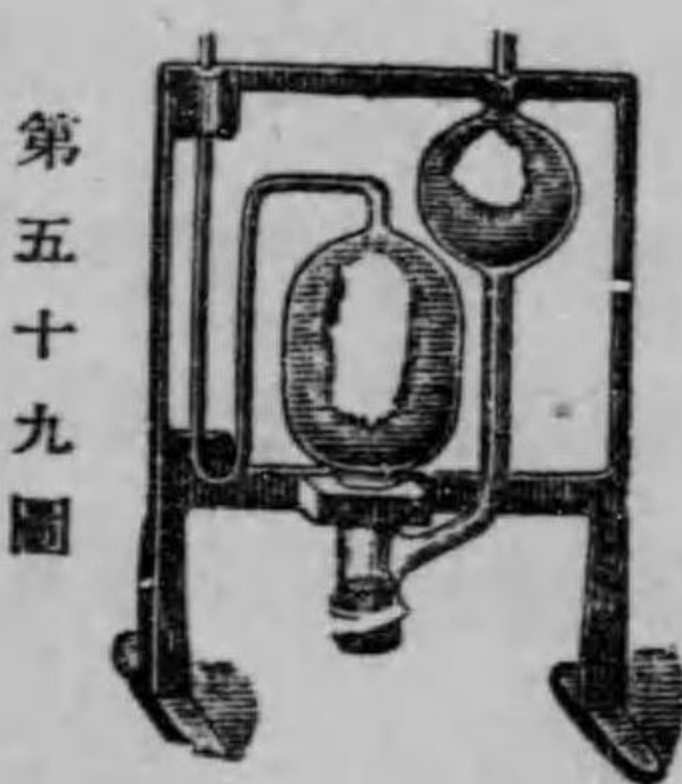
第五十六圖

第五十七圖

第五十八圖

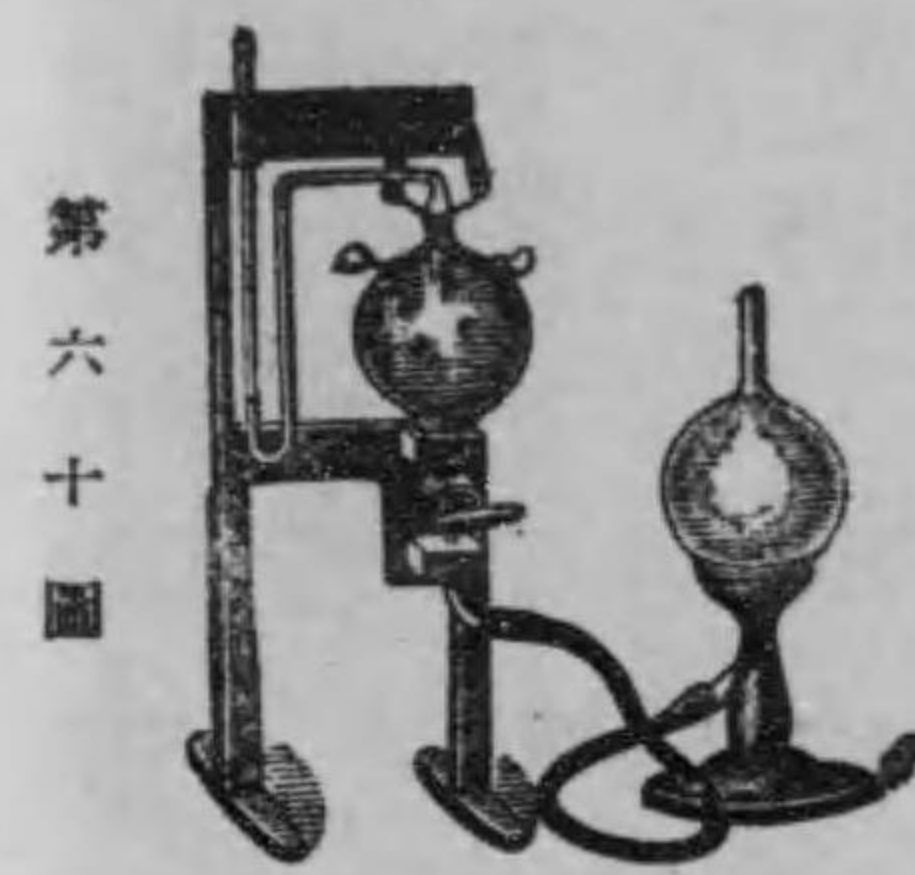


第五十九圖

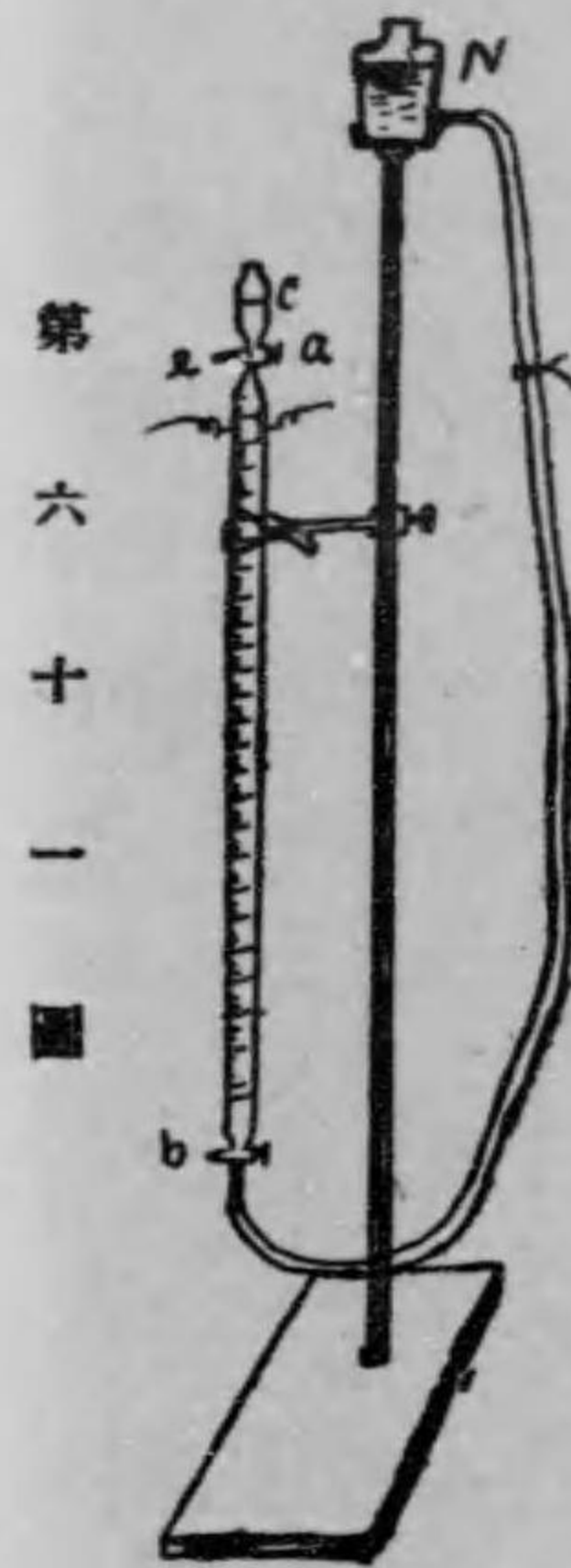


第五十九圖

空氣に接觸するも著しく變化を被らざるもの假へば KOH に用うが如し
 第五十七圖は複式「ピベット」にして空氣の爲めに變化し易き吸收劑を假令ば焦性没食子酸「アルカリ」溶液、鹽化第一銅の「アンモニア」又は酸性溶液等を充すに用ゐられ左方の二球に吸收劑を右方の二球には水を入れて大氣を遮斷す第五十八圖は上部小球内に硝子破片を入れたるものにして發烟硫酸を入れるに用ゐらる此の吸收劑は他のものに比し吸收緩漫なる故に觸接面を増大して吸收し易からしむ第五十九圖に示すものは球の下方開放せられ燐の如き固體の吸收劑を用うる場合に使用せらる 黃磷を填充するには先づ「ピベット」を倒に



第六十圖



第六十一圖

し圓筒球に蒸溜水を滿し然る後黃磷を投入し栓を施して原位置に復す。

第六十圖は爆發「ピベット」にして球の頂上部に二本の白金線を相對して融著し其の先端は殆んど相接

す之れは電流を通じて火花を發せしむるものなり此の「ピベット」は通常水銀を填充す。

「アンテ氏ピュレット」第六十一圖に示す如くにして此装置の異なる所は測定管内に於て瓦斯の吸收及爆發を行はしむるにあり圖中 a, b. の間は測定管にして 100-115c.c. あり 1c.c. を五乃至十等分せる目盛りあり (a) は三方「コック」にして (b) は普通の「コック」なり (c) は約 30 c.c. を容るゝ杯にして (N) は壓力瓶なり「ピュレット」

下端と壓力瓶とは長き護謨管にて接続せらる。

此の装置を使用するには更に第六十二圖の如き吸瓶 F を準

第六十二圖



備す長短二本の硝子管を貫きたる栓をなし
h.g. 護謨管を付す瓶内には少許の水を入れ
置くものとす

此の装置を用ひて操作を行ふには先づ壓力

瓶 N と接続し a, b の「コック」を開きて水を漏斗 C の標線迄充し次に(a)栓の尖端(e)を瓦斯試料に連結し壓力瓶を下げて a 栓を廻轉し瓦斯試料を「ビュウレット」内に吸入す
然して試料を 100 より少し多く取り(a)栓を廻轉して閉ぢ壓力瓶を上げて瓦斯を壓縮して丁度 100 c.c. の印線に来る如くなし(b)栓を閉ぢ次に(a)を注意して廻すときは「ビュウレット」中に壓搾せられたる幾分の瓦斯は(c)の水中を潜りて逸散す此時の瓦斯の壓力は大氣壓と漏斗中の水柱の壓力との和なる故に以下の測定には必ず同壓の下にて行ふべし。

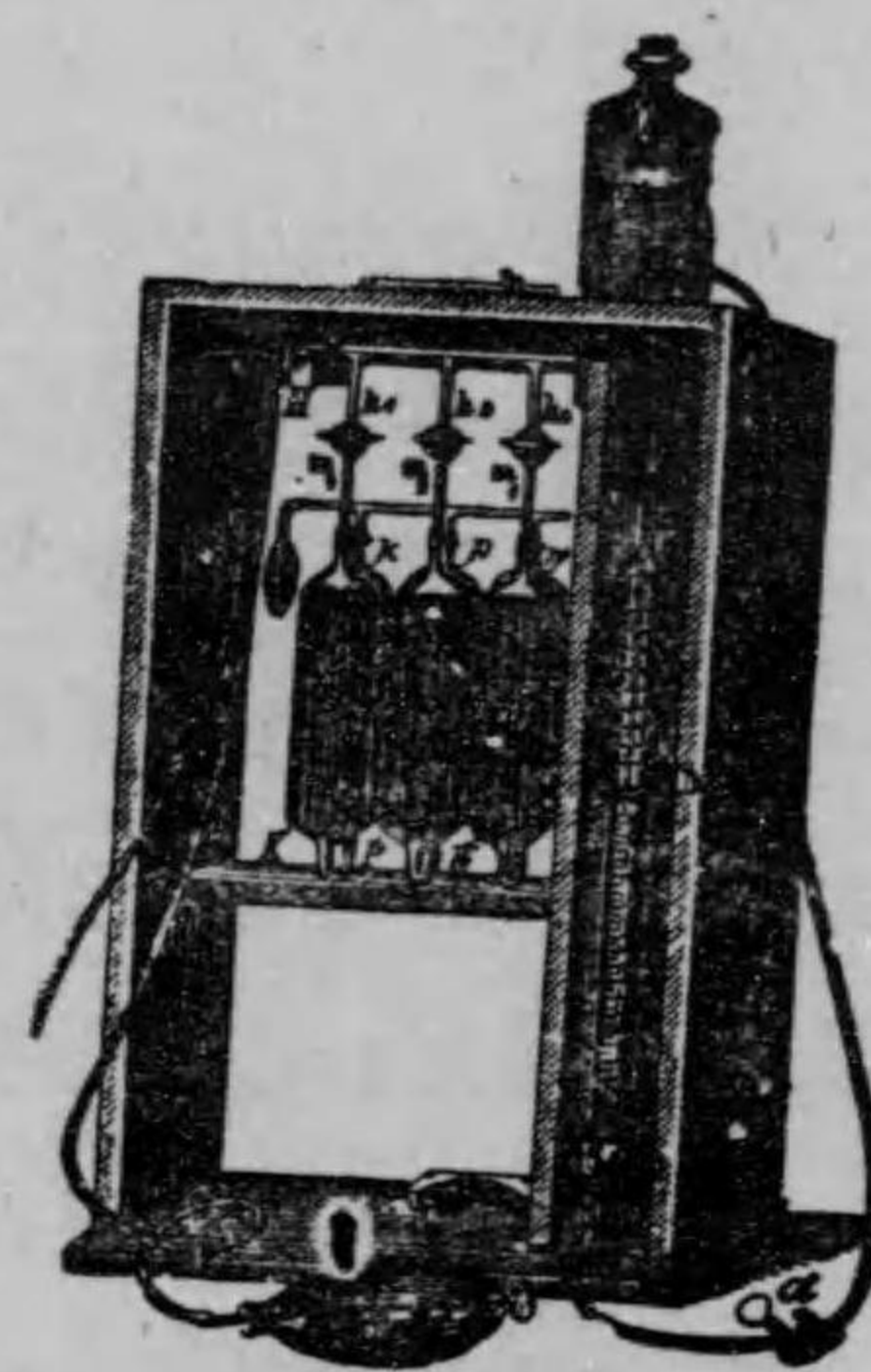
吸収劑を「ビュウレット」中に装入せんには下端を吸壺の護謨管(h)に接続す吸壺(F)には豫め少量の水を入れ置き護謨管(g)より空氣を吹き込み(h)管に水を溢れしめて此護謨管を摘み「ビュウレット」の下端に箝結し(g)を口にて吸ひ(b)栓を開くときは「ビュウレット」中の水は(F)内に流出して水面は(b)栓に近くなりし時之を閉ぢて吸壺と連結する護謨管を取外す

吸収劑は小皿に盛りて「ビュウレット」下端にあてがひ(b)栓を開く時は吸収劑を吸入す吸収劑の量餘りに少き時は空氣を吸入する恐れある故に充分多量を小皿に入れ置くべく吸収劑の吸入止まりたる時(b)を閉ぢ「スタンド」より取り外し a より上部と b より下部を握りて能く振盪して瓦斯を吸收せしめ後再び「ビュウレット」の下端を同じ吸収劑中に浸して b を開きて吸入せしむべし然して(h)栓を閉ぢ振盪し同じ操作を繰返し最早吸収劑を吸入せざるに至りて止む。

斯くして殘留瓦斯の容積を此の儘にて測定するときは「ビュウレット」内の瓦斯壓力水面及び比重の相異並に吸収劑の蒸氣張力の爲め最初のとくと異なり居るを以て上部の漏斗 C に水を入れ(a)栓を開き次で(b)栓を開くときは(c)中の水は「ビュウレット」中に流入し吸収劑は下端より流出し瓦斯は水にて洗滌せらるべしこの洗滌の程度は流出水が使用せし吸収劑により酸性又は「アルカリー」性を呈せざるに至る迄とす斯く洗滌終りたらば先づ(b)栓を閉ぢ漏斗(c)の標線迄水を入れるときは最初と同じき壓力となる故に(a)栓を閉ぢ目盛りを見て殘留瓦斯の量とす之を最初の量より減じたる差を以て吸收されたる瓦斯量となす。

以下順次に異なる吸収剤を用ひて各吸収されたる量を測定す
 低壓測定法 瓦斯容量の測定を精確ならしめんが爲に常に
 水銀柱 200mm 餘の低壓の下に其容積を測定する目的を以て
 作られたる装置あり即ち「リヂア」瓦斯分析装置「ボーン」及び
 「ホイラー」瓦斯測定装置等是れなり然れども此等は複雑なる
 装置にして工業的には實用せられざると而も常壓に於て行ひ
 たる成績に比し著しき相違なければ本書には之を省くことゝ

第
六
十
三
圖

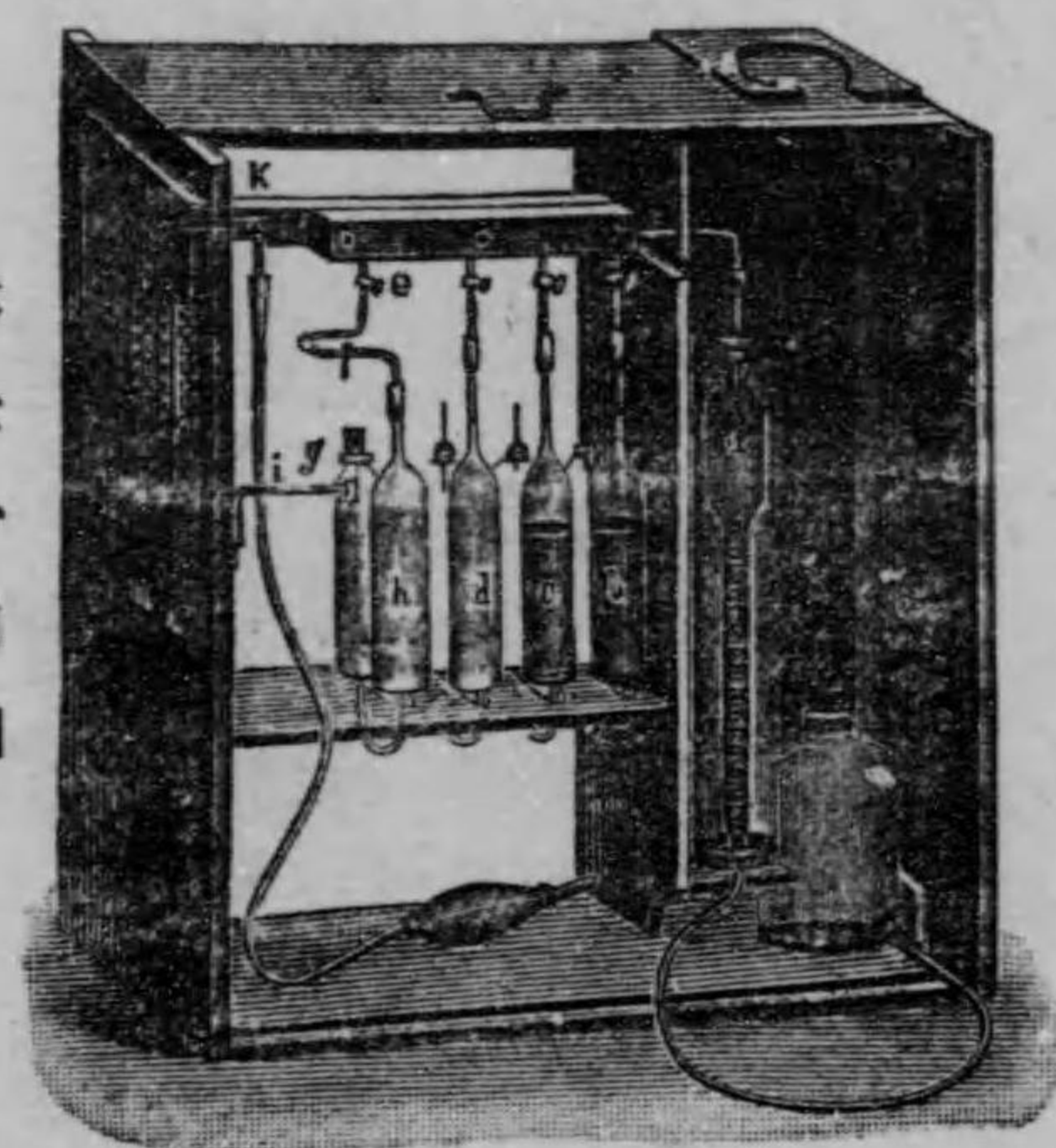


せり
 オルサツト瓦斯分析装置 本装
 置は第六十三圖の如き構造にし
 て専ら煙道廢氣の分析を迅速に
 なすの目的に使用せらるゝも亦
 燃料瓦斯を分析せんが爲めに第
 六十四圖に示す如く特種の吸収
 管と媒觸劑を入るゝ管を備へた
 るものあり。

第六十三圖は一個の箱内に水套を有する測定管及之に連なる
 壓力瓶、毛細管には三方「コック」及三個の枝管には h_1 h_2 h_3
 の「コック」を具へ K. P. Y. は「オルサツト」吸収管にし

て護謨を以て毛細管に接続せらる三方「コック」の一方は外
 氣に一方は U 字管に通ず、U 字管には鹽化「カルシウム」又は
 硝子球若くは鋸屑等を充たして瓦斯中より來る「タール」水分
 及塵を濾過するの用に供す此の管の他の一方には硝子管 i を
 接続して試料の取入をなす吸尿管は右より 苛性加里は焦性沒
 食子酸鹽化銅の溶液を充す吸尿管の後端には護謨袋を付し吸

第
六
十
四
圖



收劑を空氣に觸れしめざ
 るの用をなす
 第六十四圖は前者に比し
 吸尿管の數を増加したる
 に過ぎず最も左側に位す
 る吸尿管と毛細管の間に
 屈曲せる硝子管あり此の
 中には「酸化パラジウム」
 を入れたる臺上に酒精

燈を置きて此の管を熱しつゝ瓦斯を通過せしむるものとす瓦
 斯中に水素の存在するときは水素は水となり容積を減するが
 故に測定管に戻して其の減量を測りて水素の量とす。

第六節

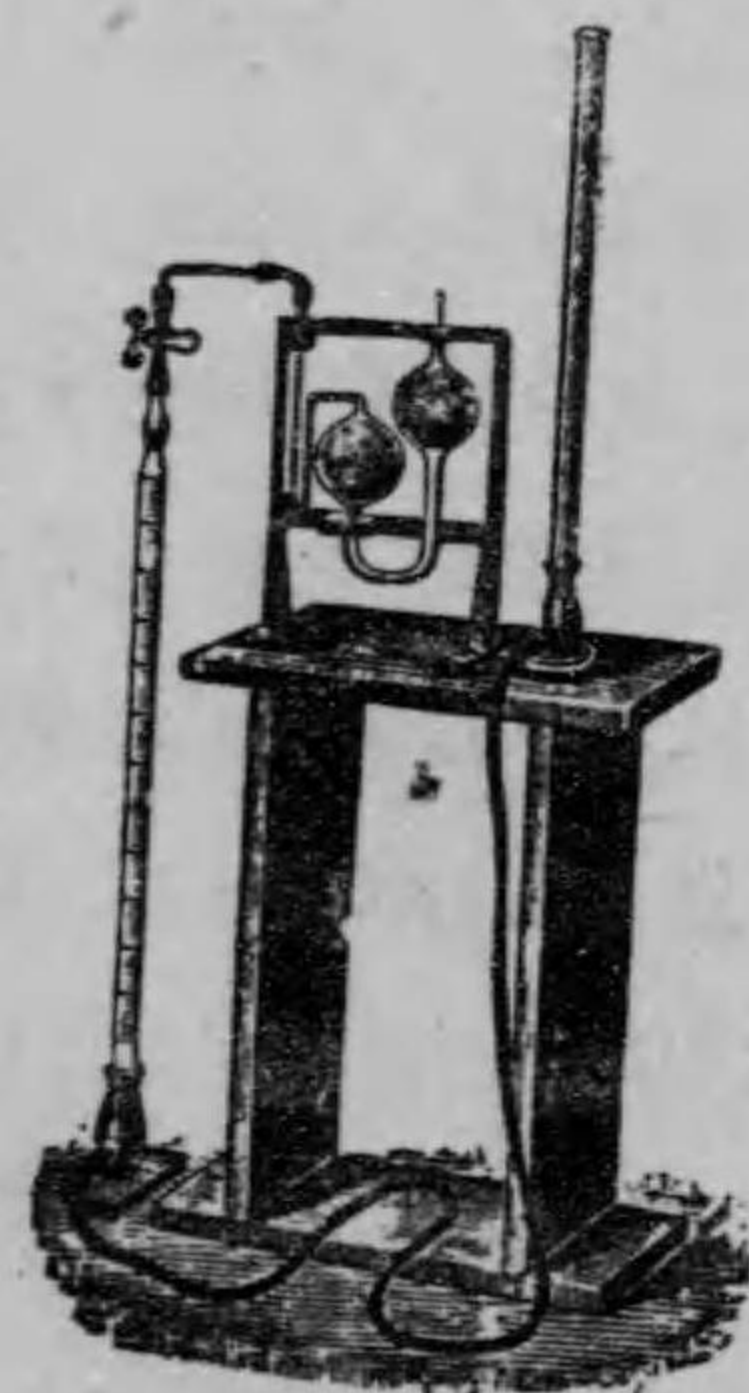
石炭瓦斯分析法

第六十五圖



石炭瓦斯分析法「ヘンベル」装置を用ひて石炭瓦斯に水性瓦斯を混合したるものゝ實驗を示して其分析法を説明すべし
測定管及壓力管に入れたる水は試験すべき瓦斯を以て豫め飽和し置き壓力管を上げて水を測定管の頂上毛細管及之に付したる短かき護謨管内に溢れしめ「ピンチコック」にて護謨を閉ぢ試験瓦斯と毛細管にて接続し「ピンチコック」を開き壓力管を下げて 101 c.c.

第六十六圖



餘を採り一度「ピンチコック」を閉ぢ壓力管を上げて瓦斯を壓迫し測定管の水面を 100 の標線に至らしめ測定管の下部に於て護謨管を指にて摘み他の手にて注意して「ピンチコック」を開き直ちに閉づるときは精密に 100 c.c. を採取し得べし斯く試料の採取をなしたれば彎曲せる毛細管を以て測定管と苛性曹達液を充したる瓦

斯「ビベット」に接続す（何れの「ビベット」も常には吸収劑を毛細管部の上端迄押し上げ「ゴム」管を毛細管又は吸収劑を入るゝ方の管に締め置きて栓をなし置くときは吸収劑が空氣に觸れる事を妨ぐのみならず測定管と直に接続し得らるべし）壓力管を上げて「ピンチコック」を開き瓦斯を毛細管を経て「ビベット」に送入し測定管の水が「ビベット」の毛細 U 字管に達したるとき「ピンチコック」を閉ぢ接続のまゝにて靜かに五分間振動して後「ビベット」内の瓦斯を測定管に戻し吸収劑が最初にあつたる位置迄來りし時「ピンチコック」を閉ぢ測定管の内壁に附着せる水分落ちたる時壓力管の水面と合せて瓦斯の容量を読みたるに 97.8 c.c. …… = 2.2% CO_2 …… 炭酸次に臭素水を入れたる「ビベット」に代へ同様の操作をなして一旦測定管に戻し更に苛性曹達の「ビベット」に移動し吸収すべきものを吸収せしめたる後測定管に戻し内壁に附着せる水の充分落付きたる時壓力管の水面を合せて此の殘留瓦斯の容積を検したり 93.0 c.c. …… = 4.8% C_2H_2 …… 重炭化水素之を焦性没食子酸「アルカリー」溶液を充たしたる「ビベット」に移し吸収せしめたる後測定管に引戻し内壁に附着せる水の落ちたる時壓力管の水面を合せこの容積を検したるに