

始

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 80 1 2 3 4 5

新撰化學

財團法人
工業教育振興會

350

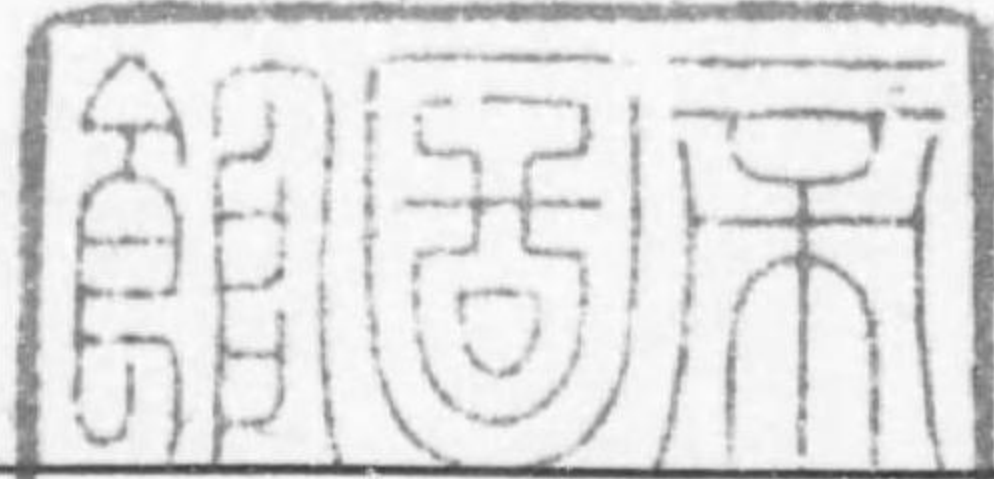
674

原子量表

昭和十年(1935)

原子番号	元素名	記號	原子量	原子番号	元素名	記號	原子量
1	水素	H	1.0078	47	銀	Ag	107.880
2	ヘリウム	He	4.002	48	カドミウム	Cd	112.41
3	リチウム	Li	6.940	49	インヂウム	In	114.8
4	ベリリウム	Be	9.02	50	錫	Sn	118.70
5	硼素	B	10.82	51	アンチモン	Sb	121.76
6	炭素	C	12.000	52	テルル	Te	127.5
7	窒素	N	14.008	53	碘素	I	126.92
8	酸素	O	16.0000	54	キセノン	Xe	131.3
9	弗素	F	19.00	55	セシウム	Cs	132.81
10	ネオン	Ne	20.183	56	バリウム	Ba	137.36
11	ナトリウム	Na	22.997	57	ランタン	La	138.92
12	マグネシウム	Mg	24.32	58	セリウム	Ce	140.13
13	アルミニウム	Al	26.97	59	プラセオヂム	Pr	140.92
14	珪素	Si	28.06	60	ネオヂム	Nd	144.27
15	磷	P	31.02	61	イリニウム	Il	—
16	硫黄	S	32.06	62	サマリウム	Sm	150.43
17	塩素	Cl	35.457	63	ユーロビウム	Eu	152.0
18	アルゴン	A	39.944	64	ガドリニウム	Gd	157.3
19	カリウム	K	39.10	65	テルビウム	Tb	159.2
20	カルシウム	Ca	40.07	66	ヂスプロシウム	Dy	162.46
21	スカンジウム	Sc	45.10	67	ホルミウム	Ho	163.5
22	チタン	Ti	47.90	68	エルビウム	Er	167.64
23	ヴァナヂウム	V	50.95	69	ツリウム	Tm	169.4
24	クロム	Cr	52.01	70	イテルビウム	Yb	173.5
25	マンガン	Mn	54.93	71	ルテシウム	Lu	175.0
26	鐵	Fe	55.84	72	ハフニウム	Hf	178.6
27	コバルト	Co	58.94	73	タンタル	Ta	181.4
28	ニッケル	Ni	58.69	74	ウォルフラム	W	184.0
29	銅	Cu	63.57	75	レニウム	Re	186.31
30	亜鉛	Zn	65.38	76	オスミウム	Os	190.8
31	ガリウム	Ga	69.72	77	イリヂウム	Ir	193.1
32	ゲルマニウム	Ge	72.60	78	白金	Pt	195.23
33	砒素	As	74.93	79	金	Au	197.2
34	セレンウム	Se	79.2	80	水銀	Hg	200.61
35	臭素	Br	79.916	81	タリウム	Tl	204.39
36	クリプトン	Kr	83.7	82	鉛	Pb	207.22
37	ルビヂウム	Rb	85.44	83	錒	Bi	209.00
38	ストロンチウム	Sr	87.63	84	ポロニウム	Po	—
39	イットリウム	Y	88.92	85	—	—	—
40	ジルコニウム	Zr	91.22	86	ラドン	Rn	222.
41	ニオブウム	Nb	93.3	87	—	—	—
42	モリブデン	Mo	96.0	88	ラヂウム	Ra	225.97
43	マスリウム	Ma	—	89	アクチニウム	Ac	—
44	ルテニウム	Ru	101.7	90	トリウム	Th	232.12
45	ロヂウム	Rh	102.91	91	プロトアクチニウム	Pa	—
46	パラヂウム	Pd	106.7	92	ウラニウム	V	238.14

特218
353



新撰化學

財團法人

工業教育振興會



緒 言

1. 本書は中等工業学校の化学教科書として編纂したものであるが、また他の中等学校に於ても使用し得るやうに意を用ひた。

2. 教材の排列は學問上の體系に捉はれないで、日常親しく接觸する事物現象から入り、進んで學理を會得させるやうに勉めた。従つて、多くの場合に先づ教師の實驗によつて、一現象を觀察させ、然る後これを説明するやうにした。

3. 化学の應用方面はこれに重きを置き、基礎知識と連絡して授くるやうに排列し、最近に發達した工業も勉めて記述した。

4. 本書の教材の了解を容易ならしめるために、數多の寫眞版を挿入した。これ等は東京市水道局、及び諸化学工業會社の御好意により撮影したものである。

5. 初めて化学を學ぶ者でも、一讀して文意がよく解るやうに文章を平易にし、豫習復

習に便利なやうにした。

昭和十年十一月

財団法人 工業教育振興會

新撰化學

目次

第一篇 非金屬

第一章 空氣 酸素 窒素

第一節 空氣

1. 空氣…………… 1
2. 空氣の組成…………… 1
3. 液體空氣…………… 2

第二節 酸素 窒素

1. 製法…………… 3
2. 性質…………… 4
3. 化學的變化と物理的
變化…………… 5
4. 酸素の用途…………… 6
5. オゾン…………… 8
6. 窒素…………… 9

第二章 水素 水

1. 水素……………10
2. 水……………13
3. 水の清淨法……………14
4. 水の組成……………16

5. 過酸化水素……………17

第三章 元素 化合物

1. 元素……………17

第四章 炭素

1. 炭素…………… 20
2. 結晶炭素……………20
3. 無定形炭素……………21
4. 炭素の性質……………24
5. 同素體……………25

第五章 炭酸ガス 酸化

炭素

1. 炭酸ガス……………26
2. 炭酸ガスの製法……………28
3. 炭酸ガスの性質 用
途……………28
4. 酸化炭素……………30
5. 質量不變の定律……………31
6. 定比例の定律……………32

第六章 焰	1, 鹽化水素……………53
1. 焰……………33	2. 鹽酸……………54
2. 焰の構造……………33	第十章 沃素 臭素 弗素
3. 燃焼と温度……………34	1. 沃素……………57
4. 發火點……………36	2. 臭素 弗素……………58
第七章 分子 原子	3. ハロゲン元素……………58
1. 分子 原子……………37	4. ハロゲン化水素……………59
2. アボガドロの假説……………38	第十一章 アムモニア
3. 氣體反應の定律……………39	1. アムモニア……………61
4. 分子量 原子量……………40	2. アムモニアの合成……………63
5. 瓦分子(モル)……………41	3. 鹽化アムモニウム……………64
第八章 化學記號 化學方程式	第十二章 硝酸
1. 元素の記號……………41	1. 硝酸……………66
2. 分子式……………42	2. 窒素の酸化物……………68
3. 化學方程式……………43	3. 倍數比例の定律……………70
4. 化學方程式の應用……………45	第十三章 硫黃及び其化合物
5. 原子價……………46	1. 硫黃……………71
6. 構造式……………47	2. 亞硫酸ガス……………74
7. 元素の當量……………48	3. 無水硫酸……………75
第九章 鹽素 鹽化水素	4. 硫酸……………76
第一節 鹽素	5. 硫化水素……………80
1. 鹽素の製法……………49	6. 二硫化炭素……………82
2. 鹽素の性質……………50	第十四章 酸 鹽基 鹽
3. 鹽素の用途……………52	1. 基(根)……………83
第二節 鹽化水素	

2. 酸……………84	2. 電解……………93
3. 鹽基……………84	3. イオンの反應……………94
4. 中和 鹽……………85	第十七章 燐 砒素
5. 酸及びアルカリの當量……………86	1. 燐……………96
第十五章 溶液 酸及びアルカリの定量	2. 燐酸 過燐酸肥料……………98
1. 溶液……………87	3. 砒素……………99
2. 溶液の濃さ……………88	4. アンチモン……………100
3. 酸及びアルカリの定量……………89	5. 窒素族元素……………100
第十六章 電離 電解	第十八章 珪素 硼素
1. 電離……………90	1. 珪素……………101
	2. 無水珪酸……………101
	3. その他の珪素化合物……………104
	4. 硼酸及び硼砂……………104

第二篇 金屬

第一章 金屬總論	1. 金屬のイオン化傾向……………108
第一節 金屬と非金屬	2. 金屬の化學的性質とイオン化傾向……………110
第二節 金屬の物理的性質	第四節 金屬の製法
1. 光澤及び色……………106	1. 金屬の所在……………110
2. 比重……………106	2. 金屬の製法……………111
3. 電氣及び熱の傳導……………107	第五節 合金
4. 融點……………107	1. 合金……………112
5. 展性 延性……………108	2. 合金の性質……………112
第三節 金屬の化學的性質	

第二章 元素の週期律

第三章 銅

1. 銅…………… 117
2. 酸化銅…………… 119
3. 硫酸銅…………… 119
4. 銅の電解精錬…………… 120

第四章 銀 金 白金

1. 銀…………… 120
2. 硝酸銀…………… 121
3. 鍍銀法…………… 122
4. ハロゲン化銀…………… 123
5. 金…………… 125
6. 白金…………… 126

第五章 亜鉛 水銀

1. 亜鉛…………… 127
2. 酸化亜鉛…………… 128
3. 水銀…………… 129
4. 鹽化第二水銀…………… 130
5. 硫化第二水銀…………… 130

第六章 錫 鉛

1. 錫…………… 131
2. 鹽化第一錫…………… 131
3. 鉛…………… 132
4. 鉛の酸化物…………… 132
5. 鉛白…………… 133

第七章 アルミニウム

1. アルミニウム…………… 134
2. 酸化アルミニウム…………… 137
3. 水酸化アルミニウム…………… 137
4. 明礬…………… 138
5. 陶土 粘土…………… 138

第八章 鐵 ニツケル

コバルト

1. 鐵…………… 141
2. 鐵の種類…………… 143
3. 鐵の酸化物…………… 146
4. 鐵の錯鹽…………… 147
5. ニツケル…………… 148
6. コバルト…………… 149

第九章 クロム マンガ

ン

1. クロム…………… 149
2. マンガン…………… 150

第十章 マグネシウム

カルシウム

1. マグネシウム…………… 151
2. カルシウム…………… 153
3. 炭酸カルシウム…………… 153
4. 酸化カルシウム及び
水酸化カルシウム…………… 155
5. 漂白粉…………… 156
6. 鹽化カルシウム…………… 157

7. 硫酸カルシウム…………… 157
8. 炭化カルシウム…………… 158
9. 硬水…………… 159
10. アルカリ土金屬…………… 160

第十一章 ナトリウム

カリウム

1. ナトリウム…………… 160
2. 食鹽…………… 161
3. 炭酸ソーダ…………… 163
4. 重炭酸ソーダ…………… 165
5. 苛性ソーダ…………… 166
6. その他のナトリウム
化合物…………… 166
7. カリウムとその化合
物…………… 167

8. アルカリ金屬…………… 169

第十二章 金屬化合物の

一般性質

1. 酸化物と水酸化物…………… 169
2. 炭酸鹽…………… 170
3. 硫酸鹽…………… 170
4. 硝酸鹽…………… 170
5. 鹽化物…………… 170
6. 硫化物…………… 171

第十三章 稀有元素

1. 稀有ガス…………… 171
2. 稀有金屬…………… 171
3. ラヂウム…………… 172
4. 原子の構造…………… 174

第三篇 有機化合物

總論

1. 有機化合物…………… 176
2. 有機化合物の成分元
素…………… 177

第一章 炭化水素

1. メタン…………… 177
2. メタン置換體…………… 178
3. アセチレン…………… 179

4. 炭化水素…………… 181

5. 石油…………… 181

第二章 アルコール エ

ーテル

1. メチルアルコール…………… 186
2. エチルアルコール…………… 187
3. 酒精醱酵…………… 188
4. アルコールの構造式…………… 189

5. グリセリン……………	190
6. エーテル……………	191
第三章 アルデヒド	
ケトン	
1. アルデヒド……………	193
2. アセトン……………	194
第四章 有機酸 エステル	
ル	
1 有機酸……………	195
2. 蟻酸 醋酸……………	196
3. 脂肪酸……………	197
4. エステル……………	197
5. 蔞酸 酒石酸 枸橼酸……………	193
第五章 油脂	
1. 油脂……………	200
2. 石鹼……………	201
3. 蠟……………	203
第六章 炭水化物	
1. 葡萄糖 果糖……………	203
2. 蔗糖……………	204
3. 麦芽糖 乳糖……………	206
4. 澱粉……………	206
5. 纖維素……………	207
6. ニトロセルローズ…	209

第七章 コールタール ベンゼン及び其 誘導體

1. コールタールの分溜	212
2. ベンゼン……………	213
3. ニトロベンゼン ア ニリン……………	214
4. 石炭酸 クレゾール	215
5. サリチル酸……………	215
6. ビクリン酸 三ニト ロトルエン……………	216
7. タンニン 没食子酸	216

第八章 ナフトレン 青 藍 アントラセ ン アリザリン

1. ナフトレン……………	218
2. 青藍……………	219
3. アントラセン アリ ザリン……………	219
4. 染料……………	220

第九章 テルペン類 彈 性ゴム

1. テレピン油……………	222
2. 樟腦……………	222
3. 薄荷腦……………	223
4. 彈性ゴム……………	223

第十章 アルカロイド

1. アルカロイド……………	224
2. ニコチン……………	225
3. カフェイン……………	225
4. モルフィン……………	225
5. コカイン……………	226
6. キニン……………	226
7. ストリキニン……………	226

第十一章 蛋白質

1. 蛋白質……………	227
2. 動物性蛋白質……………	227
3. 植物性蛋白質……………	228

4. 蛋白質の反應……………	229
----------------	-----

第十二章 膠質溶液

1. 膠質溶液……………	230
2. 膠質溶液の性質……………	231
3. 透析……………	231
4. 膠質化學……………	231

第十三章 食物

1. 栄養素……………	232
2. 栄養價……………	232
3. ヴィタミン……………	233
4. 腐敗 防腐……………	236

第十四章 人生と化學

新撰化學

第一篇

非金屬

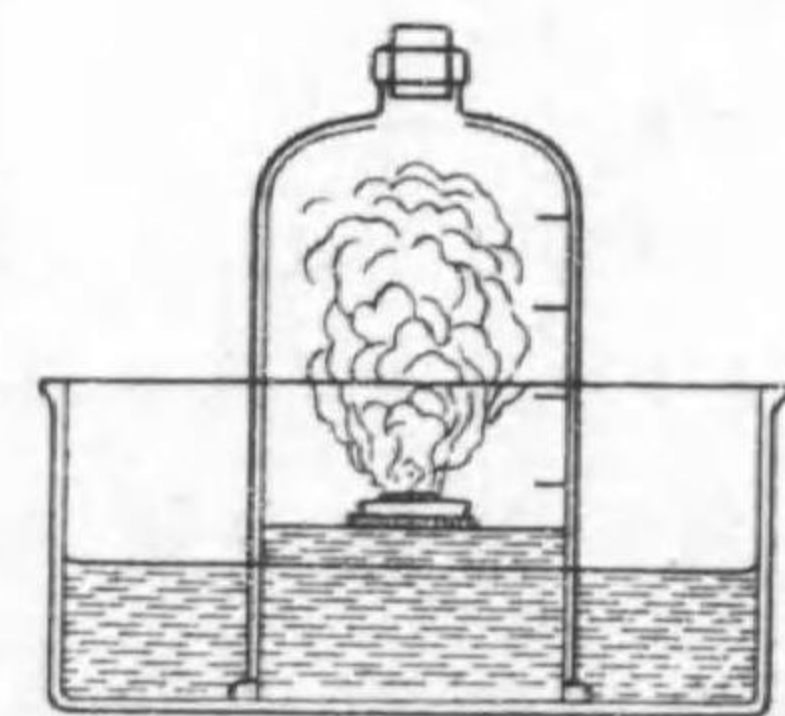
第一章 空氣 酸素 窒素

第一節 空氣

1. 空氣 空氣は吾等の地球を包む無色・無味・無臭の氣體で、その1立の重さは地上では1.293瓦であるが、高處に昇るにつれて稀薄となるから、その重さも減つてくる。生物は空氣を呼吸して生活し、薪炭・油などの燃えるのも空氣があるからである。

2. 空氣の組成

【實驗】 黃磷の小片を小皿に入れて水に浮べ、これを硝子鐘で覆ひ、磷に點火して直ぐ上口に栓をすると、磷は燃えて白煙を生じ、その白煙がだんだん水に溶け去ると、水はだんだん鐘内に上り、遂に鐘の内容の $\frac{1}{5}$ を充たすやうになる。この時鐘の内外の水面が



第1圖 黃磷を燃やして空氣の組成を知る

同一となるまで、水を水槽に入れてから栓を取り、鐘内に点火した蠟燭を下すと、火は直ぐに消える。

この実験によつて、空気は物を燃やすに必要な氣體の1容積と、物を燃やすことのできない氣體の4容積から成つてゐることが解る。前者は酸素であり、後者は大體窒素である。

空 氣 の 組 成

成分	組成	容積組成	重量組成
窒 素		78.06	75.5
酸 素		21.00	23.2
アルゴン など		0.94	1.3

空 氣 中 に は こ の 外 に 少 量 の アル ゴ ン や 微 量 の ネ オ ン ・ ヘ リ ウ ム ・ ク リ プ ト ン 及 び キ セ ノ ン な ど を 混 じ て ゐ る 。 又 水 蒸 気 ・ 炭 酸 ガ ス な ど も 僅 か に 混 入 し て ゐ る が 、 そ の 分 量 は 時 と 處 と に よ つ て 異 る 。

アルゴンは空気の容積の $\frac{1}{100}$ 、ネオンは約 $\frac{1}{60000}$ 混じてゐるが、これ等は空気から分離して、前者はガス入電球に、後者はネオンサインに應用されてゐる。

3. 液體空氣 空気を大きい壓力で押し縮めて、同時に低い溫度に冷やすと、遂に液體となる。これを液體空氣といふ。液體空氣

は淡青色の液體で、通常 $-183^{\circ}\text{C} \sim -196^{\circ}\text{C}$ の低溫度である。これを蓄へるには、外氣からの熱の傳導を防ぐために、デュワー器といふ硝子又は鐵でつくつて、二重壁の中間を眞空にしたものを用ひる。



第2圖 デュワー器中の液體空氣

液體空氣は空氣中で盛んに沸騰し、初めは沸騰點の低い窒素(-196°C)が出て、後に残るものは沸騰點の高い酸素(-183°C)であるから、工業的に空氣から酸素と窒素とを分離するにはこの理を應用する。



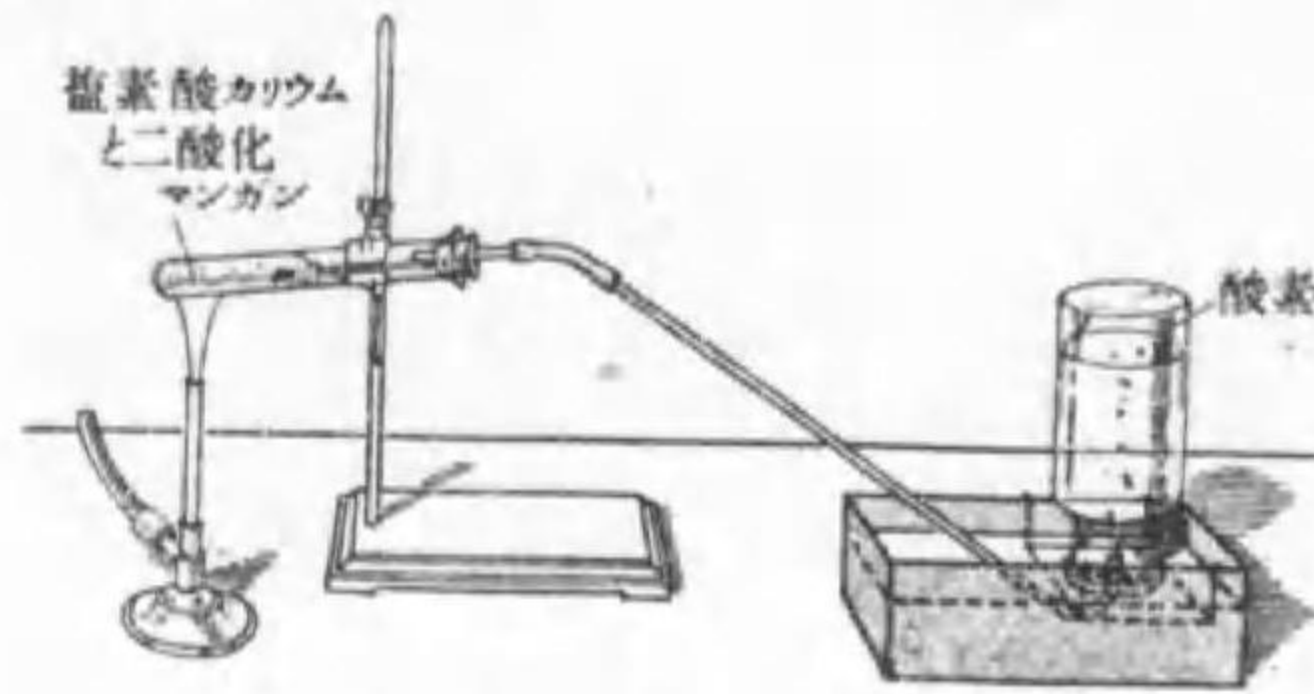
第3圖 氷塊の上にある鐵瓶中の液體空氣が盛んに沸騰する有様

液體空氣は實驗室では低溫實驗に利用され、工業上ではこれから酸素と窒素とを得る。また隧道・鑛山の爆破にも應用される。

第二節 酸 素 窒 素

1. 製法 酸素を製するには鹽素酸カリウムに二酸化マンガンを混ぜ、4圖のやうに

試験管に入れて徐々に熱する。鹽素酸カリ



第4圖 鹽素酸カリウムと二酸化マンガンとから酸素を製する

ウムばかりでは高温度でないと酸素を生じないが、二酸化マンガンを加へると低温

度でも容易に生ずる。

2. 性質 酸素は無色・無味・無臭の氣體で、その1立の重さは1.429瓦である。酸素を水と置き換へて集めるのは、水に多く溶けないからである。(常温では水の100c.c.中に0.6~0.7c.c.位溶ける) 魚類はこの僅かばかり水に溶けてゐる酸素を吸つて生活してゐる。

マッチの火を吹き消して、餘燼のあるものを酸素中に入れると直ちに點火する。點火した蠟燭・燐・硫黃

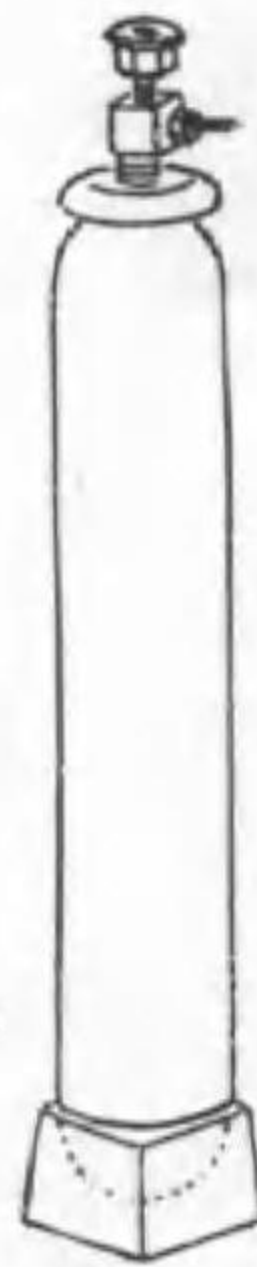


(1) (2) (3)
第5圖 酸素中で(1)蠟燭、(2)燐、(3)鐵線などの燃焼する有様

などを酸素中に入れると、空氣中に於けるよりも盛んに燃える。又赤熱した鐵の細い針金をこの氣體中に入れると、激しい光を放つて燃える。これ等の實驗によつて、酸素がよく物質を燃やす性質のあることが解る。

3. 化學的變化と物理的變化 木炭を燃やすと炭酸ガスとなる。かやうに或物質が性質の異つた他の物質に變化することを化學的變化といふ。しかるに白金線

を熱すると強い光を放つが冷却すると元の通りになる。かやうにその物質には變化がなく、ただ一時そ



酸素ポンプ



第6圖 ポンプに詰めた酸素

の性質が變化することを物理的變化といふ。

木炭と酸素とから炭酸ガスができ、鐵と酸

素とから酸化鐵ができるやうに、二つ以上の物質から新しい物質を生ずる化學變化を化合といひ、化合してできた物質を化合物といふ。もし化合する物質の一つが酸素である場合の化合を特に酸化といひ、酸化によつてできた物質を酸化物といふ。

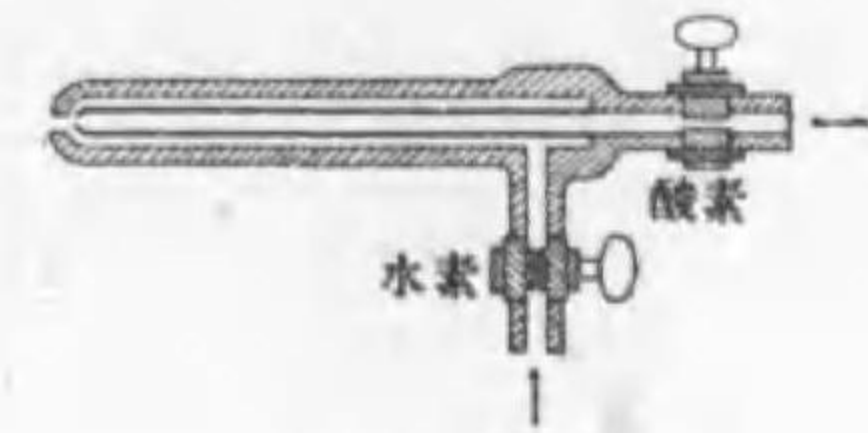
燐や硫黃などが急激に酸化するときには、熱を生じ光を放つ。かやうに化合の際に熱と光とを發する現象を、一般に燃焼といふ。物質の中には徐々に空氣中で酸化して光は放たないが、燃焼と同様な結果に達するものがある。動物の呼吸や、鐵の錆びることなどがそれである。

4. 酸素の用途 工業上に用ひられる酸素は液體空氣から分離するか、水を電解して製したものを 100~200 氣壓に壓縮し、鋼製の



第7圖 ラボアジエー(佛人)
(1743—1794)
燃焼の理を明かにした人で、その他にも化學上の偉業が多い

圓筒(ボンブ)に詰めて販賣される。酸素をアセチレンの焰や水素の焰の中に適當な装置で吹き送ると、非常な高温度の焰を生ずるから、鐵の切斷、熔接などに利用し、また水晶や白金などを融かすのにも用ひる。



第8圖
水素の焰中に酸素を送つて燃やす酸素吹管

酸素はまた吸入用として、高空に上昇する飛行家や、爆發した炭坑に入る坑夫などに携

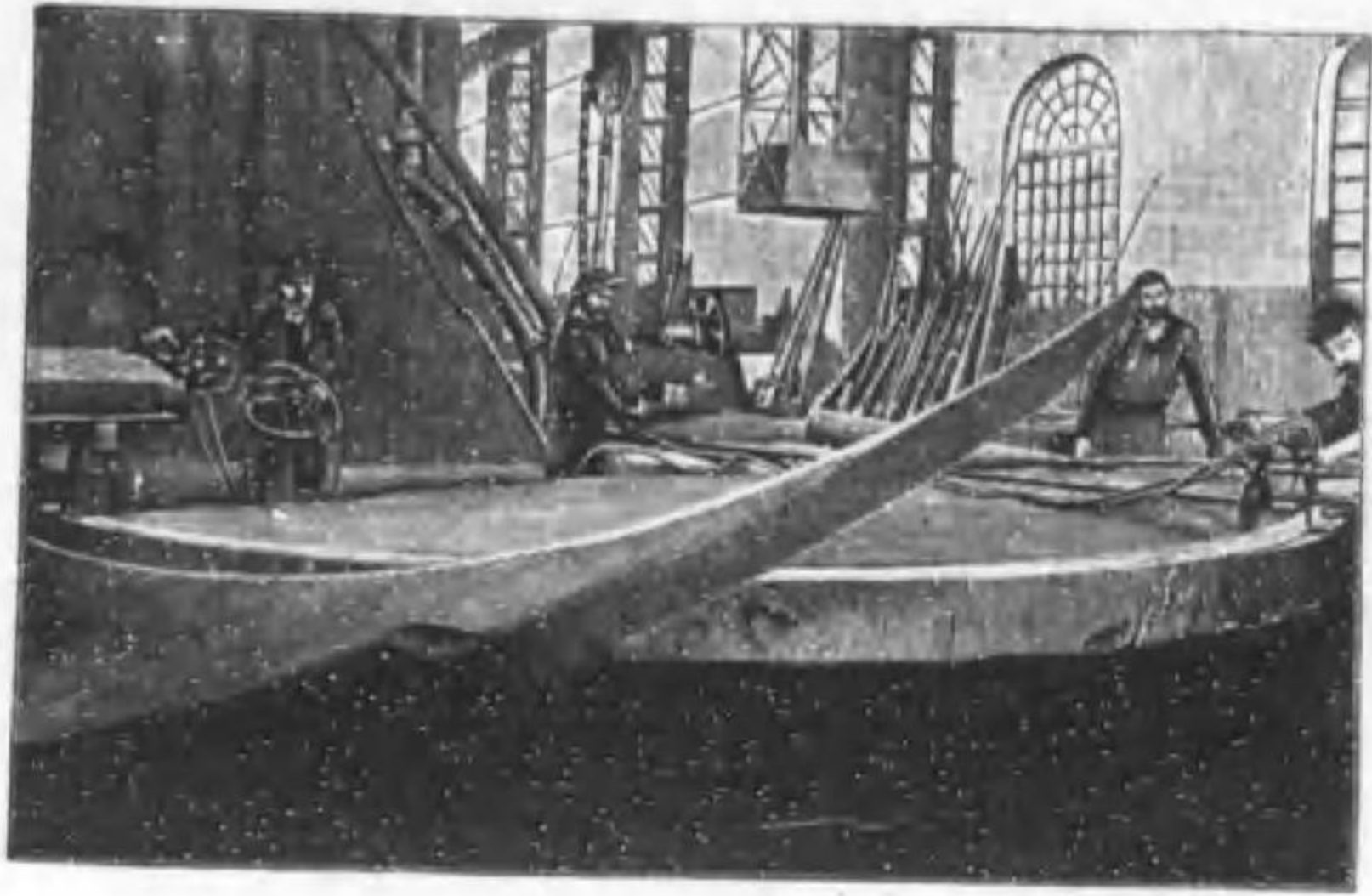


第9圖
酸素吸入装置を着けた坑夫 右は前面左は背面



第10圖
呼吸困難の病人が酸素を吸入する有様

帶させ、その他疲勞した競技運動家や、瀕死の病人などに吸入させる。



第11圖 酸素アセチレン焰で鐵板を切斷する有様

5. オゾン

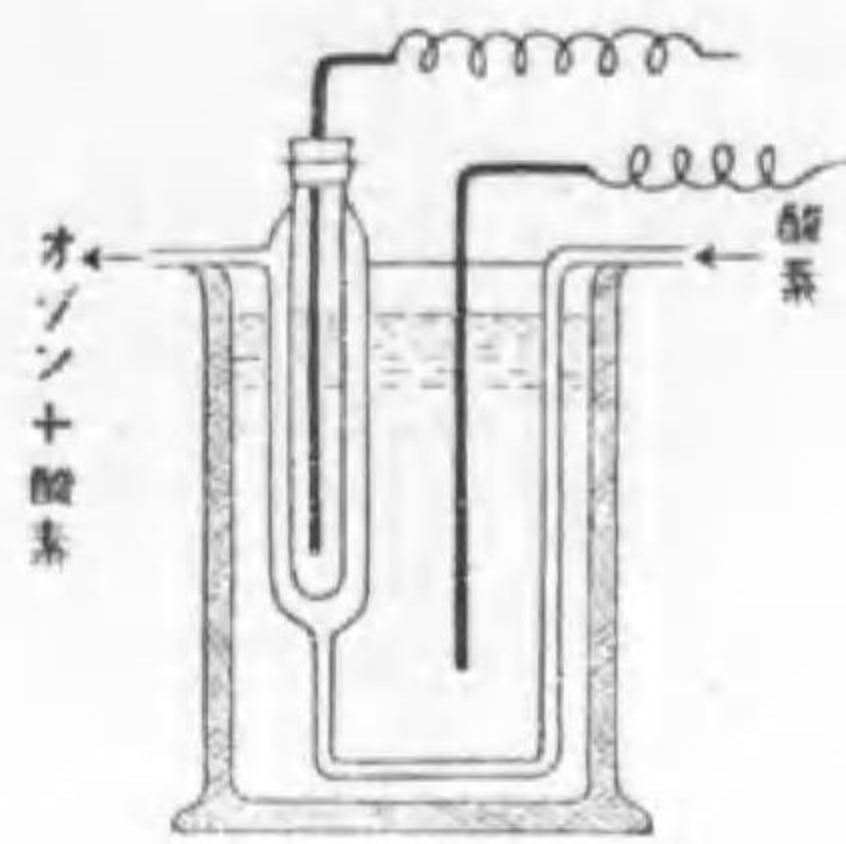
【實驗】 大きなビーカーの底に黄燐の棒の表面を新鮮にしたもの數本を入れ、その半分ほどが浸る位に水を加へ、硝子板でゆるく蓋をして置く。數分間位の後に、水で濕した沃度カリウム澱粉紙をビーカー中に吊ると、試験紙は青變する。

第12圖
オゾンの生成を示す

燐が空氣中で徐々に酸化するときには、附近の空氣中の酸素の一部はオゾンといふ氣體に變ずる。

オゾンは特殊の臭氣があり、また沃度カリウム澱粉紙でその存在を知ることができる。酸素がオゾンに變ずると、その容積は $\frac{2}{3}$ に減

ずるから、オゾンは酸素より1.5倍重いことが

第13圖
オゾン發生器

解る。オゾンは酸素に變じ易く、酸素よりも遙かに酸化力が強い。

そこでオゾン發生装置によつてこれを發生させ、飲料水の殺菌、室内空氣の清淨、繊維・油などの

漂白に用ひる。

6. 窒素 窒素は無色・無味・無臭の氣體で、1立の重さは1.251瓦である。他物とは化合しにくく、また他物の燃焼を支えることができぬから、空氣中であつて酸素の酸化作用を和げる働きをする。動物はこの氣體中で窒息するから窒素の名がある。

第14圖
窒素ガス入電球

窒素は液體空氣から分けて取つて、水素と化合させ、人造肥料(硫酸アムモニウム)をつくる。また電氣火花によつて空氣中の窒素と

酸素と化合させて硝酸をつくる。

問 1. 酸素窒素アルゴンの1立の重さをそれぞれ1.43瓦, 1.25瓦, 1.78瓦として, 空気の容積組成からその1立の重さを計算せよ。

問 2. 窒素10立及び5立を得るに要するそれぞれの空気の容積を計算せよ。

問 3. 300c.c. 入りの圓筒5本に詰めるだけの酸素をつくるには幾瓦の鹽素酸カリウムを要するか。但し鹽素酸カリウム122.5瓦から48瓦の酸素が取れるものとする。

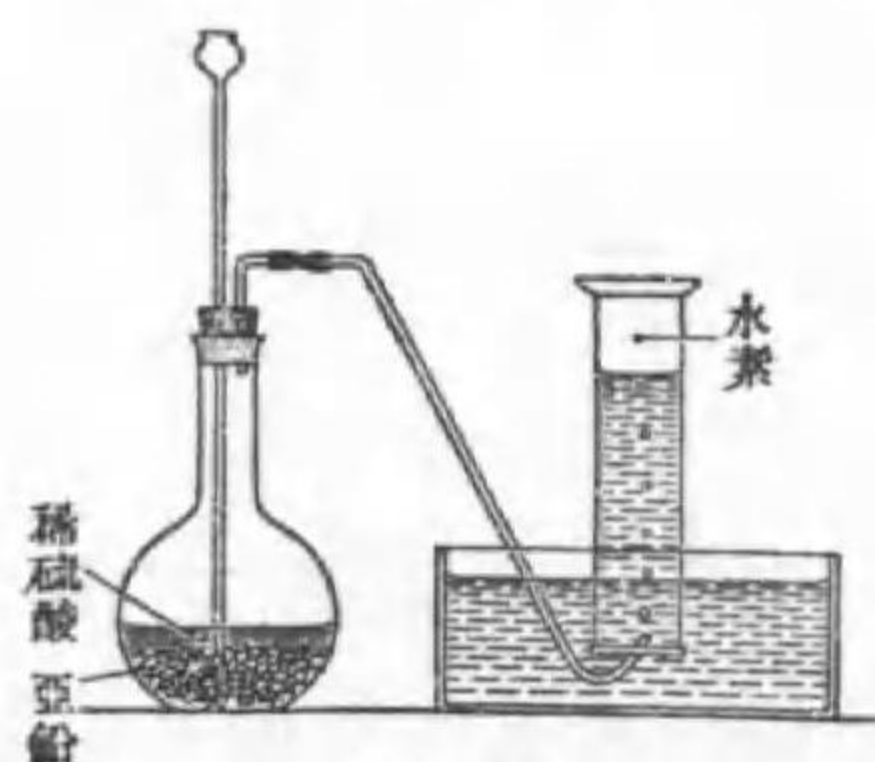
問 4. 次の變化について物理的變化であるか, 化學的變化であるかを區別せよ。蠟燭の燃えること, 水が水蒸氣となること, 鉛の融けること, 物の腐敗すること。

第二章 水 素 水

1. 水素 亞鉛に稀硫酸を注ぐとき生ずる氣體を水素といふ。

水素は殆ど水に溶けぬから, 圖のやうに水と置き換へて採取する。

【實驗】1. 水素に點火しその焰の中に白金線を入れると, 激しく熱せられて白色の光を



第15圖

亞鉛と稀硫酸から水素を製する

放つ。

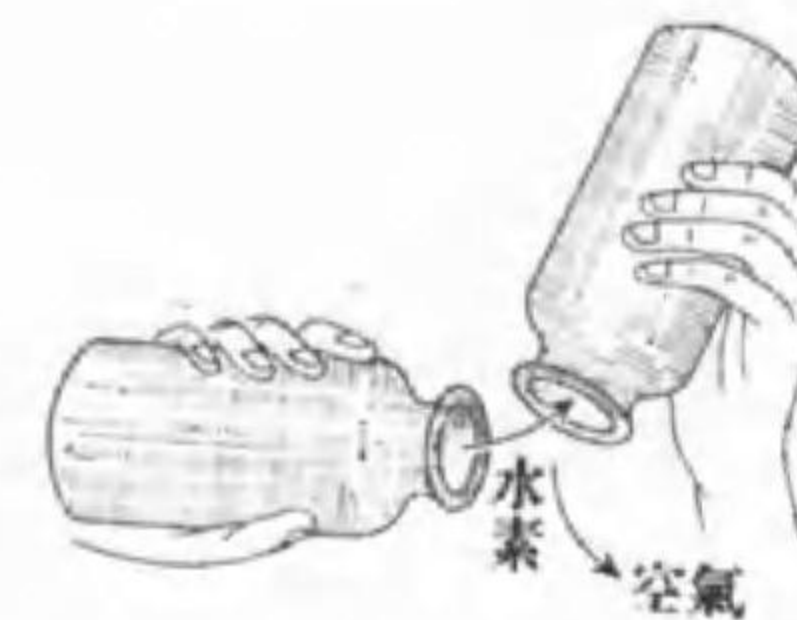
水素は空氣中で青白色の焰をあげて燃え, その焰は光は弱いが温度は甚だ高い。

【實驗】2. 水素を入れた瓶を倒まにし, その中に點火した蠟燭を挿し入れると, 蠟燭の火は消えるが瓶の口で水素は燃える。



第16圖

水素は自ら燃えるが他物の燃えるのを支へぬ



第17圖

水素を下の器物から上の器物に注ぐ

水素は自らは燃えるが他物を燃やす性質はない。水素と酸素(又は空氣)とを混ぜて點火すると, 激しく爆發する。この混合ガスを爆鳴氣といふ。

【實驗】3. 硝子管の先に石鹼水をつけて水素を送ると, シヤボン玉は空氣中に浮き揚る。

水素はすべての氣體中で最も軽く, その重さは空氣の約 $\frac{7}{100}$ である。それ故水素は空氣中で下の器物から上の器物の中に注ぐこ

とができる。

軽気球や飛行船は、気密な囊の中に水素が



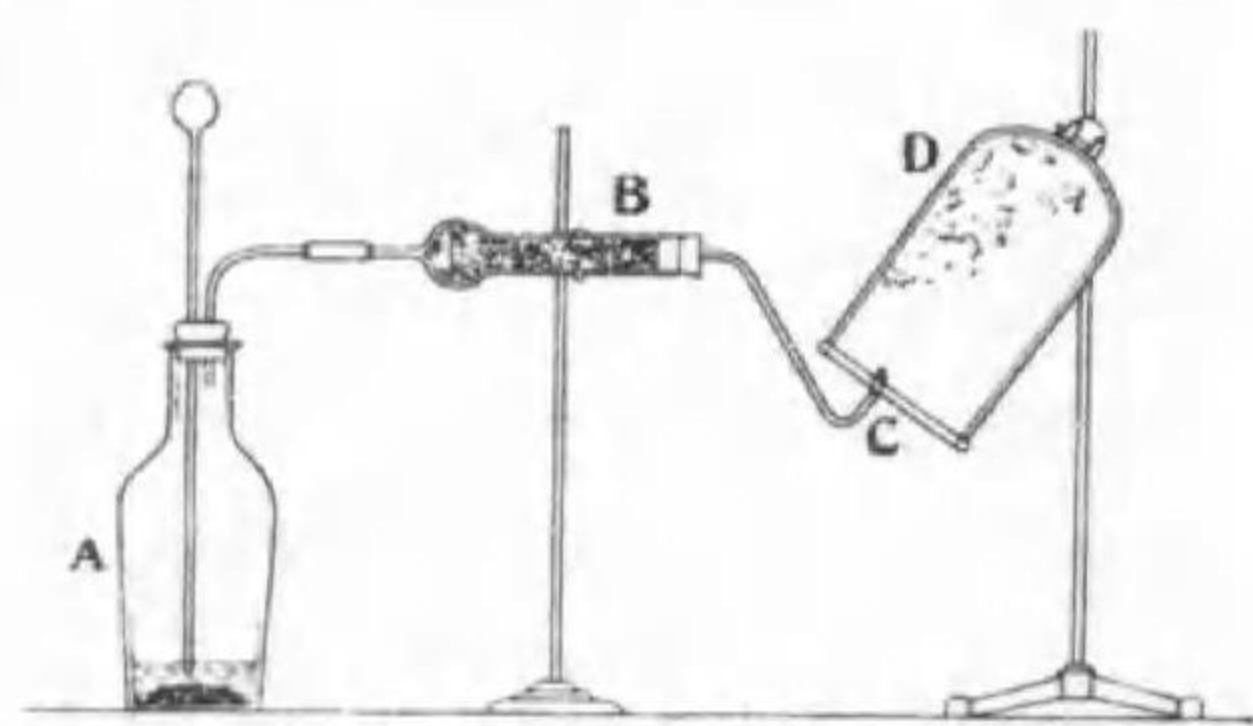
第18圖 霞ヶ浦上空のグラフ・ツェツペリン號

填めてあるから、シヤボン玉のやうに空気中に浮ぶのである。

【實驗】4. 水素を鹽化カルシウムで乾かしてから點火し、その焰を硝子鐘で覆ふと鐘の内部に水滴が附着する。

これは水素が空気中の酸素と化合して、水といふ化合物を生じたのである。

水素+酸素→水



第19圖 水の合成を示す

A. 水素發生瓶 B. 鹽化カルシウム
C. 水素の焰 D. 硝子鐘

かやうに、二種以上の物質から、他の新しい物質をつくることを合成といふ。

水素は窒素と化合させて肥料となし、又魚油や大豆油などに吸収させて、硬化油をつくるのに多量に使用する。これ等の水素は水や食鹽水の電氣分解によるか、または水性ガスから製する。

2. 水 水は地球上に於て海水・河水・泉水・井水となり、また動物・植物の體中に廣く且つ多量に含まれ、動植物の生活には缺くことのできぬものである。

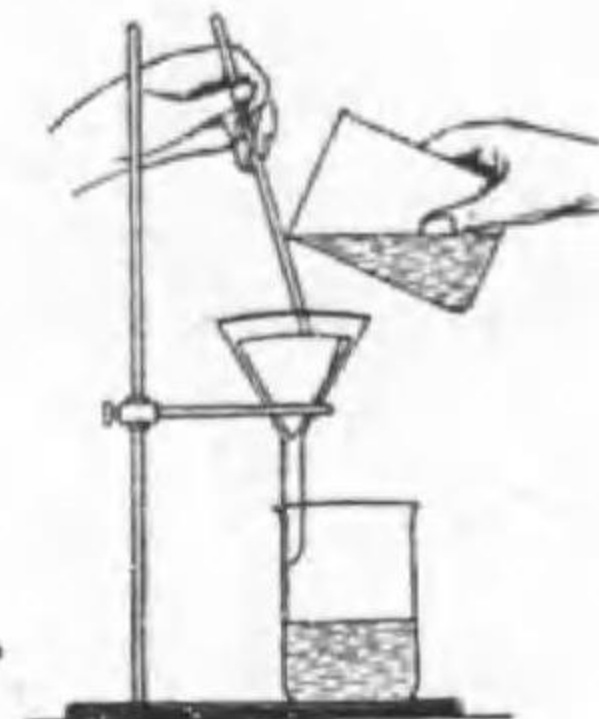
水は種々の物質をよく溶かす性質があるから、天然水は皆多少他の物質を溶かしてゐる。その中で割合に多くの礦物質を溶かしてゐる泉水を礦泉といひ、その温かいものを温泉といふ。

純粹な水は無色・無味・無臭で、4°Cのときの重さが最も重く、1c.c.の重さが1瓦である。水は100°Cで沸騰して水蒸氣となり、0°Cに冷やせば氷となり容積が増す。

3. 水の清浄法 飲料水としては無色・透明・無臭で、僅かばかりの礦物質と空気とを溶かしてあるものが適してゐる。塵埃や、腐敗した動植物、或は病原菌及び多量の礦物質などを含むものは不適當である。

【實驗】1. 木灰を混ぜて濁つた水を濾せば、濾過してゐる水は透明となる。

水に混ざる固形物は濾紙で濾せば除かれる。多量の水を濾すには、家庭では桶の中に棕櫚・細砂・木炭・小石などを詰めたものを用ひ、上水道



第20圖
濾紙を用ひて濁つた水を濾過する

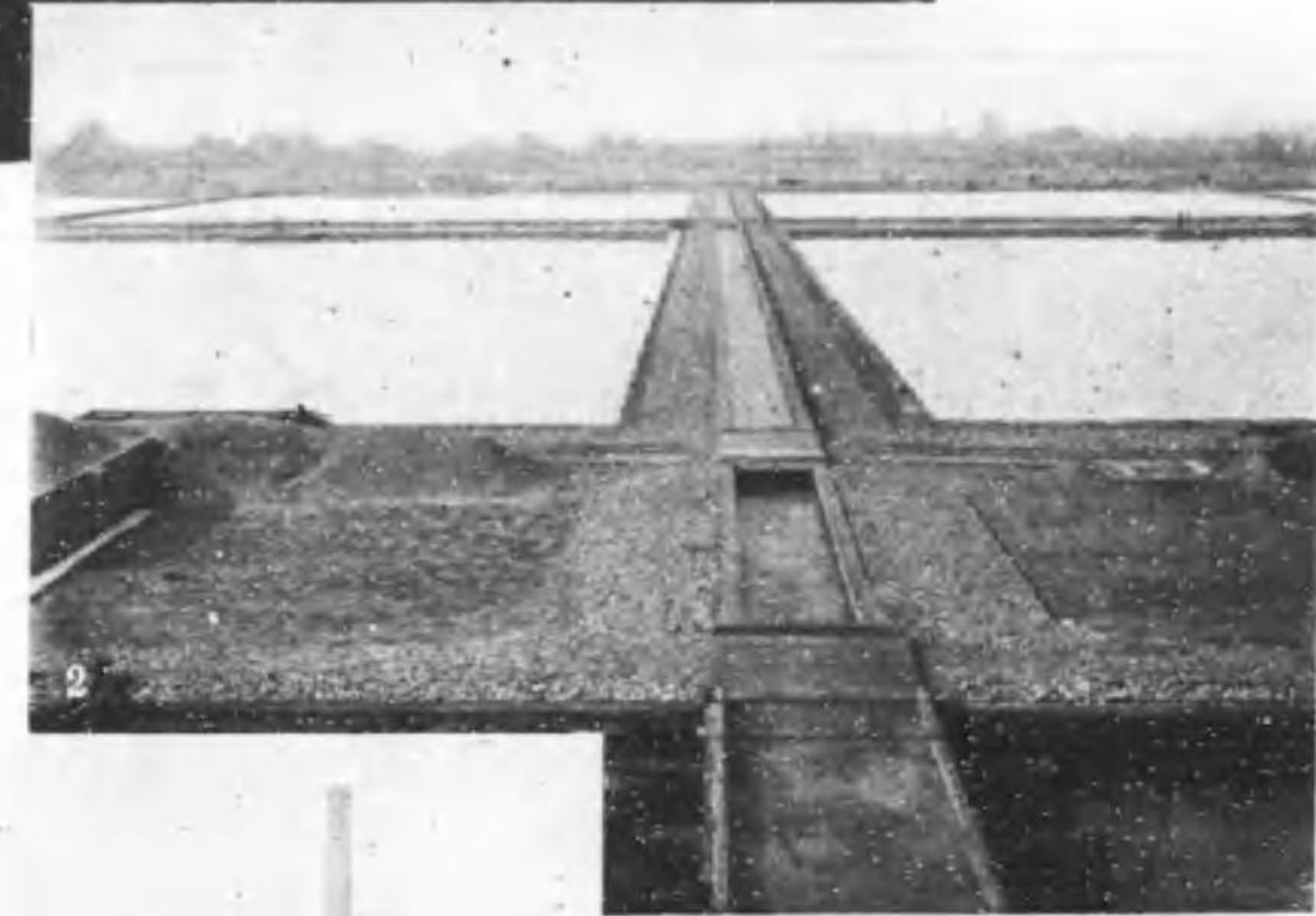
では大きなコンクリートの濾過池をつくり、その底に小石と細砂とを、數米の深さに積み重ねたものを用ひる。水道の水はかやうな層を通つて、完全に濾されたもので、固形物は勿論細菌も殆ど除かれるから、飲料水には最も適してゐる。水中の細菌を死滅させるには、水を煮沸するか、または水中に少量の漂白粉の溶液を加へるか、或は鹽

上 水 道



1

① 濾過池の遠望



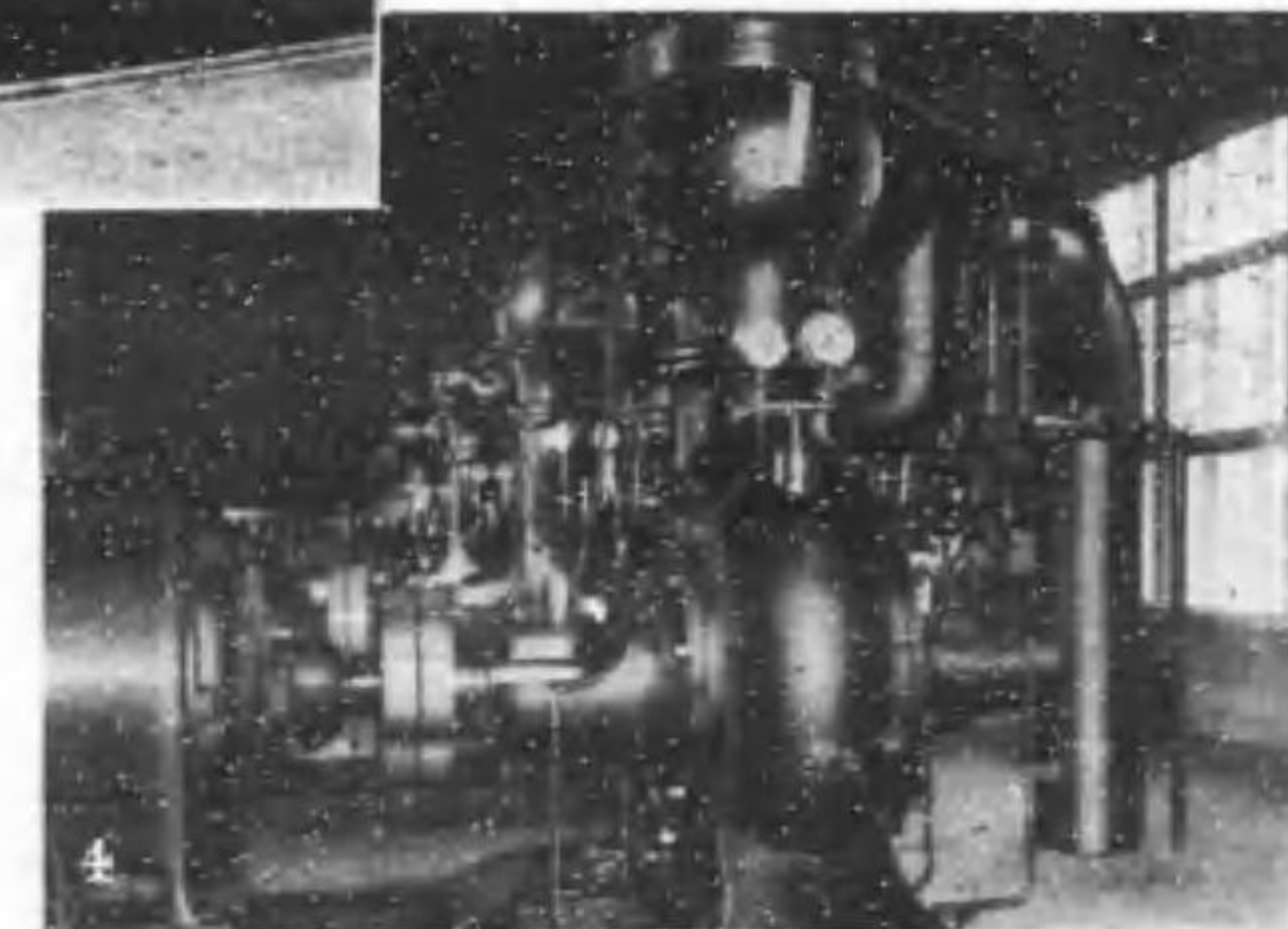
2

② 濾過池



3

③ 貯水池の屋根



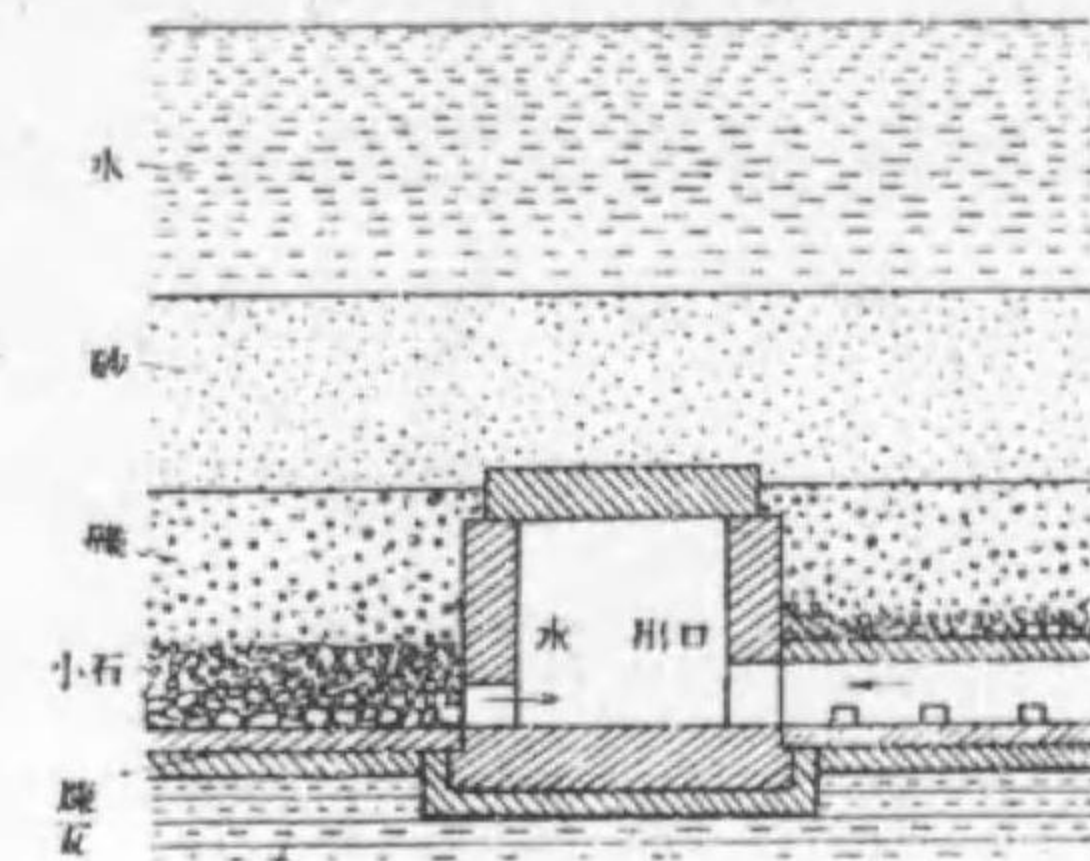
4

④ 送水ポンプ



第 21 圖

(家庭用の水濾器)
器の前部を取り除いて、
内部の構造を示す



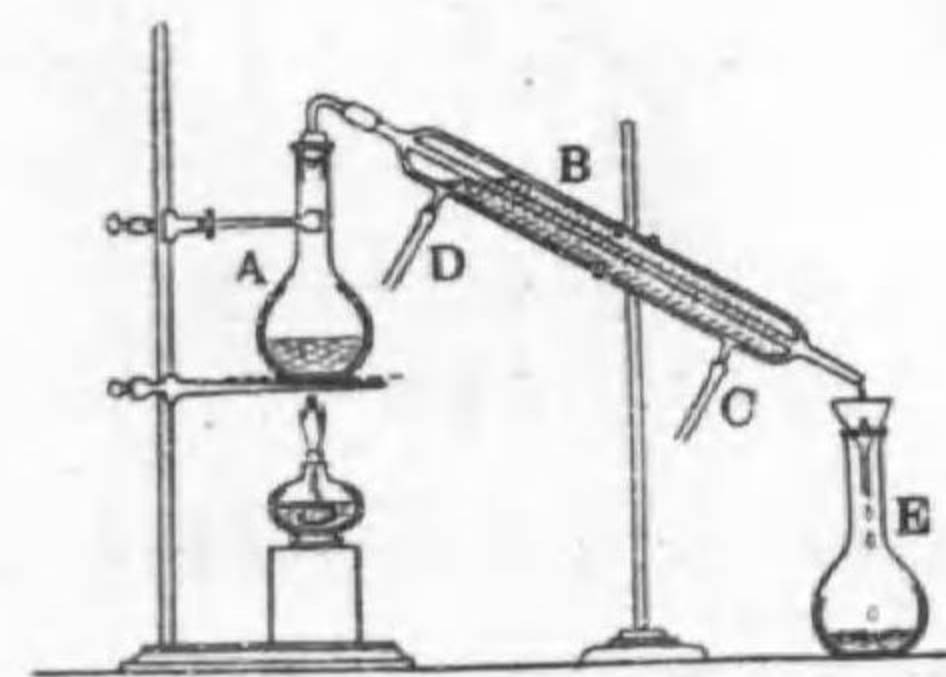
第 22 圖

水道の濾過池の切斷面

素ガスまたはオゾンを通ずればよい。

【實驗】2. 食鹽水をフラスコに入れ冷却器を付けて沸騰させると水蒸氣となり、それが冷えて再び水となつて受器に集る。この水は少しも鹽分を含まない。

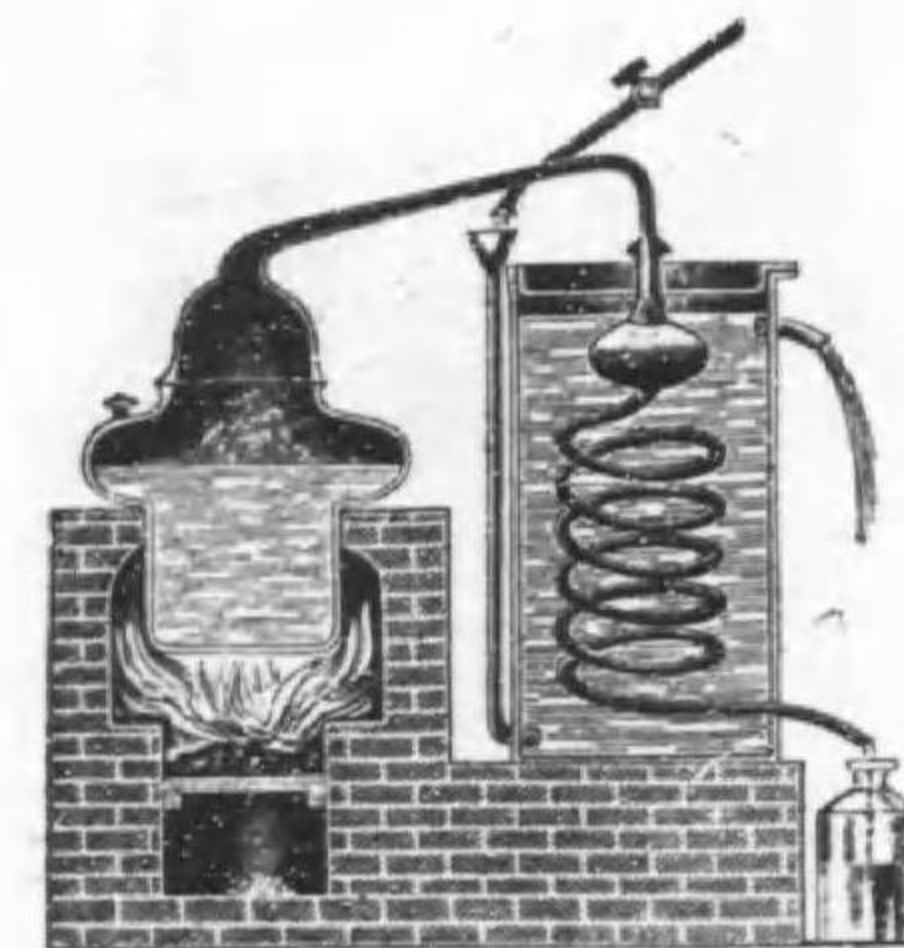
揮發しない固形物を溶かした水を煮沸すると純粹の水のみが出てきて、溶けた物質は



第 23 圖

不純の水を蒸溜して蒸溜水を採取する

- A. 蒸溜フラスコ
- B. 冷却器
- C. 冷却水入口
- D. 同出口
- E. 受器



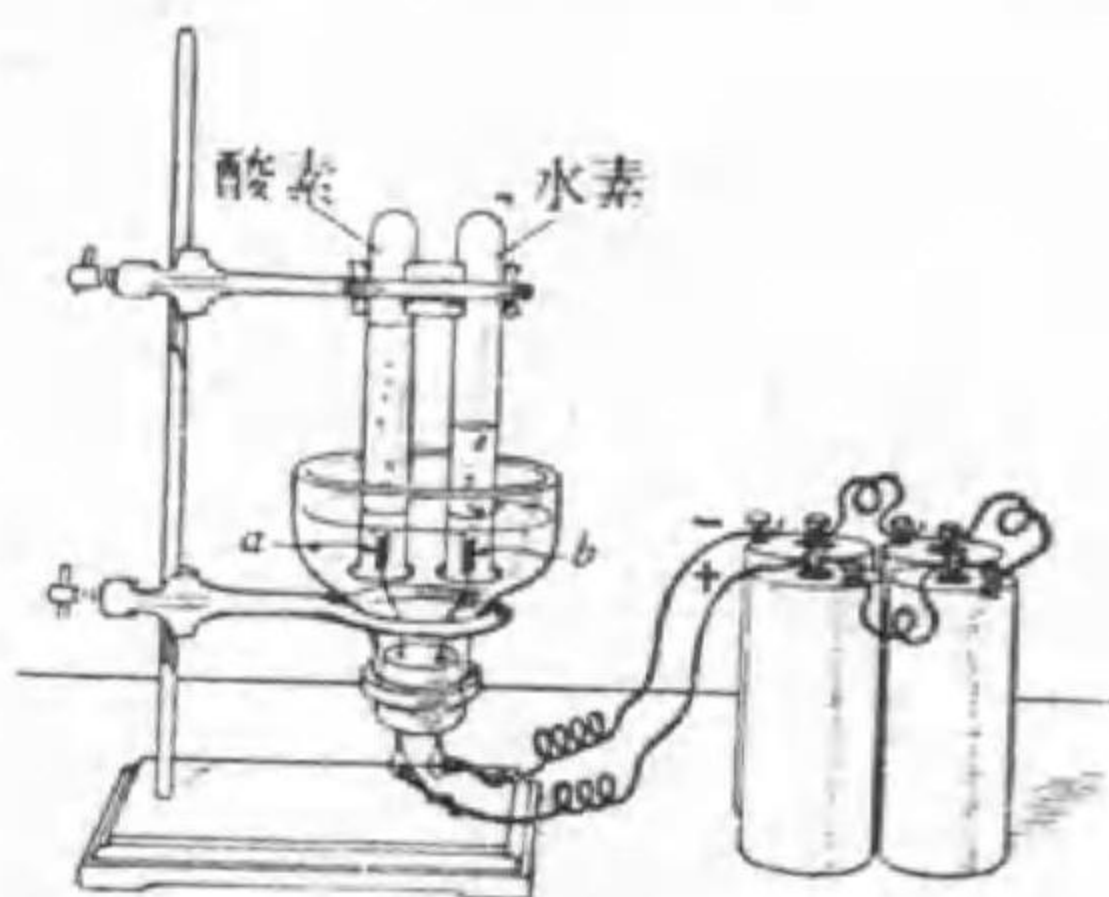
第24圖 大規模の蒸溜水製造装置

器中に残る。かうして取つた水を蒸溜水といひ、蒸溜水を取るやうに液體を蒸發して一旦氣體となし、それを冷やして再び液體として取ることを蒸溜といふ。

蒸溜水は純粹な水であるから、醫藥の調製や、化學實驗などに用ひられる。しかし無味・淡白であるから、飲料には適しない。

4. 水の組成

【實驗】 蒸溜水に少量の硫酸を加へ、二枚の小白金板を浸して兩極となし電流を通すると、白金板から盛んに氣泡を發生する。これを別々に捕集すると、陰極から發生する氣體の容積は陽極から發生するものの2倍である。多い方の氣體に點火すると、弱い青色の焰をあげて燃え、水素であることがわかる。他の氣體の中に、マッチの餘燼を入れると、再び點火して酸素であることを示す。



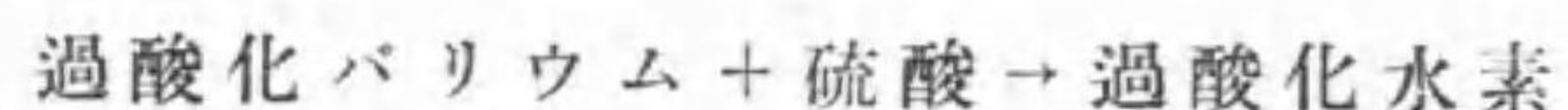
第25圖 水の電氣分解装置
a. b. は白金板

この實驗で、初めに加へた硫酸は變化しないで、そのまま残つてゐることから、酸素と水

素とは水から生じたことが解る。かやうに、一種の物質から全く性質の異つた二種以上の物質を生ずることを分解といふ。

そこで酸素と水素とは水の成分で、水は酸素の1容積と水素の2容積との割合で化合してできることも明らかになつた。また二つの氣體の1立の重さと、化合する容積の割合から計算すると、水素と酸素とは1量:8量の割合で化合して、9量の水を生ずることが解る。

5. 過酸化水素 水素と酸素との化合物には水の外に過酸化水素がある。水は水素と酸素とが1量:8量の割合で化合したものであるが、過酸化水素では水素と酸素との割合は1量:16量である。このものは稀硫酸に過酸化バリウムを加へてつくる。



過酸化水素は、通常水溶液として用ひられるが、極めて分解し易く、酸素と水とになる。この酸素は強い酸化力があつて、消毒・漂白な

どの働きをする。そこでこの性質を利用して、絹・象牙・羽毛などの色を漂白し、また薄い溶液は創傷の消毒や、含嗽などに用ひる。市販のオキシフルは3%の過酸化水素水である。

- 問1. 亜鉛に稀硫酸を注いで水素を発生させ、初めに出てくる水素に点火すると爆発することが多い。何故か。
- 問2. 10立の水素を亜鉛と硫酸とから発生させるには、幾瓦の亜鉛を要するか。
但し亜鉛65瓦から水素22.4立を生ずる割合である。
- 問3. 10萬立方メートルの飛行船の氣囊を充たすに必要な水素の重さは幾斤か。
- 問4. 水素63 c.c. と酸素24 c.c. とを混ぜて化合させると、どちらの氣體が何程残るか。
- 問5. 水素と酸素と混合したもの187 c.c. に電氣火花を通じて化合させたら酸素58 c.c. を残した。初めの水素と酸素との容積はいくらか。
- 問6. オキシフルを創傷につけると、小さな泡が立つのは何故か。

第三章 元素 化合物

1. 元素 水はその成分である水素と酸素とに分解することができる。しかも水素

はどんな方法を用ひても、これを分解して二つ以上の異つた物質にすることはできない。酸素も同様である。水素や酸素のやうなものを元素といふ。窒素・アルゴン・金・銀・銅・鐵・アルミニウムなどは皆元素である。遊離した元素を特に單體といふことがある。

水のやうに二つ以上の元素に分解することのできるものを化合物と云ふ。

世の中には數限りもなく種々の物質があるが、元素よりも化合物となつてゐるものが多い。これ等の化合物を分解して、その成分の元素を取り出すと、元素の數は割合に少くて九十種餘りである。(表紙裏の表を見よ) しかもこれ等の中で割合に多量にあつて、重要な元素は二十餘種に過ぎない。

混合物 空氣は主に窒素と酸素とから成るが、窒素及び酸素の何れの性質をももつてゐるから、二つの物質の化合物でないことが解る。かやうなものを混合物といふ。

問 元素と化合物の名を五つづつ挙げよ。

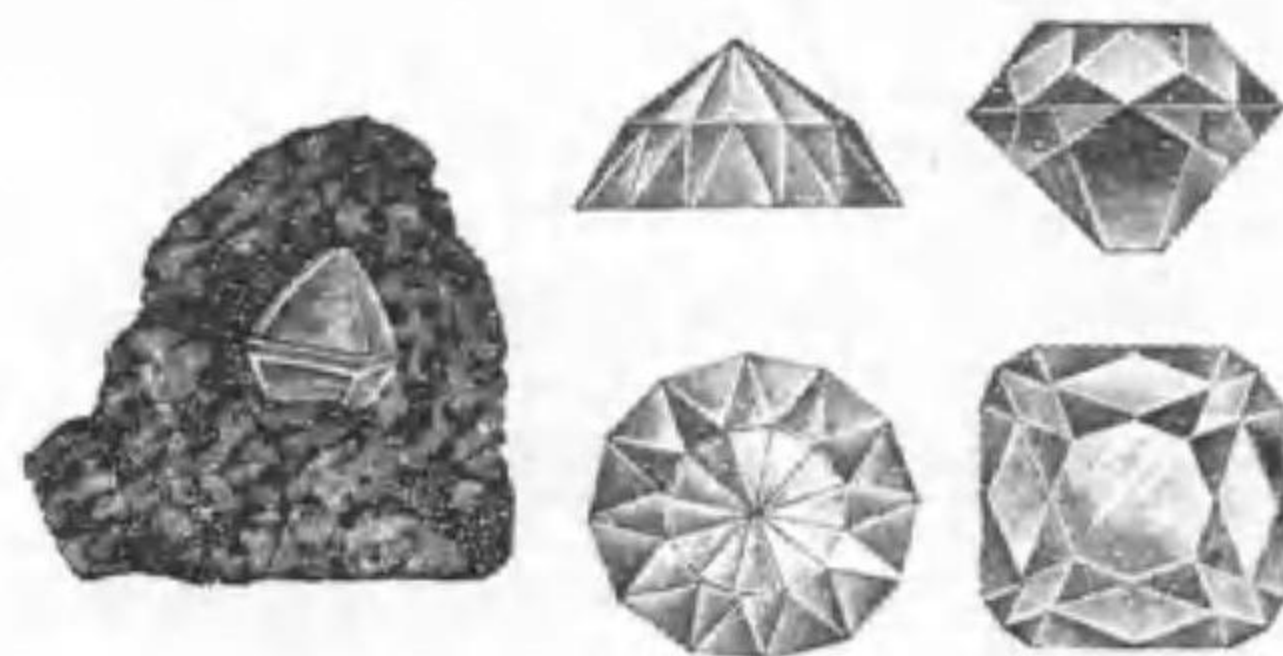
第四章 炭 素

1. 炭素 木を蒸し焼きにすると木炭が残る。木炭は主に炭素といふ元素から成つてゐる。炭素にはその種類が多いが、これを(1)結晶炭素と(2)無定形炭素とに大別する。金剛石・石墨は結晶炭素で、木炭・油煙・骸炭・骨炭・石炭などは主に無定形炭素から成つてゐる。

2. 結晶炭素 金剛石(ダイヤモンド)は比重3.5で純粋なものは無色透明であるが、微量の不純物の

ために種々な色の着いたものがある。磨くと美しい光澤を出すので、寶石として貴

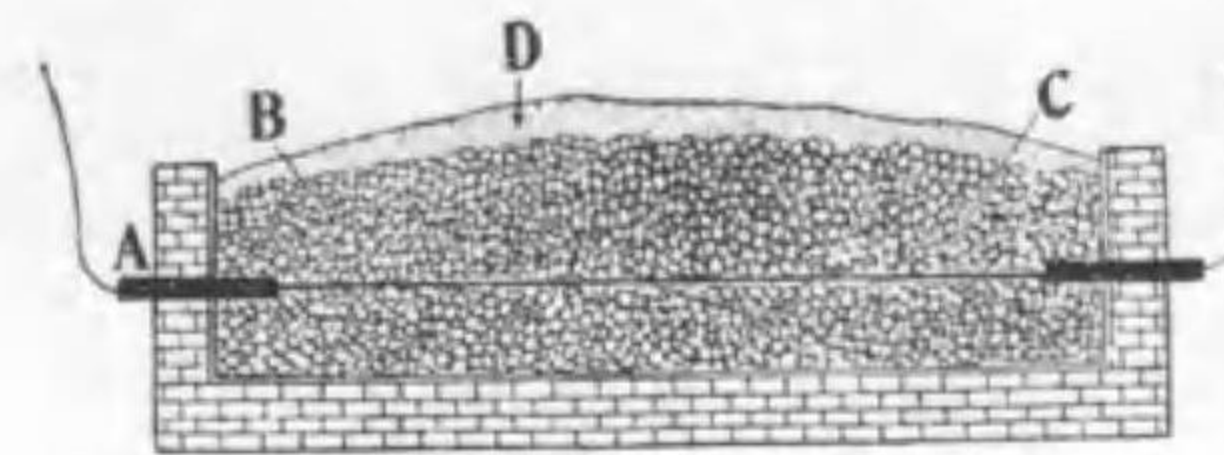
ばれる。あらゆる物質の中で最も硬く、その下等品は硝子を切り、または鑿岩機の先につ



第26圖 天然産金剛石 磨き上げた金剛石
左ロゼット型 右ブリリアント型
上は側面 下は上面

けて岩石に孔を穿つに用ひる。

石墨 黒鉛ともいふ。軟かい鑛物で、光澤のある黒色で比重は2.1である。



第27圖 石墨の製造
Aは石墨でできた電極で、炭素Cに連なる。
Bは骸炭で、空氣を防ぐために砂Dで覆ふ。

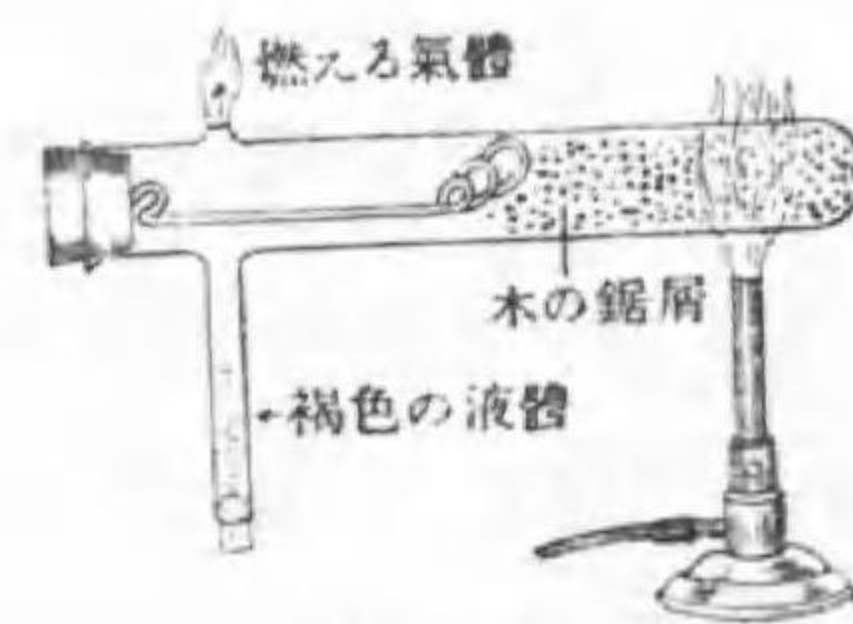
天然に産出するが、需要が多いため、骸炭を電氣

爐で高温度に熱してつくる。

石墨は電氣をよく導くから、電極として用ひ、またよく高温度に耐えるから、粘土と混ぜて金屬を融かす坩堝を製するに用ひる。その他粘土と混ぜて焼いて鉛筆の芯を製し、また機械の減摩劑とし、或は鐵器の錆止めにする。

3. 無定形炭素

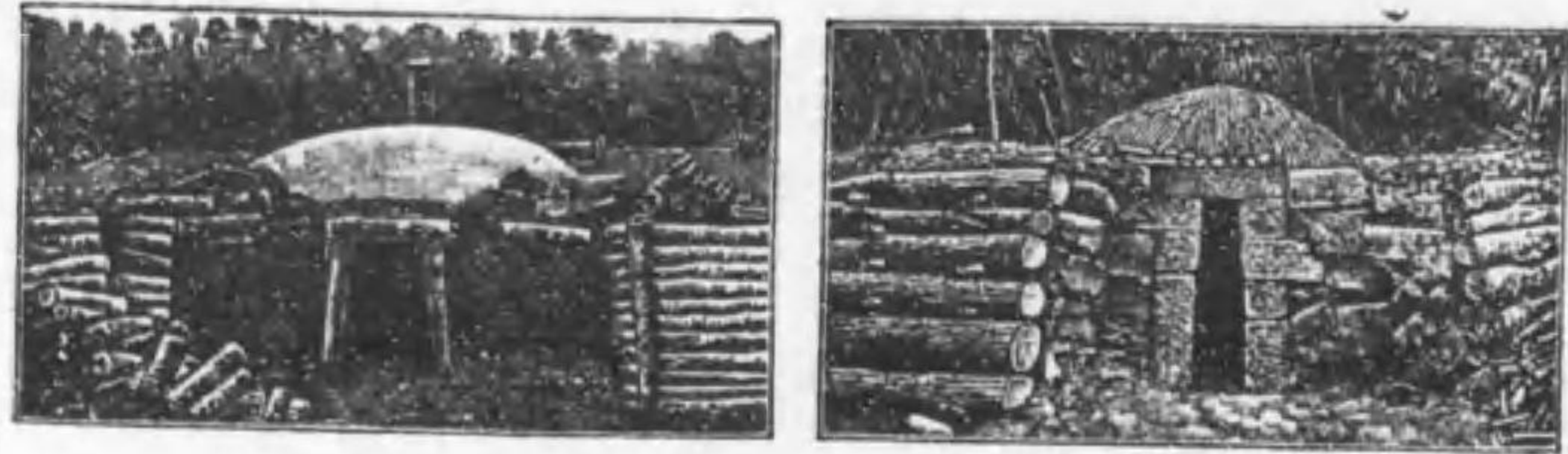
【實驗】1. 試験管に鋸屑を入れて外部から熱すると、木材は分解して揮發性のは逃げ去り、管の底に木炭が残る。



第28圖 木の鋸屑を蒸焼にする

木炭 木材は主に炭素・水素及び酸素などの化合物から成つてゐる。これを十分に空氣

これを十分に空氣



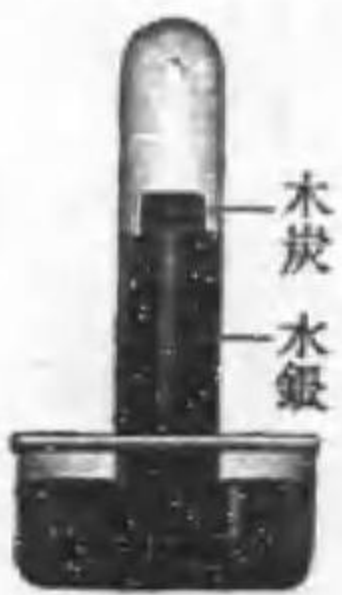
第 29 圖 我國の炭焼窯
(左) 土 窯 (軟炭用) (右) 石 窯 (堅炭用)

を送らないで焼くと、水素・酸素及び一部の炭素は揮発性の化合物となつて逃げ去り、炭素の大部分は木炭となつて残る。

我國では、木炭を土窯または石窯でつくる。

【實驗】2. アムモニアを充たした試験管を水銀の上に倒まに立て、赤く熱した木炭をピンセットで挟んで、水銀中に押し入れて消火し、水銀をくぐらせてアムモニア中に入れる。暫くすると、アムモニアは悉く木炭に吸着されるから水銀は上昇する。

木炭は種々の氣體や色素・塵埃・細菌などを吸着する性質が著しい。水濾器に用ひるのもそのためである。また特殊の方法でつくつた木炭(活性炭といふ)は特にこの性質が著しいから、毒ガス防禦用のマスクに用ひられる。



第 30 圖
木炭がアムモニアを吸着する有様を示す

骨炭 牛馬などの骨を乾溜してつくる。

【實驗】3. フクシンのうすい溶液をつくつて、微粉末となした骨炭(鹽酸と煮てよく水で洗つたもの)を割合に多く加へて數分間煮た後、濾紙で濾過する。その濾液と骨炭を加へぬものとの色を比べて見る。



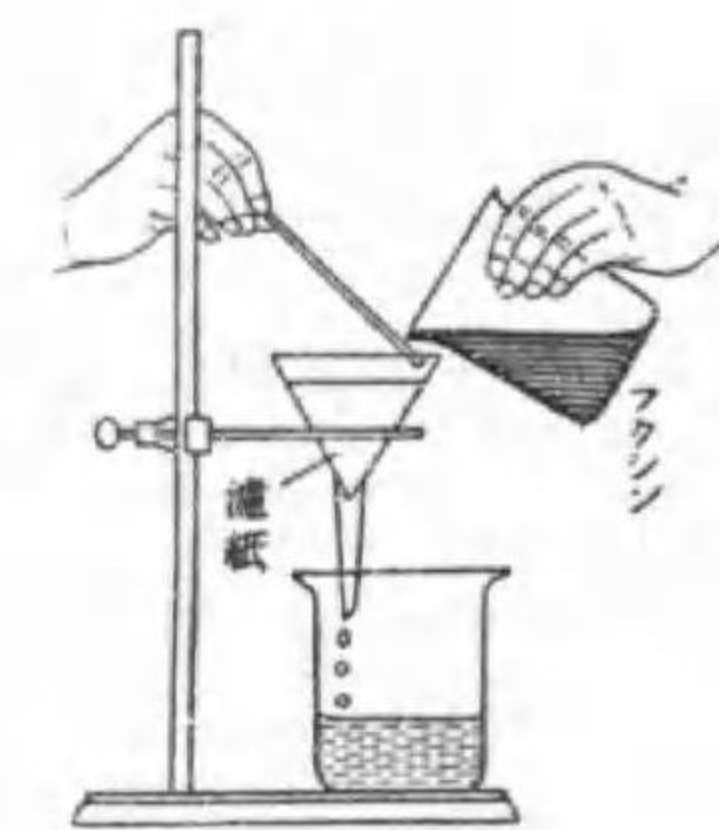
第 31 圖
毒ガス防禦用マスク

骨炭は木炭より吸着力が強いので、粗糖から白糖をつくる際に脱色のために多く用ひる。

油煙 植物性の油や天然ガス(石油地方に出るガス)に、充分空氣を供給しないで燃やすときに生ずるもので、殆ど純粹の炭素である。

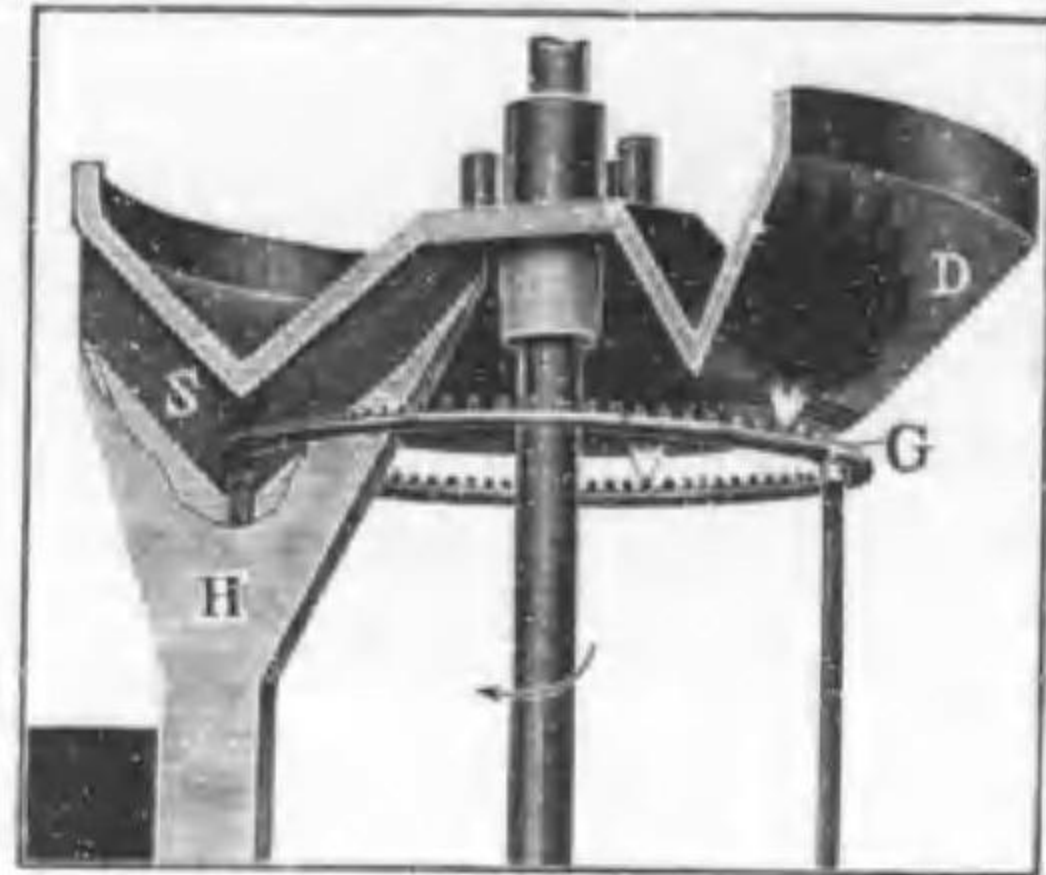
墨・墨汁及び印刷用黒インキの原料、自動車タイヤの製造などに多量に用ひる。

石炭 骸炭(コークス) 石炭は太古の植物



第 32 圖
骨炭の脱色試験

が地中で高い温度と高い圧力とのために分解してできた、天然の無定形炭素で、多量の不純物が混つてゐる。石炭を乾溜すると、分解して石炭ガス・コールターム・アムモニア液などを生じ、後にコークスが残る。コークスも不純の炭素である。



第33圖 油から油煙の製造装置
Gは環状の管に多数に設けた小孔で、ここから油を噴出させて、不完全燃焼をさせ、油煙を生ぜしめる。油煙は廻轉するD・Sに附着しHで掻き取る。

石炭はそのままか、石炭ガス・コークスなどに變へて、燃料とする。また近頃は石炭を液化して石油に似た油をつくる。

4. 炭素の性質 炭素は種々の藥品に犯され難く、また常温では他の物質と化合し難い。板塀の面を焼き、或は油煙を塗り、また木杭の地面に接する附近を焼いて焦がすのは、皆この性質を利用するのである。しかし炭素は高温では容易に酸素と化合し、多量の熱

を出して炭酸ガスとなる。

炭素 + 酸素 → 炭酸ガス

木炭・石炭・コークスなどが燃料として重要であるのはこのためである。

【實驗】 黑色酸化銅に木炭末を混ぜ、試験管に入れて熱すると、銅が遊離して出てくる。

炭素は高温では酸素と化合する力が甚だ強いから、金属の酸化物から酸素を奪つて化合し、金属を遊離させる。



第34圖

炭素の還元作用を示す

炭素 + 酸化銅 $\xrightarrow{\text{熱する}}$

炭酸ガス + 銅

かやうに化合物から酸素を除くことを還元といひ、還元作用をするものを還元剤といふ。製鐵その他の金属製錬に木炭やコークスを用ひるのは、これ等のもので金属酸化物を還元し、金属を遊離させるためである。

5. 同素體 金剛石・石墨・木炭・油煙などはその性状は異なるが、いずれを酸素中で燃やし

ても炭酸ガスを生ずることから、いづれも炭素元素であることが解る。かやうに同一の元素から成つて、性狀の異なるものを同素體といふ。

第五章 炭酸ガス 酸化炭素

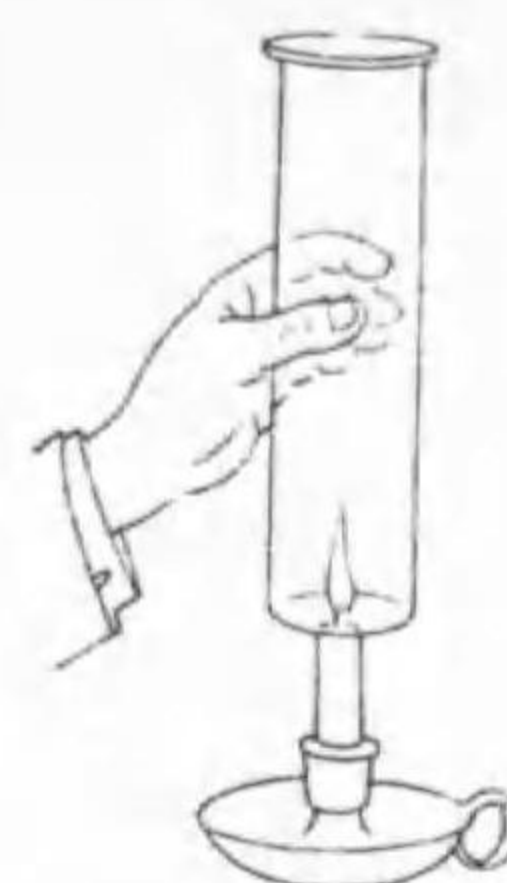
1. 炭酸ガス 二酸化炭素とも無水炭酸ともいふ。

【實驗】1. 木炭を細い針金で結び、赤熱してから瓶中に入れ、暫く燃やした後、この中に石灰水を注いで振ると、石灰水は白く濁る。

木炭(炭素)が空氣中で燃えるときは炭酸ガスを生ずる。炭酸ガスは炭素と酸素との化合物である。實驗の結果によると、炭素と酸素とは3量：8量の割合で化合して11量の炭酸ガスとなる。炭酸ガスは石灰水を白く濁らせるから、石灰水で炭酸ガスの有無を検する。

【實驗】2. 蠟燭を燃やしてその焰を硝子の圓筒で覆ひ、數分の後圓筒中に石灰水を注いで振ると白く濁る。

蠟燭・木材・油などが空氣中で燃えるときも炭酸ガスを生ずる。これ等の物質は炭素を含んでゐるからである。すべて炭素を含む化合物が燃えるときは炭酸ガスを生ずる。



第35圖
蠟燭を燃やして炭酸ガスを捕集する



第36圖
石灰水に呼氣を通ずる

【實驗】3. 試験管中の石灰水に息を吹き込めば、石灰水は白く濁る。

人の吐き出す息にも炭酸ガスが含まれてゐる。

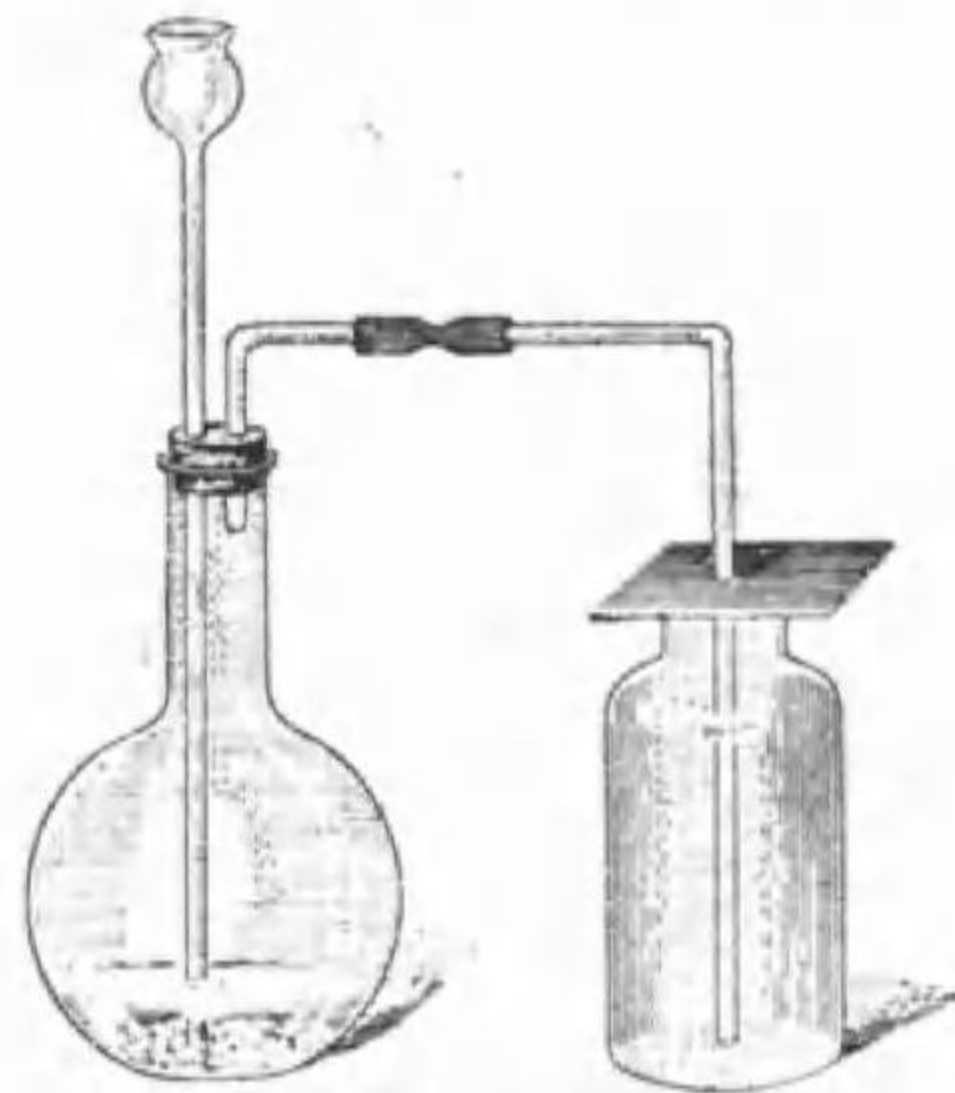
炭酸ガスは薪炭の燃焼、動植物の呼吸、腐敗などによつて絶えず生ずるが、空氣中にある量はほぼ一定し、容積で約1萬分の3~4である。これは植物が葉から絶えず空氣中の炭酸ガスを吸収して、複雑な炭素の化合物

をつくり、酸素を空氣中に放出するからである。

炭素は化合物となつて、植物・動物・空氣及び土壤の間を絶えず循環してゐる。

2. 炭酸ガスの製法 炭酸ガスを簡便に製するには、大理石或は石灰石に稀鹽酸を加へる。

3. 炭酸ガスの性質 用途



第 37 圖
石灰石と稀鹽酸から炭酸ガスの製造

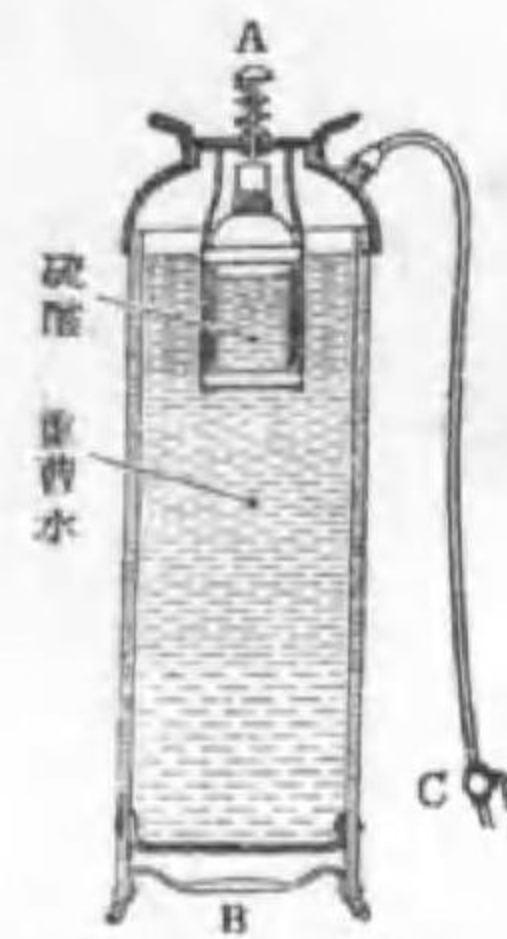
炭酸ガスは重い氣體で、空氣の重さの1.5倍である。物の燃焼を支へることができぬから消火に利用される。普通の消火器は重曹



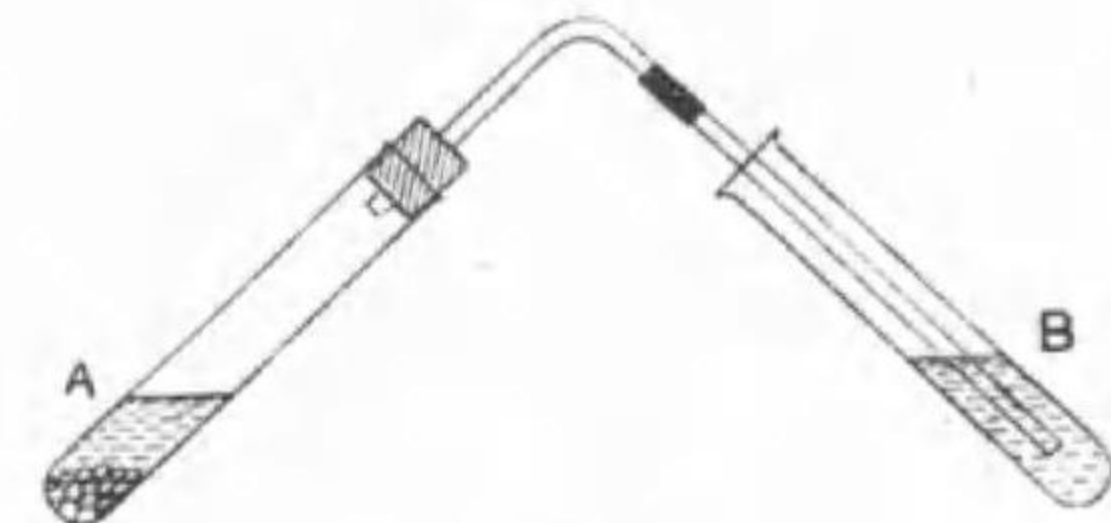
第 38 圖 炭酸ガスを燭火に注ぐ

【實驗】1. 廣口瓶に點火した短い蠟燭を入れ、その上から炭酸ガスを注ぎかけると火は消える。

水に硫酸を作用させて急速に炭酸ガスを發生させ、その壓力で炭酸ガスの溶けた水を噴出させるものである。炭酸ガスの中では動物は窒息する。



第 39 圖
消 火 器



第 40 圖
炭酸ガスを水に通じて溶解させる
Aは炭酸ガス發生装置 Bは水

【實驗】2. 炭酸ガスを半ば水を充たした試験管に數分間通じた後、青色リ

トマス試験紙を浸すと赤變する、また水を味ふと酸味がある。

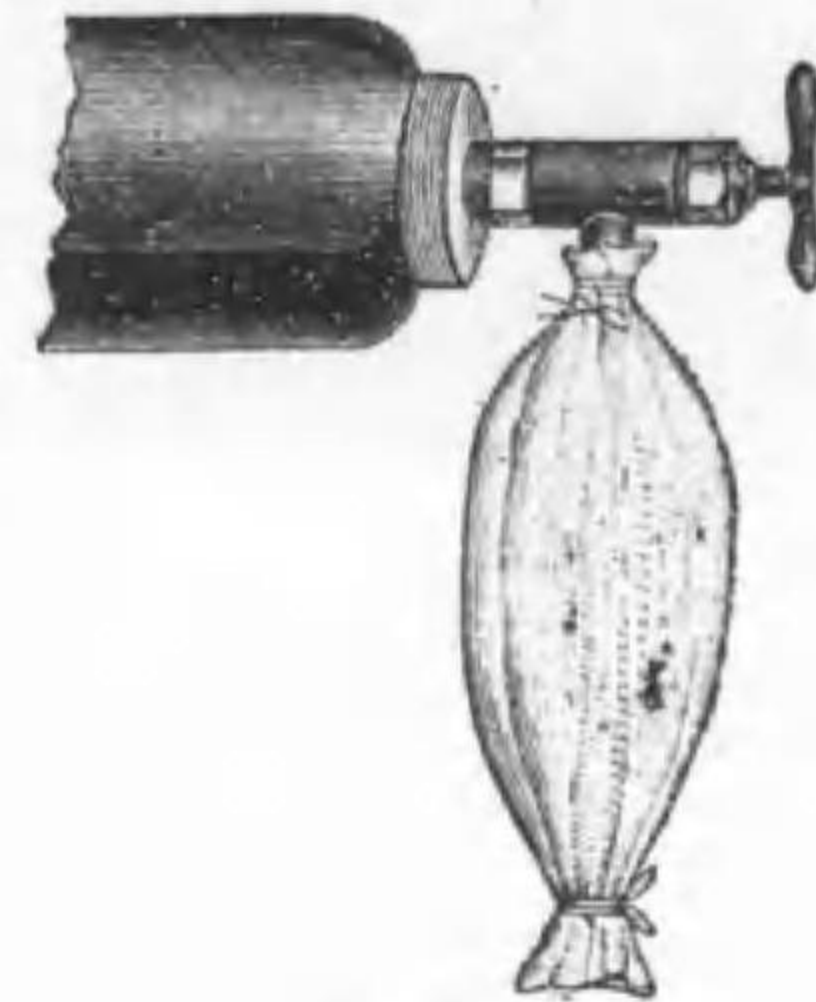
炭酸ガスはよく水に溶け、その一部は水と化合して炭酸といふ酸を生ずる。青色リトマス試験紙が赤變したのはそのためである。

炭酸ガスは通常の溫度と通常の氣壓では、ほぼ同容積の水に溶けるが、溫度が低くて壓力が増すほど多く溶ける。他の氣體が水に溶ける場合も炭酸ガスと同様である。

炭酸ガスを水に溶かしたものを炭酸水(ソ

ーダ水)といひ、清涼飲料水として用ひる。サイダー・シトロンなどは炭酸水に甘味と香りとを附けたものである。

炭酸ガスを大きい壓力で押し縮め、同時に低い溫度に冷やすと容易に液化する。これをポンプに入れ、清涼飲料水の製造原料として販賣する。液狀の炭酸ガス

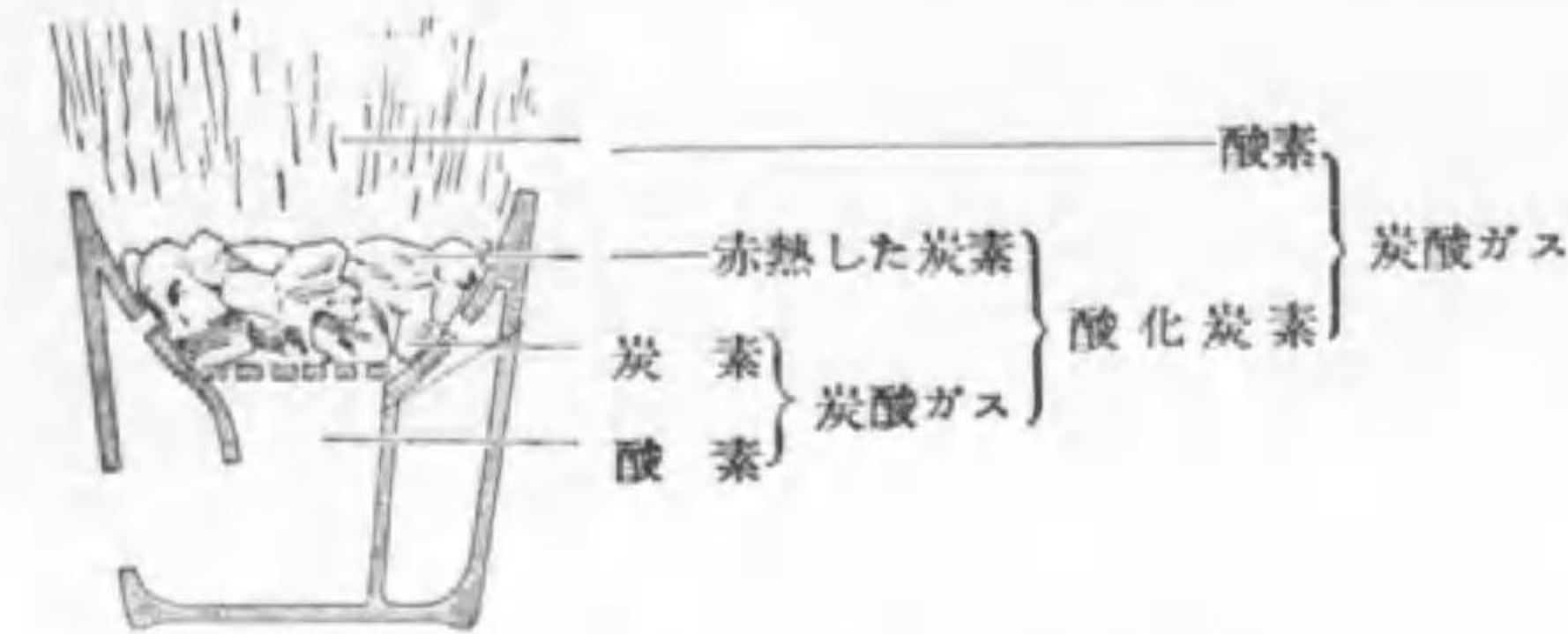


第 41 圖
液體炭酸ガスを袋に噴出して氷結させる

を、小さい孔から大きい容器の中に吹き出させて、急に氣化させると、一部は氷結して雪狀のものとなる。これを押し固めたものをドライアイスといひ、冷蔵用とする。

4. 酸化炭素 一酸化炭素ともいふ。盛んに燃えてゐる炭火の上に、しばしば青色の焰を生ずることがある。これは木炭が燃えて生じた炭酸ガスが、赤熱された炭素に觸れて還元され、酸化炭素といふ氣體を生じ、これが上部で新鮮な空氣に遇つて、青色の焰をあ

げて燃え、再び炭酸ガスとなるからである。



第 42 圖 焜 爐 の 炭 火

(炭火の内部) 炭酸ガス + 炭素 → 酸化炭素

(炭火の上部) 酸化炭素 + 酸素 → 炭酸ガス

酸化炭素は無色・無味・無臭で極めて有毒である。炭酸ガスと同じく炭素と酸素との化合物で、その割合は3量:4量である。空氣の供給が充分でない所で火を燃やすと、この氣體を生じて往々中毒することがある。

石炭ガスには割合多くの酸化炭素を含んでゐるから、ガス管の栓を完全に閉めて置かぬと、中毒して一命を失ふことがある。

5. 質量不變の定律

【實驗】 三角フラスコに稀硫酸を入れ、この中に鹽化バリウムの溶液を入れた短い試験管を注意して立ててから、密栓をした後、上皿天秤で重さを秤る。次に三角フラスコ

を傾けて二液を混じ、硫酸バリウムの白色沈澱を生ぜしめてから、再び秤つても重さに變化はない。

即ち稀硫酸と鹽化バリウムとが化合して、全く異つた物質の硫酸バリウムに變化しても、前後の重さに變化のないことが解る。



第 43 圖
質量不變の定律を示す實驗

多くの實驗の結果から次の事實が知られた。種々の物質間に化學變化が起るとき、變化に與つてゐる物質の量の總和は生成した物質の量の總和に等しい。このことを質量不變の定律といふ。

6. 定比例の定律 水はどんな方法で製しても、水素と酸素と化合する割合は常に一定し、1量:8量である。また炭酸ガスに於ては、炭素と酸素との割合は常に3量:8量である。かやうに化合物の成分である元素の重さの割合は常に一定である。このことを定

比例の定律といふ。

- 問1. 炭素12瓦を全く燃焼させて炭酸ガスとなすには、幾立の酸素が必要であるか。
- 問2. ビールやサイダーの栓を抜くと、盛んに沸騰するのは何故か。
- 問3. 火事の後で、井戸に投入した器物を取るために入つて、死ぬ(溺死でなく)人のあるのは何故か。この危険を豫知する方法はないか。
- 問4. 炭酸ガス100立を製するには、大理石(純度90%)幾瓦が必要か。但し炭酸カルシウム100瓦から炭酸ガス44瓦を生ずる。
- 問5. 酸化炭素は炭素のやうに還元作用が強い。何故か。
- 問6. 自動車のガレージ(置場)の中でエンジンを動した後に、その中に入る人が中毒することがある。何故か。

第六章 焰

1. 焰 焰は氣體が燃える時に生ずる。アルコールや石油のやうな液體は、熱せられて氣體となり、また蠟燭は熱のために融けて液體となり、芯を昇つて更に氣體となつて燃えるから、焰を生ずるのである。

2. 焰の構造 蠟燭の焰は三つの部分か

ら成つてゐる。芯に最も近いところは、蠟が熱のために氣體となつたまま燃えずにゐる

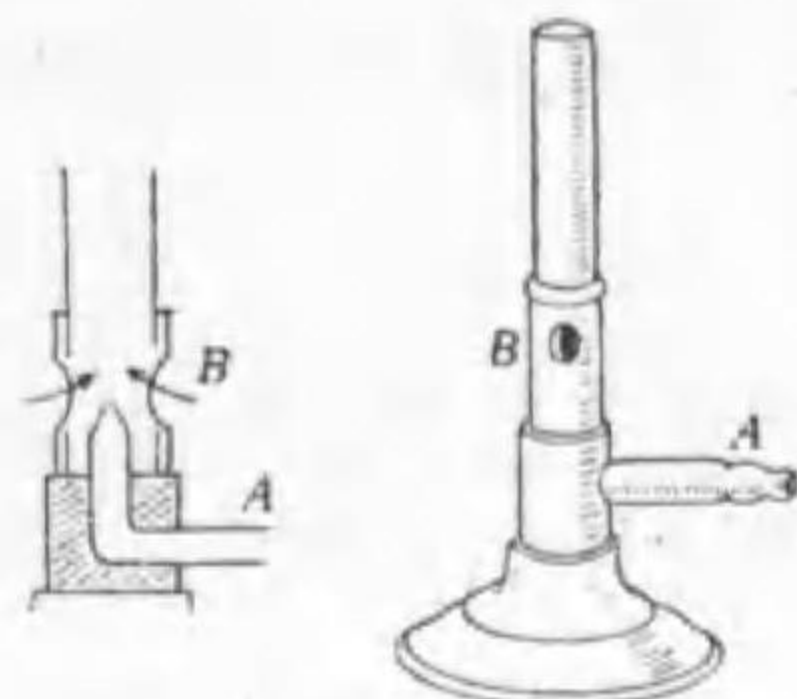


第44圖 焰の構造

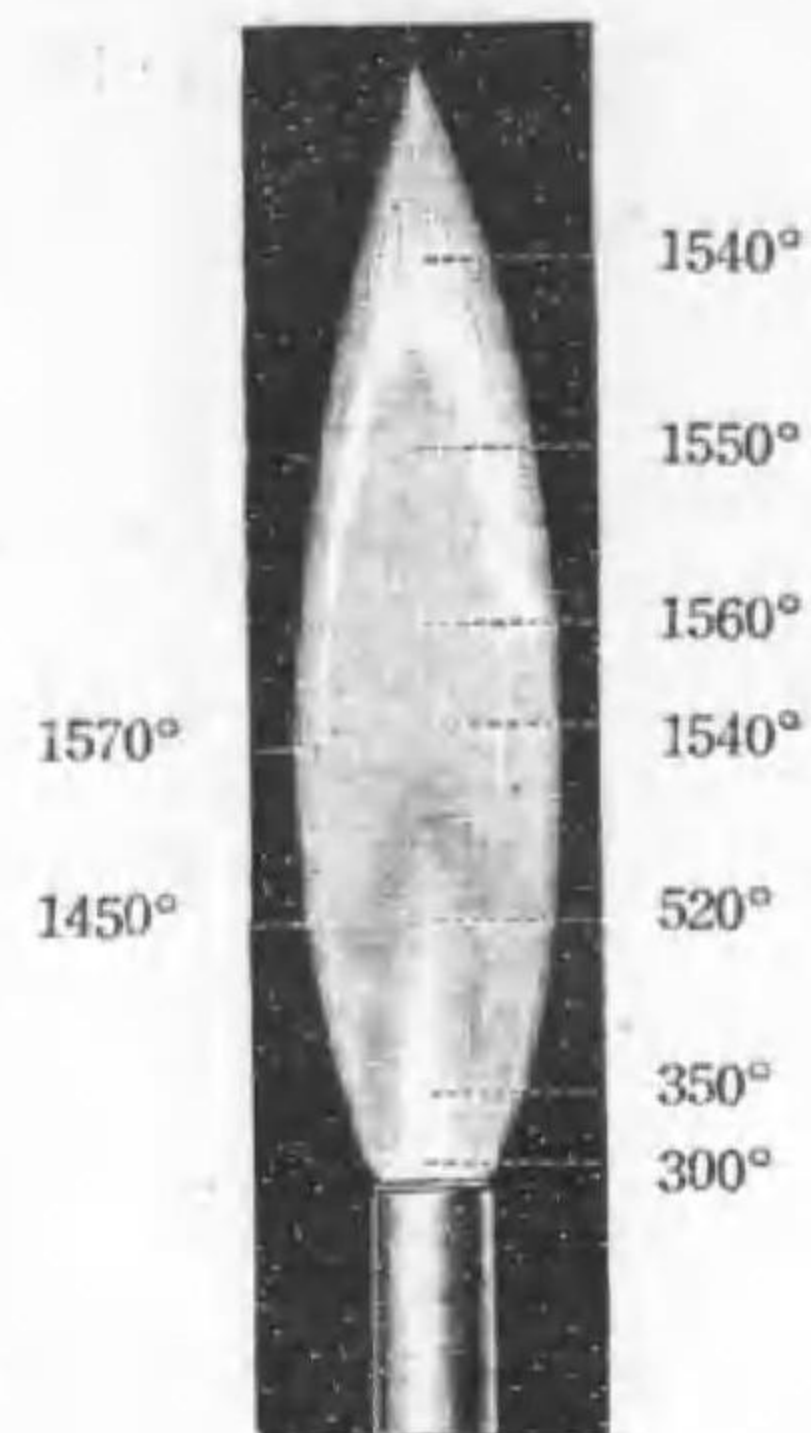
部分で、他の部分よりも温度も低く、光も弱い。これを**焰心**といふ。この部分に硝子管を入れて氣體を取り出し、燃やすことができる。焰心の外部で最も光の強い部分を**内焰**といひ、空氣に充分觸れぬから燃焼が不完全で、炭素が一部分遊離し、強熱されて強い光を發するのである。内焰は熱せられた炭素があるために還元作用をするから、また**還元焰**ともいふ。最も外側の部分を**外焰**といひ、ここは空氣の供給が充分だから燃焼が完全に行はれ、光は弱いが温度は最も高い。外焰は熱せられた空氣中の酸素で酸化作用をするから**酸化焰**ともいふ。

3. 燃焼と温度

【實驗】1. ブンゼン燈に點火し、空氣の入る孔の大きさを加減して、その焰の有様の變化を見る。



第45圖 ブンゼン燈
右は外觀 左は下部の縦断面
A. ガス管 B. 空氣の入口



第46圖
ブンゼン燈焰の種
々な部分の温度

可燃性の氣體に適當に空氣を混ぜて燃やせば、完全に燃えて内焰を生じない。ブンゼン燈はこの理を應用し、石炭ガスを完全に燃やして、高温度を得るやうにしたものである。

液體や固體は氣體のやうに完全に燃やすことは困難である。しかし家庭に用ふる石油焔爐のやうに、石油を熱して氣體となし、空氣を混ぜて燃やすか、工場で重油を燃やすやうに霧狀に噴出し、充分空氣に觸れさせると、完全に燃やすことができる。石炭のやうな固體でも特別の焔を用ひるか、または碎いて微粉末となし、空氣と共に噴出して燃やせば、

割合に完全に燃えて高温度にすることができ
る。

【実験】2. アルコールランプ及びブンゼン燈の焰の中
に白金線を入れて、その光輝の度合を比べて見る。

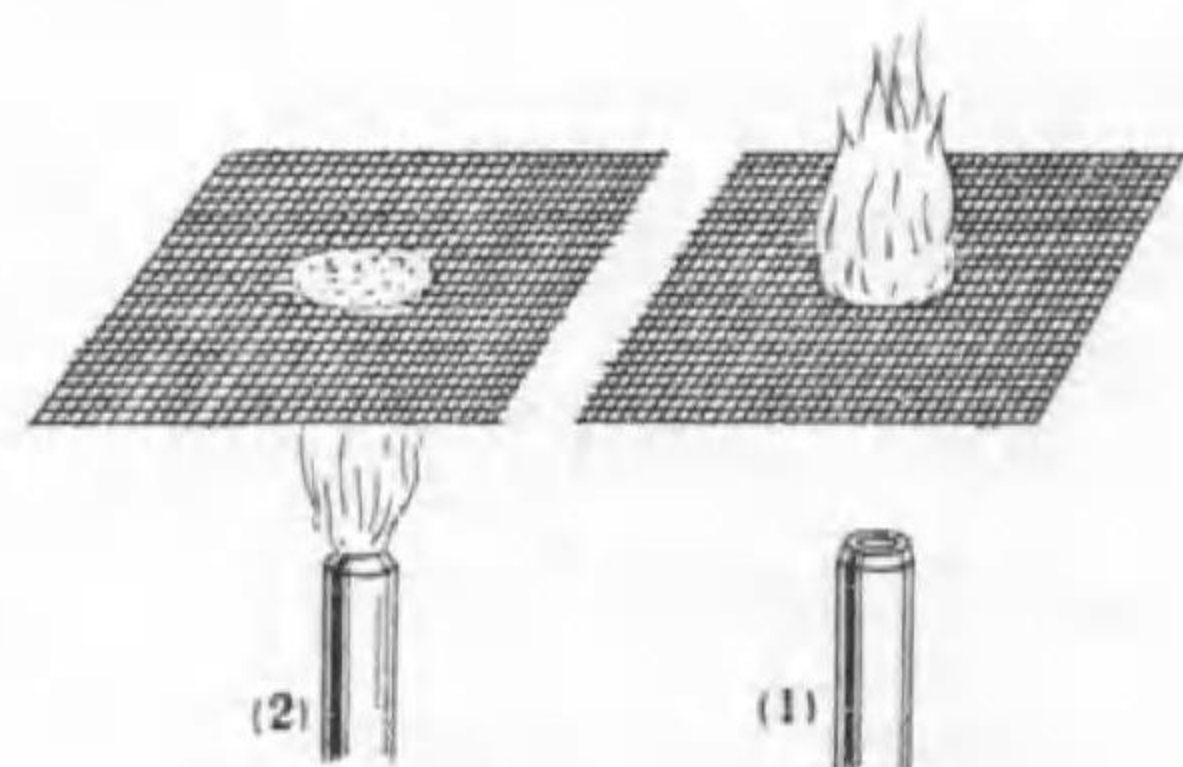
焰の光を強くするには、焰の中に灼熱され
た固体のあることが必要である。石炭ガス
の焰は温度は高いが光が弱いから、これを燈
用とするにはマントルで覆ふ。マントルは
酸化トリウムに少量の酸化セリウムの混じ
ったもので、これが焰の中で熱せられて強い光
を放つのである。

4. 發火點

【実験】ブンゼン
燈の焰を細い目の銅
網で覆ふと、焰は金網
の下で燃え、その上部
には出ない。

金網は熱を導

き易いために焰の熱を奪ふから、金網の上の
ガスは温度が下つて燃えないのである。即
ち石炭ガスが燃えるには、或温度以上に熱せ



第 47 圖 發火温度と燃焼

(1) 上に點火した時
(2) 下に點火した時

られなければならない。すべての物質が燃
えるには、その物質に應じて或る温度以上に
熱することが必要である。この温度をその
物質の發火點といふ。

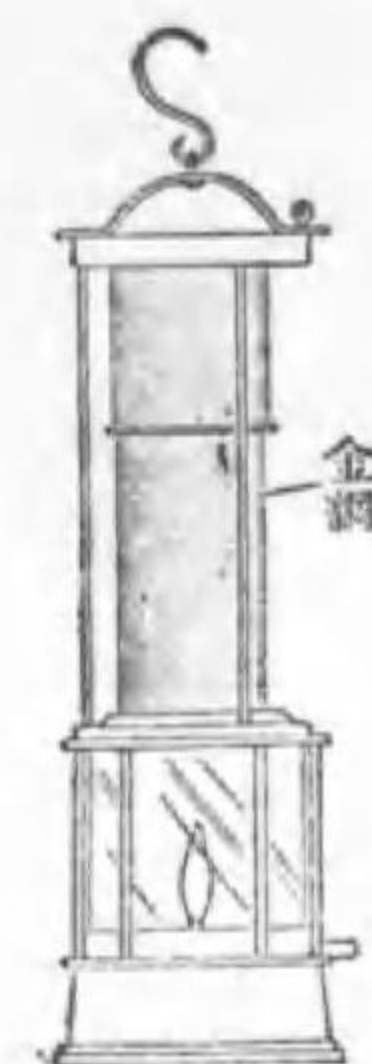
英國の化學者デーヴィー氏
はこの理を應用して、石炭坑内
に用ふる安全燈を發明し、炭坑
内の爆發を防ぐことができた。

今日我國の炭坑内には蓄電池による
電燈を使用してゐる。

問1. 燭火を吹くと直ちに消えるが、炭
火を吹くと益々盛んに燃えるのは
何故か。

問2. 石炭ガス爐で鍋を最も強く熱するには、鍋の底の位
置を焰のどこの部分に置いたらよいか。

問3. 水をかけて火の消えるのはどういふ理由か。



第 48 圖
デーヴィーの
安全燈

第七章 分子 原子

1. 分子 原子 學者の説によれば、水素
は水素分子といふ、微細な粒子が多數集つて、
できてゐるものであつて、水素分子は水素の

性質をもつ最小のもので、どの水素分子もその



第49圖 ダルトン (英國人)
(1766—1844)

今日の原子説の創意者で又倍
數比例の定律の發見者である

の形状・性質・重さなどが等しいと考へられる。水素に限らず、すべての物質は皆多數の分子の集つたもので、物質が異ると分子の性質も異なる。

分子は更に原子といふ微細な粒子から成る。例へば、水素の分子は水素原子2個から成り、酸素の分子は酸素原子2個から成るが、水の分子は水素原子2個と、酸素原子1個とから成つてゐる。即ち元素の分子は同じ種類の原子だけから成るが、化合物の分子は異つた種類の原子から成る。

2. アボガドロの假説

伊太利の化學者アボガドロは、氣體の分子につい



第50圖 アボガドロ (伊太利人)
(1776—1856)

物理學者で有名なアボガドロの假説を唱へた

て、次の假説を唱へた。

同温・同壓の下では、すべての氣體の同容積中に、常に同數の分子を含んでゐる。

例へば1立の水素中に水素分子がn個含まれてゐれば、同温・同壓の酸素1立中にもn個の酸素分子が含まれてゐる。

氣體は壓力と溫度によつて容積が異つてくる。即ち容積は壓力に反比例し、溫度が攝氏の1度昇る毎に攝氏零度に於ける容積の $\frac{1}{273}$ づつ増加する。

3. 氣體反應の定律 精密な實驗の結果によれば、酸素と水素と化合して水(水蒸氣)を生ずるときには、必ず酸素1容積と、水素2容積とが化合して2容積の水蒸氣を生じ、その容積は1:2:2の比をなす。また酸素中で酸化炭素が燃えて、炭酸ガスを生ずる場合にも、酸素・酸化炭素・炭酸ガスの容積の比は1:2:2である。

一般に氣體と氣體とが化學變化をするときには、これ等の氣體や生じた氣體の容積は1, 2, …などの簡単な整數の比をなす。 この

ことを氣體反應の定律といふ。

4. **分子量 原子量** 分子及び原子は極めて小さくて、その重さを直接に秤することはできないが、その比較的の重さを求めることはできる。酸素分子1個の重さを32と定め、これに對して他の元素または化合物の分子1個の比較的の重さを、それ等の元素または化合物の分子量といふ。

氣體及び氣體になり易い物質の分子量を求めるには、その氣體の酸素に對する比重を求め、これを32倍すればよい。これまで學んだ物質の分子量を右表に示す。

物 質	比 重	分子量
酸 素	1(標準)	32.00
水 素	0.0630	2.016
窒 素	0.875	28.00
炭酸ガス	1.375	44.00
酸化炭素	0.875	28.00

原子の比較的の重さを原子量といふ。酸素1分子は2原子から成り、酸素の分子量は32であるから、酸素の原子量は $32 \div 2 = 16$ である。これが原子量の標準となる。

水素及び窒素の1分子は2原子から成る。故に原子量は、それぞれ $2.016 \div 2 = 1.008$ 及び $28 \div 2 = 14$ である。

5. **瓦分子(モル)** 分子量は無名數であるが、實用上この數に瓦をそへて、物質の重さを示すことがある。分子量を瓦單位で表はしたものを**瓦分子**または**モル**といふ。例へば酸素1瓦分子と云へばその32瓦で、炭酸ガス1モルは44瓦のことである。

同温・同壓では、どの氣體もその1瓦分子の容積は、アボガドロの假説によつて等しくなければならぬ。精密な實驗の結果によると、標準状態(0°C, 1氣壓)では、すべての氣體の1瓦分子は22.4立である。

第八章 化學記號 化學方程式

1. **元素の記號** 化學では便宜上各元素を示すのに、そのラテン名の頭文字を用ひ、若し同じ頭文字の元素が二つ以上あるときは、

他の一字を小さく附記して、これを區別する。例へば次のやうである。

元素名	ラテン名	記號	元素名	ラテン名	記號
酸素	Oxygenium	O	ネオン	Neon	Ne
水素	Hydrogenium	H	炭素	Carboneum	C
ヘリウム	Helium	He	鹽素	Chlorum	Cl
窒素	Nitrogenium	N	銅	Cuprum	Cu

これ等の元素記號は、また同時に各元素の1原子量をも表はしてゐる。例へばOは酸素元素を表はすと共に、その原子量16をも示してゐる。

本書表紙の裏にある原子量表は、今日まで知られてゐる元素の記號及び原子量を記したものである。

2. 分子式 酸素1分子は酸素2原子から成るからO₂で表はす。また水1分子は水素2原子と酸素1原子から成るから、H₂Oで表はす。O₂やH₂Oのやう

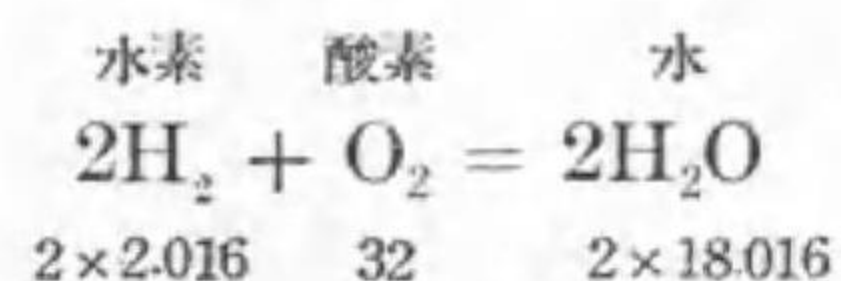
物質名	分子式	物質名	分子式
酸素	O ₂	水	H ₂ O
窒素	N ₂	炭酸ガス	CO ₂
水素	H ₂	酸化炭素	CO
ネオン	Ne	アムモニア	NH ₃

に、物質の1分子を表はす式を分子式といふ。

分子式をつくるには、先づその物質の分子中に含んでゐる、各元素の記號を並べて記し、同種類の元素が2原子以上あるときは、元素記號の右下にその原子数を附記する。酸素の分子式O₂について見ると、酸素の原子量は16であるから、O₂ = 16 × 2 = 32 即ち酸素の分子量を表はす。

かやうに分子式は、またその物質の分子量を表はすものである。

3. 化學方程式 水素と酸素と化合して水を生ずる化學變化は、これ等の物質の分子式と、加號(+)と等號(=)などを用ひて、書き表はすことができる。



かやうな式を化學方程式といふ。この式には次のやうな種々の意味が含まれてゐる。

1. 2分子の水素と1分子の酸素と化合して、2分子の水を生ずること。
2. 水素4.032瓦と酸素32瓦とが化合して

水36.032瓦を生じ、重さの割合が一定であること。(定比例の定律)

3. 左邊の反應に與かる物質の重さと、右邊に生じた物質の重さとは等しいこと。(質量不變の定律)

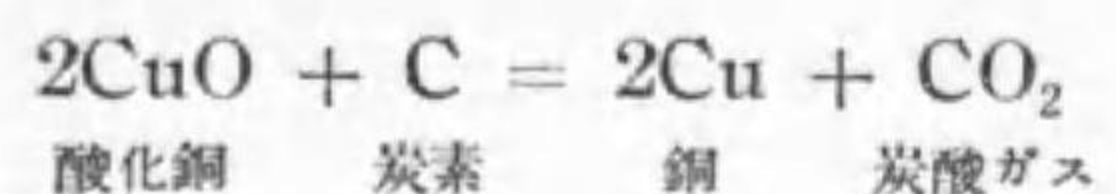
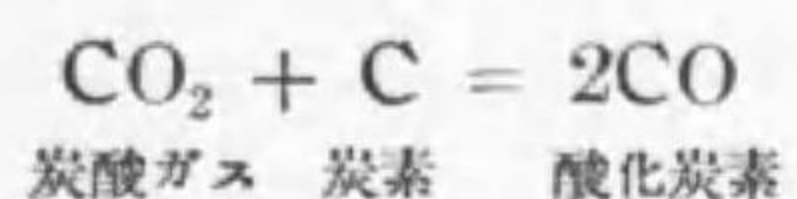
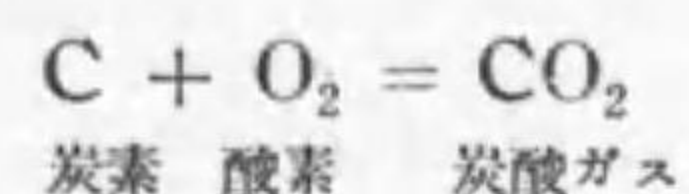
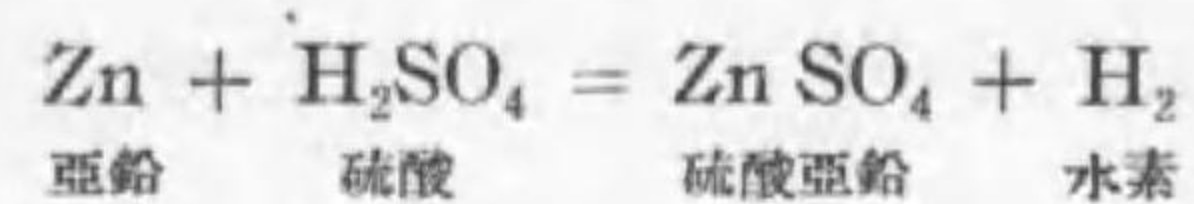
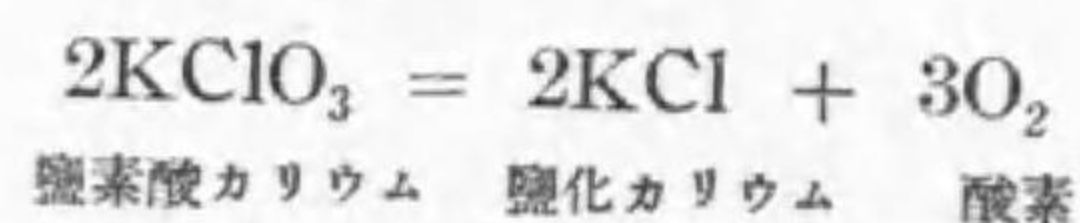
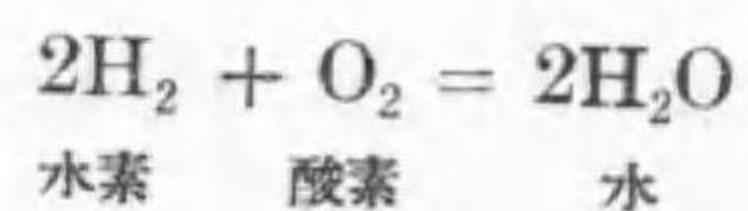
4. 水素2容積と酸素1容積とが化合して、水蒸氣の2容積を生ずること。(氣體反應の定律)

化學方程式を書き表はすには次の順序による。

(1) 反應に與つた物質の分子式を等號の左邊に、反應で生じた物質の分子式を右邊に書く。

(2) 各元素の原子數の和が、左邊と右邊とが等しくなるやうに、分子式の係數を定める。

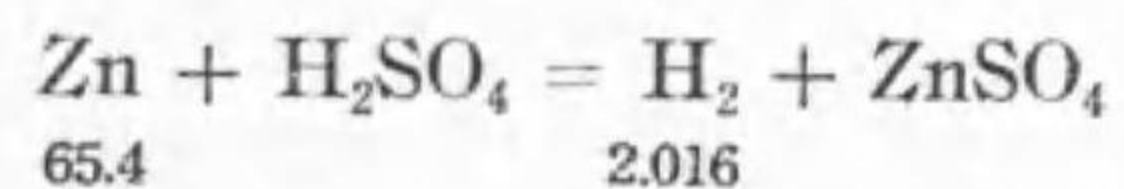
次に既に學んだ化學變化を、化學方程式を用ひて示す。



2H_2 は水素の2分子、 $2\text{H}_2\text{O}$ は水の2分子を表はす。一般に2分子以上の分子數は分子式の左にその數を記す。

4. 化學方程式の應用 化學方程式は次のやうに應用することができる。

例 1. 今20瓦の亜鉛に硫酸を注ぐならば、幾瓦の水素を發生するかは、次の比例式で計算することができる。

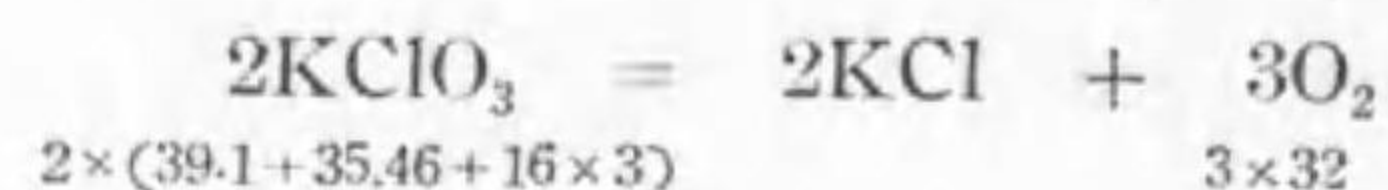


$$65.4 : 20 = 2.016 : x \quad \therefore x = 0.616 \text{ (瓦)}$$

また生じた水素が標準状態で幾何の容積があるかは、氣體の1瓦分子が22.4立の容積をもつことから、次の比例式で計算することができる。

$$65.4 : 20 = 22.4 : x \quad \therefore x = 6.85 \text{ (立)}$$

例2. 酸素100瓦を製するに必要な鹽素酸カリウムの重さを求むるには

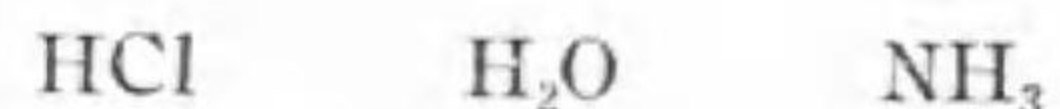


$$96.00 : 100 = 245.12 : x \quad \therefore x = 255.33 \text{ (瓦)}$$

またO₂は酸素の1瓦分子を表はし、標準状態では22.4立であるから、酸素10立を製するに、幾瓦の鹽素酸カリウムが必要であるかは、次の比例式から求められる。

$$22.4 \times 3 : 10 = 245.12 : x \quad \therefore x = 36.48 \text{ (瓦)}$$

5. 原子價 鹽化水素・水・アムモニアの分子式



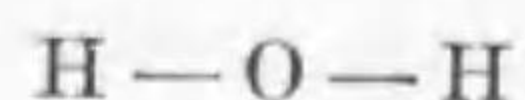
について見ると、鹽化水素では鹽素1原子は水素の1原子と、水では酸素の1原子は水素の2原子と、アムモニアでは窒素の1原子は水素の3原子と化合してゐる。鹽素のやうに、その1原子が水素の1原子と化合する元素を一價元素といひ、酸素のやうにその1原子が水素の2原子と化合する元素を二價元

素、窒素のやうにその1原子が水素の3原子と化合する元素を三價元素といふ。そして一價、二價、三價などをその元素の原子價といふ。水素と直接化合物をつくらぬ元素の原子價は、既に原子價の知れてゐる元素との化合物から、間接に知ることができる。例へば鹽素は一價元素であるから、ナト

元 素	原 子 價
水 素	I
鹽 素	I
ナトリウム	I
酸 素	II
銅	I, II
亜鉛	II
鐵	II, III
窒 素	III, V
炭 素	IV

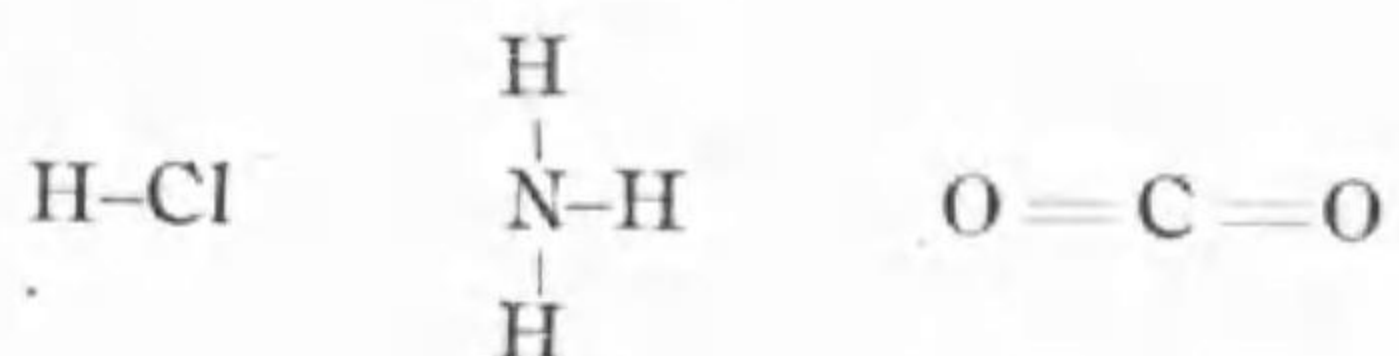
リウムの原子價は、鹽化ナトリウムNaClから一價であることが解る。

6. 構造式 水の分子内で、水素2原子と酸素1原子とがどのやうに結合してゐるか。この關係を説明するために、原子價が一價である水素原子の記號には、1個の短線(H—)を引き、原子價が2價である酸素の記號には、2個の短線(—O—)を引いて互に連結させ、次のやうな式をつくと、甚だ了解し易い。



かやうな式を水の構造式といふ。他の物質も、その1分子中に含まれてゐる原子の種類や、その原子價などを考へて、構造式をつくることができる。

例へば



7. 元素の當量 水の1分子量は水素の2原子量 $\text{H}_2 = 1.008 \times 2 = 2.016$ と、酸素の1原子量 $\text{O} = 16$ とが化合して生ずるから、水素の1原子量1.008と化合する酸素の量は8である。この8を酸素の當量といふ。他の元素についても、水素の1原子量と化合する(またはこれと置換する)量を、その元素の當量といひ、化合物をつくるときの、最も簡単な割合を示す大切な數である。當量に瓦をつけたものを**瓦當量**といふ。例へば鹽化水素 HCl に於て、鹽素 $\text{Cl} = 35.46$ は水素の1原子量と化合する

からその當量は35.46であり、アムモニア NH_3 に於ては窒素の1原子量 $\text{N} = 14$ は水素の3原子量と化合するから、窒素の當量は $\frac{14}{3} = 4.67$ であることが解る。

一般に元素の當量は原子量を原子價で割つたものである。また直接に水素と化合しない元素でも、原子價がわかれば、上に述べたやうにして、その當量を求めることができる。

問1. 次の分子式から K ・ Ba ・ Cr ・ Cu の原子價を定めよ。



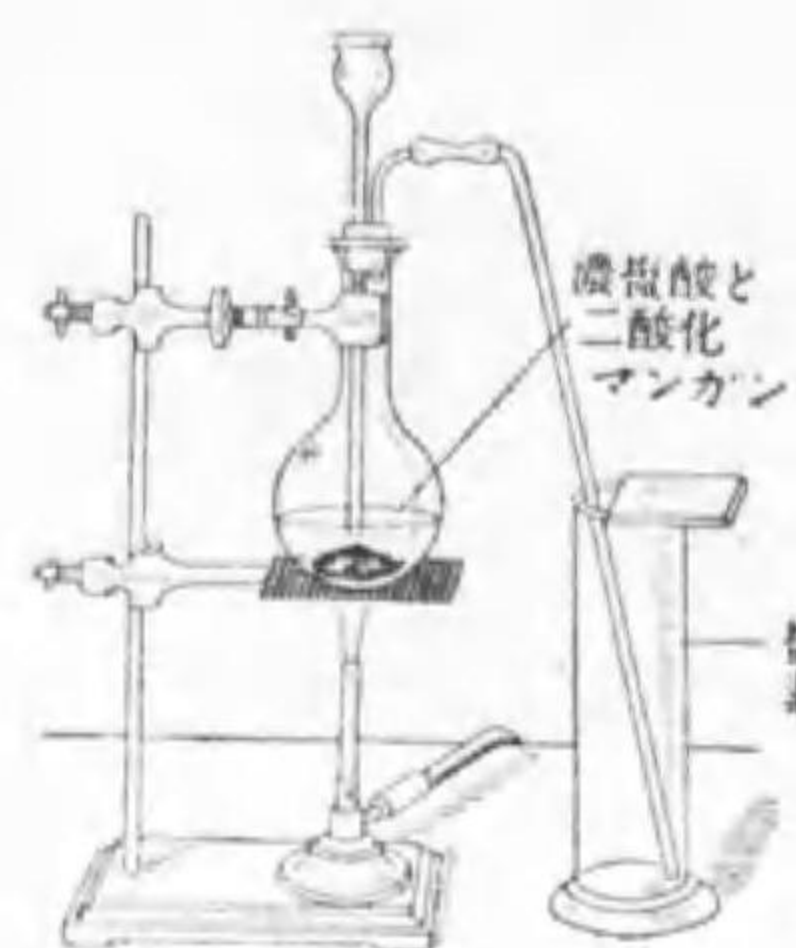
問2. 炭酸ガス CO_2 に於ける炭素の當量はいくらか。

問3. 100瓦の炭素を燃やせば標準状態で幾立の炭酸ガスを生ずるか。又それに要する酸素は幾瓦か。

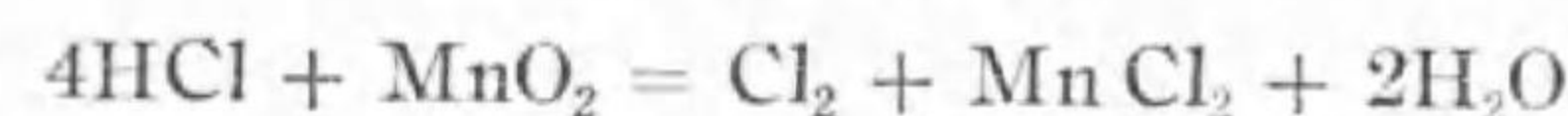
第九章 鹽素 鹽化水素

第一節 鹽 素

1. 鹽素の製法 フラスコに二酸化マンガンを濃鹽酸とを入れて少し温めると、惡臭のある淡黄綠色の重い氣體を發する。この氣體を鹽素 Cl_2 といふ。



第51回 塩素の捕集

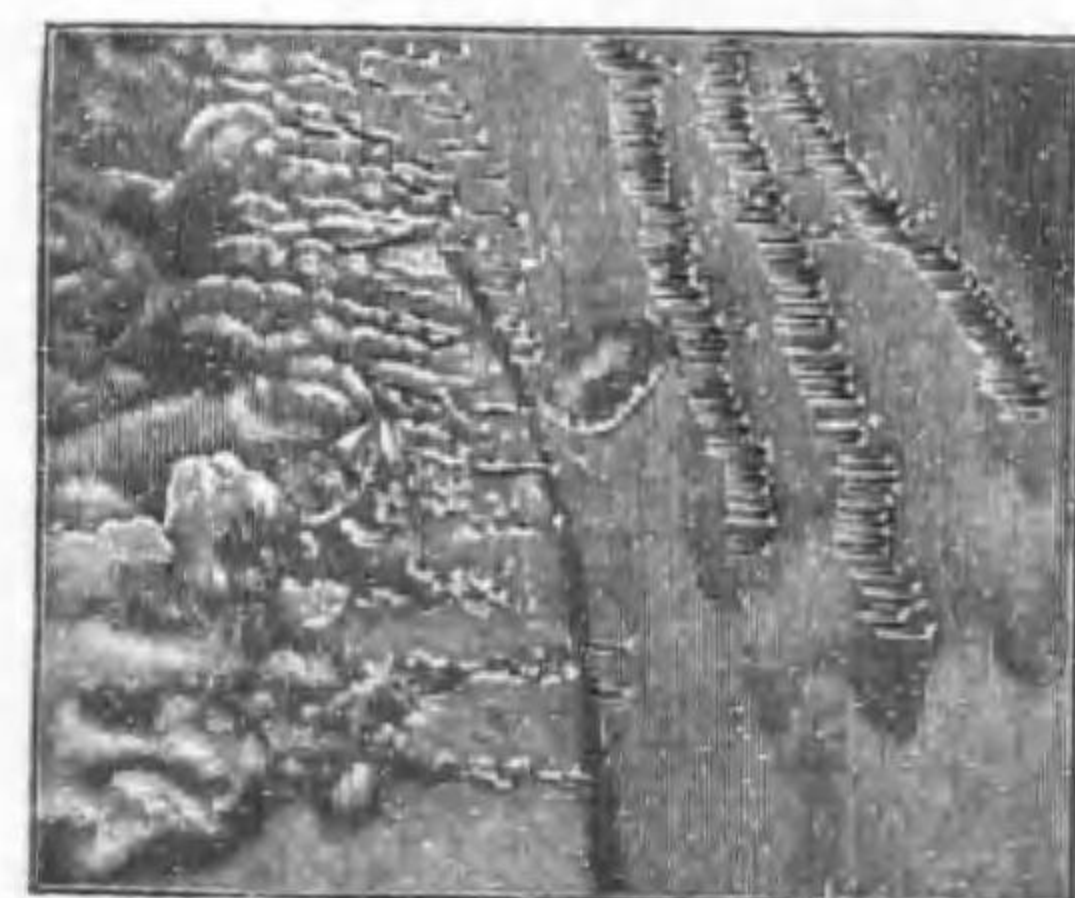


空気より約2.5倍重いから、下方置換で捕集する。

2. 塩素の性質 塩素は甚だ有毒で、これを少し吸つても呼吸が困難になる。それ故

歐洲大戦には毒ガスとして使用された。

現今毒ガスとして用ひられるものは塩素臭素砒素硫黄などの複雑な化合物である。その中ホスゲン COCl_2 、ヂフェニール

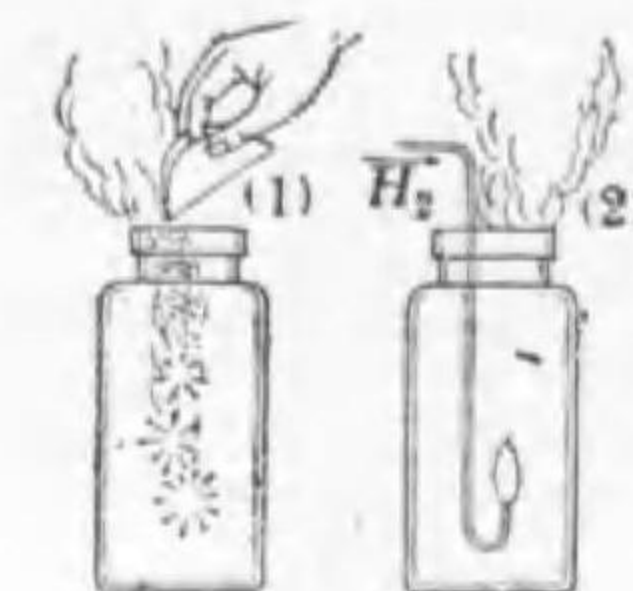


第52回

風力により毒ガスを敵陣に送る（上より斜に見下ろした有様で、多数の圓筒には毒ガスが詰めてある）

鹽化砒素 $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$ 、イペリット $(\text{ClCH}_2\text{CH}_2)_2\text{S}$ などが多く用ひられる。これ等のものを砲弾の中に詰めて發射したり、特殊な發射器で敵陣地に散布する。

【實驗】1. 三箇の瓶に鹽素を捕集し、第一瓶にアンチモンの粉末を入れると、美しい火花を放つて化合し、鹽化アンチモン SbCl_3 を生ずる。第二瓶にナトリウムの小片を入れ暫く置くと、鹽素とナトリウムと化合して鹽化ナトリウム NaCl を生ずる。第三瓶に水素に點火して入れると、鹽素と水素と化合して鹽化水素 HCl を生ずる。



第53回

鹽素中に於ける物質の燃焼

- (1) アンチモン粉末
(2) 水素

かやうに、鹽素は他の元素と極めて化合し易い性質をもつてゐる。鹽素と水素とを混合し直射日光に當てると、爆音を發して化合し鹽化水素を生ずる。 SbCl_3 、 NaCl 、 HCl のやうに、鹽素と他の元素との化合物を鹽化物といふ。



第54回

鹽素中で蠟燭の燃焼

【實驗】2. 鹽素を捕集した瓶の中に點火した蠟燭を入れると、焰は赤くなり多量の黒煙と白煙とが出てくる。

鹽素は水素と化合し易く、他の化合物中の水素を奪つてこ

れと化合する。それ故、蠟燭中の成分の水素と化合し、炭素を遊離させるのである。



第55圖 鹽素の漂白作用

- (1) 色模様のある織物
(2) 乾いた鹽素中に入れた場合
(3) 濕つた鹽素中に入れた場合

ば鹽素は乾く中に、他方を濕つた鹽素中に入れて置くと、乾いた鹽素中の布片は殆ど變色しないが、濕つた鹽素中のものは色が消える。

鹽素が水に作用すると酸素を生ずる。



この酸素は原子状態であつて、これを**發生機**の酸素といふ。酸化力が強く、布片の色素を酸化して無色の化合物に變ずる。

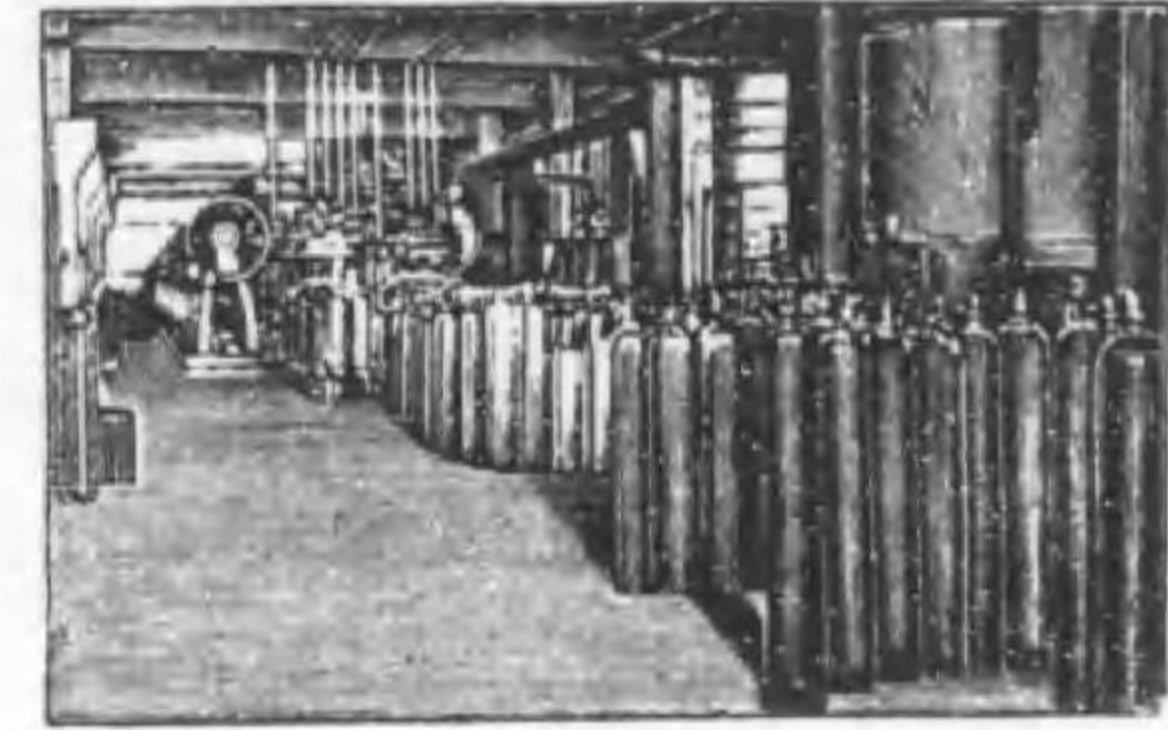
3. 鹽素の用途 鹽素は工業上食鹽水を電氣分解して、苛性ソーダと共に多量に製造

鹽素は常温では、水の1容積に約2.5容積溶ける。この水溶液を日光に曝すと、鹽素は水の成分の水素と化合して鹽化水素となり、徐々に酸素を發生する。

【實驗】3. 鮮かな色模様のある、二枚の布片の一方を乾いた鹽素(瓶の底に濃硫酸を入れて置け

され、その大部分は石灰に吸収させて漂白粉

をつくり、製紙原料や、木綿の漂白に用ひる。一部分は水素と直接に化合させて合成鹽酸をつくり、また壓縮してボ



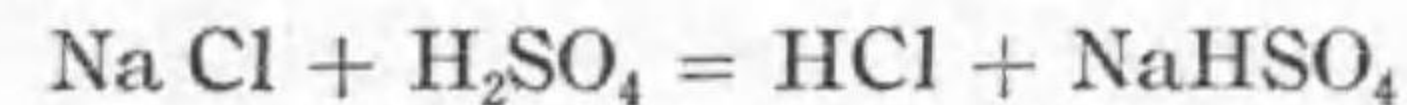
第56圖
鹽素を液化する工場内の
液體鹽素を詰めたポンプ

ンプに詰めて販賣され、漂白液やその他の鹽素化合物を製するのに使用されたり、飲料水やプールの殺菌などに用ひる。

第二節 鹽化水素

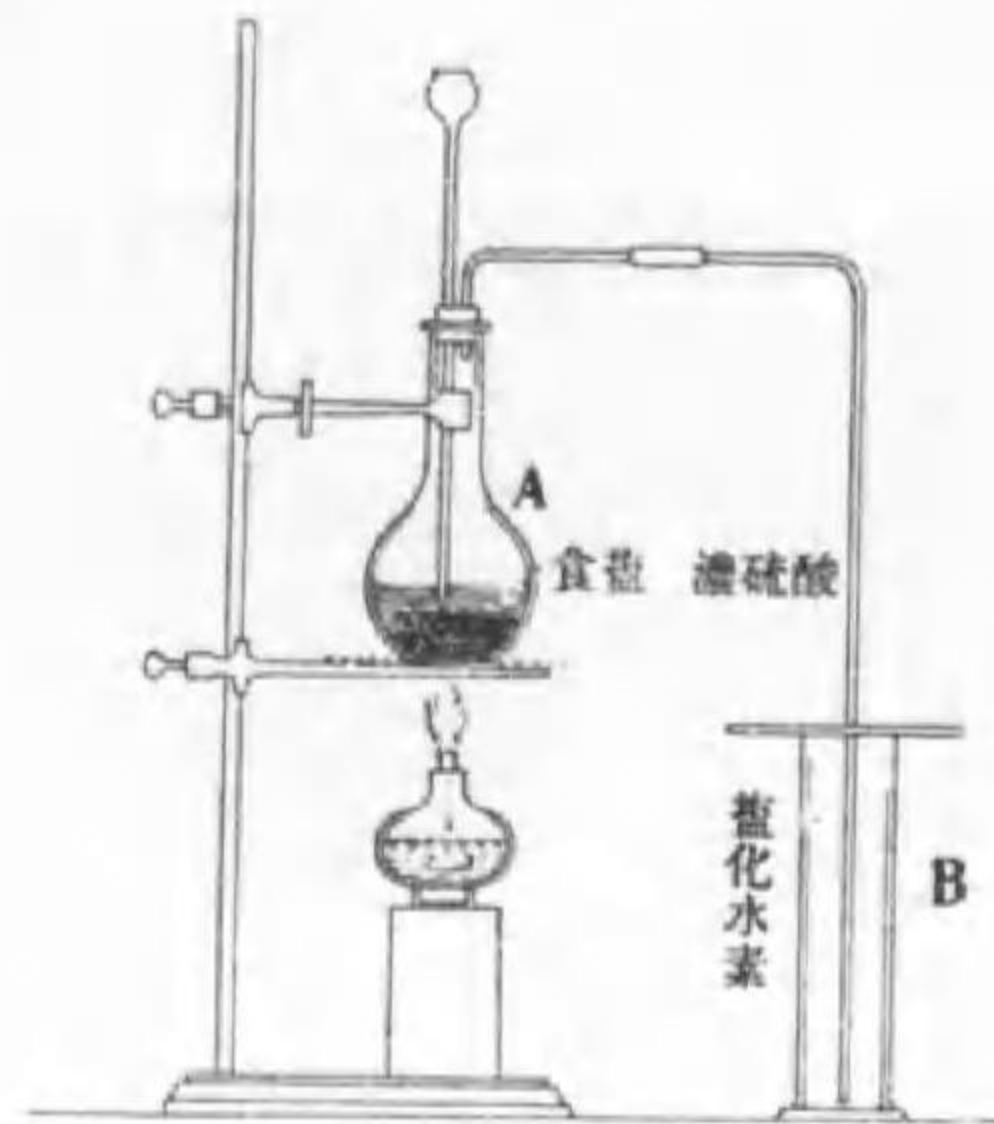
1. 鹽化水素 鹽化ナトリウムに濃硫酸を加へて熱すると、刺戟性の臭氣の強い無色の氣體を發生する。

これを鹽化水素といふ。



酸性硫酸ナトリウム

空氣より重いから、下方置換によつて捕集する。濕つた空氣中で白煙を生ずる。

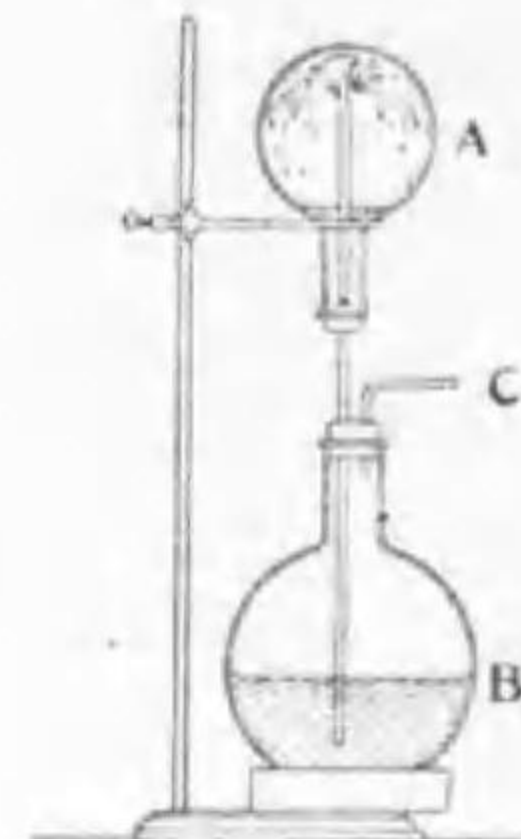


第57圖 鹽化水素の製法
A. 發生瓶 B. 捕集圓筒

【實驗】 下方のフラスコBに青色リトマス液を入れ、よく乾かしたフラスコAに鹽化水素を充たしたものに、先の尖つた硝子管を挿したコルク栓を締め、圖のやうに、下のフラスコとつなぎ、側管Cから吹いて、Bの液を硝子管を上昇させてAに達せしめると、其後は自然に液はA中に噴出し赤色に變る。

鹽化水素は水に溶解易く、1容積の水は常温では450容積の鹽化水素を溶かす。この溶液を鹽酸といふ。鹽酸は酸味があつて、青色試験紙を赤變する。かやうな反應を酸性反應といふ。酸と呼ばれるものには皆この反應がある。

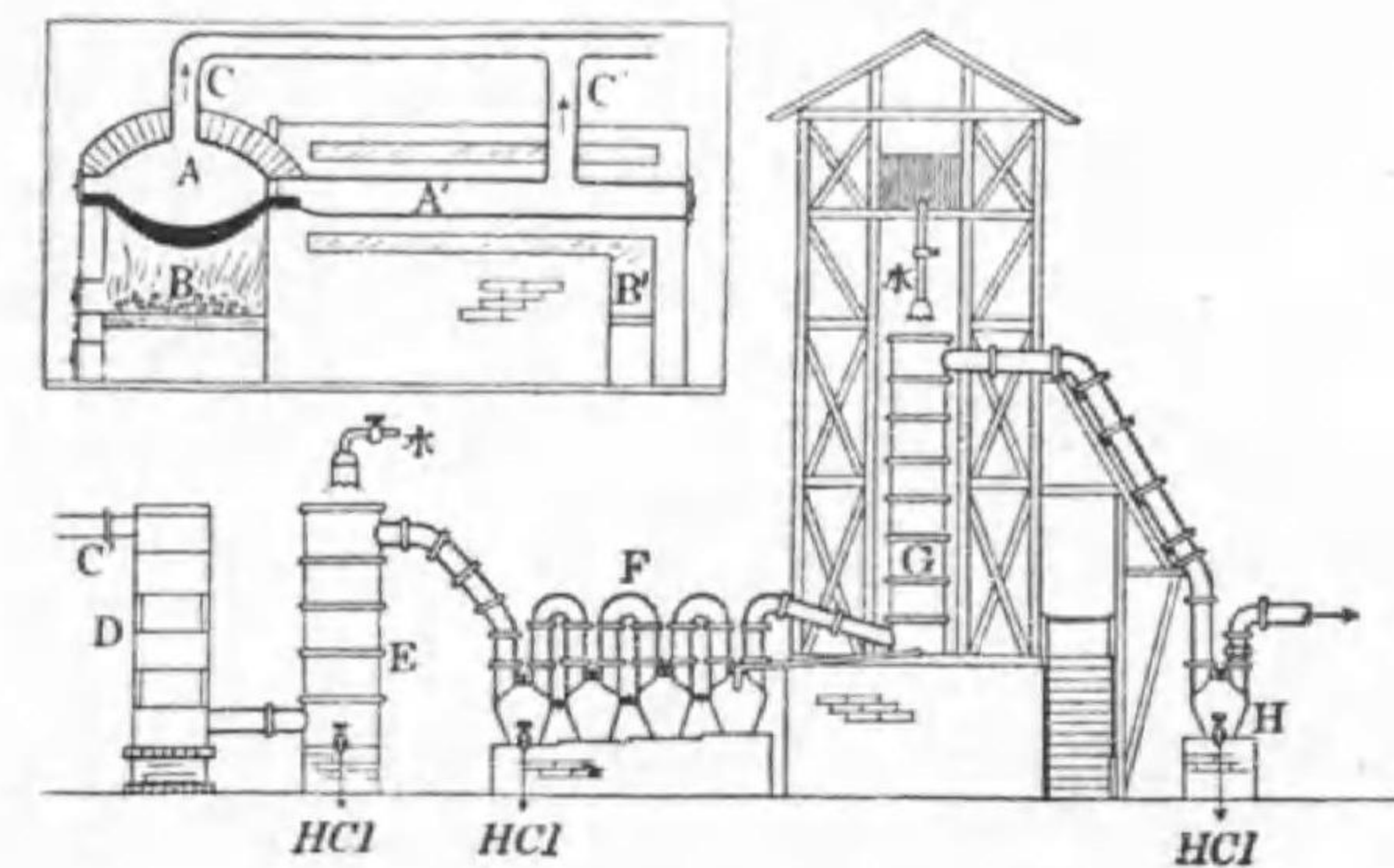
2. 鹽酸 工業上鹽酸を製造するには、先



第58圖 鹽化水素の實驗
A. 鹽化水素を充たしたフラスコ
B. 青色リトマス液
C. 吹き口

づ食鹽と濃硫酸とを鐵製の平鍋に入れ、熱して鹽化水素を發生させ、次に鍋の酸性硫酸ナトリウムを反射爐に移し、更に食鹽を混ぜて強熱し鹽化水素を發生させる。

これ等の鹽化水素は、水を入れた多數の瓶を通して吸収させ、最後に高い塔を上昇させ、上から水を落して悉く吸収させる。また合成によつて多量に製造される。



第59圖 鹽酸の工業的製法

左上圖は爐で、先づこの平鍋Aに食鹽と濃硫酸とを入れて熱すると、鹽化水素と酸性硫酸ソーダとを生ずる。この鹽化水素は管Cにより、下圖左の冷却塔Dを経て、吸収塔E及び吸収瓶Fに吸収される。なほ二吸収塔Gに上り、流下する水によつて完全に吸収される。又Aに出來た酸性硫酸ソーダは、レトルトA'で再び強熱して、鹽酸と硫酸ソーダを生ぜしめ、鹽酸は管C'に導き前のやうにして吸収させる

【實驗】 試験管に亞鉛の小片を入れ稀鹽酸を注ぐと、盛

んにガスを発生し亜鉛は溶ける。このガスに点火すると燃え、水素であることが解る。この溶液を蒸發皿で煮つめると、白色の固體が得られる。これを鹽化亜鉛 $ZnCl_2$ といふ。



鹽化亜鉛は鹽化水素中の水素が、亜鉛で置き換へられたものである。アルミニウム・鐵なども鹽酸に溶けて、それぞれ鹽化アルミニウム $AlCl_3$ 、鹽化鐵 $FeCl_2$ などを生じ、水素を發生する。

多くの金屬は鹽酸に溶けて水素を發生し、同時に鹽酸中の水素を、その金屬で置き換へた化合物(鹽化物といふ)が得られる。

問1. 1 疋の鹽素ガスをつくるには幾疋の二酸化マンガンを要するか。

問2. 200瓦の食鹽(5%の水を含む)に充分に硫酸を注いだらば幾立の鹽化水素を生ずるか。但しこの際の化學變化は次の式による。



問3. 食鹽 6 疋を硫酸を以て十分に分解する時、濃さ 36% の鹽酸の幾疋ができるか。

問4. 全く乾燥したものが、鹽素中で漂白されないのは何故か。

第十章 沃素 臭素 弗素

1. 沃素 沃素 I_2 はまた沃度とも呼ばれ、海藻を焼いた灰を原料として製する。金屬のやうな光澤ある、紫黑色の板狀結晶で、惡臭がある。



第60圖
沃素の昇華

【實驗】1. 沃素を皿に入れ、漏斗で覆ふて砂皿の上で徐々に熱すると、沃素は紫色の蒸氣となり、上部の冷いところに美しい結晶となつて附着する。

かやうに、熱せられた固體から發生する氣體が冷えて、直ぐ固體となることを昇華

といふ。沃素は昇華によつて精製される。

【實驗】2. 2本の試験管の各々に少量の沃素を入れ、一方に水、他方に酒精を加へてよく振ると、沃素は水には殆ど溶けないが酒精によく溶ける。

沃素の酒精溶液を沃度^{チンキ}といひ、醫藥として用ひる。

【實驗】3. 試験管に澱粉糊の冷溶液を入れ、この中に少

量の沃度丁幾を加へると濃青色となり、温めると色が消える。

この反應は甚だ鋭敏で、沃素または澱粉の檢出に用ひる。沃素の化合物である沃化カリウム KI・ヨードフォルム CHI_3 などは、いづれも醫藥に用ひる。

2. 臭素 弗素 臭素 Br_2 は激しい臭のある、赤褐色の重い液體で、皮膚に觸れるとこれを害し、氣化したものは、粘膜や眼などを刺戟するから、毒ガスとして用ひる。臭素の化合物である臭化カリウム KBr は、醫藥に用ひる。

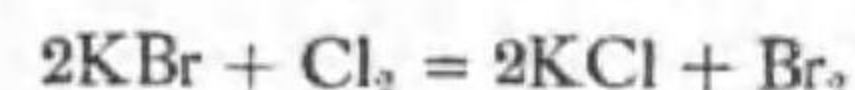
弗素 F_2 は淡黄綠色の刺戟性のある氣體で、他の元素と結合する力が甚だ大きいから、遊離させることは容易でない。螢石 CaF_2 となつて天然に産する。

3. ハロゲン元素 弗素・鹽素・臭素及び沃素は、いづれもその化學的性質がよく似た元素で、これをハロゲン元素といふ。弗素を除いては、いづれも鹽となつて海水中に溶けてゐる。

ハロゲン元素は下表に見るやうに、原子量の増すにつれて、その性質が規則正しく變化する。

	原子量	常溫に於ける状態	色	分子式	沸 點	化學上の性質
弗 素	19	氣 體	淡 黄	F_2	-187	非常に活潑
鹽 素	35.46	氣 體	黄 綠	Cl_2	-33.6	甚だ活潑で臭化金屬から臭素を追ひ出す
臭 素	80	液 體	赤 褐	Br_2	63	やや活潑で沃化金屬から沃素を追ひ出す
沃 素	127	固 體	黒 紫	I_2	184.4	不 活 潑

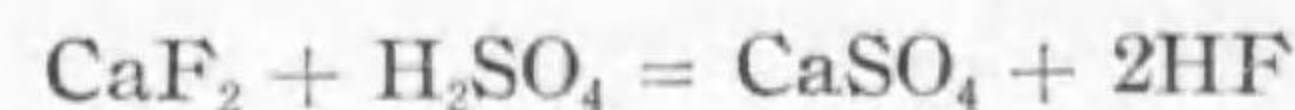
【實驗】 臭化カリウム KBr を試験管に入れ、少量の水で溶かしたものに鹽素水を少し加へると、鹽素のために臭素は追ひ出されて、液は赤褐色となる。



既に學んだやうに、鹽素の化學的性質は極めて活潑で、多くの元素と直接に化合するが、弗素は更に活潑である。臭素の性質は鹽素よりも弱く、沃素は最も弱い。それ故、沃素の金屬化合物の水溶液に臭素水を加へると、沃素は追ひ出され、臭素の金屬化合物の水溶液に鹽素を通ずると、臭素は追ひ出される。

4. ハロゲン化水素 螢石(弗化カルシウム) CaF_2 に濃硫酸を加へて熱すると、弗化水素

HF を發生する。



弗化水素は硝子を腐蝕する性質があるから、硝子に書畫を刻したり、電球を曇らすなどに用ひる。

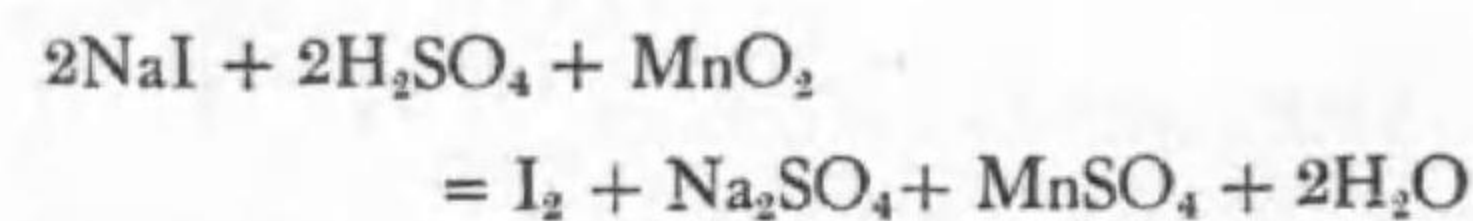


第 61 圖
弗化水素の製法
及びその作用

弗化水素・鹽化水素・臭化水素・沃化水素などをハロゲン化水素といひ、性質がよく似てゐる。

問 1. 沃化カリウムの水溶液に鹽素を通ずると沃素が遊離する。何故か。

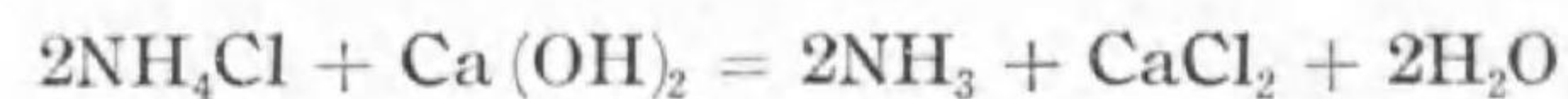
問 2. 沃化ナトリウムの 0.3% を含む海藻灰 100 疋から幾疋の沃素が得られるか。



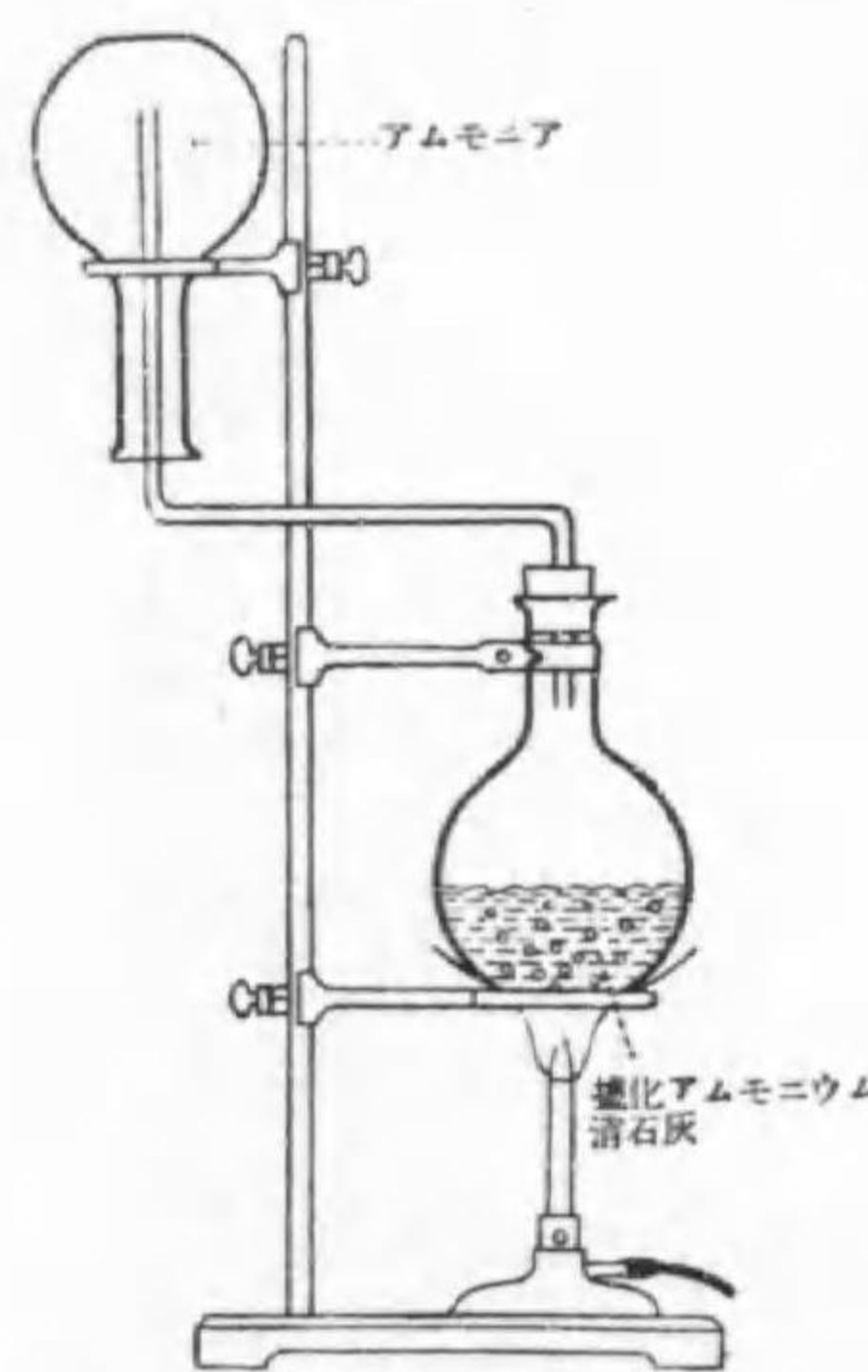
問 3. ハロゲン元素のカルシウム化合物及び銀化合物の名とその化學式とを記せ。

第十一章 アムモニア

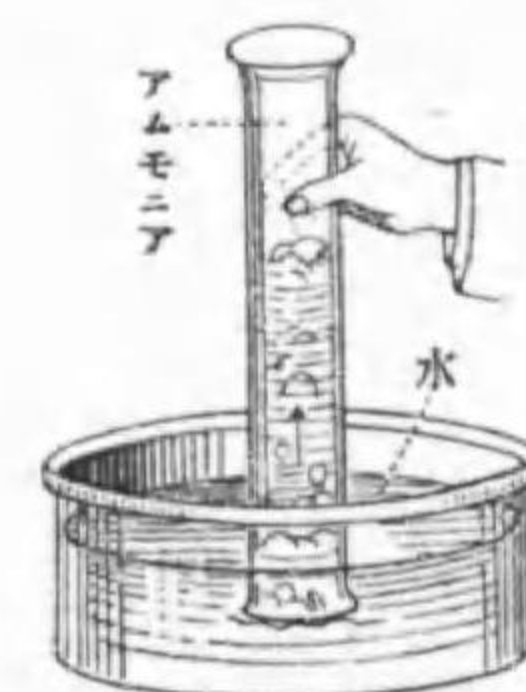
1. アムモニア 鹽化アムモニウムに消石灰を混ぜて熱すると、鼻を刺すやうな臭氣のある、無色の氣體が發生する。これをアムモニアといふ。



アムモニアは空氣よりも甚だ軽い。



第 62 圖 アムモニアの製造

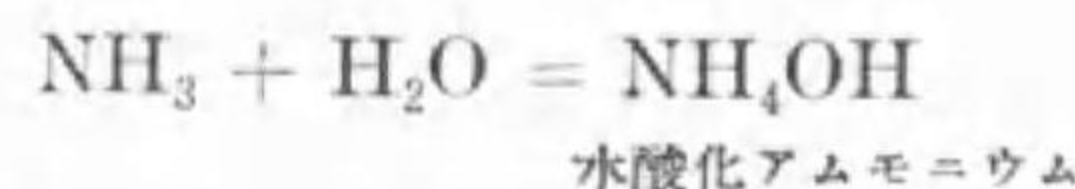


第 63 圖
アムモニアがよく水に溶けることを示す

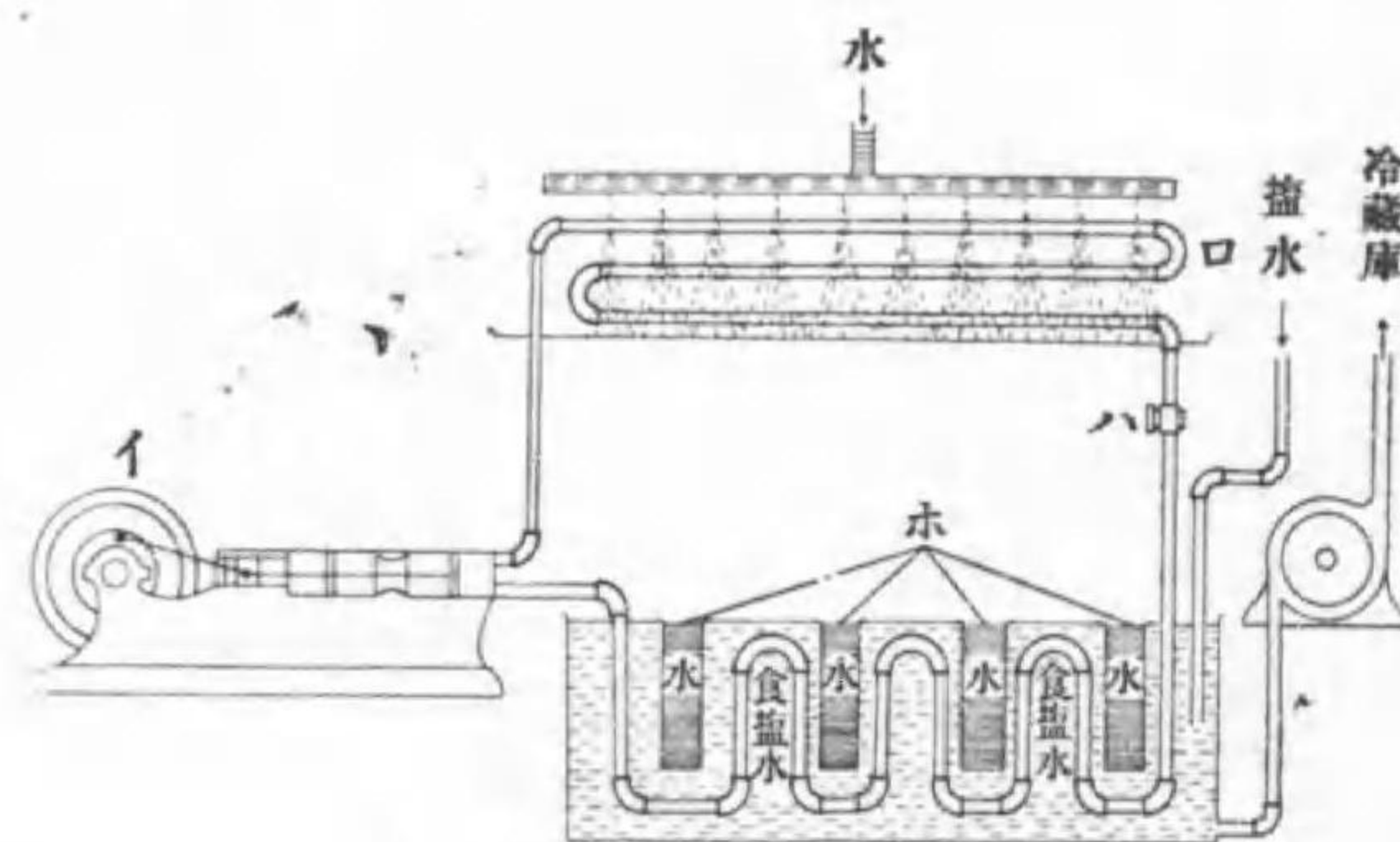
【實驗】 アムモニアを圓筒に集め、倒まにしたまま硝子の蓋をして、水槽中に入れて蓋を除くと、水は速かに圓筒の中に昇る。

アムモニアは水に非常によく溶ける。常

温では1容積の水に約800容積のアムモニアが溶ける。この水溶液をアムモニア水といひ、赤色試験紙を青變する。かやうな反應を**アルカリ性反應**といふ。アムモニアが水に溶けると、一部分は水と化合して、水酸化アムモニウムを生ずる。



水酸化アムモニウムは NH_4 (アムモニウム基といふ)と OH (水酸基といふ)との二つの部分から成り、アムモニアの水溶液がアルカリ



第64圖 アムモニア製水装置

アムモニアは(イ)なるポンプで壓縮され、水で冷された後(ハ)なる栓の處で、急に蒸發して寒冷を生じて周圍の鹽水を冷し、終に(ホ)の中の水を氷結させる。冷えた鹽水は冷蔵庫に送られる

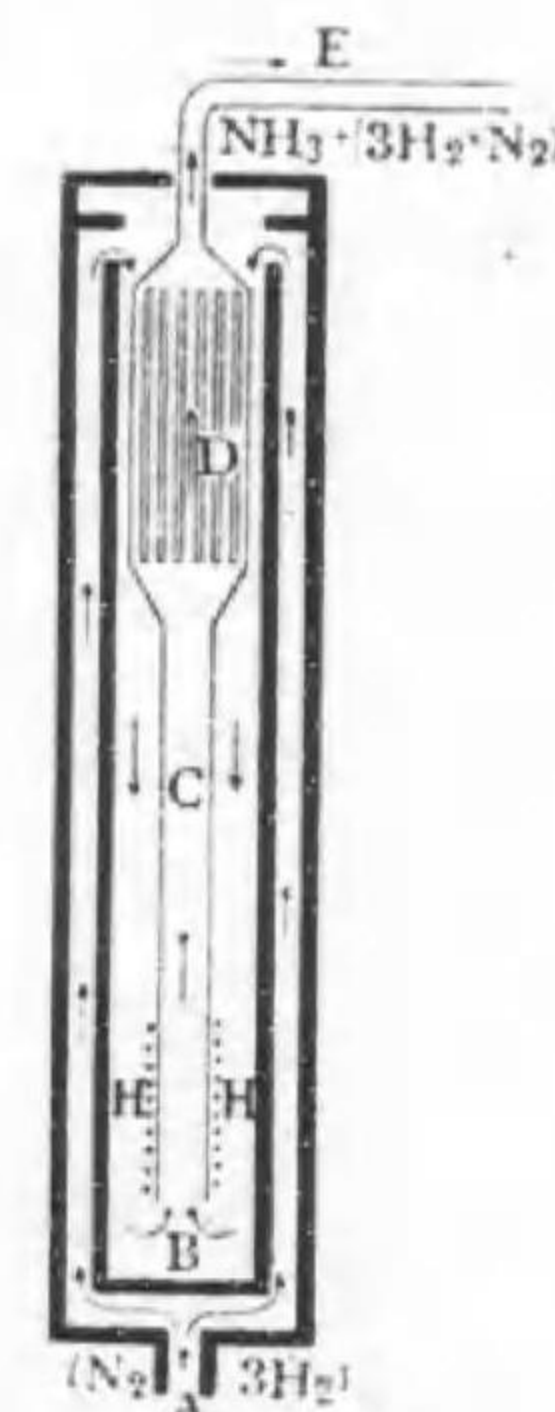
性を呈するのは、この水酸基のためである。アムモニア水は醫藥や化學實驗に用ひる。

アムモニアは強く壓縮すると、容易に液化するが、その壓力を減ずると急に氣體に復し、その際周圍から多量の熱を奪ひ取るから、氷を製造するに利用される。

また飲食物の貯藏や、麥酒製造などに使用される冷蔵庫も、同理によつて、 -15°C 位に冷やした鹽化カルシウム溶液を、鐵管で庫内に送つて冷却するのである。

2. アムモニアの合成

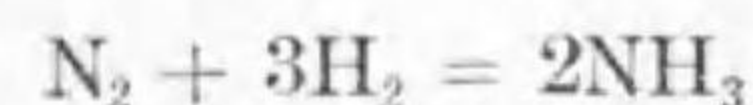
アムモニアは石炭ガス製造の際に、副産物として得られるが、現今は窒素と水素とから多量に合成される。即ち窒素と水素とを混ぜて、(窒素1容に水素3容の割合)強く壓縮し、



第65圖
アムモニアの合成法

A. 窒素と水素との混合ガスの入口 B. 豫熱された混合ガスの接觸室への入口 C. 觸媒 D. 熱の交換装置 E. アムモニアの出口 H. 電氣加熱装置

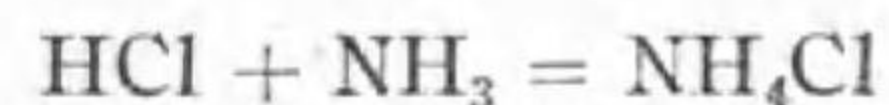
(100~1000 氣壓)高い溫度(約500°C)に熱したものを、觸媒(鐵か他の金屬の細末)の上を通すと兩元素は化合してアムモニアとなる。



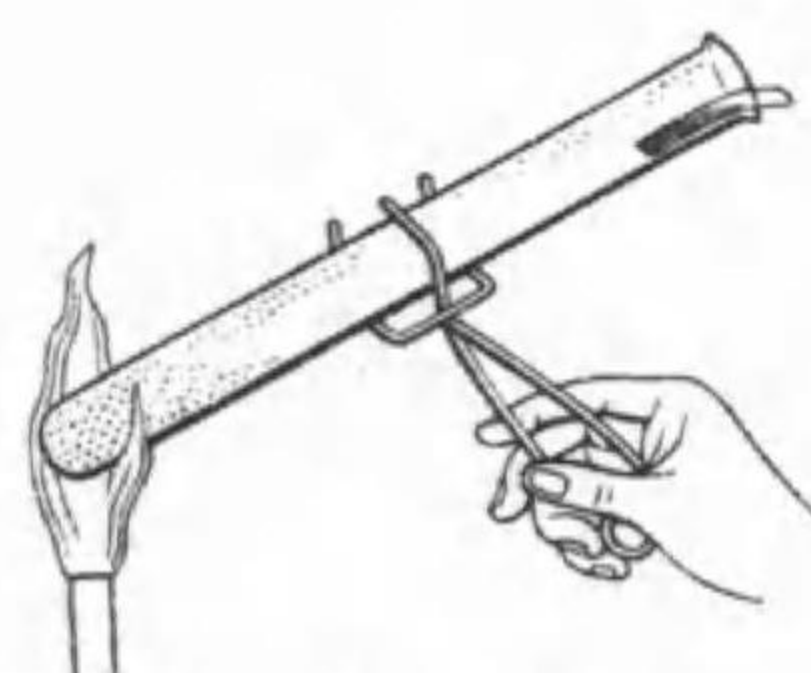
自らは何等の變化がなくて、他の化學變化を助ける物質を觸媒といふ。

かうして合成されたアムモニアは、主に硫酸と化合させて、硫酸アムモニウムとなし、或は酸化して硝酸を製する。

3. 鹽化アムモニウム NH_4Cl 白色の固體で、鹽化水素とアムモニアとが化合して生ずる。



鹽化アムモニウム

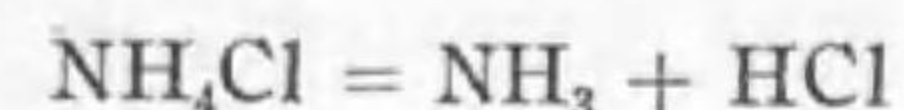


第66圖 鹽化アムモニウムは熱によつて解離する。試験管の口にあるのは試験紙

【實驗】1. 少量の鹽化アムモニウムを試験管に入れ、濕つた赤色試験紙を管口に置いて、鹽化アムモニウムのある所を熱すると、初め試験紙は青變するが、暫くの後再び赤變する。

鹽化アムモニウムを熱すると、分解してア

ムモニアと鹽化水素とになる。

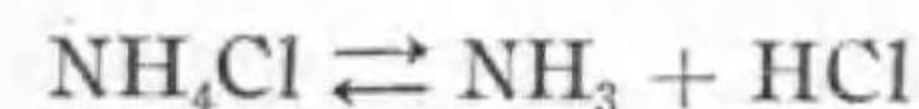


アムモニアは鹽化水素より軽いから、先に逃げ出して赤色試験紙を青變させ、後に出てくる鹽化水素が再び赤變させるのである。

【實驗】2. 鹽化水素を充たした圓筒と、アムモニアを充たした圓筒との口を合はせると、二つの氣體は化合して鹽化アムモニウムの白煙を生ずる。

鹽化アムモニウムは熱すると、アムモニアと鹽化水素とに分解するが、冷えると再び化合して鹽化アムモニウムとなる。

かやうに逆の方面にも進行することの出来る化學變化を、可逆反應といひ、 \rightleftharpoons の符號を用ひて次のやうに表はす。



上の反應のやうに、一物質が可逆的に分解することを解離といひ、熱による解離を特に熱解離といふ。

鹽化アムモニウムが熱せられると、鹽化水素を生ずるから、金屬を鑢付の際、金屬の表面

に附着する酸化物を除くために用ひる。

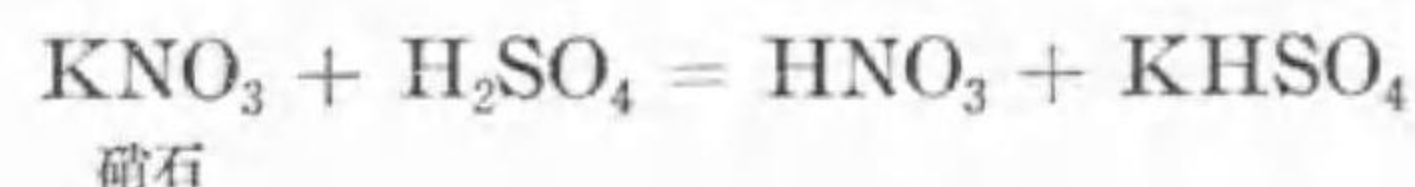
問1. 標準状態に於て3立のアムモニアを得るには、幾瓦の鹽化アムモニウムを要するか。

問2. 100分中49分の水酸化アムモニウムを含有するアムモニア水5疋を得るには、幾疋のアムモニアを水に溶かしたらよいか。

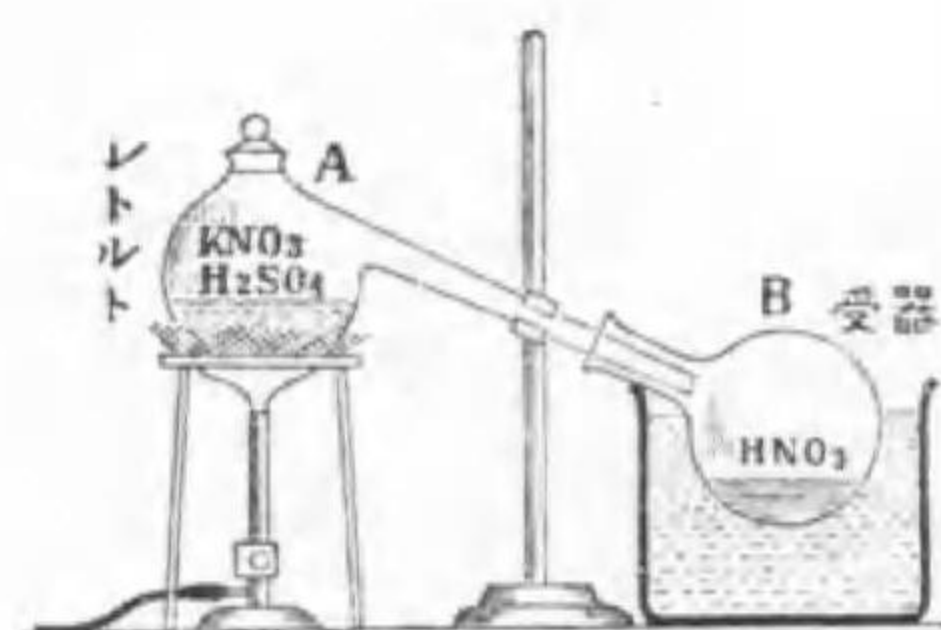
問3. 100瓦の鹽化アムモニウムに消石灰を加へて、熱する時にできるアムモニアを悉く2疋の水に吸収させると、幾%のアムモニア水が得られるか。

第十二章 硝 酸

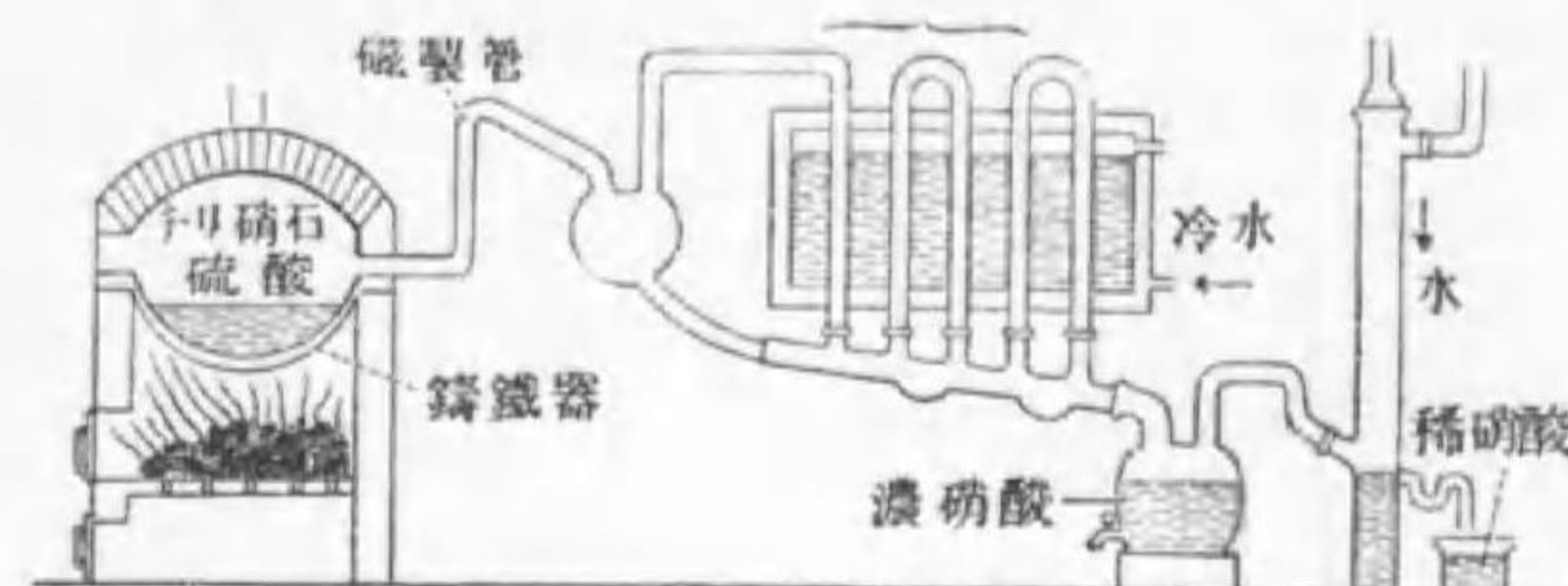
1. 硝酸 硝石に濃硫酸を加へて蒸溜すると、硝酸 HNO_3 が得られる



工業的には、安價な智利硝石 NaNO_3 と濃硫酸との混合物を、鐵製のレトルトに入れて熱し、發生する硝酸の蒸氣を冷却装置に導いて凝縮させる。近來はアムモニアと空氣とを混ぜたものを、熱した白金網



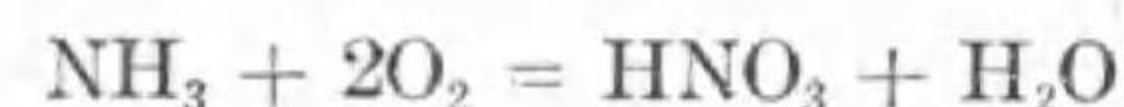
第 67 圖
實驗室に於ける硝酸の製法



第 68 圖

硝酸を工業的に製造する装置 (智利硝石を使用)

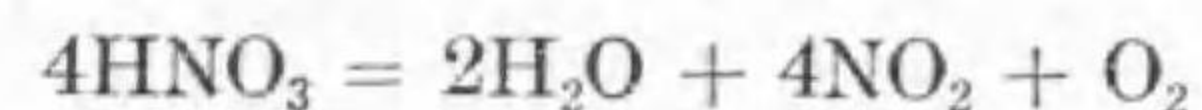
の間を通し、白金の接觸作用でアムモニアを酸化して硝酸を多量につくる。



純粹な硝酸は無色の液體で、揮發し易い。濕つた空氣中では發煙する。濃厚なものは動植物を腐蝕し、稀薄なものでも絹・毛・皮膚などを黄色に變ずる。

【實驗】 鋸屑を砂皿に入れて熱し、焦げ初めた頃、その上に濃い硝酸を滴下すると、鋸屑は急に燃え出す。

濃硝酸を強く熱すると、分解して酸素を放ち、他の物質を酸化する。

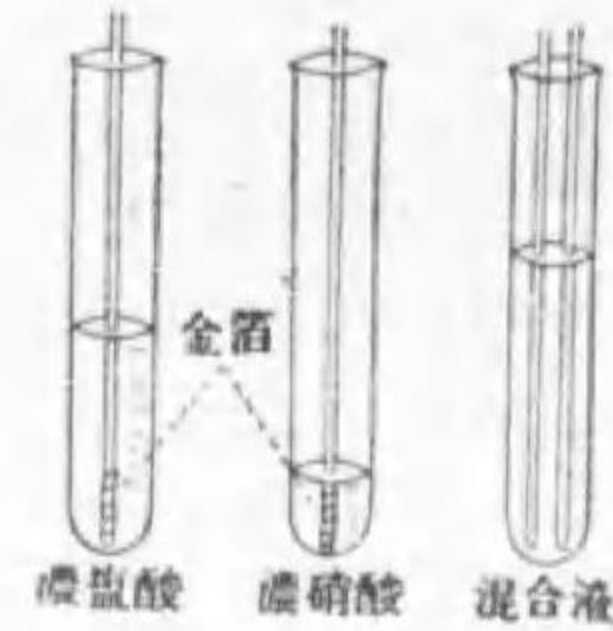


硝酸は鹽酸や硫酸のやうに酸であつて、多くの金屬を溶解する。銅や銀は稀鹽酸や稀硫酸に溶けにくい、硝酸は酸化力が強いが



第 69 圖
硝酸が銅屑を酸化して
燃焼させることを示す

ら容易に溶ける。

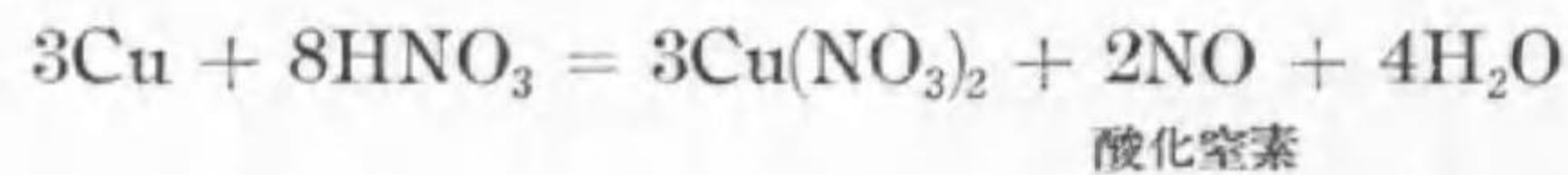


第 70 圖
王水の作用

金や白金などは硝酸に溶けないが、濃硝酸 1 容積と、濃塩酸 3 容積とを混合した王水には溶ける。

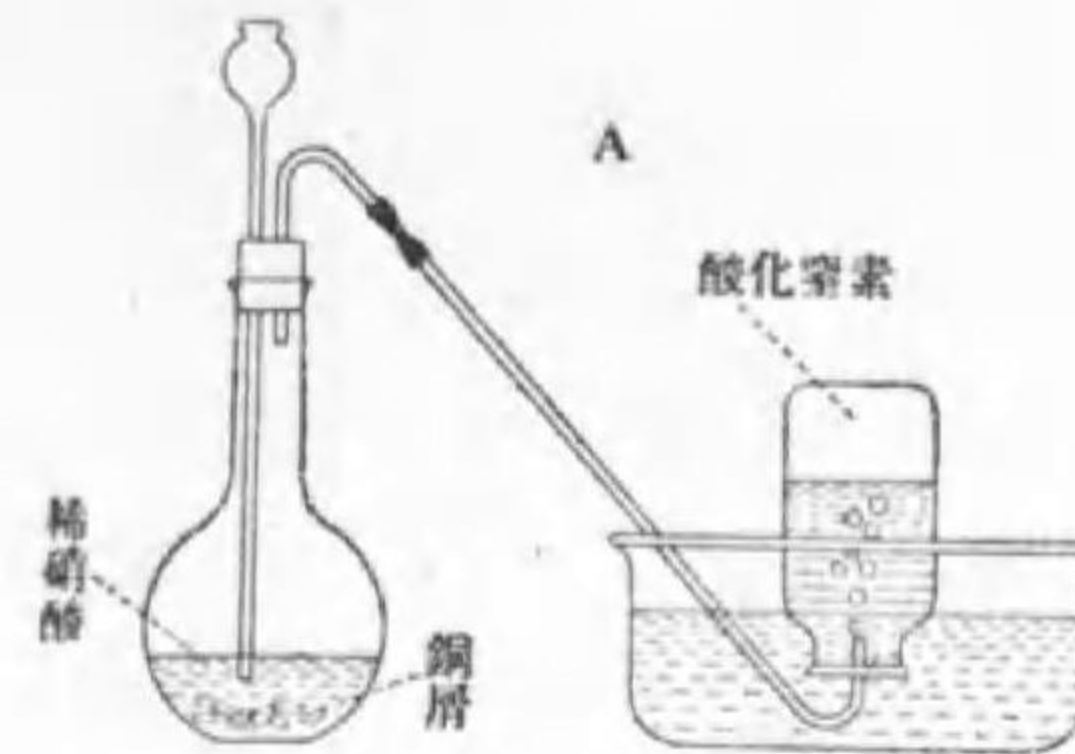
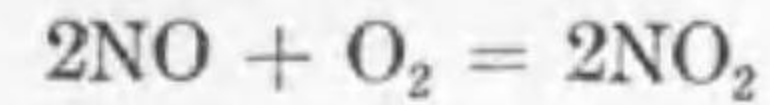
硝酸は工業上甚だ重要なもので、爆発物・セルロイド・染料及び肥料などの製造に多量に用ひる。

2. 窒素の酸化物 銅屑に稀硝酸を注ぐと、一種の氣體を生ずる。



この氣體を酸化窒素といふ。無色の氣體であるが、空氣に觸れると直ちに空氣中の酸素と化合して、赤褐色の二酸化窒素(過酸化窒

素)NO₂に變ずる。

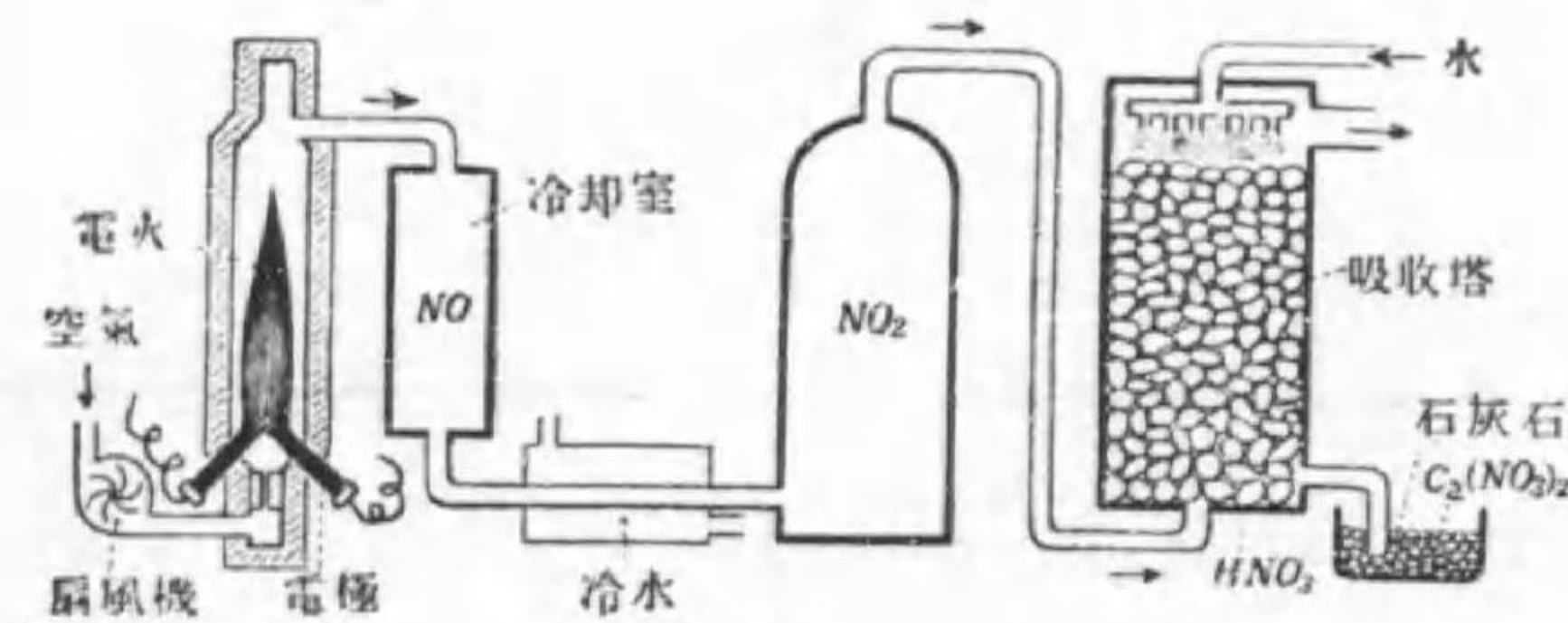
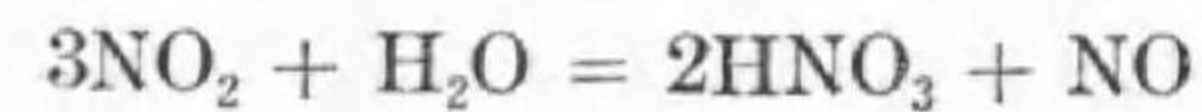


第 71 圖 酸化窒素の製法



第 72 圖
酸化窒素と空氣とを混ぜると二酸化窒素を生ずる

酸化窒素は水に溶解難いが、二酸化窒素はよく水に溶解し、水と作用して硝酸を生ずる。



第 73 圖 硝酸を空氣より製する装置

この法をビルケランド・アイデ法といふ。左方の電氣爐に空氣を送入し、電火の高溫によつて化合させて酸化窒素とする。これを冷却し酸素と化合させ二酸化窒素とし、吸收塔で水と化合させて硝酸とする。また石灰石に反應させればノルウエー硝石ができる

工業的に空氣から硝酸を製造するには、先づ大きな電氣火花をつくり、空氣を送つてそれに觸れさせ、酸化窒素に變ずる。酸化窒素は更に空氣中の酸素と作用させ、二酸化窒素にしてから、水と化合させて硝酸をつくる。又硝酸を石灰に作用させると、ノルウェー硝石 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ができ、肥料に用ひる。しかしこの硝酸製造法は多量の電力を要し、不經濟であるから、現在では多く行はれない。

3. 倍數比例の定律 炭酸ガスと酸化炭素とは、いづれも炭素と酸素とを成分としてゐるが、1分子量中の炭素と酸素との量は

	炭 素	酸 素
炭 酸 ガ ス CO_2	12 量	32 量
酸 化 炭 素 CO	12 量	16 量

即ち炭素の同一量と化合する酸素の量の割合は、 $32:16=2:1$ である。また二酸化窒素と酸化窒素の成分に於ても

	窒 素	酸 素
二 酸 化 窒 素 NO_2	14 量	32 量
酸 化 窒 素 NO	14 量	16 量

窒素の14量と化合する酸素の量の割合は、 $32:16=2:1$ である。

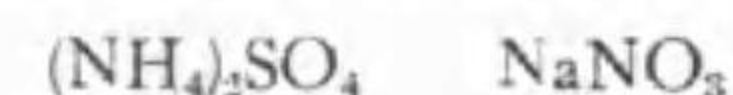
一般に A と B との二種の元素から成る數

種の化合物がある場合には、Aの同一量と化合するBの諸量は、互に簡単な整数の比をなしてゐる。これを倍數比例の定律といふ。

問1. 1噸の智利硝石から、50%の濃さの硝酸が幾噸できるか。

問2. 銀8瓦を硝酸に溶かせば、幾瓦の硝酸銀が得られるか。

問3. 硫酸アムモニウム及び智利硝石の各1瓦中に含まれて居る窒素の量は幾瓦か。

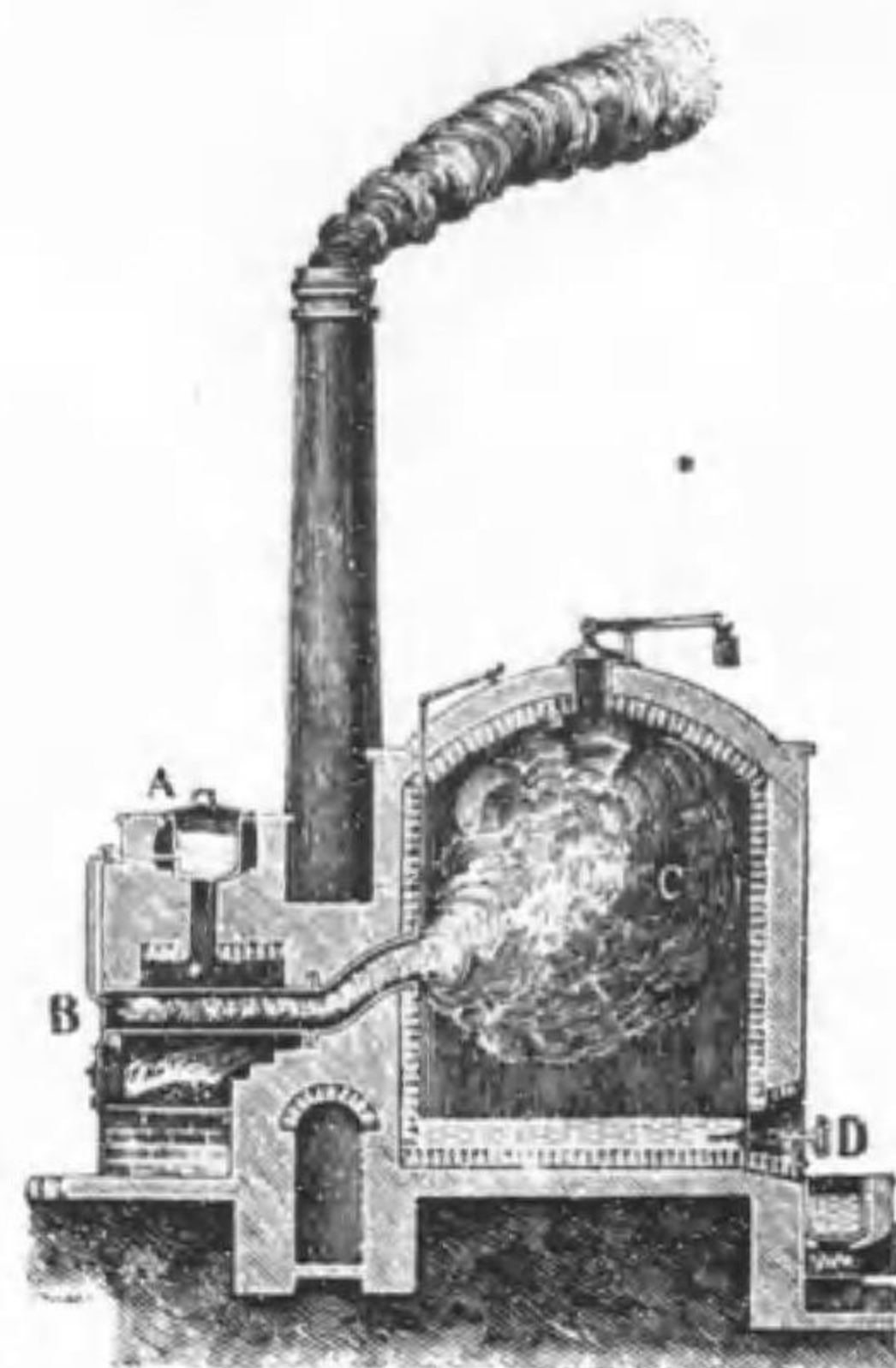


第十三章 硫黄及び其化合物

1. 硫黄 硫黄 S は火山地方に遊離して産出し、また化合物となつて廣く分布する。天然に産出する硫黄は、土砂などを混ざるから、融かして不純物を除く。なほ硫黄を精製するには、粗製の硫黄をレトルトに入れて沸騰させ、その蒸氣を大きな室に送つて急に冷やすと、粉末の硫黄華が得られる。室の温度が昇ると硫黄は融けるから、これを型に注ぐ

と棒状硫黄が得られる。

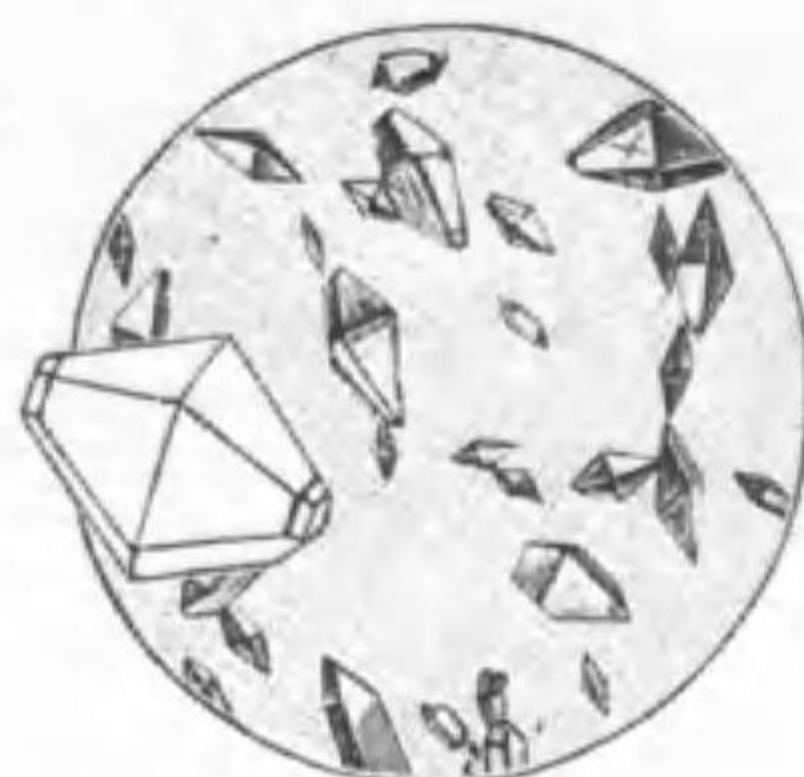
日本・伊太利及び米國は、世界の三大硫黄産出國である。



第 74 圖 硫黄の精製
A. 硫黄の熔融器 B. 硫黄を加熱して
氣化させる爐 C. 凝縮室 D. 受器

状硫黄の結晶が析出する。

硫黄を熱すると融けて黄色の
流れ易い液體となり、これを
冷却すると針状の結晶となる。
沸騰點近くまで熱した硫黄を
冷水中に注ぐと、弾力のある黒



第 75 圖 錐状硫黄の結晶

硫黄は黄色の脆い固體で、水に溶けないが、二硫化炭素にはよく溶ける。

その溶液を徐々に蒸發させると、錐



第 76 圖
針 状 硫 黄

褐色のゴム状硫黄が得られる。錐状硫黄・針状硫黄・ゴム状硫黄は硫黄の同素體である。



第 77 圖
ゴム状硫黄の生成



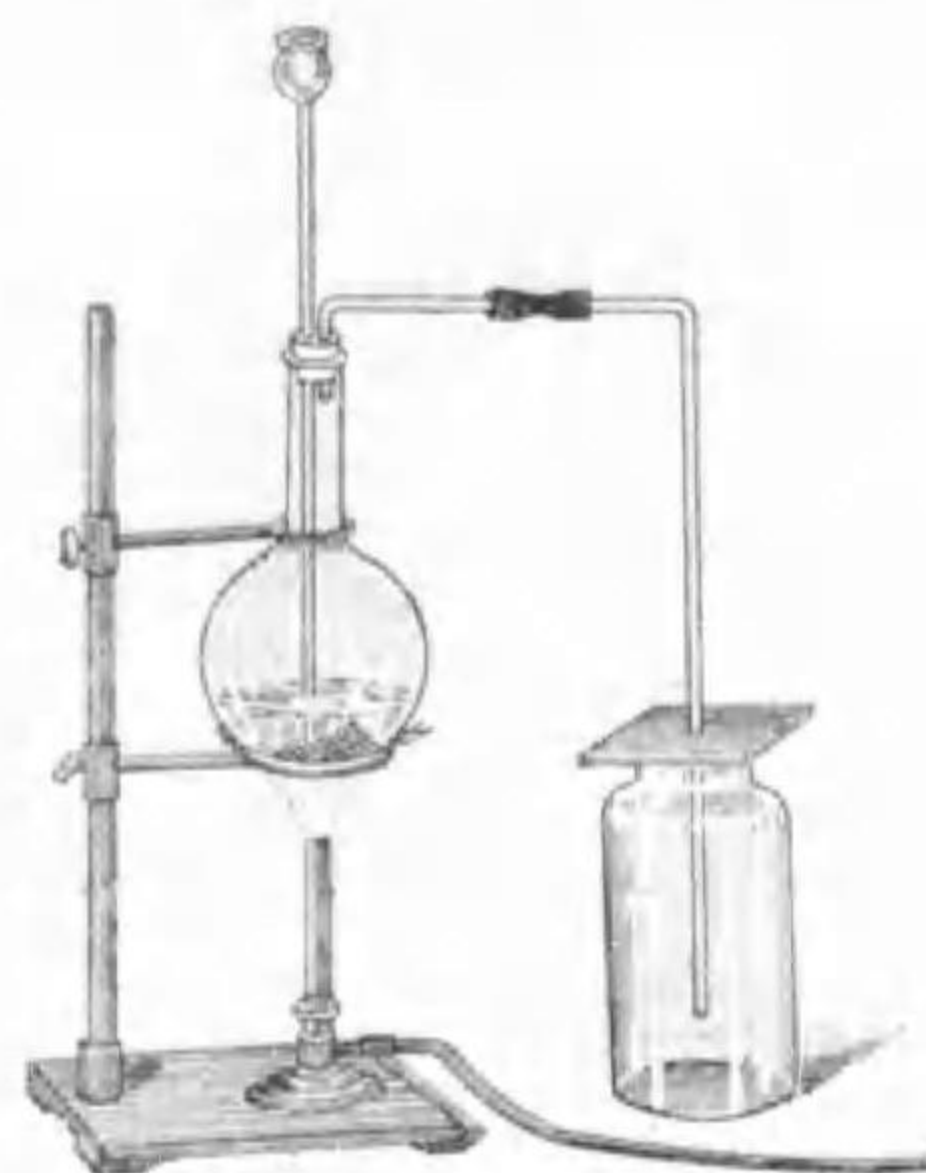
第 78 圖 硫黄蒸氣中に於ける銅線の燃焼

【實驗】 試験管に硫黄を入れて沸騰させ、その蒸氣中に熱した銅線を挿しこむと光を放つて化合し、硫化銅 CuS ができる。

硫黄は酸素に似て、多くの金属と化合する力が強く、銅・鐵その他の金属と熱すると、これ等の硫化物を生ずる。硫黄の最も著しい性質は、空氣中で熱すると容易に酸素と化合して燃え、刺戟性の臭氣ある亞硫酸ガス SO_2 を生ずることである。

それで火薬・マツチなどの製造に用ひる。硫黄は硫酸・二硫化炭素などの製造や、ゴム工

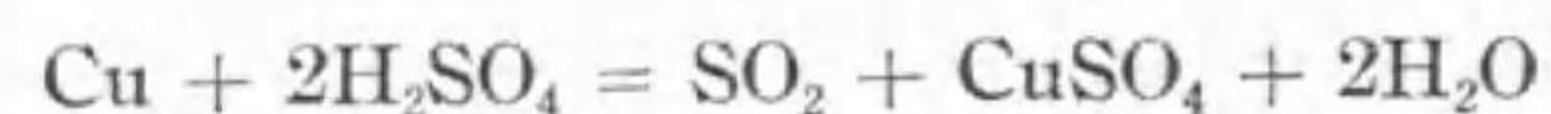
業・洋紙製造などに多量に用ひる。その他殺虫劑・漂白劑・醫藥など用途は非常に廣い。



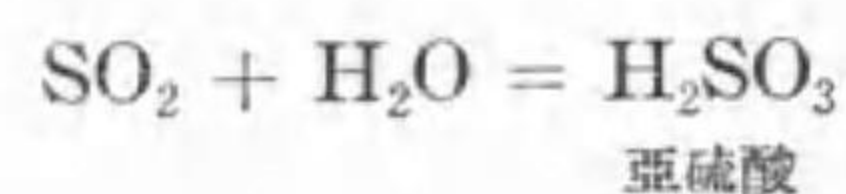
第 79 圖

銅と濃硫酸とを熱し無水亞硫酸の製造

を焼いてつくる。實驗室では銅屑に濃硫酸を加へ熱してつくる。



亞硫酸ガスは、窒息性の刺戟臭ある無色の氣體で、空氣よりも重く、水によく溶け、その溶液は酸性反應を呈する。これは亞硫酸ガスの幾部分が水と化合して亞硫酸を生ずるからである。

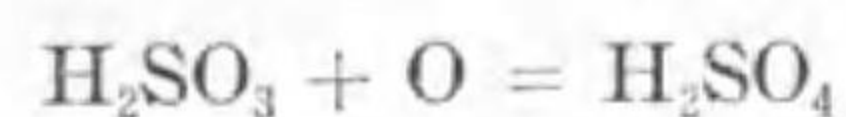


2. 亞硫酸ガス

亞硫酸ガス SO_2 はまた無水亞硫酸・二酸化硫黄などと呼ばれ、工業上では硫黄または黄鐵礦 FeS_2

【實驗】 小皿に硫黄を入れて點火し、亞硫酸ガスを發生させ、濕つた花を右圖のやうに置いて、硝子鐘で覆ふて置くと、花は褪色する。

亞硫酸は空氣中で徐々に酸化されて、硫酸になる性質がある。



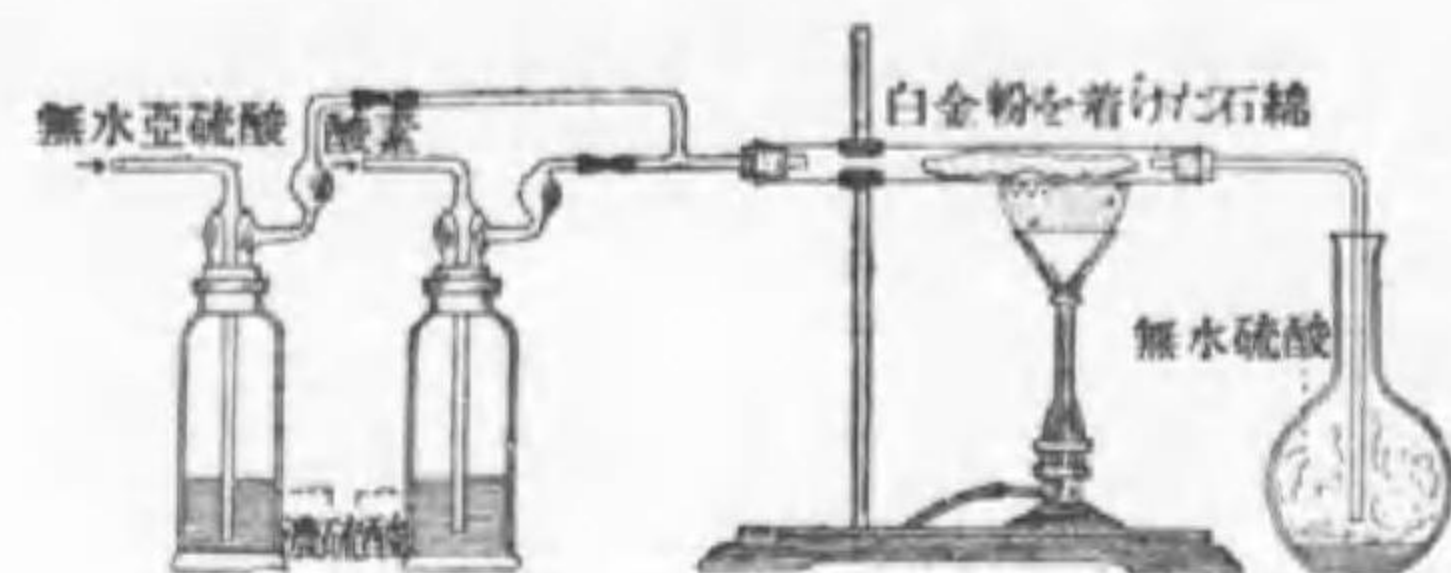
そこで亞硫酸と、酸素を放ち易い物質とを一所に置いて置くと、硫酸に變ずる。

上の實驗のやうに、濕つた花が亞硫酸ガスで漂白されるのは、先づ亞硫酸ガスが水と化合して亞硫酸となる。

これが花の色素中から酸素を奪つて、(還元作用)無色の化合物に變化させるからである。この漂白作用は地質を害することが少いから、絹・毛・麥稈などの漂白に用ひる。亞硫酸ガスはまた殺菌力が強いから、酒庫や果物庫などの殺菌にも應用される。

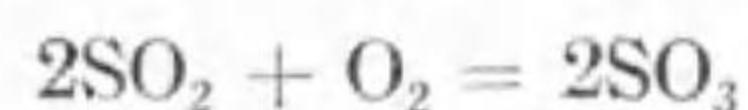
3. 無水硫酸 亞硫酸ガスと酸素と混じたものを熱しても化合しないが、熱した白金

第 80 圖
無水亞硫酸の漂白作用を示す

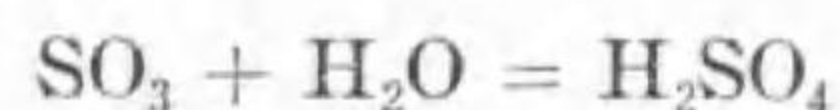


第 81 圖 白金の接觸作用で無水硫酸の生成

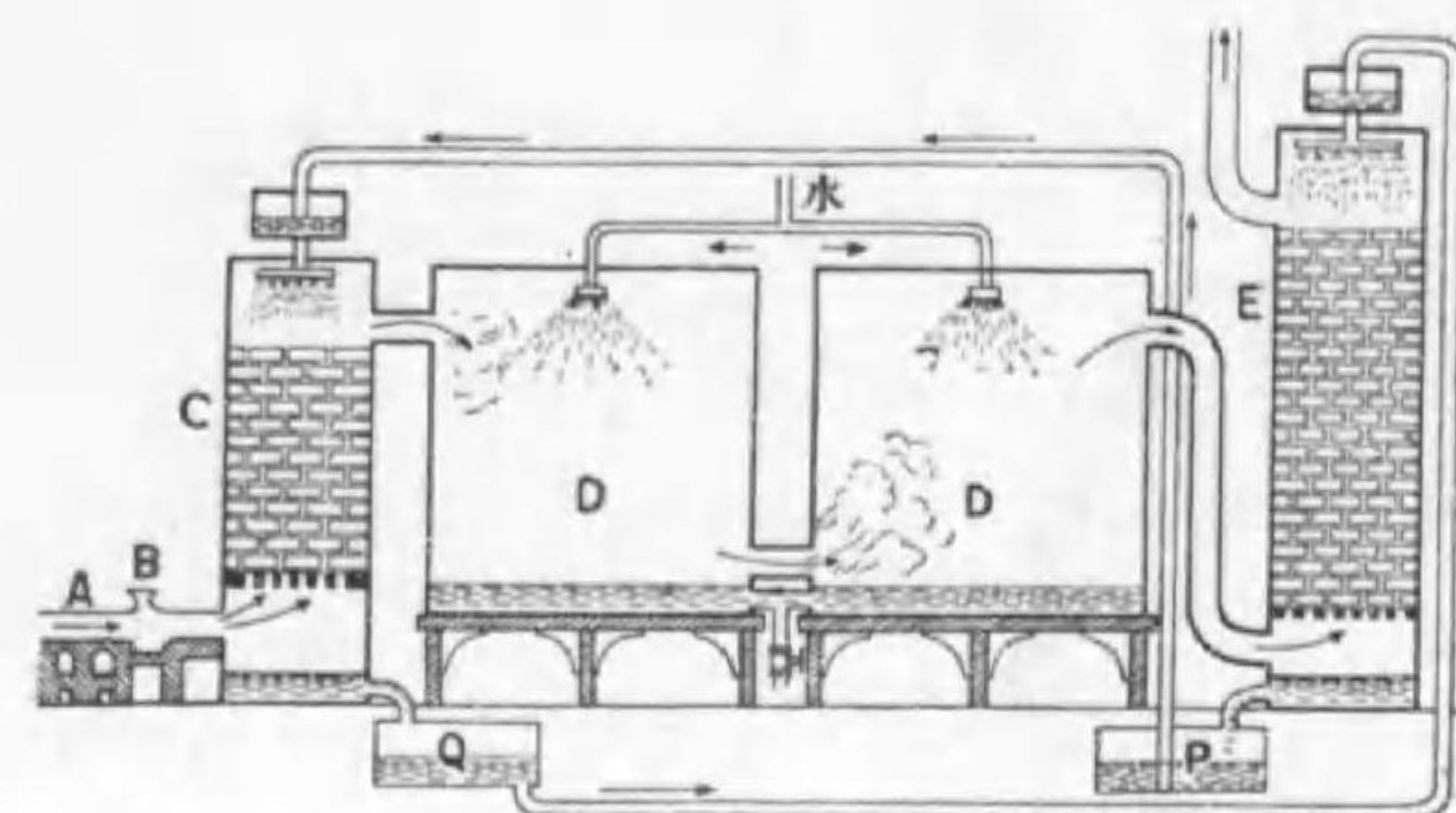
石綿の上に送ると、化合して無水硫酸となる。



無水硫酸は絹糸状の白い結晶で、濃硫酸によく吸収される。湿つた空気中で激しく發煙し、水中に入れると激しい音を立て、熱を發して化合し硫酸となる。



4. 硫酸。硫酸 H_2SO_4 を工業的に製するには、先づ黄鐵礦か或は硫黄を燃焼して、亞硫酸ガスをつくる。次にこれを窒素酸化物或は白金の接觸作用によつて、空気中の酸素で酸化させて、無水硫酸となし、これを水と化合させて硫酸とする。觸媒として窒素酸化物を用ふるものを鉛室法、白金を用ふるものを

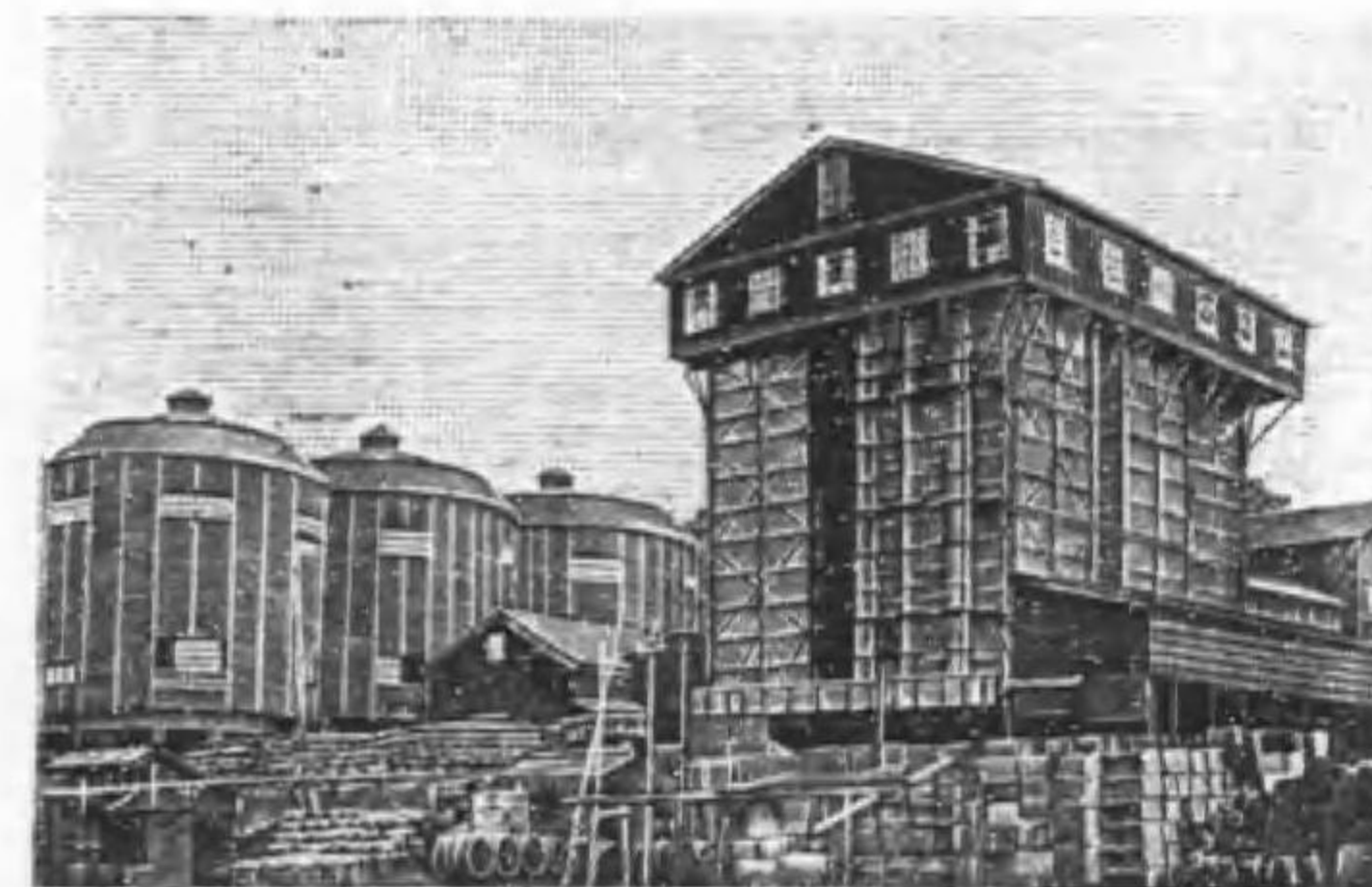


第 82 圖 硫酸の製法(鉛室法)

A. 黄鐵礦(塊鐵)を焚く爐。B. 智利硝石と硫酸とを入れる口。C. グローバ塔(磁器片を詰めた塔)、上からNOを含んでゐる硫酸(Pから來る)を滴下し、下から高温の氣體を送ると、NOを放出して、再びこれを利用することができる。D. 鉛室、水を霧状として噴出する。E. ゲールサック塔(磁器片を詰めた塔)下から鉛室を去る氣體を送り、上から濃硫酸(Qから來る)を滴下して逸出しようとするNOを捕へる

接觸法といふ。

鉛室法 亞硫酸ガスと空氣と、硝酸の蒸氣とを廣大な鉛張りの室(鉛室といふ)に導き、室の天井から水を細霧として注ぐと、これ等の諸物質の化學反應によつて硫酸を生ずる。



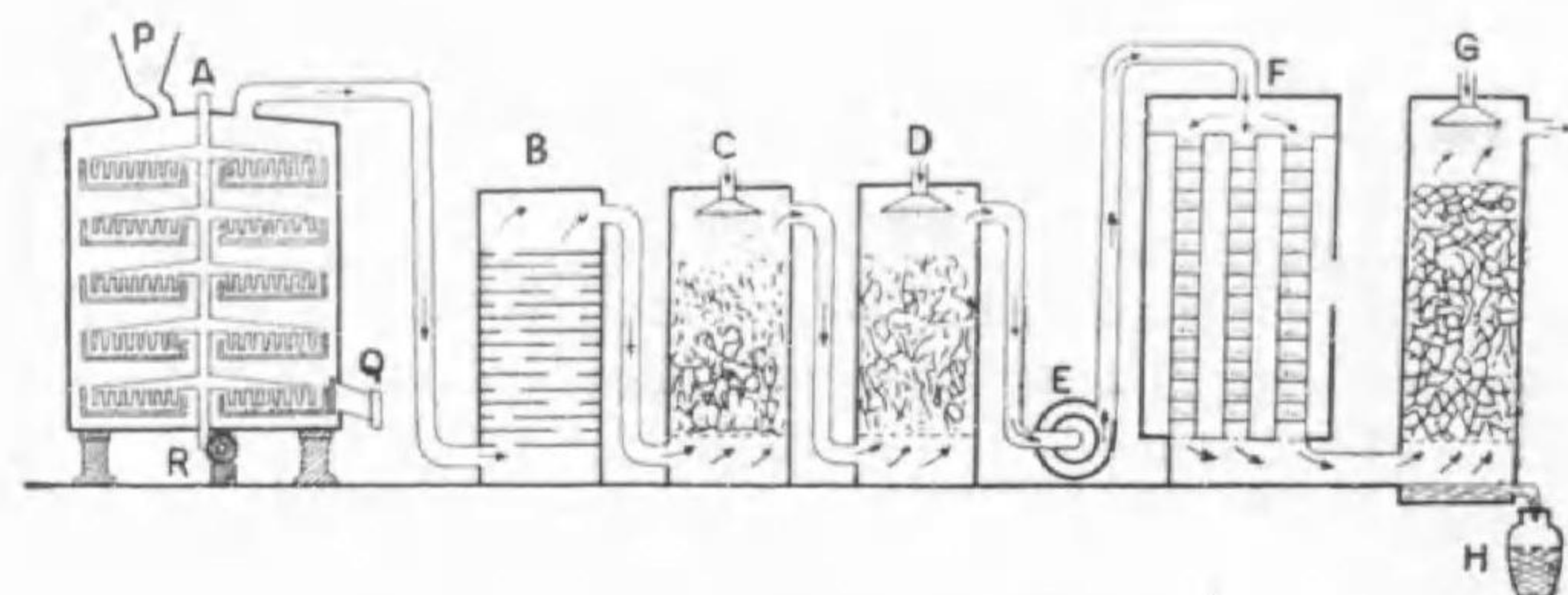
第 83 圖 鉛室の外観

右方に見えるもの………塔式
左方に見えるもの………圓形鉛室

かうしてできた硫酸は鉛室硫酸と呼ばれ、約65%の硫酸を含んでゐる。その大部分は人造肥料製造に使用される。

鉛室法と同様に、窒素酸化物を觸媒として用ひるが、鉛室を使用しないで、塔のみで硫酸を製する法がある。これを塔式と稱し、鉛室硫酸よりも濃厚な硫酸が得られる。

接觸法 亞硫酸ガスと空氣との混合したものを、充分精製した後、白金觸媒を詰めた反應室に導くと、亞硫酸ガスと



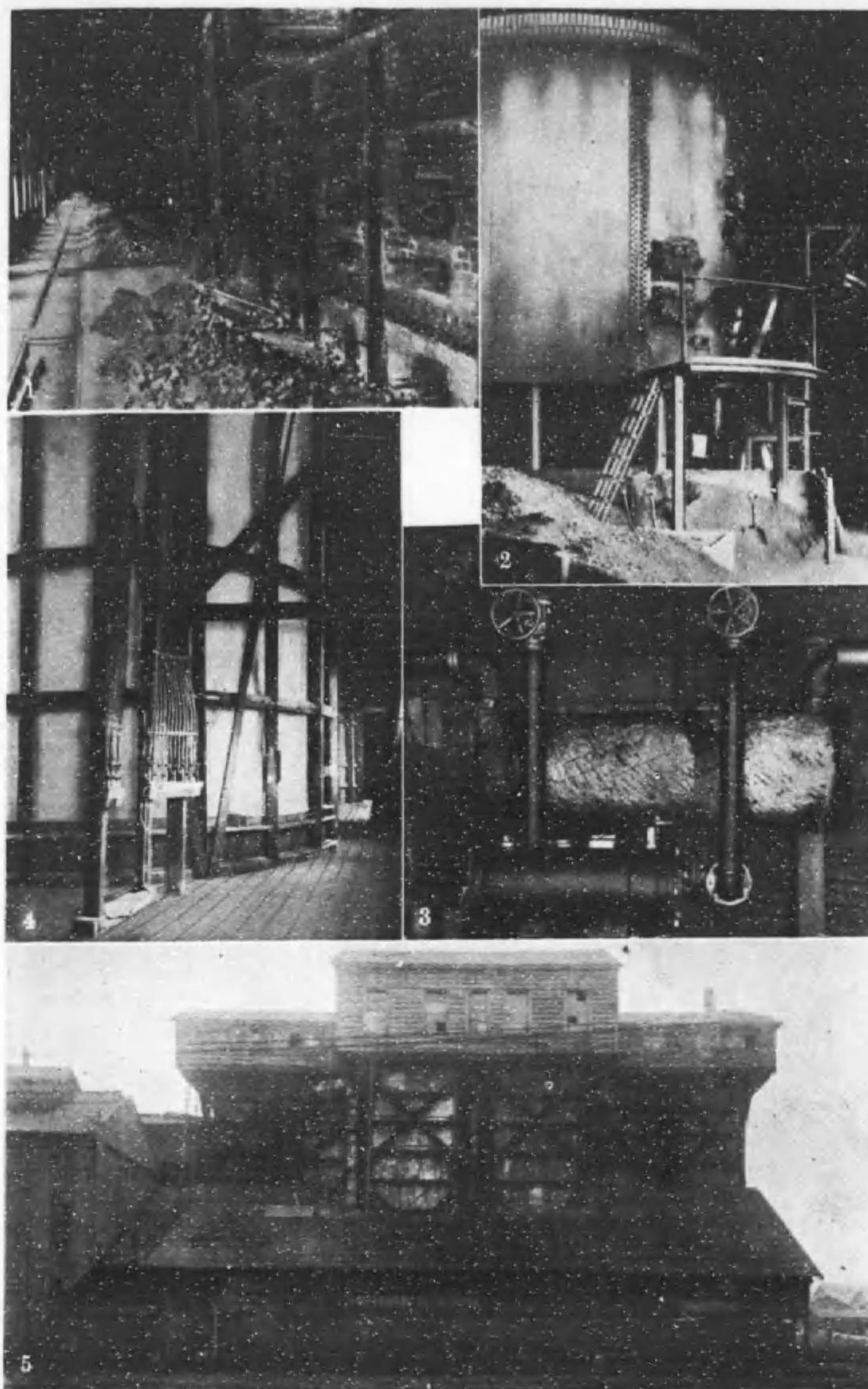
第84圖 硫酸の製法(接觸法)

- A. 亞硫酸ガスをつくる爐、粉鑛をPから入れ、燒滓はQから取り出す
 B. 氣體の中の塵埃を除く室 C. 氣體を洗滌する塔(水を注いで)
 D. 氣體を乾燥させる塔(濃硫酸を注いで)
 E. 壓縮ポンプ F. 反應室(觸媒を掛けておく)
 G. SO_2 を吸収させる塔(硫酸を注いで) H. できた發煙硫酸を集める壺

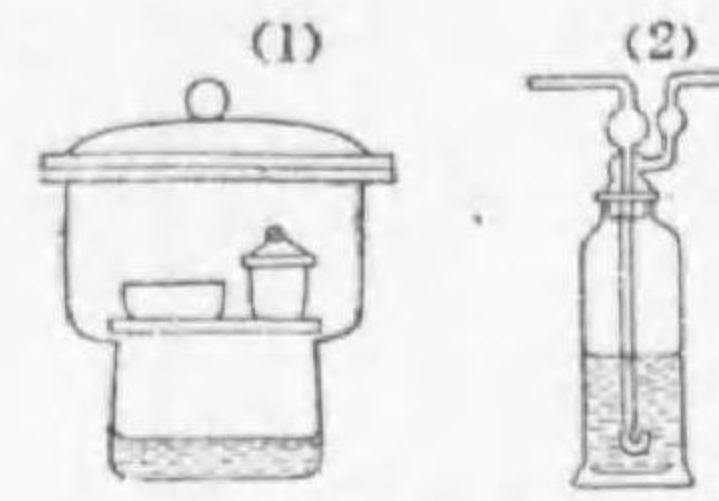
酸素と化合して、無水硫酸ができる。これを吸収塔に導いて濃硫酸に吸収させ、發煙硫酸を製する。發煙硫酸は染料の製造、石油の精製、その他に用ひる。またこれを水で薄めれば、任意の濃さの硫酸ができて、その品質は甚だ純粹であるから、化學實驗、鉛蓄電池製造などに用ひる。

硫酸は無色油狀の重い液體である。よく

硫酸の製造



- ① 硫化鐵石の塊鑛を燒く爐 ② 粉鐵石を燒く機械爐
 ③ アムモニアを酸化して窒素酸化物をつくるアムモニアの酸化器
 ④ 圓形鉛室の一部 ⑤ 塔式硫酸製造の塔の集り



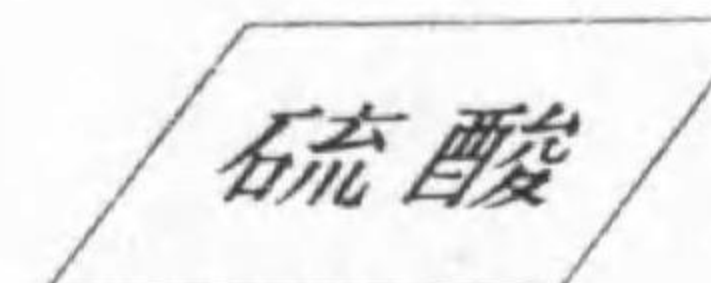
第85圖 硫酸乾燥器
 (1) 固體の乾燥に用ひるもの
 (2) 氣體の乾燥に用ひるもの

水を吸収するから乾燥劑として用ひる。

【實驗】 蒸發皿に砂糖を入れ、數滴の濃硫酸を加へると、砂糖はガスを出して膨れあがり、黑色となる。

濃硫酸はまた有機物から、水素と酸素とを、水をつくる割合に奪ひ取つて破壊し、炭化させる。皮膚や衣服などに附着すると、腐爛させるのはそのためである。

稀硫酸は常溫で亞鉛や鐵などに作用して、水素を發生するが、銅・銀・鉛などには作用しない。



第86圖
 稀硫酸で紙に文字を書いてその炭化を示す

しかし濃硫酸と共に熱すると、溶解して硫酸鹽となる。



硫酸亞鉛や硫酸銅のやうに、硫酸の水素を金屬元素で置き換へたものを、硫酸鹽といふ。硫酸鹽には水に溶け易いものが多い。これ等の硫酸鹽の水溶液に鹽化バリウム BaCl_2 の

水溶液を加へると、硫酸バリウム BaSO_4 の白色沈澱を生ずる。この反應で硫酸鹽を検出することができる。



硫酸は工業上非常に重要なもので、一國の化學工業の盛否は、その使用高で定まるとまで言はれ、肥料・染料・爆發物・硫酸鹽・人造絹糸などの製造から、乾燥劑・石油の精製などに至るまで、その用途は頗る廣い。

5. 硫化水素 硫化鐵に稀鹽酸または稀硫酸を注ぐと、硫化水素 H_2S が發生する。



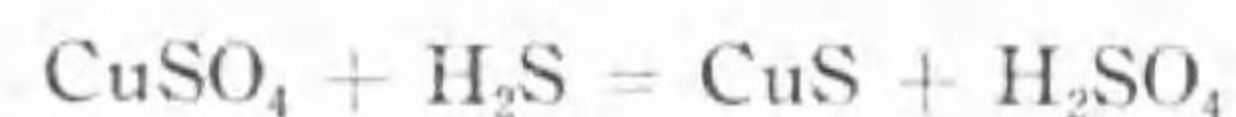
硫化水素は腐卵のやうな、惡臭のある有毒な氣體で、硫黃泉中に含まれ、また硫黃を含む有機物の腐敗する際に、發生することがある。水1容積は常溫で3容積の硫化水素を溶かし、その水溶液は弱い酸性反應を呈する。

硫酸銅の水溶液を酸性となして、硫化水素を通ずると、黒褐色の硫化銅 CuS の沈澱がで



第 87 圖 金屬硫化物の沈澱

きる。



しかし硫酸鐵の溶液を酸性となして、硫化水素を通じても、沈澱が生じないが、これをアルカリ性となして硫化水素を通ずると、硫化鐵の沈澱を生ずる。



かやうに銅のやうに、酸性溶液から硫化水素で沈澱を生ずる金屬と、鐵のやうに

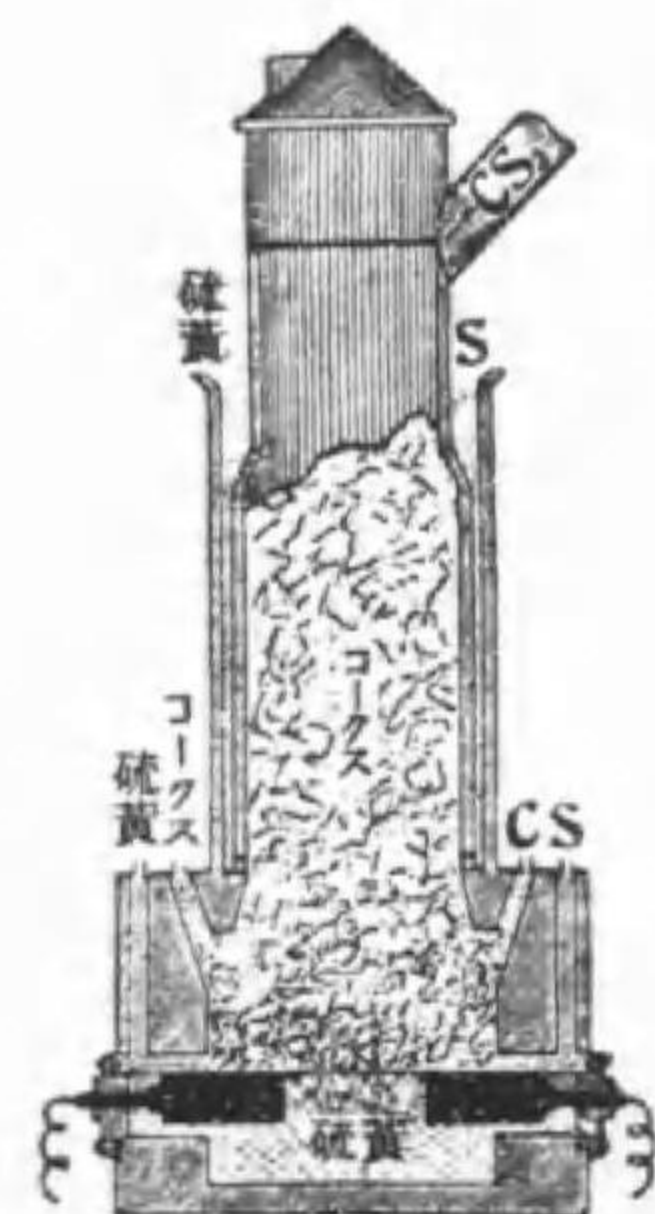
沈澱物	溶液の性質	沈澱の色
MnS	アルカリ性のとき	肉色
ZnS	アルカリ性のとき	白色
PbS	酸性のとき	黒色
Sb_2S_3	酸性のとき	橙色
As_2S_3	酸性のとき	黄色

沈澱を生じないで、アルカリ性となして初め

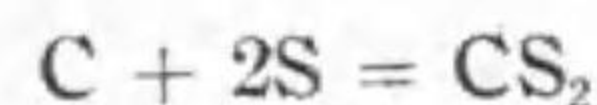
て硫化水素で沈澱する金属とがある。この性質を利用して、溶液中にある金属の混合物を分離する。

又金属の硫化物は金属の種類によつて色を異にするから、硫化水素は化学分析上、金属の鑑識に甚だ重要なものである。

6. 二硫化炭素 赤熱した炭素に硫黄の蒸氣を通ずると、二硫化炭素 CS_2 を生ずる。



第 88 圖
二硫化炭素製造用電気爐



工業上では、木炭と硫黄とを電気爐で熱して製する。

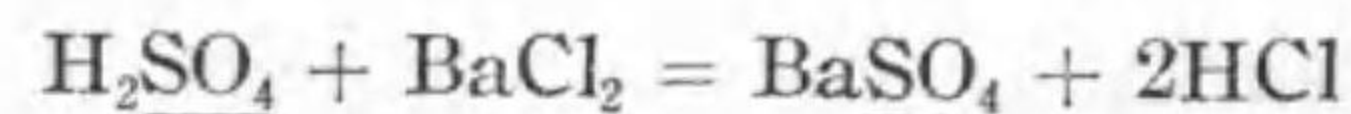
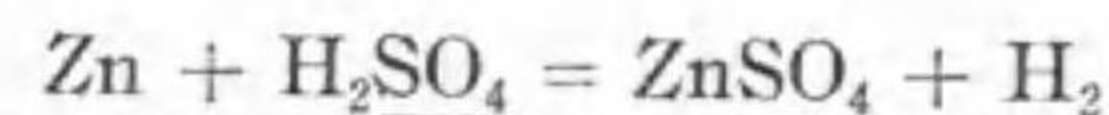
二硫化炭素は悪臭のある無色の液体で、揮發し易く、また甚だ引火し易い。硫黄・黄燐・ゴム・脂肪などをよく溶かすので、溶劑として工業上に

用ひる。また人造絹絲の製造に、多量に使用する。その蒸氣は生物に有毒であるから、穀倉の害虫驅除に利用する。

- 問1. 鹽素と亞硫酸ガスとの漂白作用に就て、どんなちがひがあるか。
- 問2. 硫黄45%を含む黄鐵礦の1匙から、60%の濃さの硫酸幾匙が得られるか。
- 問3. 硫黄100瓦を完全に燃やしてできる硫酸の全量は幾瓦であるか。
- 問4. 硫酸銅8.5瓦を得るためには、幾瓦の銅と硫酸とを要するか。
- 問5. 銅屑50瓦に濃硫酸を充分に加へて熱するとき、生ずる氣體の $0^{\circ}C$, 1 氣壓に於ける容積は何程か。

第十四章 酸 鹽 基 鹽

1. 基(根) 硫酸が亞鉛や鹽化バリウムなどと、作用する場合の化学變化を見ると、



硫酸の SO_4 が化学變化の際に原子に分れることなく、硫酸から硫酸亞鉛や硫酸バリウムに移つてゐる。かやうに原子が結合したままで、甲の化合物から乙の化合物に移ることのできる原子團を、基または根といふ。

基にも原子價があつて、 SO_4 は水素の 2 原子と結合するから二價である。

次に重要な基及び原子價を示す。

名 稱	記 號	原 子 價	名 稱	記 號	原 子 價	名 稱	記 號	原 子 價
水 酸 基	OH	I	アムモニウム基	NH_4	I	亞硫酸基	SO_3	II
硝 酸 基	NO_3	I	シアン基	CN	I	炭 酸 基	CO_3	II
醋 酸 基	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$	I	硫 酸 基	SO_4	II	磷 酸 基	PO_4	III

2. 酸 硫酸・硝酸及び鹽酸のやうに酸性反應を呈し、その成分中に金屬で置き換へることのできる水素原子を含むものを酸といふ。そして、その 1 分子中にこのやうな水素 1 原子を含む酸を一鹽基酸といひ、2 原子、3 原子を含む酸を、それぞれ二鹽基酸・三鹽基酸といふ。

一鹽基酸 二鹽基酸 三鹽基酸
 HNO_3 H_2SO_4 H_3PO_4

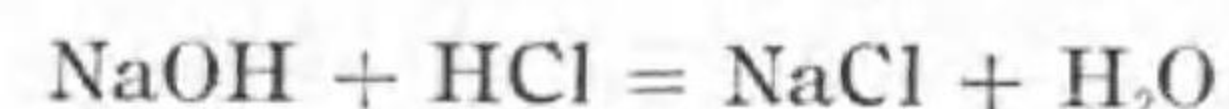
3. 鹽基 苛性ソーダ NaOH ・苛性カリ KOH ・水酸化カルシウム Ca(OH)_2 ・水酸化銅 Cu(OH)_2 などのやうに、金屬元素と水酸基 OH との化合物を鹽基といふ。そして鹽基には

1 分子中に含まれる水酸基の數によつて、一酸鹽基・二酸鹽基などの種類がある。

一酸鹽基 二酸鹽基
 NaOH KOH Ca(OH)_2

鹽基の中で、苛性ソーダ・苛性カリ及び水酸化カルシウムなどのやうに、水に溶けてアルカリ性反應を呈するものをアルカリといふ。

4. 中和 鹽 苛性ソーダの水溶液に鹽酸の適當量を加へると、アルカリ性反應も酸性反應もなくなり、中性の鹽化ナトリウムを生ずる。



かやうにアルカリと酸とが作用して、中性の物質を生ずる化學變化を中和といふ。鹽化ナトリウムのやうに、酸の水素原子が金屬によつて置換されたものを鹽といふ。

鹽は中和によつても得られるが、また金屬を酸に溶かすとき、金屬酸化物と酸と作用させるとき、その他いろいろの方法で得られる。

鹽はその組成によつて、中性鹽・酸性鹽及び

鹽基性鹽の三つに別ける。

中性鹽(正鹽) 酸の水素を悉く金屬で置換したものといふ。

鹽の種類	例
中性鹽	NaCl Na ₂ SO ₄ Ca ₃ (PO ₄) ₂
酸性鹽	NaHSO ₄ CaH ₂ (PO ₄) ₂
鹽基性鹽	CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂ (鹽基性炭酸銅)

酸性鹽 酸の水素原子の一部を金屬で置換し、一部の水素が残つてゐるものといふ。

鹽基性鹽 組成の中に水酸基 OH を含んでゐる鹽をいふ。

5. 酸及びアルカリの當量 一鹽基酸の1分子量は一酸鹽基の1分子量を中和する。これ等の量をそれぞれの**1當量**といふ。

二鹽基酸及び二酸鹽基の1當量はそれぞれの分子量の $\frac{1}{2}$ である。1當量の單位を互で表はした量を**1瓦當量**といふ。

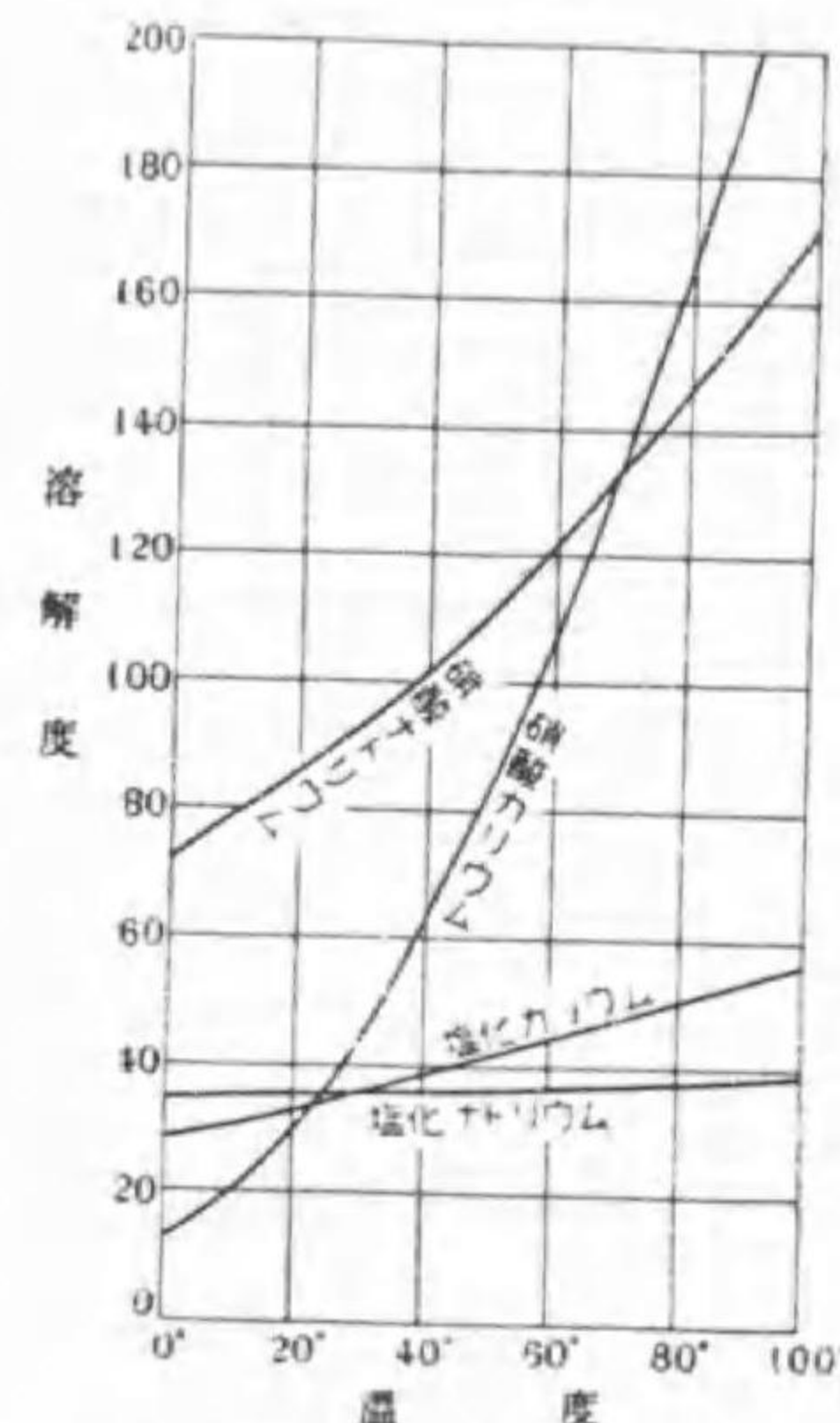
物 質	分子式	分子量	1 當 量	1 瓦當量
鹽 化 水 素	HCl	36.5	36.5	36.5 瓦
苛 性 ソ ー ダ	NaOH	40.0	40.0	40.0 瓦
硫 酸	H ₂ SO ₄	98.0	$\frac{98.0}{2}$	$\frac{98.0}{2}$ 瓦
消 石 灰	Ca(OH) ₂	74.0	$\frac{74.0}{2}$	$\frac{74.0}{2}$ 瓦

第十五章 溶液 酸及びアルカリの定量

1. 溶液 水に食鹽を加へてかき混ぜると、食鹽は溶けて食鹽水ができる。この場合に食鹽を溶質、水を溶媒といひ、できた食鹽水を**溶液**といふ。

或溶媒の一定量中に溶ける或溶質の量は、それぞれの温度によつて一定してゐる。この一定量まで溶質を溶かした溶液を、その温度に於ける**飽和溶液**といふ。飽和溶液に於て、その溶媒100量中に溶けてゐる溶

質の量を、その温度に於ける**溶解度**といふ。例へば 0°C に於て、水100瓦は食鹽の36瓦を溶解して飽和するから、0°C に於ける食鹽の溶



第89圖 溶解度曲線

解度は36であるといふ。多くの物質の溶解度は温度の増すにつれて増加する。今横軸に温度、縦軸に溶解度を取り、各温度に於ける溶解度を示す點を記し、これ等を連結すると兩者の關係を示す曲線が得られる。これを溶解度曲線といふ。

2. 溶液の濃さ 溶液の濃さを表はすには種々の表はし方がある。

(1) 溶液に對する溶質の百分率で表はす。例へば食鹽溶液100瓦中に食鹽の15瓦を含むとき、食鹽の15%溶液といふ。

(2) 1立の溶液中に含まれてゐる溶質の瓦分子數(モル數)で濃さを表はす。

例へば1立の溶液中に1瓦分子溶解したものを1モル溶液、 $\frac{1}{2}$ 瓦分子溶解したものを $\frac{1}{2}$ モル溶液といふ。

(3) 溶液1立中に、溶質の1瓦當量を含む溶液を1規定液といふ。2規定液は2瓦當量を、 $\frac{1}{10}$ 規定液は $\frac{1}{10}$ 瓦當量を含んでゐる。かやうな溶液を標準溶液といふ。

3. 酸及びアルカリの定量 酸とアルカリとは一定の割合で中和するから、中和に要した一方の量を知れば、これに相當する他方の量は計算で得られる。これを酸またはアルカリの定量といふ。例へば濃度N規定の酸液Vc.c.を中和するに、濃度n規定のアルカリ液vc.c.要したとすれば、次の關係がある。

$$NV = nv$$

即ち、中和に要した液の容積と濃度とは反比例する。それで實驗によつてVとvとを求め、Nかnの一方をあらかじめ定めて置けば、計算によつて他方の濃度を知ることができる。

- 問1. $\frac{1}{10}$ 規定硫酸15c.c.中には幾瓦の硫酸を含んでゐるか。
 問2. 濃度1モルの鹽酸25c.c.を中和するに苛性ソーダの水溶液50c.c.を費したならば、その濃度は幾モルか。
 問3. 8瓦の苛性ソーダを中和するには、5%の鹽酸幾瓦を要するか。



第90圖 容量分析を行ふ標準溶液をビュレットから滴加してビーカー中の溶液の濃度を定める

問4. 水160瓦と純硫酸40瓦とを混ぜると,比重1.145の稀硫酸ができる。この稀硫酸の濃度を百分率,モル,及び規定度で表はせ。

問5. 4%の苛性ソーダ溶液100瓦を中和するには,1規定の硫酸幾c.c.が必要であるか。

問6. 15°Cに於て鹽化カリウムの飽和溶液20瓦を蒸發したら,4.9瓦だけ固體のまま残つた。この溫度に於ける鹽化カリウムの溶解度はいくらか。

問7. 次の表によつて,硫酸マグネシウムの溶解度曲線をつくれ。

溫度……	0°	20°	40°	60°	80°	100°
溶解度……	26.9	36.2	45.6	55.0	64.2	73.8

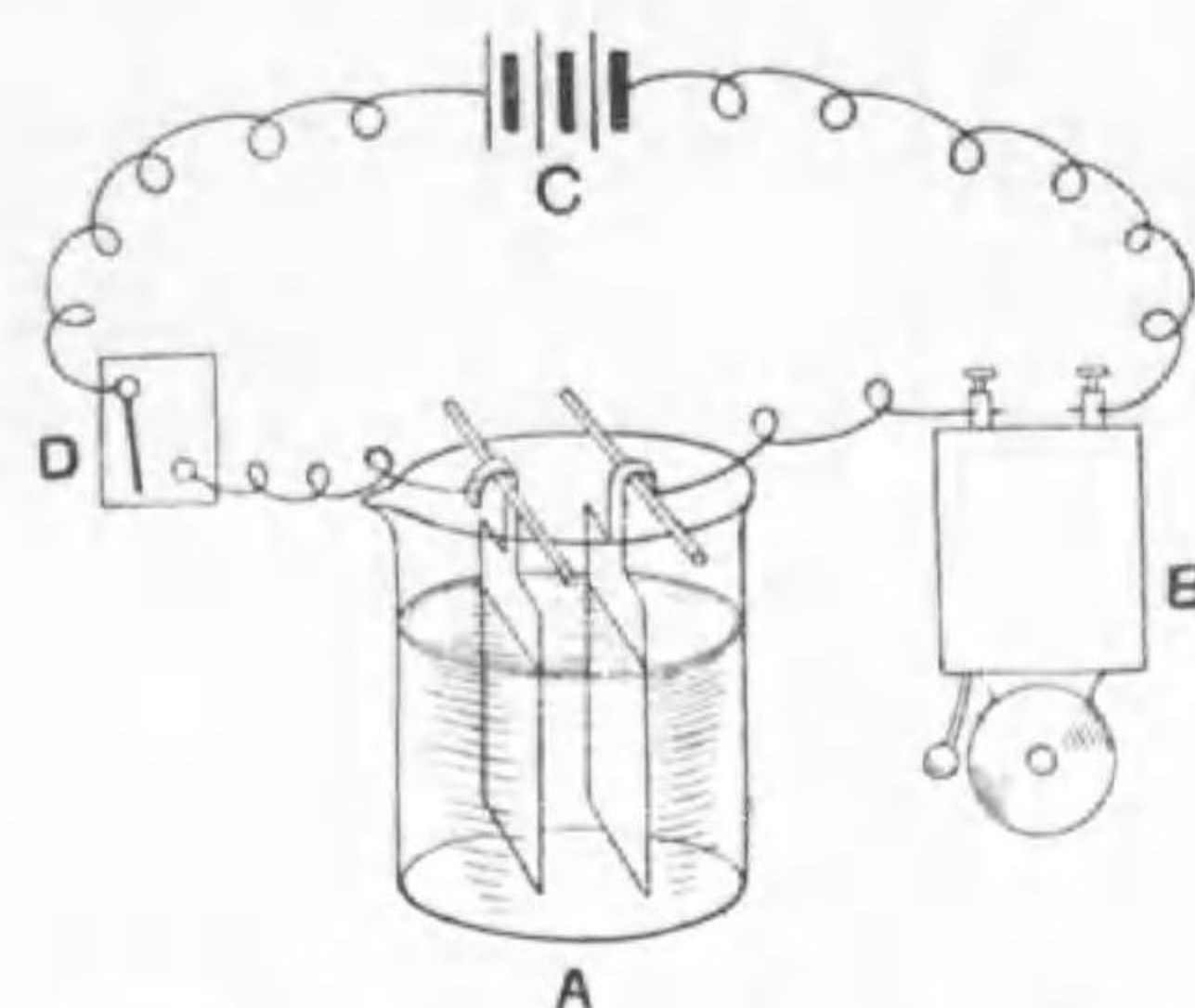
第十六章 電離 電解

1. 電離

【實驗】 ビーカー中の砂糖の水溶液に,二枚の金屬板を相對して入れ電池と電鈴とを圖のやうにつないでも電鈴は鳴らない。即ち電流が砂糖溶液を通らないことがわかる。しかし砂糖溶液の代りに食鹽の水溶液を入れて,同様の實驗を行ふと,電流は食鹽溶液を通り電鈴が鳴る。

何故,電流が食鹽溶液を通つて,砂糖溶液を通らないかといふ理由について,アルレニウスが電離説を唱へて,巧にこれを説明した。

その説によると,砂糖溶液中の砂糖の分子は,



第91圖 水溶液が電流を通すか否かの試験
A. 水溶液を入れたビーカー
B. 電鈴 C. 電池 D. 開閉器

悉く分子のままであるが,食鹽溶液中の,食鹽分子の幾部分は,陽電氣を帯びたナトリウム原子

と,陰電氣を帯びた鹽素原子とに,解離してゐるものと考へる。

かやうに,分子が水溶液中で,電氣を帯びた二つの部分に分れることを,電氣解離又は電離といひ,食鹽のやうに電離する物質を電解質,砂糖のやうに電離しない物質を非電解質といふ。そして電



第92圖 アルレニウス
(瑞典人)(1861—1927)
電離説を初めて唱へた有名な學者である

離してゐるナトリウムは,通常の金屬ナトリ

ウムとちがつて、水を分解する作用がなく、鹽素も通常の鹽素とちがつて、漂白作用がない。溶液中にあつて、陽電氣を帯びた部分を陽イオンといひ、陰電氣を帯びた部分を陰イオンといふ。

陽イオンを表はすには、そのイオンをつくる原子又は原子團の原子價の數だけ、(・)或は(+)をその記號の右肩につける。例へばナトリウムイオンは Na^{\cdot} 、カルシウムイオンは Ca^{++} と記す。陰イオンは同様に(・)或は(-)を原子價の數だけその右肩につける。例へば鹽素イオンは Cl^{\cdot} 、水酸イオンは OH^{\cdot} のやうに表はす。

イオンの帯びる電氣量は、その原子價に比例するから、(・)または(・)の數は各イオンの帯びる電氣量の割合を示してゐる。

酸の水素原子、鹽基及び鹽の金屬原子及びアムモニウム根は陽イオンとなり、その他の原子及び根は陰イオンとなる。

陽イオン	記號	陰イオン	記號
水素イオン	H^{\cdot}	鹽素イオン	Cl^{\cdot}
ナトリウムイオン	Na^{\cdot}	硝酸イオン	NO_3^{\cdot}
アムモニウムイオン	NH_4^{\cdot}	水酸イオン	OH^{\cdot}
銀イオン	Ag^{\cdot}	醋酸イオン	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^{\cdot}$

陽イオン	記號	陰イオン	記號
亜鉛イオン	Zn^{++}	硫酸イオン	SO_4^{--}
アルミニウムイオン	Al^{+++}	炭酸イオン	CO_3^{--}
第一鐵イオン	Fe^{\cdot}	磷酸イオン	PO_4^{--}
第二鐵イオン	Fe^{++}		

上に述べたやうに、食鹽溶液に於ては、食鹽の一部分は電離するから、それに電流を通ずると、ナトリウムイオン Na^{\cdot} は陰極に引かれて移動し、鹽素イオン Cl^{\cdot} は陽極に引かれて移動する。かやうな變化が引き續き行はれるから、液中で陽電氣は絶えず陰極へ、陰電氣は絶えず陽極へと流れるやうになるのである。

2. 電 解

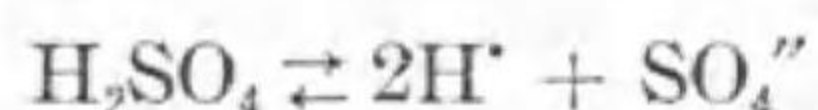
【實驗】 食鹽の水溶液に、二枚の白金板を入れて兩極となし、電流を通ずると、陽極からは鹽素ガスを、陰極からは水素ガスを發生し、又陰極の周圍の液はアルカリ性となる。

食鹽の水溶液に電流を通ずると、ナトリウムイオンは陰極に引かれて、帯びる陽電氣を極の陰電氣と中和し、ナトリウム原子となる。このものは直ちに水と作用して、苛性ソーダと水素とを生ずる。



又鹽素イオンは陽極に引かれて帯びる陰電氣を失ひ、鹽素ガスとなるのである。かやうに電解質の水溶液に、電流を通ずると、兩極で必ず化學變化を起すもので、これを**電氣分解**又は**電解**といふ。粗銅を精製するに用ひられる電氣精鍊法や、食鹽の水溶液から苛性ソーダを製する電氣アルカリ法や、鍍金法などは電氣分解を應用したものである。

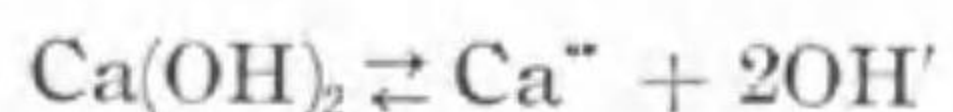
3. イオンの反應 酸を水に溶かせば、それぞれ次のやうに多少電離する。



酸の水溶液は皆水素イオンを含み、酸性反應は水素イオンの反應である。鹽酸や硝酸のやうな強酸は、よく電離するから、多量の水素イオンを生じ、醋酸のやうな弱酸はわづかに電離するから、生ずる水素イオンの量は少い。この電離する割合を**電離度**といふ。即

ち酸の強弱は電離度の大小による。

アルカリは水溶液中で、次のやうに多少電離してゐる。

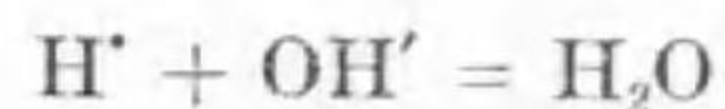


アルカリの水溶液は皆水酸イオン OH^- を含み、アルカリ性反應はこのイオンの反應であつて、アルカリの強弱は水酸イオンの濃さによるものである。

鹽酸と苛性ソーダと中和する場合には、次のやうに記すことができる。

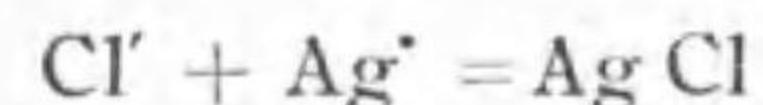


即ち酸とアルカリとが中和すると、酸の水素イオンとアルカリの水酸イオンとが化合して、解離し難い水を生ずる。そして他のイオンには何等變化がない。そこで中和の反應は次のやうに表はすことができる。これを**イオン式**といふ。



【實驗】 食鹽・鹽酸及び鹽化カリウムの水溶液を、別々の試験管に採り、各々に硝酸銀の水溶液を数滴ずつ加へると、鹽化銀の白色沈澱ができる。

食鹽・鹽酸・鹽化カリウムのやうな鹽化物の水溶液は、皆鹽素イオン Cl^- を含むから、これに硝酸銀のやうな銀イオン Ag^+ を含む溶液を加へると、水に溶解難い鹽化銀 AgCl の沈澱を生ずるのである。



この反應は鹽素イオン及び銀イオンの檢出に用ひる。

問1. 鹽酸は硫酸より強酸であることを、電離説によつて説明せよ。

問2. 或物質の水溶液に、リトマスを加へると赤變し、硝酸銀の水溶液を加へると、白色の沈澱を生じた。この物質は何か。

問3. 鹽酸と硫酸とを鑑別するには、どうすればよいか。

第十七章 磷 砒 素

1. 磷 磷 P_4 は空氣中で酸化し易いから、遊離して存在しない。主として磷鑛や動物

の骨の中に磷酸カルシウム $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ となつて含有される。磷には黄磷と赤磷との二種の同素體がある。

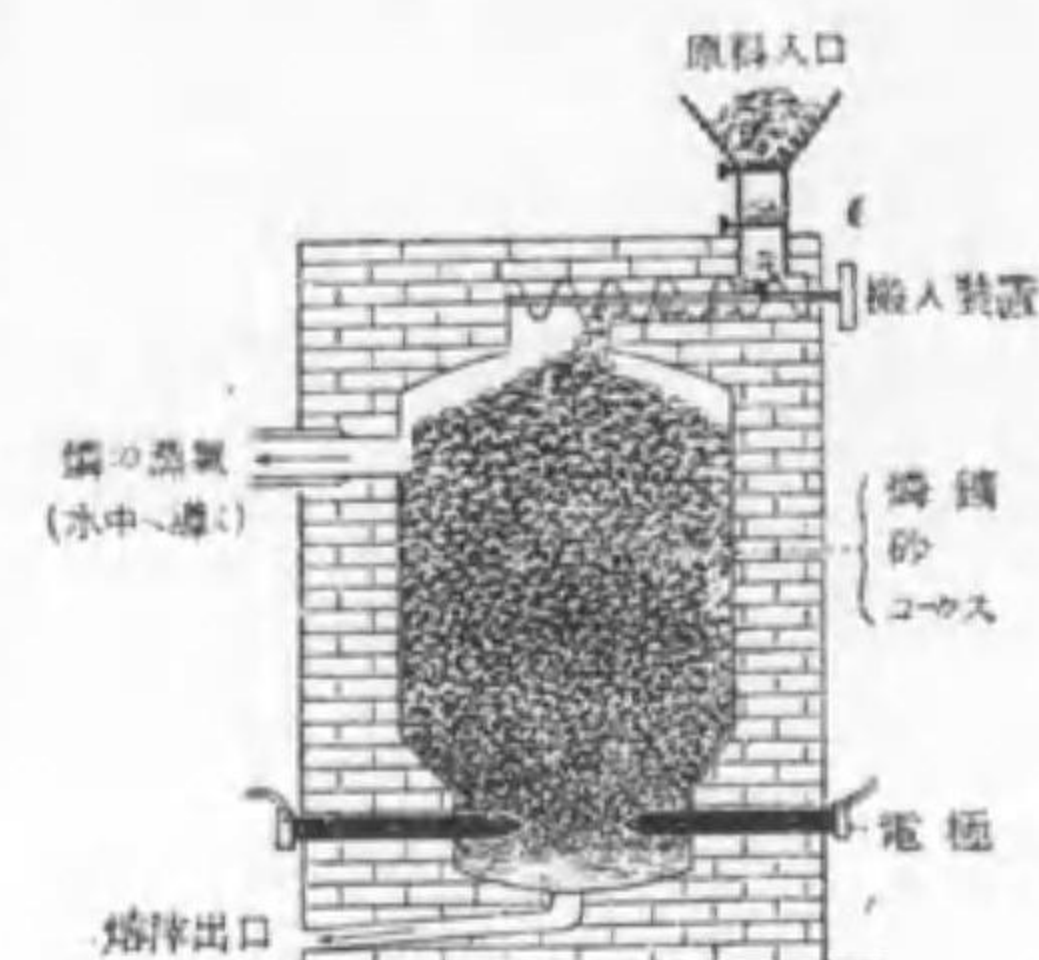
黄磷は融點 44°C で、稍黄色を帯びた蠟のやうな固體で、水には溶けないが二硫化炭素にはよ

く溶ける。常溫でも空氣中で發火するから、常に水中に蓄へられる。燃えて白色煙狀の無水磷酸 P_2O_5 となるから、煙幕に用ひる。

煙幕 煙幕として用ひられるものには、黄磷の外に四鹽化チタン・四鹽化錫などがある。

黄磷は甚だ有毒で、殺鼠劑をつくるに用ひる。

黄磷を空氣と絶つて約 250°C に熱し、徐々に冷やすと赤磷に變ずる。赤磷は融けにくい暗赤色の粉末で、黄磷のやうに毒性もなく、二

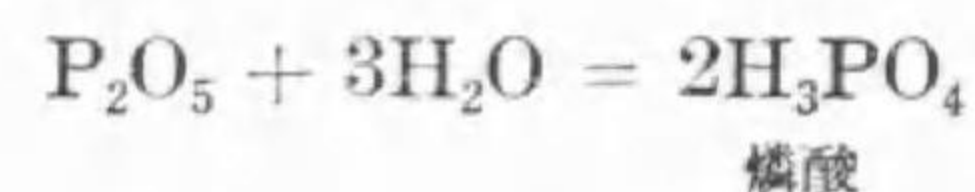


第93圖 磷の製法
電氣爐に磷鑛と砂とコークスとを混ぜたものを入れて、熱すると、磷の蒸氣が発生する。これを水中に導いて凝固させる

硫化炭素にも溶けない。空気中で自然に発火しないが、点火するとよく燃えて無水燐酸となる。

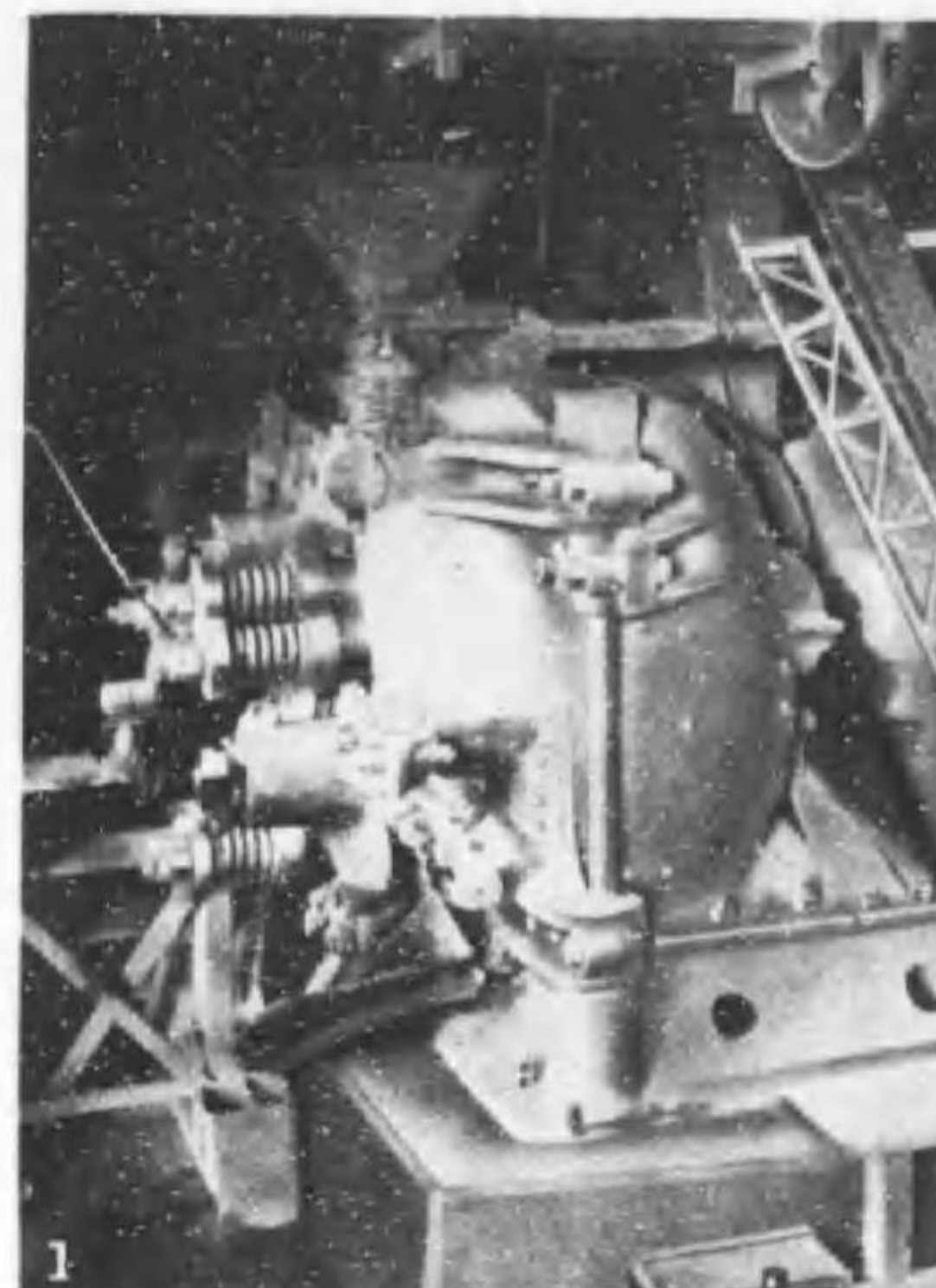
マッチ マッチは燐が容易に発火する性質を利用してつくつたものである。黄燐でつくつたものもあるが、危険で有毒だから、専ら赤燐を用ひる。赤燐でつくつたマッチを安全マッチといふ。即ち軸木は白楊樹でつくり、その一端を融けたパラフィンに浸して燃え易くし、頭には鹽素酸カリウム(酸化劑)と硫黄または三硫化アンチモン Sb_2S_3 (燃え易い物質)を膠でねつけて着け、箱の外側には赤燐硫化アンチモン硝子粉などを膠でねつけて塗る。軸の頭で箱を摺ると、先づ箱の赤燐が燃え出す。さうすると、軸の頭の硫黄または硫化アンチモンは、酸化劑の酸素で燃え出し、軸木に火が移つて行く。

2. 燐酸 過燐酸肥料 燐が空気中で燃える時に生ずる無水燐酸は、吸濕性が強いから、氣體の乾燥劑として使用される。無水燐酸は水と種々の割合に化合して、數種の燐酸を生ずるが、通常の燐酸は次に示すやうな割合でできる。



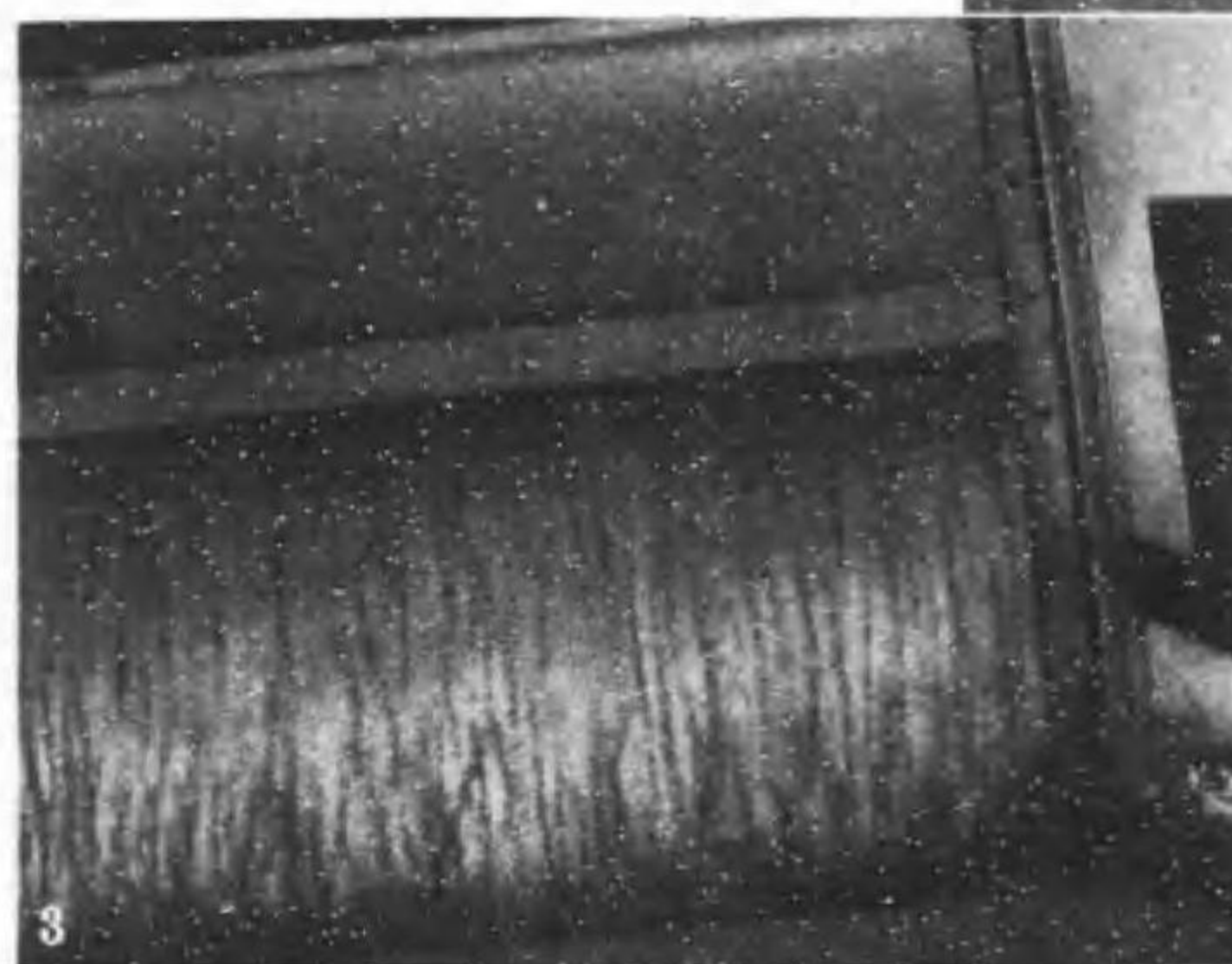
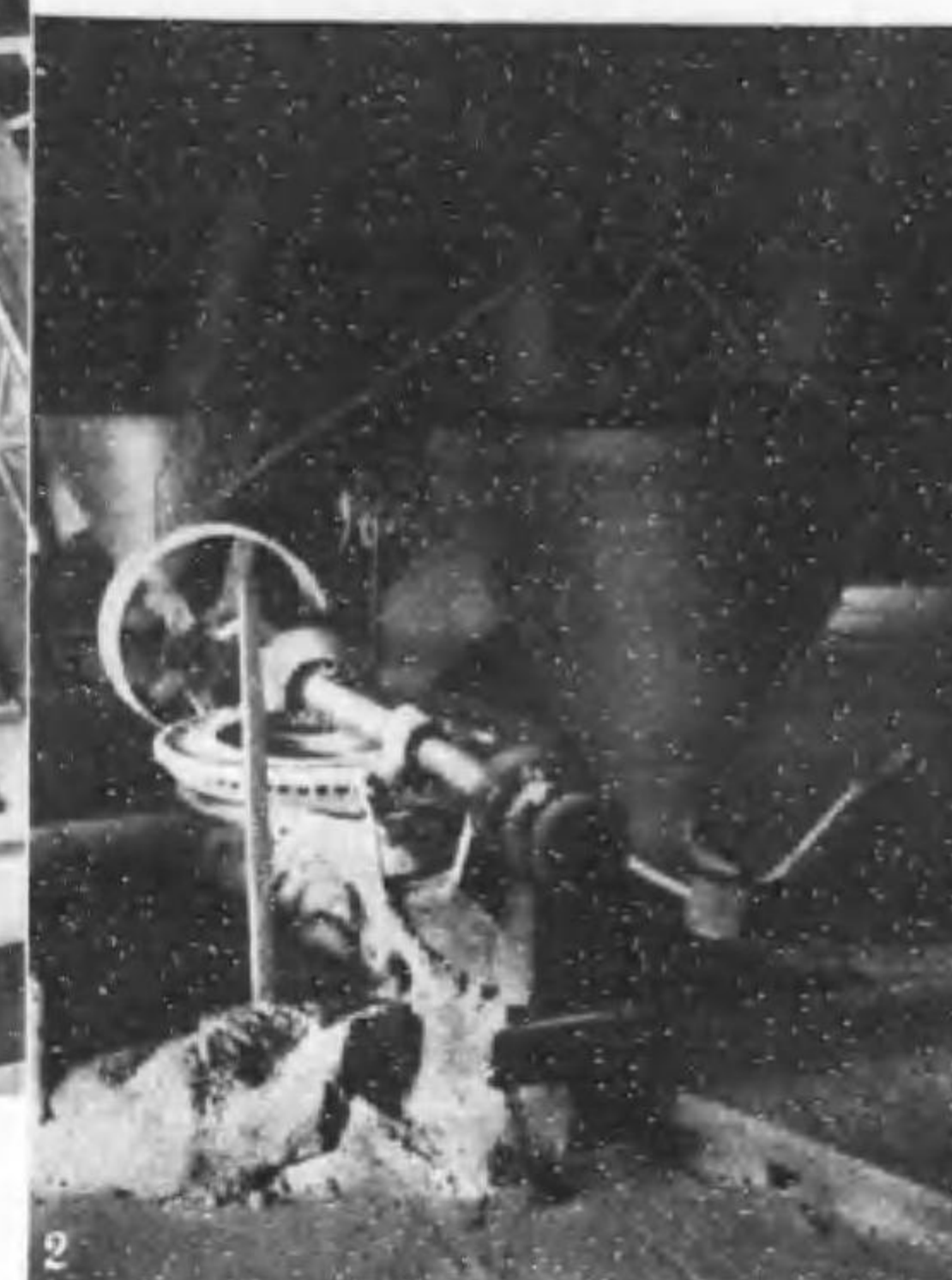
燐酸石灰 $Ca_3(PO_4)_2$ は天然に最も多く産出

過燐酸肥料の製造



① 燐鐵石を細かく粉碎する粉碎機

② 粉碎した燐鐵石と硫酸とをよく混ぜる混和器

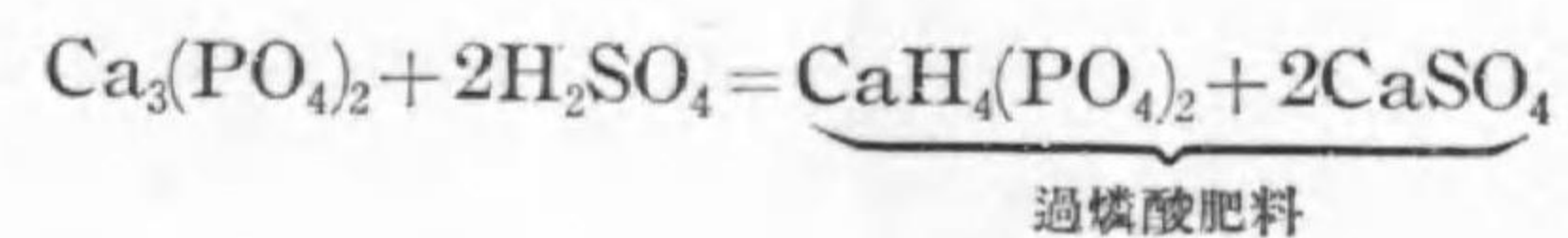


③ 燐鐵石の粉末と硫酸とが作用して、できた過燐酸肥料は、押出機で室から押し出されながら、ナイフで削られる。



④ 過燐酸肥料は倉庫に積まれ、包装して賣り出される。

する磷酸鹽で、燐灰石や燐礦石などの主成分を成し、動物の骨にも多量に含まれてゐる。植物は養分として磷酸を要し、土壤中に含まれてゐるものを根から攝つてゐるが、その缺乏を補ふために、肥料として磷酸鹽を施す必要がある。磷酸石灰は水に溶けないが、酸を作用させると、水に溶け易い磷酸水素カルシウム $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ に變ずる。そこで燐礦石を粉碎し、適當量の硫酸を加へて、磷酸水素カルシウムと硫酸カルシウムとの混合物をつくる。



このものは過磷酸肥料と呼ばれ大規模に製造される。

3. 砒素 砒素 As は鷄冠石 As_2S_3 、雄黃 As_2S_3 、硫砒鐵礦 FeAsS などの化合物となつて産出する。

砒素は灰白色の脆い固體で、金屬のやうな光澤がある。これを他の金屬に混ぜると硬さを増すから、鉛に加へて散彈をつくる。

砒素や砒素の化合物を空気中で焼くと、砒素は酸化して、白色粉末状の無水亞砒酸 As_4O_6 となつて昇華する。このものは通常亞砒酸と呼ばれ、甚だ有毒である。殺鼠劑や剝製動物の虫害を防ぐなどに用ひる。また砒素の化合物である砒酸鉛 $Pb_3(AsO_4)_2$ や砒酸カルシウム $Ca_3(AsO_4)_2$ などは、農作物の害虫を殺すために多く用ひる。

4. アンチモン アンチモン Sb は輝安鑛 Sb_2S_3 となつて産出する。灰白色の脆い固體で、金屬光澤がある。主として合金を造るに用ひる。(114頁を見よ)

鉛とアンチモンと錫との合金は融け易くて、硬さは鉛より硬く、また融けたものが、凝固する際に、容積を増すから、よく型がとれるので、活字を製するに適する。

また錫と銅とアンチモンとの合金はバビッドメタルと呼ばれ、機械の軸受をつくるに用ひる。

5. 窒素族元素 窒素・磷・砒素及びアンチ

モンの四つの元素は、化學的性質に類似した點が多く、同じ形式の分子式をもつ化合物をつくる。

水素化合物 NH_3 PH_3 AsH_3 SbH_3

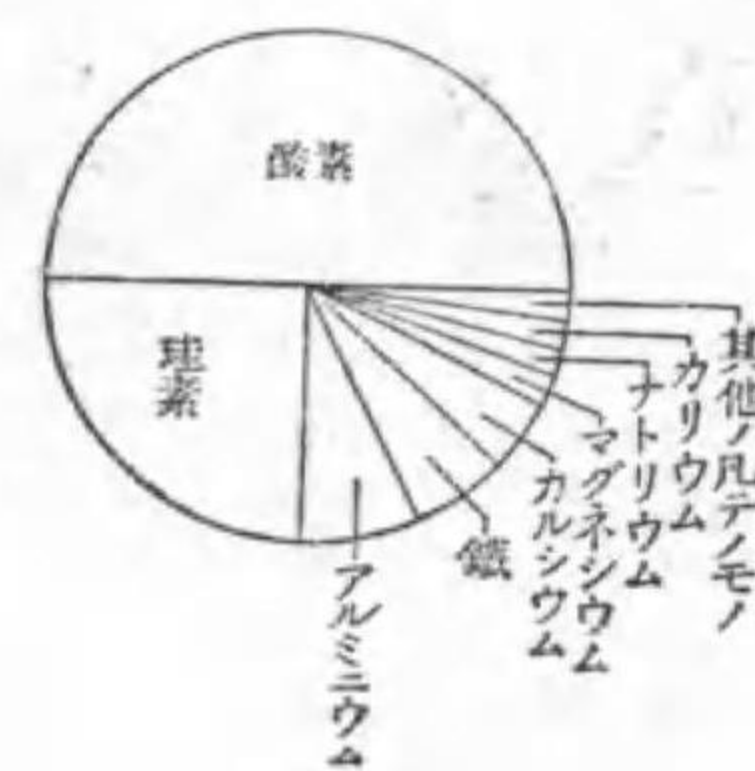
酸化物 N_2O_5 P_2O_5 As_2O_5 Sb_2O_5

それで、これ等の四元素を窒素族元素といふ。

問 黄燐でつくつたマッチの使用を、各國で禁止してゐるのは何故か。

第十八章 珪 素 硼 素

1. 珪素 珪素 Si は地球上で、酸素に次いで最も多量に存在する元素で、遊離してゐないが、無水珪酸や珪酸鹽となつて、土壤や岩石などの主成分をなしてゐる。



第 94 圖
地殻中の元素の量の比較表

2. 無水珪酸 無水珪酸 SiO_2 は砂・石英・水晶・

瑪瑙などとなつて産出する。甚だ硬くて融け難く、また水や普通の酸には侵されない。石英を電気爐で融かすと硝子状となるから、それで坩堝・試験管・石英燈などの理化學器具をつくる。これを石英硝子といひ、普通の硝子



第 95 圖 硝子器製造

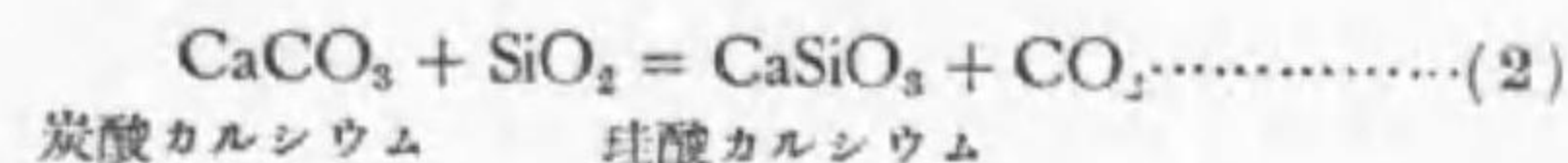
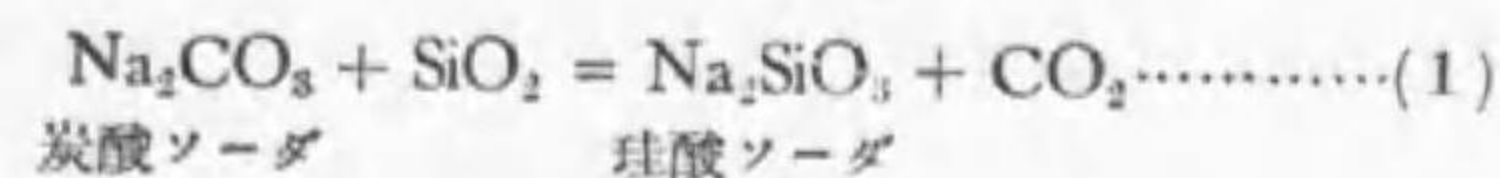
硝子器具をつくるには、熔融した硝子を管の先に着けて爐中から取出し、或は呼氣で吹き、或は型に入れまたは引き延し種々の形とする（下方1,2,3,4,8）板硝子の薄く小さなものは、まづ圓筒形のもを吹き、再び爐に入れて、これを縦に切り擴げてつくる（上方5,6,7）厚く大きなものは、熔融した硝子を温かな平板上に流し、その上に鐵のロールを轉がし、これを展ばしてつくる

子に比べて遙かに高温度に堪え、また温度が急變しても破損しない。

無水珪酸は用途が極めて廣く、珪砂は硝子の原料に、石英は磁器の原料に、水晶は裝飾品として用ひる。

硝子 窓硝子や食器や壺などをつくる硝子は、無水珪酸(珪砂)と炭酸ソーダと炭酸カルシウムとを適當に混ぜて、高温度に融かし合はせたものである。その際主

として、次のやうな化學變化が起る。



かうしてできた珪酸ナトリウムと珪酸カルシウムと無水珪酸とが融け合つて透明な液體となる。このものは少し冷えると、飴のやうに粘くなるから型に入れ、または吹いて種々の器具を製する。硝子は透明で、水や酸に侵されない良い性質があるから、用途は非常に廣い。硝子は成分上からソーダ硝子・カリ硝子・鉛硝子の三種に分類されるが、上に述べたのはソーダ硝子である。

種類	原 料	成 分	性 質	用 途
ソーダ硝子	炭酸ソーダ 炭酸カルシウム 珪砂	Na_2SiO_3 CaSiO_3 SiO_2	微綠青色を帯び 藥品に侵され易く 融け易い	窓硝子 瓶類 日常器具
カリ硝子	炭酸カリ 炭酸カルシウム 珪砂	K_2SiO_3 CaSiO_3 SiO_2	藥品に侵され難く融け難い SiO_2 を多く含むものは一層融け難い	裝飾品 化學用器具
鉛硝子	炭酸カリ 酸化鉛 珪砂	K_2SiO_3 PbSiO_3 SiO_2	軟かで重く融け易い 光澤あり光を強く屈折する	裝飾品 寶石の模造 光學器械

色硝子は普通の硝子の原料に、少量の金屬の酸化物または時としては金屬そのままを融かしこんだもので、金屬の種類によつて色の異つたものができる。例へば青色は酸化コバルト、紫色は二酸化マンガン、赤色は金または酸化第一銅を加へたものである。

エナメル エナメル(琺瑯)は鉛硝子に酸化錫などを加へ、更に種々の酸化金属を加へて着色したもので、熱すると融けて、不透明な硝子状となる。七寶焼は銅器の面に金銀の線で、繪畫の輪廓をつくり、適當な色のエナメルを詰めて、焼いた後に磨いたものである。瀬戸引鍋は珪砂・炭酸ソーダ・硼砂・燐酸カルシウムなどを混ぜたものを、鐵鍋に焼きつけたものである。

3. その他の珪素化合物 水硝子は珪酸ソーダ Na_2SiO_3 の濃い水溶液である。珪酸ソーダは無水珪酸と炭酸ソーダとを融かし合はせてつくる。



水硝子は木材や布などに塗つて、耐火性となし、また石鹼などに混ぜる。

炭化珪素 SiC カーボランダムともいふ。砂と骸炭とを電氣爐中で融かしてつくる。



非常に硬いから、磨粉や砥石をつくるに用ひる。

4. 硼酸及び硼砂 硼素 B は硼酸・硼砂となつて、主に伊太利の火山地方から産する。硼酸 H_3BO_3 は鱗片状の結晶で、冷水よりも温

水によく溶け、その水溶液は弱い酸性である。

硼酸は食物の防腐劑となし、また醫藥として用ひる。



第96圖 硼酸の採取

【實驗】1. 小磁製蒸發皿に、少量の硼酸または硼砂を入れ、それにアルコールと濃硫酸とを加へて金網上で熱し、出てくる蒸氣に點火すると、綠色の焰をあげて燃える。

この反應は硼酸や硼砂の檢出に用ひる。

硼砂 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ は白色の結晶で、これを熱すると膨大し、結晶水を放出して硝子様の透明な球となる。これを**硼砂球**といふ。

【實驗】2. 白金線を熱して硼砂を着け、これを熱して硼砂球をつくり、それに少量の鹽化マンガンや、鹽化コバルトなどを着けて焰中に熱し、冷やして着色の模様を見る。

硼砂球が金属の化合物を溶かすと、その金属によつて特有の色が着く。これを**硼砂球反應**といつて、金属の鑑識に應用する。

問 硼砂196瓦中に含まれる結晶水の量を計算せよ。

第二篇

金 屬

第一章 金屬總論

第一節 金屬と非金屬

元素を性質上から大別して、金屬と非金屬との二種とする。金・銀・銅などのやうに金屬光澤があり、熱や電氣をよく導き、打ち展べて箔となし、引き延ばして線にすることのできるものを金屬といひ、かやうな性質をもたぬ水素・酸素・硫黄・燐・炭素などを非金屬といふ。

第二節 金屬の物理的性質

1. 光澤及び色 金屬の新しい面は特有な美しい光澤がある。その色は金や銅のやうに特殊のものもあるが、大抵は白色に近い。
2. 比重 ナトリウムやカリウムなど二、三のものを除いた外の金屬は、水より重い。そして比重の4以下のものを**輕金屬**といひ、4より大なるものを**重金屬**といふ。

輕 金 屬		重 金 屬			
名	比 重	名	比 重	名	比 重
カリウム	0.87	クロム	7.09	銀	10.53
ナトリウム	0.97	亜鉛	7.16	鉛	11.35
カルシウム	1.59	錫	7.3	水銀	13.55
マグネシウム	1.74	マンガン	7.4	金	19.28
ストロンチウム	2.58	鐵	7.88	タンゲステン	20.2
アルミニウム	2.70	ニッケル	8.85	白金	21.44
バリウム	3.78	銅	8.95	イリヂウム	22.4

3. 電氣及び熱の傳導 金屬は電氣と熱との良導體である。銀は電氣及び熱を最も良く導き、金・銅・アルミニウム・亜鉛・白金・鐵などがこれに次ぐ。

電氣の傳導度順位

銀、銅、金、アルミニウム、亜鉛、白金、鐵、ニッケル、水銀

4. 融點 各金屬が融けるのにそれぞれ一定の溫度がある。この溫度をそれぞれの金屬の融點といふ。融點は金屬によつて大差がある。

金 屬 名	融 點	金 屬 名	融 點
水銀	-38.89	バリウム	850
カリウム	63.50	銀	960.5

金 屬 名	融 點	金 屬 名	融 點
ナトリウム	97.90	金	1063
錫	231.84	マンガン	1207
鉛	327.43	ニッケル	1452.3
亜鉛	419.4	コバルト	1489.8
マグネシウム	650	クロム	1520
アルミニウム	658.7	鐵	1525
ストロンチウム	800	白金	1764
カルシウム	803	タンゲステン	3382

5. 展性 延性 金・銀などは打ち延ばして、薄い箔にすることができる。この性質を展性といふ。金は最も展性に富み、銅・アルミニウム・錫などがこれに次ぐ。金・銀はまた引き延ばして、細い線にすることができる。この性質を延性といひ、金が最も延性に富み、銀・白金・アルミニウム・鐵・ニッケル・銅などがこれに次ぐ。

第三節 金屬の化學的性質

1. 金屬のイオン化傾向

【實驗】 硫酸銅の溶液の中に、磨いた小刀や釘を入れると、その面に銅が析出してその表面に附着する。

金屬を水に入れると幾分は溶けて、イオン

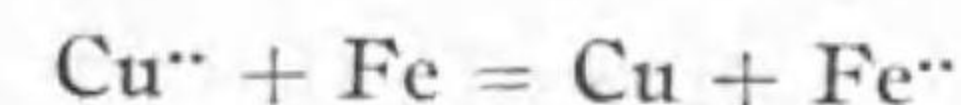
化しやうとする傾向がある。イオン化傾向



第97圖 硫酸銅の溶液に小刀を浸す

はアルカリ金屬が最大で、銀・白金・金などの貴金屬は極めて小さい。左表には金屬元素に水素元素をも加へ、上から下へイオン化傾向の大小の順序に列

べてある。表で見るやうに、鐵のイオン化傾向は銅よりも大きいから、鐵が溶けてイオンとなり、銅を析出したのである。この變化を式で示すと



かやうに或金屬の鹽の水溶液中に、イオン化傾向のそれよりも大きい金屬を入れると、溶液内の金屬イオンの電荷を奪つて、その金屬を析出させ、自らはイオンと

なつて、溶液内に入るものである。

水素のイオン化傾向は、鉛とほぼ同様である。そこで一般にイオン化傾向が、水素より

K
Na
Ca
Mg
Al
Zn
Fe
Ni
Sn
Pb
(H)
Cu
Hg
Ag
Pt
Au

も大きい金属を酸の中に入れると、水素を発生して溶解するが、イオン化傾向の小さい金属は溶解しない。

2. 金属の化学的性質とイオン化傾向

イオン化傾向の大きいナトリウム・カリウムなどは、空気中で直ちに酸化するが、これに反して、イオン化傾向の小さい金・白金などは、熱しても酸素と化合しない。即ち金属のイオン化傾向の大小と、金属が酸素その他の非金属と結合する力の強弱とは、一致するものである。

第四節 金属の製法

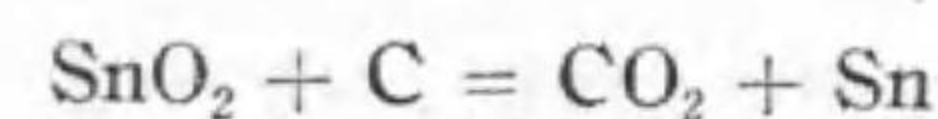
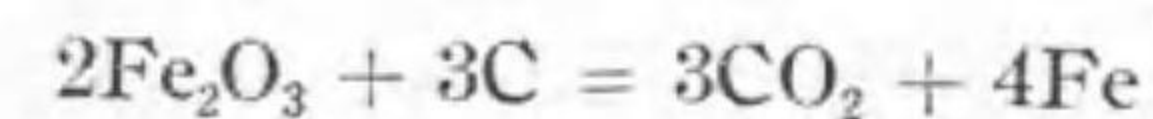
1. 金属の所在 イオン化傾向の最も小さい金・白金などは、遊離して天然に産出する。また銀・水銀・銅なども、稀には遊離して産出することがある。それでこれ等の金属は、古くから知られてゐた。

これ等の金属よりも、イオン化傾向の大きいアルミニウム・亜鉛・鉄などの金属は、主に酸化物か、硫化物となつて産出する。イオン化

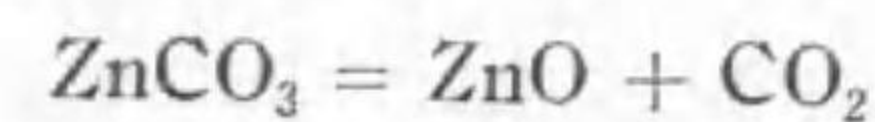
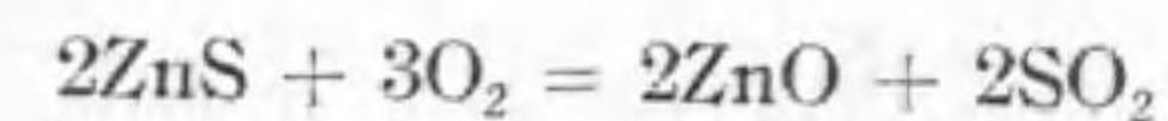
傾向の最も大きいナトリウム・カリウム・カルシウムなどは、種々の化合物となつて天然に存在する。

2. 金属の製法 天然に産出する鉱石や、その他の金属を含む原料から、金属を製することを冶金といふ。一般にイオン化傾向の小さい金属の冶金は、割合に易いが、イオン化傾向の大きい金属の冶金は、困難である。

金属酸化物の冶金 酸化鉄や酸化錫などの金属酸化物は、炭素(骸炭・石炭など)と共に強熱すると、炭素のために還元されて、金属が遊離する。



金属の硫化物及び炭酸鹽の冶金 硫化亜鉛のやうな金属の硫化物や、炭酸亜鉛のやうな金属の炭酸鹽は、先づ焼いて酸化亜鉛にする。



次に酸化亜鉛を炭素と共に熱して還元する。



イオン化傾向の大きい金属の冶金 イオン化傾向の大きい金属は、酸素やその他の非金属と結合する力が強いから、その酸化物を炭素で還元し、金属を遊離させることができない。

そこで、ナトリウム・カリウム・アルミニウムなどの金属は、これ等の化合物を融かし、電気分解して製する。

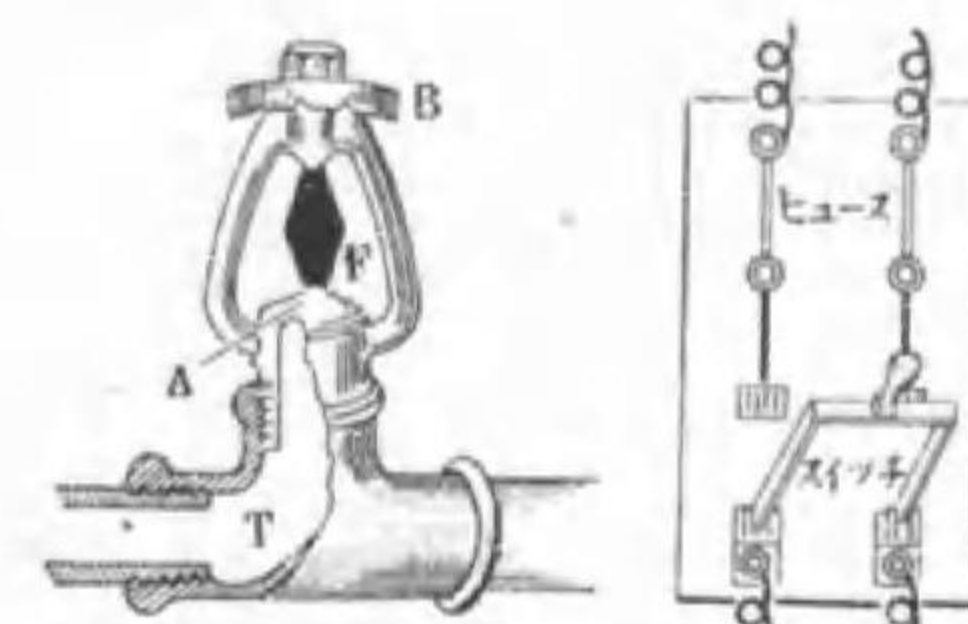
第五節 合金

1. **合金** 二種以上の金属を一様に融かし合はせて、凝固させたものを合金といふ。

単体の金属で實用に適するものは、その数が少ないが、これを合金にすると、元の金属と異つた性質になるから、成分金属の組合せや、その割合を變へることによつて、各種の目的に適する製品が得られる。

2. 合金の性質

硬度 合金の硬度は、成分である金属の硬度よりも大きい。そこで金銀のやうな軟か過ぎる金属は、銅などを加へて適度の硬さの合金として、貨幣や装飾品などをつくり、鋼鐵は更に硬さを増すために、クロム・ニッケルな



第98圖 融點の低い合金の利用
左 自働消火栓 Fは易融合金
右 スイッチ用ヒューズ

どの合金として兵器などをつくる。

融點 合金の融點は、元の金属の融點よりも低い。融點の低い合金は日

常種々な用途があり、重要である。白鐵(ハンダ)は鉛と錫との合金で、金属の接合に用ひる。ヒューズは鉛・錫・蒼鉛の合金で、送電用の安全装置に用ひる。ウツドの合金は蒼鉛・鉛・錫・カドミウムの合金で、60.5°Cの低温度で融けるから、防火扉や自働消火栓などに應用する。

合金のその他の性質 鐵は硫酸などに侵され易いが、これに珪素を加へると、侵され難くなる。また鋼にクロム及び少量のニッケ

ルを加へると、錆びない鋼となり、双物をつくるに用ひる。その外合金には電気抵抗の大きなものがある。例へばニッケル・クロム・鐵などの合金であるニクロム線は、この性質を應用して電熱器をつくる。

主なる合金の成分

合金	成分	銅	亜鉛	ニッケル	アルミニウム	錫	銀	金	鉛	アンチモン	其他
黄銅		60-70	40-30								
洋銀		45-63	15-35	5-35							
アルミ鋼		90			10						
青銅		80-90				20-10					
四分一		50以上					50以下				
赤銅		95					1	4			
バビツドメタル		2-22				70-90				7-24	
デュラン		3.0			95.5						マンガン1.0 マグネシウム0.5
マグナム					75以上						マグネシウム25以下
活字金						3-26			58-93	4-18	
白鐵						50			50		
ニクロム				60							マンガン 2 クロム 12 鐵 26
ウッド合金						12.5			25		カドミウム12.5 ビスマス 50
本邦幣	金貨	10						90			

合金	成分	銅	亜鉛	ニッケル	アルミニウム	錫	銀	金	鉛	アンチモン	其他
本邦幣	銀貨	28					72				
	白銅貨	75		25							
	青銅貨	95	1			4					

- 問1. 醋酸鉛の水溶液中に亜鉛を吊るすとき、鉛は美しい結晶となり、亜鉛の表面に析出する。何故か。
- 問2. 昇汞水(鹽化第二水銀の水溶液)を、トタン(亜鉛を引いた鐵板)の容器に入れてはならぬ理由を説明せよ。
- 問3. 次の諸金屬を空氣中で熱すればどうなると思ふか。
マグネシウム・金・アルミニウム・銅・白金・亜鉛・銀。

第二章 元素の週期律

化學を學ぶのに、性質の類似した元素を集めて分類し、系統的に研究すれば、學習上甚だ便利である。

露國人メンデレエフは、それについて次のやうな事實を發見した。元素を原子量の小さいものから順に並べると、その性質は次第に變つて行くが、八つ目毎に性質の類似した元素が、繰り返し繰り返し表はれて來て、各元

素の性質とその原子量との間に、週期的の關係が伴ふものである。かやうな元素間の關係を元素の週期律といひ、週期律によつて各元素を並べたものを週期表といふ。



第99圖 メンデレエフ(露國人)
(1834—1907)
週期表を發表す

次の頁に掲げてある週期表は、メンデレエフの考案したものに、最近の學說に従つて、多少改訂を加へたものである。

この表に於て、縦に並んだ元素を同族といひ、横に並んだものを同列といふ。今同列の元素について見ると、元素の性質は原子量の増すにつれて、少しづつ變つて行く。例へば、第二列のリチウムLiは金属性が強いが、同列の右方に進むにつれて、元素の金属性は次第に減じ、逆に非金属性が現はれ、弗素では非金

元素週期表

赤数字は原子番號、記號の下の數は原子量の概數

屬	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
週期 0		(1) H 1.							
1	(2) He 4.	(3) Li 7.	(4) Be 9.	(5) B 11.	(6) C 12.	(7) N 14.	(8) O 16.	(9) F 19.	
2	(10) Ne 20.	(11) Na 23.	(12) Mg 24.	(13) Al 27.	(14) Si 28.	(15) P 31.	(16) S 32.	(17) Cl 35.5	
3	(18) A 40.	(19) K 39.	(20) Ca 40.	(21) Sc 45.	(22) Ti 48.	(23) V 51.	(24) Cr 52.	(25) Mn 55.	(26) (27) (28) Fe Co Ni 56. 59. 58.7
		(29) Cu 63.6	(30) Zn 65.4	(31) Ga 70.	(32) Ge 72.6	(33) As 75.	(34) Se 79.	(35) Br 80.	
4	(36) Kr 84.	(37) Rb 85.4	(38) Sr 87.6	(39) Y 89.	(40) Zr 91.	(41) Nb 93.	(42) Mo 96.	(43) (Ma)	(44) (45) (46) Ru Rh Pd 101.7 103. 106.
		(47) Ag 108.	(48) Cd 112.4	(49) In 115.	(50) Sn 119.	(51) Sb 122.	(52) Te 127.5	(53) I 127.	
5	(54) Xe 131.	(55) Cs 140.	(56) Ba 137.4	(57)-(71) *	(72) Hf 178.6	(73) Ta 181.4	(74) W 184.	(75) Re 186.	(76) (77) (78) Os Ir Pt 191. 193. 195.
		(79) Au 197.	(80) Hg 200.6	(81) Tl 204.	(82) Pb 207.	(83) Bi 209.	(84) Po —	(85) —	
6	(86) Rn 222.	(87) —	(88) Ra 226.	(89) Ac	(90) Th 232.	(91) Pa	(92) U 238.		
原子價	0	1	2	3	4	5, 3	6, 2	7, 1	8~2
ハロゲン(X) 化合物	作らない	RX	RX ₂	RX ₃	RX ₄				
水素化合物	作らない				RH ₄	RH ₃	RH ₂	RH	
高級酸化物	作らない	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄

* (57)-(71) { (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71)
La Ce Pr Nd II Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu
139. 140. 141. 144. — 150. 152. 157. 159. 162.5 163.5 167.6 169.4 173.5 175.

屬性が最も強くなる。

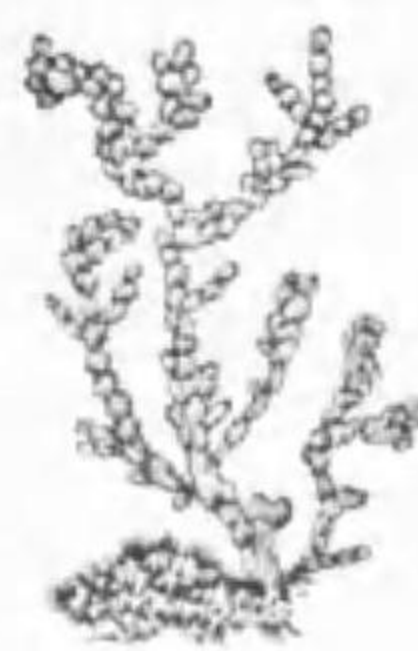
以下各列についても、皆同じやうな関係がある。また、同族元素について見ると、化學的の性質が似てをり、原子價も等しい。

週期表を仔細に見ると、AとK及びFeとIのやうに、原子量の順に排列せぬところもあり、またその位置に相當する元素が、未だ發見されぬ處などもあるが、大體に各元素の物理的性質及び化學的性質が、原子量の順に週期的に循環してゐることが解る。そこで、未だ學ばない元素の性質も、表中その元素の上下左右にある諸元素の性質で、推知することができる。

第三章 銅

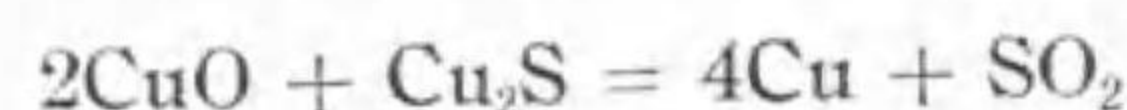
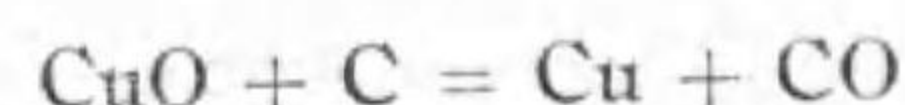
1. 銅 銅Cuは自然銅となつて稀に産するが、主に黄銅鑛 CuFeS_2 ・赤銅鑛 Cu_2O ・硫銅鑛 Cu_2S となつて産出する。わが國は多量の銅を産する。

黄銅鑛より銅を製するには、先づ鑛石を焼いて銅と鐵との一部を酸化させる。これに



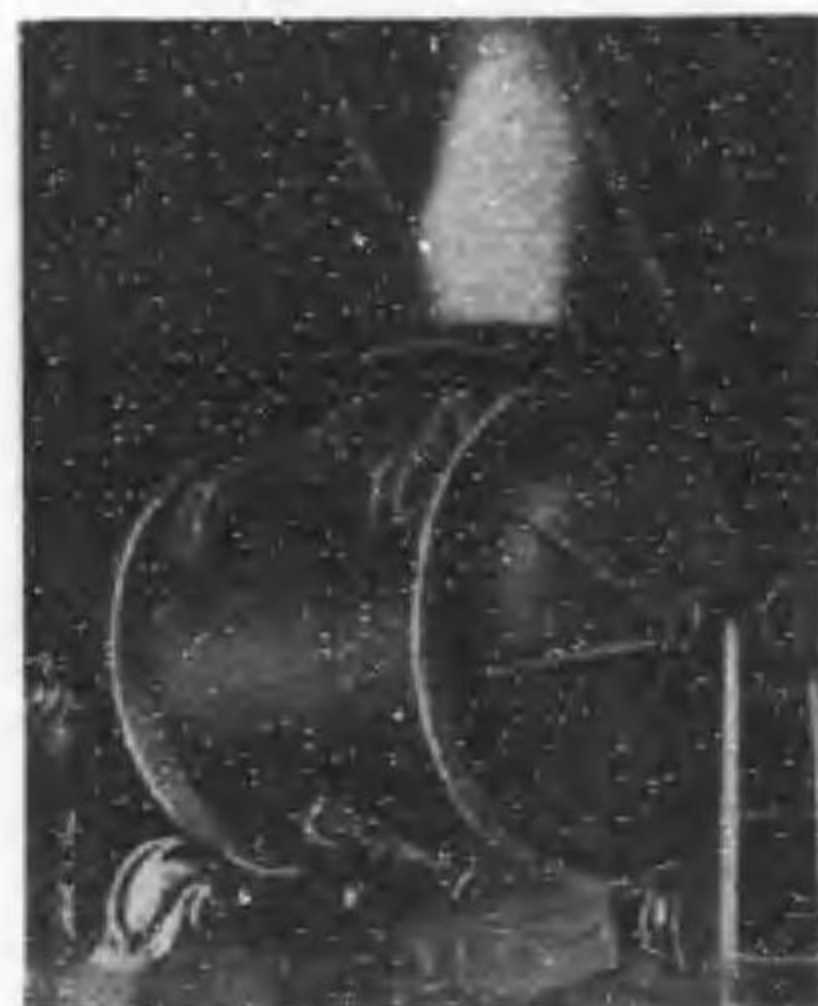
第100圖
自然銅

石灰石とコークスとを加へて熱すると、鐵の酸化物は石灰と化合し、融け易い熔滓となつて除かれ、銅の酸化物は、炭素及び未だ變化しない硫化銅によつて還元され、銅が遊離する。



かうして生じた粗銅は、電解精鍊によつて精銅とする。

銅は赤色の金屬で、延性・展性に富み、銀に次いで熱及び電氣の良導體である。そこで、電線や電氣器具を製し、また日用の諸器具などをつくるのに多く用ひる。銅は他の種々の金屬と重要な合金をつくる。



第101圖 黄銅鑛から銅を製するに用ふるコンバーター

銅を濕つた空氣中に置くと、炭酸ガスと水との作用で、錆びて緑青(鹽基性炭酸銅) $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ を生ずる。緑青は有毒であるから、銅製の食器の内面に錫を鍍金して使用する。

2. 酸化銅 銅を空氣中で靜かに熱すると、表面は赤色の酸化第一銅 Cu_2O に變化する。しかし強く熱すると、黒色の酸化第二銅 CuO を生ずる。銅の原子價は酸化第一銅では一價で、酸化第二銅では二價である。同一金屬の化合物で、原子價の低いものを**第一化合物**、原子價の高いものを**第二化合物**といふ。

3. 硫酸銅 銅を濃硫酸と共に熱して得られる。硫酸銅が5分子の水を含んで結晶したものを、膽礬 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ といひ、青色の美しい結晶である。膽礬を熱すると、水を失つて結晶はくづれ、白色の粉末となる。かやうに結晶ができるに必要な水を**結晶水**といふ。

膽礬は銅の化合物中最も重要なもので、銅鍍金・電池・殺菌劑及び顔料の原料として多く使用する。

4. 銅の電解精錬 銅鑛から製したままの粗銅は、少量の金銀その他の不純物を含んでゐる。これから純粋な銅を得るには、粗銅の板を陽極とし、純銅の板を陰極として、硫酸銅の水溶液を電解するのである。さうすると陽極の銅は溶け、銅イオンとなつて陰極に運ばれ、ここで純銅となつて銅板上に附着する。その際、粗銅中に含まれてゐる金銀などは、滓となつて槽中に沈積する。この滓からは金銀を回収する。かうして粗銅から純銅をつくることを、銅の電解精錬といふ。



第102圖 銅の電解精錬で陰極に附着した純銅を引き上げたところ

第四章 銀 金 白金

1. 銀 銀Agは稀に自然銀となつて産することもあるが、主に輝銀鑛 Ag_2S となつて産

銅 の 製 錬



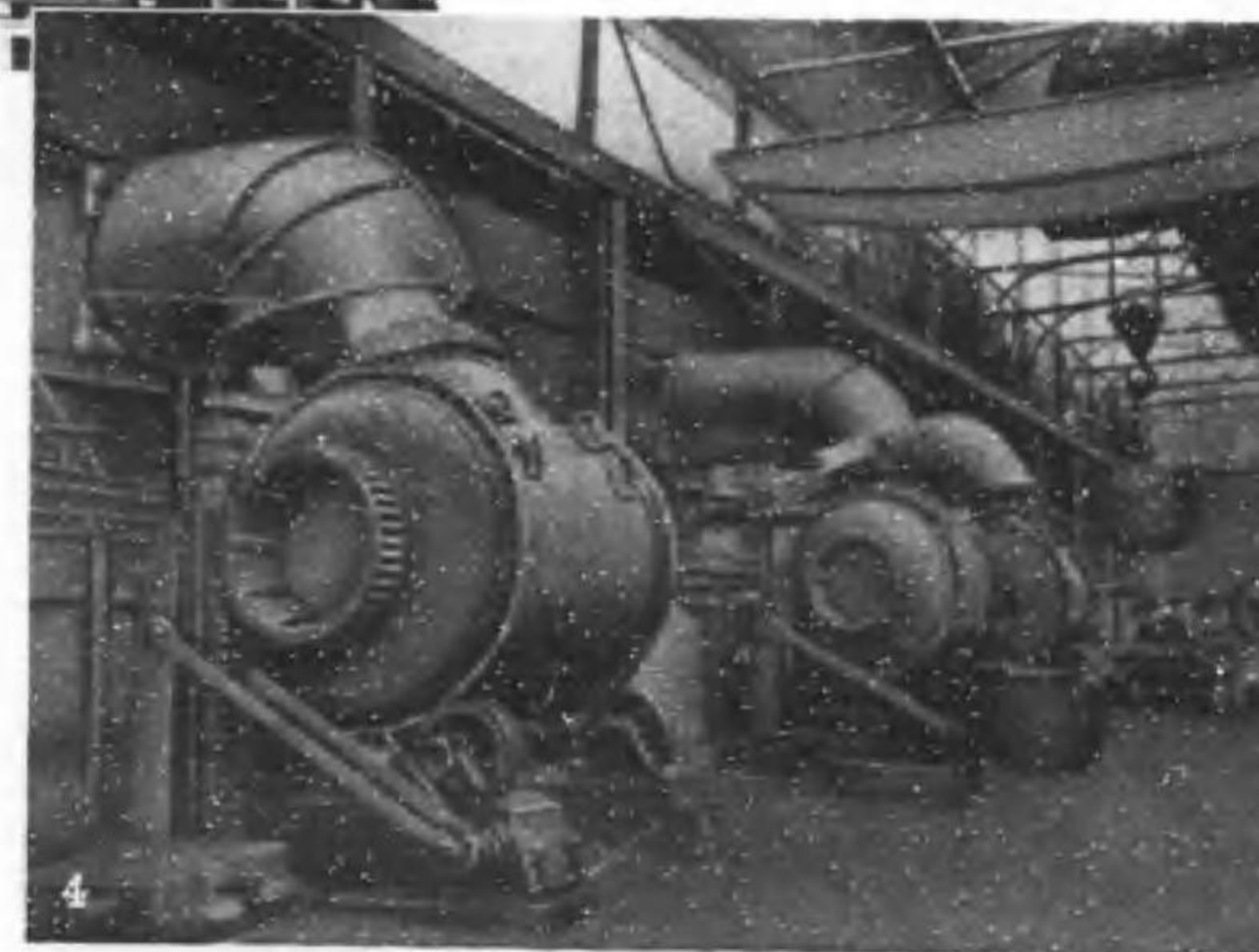
① 足尾鑛山全景



② 銅鑛山の坑内で鑛石を運搬する有様



③ 粗銅を電氣分解によつて精製する電氣精錬工場内部



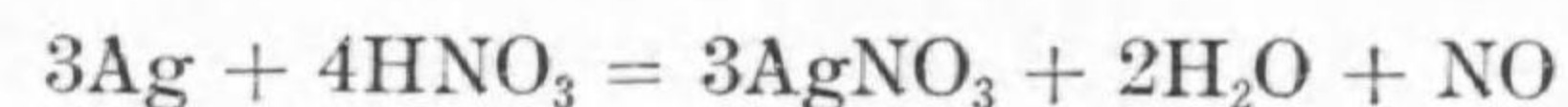
④ 銅鑛石を焙鑛爐で處理してできた鉞をコンバーターに入れ、空氣を吹き込んで不純物を酸化して粗銅をつくる工場の有様

出し、また銅及び鉛の鑛石中にも含まれてゐる。

銀は白色の光澤ある金屬で、展性・延性に富み、金屬中最もよく熱及び電氣を導く。その質が稍軟かいから、銅を加へて硬さを増し、貨幣・裝飾品などをつくる。

空氣中の酸素とは高温でも化合せぬが、硫黄とはよく化合して、黑色の硫化銀 Ag_2S となる。

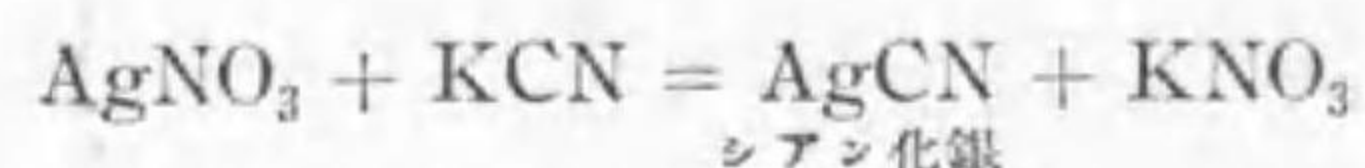
熱した濃硫酸に溶け、硝酸には常温でも容易に溶解して硝酸銀 AgNO_3 となる。



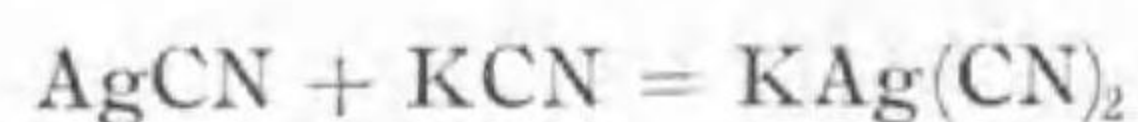
2. 硝酸銀 無色の板狀結晶で水に溶ける。

硝酸銀は鍍銀液をつくつたり、寫眞の乾板をつくるのに使用する。また、その水溶液は腐蝕性があるから、外科術に應用する。

硝酸銀の溶液にシアン化カリウム KCN を加へると、シアン化銀 AgCN の白色沈澱がでる。

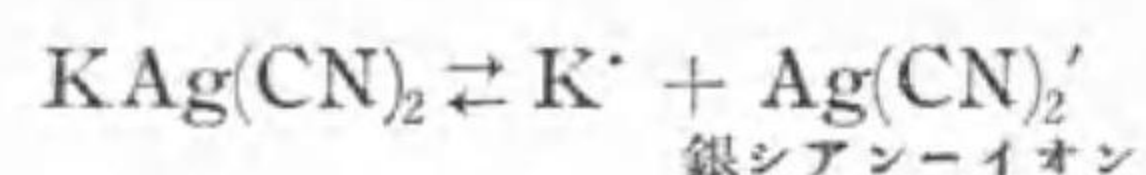


これに更にシアン化カリウムを加へると、沈澱は溶解し、銀シアン化カリウム $\text{KAg}(\text{CN})_2$ となる。



【実験】 銀シアン化カリウムの溶液を試験管に採り、少量の食鹽水を加へて見る。後に説明するやうに溶液中に銀イオンがあれば、白色の沈澱を生ずるが、さうでないと沈澱を生じない。

溶液中に銀イオンの存在せぬのは、銀シアン化カリウムが次のやうに電離して、銀イオン Ag^+ を生じないからである。



銀シアンイオンのやうなイオンを錯イオンといひ、錯イオンを生ずる鹽を錯鹽といふ。一般に、イオン化傾向の割合に小さい金屬である金・銀・白金・銅・鐵などは、非金屬のイオンと結合して錯鹽をつくる。

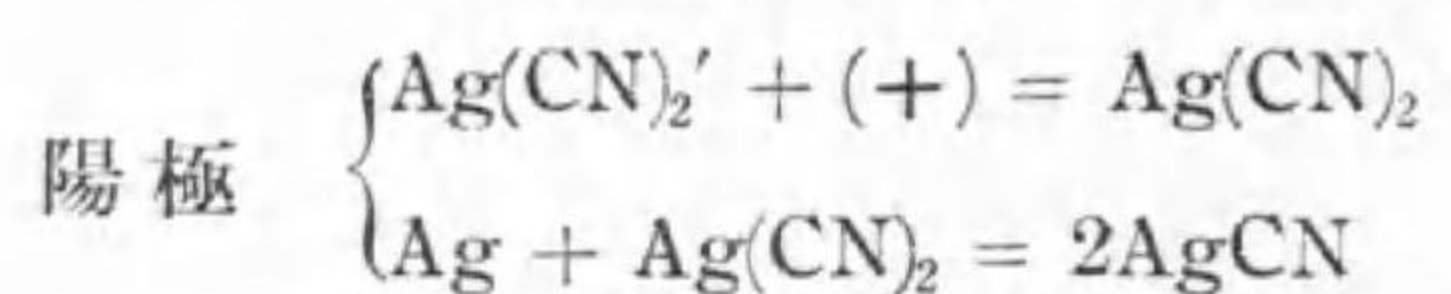
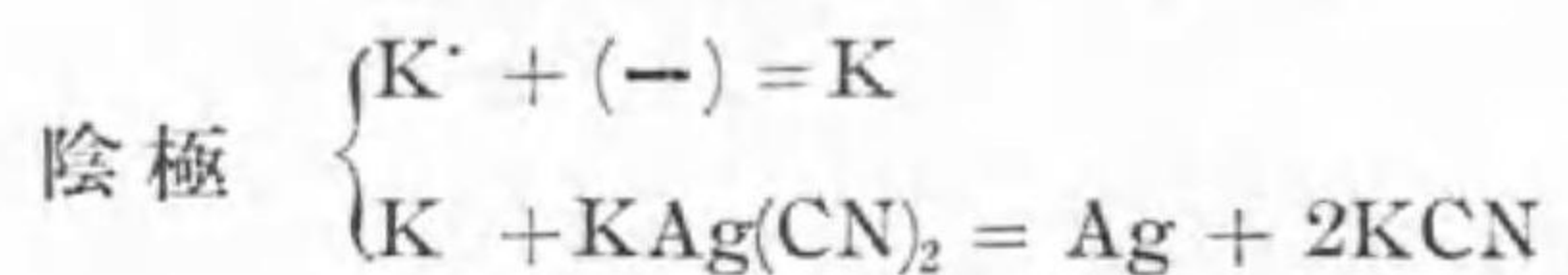
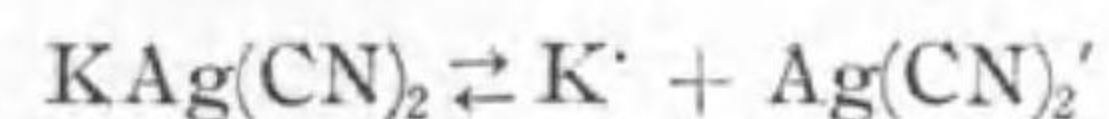
3. 鍍銀法(銀めつき) 電氣めつきは電氣分解を應用して、或金屬の表面に、他の金屬を緻密に附着させる方法である。鍍銀するに



第103圖 鍍銀法
陽極に銀板を吊るし陰極に鍍銀する物體を吊るす

は、銀シアン化カリウムの水溶液中に、表面を清浄にした、金屬製の品物を吊るして陰極となし、銀板を陽極として電流を通ずるのである。

その時銀は溶液中から析出して、品物の表面に附着する。



4. ハロゲシ化銀

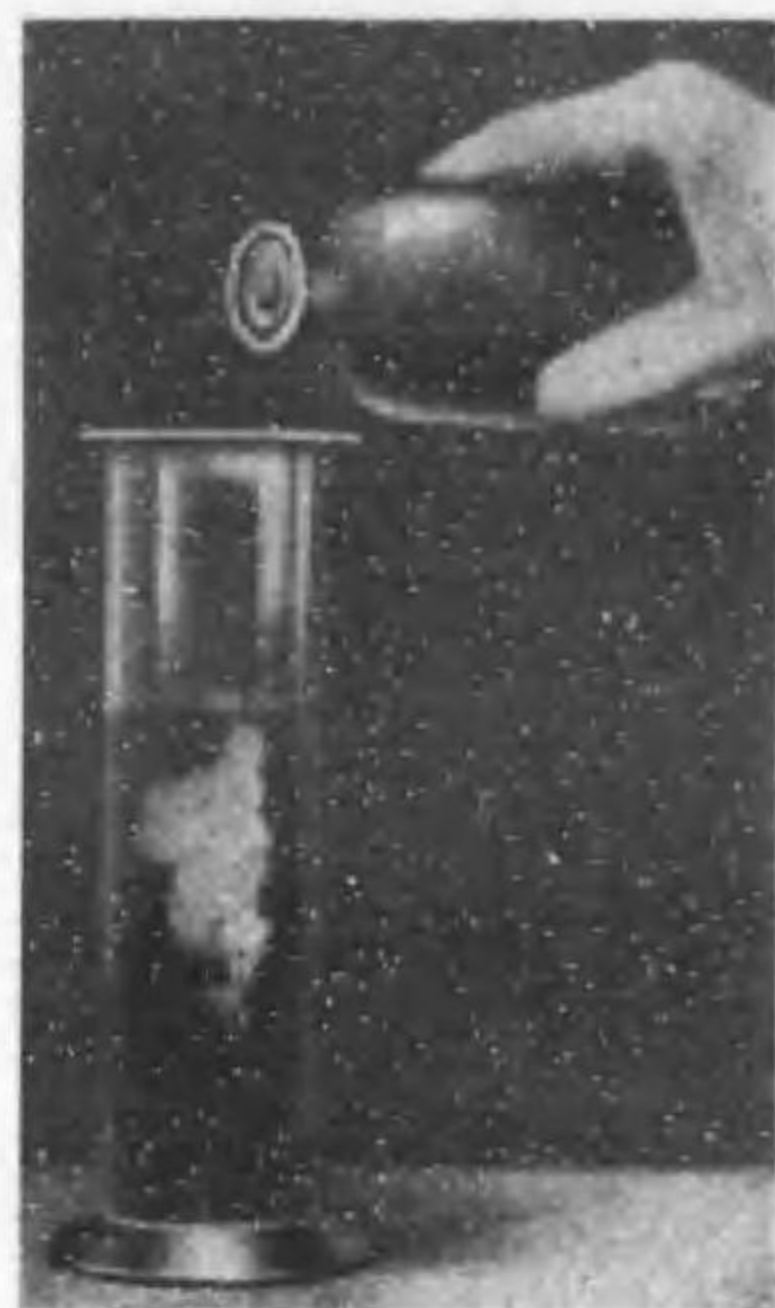
【実験】 三本の試験管に硝酸銀の溶液を入れ、(1)に食鹽水、(2)に臭化カリウム溶液、(3)に沃化カリウム溶液を加へ、沈澱の生ずる有様を見る。

この実験では次の化學變化によつて、それぞれ鹽化銀 AgCl (白色)、臭化銀 AgBr (淡黄色)、沃化銀 AgI (黄色)の沈澱を生ずる。



これ等のハロゲン化銀は、日光によつて黒紫色となる性質がある。

寫眞 寫眞術はハロゲン化銀の、この性質を應用したものである。寫眞の乾板・フィルムは、ゼラチン溶液と臭化銀とを混ぜたものを、硝子板やセルロイドの薄膜に塗つて乾かしたものである。これを暗箱に入れて、物體から來る光にあてると、光の強さに應じて臭化銀が化學變化を起して、還元され易いものになる。そこで焦性没食子酸のアルカリ溶液、また



第104圖 硝酸銀の溶液に食鹽水を注げば鹽化銀の白色沈澱を生ずる



第105圖 寫眞の陽畫(左)と陰畫(右)

はハイドロキノンの溶液(現像液)に浸すと、それ等の還元作用で銀を遊離する。この操作を現像といふ。次にチオ硫酸ナトリウムの溶液(定着液)に浸して、感光しなかつた臭化銀を溶かし去ると(定着)、實物と明暗の反對である陰畫ができる。陰畫に感光性のある印畫紙(乾板やフィルムと同様にしてつくつたもの)をあてて光にさらし、前に述べたやうに現像及び定着を行ふと、陽畫が得られる。これが普通の寫眞である。

5. 金 金Auは遊離狀で産出する。石英岩中に混じて産するものを山金といひ、河底から砂礫に混じて産出するものを砂金といふ。

砂金を採取するには、金を含んだ土砂を流水で洗つて、軽い土砂を流し、重い金粒を残す(淘汰法)。山金を採るには、金鑛を細粉にして、それに水銀を混ぜて金を溶かし、次



第106圖 砂金の採集

に水銀を蒸溜して金を残す(混汞法)。また金鑛の細粉をシアン化カリウムの稀薄な液に浸し、空氣中の酸素の助けで、金を溶解させ、これに亞鉛を加へるか、または、この液を電解して金を析出させる(青化法)。

金は光輝ある美しい黄色の金属で、金属中最も延性及び展性に富んでゐる。その質が軟かいから、通常銅または銀を加へる。金の合金の品位を示すために、純金を24金といひ、その他は合金24分中に含んでゐる金の量によつて、18金(合金24分中純金18分を含むもの)……14金(合金24分中純金14分を含むもの)などといふ。

金は美しい上に、空気中で變色も變質もせぬから、貴金属として装飾品や貨幣などをつくるに用ひる。

金は硝酸・硫酸・鹽酸などには、高温度でも溶けないが、王水には溶ける。この溶液を蒸發すると、金鹽化水素酸 $\text{HAuCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (通常鹽化金といふ)の黄色針狀の結晶が析出する。このものは寫眞術や金の鍍金などに用ひる。

6. 白金 白金PtはイリジウムIr・オスミウムOs・パラジウムPdなどと合金になつて産する。展性・延性に富む白色の金属で融點が非常に高く、また酸類や他の藥品にも侵され

難いから、板・線・坩堝・蒸發皿などの化学器具・高温度計・人絹の紡糸用口金及び装飾品に用ひる。



第107圖 實驗室に使用される白金線と白金皿類

白金は王水に溶解する。その溶液を蒸發すると、白金鹽化水素酸 $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (通常鹽化白金といふ)といふ赤褐色の結晶が析出する。

白金鹽化水素酸を還元してつくる白金黒、及び白金鹽化アムモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ を熱して得られる海綿狀白金は、種々の化学工業に觸媒として用ひる。

第五章 亞鉛 水銀

1. 亞鉛 亞鉛Znは閃亞鉛礦 ZnS ・菱亞鉛

礦 $ZnCO_3$ などとなつて天然に産出する。

亜鉛は青白色の脆い金属で、乾いた空気中では變化しないが、濕氣のある處では、表面に鹽基性炭酸亜鉛 $ZnCO_3 \cdot Zn(OH)_2$ の緻密な薄い層ができて、よく内部を保護する。そこで融けた亜鉛の中に鐵板を浸し、その表面に亜鉛を一様に鍍してトタン板となし、バケツ・屋根板・塀などをつくる。



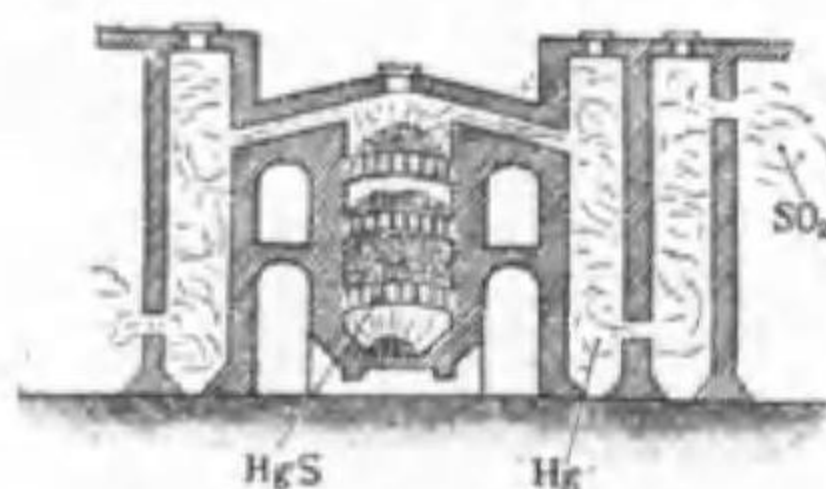
第108圖 亜鉛の製造
レトルト中に酸化亜鉛と炭素とを入れて熱する。蒸溜してくる亜鉛はレトルトと接続する筒形の受器に集まる。圖は爐の外観

亜鉛は眞鍮・洋銀などの合金にしたり、電池の極に用ひたり、實驗室では水素を製するに用ひる。

2. 酸化亜鉛 亜鉛を空氣中で焼くと、酸化亜鉛 ZnO ができる。白色の粉末で、通常亜鉛華といふ。被覆力は鉛白に及ばないが、無毒であり、また硫化水素で變色しない長所があるから、無鉛オシロイや白ペンキを製し、またゴム製品の填料として多量に用ひる。

硫酸亜鉛 $ZnSO_4$ は亜鉛を硫酸に溶かしてつくる。その結晶は7分子の結晶水を含み、無色で、通常皓礬といふ。その水溶液は防腐劑或は點眼藥に用ひる。

3. 水銀 水銀 Hg は稀に遊離して天然にあるが、硫黄と化合し、辰砂 HgS となつて産出する。辰砂を焼くと水銀の蒸氣と亞硫酸ガスとを生ずる。



第109圖 水銀の製造
中央は辰砂を熱する爐、左右の室は水銀蒸氣の冷却室



水銀蒸氣を冷却室に導き、凝縮させて採取する。

る。

水銀は常溫で液状をなす唯一の金属で、銀白色の光澤があり、比重は大きく、しかも殆ど一定な膨脹係數をもつから、寒暖計をつくり、その他晴雨計などをつくる。水銀は鐵・白金以外の普通の金属を溶かして合金をつくる。水銀と他の金属との合金を**アマルガム**といふ。

常温では空气中で變化せぬが、沸騰點近くで長く熱すると、赤色の酸化第二水銀 HgO を生ずる。これを更に強熱すると、再び水銀と酸素とに分解する。

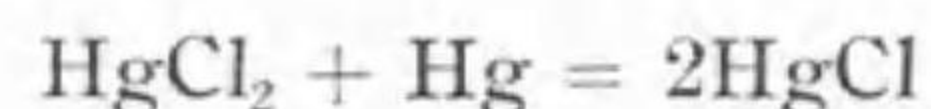
水銀は鹽酸や稀硫酸に溶けぬが、硝酸や熱した濃硫酸に溶ける。

4. 鹽化第二水銀(昇汞) 食鹽と硫酸第二水銀 HgSO_4 と混ぜて熱すると、鹽化第二水銀 HgCl_2 を生じ、昇華して針狀の結晶ができる。



昇汞の水溶液は激しい毒性があり、0.1% 水溶液は消毒薬として廣く使用する。水銀及びその鹽類は一般に有毒である。

鹽化第一水銀(甘汞) 昇汞と水銀とを混ぜて熱すると、甘汞が昇華して出てくる。



水に溶け難い白色の粉末で、下劑または利尿劑として用ひる。甘汞は日光の作用で昇汞に變ずるから、褐色の瓶に入れて蓄へる。

5. 硫化第二水銀 硫黄と水銀とを擦り

混ぜると、黒色の硫化第二水銀 HgS を生ずるが、これを昇華させると赤色のものに變る。この赤色の硫化第二水銀を朱と呼び、天然に産出する辰砂と成分が同一で、貴重な赤色顔料である。

第六章 錫 鉛

1. 錫 錫 Sn は銀白色の軟かい金屬で、普通の金屬中で最も融け易い。展性に富むから、箔となして菓子・煙草などを包むに用ひる。常温では美しい光澤を失はないから、花瓶・茶器などをつくり、また鐵板に錫を鍍し、ブリキとなして、罐や玩具などをつくるに用ひる。青銅は錫と銅との合金で、活字金・白鐵などもまた錫の合金である。

2. 鹽化第一錫 錫は濃鹽酸に溶けて鹽化第一錫 SnCl_2 となる。



熱した錫に鹽素を通ずると、鹽化第二錫

SnCl_4 を生ずる。鹽化第一錫とともに媒染劑として用ひる。錫は二價と四價の化合物をつくる。

3. 鉛 鉛Pbは融け易い、灰白色の非常に軟かい金屬で、空氣中ではその表面は灰色の鏽(鹽基性炭酸鉛 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$)で覆はれ、また水中で不溶性の炭酸鉛または硫酸鉛ができる。これ等は緻密で内部を保護する。

鉛は硝酸・醋酸に侵され易いが、鹽酸や稀硫酸には侵され難い。

これ等の性質と價が安いのとで、その用途が廣く、水道管・ガスパ管・電線の被覆・硫酸製造用鉛室・鉛蓄電池の極板・種々の合金などに用ひる。

一般に鉛の鹽類は有毒であるから、10%以上の鉛を含む合金で、食器をつくることは禁ぜられてゐる。

4. 鉛の酸化物 鉛を空氣中で熱すると、酸化して淡黄色の酸化鉛 PbO (密陀僧)となる。鉛硝子・瑠璃などの原料とし、また蓄電池・ボイ



第110圖 鉛蓄電池

ル油の製造に用ひる。

酸化鉛を空氣中で更に熱すると、赤色粉末の四三酸化鉛 Pb_3O_4 (鉛丹または光明丹)となる。鉛丹は油と練つてペンキをつくり、鐵材に塗つて鏽止とし、或は鉛硝子の製造に用ひる。

鉛丹に濃硝酸を作用させると過酸化鉛 PbO_2 ができる。褐色の粉末で、酸化作用が強いから酸化劑として用ひる。

鉛蓄電池は過酸化鉛を陽極、鉛を陰極とし、稀硫酸中に浸したものである。

5. 鉛白 密陀僧を醋酸に溶かすと、醋酸鉛 $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ができる。これは甘味があるので鉛糖と呼ばれ、甚だ有毒である。媒染劑(137頁水酸化アルミニウム参照)や醫藥として用ひる。



第111圖 鉛白の工業的製法
稀薄な醋酸を入れた器の上に巻いた鉛板を置き、器を炭火で温めると、鉛の表面は次第に鉛白となる

醋酸鉛の溶液に炭酸ナトリウムの溶液を加へると、鹽基性炭酸鉛 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ の白色沈澱ができる。このものは通常鉛白と呼ばれ、被覆力が強いから、優良な白色顔料であるが、有毒であることと、硫化水素によつて黒變することが大きな缺點である。

顔料 顔料とは朱・亞鉛・華鉛・鉛白・鉛丹・油煙のやうなもので、水や油と練つてペンキや繪具をつくるに用ひるものをいふ。

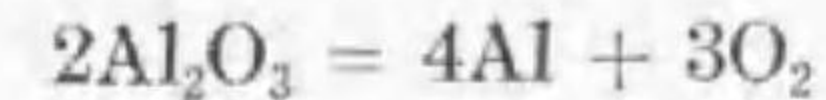
第七章 アルミニウム

1. **アルミニウム** アルミニウム Al は酸素・珪素に次いで、地球上に多量にしかも廣く存在し、粘土・陶土・長石・氷晶石・ボーキサイド・鋼玉などは、皆その化合物である。

精製した酸化アルミニウム Al_2O_3 を電氣爐に入れ、電解して製する。

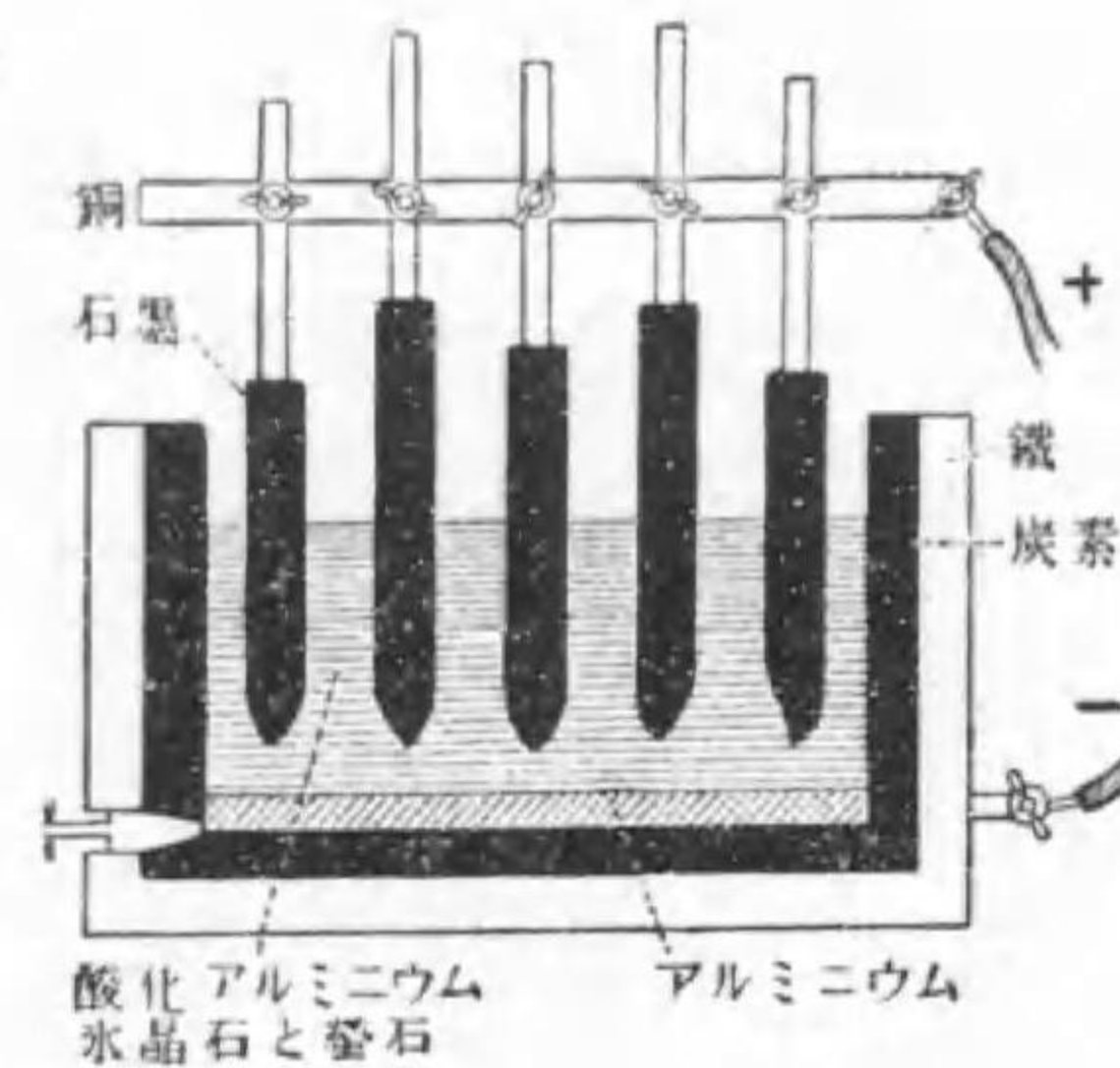


第112圖 チャーレス・マルチン・ホール(米國人)(1863—1914) 電氣分解によるアルミニウムの製法を發明す



この際、酸化アルミニウムを融け易くするために、氷晶石 $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ を加へる。

アルミニウムは銀白色の軽い金屬で、重さは鐵の約 $\frac{1}{3}$ である。強靱で、展性・延性に富み、



第113圖 アルミニウムの製造 炭素板で内面を覆ふた電氣爐に酸化アルミニウム・氷晶石・螢石を入れ、石墨の棒をこの中に吊るして陽極とし、爐を陰極として電流を通ずる生じたアルミニウムは左方の口から流出させる

熱及び電氣を良く導く。空氣中では、薄くて緻密な酸化物の層を表面に生ずるから、内部の酸化するのを防ぐ。そこで、食器・軍用器具・電線などの製造に多く用ひる。また箔となし錫

箔に代用する。アルミニウムの合金に重要なものがある。

アルミ銅は強靱で、金に似た美しい色をなし、空氣中で變色しないから裝飾品に用ひる。

デュラルミンは軽くて強靱で、しかも硬いから、飛行機・飛行船などの材料として多く用ひる。

マグナリウムはアルミニウムよりも軽く、強さは真鍮とほぼ同じである。機械の材料として用ひる。

アルミニウムは鹽酸・稀硫酸・苛性ソーダなどに水素を發生して溶け、食鹽水には徐々に腐蝕される。しかし硝酸には溶けない。

【實驗】 50c.c.位の耐火粘土製ルツボの底に、孔を穿つて土で栓をなし、この中にアルミニウム粉末1と、酸化第二鐵3との重さの割合に混ぜたもの(テルミット)を入れ紐状のマグネシウムによつて點火すると、テルミットは光輝を放つて燃焼し、内容物は融けてくる。この時鐵棒で底の栓を突き抜くと、内容物は流れて受器に集り、酸化アルミニウムと鐵との二層ができる。



第114圖 テルミットによるレールの熔接

アルミニウムは高温度では非常に酸化し易い。そこで、酸化第二鐵から酸素を奪つて

自ら酸化し、その際多くの熱を發生するから、鐵は融けて遊離する。



テルミットはレールの接ぎ目を接合し、鐵製器具の修理、熔接などに用ひる。

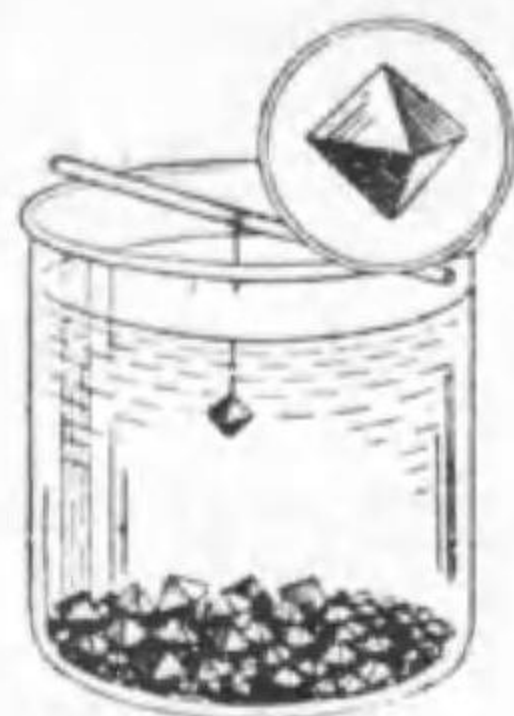
2. 酸化アルミニウム 酸化アルミニウム Al_2O_3 は鋼玉となつて天然に産出する。甚だ硬いから、その粉末は紙鑑や砥石として、硬いものを磨くに用ひる。**青玉**(サファイヤー)・**紅玉**(ルビー)などの寶石は、鋼玉が少量の夾雜物のために着色したものである。これ等は天然に産するが、また人造も再生もされる。

3. 水酸化アルミニウム アルミニウム化合物の水溶液にアムモニア水を加へると、白色膠状の水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ の沈澱ができる。

このものは種々の染料と結合して、水に溶解難いレーキをつくるから、豫め纖維の間に、このものを生じさせてから染色すると、直接に木綿に染めつかぬ染料でも、このものの媒

介で染めることができる。かやうな働きをなすものを**媒染劑**といふ。

4. **明礬** 明礬 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ は硫酸アルミニウム $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と硫酸カリウム K_2SO_4 とからつくる。明礬を水に溶かすと、その成分である硫酸アルミニウムと硫酸カリウムとに分解する。かやうな鹽を**複鹽**といふ。



第115圖
明礬の結晶
明礬の濃い溶液中に糸で吊るした小さい結晶を吊るして置くと結晶はだんだん大きくなる 右上圖は明礬の結晶

明礬は無色、正八面體の結晶で、焼くと結晶水と幾分の無水硫酸とを失つて、白色の焼明礬となる。明礬は媒染劑や飲料水の濁りを澄ませるためや、製紙・製藥などに用ひる。

5. **陶土 粘土** 長石類は珪酸アルミニウム $\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3$ ・珪酸カリウム K_2SiO_3 などの複鹽である。これ等のものが甚だ長い年月の間、風雨に曝されて分解し、後者が水に溶解し去つて、前者が水と化合して残る。これを陶土

$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ といふ。陶土は陶磁器の大切な原料である。

陶土に酸化鐵、その他の不純物の含まれてゐるものを粘土といひ、瓦・煉瓦・セメントなどの製造に用ひる。

陶磁器 陶磁器・煉瓦・セメント・硝子などは皆窯で焼くから、これ等の工業を窯業といふ。陶磁器を製するには、先づ陶土・石英・長石などを粉碎して混ぜ、これに水を加へ捏ねて、望む形につくる。それをかけ乾しにし



第116圖 陶磁器を焼く窯



第117圖 釉薬をかけてゐるところ

てから、窯に入れて焼くと素焼ができる。素焼は吸水性だから、長石と石英との粉末に、灰汁を混ぜてつくつた^{ワハグスリ}釉薬をかけて、再び焼くと、釉薬が融けて表面は滑かとなり、美觀を増し耐久性となる。

磁器は純粹な陶土を原料とし、高温度で焼いてつくつた

もので、質が緻密で、白色半透明で、吸水性がなく、叩くと金属のやうな音がする。陶器は稍々不純な陶土を用ひ、磁器より低い温度で焼いたもので、質は粗く不透明で、一般に吸水性である。

陶磁器に類似したものに土器と炆器とがある。かわらけ・炮碌などは土器で、井戸側・硫酸甕などは炆器である。

種類	性質	用途	例
土器	素地吸水性 有色 不透明 無釉	神器 炮碌 鉢類 瓦	全国各地に産す
陶器	素地吸水性 白色 不透明 有釉	安價な食器類 灰皿 タイル	粟田焼 薩摩焼 出雲焼 淡路焼 樂焼
炆器	素地非吸水性 有色不透明 有釉	土管 井戸側 硫酸甕	萬古焼 常滑焼 伊部焼 和馬焼 高取焼 信樂焼
磁器	素地非吸水性 白色半透明 有釉	茶碗 皿 盃 花瓶 高壓磚子 坩堝 蒸發皿	清水焼 瀬戸焼 有田焼 九谷焼 會津焼 出石焼

煉瓦 土管 瓦 煉瓦や土管は、鐵分を含んだ粘土と、砂とを混ぜて形をつくり、窯に入れ酸化焰で焼いて製する。その赤色は酸化鐵のためである。耐火煉瓦は無水珪酸を含んだ粘土を原料とし、強熱して製したものである。

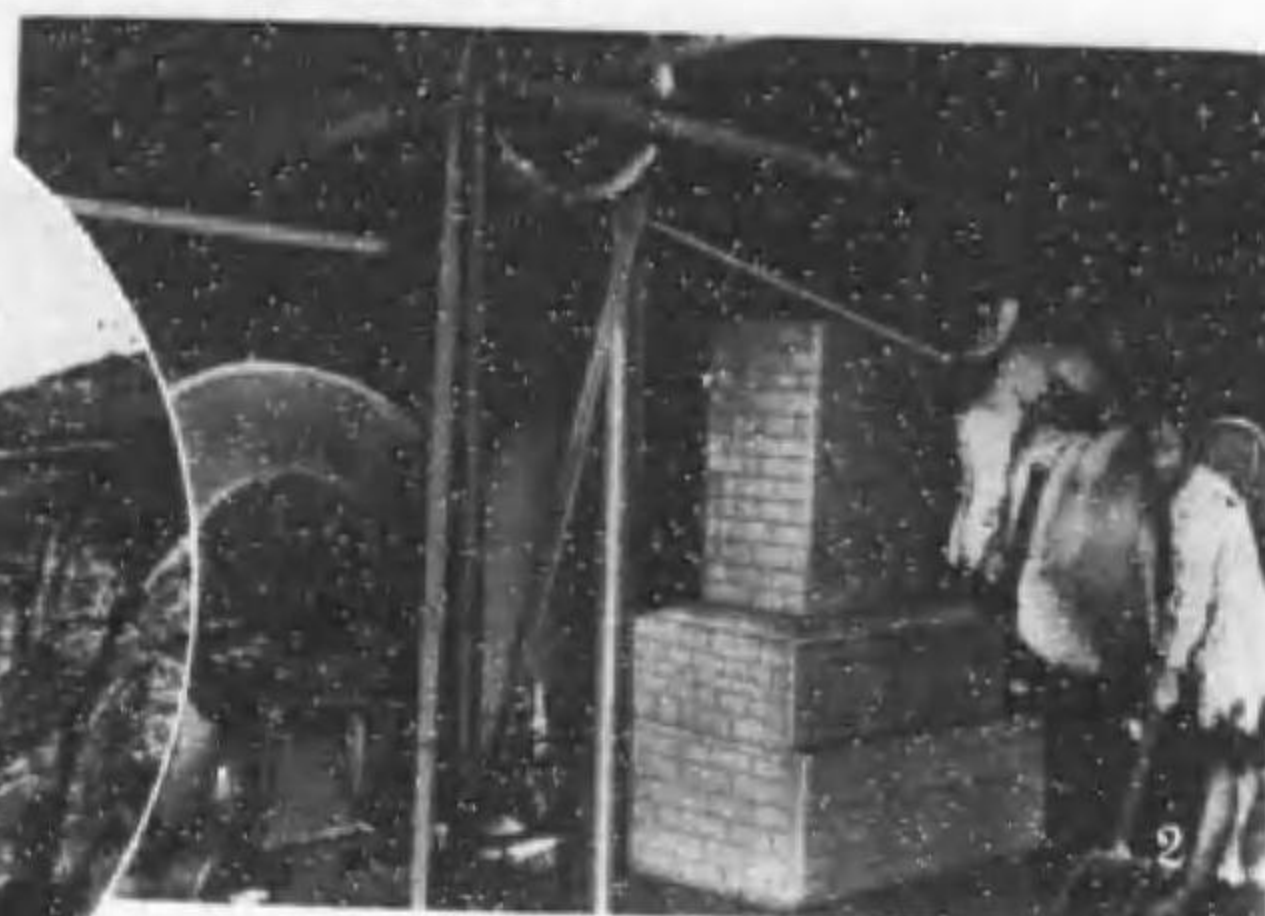
普通に用ひる瓦は、粘土を型に入れて形をつくり、松材で焼いたものである。色の黒いのは煤煙のためである。

セメント セメントは粘土と石灰石とを粉碎して、混ぜたものを、半ば融けかかる位の高温度に焼いてから、粉碎し

陶磁器の製造



① 陶土の採掘場



② 陶土、長石、石英などは太鼓形粉碎機で粉碎される。



④ 水漚されたものは水を絞り、担ねてから、望む形につくられる成形工場

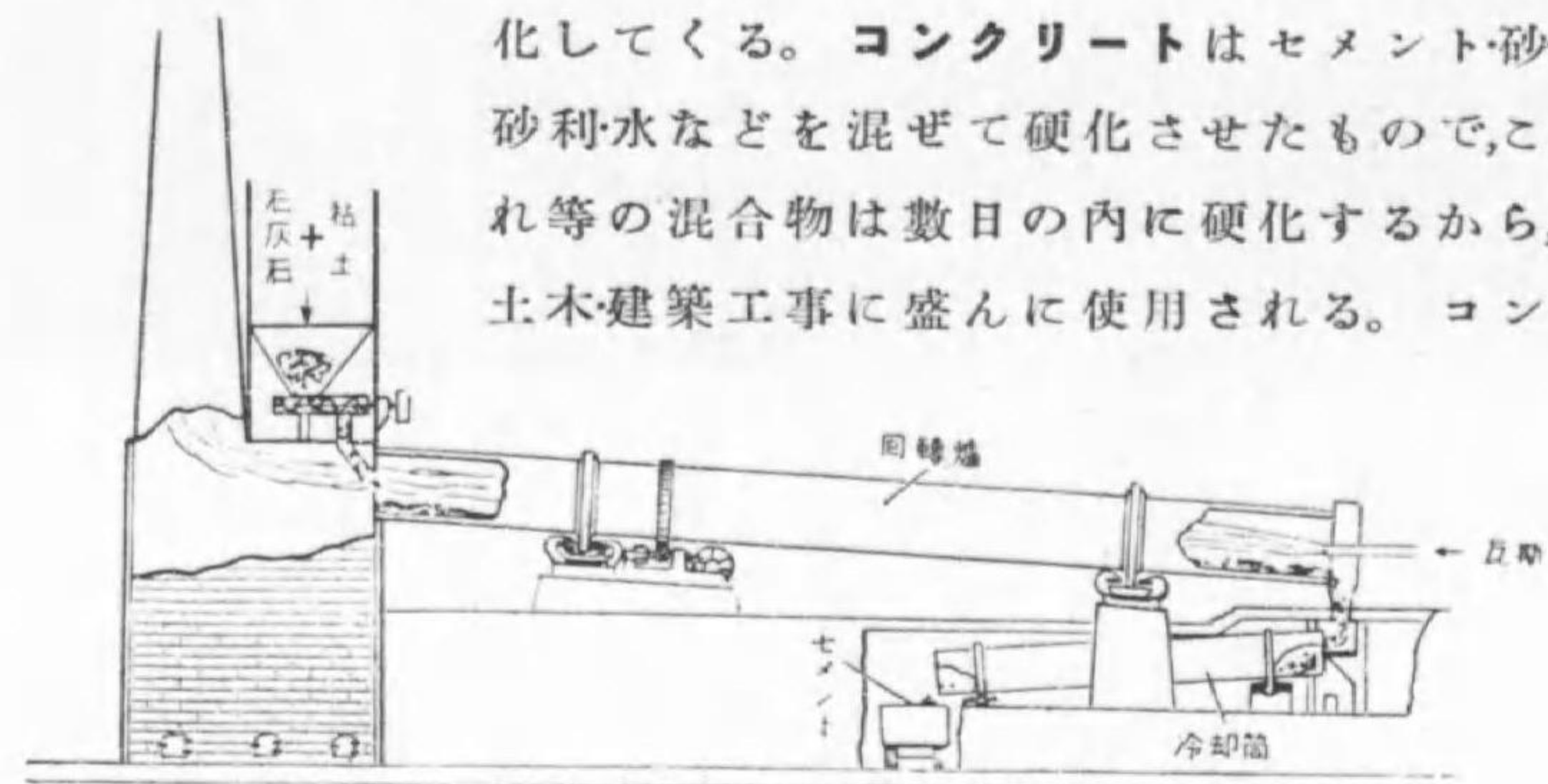


③ 一定の形につくつたものを蔭乾しにしてから焼く窯の外観



⑤ 一度焼いた素焼の焼物に繪付作業をしてゐる有様、これに釉薬をかけて再び焼くと、初めて製品となる。

たもので、主な成分はカルシウムとアルミニウムとの珪酸鹽である。セメントに水を加へて泥状にすると、徐々に硬化してくる。コンクリートはセメント・砂・砂利・水などを混ぜて硬化させたもので、これ等の混合物は数日の内に硬化するから、土木建築工事に盛んに使用される。コン



第118圖 セメントの製造

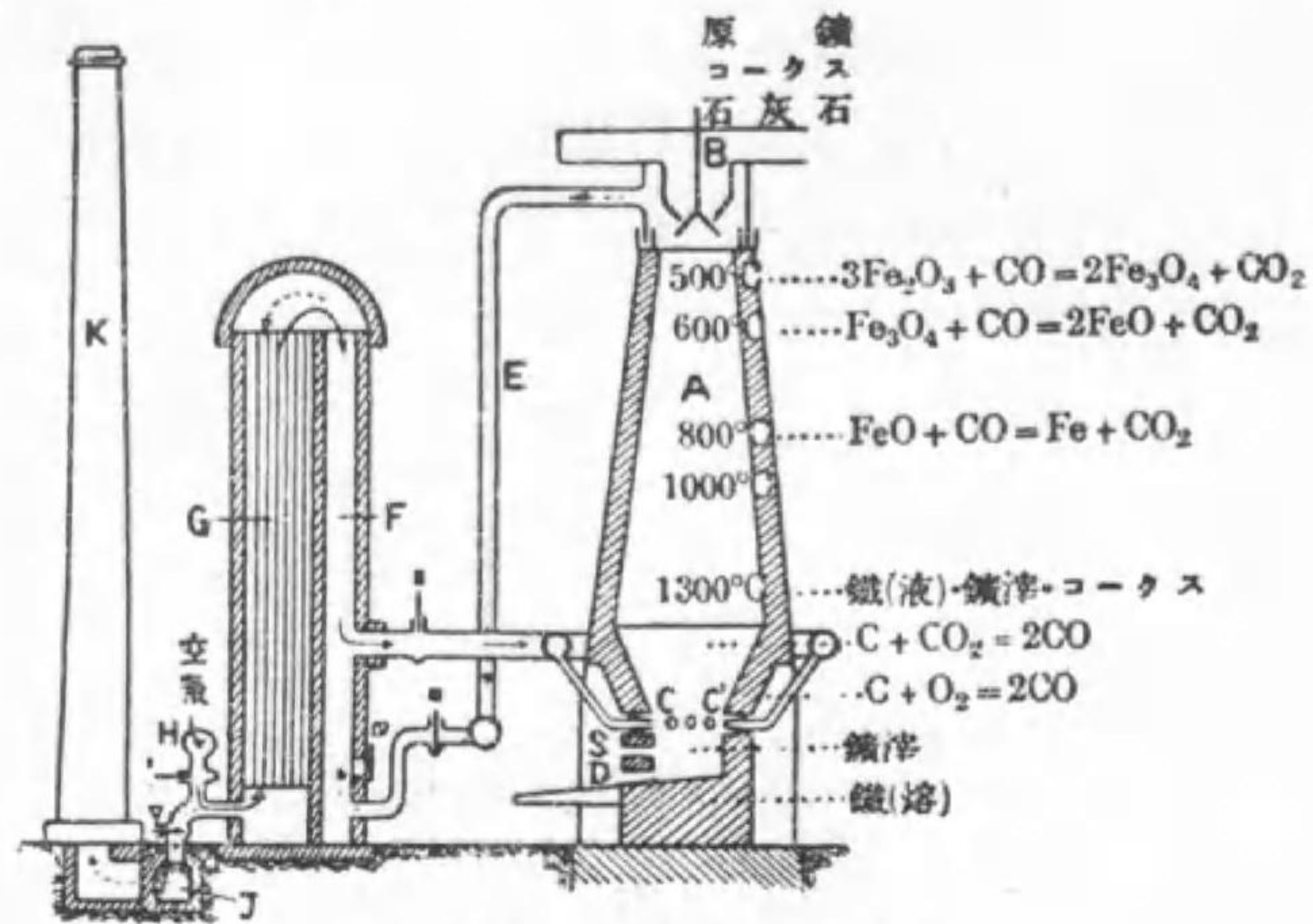
左上口より原料を入れ右口より石炭粉末またはガスを吹き込んで燃焼させる 原料は廻轉爐の中を移動しながら焼かれて右下の口から冷却筒を経て出てくる

クリートを一層強くするために、コンクリートの中に鋼の棒を入れたものが種々の建築に用ひられる。これを鐵筋コンクリートといふ。

第八章 鐵 ニッケル コバルト

1. 鐵 鐵 Fe は磁鐵礦 Fe_3O_4 ・赤鐵礦 Fe_2O_3 ・褐鐵礦 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ・菱鐵礦 FeCO_3 などとなつて、多量に産する。鐵礦から鐵を製するには、酸化鐵以外の礦石は、先づこれを焼いて酸化鐵

となし、次に炭素と熱して還元し、鐵を遊離させる。



第 119 圖 熔鐵爐の断面

- | | |
|-----------------|---------------|
| A. 熔 鐵 爐 | B. 原 料 裝 入 口 |
| C. 熱 風 吹 込 口 | D. 鐵 取 出 口 |
| E. COを含んだ熱ガスの出口 | F. 熱せられた空氣の通路 |
| G. 廢熱利用の煉瓦塔 | H. 冷空氣の入口 |
| J. 廢氣の煙道 | K. 煙 突 |
| S. 鐵 滓 取 出 口 | |

これは熔鐵爐といふ大きな爐の中で行はれ、その上口から鐵石・コークス・石灰石を交互に入れ、爐底から熱した空氣を吹き送つてコークスを燃やすと、酸化鐵は赤熱された炭素や酸化炭素に還元されて鐵となり融けて爐底に集る。

製鐵と鐵の應用



① 軍 艦



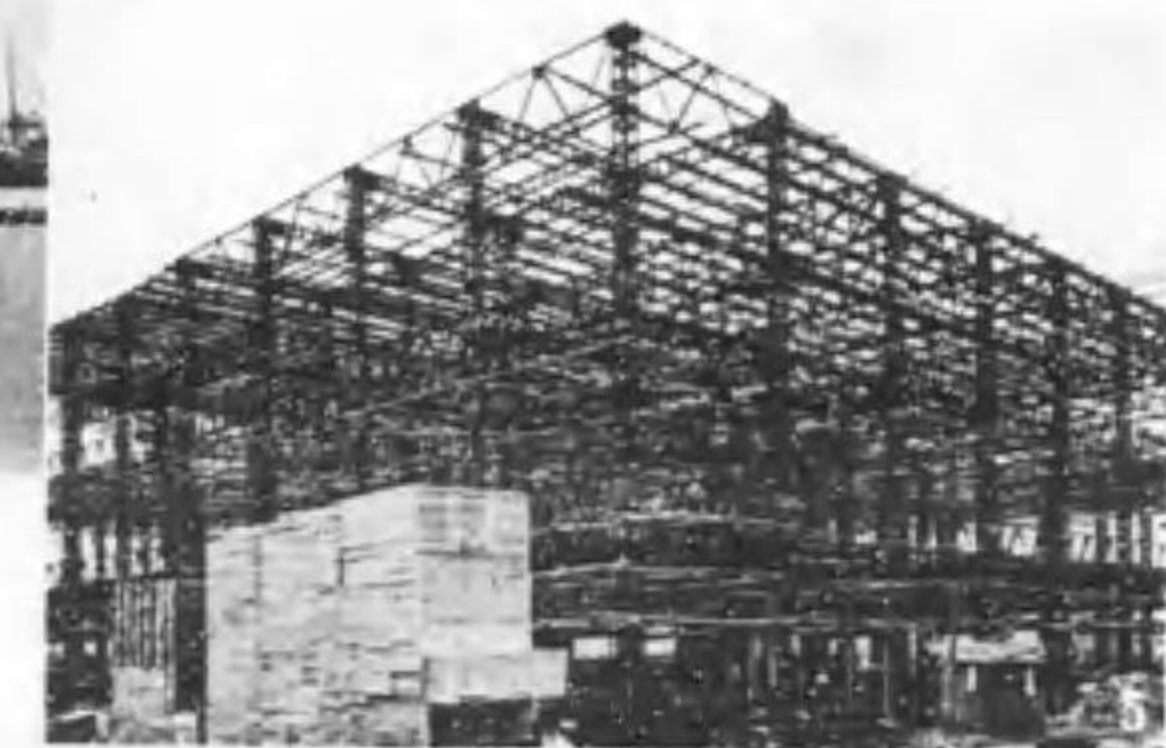
② 大 砲



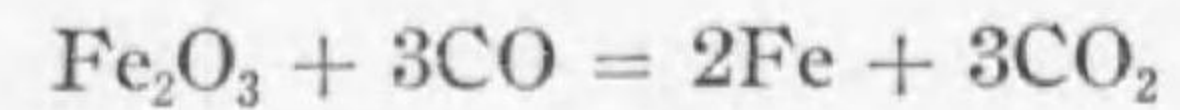
③ 熔鐵爐の外観



④ 鐵 橋



⑤ 鐵骨建築



また、鑛石中の土砂は石灰石と化合し、鑛滓となつて鐵の表面を覆ひ、その酸化を防ぐ。一定の時間を置いて、爐底に近い口を開いて鐵を流出させる。この鐵を銑鐵といふ。

2. 鐵の種類 鐵は普通炭素を含み、その含有量の多少によつて、銑鐵・鋼・鍊鐵に區別する。

銑鐵 鑄鐵ともいひ、2~5%の炭素及び少量の磷・硫黄・珪素などを含み、質は硬くて脆く、鍛接することができない。しかし融け易くて(1200°C)、鑄物に適するから、諸種の機械・水道鐵管・焔爐などをつくる。銑鐵はまた鋼をつくる材料となる。

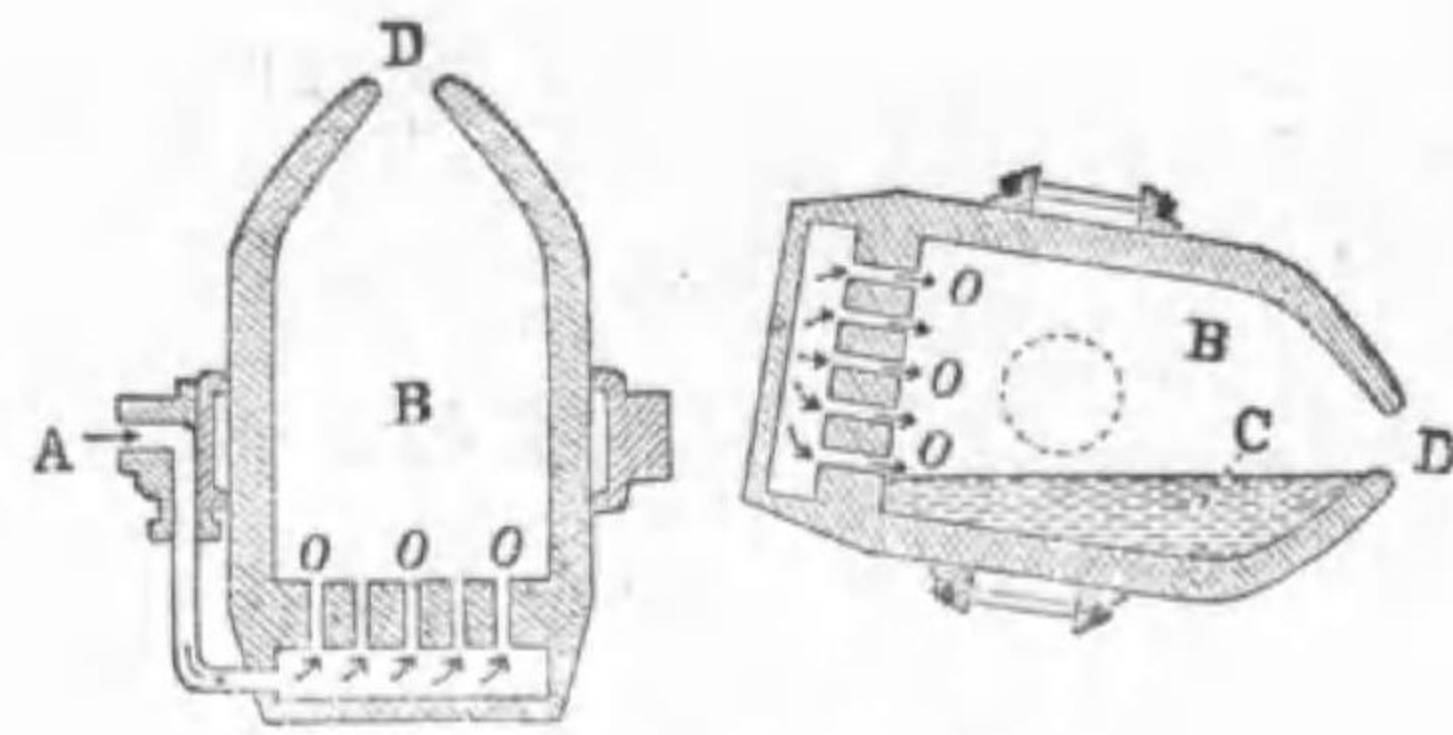
鍊鐵 炭素を0.2%以下含み、質が粘硬で赤熱すると軟くなり、打ち展べることも、引き延ばすことも、鍛接することもできるから鍛鐵ともいふ。主に小道具をつくるに用ひる。

鋼 炭素0.2~1.7%を含む。普通銑鐵から炭素の一部を除いて製するもので、次の三つの方法がある。

ベツセマー法 轉爐(コンバーター)に融けた銑鐵を入れ、その底から高壓の空氣を吹き

込んで、炭素の大部分と雜り物とを燃やして、

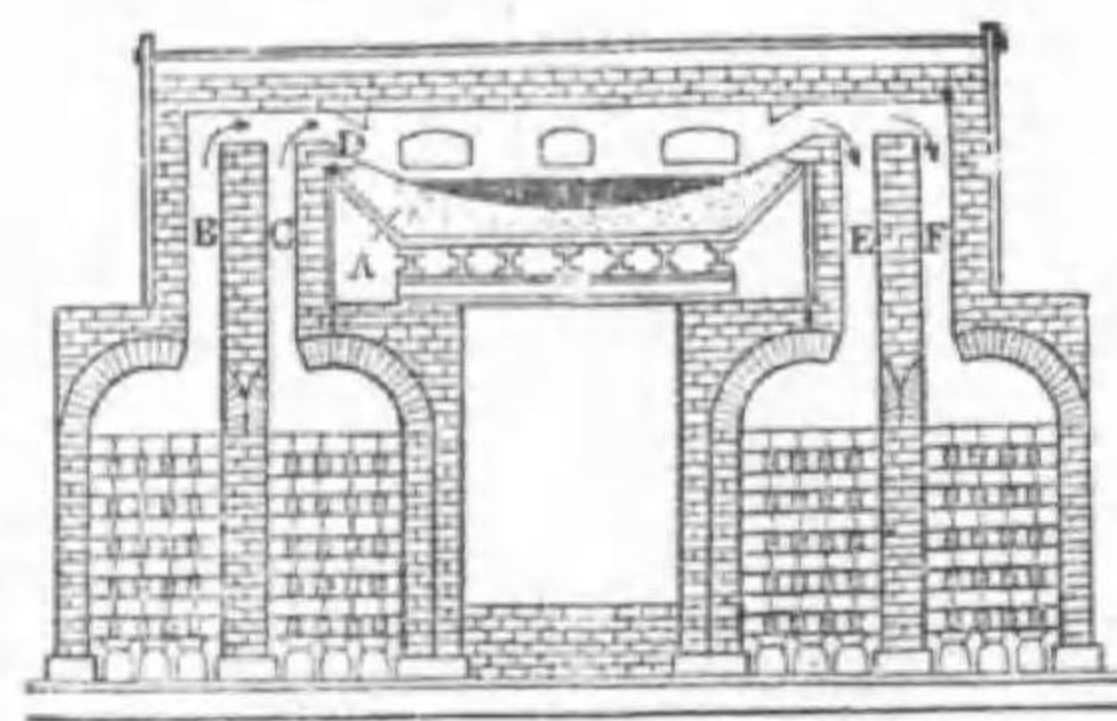
除いてつくる。



第120圖 轉爐の断面

Bに銑鐵を入れ、A、Oから空氣を吹き入れ、出來た鋼Cを爐を傾けてDから流出する

シーメ
ンス-マル
チン法
爐床を炭
酸石灰で
覆ふた、皿



第121圖 平 爐

下方の熱煉瓦層を通つて熱せられた空氣はBから、またガスはCから流入し、Dで出會つて燃え始め、石灰石で覆ふた爐床Aに盛つた製鐵材料の上を通り、燃焼生成物はE、Fを経て下部の煉瓦層に入り、之に熱を與へた後煙突に去る 次には空氣をFから、ガスをEから入れ、熱した生成ガスはB、Cから去らせる かやうに左右の煉瓦層を交番に用ひて、廢熱を利用する Dの右方にある三個の孔は製鐵材料投入口である

形の大きな爐(平
爐)に、燐と硫黃と
を多く含んでゐ
る融けた銑鐵を
入れ、豫め熱した
空氣と石炭ガス
とを、その上に導
いて燃やすと、鐵
の中の炭素や雜
り物は、酸化して
除かれ、鋼ができ

る。鋼はまた電氣爐を用ひてつくる。

【實驗】 鋼製のペン先を赤熱し、徐々に冷やしてから曲げると、質が軟かくなつて容易に曲がる。また、それで硝子面を摩擦しても傷がつかぬ。次に赤熱して冷水に入れ、急に冷やしたものを、上のやうに試験して見ると、脆くて折れ易くなり、また硬くなつて硝子面に傷がつく。

強熱した鋼を急に冷やすと、非常に硬くて脆くなる。かうすることを**焼き入れ**といふ。一旦焼き入れしたものを、低溫度に熱してから、徐々に冷やすと、適當な軟かさにすることができる。これを**焼き戻し**といふ。この加減で、鋼に望むところの硬さや、弾力を與へることができるから、軍艦の装甲板・双物・彈條・銃砲・鐵軌・諸種の機械の製造に極めて廣く用ひられ、工業上、軍事上非常に重要である。

特殊鋼 鋼にニッケル・クロム・マンガン・タングステン・モリブデンなどの適當量を融かし合はせると、その質が堅硬となる上に、特殊の優れた諸性質をもつやうになる。かやうな鋼を特殊鋼といふ。

特殊鋼	特 性	用 途
ニッケル鋼	強靱なもの (Ni 3.5% 含有) 温度により膨脹も收縮もせぬもの (Ni 36% 含有) 硝子と膨脹率の等しいもの (Ni 42% 含有)	車軸 橋梁材 砲身 鋼索 科學器械 時計振子 巻尺 電球用 網入硝子用針金
クロム鋼	硬いもの (Cr 1~2% 含有) 硬くて震動に堪えるもの (Ni 3.5% Cr 1.5% 含有) 錆びぬもの (Cr 1.2~14% 含有)	玉入軸受 ロール 砲彈 金庫用材 自動車の齒車 内燃機關の曲柄 装甲板 刃物
タングステン鋼 (高速鋼)	熱しても硬さが變らぬもの (タングステン, クロム, モリブデン, ヴナヂンなど含有)	高速度金屬切斷用刃物

3. 鐵の酸化物 鐵は乾いた空氣中では錆びないが、濕氣中では酸素と水との作用を受けて、だんだん水酸化鐵 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ を主成分とする錆を生じ、内部にまで及んでゆく。それ故鐵器の表面には油・ペンキ・ニスなどを塗り、または錫・亜鉛などを鍍金して錆を防ぐ。

酸化第二鐵 Fe_2O_3 は赤鐵礦となつて天然に産し、また硫酸第一鐵を熱してもできる。暗赤色の粉末で、通常辨柄と呼ばれ、顔料としたり、硝子や金屬などを磨くのに用ひる。

四三酸化鐵 Fe_3O_4 は鐵を空氣中で焼くとで

きるもので、天然に産する磁鐵礦と同じ成分である。黒紫色で緻密な層を成すから、鐵器の表面にこのものを特に生じさせて錆を防ぐ。

硫酸第一鐵 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 綠礬ともいふ。青色の結晶で、鐵を硫酸に溶かすか、或は黄鐵礦を空氣中に曝し、酸化させてつくる。辨柄・黒色インキの製造または媒染劑などに用ひる。

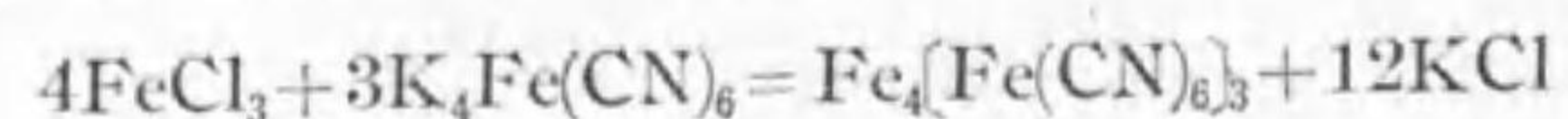
水酸化鐵 硫酸第一鐵の水溶液にアモニア水を加へると、水酸化第一鐵 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ の白色の沈澱ができる。このものは空氣中で、速かに酸化されて淡青色となり、更に褐色の水酸化第二鐵 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ となる。

鹽化第二鐵 FeCl_3 鐵を鹽酸に溶かせば、鹽化第一鐵を生ずる。これに鹽素を通ずると、鹽化第二鐵となる。このものは黄褐色の塊で、血止藥として用ひる。

4. 鐵の錯鹽 鐵の錯鹽に黄血鹽 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ と赤血鹽 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ とがある。

黄血鹽は淡黄色の結晶で、第二鐵鹽の水溶

液にこの水溶液を加へると、濃青色の沈澱ができる。これを**ベレンス**といひ、多く用ひられる青色顔料である。



赤血鹽は黄血鹽の水溶液に鹽素を通じてつくる。赤色の結晶で、この水溶液を第一鐵鹽の水溶液に加へると、**タンブル青**といふ青色の沈澱ができる。これ等の諸反應は鐵鹽の檢出に利用する。

青寫眞 日光の作用で、容易に第一鐵鹽に變ずる枸橼酸第二鐵アムモニウムの水溶液と、赤血鹽の水溶液とを暗室内で混ぜ、白紙に塗つて乾したものに、原畫を當てて日光に曝すと、日光の當つた部分はタンブル青ができる。水で變化の起らない部分を洗ひ去ると、青地に白線から成る青寫眞ができる。

5. ニッケル ニッケル Ni は硫黄・砒素などと化合し、また珪酸鹽となつて産出する。灰白色の金屬で、空氣中で美しい光澤を失はぬから、鐵・眞鍮などで製した器具に鍍金する。また洋銀・白銅・ニクロムなどの合金をつくるに用ひる。また還元ニッケルは硬化油製造

の觸媒に用ひる。

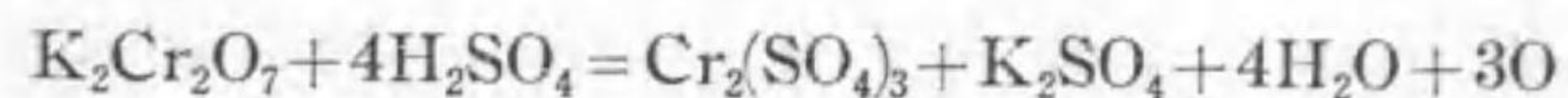
硫酸ニッケル $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ は綠色の結晶で、その水溶液はニッケルの電氣鍍金に用ひる。

6. コバルト コバルト Co はニッケルによく似た白色の金屬である。**酸化コバルト** CoO はその粉末を珪酸鹽中に融かし込むと、美しい青色の珪酸鹽を生ずるから、硝子・陶磁器などを青く着色するのに用ひる。

第九章 クロム マンガン

1. クロム クロム Cr はクロム鐵礦 $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ となつて産出する。灰白色の硬い金屬で、空氣中で錆びないからクロム鍍金をする。また鋼に混ぜて、**クロム鋼**や**錆びない鋼**などの合金をつくる。

重クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ は美麗な赤色の結晶で、その酸性溶液は次の化學反應を起して、強い酸化作用をする。



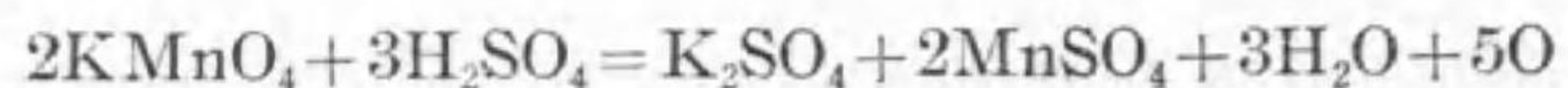
それ故、酸化剤として染料及び電池の製造に、また染色・鞣皮・寫眞印刷などにも用途がある。

2. マンガン マンガン Mn は灰白色の金属で、その少量を鋼に加へて特殊鋼をつくる。

二酸化マンガン MnO_2 は軟マンガン礦となつて、天然に多量に産出する。

黒色の塊で、鹽素酸カリウムから酸素を製する時の觸媒となり、またハロゲン元素製造の際及び乾電池の酸化剤となる。硝子の製造には、第一鐵鹽のため硝子が緑に着色するのを消すのに用ひる。

過マンガン酸カリウム $KMnO_4$ は暗紫色の結晶で、その水溶液は美しい赤紫色である。極めて強い酸化剤で、他の物を酸化すると、自らは還元してその色を失ふから、硫酸第一鐵や飲料水中の有機物などを、定量するのに用ひる。



過マンガン酸カリウムはまた殺菌・防腐防

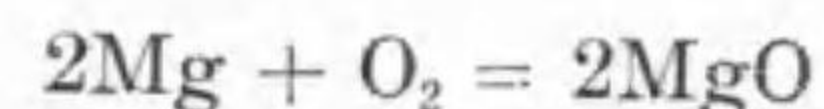
臭・漂白などに用ひる。

第十章 マグネシウム カルシウム

1. マグネシウム マグネシウム Mg は炭酸鹽・珪酸鹽となつて産出するが、また鹽化物・硫酸鹽となつて海水中に溶けてゐる。熔融した鹽化マグネシウムを電解してつくる。銀白色で軽い、割合に強靱な金属で、濕つた空氣中で、徐々に酸化して酸化マグネシウムとなる。



第122圖 フラッシュ
マグネシウム粉末に鹽素酸カリウムを混ぜたものを點火装置で點火する

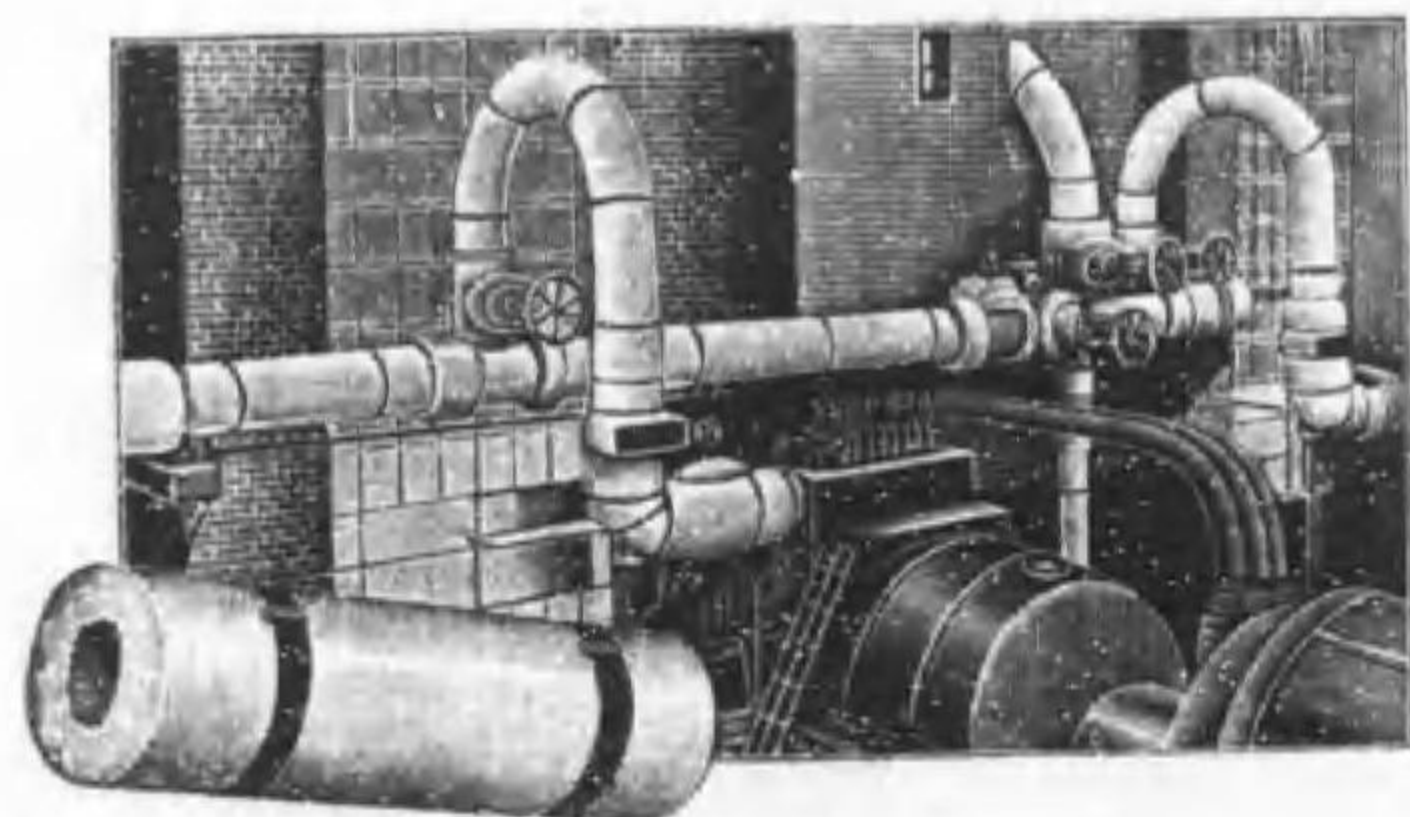


【實驗】1. マグネシウムの紐を、坩堝挾ではさんで點火すると、強い炎を出して燃え、酸化マグネシウムとなる。

マグネシウムの燃える光は、紫外線に富むから、夜間の寫眞撮影などに利用する。

マグネシウムは軽合金を製するのに重要な金属である。

酸化マグネシウム MgO は通常苦土或はマグネシアといひ、炭酸マグネシウムを熱してつくる。



第 123 圖
酸化マグネシウムを主成分とする保温
剤で包んだ水蒸氣を通ずる鐵管

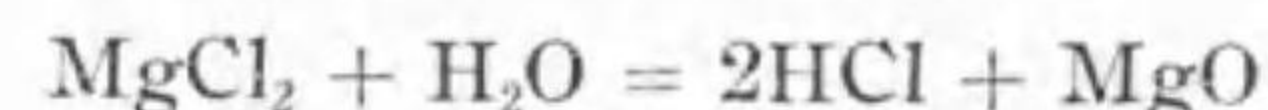
白色の
粉末で、極
めて融け
難いから、
電気爐・坩
堝・耐火煉
瓦をつく
り、また熱

の不良導體であるから、蒸氣を通ずる管を包むのに用ひる。

鹽化マグネシウム $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ は無色の結晶で、苦味がある。

【實驗】2. 鹽化マグネシウムの結晶を時計皿に採り、空氣中に放置すると、濕氣を帯びて結晶は溶解する。

鹽化マグネシウムは水を甚だ吸収し易いから、空氣中の水分を取つてこれに溶ける。かやうな現象を潮解といふ。粗製の食鹽が苦味があり、潮解し易いのはこの物を含むからである。かやうな食鹽を焼くと、それに含まれてゐる鹽化マグネシウムは、次のやうに變化して、水に溶け難い酸化マグネシウムに變じ、苦味も潮解性もなくなる。



硫酸マグネシウム $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ は通常瀉利鹽といひ、無色の結晶で水に溶け易く、下劑として用ひる。

2. カルシウム

カルシウム Ca は炭酸鹽・硫酸鹽・珪酸鹽・磷酸鹽などとなつて、地球

の表面に廣く散在する元素で、また動物の骨にも含まれてゐる。

3. 炭酸カルシウム 炭酸カルシウム $CaCO_3$ は大理石・石灰石・白堊及び方解石など

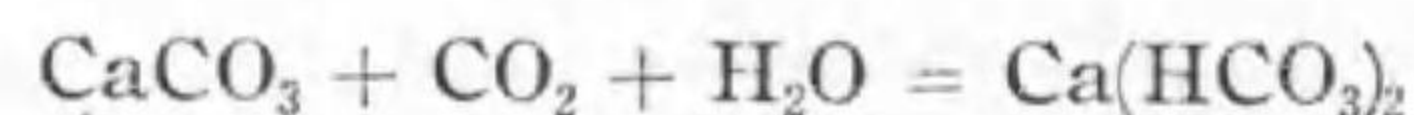


第 124 圖 方解石の複屈折

となつて多量に産出する。卵殻・貝殻・珊瑚なども主に炭酸カルシウムから成る。

【実験】 試験管に石灰水を入れ、炭酸ガスを通ずると、炭酸カルシウムを生じて液は白く濁る。尙引きつゞき炭酸ガスを通ずると、炭酸カルシウムは溶けて、液は透明となる。この時これを熱すると再び白濁する。

炭酸カルシウムは水には溶けないが、炭酸ガスの溶けた水には徐々に溶ける。これは、水に溶解する酸性炭酸カルシウム $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ を生ずるからである。



第 125 圖
石灰洞内の鐘乳石と石筍

しかし、この溶液を熱すると、上の逆反応が起つて、再び炭酸カルシウムを沈澱する。

天然水の多くは、常に多少の炭酸ガスを溶解してゐるから、石灰岩の地層

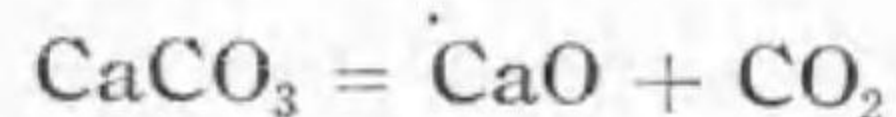
を流れる際、徐々にそれを溶かして洞穴をつ

くる。その洞内で、酸性炭酸カルシウムを溶かした水が、炭酸ガスを失ふにつれて、炭酸カルシウムを析出し、鐘乳石や石筍ができる。鉄瓶の湯垢や汽罐の罐石も、また同理によつて生ずる。

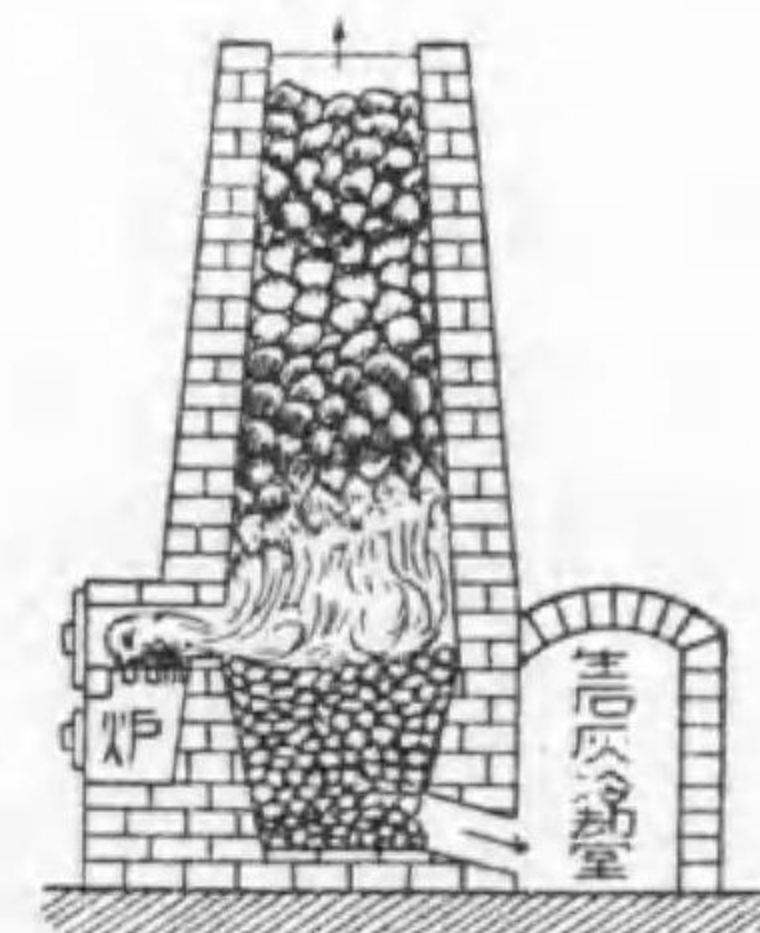
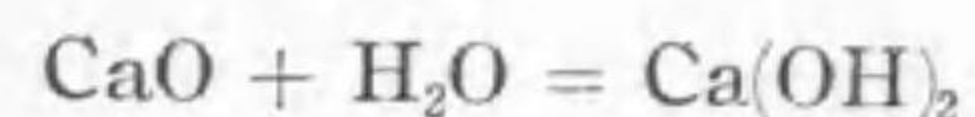
大理石や石灰石の美しいものは建築・彫刻などに用ひ、普通のもは硝子・セメントの製造原料や冶金の融劑とし、粉末状のものは齒磨粉をつくる。

4. 酸化カルシウム及び水酸化カルシウム

石灰石を焼くと、分解して炭酸ガスを発生し、酸化カルシウム(生石灰) CaO を生ずる。



生石灰は白色の融け難い固体で、水を注ぐと多量の熱を発生し、水酸化カルシウム(消石灰) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ となる。



第 126 圖 石灰窯

白色の粉末で、これに水を混ぜて乳状にしたものを石灰乳といふ。消石灰は僅かに水に溶けて石灰水となり、アルカリ性の反応を呈し、炭酸ガスを通ずると、炭酸カルシウムの白色沈澱を生ずる。



消石灰は漂白粉・苛性ソーダ・漆喰・モルタルなどの製造に用ひる。

漆喰 消石灰に麻屑などを混ぜたものを、角菜の煮汁で練り合はせたもので、壁などを塗るに用ひる。

モルタル 消石灰に約3倍の細砂を加へ、水で練つたもので、石や煉瓦などの接ぎ目に用ひる。漆喰・モルタルが硬化するのは、含まれてゐる消石灰が空気中の炭酸ガスを吸収して、炭酸カルシウムとなるからである。

5. 漂白粉 鹽素を消石灰に吸収させると、漂白粉(晒粉) CaOCl_2 ができる。



第127圖 漂白粉の製造

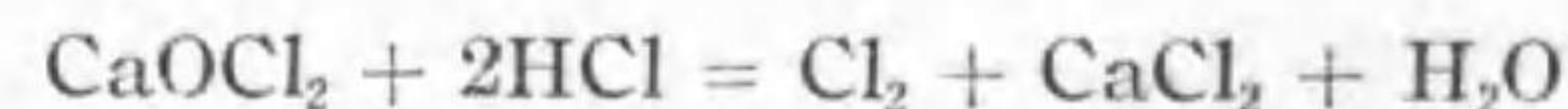
A. 鹽素ガスの入口 B. 鹽素ガスの出口
C. 第二室への鹽素ガスの入口

漂白粉は鹽素に似た臭氣をもつ、白色の粉末で、水に溶解

する。

【實驗】 未晒の布片を漂白粉溶液に浸した後、稀鹽酸中に入れると白色となる。

漂白粉の水溶液に酸を加へると、鹽素を發生して他物を漂白する。



それ故、綿布や製紙原料などの漂白に多く用ひる。

6. 鹽化カルシウム 鹽化カルシウム

$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ は水に溶解易い結晶で、空気中では速かに潮解する。これを熱して結晶水を除いたものは、よく濕氣を吸収するから、氣體や固體の乾燥に用ひる。

7. 硫酸カルシウム 天然に石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ となつて産出する。石膏を $110 \sim 130^\circ\text{C}$ で焼くと、結晶水の多分を失つて、白色粉末状の焼石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ となる。これを水で練つて泥状となし、型に入れて置けば、再び結晶水を取つて硬化し、その際少しく膨脹するから、よく型を寫すことができる。それ故模型・塑

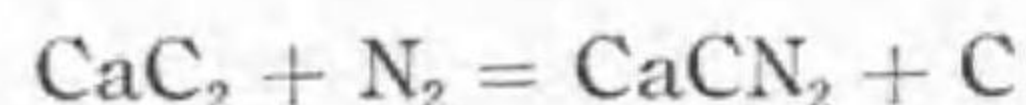
像などを製し、また外科手術に繃帯の固定に用ひる。

8. 炭化カルシウム 炭化カルシウム CaC_2 は、生石灰とコークスとの混合物を電気爐に入れ、高温度に熱してつくる。

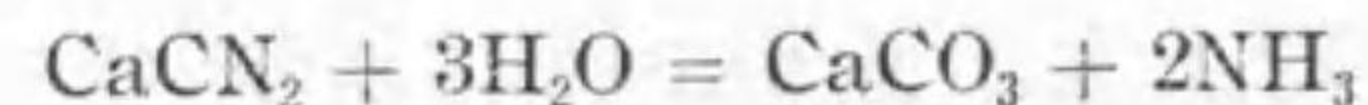


純粹なものは白色の結晶であるが、普通夾雑物のために灰黒色である。通常カーバイドと呼ばれ、水を加へてアセチレンを製したり、また窒素を吸収させて、石灰窒素を製するのに用ひる。

石灰窒素 炭化カルシウムを熱して、これに窒素を通ずると、カルシウム-シアナミド CaCN_2 と炭素との混合物が得られる。



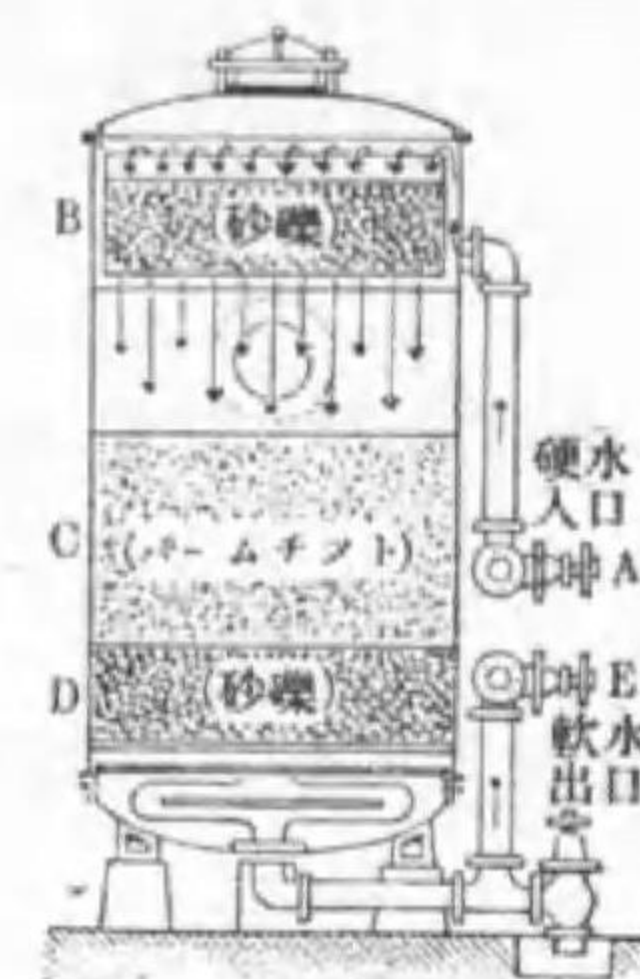
これを通常石灰窒素といひ、そのまゝ肥料として用ひ、また、これに過熱した水蒸氣を作用させてアムモニアとなし、



これを硫酸と化合させて、硫酸アムモニウ

ムをつくる。

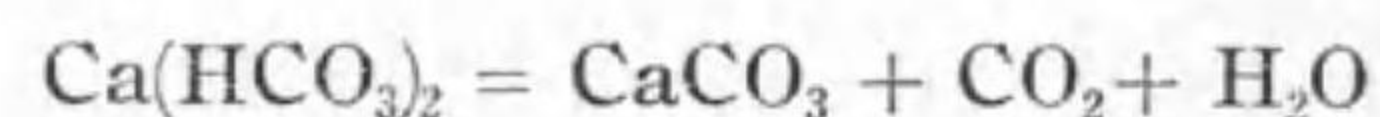
9. 硬水 カルシウム鹽や、マグネシウム鹽を多く溶解した水を硬水といひ、さうでない水を軟水といふ。硬水を使用すれば、石鹼は泡立たないで沈澱を生じ、汽罐に使用すれば、その内壁に罐石が附着して、熱の傳導が悪くなる。硬水は洗濯・染色・漂白や汽罐用には適しない。



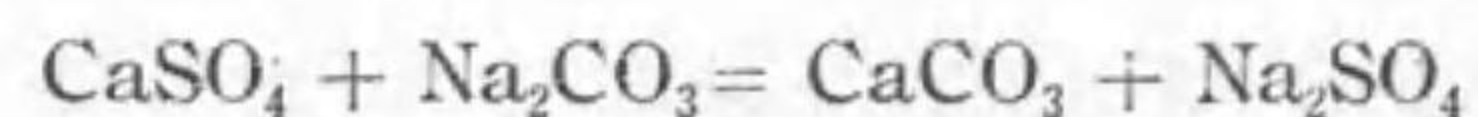
第 128 圖

パーミット濾水器
硬水は右上部の管から濾水器に入りパーミットの層を通過して軟化されて出る

酸性炭酸鹽を溶解する硬水は、煮てこれを除き、軟水とすることができる。



かやうな硬水を一時硬水といふ。しかし、硫酸鹽を溶解する水は、煮ても軟水とすることができない。かやうな水を永久硬水といひ、炭酸ソーダを加へて軟水とすることができる。



工業上では、硬水を**バームチツト**といふ一種の珪酸鹽($\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)を詰めた濾水器を通して、カルシウムやマグネシウムを、バームチツト中のナトリウムと置換させて軟水とする。

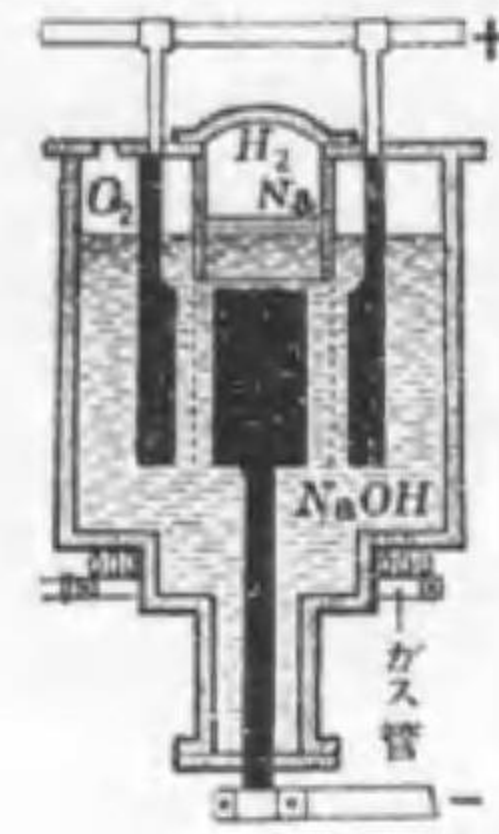
10. アルカリ土金属 カルシウム・ストロンチウム・バリウムは皆白色の軽い金属で、週期律表の第二族に属し、原子價は二價で、化學的性質はよく似てゐる。これ等をアルカリ土金属と總稱する。

アルカリ土金属の水酸化物は稍よく水に溶けて、強いアルカリ性反應を呈するが、炭酸鹽は殆ど水に溶解しない。硫酸鹽もまた水に溶解難い。炭酸鹽を強熱すると、炭酸ガスを發生して酸化物を生ずる。

第十一章 ナトリウム カリウム

1. ナトリウム ナトリウムNaは苛性ソーダを融かし、これを電解して製する。

水よりも軽い銀白色の金属で、空氣中で直ちに酸化し、また水と激しく作用して水素を



第129圖
ナトリウムの製法
豫め苛性ソーダを
熔融させて、これ
を電氣分解してつ
くる

發生して苛性ソーダを生ずる。



それ故石油の中に蓄へる。

ナトリウムの普通の鹽は皆水に溶解易い。ナトリウム鹽またはその水溶液の少量を、白金線につけて無色の焰の中に入れると、焰が黄色になる。これはナトリウム元素の呈する反

應である。

かやうに、或元素が焰に特有の色をつけることを**焰色反應**といふ。ナトリウム・カリウム及びアルカリ土金属は、何れも特殊の焰色反應を呈する。



第130圖
水とナトリウムとの作用

リチウム 赤色	カリウム 紫色	ナトリウム 黄色
カルシウム 赤黄色	ストロンチウム 深紅色	バリウム 綠色

2. 食鹽 食鹽(鹽化ナトリウム)NaClは海水中に平均2.5%ばかり溶解してゐるが、また

岩鹽となつて産出する。我國では海水から食鹽を製する。

鹽田法 海濱に鹽田をつくつて海水を引き入れ、太陽熱と風とで、その水分を蒸發させると、食鹽は砂に附着して残



第131圖
鹽田の有様
上圖は掻き集めた砂を沼井に入れ鹽分を海水で溶かしてゐる
下圖は沼井の鹽水を管で貯槽に送る

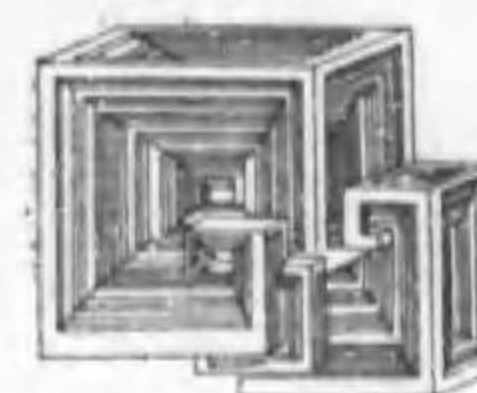
るから、これを掻き集め、少量の海水で食鹽分を溶かして、濃い食鹽溶液をつくる。これを煮つめて、食鹽の結晶を析出させる。この法は雨の

少ない瀬戸内海沿岸に行はれる。

天日法 太陽熱を強く受ける地方に行はれる法で、海水を先づ貯水池に引き入れ、次に蒸發池に、最後に結晶池に入れて太陽熱と風とで水分を蒸發させ、食鹽の結晶を析出させる。臺灣關東州朝鮮北部に行はれる。

食鹽は無色立方體の結晶で、鹹味強く、常溫

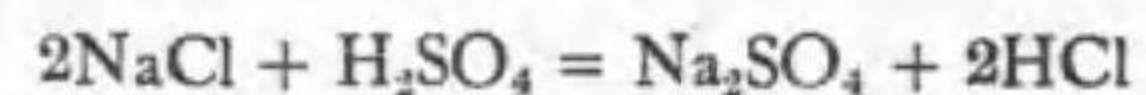
では水100瓦中に約36瓦溶解する。食物の調理及び貯藏に用ひ、工業上では炭酸ソーダ・苛性ソーダなどを製造する原料とし、極めて重要なものである。



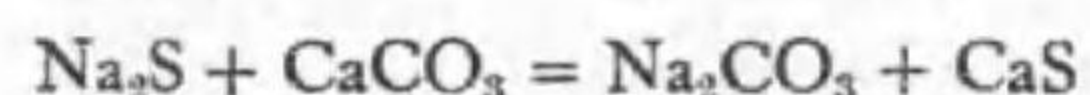
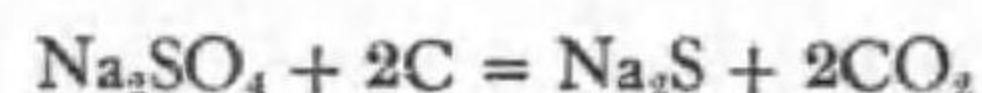
第132圖
食鹽の結晶(擴大)

3. 炭酸ソーダ 炭酸ソーダ(炭酸ナトリウム) Na_2CO_3 は食鹽を原料として多量に製造される。その製法にルブラン法とアムモニアソーダ法とあるが、現今はアムモニアソーダ法のみが行はれてゐる。

ルブラン法 先づ食鹽と硫酸とから硫酸ナトリウム(芒硝)をつくる。

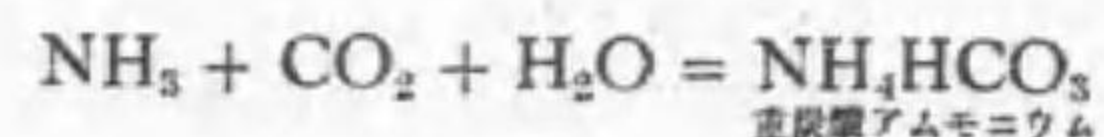


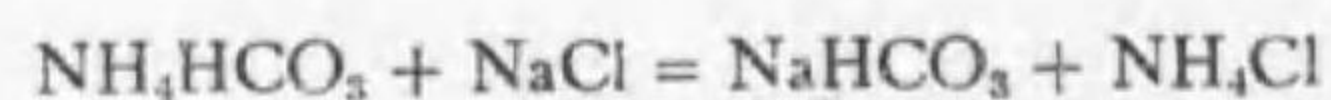
これを石炭及び石灰石と共に熱して、炭酸ソーダに變ずる。



生成物から炭酸ソーダのみを水で浸出し、この溶液を煮つめて製する。

アムモニアソーダ法(ソルヴェー法) 食鹽とアムモニアとを飽和した水溶液に、炭酸ガスを通ずると、重炭酸ソーダの沈澱ができる。

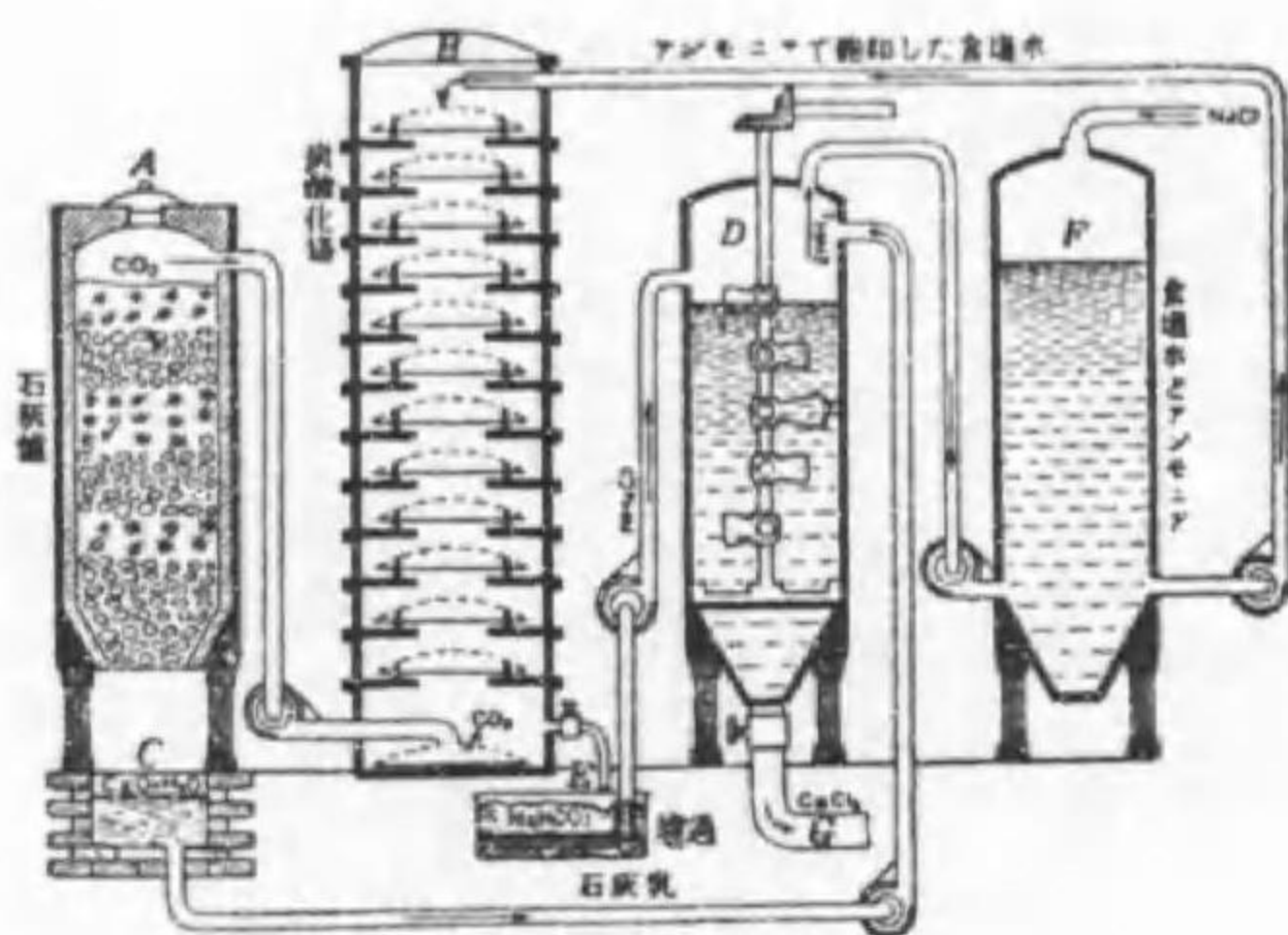




かうしてできた重碳酸ソーダの沈澱を熱すると、炭酸ソーダに變ずる。



炭酸ソーダはよく水に溶解し、その溶液はアルカリ性反應を呈する。これは一部が水と反應して次のやうに分解するからである。



第 133 圖

重碳酸ソーダを製するアムモニアソーダ法
左端の石灰爐A(石灰岩と石炭との層)で生じたCO₂を反應塔Bの底から噴き上らせ、アムモニアで飽和した食鹽水を塔の上から降らせ、CO₂と作用して重曹の沈澱とNH₄Clの溶液とを生じさせ、Eで濾し別けて溶液をポンプでDに送り、石灰爐の下部で製する石灰乳を同じくDに送り、攪拌機で混ぜて作用させ、できるアムモニアは塔Fに送つてその中にある食鹽水に飽和させる、Dで同時に出来る鹽化カルシウムの溶液はGから取り出す

かやうに鹽が水と反應して分解することを加水分解といひ、弱酸と強鹽基との鹽、強酸と弱鹽基との鹽に起り易い。

炭酸ソーダの水溶液から10分子

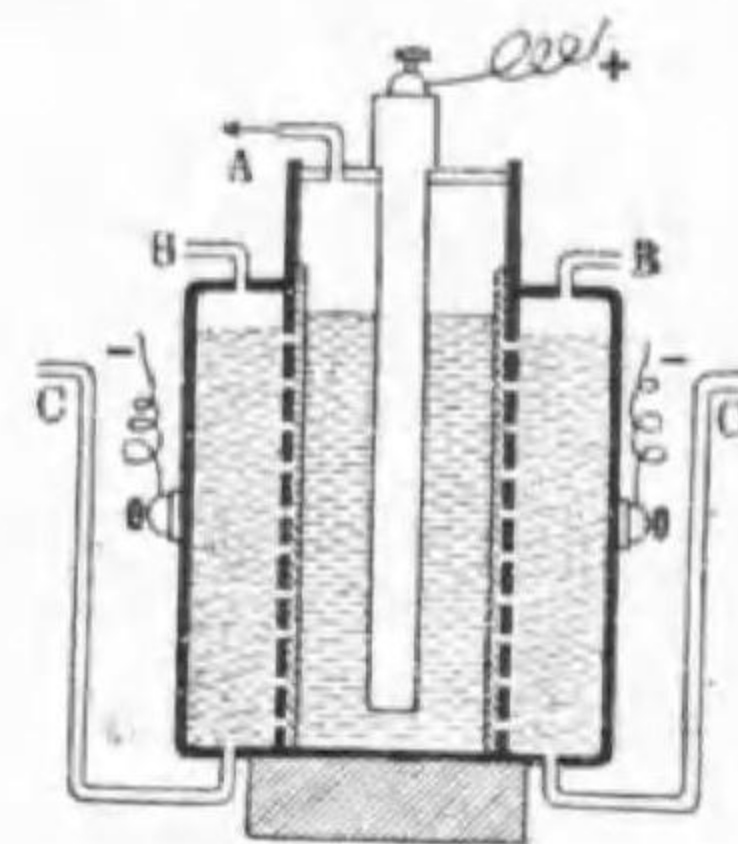
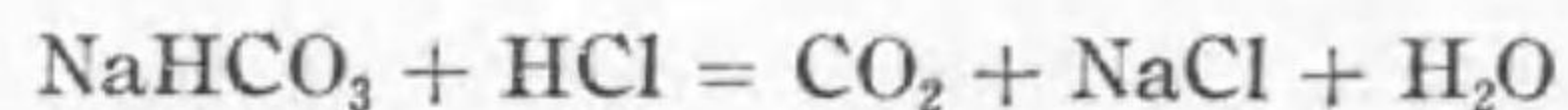
の結晶水を含んだ結晶を析出する。

この結晶を通常洗濯ソーダと呼び、洗濯に用ひる。無色透明の結晶で、空氣中に置くと結晶水の一部を失ひ、結晶は崩れて白色の粉末となる。かやうな現象を風解といふ。

炭酸ソーダは工業上用途が非常に多く、苛性ソーダ及び種々のナトリウム化合物の原料となり、また硝子その他の製造に用ひる。

4. 重碳酸ソーダ

重碳酸ソーダ(酸性炭酸ナトリウム) NaHCO₃ は白色の細かい結晶で、通常重曹と呼ばれる。熱しても酸によつても、容易に分解して炭酸ガスを發生する。



第 134 圖

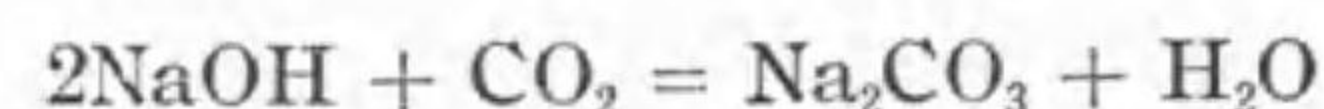
食鹽水の電解槽
圖は圓筒狀の槽の縦斷面で中央に高い圓筒室があり、その壁は有孔鐵板(陰極となる)と石棉板とから成る、これに食鹽の溶液を充たし、その中に石墨の陽極を浸す、槽の外室には燈油を充たす、電流を通すとNa⁺は陰極に行き金屬Naとなり、これが水と作用してできるNaOHの溶液は石油の底に溜り、サイフォンCで取り出される、同時にできる水素はBから逃れ出る、またCl⁻は陽極で遊離してAから逃れ出る

醫藥とし、またパン焼粉の製造、消火器などに用ひる。

5. 苛性ソーダ 苛性ソーダ(水酸化ナトリウム) NaOH は食鹽水を電解して製する。

苛性ソーダは潮解性の白色固体で、水に溶け易く、その際多量の熱を發生する。その水溶液は強いアルカリ性反應を呈し、動物質を腐蝕する。

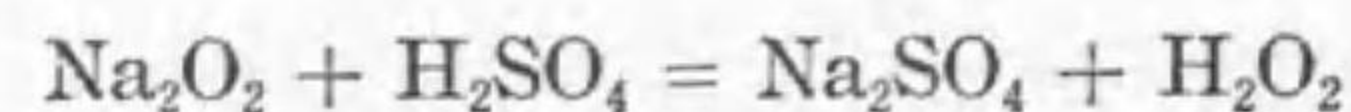
苛性ソーダを空氣中に置くと、炭酸ガスを吸収して炭酸ソーダとなる。



石鹼・紙・人造絹絲などの製造に多く用ひられ、工業上重要なものである。

6. その他のナトリウム化合物 過酸化ソーダ Na_2O_2 はナトリウムを炭酸ガスを含まない、乾いた空氣中で熱してつくる。

これを氷で冷やした酸の溶液中に加へると、過酸化水素 H_2O_2 を生ずるから、動物質の漂白に多く用ひる。



智利硝石(硝酸ナトリウム) NaNO_3 は南米智利から多量に産出する。そのまま窒素肥料となし、また硝酸及び硝石の製造に用ひる。

チオ硫酸ソーダ(ハイポまたは次亜硫酸ソーダ) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ は無色の結晶で、寫眞術に定着液として用ひ、また鹽素漂白の後に残る鹽素を消すのに用ひる。

7. カリウムとその化合物 カリウム K はその性質がナトリウムとよく似てゐる。その製法もナトリウムと全く同様であるが、原料として苛性カリを用ひる。

鹽化カリ(鹽化カリウム) KCl は食鹽と似た性質の化合物で、獨逸のスタッズフルト附近の岩鹽床から多量に産し、我國では海草灰から製する。カリウム化合物の原料となる。

炭酸カリ(炭酸カリウム) K_2CO_3 は陸生植物の木灰中に約10%含まれてゐる。工業上では鹽化カリウムを原料とし、ルブラン法と同じ方法で製する。潮解し易い白色の粉末で、その水溶液は加水分解してアルカリ性を

呈する。

苛性カリ(水酸化カリウム)KOHは鹽化カリを電解して製する。その性質は苛性ソーダに似てゐる。カリ石鹼などの製造に用ひる。

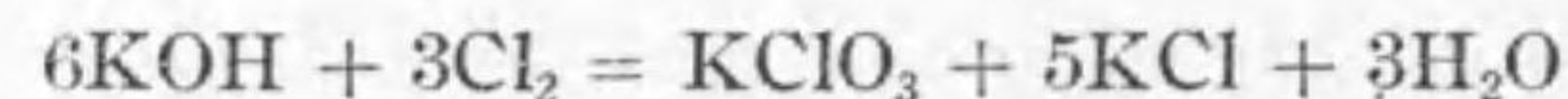
硝石(硝酸カリウム)KNO₃は智利硝石の水溶液に鹽化カリの水溶液を加へて製する。



硝石は無色の結晶で、熱すると容易にその酸素を放つて酸化作用をするから、火薬の製造や酸化劑として用ひる。

黑色火薬 昔から用ひられて來た黑色火薬は硝石・木炭・硫黄の混合物で、燃焼する際多量の氣體を生じ、同時に發生する熱のためにこの氣體が膨脹して爆發し、破壊作用をする。

鹽素酸カリウム(鹽酸カリまたは鹽剝)KClO₃は鹽化カリの熱水溶液の電解によつて生ずる苛性ソーダと、鹽素とが反應してできる。



鹽素酸カリウムは無色板狀の結晶で、熱すると容易に分解して酸素を發生し、可燃物と混ぜたものは容易に爆發する。花火・マッチ・

爆發物などの原料となり、また醫藥に用ひる。

シアン化カリ(青化カリまたはシアン化カリウム)KCNは白色の固體で水に溶解易く、甚だ有毒である。金鑛中から金を採るのに用ひ、また金銀の鍍金液をつくるのに用ひる。

8. アルカリ金屬 週期律表第一屬に屬するナトリウム・カリウムなどを總稱してアルカリ金屬といふ。原子價は一價でその鹽は大概水に溶解、その水酸化物の水溶液は強いアルカリ性反應を呈する。

第十二章 金屬化合物の一般性質

1. 酸化物と水酸化物 週期律表第一屬のアルカリ金屬及び第二屬のアルカリ土金屬の酸化物(K₂O, Na₂O, CaO, BaO等)及び水酸化物(KOH, NaOH, Ca(OH)₂, Ba(OH)₂等)は水に溶解するが、それ以外の金屬の酸化物及び水酸化物は溶解難い。アルカリ金屬以外の金屬の