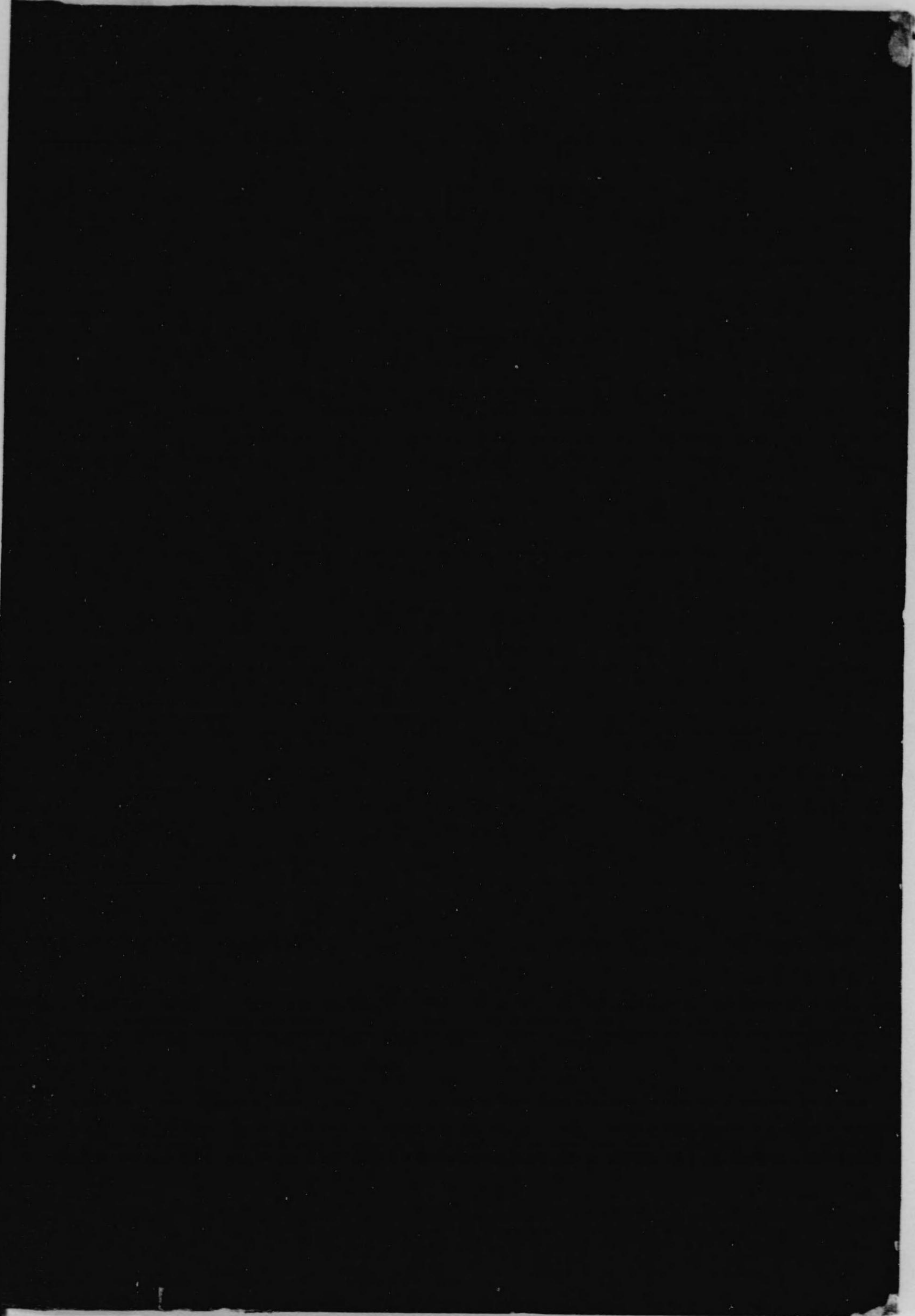
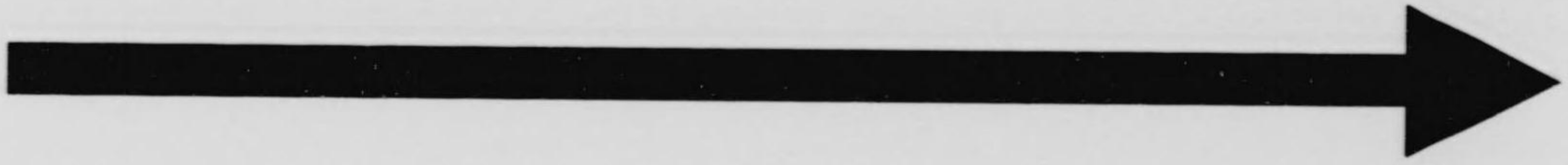


始



369  
7

電機學校 編  
改訂

# 電氣用化學

電機學校豫科叢書  
第八卷

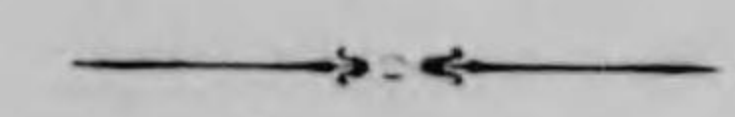
大正十三年十月  
大正  
13.11.5  
内交

30-7



# 改訂電氣用化學

## 目次



### 第一章 酸 素

1. 酸素の所在	1
2. 酸素の製法	1
3. 酸素の性質	2
4. 酸素の用途	2

### 第二章 物理的變化と化學的變化

5. 物理的變化	3
6. 化學的變化	3

### 第三章 オゾン

7. オゾンの所在	4
8. オゾンの製法	4
9. オゾンの性質	5
10. オゾンの用途	5

### 第四章 化合, 分解, 燃焼, 酸化

11. 化合及分解	6
12. 燃焼及酸化	7

### 第五章 水 素

13. 水素の製法	9
14. キップ氏瓦斯發生機	10
15. 水素の性質	10
16. 用途	11

17. 氣體の擴散 .....	12
-----------------	----

### 第六章 水

18. 天然水 .....	13
19. 濾過 .....	13
20. 蒸溜 .....	14
21. 水の分解 .....	15
22. 水の合成 .....	16
23. 水の重量組成 .....	17

### 第七章 窒素

24. 窒素の所在 .....	19
25. 窒素の製法 .....	19
26. 性質 .....	20

### 第八章 空氣とアルゴン

27. アルゴン .....	21
28. 空氣の主成分 .....	21
29. 空氣は混合物なること .....	21

### 第九章 炭素

30. 炭素の所在 .....	23
31. 金剛石 .....	23
32. 石墨 .....	24
33. 木炭 .....	25
34. 木炭の製法 .....	25
35. 獸炭 .....	26
36. 油煙 .....	26
37. 瓦斯炭素 .....	27
38. 石炭 .....	27
39. 骸炭 .....	28
40. 炭素線 .....	29

### 第十章 單體 元素 同素體

41. 單體 .....	30
--------------	----

42. 元素 .....	30
43. 同素體 .....	30

### 第十一章 二酸化炭素

44. 二酸化炭素の所在と成生 .....	31
45. 二酸化炭素の性質 .....	31

### 第十二章 酸化炭素

46. 酸化炭素の製法 .....	34
47. 酸化炭素の性質 .....	34
48. 酸化炭素の組成 .....	35

### 第十三章 水瓦斯

49. 水瓦斯 .....	37
---------------	----

### 第十四章 焰

50. 焰の成生 .....	39
51. 焰の構造 .....	39
52. アンセン燈 .....	40
53. 焰の明るさ .....	40
54. 吹管焰 .....	41
55. 發火點 .....	41

### 第十五章 諸定律

56. 定比例の定律 .....	43
57. 倍數比例の定律 .....	43
58. 氣體反應の定律 .....	44
59. 質量不變の定律 .....	45

### 第十六章 鹽素

60. 鹽素の所在 .....	47
61. 鹽素の製法 .....	47
62. 鹽素の性質及び用途 .....	47

## 第十七章 鹽化水素

63. 製法と性質 .....	49
64. 鹽酸の用途と鑑識 .....	49
65. 鹽化水素の組成 .....	50

## 第十八章 分子, 原子説

66. 分子, 原子説 .....	51
-------------------	----

## 第十九章 分子量及原子量

67. 分子量 .....	53
68. 互分子 .....	53
69. 原子量 .....	54

## 第二十章 化學記號

70. 元素の符號 .....	56
71. 分子式 .....	58
72. 分子式の作り方 .....	58
73. 實驗式 .....	59
74. 氣狀單體の分子 .....	60
75. 原子價 .....	61

## 第二十一章 化學方程式

76. 化學方程式 .....	63
77. 方程式に依る計算 .....	64

## 第二十二章 アムモニア

78. 製法 .....	66
79. 性質 .....	67
80. アムモニア水 .....	68
81. アムモニアの組成 .....	69
82. 中和 .....	70

## 第二十三章 鹽化アムモニウム

83. 製法及性質 .....	71
-----------------	----

## 第二十四章 解離及可逆反應

84. 解離 .....	73
--------------	----

## 第二十五章 弗素, 臭素, 沃素

85. 弗素 .....	75
86. 弗化水素 .....	75
87. 臭素 .....	77
88. 沃素 .....	77
89. 沃素の性質 .....	78
90. ハロゲン元素 .....	80
91. ハロゲン元素の比較 .....	80

## 第二十七章 酸, 鹽基, 鹽, 基(根)

92. 酸 .....	82
93. 鹽基 .....	82
94. 鹽 .....	83
95. 鹽の種類 .....	83
96. 基 .....	84

## 第二十八章 硝酸

97. 硝酸の製法 .....	86
98. 硝酸の性質 .....	87
99. 王水 .....	88
100. 硝酸鹽の鑑識 .....	88

## 第二十九章 硫 黃

101. 硫黃の所在及製法 .....	90
102. 硫黃の性質及用途 .....	90
103. 二酸化硫黃 .....	92
104. 亞硫酸 .....	93
105. 無水硫酸 .....	93
106. 硫酸の製法 .....	94
107. 硫酸の性質及び用途 .....	96
108. 發煙硫酸 .....	97

109. 硫化水素の製法 .....	98
110. 硫化水素の性質 .....	98
111. 二硫化炭素 .....	98

### 第三十章 磷

112. 磷の所在 .....	100
113. 磷の製法 .....	100
114. 磷の性質 .....	100
115. 赤磷 .....	101
116. 磷寸 .....	101

### 第三十一章 砒素

117. 所在及製法 .....	103
118. 砒素の性質 .....	103
119. 砒化水素 .....	103
120. 砒化水素の性質 .....	104

### 第三十二章 アンチモン及其化合物

121. アンチモンの所在 .....	106
122. 製法 .....	106
123. 性質 .....	106
124. 用途 .....	107

### 第三十三章 硅素及其化合物

125. 硅素の所在及び製法 .....	108
126. 硅素の性質 .....	109
127. 二酸化硅素 .....	109
128. 二酸化硅素の性質用途 .....	109
129. 硬度計 .....	110
130. 土壤、岩石 .....	111
131. 硅酸 .....	112
132. 水硝子 .....	112
133. 水硝子の製法 .....	113
134. 水硝子の質性及び用途 .....	113
135. 炭化硅素と其製法 .....	113

136. 炭化硅素の性質と用途 .....	113
137. 硝子 .....	114
138. 硝子の着色 .....	115
139. 陶磁器 .....	115

### 第三十四章 溶液

140. 溶液 .....	117
141. 濃度 .....	117
142. 飽和溶液と溶解度 .....	118

### 第三十五章 電離

143. 物質の電氣的分類 .....	120
144. 電離 .....	120
145. イオンの記號 .....	121
146. 電離度 .....	123
147. 酸及びアルカリの強弱 .....	123
148. 中和 .....	124
149. イオンの反應 .....	125
150. イオン化傾向の強弱 .....	126
151. 電池の説明 .....	127
152. ダニエル電池 .....	128
153. 電解 .....	128

### 第三十六章 ナトリウム及其化合物

154. ナトリウムの所在 .....	132
155. ナトリウムの製法 .....	132
156. ナトリウムの性質及用途 .....	133
157. 植化ナトリウム .....	133
158. 炭酸ナトリウム .....	135
159. 加水分解 .....	138
160. 水酸化ナトリウム .....	139
161. 過酸化ナトリウム .....	140
162. 硼酸ナトリウム .....	141

## 第三十七章 カリウム及其化合物

163. カリウム	142
164. 水酸化カリウム	142
165. 塩化カリウム	143
166. 硝酸カリウム	143
167. 鹽素酸カリウム	144

## 第三十八章 カルシウム及其化合物

168. カルシウム	146
169. 炭酸カルシウム	146
170. 酸化カルシウム	146
171. 水酸化カルシウム	147
172. 漆喰, モルタル, セメント	147
173. 炭化カルシウム	148
174. カルシウム, シヤナミツド	149
175. 硫酸カルシウム	149
176. 鹽化カルシウム	150
177. 漂白粉	151
178. 焰色反應	151
179. カルシウム化合物の鑑識	152
180. 硬水及軟水	152

## 第三十九章 マグネシウム

181. マグネシウムの所在及製法	154
182. マグネシウムの性質	154
183. 炭酸マグネシウム	155
184. 鹽化マグネシウム	155
185. 酸化マグネシウム	155
186. 石棉	156

## 第四十章 合金

187. 合金の種類及性質	157
188. 共融合金	157

## 第四十一章 亜鉛カドミウム

189. 亜鉛の所在及製法	160
190. 亜鉛の性質	160
191. 亜鉛の應用	161
192. 酸化亜鉛	161
193. 硫酸亜鉛	162
194. 鹽化亜鉛	162
195. 亜鉛化合物の鑑識	163
196. カドミウム	163

## 第四十二章 アルミニウム

197. アルミニウムの所在及製法	165
198. アルミニウムの性質	166
199. アルミニウムの用途	167
200. 酸化アルミニウム	168
201. 水酸化アルミニウム	168
202. 硫酸アルミニウム	169
203. 明礬	169
204. アルミニウムの化合物の鑑識	170

## 第四十三章 錫

205. 錫の所在及製法	171
206. 錫の性質	171
207. 錫化合物	172

## 第四十四章 鉛

208. 鉛の所在及製法	174
209. 鉛の性質	174
210. 鉛化合物	176
211. 鉛化合物の鑑識	177

## 第四十五章 ビスマス

212. ビスマスの製法及性質	178
-----------------	-----



## 第四十六章 銅

213. 銅の所在及製法	179
214. 銅の性質	180
215. 硫酸銅, 一名 膽礬	181
216. 銅化合物の鑑識	182

## 第四十七章 水銀

217. 水銀の所在及製法	183
218. 水銀の性質	183
219. 水銀化合物	184

## 第四十八章 銀

220. 銀の所在及製法	187
221. 銀の性質	188
222. 硝酸銀	188
223. ハロゲン化銀	189
224. 銀化合物の鑑識	189

## 第四十九章 金

225. 金の所在及製法	190
226. 金の性質	191
227. 鹽化金	192
228. 金化合物の鑑識	192

## 第五十章 白金

229. 白金の所在及製法	193
230. 白金の性質	194
231. 白金化合物	194

## 第五十一章 鐵

232. 鐵の所在及製法	196
233. 鐵の種類と其製法, 性質	197
234. 鐵化合物	201
235. 鐵化合物の鑑識	202

## 第五十二章 ニッケル, コバルト

236. ニッケル, コバルトの所在, 製法	203
237. ニッケル及コバルトの性質, 用途	204

## 第五十三章 マンガン, クロム

238. マンガン及クロムの所在	206
239. マンガン及クロムの製法	206
240. マンガン及クロムの性質, 用途	207
241. マンガン化合物	208
242. クロム化合物	209

## 第五十四章 モリブデン及其化合物

243. モリブデンの所在, 製法, 性質, 用途	210
244. モリブデン化合物	211
245. モリブデン化合物の鑑識	211

## 第五十五章 タングステン及其化合物

246. タングステンの所在, 製法, 性質, 用途	212
247. タングステン化合物の鑑識	212

## 第五十六章 ラヂウム

248. ラヂウムの所在	213
--------------	-----

## 第五十七章 元素の週期率

249. 元素の週期率	215
週期率の表	217

附録	I 鹽化アモニウムの品質試験	219
	II 硫酸試験法	220



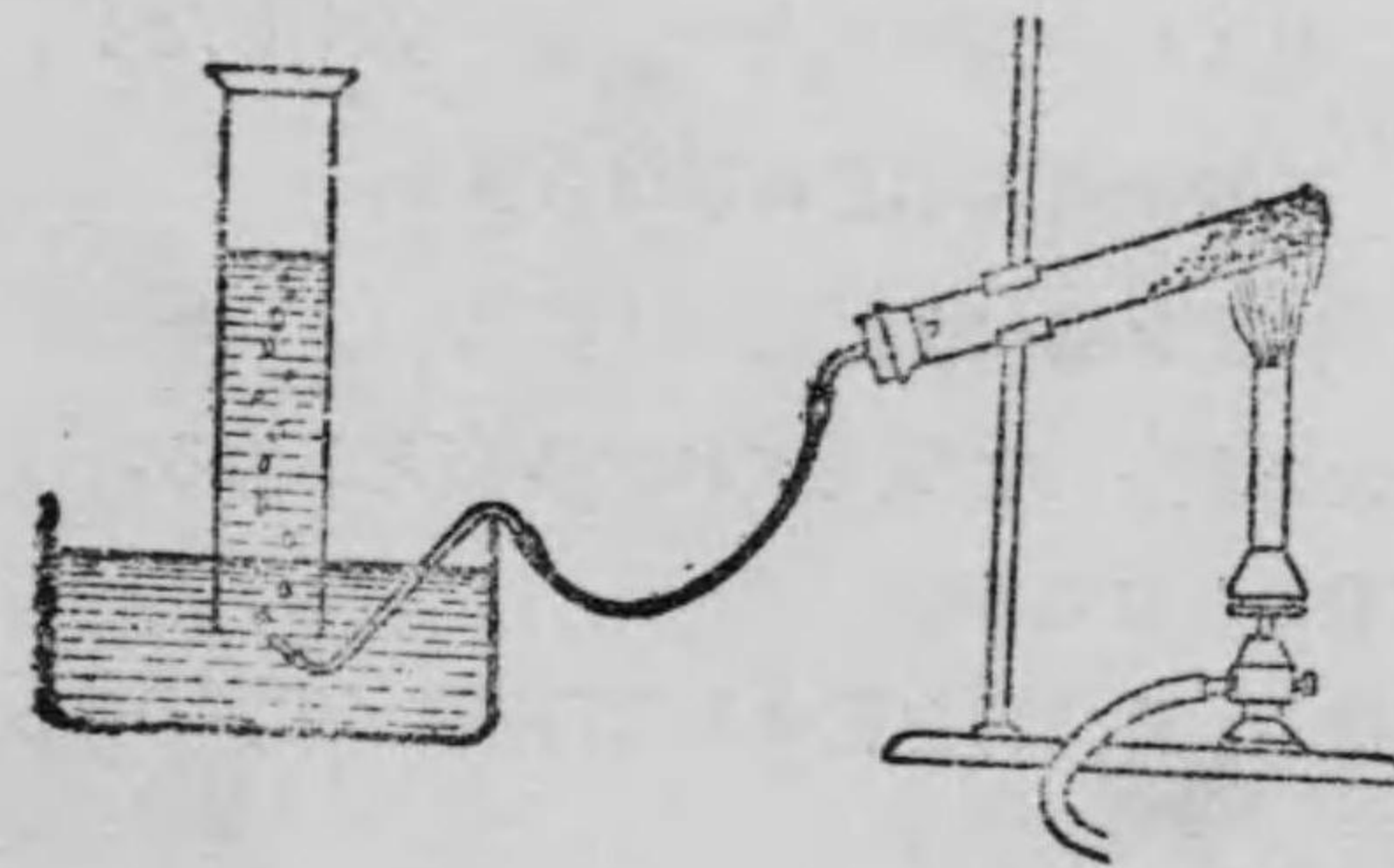
電 氣 用 化 學  
 電 機 學 校 編  
 第 一 章 酸 素 (Oxygen)

1. 酸素の所在 酸素は空気中や水中、及び地中など、地球上の到る所に存在して其の量も甚だ多い。空気中に酸素のある分量は、空気五升の中に一升の割合である。又九貫目の重さの水の中に酸素は八貫目と云ふ多量な割合を占めて居る。其他地球の中には地球全体の重さの半分は酸素の量であるといふに至つては驚くの外はない。

此酸素を初めて発見したのは、英國の化學者プリーストリー (Priestly) と云ふ人で西暦 1774 年に酸化水銀を熱して、此酸素を見出したのである。斯様な事實から化學研究の端緒が開かれたと云ふ事は化學史上有名なものである。

2. 酸素の製法 酸素を得るには種々なる方法があるが

第 1 圖



其中の主なる二つ  
 三つを次に挙げよ  
 う。

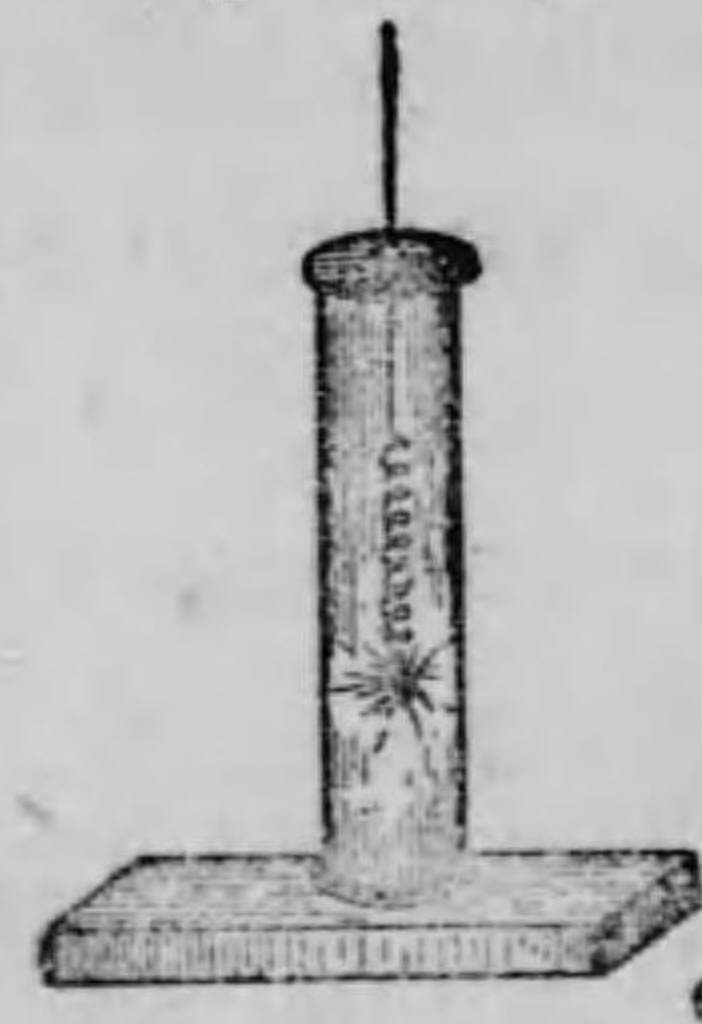
(a) 酸化水銀と  
 云ふ赤色の粉を試  
 験管に入れて熱す  
 る。

(b) 水に電流を通して此酸素が得られる。

(c) 鹽素酸カリウムと云ふ白色のものを熱すれば得らるゝも、之れに過酸化マンガンと云ふ黒色の粉末を加へて熱すると比較的  
低き温度にて容易に製することが出来る。

**3. 酸素の性質** 酸素は色もなければ臭もなく、一見して空気など見分けが付かぬが、酸素を容れた器の中にマッチの火を吹消して餘燼を入れると直に綺麗な焰を擧げて再び燃ゆる。又硫黄に火を付け其の中に入れても美しい紫色の焰を出し、黄燐の如きは眩ゆき光を發して燃える。鐵線の端に木片を付け之れに點火して入れると鐵線は火花を散らして燃える。斯様な事から酸素は種々な物を盛んに燃やす性質のある事がわかる。水には少し

第 2 圖



溶解、空氣よりは多少重い。酸素の一立の重さは略ぼ1.43瓦である。

**4. 酸素の用途** 水素やアセチレン等を此酸素で燃やして得る高熱を利用して鐵材を切斷し、或は接續をするに用ふる。潜航艇内の空氣を良くしたり又酸素吸入などに用ひられる。

問 (1) 酸素の製法、性質を述べよ。

問 (2) 酸素を入れたる瓶と、空氣を入れたる瓶とがある、何すれば見分けられるか。

問 (3) 酸素中にて硫黄、及び磷を燃やした時、何が生ずるか。

## 第二章 物理的變化と化學的變化

**5. 物理的變化 (physical change)** 此物理的變化と云ふのは見掛けの變化であつて實質は少しも變化しない場合である。例へば砂糖を水に溶かせば砂糖は變化して眼には見えなくなるが、其の味は變りがない。若し此液の水分を蒸發すれば、砂糖は再び固體となつて現はれる。其の他白金線を酒精燈の焰の中に入れてと灼熱されて光輝を發するが、外に出せば冷えて舊の白金線に復る。水は熱の爲めに水蒸氣となり冷却すれば氷となる。此等の變化は何れも見掛けの變化即ち物理的變化である。

**6. 化學的變化 (chemical change)** 化學的變化と云ふのは物質の實質にまで變化の及ぶ場合である。例へば硫黄を酸素の中で燃焼した際には惡臭ある瓦斯を生じ、磷を燃やせば白煙となる。此惡臭ある瓦斯や白煙は舊の硫黄、磷と全く其性質の異なるものとなつて居る。是れ其の實質にまで變化が及んだからであつて、斯様な變化を所謂化學的變化と云ふのである。

自然界に起る、諸種の現象は千態萬様、何れも異なる變化ではあるが之れを詳細に考ふるに、實質の變らぬ物理的變化と、實質までも變る所の化學的變化との唯二種に過ぎない。而して吾人が學修する化學は、此化學的變化の研究に外ならぬのである。

問 (1) 電燈の明滅、及び薪、炭の燃焼する現象は、何れの變化に屬するか。

問 (2) 物理的變化と化學的變化との例各々二種を挙げよ。

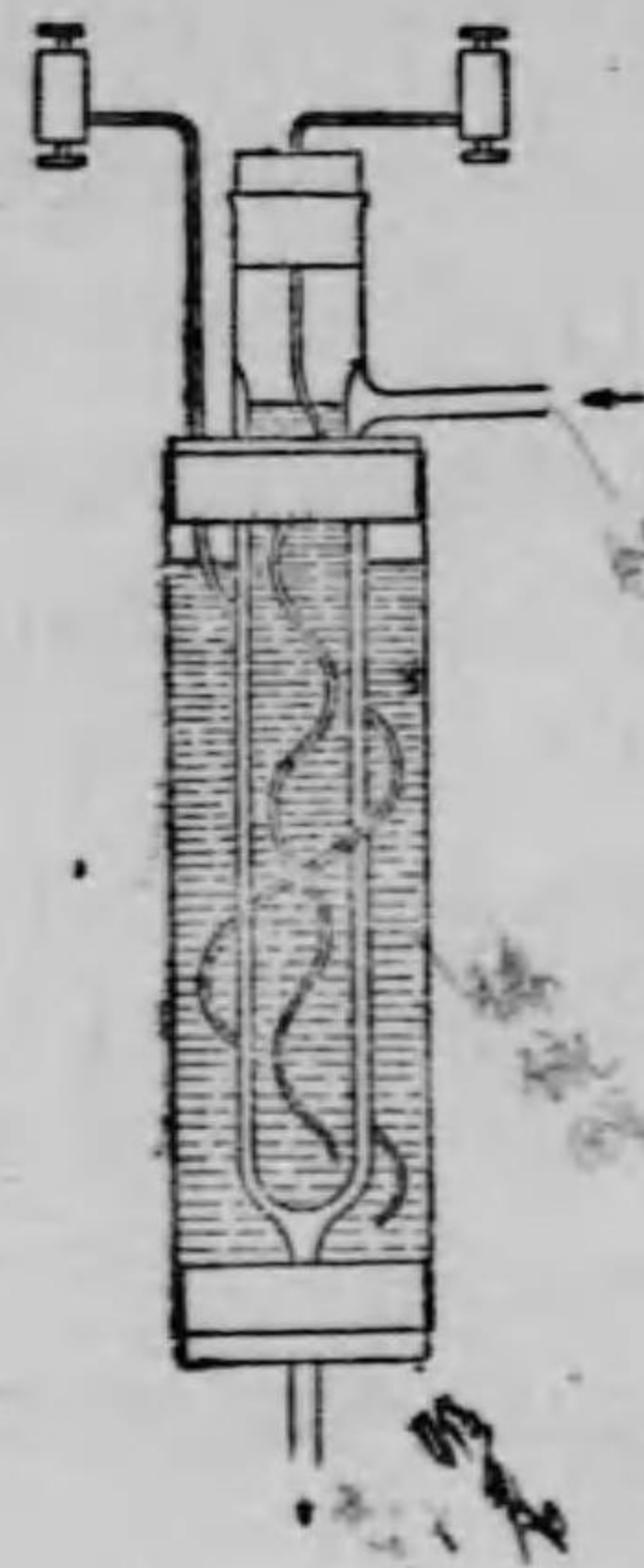
### 第三章 オゾン (Ozone)

7. **オゾンの所在** オゾンは海岸の空気中には常に含まれて居るが、其の量は少ない。又雷鳴後の空気中にも多少含まれる。

8. **オゾンの製法** オゾンの製法を次に述ぶ。

(a) 黄燐を水に浸して、半を空気に曝露すれば、空気中の酸素の幾分はオゾンに變ずる。此時沃化カリウム澱粉紙を燐の上の所に持つて行けば、オゾンの作用で紙は直ちに青色になる。

第 3 圖



(b) 過マンガン酸加里の少し許りをビーカーに入れ、之れを水にて湿し、其所へ濃硫酸の二三滴を加へると、少量のオゾンを發生する。此際燃焼し易きアルコールとエーテルとの混合物を、ビーカーの中に投入するならば、オゾンの作用で、忽ち自ら發火をする。

(c) 多量のオゾンを造るには、電氣的方法が良い。圖に示す様な二重になつて居る硝子管の間に酸素を送りながら、管の両面に比較的高壓の電流を通せば、其の放電の爲めに、中間を通つて居る酸素の一部はオゾンとなつて管の他端から出る。

9. **オゾンの性質** オゾンは無色なれども、刺激性の臭氣がある。酸素より一億半重い。容易に分解して酸素となる、其化學作用は劇烈で銀の様なものもオゾンの中では黒色に變ずる、又ゴム、コルクの様な物も直ちに腐蝕する。又殺菌をしたり植物性色素を漂白する性質がある。

10. **オゾンの用途** 現今にありては飲料水の殺菌や、空氣の清淨其他油類の硬化、漂白、澱粉の精製、繊維の漂白、等用途が頗る多い。

#### 練習問題

- 10 立入りの瓦斯溜に酸素を充たさんとす。鹽酸加里幾瓦を要するか。但し鹽酸加里 122.5 瓦より酸素 48 瓦を生ずるものとす。  
 $10 \text{ 立の酸素の電} = 1.43 \times 10 = 14.3$   
 $\text{鹽酸加里の電} = 122.5 \times \frac{14.3}{48} = 36.47 \text{ 瓦}$
- 酸素 3 立を全部オゾンとなせば 2 立のオゾンとなる。酸素 56 立に電氣作用を施したるに 1.5% だけ其體積を減少せり、幾何のオゾンを生じたるか。  
 $56 \times 1.5 = 0.84$
- 次の變化は物理的變化なるか、化學的變化なるか。  
 $0.84 \div 2 = 0.42 \text{ 立}$   
 $1.68 \text{ 立}$ 
  - (イ) 鐵が其表面に銹を生ずること。
  - (ロ) 食鹽水を木板上に流したるとき、後に木板上に食鹽の結晶を生じたること。
  - (ハ) 亞鉛が鹽酸中に溶けること。
  - (ニ) 砂糖が水に溶ける事。

## 第四章 化合、分解、燃焼、酸化

II. 化合及分解 空氣中にて炭が燃ゆれば、其の量は減るけれども、其の代り炭酸瓦斯が生じて居る。此の變化は炭と空氣中の酸素とが化學的變化を起して結合せるものである。又前に酸素の性質の所で述べた黃磷が燃えて白い煙となるのは、黃磷と酸素とが化學的變化によつて結合し、白煙である所の五酸化磷と成り。硫黃の燃えた場合に於ても硫黃と酸素とが結合して別種の亞硫酸瓦斯と云ふ臭氣ある氣體と成るのである。斯様に二種又は二種以上の物質が化學的變化をなして結合することを化合 (combination) と云ひ、此の化合によつて出來た物質を化合物 (compound) と謂ふ。

酸化水銀を熱するとき、酸素と水銀とに分れる。鹽素酸カリウムを熱すれば酸素と鹽化カリウムと云ふ別種のものに分れる。斯かる變化の様に、一つの物質が化學的變化によつて、二種或は二種以上の物質に分れることが分解 (decomposition) である。化合する時、或は化合と分解とが同時に起る場合の何れに於ても、各物質間に化學的變化を起すことを反應 (reaction) と謂ふのである。

混合 (mixing) と云ふのは、化合と違つて、米と麥とが混じつて居る様に互に接觸し合つて居るばかりで、各の性質は少しも變らない場合である。硫黃の粉末と、細かく碎いた鐵粉とを混ずる

と、其の外観は灰色となつて、別種の物質、所謂化合物を生じたるかの様に思はるゝも、之れに磁石を近づけると、鐵粉は吸引せられて、硫黃ばかり残る、従つて此灰色物は化合物にあらずして、混合物であることがわかる。

問 (1) 日常眼に觸るゝ現象に就いて、化合と分解との例を挙げよ。

問 (2) 混合物の例二三を挙げよ。

12. 燃焼及酸化 二つの物質が反應して、熱と、光りとを發する現象が燃焼 (combustion) である。此燃焼なるものは一種の現象であつて、物質ではない。空氣中に於ての燃焼は、一般に空氣中の酸素と或る他の物質との間に起る現象であるから、酸素が無くなれば燃焼は無論止む。それ故、此燃焼を盛んならしむる爲めには、多量の酸素或は空氣を供給することが必要である。斯様な理由で空氣中の燃焼は酸素中の燃焼よりも穩かなのである。

酸化 (oxidation) と云ふのは、酸素と他の物質とが化合することである。此意味より云へば、前に述べた空氣中の燃焼は酸化の特別なる場合言ひ換へると、激烈なる酸化である。けれども空氣中に於ても徐々の酸化が行はるゝ場合もある、勿論此の時は光りを出さない、此の後の様な酸化を前の激烈なる酸化に對して、緩漫なる酸化と謂ふて居る。例へば鐵の錆を生ずるとき、食物の腐敗するとき、或は呼吸作用などは何れも緩漫なる酸化である。

問(1) 人體の體温は何によりて保たるゝか。

問(2) 電燈を點火せる時に熱と光りとを發するは、燃焼なりや、否や。

### 練 習 問 題

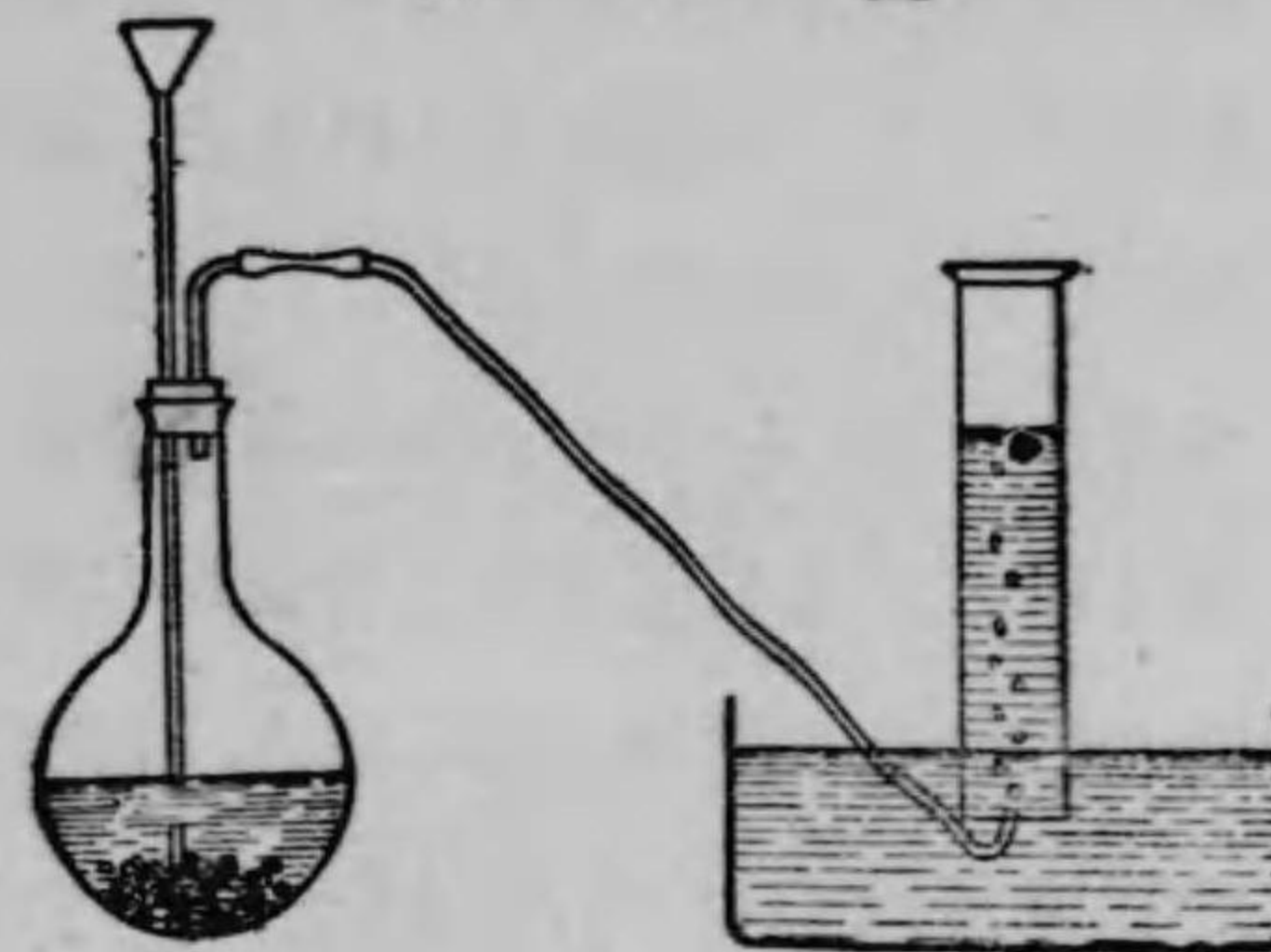
- 次の變化は化合なるか、分解なるか。  
(イ) 炭、燐、硫黃、鐵等が酸素中にて燃焼する變化。  
(ロ) 濕ひたる衣服が乾く變化。
- 次の變化は化合なるか、混合なるか。  
(イ) 稀硫酸中に鐵を溶かしたる變化。  
(ロ) 水中に食鹽を溶かしたる變化。
- 燃焼と酸化との區別を例を擧げて説明せよ。
- 熱のみを發して光を發せざる化學變化ありや。
- 空氣中に於ての燃焼を盛んにする方法を述べよ。
- 物質の腐敗は如何なる變化に屬するか。
- 人體の體温は如何にして生ずるか。

## 第五章 水 素 (Hydrogen)

13. 水素の製法 (a) ナトリウムと稱する金屬を水に作用せしむれば水素が得られるが、之れを簡便に且つ多量に造るには

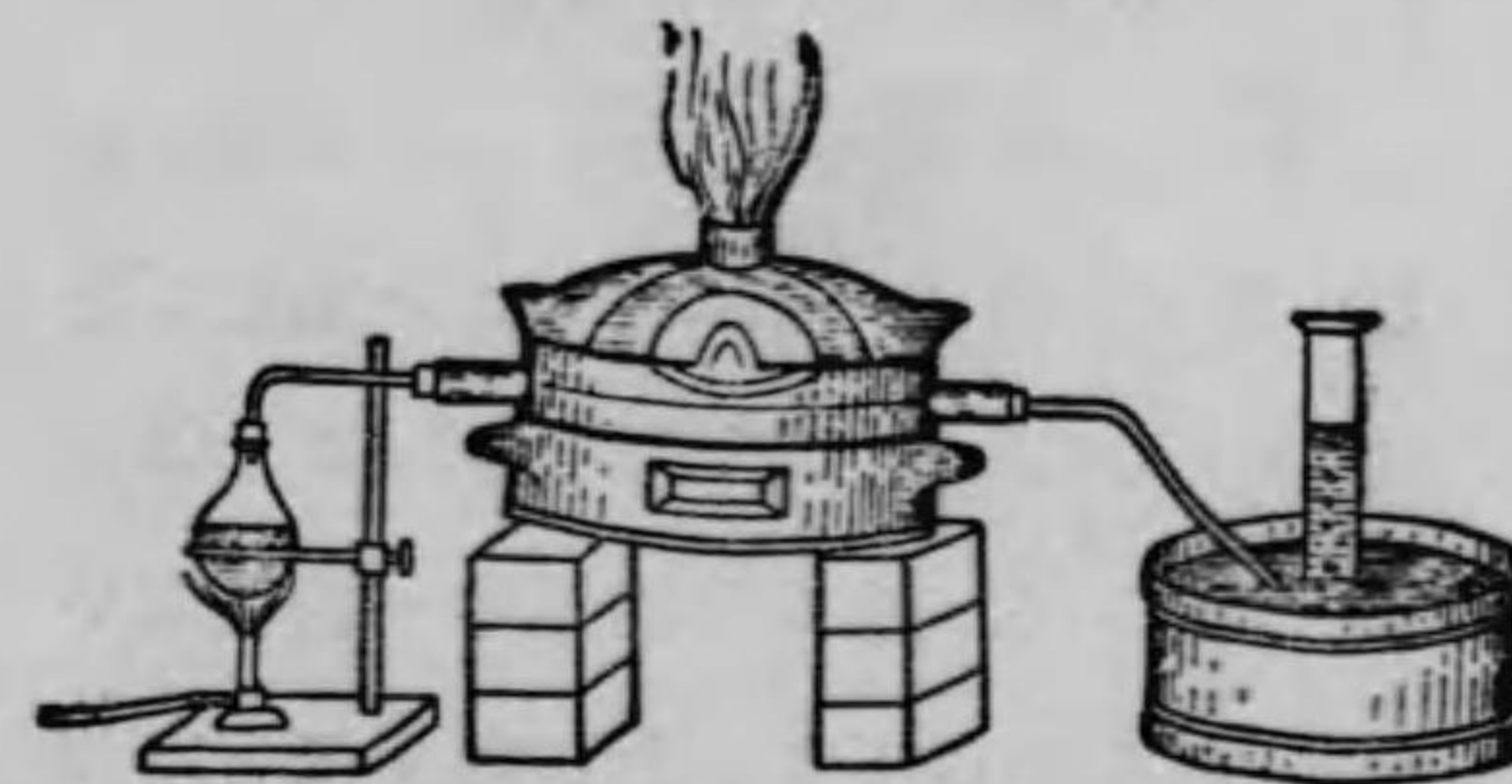
(b) 稀硫酸の中に、亞鉛を浸せば良い、其方法は普通第4圖の

第 4 圖



様な装置によるのである。此時稀硫酸の代りに稀鹽酸を用ひてもよければ、又亞鉛でなく鐵でも良く水素が取れる。

第 5 圖



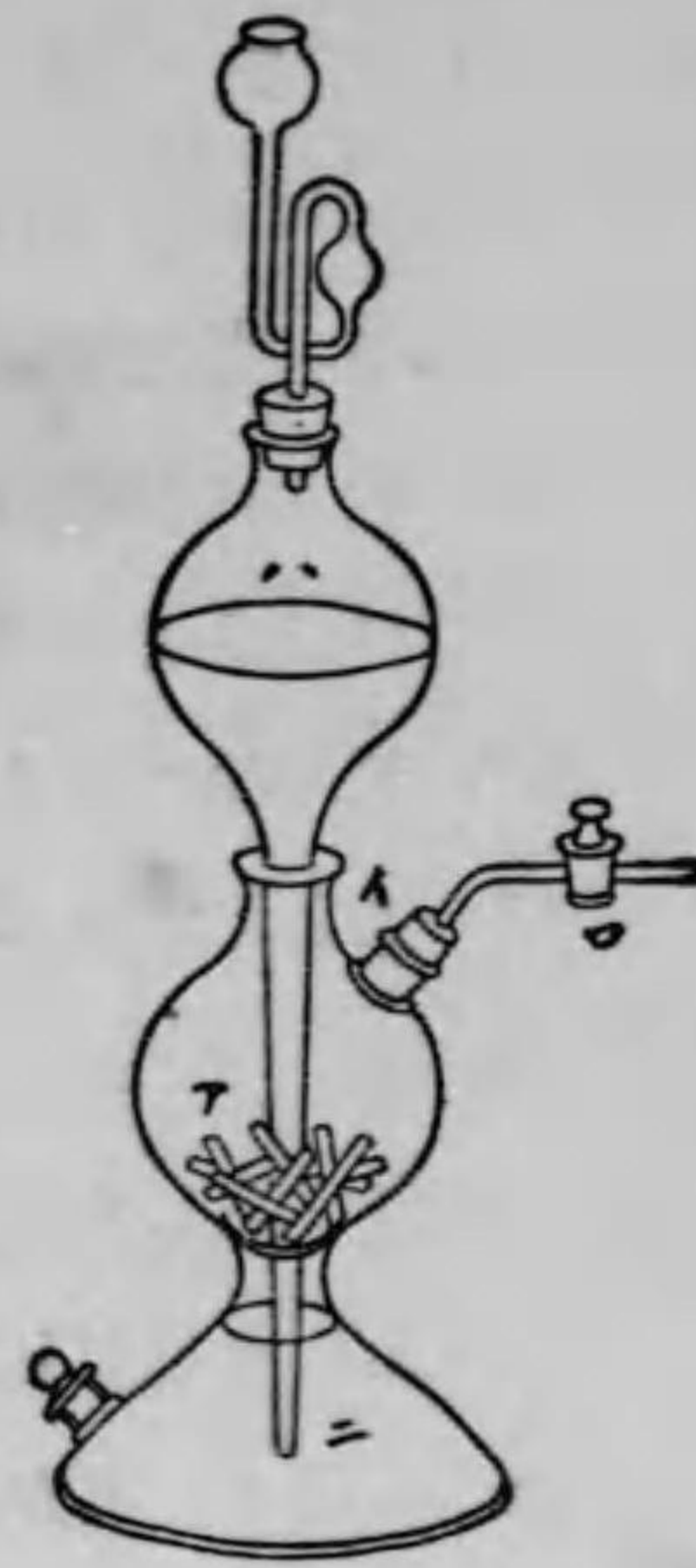
(c) 赤熱したる鐵の上に水蒸氣を送りて造る。其方法は第5圖の様な装置で、煉鐵製の管に鐵屑を充たして、熱しながら管の一方から水蒸氣を通せば、他の端からは水素と成つて出る。

(d) 水を電解して製す。此製法は水に僅かの硫酸を入れるか、

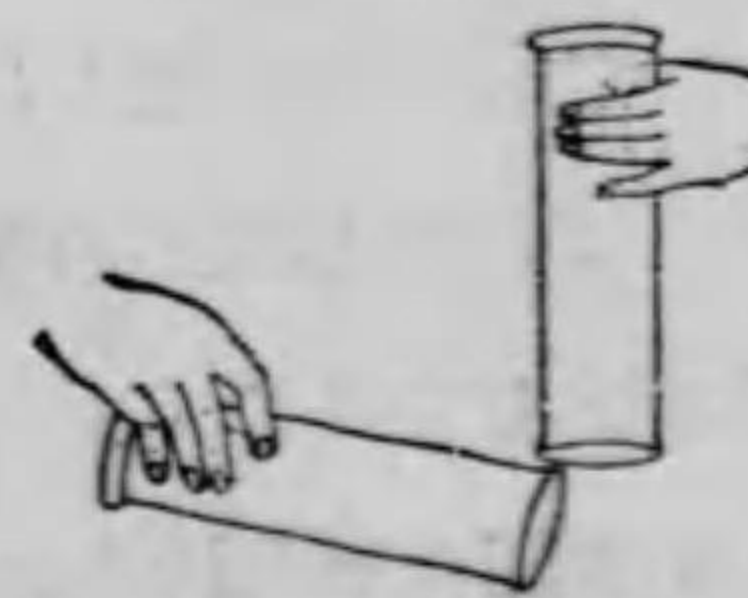
又は少しの苛性曹達を溶して置いて、之れに電流を通せば、陰極から水素を發出するから、此れを捕集するのである。

14. キップ (kipp) 氏瓦斯發生器 第 6 圖に示すはキップ氏瓦斯發生器である。水素製法の (b) なる場合に、此器

第 6 圖



第 7 圖



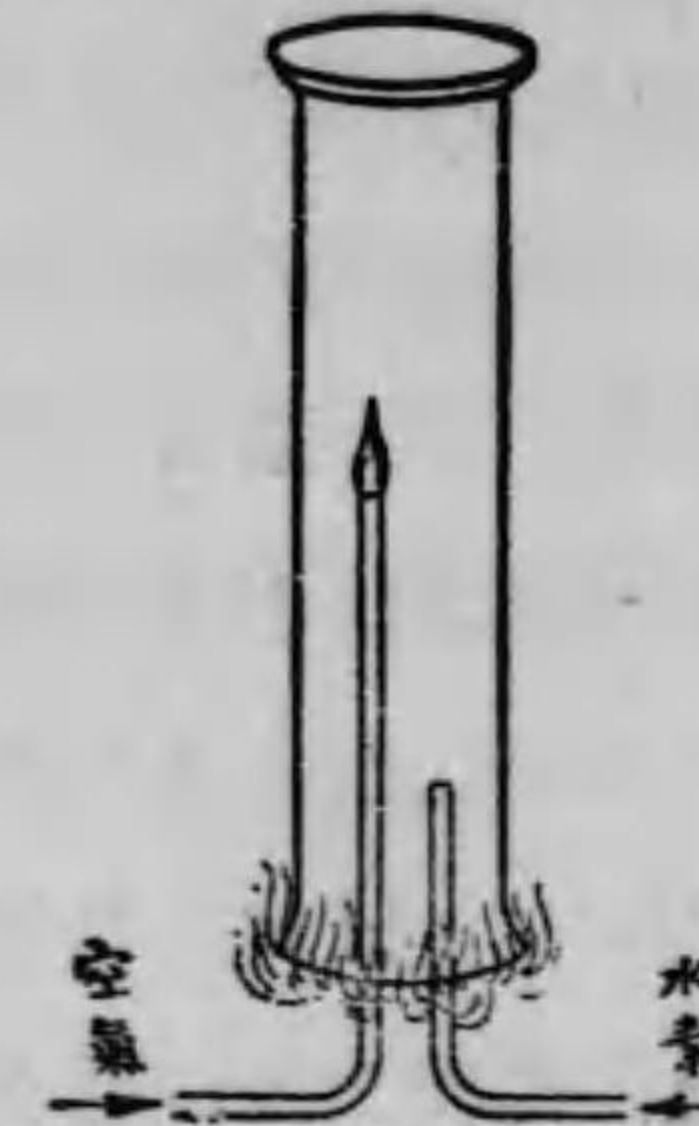
を用ふると甚だ便利である。此の器の使用法は最初(イ)の栓を取り此所より亞鉛を入れて再び栓をなし(ロ)の活栓を開き上より稀硫酸を入れると、稀硫酸は(ニ)の所に充ちて(ア)の亞鉛を浸す様になる、そこで水素は盛んに發生せられる。けれども若し水素が不要の時は(ロ)なる活栓を閉ぢると、出來た水素は稀硫酸を(ニ)より(ハ)の方へ押し上げるために、亞鉛と稀硫酸とは離れて水素の出るのは止む。

15. 水素の性質 水素は無味、無臭、無色で極めて軽い氣體である。其の一立の重さは僅かに 0.0896 瓦であつて、總ての物質中一番軽い物であるから下より上に移すことが出来る。水素は甚だ燃え易いものである。然らば酸素や、或は空氣との混合したる

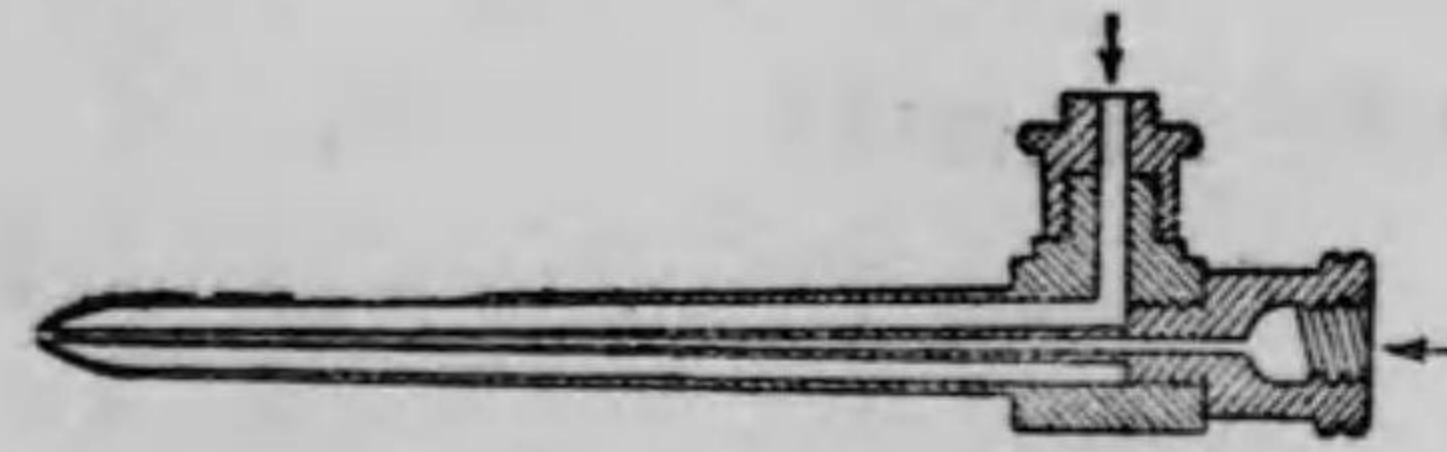
物に、火を近づけると一度に燃える、即ち爆發をする、それ故、水素發生管などに點火する際には、必ず空氣又は酸素の混合せざることを確かめた後でなければ甚だ危険である。又水素が燃燒して居るときは光りは甚だ微弱であるけれども、發する熱は極めて多い。最も猛烈に燃えて居る時は、其の焰の溫度は約 2500 度である。

水素は自ら燃えて、他の物の燃燒を助くる性質がないと云ふて居るけれども、此可燃體とか、助燃性とか言ふ言葉は一定せるものではない、それは空氣中では水素が燃えるが、又水素中でも空氣

第 8 圖



第 9 圖



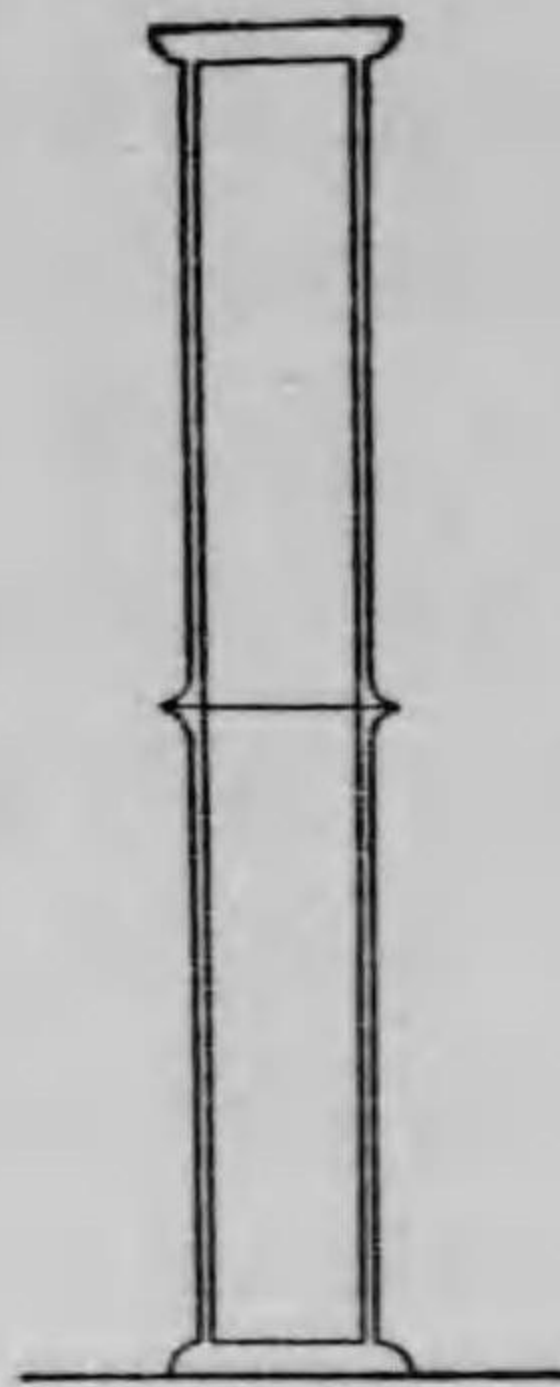
が燃える。此實驗は第 8 圖の様な装置で出来る。其の方法は右の管にて圓筒に水素を送り圓筒の下口で水素を燃やして居る時、左の管から空氣を送りながら管を圓筒内に入れると、水素の中で空氣は燃える。

16. 用途 輕きことを利用しては、風船球、輕氣球、飛行船、

等に用ひ、燃える時發する高熱を利用しては酸水素吹管(第9圖)によりて、白金の如き熔融し難い金屬を熔したり、或は鐵材を截つたり、又は孔を穿けたりするのに用ひられる。又近來は觸媒の助けによつて、惡臭ある不用の魚油などを有用なる無臭の脂肪となすなど、次第に用途は擴張せられる。

**17. 氣體の擴散** 重さの異なる、二種の氣體を、別々の圓筒に充たし、圖の様に重い氣體を下となし、軽い氣體の方を上

第 10 圖



に倒さまに置くときは、暫らくにして、二つの氣體は重さの異なるにも關らず善く混合する。斯様に、自然に、氣體が擴がる現象を、**氣體の擴散** (diffusion of gases) と云ふ。氣體が擴散するにも速く擴散するものと、中々擴散しない物とがある、此擴散の速さは水素の様な軽いもの程速くて、炭酸瓦斯の様な重い氣體程遅いのである。例へばゴム風船に水素を充たした時は、時間が経つ程小さくなるのは、水素の擴散が速くて之れと交代す

る空氣が遅い爲めである。

問. 日常現はるゝ氣體擴散の例を挙げよ。

## 第六章 水 (Water)

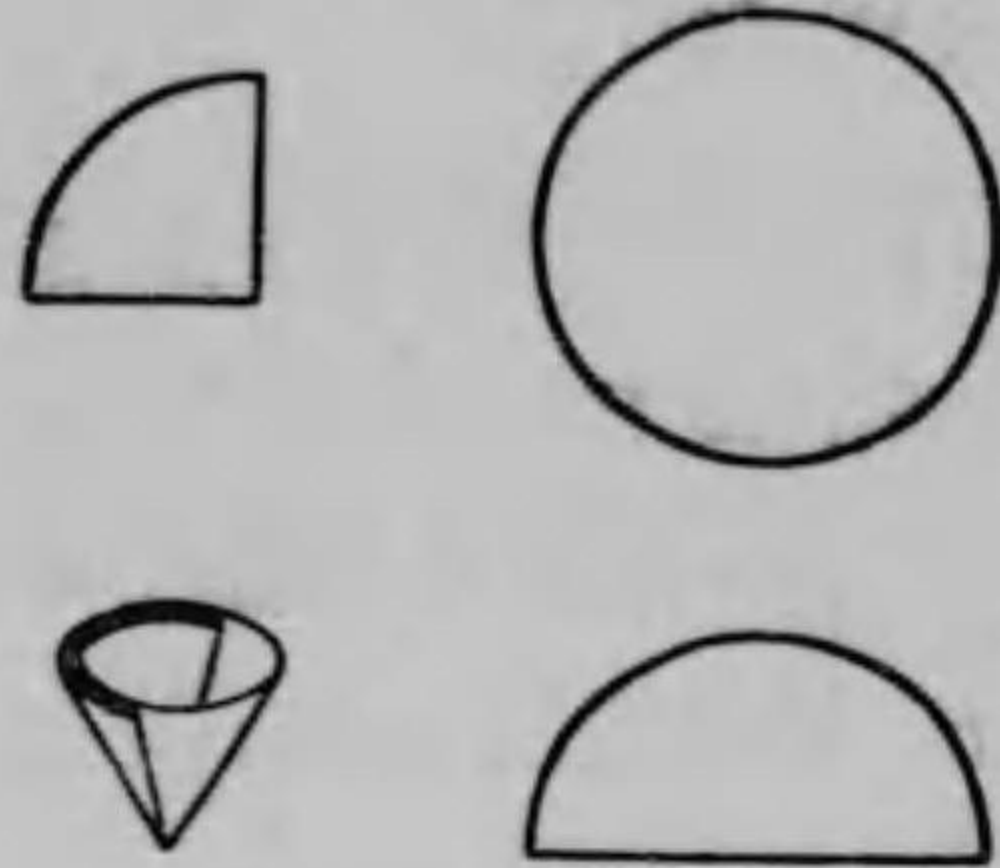
**18. 天然水** 天然水には地下水、河水、海水などあるが、最も多く利用せらるゝものは、地下水である。地下水には地上より流れ込みたるものと、地中深處より噴出したる水蒸氣の凝結したるものとがある。地上より來れるものは、其經過したる通路の状況によりて種々の物質を溶解して居るが、動植物の腐敗せるもの、又は排泄物等を含み居りて不純なるものが多い。一般に深き井戸の水、繁茂せる樹木の存在せる土地の地下水は比較的善良である。

水を煮沸する時臭氣を發するは瓦斯を含有せる證據であつて、之を蒸發せしむる時、殘渣を留むるは、其中に固體が溶解しあることを示して居る。硝酸銀の溶液一二滴を水に加へたる時、白濁するは鹽分の存在を證する。鹽分の存在は、直接有害なるものではないが、其含量の多少は、不潔物含有の標準となるのである。一滴の水を取りて其中にある微菌を検するに、汚水は其含有數は無數であるが、少し許り不良の水では、五百個内外を含み純良の水中には五個内外を含むに過ぎない。其微菌にも有害であつて病源を爲すものと無害なるものとがある。又礦物質を溶かして居る水は飲料としては善いが使ひ水としてはよくない。

**19. 濾過** 天然水を清淨にする一つの方法で、泥の様な固形の夾雜物を含む場合には此濾過法によるものが良い、其方法は濾紙を四つ折にして(第11圖参照)漏斗に入れ、其上より硝子棒



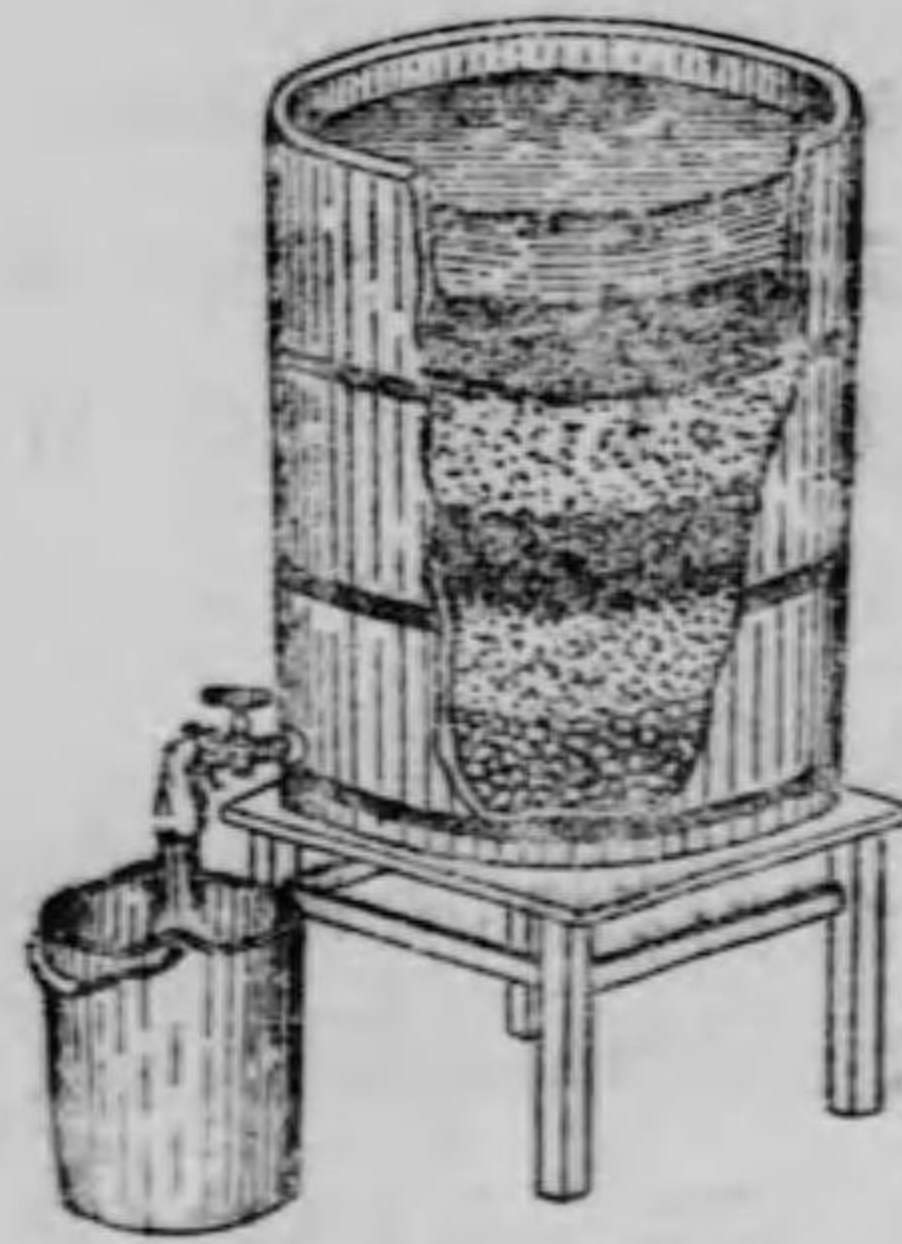
第 11 圖



第 12 圖



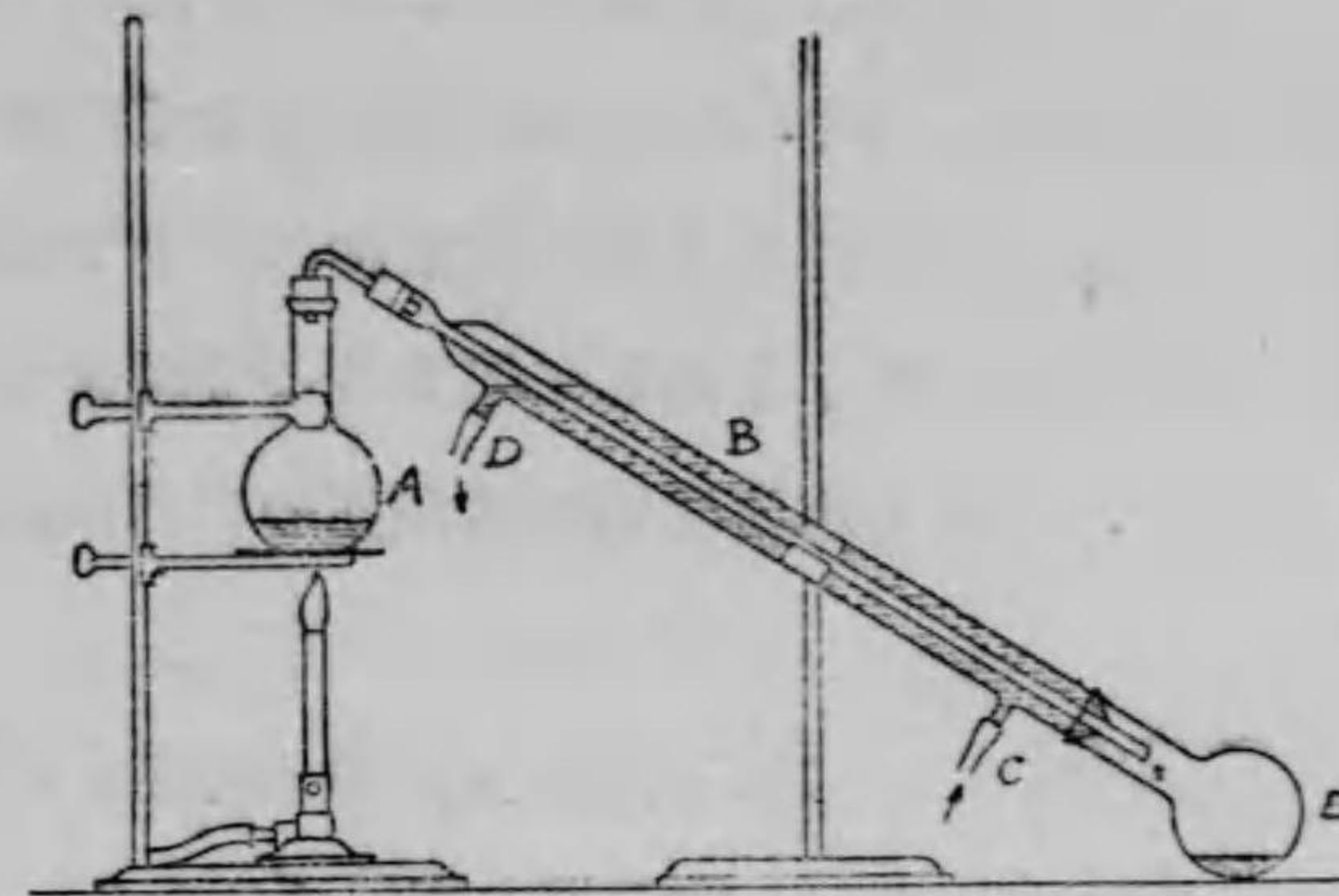
第 13 圖



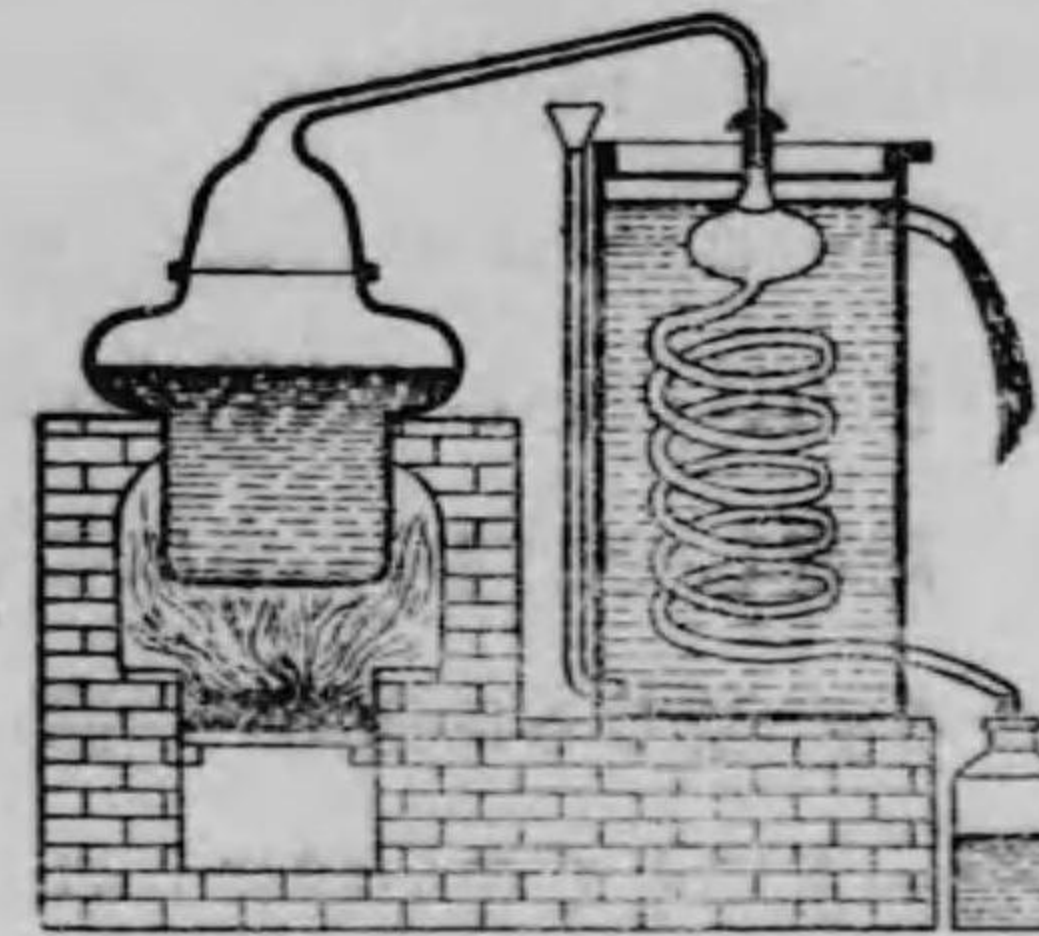
に沿ふて第 12 圖の様に水を流れ  
込ましむるのである。又多量に濾  
すには、相當の桶に炭や、小石を  
下にし上の方には、砂を入れたる  
ものを用ふる。(第 13 圖参照)

**20. 蒸 餾** 不揮發性の物  
質を溶かして居る水は、蒸餾によ  
つて之を精製することが出来る、  
其簡單なるものはリービックの冷  
却器を用ふるがよい。第 14 圖甲  
は實驗室にて供用せらるゝ蒸餾器  
であつて、精製すべき水をフラ  
スコ A に入れて沸騰せしめ、生じた  
水蒸氣は冷却器を通過する。B は  
細管と、それを包むだ太い管との  
二重の管で、管と管との間には、冷  
却用の水を絶えず C より入れて、  
D より流出せしめて内管を常に低  
温に保ち、其内側を通過する水蒸  
氣を凝縮せしめ、之を受器に集め  
る。斯様にして出來た水が、蒸餾  
水であつて、純粹なるものである。

第 14 圖 甲



第 14 圖 乙

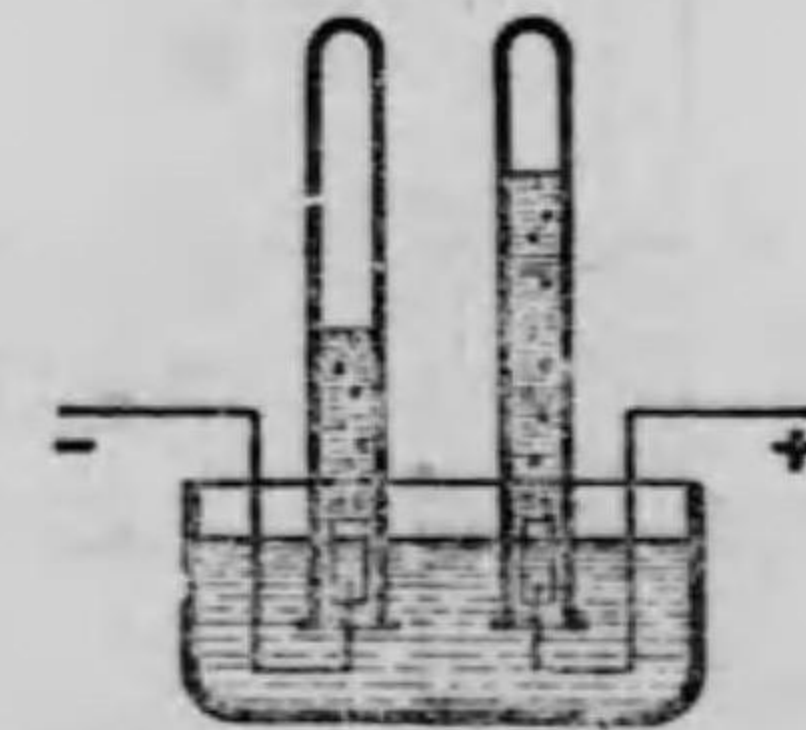


又最初の水の含むて居た不純物  
はフラスコ A の中に残留する。  
多量の蒸餾水を得るためには第  
14 圖乙の様な釜で行ふ。

**21. 水の分解** 赤熱せ  
る鐵粉に水蒸氣を通して水素を  
得ることは前既に水素の所で述

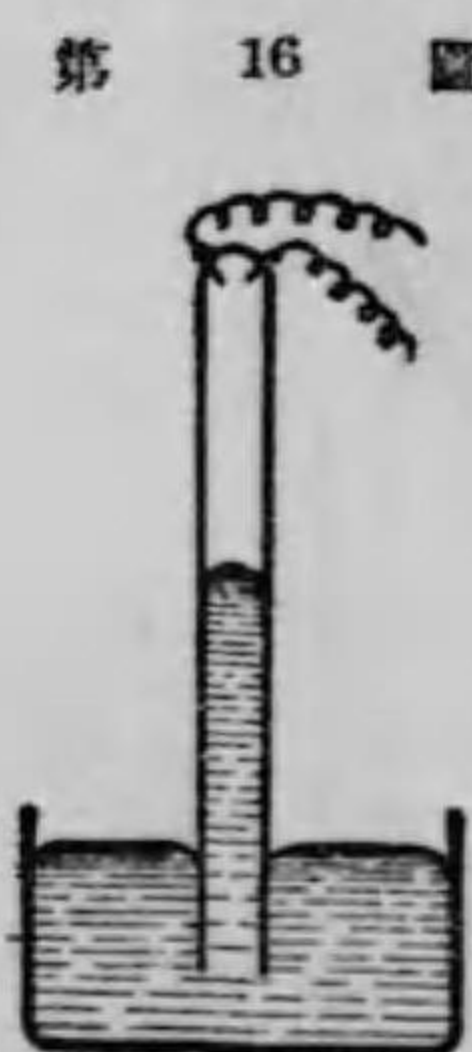
べて置いた。今第 15 圖に示す様な  
玻璃器に水を盛り、それに少し許り  
の硫酸を加へ此中に白金板を浸し、  
之を電極として電流を通ずる時は、  
白金板の面より氣泡が生ずる。今水  
を充たした試験管を、白金板の上に

第 15 圖



倒に置くと、出て来る氣體は皆試験管中に集まる。けれども出て来る量は何時も陰極の方が、陽極の方の二倍であることが分る。此陰極より生じた氣體に火を近づけると弱い光りて燃えるから水素であることが分る、又陽極から取れた氣體にマッチの餘燼を入れるとマッチは再び強い光りを發して燃えるので酸素であることを知ることが出来る、即ち水素は何時も酸素の二倍の體積を生ずるのである。

**22. 水の合成** 水素二體積と、酸素一體積との割合で水を合成することが出来るのは、次の様な實驗で分かる。ユーヂオメートルと云ふ目盛りのしてある玻璃管に水銀を充たして、水銀槽中に倒立するとユーヂオメートルには矢張り水銀が充ちて居る。之に下より水素 20 c.c と、酸素 10 c.c とを入れ、此混合氣の中で電氣の火花を飛ばすと、兩氣體は直ちに化合して液狀の小水滴となりてユーヂオメートルの管壁に附着して管内の壓力はなくなるから、水銀は再び上りて管に充つる。若しも此酸素、水素の



兩氣體の割合を一と二とでない様に入れて置くと、孰れか此割合より多い物が化合せずに残つて居る。斯様な理由で酸素と水素とが化合して水となるときも其體積の割合が一と二とであることが知られる。

此實驗に於て最初からユーヂオメートルを更に大きな管の中に立て、此中に水蒸氣を

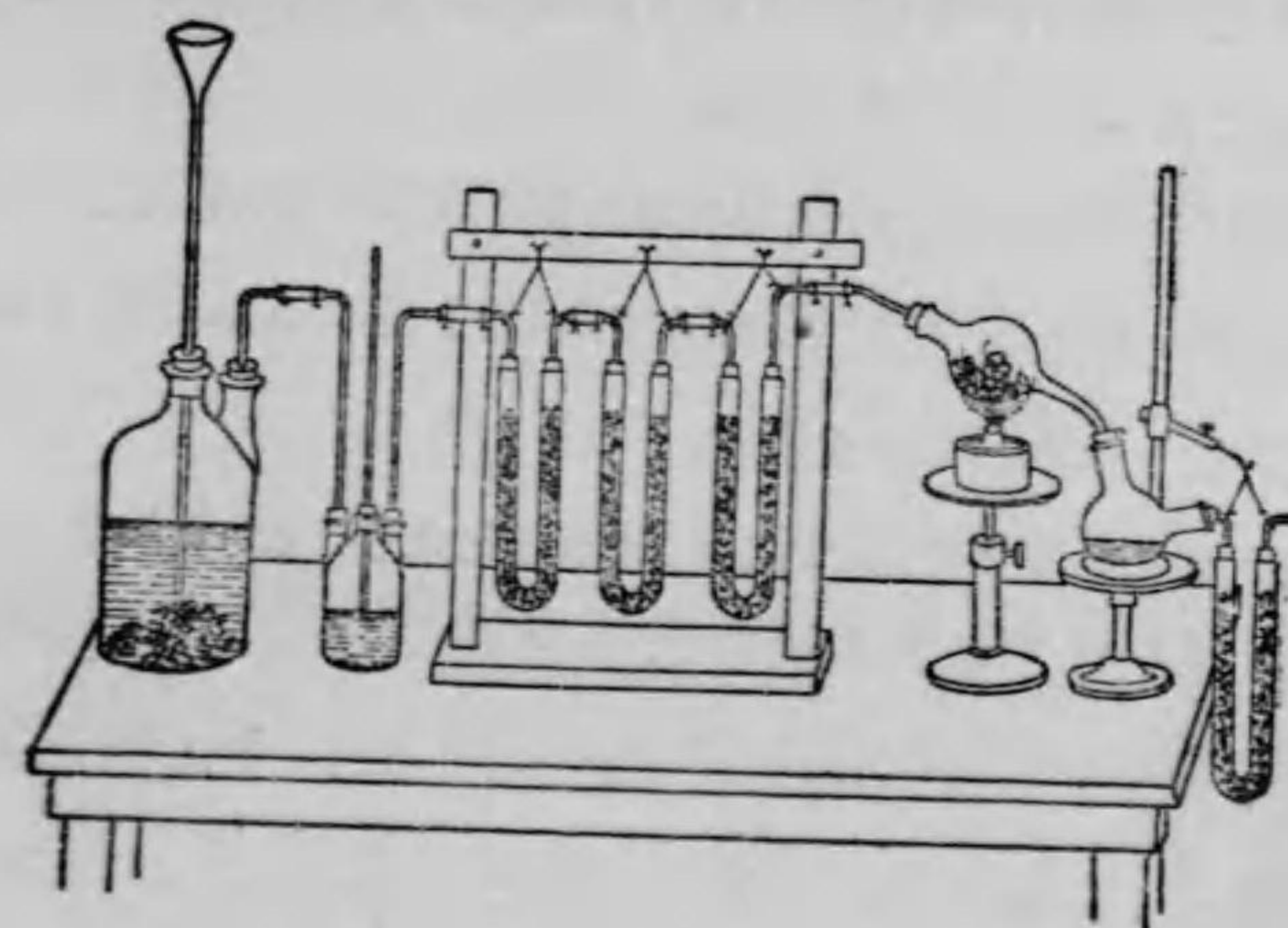
通じながらユーヂオメートルを温めて實驗をすると、酸素 10 c.c と水素 20 c.c. とを入れた場合は、化合した後に 20 c.c の水蒸氣が出来て居る。此分解と、合成との實驗から水の體積組成は、酸素が一で水素が二の割合であることが分るであらう。

問 (1) 水素 80 c.c と酸素 50 c.c の混合氣體に電氣の火花を通ずれば何れの氣體が幾何残るか。又其外部を最初より百度以上の水蒸氣で温むれば如何なる状態となるか。

問 (2) 水素と酸素の混合氣體 85 c.c に電氣の火花を通じたら 25 c.c の酸素を残せり、初め氣體中にあつた酸素と水素との量は幾何なりしか。

**23. 水の重量組成** 水の重量の組成を求めるには、普通次の圖に示す様な装置を用ふる。先づ水平なる硬質硝子管に重

第 17 圖



さの知れた酸化銅を入れて之を赤熱して置いて、管の一方からは充分乾燥した水素を通せば、水素は酸化銅中の酸素と化合して水となり、管の他端から出て来る、此水蒸氣を鹽化カルシウム管中へ送りて之れに吸収せしめる。そこで出来た水の重さは此鹽化カルシウム管の重くなつた重さより知られ、此水の中にある酸素の重さは、酸化銅の重さの減じたのがそれで、又水素の重さは水の重さより酸素の重さを減じて得られる。斯様な方法で求めた重さの割合は

酸 素	8.000
水 素	1.008

である。

### 練 習 問 題

- ここに無色透明なる水あり、此水が蒸留水なるかどうかを知るには如何にすべきか。
- 亜鉛と稀硫酸とより、水素を製して100立方メートルを容るゝ輕氣球を充たさんとす、幾何の亜鉛を要するか。但し亜鉛65瓦より水素22.4立を生ずるものとす。
- 酸素10瓦と化合する水素の量を求む、又此とき出来た水は幾瓦なるか。

## 第七 章 窒 素 (Nitrogen)

24. 窒素の所在 (1) 空氣中に遊離して、其體積の五分の四を占めて居る。(2) 複雑な化合物となつては動植物の組織中にもある。(3) 比較的簡單な化合物となつて種々の礦物中にもある、硝石や智利硝石などは其例である。

25. 窒素の製法 (1) 燐の小片を小皿に入れて水槽中に浮べ、燐に點火して直ちに、第18圖に示す様な硝子覆(之を玻

第 18 圖



璃鐘と云ふて居る)で蔽へば、燐の燃えて出来た白煙は玻璃鐘の中に充滿して居るが、間もなく此白煙は水に溶けて玻璃鐘の中は透明になると同時に、水は鐘内に昇る。此水が上るのは、鐘内の酸素と燐が化合して水に溶けた爲めである、即ち酸素が無くなり水が上るのであつて、

残つた窒素が取れたわけである。又此實驗に於て上つた水の量は、初めの空氣の五分の一であつて、それが無くなつた酸素の量に等しい譯であるから、空氣の中にある窒素は空氣の五分の四であることも分かる。(2) の製法は鐵管の中に銅屑を入れ、之を赤熱の程度に熱しながら管の一方から乾燥した空氣を通せば、空氣中の酸素は銅と化合して管中に留り、窒素だけが管の他の端から出る。

**26. 性質** 窒素は無味、無臭、無色、の氣體であつて、水には僅かに溶ける。一立の重さは 1.251 瓦だから空氣よりは少し軽い。自ら燃ゆることもなければ、他の物の燃焼を助くることも出来ない。動物を窒素中に置けば忽ちにして倒れる、これは窒素に毒性がある爲めではなくて、動物の生活に必要な酸素のない爲め窒息するからである。窒素の化學的性質は鈍く、其化合物は分解し易い物が多い。多數の爆發物は殆んど窒素化合物と云ふても差支ない程、兎角分解し易いものである。又其化合物の内には肥料としても缺くべからざるものがある。

### 練 習 問 題

1. 酸素などが電球内にあれば有害であるが、窒素は電球内に封入すると云ふ、何故であるか。
2. 窒素を製するに空氣を液化して取ると云ふ、如何にするのであろうか。
3. ここに別々に窒素、酸素、水素を入れたる瓶あり、何れが窒素で何れが酸素、又は水素なるかは如何にすれば分るか。
4. 幅 5 間、奥行 6 間、高さ 1.5 間の教室内には幾立方メートルの窒素があるか、又其重さは幾瓦であるか。

## 第 八 章 空 氣 (Air) と アルゴン (Argon)

**27. アルゴン** アルゴンは空氣中に遊離して存在するもので其量は空氣の體積の約 1 パーセント計りの少量である。性質は窒素に似て、色も臭もない氣體であつて、他物の燃焼を支へない様な點は窒素と同一であるが、異なる所は他の物と全く化合しない事である。窒素より重く、一立の重さは 1.78 瓦である。

**28. 空氣の主成分** 我地球の表面に充滿する空氣は、大略窒素と酸素とアルゴンとより成つて居る、其割合は大約次の通りである。

	體積にて	重量にて
窒 素	78.1 %	75.5 %
酸 素	21.0 %	23.2 %
アルゴン	0.9 %	1.3 %

以上の成分の外に微量に存在するものは、ヘリウム、ネオン、クリプトン、クセノンであつて、此等は近來學術進歩の結果、空氣を液化する方法が發明された副産物である。尚ほ此外に不定の水蒸氣、二酸化炭素を含むこと勿論である。

**29. 空氣は混合物なること** (1) 酸素 1 と窒素 4 との割合に混合して、其性質を検するに空氣と異なる所はない。(2) 硝子瓶に少量の水を入れ、烈しく振盪した後、此水を沸騰せしめ逃れ出る空氣の組成を見るに、酸素の 1 容と窒素 1.87 容

とである。此事より空氣が水に溶ける時には、其内の酸素の方が割合に多く溶けると云ふ事が分かる。(3) 空氣の組成は時と場所とに依つて異なつて居る。以上述べた三つの理由から、空氣は化合物でなくて混合物である事を知るであらう。

### 練 習 問 題

1. 空氣の組成から、其一立の重さを計算せよ。
2. 空氣の組成を知る方法を記せ。
3. 空氣の主なる成分は何々か。
4. 酸素、窒素及びアルゴンの同體積の重さの比を 16 と 14 と 20 として空氣の體積組成より空氣 100 分中の重量組成を算出せよ。
5. 空氣が混合物なることは如何にして知らるか。
6. 空氣中より窒素を得るには如何にすべきか。
7. 炭、硫黄、蠟燭、燐などを空氣中で燃焼しても、酸素中で燃焼したよりも燦ならざるは何故であるか。

## 第 九 章 炭 素 (Carbon)

**30. 炭素の所在** 炭素は動植物組成分の大部分を占め、又此等の物から生ずる物質所謂有機化合物なるものは、何れも炭素化合物であると云はれる程多量に存在して居る。空氣中に在る炭酸瓦斯も、炭素と酸素との化合物であり、且此炭酸瓦斯と金屬酸化物との化合物である石灰石は屢々大岩脈を形成して居る。斯様に炭素と云ふものは自然界に中々多量に存在をして居るのである。

炭素の單體は(一)結晶體(金剛石、石墨) (二)非結晶體(木炭、石炭、油煙類)の二種に區別される。

**31. 金剛石 (diamond)** 金剛石の産地で有名なのは、印度、ブラジル、南アトランスバール聯邦であつて、全世界に供給する大部分を占めて居る。金剛石は純粹の炭素の結晶で萬物中最も硬い、比重は 3.2 から 3.5 の間であつて、熱、電氣の不導體である。純粹の結晶は無色透明で、光線を良く屈折して燦然たる光を放つ、それ故此類中で最も貴重せられる。不純物を含む結晶は紅、綠、褐、黃、等の色を呈し、中には黑色のものもある、黑色のものは其質最も劣悪であるから寶石としての價值なく、通常之をカーボナードと稱へて居る。空氣に觸れさせないで高熱に保つて置けば、膨脹して石墨様の黒い塊となる。酸素の中で強く熱すれば燃えて無水炭酸となる。金剛石の用途は良質のものは

寶玉になし、粗悪なるものは硝子切、彫刻刀、或は鑛山用の鑿の尖端に付け、或は碎いて他の寶石を磨くときに用ふる。

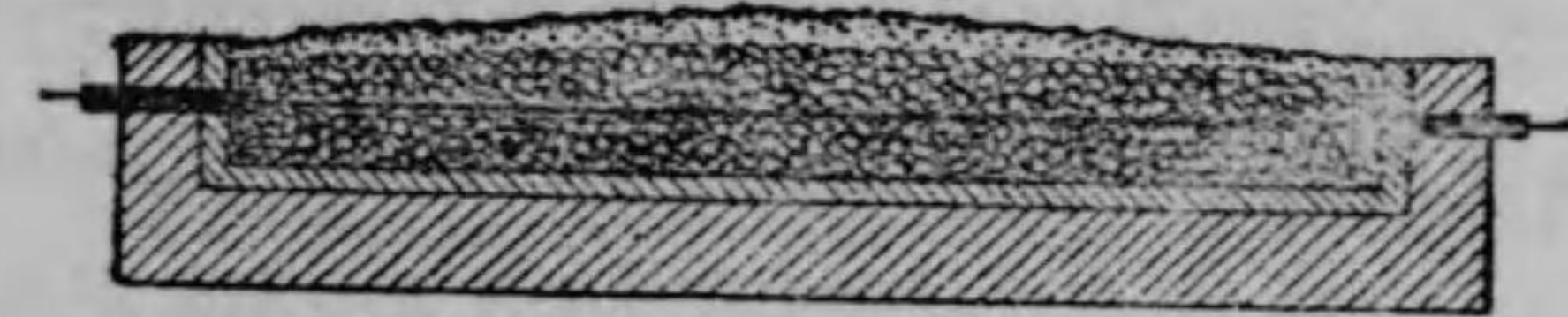
金剛石の成因に就ては確かな説明はないが、地球内部で熔融した液状の炭素が強大なる壓力を受けて居る間に低温度となつて結晶したものと想像されて居る。斯様な理由に基づいて、人工的に金剛石の製造が試みられた。其方法は炭素を澤山含ませた鐵を電氣爐の中で熔融して之を冷水中に投ずれば、中の炭素は冷却の際に非常な壓力を受けて結晶する譯である。今此鐵塊を鹽酸の中に浸して鐵の全部を溶かしたならば、微細な金剛石が残る。此ことは前に述べた成因の想像が眞實であることを證明するものである。

**32. 石墨 (graphite)** 石墨は半金屬性の光澤ある灰黒色の塊で軟かである。黒鉛とも云はれ六角形の結晶で、比重は 2.15 から 2.35 であつて、熱、電氣を傳導し易く、甚だ燃焼し難いものである。應用としては、電氣工業用の電極、カーボンブラシ、弧光燈の電極に用ひ、又粘土と混じて鉛筆の心を造る、熱を良く導き、高温度及び温度の劇變に耐ゆるから多少の粘土を混ぜて坩堝を造り、常温では酸化せぬから鐵器の表面に塗つて防銹剤とする。滑かであるから減擦剤として機械などの摩擦を減らすために油の代りに用ふることもある。

近來は石墨の人工的製造が盛んになつた。此方法は圖の様な細長い形の電氣爐の兩端に炭素の電極を置いてそれを細い炭素棒

で連絡し、其周りに細かに碎いた無煙炭か、良質の木炭の粉末を

第 19 圖



置き之を砂にて蓋ひ、強い電流を通せばよい。

**33. 木炭 (wood charcoal)** 木炭は無定形炭素の一種であつて、其色黒く、比重は 1.4 から 1.9 の間であるが、普通は質が粗鬆であるから水面に浮ぶ。良質の物は 90% の炭素を含むものもある、之を打てば金屬音を發し、赤熱すれば酸化によつて多量の熱を生ず、又他のものより酸素を奪取する力が強い、それ故冶金其他化學工業上に使用する。炭化の度不充分で質劣悪なるものは瓦斯を含むて居るために燃焼する時は焰を發する。多孔質のものは惡臭ある氣體を吸收し、又色素を凝着せしむる作用がある、此性質を利用して溷濁し惡臭ある水は木炭で濾して清澄な水となすことが出来る。一般に單體としての炭素は高熱を受けなければ、化學作用を起さないから、土中に埋設する木材殊に電柱などは根燒きを施す。又風雨に曝露せらるゝ板塀などは、其表面を燒いて、保存期限を長くするのである。其主なる用途は燃料として熱を發せしむるは勿論である。

**34. 木炭の製法** 木炭の製法には土釜製と石釜製の二種がある。何れの方法に於ても空氣を杜絶して、木材を強熱するの

である。そうすれば、木材中の水素、酸素、及び幾分の炭素は揮發性の化合物となつて飛散し、炭素の多分が木炭となつて残留する。土釜製は釜の周壁が粘土であるから内部の温度が割合に低く、木材の炭化程度が充分でない。石釜製は其周壁が石造であるから内部の温度高く、炭化程度も充分で良質の木炭が得られる。併し木炭の善悪は原料たる木材の不純物含有程度にも大なる關係がある。木炭製造の際發出する揮發物中には有益なる化合物が含まれて居る爲に近來は之を攝取するに務めて居る。

**35. 獸炭 (animal charcoal)** 一名骨炭とも云ひ、無定形で灰黑色を呈して居る。之を製するには骨、血液等の動物質を空氣を杜絶しながら赤熱して揮發物を逃散せしめ、残りのものを數回稀鹽酸で洗滌すれば其灰分は稀鹽酸の中に溶解して後に獸炭が残る。斯様にして得た獸炭の炭素含量は木炭よりは少いが色素を吸收する作用は著しい、それ故砂糖の精製に脱色劑として盛んに使用せられる。動物の骨の成分は主として磷酸石灰と膠質とであるから骨炭中の灰分は磷酸石灰である。

**36. 油煙 (lamp black)** 油煙を製するには通常炭素分に富むて居る蠟、脂肪、油類、樹脂類を空氣の供給を不十分にしながら燃やして生ずるものを煉瓦製の室内に導いて、此所に炭素を沈降せしめて之を集める。斯様にして得た油煙は炭素の含量95%で、其品質の優良なるものは膠と煉つて墨を製し、或は桐油の様な乾き易い油に混じて印刷用インキ、ワニス、ペイント用

黒色顔料を造る爲に使用する。墨にて書いた文字は化學的作用に依つて褪色せず、又紙などの質を腐朽しないのが特徴である。

**37. 瓦斯炭素 (gas carbon)** 石炭を乾餾して石炭瓦斯を製造する際器壁の内部に硬着したるものが、此瓦斯炭素で、其純度は油煙に亞ぎ、比重は2.35で、熱、電氣の良導體である。其用途は弧光燈用炭素棒及乾電池の陽極等である。

**38. 石炭 (coal)** 石炭は古代地球表面上に繁茂したる樹木が地殻變遷の際深く土中に埋没して多大なる壓力を受け永き年月の間に、揮發分は分解し去つて炭素分のみ残留したものである。其炭化の程度に應じて種々に分類せられて居る。(1)無煙炭は最も長き星霜を経て炭化せるものであつて、其質硬く金屬の如き光澤を有し、95%内外の炭素を含むて居るが揮發分の含有量は甚だ少い、夫れ故燃えるときは僅かの焔を發するに過ぎないから無煙炭と云ふのである。けれ共燃える時には高熱を發するから、高速度を必要とする軍艦、商船等に燃料として用ひ、又冶金用にも使はれる。無煙炭は揮發分の少い爲めに甚だ火附きが悪い、夫れ故點火し易くする爲めに無煙炭を粉末となし、瀝青を混じて煉り固めて用ふる之が即ち煉炭である。我國にては此無煙炭の産出量は比較的少い。(2)瀝青炭は一名黒炭とも呼ばれ、多くは粘結性で普通百分中二十五から三十五の揮發分を含むて居る。揮發分が之より少い物は半瀝青炭だの半無煙炭だのと云はれて居る。

日常用ふる石炭瓦斯は此瀝青炭をレトルトに入れて乾餾して出来たものである、それ故瀝青炭は燃料及び瓦斯製造の原料となる。(3) 褐炭は炭化の時期最も稚かきもので稀には木理を有するものもある。炭素の含量は 60% 乃至 70% 位にて、乾燥するときは多少龜裂するものもある、粘結性と不粘結性との兩種あるも多くは光澤なき黒色を呈して居る。(4) 泥炭は沼澤等に繁茂せる植物が泥土に混じて多少炭化したもので疎鬆の塊状をなし、燃料としては價值が少いが之をレトルトに入れて熱すれば火力の強き可燃性の瓦斯が得られる。

**39. 骸炭 (cokes)** 瀝青炭をレトルトに入れ空気を杜絶して之を熱すると揮發性の物質及び液状の物質を發出して、レトルト内には骸炭が残る。骸炭は堅硬・粗鬆のもので、其外觀は灰黒色で溶滓に似て居る、之を打てば金屬音を發する、比重は 1.2 乃至 1.9 である。骸炭は石炭中の灰殻となる成分は全部殘存する譯であるが、酸素及び水素の様な物の含量は至つて少ない。燃燒する時には焰を發せず、又煙も出ないが、其熱は中々強烈である。用途は燃料、冶金術、石墨製造等の多方面に用ひられる。

試みにコークス製造用石炭とそれから出来たコークスとの成分の一例は次の通りである。

石 炭	炭 素	64.5%	骸 炭	炭 素	91.0 %
	揮發物	30.0%		灰 分	7.85%
	硫 黄	1.0%		水 分	1.0 %
	灰 分	4.5%		硫 黄	0.15%

**40. 炭素線 (carbon filament)** 炭素は電氣を良く傳導する爲に細き纖維として白熱電球に應用せらる。其製法は木綿を鹽化亞鉛の溶液に溶解せしめて濃厚なる水飴状の液體となし、之を圓筒の底にある小さき孔からアルコールの中に押し出せば凝固して絲の様になる、之を捲き取つて靜かに洗ひ適當の長さ<sup>に</sup>に切り、所要の形狀に曲げ之を蒸し焼きするのである。

### 練 習 問 題

1. 酸化金屬から金屬を遊離するは如何なる作用であるか。
2. 石炭の種類と其性質を述べよ。
3. 垣根に用ふる柱等を燒きて土中に埋むれば、腐朽を防ぎ得ると云ふ、何故であるか。
4. 石炭、木炭、薪等の燃燒及動物の呼氣によりて、日夜絶えず多量の炭酸瓦斯を發生するに關はず、空氣中にある炭酸瓦斯の量は略ぼ一定し著しき増減なきは何故なるか。
5. 墨にて書きたる古き門標の字痕が木板面上に高く殘れる理を説明せよ。
6. 木炭に堅炭と土竈との差を生じたるは何に原因せるか。



## 第十章 單體, 元素, 同素體

41. **單體** 地球上に存在するものは其種類無數で際限もないが之を大別すれば, 化合物と單體との二つに過ぎない。化合物は前にも述べた様に化學的方法によつて, 二種以上に分別し得るものであるが, 單體は如何なる方法に依つても, 之を二種以上に分別することの出来ないものである。例へば砂糖, 食鹽などは化合物であつて酸素, 水素, 炭素の様なものは單體である。

42. **元素** 化合物や單體を生じ得る素質を元素と稱する。此元素の性状は容易に知ることは出来ないが, [化合物に及ぼす影響のみが知られ]單體の性状は能く研究されて居る。即ち單體である酸素水素の性状は知れて居るも, 化合物たる水の成分を爲して居る時の酸素元素の性状は知ることが出来ない。

43. **同素體** 同種類の元素から出来て居て其性質を異にする單體を同素體と云ふて居る。例へば酸素とオゾンとは同じ酸素元素から出来て居るに關はず, 其性状には多大の相違がある。それ故此酸素とオゾンとは酸素の同素體で, 前章に述べた種々の炭素即ち金剛石, 石墨, 木炭なども炭素の同素體である。

問 (1) 金, 銀, 銅などは化合物であるか, 又元素であるか。

問 (2) 單體と元素との區別を述べよ。

## 第十一章 二酸化炭素 (Carbon dioxide)

44. **二酸化炭素の所在と成生** 二酸化炭素は一名無水炭酸又は炭酸瓦斯とも云ふ。木炭, 石炭, 石油などの炭素を含むものが燃ゆる時, 又は動物の呼吸等によりて生ずる。斯様に炭酸瓦斯は絶えず成生するに關はず, 空氣中にある量は略ぼ一定で體積の一萬分の三乃至四であるのは, 植物が葉より吸入して酸素を放出するためである。炭酸瓦斯を簡単に製するには, 通常大理石(炭酸カルシウム)の屑をフラスコに入れ, 之に稀鹽酸を注

第 20 圖



ぐならば, 炭酸瓦斯を發生するから管にて圓筒の底に導き空氣と入り代らしめて捕集する。

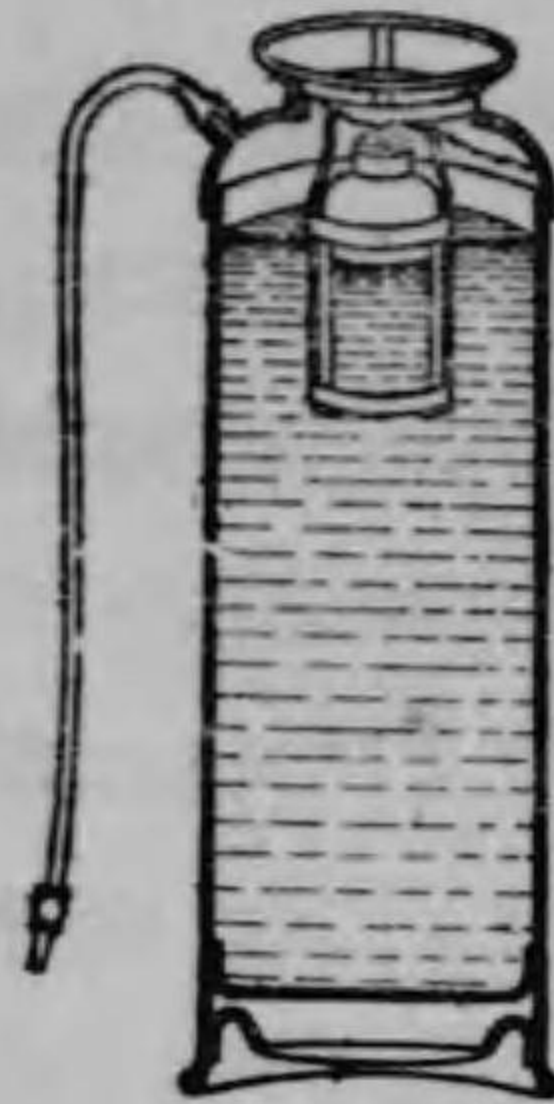
### 45. 二酸化炭素の性質

二酸化炭素は無色の氣體で空氣より1.5倍重い。それ故廢坑若しくは古井戸内には此瓦斯の集積することがある。又炭酸瓦斯は他の物の燃焼を支へないから此氣體の中に燭火を入

れるか, 或は燭火に此瓦斯を注ぐならば火は忽ち消ゆる。それで圖の様な消火器は失火の場合に炭酸瓦斯を發生せしめ, 此瓦斯を溶解せる液を火上に注ぐのである。器の中には重炭酸ナトリウムの溶液と濃硫酸とを別々に入れて置いて, 必要に應じ二つの液

を混合して炭酸瓦斯を發生せしめ、其壓力で飽和されたる炭酸溶

第 21 圖



液を噴出せしむるのである。炭酸瓦斯は水にも溶けるが、其溶ける量は温度や壓力によつて大に異なる。常温では略ぼ同體積の水に溶けるも温度が高くなれば溶解量は減少し、壓力が増せば壓力に比例して溶解量は増す。夫のラムネ、サイダー等は強壓の下に炭酸瓦斯を溶解せしめたものである。又炭酸瓦斯は石灰水と反應する、試みに透明なる石灰水に呼氣を吹き

入るゝならば直ちに白濁を生ずる。

炭酸瓦斯の有無を鑑識するには透明なる石灰水を用ひて白濁を生ずるか生じないかでも分かる。又燭火を入れて静かに消ゆるか消えないかによつても知れる。廢坑や古井戸に入らんとするには豫め燭火を入れて炭酸瓦斯の有無を調べて置かなければ窒息して死に至ることがある。

炭酸瓦斯の組成は其重量の割合が炭素 3 と酸素 8 とである。若し炭素の十二瓦を燃やすならば酸素三十二瓦と化合して炭酸瓦斯の四十四瓦を生ずる。そして此瓦斯を零度で、七百六十托の壓力に保つならば體積が 22.4 立となる。

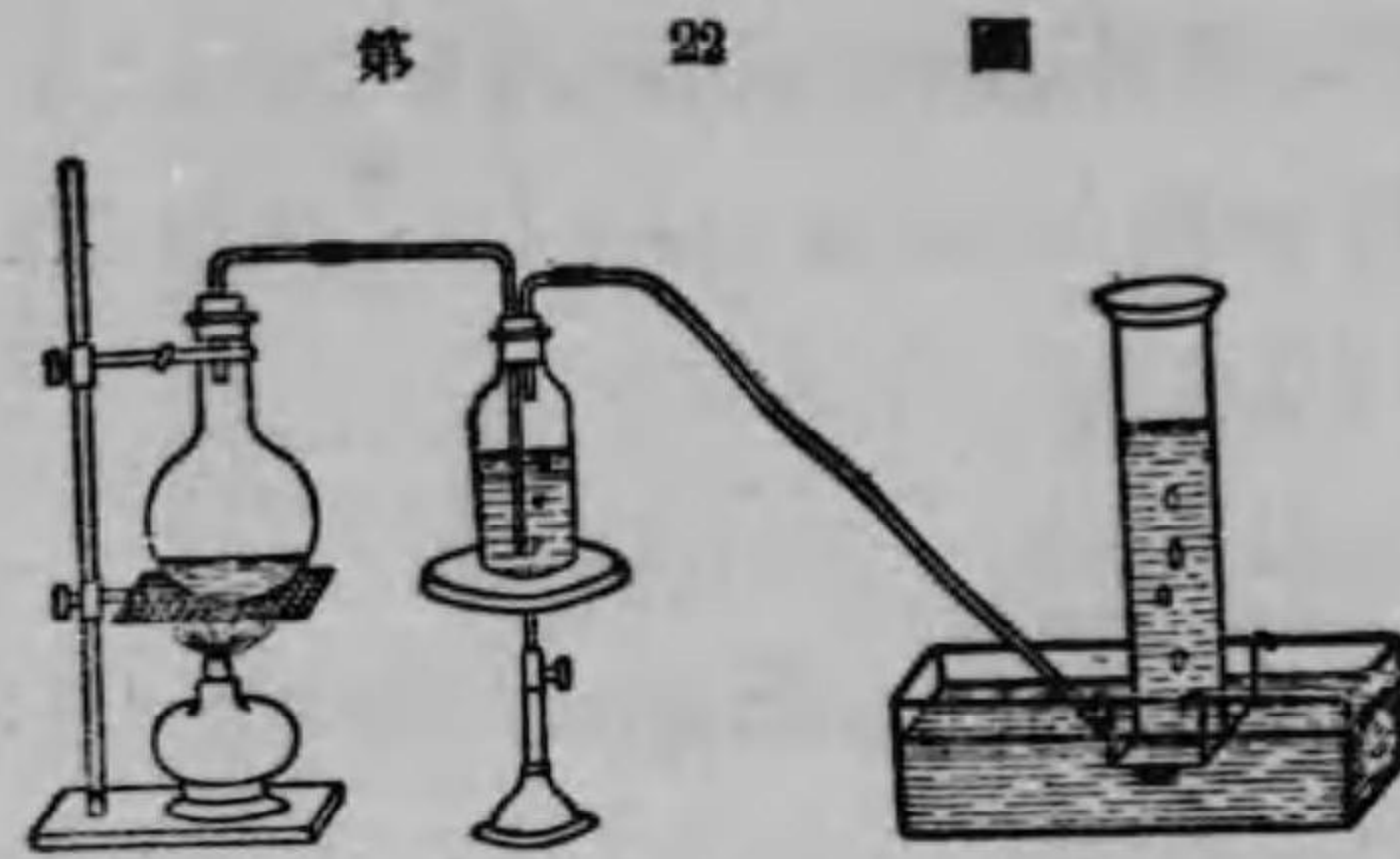
### 練 習 問 題

1. 木炭六十瓦を燃焼するときは、幾何の炭酸瓦斯を生ずるか。

2. 前問の炭酸瓦斯は温度零度、壓力一氣壓のとき其體積は幾立なるか。
3. 金剛石、石墨が炭素なることは如何なる理由によりて知り得るか。
4. 酸素 32 瓦は零度一氣壓に於て 22.4 立なりと云ふ。酸素一立中にて炭を燃やせば幾何體積の炭酸瓦斯を生ずるか。
5. 木炭四貫目を燃やすには幾立の空氣を要するか。又幾貫目の炭酸瓦斯を生ずるか。
6. 炭素の同素體を列記せよ。
7. 空氣中に炭酸瓦斯の存在することは如何にして知ることが出来るか。
8. 瓦斯燈、石油ランプ及び電燈の三つの内何れを燈火用とすれば室内空氣を汚すこと少きか、又何れが最も多く汚すか。
9. 住宅の近傍に樹木あれば衛生上宜しと云ふ、何故であるか。
10. 深き古井などに入らんとするには先づ燭火を下して試み、燭火消ゆれば入る可らずと云ふ、何故であるか。

## 第 十 二 章 酸 化 炭 素 Carbon monoxide or Carbon oxide gas

46. 酸化炭素の製法 酸化炭素は一名一酸化炭素とも稱し強熱せる木炭上に二酸化炭素を通ずれば還元せられて酸化炭素を生ずる。之を簡単に製するには結晶酢酸に硫酸を加へて熱するのである。此時二酸化炭素と酸化炭素とが同時に生ずるも、此混合瓦斯を苛性ソーダ溶液を通過せしむると二酸化炭素のみ此液に溶けて酸化炭素は溶解しない、だから容易に之を捕集することが出来る。



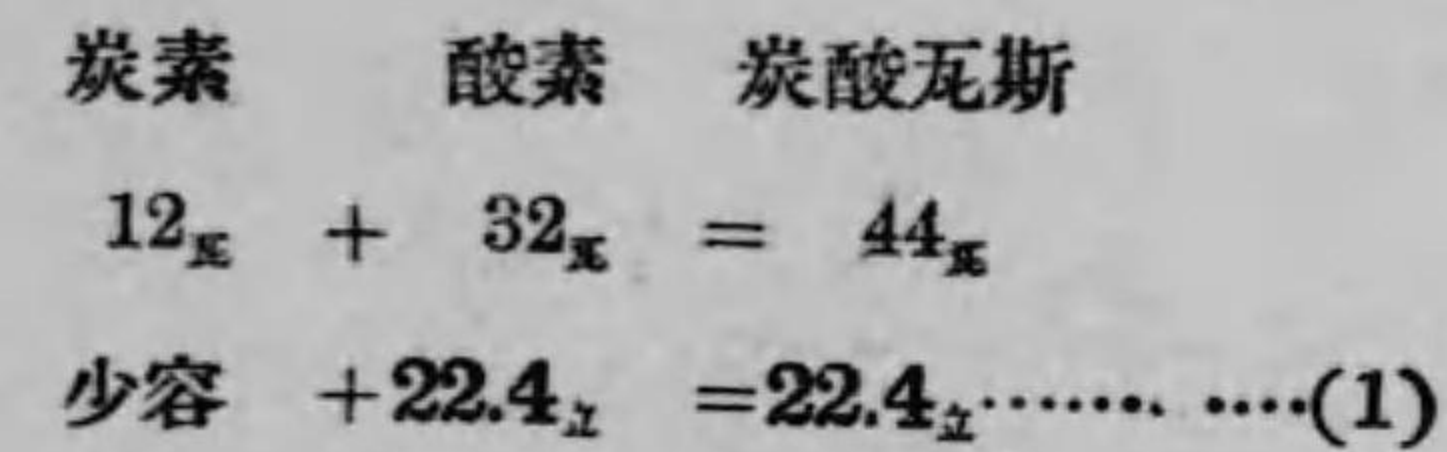
第 22 圖

を製するには結晶酢酸に硫酸を加へて熱するのである。此時二酸化炭素と酸化炭素とが同時に生ずるも、此混合

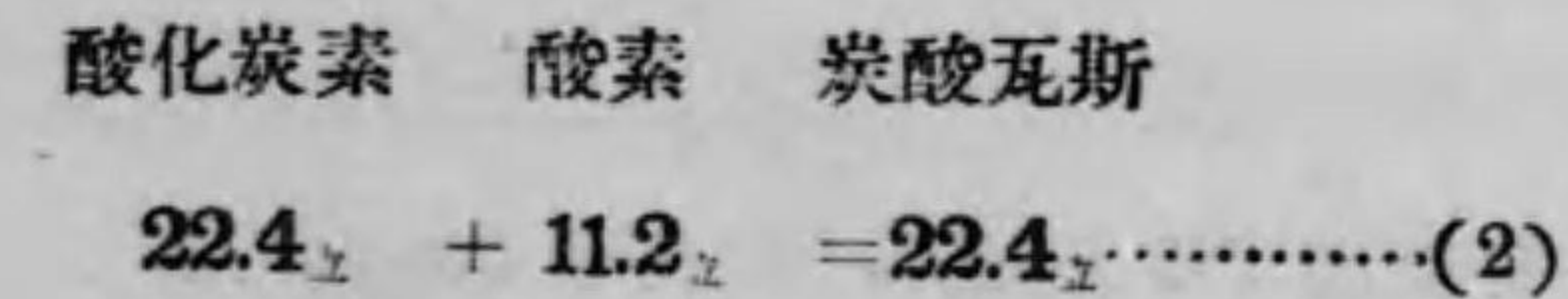
47. 酸化炭素の性質 酸化炭素は無味、無臭、無色の氣體である。點火すれば青色の焰を擧げて燃え、石灰水に通じても何等の反應が起らない。此酸化炭素は極めて有毒である。それ故、此瓦斯を呼吸すれば血液に還元作用を及ぼして中毒を起し死に至るのである。そうして空氣中に千分の一許りの酸化炭素を含む場合にも中毒を起すから、室内などで多人數が集まつて炭火を推す場合には往々中毒を起すことがあるから充分注意することが肝要である。

石炭瓦斯には約一割の酸化炭素を含み、水瓦斯にも多量の酸化炭素を含んで居るから、此等の瓦斯を取扱ふ際には充分の注意を拂はないと甚だ危険である。

48. 酸化炭素の組成 純粹の酸素一容中に炭素を燃焼すれば之と同容の炭酸瓦斯を生ずる、若し此時の状態が標準状態にて其容積が 22.4 立であつたならば消費したる炭素の重量は 12 瓦にて酸素の重量は 32 瓦である。今此事を式にて表はせば



又酸化炭素二容と酸素一容とを混じ、之に電氣の火花を通ずると化合して炭酸瓦斯を生ずる。



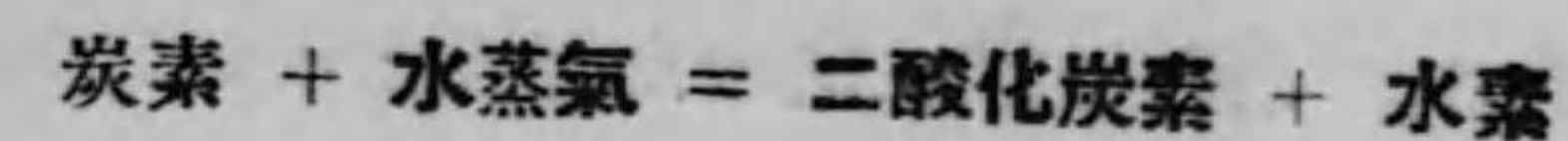
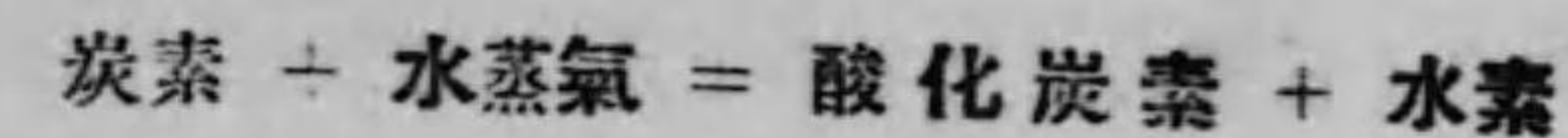
(2)の場合に生じたる、炭酸瓦斯より 11.2 立の酸素を化學的に引き去りたりと假想し、(1)の場合と併せて考ふれば 11.2 立の酸素にて 22.4 立の酸化炭素を生ずることとなる。但し此の如き化學的變化は容易に直接に實驗することは出来ないが、推定によりて酸化炭素を生ずる酸素の體積は炭酸瓦斯を生ずる酸素の體積の二分の一であることが分かる。即ち酸化炭素は炭素 12 瓦と酸素 16 瓦とから出來て居るのである。

## 練 習 問 題

1. 標準温度、一気圧に於て二十四立の酸化炭素を燃やすに要する酸素は幾立であるか。
2. 普通火鉢にて澤山の炭を燃やすとき、どんな化学的變化が起つて居るか。
3. 七輪などで炭火を起す場合に往々青色の炎の見ゆるは何故であるか。
4. 標準温度、一気圧の時の酸化炭素 22.4 立は 28 瓦であると云ふ、此時の一立は幾瓦あるか。
5. 酸化炭素と炭酸瓦斯との混合氣體あり、此二つを分別するには如何なる方法によるか。
6. 二酸化炭素と酸化炭素との異なる點を挙げよ。
7. 炭坑内などにて酸化炭素の存在することを知るには鼠、或はカナリヤ鳥を使用すると云ふ、如何なる理由であるか。

## 第 十 三 章 水 瓦 斯 (Water gas)

49. 水瓦斯 水瓦斯は氣體燃料の一種であつて、一酸化炭素と水素との混合物である。此氣體燃料なるものは焔の調節が容易であること、燃燒が完全に行はれる點とを特徴とする。水瓦斯を製造するには水蒸氣を灼熱したる炭素に通ずればよい。此時に起る化学變化は次の式に示す通りである。



第一の反應は温度の高い時に盛んに行はれ、第二の反應は主として温度低い時に行はれる。此等の反應は平常の温度にて進行するものでない。之を完全に進行せしむる方法に二種ある。第一法は先づ空氣を吹き入れて石炭を燃燒せしめ、高温度に達したる時に水蒸氣を送入し、温度下りて反應休止せんとする時に再び空氣を送入して其操作を繰り返すのである。此方法にては空氣を送りて加熱する際に生じたる二酸化炭素と窒素との混合物を、水蒸氣を通ずる場合に生じたる水瓦斯に混合せしめない装置を必要とする。第二法は水蒸氣と適量の空氣を混じたるものを炭素上に送りて必要なる温度を維持するのである。此方法は連續して行はるゝ爲に、其製造は簡單であるが稍多量の二酸化炭素と窒素とを混合して居るから純粹なる水瓦斯の様に高温度を生ずるこ

とは出来ない。酸化炭素は毒性ある爲に成るべく此成分を少くして水素を多くするが良い。此目的を達するには其製造を低温度に於て行はねばならぬ。

以上述べた水瓦斯は熱力、光力、共に弱い爲めに此熱力、光力を増加せしむる爲めに炭素を加へた増炭素水瓦斯 (Carburetted water gas) と云ふものがある、炭素を加へる方法は増炭素窯と云ふ高熱窯に普通の水瓦斯を導き、他よりは重油を噴霧状となして吹き込み水瓦斯と良く混ぜしめたものを更に過熱窯及精製器を通過せしむるのである。斯様にして出来た増炭素水瓦斯は還元作用を起さしむる場合、瓦斯發動機用、其他燈用等に使用せらるゝのである。

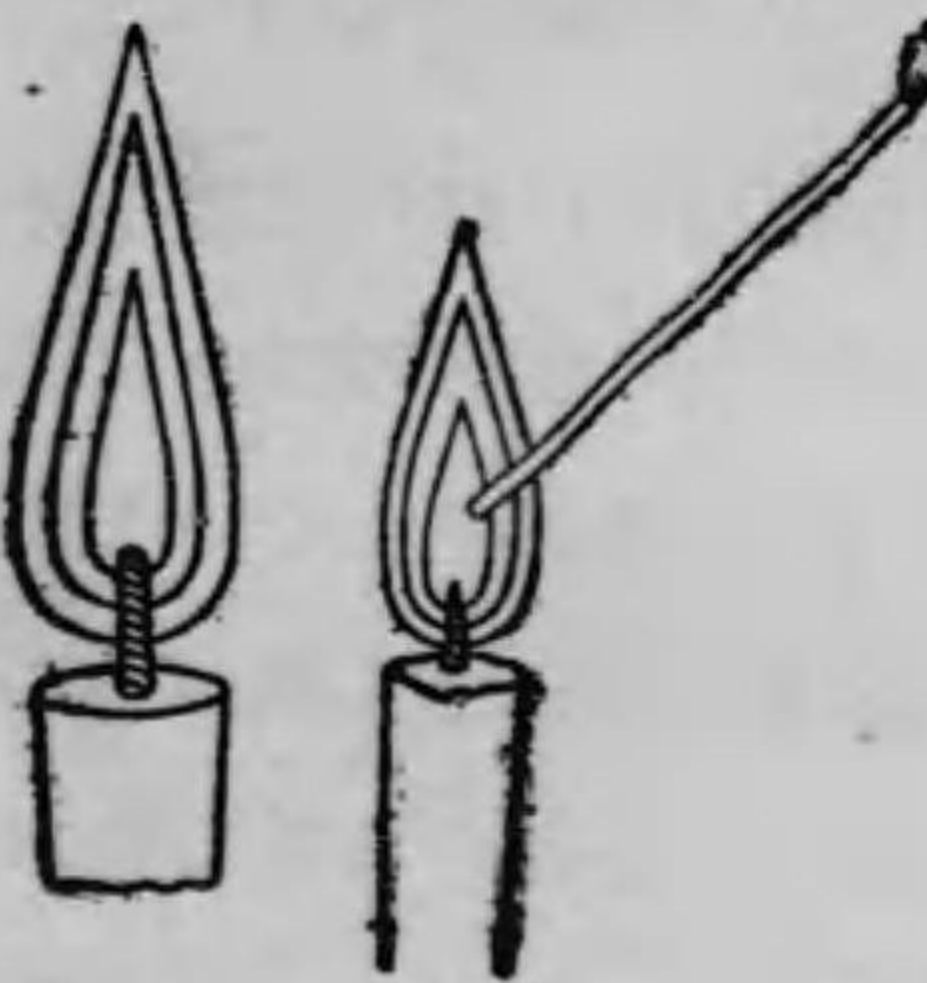
### 練 習 問 題

1. 水瓦斯は化合物なるか、混合物なるか。
2. 水瓦斯を取扱ふときに注意せざれば甚だ有害であると云ふ、何故であるか。
3. 増炭素水瓦斯は熱並に光の強さ大なるは何故であるか。
4. 普通の水瓦斯と増炭素水瓦斯との成分を比較せよ。

## 第十四章 焰 (Flame)

50. 焰の成生 一酸化炭素、水素、石炭瓦斯の如き氣體と石油、アルコール、などの液體と、そして硫黄、燐、の様な固體とは、燃焼の際に焰を發する。コークス、木炭及赤熱したる鐵片などは光を放つ程の高温度に達しても焰を發しない。斯様な事柄から考ふときは、液體、固體が燃ゆる際に、熱の爲めに其物が分解して氣體を生ずるか、或は融解して其物の蒸氣を發生して其等の氣體が燃えて焰を生ずるかである。それ故一般に焰は氣體が燃焼して生ずるものであると云ふてよい。

51. 焰の構造 焰は概して三つの部分より成り立つて居る。(1) 蠟燭が燃焼する時は、蠟は融解して毛細管引力に依り蠟燭の中心を昇り、熱の爲に分解して氣體に變じ、焰の中心となる之を焰心と稱する。焰心は空氣に觸れない所即未だ燃えて居ない部分であるから之を管で他に導いて點火すれば良く燃焼する。(2) 焰心を圍める光輝ある部分を内焰又は還元焰と稱する。此部分は空氣の供給不十分である爲めに完全に燃えない所である。比較的光輝の強いのは焰心より分解して生じた炭素の微粒が熱せられて光を放つからである。

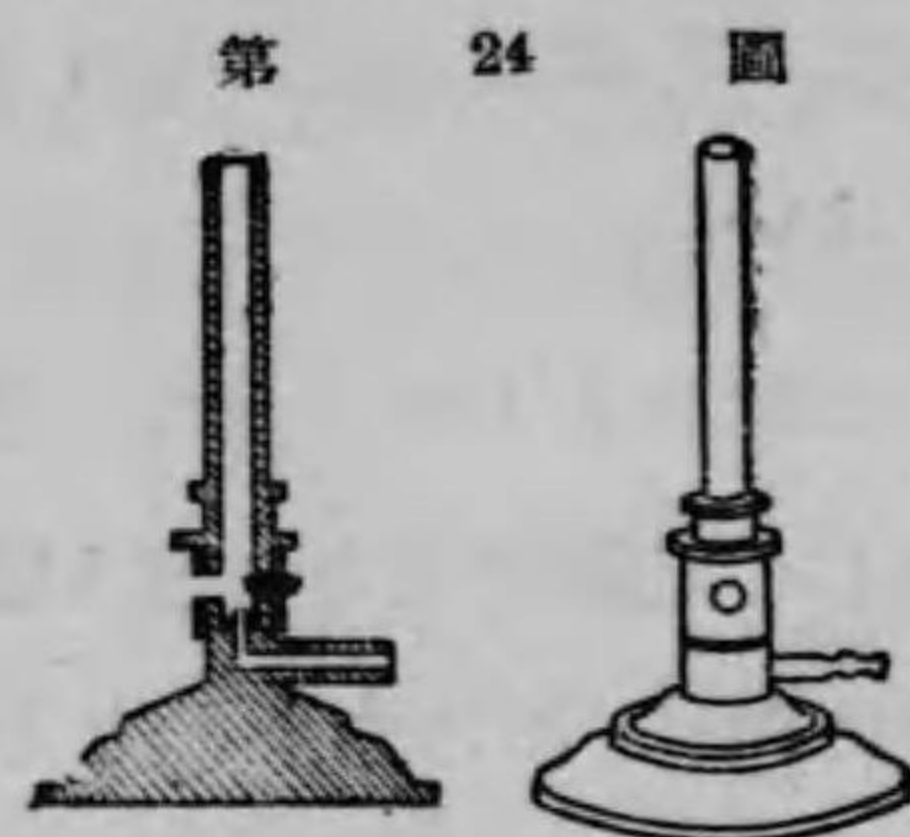


第 23 圖 第 23 圖

い部分であるから之を管で他に導いて點火すれば良く燃焼する。(2) 焰心を圍める光輝ある部分を内焰又は還元焰と稱する。此部分は空氣の供給不十分である爲めに完全に燃えない所である。比較的光輝の強いのは焰心より分解して生じた炭素の微粒が熱せられて光を放つからである。

る。試みに白紙を以て手早く蔽ふならば黒き煤が此紙に附着する。(3)還元焰の周囲は弱き青色の光で圍まれて居る、これが外焰或は酸化焰と云はるゝ部分である。空氣の供給が充分である爲に燃焼は完全に行はれて温度は最も高い。以上三部分の温度の高低を見るには、白金線を焰中に入れて水平に保ち、其光輝の強弱により温度の相違が分る。

**52. プンゼン燈** 還元焰、酸化焰を随意に得んとするにはブンゼン燈を用ふるが良い。ブンゼン燈は圖の様に中央の所



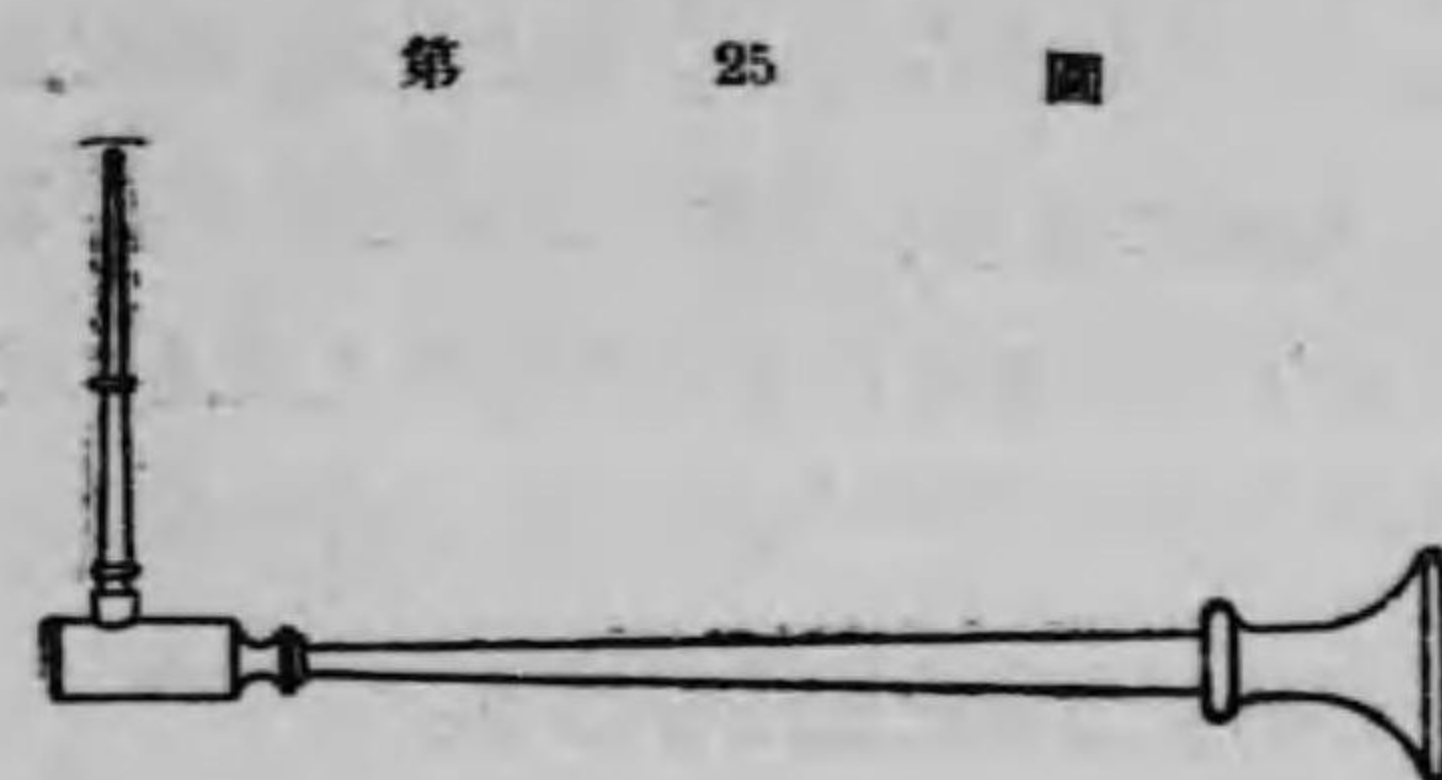
が二重の管になつて居て之に共通の孔がある。導管で之に瓦斯を送り込み外側の管を廻はし其孔を塞ぎて點火すれば、光輝の強い還元焰を生ず。若し又外側の管を廻はして孔を開けば、空氣が此孔から入り込んで瓦斯を良く燃焼せしむる爲めに温度の高い無色焰即ち酸化焰を生ずる。

**53. 焰の明るさ** 前項で説明した様に、焰の温度の高いもの必ずしも光輝の強いものとは限らぬ。又光輝の強いもの必ずしも温度の高いものでもない。例へば水素が燃える時は其光輝は極めて微弱であるに係はず、融點高き白金をも融かすことが出来る。焰をして光輝を強からしめんには焰中に固形體の存在が必要である。現今盛んに使用せらるゝ瓦斯マントルは此

由に基くものである。又温度高き酸水素焰中に石灰即ち酸化カルシウムを入れると、強熱されて烈光を放つ。燭火などの光輝は遊離したる炭素が熱せられるためである。

瓦斯マントルは硝酸セリウムと硝酸トリウムとの混合液に植物性纖維又は動物性纖維を浸して製造するものである。最初燃焼せしむる際、變化して酸化セリウム、酸化トリウムとなり此等の發光能に富む固體が強き光を放つのである。

**54. 吹管焰 (blow-pipe flame)** 吹管焰は圖に示す様に吹管を瓦斯の焰或は、



酒精燈の焰を吹き付けて出来たものである。吹管の先端を焰の中に入れて吹けば酸化焰となり。焰の外より吹けば還元焰

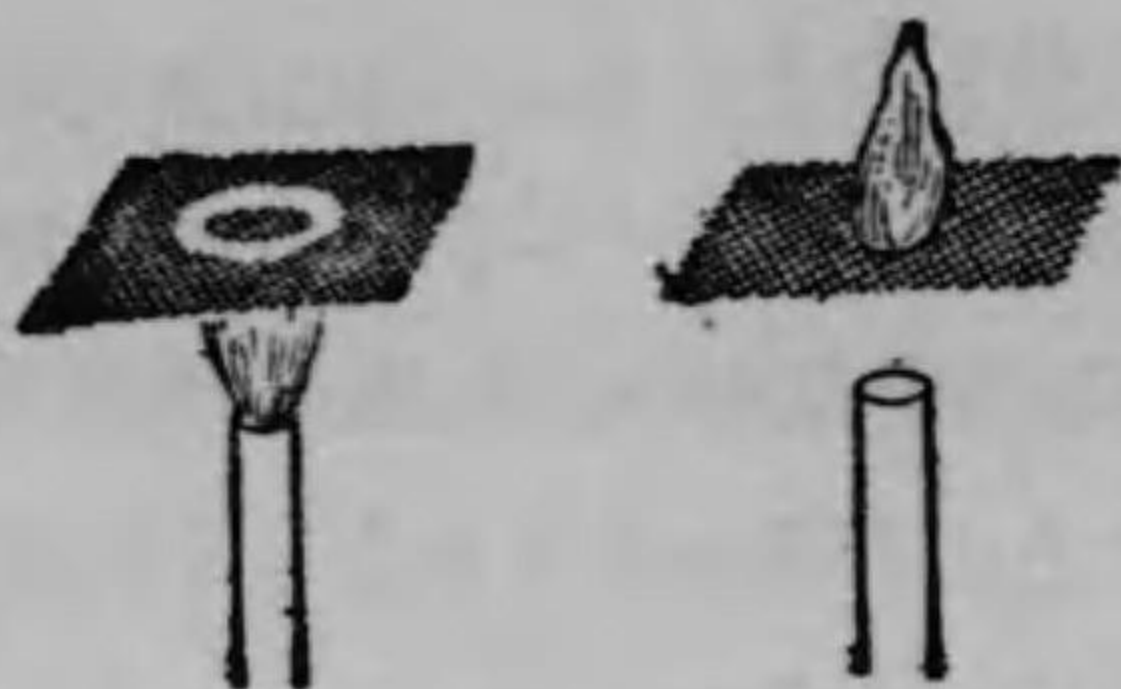


となる。吹管焰は分析のとき金屬の酸化を行ひ、或は酸化物の還元をなし、又鑛石類の分析にも必要のものである。

**55. 發火點** 磷は少し熱した硝子棒に觸れても發火するが、瓦斯は炭火にては點火することが出来ない。斯様な譯で、總て燃える物

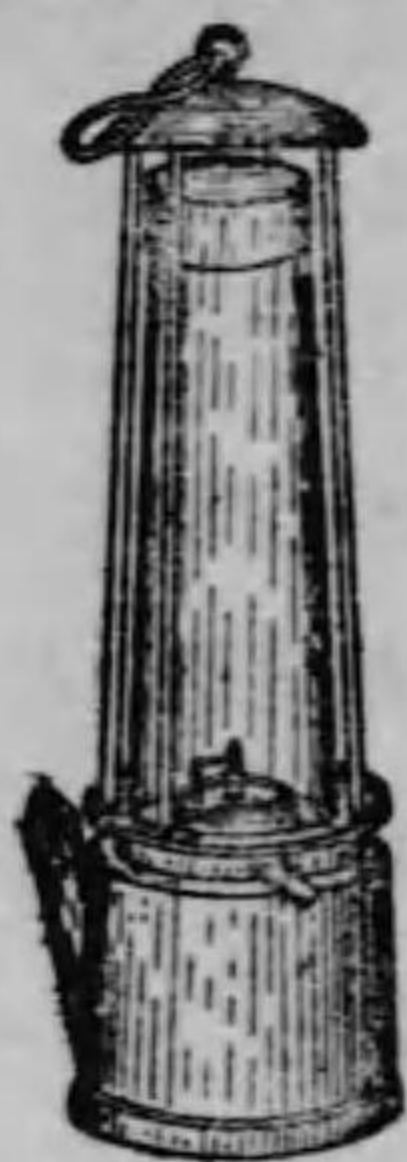
質は酸素の供給が如何に多くとも、或る一定の温度に達しなければ

第 27 圖



ば燃焼しないものである。此燃焼を始むる温度を發火點と云ふ。今金網で焰を蓋へば、網の下側は燃えて居るに係はず、網の上側は燃えない。又瓦斯の出口に金網を置いて點火し金

第 28 圖



網を少し上げると、此度は金網の上側にては、燃えるも下側には火が移らない。是は金網が熱を他に導いて發火點に達せしめないからである。石炭坑内にて用ふる安全燈は此理を應用したものである。

次に二三の物質の發火點を示さう。

黄磷 69°      硫黃 260°

木炭 約500°

問 (1) 煉瓦塀と板塀とは何故に防火の效を異にするか。

問 (2) 炭火を吹けば盛んに燃えるも、燭火を吹けば消ゆるのは何故であらうか。

## 第十五章 諸 定 律

### 56. 定比例の定律 (law of definite proportion)

酸素 16 瓦と水素 2 瓦とが化合して 18 瓦の水が出来る。12 瓦の炭素は 32 瓦の酸素と化合して 44 瓦の炭酸瓦斯を生ずる。と云ふことは、既に述べてあるが此等のものが化合する際に若しも孰れかの量が其割合より過剰であれば (例へば酸素 20 瓦、水素 2 瓦の様に) 全部は化合しないで、一定の割合より多い部分は必ず残つて居る。即ち

多くの物質が化合する時は化合する物質相互の量の比も一定であり。又化合する物質と生成した物質との量の比も一定である。

斯様に、一定の比で化合するものであると云ふ事を定比例の定律と稱する。

問 (1) 水素 5 瓦と酸素 25 瓦とを化合せしむるとき全部が化合するか。又何れの氣體が幾何残るであらうか。

問 (2) 百三十二瓦の炭酸瓦斯の中にはどれだけの酸素が含まれて居るか。

### 57. 倍数比例の定律 (law of multiple proportion)

一酸化炭素と二酸化炭素との重量組織を比較すれば

	炭素	酸素
一酸化炭酸	12	16
二酸化炭酸	12	32

此二種の化合物は共に炭素と酸素とより成り、其割合は炭素の同一量 12 と化合する、酸素の量は 16:32 即ち 1:2 の比を爲して居る。反對に酸素の同一量 32 と化合する炭素の量 24 と 12 とを比較しても 2:1 の結果に達する。此の様に、同一の元素から二種以上の化合物が出来るときは何時でも次の事が云へる。

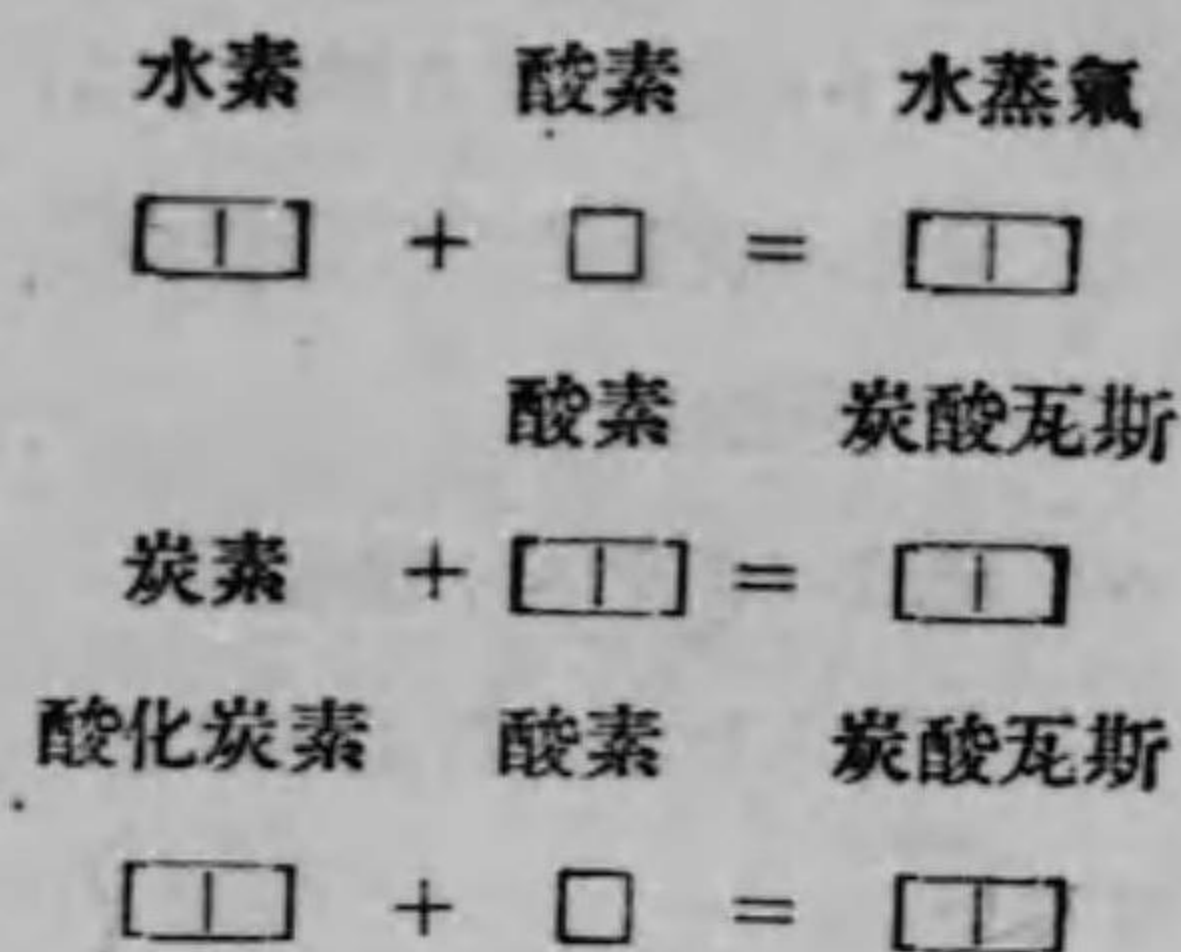
甲乙二種の元素が化合して二種以上の化合物を作る時は、甲元素の同一量と化合する乙元素の諸量は、互に簡單なる整数の比例を爲して居る。

此ことが倍数比例の定律である。

問 次の化合物に就て倍数比例の定律を説明せよ。

無水亞硫酸	硫黄 50%	酸素 50%
無水硫酸	硫黄 40%	酸素 60%

**58. 氣體反應の定律 (law of gaseous reaction)** 百度以上に於て水素二體積と酸素一體積とが化合して水蒸氣の二體積が出来る。一酸化炭素二體積と酸素一體積と化合して炭酸瓦斯の二體積を作る。又炭素は酸素中に燃焼して酸素と同體積の炭酸瓦斯となる。此の如く化學變化に氣體が關係する時の氣體の體積は簡單なる整数比である。



氣體の化學反應に與かる時は、其體積の割合は簡單なる整数の比を爲して居る。此事を氣體反應の定律と云ふ。

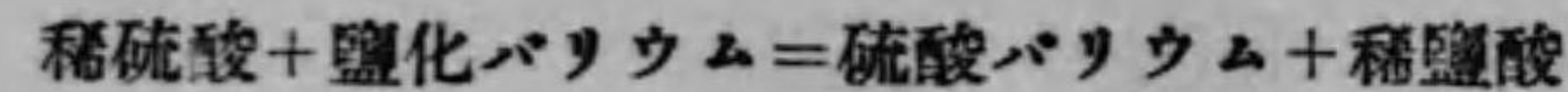
**59. 質量不變の定律 (law of constancy of mass)** 二種以上の物質の間に化學變化が起る時は、反應に與かる物質の質量の總和は化學變化の前後に於て不變である。

日常吾人の周圍に起る種々の化學變化を見るに、植物は成長して質量を増し、蠟燭は燃えて質量を減ずる様に思はるるも仔細に觀察するならば、植物には肥料、水などの吸収があり又空氣中の同化作用がある。蠟燭の燃焼は空氣中の酸素が其反應に與かりて炭酸瓦斯と水蒸氣と灰とを生じて居る。斯様に植物は質量が増すと同時に他方には肥料、水分などの減少があり、蠟燭は其質量が減ずるも一方には炭酸瓦斯や水蒸氣が出来て居る即ち質量の總和には増減がない、斯様な理由で化學變化の爲めには決して質量は増減しない。

尙簡單なる實驗に依りて之を證明しやう。一の試験管に稀硫



酸を入れ、他の試験管に鹽化バリウムの透明なる溶液を入れて、別々に之を秤量して後、一方の試験管の液を他の試験管内に注入すれば直ちに白濁を生ずる。此化學變化は



此變化後に二個の試験管と生成物とを共に秤量すれば、實驗前の全質量と少しも異なる所はない。

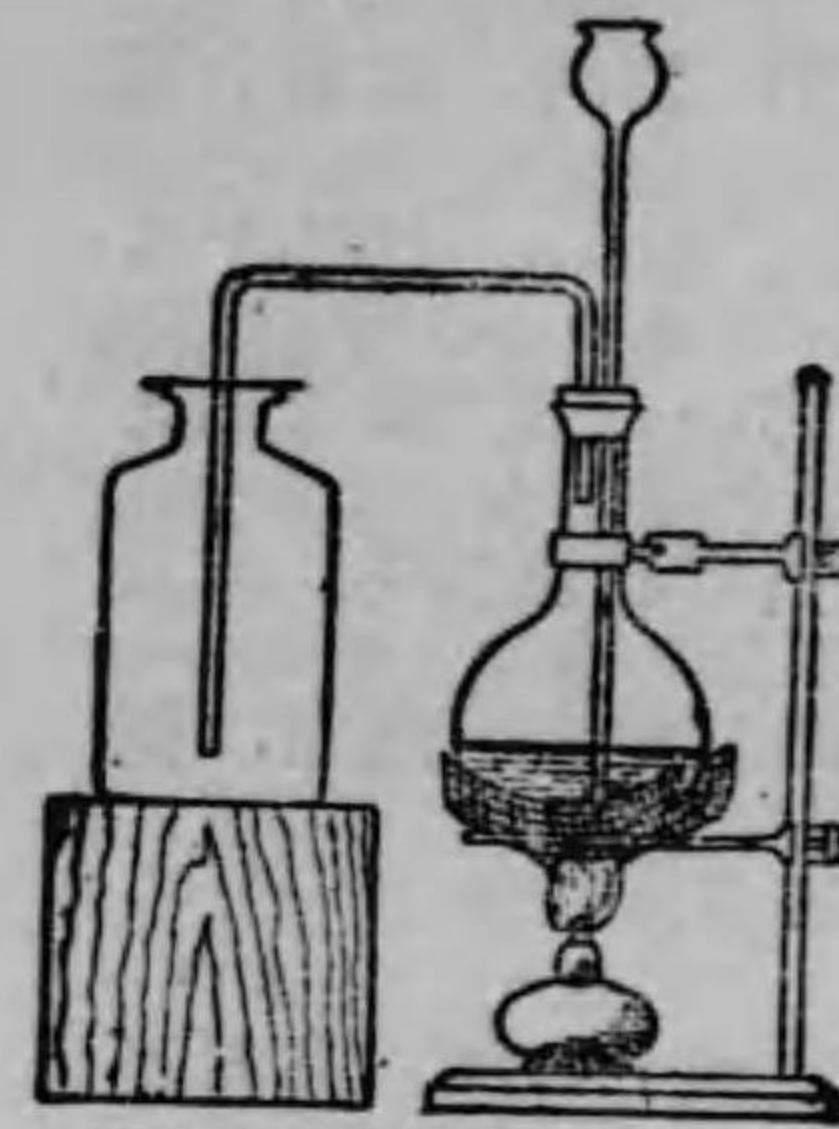
### 練 習 問 題

1. 平常目撃する化學變化に就き質量不變の例を示せ。
2. 木炭、石炭などを燃焼せしむる時、空氣を良く送れば強く燃焼し、空氣の供給不十分なれば燃え惡しき事を定比例の定律によりて説明せよ。
3. 種油は平たき皿に入れ燈心にて燈すことを得れども、石油は同様にして燈すこと能はざるは何故なるか。
4. 硫酸 98 瓦に充分の鹽化バリウムを作用せしむれば 233.4 瓦の硫酸バリウムを沈澱すると云ふ、今 50 立方寸の稀硫酸に充分の鹽化バリウムを加へたるに 2.45 瓦の硫酸バリウムの沈澱を得たりと云ふ、此稀硫酸中にある硫酸の重さ幾瓦なるか。

## 第 十 六 章 鹽 素 (Chlorine)

60. 鹽素の所在 鹽素は游離の状態にては存在しないて、化合物となつて自然界に存在する。殊に海水中にはナトリウムと化合して食鹽となつて居るから其量は推して知ることが出来よう。

第 29 圖



61. 鹽素の製法 此製法には三種ある。其一つは鹽酸に二酸化マンガンを加へて熱する。其二は食鹽に二酸化マンガンを混じ、之に濃硫酸を加へて熱するのであつて。其三は鹽化物の水溶液又は融液に電流を通ずれば、其陽極から鹽素を發生する。

62. 鹽素の性質及び用途 鹽素は帶黄綠色の氣體であつて、刺戟性の臭氣を有し、之を吸入すれば咽喉を害する。空氣よりは 2.5 倍重い、夫れ故製法の時には下方置換によつて、之を捕集する。此氣體に壓力を加ふれば、容易に液體となすことが出来る。攝氏零度に於ては 3.7 氣壓で液體となり。常溫(攝氏 15 度)にては 16.5 氣壓を要する。水には溶解易く、普通の狀況では一立の水は殆んど三立の鹽素を吸収す、此溶液は鹽素の性質を具備し、鹽素水と名け、化學上及び醫藥に使用せられる。鹽素は他の諸物質と化合する力強く。殊に磷、砒素、アンチモン、等

は此氣中にて燃焼し、水素との混合氣は日光によりても烈しく爆發して化合する。充分乾燥せる鹽素は、乾燥せる物質に對しては、漂白作用がないが、濕りある場合には、植物性の色素を漂白する。若しも草花を鹽素氣中に置いたならば、暫時にして褪色するを見るであらう。是鹽素は水素と化合する力の強い爲めに、水を分解して、其水素と化合し鹽化水素となり、同時に酸素を遊離する、此遊離した酸素が色素を酸化する爲である。けれども墨にて書いたものは變化しないが、インキで書いた文字は消える。鹽素の漂白作用は強烈であるから、動物質の纖維即ち、毛及び絹絲等には適用出来ないが、植物性の纖維即ち綿布、麻布、紙の原料たるパルプの漂白には盛んに使用せらるる。

鹽素は毒性ある氣體である。此故に運搬貯藏上には、甚だ不便であるから、之を消石灰の粉末に吸収せしめて實用に供する。普通漂白粉と云ふて居るものは、此石灰に吸収せしめたものである。

問 鹽素の漂白作用は、還元作用であるか、酸化作用であるか。

## 第十七章 鹽化水素 (Hydrogen chloride)

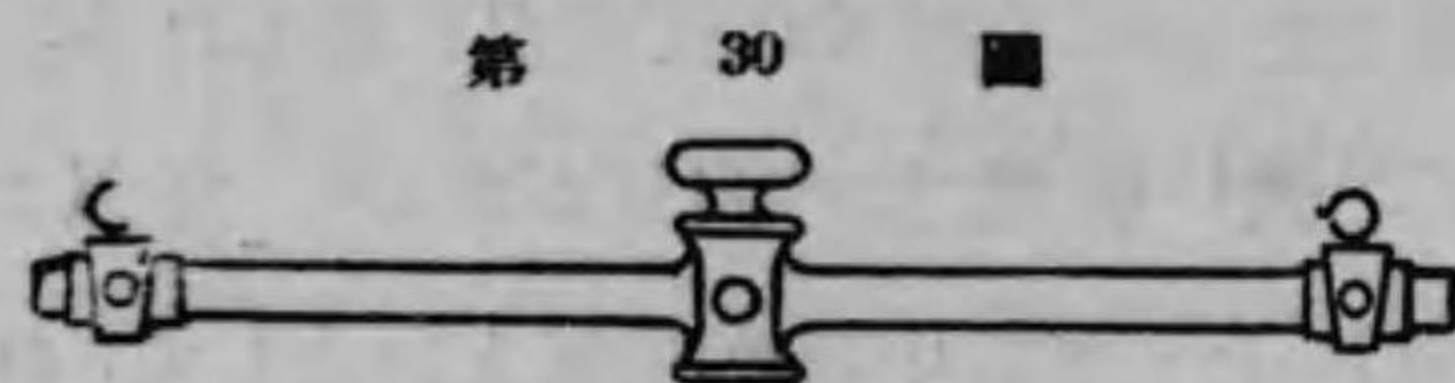
63. 製法と性質 鹽化水素は鹽素と水素との化合物で、之を製するには、食鹽に硫酸を加へて熱すれば容易に得られる。

鹽化水素は無色の氣體で、強い刺戟性の臭氣がある。空氣よりは 1.27 倍重い。又空氣に逢へば其中的水蒸氣と結合して、白煙を生ずる。水には極めて溶解易く、水は其體積の約 450 倍を吸収する、此溶液が鹽酸 (hydro chloric acid) であつて、青色リトマス、赤變せしむる性質がある。斯様にリトマス、赤變せしむる様な作用を、酸性反應 (acid reaction) と稱し、此性質あるものを、一般に酸 (acid) と云ふて居る。鹽酸は最も強き酸の一つであつて、日本藥局法の鹽酸は 30% の鹽化水素を含んで居る。鹽酸は、亞鉛、鐵、マグネシウム、等の金屬を溶解して、水素を發生し、此等の金屬の鹽化物を作る。

64. 鹽酸の用途と鑑識 用途は、鹽素の製造、染料製造、染色術、其他工業上種々なる方面に用ひらる。

鑑識は、硝酸銀の溶液を加へて、乳白色の沈澱を生ずるか、否やによりて知るのである。此沈澱物は、アムモニヤ水に溶解する。此溶解したる液に更に硝酸の稍多量を加ふると、再び沈澱が現はれる。此反應は、獨り鹽酸に限らないのであつて、鹽化物の水溶液であれば、何れでも此反應を呈するから、此硝酸銀の鑑識法は一般に鹽化物の鑑識法である。

65. 鹽化水素の組成 圖に示す様な、中央に括栓を備ふる、玻璃長管の兩端に栓を有するもの、一半には鹽素を入れ、他の一半には水素を入れたる後、暗き所で中央の括栓を開きて暫



く放置すれば、兩氣體は良く混合する。之を間接光の所へ出せば、

徐々に化合して、鹽化水素となる。此化合した後に管内の色を見るに、鹽素固有の黄綠色は消え失せて居る。此事より鹽素全部が化合したと云ふ事が判かる。次に此管を水銀槽中に立て、下方の栓を開くに、水銀は少しも管中に昇らなければ、又管内の氣體が外部にも逸出しない。此事實は化合して出來た氣體の體積が最初入れた兩氣體の體積の和に等しき事を示すのである。次に下方の栓を閉ぢて取り出し、水中にて、同じ實驗をなすに、水は瞬時に上昇して管中に充つる。是れは水素も全部化合して残りのない事を示す、即ち鹽素一容と、水素一容とが化合して、鹽化水素二容を生じた事が判かる。

問 飲料水の中に、食鹽を含むか、含まないかを知るには、如何すれば良いか。

## 第十八章 分子、原子説

(Atomic molecular Hypothesis)

66. 分子、原子説 希臘時代に於ては、物質は際限なく分割し得るものと考へて居たのである。彼の有名なるアリストートル氏でさへも此説を維持したる爲め、永く一般の人の信ずる所であつたが。西暦 1774 年ブリーストロー氏によつて酸素は發見せられ。又ラボジエ氏に依つて燃焼の化學的説明があつて、茲に定比例の定律は確實に事實上に現はれ、想像的のものではない事となつた。それで此等の現象を説明するには、物質を際限なく、分割し得るものとすれば、説明の方法がない。茲に於て實際の事實を充分説明し得らるゝ様に考へられたる假定を、分子原子説と云ふ。分子説なる假定は、物質を次第に細分すれば或る限度に達し、其性質の變らない範圍では、更に分割することは出來ないと、云ふのであつて、此極限の微粒子を分子 (molecule) と名づけられた。それで逆に考へるならば、總ての物質は、皆分子の集りであると云へる。即ち酸素は酸素分子の集りて、水は水の分子の集りてあり、又鐵は鐵の分子の集りてある。次に考へる事は、水の電氣分解だの、酸化銅の還元だの、と云ふ化學變化であるが、此は水が物理的に分子に分れるのではなくて、水の分子が化學的に分れると考へなければならぬ。即ち分子も化學

變化すれば、更に分れる物である。此分子の分割されたものを原子 (Atom) と稱する。但し単體の分子は同質の原子に分れ、化合物の分子は異なりたる原子に分れる。伊人アボガドロ氏は、總ての氣體の分子の數に就て、同溫度、同壓力、に於ける同體積中に含まるゝ分子の數は同數であるとの假定を設けた。此假定に依ると、種々の事實を説明し得て少しも矛盾がない。近來は分子の數の確からしさを數字を以て表はさるゝに至つた。種々の事實を基礎としたる研究に依れば、標準狀態の氣體 22.4 立の中に含まるゝ分子の數は  $2.47 \times 10^{23}$  と  $3.14 \times 10^{23}$  との間にあることが判つた。分子の大きさも學者の計算によりて示されてあるが、譬喩に依りて、説明すると、一滴の水を地球の大きさに擴大すると、其分子の大きさも従つて擴大され、其時の分子の大きさは、小銃の彈丸よりは大きくて、普通のボールより小である。

## 第十九章 分子量 (Molecular weight) 及 原子量 (Atomic weight)

**67. 分子量** 分子量は前章に述べたる、各物質の分子固有の重量と云ふ意義を持つて居たが。今日では次の様に定義して居る。

同溫度、同壓力、同體積に於ける氣體の酸素に對する比重を三十二倍したるものを分子量と云ふ。

水素は諸氣體中最も輕きものである爲めに、以前は水素に對する比重を取つたが、便宜上前述の様に改められた。上の定義はアボガドロの假定を用ふれば、分子固有の比重を表はすことになつて居る。

**68. 瓦分子** 物質の一分子量を、瓦單位にて表はしたものを、其物質の一モル (Mol) 又は一瓦分子 (gramme molecule) と稱する。例へば酸素の一モルは 32 瓦であつて、酸化炭素の一モルは 28 瓦で、二酸化炭素の一モルは 44 瓦で表はす。又酸素の  $\frac{1}{2}$  モルは 16 瓦で、酸化炭素の  $\frac{1}{2}$  モルは 7 瓦、二酸化炭素の  $\frac{1}{3}$  モルは 132 瓦を以て表はさる。

今或る氣體の標準狀態に於ての一立の重さを  $a$  瓦とすれば、酸素一立の重量は 1.43 瓦であるから、分子量の定義に従へば、次の様な關係がある。

$$\frac{a}{1.43} \times 32 = 22.4 a$$

此式の意味は、氣體の状態である單體、若くは化合物の分子量は、標準状態に於ける、22.4 立の重さを表はす瓦數である、と云ふこととなる。

問 (1) 窒素及二酸化炭素の一立の重量は、夫々 1.251 瓦、及 1.964 瓦である。窒素と二酸化炭素との分子量を求めよ。

問 (2) 鹽素と酸化炭素との分子量は、夫々 71 と 28 である。各々の一立の重さは幾何であらうか。

問 (3) 壓力一氣壓で、溫度が 27° の時の酸素 10 瓦の體積は幾何であるか。

69. 原子量 原子量の元來の意義は、原子の比較的の質量と云ふ意味であつたが、現今は次の様に定義をして居る。

或る元素の原子量とは、其元素を含む多くの物質の一分子量中にある其元素の諸量の最大公約數である。

次の表は、酸素を含む多くの物質の一分子量を、其組成分に、分けたものである。

物 質	分子量	一分子量の組成分		
		酸 素	水 素	炭 素
酸 素	32.00	32.00	--	--
オ ゾ ン	48.00	48.00	--	--
水 素	2.016	--	2.016	--
水	18.016	16.00	2.016	--
酸 化 炭 素	28.00	16.00	--	12.00
二 酸 化 炭 素	44.00	32.00	--	12.00

此表で分かる様に、酸素を含む、種々の物質の一分子量中に含まるゝ諸量の最大公約數は 16 であるから、酸素の原子量は 16 となる。

### 練 習 問 題

1. 酸素 8 瓦は幾瓦分子なるか。
2. 硫酸の分子量は 98 である、硫酸 2.45 瓦は幾モルであるか。
3. 鹽素 2.5 立の重量は 7.917 瓦なりといふ。其分子量は幾何であるか。
4. 鹽素の五分の一モルは幾瓦あるか。
5. 水素 22.4 立の重さは 2.02 瓦なり、水素 1 立の重さは幾瓦なるか。
6. 上に得たる鹽素、水素の各 1 立の重さと鹽化水素の組成とより、鹽化水素 1 立は幾瓦なるか、又鹽化水素の一モルは幾瓦なるか。

## 第二十章 化學記號 (Chemical Notation)

70. 元素の符號 (chemical symbols) 原子及び其一原子量を表はすには、夫々文字及び數字を用ふる。普通に元素の「ラテン」語の頭字を記すのである。次の例を見れば、他は推して知る事が出来やう。

水	素	Hydrogenium	H
酸	素	Oxygenium	O
窒	素	Nitrogenium	N

同一の頭字を有する元素名二つ以上ある時は、之に他の一字を附加して相互に區別をする。例へば

炭	素	Carboneum	C
鹽	素	Chlorum	Cl
カルシウム		Calcium	Ca
銅		Cuprum	Cu

次の表は、諸元素の符號と、其の原子量を示したるものであつて、特に元素の右の肩に、\*を付したるものは、電氣工業上に關係を有するものである。

萬 國 原 子 量 表 (0-16)

元 素 名		元素符號	原子量	元 素 名		元素符號	原子量
邦 語	英 語			邦 語	英 語		
銀*	Silver (Argentum)	Ag	107.88	沃 素	Iodine	I	126.92
アルミニウム	Aluminium	Al	27.1	インヂウム	Indium	In	114.8
アルゴン	Argon	Ar	39.88	イリヂウム	Iridium	Ir	193.1
砒 素	Arsenic	As	74.6	カリウム*	Potassium (Kalium)	K	39.10
金*	Gold (Aurum)	Au	197.2	クリプトン	Krypton (Krypton)	Kr	82.92
硼 素	Boron	B	11.1	ランタン	Lanthanum	La	139.00
バリウム	Barium	Ba	137.37	リチウム	Lithium	Li	6.94
ベリリウム	Beryllium	Be	9.1	ルテシウム	Lutecium	Lu	174.00
蒼 鉛*	Bismuth	Bi	208.0	マグネシウム*	Magnesium	Mg	24.32
臭 素	Bromine	Br	79.92	マンガン	Manganese	Mn	54.93
炭 素*	Carbon	C	12.00	モリブデン	Molybdenum	Mo	96.0
カルシウム	Calcium	Ca	40.09	窒 素	Nitrogen	N	14.01
カドミウム*	Cadmium	Cd	112.40	ナトリウム	Sodium (Natrium)	Na	23.00
鹽 素	Chlorine	Cl	35.46	ニオブウム	Niobium	Nb	93.5
コバルト	Cobalt	Co	58.97	ネオヂミウム	Neydymium	Nd	144.3
クロム*	Chromium	Cr	52.00	ネオン*	Neon	Ne	20.2
セシウム	Caesium	Cs	132.81	ニッケル*	Nickel	Ni	58.68
銅*	Copper (Cuprum)	Cu	63.57	酸 素	Oxygen	O	16.00
ダスプロシウム	Dysprosium	Dy	162.5	オスミウム	Osmium	Os	190.9
エルビウム	Erbium	Er	167.4	磷*	Phosphorus	P	31.04
ユーロピウム	Europium	Eu	152.0	鉛*	Lead (Plumbum)	Pb	207.10
弗 素	Fluorine	F	19.0	パラジウム	Palladium	Pd	106.7
鐵*	Iron (Ferrum)	Fe	55.85	プラセオヂミウム	Praseodymium	Pr	140.6
ガリウム	Gallium	Ga	69.9	白金*	Platinum	Pt	195.2
ガドリニウム	Gadolinium	Gd	157.3	ラジウム	Radium	Ra	226.4
ゲルマニウム	Germanium	Ge	72.5	ルビヂウム	Rubidium	Rb	85.45
水 素	Hydrogen	H	1.008	ロヂウム	Rhodium	Rh	102.9
ヘリウム	Helium	He	3.99	ルテニウム	Ruthenium	Ru	101.70
水 銀	Mercury (Hydrargyrum)	Hg	200.00	硫 黄	Sulphur	S	32.07

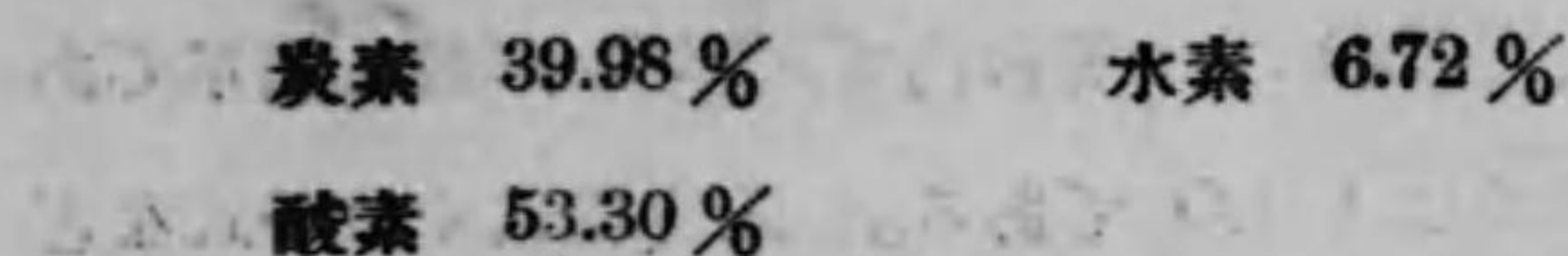
元 素 名		元素 符號	原子量	原 素 名		元素 符號	原子量
邦 語	英 語			邦 語	英 語		
アムチモン	Antimony (Stibium)	Sb	120.20	チ タ ン	Titanium	Ti	48.10
スカンヂウム	Scandium	Sc	44.10	タリウム	Thalium	Tl	204.00
セレン	Selenium	Se	79.20	ツリウム	Thulium	Tu	168.50
硅 素	Silicon	Si	28.20	ウラン	Uranium	U	238.50
サマリウム	Samarium	Sm	150.40	バナヂン	Vanadium	V	51.06
錫	Tin (Stannum)	Sn	119.20	ウオルフラム	Tungsten (Wolfram)	W	184.00
ストロンチウム	Strontium	Sr	87.63	クセノン	Xenon	Xe	130.26
タンタル	Tantalum	Ta	181.00	イトリウム	Yttrium	Y	89.00
テルビウム	Terbium	Tb	159.20	イテルビウム	Ytterbium	Yb	172.0
テルル	Tellurium	Te	127.50	亜 鉛	Zinc	Zn	65.37
トリウム	Thorium	Th	232.40	ジルコニウム	Zirconium	Zr	90.60

**71. 分子式 (molecular formula)** 物質の一分子量を、表はす記號を、分子式と稱する。後に述ぶる様に、酸素、及び水素の一分子は二原子より成つて居るから、其分子式は  $O_2$ 、或は  $H_2$  と記す。「オゾン」は、其一分子は、酸素原子三つから出来て居るから、分子式は  $O_3$  である。次に化合物の一分子は、異なる原子から、構成されて居る爲めに、其成分の記號を並べて、其原子の數を表はす數字は、前の單體の場合と同様に記號の右下に附記することになつて居る。例へば



**72. 分子式の作り方** 分子式を作るには、其物質の百

分組成に依らねばならぬ。例へば醋酸と稱する物質の百分率は、分析の結果、次の様な値である。



今此等の數を、夫々其元素の原子量で除すれば、各原子の數の割合が得られる。

$$C \dots \frac{39.98}{12.00} = 3.33 \quad H \dots \frac{6.72}{1.008} = 6.66$$

$$O \dots \frac{53.36}{16.00} = 3.33$$

即ち其割合は  $C:H:O=3.33:6.66:3.33=1:2:1$

故に醋酸の分子式は、 $CH_2O$  か  $C_2H_4O_2$  か  $C_3H_6O_3$  か……の内何れかである。然るに  $CH_2O$  は  $12.00+1.008 \times 2+16.00=30.016$  であつて、醋酸の分子量は、測定の結果 60.032 であるから、 $CH_2O$  の二倍に相當して居る。夫れ故醋酸の分子式は  $C_2H_4O_2$  である。

逆に分子式が知れて居れば、其分子式より、分子量を計算で求めることが出来る。例へば、二酸化炭素の分子式  $CO_2$  より分子量を計算するに、Cは12、Oは16であるから  $CO_2$  は  $12+16 \times 2=44$  即ち求むる分子量は 44 である。

**73. 實驗式 (empirical formula)** 前に述べた様に分子式を求むるには分子量が知れなければ、駄目である。夫れ故分子量の知れない物質は、其百分組成より求めた、最も簡單なる式

を以て、分子式の様に物質を表示する。此様な式を實驗式と云ふて居る。例へば、前の醋酸に就て説明すれば、百分組成を表はす式  $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ , ... 等の内て  $\text{CH}_2\text{O}$  が最も簡單であるから、醋酸の實驗式は  $\text{CH}_2\text{O}$  である。此實驗式や分子式などを總稱して化學式と呼んで居る。

問 (1) 次の百分組成を有する物質の實驗式を求む。

(イ) 窒素 82.25 水素 17.75

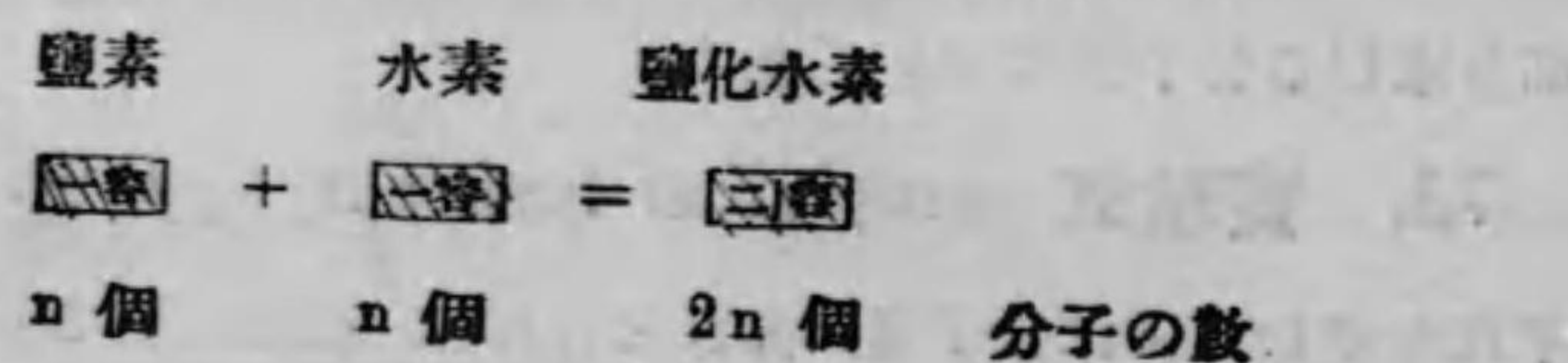
(ロ) 窒素 9.09 酸素 20.77 銀 70.14

問 (2) 一物質を分析して、炭素 92.25, 水素 7.75, と云ふ百分組成を得、又其分子量は約 78 である。此物質の分子式を求む。

問 (3) 次の分子式を有する氣體の、百分組成及び一立の重量を求む。

$\text{CO}_2$      $\text{HCl}$      $\text{CH}_4$

**74. 氣狀單體の分子** アボガドロ氏の假定に依れば、同温度、同壓力、に於て同體積の氣體は同數の分子を含む。と云ふのであるから、今之を氣體反應の場合に適用すれば



上の關係に於て、鹽化水素の一分子は、少くも鹽素と水素との

各一原子宛て構成されて居るから、鹽化水素の分子  $2n$  個の中には鹽素と水素との原子の數は各  $2n$  個宛てなくてはならぬ。即ち左邊の鹽素水素の單體の中に各  $2n$  個の原子を含む事となり、從て鹽素、水素の一分子は二原子から出來て居る事となる。斯様な方法を他の氣狀單體に就て、適用するに多くの氣狀單體の一分子は、二原子から出來て居るのである。尤も例外のものもあるのは勿論である。

**75. 原子價** 原子價は、各元素の化合の能力を表はすものであつて、水素一原子量(一原子)との化合能を以て標準とする。そこで或る元素の原子價は如何して知るかと云ふに、それは化學式(分子式、實驗式)に依るのであつて、其元素の一原子量が、水素の幾原子量と化合して居るかを見ればよいのである。が若しも水素と化合しない元素の原子價は、其元素と、原子價の知れたる元素との化合の分子式に依つて、之を知る。例へば、鹽化水素( $\text{HCl}$ )、水( $\text{H}_2\text{O}$ )、アンモニア( $\text{NH}_3$ )、の分子式を見るに、鹽素( $\text{Cl}$ )一原子量は、水素( $\text{H}$ )一原子量と化合して居るから、鹽素は一價元素であり、酸素( $\text{O}$ )一原子は、水素二原子と結合して居るから、酸素は二價元素である、又窒素は、水素の三原子と化合してアンモニアを組成して居るから、窒素元素は三價である。又ナトリウム( $\text{Na}$ )、カリウム( $\text{K}$ )、元素は、水素と化合しないが、一價元素である鹽素と化合して、鹽化ナトリウム  $\text{NaCl}$ 、鹽化カリウム  $\text{KCl}$

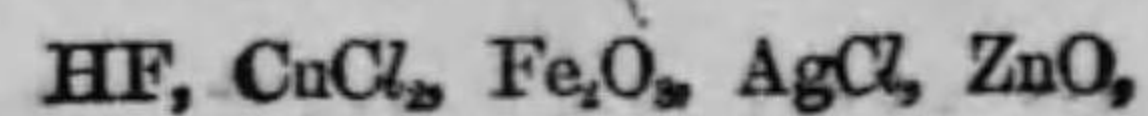


と云ふ化合物を成生して居るから、夫々一價元素である。此原子價と云ふものは、種々なる元素と化合する場合にありても、大抵は一定の原子價で化合するが、時としては異なる原子價で化合する元素もある。例へば窒素はアンモニアの成分となつて居る時は、三價であるが、鹽化アムモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$  の成分となつて居る時は、五價である。又炭素 (C) は、メタン瓦斯  $\text{CH}_4$  に依つては、四價であることが判るが、酸化炭素  $\text{CO}$  の成分であるときは、二價である。

次に主なる元素の原子價を示さう

一價	非金屬……H, F, Cl, Br, I.
	金 屬……Au, Ag, K, Na, Cu, Hg.
二價	非金屬……O, S.
	金 屬……Ba, Ca, Cu, Co, Cd, Fe, Hg, Mn, Mg, Ni, Pb, Sn, Zn, Ra.
三價	非金屬……N, P, B.
	金 屬……Al, As, Bi, Fe, Sb, Au.
四價	非金屬……Si, C.
	金 屬……Sn, Pt.
五價	非金屬……N, P.
	金 屬……As, Sb.

問 次の式より, F, Cu, Fe, Ag, Zn, の原子價を定めよ。

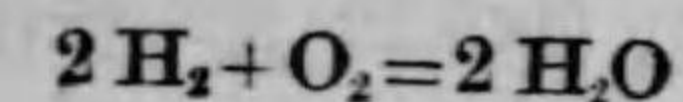


## 第二十一章 化學方程式

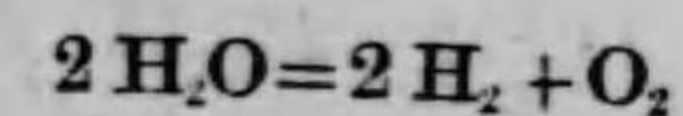
(Chemical Equation)

76. 化學方程式 化學變化の前後に於ける物質を、化學式を用ひ、此等の關係を等號にて結び付たる式が、化學方程式である。一般の法則として、化學變化前の物質は、等號の左邊に、變化後の物質は、其右邊に書くものである。

例へば、水素と、酸素が、化合して、水が出来るときの方程式は

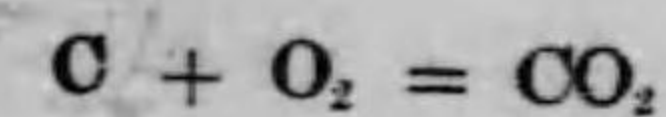


又水が分解して、水素と酸素とが出来るときの方程式は

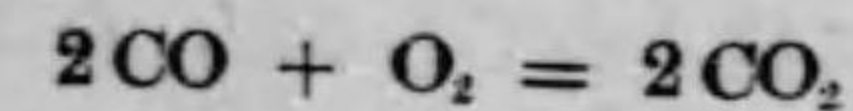


其他の場合には

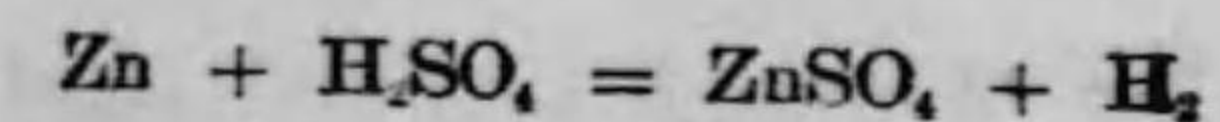
炭素 酸素 二酸化炭素



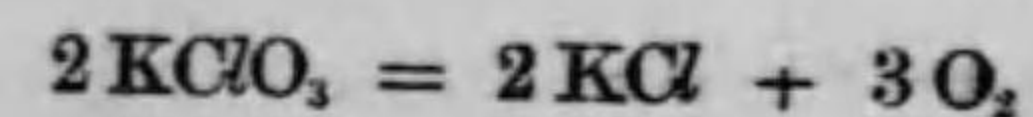
一酸化炭素 酸素 二酸化炭素



亜鉛 硫酸 硫酸亜鉛 水素



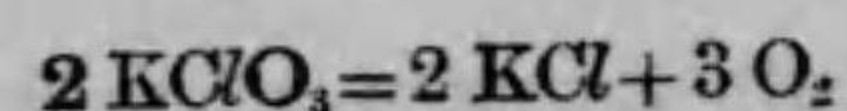
鹽素酸加里 鹽化加里 酸素



此等の方程式は、既に述べたる事實を、式に表はしたに過ぎな

いが、其式の上には、定比例の定律、質量不変の定律、及び氣體反應の定律が示されて居る。

77. 方程式に依る計算 今鹽素酸カリウム 100 瓦より、幾瓦の酸素を製し得るか。此計算は、前に掲げた方程式に依るのである。



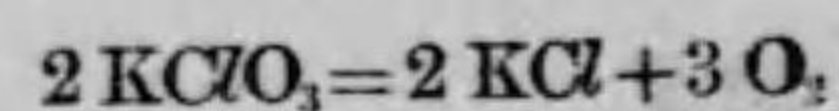
$$2 \times (39.10 + 35.46 + 16 \times 3) = 2 \times (39.10 + 35.46) + 3 \times 16 \times 2$$

或は  $245.12 = 149.112 + 96$

即ち鹽素酸カリウム 245.12 瓦から、149.12 瓦の鹽化カリウムと、96 瓦の酸素とを得ると云ふことが判る。即ち鹽素酸カリウムの一瓦よりは、鹽化カリウムの  $149.12 \div 245.12$  瓦と、酸素の  $96 \div 245.12$  瓦とが得られる。夫れ故上の問題の所要の酸素は  $96 \div 245.12 \times 100$  瓦である。 答 38.66 瓦

例 2. 鹽素酸カリウム 100 瓦より、零度、1 氣壓に於ける酸素幾立を得るか。

此場合も同じく、前の方程式に依るのであるが、今は酸素の體積を求むるのであるから、方程式中の  $\text{O}_2$  は酸素の一モル即ち 22.4 立であるとすれば良い。



$$245.12_x = 149.12_x + 3 \times 22.4_x$$

依つて、鹽素酸カリウムの一瓦よりは、 $3 \times 22.4 \div 245.12$  立の酸素

が得られるから、此問題に於て所要の酸素は  $3 \times 22.4 \div 245.12 \times 100$  立である。 答 27.3 立

### 練 習 問 題

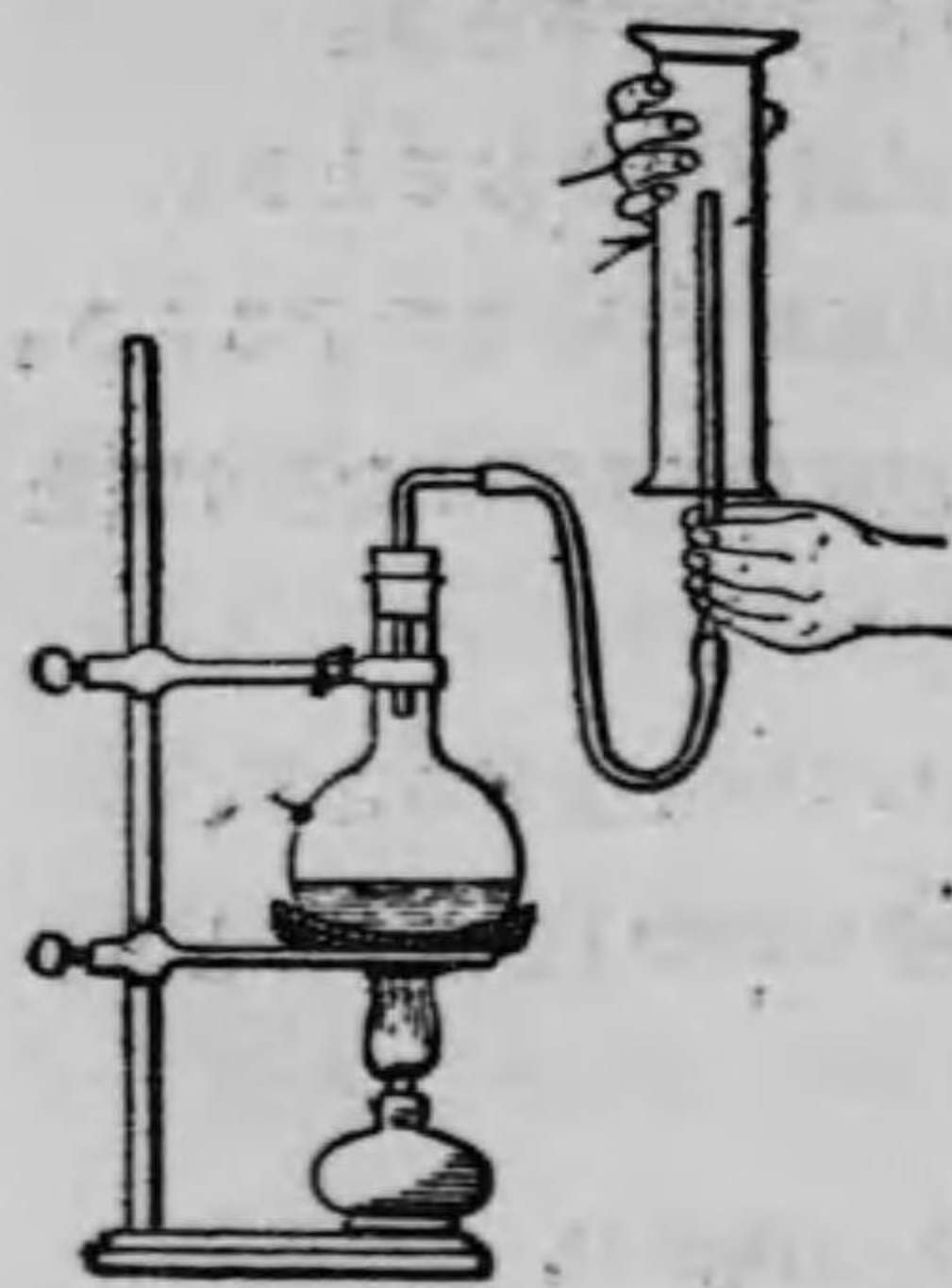
1. 亞鉛 130 瓦より幾瓦の水素を生じ得べきか、又其體積は標準状態に於て幾立なるか。
2. 前問に於て必要なる硫酸の量は何程なるか。
3. 木炭四貫目俵を二俵燃やして生ずる二酸化炭素は幾貫目なるか。又此炭を燃やすに必要な空氣は幾何なるか。
4. 次の各場合に起る化學變化の方程式を書け。
  - (イ) 水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) にナトリウム ( $\text{Na}$ ) を作用せしめて水素 ( $\text{H}_2$ ) と水酸化ナトリウム ( $\text{NaOH}$ ) とを生ずるとき。
  - (ロ) 熱したる鐵 ( $\text{Fe}$ ) の上に水蒸氣 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) を通じて水素 ( $\text{H}_2$ ) と磁性酸化鐵 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) とを生ずるとき。
  - (ハ) オゾン ( $\text{O}_3$ ) が分解して酸素 ( $\text{O}_2$ ) となる時。
  - (ニ) 硫黃 ( $\text{S}$ ) を燃やして亞硫酸瓦斯 ( $\text{SO}_2$ ) を生ずるとき。
  - (ホ) 亞硫酸瓦斯が水に溶けて亞硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) を生ずるとき。
  - (ヘ) 磷 ( $\text{P}$ ) が燃えて五酸化磷 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) を生ずるとき。
  - (ト) 五酸化磷が水に溶けて磷酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) を生ずるとき。
5. 次の方程式の意味を問ふ。
  - (イ)  $3\text{O}_2 = 2\text{O}_3$  (ロ)  $2\text{HgO} = 2\text{Hg} + \text{O}_2$

## 第二十二章 アムモニア Ammonia

78. 製法 窒素と水素との化合物はアムモニア  $\text{NH}_3$  とヒドラチン  $\text{N}_2\text{H}_4$  及びアゾイミット  $\text{NH}_2$  の三種ある。就中重要なものはアムモニアである。試に窒素と水素とをエデオメートル管に入れて、電気の火花を通ずると、結合して少量のアムモニア瓦斯を生ずる。若し豫め少量の鹽化水素を加へて置くならば、管内に鹽化アムモニアの白煙の生ずるを見る。大氣中に往々微量のアムモニアを含有することあるは、以上の理由に依り空氣中の電氣の作用に依り生成したのである。凡べて動物性の物質は窒素に富むものにて、此等の物質が腐敗して自然に分解するか、或は強熱を加へて分解する時はアムモニアを發生する。

アムモニアを製する最も簡單なる方法は、礫砂即ち鹽化アムモ

第 31 圖



ニウムに、生石灰を加へて之を熱するのである。其變化を式にて示せば

$$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaO} = 2\text{NH}_3 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

此法を以て製せるアムモニアは、多少の濕氣を含んで居るから乾燥せる瓦斯を得んには、發生器より發生せる瓦斯を生石灰か又は鹽化カルシウムを滿たせる器中を通過せしむればよい。

又石炭瓦斯製造の際副産物として多量に製出せらる。

79. 性質 アムモニアは無色の氣體で鼻目を刺戟する臭氣ありて空氣より軽く、其比重 0.59、水に能く溶解し、零度の水 1 瓦は標準氣壓に於て 0.7875 瓦即ち其自容の 1148 倍を吸収し、又 20 度の水 1 瓦は、一氣壓の下に吸収すること 0.526 瓦即ち其自容の約 740 倍である。アムモニアの水溶液をアムモニア水と稱し赤色リトマスを青變する。此の様に赤色リトマスを青色に變ずる反應をアルカリ性反應と稱する。アムモニア水の外苛性曹達  $\text{NaOH}$ 、苛性加里  $\text{KOH}$ 、石灰水  $\text{Ca(OH)}_2$  等の溶液は皆アルカリ性反應を呈することの著しきものである。

アムモニアは常溫に於て 7 氣壓の下に無色の液體となり、其沸點は零下 33.5 度である。更に固體の無水炭酸とエーテルを用ひて冷却すれば固體となり、其融點は零下 75 度である。

アムモニアの液化を示すにはへ形に曲げた硝子管を用ふるのが便利である。此管の一脚に乾燥せるアムモニア瓦斯を以て飽和せ

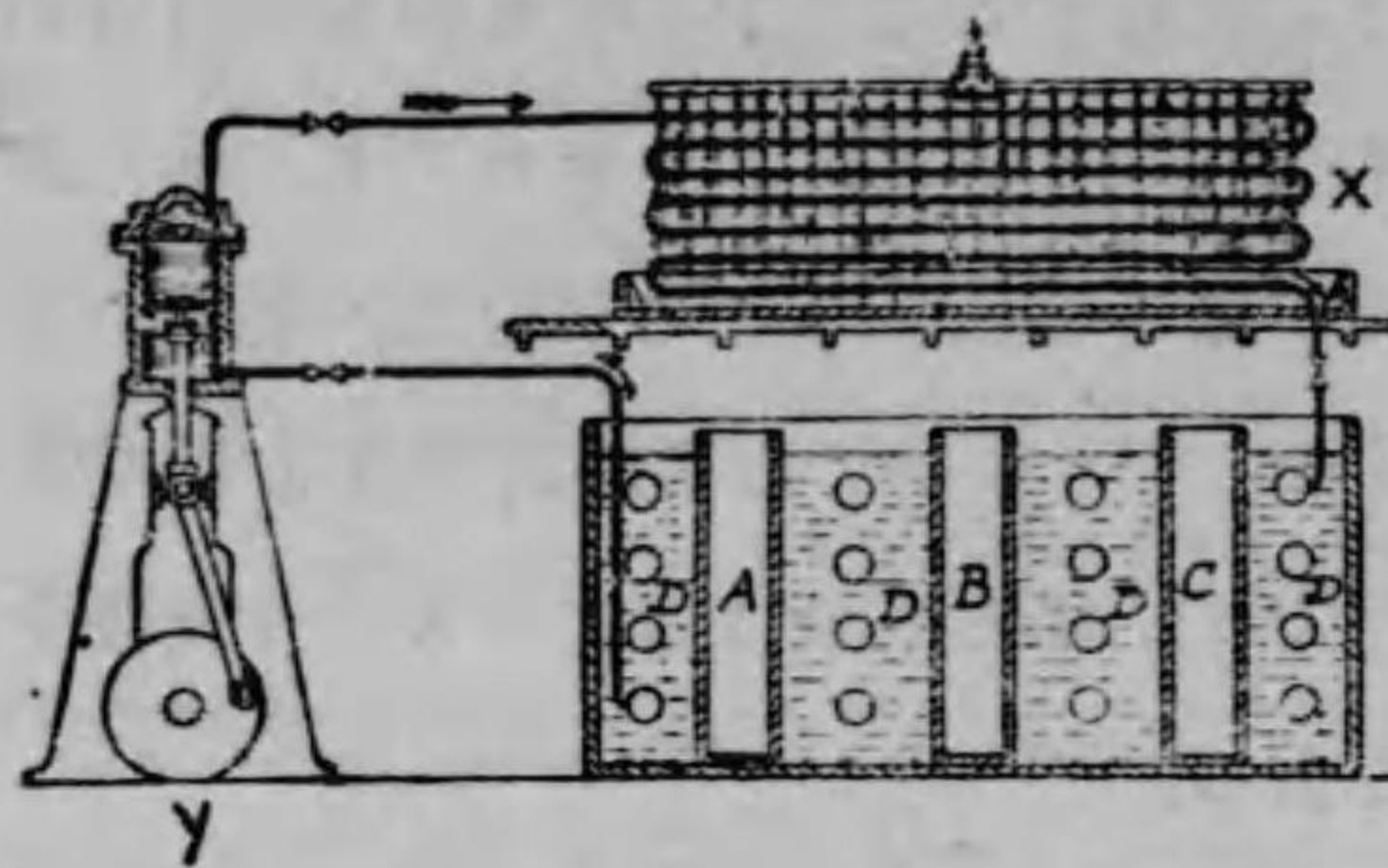
第 32 圖



る、鹽化銀又は鹽化カルシウムを充たして、他の一端を密閉し鹽化物を入れたる部分を熱すると同時に他の一脚を水を以て冷却すれば、アムモニアは自體の壓力と、寒冷とに由つて液化し、冷却せる部分に集る。此時加熱と、冷却とを中止すれば、液體アムモニアは忽ち蒸發して附近より熱を奪ふ。夫れ故に

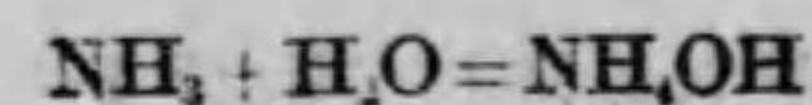
此アンモニアのある端を水中に浸して置けば、水は凝結して氷となる。カルレ氏の製氷器は、此理を應用したるものにて、次圖が夫れである。製氷の方法は、氣體狀のアンモニアが、Yなる壓縮

第 33 圖



ポンプの作用に依り X なる管中にて液化される。此際生じたる熱は、管上より注がる水の爲に冷却される。此管は濃厚なる食鹽水を充たしたるタンク内を通つて居る。此タンクの中には A, B, C なる容器が浸され、其中には純粹なる水が入れてある。液化されたるアンモニアがタンク内の管を通過する時速かに蒸發して周圍より熱を奪ひ、食鹽水の溫度を零度以下に下げる。其時 A, B, C の中に在る水は凍結して氷となる。蒸發によりて生じたる氣體狀アンモニアは、再び壓縮ポンプ Y に依りて液化し連續的に使用するのである。

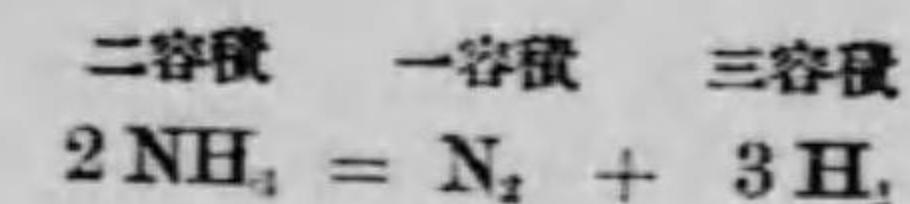
**80. アンモニア水** アンモニア瓦斯が水に溶解する時は、其幾分は水と化合して水酸化アンモニウムなる化合物となつて居る。此水溶液が即ちアンモニア水である。此時水酸化アンモニウムの出来る方程式は



アンモニア水の比重は水より小にして、アンモニア瓦斯の吸収量多き程愈々小である。是其體積が増大する爲めにして、20%のアンモニアを含むものは 0.95 の比重を有し、30%のアンモニアを含むアンモニア水は 0.925 の比重である。市販のアンモニア水は 40%乃至70%の水酸化アンモニウムを含有して居る。而して純粹の水酸化アンモニウムを造ることは出来ない。アンモニア水はアルカリ性ありて、熱すればアンモニア瓦斯を發生する。

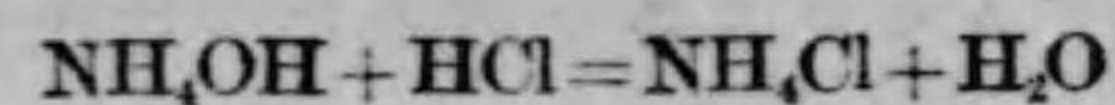
アンモニア及びアンモニア水は、鹽化アンモニウム、硫酸アンモニウムの製造原料に供給せらる。此等アンモニウム化合物は肥料として重要であるが爲、近來は種々の方法に依りて工業的に多量に製せられて居る。

**81. アンモニアの組成** アンモニア瓦斯は、高溫度に於て、殆んど全部が其組成元素に分解する。今アンモニア瓦斯の若干容積を、ユデオメートル管に入れ電氣の火花を其内に通ずると、其中の氣體は増大して二倍となつて居る。是アンモニア瓦斯が次の如く分解した爲である。



又窒素一容積と、水素三容積とを、ユデオメートルに入れて電氣の火花を通ずれば少量のアンモニア瓦斯を生成する。此の如き反應を可逆反應と稱する。可逆反應に關することは、尙後章に於て精しく述べやう。

82. 中和 アムモニア水に鹽酸を滴加すると、青色リトマス、赤色リトマスの、何れも變色せざるの程度に達することがある。之を中和と稱して其溶液は中性なりと云ふて居る。之を蒸發すると、白色の固體を殘留する。此白色固體は鹽化アムモニウムである。此時の反應を式にて示せば



問 (1) アムモニア瓦斯一立の重量は標準状態に於て幾瓦であるか。

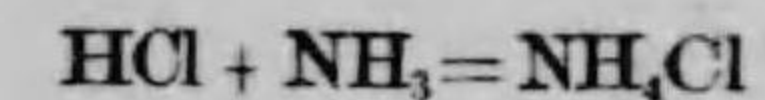
問 (2) アムモニア瓦斯5立を得る爲めには、幾瓦の礆砂を要するか。

問 (3) アルカリ性反應及び中和とは、如何んなことか。

## 第二十三章 鹽化アムモニウム

### Ammonium Chloride

83. 製法及性質 鹽化アムモニウムは、俗に礆砂と稱するもので、アムモニアと、鹽化水素との直接化合、又はアムモニア瓦斯を稀鹽酸に通じ、中和に依りて得たる溶液を蒸發乾固して製する。此時の反應式は



鹽化アムモニウムを約450度に熱すれば熔融することなく直ちに氣化し冷所に觸るれば再び凝固して白色の粉末となる。斯の如く、固體を熱する時液體の状態を經過せずして直に氣化し、冷却する時再び固體となる現象を、昇華 (Sublimation) と稱する。昇華は物質の精製法に應用せらるゝ。例へば樟腦の精製の如きは夫れてある。

石炭瓦斯の洗滌液より製せる鹽化アムモニウムは、石炭タールの爲に少しく褐色を帯びて居る。之を精製するには、土製又は鐵製のレトルトに入れて昇華法を施すのである。昇華法によりて得た鹽化アムモニウムは纖維狀の塊で水溶液を蒸發して製したるものは立方形又は八面形の細微な結晶を爲して居る。

鹽化アムモニウムは水に溶解し易い、即ち零度の水100分は此鹽の2.84分を溶解し、100度の熱湯は77.2分を溶解する。

鹽化アムモニウムは工業上種々なる方面に用ひられる。中にも電話用、或は呼鈴用に普く使用され居るルクランシエ電池及び強電池の勵電液 (exciter) として多量に用ふ。又金屬の鐵附用とせらるゝは、鐵附の際強熱する爲に鹽化アムモニウムが分解して生じたる鹽化水素が、鐵附すべき金屬面を清淨ならしむるが故である。

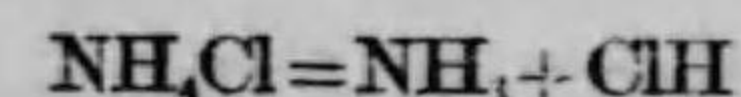
▷ 注意 鹽化アムモニウムの品位を試験することは肝要であるから附録に記載してある。

### 練 習 問 題

1. 昇華とは如何なることなりや。
2. 鹽化アムモニウムの性質と用途を記せ。
3. 20 瓦のアムモニアを稀鹽酸に通じて得る鹽化アムモニウムは幾瓦なるか。

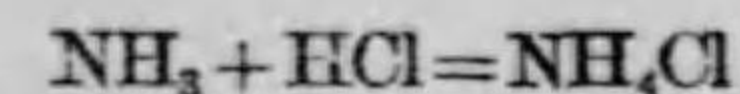
## 第二十四章 解離 Dissociation 及 可逆反應 Reversible Reaction

84. 解離 鹽化アムモニウムを試験管に入れ赤、青二種の試験紙を置き強熱すると、赤色試験紙は青變し暫時の後には青色試験紙が赤色を呈する。是は熱に依つて鹽化アムモニウムが次の如く分解し、



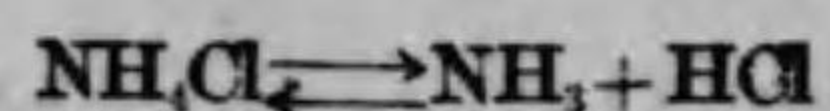
比重小なるアムモニア瓦斯が、先づ揮發し、後に密度の大なる鹽化水素が試験紙に觸るゝからである。此時試験管の上部には白色の固體が附着するのを見るが、是れは、鹽化水素とアムモニアとか、比較的冷かなる部分に於て、互に結合し鹽化アムモニウムを生じたからである。

尙此事實を明にする爲に鹽化水素とアムモニア瓦斯との等體積を取りて之を混合せしむると、忽ち化合して白色の鹽化アムモニウムとなる。



此二種の化學反應を對照すると、熱に依つて  $\text{NH}_4\text{Cl}$  が  $\text{NH}_3$  と  $\text{HCl}$  とに分解し、冷所に於て逆に  $\text{NH}_3$  と  $\text{HCl}$  とが反應して  $\text{NH}_4\text{Cl}$  となつたので、互に反對の方向に作用して居る。斯様に溫度其他の狀況の如何に依つて、正逆何れの方向にも起り得る化學

變化を總て可逆反應と稱する。此變化を表はす爲に $\rightleftharpoons$ なる記號を用ふる。即ち



凡て一物質が或る原因の爲に二種以上の物質に分解し、其原因が去れば、再び元の物質に復歸する時は、之を解離と稱する。其原因が熱なる時は之を熱解離 (Heat dissociation) と云ふて居る。

可逆反應の行はるゝ場合には正反應が進めば其れによりて出來た物質の逆反應が起る様になる、それ故正方向の反應が或程度まで進むにつれて逆反應も段々進むて來て正逆兩方向の反應は化學的に平衡の状態に達して正逆何れかの方向の反應も完全に行はれぬことがある、此時を化學平衡と云ふて居る。若し此時何れかの物質が減ずれば其物質の反應は弱まり平衡は破れて其減じた物質を増さんとする方向に反應が起る。此事實は物質の製法に屢々應用されるので大切な事柄である。

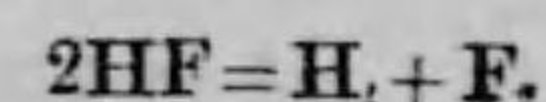
問 (1) 諸子の目撃する可逆的現象を説明せよ。

問 (2) アムモニア瓦斯の發生を検知する方法を述べよ。

## 第二十五章 弗素 Fluorine

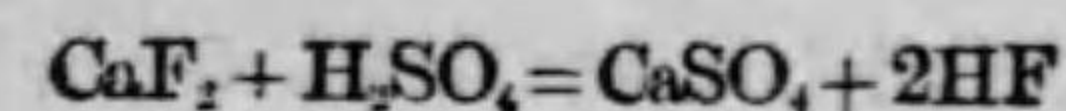
### 臭素 Bromine 沃素 Iodine

85. 弗素 弗素はカルシウムと化合して弗化カルシウム一名螢石 (fluorite)  $\text{CaF}_2$  となりて所々に散在し、氷晶石 (cryolite)  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  となりてグリーンランドに産出して居る。又弗素化合物は動物の骨、及齒の珐瑯質中にも含有されて居る。弗化水素に弗化カリウムを加へて電氣的傳導性となし、低溫度に於て電流を通ずると其陰極 (cathode) に於ては水素を發生し、陽極 (anode) に於ては單體なる弗素を發生する。此時の反應は



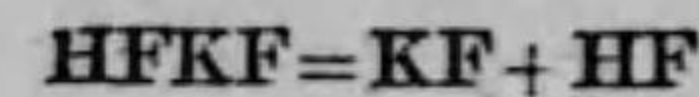
弗素は刺激性の臭氣ある微黄綠色の氣體にて、多くの他の諸元素殊に多數金屬と猛烈に化合する特性がある水素と弗素とを混合したるものは常溫のとき暗處に於てすらも爆發せんとする勢を以て化合する、是其際に多量の熱を發生するからである。金及白金は常溫に於て弗素の爲に侵かされないが、300度乃至400度に熱すれば弗素と化合して此等金屬の弗化物 (fluoride) を生ずる。

86. 弗化水素 (hydrogen fluoride) 弗化水素は、粉末螢石を鉛製若くは白金製のレトルトに入れて、之に濃硫酸を加へ熱すれば生ずる。



弗化水素の水溶液を得んには、護膜製の器に水を入れ其中に弗化水素瓦斯を通ずれば良い。

弗化カリウム水素  $\text{KFHF}$  と名づける化合物を取り、之れを白金レトルトに入れて熱すれば、無水の弗化水素が得られる。其化學變化は次の通りである。



弗化水素は無色の液體にて、其蒸氣は刺戟性の臭氣を有し、毒性極めて強い水に溶解し易く、其溶液はリトマスを赤變するの性あり、

第 34 圖

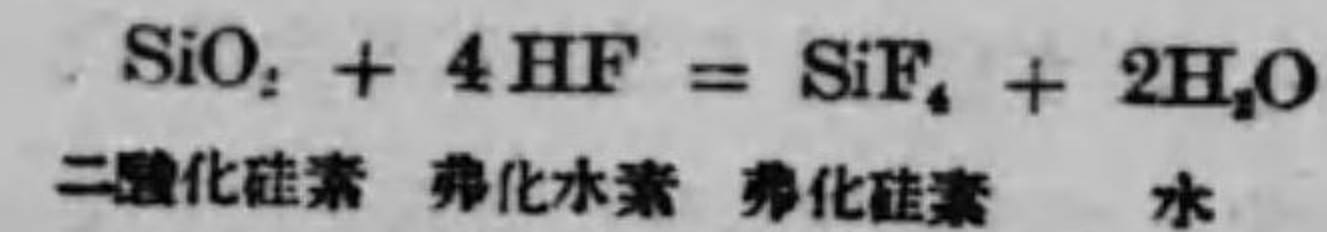


り、若し誤りて液體弗化水素の一滴に觸るゝならば甚しき水腫を起して火傷せるが如き疼痛を感ずる。

無水の弗化水素は硝子に變化を及ぼすが其水溶液は硝子及磁器の如き硅酸化合物を忽に腐蝕するから、弗化水素の溶液を貯ふるにはガツタベルチヤを以て作れる瓶を用

ゆるが良い。又此性質を利用して玻璃又は磁器上に種々の圖書又は字體を畫し、或は電球を半透明となして散光となすに用ふる其法は先づ玻璃又は磁器の面上に、蠟かパラフィンを熔したものを完全に塗抹し、乾きたる後針先を以て蠟上に書體を刻し、此面を弗化水素か、其水溶液に暫時の間觸れしめるのである。蠟を拭ひ去るならば、硝子面に刻像が判然と現はるゝ。是即ち弗化水素が硝子中の硅酸化合物に作用して弗化硅素なる化合物を生じたるが爲

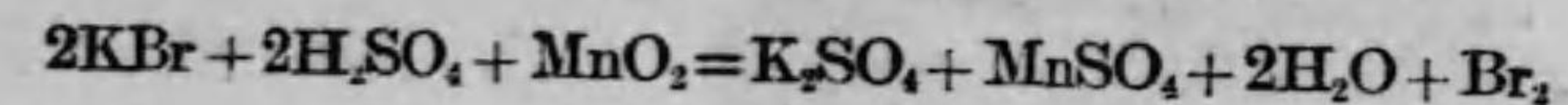
めてある。



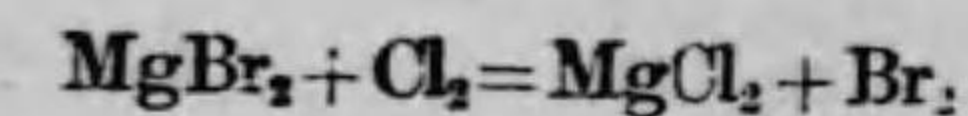
問 弗素の原子價は幾何なるか。

87. 臭素 (Bromine) 臭素は、天然には遊離して存在しないがナトリウム又はマグネシウムの金屬と化合して海水中に溶解して居る。

臭素を製造するには、次の様にする。食鹽を去りたる母液に、二酸化マンガンと濃硫酸とを加へて熱すれば、臭素は褐色の氣體となりて出て冷却せる受器中に集る。其反應式を示せば、



或は臭化マグネシウムを含有して居る母液に鹽素瓦斯を通ずるも臭素は得られる。



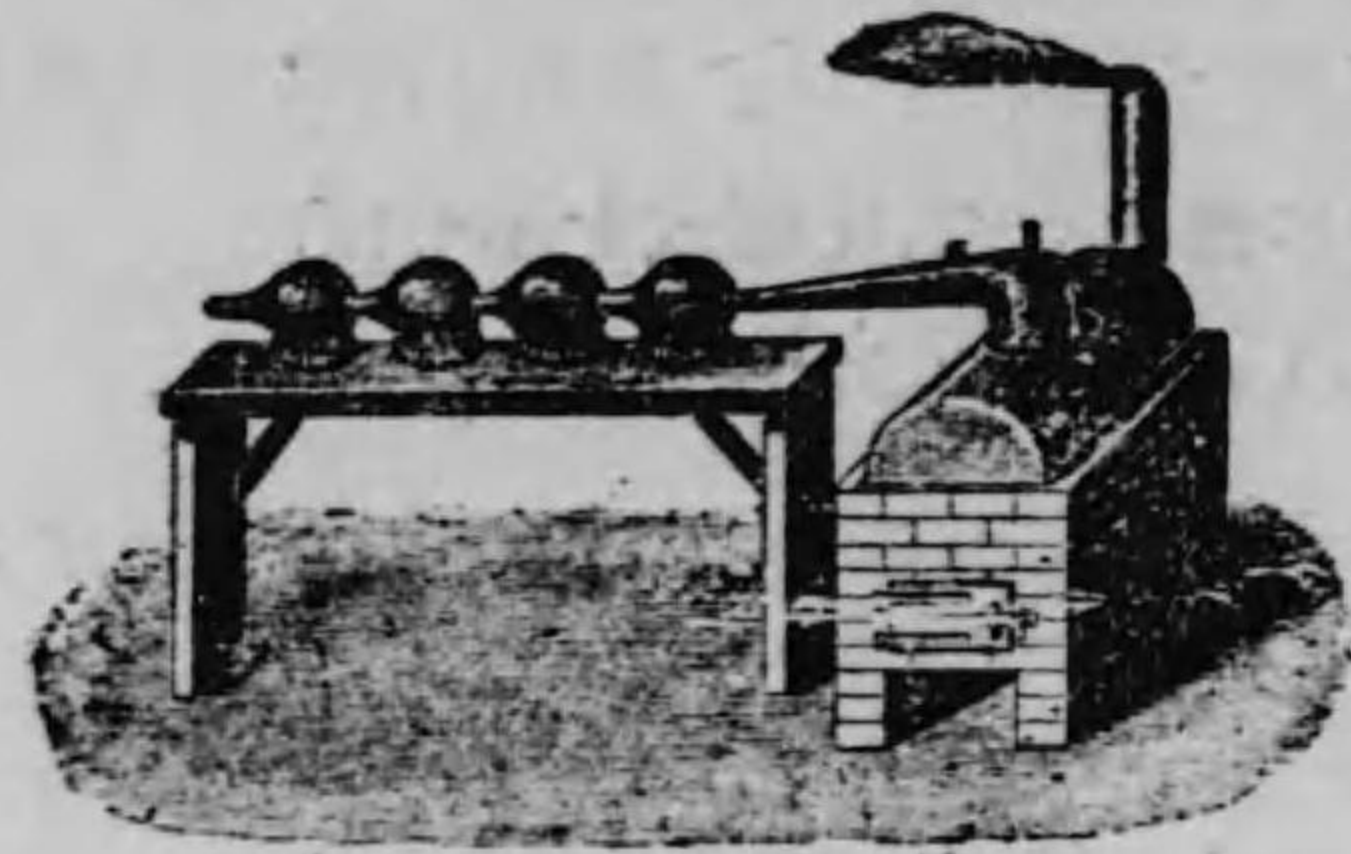
臭素は、特殊の惡臭ある濃褐色の液體であつて、空氣中に放置すれば盛に赤褐色の蒸氣を發する。其沸騰點は六十度である。之を零下七度乃至八度に冷却すれば凝固して暗色の結晶塊となる。水には良く溶解し、其液は褐色を呈して居る。此液を臭素水と云ふて、少量の臭素を要する場合に此液を使用する。此飽和溶液は3%の臭素を含有して居る。其他金屬及水素と化合する化學的性質は鹽素に似て居る。

88. 沃素 沃素は俗に沃度と稱する。天然に遊離して存在



しないが、カルシウム、カリウムと化合して鹽類となり、海水中に含まれて居る。海水中に在る量は甚だ少量であるけれども、海草は良く之を同化して比較的少量に含有して居る。昆布、アラメ、カジメ等の海草は 1000 分中約 6 乃至 7 の沃素を含んで居るから、沃素は此等の海草より採取する。又智利硝石中には少量の沃素化合物を含有して居るために、智利硝石を精製したる後の母液から沃素を製造することが出来る。

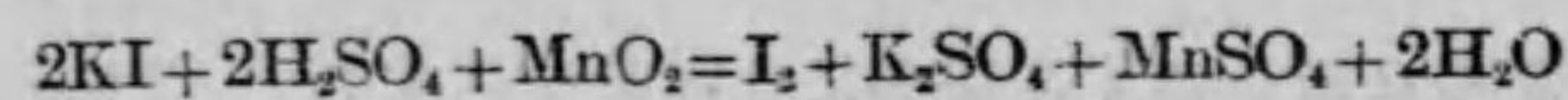
第 35 圖



沃素を製するには、海草を焼きて得たる灰を原料とする。此灰を水に投じ、其液を熱して蒸發濃厚ならしめ之を放置すれば、先づ食鹽及び鹽化カリウムは結晶となりて折

出する。其残りの液に、硫酸と二酸化マンガンを加へて熱すれば、沃素は暗紫色の蒸氣となりて發出する。此蒸氣を他に導きて冷却すれば、凝固して暗灰色の固體となる。

此時の反應式は鹽素臭素製造の場合と同様に次の如くである。



**89. 沃素の性質** 沃素は黒紫色板狀の結晶にて、金屬狀の光澤を有し、比重 4.95、熔融點は 114 度である。其沸騰點は 184 度なれ共、常溫しても亦鮮麗なる紫色の蒸氣となつて氣化す

る。沃素の蒸氣を冷却すれば液體となることなく直ちに固體に變ずる、即ち昇華するから、沃素を精製するには昇華に依る。沃素の蒸氣は不快なる刺戟性の臭氣を有するも、鹽素の臭氣よりは甚だ弱い。水には僅に溶解するのみにて、其稀薄溶液は微黄色を呈するに過ぎないが、此液中に沃化カリウムが存在すると更に多くの沃素を溶解し濃紫色を呈する。アルコール、エーテル、二硫化炭素には甚だ能く溶解し、アルコールに溶解したるものは、沃度丁變 (Tincture of Iodine) と稱し、醫藥として大に使用せらるゝ。沃素の溶液は溶媒に依つて其色を異にして居る。

クロホルム、二硫化炭素	濃紫色
ベンゾール、氷醋酸	赤色
脂油	褐色

水素瓦斯を標準とせる沃度蒸氣の比重は、500 度以下にては約 127 であるから其一分子は  $I_2$  なる化學式にて表はさる。然し、溫度上昇して 1500 度以上となれば、比重が半分になる。故に低溫度に於ては其一分子は二原子より成るも、高溫度に於ては一分子は一原子より成つて居る譯である。

沃素は澱粉と結合して濃藍色を呈する。試に澱粉末を水に入れ少し熱して糊狀となし、之に沃素のアルコール溶液を數滴加ふるならば、直ちに濃藍色に變ずる。今之を熱すれば液の色は褪消する。けれども、冷ゆれば再び青色となる。此反應は甚だ鋭敏であるから、極微量の沃素、或る澱粉にても容易に其有無を知ることが

出来る。此反應を應用すれば、電氣的絶縁用紙料中の澱粉の有無を鑑識することが出来る。

**90. ハロゲン元素** 以上に述べた様に弗素、鹽素、臭素、沃素、の四元素は各性質がよく類似して居る。例へばナトリウム、カリウム其他の金屬とも化合し、又水素と化合したる、弗化水素  $\text{FH}$  鹽化水素  $\text{ClH}$  臭化水素  $\text{BrH}$  沃化水素  $\text{IH}$  は、何れも水によく溶解して、其水溶液は強き酸性反應がある。

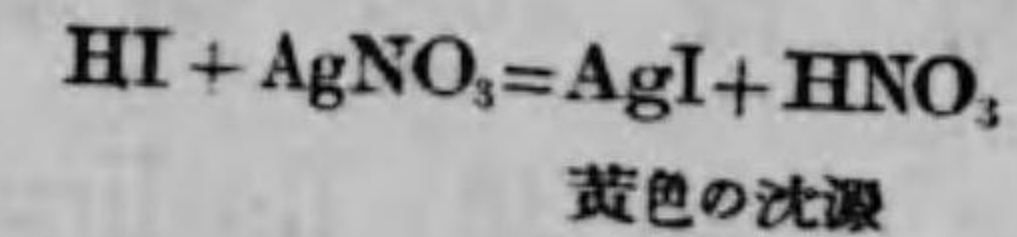
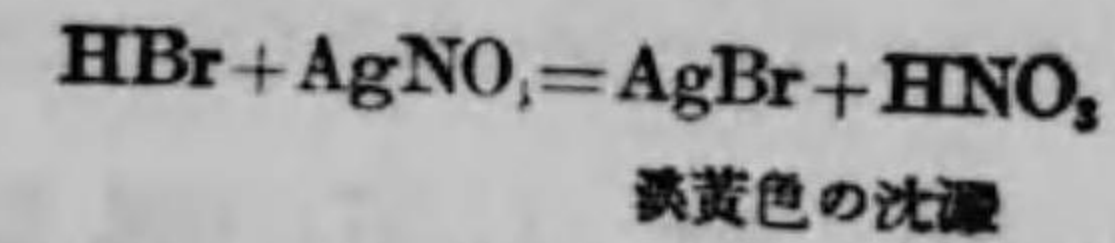
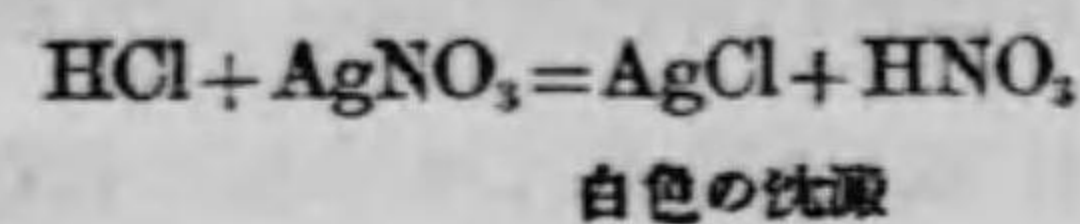
又其原子價は悉く一價であるなどの點より、此四元素を一系統と考へ總稱してハロゲン元素と云ふのである。此ハロゲンと云ふ言葉の意味は造鹽の義である。

**91. ハロゲン元素の比較** ハロゲン元素中にて、弗素の性質は特異の點が多いから他の三種の元素即ち鹽素、臭素、沃素、の性質を比較して見れば

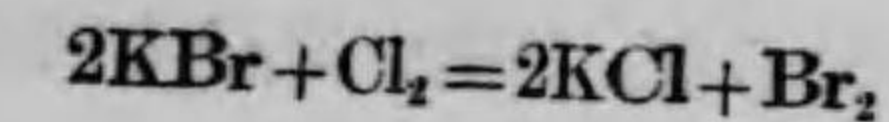
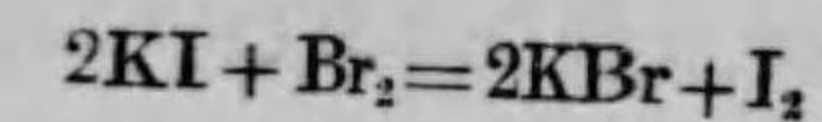
	鹽 素	臭 素	沃 素
原 子 量	35.46	$79.92 \left( \frac{35.46 + 126.92}{2} = 81.19 \right)$	126.92
常 温	氣 體	液 體	固 體
色	(液體鹽素も濃厚なる綠黄色)	暗褐赤色	紫黑色
比 重	1.56	3.1	4.96

此表に依り元素の性質は原子量に従ふて變遷すると云ふことが略ぼ知れる。

又ハロゲン化合物の硝酸銀に對する反應を次に示さう



ハロゲン元素は、原子量の増加するに従ひ、化學的性質は漸次鈍くなる。例へば、鹽素臭素の水溶液は植物性色素を褪色せしむるが、沃素の水溶液は植物性色素を褪色する作用がない。猶ほ次の方程式に依りても、其化合力の程度が推知出来やう。



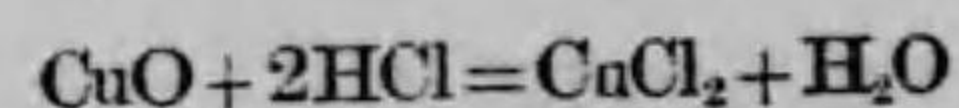
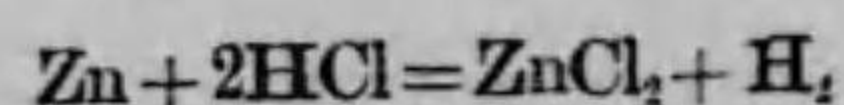
即ち原子量の小なる元素は其化合力が強い爲に、原子量の大なる元素の化合物より其元素を遊離せしめて、自ら之に代りて其金屬と化合する。此理を推して沃素化合物、又は鹽素瓦斯の有無を鑑識することが出来る。

問(1) 沃化ナトリウム、又は臭化ナトリウムの水溶液に鹽素瓦斯を通すれば變化が起るや否や。

問(2) 鹽酸と鹽化水素とは其性質に如何なる差違ありや。

## 第二十七章 酸 Acids 鹽基 Bases 鹽 Salts 基(根) Radical

92. 酸 酸類は一般に酸味を有し、青色リトマスを赤色に變じ、諸種の金屬又は酸化金屬を溶解して、水素又は水を生ずる。

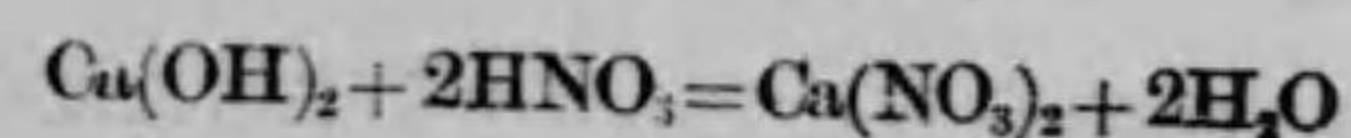
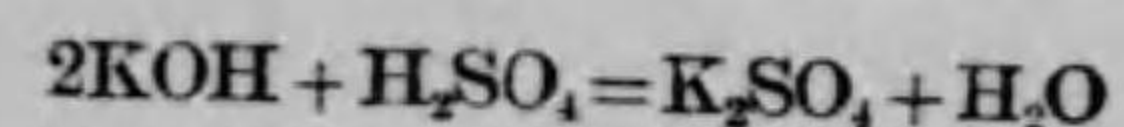
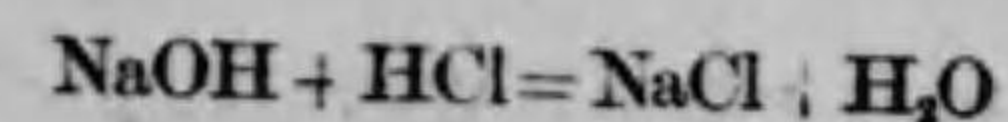


此作用は獨り鹽酸のみならず、硫酸、硝酸も同様の作用を呈す。如何なる酸でも、其分子式を見れば、金屬元素と置換し得べき水素原子を含んで居る。若此水素原子が一分子式中に唯一個なる時は之を一鹽基酸と云ひ、水素原子が二個なる時は之を二鹽基酸と稱する。例へば鹽酸  $\text{HCl}$ 、硝酸  $\text{HNO}_3$  は一鹽基酸にて、硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  は二鹽基酸である。

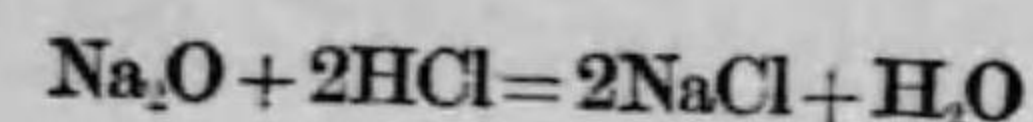
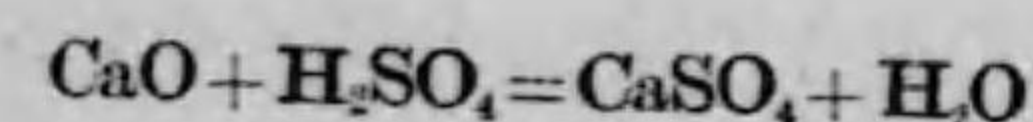
93. 鹽基 酸を中和し、赤色リトマスを青變する性質を有するものを一般に鹽基と稱し、其水に溶解し得るものをアルカリと稱する。其分子式を見ると必ず  $\text{OH}$  なる組成の物を持つて居る。之れを水酸基と稱する、而して此水酸基一個を有するものを一酸鹽基と稱し、二個を有するものを二酸鹽基と名づける。苛性加里、 $\text{KOH}$  苛性曹達  $\text{NaOH}$  の如きは、一酸鹽基で水酸化カルシウム  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  の如きは二酸鹽基である。

一鹽基酸と一酸鹽基と、或は二鹽基酸と二酸鹽基とは互に一分

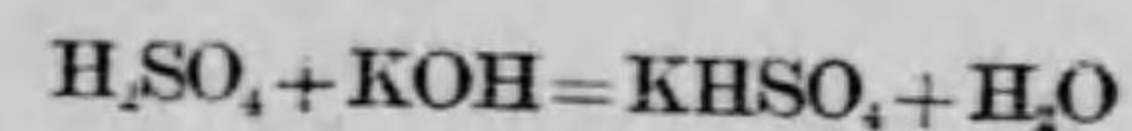
子量宛の割合を以て化合するが、然らざる時は、其種類に依りて化合量を異にして居る。



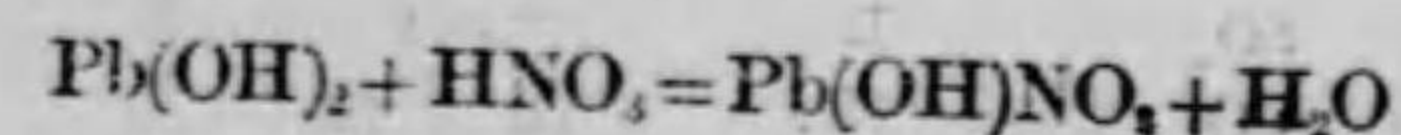
94. 鹽 酸類と、鹽基類とが、中和されて生じたるものを鹽 Salts と名づける。酸と鹽基とが中和する際には酸に含まれて居る水素原子と、鹽基に含まれて居る、水酸基とが結合して水を生ずることを記憶して居れば便利である。鹽基でなくも酸を中和し得べき、酸化物は鹽基性酸化物と稱し、鹽を生ずることは鹽基と同様である。



95. 鹽の種類 二鹽基酸の一分子量を中和するときに、若しも一酸鹽基の一分子量を以てするならば次の様な化合物を生ずる。



$\text{KHSO}_4$  の様な鹽類は、硫酸の水素原子が悉く金屬元素に依つて置換されないが爲めに生じたるものにて之を硫酸水素カリウムと稱し、酸の特徴たる水素原子が其分子に残つて居るから之を酸性鹽と名づける。又次の如き中和に於ての



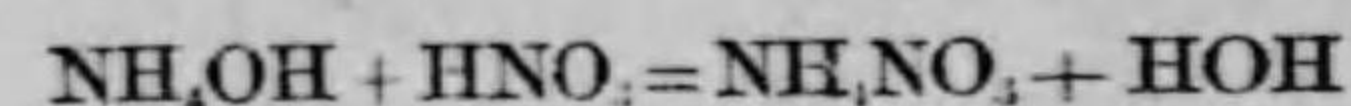
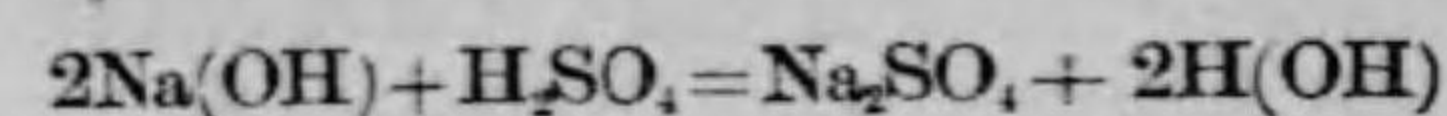
$\text{Pb}(\text{OH})\text{NO}_3$  は化學式を見れば水酸基が一個含まれて居る、此の様な化合物を鹽基性鹽と稱する。鹽基性鹽、又は酸性鹽と稱するも、必しも鹽基性又は酸性を有するものではない。唯化學式の成分の上から名づけるのである。

問 (1) 硫酸 14 瓦を完全に中和するには幾何の苛性曹達を要するか。

問 (2) アムモニヤ  $\text{NH}_3$  は水素を有するにかゝらず何故に酸類にあらざるや。

問 (3) アムモニヤと硝酸又は硫酸と化合する方程式を作れ。

**99. 基** 基とは原子の集團であつて、恰も一元素の様に作用をなし多くの反應の場合に於て、分離することなくして、一つの化合物より他の化合物に移り行くもので、決して獨立しては存在するものではない、必ず之と對應する原子、若しくは、元素の集團と結合して化合物を作つて居る。例へば



基にも原子價を考ふ、即ち  $\text{H}_2\text{SO}_4$  より  $\text{SO}_4$  は二價で、 $\text{NH}_4\text{C}$  より  $\text{NH}_4$  を一價とする。猶次に重要な基及び其價を示さう。

名 稱	記 號	原子價	名 稱	記 號	原子價
水酸基	OH	I	亞硫酸基	$\text{SO}_3$	II
硝酸基	$\text{NO}_3$	I	磷酸基	$\text{PO}_4$	III
硫酸基	$\text{SO}_4$	II	アムモニウム基	$\text{NH}_4$	I
炭酸基	$\text{CO}_3$	II	醋酸基	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$	I

## 練 習 問 題

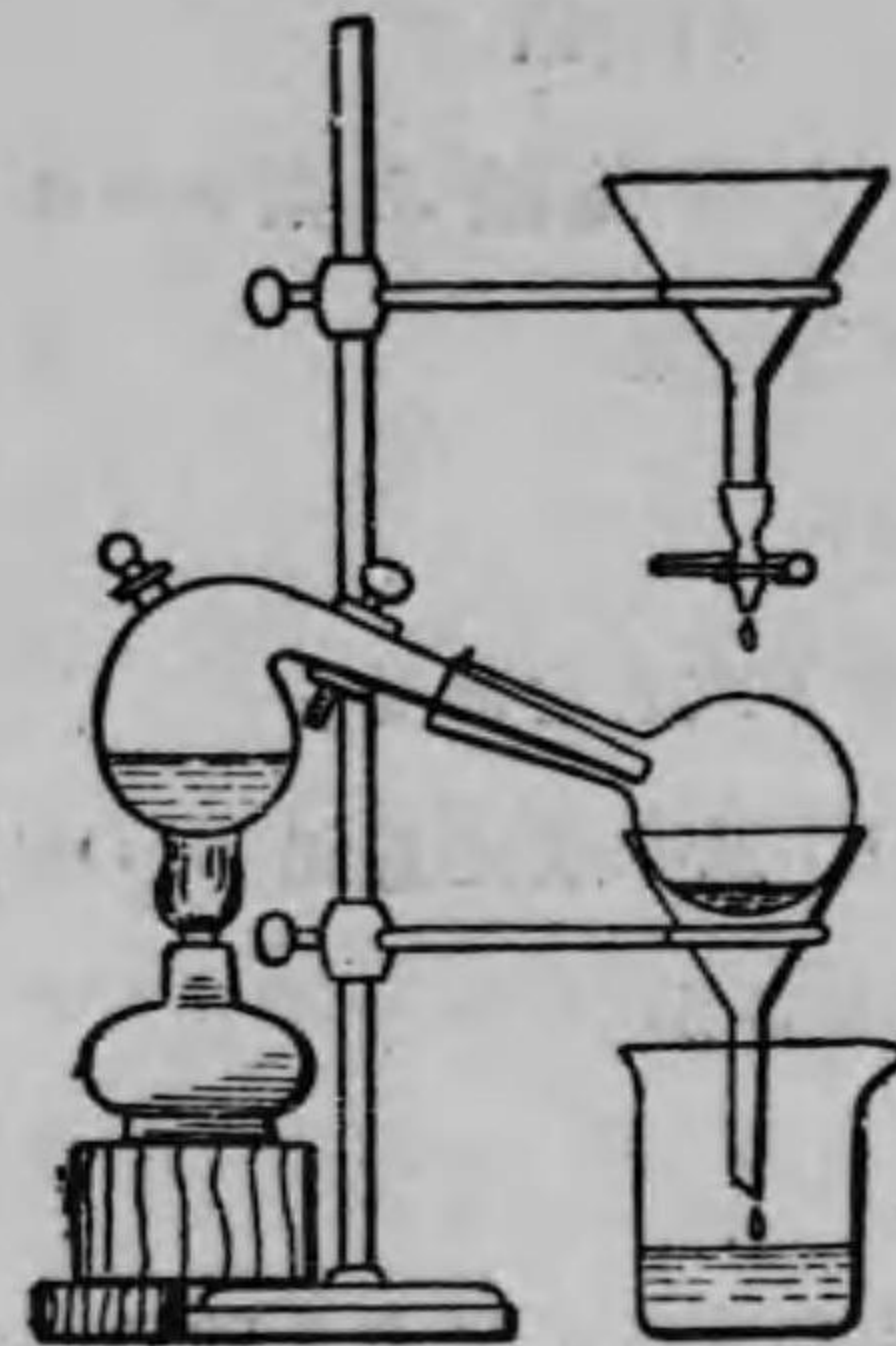
- 次の化合物の化學式を記せ
 

水酸化カリウム	硝酸銀
硫酸アンモニウム	亞硫酸ナトリウム
炭酸カルシウム	磷酸カルシウム
醋酸銅	硝酸鉛
- 亞硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  と亞硫酸水素ナトリウム  $\text{NaHSO}_3$  とは何れが酸性鹽であるか。
- 正鹽とは如何なる鹽であるか。
- 既習せる二鹽基酸の名稱と分子式とを記せ。
- 水酸化マグネシウム  $\text{Mg}(\text{HO})_2$  及水酸化蒼鉛  $\text{Bi}(\text{OH})_3$  とは一酸鹽基なるか、二酸鹽基なるか。
- 基とは如何なるものなりや。
- 水酸化ナトリウム 20 瓦を中和するに要する硫酸は幾瓦なるか。
- 硫酸を水酸化カルシウムで中和するときの方程式を作れ。

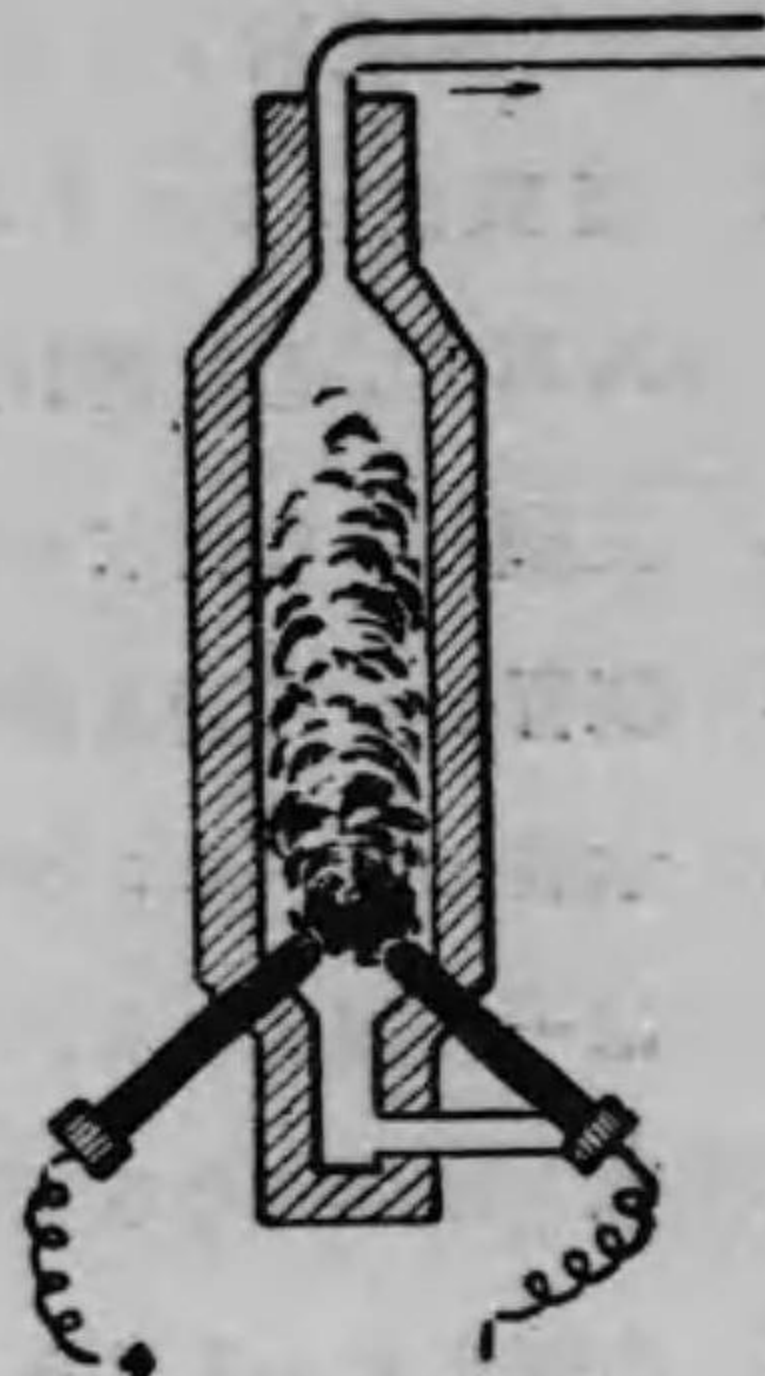
## 第二十八章 硝酸 Nitric acid

97. 硝酸の製法 硝酸カリウム又は硝酸ナトリウムを玻璃製のレトルトに入れ、此れに濃厚硫酸を加へて熱し發生する蒸

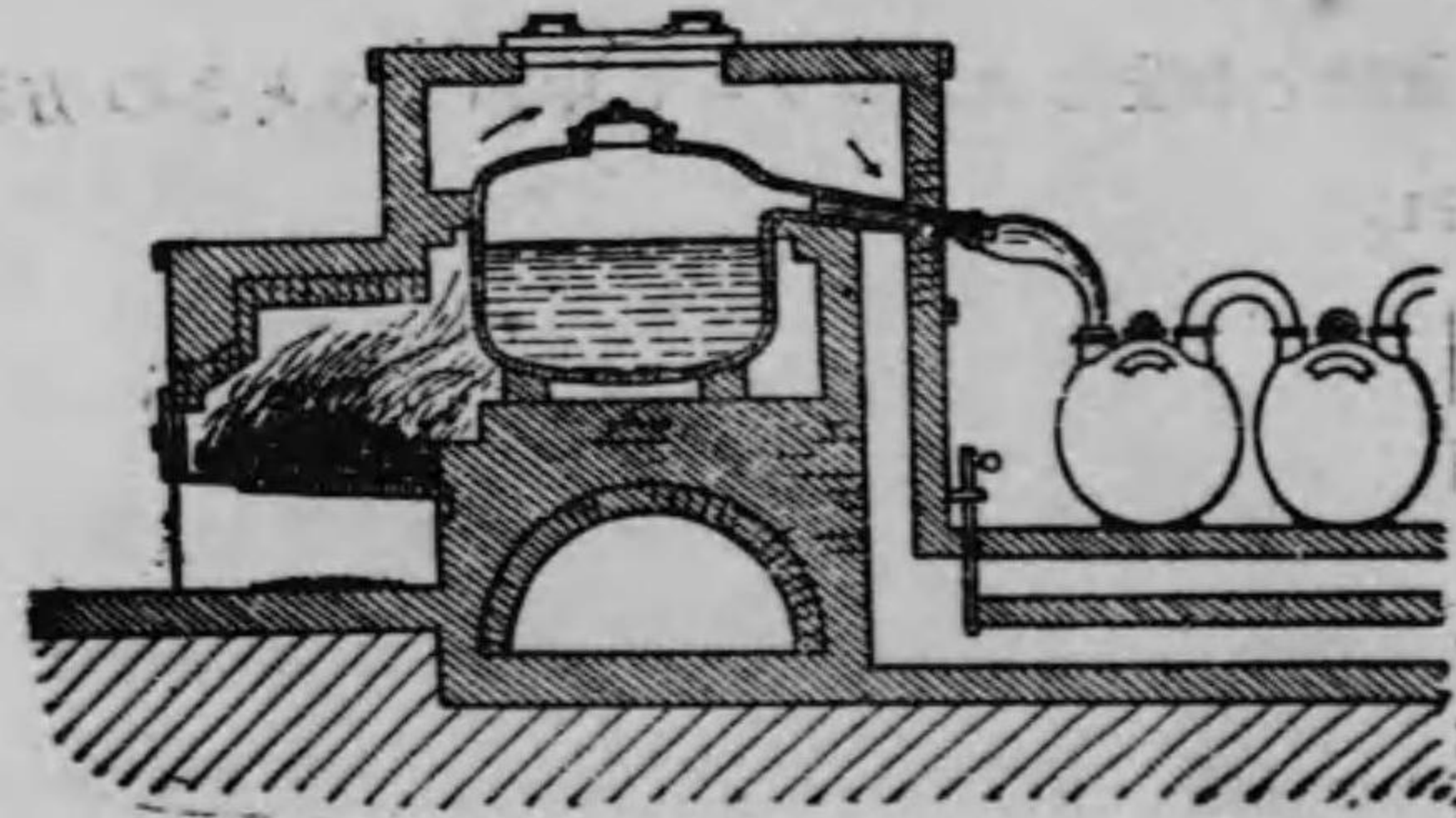
第 36 圖 1



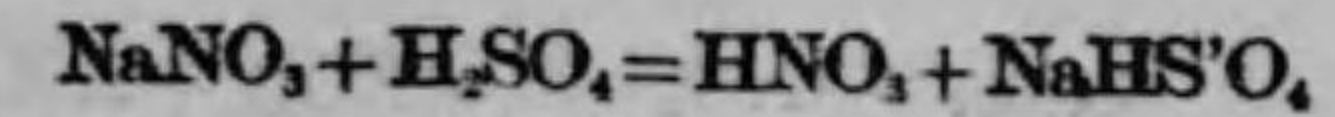
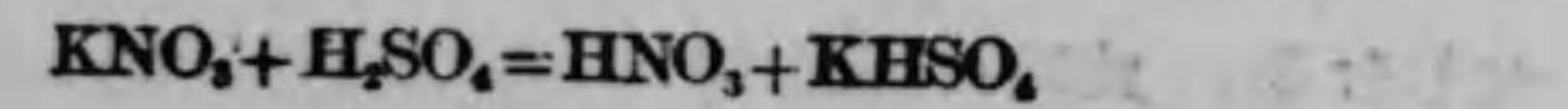
第 36 圖 3



第 36 圖 2

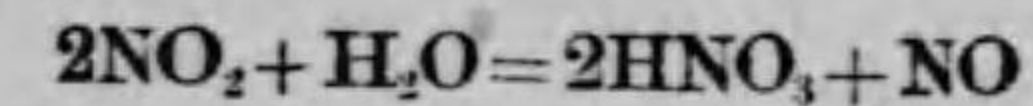
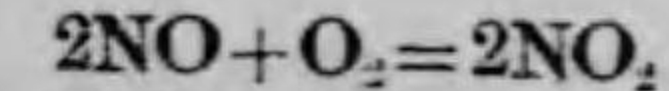
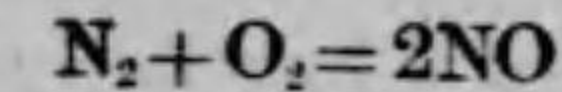


氣を冷却すれば、硝酸が得られる其装置は第36圖1の通りである。



工業上には第36圖2の様な装置で同じ材料を用ひて製する。

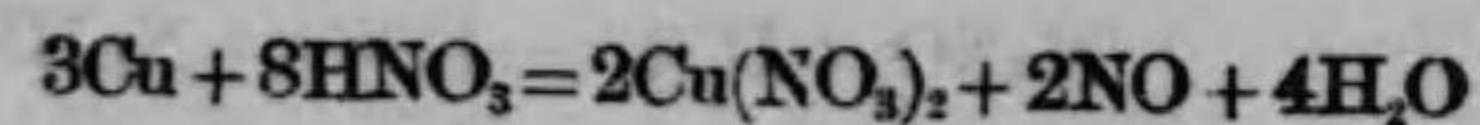
又近來は空氣中の窒素及び酸素を利用して硝酸を製する方法を實施するに至つた。其法は(第36圖3)強力なる電弧の作用に依つて、空氣中の酸素と窒素とを直接に化合せしむると酸化窒素となる。此が空氣に觸れ酸化して、二酸化窒素となり、此二酸化窒素が水に作用して硝酸を生ずるのである。其反應を示すと



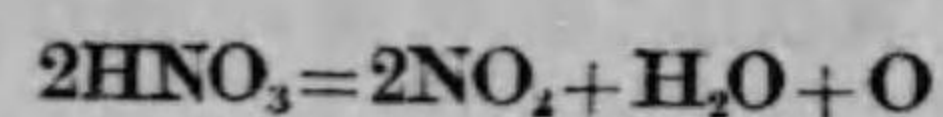
是空中窒素固定法の一つである。

98. 硝酸の性質 純粹の物は無色であるが、往々有色の窒素酸化物を含む爲めに黄色を呈する物もある。併し此不純物として含まる、酸化窒素及び二酸化窒素は、觸媒の作用をなして他物の酸化を促がすの性がある。濕つた空氣中では發煙する。硝酸が有機物に觸れると有機物を崩壊する。即ち皮膚に附着すれば黄色の斑點となりて容易に除きとることは出来ない。又テレピン油に硝酸が觸れるならば其組成は分解せられて自ら發火し、青藍( $\text{N}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2$ )は酸化せられて無色となる。金及び白金には作用を

しないが、銀、鉛、銅、水銀等は直ちに溶解して窒素の酸化物を遊離せしむる。此時の反應は

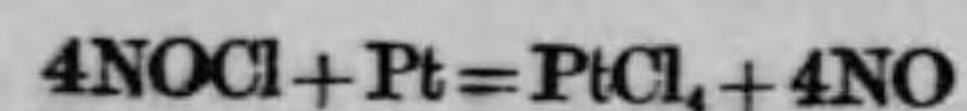
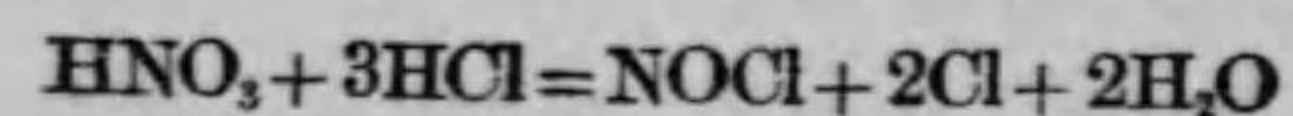


硝酸を熱して攝氏 260° 以上となせば悉く分解して二酸化窒素、水及酸素に分解する。



此故に硝酸を製造する場合には温度を高きに過ぎない様注意を要する。又一方から考へると此時發する酸素の爲めに硝酸は強い酸化剤となることも判かる。今硝酸に硫黄を加へて熱すれば、硫黄は酸化して硫酸となり、磷を硝酸と熱すれば磷酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) を生ず、又炭火を濃硝酸中に投ずるならば燃焼起りて多量の二酸化炭素及び二酸化窒素を發生する。

**99. 王水** 濃厚硝酸 1 容と濃鹽酸 3 容との混合物は金及び白金を溶解する。此硝酸と鹽酸との混合液を王水と稱する。此混合液は金、白金の様な金屬を溶かすことが出来る。其の理由は硝酸と鹽酸とが化學變化を起して、鹽化 = トロシルと發生機の状態にある鹽素を生ずる爲である。此ときの變化は



**100. 硝酸及硝酸鹽の鑑識** 硝酸化合物は、何れも水に溶け易い物質であるから、沈澱を造りて鑑識することは困難で

ある。夫れ故鑑識しやうと思ふ物質の水溶液を濃硫酸に溶かし、其上に硫酸第一鐵の溶液を試験管の側壁に沿ふて靜かに流入したとき、二液の境に黒色の環が出来るか、出来ないかて知る。

### 練 習 問 題

1. 次の各元素の硝酸鹽の化學式を求む。  
(イ) Zn (ロ) Pb (ハ) Hg
2. 次の物質を硝酸に溶かしたときの方程式を書け。  
(イ) 銀 (ロ) 鉛 (ハ) 水銀
3. 金を王水に溶かしたときの化學變化を方程式にて示せ。
4. 智利硝石 170 瓦より幾何の硝酸が得られるか、又此時幾何の硫酸を要するか。

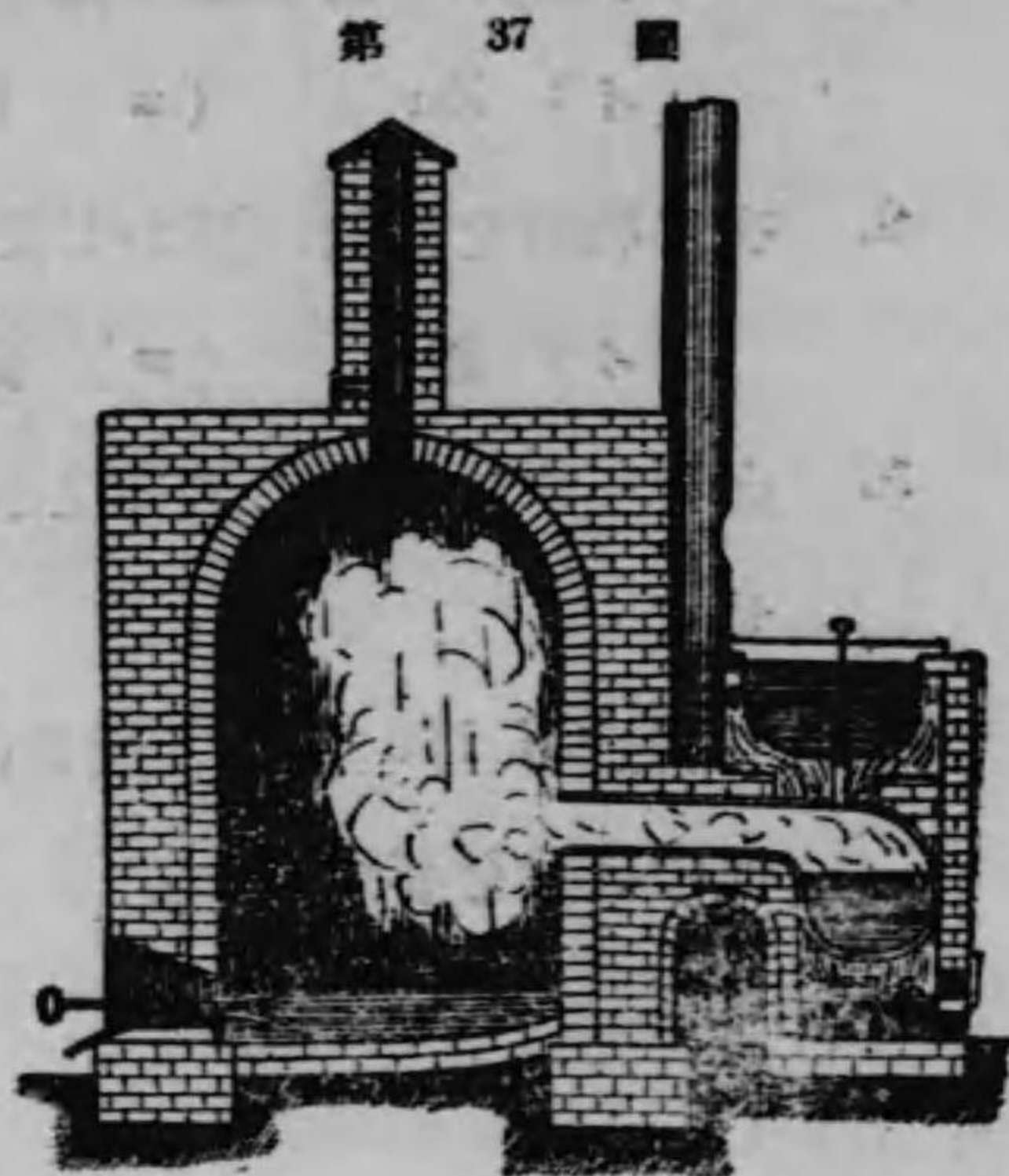
## 第二十九章 硫黃 Sulphur

101. 硫黃の所在及製法 硫黃の天然に在るものの内て遊離せるものは火山地方に土砂と混じて産出する。又硫化物や硫酸鹽の様な化合物となつても多量に存在して居る。

不純なる硫黃を精製するには乾餾法に依るのである其方法は第 37 圖に示す様に硫黃礦を鐵製レトルトに入れて乾餾し、其蒸氣を煉瓦製の冷室に導けば凝結して細微なる粉末となる。此粉末を硫黃華 (Flower of Sulphur) と稱する。

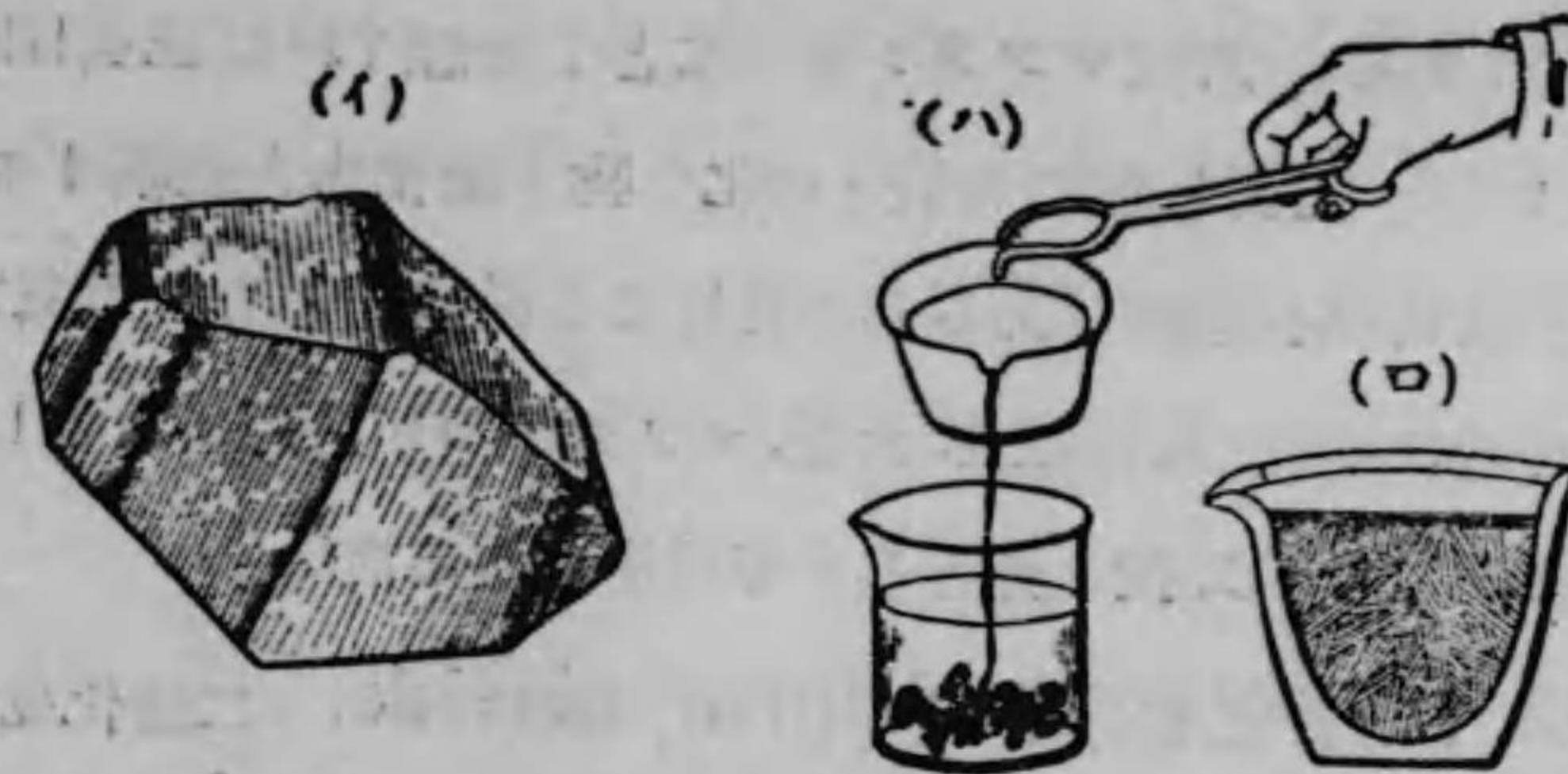
乾餾を繼續すれば煉瓦室内の温度は高まり爲に硫黃は液狀となりて室の底部に集る。之を底の穴より流出せしめ、木製の圓壺型に入れて固結せしめる。此者が棒狀硫黃 (Stick Sulphur) である。

102. 硫黃の性質及び用途 硫黃には其成生の方法に依りて次の様に異なる物(同素體)がある。(イ)斜方硫黃(第 38 圖) (Rhombic Sulphur) 比重 2.07, 融點 114°, 沸點 446°。(ロ)



針狀硫黃(第 38 圖)比重 1.98, 融點 119.2°。(ハ)ゴム狀硫黃(第 38 圖) (Plastic Sulphur) 比重 1.96。

第 38 圖



普通の硫黃は水に溶解し難き黄色の物質にして、二硫化炭素には溶解する。此溶液より析出したものが(イ)の斜方結晶である。硫黃を熱すれば熔融して淡黄色の流動性の液となる、(此程度で冷

第 39 圖



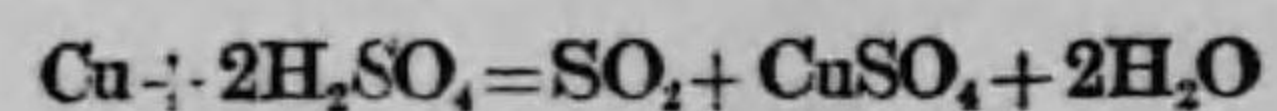
却すれば(ロ)の針狀結晶が得られる), 其温度を上昇するに従つて褐色の粘液となり、250°ばかりで益々稠密となつて容器を倒にしても流出しないが、更に 300°以上になれば再び流動性となりて終に沸騰をなす、(此程度で急に冷水中に投ずれば(ハ)のゴム狀硫黃が出来る)。

硫黃は空氣中にて點火すれば燃えて亞硫酸瓦斯となる。金屬と化合する力強く、銀貨の上に濕つた硫黃を置けば直ち

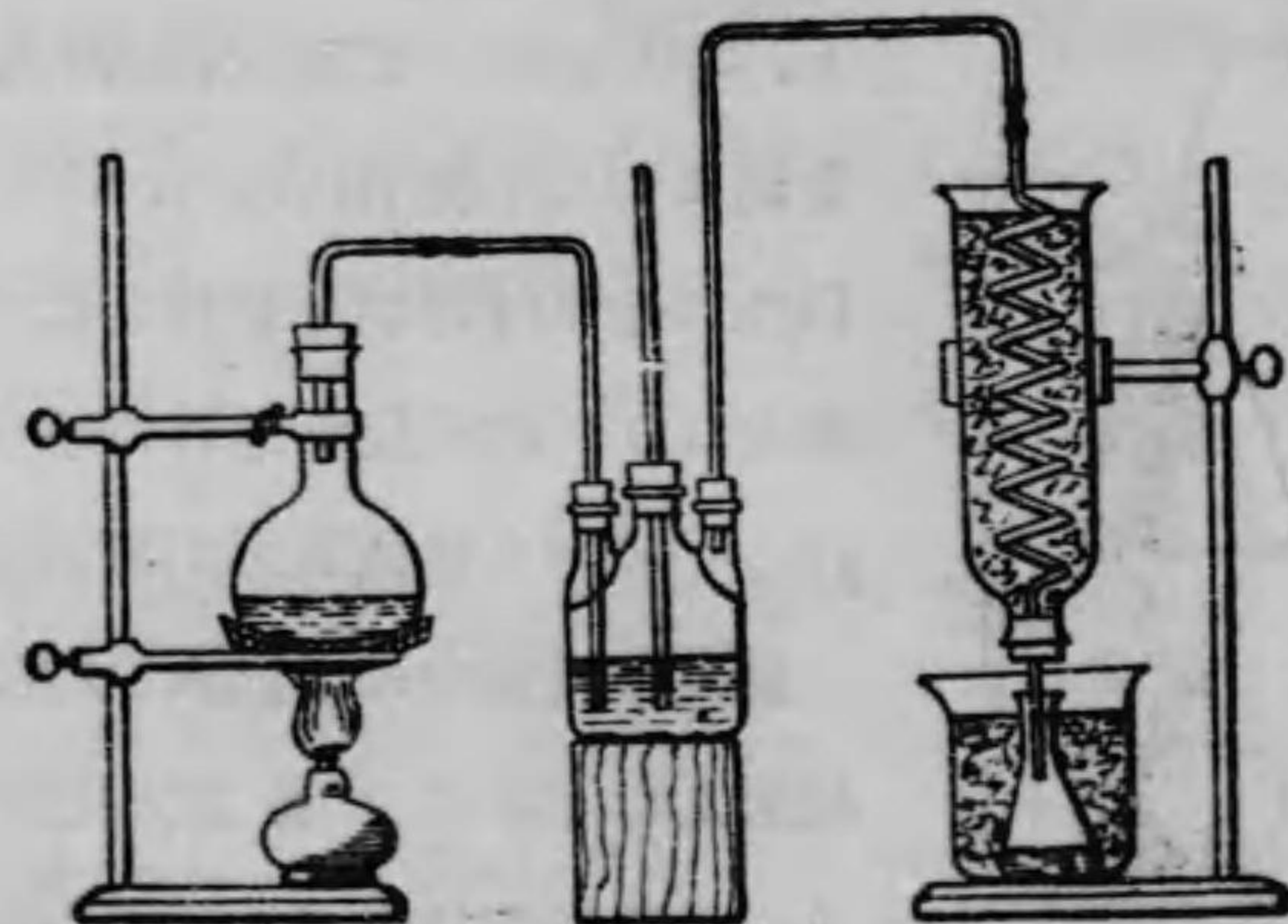
に硫化銀となるから、銀貨は黒色になる。又沸騰する硫黄の蒸氣中に銅線を下せば激しく化合して赤熱となる事あり。それ故硫黄で銅などを絶縁する場合は銅は變化を受ける。硫黄は熱、電氣の不良導體である。獸皮やフランネルなどで摩擦すれば硫黄は陰電氣を帯びる。硫黄と他の物質との化合物を硫化物と總稱する。

用途 電氣の不導體である爲に良好なる絶縁體として電氣器具に使用せられる。其他硫酸、火薬、マッチ等の製造原料となし、彈性護膜に添加し、又殺蟲劑となす等用途は頗る廣い。

**103. 二酸化硫黄 (Sulphur dioxide)** 二酸化硫黄は無水亞硫酸、又は亞硫酸瓦斯とも云ふて居る。之を製するには、空氣中にて硫黄を燃やしても宜いが、簡単に製するには、濃硫酸に銅を加へて熱すれば宜い。此ときの反應は



第 40 圖



二酸化硫黄は無色の刺戟臭ある氣體であつて、常氣壓に於ても寒劑で冷却すれば無色の液體になる。(第 40 圖) 水には甚だ溶解易く、水に溶けては亞硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) となる。濕りたる亞硫酸瓦斯は還元性が極めて強い。夫れが爲めに濕りたる草花、麥稈、絹毛、等に亞硫酸瓦斯が觸れると、此等を還元して褪せしむるのである。又殺菌力も強い。世に煙毒と稱して、植物を害するものは主として硫化金屬を燃焼する際發生する亞硫酸瓦斯の影響である。

亞硫酸瓦斯の用途は毛、麥稈等の漂白に用ひ、又麥酒、葡萄酒を腐敗すべき微生物の殺菌等に用ひられる。

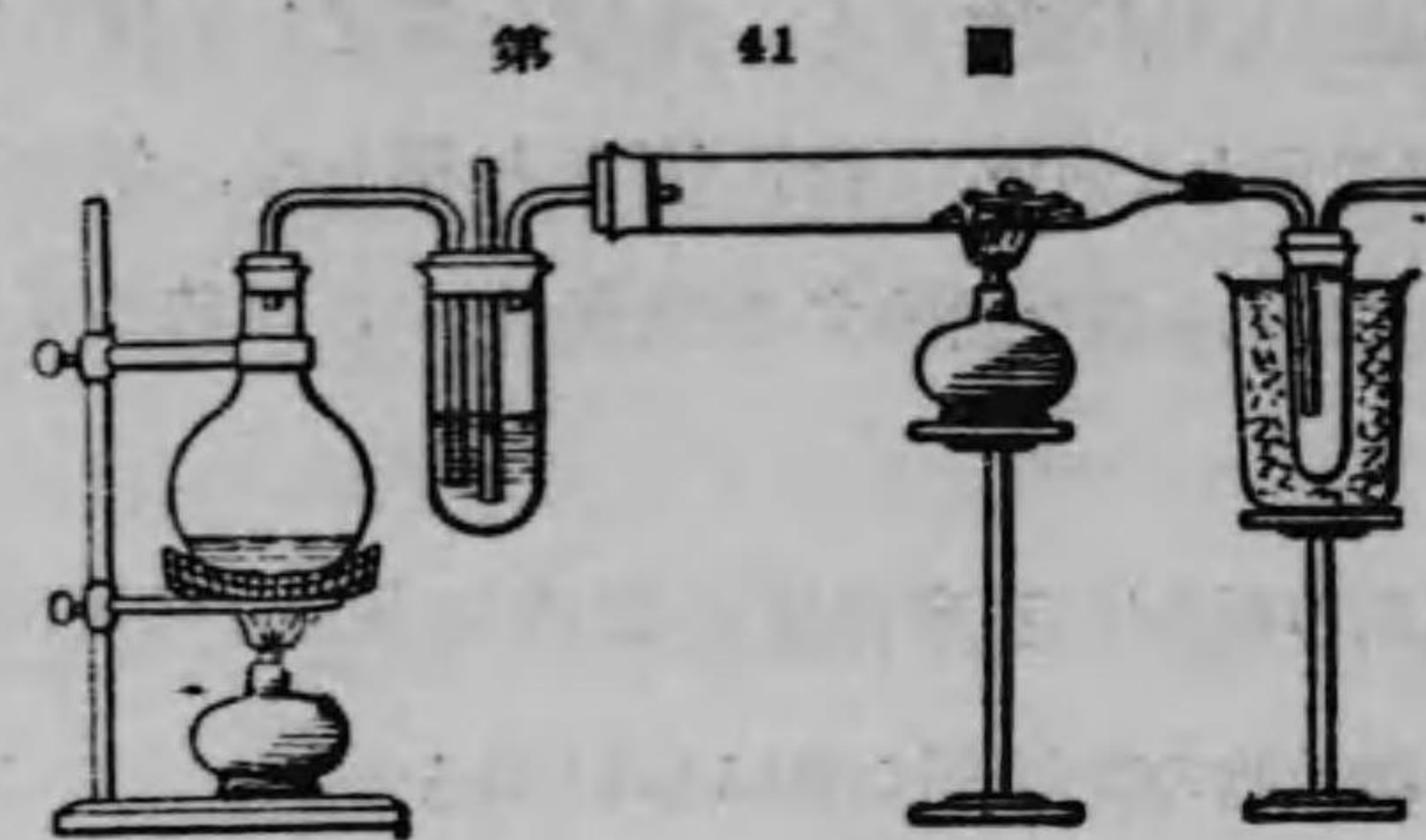
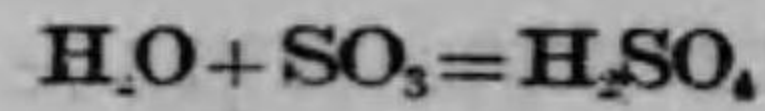
**104. 亞硫酸** 亞硫酸は亞硫酸瓦斯を水に溶かして得らるゝも、極めて分解し易く、少しく熱するときは其大部分は亞硫酸瓦斯と水とに分解する。亞硫酸は斯様に分解し易いけれども、其鹽である亞硫酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ )、亞硫酸カリウム ( $\text{K}_2\text{SO}_3$ ) は甚だ安定の物である。亞硫酸並に其鹽類は強き還元力があるから、漂白劑として、又寫眞の現像液として用ひられる。

問 亞硫酸瓦斯にて漂白した麥稈帽子などを久しく空氣中に曝せば復色するは何故であるか。

**105. 無水硫酸 (Sulphuric Anhydride)** 無水硫酸は一名三酸化硫黄と稱す。之を得るには  $500^\circ\text{--}600^\circ$  に熱したる海綿狀白金中に二酸化硫黄と酸素との混合氣體を通過せしむれば



よい。初めは白色濃霧状に出来るが、外部の冷所にて冷却されると白色絹糸状の結晶となる、之を水中に投ずれば烈しき音と熱とを發して水と化合し硫酸となる。



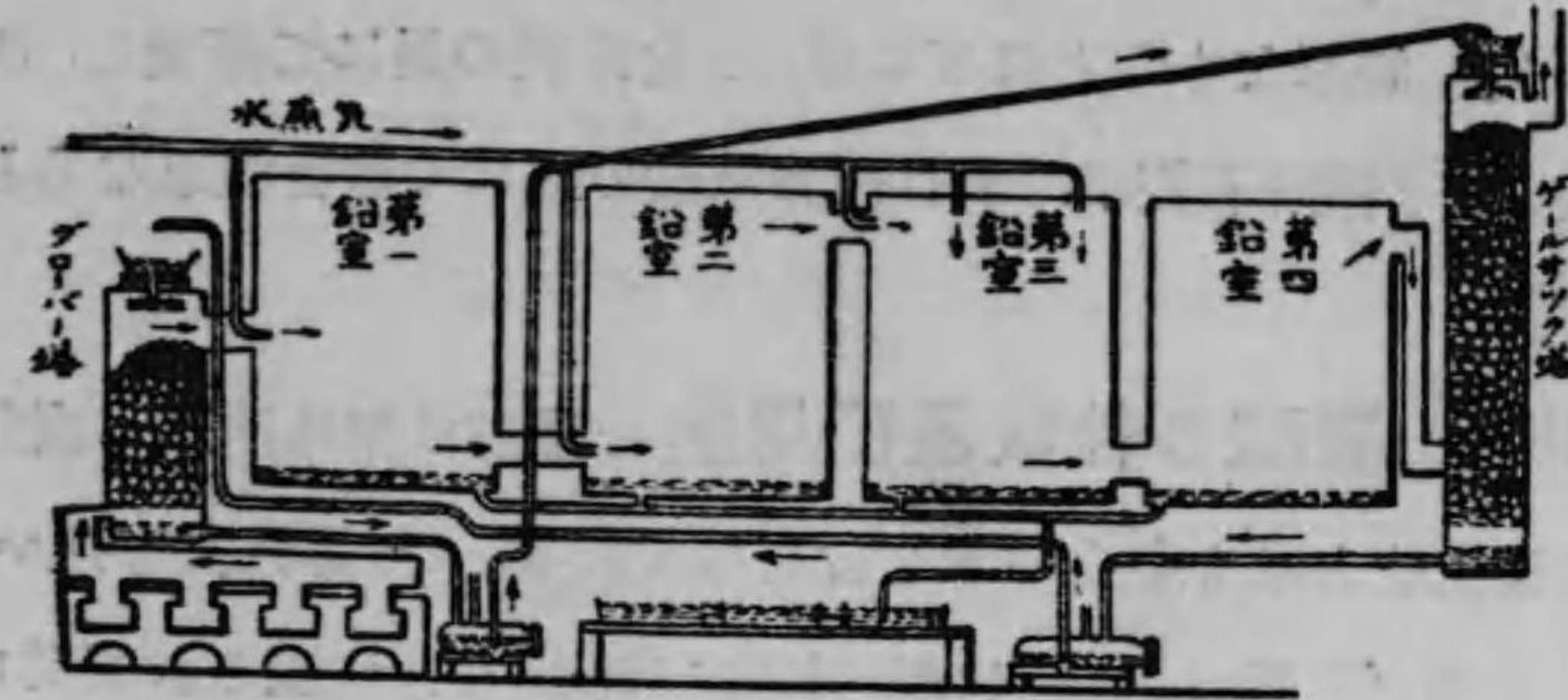
上に述べた所の亞硫酸瓦斯と酸素とを化合させる時に用いた白金粉末は少しも化學變化を受けなくて、唯亞硫酸瓦斯と酸素との化學變化を助けたのみである、即ち化學變化の媒介を爲したに過ぎない。斯様な媒介物を觸媒 (Catalyser) といふて居る。

問 他の場合に於ける觸媒を挙げよ。

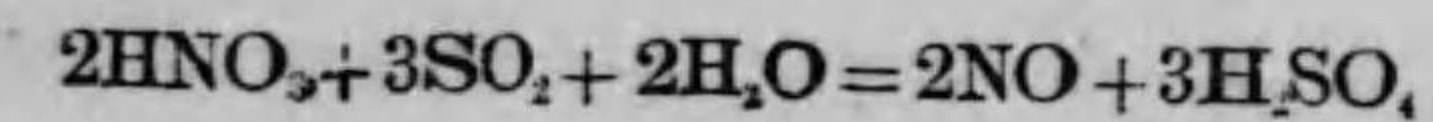
**106. 硫酸 (Sulphuric acid) の製法 (イ) 接觸法**  
前節に述べた様に白金を觸媒として無水硫酸を造り之に水を作用せしめて硫酸を得る工業的方法である。(ロ) 鉛室法、此方法は原料として二酸化硫黄と水蒸氣並に硝酸を要する。此内二酸化硫黄を得るには硫黄或は黄鐵礦 ( $\text{FeS}_2$ ) を燃焼して發生せしむる。硝酸は智利硝石に硫酸を加へ之を熱して發出せしむる。是等の物

を第 42 圖に示す様にグローバ-塔を通して鉛室内に導く、又水蒸

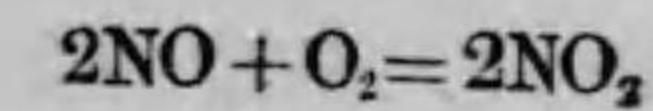
第 42 圖



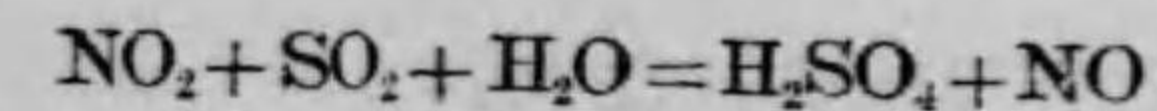
氣は直接鉛室に導く、然るとき鉛室内に入りたる物質は次の如く反應して硫酸を生ずる。



茲に生じたる酸化窒素 (NO) は空氣中の酸素と化合して二酸化窒素となる。



此二酸化窒素 ( $\text{NO}_2$ ) は二酸化硫黄と化合して硫酸を造る。



此際生じたる酸化窒素は再び二酸化窒素となりて硫酸を造るのである。斯様に酸化窒素は絶えず循環して反應する。而して鉛室外に逃出せんとする酸化窒素をゲールサク塔にて硫酸に吸収せしめグローバ-塔に送り此所にて發出せしめ再び鉛室内に入り作用を繰り返さしめるのである。併し實際には少し宛消散するから之を補充する必要がある。以上の如く造られた硫酸は鉛室の底に

集まる。此硫酸はボーマー約五十度で、凡そ 60 % の硫酸と他の種々の物質を混有する。俗に鉛室硫酸と呼ばれて居るのが之れである。濃厚なものとなすには、之を鉛製の鍋にて蒸發し、次に耐酸力強き融解石英鍋、或は珪素鐵製の鍋にて蒸發濃厚ならしむる。

**107. 硫酸の性質及び用途** 硫酸は無色油状の液體にして濃硫酸と雖も多少の水を含有して居る。吸濕性甚だ強い、殊

第 43 圖



に紙、木綿、砂糖、などに觸るれば其中より水素と酸素とを水の割合に奪ひ炭化せしめる。硫酸を水に混ざるときは多量の熱を發生する、夫れ故硫酸を稀釋するには水を攪拌しながら徐々に硫酸を加へねばならぬ。反對に硫酸の上に水を加へて

はならない、それは往々水が沸騰して硫酸を飛散せしむるからである。種々の金屬に作用する、中でも鐵亞鉛は稀硫酸には溶けるが濃硫酸には殆んど作用されない。

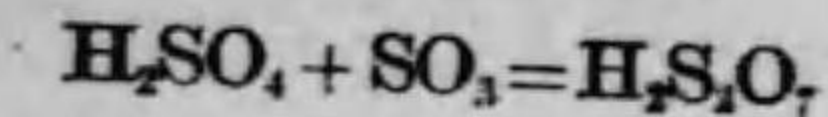
硫酸の用途は頗る廣く、鉛室硫酸は磷酸肥料、硫酸アムモニウム、硫酸ナトリウム、鹽酸、等の製造に用ひられ、濃厚硫酸は油類の精製、染料、爆發物、の製造、蓄電池の電液、其他脱水劑、乾燥劑としても用ひらる。

次に硫酸の比重と其純度との關係を示す。

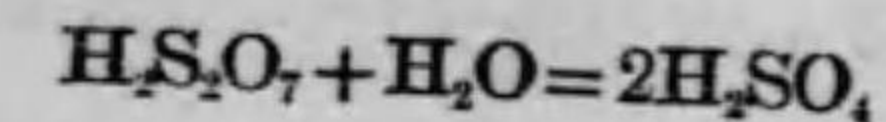
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %	比 重	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	比 重
1	1.004	5	1.0320
10	1.0689	15	1.1060
20	1.1440	25	1.1830
30	1.2289	35	1.2640
40	1.3060	45	1.3510
50	1.3980	55	1.4480
60	1.5010	65	1.5570
70	1.6150	75	1.6750
80	1.7340	85	1.7860
90	1.8220		
100	1.8426		

蓄電池用硫酸の試験法は附録に載せてあるから委しく知りたきものは見るが良い。

**108. 發煙硫酸** 濃厚硫酸に多量の無水硫酸を溶解したるものを發煙硫酸と稱し、之れは



の組成を有するものにて、其一分は水に作用して二分子の硫酸と同一作用を現はすものである。



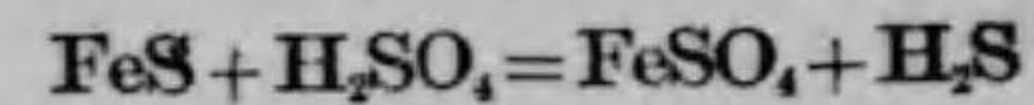
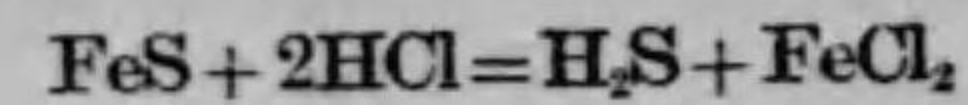
近來は發煙硫酸が接觸法により廉價に製造せられるから、此低廉なる發煙硫酸を用ひて、高級硝化物を容易に製造し得る様になつた是が爲に染料、爆藥等には殊に著しき進歩を促がした。

問 (1) 硫酸一モルは幾瓦なるか。

問 (2) 水酸化ナトリウムを以て硫酸を全く中和する方程式を作れ。

### 109. 硫化水素 (Hydrogen Sulphide) の製法

硫化水素は火山の噴氣中、又は許多の温泉中に溶解することがある、又蛋白質が腐敗する時に此氣體を生ずる。此れを製するには沸騰せる硫黄に水素を通ずるも得られるが、簡便に造るには硫化鐵に鹽酸或は稀硫酸を加ふればよい。此ときの反應式は



110. 硫化水素の性質 硫化水素は無色にて腐卵の如き臭氣を有し、毒性がある。火を點ずれば青色の焰を擧げて燃焼し、水と二酸化硫黄を生ずる。又能く水に溶解し、其溶液は硫化水素水と稱し化學分析には缺くべからざるものである。何となれば、硫化水素が金屬鹽類の溶液に作用するときは、何等の變化を呈せざるものと、酸性の溶液に於て硫化物の沈澱を生ずるものと、アルカリ性の溶液に於て沈澱を生ずるものととの區別がある、又此沈澱の色も種々異なる爲である。上の各場合に出来る沈澱物の色を示さう。

PbS	CuS	黒色
Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	CdS	黄色
ZnS		白色

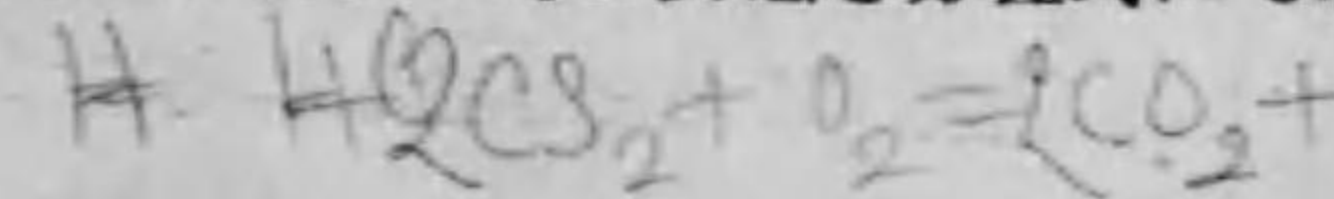
111. 二硫化炭素 Carbon bisulphide CS<sub>2</sub> 炭素と硫黄とは高温度に於て直接に化合して二硫化炭素を生ずる。工業

上多量に之を製造するには、木炭か或はコークスを土管に入れて灼熱し、之に硫黄の蒸氣を通ずるのである。此くして得たる二硫化炭素は之を冷却せる受器に集め更に之を蒸留して純良なるものとなす。近來電氣爐で盛んに製する様になつた。

二硫化炭素は無色の液體にて、強く光線を屈折する性がある。其純粹なるものは殆んど臭氣なけれども普通の物は他の硫化物を含む爲に厭ふべき惡臭を發する。比重は 1.29 であつて、沸騰點は 46° であるから、常温にありても極めて揮發し易く、其蒸氣は有毒である。又此蒸氣と空氣、若しくは酸素との混合せるものは劇烈なる爆發性を有つて居るから、二硫化炭素の附近に火氣を近づけぬ様注意を要する。二硫化炭素に點火すれば青色の焰を擧げて盛んに燃え、又此蒸氣を熱して 149° に達せしむれば自ら發火して燃焼する。二硫化炭素が燃えれば無水炭酸と無水亞硫酸とを生ずる。

二硫化炭素は水には溶解しないが、アルコール及エーテルには能く溶解する。又油、ゴム、樹脂、硫黄、燐等を溶解させる。工業上の用途多く害蟲驅除用としても多量に用ひらる。

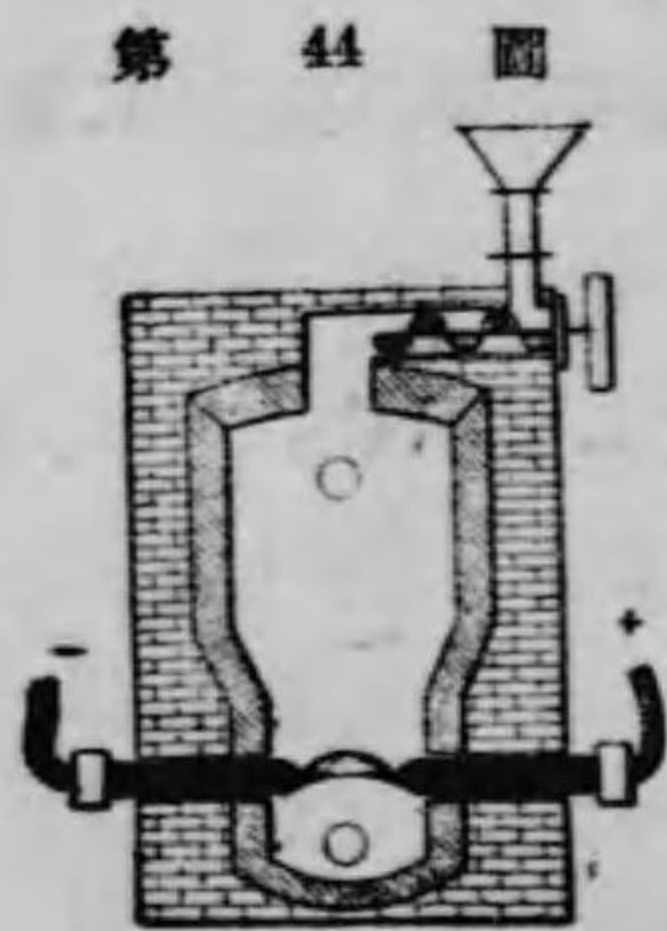
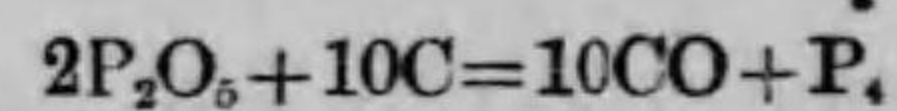
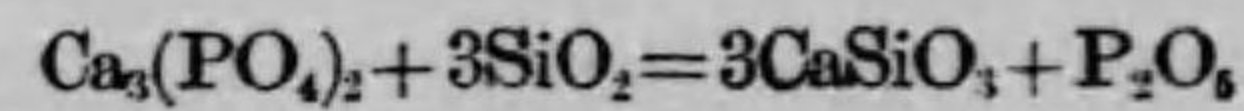
問 二硫化炭素の燃ゆる時の反應を方程式にて示せ。



## 第三十章 磷 Phosphorus

**112. 磷の所在** 磷は自然界に於て遊離して存在しないが、其化合物は廣く地上に散布して居る。礦物では磷灰石  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaCl}_2$  (酸磷カルシウム礦)が最も主なものであつて、本邦にても所々に産出するが、就中有名なるは沖縄縣ラサ島の磷礦、及び大平洋洲島のアンガウルに産するもので、我邦の人造肥料は此等を原料として居る。其他動物の骨の中に磷酸カルシウムとなつて存在する。

**113. 磷の製法** 近來は磷を電氣爐にて製する様になつた。其方法は磷礦を砂及びコークスと共に電氣爐の中で強熱するのである。其反應は次の様に起る。



此時發生する磷の蒸氣を冷水中に導きて凝固せしむる。斯様にして得たる磷を更に精製するには空氣の流通を斷ち之を乾餾するか、熱湯にて之を熔融し羊皮にて絞り出して、後型に注入し小さき棒状となし常に冷水中に貯ふるのである。

**114. 磷の性質** 磷の最も純粹なるものは白色であるが

多くは淡黄色半透明の固體で蠟に似て居る。比重 1.8 にて、低溫度では硬くて脆い 又  $15^\circ$  以上では柔軟で、 $44.5^\circ$  では熔融して透明の濃液となる。手指の溫度にても燃焼し、 $60^\circ$  にて發火し、密閉したる器中にては  $290^\circ$  で沸騰し無色の蒸氣に變する。水中に貯へたる磷も日光に觸るゝこと久しければ其表面は漸々結晶の黄色皮膜を以て被はれ終に不透明となる。極めて有毒であつて、黄磷の 0.055 瓦乃至 0.12 瓦にて動物を死に至らしむることが出来る。俗に猫イラズと稱する殺鼠劑は蔗糖を混じたる穀粉の塊に溶解磷を加へて製したるものである。磷は水、アルコール、エーテルに溶解しないが、油類には少しく溶解し、二硫化炭素には能く溶解する。

**115. 赤磷** 空氣の流通を斷つて黄磷を  $250^\circ$  乃至  $300^\circ$  に熱すれば黄色液狀の磷は赤色の殻皮を生じ、此赤色部次第に増加して全量赤色の固塊に變ずる。此中には尙微量黄磷が残つて居るから二硫化炭素を用ひて之を除くと黒赤色の粉末となる、これを赤磷と稱する。赤磷は比重 2.1 で、二硫化炭素には溶けない。久しく空氣中に貯へても、黄磷の如く變化することなく、又光を發することなし。黄磷の毒性あるに拘らず赤磷には毒性がない。

**116. 磷寸 (Matches)** 磷は戰時には爆彈に使用せらるゝが、平常に於ける主なる用途は磷寸製造の原料である。磷寸は棒及箱の二要部より成つて居る。棒の一端には鹽素酸カ

リウム  $\text{KClO}_3$  (酸素供給剤)と硫黄又は硫化アンチモン  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  (燃料)とを膠で固著せしめる。箱には赤燐(燃料)二酸化マンガン(酸化剤)玻璃粉末(摩擦剤)の混合物を膠にて煉りたるものを紙に塗り、それを箱に貼附するのである。棒にて此面を摩擦すると摩擦熱の爲に赤燐が發火して此等の調合物を燃焼せしむるのである。

問(1) 黄燐の製法性質を述べよ。

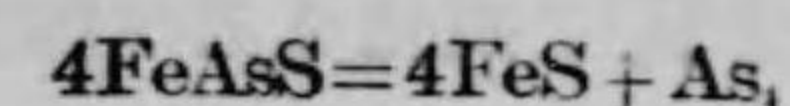
問(2) 赤燐と黄燐と異なる特徴を挙げよ。

問(3) 燐寸の發火に容易なる理由を述べよ。

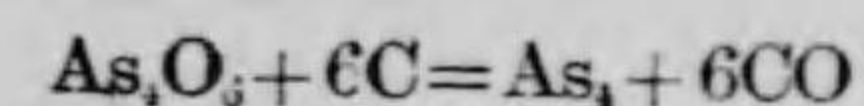
## 第三十一章 砒素

117. 所在及製法 砒素は遊離の状態て天然に存在することあるが、多くは鐵、銅、硫黄、ニッケル、コバルトの化合物に伴隨して存在し又石炭中に含有せられる。其主なるものは雄黄  $\text{As}_2\text{S}_3$ 、硫砒化鐵鏝一名毒砂  $\text{FeAsS}$ 、鷄冠石  $\text{As}_2\text{S}_2$  等である。

砒素は硫砒化鐵鏝を熱して之を製する。其時の變化は下の方程式の示す如く、硫化鐵と砒素とに分解するのである。



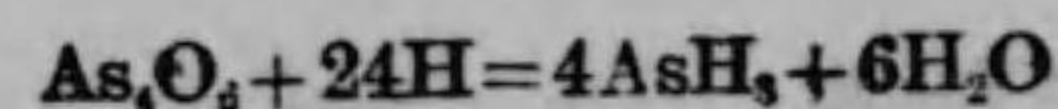
此際砒素は昇華するから、其蒸氣を受器に導き凝結せしむればよい。又砒素を含有する鏝物を燃焼して、先づ無水亞砒酸  $\text{As}_2\text{O}_3$  を造り、是に炭素を加へ之を還元して砒素を製することとなる。



118. 砒素の性質 砒素は灰色の金屬光を有する結晶で、熱及電氣の良導體である。之を熱すれば黄色で蒜の様な臭氣のある蒸氣を發する。強く熱すれば青色の燄を發して燃焼し無水亞砒酸を生ずる。純粹の砒素は毒性がないけれども其化合物は劇毒性を有して居る。高溫度に於ては直接に種々の單體と化合し易く、殊に鹽素とは燃焼して化合し三鹽化砒素  $\text{AsCl}_3$  となる。

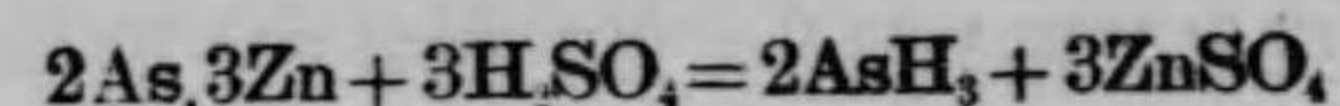
119. 砒化水素 (Arsenic trihydride)  $\text{AsH}_3$  亞鉛

に稀硫酸を加へて水素を發生せしむる際に砒素化合物が存在するならば、砒素は水素と化合して砒化水素を生ずる。



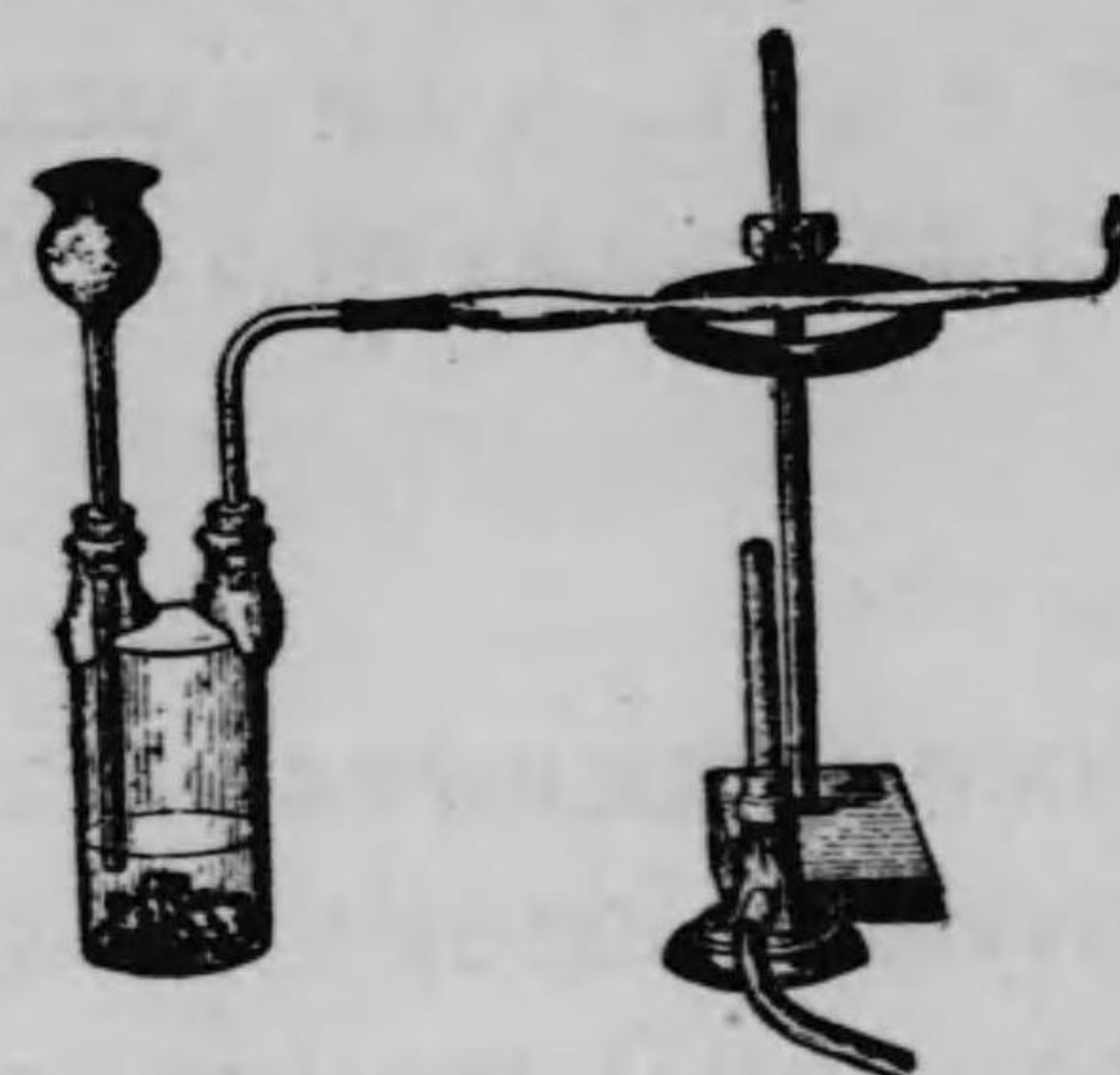
無水亞砒酸                  砒化水素

或は砒素と亞鉛との合金を稀鹽酸若しくは稀硫酸に作用せしむるときにも生ずる。其方程式は

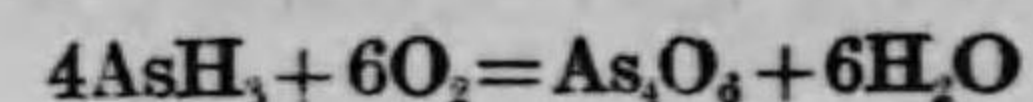


### 120. 砒化水素の性質

第 45 圖



砒化水素は無色にて蒜の如き強き臭氣を有する極めて有毒な氣體であつて、之に點火すると蒼白色の焰をち放て燃ゆる。

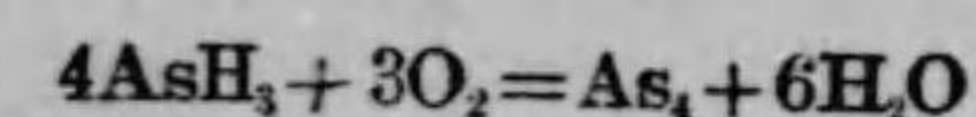


砒化水素の通過する管を熱すると砒化水素は分解して砒素と水素となり、砒素は管壁に附着する。此管壁に附着せる砒素は黒色の金屬光を有して居るから、之を砒素鏡と云ふて居る。又砒化水素の焰に冷かなる磁器を觸れても、其面に砒素鏡を生ずる。アンチモン化水素も之に類似せる反應が現はるゝが、砒素鏡は漂白粉の溶液に溶解しアンチモン鏡は少しも之に溶解しないから之を區別することが出来る。

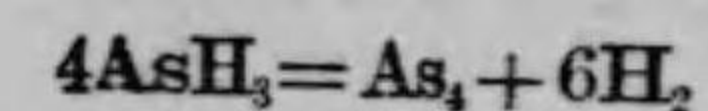
から、之を砒素鏡と云ふて居る。又砒化水素の焰に冷かなる磁器を觸れても、其面に砒素鏡を生ずる。アンチモン化水素も之に類似せる反應が現はるゝが、砒素鏡は漂白粉の溶液に溶解しアンチモン鏡は少しも之に溶解しないから之を區別することが出来る。

此方法をマーシュの方法と名づけて、微量の砒素を検出するに用ひられて居る。

砒化水素の燃焼不完全なる時は、砒素は分離して次の様な反應が行はれる



又砒化水素のみをブンゼン燈又は酒精燈にて熱しても分解して砒素を生ずる。其變化を示す方程式は次の如くである。

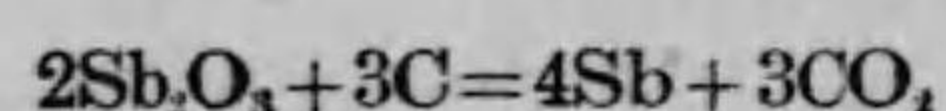
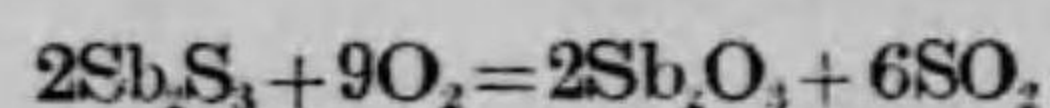


問 俗に亞砒酸と稱するものは如何にして製するか。又其變化を方程式にて示せ。

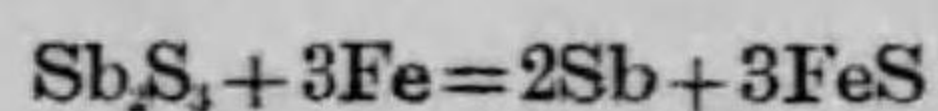
## 第三十二章 アンチモン及其化合物

**121. アンチモンの所在** アンチモンは主に硫化アンチモン鉱 (Stibnite, or Stibnit.)  $Sb_2S_3$  となつて、天然に存在し伊豫國市の川鑛山は、此鑛の世界的に有名なる産地である。又鉛、水銀、銅、銀、等の硫化物に伴隨して産出し、金屬と化合してアンチモン銀  $Ag_2Sb$ 、アンチモン砒素となつても自然界に存在する。

**122. 製法** アンチモンを製するには、硫化アンチモン鑛を煨焼して三二酸化アンチモン  $Sb_2O_3$  に變じ、之に木炭を加へて灼熱するのである。



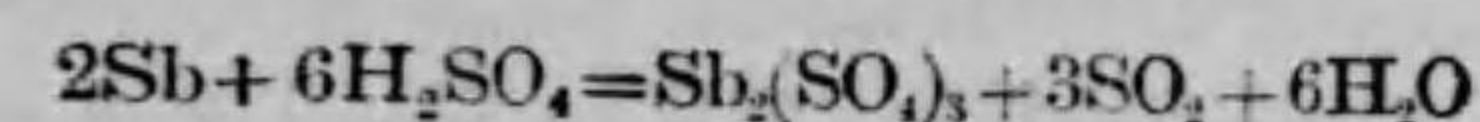
又硫化アンチモン鑛に鐵を加へて熱すると、鐵は硫黃と化合してアンチモンを遊離する。



此方法にて得たる粗製アンチモンは、砒素、鉛、硫黃、の夾雜物があるから、此粗製アンチモンに少量の硝石を加へて融解せしめ、硝石より生じたる酸素に依りて、是等の不純物を酸化せしめて、除去し之れを精製する。

**123. 性質** アンチモンは銀白色の光澤を有する硬質にて、其質は至て脆く 容易に粉碎することが出来る。其比重は 6.71

乃至 6.86 にて、融解點は  $432^\circ$  である。一旦熔融せるものを冷却すると斜方六面體の結晶となり其容積が著しく増大する。融解せる金屬が冷却して固體となる時其容積が増大するのはアンチモンの特徴である。アンチモンに濃鹽酸を加へて熱すると、水素瓦斯を發生して三鹽化アンチモン  $SbCl_3$  を生じ、濃硫酸をアンチモンに加へ之を熱すると、無水亞硫酸を發生して硫酸アンチモン  $Sb_2(SO_4)_3$  を生ずる。其反應は下式の如くである。



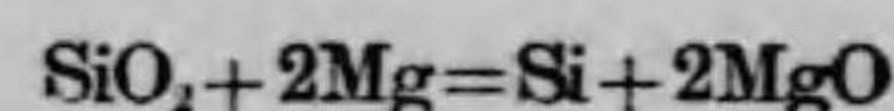
**124. 用途** アンチモンの粉末は時に石膏模型等の表面に塗布して金屬様光澤を生ぜしめ、又エナメル製造用として錫の代用品として用ひられる。又硫化アンチモンは塗料用の珪瑯の原料となり、護謨製造の際硬化劑として頗る多量に使はれて居る。硫化アンチモンにて硬化した護謨は風化又は光によりて變化しないので自動車護謨輪用として賞用せらるゝ。赤色のアンチモン朱は彈性ゴム其他に着色する顔料、油繪、水彩畫繪具として用ひられ、又キヤラコの型付等の捺染劑にも使はれて居る。又酸化アンチモンは硝子及び陶磁器に黄色を附與する爲に利用せられて居る。

問・硫化アンチモンを燃焼すれば如何なる變化が生ずるか。

### 第三十三章 硅素 Silicon 及其化合物

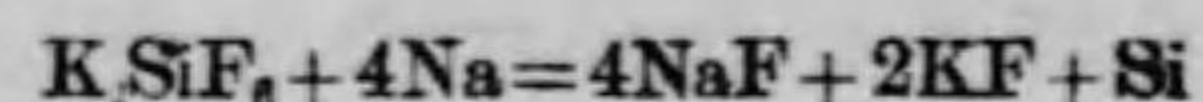
**125. 硅素の所在及び製法** 硅素は遊離して天然に存在しないが、化合物となつて廣く散布し且つ多量に産出する。此元素が礦物界に主成分となつて居る有様は、恰かも有機物中に炭素が存在するのと匹敵して居る。即ち酸素と化合して石英(Quartz)となり大なる鑛脈を構成し、或はアルミニウム、鐵、ナトリウム、カルシウム等と化合して岩石土壤の主成分をなして居る。

硅素と酸素の化合物なる無水硅酸  $\text{SiO}_2$  にマグネシウム、アルミニウム、カリウム若しくはナトリウムの如き還元性金属を加へて熱すると、硅素を遊離する。例へば、マグネシウムの無水硅酸に於ける反應は次の如くである。



試験管に少量の白色の砂(石英の崩壊して生ぜるもの)と同量のマグネシウムとを入れて酒精燈火を以て熱すれば、硅素は褐色無定形の粉末となつて析出する。是に鹽酸を加ふれば、生じたる酸化マグネシウムは溶解して硅素のみ残留する。

結晶硅素を製するには、硅弗化カリウム  $\text{K}_2\text{SiF}_6$  と稱する化合物にナトリウムと亞鉛粉末との混合物を加へて坩堝にて熱するのである。此際の化學反應は次の如くに行はれる。



此際生成せる弗化ナトリウム  $\text{NaF}$  と弗化カリウム  $\text{KF}$  とは、水に溶解し易いから容易く之を除去することが出来る。析出せる硅素は加はへたる亞鉛中に溶解して存在するから、冷却したる後に鹽酸を以て亞鉛を溶解せしむると、硅素は美麗なる光澤を有する銅色の等軸結晶となりて残留する。

**126. 硅素の性質** 無定形硅素は高温度に至れば熔融し、之れが再び凝固すれば灰色にして金屬光ある結晶状の塊となる。若し亞鉛の如き金属を加へると容易く結晶する。無定形硅素は空氣中にて點火し得るが、不揮發性の二酸化硅素を生じて燃焼の進行を妨ぐる爲に、燃焼は完全に行れない。結晶状の硅素は赤熱せられても空氣中にては殆んど變化しない。

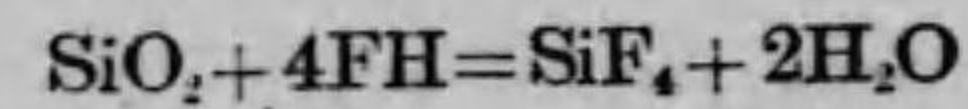
硅素は常温に於て劇しく弗素と化合して弗化硅素を生ずるが、他のハロゲンとは赤熱以上の温度でなければ結合しない。

**127. 二酸化硅素 Silica  $\text{SiO}_2$**  硅素の化合物中最も重要なるは二酸化硅素即ち無水硅酸である。此物は自然界に多量に存在し、地殼の大部分は其化合物で優に地殼の四分の一以上を占めて居る。其最も純粹なるものは水晶、瑪瑙、蛋白石、燧石、硅砂等であるが、微量の夾雜物のために着色して居るものも少ない。水晶、瑪瑙、蛋白石の純良なるものは裝飾用として貴重せられ、硅砂の純白透明なるものは硝子製造の原料である。

**128. 二酸化硅素の性質用途** 二酸化硅素即ち無水硅



酸は比重 2.7 にて、其質最も堅く硝子に傷くことが出来る。其硬度を數字で表はすと 7 である。弗化水素を除く外は、總ての酸類に依つて侵蝕せらるゝことがないのみならず、其膨脹係數が小なるために温度の激變に際しても破碎しない。又高温度に耐ゆるので、酸水素吹管にて石英を融解して造つた、坩堝、蒸發皿、試験管等は白金の坩堝等の代用となり、水銀電燈の真空管も石英で造られる。熔融したる石英を引き延ばして製した細線は、捻力がないので精巧なる物理實驗用に供する。二酸化硅素が弗化水素に侵さる時の化學反應は次の如くである。



**129. 硬度計** 礦石や金屬の硬度を數字で表はすために一から十までの硬度が定めてある。夫れを次に示さう  
滑石 Talc (一) 石膏 Gypsum (二) 方解石 Calcite (三)  
螢石 Fluolite (四) 磷灰石 Apatite (五) 長石 Feldspar (六)  
石英 Quartz (七) 黃玉 Topaz (八) 鋼玉 Corundum (九)  
金剛石 Diamond (十)

長石迄の硬度は爪、銅貨、小刀にて檢定することが出来る。鑛石が小刀にて傷くことが出来なければ、硬度は七以上で寶石類となり種類も少くなる。若し爪にて軽く摩擦して傷を受くるものは一乃至二の硬度に當り、強く摩擦して傷を受くれば二・五、爪にて傷付けられねば三以上である。銅貨にて傷付け得るものは三であ

つて、傷付くことが出来ない物は三・五。小刀の脊部にて傷付け得るものは五以下で五又は六の硬度は小刀の刃でなければ傷付かない。但し小刀の硬度は製法如何により甚しき差があるので、硬度五の鑛物にても傷付かないことがある。

**130. 土壤、岩石** 吾人が踏んで居る土壤は往時岩石であつたものが自然力の作用に依つて崩壊と分解とを重ねたものである。其土壤の化學成分は、母岩たりし岩石の種類に依つて、其質を異にして居る。岩石は其生成の方法に依りて、之を火成岩と水成岩とに大別する。

火成岩は高温熔融の状態にありし岩漿が、地殼の表面に噴出したる際に、冷却固結して生じたるものである。前に述べた石英も其一つで、種類も甚だ多いが最も普通なるものを列挙すると次の様である。

花崗岩 石英粗面岩 閃綠岩 蛇紋岩 安山岩 玄武岩 等である。

水成岩は水底に堆積沈澱して出来た岩石で、厚い層を成して居る。水成岩の主なのを列挙すれば、

泥板岩 粘板岩 砂岩 礫岩 等である。

火成岩又は水成岩が、其近邊に近寄つた岩漿の熱、又は造山力によりて壓迫せられた際の熱の作用を受けて、變質したものがあ

是等の岩石は片状層理を爲して居るから、剥げ易い。其種類を擧ぐれば

雲母片岩 綠泥片岩 石墨片岩 滑石片岩 紅簾片岩  
絹雲母片岩

等て、此外綠色又は暗綠色の輝岩及び角閃岩或は大理石硅岩も變成の種類である。

**131. 硅酸 (Silicic acid)** 一般に酸類と稱するものは、酸化物と水の集合して出来たものと見做すことが出来る。例へば、硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  は  $\text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  と見做し、亞硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_3$  は  $\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  と見做し、硝酸  $\text{HNO}_3$  は  $\text{N}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$  と見る事が出来る。硅酸も硅素の酸化物と水の集合と見做すことが出来るが、硅酸には種類が澤山あつて硅酸鹽類より推定すれば



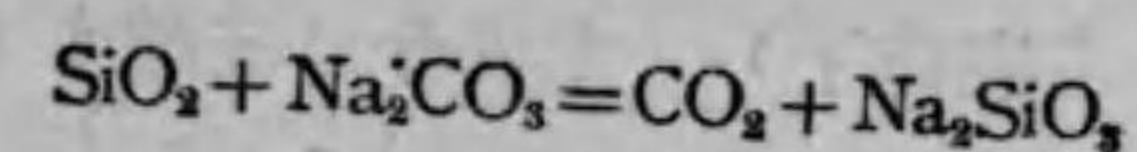
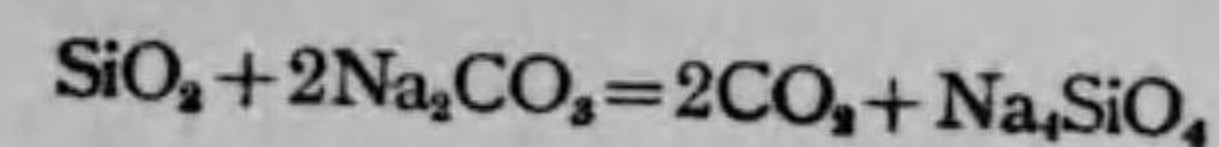
の如き、種々の硅酸が存在し得る譯である。是等の酸類は其純粹なるものを抽出せられたことはないけれども、此複雑なる硅酸に相應する鹽類は非常に澤山存在するのである。

最も簡單なる硅酸  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  又は  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  は硅酸ナトリウムの水溶液に鹽酸を加ふれば、膠狀沈澱となりて生ずる。

**132. 水硝子** 前記種々の硅酸鹽は殆んど水に溶解しないが、唯硅酸ナトリウム、硅酸カリウムは能く水に溶解する。此硅酸

ナトリウムを水硝子と云ふ。

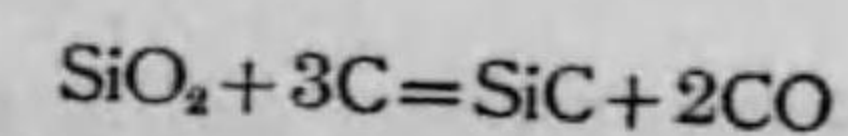
**133. 水硝子の製法** 二酸化硅素(白砂)と炭酸ナトリウムとを灼熱して製する。此時の反應式は



**134. 水硝子の性質及び用途** 水硝子は無色透明で飴に似たる粘稠性の物であつて、水にはよく溶ける。此溶液はアルカリ性である。

用途 水溶液となして布又は木材に塗りて乾燥すると防火や防腐の効があるから、防火、防腐用として用ゆる。又不燃性で絶縁も良いから石綿と混じて電熱器などを製するにも用ひられる。其他石灰や砂と混じて人造石を製するにも使用される。

**135. 炭化硅素と其製法** 炭化硅素 (silicon carbide) は一名カーボランダム (Carborundum) と云はれて居る。之を製するには石英と炭素とを混じたものを電氣爐で強熱すれば石英は還元されるのみならず炭素と化合して炭化硅素を成生する。此時の反應式は



**136. 炭化硅素の性質と用途** 純粹なものは無色透明であるけれども鐵其他の不純物を含むで居るものは黒色又は青色、紫色等のものもある。硬度は9で、酸などの藥品にも堪えれば

又高熱にも堪え得るものである。使用の途は磨研紙、磨研用人造砥の製造用である。

137. 硝子 硝子 (glass) は其成分より大略次の三種に區別する。

- (i) 曹達硝子(一名窓硝子) 主成分は硅酸ナトリウム、硅酸カルシウム
- (ii) 加里硝子(一名ボヘミヤ硝子) 主成分は硅酸カリウム、硅酸カルシウム
- (iii) 鉛硝子(一名プリント硝子) 主成分は 硅酸鉛、硅酸カリウム

此等の硝子を製する方法は何れも同様で、用ふる材料が異なるだけである。其材料は

- (1) 炭酸ナトリウム、(曹達灰)砂、及び石灰石の粉末等、
- (2) 炭酸カリウム、白砂及び石灰石の粉末等、
- (3) 炭酸カリウム、酸化鉛、及び白砂等、

斯様な材料の各混合物を坩堝に入れて強熱すると水飴状の熔體となる。之を冷却すれば硝子となるが、形を造るのは吹くとか又は型に入れるのである。

硝子の性質、用途 は各種類共に同じ様であるが多少の相違があるから之を次に示さう。

(i)の曹達硝子は比較的熔け易くて青色を帯びて居る、アルカリには侵され易い。用途は窓ガラス、壺、ガラス管、普通の硝子

器具の製造用とする。

(ii)の加里硝子は無色で熔け難くて硬い、アルカリに対しても抵抗力が強い、用途は理化學用硝子器具、電球等の製造用。

(iii)の鉛硝子は無色で最も融け易く、甚だ軟かである、光線を屈折することも最も強い。それ故光學用のレンズ、プリズム等の製造用及び寶石模造、硝子装飾品製造用とする。

138. 硝子の着色 硝子に着色するには金属が金属の酸化物を熔融混合するのである。各色と其色を生せしむる物質を次に挙げやう。

赤 色	酸化第一銅
紅 色	金
青 色	酸化コバルト
緑 色	酸化ウラニウム
紫 色	酸化マンガン
黄 色	銀又はアンチモン
黒 色	酸化鐵、酸化マンガンの多量
乳白色	燐灰石、又は錫石

139. 陶磁器 電氣用には硝子、硝管其他の絶縁用として盛んに使用せられて居る。陶磁器の原料としては主に陶土、長石及び石英を用ふる。其製法は原料を粉碎して之を水簸し良く練りたるもので形を造り蔭干しをして窯にて焼けば素焼きが出来る。此素焼きを釉薬(微細なる長石の粉末を混じて濁れる液)中

に浸し乾燥後再び窯に入れて強熱すれば表面滑かなる所の普通の陶磁器が得られる。陶磁器に着色するのは硝子の着色と同様である。

問 1 石英硝子で造つた器具は温度を急激に變へても破損しないと云ふ。何故であるか。

問 2 硅酸ナトリウムに鹽酸を加へて硅酸の生ずる方程式を書け。

### 第三十四章 溶液 (Liquid Solution)

140. 溶液 食鹽や砂糖などを水に溶かすと所謂食鹽水や、砂糖水が出来る。又沃素をアルコールに溶かせば沃度丁幾 (ヨードチンキ) となる。此食鹽水、砂糖水及び沃度丁幾の様に、液體が他の物質を溶かして居る液を溶液と云ふ。さうして食鹽、砂糖、沃素の様に溶けて居る物質を溶質 (solute) と云ひ、水、アルコールの様に溶質を溶かした液を溶媒 (solvent) と云ふのである。

141. 濃度 濃度と云ふのは濃さの度合のことであつて、此濃度を表はすには

溶液一立中に含まれて居る溶質のモル數即ち瓦分子の數を取らる。例へば食鹽水 1 立中に食鹽 (NaCl) を 58.5 瓦を含むで居れば此食鹽水の濃度は 1 モルである。

又稀硫酸 500 c.c. の中に硫酸 ( $H_2SO_4$ ) を 24.5 瓦即ち  $\frac{1}{2}$  モルを含むで居れば 1 立の中には  $24.5 \times 2$  瓦即ち  $\frac{1}{2}$  モルを含むことなる割合であるから、此稀硫酸の濃度は  $\frac{1}{2}$  モル或は 0.5 モルである。

一般に

$$\text{濃度} = \frac{\text{溶液中に含まる溶質のモル數}}{\text{溶液の體積を立單位で表はした數}}$$

問 1 苛性曹達の溶液 50 c.c. 中に NaOH を 0.8 瓦含むで居るとき此苛性曹達の濃度幾何。

問 2 濃度  $\frac{1}{2}$  モルの硫酸銅溶液 80 c.c 中には硫酸銅幾瓦を溶かして居るか。

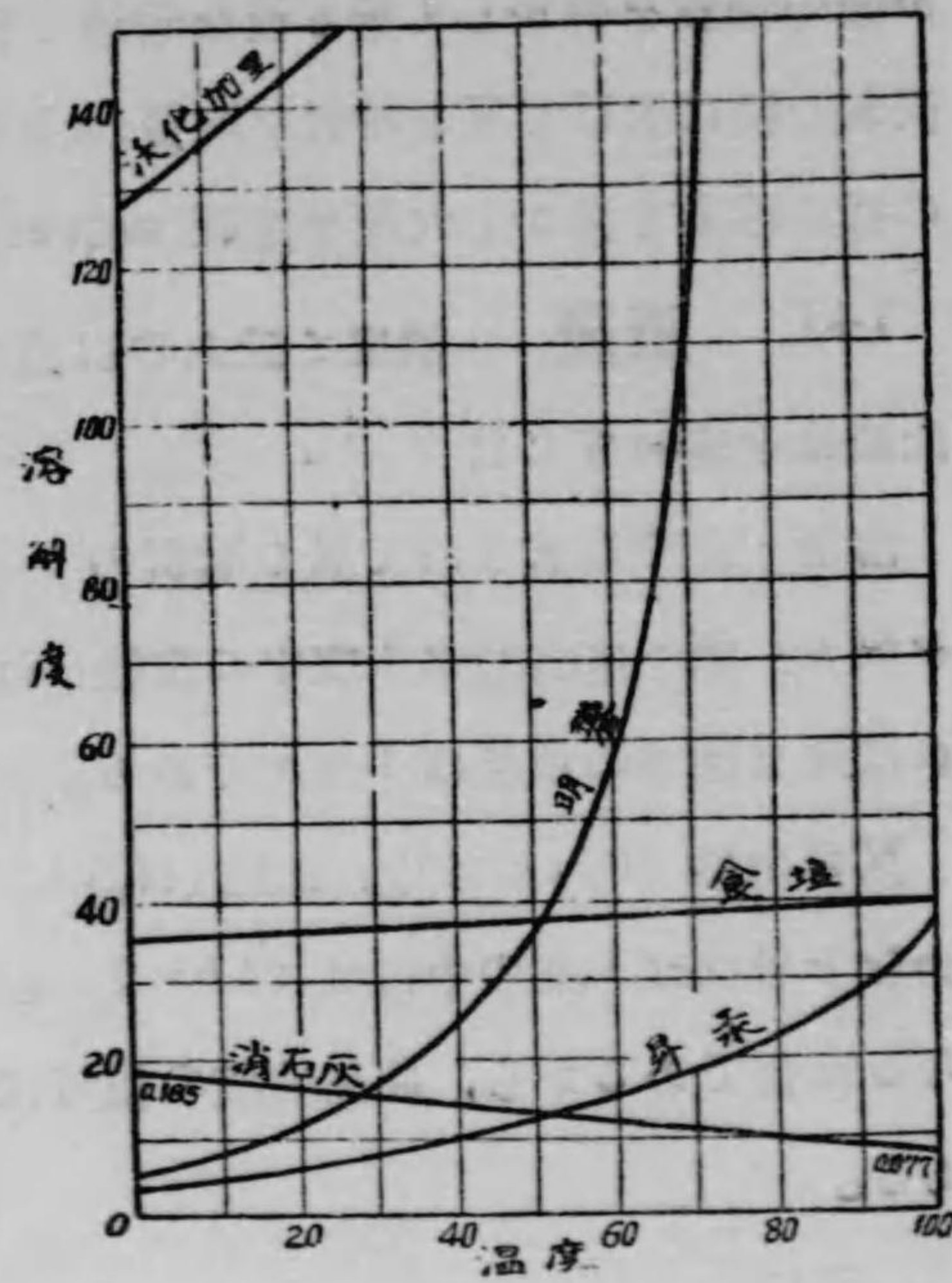
142. 飽和溶液と溶解度 一定の温度に於て或る一定量の溶媒に一つの物質を溶かして次第に溶質の量を増加すると終には如何に攪拌しても

溶けなくなる、即ち此溶液は此溶質をこれ以上に溶解することが出来ない様になつたのである。此様な溶液を此温度に於ての飽和溶液 (saturated solution) と稱する。

此様な飽和溶液にする爲めに溶媒 100 中に溶け得る溶質の量を其温度に於て其物質の溶解度 (solubility) と名づける。

例へば  $15^{\circ}$  のとき水 100 瓦の中に食鹽が 36 瓦溶けて飽和溶液になつたとすれば此  $15^{\circ}$  に於ての食鹽の溶解度は 36 であると云ふ。

第 46 圖



溶解度曲線圖

一般には固体の溶解度は温度が上ると増すものである。けれども水酸化カルシウム、硫酸カルシウムなどは温度が上ると溶解度の減するのである。

氣體の溶解度は温度が上ると溶解度は減少するのが普通である。

### 第三十五章 電離 (Electrolytic Dissociation)

143. 物質の電氣的分類 總ての物質を電氣的に分類すると次の三種類となる。

i. 電氣を傳導しないもの、言ひ換えると絶縁體であるもの。  
例へば油、アルコール、ゴム、硫黄等。

ii. 電氣を良く傳導するが電氣が通つても物質は化學的變化をしないもの。  
例へば多くの金屬類。

iii. 電解質と稱するもので、電氣の良導體ではあるが電氣を通ずると化學的變化を起すもの。

例へば食鹽の溶液、稀硫酸、熔融した苛性曹達の様なもの

144. 電離 上に述べた第三の電解質は第一、第二の物質と異なつた性質を持つて居る。此異なつた性質を知る方法としては、氷點降下、沸點上昇の測定法があるけれども、此方法に依らなくとも、次の方法に従ふのが簡便である。

アルコールとか他の物質のアルコール溶液か、又は蒸溜水中に二枚の銅板を浸し、其各銅板に別々に銅線を附けて、之を電池と電流計とを連絡した回路 (circuit) 内に連結すると、電流計には何等の變化も現はさないが、此アルコール又は蒸溜水に代ふるに食鹽水か又は硫酸銅の水溶液を用ふると、電流計の針は動いて電流の通じた事が分る。之れに依て食鹽水や硫酸銅の溶液は、アルコ

ールや蒸溜水とは電氣的に異なつた性質を有することが判る。

然し食鹽も蒸溜水も電氣の

不良導體であるのに、其溶

液が良導體であるのは、溶

けて居る食鹽は分子狀の

NaClではなくてNaとClと

の二つの原子狀に別れて居

ると考ふるのであるが、此

原子のNa, Clは何等の化

學變化を起さないから、普通の原子狀態ではなくて、電氣を荷ふて

居ると考ふるが至當である。此様に電氣を荷ふて居ると考へた原

子を特に**イオン** (ion) と名づける。さうして陽電氣を帯びて居る

イオンを陽**イオン** (positive ion or cation) と云ひ、陰電氣を帯び

て居るイオンを陰**イオン** (negative ion or anion) と云ふ。此イオン

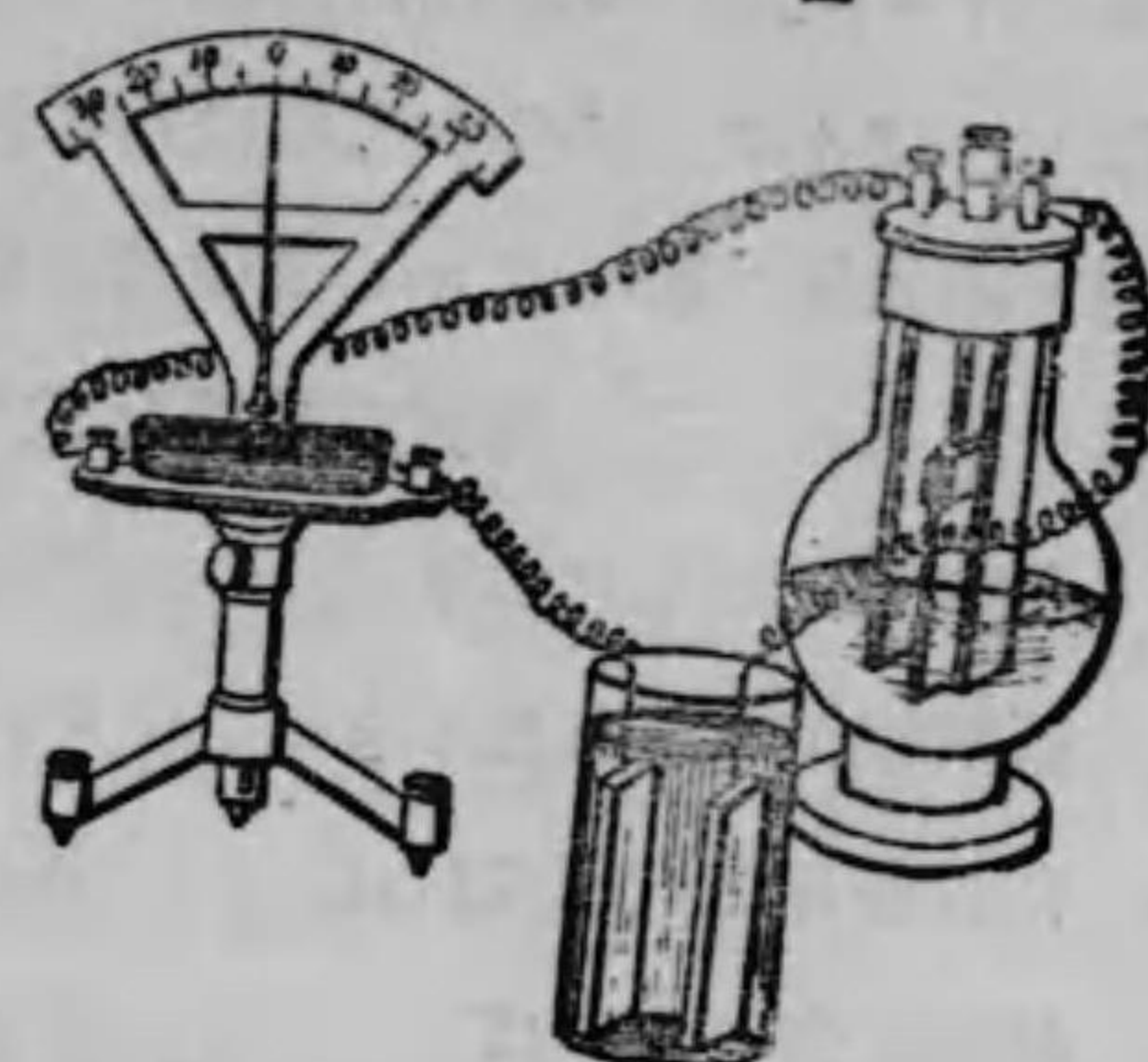
なるものは原子にのみ限らず基即ち原子團も電氣を帯びて溶液中

に存するときにも之をイオンと名づける。此等のイオンにもイオン

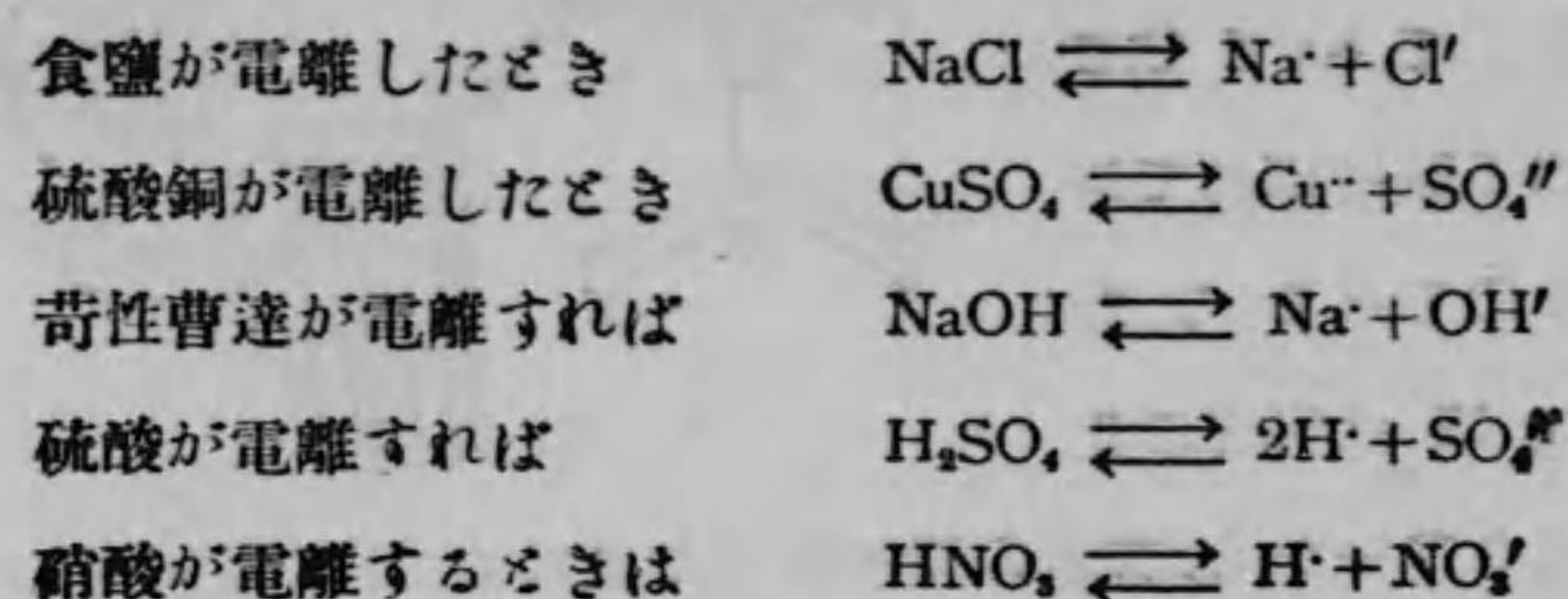
價がある、それは原子の原子價と同一である。

145. **イオンの記號** イオンを式などに書き表はす場合に元素の様に記號を用ふる。さうして此イオンの記號は各元素の記號の右肩に印を付けてイオンの記號とする。陽イオンは右肩に(·)(ドット)の印を付け、陰イオンは元素記號の右肩に(')(ダッシュ)の印を付けて夫々イオンの記號とする。而して一價のイオン

第 47 圖



は一つの印を付け、二價のイオンは二つの印を付ける、又元素や基がイオンとなる場合には陽イオンとなる元素は常に陽イオンとなり、陰イオンとなる元素は常に陰イオンとなるものであつて、同一の元素が陽イオンとなつたり陰イオンとなつたりすることはない。次に二三の物質の電離を式で示さう。



次に主なるイオンの記號とイオン價とを示さう。

#### 陽イオン

一價  $\text{H}^+$ (酸類中の),  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ag}^+$ , 銅(第一銅鹽中の),  $\text{Hg}^+$ (第一水銀鹽中の),  $\text{Au}^+$ (第一金鹽中の)

二價  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ (第一鐵鹽中の),  $\text{Cu}^{2+}$ (第二銅鹽中の),  $\text{Hg}^{2+}$ (第二水銀鹽中の),  $\text{Sn}^{2+}$ (第一錫鹽中の)

三價  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ (第二鐵鹽中の),  $\text{Au}^{3+}$ (第二金鹽中の)

四價  $\text{Pt}^{4+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$ (第二錫鹽中の)

#### 陰イオン

一價  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{OH}^-$ (水酸基),  $\text{NO}_3^-$ (硝酸基),  $\text{ClO}_3^-$ (鹽素酸基),  $\text{MnO}_4^-$ (過マンガン酸基),  $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$ (醋酸基),  $\text{CN}^-$ (シヤン

基)

二價  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ (硫酸基),  $\text{CO}_3^{2-}$ (炭酸基),  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (重クロム酸基),  $\text{Mn}^{2+}$ (マンガン酸基),

三價  $\text{PO}_4^{3-}$ (磷酸基),  $\text{BO}_3^{3-}$ (硼酸基),

146. **電離度** 電解質を水に溶かした場合に其物質全部がイオンとなるものでない。例へば電解質1瓦を溶かしても其内の0.1瓦がイオンに電離して残りの0.9瓦は分子状態で存在して居るのである。けれ共此液に水を加へて稀釋するとイオンとなつて居る可き場所が増す爲めに0.9瓦の分子状のものが更に電離をする。即ち1瓦の内.15瓦だけイオンとなつて残り.85瓦が分子状態で存在して居ると云ふ譯である。此様にイオンになる分量は硫酸、硝酸、苛性曹達、食鹽と云ふ様な物質と其液の濃さによつて違ふのである。然し濃度を一定にすると各物質の電離し易いか否やを知る事が出来る。

即ち同一濃度で成生したイオン全量の溶質全量に對する比で電離の割合を表はして之を溶質の電離度(degree of dissociation)と稱する。

今電離度を比較的稀薄な溶液に就て比較するに鹽酸、硝酸、硫酸、苛性加里、苛性曹達などは良く電離して8割から9割までも電離するが醋酸、炭酸、アムモニア水などは約1割許り電離するのである。

147. **酸及びアルカリの強弱** 鹽酸、硝酸及び硫酸の

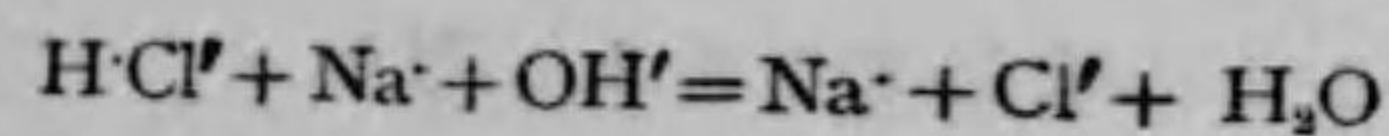
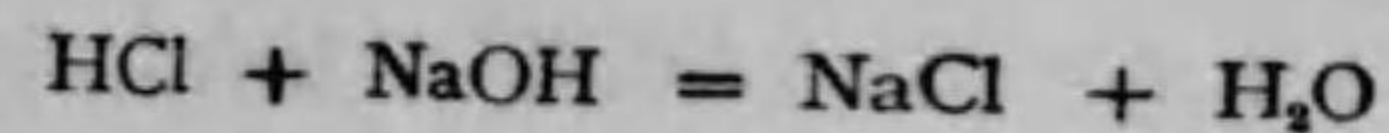
様な酸は何れも酸味を有しアルカリを中和する特性があつて且つ金属元素と置き換はる水素元素を有して居るものであると第二十七章で述べたが、之をイオン説で云ひ表はすならば酸類は水に溶けて  $H^+$  を生ずるものである。従つて酸の作用は  $H^+$  の働きであると考へる、それ故電離して  $H^+$  を澤山生ずる酸は強い酸であると云ふことが出来るのである。即ち酸の強弱はよく電離して  $H^+$  を多量に生ずるか、或は殆んど電離しなくて僅かの  $H^+$  を生ずるかによるのである。例へば濃硫酸が鐵や亞鉛を侵さなくて、稀硫酸は此等の金属を侵すのは水で稀釋した爲めに水素イオンが増加したからである。

鹽基は灰味を有し赤色リトマス試験紙を青變し酸を中和するのが特徴であると云ふことは前に述べたが、之もイオン説で云ひ表はすと鹽基は水に溶けて  $OH^-$  を生ずるもので、又アルカリの働きは此  $OH^-$  の作用であると考へる。従つて電離して  $OH^-$  を多量に生ずる苛性曹達、(NaOH)苛性加里(KOH)、などは強き鹽基であつて、電離しても僅かの  $OH^-$  を生ずるアムモニア水などは弱いのである。

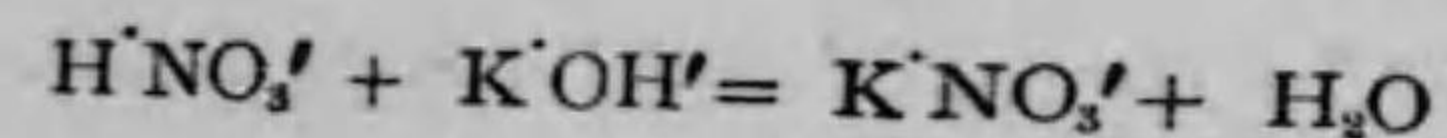
148. **中和** 溶液中に水素イオンを有する酸と水酸イオンを有するアルカリとを適當に混合すると各其特性を失ひ所謂中性の状態となる。それは酸性や、アルカリ性を呈する所の  $H^+$  と  $OH^-$  とが結合して  $H_2O$  となつたが爲めである。此様に  $H^+$  と  $OH^-$  とが  $H_2O$  になることを中和と云ふのである。次に二三の中和を普

通の式とイオン式とで示さう。

鹽酸と苛性曹達との中和は

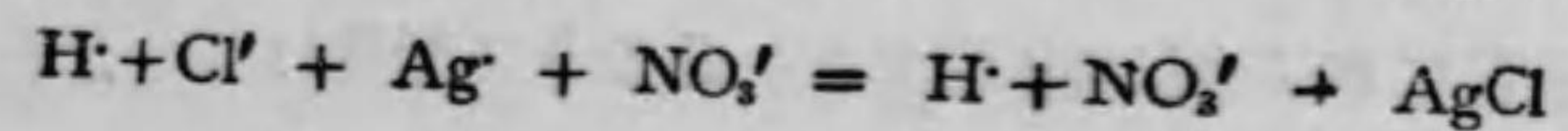
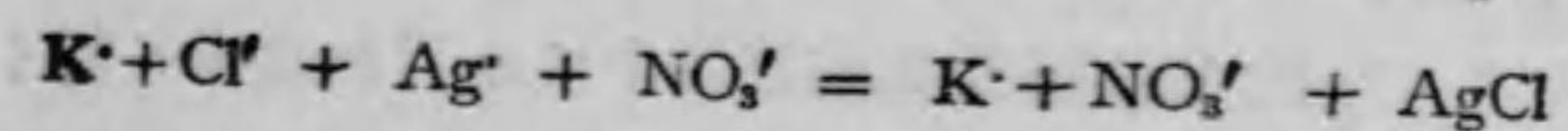
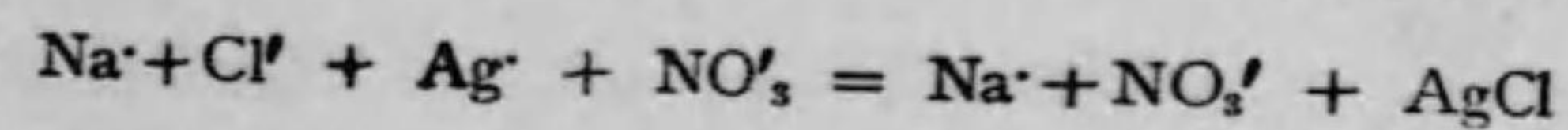


硝酸と苛性加里との中和は

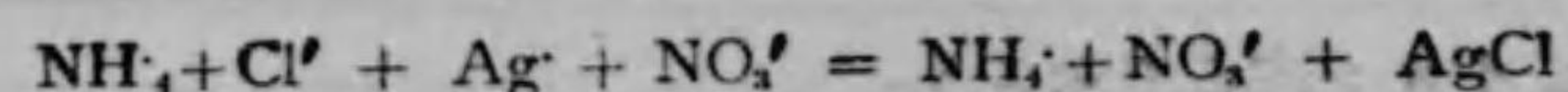


問 アムモニア水と硝酸及び硫酸と水酸化カルシウムとの中和をイオン式にて書け。

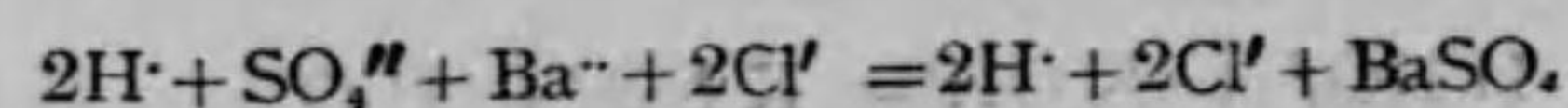
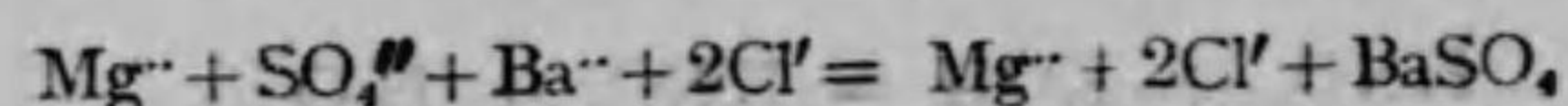
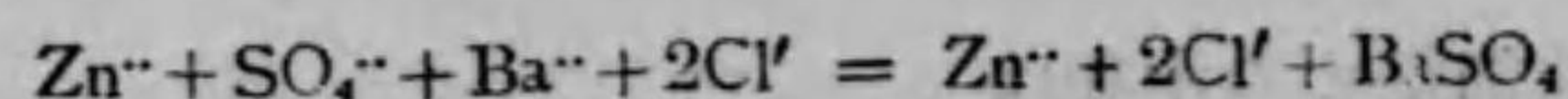
149. **イオンの反應** 水溶液中に電離して居るイオンは單獨に存在するものではない、必ず陽イオンと陰イオンとが隨伴して居るものである。けれども各イオンの作用は何れも單獨に働くものであつて其イオンに伴ふ他のイオンの爲めに其作用を妨げられることはない。例へば鹽化物の水溶液に於てはそれが食鹽の溶液であると、鹽酸の溶液であるに論なく鹽素イオン( $Cl^-$ )の特徴を有して居ると云ふことは此鹽化物の溶液に銀イオン( $Ag^+$ )を加ふるならば直ちに  $Cl^-$  と  $Ag^+$  とは結合して  $AgCl$  なる白色の沈澱を生ずる。此際  $Cl^-$  が隨伴する陽イオンの爲めには少しも其作用は妨げられないのである。今此事をイオン式で示せば







又硫酸化合物の鑑識の場合をイオン説で説明すると硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) はバリウムイオン ( $\text{Ba}^{2+}$ ) とは直ちに結合して  $\text{BaSO}_4$  なる白色沈澱を生ずることに基たのである。即ち



150. **イオン化傾向の強弱** 元素にはイオン化し易いものと容易にイオン化しないものがある。此事柄をイオン化傾向の強弱と云ふて居る。例へば

i. 陰イオンに就て云へば臭化カリウムの水溶液に鹽素水を加ふるか或は鹽素を通すれば次の様な變化が起る。

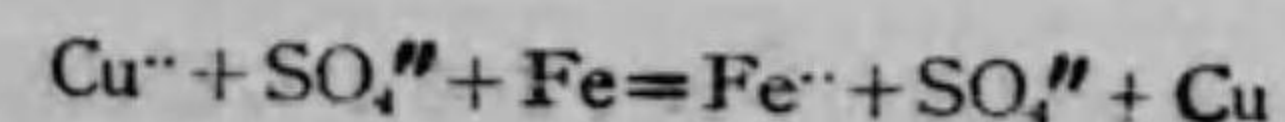


これは鹽素のイオン化傾向が臭素のイオン化傾向より大なるから鹽素が臭素イオンの電氣を奪ふて鹽素イオンとなり、臭素イオンは電氣を取られて單體となりて遊離したのである。又沃化加里の水溶液に臭素水を加へるならば次の様な變化が起る。



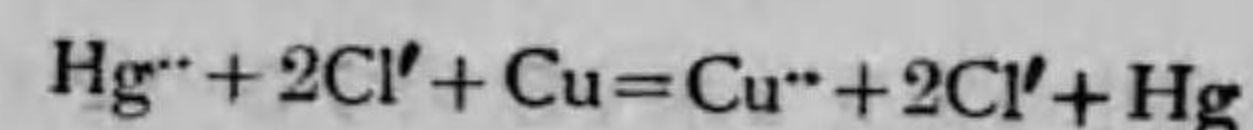
是は臭素のイオン化傾向が沃素のイオン化傾向より大なる爲めである。

ii. 陽イオンに於ては硫酸銅溶液の中に小刀を浸すと暫くにして小刀の表面に赤く銅が附着する。此ときの變化は

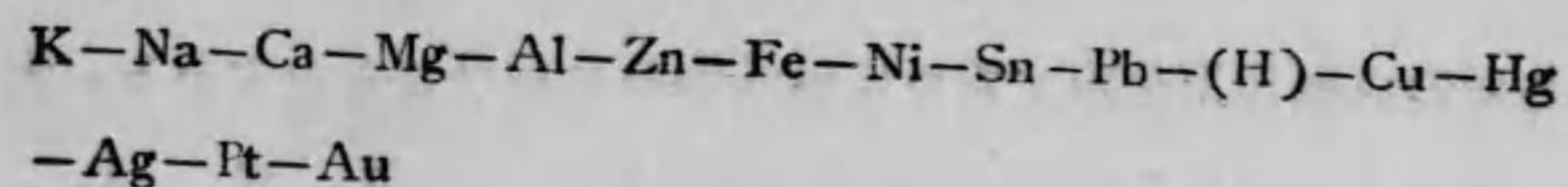


是は鐵のイオン化傾向が銅のイオン化傾向より大なる爲めに鐵は銅イオンの電氣を奪ひて鐵イオンとなり銅は電氣を取られたが爲めに單體となりて小刀の表面に折出したのである。

次に銅は水銀よりイオン化傾向が大であるから鹽化水銀の水溶液に磨いた銅板を浸すと銅板の上に水銀が折出するので銀板の様になる。此ときの變化は

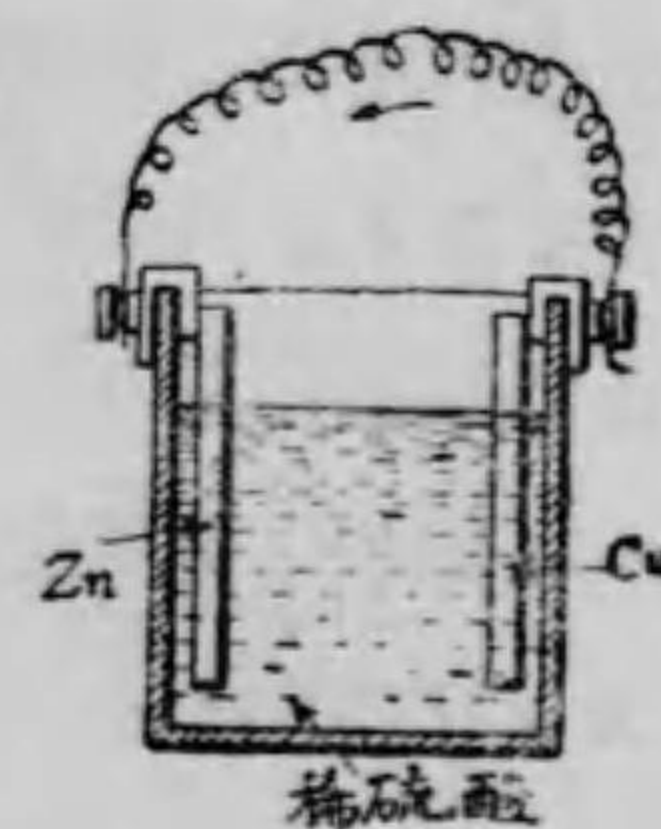


以上述べた様に各元素は夫々イオン化傾向が違ふものである。次に金屬元素のイオン化傾向の強弱を強き方より弱い順に排列しやう。



151. **電池の説明** 電池として初めて使用せられたのはヴォルタ (Volta) の電池である。此電池は單に磨いた銅板と亞鉛板とを稀硫酸液中に浸したものに過ぎない、此銅板と亞鉛板との間に電位差が起り之れが起電力となるのである。此起電力の起る原因はイオン説によると容易に説明が出来る。それは亞鉛は銅よりイオン化の傾向が大であるから稀硫酸中に於て  $\text{Zn}^{2+}$  となると同時に亞鉛棒は陰電氣を帯びる。次に亞

第 48 圖



鉛は水素よりもイオン化傾向が大であるから稀硫酸中に於て  $H^+$  は銅板の方に向き荷電して居る陽電氣を銅板に與へる爲め銅板は陽に帯電する。それ故陰に帯電した亜鉛板との間に電位差を生じ之が起電力となるのである。

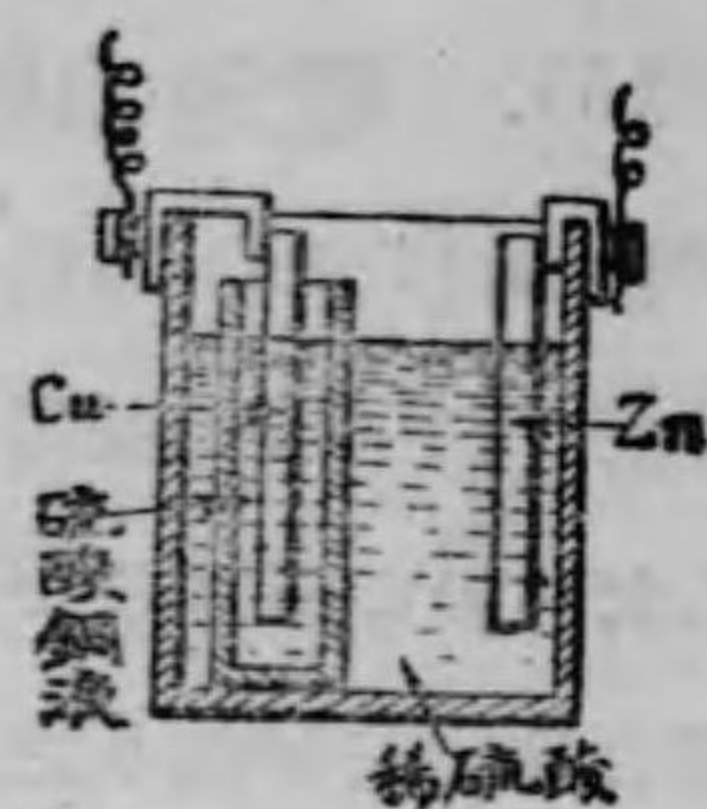
今銅板と亜鉛板とを導線で連結すると銅板より亜鉛板に向つて電流を生ずる、さうして電池の中では亜鉛が絶えずイオンとなりて亜鉛板に陰電氣を供給し、銅板には水素イオンが絶えず陽電氣を供給するから導線中の電流は永く繼續するのである。然し此際銅板の方から出た水素は銅板に附着し成極作用を起し爲めに電流は次第に弱まる。

152. **ダニエル電池** **ダニエル(Daniel)電池**は電流を弱める所の成極作用を防ぐ爲めに硫酸銅液を用いたものである。大體の構造は濃厚なる硫酸銅溶液を素焼筒に入れ之に銅板を浸して陽極とし更に之を稀硫酸を入れた磁器の圓筒に入れる、且つ此稀硫酸の中には亜鉛板を立て、陰極としたものである。

此時成極作用の起らないのは硫酸銅中の  $Cu^{2+}$  は銅板に電氣を與へんとする  $H^+$  よりイオン化傾向が小であるから  $H^+$  の代りに  $Cu^{2+}$  が銅板に電氣を與へて銅板の上に  $Cu$  が折出する爲めである。

153. **電解** 電解質の溶液か或は融液に電流を通じて分解

第 49 圖



することを電解 (electrolysis) と云ふ。電解質は水溶液中にあつて陰陽の兩イオンに解離して居るから此液中に二個の電極を入れて電流を通するならば

第一 電氣的作用で陰イオンは陽極に引かれ、陽イオンは陰極に引かれイオンの荷へる電氣は極の電氣に中和されイオンは單體となる。

第二 單體となりて遊離した元素は化學的性質を現はし(1)水に不溶解なる氣體は直ちに發出し、固體なれば沈澱し、(2)電極或は水に作用するものなれば化學變化を起し、(3)イオンが基なるときは直ちに分解するか或は水若しくは電極に作用す。

次に二三の物質の電解の例を挙げよう。

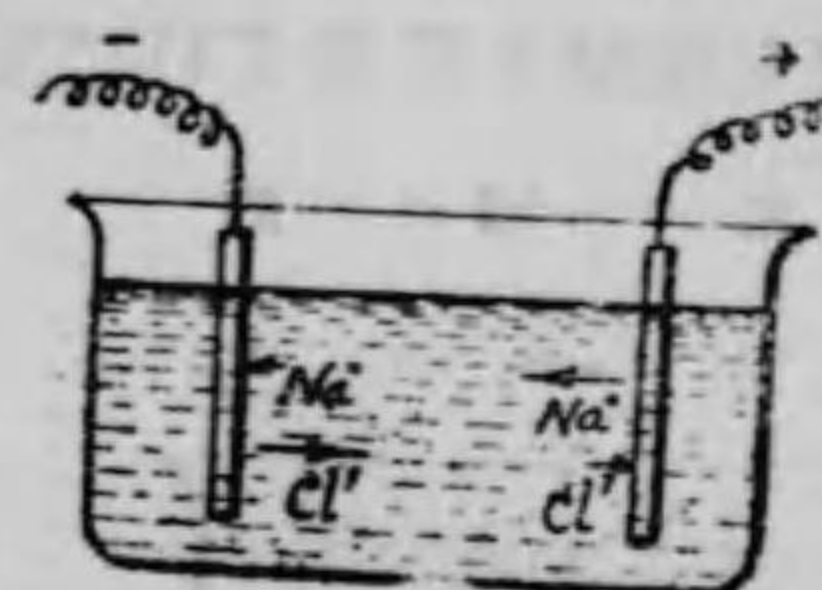
i. **食鹽の電解** 食鹽は水溶液中では次の様に解離して居る。



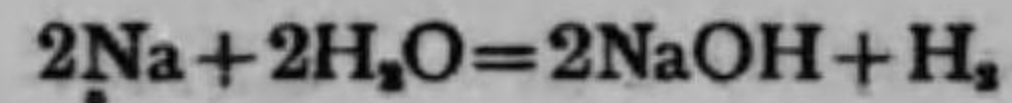
此水溶液中に陰陽二つの電極を入れて電流を通すれば

陽極は  $Na^+$  を反撥して  $Cl^-$  を引く、 $Cl^-$  は帯びて居る電氣を中和されて  $Cl$  となり直ちに分子狀の  $Cl_2$  となりて發生す。(  $Cl_2$  の一部分は水に溶け又水に作用も起す)

第 50 圖

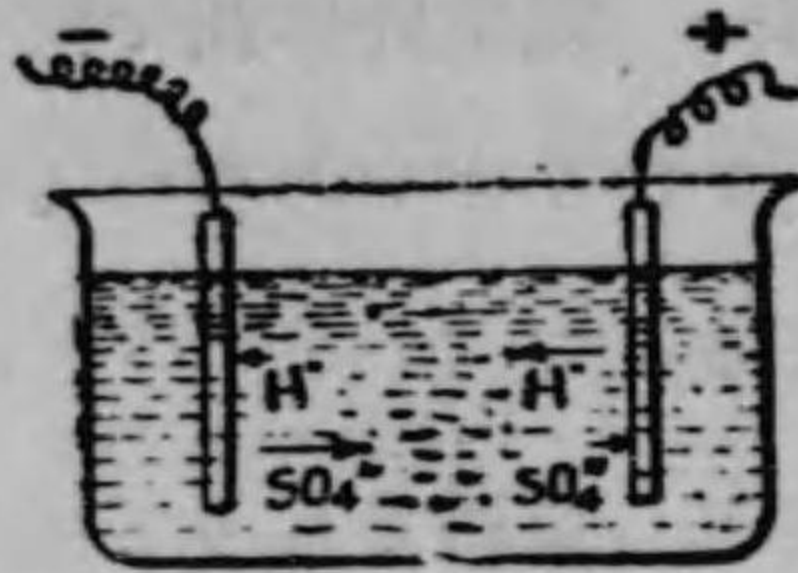


陰極は  $Cl^-$  を反撥して  $Na^+$  を吸引す、吸引された  $Na^+$  は帯びて居る電氣を中和されて  $Na$  となる、 $Na$  は直ちに水に作用して次の反應を起す。

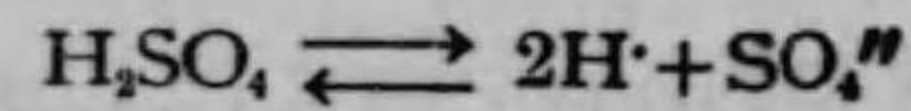


此  $\text{H}_2$  が陰極の方から出て、 $\text{NaOH}$  は陰極附近に溶けて居る、即ち鹽素と水素と、苛性曹達とを生ずる。

第 51 圖

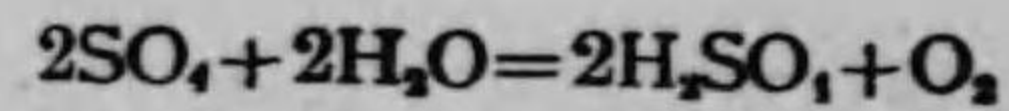


ii. 硫酸の電解 硫酸は水溶液中に於て



の様に解離して居るから之に電流を通すれば

陽極は  $\text{SO}_4^{2-}$  を吸引し  $\text{SO}_4^{2-}$  の帯びたる電氣を中和して  $\text{SO}_3$  となす。 $\text{SO}_3$  は直ちに水に作用して次の反應を起す。

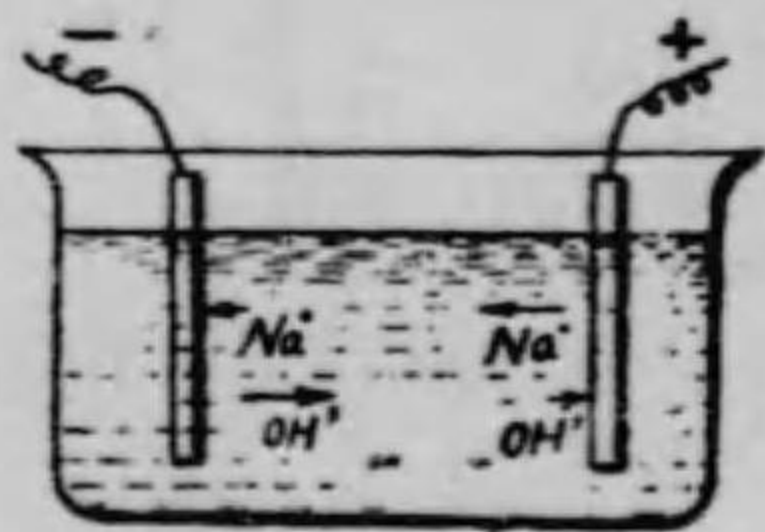


此酸素は陽極より發生す。そうして硫酸は元に戻る。

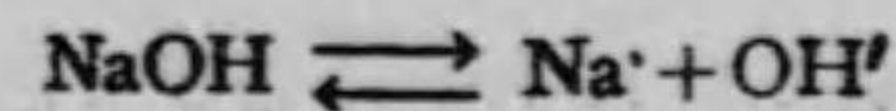
陰極は  $\text{H}^+$  を吸引し  $\text{H}^+$  の帯びて居る電氣を中和して  $\text{H}$  となし直ちに  $\text{H}_2$  になつて陰極より發生する。

即ち硫酸を電解すれば酸素と水素とが出来て硫酸は減じないことになる。

第 52 圖

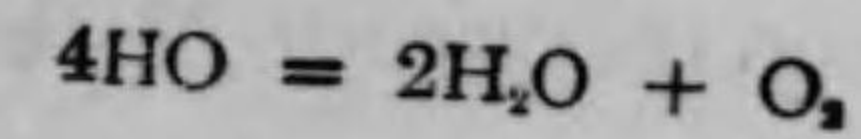


iii. 苛性曹達液の電解 苛性曹達は水溶液中に於て次の様に電離して居る。



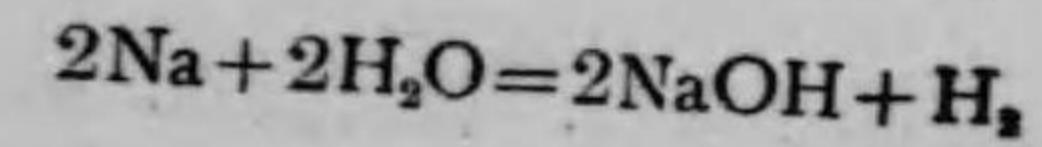
之れに電流を通するならば

陽極には  $\text{OH}^-$  が引かれ其帯びた電氣が中和されて  $\text{OH}$  となり之は直ちに次の様に分解する。



此酸素は陽極より發生する。

陰極には  $\text{Na}^+$  が引かれ其帯びた電氣を中和され  $\text{Na}$  となり、 $\text{Na}$  は直ちに水に作用して次の反反應を起す。



此水素は陰極より發生すると同時に元の苛性曹達が出来る。即ち苛性曹達を電解すると苛性曹達は減じなくて水が酸素と水素と分解されることになる。

## 第三十六章

## ナトリウム(Natrium)及其化合物

154. ナトリウムの所在 ナトリウムは遊離の状態では存在しないが、主に鹽化ナトリウム(食鹽)、硫酸ナトリウムの様な化合物となつて海水中に多量に存在して居る、其他地中に分布されて居るものは硫酸化合物、智利硝石、水晶石等である。

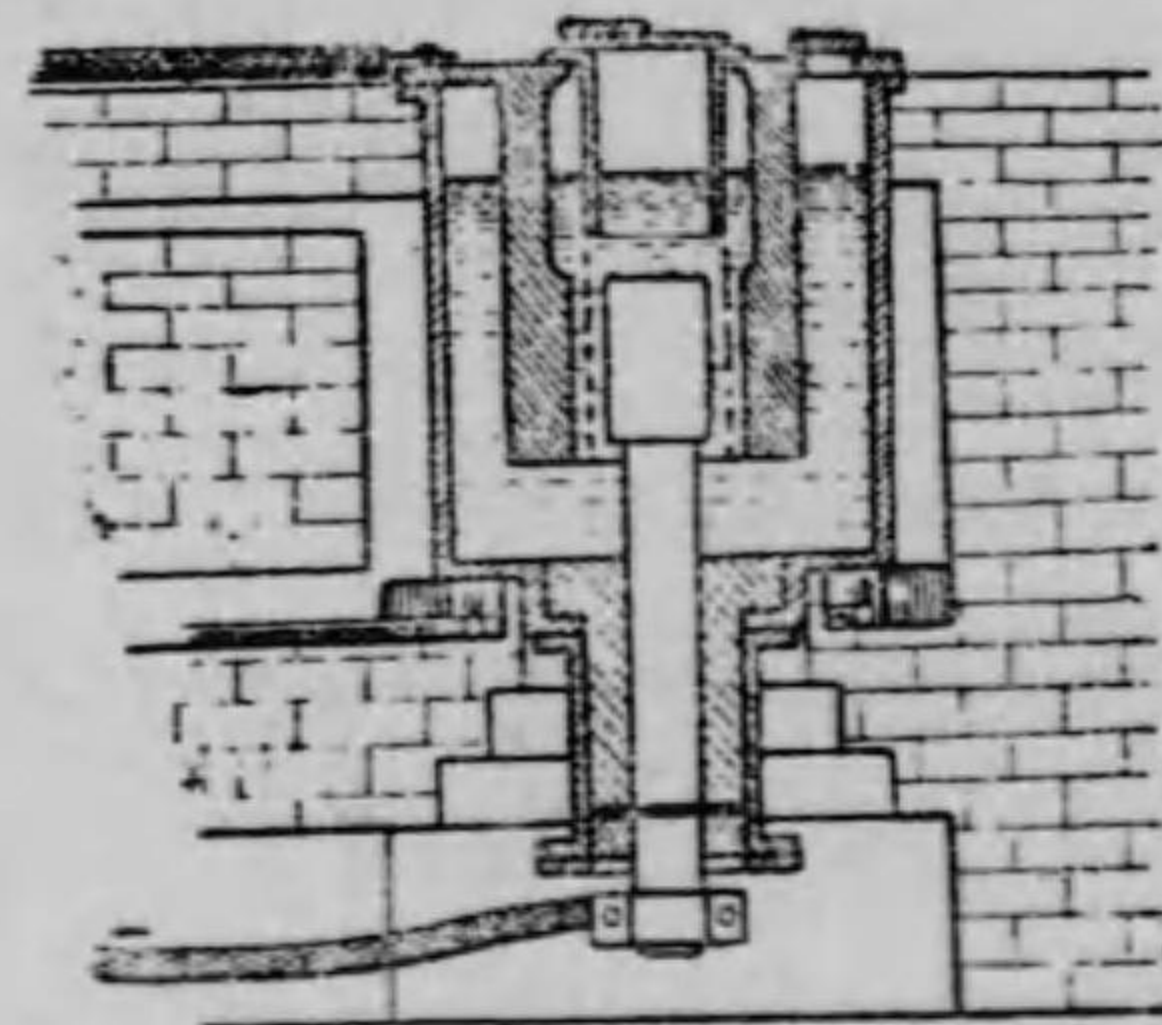
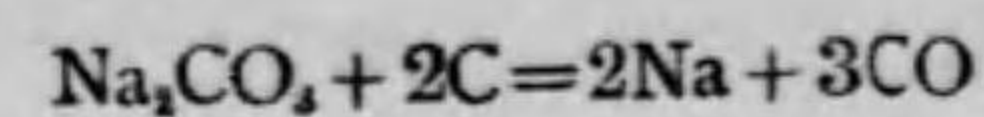
155. ナトリウムの製法 單體ナトリウムは1807年に英國の化學者デヴィー氏が水酸化ナトリウムを電解して少量を得たのが初めである。其後電解法によらないで他の經濟的方法で多量に製造して居たが、近時は又廉價に電力が得られる様になつた爲め再び電解法にても多量に製取する様になつた。

i. 電解法 水酸化ナトリウムを熔融し之に電流を通すれば

$$4\text{NaOH} = 4\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$$

なる反應を起しナトリウムは陰極に浮び出るから之を汲み取つて石油中に貯へる。

ii. 化學的方法 炭酸ナトリウムを炭素と共に熱すれば次の變化を起してナトリウムは蒸氣となつて出る。



此蒸氣となつて出るナトリウムを空氣に觸れない様にして石油中に導き凝固させる。

156. ナトリウムの性質及用途 ナトリウムは銀白色の金屬で比重 0.97, 97.6 度で熔融し, 740 度で沸騰する。常温でも軟かで鋏又は小刀で容易に切斷することが出来る、其新らしい切口は奇麗な金屬光を呈するも非常に酸化し易いから空氣に觸れると切口は直ちに曇りを生ずる、又水に出會へば水と作用して水素を發生して水酸化ナトリウムを生ずる、此反應の際には多量の熱を發するから自然に燃焼を起すことがある。それ故石油中に貯ふるのである。

ナトリウムの用途は主として還元用であるが又有機化合物を合成する時などにも用ひられる。

157 鹽化ナトリウム NaCl 鹽化ナトリウム(natrium chloride)はナトリウム化合物中最も重要なもので自然界にも多量に存在して居る。其主なるものは海水中に溶けて居れば又岩鹽となつても存在する。

製法 海水約3%の食鹽を含むで居るから我國では古來より海水から食鹽を製造して居る。其方法は海濱に鹽田を設け海水を之に注ぎ太陽熱にて水分を蒸發せしむれば鹽分は砂上に結晶する、此砂をかき集め之に海水を注げば食鹽は浸出して濃厚なる食鹽溶液が得らる、此液を釜にて熱すれば水分は蒸發して食鹽は結晶となる。斯様にして製した食鹽は純粹なる鹽化ナトリウムではな

第 54 圖

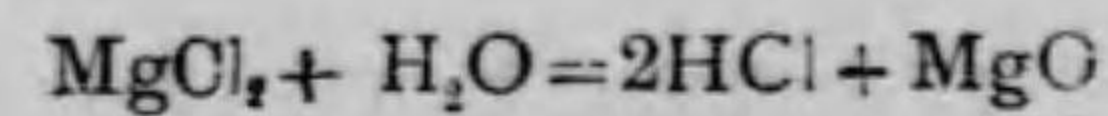


い。

岩鹽より製するには岩鹽に過熱蒸氣を加へ攪拌すると不純物は溶解するが食鹽は溶解度小であるから結晶で残つて居るから之を取出せばよい。

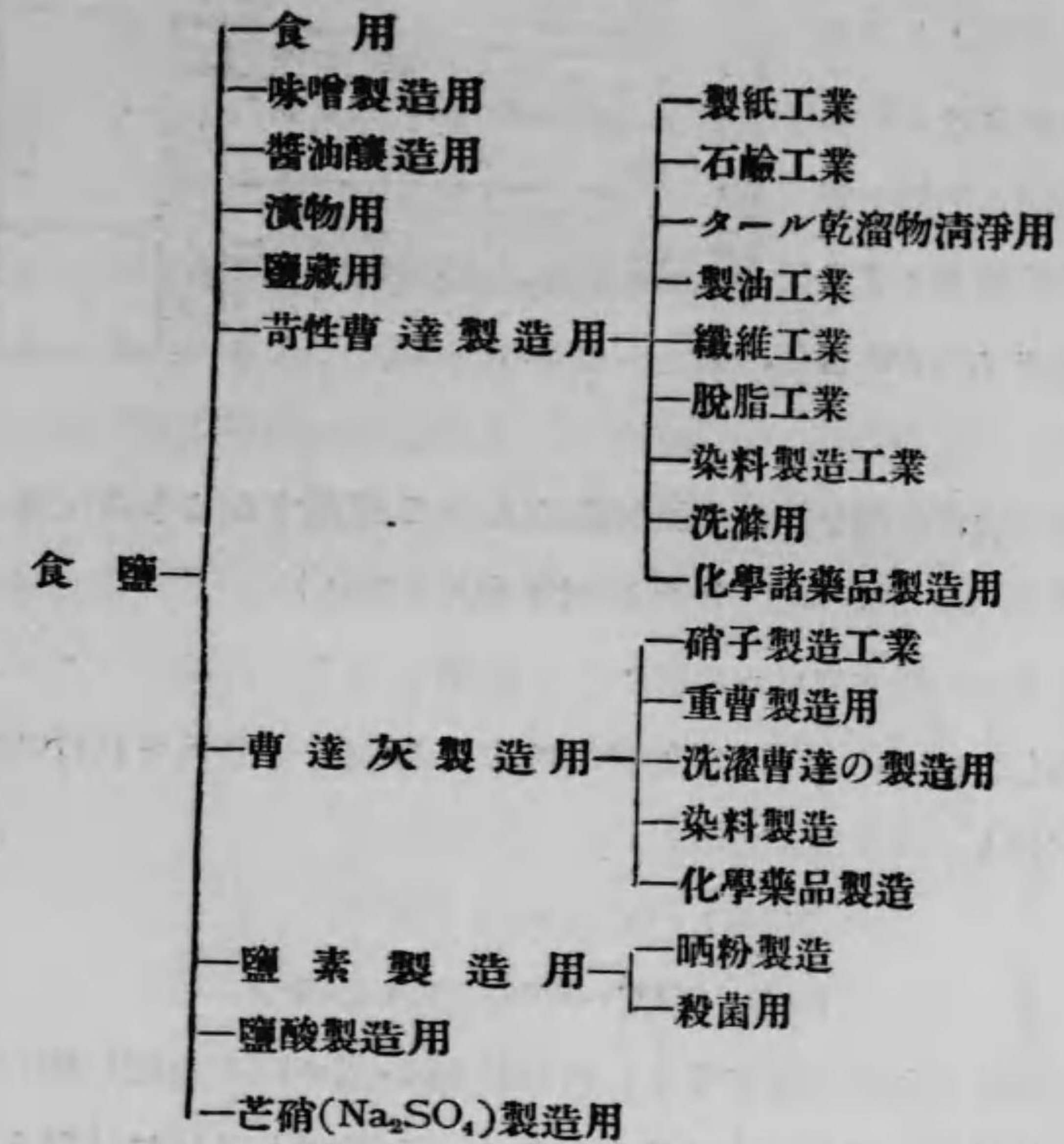
性質 無色透明の正立方體の結晶である。鹹味を有し比重 2.15, 水に對する溶解度は温度によつて餘り變りがない, 即ち常溫で 36, 100° で 39 に過ぎない。普通食鹽は不純物を含むで居る爲め少し色を帯び殊に空氣中に放置すると濕氣を吸収して溶けるけれども燒鹽にした物は溶けなくて味もよい。

燒鹽となして空氣中で溶けない譯は食鹽中に含まれて居る鹽化マグネシウムが次の變化をして酸化マグネシウムとなるからであ



る。

用途 食鹽の用途は次に示す様に頗る多方面である。

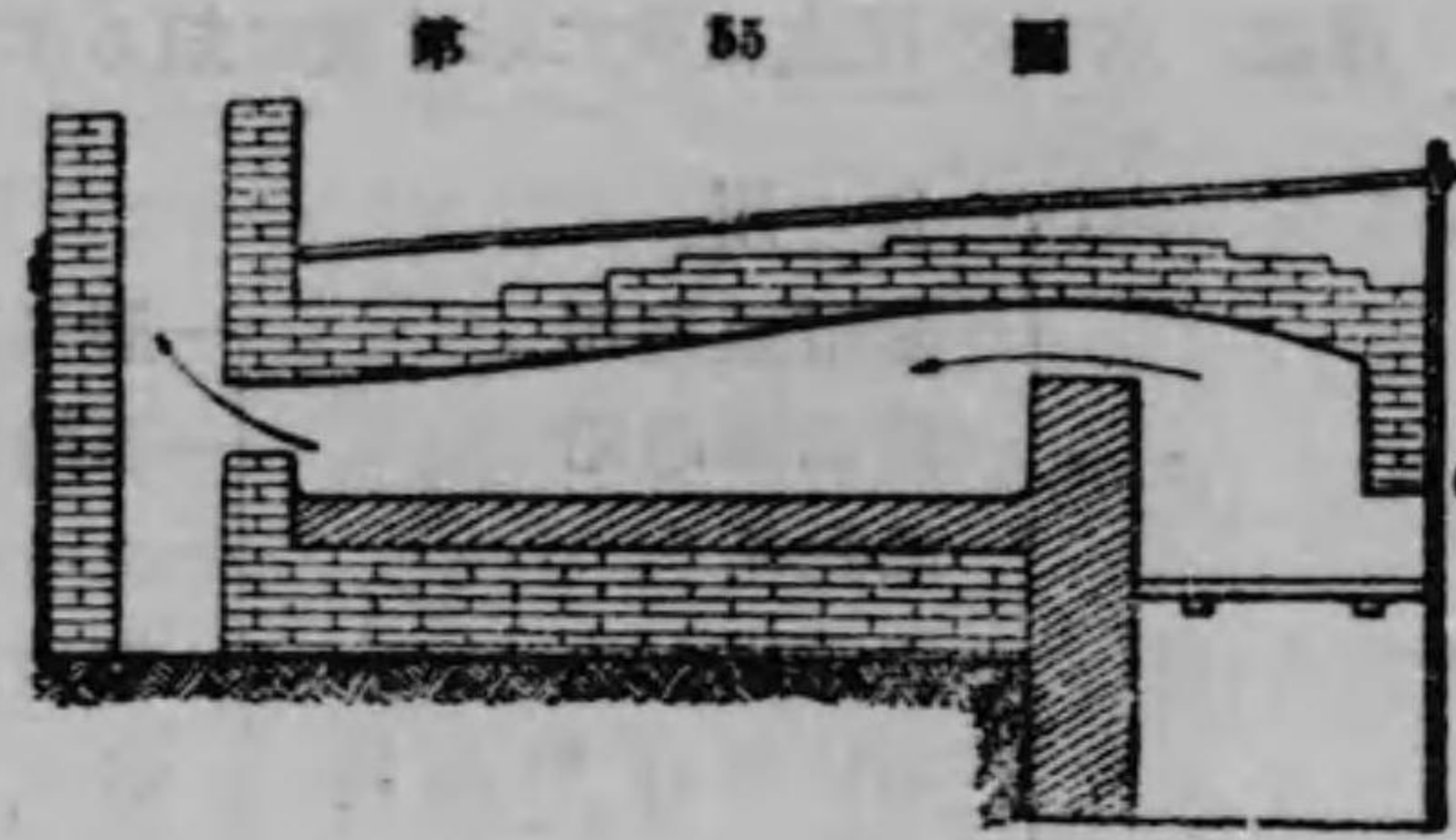


此第一列は食鹽より直接製造せられ, 第二列は第一列の製品より更に製造せられたもの。

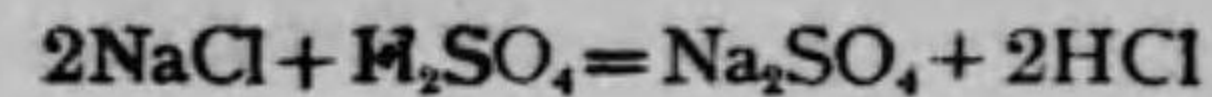
158. 炭酸ナトリウム Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 炭酸ナトリウム(sodium carbonate)は亞弗利加や滿州地方では天然に産出して居るが, 猶次の様な種々の方法で工業上盛んに製造して居る。

製造 i. **ルフラン法** 此方法は食鹽に硫酸を加へ熱して硫酸ナトリウムを造り、

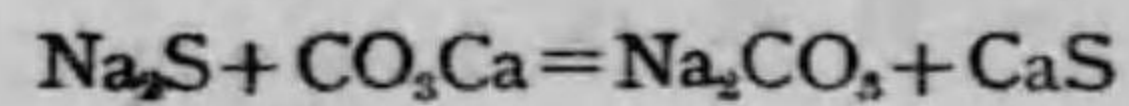
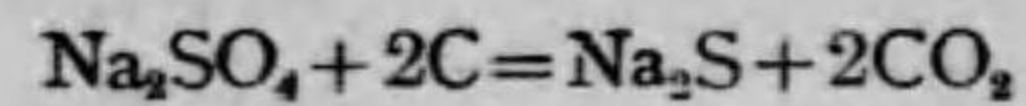
次に此硫酸ナトリウムにコークスと石灰石の粉末とを加へ強熱して炭酸ナトリウムを製するのである。



最初食鹽に硫酸を加へて反射爐に入れて強熱するときの反應は



此時出來た鹽化水素は水に溶かして鹽酸となし、硫酸ナトリウムは粉碎し之にコークスと石灰石の粉末とを混じて強熱すれば次の反應が起る。



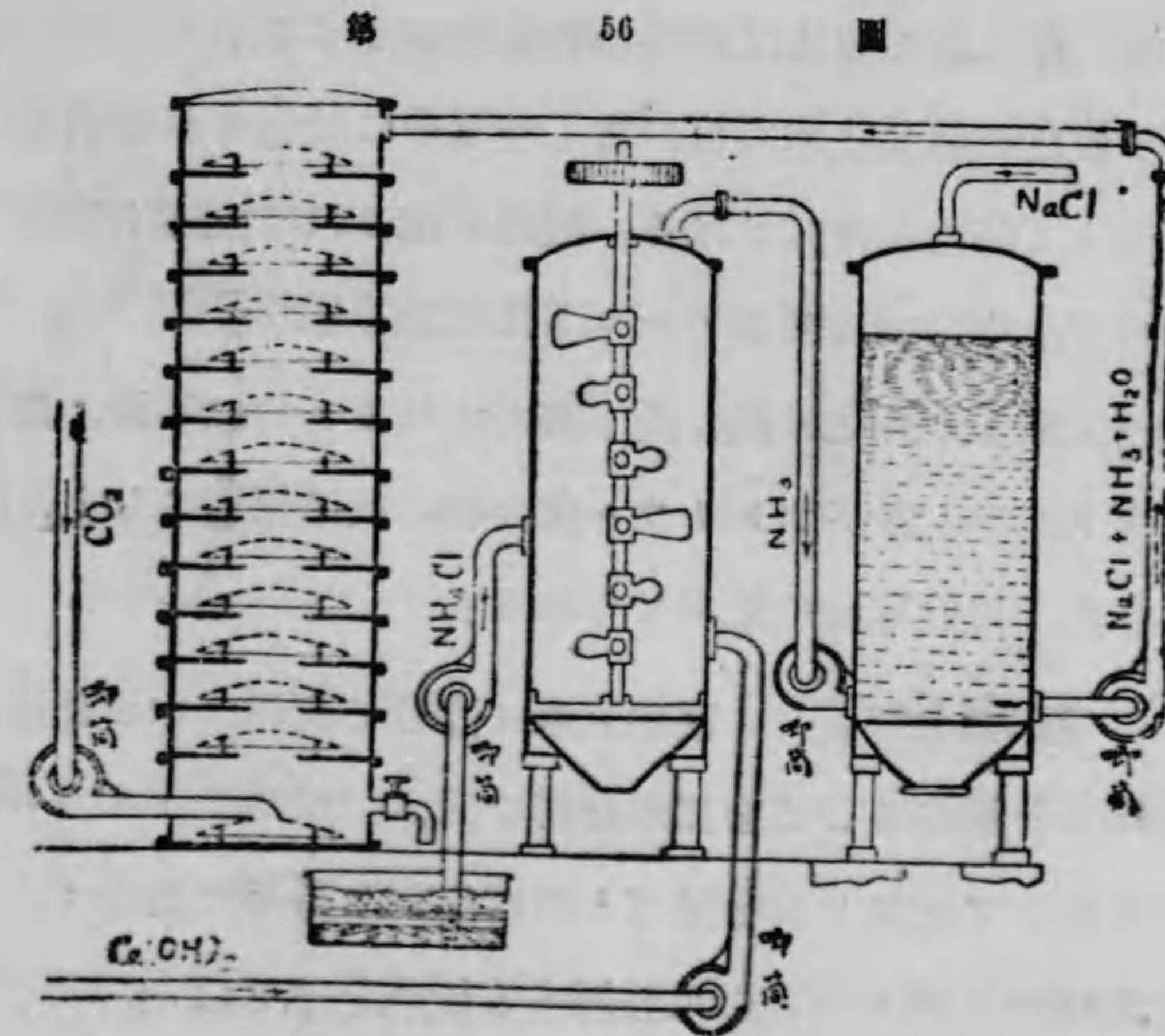
茲に生じた物は反應が完全に行はれ難い爲めに次の様な物の混合物であるから此中から炭酸ナトリウムを分別しなければならぬ。

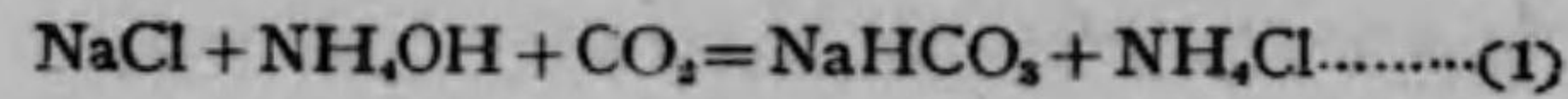
炭酸ナトリウム	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	40—45 %
硫化カルシウム	$\text{CaS}$	30—33 %
炭酸カルシウム	$\text{CaCO}_3$	6—10 %
コークス	$\text{C}$	4—7 %

酸化カルシウム  $\text{CaO}$  2—6 %

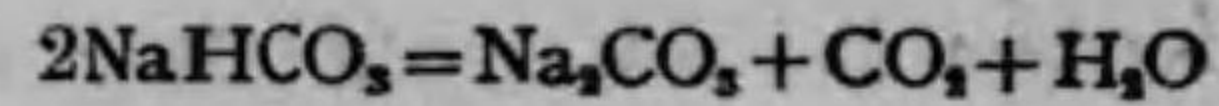
以上の外  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$  なども混合して居る。此等混合物から炭酸ナトリウムを分別するには此の混合物を粉末とし水に投入すれば炭酸ナトリウムは溶解し其他の物は大部分沈澱するから此時の上澄液を吸み取り水分を蒸發せしむれば粗製の炭酸曹達が得られる、俗に之を曹達灰と云ふて居る。此曹達灰は猶少量の不純物を含むて居るから更に熱湯に溶解し再び結晶せしめて普通の洗濯曹達が得られるのである。

ii. **アムモニア曹達法** 此方法は食鹽水の飽和溶液にアムモニア水を加へ之に炭酸瓦斯を通すれば次の反應を起して炭酸水素ナトリウムを生ずる。



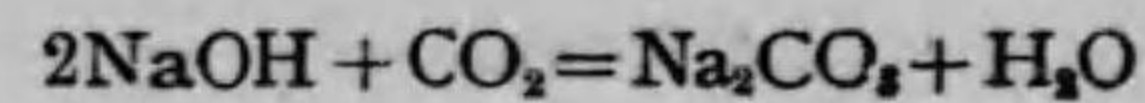


茲に生じた鹽化アムモニウムは溶けて、炭酸水素ナトリウムは沈澱して居るから之を取出して熱すれば炭酸ナトリウムとなる。



此の際發生せる炭酸瓦斯は放散せしめないで最初の食鹽水の中に通ずる。又(1)式の反應で出來た鹽化アムモニウム液よりはアムモニアを製して最初の食鹽水に加ふるに用ふ。

iii. 電解法 此方法は食鹽水を電解して(129頁電解法を見よ)陰極附近に出來た水酸化ナトリウム液に炭酸瓦斯を通ずれば次の反應によりて炭酸ナトリウムが得られる。

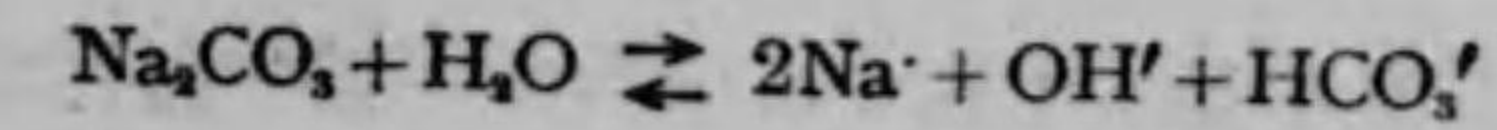


又電解の際に出る鹽素は漂白粉製造原料とする。

性質 無色の結晶で水に溶け易く空氣中に放置すれば自然に結晶水を失ふて白色の粉末となる。酸類を加ふれば烈しく炭酸瓦斯を發生する。水溶液は強きアルカリ性反應を呈す。

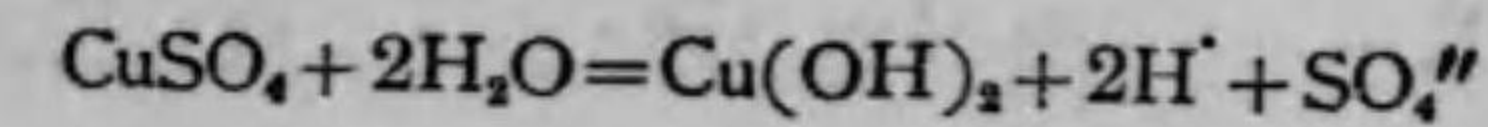
用途 工業上の用途は甚だ廣く其の主なるものは石鹼、硝子、水酸化ナトリウム及びナトリウム化合物の製造原料となし、其他洗濯用として日常家庭に使用せられる。

159. **加水分解** 鹽類が水に溶けて同時に水と作用し鹽基と酸類に分解することを加水分解と云ふ。炭酸ナトリウムが水に溶けて強きアルカリ性を呈するのは此加水分解の爲めである。次に此炭酸ナトリウムの加水分解する變化を示せば



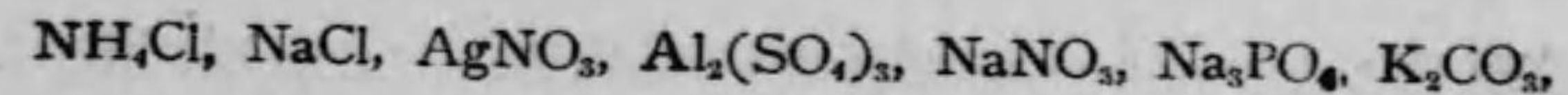
此 OH' が出來るためにアルカリ性を呈するのである。

又硫酸銅溶液が強き酸性を呈するのは矢張り加水分解をする爲めである。此時の變化は



此變化の爲に生じた水素イオンが酸性反應を呈するのである。以上説明した様に加水分解をする物質は鹽であつて且つ此鹽を生成せる酸と鹽基とが著しく強弱を異にするものである。即ち炭酸ナトリウムは強き鹽基の NaOH と弱き酸の H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> とから出來た鹽で、又硫酸銅は強き酸の H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> と弱き鹽基の Cu(OH)<sub>2</sub> とより生成されたものであるから加水分解をしたのである。けれども弱き鹽基の Cu(OH)<sub>2</sub> と弱き酸の H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> から出來た CuCO<sub>3</sub> 及び強き鹽基の NaOH と強き酸の H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> とから出來た Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> の様な鹽は加水分解をしないのである。

問 次の物質を加水分解するものと、せざるものとに分けよ。

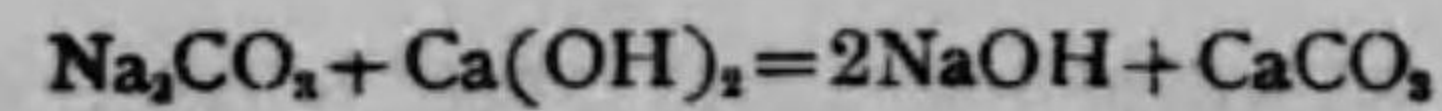


160. **水酸化ナトリウム NaOH** 水酸化ナトリウム (natrium hydroxide) は又苛性曹達 (caustic soda) と云はれ工業上甚だ重要なるものである。

製法 水酸化ナトリウムの製法には種々あるが次に主なる製法の一ニを示さう。

i. 炭酸ナトリウムと消石灰とより製する法。炭酸ナトリウム

の水溶液に石灰乳を加へて熱すれば次の反應を起して苛性曹達を生ずる。



此時出來た炭酸カルシウムは沈澱して居るから其上澄液を取りて鐵器にて蒸發すると苛性曹達が得られる。然し此苛性曹達は多少の不純物を含むで居る。

ii. 食鹽水を電解して製する法。食鹽を電解すると陰極に水酸化ナトリウム液が出來るから之を取り出し水分を蒸發せしめて製する。此方法で出來たものは稍々純粹に近い。

性質 水酸化ナトリウムは白色の固體で、水に溶解易く、其水溶液は強アルカリ性を呈する、此濃溶液は有機物を分解し、皮膚に觸れると糜爛せしむる。空氣中に放置すると水分を吸収して溶解し、又炭酸瓦斯を強く吸収して炭酸ナトリウムに變ずる。故に取扱並に保存上には注意を要する。

用途 製紙、石鹼製造、精油、染色術等に用ひられ又木材、薬等の纖維質よりセルローズ(纖維素)の抽出等廣く工業上に用ひられる。

161. **過酸化ナトリウム**  $\text{Na}_2\text{O}_2$  過酸化ナトリウム (natrium peroxide)は乾燥せる空氣中でナトリウムを熱すれば燃焼して過酸化ナトリウムを生ずる。

此物は淡黄白色の粉末で、水に溶けては過酸化水素を發生する。又強き酸化力があるから有機物に觸れて發火することがあ

る。それ故酸化劑や漂白劑として用ひられる。

162. **硼酸ナトリウム**  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  硼酸ナトリウム (borax) は一名硼砂とも云はれ天然にも產出するが主に硼酸と炭酸曹達とより製出せられる。

此物は無色の結晶で水に溶解難く、熱すれば結晶水を失ふて膨脹し海綿狀の塊となる、尙強熱すれば熔融して無色の玻璃狀となる、之を硼砂球と稱する。又金屬の酸化物を熔融し種々の色に着色される、それ故金屬の鍍着用、融劑、及び陶磁器の釉藥、其他硼砂球反應による金屬分析等に用ひられる。

硼砂球が金屬酸化物を溶かしたときに呈する各特有の色は次の通りである。

酸化金屬	酸化 焰		還元 焰	
	熱	冷	熱	冷
ZnO	無色	乳色	無色	無色
CoO	青	青	青	青
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	褐	黄	黄綠	綠
MnO, FeO	褐	黄赤	黄綠	綠
CuO	綠	青	無色	不透赤

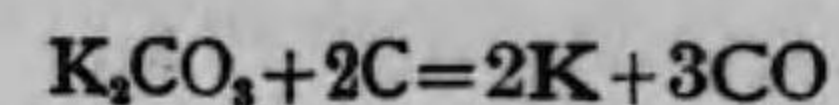


## 第三十七章

## カリウム (Kalium) 及其化合物

163. **カリウム** カリウムは単體としては自然に存在しないが、化合物となつては植物中に多量に含まれ、又硅酸鹽となつては長石中にも含まる。

**製法** 炭酸カリウムと炭素とを粉末とし能く混じ鐵製のレトルトに入れ煖熱すれば次の反應が起る。



此時出來たカリウムは蒸氣となつて出るから空氣に觸れない様に重油中に導きて凝結せしむるのである。

近時は又苛性加里を電解しても製取せられる。

**性質** カリウムは軟かき金屬で、空氣中では極めて酸化し易い、水に作用しては激烈に分解し水素と水酸化カリウムを生ずる、それ故石油中に貯へる。

164. **水酸化カリウム KOH** 水酸化カリウム (kalium hydroxide) は一名苛性加里 (caustic potash) とも稱し主要なるカリウム化合物である。

**製法** 水酸化ナトリウムと同様に炭酸加里の濃溶液に石灰乳を加へて熱するか、或は鹽化カリウム溶液を電解して製せらる。

**性質** 白色の固體で水に溶解易く溶液は強アルカリ性を呈する、空氣中に放置すれば水分を吸収して溶け、又炭酸瓦斯を吸収

しては炭酸加里に變ずる。

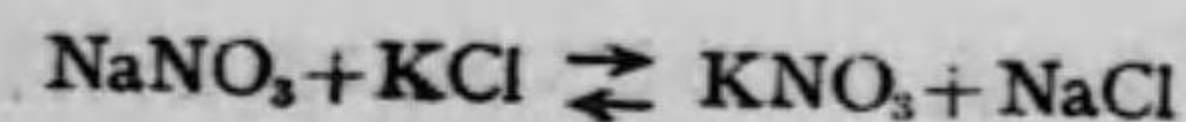
**用途** 製紙、染色術、色素の製造等水酸化ナトリウムと同様に工業上廣く用ひられる。

165. **鹽化カリウム KCl** 鹽化カリウム (kalium chloride) は海水又は海草中に存在して居るがカルナリトと稱する鑛石として多量に産出する。

鹽化カリウムを得るには食鹽を結晶抽出した母液からも製出する事が出来るが、我邦では海草の灰より沃度を製する際副産物として得られる。

此物は無色立方體の結晶で水に溶解易く、硝酸カリウム、鹽素酸カリウム等の製造原料として多量に用ひられる。

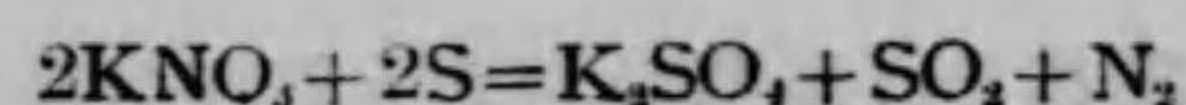
166. **硝酸カリウム KNO<sub>3</sub>** 硝酸カリウム (kalium nitrate) は俗に硝石と云ふて居る。天然には土壤中に出來て居るが其生成は空氣中に起りたる放電作用で硝酸が出來、地中に入りて硝石となつたのである。又硝化バクテリアの作用で窒素を含むだ動植物が分解變成せられて硝石となつたのである。工業的に製するには硝酸ナトリウムの溶液に鹽化カリウムを加へて熱するのである。此時の變化は



此際温度を高めると此等の物質の内 NaCl は溶解度が小さいから次第に沈澱する故之を取り去り後の溶液を冷却すると KNO<sub>3</sub> が結晶する。NaCl の溶解度は餘り温度に關係しないから冷却した

時 NaCl は析出しないのである。

**性質** 白色粉末状の結晶で水に溶け易く熱すれば多量の酸素を放出するので酸化力は極めて強い。第 57 圖の様  
に試験管で硝石を熔融せしめ其上に硫黄を入れると強烈なる光を放つて燃焼する。此時の變化は

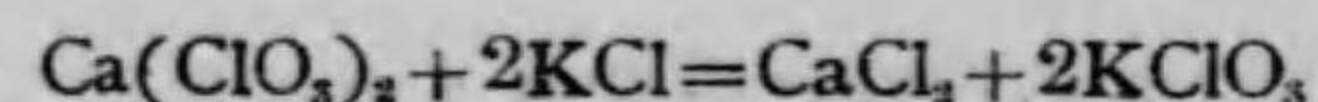
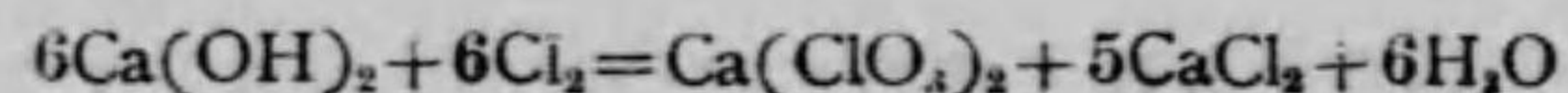


**用途** 酸化剤として用ひ又煙火、火薬、マツチ等の製造原料としても多量に用ひらる。

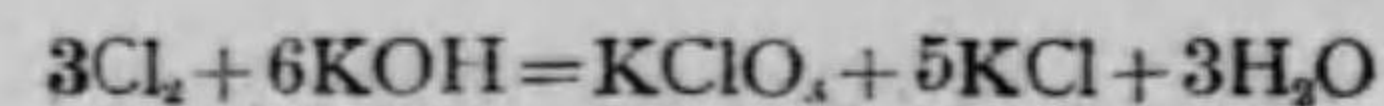
### 167. 鹽素酸カリウム $\text{KClO}_3$ 鹽素酸カリウム

(kalium chlorate)は俗に鹽化加里と云はれる。其製法を示せば

**製法** i. 石灰乳を熱し之に鹽素を通じて鹽素酸カルシウムを生成せしめ、之に鹽化加里を加へて冷却すれば鹽素酸カリウムは結晶として得られる。此時の反應は



ii. 鹽化カリウムの熱濃液を電解すれば  $\text{Cl}_2$  と  $\text{KOH}$  とを生成する。此際  $\text{Cl}_2$  を逃させしめない様に液を攪拌すれば二つは反應を起して鹽素酸カリウムを生ずる。此時の反應は



此際生じた  $\text{KCl}$  は再び電解されて終には  $\text{KClO}_3$  となる。

**性質** 白色板状の結晶で水に溶け難く熱すれば多量の酸素を發する。硫黄又は硫化金屬の様な燃焼し易い物質との混合物は打撃、又は摩擦などに依つても發火する。硫酸と出會へば直ちに多量の酸素を放出する。今砂糖と鹽化加里とを混じたものに一二滴の硫酸を滴下すると直ちに爆發して燃焼する。



**用途** 爆發藥、煙火及び燐寸の製造に用ひ其他酸素の製造、酸化劑、醫藥等にも用ふる。

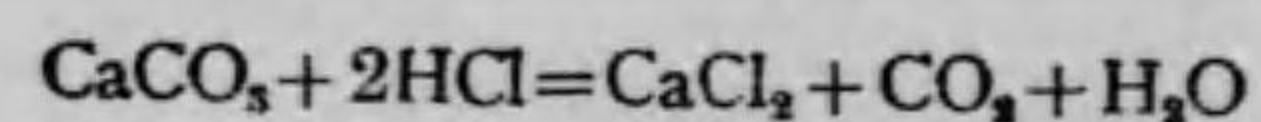
## 第三十八章

## カルシウム (Calcium) 及其化合物

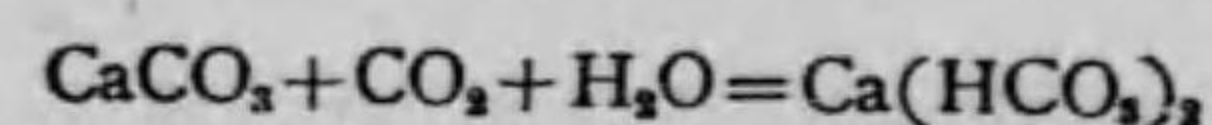
168. **カルシウム** カルシウムは化合物となつて廣く地上に存在し、地殻成分の最も重要なものである。化合物として最も多いのは炭酸鹽で霰石、白堊、大理石、石灰石、方解石等となつて居る。又硅酸鹽、硫酸鹽、磷酸鹽等となつても岩石、土壤中に多量に存在して居る。

169. **炭酸カルシウム**  $\text{CaCO}_3$  炭酸カルシウム (calcium carbonate) は天然に最も多量に存在する即ち白堊、霰石、方解石、大理石、石灰石等がそれである。人工的にはカルシウムイオンと炭酸イオンの反應で得られる。

炭酸カルシウムは強熱すると分解して炭酸瓦斯を發し酸化カルシウムを残す。鹽酸を注げば溶けて炭酸瓦斯を發生する。



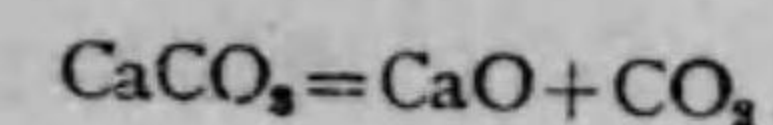
普通の水には溶解し難いが二酸化炭素を含める水に出會へば炭酸水素カルシウムとなりて溶解する。



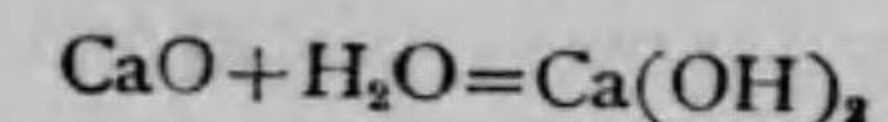
此の故に山から流れ出る水は大抵炭酸水素カルシウムを含むで居る。

170. **酸化カルシウム**  $\text{CaO}$  酸化カルシウム (calcium

oxide) は普通に生石灰 (quick lime) と稱せられ石灰石を強熱することによつて得られる。此時の變化は

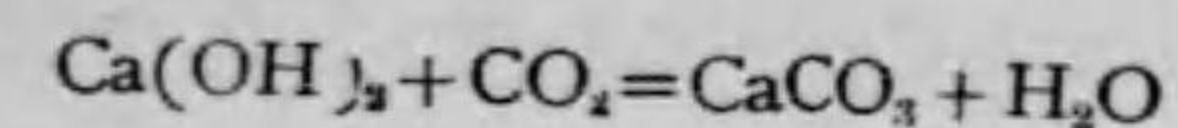


生石灰は白色塊状のもので極めて熔融し難く空氣中に放置すると水分及び炭酸瓦斯を吸収して炭酸カルシウムとなる。水を注げば多量の熱を發し體積膨大して水酸化カルシウムとなる。



此物はカーバイド、消石灰、石灰窒素等の製造原料となし、又漆喰、モルタル塗りをなすに用ひ其他耐火性の器具を造るにも用ひらる。

171. **水酸化カルシウム**  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  水酸化カルシウム (calcium hydroxide) は俗に消石灰と謂はれ生石灰に水を注ぎて得らる。水には少しく溶け、其溶液はアルカリ性である。消石灰に少しの水を加へて乳状となしたるものを石灰乳 (milk lime) と云ひ之もアルカリ性がある。此等石灰水、石灰乳、及消石灰などは空氣中より炭酸瓦斯を吸収して炭酸カルシウムに變ずる。



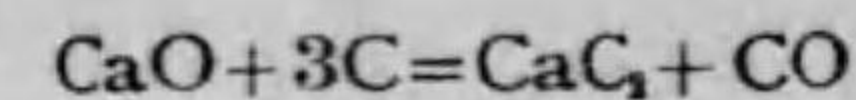
消石灰の用途は生石灰と同様漆喰、モルタル、肥料、漂白粉等の製造原料となし其他製皮、製紙、染色、消毒劑等工業上用途が頗る廣い。

172. **漆喰、モルタル、セメント** 漆喰は漆喰土と稱する粘土の一種に消石灰と麻屑の少量を加へ、水又はツノマタ

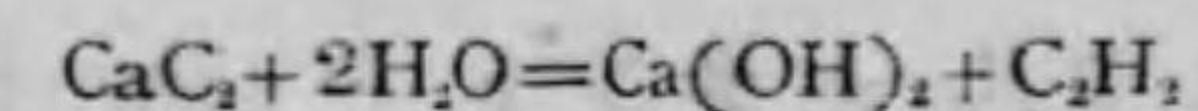
の液汁にて練つたものである。モルタルは消石灰に細砂を混ぜ水で練つたものである。此等は何れも壁を塗り、石材、煉瓦などの接合其他種々の工事に用ひられる。此漆喰、モルタルが空気中で固まるのは、空気中の炭酸瓦斯を吸収して炭酸カルシウムとなるためである。

セメントは、粘土と石灰との混合物を爐中に強熱した後、粉碎して、空氣の流通する所で風化せしめて得られる、灰色の粉末である。セメントは砂を混ぜて用ふるか、砂と礫或は碎石とを混ぜて用ふる。後者をコンクリートと云ふて居る。セメントは空氣中及び水中で固結するが、其理由は明らかでない。主としてカルシウム、アルミニウムの硅酸鹽を生成するに基くと云ふ説に一致して居る。

173. 炭化カルシウム  $\text{CaC}_2$  炭化カルシウム (calcium carbide) は一名カーバイドとも云ふて居る。酸化カルシウムとコークスの混合物を電氣爐内で熱すると、互に作用して次の反應を呈し、炭化カルシウムと酸化炭素を生ずる。



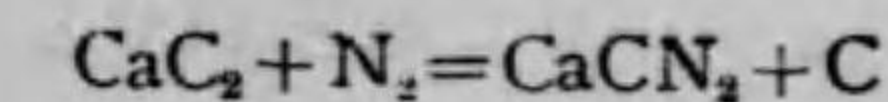
純粹なる炭化カルシウムは、無色の結晶體であるが、普通は灰黒色で白熱に至れば熔融する。炭化カルシウムは水と作用してアセチレンと水酸化カルシウムを生ずる。此時の反應は



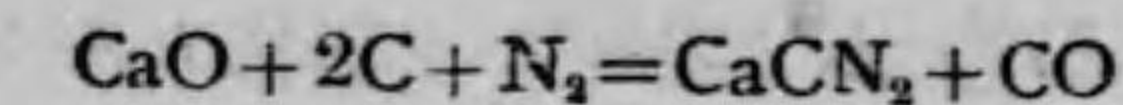
此時生ずるアセチレンは通常惡臭ある氣體である。アセチレン

瓦斯は燃焼の際に極めて強い光輝を發するから、近時盛んに燈火用に使用せられる。

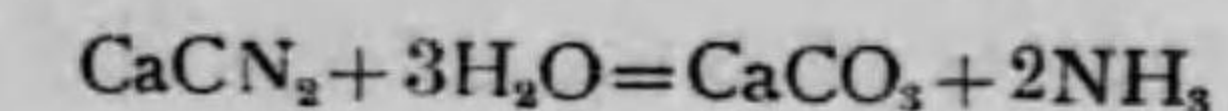
174. カルシウム・シアナミッド  $\text{CaCN}_2$  カルシウム・シアナミッド (calcium cyanamide) は一名石灰窒素と稱する。炭化カルシウムを電氣爐で熱し、此れに純粹の窒素を吸収せしむると、直ちに化合してカルシウム・シアナミッドを生ずる。此時の變化は



又石灰とコークスとを強熱し、此れに窒素を送入しても出来る。



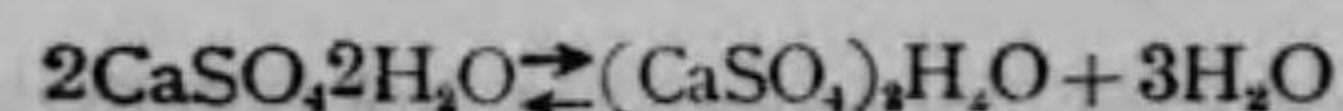
カルシウム・シアナミッドは、空氣中に曝露して置くと、空氣中の水分を取り、地中に投ずれば地中の水分により、アムモニアを發生する。又高壓の水蒸氣を用ふると急速にアムモニアを發する。



此の様に窒素石灰はアムモニアを發生するから近來は窒素肥料として盛んに使用せらるゝ。

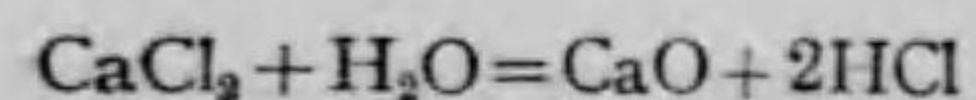
175. 硫酸カルシウム (calcium sulphate)  $\text{CaSO}_4$  天然には二種の形態をなして存在する。第一は無水結晶で硬石膏と名づけて居る。第二は二分子の水を含める、 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ で表はされる。單斜結晶で、粘土及び硫黄と隨伴して、噴火口、又は温泉に散在して居る。之を單に石膏と謂ふて居るが、此石膏を熱すると容易に一部の結晶水を失ひ透明なる結晶は變じて白堊の様な

粉末となる。之れが所謂焼石膏で其用途は頗る多い。此粉末を水に混すると直ちに固結するのは、再び結晶水を攝取して舊の結晶となる爲めである。



然し、餘り強熱して無水物となしたものは水と混和しても固結しない。焼石膏は固結し易く且つ固結すれば體積も膨大するから、美術品などの塑像を作り、諸物體の型を作り、或は壁の上塗りに用ひたり、電燈球の硝子とベースとを附着せしむる材料にも用ひ、又白墨の製造にも使用せられる。

176. **鹽化カルシウム**  $\text{CaCl}_2$  鹽化カルシウム (calcium chloride) は、種々なる製造工業の副産物として得られ、甚だ水に溶解し易い。無水の結晶もあり、又一分子乃至六分子の結晶水を含む鹽もある。低温度にて濃溶液より析出した巨大透明の潮解性結晶は六水鹽  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  である。之を強く熱すると一水鹽の海綿狀塊を生ずるか、若しくは熔融して無水鹽となる。熔融 (熔融點 720 度) する際に、水蒸氣の作用を受くると、容易く鹽化水素を散し石灰を生ずる。

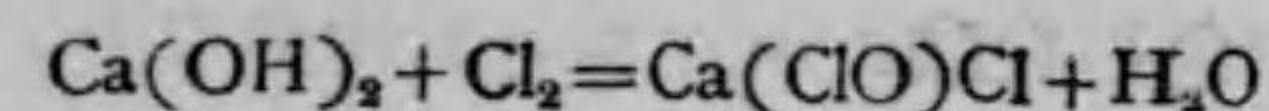


故に熔融を経たる鹽は鹽基性反應を呈する。若し鹽化水素中で熔融を行ふならば、幾分か之を避け得らるゝ。

鹽化カルシウムは、氣體を乾燥したり、又熱を加へないで水分を除去する際に使用する。例へば電話用の乾心紙ケーブルを乾燥

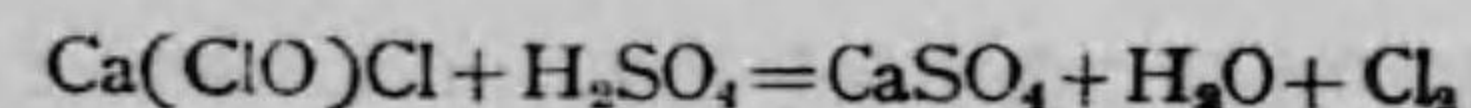
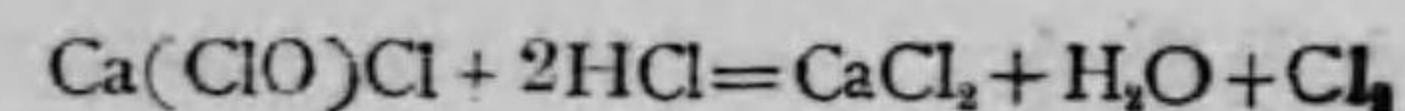
せしむる場合の如きは夫れで、鹽化カルシウム筒を通過した空氣を送入するのである。

177. **漂白粉**  $\text{Ca}(\text{ClO})\text{Cl}$  消石灰粉に鹽素を吸収せしめると、一種の臭氣ある白色の粉末 (幾分淡黄綠色を有する) である漂白粉 (bleaching powder) となる。此時の變化は



漂白粉は空氣中にて潮解し易く、自然に鹽素を放出するが、少許の酸を之れに加へると直ちに鹽素を發生し、此鹽素の爲めに漂白作用を表はす。

酸によりて鹽素を發生する反應は、

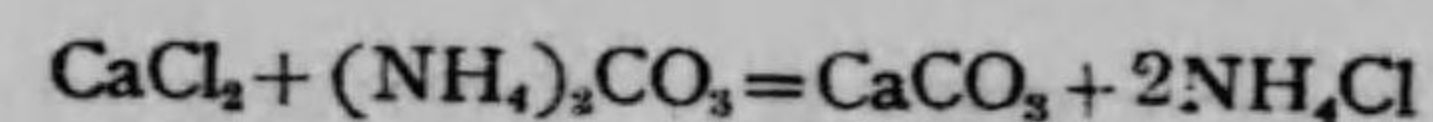


漂白粉は植物性纖維なる綿、麻及製紙の原料を漂白するには適するが、動物性纖維なる絹、羊毛等は其質を損するので使用に適しない。植物性纖維を漂白するには、先づ洗つて脂肪類を除き、稀酸に浸し、次に漂白粉液に入れ後で能く洗ふのである。

178. **焰色反應** ナトリウム、又はナトリウム鹽を無色の焰中に入れると焰が黄色を呈することは、前にナトリウムの所で述べたが、カリウム又はカリウム鹽を無色焰中に入れると、焰は紫堇色となり、カルシウム鹽又は其溶液を白金線に着けて無色焰中に入れると、焰に赤橙色を呈する。此の様に、焰が種々に着色することを焰色反應と云ふ。焰に着色する色は各元素によりて固

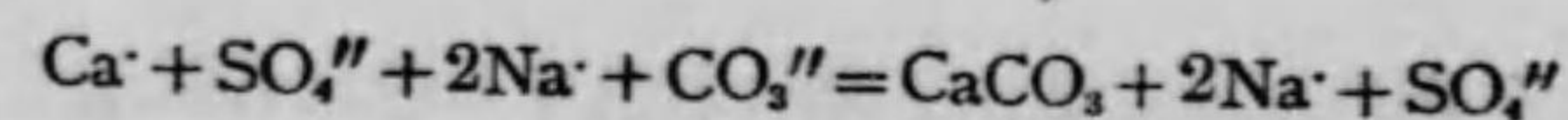
有であるから、焰色反応によりて此等元素を検出することが出来る。上に述べた元素の外にバリウムは緑色であり、ストロンチウムは紅色を呈する。

179. **カルシウム化合物の鑑識** (1)炭酸ナトリウム炭酸カリウム又は炭酸アモニウムの溶液をカルシウム鹽類の溶液に加ふると、白色の炭酸カルシウムが沈殿する。



(2) 植酸化合物の溶液をカルシウム化合物の溶液に加へると、白色粉末状の植酸カルシウムを沈殿する。此沈殿は醋酸及植酸には溶解しないが硝酸と鹽酸には溶解する。

180. **硬水及軟水** カルシウム化合物及びマグネシウム化合物を比較的少量に含む水を硬水 (hard water) と稱し、此等の鹽類の極少量を含むか、若しくは含まない水を軟水 (soft water) と云ふ。硬水の内でも、炭酸水素カルシウムの様なものを溶解して居る水は、煮沸によりてカルシウム分を沈降せしめて軟水とすることが出来るから、此の様な硬水を一時の硬水 (temporary hard water) と云ふ。然し硫酸カルシウム、硫酸マグネシウムの様なものを含む水は、煮沸しても軟水とすることが出来ないから、此の様な硬水を永久硬水 (permanent hard water) と謂ふのである。永久硬水を軟水にするには炭酸ナトリウムを加へてカルシウム分を沈降せしむるのである。即ち



硬水を蒸汽罐に用ふれば、煮沸によりて湯垢を生じ、傳熱の妨げをなす。又石鹼使用の際に硬水を用ふれば、不溶解物を生じて洗濯作用を妨ぐる等不利益が多い。

### 第三十九章 マグネシウム Magnesium

181. **マグネシウムの所在及製法** マグネシウムは遊離の状態で産出することなく、地殻及海水中に化合物となつて含有されて居る。

其炭酸鹽は菱苦土礦  $MgCO_3$ 、白雲石  $MgCO_3 \cdot CaCO_3$  等であつて、本邦では其産出が少いが滿洲は多く産するので有名である。其硫酸鹽も重要なものが多く、滑石、石綿、蛇紋石は夫である。滑石、石綿は耐火塗料、電熱器等、其應用が頗る廣い。蛇紋石は建築用又は配電盤に使用せらるゝ。鹽化物及び硫酸鹽は海水中に含有されて居る。

金屬マグネシウムは、其の酸化物を還元して得ることが困難であるから、可溶性マグネシウム鹽類を電解して製する。

182. **マグネシウムの性質** マグネシウムは白色の粘硬なる金屬で、比重 1.75、熔融點は  $750^\circ$  で、空氣中にては徐々に酸化して其表面に曇りを生ずる。冷水中で變化しないが、沸湯中では徐々に水に作用し水素を發生する。稀酸類に逢へば盛んに水素を發生し、其の酸の鹽となつて溶解する。マグネシウムは延性及展性に富んで居るから、熱して柔軟となし細孔から押し出せば紐状とすることが出来る。

マグネシウムを空氣中で強く熱すると、眩き光を發して燃え酸

化物に變化する。此れをマグネシヤとも云ひ苦土とも稱する。此時發する光は紫外線に富んで居るから、夜間又は室内にて寫眞を撮影するに應用せらるゝ。

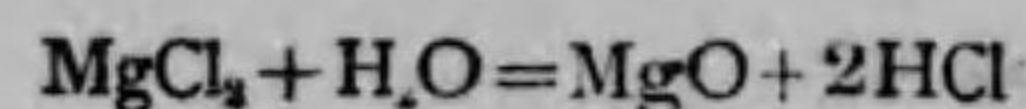
183. **炭酸マグネシウム  $MgCO_3$  (magnesium carbonate)** 此鹽は菱苦土礦となり、又炭酸カルシウムと混じて白雲石となつて天然に存在する。

此の物は水には溶け難けれども、酸に會へば直ちに溶解し、炭酸瓦斯を發生し、其の酸の鹽となる。熱によつて分解し、酸化マグネシウムを生ずる。

184. **酸化マグネシウム  $MgO$  (magnesium oxide)** 此の物は苦土とも稱へられ、マグネシウムの水酸化物か炭酸鹽か、或は硝酸鹽を熱すれば得らるゝ。白色の粉末で、水に投ずれば徐々に水と反應して水酸化マグネシウムとなる。酸類には迅速に作用して鹽を生ずる。高熱に耐ゆるので、坩堝などの耐火性器具を製するに用ひ、又電氣爐の内面を塗るにも用ふる。

185. **鹽化マグネシウム  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  (magnesium chloride)** 鹽化マグネシウムは單獨に存在し又はカルナリット  $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$  なる複鹽となつて居る。此複鹽は獨逸のスタッフルトに多量に産する。又海水を煮詰めて食鹽を析出せしめた後の母液(苦汁と云ふ)中にも、鹽化マグネシウムが多量に含まれて居る。此の物は極めて潮解し易く、其溶液は苦味を有する。食鹽

を焼けば其味が良くなるのは、食鹽中に含まれる鹽化マグネシウムが次の様に變化して、酸化マグネシウムとなるからである。



又苦汁が豆腐の製造の際に用ひらるゝのは、其の中に含まれる鹽化マグネシウムが植物性蛋白質を凝固せしむる性があるのを利用したものである。

186. 石綿 (asbest) 石綿は白、淡緑などの色を有する纖維状のものである。此の物は天然に蛇紋岩の割れ目に纖維状結晶となりて出来て居るもので、蛇紋岩の一種である。石綿とも云はれ、熱に對する抵抗が強いので、華氏二千度乃至三千度では何等の變化もしない。種類によりては五千度に熱しても少しも變化しないものがある。此性質を利用して種々の防火布を織り、又汽罐、汽管等に、石灰と混ぜて熱の放散を防ぐに用られる。近來は盛んに電熱器に使用せらるゝ。

問 (1) マグネシウムが燃ゆるときの方程式を書け。

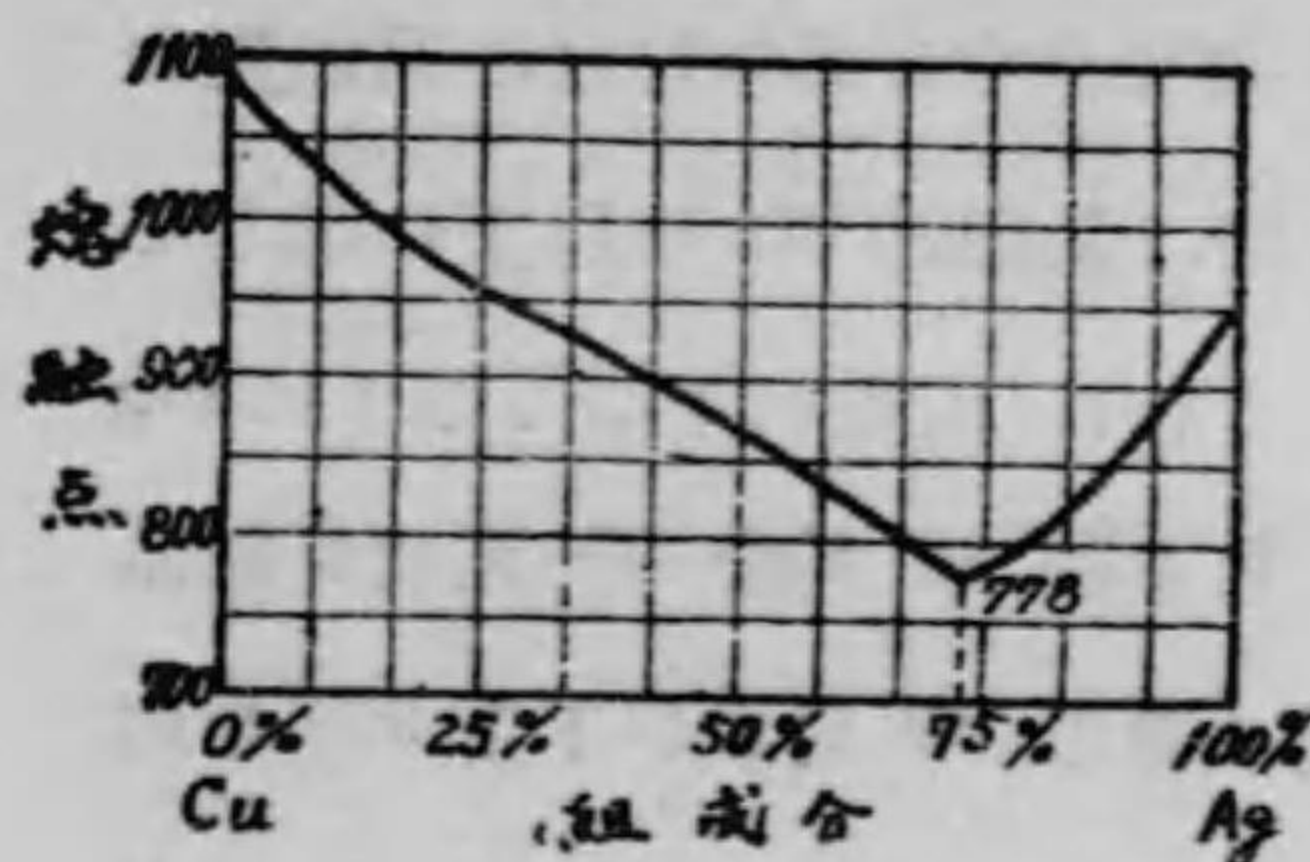
問 (2) マグネシウム鹽類の溶液に苛性曹達の溶液を加ふるときの方程式を作れ。

## 第四十章 合金

187. 合金の種類及性質 合金は其成分によりて三種とすることが出来る。其一は、熔融せる金屬が他の金屬を溶かして、此れと混和して混合状態にあるものと、其二は成分たる各金屬が互に融合して、融合状態にあるもの。其三は此等の二種が互に混合状態にあるものである。一般に合金の硬度は組成金屬のよりも大で、延性展性は組成金屬より減じて居る。又合金の熔融點は組成金屬より低く、其化學的抵抗力も組成金屬より勝つて居るものが多い。此等の特徴があるために、日用器具又は諸種の機械類には、純粹の金屬よりも合金の用途が廣い譯である。

188. 共融合金 鹽類の水溶液を冷却する際に、溶液が稀薄であるならば先づ氷の結晶が出来、濃厚なる溶液ならば鹽類の

第 59 圖



結晶が出来、濃厚なる溶液ならば鹽類の溶液では此等二相の外に蒸氣もあつて其關係は複雑であるが、二種の金屬が混合して居る場合には其蒸氣は無視して差支ない。

圖に示してあるのは融解の温度と合金の百分比との關係である。例へば、銀 25% (圖に於て



25%と書いてある所)と銅75%とを混合した合金は約960°で融解し(曲線との交点), 960°以上では熔ける。若し又銅60%と銀40%との合金(曲線の左の部分)が, 銅6%と銀94%との合金(曲線の右の部分)は何れも約900°で融解する。斯様に銅と銀との合金でも, 混合する割合によつて其合金の融解点は異なるものである。最低の融解点は778°で, 其時の合金の割合は銀72%, 銅28%である。即ち銀72%, 銅28%, 以外の割合の合金は融解点が778度より高いと云ふ事を此曲線が表はして居るのである。此最低の融解点を共融点(eutectic point)と稱し, 此共融点を有する合金を共融合金(eutectic alloy)と稱する。即ち銀と銅との合金の共融点は778度で, 共融合金は銀72%と銅28%の割合の合金である。

今, 共融合金の割合と, 異りたる割合の合金, 例へば銀20瓦と銅80瓦即ち銀20%と銅80%との合金を熱し, 其温度を此割合の合金の融解点980度以上に高めると其合金は全く融解して液状となる。此融解せる合金を漸次冷却するときには, 其温度が980度以下になるも直ちに凝固せず, 共融点778度以下に達して始めて全く凝固するものである。これは, 温度が下つて假りに800度になつたときには, 始め混合したる銅80瓦中50瓦丈が結晶となつて析出し, 残餘の銅30瓦と銀の20瓦とが丁度900を融解点とする如き混合割合(銀40%と銅60%)の合金となり, 之れが尙融解状態になり居るからである。尙温度が下降して, 例へ

ば800度になれば, 更に多量の銅が析出して, 800度を融解点とする如き混合割合の合金(銀67%, 銅33%—銀20瓦, 銅10瓦)が尙融解状態となり居るものである。斯様にして, 其融点778度に達するまでは一部の金属が漸次析出するのみであつて, 温度が共融点778度以下になつて始めて完全に凝固するのである。それ故若しも此例にとりたる如き合金(銀20瓦, 銅80瓦との合金)を熔かし, 之れを再び冷却して, 全部を凝固せしめて出来た物はどんな物かと云へば, 其れは共融合金(銀20瓦, 銅7.78瓦—銀72%, 銅28%)と温度が共融点まで降下する間に漸次析出したる銅(72.22瓦)の結晶との混合物なのである。

### 練 習 問 題

1. 金属を合金となせば性質に如何なる変化あるか。
2. 鍛鐵は強靱なるも鑄鐵は硬くして脆きは何故か。
3. 如何なる金属でも互に合金となり得るものであるか。
4. 合金の融解点低き性を利用したる二三の例を挙げよ。
5. 合金となし硬度を増さしめて利用して居るものは何々であるか。

## 第四十一章 亞鉛カドミウム

## Zinc and Cadmium

189. 亞鉛の所在及製法 亞鉛の重要な鑛石は頗る多い。其主なるものは、硫化亞鉛  $ZnS$  即ち閃亞鉛鑛(zinc blende)と菱亞鉛鑛  $ZnCO_3$  と、紅亞鉛鑛  $ZnO$  である。

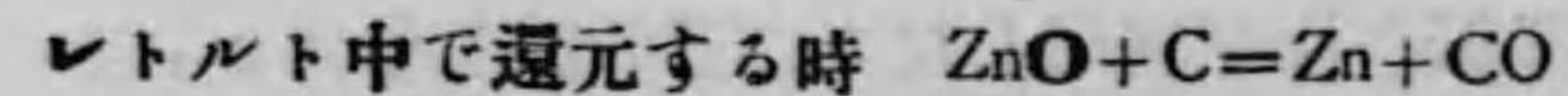
亞鉛の工業的製法には乾式と、濕式とがある。乾式にては、原鑛即ち硫化亞鉛及炭酸亞鉛鑛を空氣中で焼いて、出來た酸化亞鉛

第 60 圖



を炭と共にレトルトに入れて灼熱すると、酸化亞鉛は還元され亞鉛は蒸氣となつて出づるから、之

れを冷却捕集するのである。其變化は



以上の方法によると材料の二割程の損失は免れない。

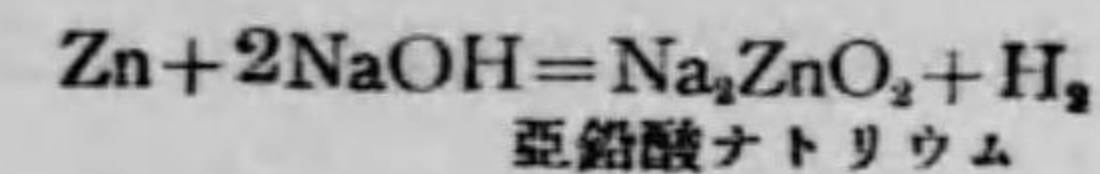
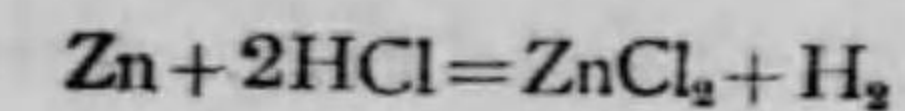
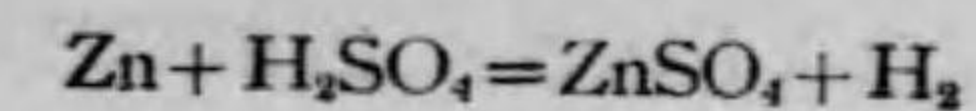
濕式法にては亞鉛鑛を用ひて、亞鉛の鹽類を作り、其溶液を製して之に電流を通じ、其陰極板に亞鉛を沈澱せしむるのである。濕式法に依ると、含有されたる亞鉛の殆ど全部は捕集し得られる。

190. 亞鉛の性質 亞鉛は比重 6.9 乃至 7.2 を有する青白色の金屬で、其質は常温では脆弱であるが、約 130 度の温度で

は柔軟で且つ強靱であるので、此れを錘打し或は輾出して薄板とすることが出来る。更に熱して 200 度に至ると、再び脆弱となり容易に細粉となし得る。420 度で熔融し、950 度で沸騰する。其蒸氣が空氣に触れると帯綠色の炎を擧げ燃えて酸化物となる。

亞鉛は空氣中又は水中では頗る速かに酸化するが、其時出來た水酸化亞鉛、又は炭酸亞鉛は緻密で然かも薄い層を以て其亞鉛を包むから、内部は變化しない。従つて亞鉛で造つた器物は空氣及水の作用には能く抵抗する。一般に鐵製のものは空氣中に放置すると錆び易いから、其表面を亞鉛にて被覆することがある。俗に之をトタンと稱する。鋼鐵線、鐵柵、鐵柱、鐵板等に亞鉛鍍を施すのは、此理由に基き、其保存期を長くするのである。

亞鉛は酸類に溶解して水素を發するが、アルカリ溶液にても同様に水素を發して溶解する。此時の變化は

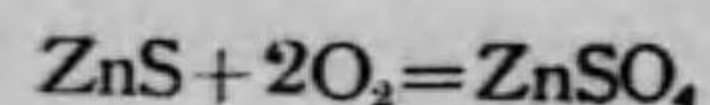


191. 亞鉛の應用 亞鉛は鐵材の銹を防ぐ可きトタン用として使用し、其他眞鍮及び洋銀等の合金製造の原料に用ひ、又一次電池の陰極として使用せらるゝ量も少くない。

192. 酸化亞鉛  $ZnO$  酸化亞鉛(zinc oxide)は一名亞鉛華とも云ひ、亞鉛を燃し、或は菱亞鉛鑛、閃亞鉛鑛、又は水酸化亞

鉛を熱して得らるゝ、白色の粉末で水には溶解しないが、酸類には容易く溶解し、亜鉛の鹽類を生ずる。酸化亜鉛は醫藥にも供せられるが、顔料としての使用量が多い。顔料としての特徴は硫化水素に出會ふても變色しない點である、然し被覆力の少いのが缺點である。酸化亜鉛に煮沸亞麻仁油を混じたものは、白色ペイントの一種である。又酸化亜鉛は良質の硫化護膜を製造する際にも多量に使用せらるゝ。之を護膜に混和すると大に其柔軟性を増加する。

193. **硫酸亞鉛**  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  硫酸亞鉛 (zinc sulphate) は一名皓礬と稱し、硫化亞鉛  $ZnS$  を徐々に酸化せしめても容易に之を製することが出来る。故に天然に於ては、往々硫亞鉛鐵に伴ひて産出する。



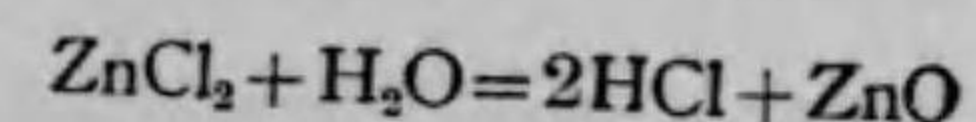
硫酸亞鉛の溶液を蒸發濃厚ならしめると、 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  なる組成を有する斜方柱の結晶を生ずる。之を熱すれば、六分子の結晶水は放散せしめ得るが、殘餘の一分子は之を除去することが容易でない。

硫酸亞鉛は染色、捺染等に用ひ、又其の稀薄液は醫藥及防腐劑として使用せらる。

194. **鹽化亞鉛**  $ZnCl_2$  鹽化亞鉛 (zinc chloride) は酸化亞鉛か、炭酸亞鉛か、又は水酸化亞鉛を鹽酸に溶解するか、或は亞鉛を鹽素氣中にて燃焼しても得らるゝ。針狀結晶で潮解性を有

して居る。此結晶を鹽酸に溶解せる濃溶液は、纖維素を溶解せしむる性がある。

鹽化亞鉛は、木材の防腐劑として單獨に用ひ、又クレオソート油中に混和して使用することがある。其他融劑として金屬の鑲着に使用する。之は鹽化亞鉛が次の式に示す様に加水分解をなして生じた鹽化水素が金屬酸化物を溶解するためである。

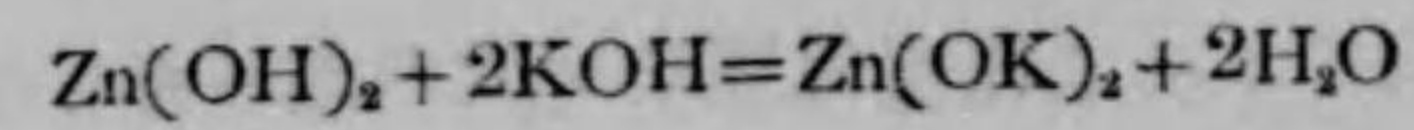
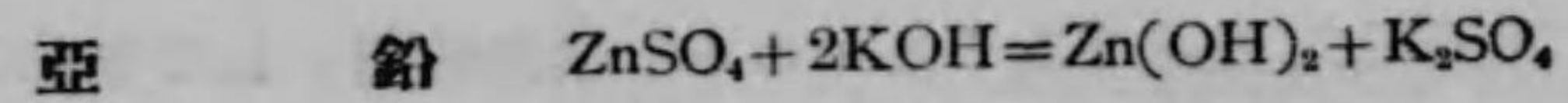
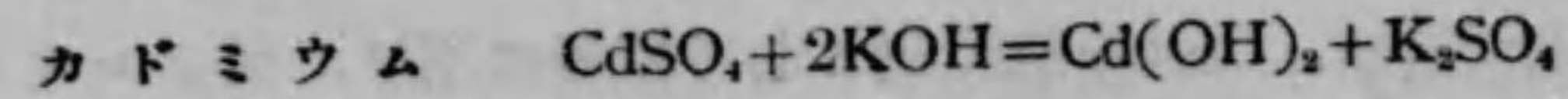


195. **亞鉛化合物の鑑識** 亞鉛鹽類の溶液に水酸化カリウムか、水酸化ナトリウムの溶液を加ふれば白色の沈澱を生ずるも、其の過剰を加ふれば溶解する。又鹽類溶液に硫化アムモニウム或は硫化水素を通じて生ずる硫化亞鉛の沈澱は白色である。此の沈澱は稀硫酸又は稀鹽酸には溶解するが、醋酸には溶解しない。其他亞鉛化合物に硝酸コバルト溶液の數滴を注加し、吹管燂にて熱すれば、綠色の反應を呈する。茲に述べた三つの事實に依つて亞鉛化合物を鑑識することが出来る。

196. **カドミウム cadmium** カドミウムは亞鉛鑛中に其少量を含んで居るが、亞鉛より揮發し易いので、亞鉛の初餾に主に餾出する。化學上の性質は能く亞鉛に類似して居つて、其色は青白色で、軟なることは鉛の様で、比重約 8.6、熔融温度は 320 度で沸騰點は 770 度である。

亞鉛と異なる點は、硫化物が黄色で鹽酸に溶解しないのと、カドミウム鹽の溶液にアルカリを加ふれば白色沈澱を生ずるが、此

沈澱は過剰のアルカリ溶液に溶解しないことである。方程式にて之を比較して見やう。



此方法によつて、亜鉛化合物とカドミウム化合物とを分離することが出来る。

### 練 習 問 題

1. 亜鉛の性質中重要な點を述べよ。
2. 亜鉛の酸化物は何故に實用に供せらるゝか。
3. 鑲着に鹽化亜鉛を用ふる理由如何。
4. 亜鉛とカドミウムの硫化物の色彩の差異を述べよ。
5. 酸化亜鉛に次の物質を注ぐときに起る反應式を書け、

(イ) 鹽酸 (ロ) 硫酸

## 第四十二章 アルミニウム (Aluminium)

197. アルミニウムの所在及製法 アルミニウムは遊離して自然に存在することはない。種々の化合物となりて地球表面上に廣く配布せられて居る。此元素は酸素、硅素に亞ぎて最も多量に存在するものである。アルミニウムを含む鑛石の主なるものを掲げると次の様である。

氷晶石 cryolite  $\text{Al}_2\text{F}_6 \cdot 6\text{NaF}$

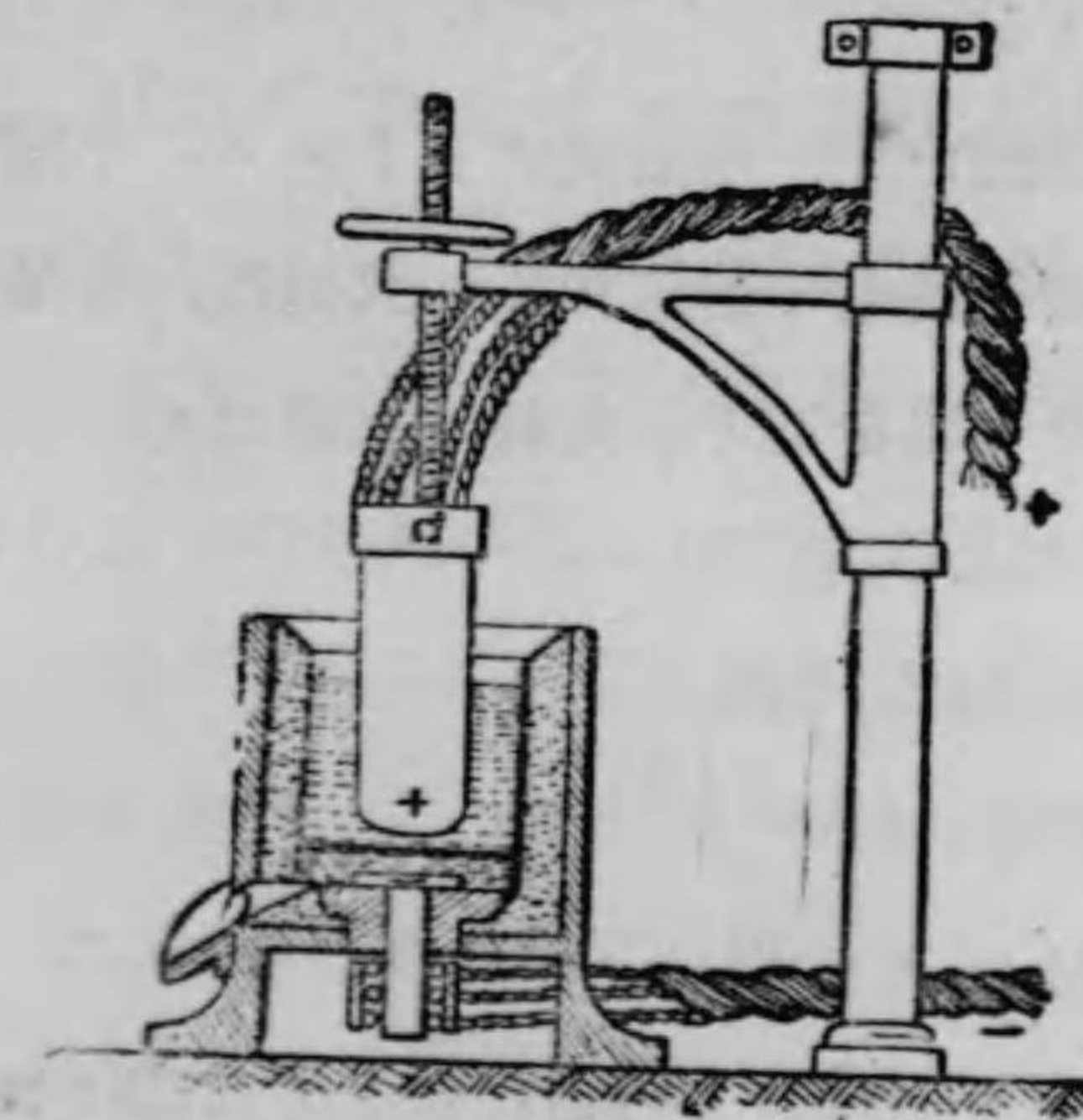
ダイアスパー diaspar  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

ボーキサイト boxite  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

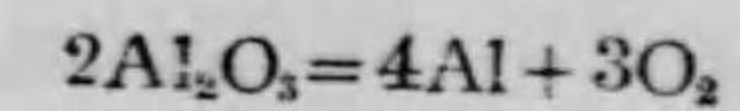
鋼玉 corundum  $\text{Al}_2\text{O}_3$

明礬石 alunite  $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

第 61 圖

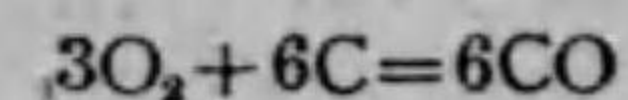


アルミニウムを製するには、酸化アルミニウム  $\text{Al}_2\text{O}_3$  に少量の氷晶石を加へ、電氣爐で熱して融解せしめ、之を電解して製する。



アルミニウムは陰極に析出し、酸素は陽極より發生し、極の炭素と化合し

て酸化炭素を生ずる。

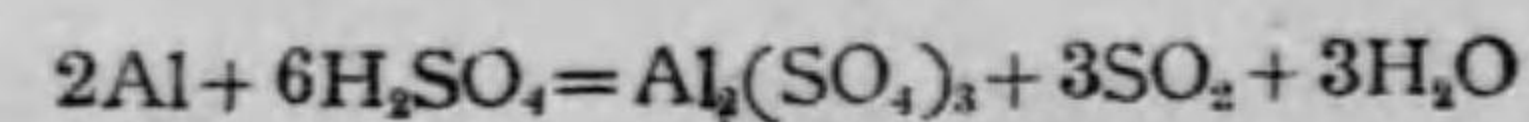
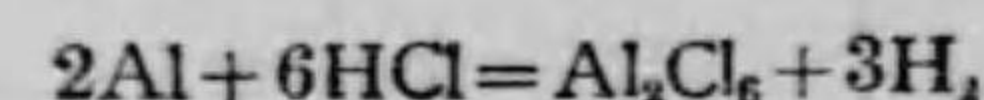
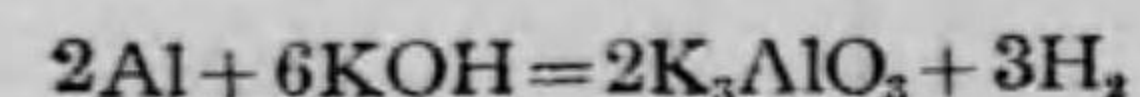
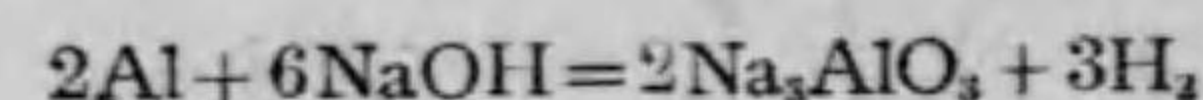


爐中に水晶石を加ふるのは、熔融を容易ならしむるための一種の熔融劑に過ぎないのである。

### 198. アルミニウムの性質

アルミニウムは帯青白色の金属で、展性延性に富み、比重 2.68, 熔融點 660 度である。空氣中では容易に酸化し、其の表面に酸化アルミニウムの薄層が出来る。アルミニウムが空氣中で永く光澤を保つて變化しないのは、其表面に出来た酸化層が極めて薄くて、それが假漆の様になつて内部を保護して居るためである。純粹なるアルミニウムは、水或は水蒸氣の作用を受けないが、普通に販賣して居るものは鐵、硅素、ナトリウム等の不純物を含むで居るために、往々に變化し易い事がある。殊にナトリウムを含むものは、其量が甚だ微量でも水に會へば容易に侵蝕せられる。

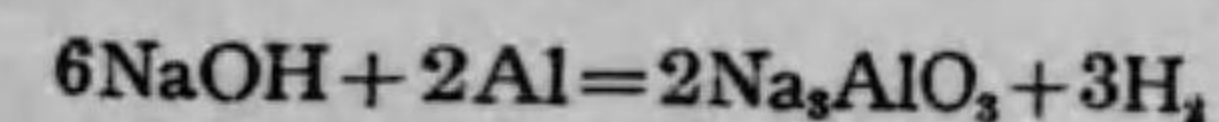
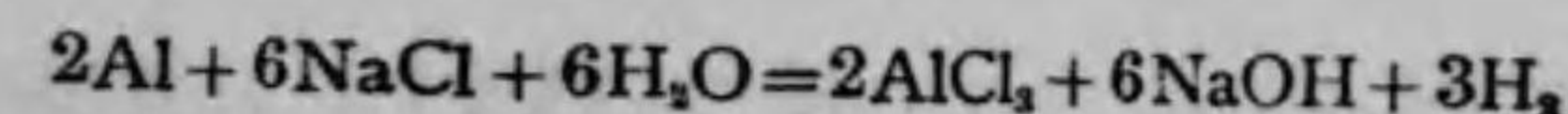
アルミニウムは硝酸に侵され難いが、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムには作用されて水素を發して溶解する。又硫酸、鹽酸にも溶解して其酸のアルミニウム鹽を造る。此時の反應は



是によりて見れば、アルミニウムは強き酸類に對しては陽イオ

ンとなり、強き鹽基に對しては陰イオンとなることが判かる。

アルミニウムは有機酸には殆んど作用しないが、食鹽が存在する時には往々に腐蝕せられる。



アルミニウムは水銀と結合してアマルガムを生じ易い。又他の金属ともよく合金を作る性がある。アルミニウム・アマルガムは常温に於ても水を分解し水素瓦斯を發生して溶解するから、アルミニウムで造つた器物は水銀に觸れない様に注意を要する。アルミニウムに 10 乃至 25% のマグネシウムを融和して造れる合金を**マグナリウム**(magnalium)と稱し、鐵と軟鋼とに對應すべき性質を有するもので、重量も軽く、空氣中では變化しない。又アルミニウムに 90% の銅を融合して出来たものをアルミ金と云ひ、其の色澤共に金に類似して、空氣中にありても變化しない。

### 199. アルミニウムの用途

アルミニウムは軽くして、空氣中に於ても變化し難き故食器、兵器、電線等を造り、又電氣機械、測量器械、航空機等の製造材料に用ひられる。箔となしては銀箔の代用として各方面に用ひられ、粉末は鐵の錆止塗料として用ひられる。又アルミニウムの粉末と、酸化鐵の粉末とを混じたるものは**テルミット**(Thermit)と稱し、圖に示す様に軌條の融接、其の他鐵器の修理等に使用する。此場合には次の様な反應起りて鐵を生ずる。



一般に還元し難い酸化クロム( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), 酸化マンガン( $\text{MnO}$ ), 酸

第 62 圖



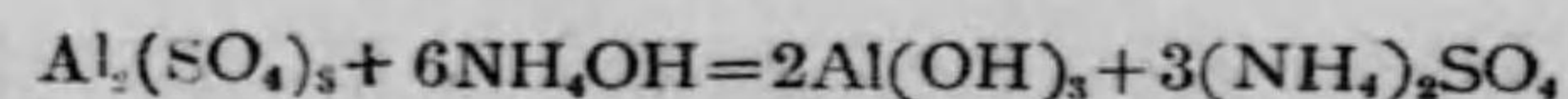
化タングスタン等をアルミニウム粉末に混じて熱すれば, 此等の金属を能く還元することが出来る。故に還元剤としても有要である。

### 200. 酸化アルミニウム

$\text{Al}_2\text{O}_3$ : 酸化アルミニウム(aluminium oxide)は一名礬土とも稱する。天然に産する鋼玉(corundum), 青玉(sapphire),

紅玉(ruby)は共に酸化アルミニウムであつて, 其質極めて堅く美麗なものである。其微細なものは寶石の研磨用に用ひられ, 稍大なるものは寶石として珍重されて居る。紅玉青玉が美麗なる色澤を有するのは, 紅玉には微量のクロム化合物, 青玉中には少量のコバルト化合物を含めるが爲めである。

201. 水酸化アルミニウム  $\text{Al}(\text{OH})_3$  アルミニウム鹽の溶液にアムモニヤ水を加へると, 水酸化アルミニウム(aluminium hydroxide)なる白色膠狀の沈澱を生ずる。

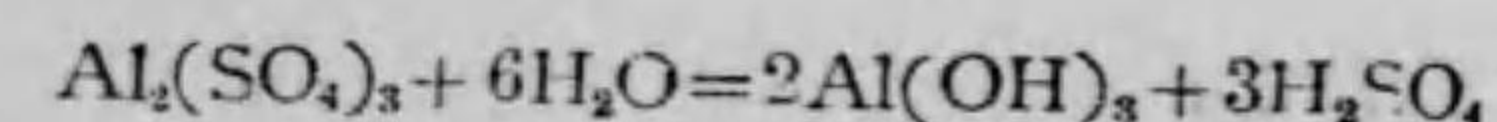


水酸化アルミニウムは有機物を吸着する性が強い, 殊に種々の色素と化合して水に不溶性のものとなる。此色素と結合して不溶性となりたるものをレーキと稱して顔料に用ふる。木綿染では水

酸化アルミニウムを繊維に附着せしめ, 之れを可溶性染料に浸せば染料は不溶性となりて繊維に固着するのである。斯様に可溶性染料を繊維に固着せしめる物質を媒染劑と稱する。

202. 硫酸アルミニウム  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  アルミニウム鹽類中重要なるものは硫酸アルミニウム(aluminium sulphate)で, 之れを製するには水酸化アルミニウムを硫酸に溶解すればよいが, 多數に製するには陶土の白色なるもの(天然産の硅酸アルミニウム)に濃硫酸を加へて數時間熱すればよい。陶土中の硅酸アルミニウムは硫酸の爲に分解して, 硫酸アルミニウムとなり, 分解しない陶土の一部分は之に混じて泥狀となる。之に水を加へて攪拌し, 石灰水を加へて鐵分を沈澱せしめ, 其上澄液を蒸發濃厚ならしめると, 硫酸アルミニウムの結晶が得られる。

此の物は水に溶けると, 次の様に加水分解して水酸化アルミニウムの膠狀沈澱を生ずる。



此故に水酸化アルミニウムと同じ様に媒染劑となし, 抄紙業に於ては糊に混和して用ひ, 又有機物を含む粗悪なる飲料水中に投じては其の夾雜物を含み去らしむるにも用ひらる。

203. 明礬  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  明礬(alum)は硫酸アルミニウムと硫酸カリウムの複鹽で, 圖に示す様に正八面體の結晶體をなして居る。之を灼熱すると結晶水を失つて無定形に變ずる, 之を燒明礬又は枯礬と稱する。

此等の普通明礬及び焼き明礬は水に溶けて加水分解をなし、水

第 62 圖



酸化アルミニウムの少量を生ずる。其溶液は酸性あり、且つ収斂性である。此故に焼明礬の粉末は小さき傷口などに付けて血止めとすることもある。けれ共明礬の主なる用途は、媒染劑、製紙、顔料、醫藥及び濁水の清澄劑である。

明礬中のカリウムの代りにナトリウム、  
・アモニウムの一價の金屬、若しくは基を入れ、アルミニウムの代りに三價の金屬、例へばクロム、第二鐵等を入れたるものは、總べて明礬類と稱する。

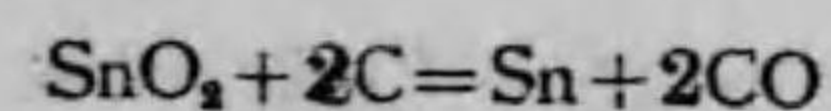
204. アルミニウム化合物の鑑識 木炭上にてアルミニウム化合物を吹管燄で灼熱すれば、白色の不溶性の塊を得る。之を硝酸コバルト  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  溶液にて濕して、再び強熱すると美麗なる青色に變ずる。

問 次の化合物の化學式を記せ

鹽化アルミニウム	硝酸アルミニウム
ナトリウム明礬	クロム明礬
	磷酸アルミニウム

## 第四十三章 錫 (Tin or Stannum)

205. 錫の所在及製法 錫は古代より知られたる金屬で、遊離の状態で産することはない。唯酸化物即ち錫石 ( $\text{SnO}_2$ ) として産出して居る。錫石は常に少量の鐵を含有して、褐色若しくは黑色を呈し、且つ多少の砂礫を混じて居る。之より錫を製するには、錫石を碎き、混和して居る岩石類を除いて、之に石炭及少許の石灰石を加へ、反射爐で灼熱するのである。又硫黄、砒素を混じて居るならば、先づ之を大氣中に於て焼き、其夾雜物を飛散せしめて後、木炭を加へて還元すればよい。



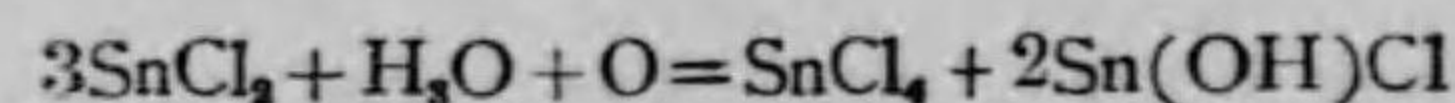
206. 錫の性質 錫は銀に似たる光澤はあるが色は少し灰色を帯びた金屬である。柔軟で展性、延性には富むで居るけれど、粘性は強くない。純錫を屈曲すれば一種の音を發する。之れは其組織中にある、並列した結晶面が劈開するからである。

比重は 7.3 熔融點は 235 度である。錫は直接硫黄と化合し難く、又常温に於て空氣の乾濕に關係なく變化をしないで光澤を保つて居るので、鐵の表面に鍍しては所謂ブリキを造り、又錫箔となしては物質の乾燥を防ぎ、又濕氣を受けない様に被覆用とする。或は銅器の内面に錫鍍金をすれば、有毒なる綠青の生ずるのが防がれる。其他銅線に鍍金したり又は硫黄と化合し難き性を利用し

て、含硫護膜で被覆するとき硫黄が銅を侵すのを防ぐことが出来る。

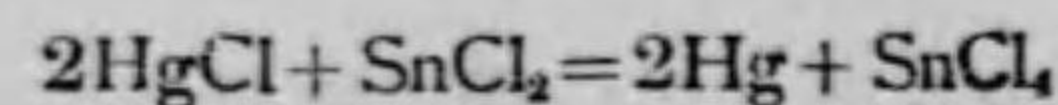
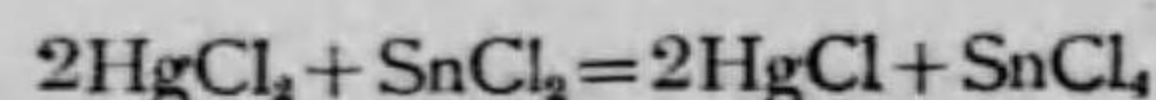
錫の合金には有要なるものが多い。錫と鉛との合金はハンダと稱して、金属の接着に使用する。其他砲金、青銅、ブリタニヤ金等の合金には錫を使用する。

207. **錫化合物** 錫は二價、及び四價となつて二系統の化合物を生ずる。二價の化合物  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$  の様なものを第一錫化合物と云ひ、四價で化合した  $\text{SnCl}_4$ ,  $\text{Sn}(\text{NO}_3)_4$  の様なものを第二錫化合物と稱へる。第一化合物の第一鹽化錫  $\text{SnCl}_2$  は、錫を鹽酸に溶解し、其溶液を蒸發濃厚ならしめると、白色透明の結晶となつて出る。此ものは水に溶け易く、極めて還元性が強い。此水溶液を空氣中に放置すれば、空氣中の酸素を吸収して、次の様な變化をなし、特性たる還元性が無くなる。

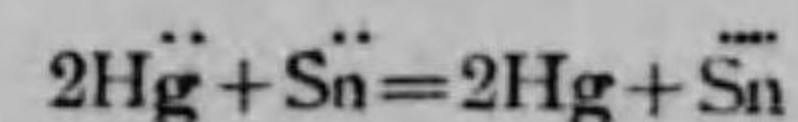
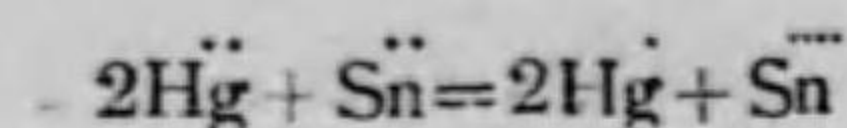


第一鹽化錫を金鹽の溶液に加へると、紫黒色の金の沈澱を生ずる。此金は硝子や陶器に赤色をつける爲の原料となる。

第一鹽化錫に第二鹽化水銀溶液を加ふると、初めは白色の第一鹽化水銀を沈澱し、後に灰色の水銀を沈澱する。即ち



之れをイオン方程式で示すと



上の變化を廣い意味で  $\text{SnCl}_2$  が  $\text{HgCl}_2$  或は  $\text{HgCl}$  を還元したと云ふ。一般に廣い意味での還元とか、酸化とか云ふ言葉の定義を次の様に云ひ表はすことが出来る。

原子價の増加する化學變化を酸化と云ひ、之に反して原子價の減する様な化學變化を還元と云ふのである。

鹽化第二錫は鹽素氣流にて熱するか、第一鹽化錫の溶液に鹽素を通ずるかによつて得られる。此物は媒染劑として用途が多い。

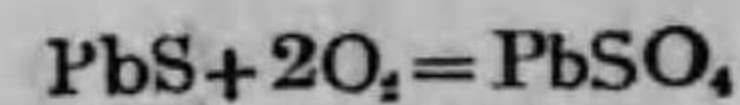
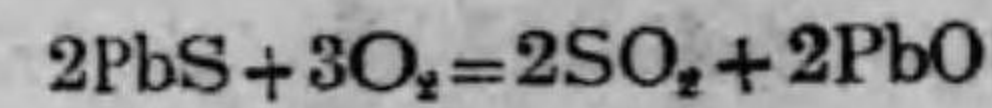
### 練 習 問 題

1. 第一鹽化錫、第二鹽化錫の溶液に水酸化ナトリウムの溶液を加へたときに起る變化の方程式を作れ。
2. ブリキとトタンとの各の得失を述べよ。
3. 還元酸化の意義を問ふ。

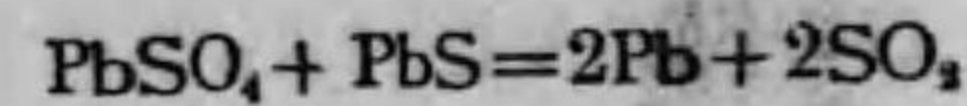
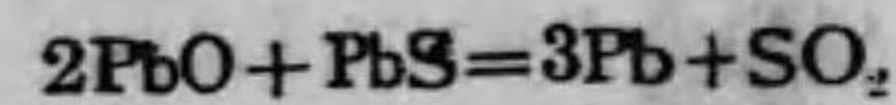


## 第四十四章 鉛 (Lead or Plumbum)

208. 鉛の所在及製法 鉛の重要な鑛石は方鉛鑛即ち輝鉛鑛で、其成分は  $PbS$  で表はされるもので、暗灰色の光澤を有して居る。此を反射爐に入れ、少しく空気を通じて燃焼すると、其の一部は酸化鉛及硫酸鉛に變ずる。



次に空気を絶ちて熱すれば、次の様な反應が起りて鉛が得られる。



鉛の鑛石は硫化銀を相當に含むで居るから、製煉された鉛は銀を含むで居る。依つて大抵は此銀を取り出すために上の如くにして得た鉛を更に處理するから、普通の市販品でも不純物は 0.1 乃至 0.006 % に過ぎない。

209. 鉛の性質 鉛は青白色の金屬で、其質極めて軟かく爪にて傷けられる。伸長して線となし、展ばして板とすることが出来るが、粘性及彈性 (elasticity) は少い。注意すべきは、比重大きく 11.4 で、其熔融溫度が 326 度に過ぎないことである。久しく空氣中にて熱すると、酸化して其表面に黄色の酸化鉛 ( $PbO$ ) を

生ずる。濕りたる空氣中では、其表面が薄く錆びて曇りを生ずるのみで、内部は少しも變化せず頗る耐久性がある。

鉛は普通の井水、河水に抵抗するが純粹なる水に對しては耐久性が少い。是れ純水の中では、溶解せる酸素の作用を受けて、白色水酸化鉛の層を生じ、此水酸化鉛が少しづつ、水に溶解し去るためである。硫酸イオンや、炭酸イオンを含むで居る不純の水に出逢へば、之に相當する鉛鹽が出來て、然かも夫れが水に溶解しないために、緻密なる薄層となつて鉛の表面を覆ふから、反つて之に抵抗して居る。此理由で、鉛管は普通の用水の輸送には適して居るが、之を蒸溜水の輸送などには用ふることが出來ない。

鉛は鹽酸、硫酸には作用されないが、硝酸には溶解して硝酸鉛を生ずる。

鉛の重要な應用は瓦斯、水道、電纜用鉛管、硫酸製造の鉛室蓄電池及び諸種の合金の原料である。

普通鑛着用を使用するハンダの成分を示すと次の様である。

番 號	成 分		熔 融 點	番 號	成 分		熔 融 點
	錫%	鉛%			錫%	鉛%	
1	50	50	189°	6	25	75	250°
2	60	40	169°	7	20	80	259°
3	75	25	179°	8	10	90	281°
4	80	20	186°	9	6	94	291.7°
5	40	60	211°	10	5.5	94.5	291.7°

### 210. 鉛化合物 鉛化合物の主なるもの二三を述べやう。

① 酸化鉛 鉛を空気中にて熔融點以上で熱するならば黄色の酸化鉛  $PbO$  一名密陀僧 (lead monoxide, or litharge) を生ずる。是はフリント硝子製造の原料とする。酸化鉛を空気中で 300 度乃至 400 度に熱すると、四三酸化鉛  $Pb_3O_4$  一名鉛丹或は光明丹を生ずる。此物は赤色の粉末で、朱に混じ、或は鉛硝子の製造に用ひ、其他乾性油にて煉合せたものは防銹塗料として盛んに使用されて居る。過酸化鉛は鉛丹に稀硝酸を作用せしめて得らるゝ暗褐色の粉末で、酸化劑として使用せらるゝ。

② 醋酸鉛  $Pb(C_2H_3O_2)_2$  此の物は酸化鉛を醋酸に溶解せしめて得らるゝ白色の結晶體で、水に溶解し易く、(鉛化合物で水に溶解するは硝酸鉛と此醋酸鉛とだけである) 種々なる鉛化合物を造るに用ふる。

③ 炭酸鉛  $PbCO_3$  及鉛白  $[Pb(OH)_2 \cdot 2PbCO_3]$  炭酸鉛は白鉛礦として天然に産し、主に白色顔料に用ひられる。

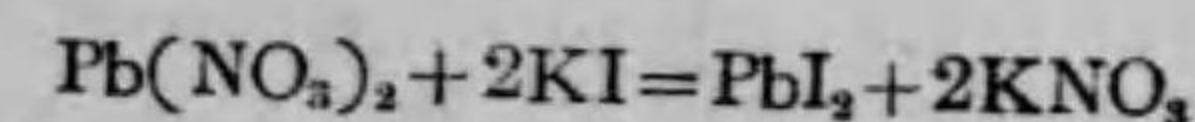
鉛白は炭酸鉛と水酸化鉛とが化合した様なもので、鹽基性炭酸鉛と見做すべき物であるが、其の組成は製造する方法によつて一定して居ない。此鉛白を製する簡単な方法は醋酸鉛の溶液に炭酸ソーダの溶液を加へるのである。優良なる鉛白を造るには、底に少し醋酸を入れた甕の中に薄い鉛板を入れ、甕と共に炭酸瓦斯の多くて温度の高い所に置くと、長い時日の後に鉛板の表面に鉛白が出来る。此物は白色顔料及白色ペイントの原料に多量に用ひられ

る。鉛白の長所は被覆力の強い點であるが、硫化水素に逢へば黒色に變じ、又有毒であるのが缺點である。

問 鉛白に硫化水素の作用したときの方程式を作れ。

### 211. 鉛化合物の鑑識 次に二三の鑑識を擧げる。

(1) 鉛鹽の水溶液に沃化カリウムを加へると次の反應を呈して黄色の沃化鉛が出来る。



(2) 乾燥した鉛鹽に凡そ二倍半の無水炭酸ナトリウムを混じて、之を木炭の上に乗せ吹管で熱すると、鉛は容易に還元されて鉛の小球が出来る。之を硝酸に溶解して前述の鑑識法を行ふと、夫れが鉛であることが判かる。

### 練 習 問 題

1. 鉛の冶金法を述べよ。
2. 鉛化合物の重要なるものを擧げて其用途を述べよ。
3. 鉛の性質の特徴を擧げよ。

## 第四十五章 ビスマス (Bismuth)

212. **ビスマスの製法及性質** ビスマスは遊離の状態  
で天然に産することもあるが、多くは輝蒼鉛礦  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  となつて産  
出する。蒼鉛を製するには輝蒼鉛礦を焼いて酸化蒼鉛  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  と  
し之に木炭を加へて還元するのである。

蒼鉛は灰白色で稍赤色を帯びて居る。脆くて錘で打つと粉碎す  
る。比重は 9.8 で 264 度で熔融する。空气中で熱するに低温で  
は變化しないが高温では變化して酸化蒼鉛となる。鹽酸、硫酸に  
は溶解しないが硝酸には溶解する。鹽素氣中では火を發して燃焼  
する。結晶形の硝酸蒼鉛  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  を水に溶解すると鹽基性  
硝酸蒼鉛  $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$  なる白色の粉末を生ずる。之を次硝酸蒼  
鉛と稱して收斂劑、緩和劑に使用する。

蒼鉛とカドミウム、錫、鉛の合金は熱湯で融解する。之は電線  
蒸気罐、消火栓等の一部に挿入し熱により容易く融解して自働的  
に危険を豫防する目的に使用せられる。又熱電流を生せしめる爲  
にも使用せられて居る。

問 輝蒼鉛礦を焼くときの方程式を作れ。

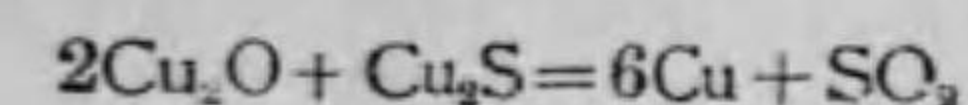
## 第四十六章 銅 (Copper)

213. **銅の所在及製法** 銅は遊離の状態で自然銅とし  
て産するが其量は少い。銅の主なる鑛石は黄銅鑛  $\text{CuFeS}_2$  と斑銅  
鑛  $\text{Cu}_3\text{FeS}_3$  で、稀には黝銅鑛  $(\text{Cu}_2, \text{Ag}_2, \text{FeZn})_4\text{Sb}_2\text{S}_7$ 、孔雀石  
 $\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CuCO}_3$ 、赤銅鑛  $\text{Cu}_2\text{O}$  等もある。

**銅の製法** 銅鑛には通常硫黄や鐵を含有して居る外に砒素や鉛  
等を変へて居るものもある。是を通風爐中で焼くと、銅や鐵は酸化  
物に變ずる。

次に此鑛石中に砂又は無水硅酸の多い物質を加へ、鼓風爐に入  
れ骸炭と共に熱すると、酸化鐵の一部は熔滓となつて流出し、酸  
化銅と硫化銅とは結合して所謂鉞(matt)が出来る。此鉞を回轉爐  
に入れ之れに壓搾空氣を通すれば、酸化銅の酸素と硫化銅の硫黄  
とは互に反應して亞硫酸瓦斯となり、銅を遊離する。

此所に出來た銅が所謂粗銅で、此の中には約 95% の銅を含む  
で居る。此時の化學變化は次の様である。

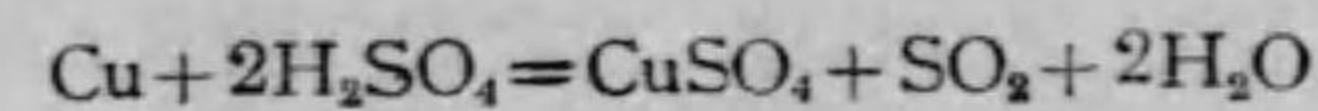


粗銅をコークスと共に灼熱するならば精銅が得られる。

近來電氣精銅法が採用せられたので其品位の高い精銅が得られ  
る様になつた。此電氣精銅法はイオン説の所で述べた硫酸銅の電  
氣分解がそれである。

214. **銅の性質** 赤色の光輝を有する金属で、比重 8.9、熔融點は 1060 度である。電弧で氣化すると美麗なる綠色の蒸氣を發散する。展性、延性にも富み、熱及び電氣の良導體である。空氣及び水の作用にはよく抵抗するが、炭酸瓦斯の多い濕氣ある空氣中では綠色の鹽基性炭酸銅  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  即ち綠青を生ずる。久しく濕氣中に曝露された銅は其表面に酸化銅の薄い層を生じて内部金属を保護して居る。銅を空氣中で熱すると初めは赤色の第一酸化銅が出来るが、次第に温度を高めると黑色の第二酸化銅に變ずる。此の黑色酸化銅は容易に剝脱するから、銅を長く熱して居れば漸次に侵蝕せられる。

銅は硝酸には如何なる濃度でも作用せられるが、酸素を含まない稀鹽酸及び稀硫酸の作用は受けない。熱き濃硫酸の爲には變化を受けて硫酸銅と亞硫酸瓦斯とを生ずる。此の時の反應は



銅の酸化したものは何れの酸にも溶解し易い。

銅は二價又は一價として作用するが、多くの場合に二價として作用し其イオンの色は青色である。銅イオンは何れも毒性を有して居るから注意を要する。

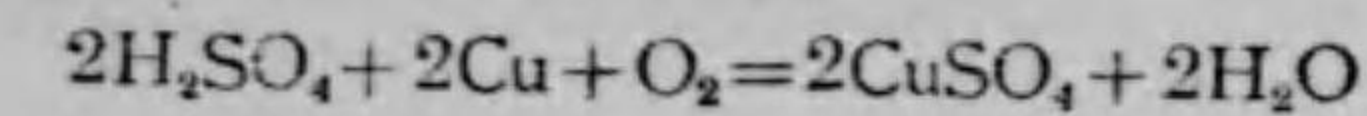
銅は化學的耐性もあり、熔融點も高いので種々の器物製造に適して居る。然し銅イオンは有毒であるから食器としては不適當である。又電氣工業に用ふるには純粹に近い電氣精銅でなければならぬ。それは他の金属の微量を含むで居ても電氣傳導度が悪い

からである。

問 硝酸は銅と作用して如何なる反應を生ずるか。

問 銅 315 瓦を用ひて幾何の硫酸銅を製し得るか。

215. **硫酸銅一名膽礬**  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  銅を濃硫酸と共に熱すれば、二酸化硫黄及硫酸銅を生ずることは前に説明したが、其他稀硫酸中に銅を浸して空氣を送入しても硫酸銅が出来る。



硫酸銅は奇麗な青色の結晶となつて居るが之を強く熱すると白色無定形の物となる。此白色が無水硫酸銅の色で水分を吸収すると青色に變ずる。是が化合物とイオンの異なるところである。此性質を利用して油(變壓器用油中の水分を檢查する場合)アルコール等の水分を檢查するに用ふる。

硫酸銅は電池の成極作用を防ぎ、木材の防腐劑(電柱の膽礬注入)及び殺菌劑として盛んに使用せられる。

電柱の膽礬注入に使用する硫酸銅溶液の濃度は純水一石に對して硫酸銅 500 匁乃至 700 匁の割合でよい。

植物に寄生する細菌を全滅せしむる爲には、硫酸銅 120 匁と生石灰 120 匁とを水一斗に溶かしたものがよい。

**纖維素の溶解劑** 硫酸銅の 2% 溶液に水酸化ナトリウム又は水酸化カリウム溶液を加へて水酸化銅を沈澱せしめ、此沈澱をよく洗滌して之に強アンモニヤ水を加へると沈澱は溶解する。此液には植物性纖維(綿、濾紙、バルブ)が溶解する。是は人造絹絲又