

京華商業學校  
理學士池田清著  
校核  
師

子供小書

改版  
增補  
化學講義

金  
43. 4. 16

東京 金刺芳流堂



## 緒 言

本書は主として中學程度の参考用に供せんが爲めに編纂したるものなり

本書の編纂の順序は普通の教科書に準じたるものにして特に物質の組成・分子量・原子量・化學記號・化學方程式・構造式・週期律・溶液・解離及び質量作用の定律の如き最も必要にして且つ難解の事項は務めて之が説明に力を盡したり

本書を讀むに當り次の數書を参考に供せば便宜蓋し鮮少ならざるべし

拙 著 化學要解

拙 著 化學計算法講義

ガウス著 五桁ノ對數表附用法  
宮本藤吉譯

本書を讀み了りて更に深く斯學を研究せんと欲するものは次に記せる參考書等に據るを可とす



## (1) 無機化學及び理論化學

著 者	書 名	概價
Arrhenius (英譯)	{Text-book of Electro- Chemistry . . . . .	5.25
Holleman (英譯)	{A Text-book of Inorganic Chemistry . . . . .	5.00
Le Blanc (英譯)	{The Elements of Electro-Chemistry . . . . .	3.00
Mendelēeff (英譯)	{The Principles of Chemistry(二冊) . . . . .	18.00
Nernst (英譯)	Theoretical Chemistry . . . . .	8.50
Newth	{A Text-book of Inorganic Chemistry . . . . .	3.25
Ostwald (英譯)	{The Principles of Inorganic Chemistry . . . . .	10.00
池田菊苗譯補	近世無機化學 . . . . .	4.50
Ostwald (英譯)	{Outlines of General Chemistry . . . . .	5.50
大幸勇吉	物理化學講義(三冊) . . . . .	4.90
Walker	{Introduction to Physical Chemistry . . . . .	5.50

## (2) 有機化學

Holleman (英譯)	{A Text-book of Organic Chemistry . . . . .	5.00
龜高德平	有機化學(帝國百科全書) . . . . .	0.40
Perkin & Kipping	Organic Chemistry . . . . .	3.75
Richter (英譯)	Organic Chemistry(二冊) . . . . .	13.50

## (3) 化學實驗書及び分析書

堀 鉞 之 丞 菅 沼 市 藏	化學實驗教科書 . . . . .	1.20
Gattermann (英譯)	{Practical Methods of Organic chemistry . . . . .	4.25
Lassar-Cohn (英譯)	{A Laboratory Manual of Organic Chemistry . . . . .	4.25
Newth	{Chemical lecture experiments . . . . .	3.00
Newth	{A manual of Chemical analysis(定性及定量) . . . . .	3.25
Ostwald (英譯)	{The Scientific foundations of Analytical chemistry . . . . .	3.25
龜高德平譯	分析化學原理 . . . . .	0.95



Reynolds Experimental Chemistry(四冊) . . . 6.00

(4) 應用化學

蜂屋貞興 應用化學(帝國百科全書) . . . 0.40

高松,丹波,田原  
の三博士編纂 工業化學全書(十三冊) . . . 13.15

Thorp {Outlines of Industrial  
Chemistry . . . . . 8.00

(5) 化學字書

高松 櫻井  
兩博士共編 化學語彙 . . . . . 1.00

Thorpe {A Dictionary of Applied  
Chemistry(三冊) . . . . . 75.00

Watts Dictionary of Chemistry(四冊) . . . 60.00

(6) 雜 書

Lassar-Colm (英譯) {Chemistry in Daily  
life . . . . . 2.50

Ostwald (英譯) {Conversations on  
Chemistry(二冊) . . . . . 7.00

Ramsay. Gases of the Atmosphere . . . . . 2.00

山本豐次 通俗化學一斑 . . . . . 1.20

小藤博士 鑛産工業材料 . . . . . 0.80

石川成章 鑛物學 . . . . . 1.30

下山博士 日本藥局方注解 . . . . . 5.60

須田勝三郎 衛生化學(帝國百科全書) . . . 0.40

井上正賀 日用化學(同上) . . . . . 0.40

井上正賀 農藝化學(同上) . . . . . 0.40

農商務省編 農商務統計表(每年發行) . . . 3.00

明治三十七年九月 著 者 識



## 改版の緒言

本書發行以來多大の歡迎を受けたるは著者の光榮とする所なり。今回第十三版を發行するに際し多大の改訂増補を施し全體を通じて説明を一層周到にし術語及び鑛物には一々英語を附記し且つ重要鑛物の産地を添附したり又た附録に明治三十四年以來の諸官立學校入學試験問題を蒐集して之に解答を附し以て讀者の講習の便に供せり故に本版は之を前版に比すれば殆ど舊態を存せずして一の新版の如き觀をなせり。

又 識

## 化學講義目次

<b>第一篇 總論</b>		18. 物質の變化 ..... 31
<b>第一章 空氣、質量不變の定律</b>		19. 化合物、單體 ..... 32
<b>第一節 空氣、酸素、窒素及アルゴン</b>		20. 混合物 ..... 33
1. 空氣 ..... 1		21. 元素 ..... 35
2. 酸素 ..... 2		22. 同素體 ..... 36
3. 化合及び分解 ..... 5		23. 金屬元素及び非金屬元素 ..... 36
4. 窒素 ..... 6		24. 元素の不生不滅 ..... 37
5. アルゴン ..... 6		25. 化學的變化 ..... 38
6. 空氣の夾雜物 ..... 8		26. 定組成の定律 ..... 39
<b>第二節 燃燒及呼吸</b>		<b>第四章 物質の化學式</b>
7. 燃燒 ..... 8		27. 元素の符號 ..... 40
8. 酸化 ..... 10		28. 物質の化學式 ..... 45
9. 呼吸 ..... 10		29. 化學方程式 ..... 47
<b>第三節 質量不變の定律</b>		30. 化學上の計算 ..... 51
10. 質量不變の定律 ..... 11		<b>第五章 炭酸瓦斯、酸化炭素、倍數比例の定律</b>
<b>第二章 水、定比例の定律</b>		<b>第一節 炭酸瓦斯</b>
<b>第一節 水及び水素</b>		31. 炭酸瓦斯 ..... 55
11. 水 ..... 14		32. 炭酸瓦斯の組成 ..... 58
12. 水素 ..... 14		33. 炭酸瓦斯の化學式 ..... 61
13. 水素の性質 ..... 14		34. 炭素元素の循環 ..... 61
14. 水素の化合物 ..... 14		<b>第二節 酸化炭素</b>
		35. 酸化炭素 ..... 61
		酸化炭素の組成 ..... 61



**第一節 鹽酸**

40. 鹽化水素及び鹽素 ..... 70

41. 鹽化水素の組成 ..... 72

42. 鹽化水素の化學式 ..... 75

**第二節 鹽素**

43. 鹽素 ..... 75

**第七章 苛性ソーダ, 食鹽**

**第一節 苛性ソーダ**

44. 苛性ソーダ ..... 78

45. 苛性ソーダの組成及び化學式 ..... 78

**第二節 食鹽**

46. 食鹽 ..... 79

47. 食鹽の組成及び化學式 ..... 81

48. 置換, 複分解 ..... 82

**第八章 アンモニア, 鹽化アンモニウム**

**第一節 アンモニア**

49. アンモニア ..... 84

50. アンモニアの組成及び化學式 ..... 85

**第二節 鹽化アンモニウム**

51. 鹽化アンモニウム ..... 86

52. 鹽化アンモニウムの組成及び化學式 ..... 86

54. 亞酸化窒素 ..... 92

55. 組成及び化學式 ..... 92

**第二節 酸化窒素**

56. 酸化窒素 ..... 95

57. 組成及び化學式 ..... 96

**第三節 過酸化窒素**

58. 過酸化窒素 ..... 97

59. 組成及び化學式 ..... 97

60. 窒素の酸化物の命名法 ..... 98

**第十章 當量の定律**

61. 當量 ..... 99

62. 當量の定律 ..... 99

**第十一章 氣體の定律**

63. 氣體の定律 ..... 101

64. 氣體の體積 ..... 101

65. 溫度の表はし方 ..... 102

66. 氣體の壓力 ..... 104

67. ボイル定律 ..... 105

68. ゲーリュサックの定律 ..... 107

69. 氣體の壓力と溫度との關係 ..... 113

70. 氣體方程式 ..... 118

**第十四章 分子量及原子量**

**第一節 分子量**

75. 反應量 ..... 136

76. 分子量 ..... 137

77. 分子量の求め方 ..... 141

問題 ..... 141

78. 五分子 ..... 142

79. 八分子 ..... 144

**第二節 原子量**

80. 原子量 ..... 145

81. 原子量の求め方 ..... 147

82. 原子量と當量(數)との關係 ..... 150

83. 五原子 ..... 150

問題 ..... 151

**第十五章 化學記號**

**第一節 化學式**

84. 分子式 ..... 152

問題 ..... 154

85. 實驗式 ..... 155

86. 化學式 ..... 157

87. 化學式の應用 ..... 159

問題 ..... 162

**第二節 化學方程式**

88. 化學方程式 ..... 163

問題 ..... 167

89. 化學方程式の應用 ..... 171

問題 ..... 177

**第十六章 原子及分子説**

90. 原子及分子説 ..... 176

91. アボガドロの説 ..... 179

**第十七章 構造式**

**第一節 原子價**

92. 原子價 ..... 180

93. 化學式より原子價を定むること ..... 182

94. 原子價を知りて化學式を造るとき ..... 183

問題 ..... 185

95. 原子價を表はす元素の符號 ..... 185

96. 重要な元素の原子價の表 ..... 186

**第二節 基, 示性式**

97. 基 ..... 187

98. 示性式 ..... 189

99. 基の價 ..... 189

100. 重要な基の名稱及びその價の表 ..... 190

101. 價の知られたる元素及び基(又は二種の基)よりなれる物質の化學式を造るとき ..... 191

問題 ..... 192

**第三節 構造式**

102. 構造式 ..... 193

103. 構造式の標造式 ..... 197

問題 ..... 199

**第十八章 有機化學**

104. 有機化學 ..... 201

105. 有機化學の標造式 ..... 202

106. 有機化學の標造式 ..... 202



107. 鹽 ..... 203  
 108. 指示薬 ..... 204  
 109. 酸及び鹽基の對量 ..... 204  
 110. 酸の鹽類 ..... 206  
 問題 ..... 206

第貳篇 無機化學

第一章 非金屬概論

1. 非金屬元素の分類 ..... 210

第二章 ハロゲン族

第一節 ハロゲン族單體

2. ハロゲン類(或は鹽素族) ..... 212  
 3. 鹽素 ..... 212  
 4. 臭素 ..... 212  
 5. 沃素 ..... 214  
 6. 弗素 ..... 215  
 第二節 ハロゲンの水素化合物  
 7. 鹽化水素 ..... 216  
 8. 臭化水素 ..... 219  
 9. 沃化水素 ..... 220  
 10. 弗化水素 ..... 221

第三節 ハロゲン類の比較

11. ハロゲン元素の比較 ..... 223  
 12. ハロゲン單體の比較 ..... 223  
 13. ハロゲン化合物の硝酸銀  
 に対する反應 ..... 225  
 14. 鹽素, 臭素, 沃素の原子量の關係 ..... 226

第三章 酸素族

15. 酸素族元素 ..... 227

第一節 酸素

16. 酸素 ..... 227  
 17. オゾン ..... 228  
 18. オゾンの分子式の推定 ..... 229

第二節 酸化物

19. 酸化物 ..... 231  
 20. 水素の酸化物(即ち酸化水素) ..... 234  
 21. 酸化劑 ..... 236

第三節 硫黄

22. 硫黄 ..... 236  
 23. 硫黄の物理的性質及び同素體 ..... 237  
 24. 硫黄の化學的性質及び用途 ..... 239

第四節 硫化水素

25. 硫化水素 ..... 240  
 26. 硫化水素の性質 ..... 241  
 27. 硫化物, 硫化水素の應用 ..... 243  
 28. 硫化水素の取出法 ..... 245

第五節 硫黄の酸化物

29. 硫黄の酸化物 ..... 245  
 30. 二酸化硫 ..... 245  
 31. 二酸化硫の性質及び用途 ..... 246  
 32. 三酸化硫 ..... 248

第六節 硫酸

33. 硫酸 ..... 249  
 34. 硫酸の性質 ..... 253  
 35. 硫酸の金屬に對する作用 ..... 253  
 36. 硫酸の用途 ..... 254

第七節 硫酸鹽

37. 硫酸鹽 ..... 255  
 38. 酸の鹽基度 ..... 255  
 39. 硫酸基 ..... 259  
 40. 主要なる硫酸鹽 ..... 260  
 41. 硫酸基の鑑識 ..... 261

第八節 酸素族の比較

42. 酸素族の比較表 ..... 261

第四章 窒素族

43. 窒素族元素 ..... 263

第一節 窒素

44. 窒素 ..... 263

第二節 燐

45. 燐 ..... 263  
 46. 赤燐 ..... 265  
 47. 燐の用途 ..... 266

第三節 砒素

48. 砒素 ..... 267  
 49. 砒素の同素體 ..... 268  
 50. 砒素の化學的性質及び用途 ..... 269

第四節 アンチモン及び蒼鉛

51. アンチモン ..... 269  
 52. 蒼鉛 ..... 270

第五節 窒素族元素の化合物

第一 水素との化合物

53. アンモニア ..... 270

54. 燐と水素との化合物 ..... 274

55. 砒化水素 ..... 275

56. アンチモン化水素 ..... 277

第二 ハロゲンとの化合物

57. 三鹽化窒素 ..... 278

58. 沃化窒素 ..... 279

59. 燐の鹽化物 ..... 279

60. 燐の臭化物及び沃化物 ..... 281

61. 三鹽化砒素, 三鹽化アンチ  
 モン, 三鹽化蒼鉛 ..... 281

第三 酸素との化合物

62. 窒素族の酸化物 ..... 282

63. 窒素の酸化物 ..... 282

64. 一二酸化窒素 ..... 283

65. 酸化窒素 ..... 283

66. 三酸化窒素 ..... 284

67. 過酸化窒素 ..... 284

68. 五酸化窒素 ..... 285

69. 燐, 砒素, アンチモン, 蒼鉛の  
 酸化物 ..... 286

第四 酸及其の鹽

70. 窒素を含む酸 ..... 288

71. 硝酸 ..... 288

72. 硝酸の性質 ..... 290

73. 硝酸の金屬に對する作用 ..... 292

74. 硝酸鹽 ..... 293

75. 硝酸の用途 ..... 294

76. 窒素の循環 ..... 294

77. 燐酸及其の鹽 ..... 295

78. 砒酸及其の鹽 ..... 297

79. 沃酸及其の鹽 ..... 297

80. 弗酸及其の鹽 ..... 298



81. 砒素及びアンチモンの酸.....299<sup>頁</sup>

第六節 窒素族の比較

82. 窒素族の比較.....299

第五章 炭素族

83. 炭素族元素.....301

第一節 炭素

84. 炭素.....301

85. 金剛石及び石墨.....302

86. 無定形炭素.....303

87. 骨炭(或は獸炭).....305

88. 油煙及び煤.....305

89. 石炭.....306

90. 骸炭(コークス)及び瓦斯炭.....307

91. 炭素の還元作用.....308

92. 石炭の乾溜.....308

93. 火焔.....311

94. 焔の構造.....312

第二節 珪素

95. 珪素(或は珪素).....314

96. 珪素の同素體及び性質.....314

第三節 炭素及び珪素の化合物

第一 水素化合物

97. 炭化水素.....315

98. 珪化水素.....316

第二 酸化物及び鹽類

99. 酸化物.....316

100. 炭酸鹽.....316

101. 二酸化珪素(或は珪土).....319

102. 二酸化珪素の性質,水硝子.....321<sup>頁</sup>

103. 珪酸鹽.....322

104. 粘土及び陶土.....322

105. 陶磁器.....323

106. 石器,土器,煉瓦瓦.....325

107. 硝子.....327

第三 硫化炭素及びチアン化合物

108. 硫化炭素(或は二硫化炭素).....329

109. チアン化合物.....330

110. 黄血鹽.....330

111. チアン化カリウム.....330

112. チアン.....331

113. チアン化水素.....332

114. 赤血鹽.....332

第四節 炭素と珪素との比較

115. 炭素と珪素との比較表.....334

第六章 硼素

116. 硼素.....335

117. 硼酸.....336

118. 硼砂.....336

第七章 金屬概論

119. 金屬の通性.....338

120. 金屬の分類.....338

121. 金屬の所在.....339

122. 原鐵,冶金.....340

123. 金屬の冶金法.....340

第八章 アルカリ族

124. アルカリ金屬.....341

第一節 單體

125. カリウム(ポタシウム).....341<sup>頁</sup>

126. ナトリウム(ソヂウム).....342

第二節 化合物

127. 鹽化物.....345

128. 臭化カリウム及び沃化カリウム.....346

129. 過酸化ナトリウム.....346

130. 水酸化物.....347

131. 炭酸鹽.....349

132. 硝酸鹽.....354

133. 硫酸鹽.....355

134. 鹽素酸鹽.....356

135. アルカリ族の比較.....357

第九章 アルカリ土族

136. アルカリ土金屬.....359

第一節 單體

137. カルシウム.....359

138. ストロニチウム及びバリウム.....360

第二節 化合物

139. 鹽化物.....361

140. 酸化物及水酸化物.....362

141. 過酸化物.....365

142. 炭酸鹽.....366

143. 硫酸鹽.....368

144. 燐酸鹽.....369

145. 化合物の比較.....339

第十章 土族

146. 土族金屬.....371

第一 單體

147. アルミニウム.....372<sup>頁</sup>

第二 化合物

148. 酸化アルミニウム.....375

149. 水酸化アルミニウム.....376

150. 鹽基の種類及び酸度.....377

151. 硫酸アルミニウム.....379

152. 明礬類.....380

第十一章 亞鉛族

153. 亞鉛族金屬.....381

第一節 單體

154. マグネシウム.....381

155. 亞鉛.....382

156. カドミウム.....384

第二節 化合物

157. 鹽化物.....385

158. 酸化物.....386

159. 硫酸鹽.....387

160. マグネシウムと亞鉛との比較.....387

161. マグネシウムとアルカリ土金屬カルシウムと類似の點.....388

第十二章 鐵族

162. 鐵族金屬.....389

第一節 單體

163. クロム.....390

164. マンガン.....390

165. 鐵.....390

第二節 化合物



167. 二系統の化合物	400
168. 鹽化物	401
169. 酸化物	402
170. 水酸化物	406
171. 硫化物	407
172. 硫酸鹽	407

第十三章 鉛 族

173. 鉛族金屬	410
-----------	-----

第一節 單 體

174. 錫	410
175. 鉛	412

第二節 化合物

176. 二系統の化合物	414
177. 鹽化物	414
178. 酸化物	415
179. 水酸化物	416
180. 硫化物	417
181. 炭酸鹽	418

第十四章 銅 族

182. 銅族金屬	420
-----------	-----

第一節 單 體

183. 銅	420
184. 水銀	423
185. 錫	424

第二節 化合物

186. 二系統の化合物	428
187. 鹽化物	428
188. 酸化物	431
189. 硫化物	433

190. 硝酸鹽	434
191. 硫酸鹽	435

第十五章 貴金屬

192. 貴金屬	437
----------	-----

第一節 單 體

193. 金	437
194. 白金	440

第二節 化合物

195. 二系統の化合物	441
196. 重要なる金の化合物	442
197. 重要なる白金の化合物	443

第十六章 金屬結論

第一節 金屬の物理的性質

198. 色相	445
199. 比重	445
200. 融點	446
201. 沸點	446
202. 硬軟性	446
203. 展性	447
204. 延性	447
205. 熱傳導度	447
206. 電氣傳導度	447

第二節 合 金

207. 合金	448
208. 重要なる合金	449

第三節 化學的性質

209. 金屬の化合力	453
-------------	-----

210. 金屬の酸類に對する作用	456
------------------	-----

第四節 焰色反應

211. 金屬の焰色反應	458
--------------	-----

第十七章 週期律

212. 三組元素	461
213. 週期律	464
第一表 原子量	466
第二表 週期律の表	467
214. 週期律の表より元素の性質の推定	467
215. 週期律の表より原子量の推定	471
216. 週期律の表中の除外例	471

第三篇 有機化學

第一章 總 論

1. 有機化合物	474
2. 有機化合物の成分	474
3. 有機化合物の精製法	475
4. 有機化合物の分析法	475

第二章 炭化水素

5. メタン	476
6. エタン	476
7. パラフィン族炭化水素	477
8. 同分異性體(異性體)	478
9. 石油	482
10. エチレン族炭化水素	483
11. アセチレン族炭化水素	485
12. 同族體	487
13. 炭水基	487
14. ハロゲン置換體	488
15. 飽和體及び不飽和體	490

第三章 アルコール類

第一節 エチルアルコール

16. アルコールの製法	496
17. アルコールの性質及び用途	497
18. アルコールの分析	498
19. アルコールの分子式	501
20. アルコールの構造式	502

第二節 メチルアルコール及びフェニル油

21. メチルアルコール	504
22. フェニル油	506
23. アルコール類	506

第三節 グリセリン

24. アルコール類の種類	507
25. グリセリン	507

第四章 エーテル類及びエステル類

第一節 エーテル類

26. エチルエーテル	509
27. メチルエーテル	512
28. エーテル類	512
29. 混合エーテル	512

第二節 エステル類

30. アルコールと酸との作用	514
31. 硫酸エステル	515
32. ニトログリセリン	515

第五章 有機酸及其のエステル類

第一節 有機酸



33. 醋酸.....517	56. 蔗糖.....547	
34. 蟻酸.....520	57. 乳糖.....548	
35. 脂肪酸.....521	58. 麥芽糖.....549	
36. 乳酸.....522	59. 澱粉.....549	
37. オレイン酸.....522	60. 糊精.....550	
38. 多鹽基酸.....522	61. セルローズ(纖維素).....551	
<b>第二節 有機酸のエステル</b>		
39. 醋酸エステル.....524	62. ニトロセルローズ.....551	
40. 脂肪及び油.....526	63. 炭水化物.....552	
41. 植物性の油.....527	<b>第九章 ベンゼン、ナフタレン、アントラセン</b>	
42. 蠟.....527	64. 石炭タールの乾溜.....556	
43. 石鹼.....528	65. ベンゼン.....556	
<b>第六章 アルデヒド類及びケトン類</b>		
<b>第一節 アルデヒド類</b>		
44. アセトアルデヒド.....531	66. ナフタレン.....557	
45. フォルムアルデヒド.....534	67. アントラセン.....557	
46. アルデヒド類.....535	<b>第十章 ベンゼン誘導體</b>	
<b>第二節 ケトン類</b>		
47. アセトン.....536	68. ベンゼン誘導體.....558	
48. 第二アルコール類.....539	69. ニトロベンゼン.....558	
49. ケトン類.....541	70. アニリン.....558	
<b>第七章 尿素</b>		
50. 尿素.....543	71. 石炭酸.....559	
51. 尿素的合成.....543	72. ピクリン酸.....560	
52. 尿素的構造式.....544	73. 安息酸.....561	
53. 尿素的性質.....545	74. ベンザルデヒド.....562	
<b>第八章 炭水化物</b>		
54. 葡萄糖.....546	75. サリシル酸.....563	
55. 果糖.....547	76. 没食子酸.....564	
	77. タンニン.....565	
	78. ベンゼン及びその誘導體の構造式.....566	
	79. 芳香族有機化合物.....571	
	<b>第十一章 アリザリン及び青藍</b>	
	80. アリザリン.....572	
	81. 青藍.....573	
	<b>第十二章 テルペン類及び其化合物</b>	

82. テレピン油.....574	110. 防腐法.....583	
83. 彈性ゴム.....574	<b>第四篇 化學理論一斑</b>	
84. グッタハルカ.....575	<b>第一章 溶液論</b>	
85. 樟腦.....575	<b>第一節 溶液</b>	
86. 龍腦.....575	1. 溶液.....590	
87. 薄荷腦.....576	2. 濃度, 稀釋度.....591	
<b>第十三章 アルカロイド</b>		
88. アルカロイド.....577	問題.....591	
89. ニコチン.....577	<b>第二節 飽和及び過飽和</b>	
90. アトロピン.....577	3. 飽和, 溶解度.....594	
91. コカイン.....577	4. 溶解度と温度及び壓力との關係, ヘンリーの定律.....595	
92. キニン.....578	5. 過飽和.....596	
93. ストリキニン.....578	問題.....597	
94. モルフィン.....578	<b>第三節 擴散及び滲透</b>	
95. テイン(茶素)或はカフェイン.....579	6. 擴散.....599	
96. アンチピリン.....579	7. 滲透.....600	
<b>第十四章 蛋白質</b>		
97. 蛋白質.....580	8. 滲透壓.....601	
98. 蛋白.....580	問題.....604	
99. 血漿蛋白.....581	<b>第四節 沸點の上昇及び結氷點の降下</b>	
100. ミオシン(筋肉纖維素).....581	9. 沸點の.....	
101. アルブミン(乳素).....582	10. 結氷點.....	
102. カゼイン(乳酪素).....582	問題.....	
103. レグミン(豆素).....582	<b>第五節 分子量の測定</b>	
104. セラチン(膠素).....583	1. の分子.....	
<b>第十五章 醱酵, 腐敗</b>		
105. 醱酵.....584	2. の.....	
106. 腐敗.....585	3. の.....	
107. 腐敗.....586	4. の.....	
108. 腐敗.....587	5. の.....	
109. 腐敗.....587	6. の.....	



第六節 無機化合物の水溶液	
14. 無機化合物の水溶液	618
問題	620
第二章 化學反應論	
第一節 化學反應の速度	
15. 化學反應の速度	623
16. 質量作用の定律	624
17. 反應の速度に對する 温度の影響	629
18. 接觸作用	630
問題	631
第二節 可逆反應	
19. 可逆反應	633
20. 不可逆反應	635
第三節 化學的平衡	
21. 化學的平衡	637
22. 化學的平衡の應用	640
問題	641
第三章 解離論	
第一節 熱離	
23. 熱離(又は熱解離)	646
問題	648
第二節 電解	
24. 電解	649
25. 電解の副作用(二次作用)	651
26. 電解質の電気傳導度	651
27. 電解の定律	652
問題	655
第三節 電離	
28. 電離況	656
29. イオンの種類	659
30. イオンの價	660
31. イオンの符號	660
32. 電離を示す方程式	661
33. 電解の説明	662
34. 酸、アルカリ及び中和	663
35. イオンの反應	665
36. 溶液の色、イオンの色	666
37. 電離度	668
38. 電離の平衡	670
39. 加水分解	672
40. 複鹽及び錯鹽	675
41. 金屬のイオン化の傾向	677
問題	680
第四章 原子熱の定律	
42. 原子熱の定律	683
43. 原子量の推定	684
問題	684
第五章 熱と化學反應との關係	
44. 熱量の單位	685
45. 反應熱	685
46. 熱化學の方程式	685
47. 發熱反應及び吸熱反應	686
48. 燃燒熱	686
49. 中和熱	686
50. 總熱量不變の定律 (ヘッスの定律)	689
問題	692

## 附 錄

## 問 題 の 解 答

諸官立學校入學試驗問題集(解答)

## 索 引

— 終 —



## 第一篇 總論

### 第一章 空氣質量不變の定律

#### 第一節 空氣、酸素、窒素及アルゴン

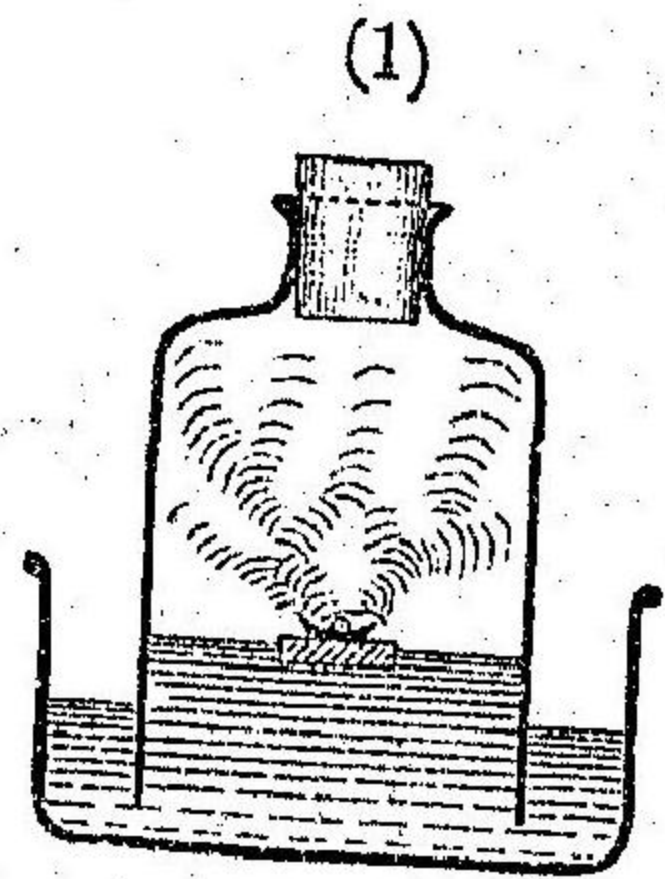
1. 空氣 Air. 空氣は地球を包圍せる無味無臭無色の氣體にして物質の<sup>モジュール</sup>燃燒動物の呼吸等種々の現象(Phenomena)に關與し人生に必要なるときは説明を要せざるなり。

空氣は地上の下層より上層に行くに従ひ漸次に<sup>ウツク</sup>稀薄となり空氣のある所なき所との間に判然たる境界の存在することなきを以て空氣層の高サは判明し難きも薄明(Twilight)の現象、流星の光り初めたる高さの觀測等によるにその高サは大約百三十里以下なるべしと云ふ(石川理學士著地文學講義下卷參照)

今硝子製の水槽(Pneumatic trough)に水(青色リトマス<sup>リトマス</sup>litmus)にて青く着色するを可とす)を入れ、コルクを浮べ、その上に黄燐の一小塊を入れたる<sup>セラミク</sup>磁製の小皿を置き、上部に栓のある硝子鐘にて此の小皿を<sup>オ</sup>覆ふと第一圖に示す如くせよ(勿論此の鐘内には空氣充滿し居るなり)先づ栓を取りて鐘の内外の水面を同一とせし、長さ<sup>ハリガキ</sup>針金を執りて之を上部の口より鐘内に入れて燐



燃ゆべし依て直に栓をなす。燐は鐘内にありて盛に白煙(五酸化燐と稱せらる)を擧げて燃ゆるも暫時にして消ゆ、之を放置すれば鐘の冷ゆるに従ひ水は次第に白煙を溶かして鐘内に上昇し遂にその容積の約五分の一を満たし水は赤色に變ずるを見る。次に栓を開きて鐘内に點火せる蠟燭を入るれば直に消ゆるを以てその残留せる氣體(その容積は最初の容積の約五分の四)は空氣と異なるものなるを知るべし。



此の實驗によりて空氣は少くとも二種の物質よりなるを推知するを得即ち空氣の容積の約五分の一は燐蠟燭の如き可燃物を燃焼せしむる氣體にして酸素と稱せられ空氣の容積の約五分の四は物體の燃焼を助けざる氣體にして窒素(此の中にアルゴンと稱する氣體の少量を含有す)と稱せらる。

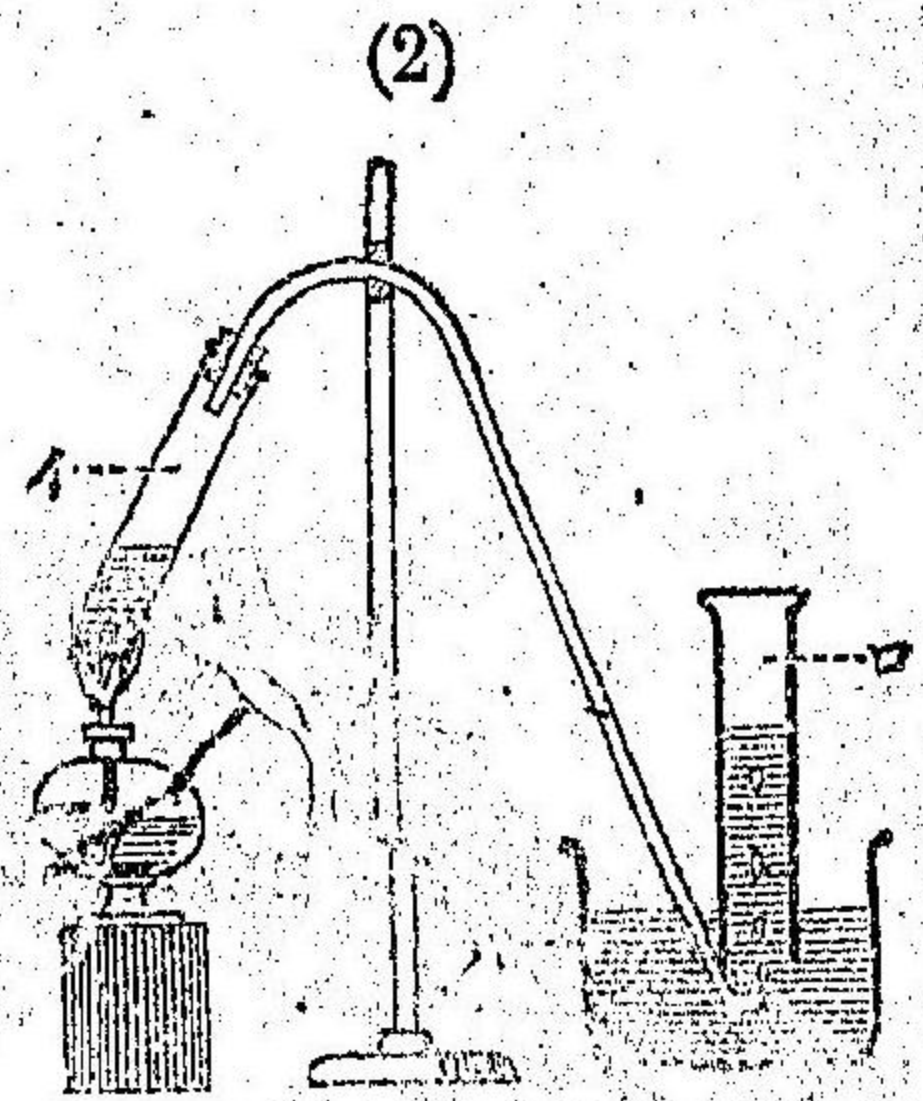
此の如く物質の本性を知らんには實驗によりざるべからず。

2. 酸素 Oxygen. 酸素は空氣中の約五分の一の容積を占むるを以て空氣より窒素(勿論アルゴンをも)を除きて製せらるべきもその方法は複雑なり(第二篇の酸素の部を見よ)。

通常酸素を製するには次の方法を用ゆ。

(1) 赤色酸化水銀を強熱すること。

第二圖に示す装置を用ゆるを便す赤色酸化水銀(赤色の粉末)を試験管 Test tube (イ)に入れてアルコールランプ(酒精燈)を以て強く熱すれば酸素を發生し試験管を経て水槽(ロ)に浮ぶ之を水で充たせる倒立の圓筒 Cylinder (或は試験管ロ)内に集むるなり(酸素は水に溶くも僅少なるを以て此の如く水と置換して集めらる)の際同時に水銀(銀白色の光澤ある重き液)が試験管(イ)の上部に残留するを見るべし。



(イ)の上部に残留するを見るべし。

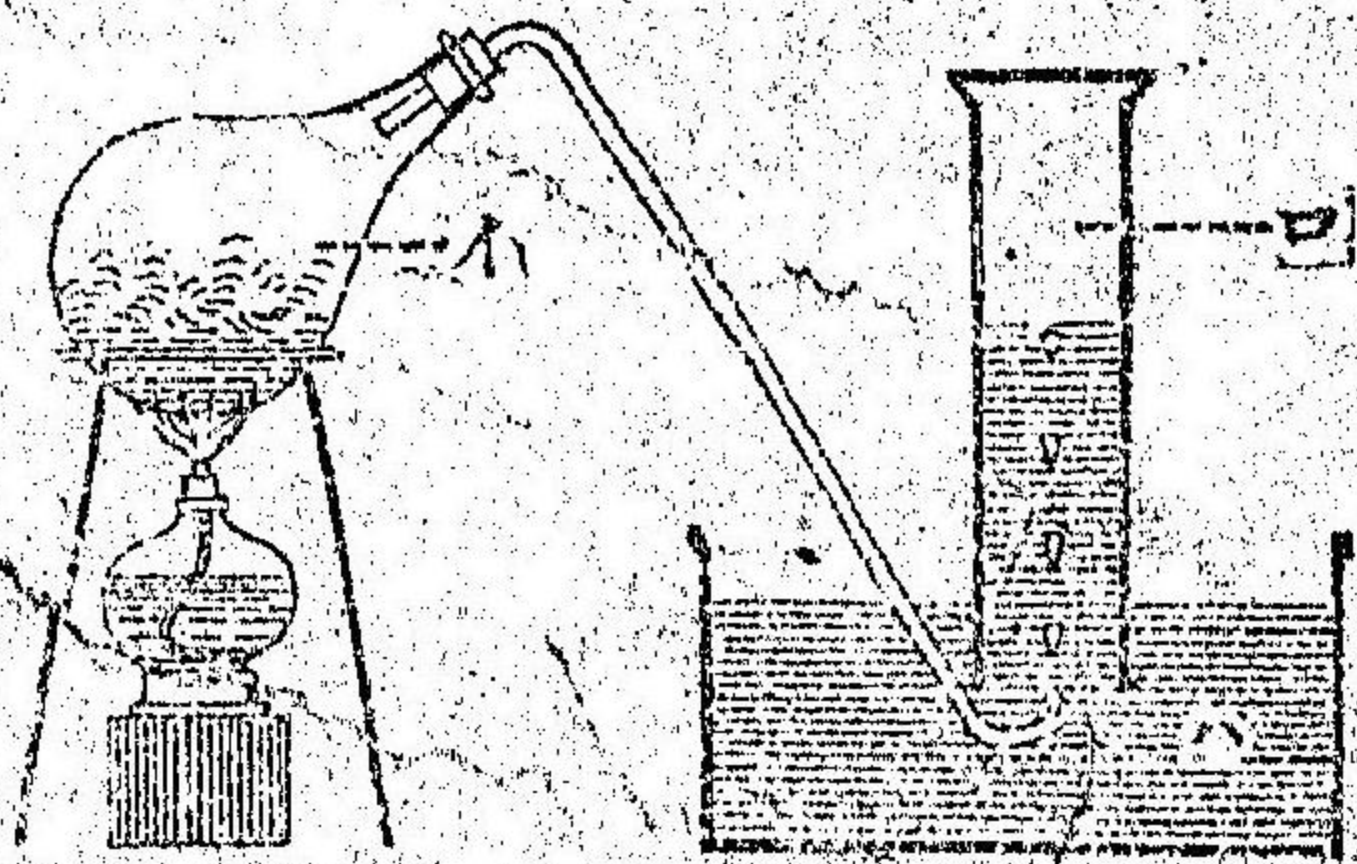
此の方法は百七十四年プリストレー (Priestley) が初めて酸素を得るときに用ひしものなり。

(ロ) 鹽酸加里を熱すること。

第二圖の装置を用ひて可なり(イ)管に鹽酸加里を入れて熱するなり。

(ハ) 鹽酸加里に過酸化マンガンを混じて熱すること。

第三圖に示す装置を用ふるに鹽酸加里と過酸化マンガンの混合物を Flask (イ)に入れて酒精燈にて熱すれば酸素を發生し水槽(ロ)に浮ぶ之を水で充たせる倒立の圓筒(ロ)内に





此の際過酸化マンガンには変化なくして鹽酸加里より酸素を出すことを容易ならしむる用となすのみ  
 此の方法は酸素を製するに最も便なるものにして實驗室に於ては通常之により酸素を製し居れり。  
 酸素は無味無臭無色の氣體にして空氣(その一立の重量は1.293 瓦)より重くして一立の重量は1.43 瓦なり、  
 一立(リートル litre)は一千立方釐(Cubic centimetre, c.c. の略號を用ふ時はセンチメートルと讀む)にして我邦の五合五勺餘に相當す一瓦(グラム gramme)は我邦の $\frac{4}{15}$  匁に相當す即ち15瓦は4匁(壹狀(第一種通常郵便物)壹通の重量の極限)なり。  
 空氣の重量を測らんには豫め容積の明らかなる<sup>ガラス</sup>玻璃球(その容積をv立方釐(c.c.)とす、又た空氣を以て充たせるものなり)を取り能く乾かしたる后密栓して天秤にて精密にその重量を秤り(之をa瓦とす即ちa瓦はv.c.c.の乾燥空氣の重量と玻璃球の重量との和なり)次に玻璃球の内部の空氣を出來得る限り排除して(之をなすにはスプレングルの水銀空氣ポンプ(田中學士著物理學講義第228頁を見よ)を用ひ)密栓し再び天秤にてその球の重量を秤れば(その重量をb瓦とす即ちb瓦は玻璃球の重量なり)前後の重量の差(a-b)瓦はv.c.c.の空氣の重量なり故に空氣-c.c.の重量は $\frac{a-b}{v}$ 瓦とす(測定によるにその値0.001293瓦なり俟てその一立(1000 c.c.)の重量は0.001293×1000=1.293瓦とす。次にその空氣を排除したる球の中に純粹の酸素を充たしてその重量を秤れば(その重量をc瓦とす即ちc瓦はv.c.c.の酸素の重量とその球の重量との和なり)c-b瓦はv.c.c.の酸素の重量なり)測定によるにその重量は1.43瓦なり。

總論

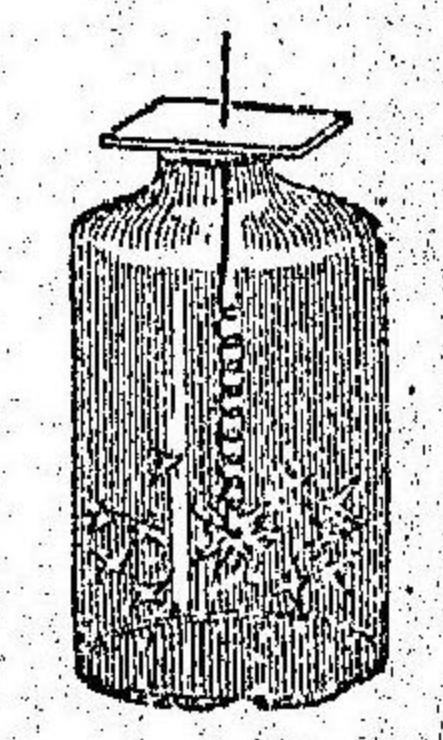
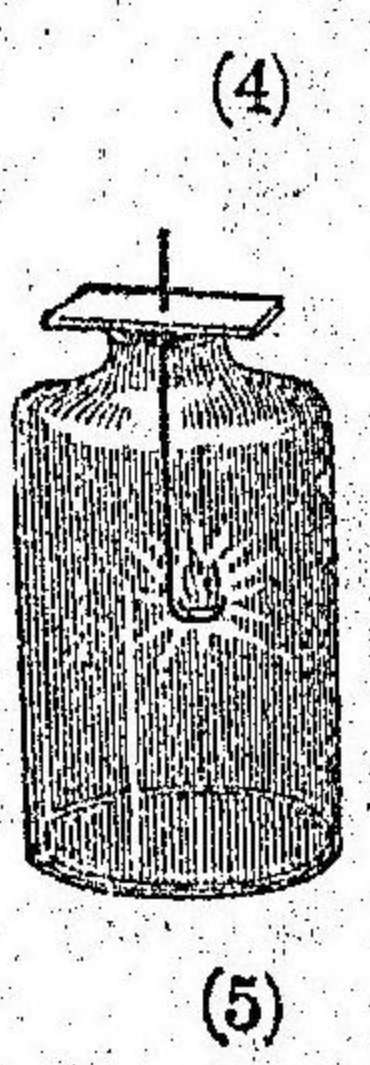
此の際過酸化マンガンには変化なくして鹽酸加里より酸素を出すことを容易ならしむる用となすのみ  
 此の方法は酸素を製するに最も便なるものにして實驗室に於ては通常之により酸素を製し居れり。  
 酸素は無味無臭無色の氣體にして空氣(その一立の重量は1.293 瓦)より重くして一立の重量は1.43 瓦なり、  
 一立(リートル litre)は一千立方釐(Cubic centimetre, c.c. の略號を用ふ時はセンチメートルと讀む)にして我邦の五合五勺餘に相當す一瓦(グラム gramme)は我邦の $\frac{4}{15}$  匁に相當す即ち15瓦は4匁(壹狀(第一種通常郵便物)壹通の重量の極限)なり。  
 空氣の重量を測らんには豫め容積の明らかなる<sup>ガラス</sup>玻璃球(その容積をv立方釐(c.c.)とす、又た空氣を以て充たせるものなり)を取り能く乾かしたる后密栓して天秤にて精密にその重量を秤り(之をa瓦とす即ちa瓦はv.c.c.の乾燥空氣の重量と玻璃球の重量との和なり)次に玻璃球の内部の空氣を出來得る限り排除して(之をなすにはスプレングルの水銀空氣ポンプ(田中學士著物理學講義第228頁を見よ)を用ひ)密栓し再び天秤にてその球の重量を秤れば(その重量をb瓦とす即ちb瓦は玻璃球の重量なり)前後の重量の差(a-b)瓦はv.c.c.の空氣の重量なり故に空氣-c.c.の重量は $\frac{a-b}{v}$ 瓦とす(測定によるにその値0.001293瓦なり俟てその一立(1000 c.c.)の重量は0.001293×1000=1.293瓦とす。次にその空氣を排除したる球の中に純粹の酸素を充たしてその重量を秤れば(その重量をc瓦とす即ちc瓦はv.c.c.の酸素の重量とその球の重量との和なり)c-b瓦はv.c.c.の酸素の重量なり)測定によるにその重量は1.43瓦なり。  
 十五匁の第一種郵便物の34立を溶かす

空氣質量不變の定律

のみ酸素を零下 119 度に冷却して強大なる壓力を加ふれば淡青色を帯ぶる液體に變ず。

酸素は物體を燃焼せしむる作用空氣よりも烈し之は次の實驗によりて明かなり。

- ✓(イ)「マツチ或は蠟燭の餘燼(一度點火したるものを消したるまき燃へ残りの赤き部分)を酸素中に入れば再び點火して盛に燃ゆ。
- ✓(ロ) 木炭或は燐に點火して酸素中(第四圖)に入れば空氣中に於けるよりも盛に燃焼す
- (ハ) 鋼鐵線の末端にマツチを附して點火し酸素中(第五圖)に入れば鐵は光を放て盛に燃焼す(鐵は空氣中にては燃ゆるとなし)



3. 化合 Combination 及び分解 decomposition. 燐が酸素と作用して五酸化燐(白煙)を生ずる如く二種若くは二種以上の物質相作用して全く性質を異にせる一種の物質を生ずるを化學的結合或は化合と稱し酸化水銀より酸素及水銀を得たるが如く一種の物質より二種若くは二種以上の全く相異なる物質を生ずるを化學的分解或は單に分解と稱す。

物質の異同を辨別するには物質の性質を檢するにあり即ち燐(淡黄色の蠟の如き固体)、酸素(無色の氣體)、五酸化燐(白色の固体)及酸化水銀(赤色の粉末)、水銀(銀白色の液体)は全く異なる性質を示すを以て全く異なる別種の物質なることを知る。



而して物質の分解によりて生じたるものをその物質の成分 component (又は constituent) と云ふ例へば酸素及水銀は酸化水銀の成分なり。

諸物質間の變化に於て分解と化合とが同時に起ること屢々之れあり例へば蠟燭を酸素中にて燃やすときは先づ蠟燭は其成分(水素炭素酸素)に分解せられ直ちに水素及炭素は酸素と化合して水蒸氣及び炭酸瓦斯を生ずべし。此レヲ ~~分解~~ <sup>化合</sup> 分解ト云フ

4. 窒素 Nitrogen. 窒素は磷等の可燃體を燃やして空氣中より酸素を除去すれば得らるる無味無臭無色の氣體(第二頁を見よ)にして殆ど水に溶解することなく空氣よりも稍軽くその一立の重量は 1.2505 瓦なり燭火等諸物體の燃焼を維持することなく又た動物の生活をも支ふこと能はざるなり然れども毒性あるにあらず要するに此の氣體は酸素に比して性質不活潑にして他物と化合するの力弱し。

5. アルゴン Argon 近年(西歷千八百九十四年)に至り空氣より得たる窒素は純粹のものにあらずしてアルゴンと名くる氣體の少量を含有せるを發見されたり。アルゴンは窒素よりも一層他物と化合するの力弱くその空氣中に於ける容積上の割合は約百二十分の一なり是れ此の久しき發見せられざる所以なり。アルゴンは無味無臭無色の氣體にしてその一立の重量は 1.78 瓦なり。

アルゴンを混ぜざる窒素を得んには亞硝酸アンモニウムを熱するにあり。

此の裝置には第3圖(第三頁を見よ)に示せるものを用ひ(イ)のフラスコ中に亞硝酸アンモニウムを入れて熱すれば窒素は(ロ)の圓筒内に集まるなり。

窒素は強熱したるマグネシウムと化合して黄色の固體(窒化マグネシウム)を生ずるもアルゴンは此の作用なきが故に之を利用して空氣中よりアルゴンを製するを得べし。

即ち前に述べし如く磷等を燃やして空氣中より酸素を除去したる殘氣を、強熱せるマグネシウムの上に通じて窒素を窒化マグネシウムに變じて除去するときはアルゴンを得るなり。

空氣中にて諸物體の燃ゆるは酸素の存在する爲めにして窒素、アルゴンは酸素を稀薄にするの用をなすのみ。

附言 精密なる實驗によるに空氣百分中に存する窒素、酸素、アルゴンの割合は次の如し

	重量上	容積上
窒素	75.5	78.1
酸素	23.2	21.0
アルゴン	1.3	0.9
空氣	100.0	100.0

而して以上の割合に此等の三氣體を混すれば熱のなくして百分の空氣(即ち容積の増減なし)を得らる

近年に至り空氣は以上の三氣體の外へリッ  
(Neon), クリプトン(Crypton), クセノン(Xenon)



千万分一)を含有するを發見せり。

空氣は以上の數種の氣體が混合せるものにして化合せるものにあらず此の事は第三章に於て論ずべし。

酸素の如く空氣等は低溫度と高壓力とによりて液体に變ぜしむるを得るなり。

6. 空氣の夾雜物 (Impurities of air) 通常空氣は約一万分三(容積上)の炭酸瓦斯、多少の水蒸氣、微量のアンモニア、細塵及び微菌を混す此等は時と場所とによりてその割合を異にす之を空氣の夾雜物(或は不純物)と云ふ。

炭酸瓦斯は動物の呼吸、薪炭の燃ゆるとき等に生じ水蒸氣は地球上に存在する水の蒸發及び動物の呼吸等によりて生じ、アンモニアは主に窒素を有する動物質の腐敗の際に生じて空氣に混入するなり

戸隙より室内に來る日光を見れば細塵の浮遊するを認むべし此の細塵の中には種々の微菌を含有す飲食の腐敗、酒類の醗酵及び各種の傳染病等は何れも此の微菌の作用に原因するものなり。

### 第二節 燃燒及呼吸

7. 燃燒 Combustion 燐の酸素と化合するときの如く諸物質が化合するに當り熱と光とを發生する現象を燃燒(即ちモユル)と云ふ通常燃燒は空氣中の酸素と化合するに起るを多しとす。

とも酸素の關係せざるときにも燃燒の起ることあり鹽素中の粉を投じたる時(第六章鹽素の條を見よ)又は硫黄を熱するときには燃燒すべし。

燃燒は通常空氣中に於て起るものなれば空氣中にて能く燃燒する物質(燐、炭、木材、蠟燭等)を可燃物(Combustibles)と稱す。

可燃物を燃燒せしめんには先づ之を適當なる溫度に熱するを要す、此の溫度を發火點(Ignition point)と稱し物體により差異あるものなり、次にその例を擧ぐ(溫度は攝氏なり)

黃磷	60度許	赤磷	230度許	硫黃	250度許
木炭	360度許	コークス	700度許		

黃磷の如き發火點の低きものは燃え易くして危險なるもコークスの如き發火點の高きものは燃え難くして危險ならず

物質の燃燒を持續し若くは盛にするには

- (1) 斷えず空氣若くは酸素の供給を計り
- (2) 溫度を發火點以上に維持せしむる

を要し

燃燒を弱め或は絶滅するには

- (1) 空氣の供給を減じ或は全く絶つか
- (2) 炭酸瓦斯の如き燃燒を助けざる物質を以て燃燒體を圍繞するか
- (3) 溫度を發火點以下に降す

を要す

燭、ランプのホヤ、燭及び火吹 目的に用



千万分一)を含有するを發見せり。

空氣は以上の數種の氣體が混合せるものにして化合せるものにあらず此の事は第三章に於て論ずべし。

酸素の如く空氣等は低溫度と高壓力とによりて液体に變ぜしむるを得るなり。

6. 空氣の夾雜物 (Impurities of air) 通常空氣は約一万分三(容積上)の炭酸瓦斯、多少の水蒸氣、微量のアンモニア、細塵及び細菌を混ず此等は時と場所とによりてその割合を異にす之を空氣の夾雜物(或は不純物)と云ふ。

炭酸瓦斯は動物の呼吸、薪炭の燃ゆるとき等に生じ水蒸氣は地球上に存在する水の蒸發及び動物の呼吸等によりて生じ、アンモニアは主に窒素を有する動物質の腐敗の際に生じて空氣に混入するなり。

戸隙より室内に來る日光を見れば細塵の浮遊するを認むべし此の細塵の中には種々の細菌を含有す飲食の腐敗、酒類の醱酵及び各種の傳染病等は何れも此の細菌の作用に原因するものなり。

### 第二節 燃燒及呼吸

7. 燃燒 Combustion 燐の酸素と化合するときの如く諸物質が化合するに當り熱と光とを發生する現象を燃燒(即ちモユル)と云ふ通常燃燒は空氣中の酸素と化合するに起るを多しとす。

とも酸素の關係せざるときにも燃燒の起ることあり鹽素中の粉を投じたるとき(第六章鹽素の條を見よ)又は硫黄を燃やすときは燃燒すべし。

燃燒は通常空氣中に於て起るものなれば空氣中にて能く燃燒する物質(燐、炭、木材、蠟燭等)を可燃物(Combustibles)と稱す。

可燃物を燃燒せしめんには先づ之を適當なる溫度に熱するを要す此の溫度を發火點(Ignition point)と稱し物體により差異あるものなり、次にその例を擧ぐ(溫度は攝氏なり)

黃燐	60度許	赤燐	230度許	硫黃	250度許
木炭	360度許	コークス	700度許		

黃燐の如き發火點の低きものは燃え易くして危險なるもコークスの如き發火點の高きものは燃え難くして危險ならず

物質の燃燒を持續し若くは盛にするには

- (1) 斷えず空氣若くは酸素の供給を計り
- (2) 溫度を發火點以上に維持せしむる

を要し

燃燒を弱め或は絶滅するには

- (1) 空氣の供給を減じ或は全く絶つか
- (2) 炭酸瓦斯の如き燃燒を助けざる物質を以て燃燒體を圍繞するか
- (3) 溫度を發火點以下に降す

を要す

煙突、ランプのホヤ、鑪及び火吹

目的に用



ひられ。消火器火消壺等は後者の目的に使用せらる。

水にて消火し又火を吹き消すは温度を發火點以下に降すによる。燃焼體の上に桶類を覆ひてその燃焼を止むるは空氣の供給を絶つによる。火消壺にて炭火を消すも之と同様なり。消火器は炭酸瓦斯を噴出せしめて消火するものなり。

8. 酸化 Oxidation. 種々の物質の酸素と化合するを酸化と云ひ生じたる物質を酸化物 (Oxide) と稱す。

例	物 質	燐	炭	鐵
	酸化物	五酸化燐	炭酸瓦斯	酸化鐵

濕ひたる空氣中に鐵片を置くときは漸次赤錆を生ずこれ鐵の酸化したもののなれどもその作用緩徐にして光を發せざるなり即ち酸化には

- (イ) 燃焼の伴ふ酸化
  - (ロ) 緩徐なる酸化
- } の二種あり

9. 呼吸 Respiration. 動物の呼吸は動物の血中に存在する物質(ヘモグロビン Haemoglobin) と吸入する空氣中の酸素とが化合して炭酸瓦斯及び水蒸氣なる酸化物を生じ呼出によりて體外に排出する作用にして此の化合の際熱を發し動物に體温を與ふるも光の發生することなし即ち呼吸作用も緩徐なる酸化に過ぎず。

今圓筒中に 片を燃焼したる後石灰水を注ぎて振盪すれば 石灰水中に呼出氣を吹入すれば

同じく白濁を生ずるを見るべしこれ共に酸化作用にして生じたる炭酸瓦斯が石灰水に作用せしによる。

此の如く呼吸は酸化作用なれば新鮮なる空氣の供給なき所にては燃焼のさきと同様に呼吸は申絶すべし故に吾人の起居する室内の空氣は新鮮なる空氣と交換するの必要あり。

### 第三節 質量不變の定律

10. 質量不變の定律 The law of Constancy of Mass.

マグネシウム線(銀色の輕き針金)の一瓦<sup>グラム</sup>を取り之を強熱すれば燦然たる光輝を放ちて燃焼し白色の粉末を生ずべし而して此の白色の粉末の重さを秤るに 1.67 瓦なるを見たり。此の白粉はマグネシウムが空氣中の酸素と化合して生じたるものにして酸化マグネシウムと稱する物質なり(此の事はマグネシウムが酸素中にて燃焼するときにも生ずるによりて知らる)。

即ち此の燃焼にありては物質の量の増加せるを見るも此の増加は化合に與かれる酸素の重さに等しきなり。

また純粹の炭を空氣中に於て強熱すれば盡く燃焼して殘留物なし即ち此の場合にはマグネシウムのときと異なりて物質の量の減少せるが如し然るに炭を或る器の内に於て燃焼したる後その器内に透明の水を注ぎて振盪すれば直に白濁するを認めん。器内に石



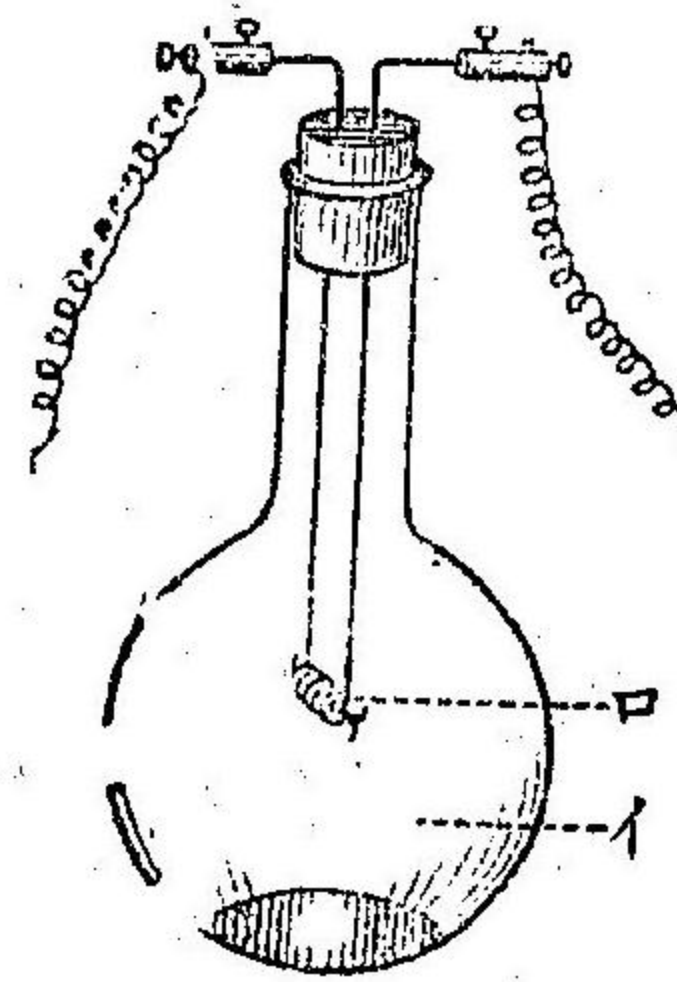
灰水を入るゝも白濁を生ずることなし)即ち此の燃焼の際炭酸瓦斯と稱する無色無臭の氣體を生じたるを知る此の氣體は炭が酸素中に於て完全に燃焼するとき生ずるものにして炭の酸化物なりこれは苛性ソーダ(白色の固體)によりて容易に吸収せらるゝが故に重量の明らかなる炭を空氣中に於て完全に燃焼して生ずる炭酸瓦斯を盡く苛性ソーダによりて吸収せしめ、その苛性ソーダの重量の増加を見ればその炭酸瓦斯の量を知るを得べし(即ち苛性ソーダの重量の増加は生じたる炭酸瓦斯の量に等しきなり)實驗によるに一瓦の炭より3.67瓦の炭酸瓦斯を得る割合にして炭の燃焼に於ても物質の量の増加せるを見る而して此の増加は化合に與かれる酸素の量に等しきや勿論なり。

以上の例にて示す如く總て物質が空氣中に於て燃焼すれば空氣中の酸素と化合して重量の大なる酸化物を生ずべし而してその重量の増加は化合せる酸素の重量と全く等しかるべきなり。

此の事は次の實驗によりて證明せらる。

第六圖に示せる如く末端に木炭(ロ)を釣りたる二條の銅線を有する栓を以て空氣を満したるフラスコ(イ)を密閉して重量を秤り次に電流を銅線に通れば炭は燃焼す(ロ)の所に白金線を置き炭を包むを要す電流を強熱して炭を燃焼す燃焼終りたる後再び全體の重量を秤れば其の重量に等しきを見る即ち之にありては

(6)



木炭はフラスコ内の空氣と化合して炭酸瓦斯を生じ炭の燃えたる量と之と化合せる酸素の量の和は生じたる炭酸瓦斯の量に全く等しきを示せるなり

燃焼の場合のみに限らず種々の物質間に加何なる變化起るも變化前の物質の總重量と變化後の物質の總重量とは全く相等しきを見るべし。而して全一の場所

に於ては重量と質量とは比例するを以て重量が等しければ質量も等しきなり。

此の事實は最も精密なる實驗によりて種々の變化に就き證明せられたるものにして之を質量不變の定律と云ひエネルギー不滅の定律 Law of Conservation of energy (田中學士著物理學講義參照)と共に自然界を支配する原律なり。

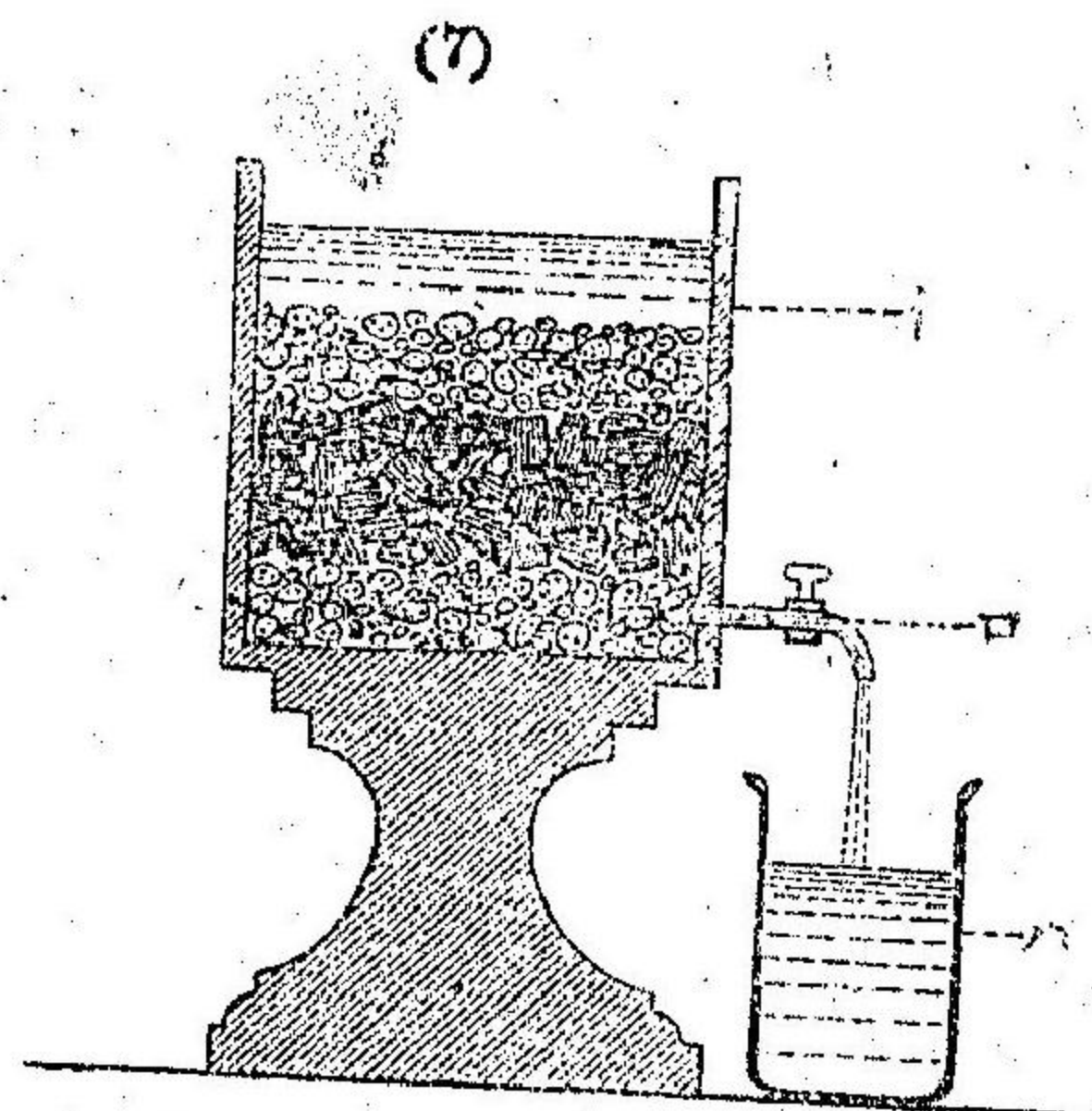


## 第二章 水 定比例の定律

### 第一節 水及水素

11. 水 Water. 水は氣體(水蒸氣)、液體(水)、固體(氷雪等)の三態として天然に廣く存在するものにして空氣の如く種々の現象に關與し生物の生活に必要なことは又説明を要せざるなり。

水は動植物の體中にも存在し人體の重量の四分の三程は水よりなりと云ふ即ち12貫の體重を有する人は9貫程の水を有し居るなり。



水は種々の物質を溶解する性あるが故に天然に存在する水は概して不純なり之を純粹になすには濾過及び蒸溜を行ふべし。

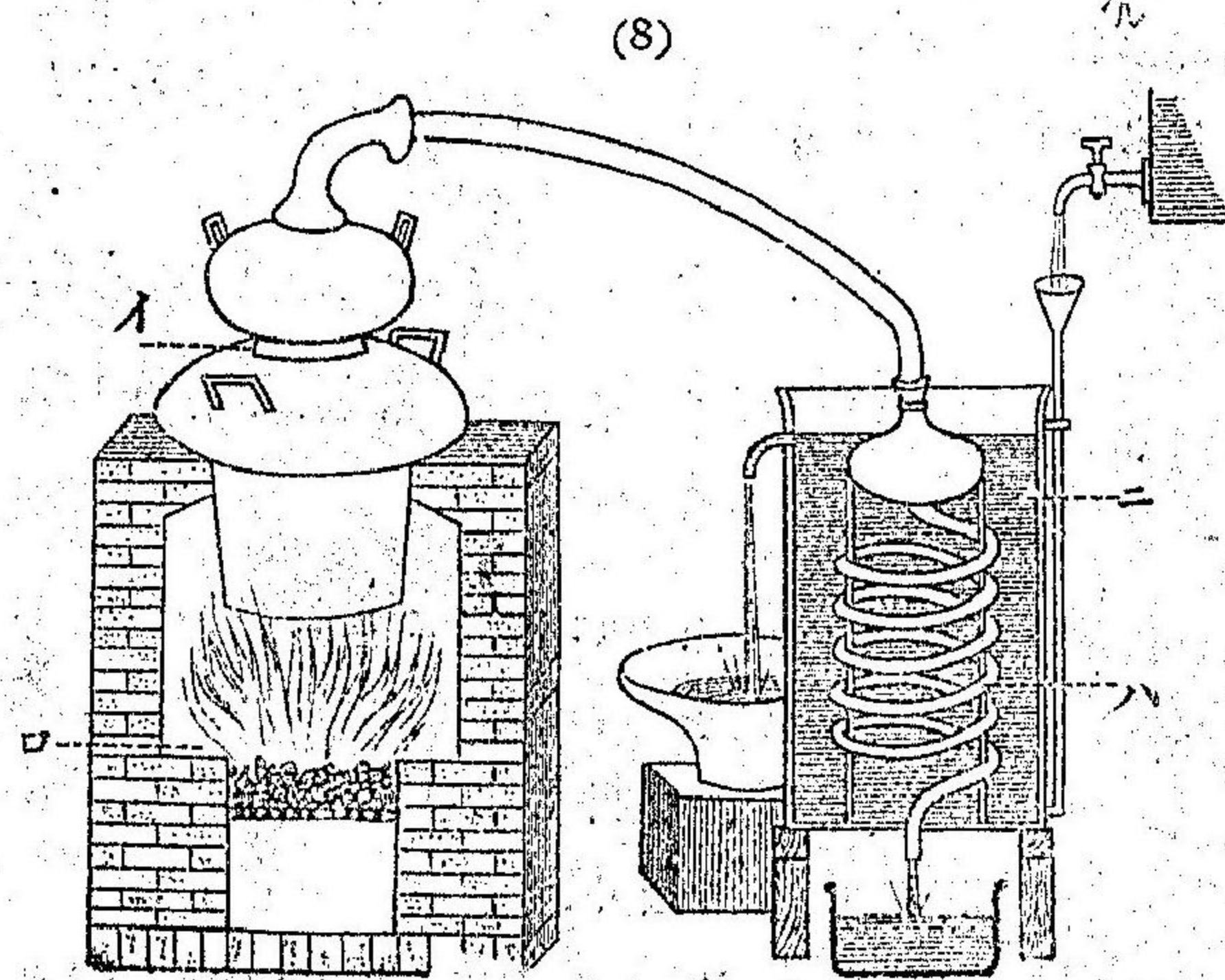
濾過法 Method of filtration. 簡單に水を濾過するには木製或は陶製の器(第七圖イ)に木炭砂礫等を入れて上方より水を注ぐべし濾

過せる水は下部の活栓(Stop-cock (ロ))より流出し受器(ハ)に集まる。此の水を濾水(Filtrated water)と云ひ固形物、アンモニア及び多くの有機物(動植物質)を除去せられ飲料に供するを得るなり。木炭は水中に存在せる有機物、微生物(バクテリア等)の大部分を除去し尙ほ之を酸化(煤め炭の微孔中に吸収せられたる空氣中の酸素の作用による)

して無害の物となすの効あり、木炭の代りに骨炭を用ふれば此の効更に大なり。砂礫は水中に浮游せる固形物を沈澱せしめ又砂礫間に存在する空氣中の酸素によりて有機物及び微生物を酸化して無害の物となすの効あり。以上の木炭、砂礫は時々新らしき物と取り換ふるを要す。

此の濾過によりて水を清淨になすことは天然にも行はれつゝあるものにして汚水が砂礫等の地層を通過して清淨の井水となるが如き是れなり。又都市にある上水は何れも砂礫によりて河水を濾過して飲料に適せしむるなり。

水が汚濁せる場合には明礬を投じて水を透明さなましむるを得べし此の方法は古來支那にありて用ひられつゝあるものにして我國に於ても上水道に使用する水が大雨等の爲め甚だしく汚濁するときは之によりて透明さなすことあり。此の明礬の清淨作用は水中の炭酸カルシウムが明礬と作用して硫酸カルシウム及び水酸化アルミニウムを生じ此の二物は水に溶解せずして沈澱するに當り他の浮游物及び有機物等を伴うて水底に降すによる。



蒸溜法(Method of distillation.)水を濾過するも溶解し居る物質を除去するを得ず之を除去して純粹の水を得んには蒸溜するを可きす。蒸溜を行ふには蒸溜器(Still)を用ふ蒸溜器は水を



沸騰せしめて生ずる水蒸氣を冷却して凝縮せしむる装置にして第八圖に示せるものこれなり。

(イ)の釜に水(濾水を用ふべし濾水は揮發性(氣化し易き)の物質を含まざるを以てなり若し通常の水を用ふるときは蒸溜の際揮發性の夾雜物をも蒸溜し來るが故に初めの部分を棄てざるべからず)を入れ之を火爐(口)にて熱して沸騰せしめ發出する水蒸氣を上方の鐵管より螺旋狀の管(蛇管 worm と稱す(ハ))に移し茲にて冷水(ニ)を以て冷却して液體の水に凝縮せしめその末端より受器に集む。

蒸溜して得たる水は蒸溜水(Distilled water)と云ひ醫藥の調製及び化學實驗用として必要なれども飲料にはその味淡純にして佳ならず。

水を純粋になすに氷結法(Method of Solidification)と稱するものあり氷は攝氏零度以下に冷却せられて氷結するに當りて毫も他の物質を混ぜざるが故に氷は殆ど純粹の水よりなる依て之を應用して水を純粋になすを得べし即ち普通の水を取り之を攪伴しつゝ冷却して殆どその半分を氷結せしめその凝固せざる部分を去りその氷を温めて溶融しまた之を冷却して半分許を氷結せしめその氷を溶かせば殆ど純粹の水となるなり。

12. 水の物理的性質 Physical properties of water. 水は通常の温度に於て無色無味無臭の液體なれども深き層の水は綠青色を呈す。

エイトキン(Aitkin)氏は此の色は水中に浮遊せる極微の物質に源因するものなせり即ち水中に射入する光線は此の極微の物質の爲めに分散せられ綠青の光が主に反射し他の光は透過するを以て深層の水は綠青色を呈するに至るなり。

水は攝氏3.9度に於て最大密度を有す即ち此の温度の

水は他の温度のときの水よりも重し水は種々の物理學上の標準に用ひらる例へば

(1) 水の融解する温度及び一氣壓のとき水の沸騰する温度は何れも一定せるを以て寒暖計の目盛に利用せらる。

即ち寒暖計の袋部(Bulb)を融解しつゝある水の中に入れ頸部(Stem)の水銀の止まる所を氷點(Melting point)とし次に一氣壓のとき沸騰する水より發する水蒸氣の中に入れて頸部の水銀の止まる所を沸點(Boiling point)として此の二點の間を適當の數に等分し之を一度となす而して攝氏の日盛(Thermometer-scale of Celsius)にては氷點を0度沸點を100度とし華氏(Fahrenheit)にては氷點を32度沸點を212度とし列氏(Réaumur)にありては氷點を0度沸點を80度とす。

(2) 最大密度のときの水(即ち攝氏3.9度の水)一立方糎(c.c.)の質量を一瓦(Gramme)と名けC.G.S.式質量の單位と定む。

即ちCentimetre(長の單位),瓦Gramme(質量の單位),秒Second(時間の單位)の三單位を基本として組立てたる單位をC. G. S. 式單位(C. G. S. System of Units)と稱し種々の量を測るに用ふ。

攝氏0度、一氣壓の時の水蒸氣1 c. c.の質量は0.000804瓦なり故に攝氏百度の水1 c. c.を同温度(攝氏百度)、一氣壓の水蒸氣のときは大體 $\frac{1}{0.000804} = 1200$  c. c. (即ち1200倍)の容積さ(即ち攝氏100度の水1 c. c.及び攝氏100度一氣壓の水蒸氣1 c. c.の各質量を知るを要す)。

水の1 c. c.の質量は0.92瓦なれば水は氷に於て

(3) 水は液體及び固體の比重



質の比熱 (Specific heat) の單位となる。

ある物質の V c. c. の重さと攝氏 4 度に於ける V c. c. (即ち同體積) の水の重さとの比をその物質の比重と云ふ即ち

比重 = 或物質 V c. c. の重さ / V c. c. の水(4°C)の重さ [C は攝氏]

ある物質の a 瓦の温度を攝氏一度丈上昇するに要する熱量と a 瓦(即ち同質量)の水の温度を攝氏一度丈上昇するに要する熱量との比をその物質の比熱と稱す即ち

比熱 = 或物質 a 瓦を 1°C 温むるに要する熱量 / 水 a 瓦を 1°C 温むるに要する熱量

13. 天然水 Natural water. 雨雪は天然に行はるゝ大蒸溜によりて生ずるものなれば雨水及び雪水(雪を融解して得たる水)は最も純粹なるべき理なれどもその地上に降るに當り空氣中の諸物質を幾分か溶解するが故に全く純粹なりと云ふを得ず而して此の雨水、雪水が地中を通過すれば更に種々の物質を溶かすを以て益々不純となるべし。

水の如き液體が他の物質を溶解して得たる液を溶液(Solution)と稱し溶解されし物質を溶質(Solute)と云ひ溶解するに用ひたる液(水の如き)を溶媒又は溶劑(Solvent)と云ふ溶媒が水なる溶液を水溶液(Aqueous solution)(通常單に溶液と云ふ)と名く。例へば食鹽を水に溶解したる食鹽水は溶液にして食鹽は溶質、水は溶媒なり。

天然水はその中に溶解し居る溶質の種類によりて之を硬水(Hard water) 軟水(Soft water)の二種に分つを得。炭酸瓦斯を溶解せる雨れて石灰石(炭酸カルシウム)、石膏(硫酸カルシウム)等の物質を溶解するときは幾分か此等の物質を溶解す此の天然水を硬

水と稱しその質粗惡にして之を使用すれば皮膚を粗糙になし之を石鹼に使用すれば水に溶けざる白濁(石灰石鹼)を生じ石鹼の効用を減少す。之に反して雨水等が砂礫の如き水に溶け難き地層を通過するときは物質を溶かすこと僅少にして皮膚を粗糙にすることなく石鹼を溶解しその質善良なり此の天然水を軟水と稱す蒸溜水、雨水は軟水中の最良なるものなり。

硬水を軟水に變ずるには硬水中のカルシウム化合物を除去すれば可なる理なり之をなすには次の數方法あり。

(1) 炭酸カルシウムを溶解せる硬水は之を煮沸して生ずる沈澱を濾し去るべし。炭酸瓦斯を溶かし居る水は炭酸カルシウムを溶解して硬水となせざるを煮沸すれば炭酸瓦斯を發散して炭酸カルシウムを沈澱(白色)す依て此の沈澱を濾し取れば軟水を得るなり故に此の硬水を一時の硬水(Temporary hard water)と云ふことあり。

鐵瓶等に湯垢(Furring 或は Calcareous deposits)の生ずるは此の一時の硬水が煮沸せられて炭酸カルシウムを沈澱し此の沈澱が水中に浮游せる汚物と共に鐵瓶等の内面に附着するによる。鐘乳石(Stalactite)石筍(Stalagmite)の生成も湯垢の生ずるも全理によるものなり。

(2) 炭酸カルシウムを溶解せる硬水は石灰水を加ふれば炭酸カルシウムを沈澱すべし依て之を濾去せば軟水を得。

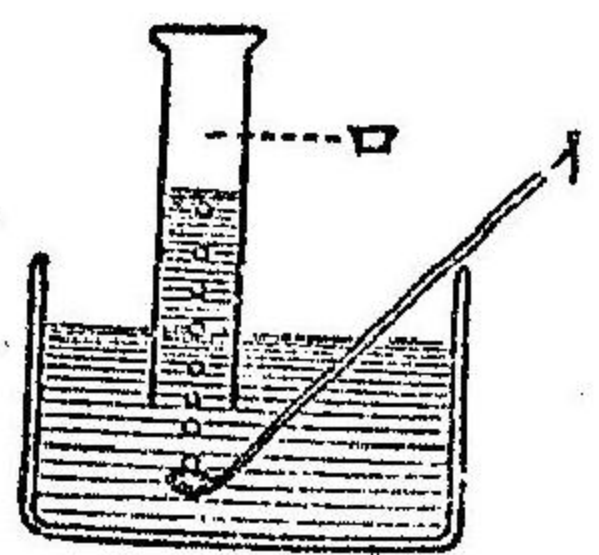
(3) 硫酸カルシウムを溶解せる硬水は煮沸するも硫酸カルシウムを沈澱することなし即ち此の硬水は煮沸によりて軟水に變せしむるを得ず故に之を永久の硬水(Permanent hard water)と云ふことあり。然れども此の硬水に炭酸ソーダの少量を加へて煮沸すれば硫酸カルシウムは炭酸カルシウムに變して白色の沈澱となる依て此の沈澱を濾別せば軟水を得べし。

14. 水の成分及組成 Constituent and Composition of water.

(1) 水中に金屬ナトリウムを投ずるとは一種の氣體を發生す。



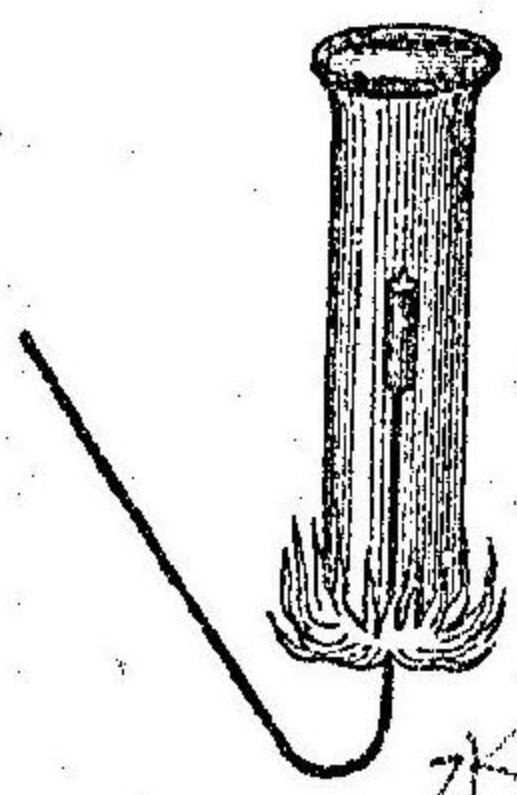
(9)



此の氣體を捕集するには第九圖に示せる装置を用ふるを便す硝子圓筒(或は試験管)(口に水を満たして水槽中に倒立し次に豆大のナトリウムを銅網(イ)に包み水槽に投ずれば直に水を分解して一の氣體は氣泡となりて盛に出づ之を前きに倒立せる圓筒の口に當て、その中に集む。

此の氣體を滿せる圓筒中に燭火を入るれば直に消滅

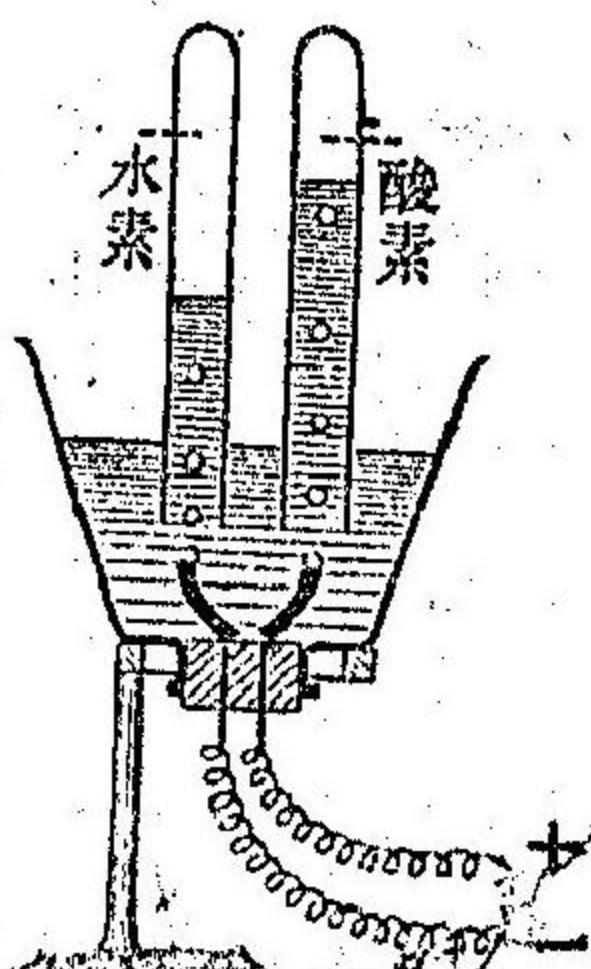
(10)



すれども筒口にて淡青色の焰を放つて燃ゆるを見る(第十圖を見よ)此の氣體を水素 Hydrogen と名く。而して残れる液(第九圖に於て)に赤色リトマス液を入るれば青色に變すべし。

(これ同時に苛性ソーダを生ずるによる)

(11)



(2) 水に少量の硫酸を加へて電流を通すれば兩電極の白金板より氣泡の發生するを見る(第十一圖)此の氣體を別々の管に集むるときは陰極より發する氣體の容積は陽極より發する氣體の容積の二倍に當るを認めんその容積の小なるものにマツチの餘燼を挿入すれば直に燃え出すを以てその氣體は酸素な

水. 定比例の定律

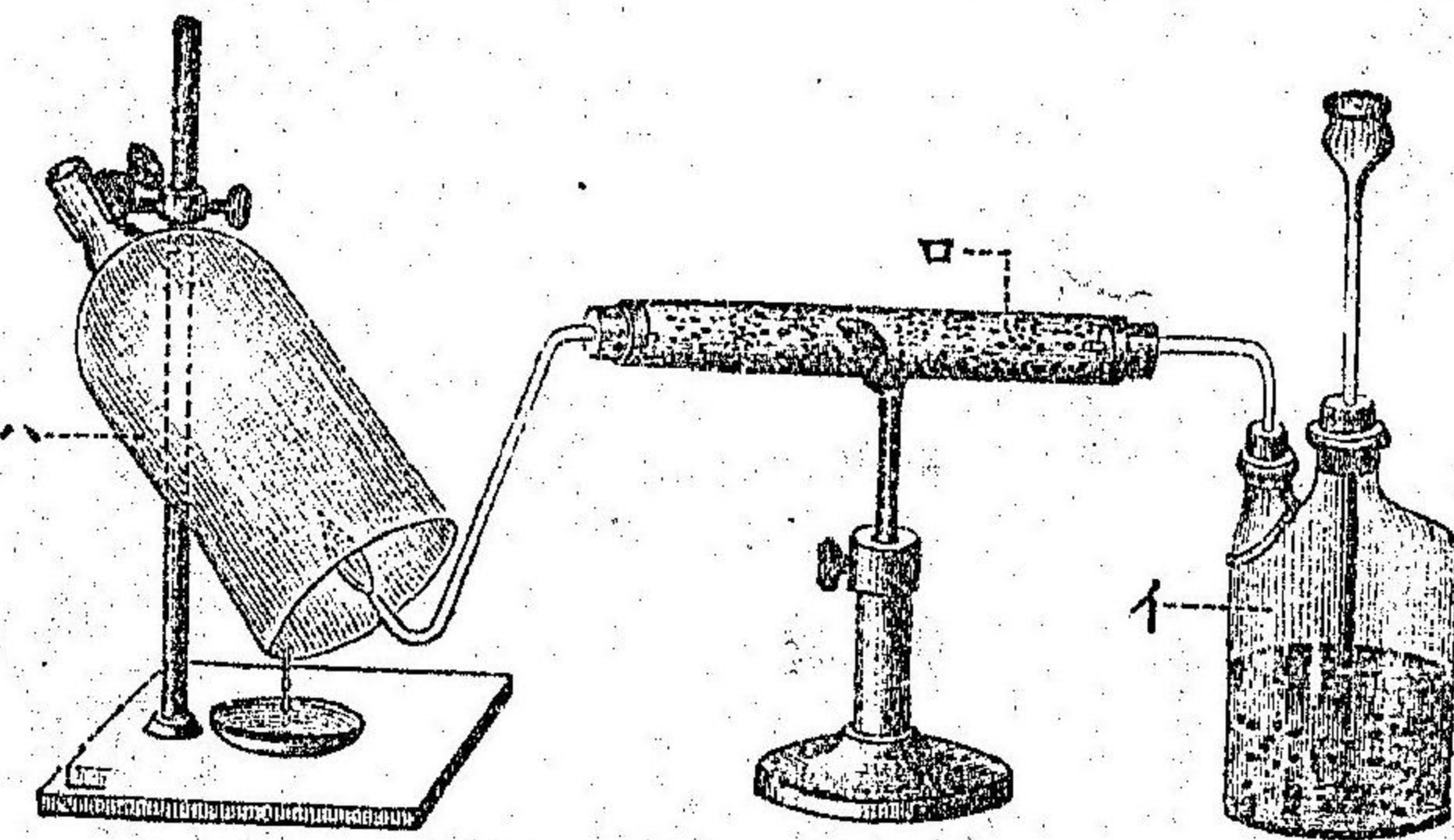
るを知り、他の大なる容積の氣體に點火するときは淡青色の焰を舉げて燃焼するが故に水素なるを檢せらる。

之れによりて水は水素二容積と酸素一容積とよりなれるを知るべし。

然れども上の實驗に於て水素酸素の容積上の割合が精密に二比一にならざることありこれは酸素の水素より多く水に溶解すること酸素が少量の他物質(過酸化水素、オゾンの如き水に溶け易き物質)に變じ水に溶解することによる。

(3) 逆に水素と酸素とを化合せしめば水を生ずべき

(12)



かを驗すべし  
今亞鉛に稀硫酸を注ぎて水素を製し(第十二圖(イ)瓶にて)

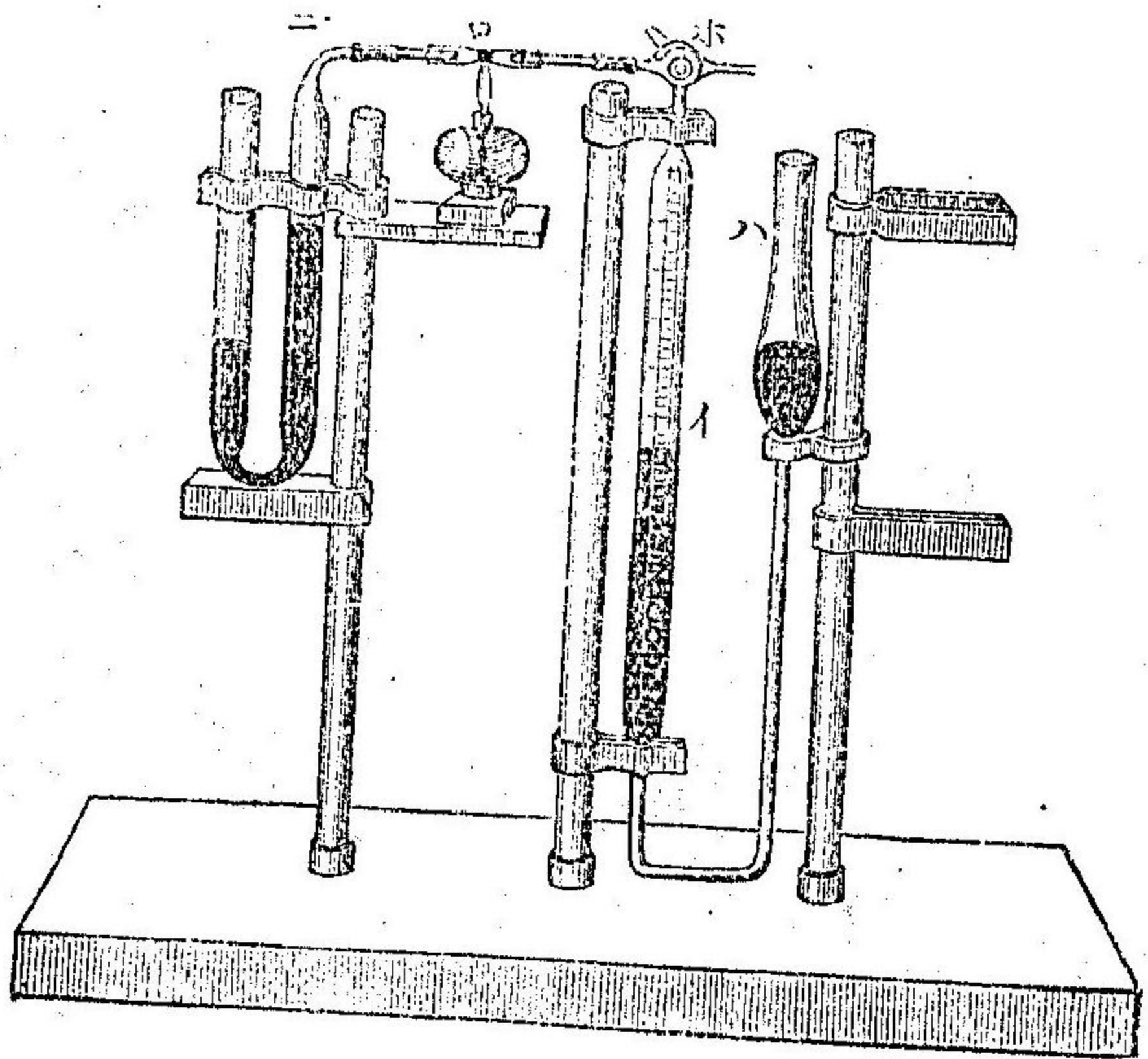
鹽化カルシウムを有する管((口)乾燥管 Drying tube)を通過せしめて之を乾かしたる後その導管の尖端に點火し冷かなる硝子鐘(ハ)にてその焰を蔽ふとき、  
水を生



じ暫くして水の滴下するを見るべしこれ水素が空気中の酸素と化合して水を造りたるによる。

(4) 檢氣器(第十三圖)の目盛管(イ)に水素と酸素とを二と一との容積上の割合(例へば 20 c. c. : 10 c. c.)に入れ水銀溜

(13)



(ハ)を上昇し此の混合氣を熱したる白金粉(ロ)の上を通過せしめば此處にて酸素及び水素は盡く化合して水を生じ(ニ)なる水銀管

内の内面に水滴の附着するを認めらる。

然れどもその水滴の量は甚だ小なり是れ下に述ぶるが如く 20 c. c. の水素と 10 c. c. の酸素と化合すれば 20 c. c. の水蒸氣を生じ此の水蒸氣が凝結すればその容積(即ち 20 c. c.)の約  $\frac{1}{1200}$  の水となるを以てなり 17 頁を参照せよ。

此實驗によりて見れば酸素は二倍の容積を有する水と化合する事を知る。

若し此の割合以外に兩氣體を混じ前と同様に熱したる白金粉上に送ればその何れか過量の氣體は化合せずにその儘残留するを見るべし。

(5) 水素一立の重量は 0.08986 瓦なるが故に酸素の水素に對する比重約 16 なり

(此の比重 =  $\frac{\text{酸素一立の重量}}{\text{水素一立の重量}} = \frac{1.4298}{0.08986} = 16$  約)

或氣體の比重(水素に對する) =  $\frac{\text{その氣體V容の重量}}{\text{水素V容の重量}} = \frac{\text{その氣體一容の重量}}{\text{水素一容の重量}}$   
故に水素一容の重量を一瓦とせば之と等しき體積(即ち一容)を占むる或氣體の重量(瓦單位)の数はその氣體の比重となるべし。即ち水素に對する或氣體の比重は水素一瓦と體積を同ふする其氣體の瓦の數に等し。(尙ほ比重に就ては第十二章を見よ)

依て水素一容の重量を 1 とすればその二容の重量は 2 となり酸素一容の重量は 16 となる故に重量上水素一瓦と酸素八瓦とにて九瓦の水を生ずべきを推知せらる

水素二容.....	2 瓦.....	1 瓦
酸素一容.....	16 瓦.....	8 瓦
水.....	18 瓦.....	9 瓦

質量不變の定律により水素及酸素の重量の和は水の量に等し故に水素 2 瓦と酸素 16 瓦と化合せば水 18 瓦 (2+16=18) を生ずる割合にして即ち水素一瓦と酸素八瓦と化合して水九瓦を生ずる割合なる。

此の重量上の關係は次の實驗によりて證せらる。

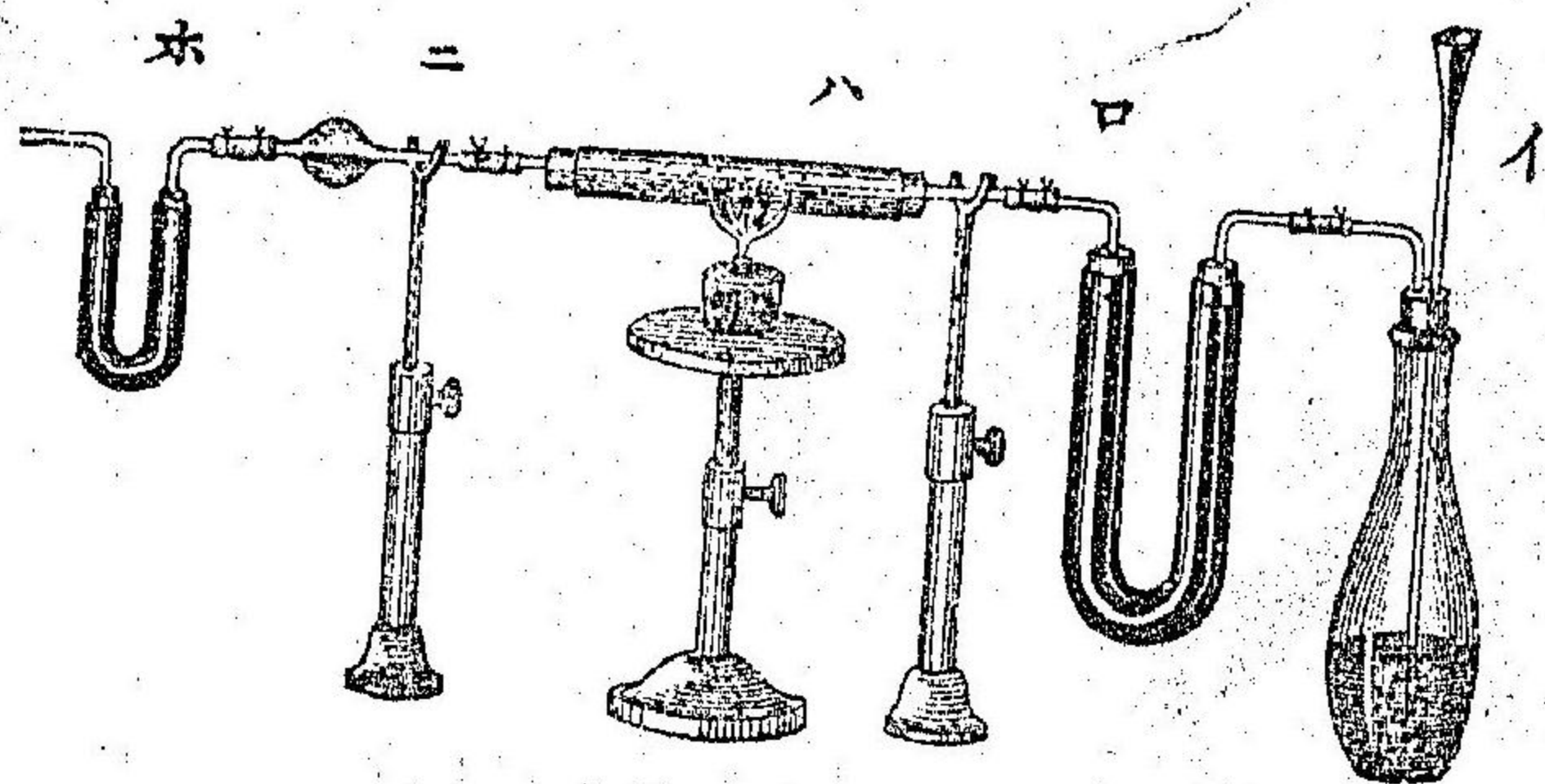
赤熱したる酸化銅の上に充分乾燥したる水素を通ずるときは水素は酸化銅を分解してその酸素と化合し水



を生じ銅を遊離すべし此くして生じたる水を悉く適當の受器に捕集してその重量を精密に秤り、又た酸化銅を有する管を實驗の前後に秤りて水を生ずるに要したる酸素の量を求め、之を水の量より減じて水素の量を知る時は水の重量上の組成(成分の割合)を定むるを得べし。

第十四圖は此の實驗の一斑を示すものにして(イ)は水素發生器

(14)



(ロ)は鹽化カルシウムを入れたる乾燥管(ハ)は酸化銅(黑色の小塊)を満したる管(ニ)は球を有する管(ホ)は鹽化カルシウムを入れたる乾燥管とす。今(イ)より出でたる水素は(ロ)を通りて乾かされ(ハ)に至れば強熱したる酸化銅と作用して之を酸素と銅とに分解しその酸素は直ちに水素と化合して水を造る此の水の多くは(ニ)球に集り残りは盡く(ホ)管に吸収せらる銅は(ハ)管の中に残留す

例へば實驗前(ハ)管の重量……………a 瓦  
 (ニ)及び(ホ)の重量の和……………b 瓦

さし實驗後(ハ)管の重量……………c 瓦  
 (ニ)及び(ホ)の重量の和……………d 瓦  
 とすれば次の關係あるを知る  
 (a-c)瓦……………水を造るに要せし酸素の量  
 (d-b)瓦……………上の酸素と水素との化合にて生じたる水の全量  
 即ち(a-c)瓦の酸素が水素と化合して(d-b)瓦の水を生ずべきなり此の實驗を數回行ひたる結果は(水を百として)次の如し

$$(a-c) : (d-b) :: 88.88 : 100.00$$

故に質量不變の定律により

$$100.00 - 88.88 = 11.12$$

11.12 瓦は此の水を造りたる水素の量なり即ち水 100 瓦は酸素 88.88 瓦と水素 11.12 瓦との化合よりなるべきを知る。次に此の實驗の一例を擧げん

實驗前(ハ)管の重量 即ち a=373.465 瓦  
 實驗後 " " 即ち c=363.284 瓦  
 實驗前(ニ)(ホ)管の重量即ち b=457.2653 瓦  
 實驗後 " " 即ち d=468.7178 瓦

の結果を得たりとすれば

$$a-c=373.465-363.284=10.181 \text{ 瓦は水素と化合せる酸素の重量}$$

$$d-b=468.7178-457.2653=11.4525 \text{ 瓦は生じたる水の重量}$$

依て水の百分の割合は

$$\text{酸素} \frac{10.181}{11.4525} \times 100 = 88.88 \quad \text{水素} 100 - 88.88 = 11.12$$

此の實驗の結果は

酸素 88.88 }  
 水素 11.12 } 水 100.00

即ち前に述べたる如く大略水素一瓦は酸素八瓦と化



合して九瓦の水を生すべき割合なり

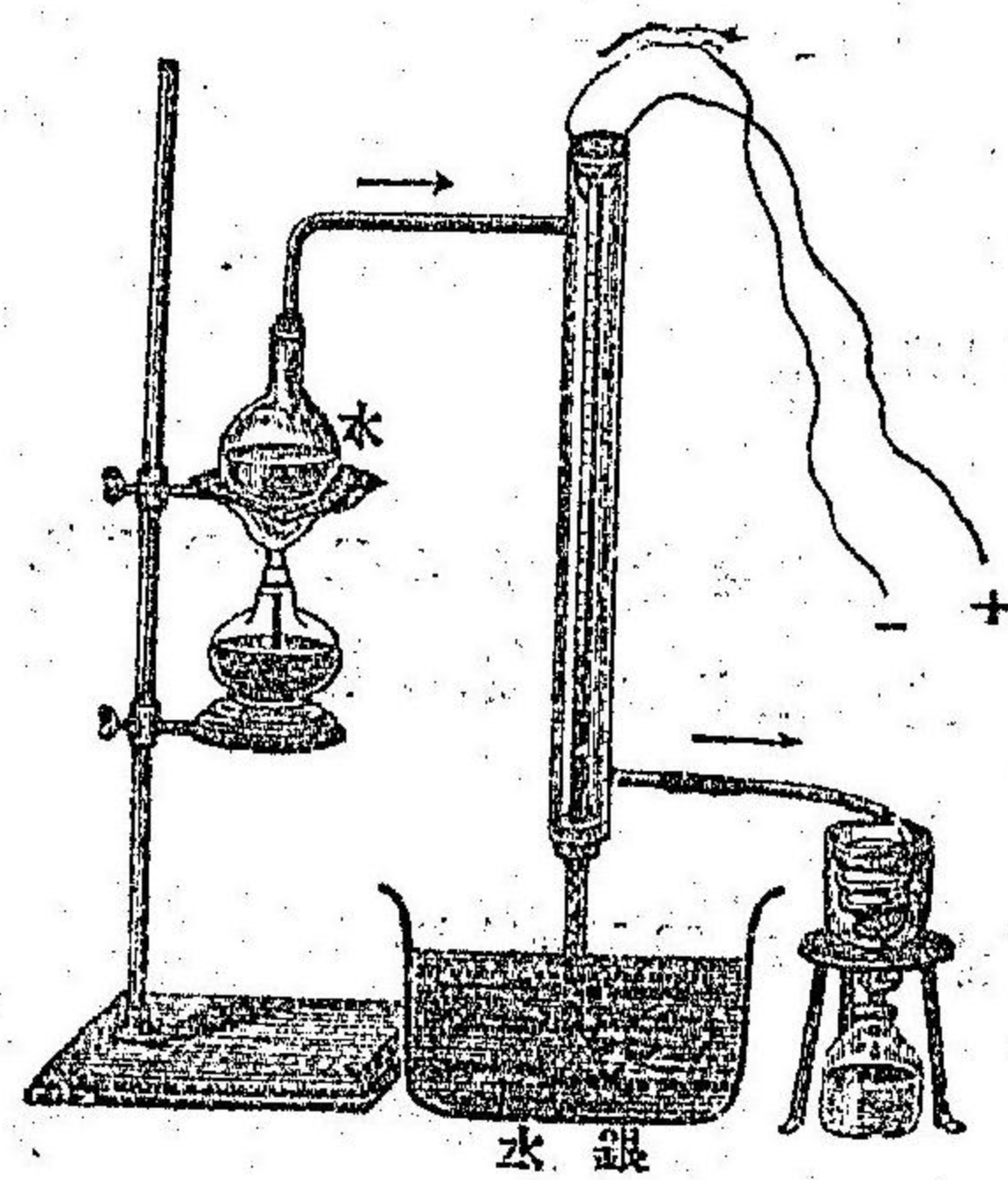
(11.12 : 88.88 : 100.00 = 1 : 8 : 9 約)

(6) 水蒸氣の水素に對する比重は略9 ならば水蒸氣の九瓦は水素一瓦と容積を等ふす故に生じたる水を水蒸氣となすときはその容積は此の水を生ずるに要したる水素の容積と同じきなり因て

水素二容は酸素一容と化合して水蒸氣二容を生すべきを知るべし

此の事は次の實驗によりて證明せらる。

(15)



第十五圖に示せる如くユデオメートル(Eudiometer)と稱する目盛りの硝子管に酸素と水素とを一容と二容との割合(例へば10c.c.: 20c.c.)に混じ之に電氣の火花を通ずるときは直に兩氣體は盡く化合して水(液體)を生じその體積著しく小となること前の檢氣器

のときと同様なり故に管中の水銀は殆んど全部を満たすを見る次にその管の周圍に水蒸氣を送りて之を百度以上に熱すれば水は氣化してその容積は始めの混合氣

の容積の三分の二即ち二容(20c.c.)となるを認めん。

15. 分析及び合成 Analysis and Synthesis 水を分解してその組成を知る如く分解により一物質の組成を知る方法を分析と稱し水素及酸素を化合せしめて水を得る如く成分よりその物質を生成する方法を合成と稱す此の二法は化學研究に必要なものなり。

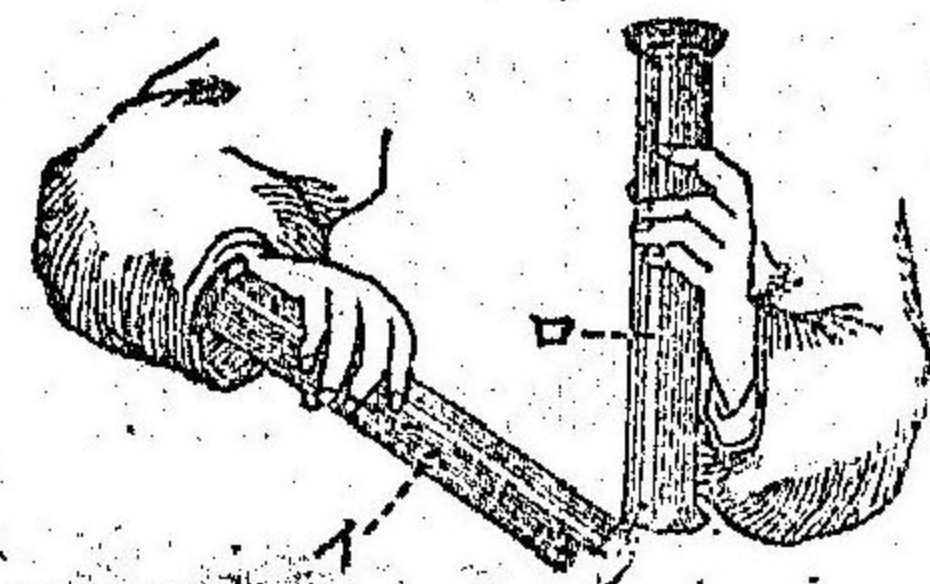
今時計の構造を検してその作用を知らんには先づ時計を分解して各部の關係を検し次で之を組立て、原形に覆せしむるを要す而して此等の分解と組立(即ち合成)とにより充分その時計の構造作用を知悉するを得るなり化學に於て物質の組成を研究するときも之に類似す

16. 水素 Hydrogen. (1) 水素は無味、無臭、無色の氣體にして種々の氣體中最も軽くその一立の重量は僅かに0.08986瓦なれば空氣の重さの  $\frac{1}{14.5}$  (大約)に過ぎず。

$\frac{\text{水素一立ノ重量}}{\text{空氣一立ノ重量}} = \frac{0.08986}{1.293} = \frac{1}{14.5}$  (約)

故に輕氣球 Balloon に水素を用ふることあり又た空氣中に水素を下より上に注ぐことを得べし

二箇の硝子筒を取りその一(イ)に水素を満たし他の空氣を滿したる筒(ロ)の下に支持すること第十六圖に示せる如くするときは水素は輕きにより上方に移り空氣は下方に來りて互に置換するを以て斯の後上方の筒に立てる筒にて水



くれば淡青燭を懸けてり又水



合して九瓦の水を生すべき割合なり

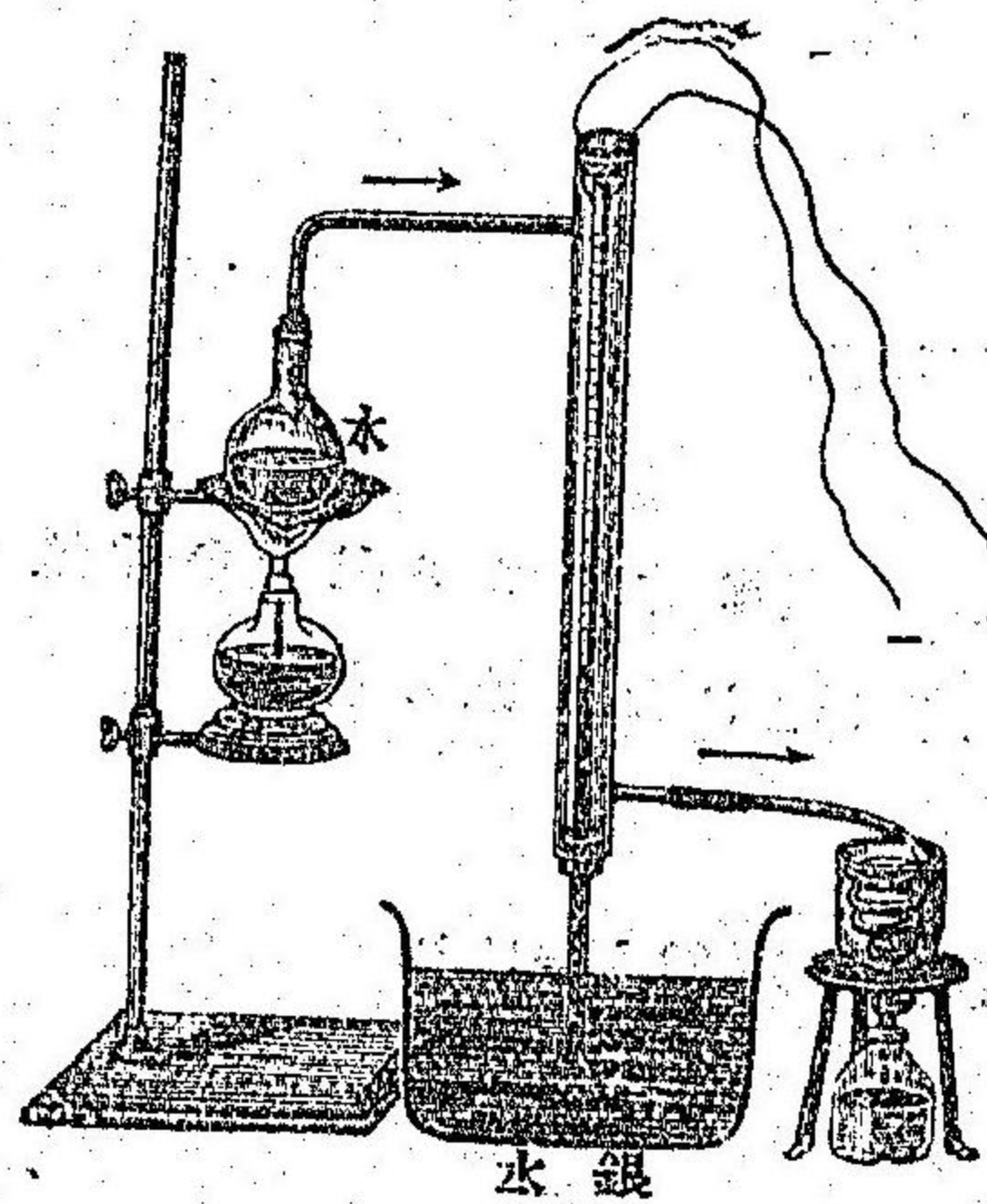
(11.12 : 88.88 : 100.00 = 1 : 8 : 9 約)

(6) 水蒸氣の水素に對する比重は略9 ならば水蒸氣の九瓦は水素一瓦と容積を等ふす故に生じたる水を水蒸氣となすときはその容積は此の水を生ずるに要したる水素の容積と同じきなり因て

水素二容は酸素一容と化合して水蒸氣二容を生すべきを知るべし

此の事は次の實驗によりて證明せらる。

(15)



第十五圖に示せる如くユデオメートル(Eudiometer)と稱する目盛りの硝子管に酸素と水素とを一容と二容との割合(例へば10 c.c. : 20 c.c.)に混じ之に電氣の火花を通ずるときは直に兩氣體は盡く化合して水(液體)を生じその體積著しく小となること前の檢氣器

のときと同様なり故に管中の水銀は殆んど全部を満たすを見る次にその管の周圍に水蒸氣を送りて之を百度以上に熱すれば水は氣化してその容積は始めの混合氣

の容積の三分の二即ち二容(20c.c.)となるを認めん。

15. 分析及び合成 Analysis and Synthesis 水を分解してその組成を知る如く分解により一物質の組成を知る方法を分析と稱し水素及酸素を化合せしめて水を得る如く成分よりその物質を生成する方法を合成と稱す此の二法は化學研究に必要なものなり。

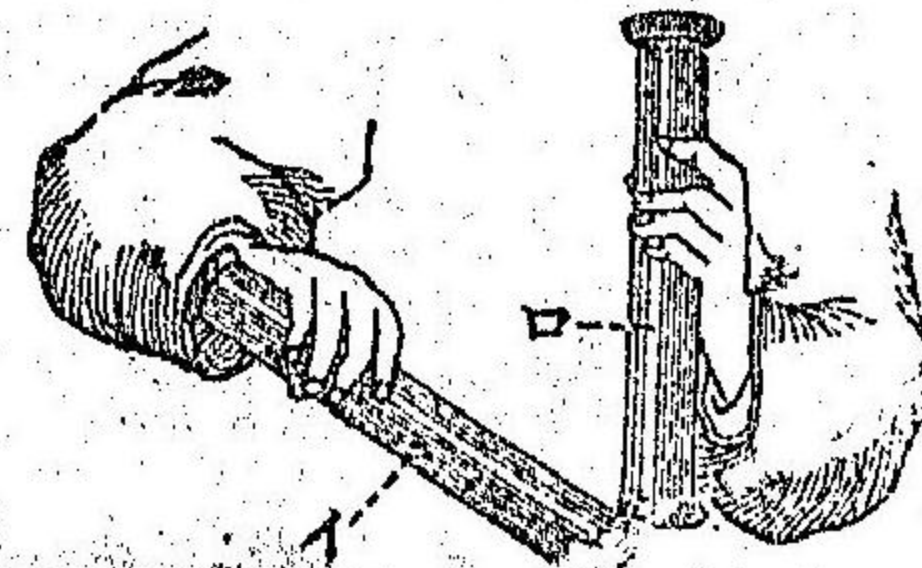
今時計の構造を検してその作用を知らんには先づ時計を分解して各部の關係を検し次で之を組立て、原形に覆せしむるを要す而して此等の分解と組立(即ち合成)とにより充分その時計の構造作用を知悉するを得るなり化學に於て物質の組成を研究するときも之に類似す

16. 水素 Hydrogen. (1) 水素は無味、無臭、無色の氣體にして種々の氣體中最も軽くその一立の重量は僅かに0.08986瓦なれば空氣の重さの  $\frac{1}{14.5}$  (大約)に過ぎず。

$$\frac{\text{水素一立ノ重量}}{\text{空氣一立ノ重量}} = \frac{0.08986}{1.293} = \frac{1}{14.5} \text{ (約)}$$

故に輕氣球 Balloon に水素を用ふることあり又た空氣中にて水素を下より上に注ぐことを得べし

二箇の硝子筒を取りその一(イ)に水素を満たし他の空氣を満したる筒(ロ)の下に支持すること第十六圖に示せる如くするときは水素は輕きにより上方に移り空氣は下方に來りて互に置換するを以て斯る後上方の筒に立てる筒にすれば淡青焰を顯けて



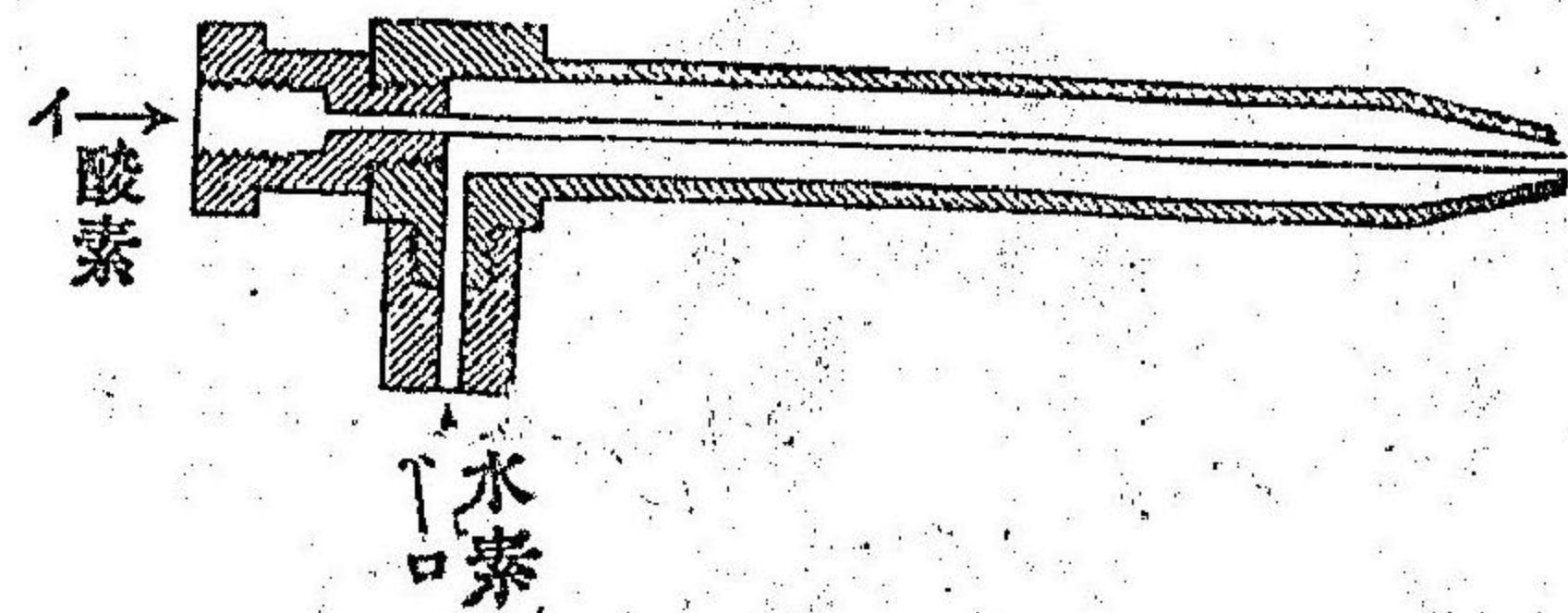
(16)



存在を認め得られ下方の筒には水素の存在せざるを檢せらる(燭火を近くも筒内の氣體は燃ゆることなくその空氣のみなることを知る)之によりて水素は上方に向く注ぐを得るものなるを證せらる

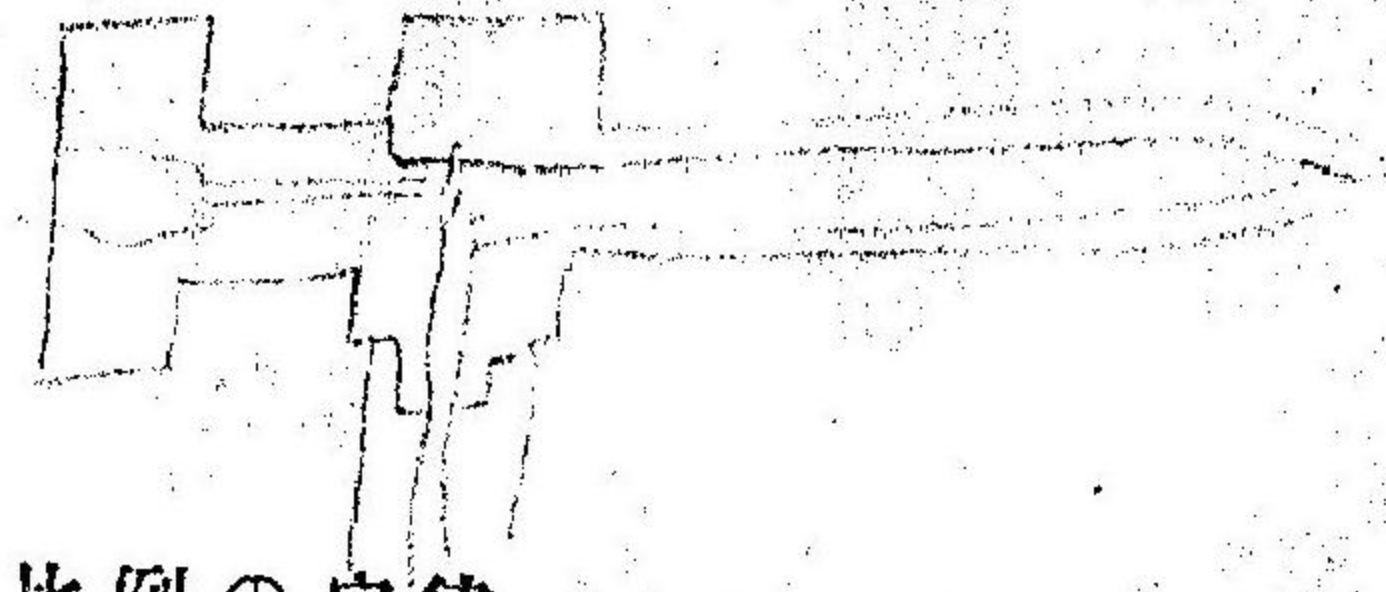
(2) 空氣を混じたる水素に火焰を近づければ烈しき音を發して燃へ水を生ず空氣の代りに酸素を用ひ殊に水を造る割合即ち酸素一容と水素二容との混合氣體に火焰を近づければ猛烈に爆鳴す故に此の混合氣體を爆鳴氣 Detonating gas と稱す。

(3) 水素は物體の燃焼を維持すること能はざるも空氣中にて自ら燃ゆるの性あり(第20頁第10圖を見よ)之れ空氣中の酸素と化合して水を造る際熱及光を發するによる水素の焰は光輝弱きも多量の熱を發生す殊に酸水素吹管 Oxyhydrogen blowpipe を用ひて水素と酸素とを水を生ずる割合に送出し之に點火すれば極めて高溫度を起さしむるを得べし此の焰を酸水素焰 Oxyhydrogen flame と稱し白金の如き熔融し難き物質(通常の焰にて)を熔融するに用ひ又た此の焰を石灰の如き不熔融の物質に吹き付けば燦然たる光輝を放つ



(17)

るに用ひ又た此の焰を石灰の如き不熔融の物質に吹き付けば燦然たる光輝を放つ



を見る此の光を<sup>グント</sup>幻燈に用ゆることあり所謂ドラモンド光 Drummond light 之れなり

酸水素吹管は第十七圖に示せる如きものにして二重の金屬製の管よりなりその下方の孔(口)より外側の管に水素を送り内側の管(イ)より酸素を送る然らば此の二氣體は尖端に於て混するが故に之に點火するときは爆發することなく高熱を發して燃ゆるなり

(4) 水素は水に溶解し難く攝氏零度に於て一立の<sup>八</sup>は僅かに 0.0215 立の水素を溶解し得るのみ水素は<sup>八</sup>に液化し難き氣體なれども近年に至り之を液體及<sup>八</sup>に變せしむるを得たり。

西曆 1898 年英人デュー(James Dewar) は 180 氣壓の<sup>八</sup>に於ける水素瓦斯を攝氏零下 205 度に冷却したる後その壓力を<sup>八</sup>に減じて之を液化せしめたり液態水素は無色透明にして<sup>八</sup>にて沸騰すその比重は水に對して僅かに 0.07 にして液體中最も輕きものなり。デューは尙ほ此の液態水素を 30 乃至 40 粒の<sup>八</sup>に於て急速に蒸發せしめて之を固體に凝固するを得たり。

### 第二節 定比例の定律

#### 17. 定比例の定律 Law of constant definite) proportion

第 23 頁に於て述べたる如く檢氣器により水素と酸素とを化合せしめて水を生ずると<sup>八</sup>初二氣體を如何なる割合に混するも常に水素二容 酸素一容との比即ち重量にては水素一瓦と酸素八瓦の比にて化合して水を造り過量に存在する氣體は<sup>八</sup>其儘に留するなり又水



素と酸素とを化合せしめて生じたる水は赤熱したる酸化銅の上に水素を通じて生じたる水(此の時の水素と酸素との化合の重量上の割合は 1:8 なり)と性質全く同一にして同物質なるを知るべし之により水素と酸素とが化合して水を生ずるときはその生成の方法如何なるも成分の割合(即ち組成)常に一定し且生成物(水)も成分と一定の比をなすなり。

此の如き事實は何れの物質の生成に於ても見る所にして一般に

數種の物質互に作用して新物質を生ずるときは關與する各物質の重量上の割合は一定不変なり

此の事實を定比例の定律と稱し頗る重要な律なり

此の定律は前の質量不變の定律と同じく幾多の實驗を経て知り得たるものにして何故に斯の如く都合よき關係あるかの理由は全く之を知る能はざるなり

2:1  
1:8

### 第三章 化學的變化、化合物、單體、元素

18. 物質の變化 Change of Substance. 宇宙間に起る變化を大別して二種となすを得べし物體の實質に變化を及ぼさざるものと及ぼすものとこれなり、前者を物理的變化 Physical Change と稱し後者を化學的變化 Chemical Change と稱す。

例へば地球の公轉する變化は只だ地球が太陽に對する位置を變ずるに止まり、鐘を敲けば振動して音を發するも此の振動の爲めに鐘の實質に變化を來たさず、白金板を強く熱すれば遂に光を放つに至るも之が爲めに白金が他の物質に變せず、軟鐵片を磁場内に置くときは磁性を感受するも之を磁場外に出せば此の性を失ふ即ち軟鐵は磁場の内外にありても其の實質には何等の變化を認めず、又水を攝氏百度に熱すれば水蒸氣に變ずるも之を百度以下に冷却すれば水に復するを得水の實質(水素と酸素との化合物たること)には何等の變化なし、要するに以上の諸變化は皆物理的變化なり。

然れども次の變化は何れもその實質に變化を來たすものにして化學的變化なり。

(1) 水素を酸素中に於て燃やして水を生ずる變化



- (2) 鐵の濕氣中にて錆びて赤粉狀の物體となる變化。
  - (3) 炭が空氣中にて燃焼して炭酸瓦斯を生ずる變化。
  - (4) 酸化水銀を熱して酸素及び水銀を生ずる變化。
  - (5) 水中にナトリウムを投じて水素を發生する變化。
- 即ち化合及び分解は化學的變化なり。

物理的及び化學的の變化は相關聯して起ること少く  
とせず例へば水素と酸素と作用して水を生ずるとき先  
づ水蒸氣となり次に冷却して液體の水となるが如きこ  
れなり。

物理學 Physics は物理的變化に就て講じ化學 Chemistry  
は物質の化學的變化に就て究むる學なり即ち此等の二  
學は相提携して宇宙間の變化を研究するものなり。

物質の變化を講ずるには先づ物質の性質 (Property) を知らざる  
べからず例へば水素と酸素と化合して水を生ずる變化に於て水が  
水素及び酸素の何れよりも異なる物質なるを知らんには此等の  
三物質の性質を知りてその全く相異なることを解せざるべからず  
故に化學に於て物質の性質を講ずることは極めて必要なり且その  
性質を利用して種々の利益を得ること多し而して此の性質を知る  
には實驗 (Experiment) に由るの外なし

19. 化合物 Compound, 單體 Simple substance 物質を大  
別して二種となすを得化合物及び單體是れなり。

(a) 化合物 とは數種の物質の化合によりて生じた  
る物質或は數種の物質に分解せられ得べき物質なり。

- 例. (1) 水(水素と酸素と化合して生ず),  
(2) 炭酸瓦斯(炭と酸素と化合して生ず),  
(3) 酸化水銀(酸素と水銀とに分解するを得)

(b) 單體 とは數種の物質より合成するを得ず或は  
數種の物質に分解するを得ざる物質にして即ち化合物  
にあらざる物質なり。

例. 酸素, 水素, 炭, 鐵, 金

茲に合成はその物質のみを造るを云ふ例へば二種若くは二種  
以上の物質が化合して水素のみを造るを得ず然るに水素は亞鉛及  
び硫酸なる二種の物質の作用によりて生ずるなり然れども此の際  
硫酸亞鉛と稱する物質をも同時に生ずるが故に亞鉛及び硫酸より  
水素を合成したるにあらず之を以て水素は單體なり

現今承認せらるゝ單體の數は凡そ九十許に過ぎずそ  
の他の數多の物質は悉く化合物なり而して單體と稱せ  
らるゝものも今後化合物なるを證せらるゝことあるや  
も計られず。

便利上單體を大別して金屬 (metal) 及び非金屬 (non-metal  
又は metalloid) との二種となす

金屬單體は金銀銅鐵の如きものにして非金屬單體は  
酸素窒素等の如きものなり。

20. 混合物 Mixture. 數種の物質相集合して諸部分均  
一となるものを混合物と稱す。

諸物質を混合して混合物を造るときは熱の發生若く



は吸収することなく又容積の増減なし例へば水素一立に酸素一立を混すれば二立の混合氣體を得熱の發生吸收なし又硫黄に鐵粉を混和するも熱の發生吸收することなし。

混合物は之を造る各成分の性質を具備す即ち水素と酸素との混合氣體は水素の性質と酸素の性質とを有すべく硫黄と鐵粉との混合物は此の兩者の性質を有すべし故に之を利用して混合物をその成分に分離すること容易なり例へば硫黄粉と鐵粉との混合物をその成分に分離するには此の混合物中に磁石を入れるべし然らば鐵粉は磁石に吸引せらるれども硫黄粉は吸引せられざれば此の兩者を分離するを得べし即ち混合物を分離するには機械的(物理的)方法にて可なり。

然るに化合物にありてはその生成には一般に熱の發生若くは吸收あり又容積の變化することもあり例へば水素と酸素と化合して水を造るとき熱を發生し容積を減することは已に知る所なり又鐵と硫黄とが化合して硫化鐵を生ずる際多量の熱を發出するを見るべし化合物はその成分と全く異なる性質を有す故に之をその成分に分離するには化學的に分解するを要す。

空氣も混合物なりその證は次の如し

(1) 酸素、窒素等を空氣中に存在せる割合に集合するときは溫度及

び容積の變化なくして空氣と同一の性質を有するものを得。

(2) 空氣は酸素、窒素等各成分の性質を具備す。

(3) 窒素は酸素よりも水に溶け難きものなれば、窒素と酸素とを一定の割合に混じ之を水中に通じて得たる液を熱して溶解せる氣體を逐ひ出し、その中にある酸素と窒素との量を檢するときは酸素の割合は初めのときよりも大なるべきなり此の事實は空氣に於て見る所なり即ち空氣を水中に溶解したるものより得たる酸素と窒素との割合(體積上)は1:1.9なり(空氣中の酸素と窒素との割合は約1:4なり)

21. 元素 (Element. 水は水素と酸素との化合により生ずるものなれば水の中には水素及び酸素の兩單體の存在し居らざるは勿論なり若し兩單體が存在し居るならば水は此等兩單體の混合物にして化合物にあらず化合物たる以上は水は全く別種の物質にして水素及び酸素を有することなきは明かなり然るに水を分解すれば水素及び酸素の兩單體を得るのみにて他の物質を生ぜざるなり此の事實を表はすには水の中には水素及び酸素の兩單體を生じ得べきものを有すとせば可なり之を元素と名く即ち此等の兩單體が互に化合するときは各元素となりて水を造り分解の際此の水素元素が水素單體となり、酸素元素が酸素單體となりて出づるものと考ふるを便とす同様に種々の單體が化合するときは各單體中の元素が化合物中に移るものとするを至當とす故に元素は單體及びその化合物に共通なり



例へば水素單體及び水に共通なる元素を水素元素と名け、酸素元素は酸素單體及び水に共通なる元素なり。

元素は物質にあらずその如何なる状態となりて單體或は化合物中に存在し居るやは全く知るを得ざるなり

單體は一種の元素を有し化合物は二種若くは二種以上の元素を有す而して此等の元素をその化合物の成分と云ふ

22. 同素體 Allotrope. 金剛石、石墨及び炭は皆單體にして異なる性質を有するもの即ち別種の單體なるも互に變遷せしむるを得(第二編炭素の部を見よ)又此等の單體は酸素と化合し何れも酸化物なる炭酸瓦斯のみを生ず故に此等異種の單體は同一元素を有するを知るべし此の元素を炭素(Carbon)と名く。此の如く同一の元素を有する異種の單體を同素體と云ふ之により單體と元素とを區別する必要を感すべし然れども特別の場合の外煩を避くる爲め一々酸素單體、酸素元素と云ふことなく單に酸素と稱するもその單體を指すか或は元素を指すかは自ら明白なり。

現今承認せらるゝ元素の數は八十にして勿論單體の數より小なり(元素の名稱は元素の符號の條を見よ)

23. 金屬元素 Metallic element 及び非金屬元素 Non-metallic element

便利の爲め元素を金屬及非金屬の二種に大別す金屬元素とは金銀銅鐵等の如き金屬單體の中にある元素を云ひ、その數凡そ五十有餘なり。非金屬元素は酸素、窒素、磷、炭素の如く金屬元素にあらざるものを云ふ。

24. 元素の不生不滅 Persistence of element 前に述べし如く元素は單體及びその化合物に共通なるものなれば如何なる化學變化起るも諸元素は所在を變ずるのみにして決して消滅することなきなり。例へば水素及酸素が相化合して水を生ずるときは此等兩單體は消滅したるも元素としては何れも水中に存するものなり。

此の如く如何なる變化を受くるも元素は決して増減することなく適當なる方法を施せば再び單體若くは他の化合物として現出せしむるを得べし

又たある物質よりその中に存在せざる異種の元素を含有する單體を遊離(化合物より單體を誘出することを單體を遊離せしむと稱す)せしむることを得ず又たある單體を之と異なる元素を有する單體に變せしむることを得ざるべし。往古劣等の金屬より黄金を造り出さんと企てたるものあれども何れも徒勞に歸したりしは當然のことなり。

此の事徒勞に歸したりしも種々の實驗をなし今日の化學の基礎を築きたる功は没すべからざるものなり

new! new!



化合物を分解するときはその中にある元素は単體となりて出づべきが故に化合物に存在する或元素の量はその元素が盡く單體となりしときの量に等しきなり従て單體の量はその中に存在する元素の量に等しく化合物の量はその成分元素の量の和に等し例へば水の重量はその中に存在する水素元素及び酸素元素の量の和に等し故に如何なる化學的變化起るも各元素は消滅することなく同一元素の量も増減することなきなり。此の事は頗る必要なるものにして之を元素の不生不滅と云ふ。

要するに元素の不生不滅と云ふことは元素なるものを考出せしときに當然來るべき結果なり

如何なる化學的變化を経るも元素の量は不變なるを以て元素よりなれる物質の質量は決して變することなきや勿論なり故に或る化學變化に於て元素の不生不滅を證すれば質量の不變なるべきを知らる

此の事は化學方程式を造るときに應用せらる

25. 化學的變化 物質中の元素に異動あればその實質は全く變するものなり例へば甲乙二元素よりなる物質に於て變化ありて甲丙二元素を有する物質となれば前後の物質の性質を變じ實質全く異なるものとなるなり即ち元素の所在を變ずる變化は化學的變化にして元素の所在に變化を及ぼさざるものは物理的變化なり。

化學的變化は諸元素の所在を變ずるものなればその

變遷の有様を研究すればその化學的變化を知悉することを得べし。

29. (定組成の定律 Law of Constant Composition 定比例の定律によれば諸物質は一定の割合にて化合して化合物を造るが故にその化合物中に存在する各元素の量の割合も一定不變なるべきなり而して物質の成分の割合をその組成 Composition と云ふにより定比例の定律は次の如く云ふを得べし。

物質の組成は一定なり。

故に之を一に定組成の定律とも云ふ

物質は各特殊の組成を有するを以て組成にてその物質を云ひ現はすを得べし例へば水は水素1量と酸素8量との組成を有する化合物にして炭酸瓦斯は酸素32量と炭素12量との組成を有する物質なりと云ふが如し。



## 第四章 物質の化學式

27. 元素の符號 Symbols of elements. 第36頁に於て述べし如く單體は一種の元素を有し化合物は二種以上の元素を有するが故に各元素の符號を造り此の符號を以て單體及び化合物を顯はせば頗る便なり。

元素の符號にはその元素のラテン語の首字を用ゆ。例へば酸素のラテン語は Oxygenium ならばその首字 O を酸素元素の符號となす又た Hydrogenium は水素のラテン語ならばその首字 H を水素の符號とするが如し然れども同一の首字を有する元素數多あり此のときはそのラテン語中の一字を適宜に首字に添へて區別す例へば

炭素	Carboneum C	鹽素	Chlorum Cl
カルシウム	Calcium Ca	クロム	Chromium Cr
銅	Cuprum Cu	カドミウム	Cadmium Cd

此等元素の符號は各元素の名稱を顯はすのみに止まらず又たその一定の重量を示すものなり。第十四章第二節原子量の條下に於て述ぶるが如く此等の元素が變化をなすにはその一定の重量若くはその倍數の割合を以てす例へば酸素は16若くは16の二倍三倍等にて他の元素の一定量(若くはその倍數)と化合するが如し。

此等の一定量をその元素の原子量 (Atomic weight) と稱

す即ち元素の符號はその元素及びその原子量を示すものなり。

次に元素の名稱符號及び原子量を表記す表中\*を付したるものは重要な元素なり

(便宜上重要な元素の原子量の近似數を附記す)

日本名	ラテン名	符號	原子量 O=16	近似數
*水素	Hydrogenium	H	1.008	1
へりうむ	Helium	He	4.0	
りちうむ	Lithium	Li	7.03	7
べりりうむ	Berillium	Be	9.1	
*硼素	Borum	B	11.0	11
炭素	Carboneum	C	12.00	12
窒素	Nitrogenium	N	14.01	14
酸素	Oxygenium	O	16.00	16
*フッ素	Fluorum	F	19.0	19
ねおん	Neon	Ne	20	
なとりうむ	Natrium	Na	23.05	23
*まぐねしうむ	Magnesium	Mg	24.36	24
あるみにうむ	Aluminium	Al	27.1	27
*ケイ素	Silicium	Si	28.4	28
*リン	Phosphor	P	31.0	
*硫黄	Sulfur	S	32.06	



日本名	ラテン名	符號	原子量 O=16	量 近似數
* 鹽素	Chlorum	Cl	35.45	35.5
* かりうむ	Kalium	K	39.15	39
あるごん	Argon	A	39.9	
* かるじうむ	Calcium	Ca	40.1	40
すかんぢうむ	Scandium	Sc	44.1	
ちたん	Titanium	Ti	48.1	
わなぢん	Vanadium	V	51.2	
* くらむ	Chromium	Cr	52.1	52
* まんがん	Manganum	Mn	55.0	55
* 鐵	Ferrum	Fe	55.9	56
* にっける	Niccolum	Ni	58.7	59
* こばると	Cobaltum	Co	59.0	59
* 銅	Cuprum	Cu	63.6	63.5
* 亜鉛	Zincum	Zn	65.4	65
がりうむ	Gallium	Ga	70.0	
げるまにうむ	Germanium	Ge	72.5	
* 砒素	Arsenicum	As	75.0	75
せれん	Selenium	Se	79.2	
* 臭素	Bromum	Br	79.96	80
くりぶとん	Krypton	Kr	81.8	
るびじうむ	Rubidium	Rb	85.5	

日本名	ラテン名	符號	原子量 O=16	量 近似數
* すどろんしうむ	Strontium	Sr	87.6	88
いとりうむ	Yttrium	Y	89.0	
じるこにうむ	Zirconium	Zr	90.6	
におぶ	Niobium	Nb	94.	
もりぶでん	Molybdenum	Mo	96.0	
るてにうむ	Ruthenium	Ru	101.7	
ろぢうむ	Rhodium	Rh	103.0	
ぱらぢうむ	Palladium	Pd	106.5	
* 銀	Argentum	Ag	107.93	108
* かごみうむ	Cadmium	Cd	112.4	112
いんぢうむ	Indium	In	115.	
* 錫	Stannum	Sn	119.0	119
* あんちもん	Stibium	Sb	120.2	120
* 沃素	Iodium	I	126.97	127
てるる	Tellurium	Te	127.6	
くせのん	Xenon	Xe	128.	
せじうむ	Cæsium	Cs	132.9	
* ぱりうむ	Barium	Ba	137.4	137
らんたん	Lanthanum	La	138.9	
せる	Cerium	Ce	140.95	
ぶらせおぢむ	Praseodymium	Pr	140.	



日本名	ラテン名	符號	原子量 O=16	量 近似數
ねおちむ	Neodymium	Nd	143.6	
さまりうむ	Samarium	Sa	150.3	
ゆーろびうむ	Europium	Eu	152.	
がごりにうむ	Gadolinium	Gd	156.	
てるびうむ	Terbium	Tb	159.2	
ぢすぶろしうむ	Dysprosium	Dy	162.5	
ねるびうむ	Erbium	Er	166.	
つりうむ	Thulium	Tu	171.	
いてるびうむ	Ytterbium	Yb	173.0	
たんたる	Tantalum	Ta	181.	
をるふらむ	Wolframium	W	184.0	
おすみうむ	Osmium	Os	191.0	
いりぢうむ	Iridium	Ir	193.0	
* 白金	Platinum	Pt	194.8	195
* 金	Aurum	AsU	197.2	197
* 水銀	Hydrargyrum	Hg	200.0	200
たりうむ	Thallium	Tl	204.1	
* 鉛	Plumbum	Pb	206.9	207
* 蒼鉛	Bismutum	Bi	208.0	208
らぢうむ	ium	Ra	225.	
りうむ	orium	Th	232.5	
うむ	ranium	U	238.5	

28. 物質の化學式 Chemical formula of Substance.

(a) 單體の化學式. 單體は一種の元素よりなれるを以て之を示すに元素の符號を用ふ之をその單體の化學式と稱す。

酸素單體の化學式	O	水素單體の化學式	H
水銀單體の	Hg	炭素單體の	C
硫黄	S	銅	Cu
鹽素	Cl	鐵	Fe

(b) 化合物の化學式. 化合物は二種以上の元素より成れる物質なるを示すにはその成分元素の符號を併列するなり之をその化合物の化學式と稱す。

(例). 酸化水銀(酸素と水銀との化合物)の化學式は OHg  
 硫化鐵(硫黄と鐵との化合物)の化學式は SFe  
 酸化銅(酸素及び銅元素を有す)の化學式は OCu  
 鹽化加里(鹽素とカリウムとの化合物)の化學式は ClK

化合物の化學式は 各元素の割合を示す。

例へば前例に於て

酸素 O = 16	鐵 Fe = 56
水銀 Hg = 200	硫黄 S = 32
酸化水銀 OHg = 16 + 200 = 216	硫化鐵 SFe = 32 + 56 = 88



酸素 O = 16  
銅 Cu = 63.5

鹽素 Cl = 35.5  
カリウム K = 39

酸化銅  $OCu = 16 + 63.5 = 79.5$

鹽化加里  $ClK = 35.5 + 39 = 74.5$

即ち OHg は酸素の重量 16 と水銀の重量 200 との割合よりなれる酸化水銀の重量 216 を示し, SFe は硫黄の 32 量と鐵の 56 量との割合よりなれる硫化鐵の 88 量を示し, OCu は酸素 16 量と銅 63.5 量との割合よりなれる酸化銅の 79.5 量を示し ClK は鹽素の 35.5 量とカリウムの 39 量との割合よりなれる鹽化加里の 74.5 量を示す。

此の如く化合物の成分元素の重量上の割合がその各元素の原子量の割合なるときは成分元素の符號を併置してその化合物の化學式となすを得べきも成分元素の重量上の割合が各元素の原子量の倍數の割合なることあり此の場合にはその元素の符號の右側下方に小數字を附記してその原子量の倍數を示し以てその化合物の化學式を造るなり。

[例] 水の成分の割合は水素二原子量に就き酸素一原子量なり故に水の化學式は  $H_2O$ 。

炭酸瓦斯の成分の割合は炭素一原子量に就き酸素二原子量なり故にその化學式は  $CO_2$ 。

五酸化磷の成分の割合は磷二原子量に就き酸素五原子量なり故にその化學式は  $P_2O_5$ 。

鹽化加里の成分の割合はカリウム一原子量に就き鹽素一原子量酸素三原子量なり故にその化學式は  $KClO_3$ 。

化合物の化學式に於てその元素の符號の位置を變するも可なり。

[例] 酸化水銀の化學式は OHg 或は HgO

硫化鐵……………SFe 或は FeS

水…………… $H_2O$  或は  $OH_2$

炭酸瓦斯…………… $CO_2$  或は  $O_2C$

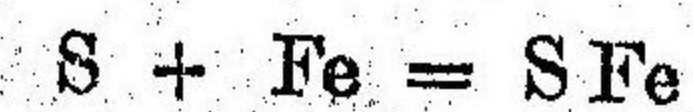
鹽化加里…………… $KClO_3$  或は  $ClO_3K$

總て化合物の組成(即ち成分の割合)は一定なり(定組成の定律、第 39 頁を見よ)故に化合物の化學式はその化合物に特有のものなれば化學式によりてその化合物を示すを得べし。

若し化合物の成分の割合一定し居らざれば化學式によりてその化合物を示すを得ず故に定組成の定律(從て定比例の定律)は重要なを知るべし。

29. 化學方程式 Chemical equation. 諸物質の化學式を用ひてその間に起る化學的變化を示すを得べし之を化學方程式と云ふ。

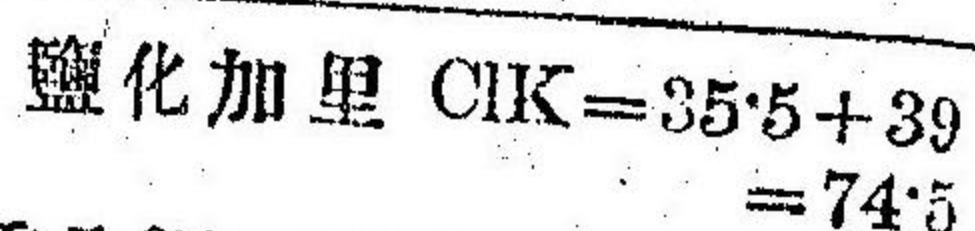
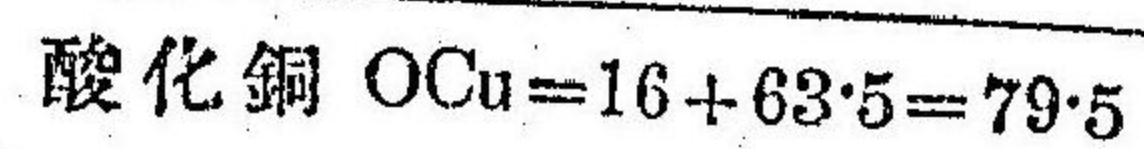
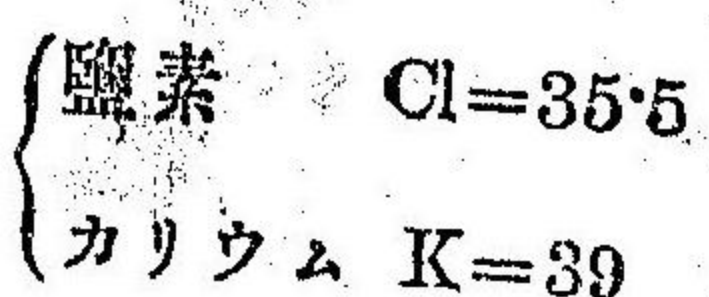
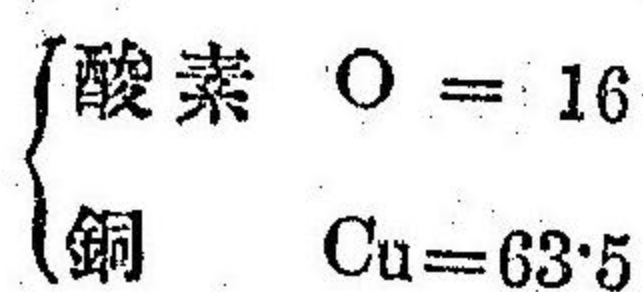
[例] (1) 硫黄(S)と鐵(Fe)とより硫化鐵(SFe)を生ずる變化は



の方程式にて示すを得べし。

[例] (2) 酸化水銀(OHg)を分解して酸素(O)と水銀(Hg)とを生ずる變化の方程式は





即ち OHg は酸素の重量 16 と水銀の重量 200 との割合よりなれる酸化水銀の重量 216 を示し, SFe は硫黄の 32 量と鉄の 56 量との割合よりなれる硫化鐵の 88 量を示し, OCu は酸素 16 量と銅 63.5 量との割合よりなれる酸化銅の 79.5 量を示し ClK は鹽素の 35.5 量とカリウムの 39 量との割合よりなれる鹽化加里の 74.5 量を示す。

此の如く化合物の成分元素の重量上の割合がその各元素の原子量の割合なるときは成分元素の符號を併置してその化合物の化學式となすを得べきも成分元素の重量上の割合が各元素の原子量の倍數の割合なることあり此の場合にはその元素の符號の右側下方に小數字を附記してその原子量の倍數を示し以てその化合物の化學式を造るなり。

[例] 水の成分の割合は水素二原子量に就き酸素一原子量なり故に水の化學式は  $H_2O$ 。

炭酸瓦斯の成分の割合は炭素一原子量に就き酸素二原子量なり故にその化學式は  $CO_2$ 。

五酸化磷の成分の割合は磷二原子量に就き酸素五原子量なり故にその化學式は  $P_2O_5$ 。

鹽化加里の成分の割合はカリウム一原子量に就き鹽素一原子量酸素三原子量なり故にその化學式は  $KClO_3$ 。

化合物の化學式に於てその元素の符號の位置を變ずるも可なり。

[例] 酸化水銀の化學式は OHg 或は HgO

硫化鐵……………SFe 或は FeS

水…………… $H_2O$  或は  $OH_2$

炭酸瓦斯…………… $CO_2$  或は  $O_2C$

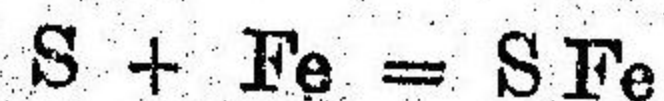
鹽化加里…………… $KClO_3$  或は  $ClO_3K$

總て化合物の組成(即ち成分の割合)は一定なり(定組成の定律,第39頁を見よ)故に化合物の化學式はその化合物に特有のものなれば化學式によりてその化合物を示すを得べし。

若し化合物の成分の割合一定し居らざれば化學式によりてその化合物を示すを得ず故に定組成の定律(從て定比例の定律)は重要なを知るべし。

29. 化學方程式 Chemical equation. 諸物質の化學式を用ひてその間に起る化學的變化を示すを得べし之を化學方程式と云ふ。

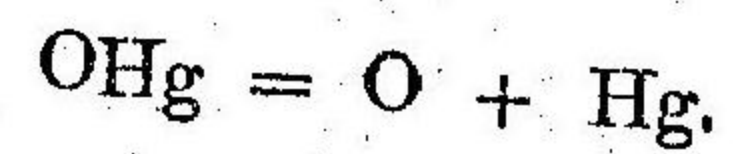
[例] (1) 硫黄(S)と鐵(Fe)とより硫化鐵(SFe)を生ずる變化は



の方程式にて示すを得べし。

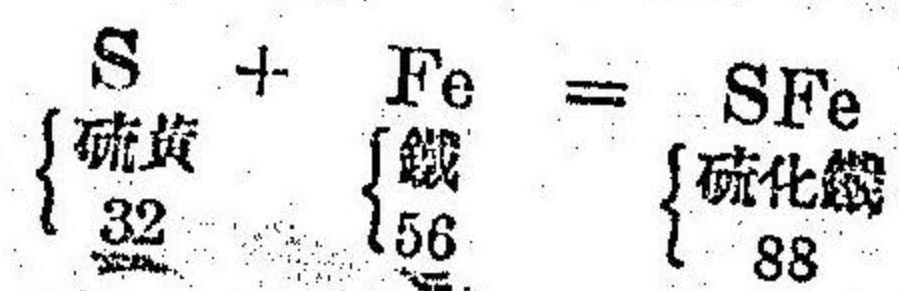
[例] (2) 酸化水銀(OHg)を分解して酸素(O)と水銀(Hg)とを生ずる變化の方程式は





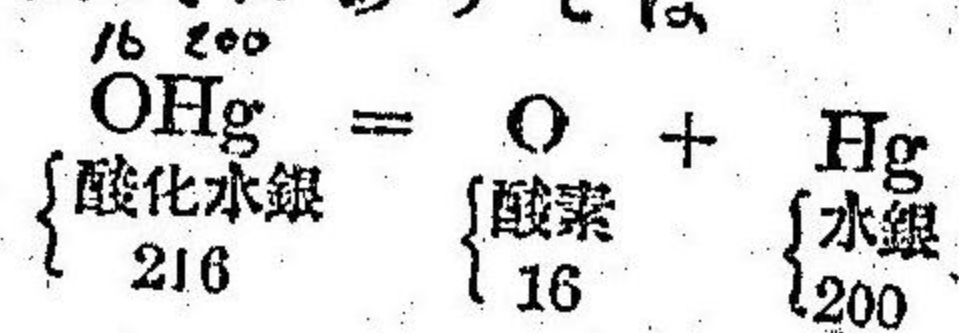
以上の方程式に於て等號(=)の左方にあるものは變化前の物質を示しその右方にあるものは變化後に生じたる物質を表はす、而して各物質の化學式はその物質の重量を示し、等號は變化の前後に於ける同一元素の数の同一なること(即ち元素の不生不滅なること)及び變化の前後に於ける物質の總重量が相等しきこと(即ち質量不滅なること)を表はすなり。

例へば前例の(1)の方程式は



即ち硫黄32量が鐵56量と化合して硫化鐵88量を生ずるを示し變化前の硫黄と鐵との重量の和(32+56=88)は變化後に生じたる硫化鐵の重量(88)に等しきを示す又變化の前後に於ける硫黄元素及び鐵元素は何れも一個にして相等しく元素は不生不滅なり。

(2)の方程式にありては



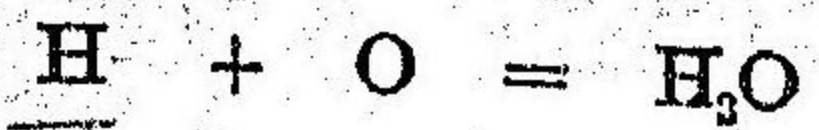
即ち酸化水銀216量を分解すれば酸素16量と水銀200量とを生ずるを示し分解する酸化水銀の重量(216)は分解にて生じたる酸素と水銀との重量の和(16+200=216)に等しきを示す又酸素元素及び水銀元素の數は何れ

も變化の前後に於て一個にしてその不生不滅なるを表はす。

此の如く化學的變化を表はす方程式を造るには質量不變の定律及び元素の不生不滅によらざるべからず。

第38頁に於て述べし如く化學變化に於て元素の不變を證すれば質量の不變なるを知らる故に化學方程式にて元素の不變を検すれば足れり。

今水素(H)と酸素(O)と化合して水(H<sub>2</sub>O)を生ずる變化を示すに



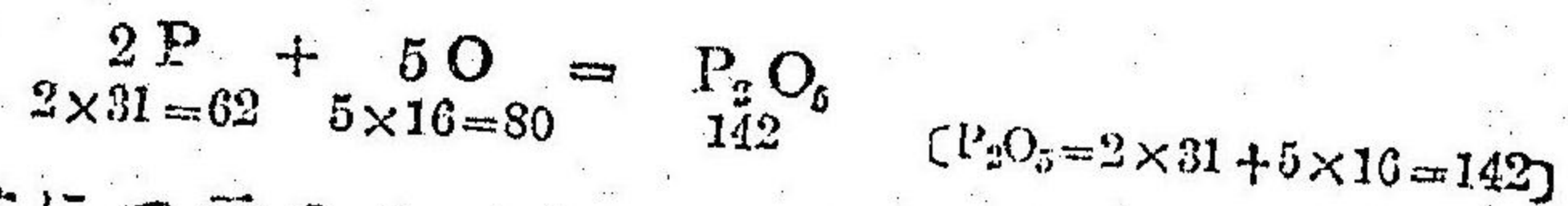
の方程式を以てせば可なるが如きも之によれば變化前(等號の左)の水素元素(H)の數(1)は變化後(等號の右)の水素元素の數(2)に等しからず故に此の方程式は此の變化を示すものにあらず然るに



の方程式を用ふれば等號の左右に於ける水素元素(H)の數は何れも2にして相等しく又酸素元素(O)の數は何れも1にして相等し従て變化前(等號の左)の水素と酸素との重量の和(2H+O=2×1+16=18)は變化によりて生じたる(等號の右にある)水の重量(H<sub>2</sub>O=18)に等しきなり故に此の方程式は正當のものなり。(式中2Hは水素の二倍なる二を示す)



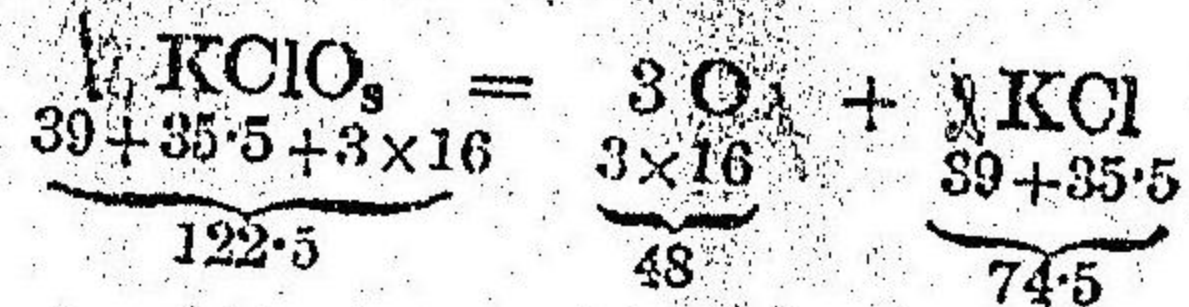
同様に燐(P)と酸素(O)とより五酸化燐( $P_2O_5$ )を生ずる變化は



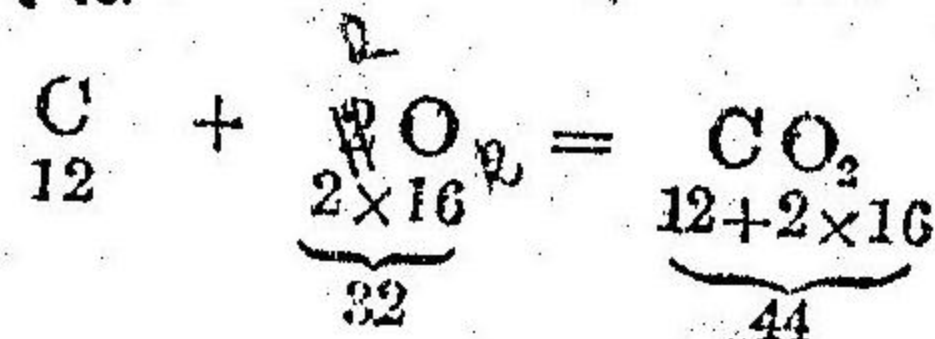
の方程式にて示さるべし。

上記の方程式中2Pは燐の二原子量即ち $2 \times 31 = 62$ を示し、5Oは酸素の五原子量即ち $5 \times 16 = 80$ を示す。

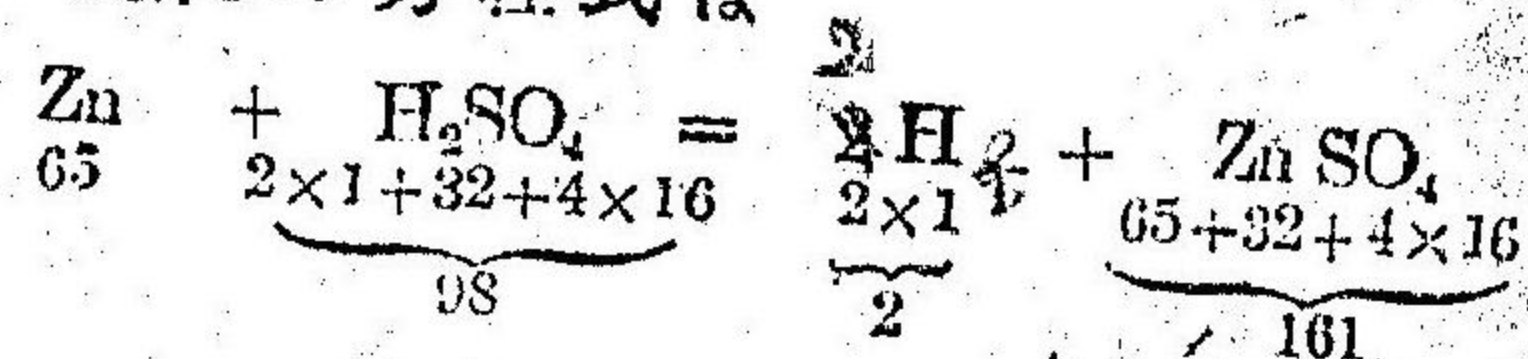
鹽酸加里( $KClO_3$ )が酸素(O)と鹽化加里( $KCl$ )とに分解せらるゝ變化の方程式は



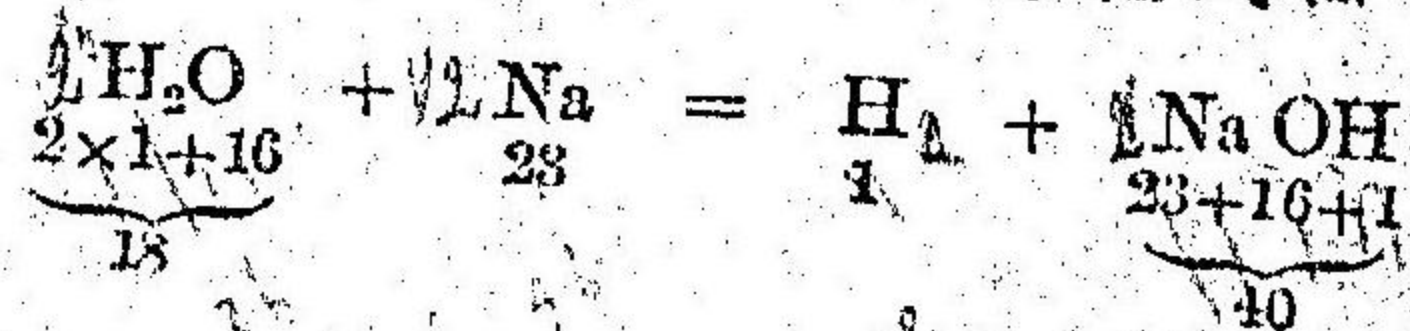
炭(C)と酸素(O)と化合して炭酸瓦斯( $CO_2$ )を生ずる變化の方程式は



亜鉛(Zn)と硫酸( $H_2SO_4$ )とより水素(H)と硫酸亜鉛( $ZnSO_4$ )とを生ずる變化の方程式は

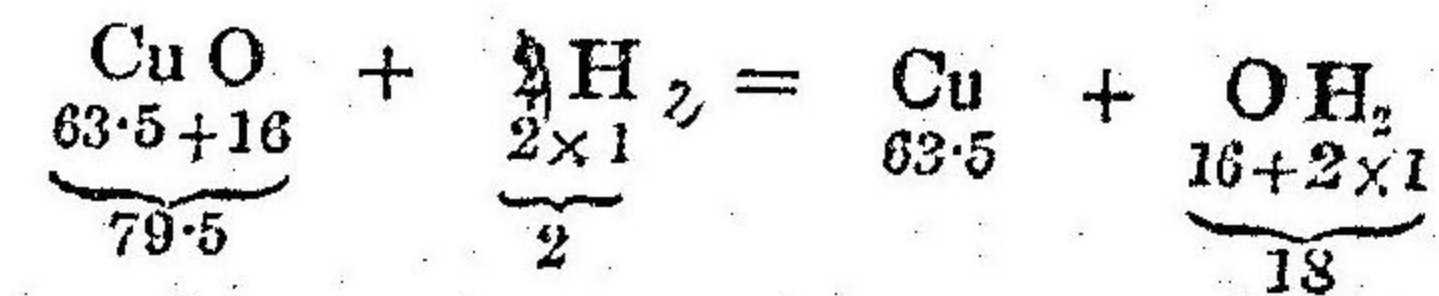


水( $H_2O$ )にナトリウム(Na)を投じて水素(H)と苛性ソーダ( $NaOH$ )とを生ずる變化の方程式は



酸化銅( $CuO$ )に水素(H)を作用せしめて銅(Cu)と水( $OH_2$ )

とを生ずる變化の方程式は



### 30. 化學上の計算 Chemical Calculations.

(a) 化合物の化學式よりその成分元素の百分比(即ち百分組成 Percentage Composition)を求むること。

化學式の示す原子量の和を求め百分算によりて各成分元素の割合を定むべし。

[例] (1) 酸化水銀( $OHg$ )の成分元素(酸素及び水銀)の百分比を求む。

[解]  $OHg$ の示す量  $= 16 + 200 = 216$

即ち酸化水銀216は酸素16と水銀200とよりなれるが故に酸化水銀100分中に存在すべき

$$\left. \begin{array}{l} \text{酸素の量は } \frac{16}{216} \times 100 = 7.4 \\ \text{水銀の量は } \frac{200}{216} \times 100 = 92.6 \end{array} \right\} \text{答}$$

[例] (2) 水( $H_2O$ )の百分組成を計算せよ。

[解]  $H_2O = 1 \times 2 + 16 = 18$

即ち水18分中に含有する水素は2にして酸素は16なり、依て水100分中に存在すべき

$$\left. \begin{array}{l} \text{水素の量は } \frac{2}{18} \times 100 = 11.1 \\ \text{酸素の量は } 100 - 11.1 = 88.9 \end{array} \right\} \text{答}$$

[例] (3) 鹽酸加里( $KClO_3$ )の百分組成如何。



$$(解) \text{KClO}_3 = 39 + 35.5 + 3 \times 16 = 122.5$$

即ち鹽酸加里 122.5 分中にあるカリウム(K)は 39, 鹽素(Cl)は 35.5, 酸素(O)は 48 (=3×16) ならばその百分中に存在すべき

$$\text{カリウムの量は } \frac{39}{122.5} \times 100 = 31.8$$

$$\text{鹽素の量は } \frac{35.5}{122.5} \times 100 = 29.0$$

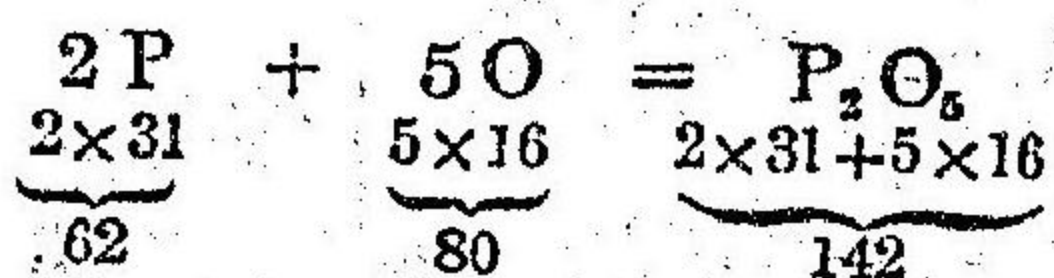
$$\text{酸素の量は } 100 - (31.8 + 29.0) = 39.2$$

} 答

(b) 化學方程式を應用せる計算

化學方程式は化學的變化を表はすものなれば之によりて相變化する物質の重量と生ずる物質の重量との關係を知るを得べし。

例へば磷と酸素との化合にて五酸化磷を生ずる變化を表はす方程式



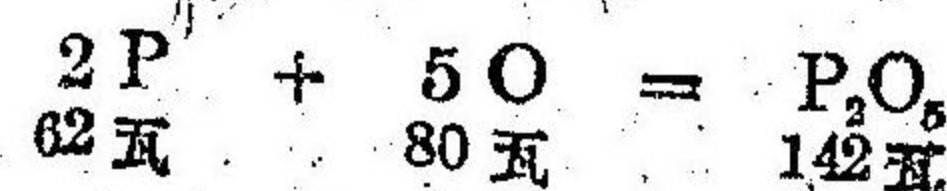
によりて磷 62 瓦と酸素 80 瓦とより五酸化磷 142 瓦を生ずることを知る。

故にある化學的變化を示す方程式あれば之によりて一の物質何程を用ふれば他の物質何程を得らるべきか又一の物質何程を得んには他の物質何程を用ふべきか等の問題を解くこと容易なり。

[例] (1) 10 瓦の磷は幾瓦の酸素と化合して幾瓦の五

酸化磷を生ずべきかの問題を解くには次の如くすれば可なり。

此の變化の方程式



故に 10 瓦の磷と化合すべき酸素は

$$\frac{80}{62} \times 10 = 12.9 \text{ 瓦にして}$$

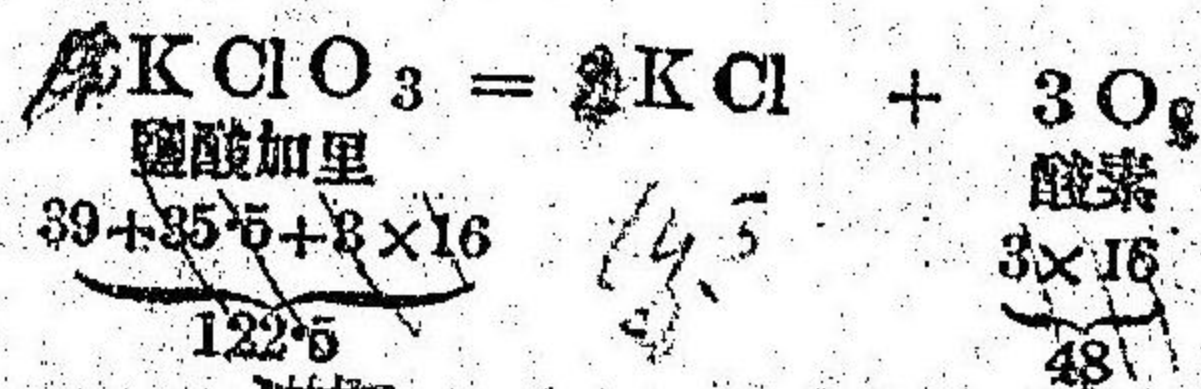
生ずる五酸化磷は

$$\frac{142}{62} \times 10 = 22.9 \text{ 瓦なり。}$$

又生ずる五酸化磷の重量を知るには次の方法によるも可なり。

質量不變の定律によりて相變化する磷(10 瓦)と酸素(12.9 瓦)との重量の和(10+12.9=22.9 瓦)は生ずる五酸化磷の重量に等しきを要す即ちその量は 22.9 瓦なり。

[例] (2) 酸素 3 瓦を得んには幾瓦の鹽酸加里或は酸化水銀を用ふべきかの問題を解くには次の如くすべし。

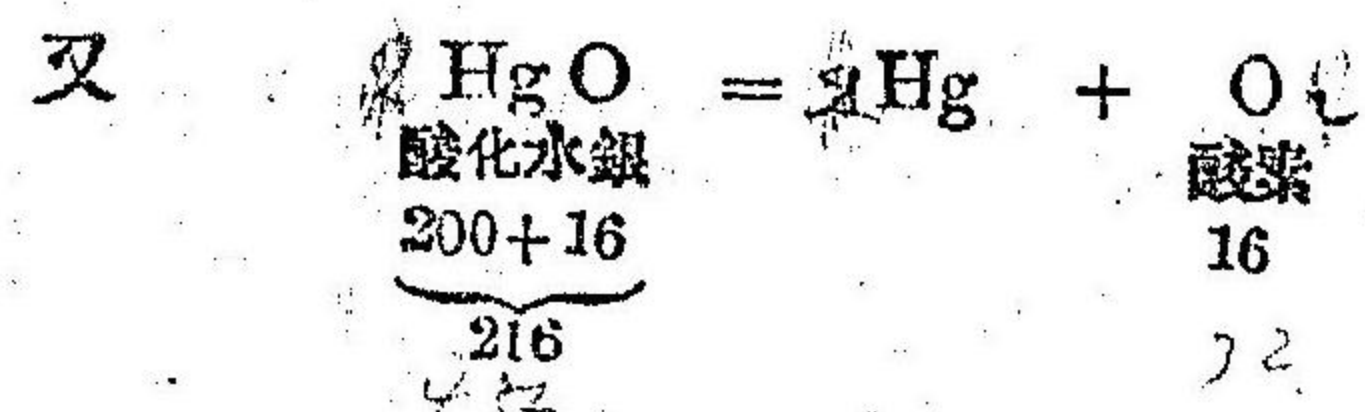


よれば鹽酸加里 122.5 瓦を分解すれば酸素 48 瓦を得べきなり故に酸素 3 瓦を得んが爲めに要する鹽酸加里の重量は

$$\frac{122.5}{48} \times 3 = 7.66 \text{ 瓦なり}$$



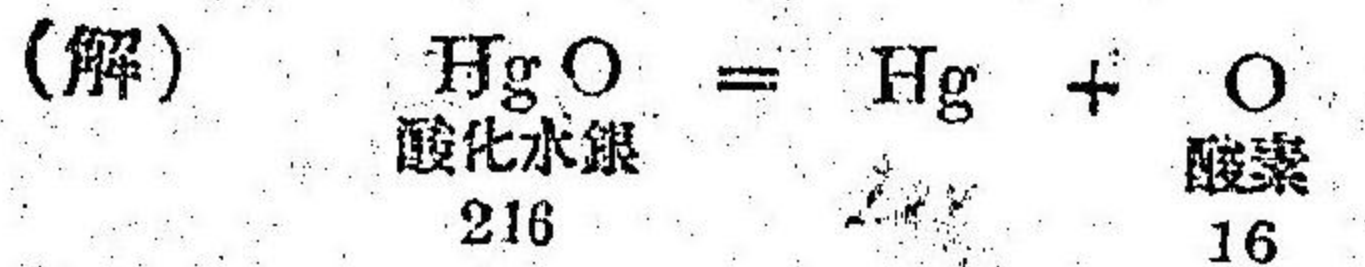
0. 炭酸瓦斯の生成 176.7



によれば酸素 16 瓦を得んには酸化水銀 216 瓦を要す  
故に酸素 3 瓦を得んが爲めに用ふべき酸化水銀の重量は

$$\frac{216}{16} \times 3 = 40.5 \text{ 瓦 なり。}$$

[例]. (3) 100 瓦の酸化水銀を熱して幾リートル(立)の酸素を生ずるか但し酸素一立の重量は 1.43 瓦 なり。



故に酸化水銀 100 瓦より生ずべき酸素は

$$\frac{16}{216} \times 100 = 7.407 \text{ 瓦}$$

今酸素一立の重量は 1.43 瓦なるにより酸素 7.407 瓦の

體積は 
$$\frac{1}{1.43} \times 7.407 = 5.2 \text{ 立}$$

答 5.2 立

**附言** 尙ほ化學式化學方程式に關しては第十五章化學記號に於て詳説すべし。

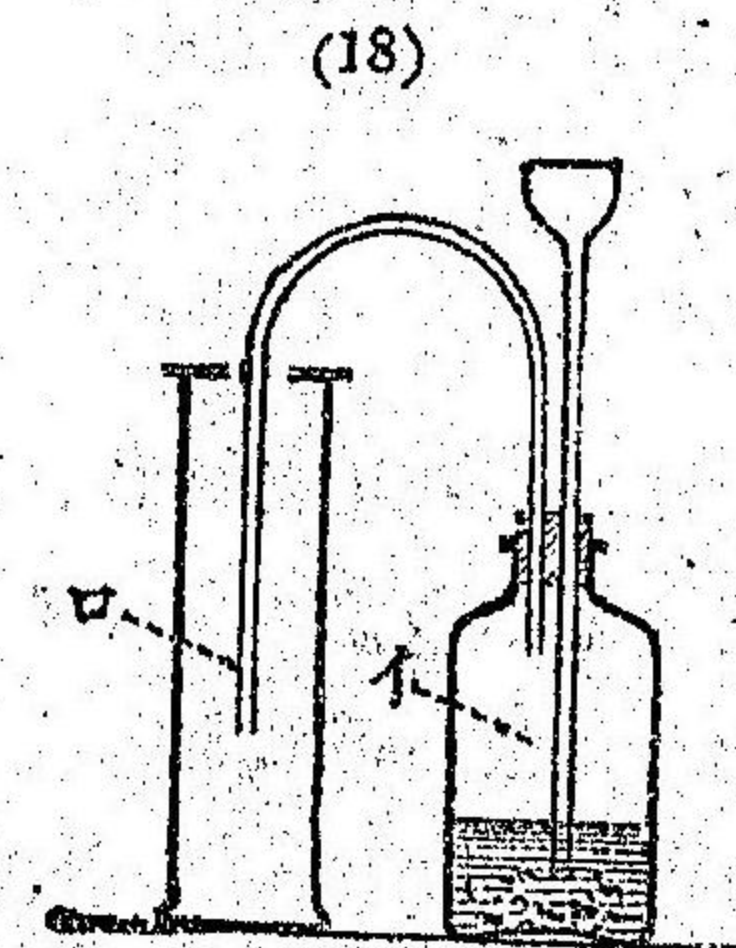
第五章 炭酸瓦斯、酸化炭素

倍數比例の定律

第一節 炭酸瓦斯 (炭酸瓦斯)

31. 炭酸瓦斯 Carbonic acid gas. CO<sub>2</sub> 薪炭の燃焼及び動物の呼吸によりて炭酸瓦斯を生じ石灰水を白濁せしむることは已に述べたり。

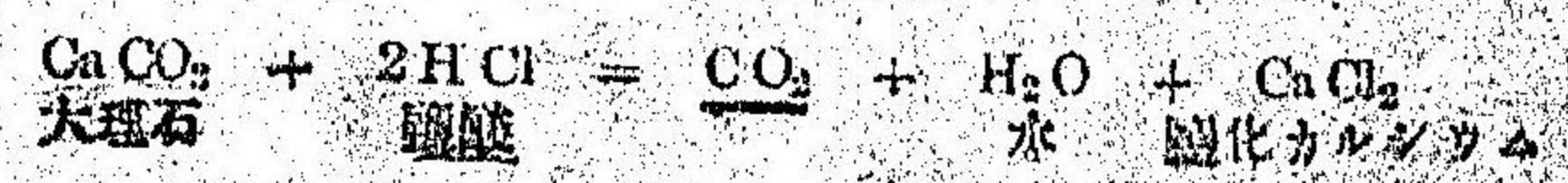
炭酸瓦斯を製するに最も便利なる方法は大理石 Marble (化學上の名稱は炭酸カルシウム Calcium carbonate) に稀鹽酸(水にて稀釋したる鹽酸)を注ぐにあり。



(18) 即ち大理石の碎片を硝子瓶(第十八圖(イ))に入れ稀鹽酸を漏斗より注げば直に泡沸して發生する無色、無臭の氣體は此の瓦斯なり。空氣より重きこと凡そ一倍半なるを以て空氣と置換して集めらる。

口を上に向けたる硝子圓筒(ロ)の中に導管を挿入し置けば空氣は逐ひ出され炭酸瓦斯はその中に集まる。此の法を下方置換 (Downward displacement) と云ひ空氣よりも重き氣體を捕集するに適す。

此の製法にて起りたる變化の方程式は





鹽化カルシウムは水に溶けて(イ)瓶中に残留す。

○ 此の氣體は燃焼を支ふること能はざるを以て燭火或は點火せるマッチを挿入せば直に消滅す故に之にて此の氣體の圓筒中に充滿せるを知るを得べし。

炭酸瓦斯を滿したる圓筒は硝子板にて蓋ふべし、これ蓋をせずに放置すれば次第に空氣中に逃れ去るを以てなり。

炭酸瓦斯を急に發生せしむるを得る装置を消火用に供す消火器これなり。

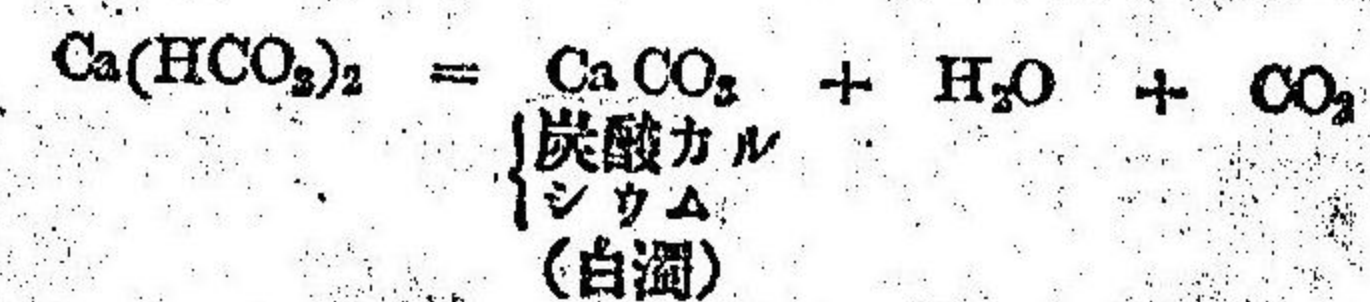
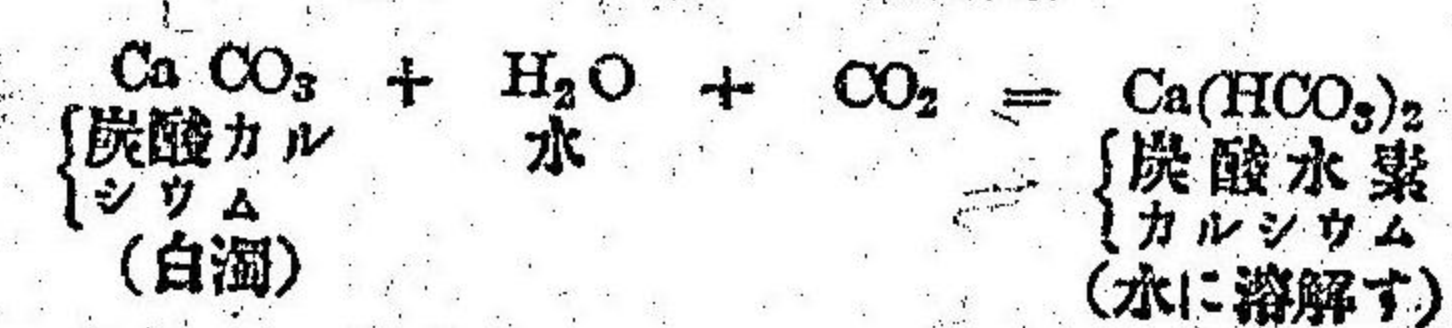
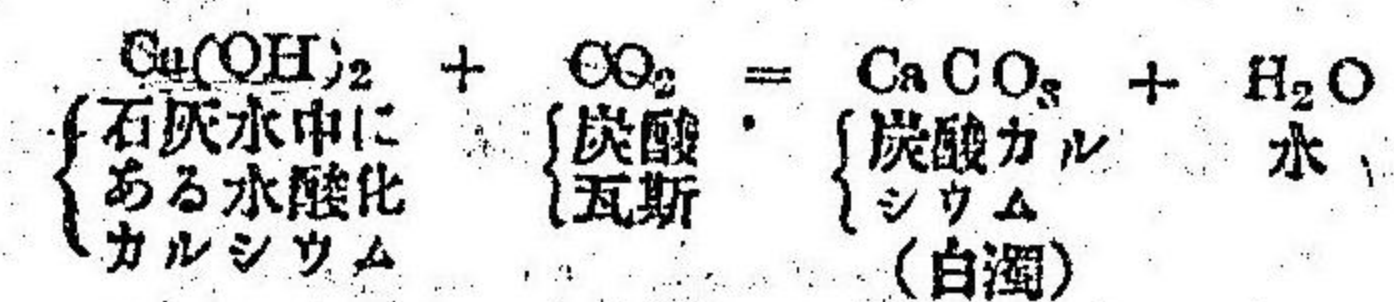
炭酸瓦斯は無水炭酸 Carbonic acid anhydride とも云ひ無色の氣體にして通常の溫度(攝氏十五六度)及び通常の氣壓(水銀柱の76糎に等しき壓力)に於ては同容積の水に溶解す然れども溫度を高むればその溶解する量を減ずるを見る又壓力を増すときは之に正比例して多量に溶解し壓力を減ずるときは再び炭酸瓦斯を泡出す、これラムネ、麥酒に於て見る現象なり。

即ちラムネ、麥酒は瓶内に於て多量の炭酸瓦斯を發生し爲めに自己の壓力強大となりて多量に液體に溶解し居れども瓶の栓を開くときは此の壓力大に減ずるが故に炭酸瓦斯の溶解する量を減じ過量の炭酸瓦斯は逃れ去つて大に泡立つなり。

此の氣體は呼吸を維持すること能はずこれ呼吸に必要な酸素なきによる又之を多量に含む空氣中に居るときは頭痛を起し終に窒息するに至る故に多人數の群集する室に於ては斷えず新鮮なる空氣と交換せしむるを要す。

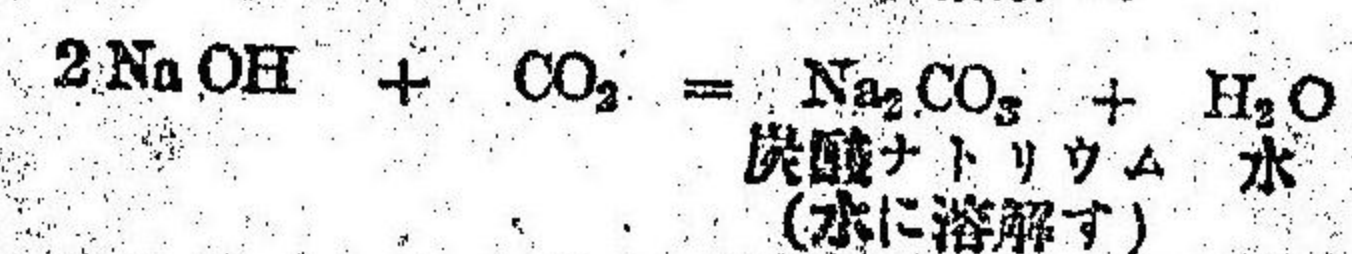
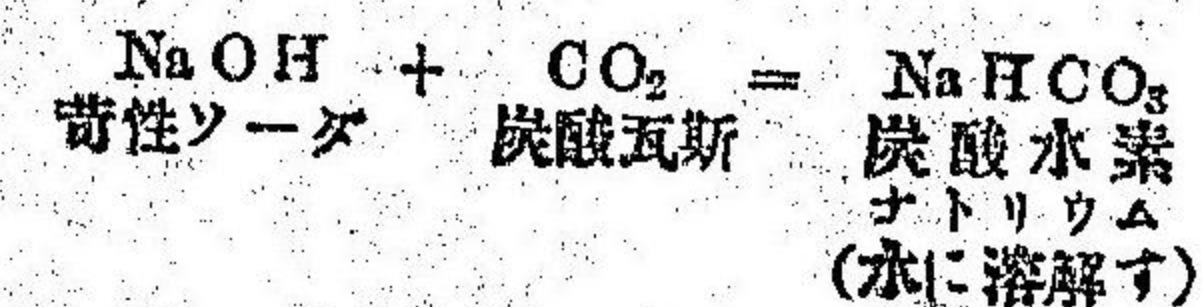
炭酸瓦斯を石灰水 Lime water 中に通すれば白濁を生ずるもその通する量多きときは此の白濁は次第に消えて透明の液となる次に此の透明液を熱するときには炭酸瓦斯を出して再び白濁す。

此の際起る變化は次の方程式によりて示さる。



炭酸瓦斯は強き苛性ソーダ液に溶解す。

此の際起る變化は次の如し



炭酸瓦斯は攝氏零度に於て35氣壓の壓力にて液化せらる。此の液狀無水炭酸 Liquid carbonic acid anhydride (又は液狀二酸化炭素 Liquid Carbon dioxide) は甚だ流動し易き無色の液體にして之を空氣中に流出せしむるときはその一部分は直に蒸發しその殘餘は之が爲めに多量の熱を失ひて雪白色の固體に變ず。此の固狀二酸化炭素 Solid carbon



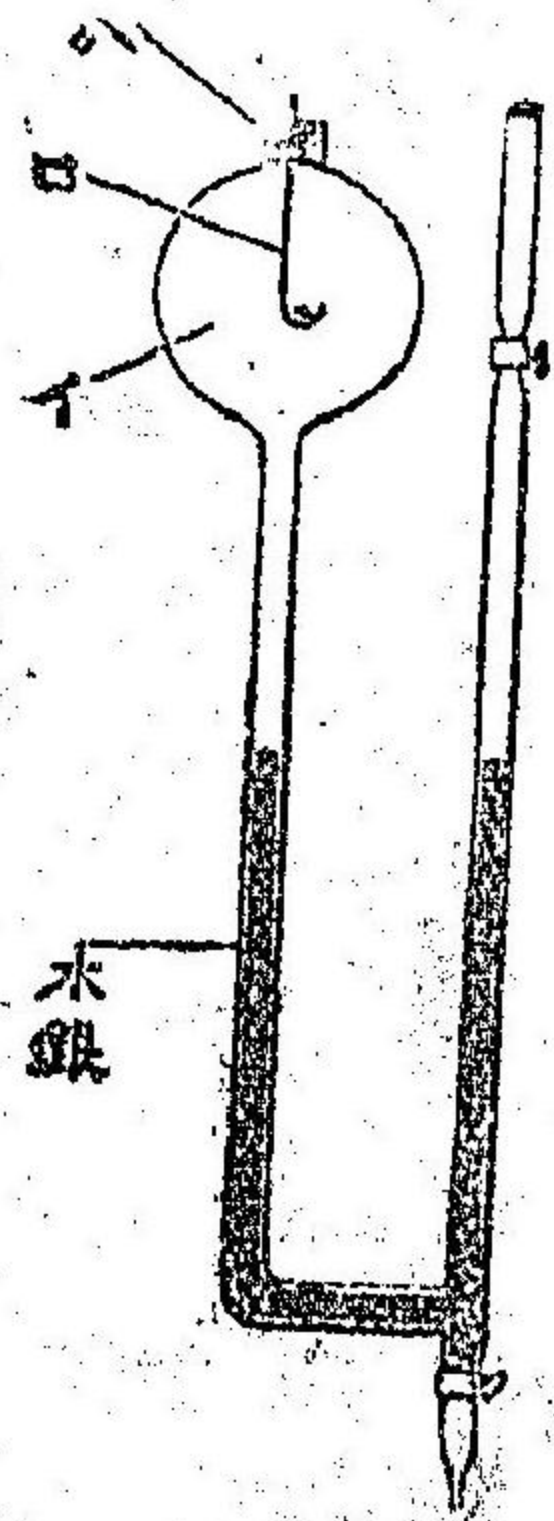
dioxide にエーテルを混すればその温度は攝氏零下 80 度に降下するを以て有効なる寒劑(Freezing mixture)なりとす。

32. 炭酸瓦斯の組成 Composition of Carbonic acid gas.

炭(炭素元素を有する單體)を酸素中に於て強熱すれば燃焼して炭酸瓦斯を生ずるを以て炭酸瓦斯は炭素と酸素との化合物なることを知るべし次に此の二成分元素の組成を検せん。

(a) 體積組成 Volumetric composition 炭酸瓦斯の體積と之を造るに要する酸素の體積とは相等し。

之を實驗するには第19圖に示す裝置(硝子製)を用ふるを便とす。



U字球管(1)の中に酸素を満らし栓(a)に附着せる燃焼匙(b)の中に純粹の炭塊を置き之に火を點じて(1)の中に挿入し直に栓にて密閉すれば炭は(1)中の酸素と化合して燃焼すべし此のとき多量の熱を發生するが故に(1)中の氣體は膨脹して下部の水銀を下降せしむれども此の燃焼終りて球管(1)冷却し初めの温度に戻るときは水銀上昇し最初の位置を取る即ち體積の變化なきを示す次に栓を開きて石灰水を附したる硝子棒を(1)中に入る

れば此の棒に炭酸カルシウムの白濁を附着するを認むるにより(1)中に炭酸瓦斯の存在せるを知るべし即ち此の實驗によりて炭は酸素一容と化合して炭酸瓦斯一容(酸素と等しき體積)を生ずるを了解し得べし。

此の際炭は固體なればその體積を酸素炭酸瓦斯の體積と比較するを得ず。

(b) 重量組成 Gravimetric composition

(1) 體積組成より定むるを得べし。

酸素一立の重量は 1.43 瓦にして炭酸瓦斯一立の重量は 1.966 瓦なり而して酸素一容を用ひて炭酸瓦斯一容を生ずるが故に酸素 1.43 瓦より炭酸瓦斯 1.966 瓦を得らるべきなり即ち炭酸瓦斯 100 瓦を造るに要する酸素の重量は

$$\frac{1.43}{1.966} \times 100 = 72.7 \text{ 瓦 なり。}$$

次に質量不變の定律により

$$100 - 72.7 = 27.3 \text{ 瓦}$$

は此のときに要する炭の重量となる故に炭酸瓦斯の百分組成は次の如し

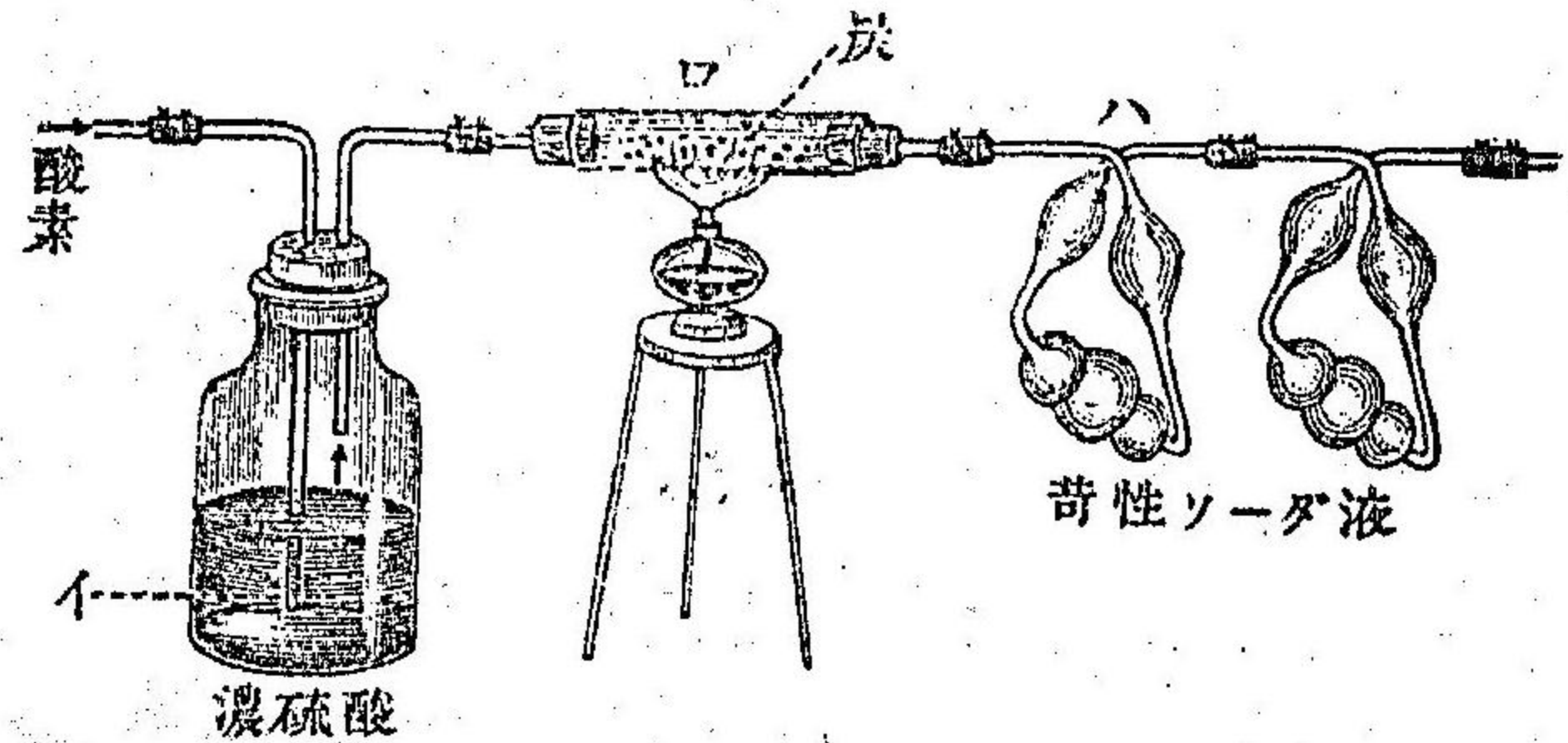
炭素	27.3	} 炭酸瓦斯100
酸素	72.7	

(b)實驗によりて直接に定むるを得即ち精密に秤りたる純粹の炭を硬き硝子管中にて熱し之に乾燥したる酸



素を送りて生じたる炭酸瓦斯を苛性ソーダの溶液に盡く吸収せしめ炭の減量及び炭酸瓦斯の重量を測定して酸素との量の比を推定するにあり。

(20)



第廿圖は此の實驗の一斑を示すものにして(イ)は濃硫酸を入れたる瓶(ロ)は炭を有する硬硝子管(ハ)は苛性ソーダの濃き溶液を入れたる器なり今

酸素を(イ)瓶に送り乾かして(ロ)管に通じつゝ(ロ)管を熱するときは炭は盛に燃えて(一旦燃え初めればランプを去るべし)炭酸瓦斯を生じ(ハ)管に至りて盡く吸収せらるべし依て實驗の前後に於て(ロ)及び(ハ)の重量を秤るときは次の計算によりてその重量組成を推定し得らる

實驗の前(ロ)管の重量をa瓦 (ハ)管の重量をb瓦とし  
 實驗の後 " " c瓦 " " d瓦とす

然らば  $a-c$  = 燃焼せし炭の量  
 $d-b$  = 上の炭と酸素と化合して生じたる炭酸瓦斯の量  
 $(d-b)-(a-c)$  = 燃焼に要したる酸素の量

即ち  $(a-c)$  瓦の炭は  $(d-b)-(a-c)$  瓦の酸素と化合して  $(d-b)$  瓦の炭酸瓦斯を生ずる割合なり。

此の實驗を數回行ひたる結果は(炭酸瓦斯を百として)次の如し

$$(a-c) : (d-b) = 27.3 : 100.0$$

故に炭酸瓦斯 100 瓦は炭素 27.3 瓦と酸素 72.7 瓦 ( $100 - 27.3 = 72.7$ ) との化合よりなるべきを知る。

次に此の實驗の一例を擧げん

炭酸瓦斯、酸化炭素、倍數比例の定律

炭を有する管(ロ)の減量  $(a-c)$  ..... 2.773 瓦  
 苛性ソーダを有する(ハ)の増量  $(d-b)$  ..... 10.170 瓦

の結果を得たりとすれば

2.773 瓦の炭より 10.170 瓦の炭酸瓦斯を得べきにより炭酸瓦斯の百分組成は—

$$\begin{aligned} \text{炭素} & \frac{2.773}{10.170} \times 100 = 27.3 \\ \text{酸素} & 100 - 27.3 = 72.7 \end{aligned}$$

此の實驗の結果は前の如く

炭素 27.3 : 酸素 72.7 : 炭酸瓦斯 100.0

なり。

33. 炭酸瓦斯の化學式 Chemical formula of Carbonic acid gas.

$$27.3 : 72.7 = 12 : x \quad x = 32$$

故に炭酸瓦斯の成分の割合は炭素一原子量(12)に付き酸素二原子量 ( $2 \times 16 = 32$ ) の割合なり依て炭酸瓦斯の化學式は  $\text{CO}_2$  或は  $\text{O}_2\text{C}$

となる。

故に炭酸瓦斯を二酸化炭素 Carbon dioxide と云ふとあり。

34. 炭素元素の循環 Circulation of Carbon element. 前に述べたる如く炭素を含める物體の燃焼及び動物の呼吸により炭酸瓦斯を生ずるにより空氣中には常に炭酸瓦斯を混じ次第にその量を増加し遂に動物の生活及び物體の燃焼を止むるに至らん然るに空氣中にある炭酸瓦斯の量は略一定し空氣の約一萬分の三(容積上)なるは植物が同化作用 (Assimilation) を爲し炭酸瓦斯を分解して炭素

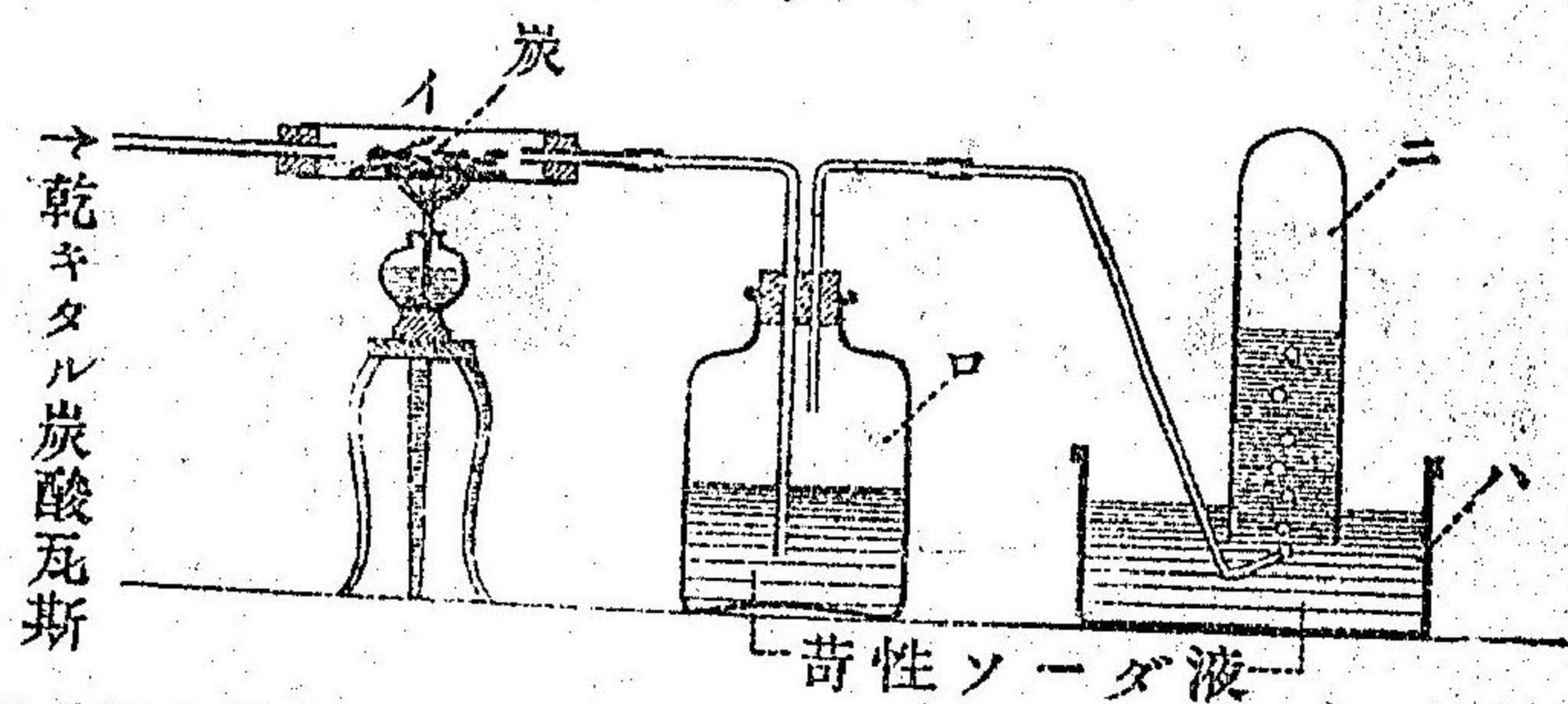


を取り酸素を放つによる而して動物は植物を食して自己の營養となし呼吸によりて炭酸瓦斯を排出す此の如くして炭素元素は動植物界を循環して毫も消滅することなし之を炭素(元素)の循環と云ふ(元素不滅の一例)

### 第二節 酸化炭素

35. 酸化炭素 Carbon monoxide CO 炭火の盛に起るに當りてその上部に屢青焰を見ることあり是れ下部に於て木炭の燃焼によりて生じたる炭酸瓦斯が、高熱せられし木炭に觸れて酸化炭素と名くる氣體を生じ之が上部に來り空氣中の酸素と化合して燃焼するによる此の作用を利用して酸化炭素を造るを得べし。

(21)



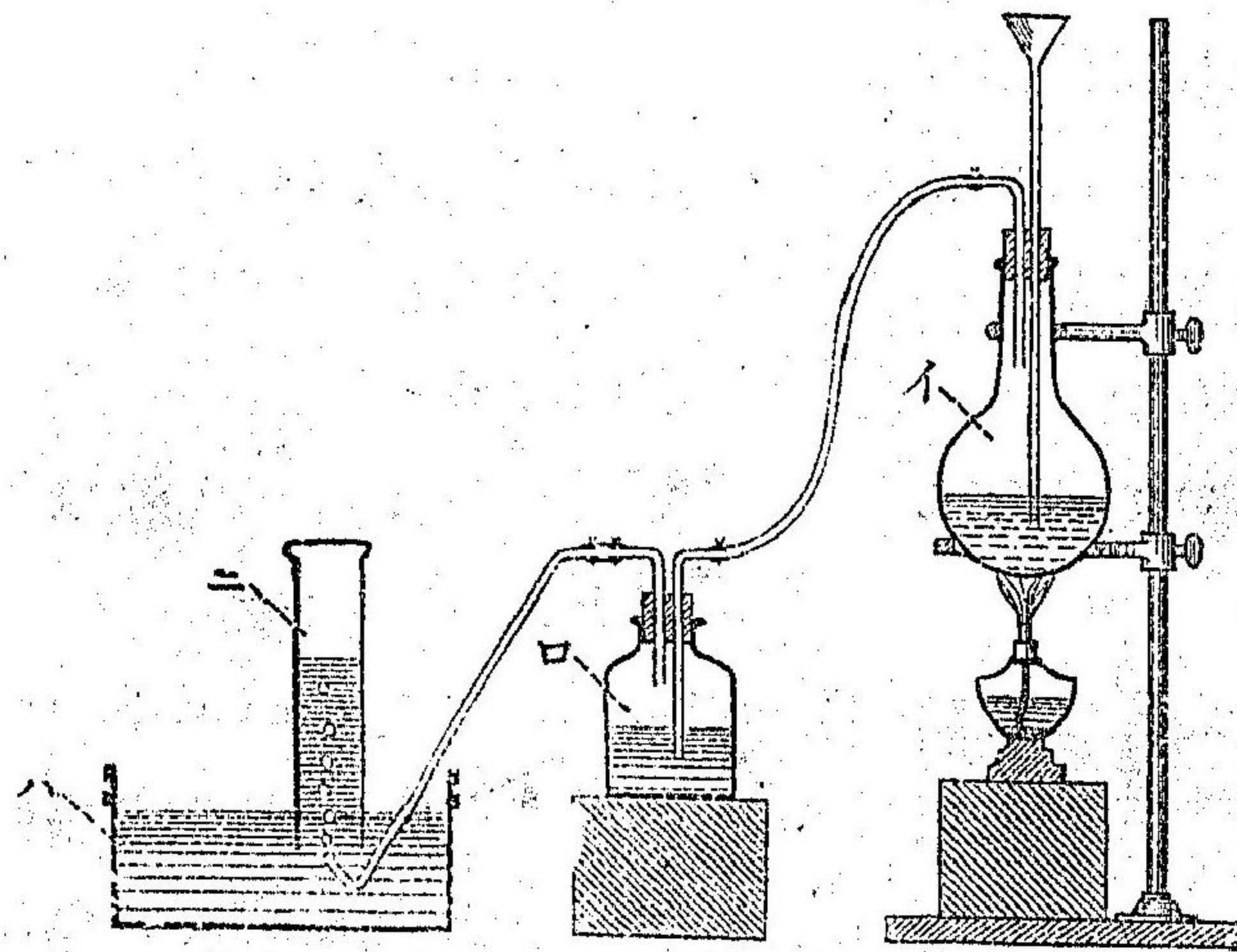
即ち細き鐵管中(第二十一圖(1))に木炭を入れ之を爐上に置きて赤熱しつゝ管内に乾きたる炭酸瓦斯を通すれば酸化炭素を得べし然れども此の酸化炭素は多少の炭酸瓦斯を混するを以て(1)より出づる瓦斯を(2)瓶(苛性ソーダの濃き液を有す)に通じて炭酸瓦斯を除き更に苛性ソーダの液を有する槽(3)に導きて(2)筒に集むべし炭酸瓦斯は

苛性ソーダに吸収せらるゝし酸化炭素は之に溶解せられざるが故に(2)筒に集まる瓦斯は純粹の酸化炭素なり。

此の製法にて起りたる變化の方程式は



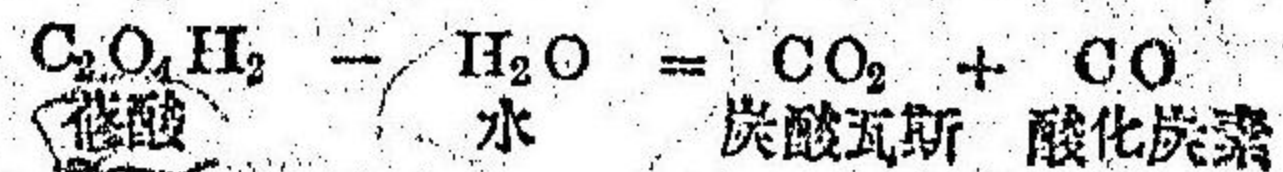
酸化炭素を製する普通の方法は第二十二圖に示す如き装置を用ひフラスコ(1)中に蓚酸(Oxalic acid)を入れ漏斗管より濃硫酸を注ぎ徐々に熱するにあり然らば蓚酸は分解して炭酸瓦斯と酸化炭素との混合氣を發生す故に前法の如く之を苛性ソーダ液中(2及3)に通過して純粹の酸化炭素を(2)筒に集むべし。



斗管より濃硫酸を注ぎ徐々に熱するにあり然らば蓚酸は分解して炭酸瓦斯

と酸化炭素との混合氣を發生す故に前法の如く之を苛性ソーダ液中(2及3)に通過して純粹の酸化炭素を(2)筒に集むべし。

此の製法にて起れる變化は



にて示さる。濃硫酸は蓚酸を分解してその中の水素及び炭素



る割合に除去するの作用をなす此の作用を脱水 (dehydration) と云ふ。

酸化炭素は無味、無色、無臭の氣體にして甚だ毒性を有しその少量を吸入するも頭痛を起すことあり多量に吸入すれば遂に死するに至る。

酸化炭素の性質は大抵炭酸瓦斯と反對す即ち

炭酸瓦斯 (CO<sub>2</sub>)

- (1) 空氣よりも重し
- (2) 水に少しく溶解す
- (3) 苛性ソーダ液に溶解す
- (4) 石灰水を白濁す
- (5) 有毒ならず
- (6) 自ら燃ゆる性なし

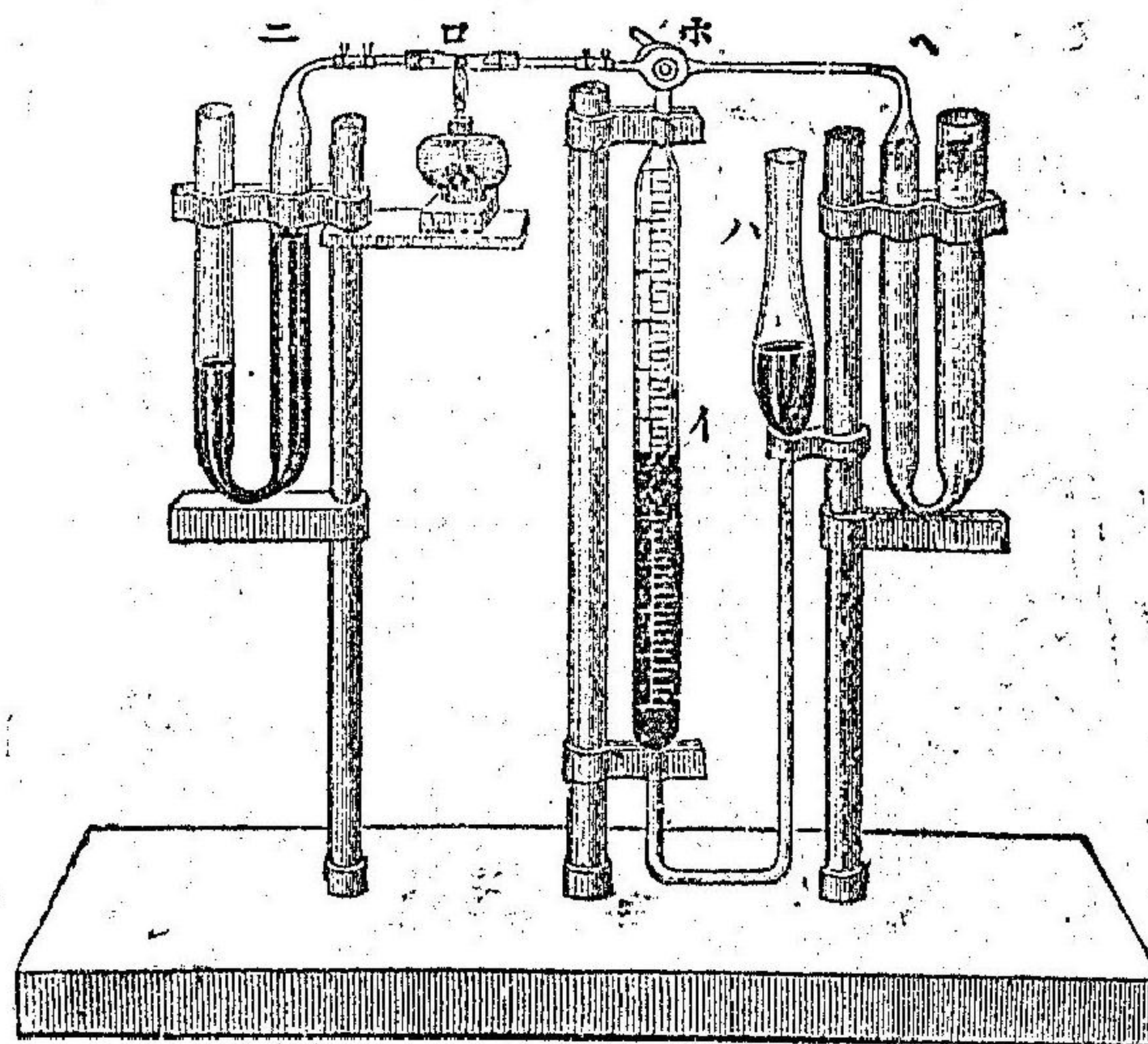
酸化炭素 (CO)

- 空氣よりも稍輕し
- 殆ど水に溶解せず
- 苛性ソーダ液に溶解せず
- 石灰水を白濁せず
- 有毒なり
- 青焰を擧げて燃え炭酸瓦斯を生ず

36. 酸化炭素の組成 Composition of Carbon monoxide. 酸化炭素は炭酸瓦斯(炭素と酸素との化合物)と炭(炭素單體)との化合によりて生ずるものなれば炭素と酸素との二元素を有するを推知し得らるべし。次に此の二成分元素の割合を定めん。

(a) 體積組成 酸化炭素二容(例へば 20 c.c.) と酸素一容 (10 c.c.) とを驗氣器の目盛管(第23圖イ)に入れ水の體積組成を檢せしときの如く此の混合氣を熱したる白金粉(ロ)に於て化合せしめ生じたる氣體を(イ)管に移してそ

(23)



の體積を測るに二容(即ち 20 c.c.)なり而して此の氣體を(ハ)管に送りその中にある苛性ソーダ液に盡く吸收せしめてその炭酸瓦斯

なるを知るべし。即ち酸化炭素二容と酸素一容と化合して炭酸瓦斯二容を生ず。

今炭酸瓦斯の二容は酸素の二容より生ずるを以て酸化炭素の二容は酸素の一容より生ずる理なり即ち

酸化炭素二容は <炭素一容 / 酸素一容> よりなる

これに 酸素一容 を化合せしめば

炭酸瓦斯二容は <炭素二容 / 酸素二容> となる

(b) 重量組成 此の實驗に於ては他より炭素を加へざるを以て炭酸瓦斯及び酸化炭素の同體積(二容)中には同量の炭素元素を有すべきなり。



之に依て同量の炭素と化合せる酸素の體積及び重量は酸化炭素に於ては炭酸瓦斯に於けるもの、二分の一なるを知る。

而して炭酸瓦斯にありては炭素12瓦と化合する酸素は32瓦なるを以て(第61頁を見よ)酸化炭素にては炭素12瓦と化合する酸素は16瓦(32瓦の半分)にして生ずる酸化炭素の量は28瓦(質量不變の定律により  $12+16=28$ )なり即ち酸化炭素の重量組成は

炭素 12 : 酸素 16 : 酸化炭素 28

故に酸化炭素の百分重量組成は

炭素 42.9 : 酸素 57.1 : 酸化炭素 100.0

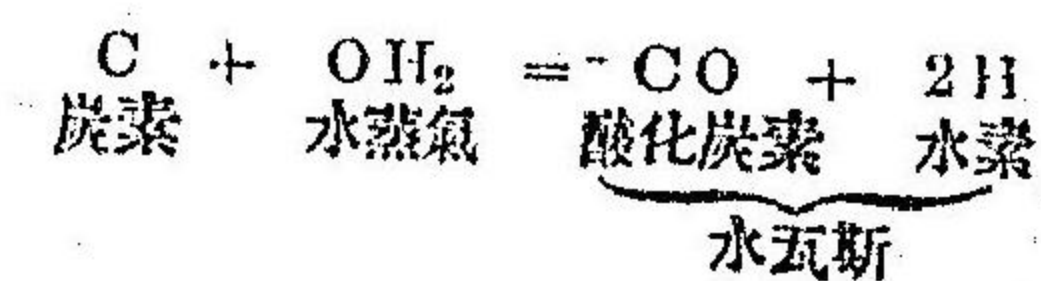
是れ  $\frac{12}{28} \times 100 = 42.9$   $100 - 42.9 = 57.1$  なるを以てなり。

37. 酸化炭素の化學式 Chemical formula of Carbon monoxide.

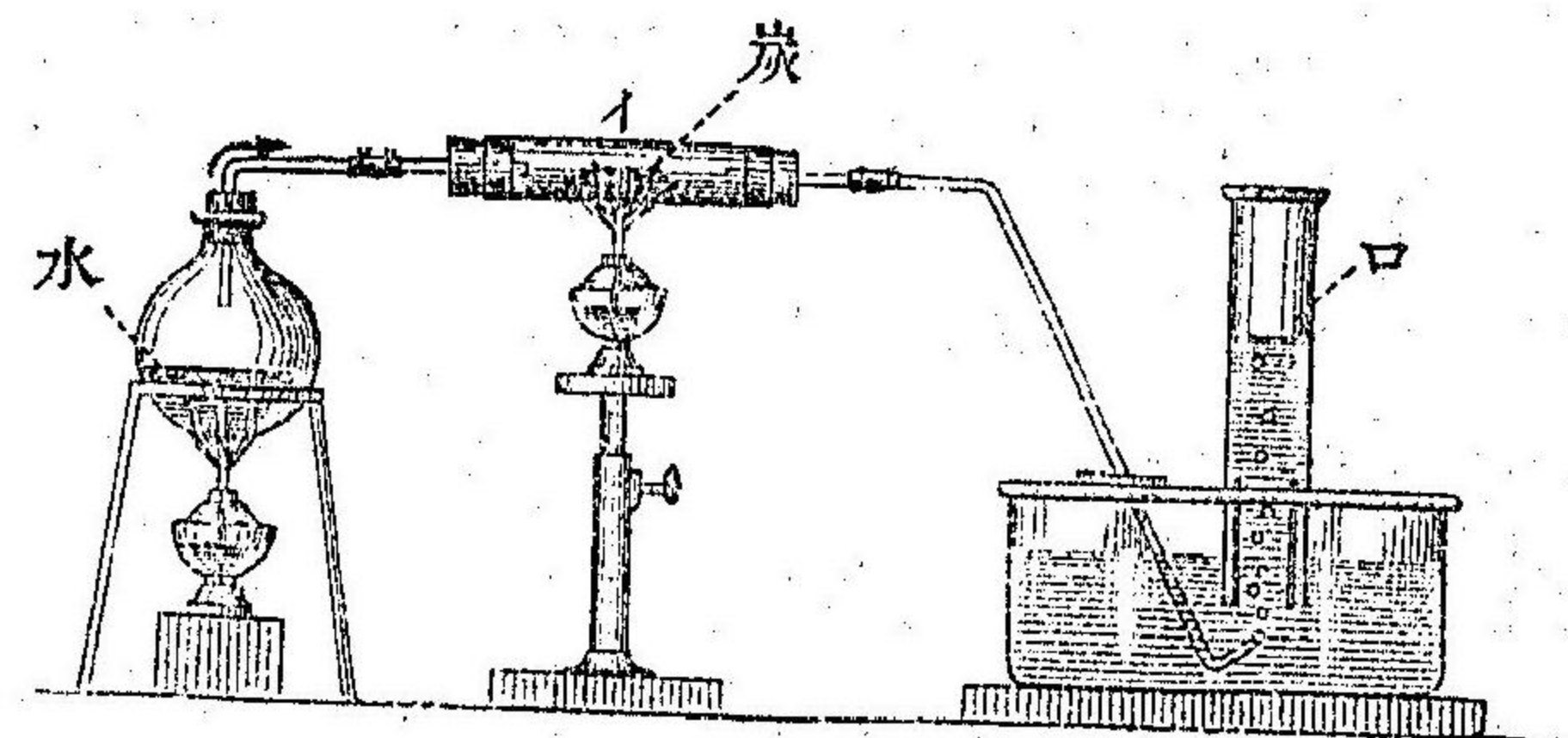
36に於て述べし如く酸化炭素の成分の割合は炭素12(一原子量にしてCにて示さる)と酸素16(一原子量にしてOにて示さる)との比なり故に酸化炭素の化學式はCO或はOCとす。

38. 水瓦斯(又は水性瓦斯 Water gas.) 木炭或はコークス(共に炭素單體を鐵管(第24圖イ)中に入れて赤熱し之に水蒸氣を通ずるときは炭素は水蒸氣を分解してその中の酸素と化合して酸化炭素を生じ水素を遊離す依て酸化炭素と水素との混合氣を得べし之を水瓦斯或は水性

瓦斯と云ふ水槽上の圓筒(ロ)内に集めらる。



(24)



此の氣體に火を點すれば燃焼して炭酸瓦斯(酸化炭素の燃焼による  $\text{CO} + \text{O} = \text{CO}_2$ )

及び水蒸氣(水素の燃焼による  $2\text{H} + \text{O} = \text{H}_2\text{O}$ )を生ず此の燃焼の際多量の熱を發生するを以て此の水瓦斯は製鐵及び硝子製造等の燃料 Fuel として使用せらるることあり。而して酸化炭素及び水素は何れもその燃ゆるとき光輝少き焰を擧ぐるが故に水瓦斯の燃ゆる焰は燈用には適せず。然るに赤熱したる石油蒸氣の中に此の瓦斯を通じて石油の蒸氣と混じて之に點火するときはその焰は著しく光輝を増加するを見る即ち此の焰は燈用に供するを得べし此の如き石油蒸氣を混じたる水瓦斯を増炭の水瓦斯 (Carburetted water gas) と稱す。東京市中に於ける石炭瓦斯は冬期中此の増炭の水瓦斯を混じ居れりと云ふ。



### 第三節 倍數比例の定律

#### 39. 倍數比例の定律 Law of Multiple proportions.

二種の單體が種々なる割合にて化合して數種の化合物を造る場合あり、例へば前に述べし如く炭素と酸素とは互に化合して炭酸瓦斯及び酸化炭素を造る而してその化合する割合は二つの場合に於て同一ならず。

即ち兩者の重量組成は

	炭 素	酸 素
炭酸瓦斯 (CO <sub>2</sub> )	12	32
酸化炭素 (CO)	12	16

之によりて見れば同量の炭素(12)と化合する酸素の重量は炭酸瓦斯に於ては酸化炭素に於けるものの二倍なり。

酸素の重量を同一にして此の二種の化合物の組成を比較すれば

	酸 素	炭 素
炭 酸 瓦 斯	16	6
酸 化 炭 素	16	12

即ち同量の酸素と化合する炭素の重量は炭酸瓦斯にありては酸化炭素に於けるものの二分の一なり。

此の如き關係は此の他同じ二成分元素を有する數種の化合してなるものにして一般に

甲乙二元素を含む化合物が數種存在する場合には甲元素の同一量に對する乙元素の量は互に簡單なる比をなす。

此の關係を倍數比例の定律と云ひ實驗によりて得たるものにして頗る重要な定律なり。

附言 炭酸瓦斯は CO<sub>2</sub>, 酸化炭素は CO の化學式を有するを以て前者を 二酸化炭素 Carbon dioxide, 後者を 一酸化炭素 Carbon monoxide と稱することあり。

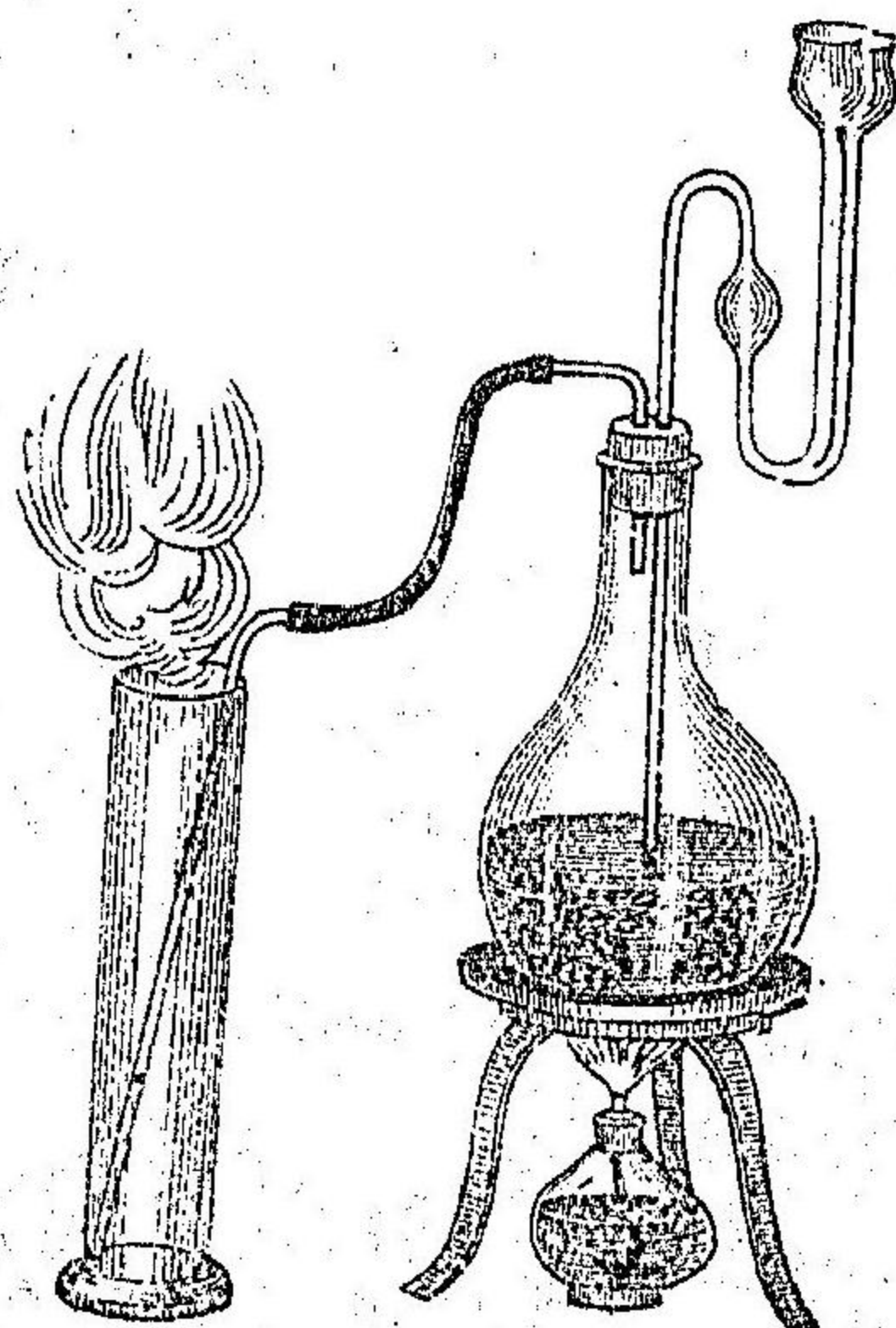
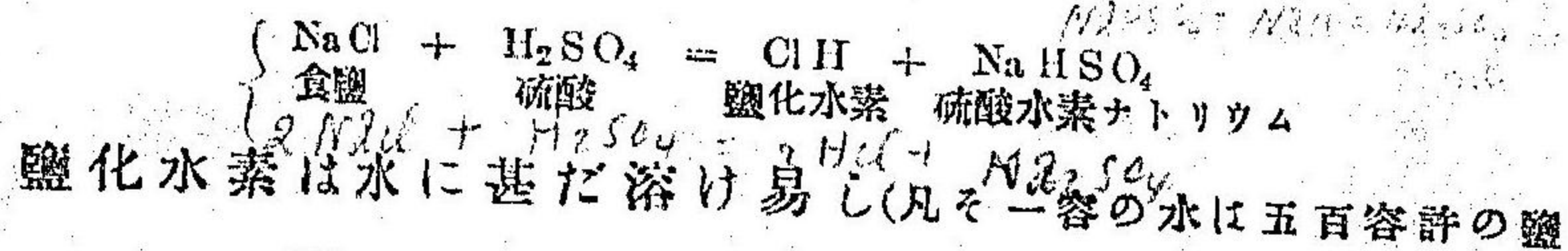
一酸化炭素



### 第六章 鹽酸及鹽素

#### 第一節 鹽酸

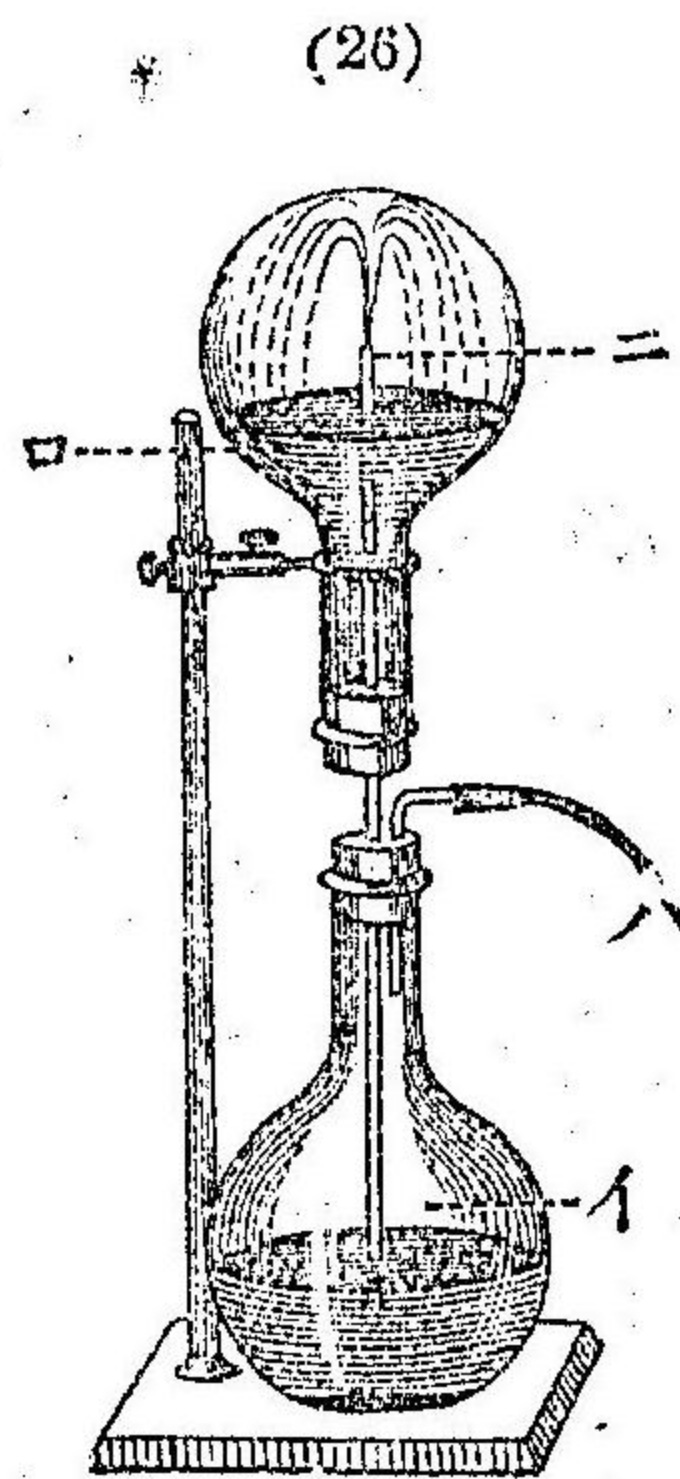
40. 鹽化水素及び鹽酸 Hydrogen chloride and Hydrochloric acid 食鹽に強硫酸を加へて少しく熱すれば無色にして刺激性の臭を有する氣體を生ず之を鹽化水素(HCl)と稱す(空氣よりも重きを以て(空氣に對する比重 1.26)下方置換法(第二十五圖)にて捕集するを得。



(25)

鹽化水素の水に溶解する度の大なるを示す面白き實驗あり第二十六圖はその装置にして鹽化水素を滿たせるフラスコ(ロ)を倒にしその栓

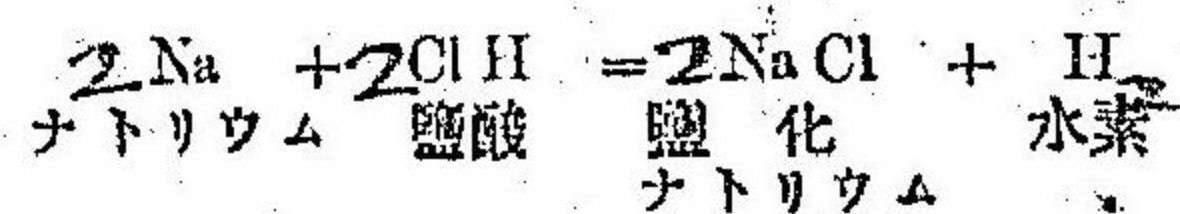
に、尖端を有する硝子管を貫通してその下端を、青色リトマス液を入れたるフラスコ(イ)中に入るるときは液は次第に上昇して(ロ)のフラスコに至るや尖端(ニ)より噴騰し直ちに赤色に變ずるを見るべし



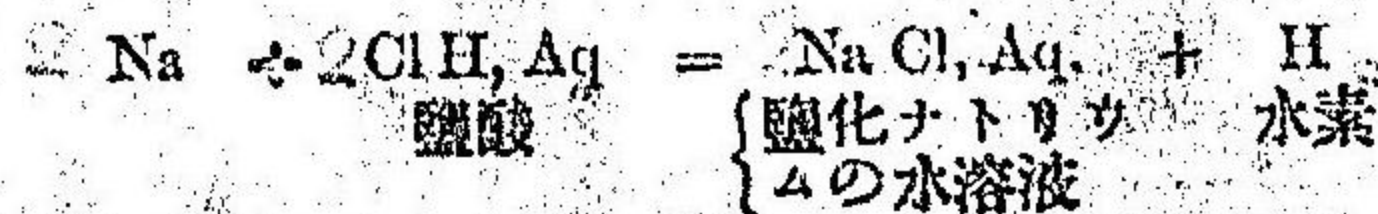
(26)

此の如く青色リトマス液を赤變するを酸性反應 Acid reaction を有すと云ふ。即ち鹽酸は酸性反應を有し酸味を呈す。

鹽酸は亞鉛、鐵、ナトリウム等の金屬を溶解して水素を發生す



附言 鹽酸の化學式には便宜上鹽化水素の化學式(HCl)を用ふ、然れども鹽酸は鹽化水素の水溶液なれば HCl, Aq (Aqは Aqua [ラテン語の水]の略語)を用ふるを可とす。然らば上記の方程式は次の如くなるべし。

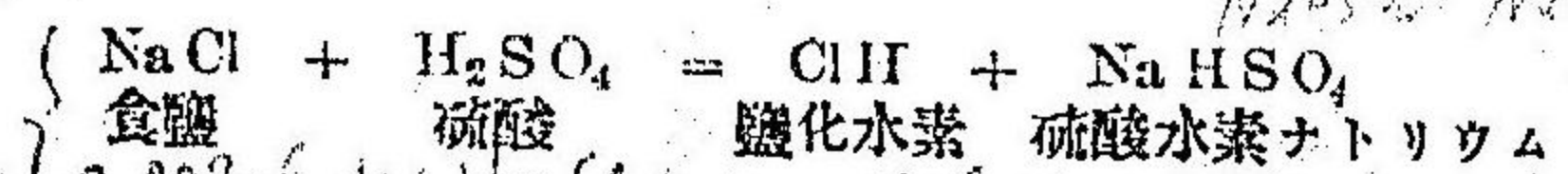




### 第六章 鹽酸及鹽素

#### 第一節 鹽酸

40. 鹽化水素及び鹽酸 Hydrogen chloride and Hydrochloric acid 食鹽に強硫酸を加へて少しく熱すれば無色にして刺激性の臭を有する氣體を生ず之を鹽化水素(HCl)と稱す(空氣よりも重きを以て(空氣に對する比重 1.26)下方置換法(第二十五圖)にて捕集するを得。

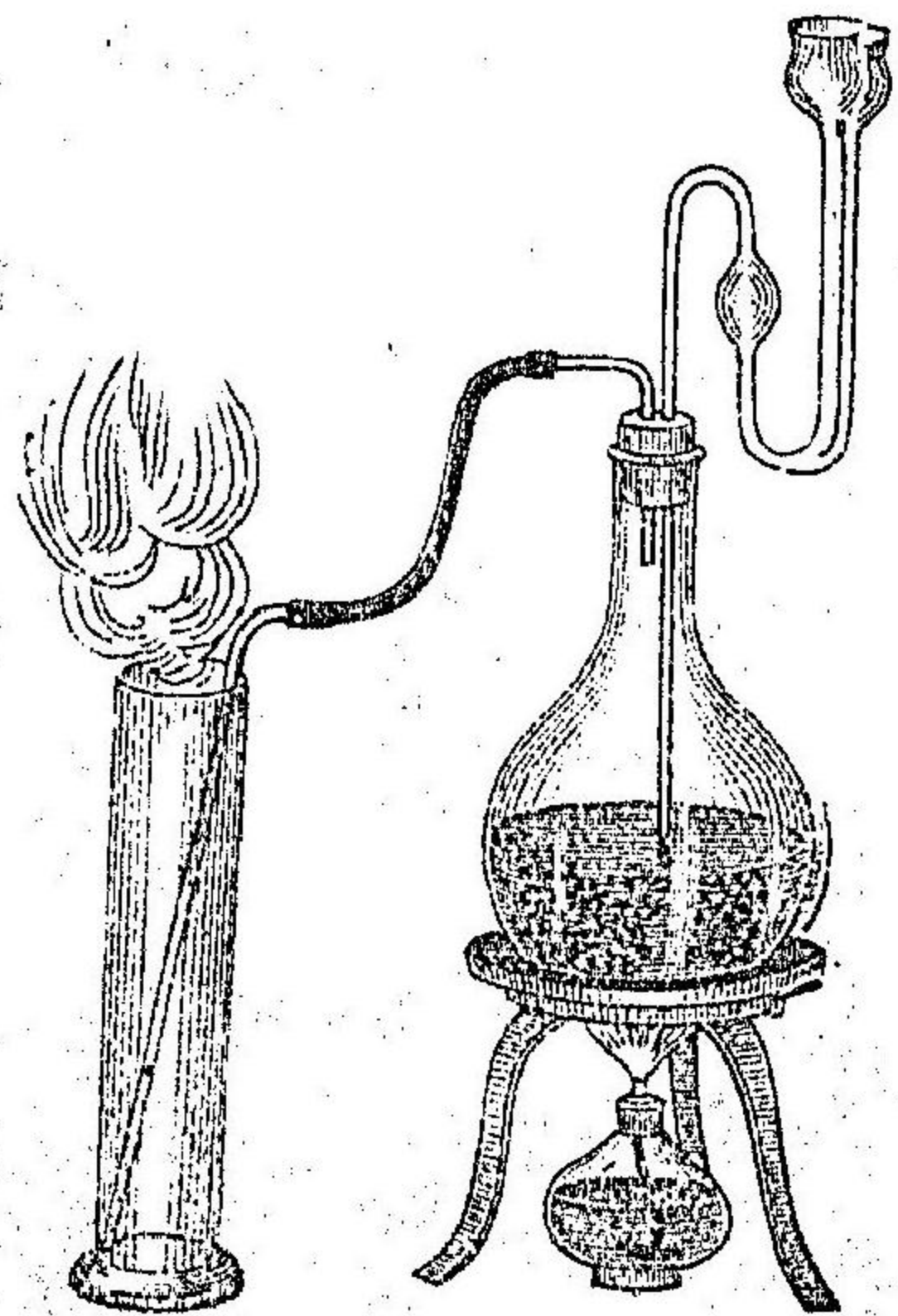


鹽化水素は水に甚だ溶け易し(凡そ一容の水は五百容許の鹽

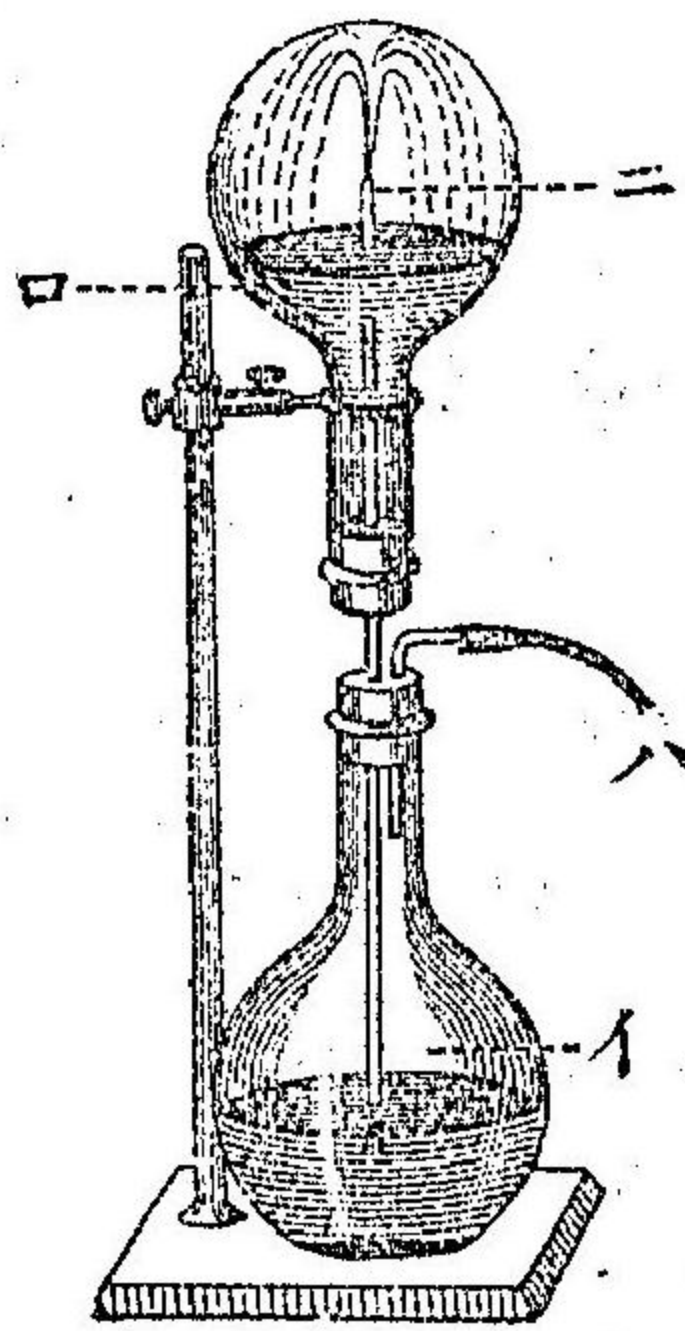
(25)

化水素を溶解す)故に水を置換して此の瓦斯を集むることを得ず又濕りたる空氣中に出づるときは濃霧を生ずべし(之れ鹽化水素が空氣中の水分に溶解して無数の微粒となるによる)鹽化水素の水に溶けたる溶液を鹽酸と稱す。

鹽化水素の水に溶解する度の大なるを示す面白き實驗あり第二十六圖はその装置にして鹽化水素を滿たせるフラスコ(ロ)を倒にしその栓



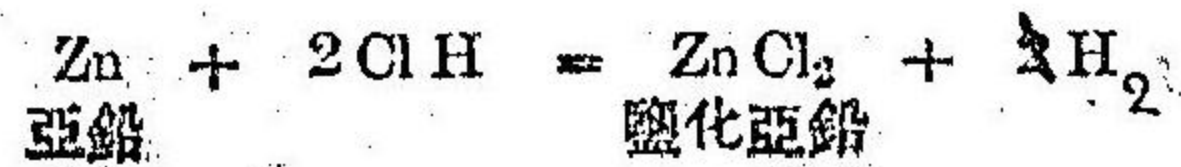
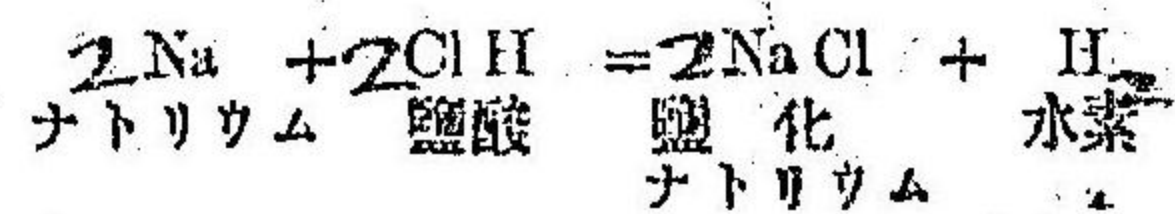
(26)



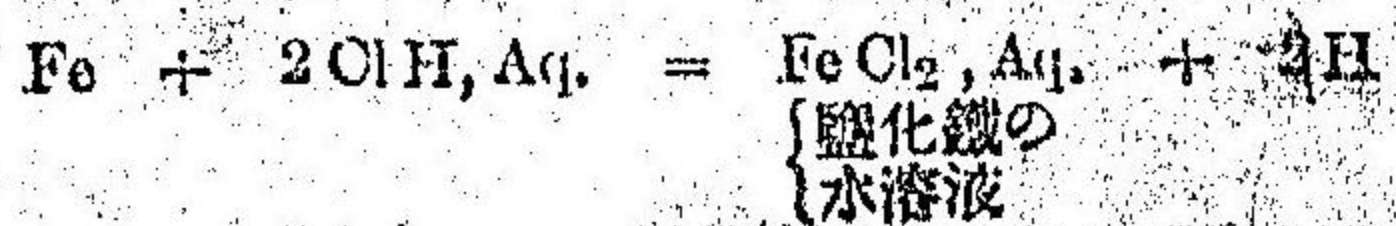
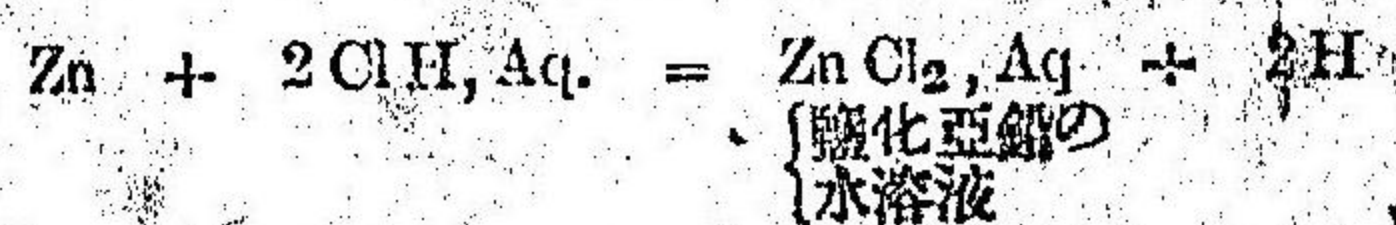
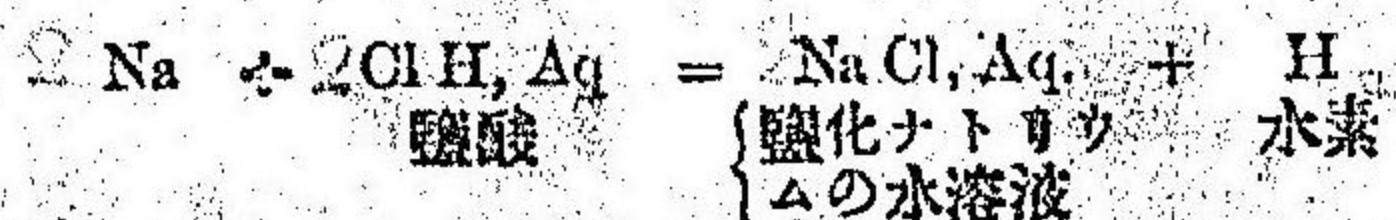
に、尖端を有する硝子管を貫通してその下端を、青色リトマス液を入れたるフラスコ(イ)中に入るるときは液は次第に上昇して(ロ)のフラスコに至るや尖端(ニ)より噴騰し直ちに赤色に變ずるを見るべし

此の如く青色リトマス液を赤變するを酸性反應 Acid reaction を有すと云ふ。即ち鹽酸は酸性反應を有し酸味を呈す。

鹽酸は亞鉛、鐵、ナトリウム等の金屬を溶解して水素を發生す



附言 鹽酸の化學式には便宜上鹽化水素の化學式(HCl)を用ふ、然れども鹽酸は鹽化水素の水溶液なれば HCl, Aq (Aqは Aqua [ラテン語の水]の略語)を用ふるを可き。然らば上記の方程式は次の如くなるべし。



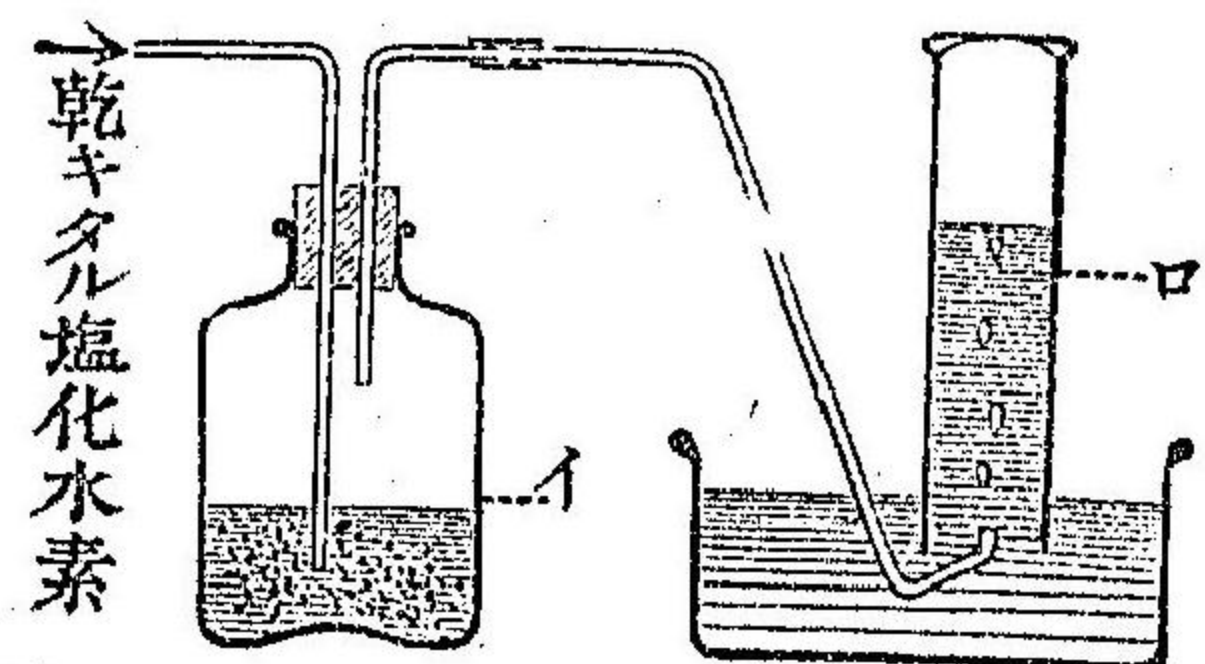


且つ此の方程式によりて鹽化ナトリウム等の生成物が水に溶解し居ることを示すを得るなり。

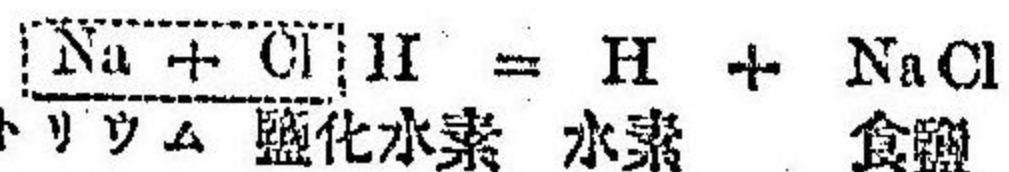
41. 鹽化水素の組成 Composition of Hydrogen Chloride.

乾燥したる鹽化水素を、ナトリウム、アマルガム(ナトリウムと云ふ金屬を水銀

(27)



と云ふ金屬を水銀に溶解したるもの第27圖の(イ)瓶内にあり)の中に通すればナトリウム(金屬單體)は鹽化水素を分解して水素を遊離し食鹽を残留す。



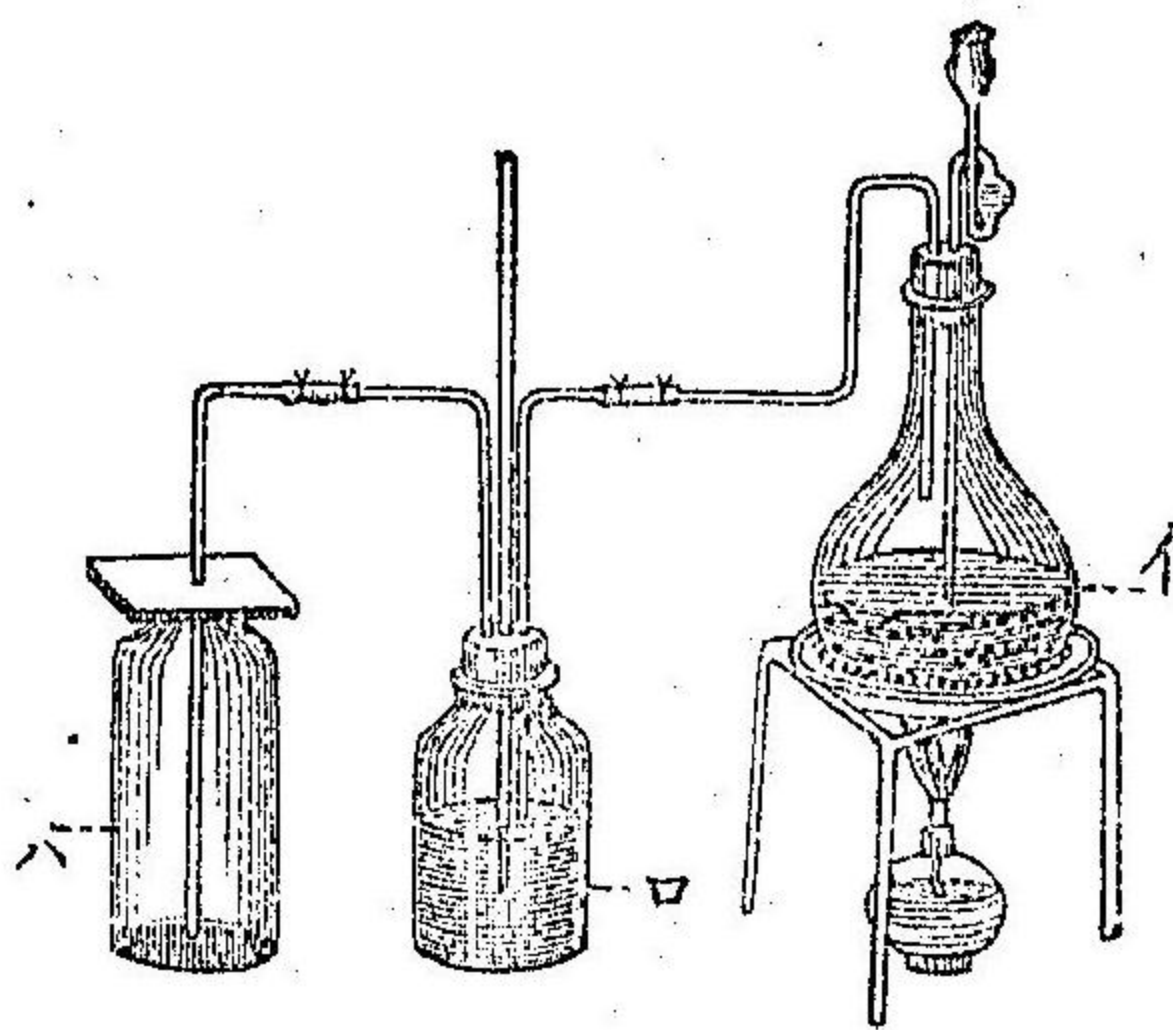
その水素は水槽上に浮ぶを以て(ロ)筒中に集むるを得べし。

此の變化は純粹のナトリウムを用ふるとき烈しく起るが故に之をユルヤカ緩徐になさしめんが爲めアマルガム(水銀の溶液)を使用するなり而して水銀には變化なし。

故に鹽化水素は水素元素を有するを知る。

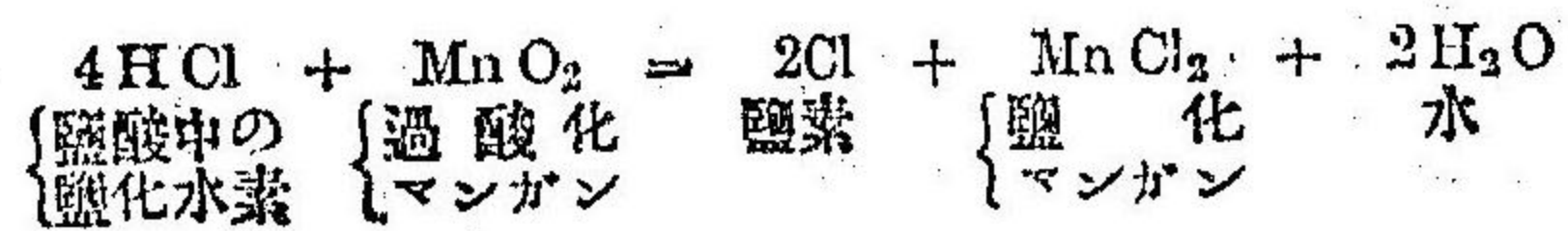
而して鹽化水素の他の成分はナトリウムと化合して食鹽を造りたるなり故に食鹽を分解してナトリウムを除けばその成分の何なるやを知るを得べきも直接に鹽化水素より之を知るには鹽化水素を分解してその中の水素を除き他の成分を單體として遊離せしむるにあり。此の目的の爲めに過酸化マンガンを用ふるを可とす。即ち

(28)



鹽酸を過酸化マンガンと共に熱すれば(第二十八圖イ)綠黄色にして惡臭ある氣體を發生すべし之を鹽素と名く。

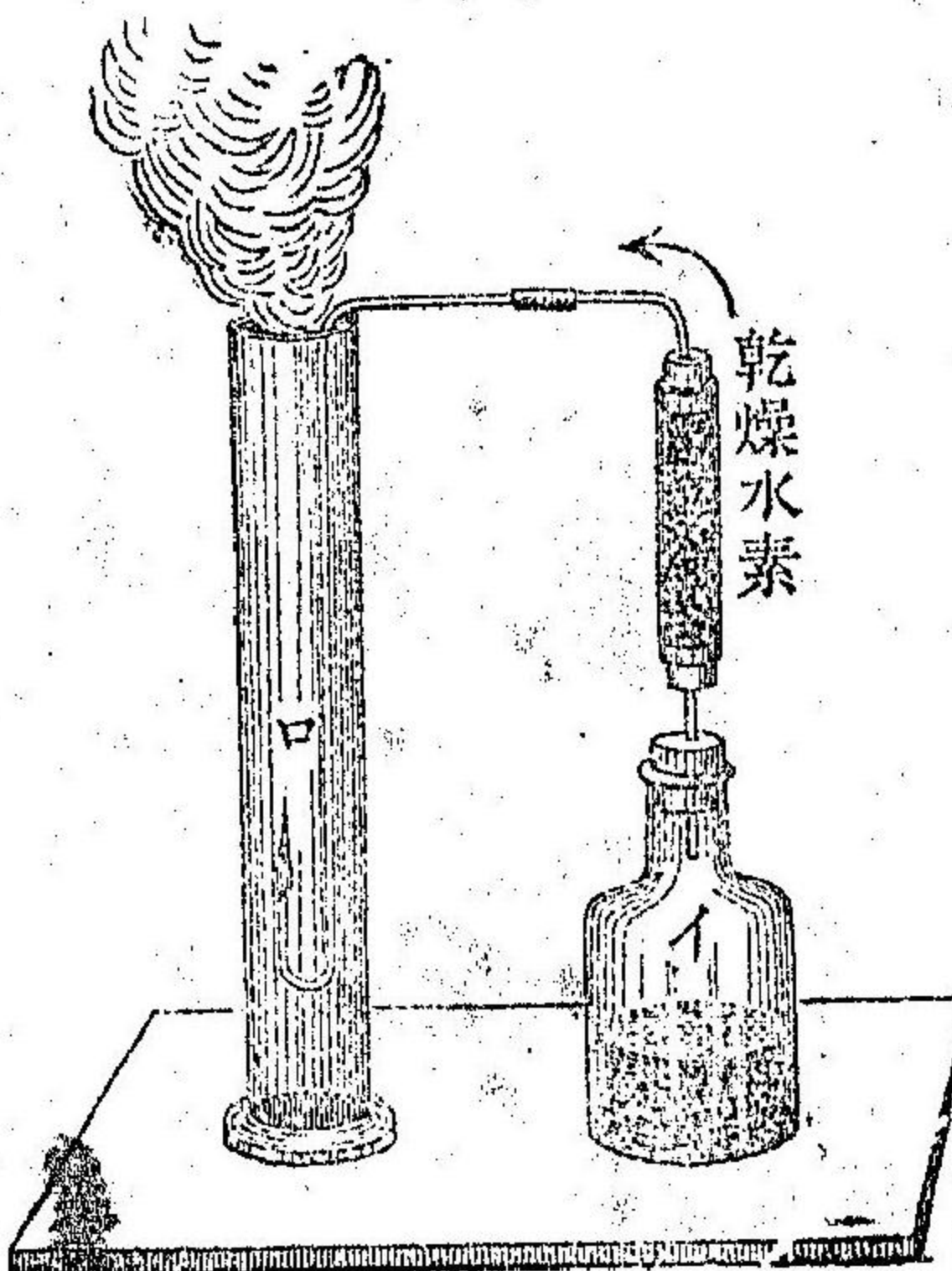
此の氣體を水を含む瓶(ロ)中に通じて水洗し下方置換によりて圓筒(ハ)に捕集するを得之れ空氣よりも重きこと約二倍半なればなり。



故に鹽化水素は鹽素元素を有するを知るべし。

以上の二つの實驗によりて鹽化水素は水素と鹽素との二元素を有するを知るも此の他に異種の元素存在するや否やは更に研究を要す。

(29)



今鹽素を滿せる硝子圓筒(第29圖(ロ))中に水素の焰((イ)には亞鉛と稀硫酸とを入れて水素を發生せしむ)を入るれば燃焼を持続し鹽素は水素と化合し



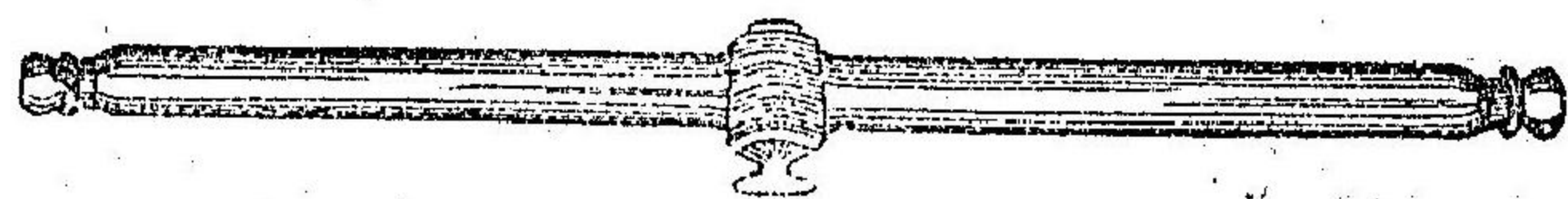
て鹽化水素を生じ發煙するを認めん。

即ち此の合成によりて鹽化水素は鹽素及び水素の化合物なるを知るべし。

此の如く分析及び合成は化合物の成分を知るに必要なり水の場合と照合して考ふべし。

鹽化水素の體積組成 第三十圖の如く中央に活栓を有する管の一半部(一容)に鹽素を、他半部(一容)に水素を満たし日蔭に於て中央の活栓を開て二氣體を混合せしめ

(30)



マグネ

シウム

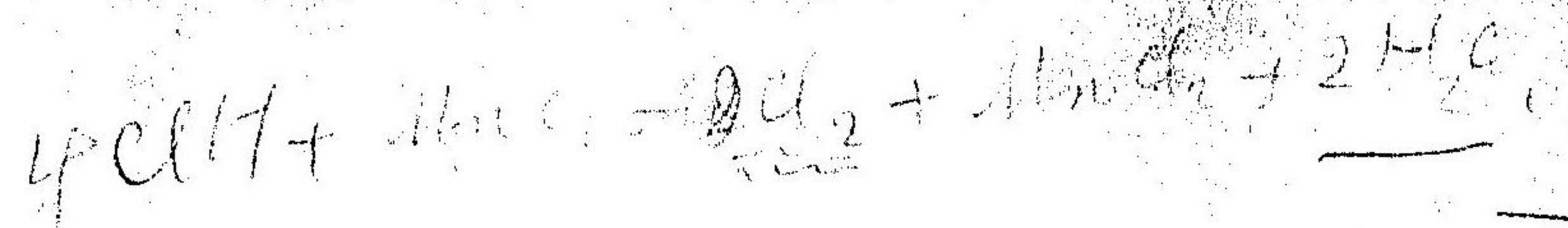
の光に

當つれば化合して鹽素の綠黄色は消滅して無色となるべし然る後此の管の一端を水銀中に於て開くときは水銀の管内に昇るとなく氣體の管外に逃出するとなし次に之を青色リトマス液中に於て開けば生じたる鹽化水素は此の液に盡く溶解して上昇し管の全部(二容)を満らし液を赤色に變せしむるを見る故に

鹽素一容は水素一容と化合して二容の鹽化水素を生ず

べきを知る。

重量組成 體積組成より定めらる。鹽素一立の重量は3.17瓦にして水素一立の重量は0.09瓦なれば鹽化水素の



重量組成は

鹽素 3.17 } 鹽化水素 3.26  
水素 0.09 } (3.17+0.09=3.26)

之を百分の割合にすれば

鹽素  $\frac{3.17}{3.26} \times 100 = 97.24$  } 鹽化水素 100  
水素  $100 - 97.24 = 2.76$  }

#### 42. 鹽化水素の化學式

$$0.09 : 3.17 = 1 : x \quad x = 35.5 \text{ 約}$$

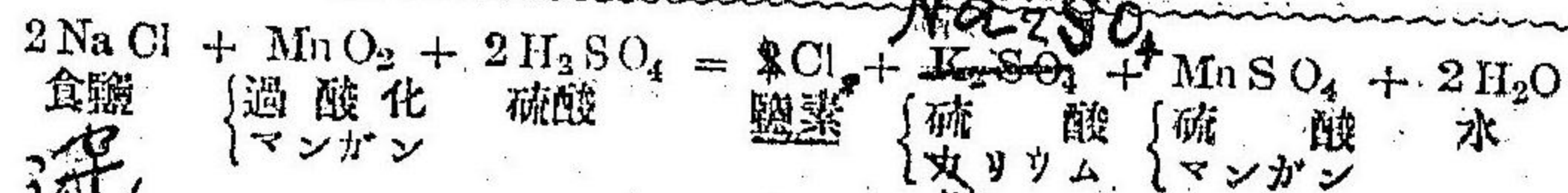
故に鹽化水素の組成は鹽素一原子量(Cl=35.5)に付き水素一原子量(H=1)の割合なり依て鹽化水素の化學式は ClH 或は HCl となる。

### 第二節 鹽素

43. 鹽素 Chlorine Cl 鹽素を製する便法は前に述べたる如く(第73頁を見よ)鹽酸に過酸化マンガンを加へ徐々に熱して生ずる氣體を水を入れたる洗滌瓶中を通過せしめ夾雜物を去り下方置換によりて硝子圓筒に捕集するにあり

又た鹽酸を造る材料即ち食鹽及び強硫酸の混合物に過酸化「マンガ」を注ぎて熱するも鹽素を得べし此のときの装置は前法と全様なり。





鹽素は緑黄色の瓦斯にして烈しき悪臭を有し吸入するときは著しく咽喉を害す一容の水は殆ど二容の鹽素を溶解して鹽素水 (Chlorine water) を造る。

●鹽素と水素との混合物を日光に當つれば激しく化合して鹽化水素を生ず。

此の水素と化合する力は非常に烈しく種々の化合物中の水素を取りて之と化合するを得る程なり、今點火せる蠟燭を鹽素中に入るゝときは多量の黒煤(炭素)と鹽化水素とを生ずるを見る之れ鹽素が蠟燭中の水素と化合し(即ち鹽化水素を造る)炭素を遊離したるによる又鹽素水を日光に曝らすときは鹽素は水中の水素と化合して鹽化水素となり直に水に溶解して鹽酸を生じ、酸素を放つを認めらる此の酸素は動植物性の色素と化合して褪色せしむる性あるを以て鹽素水は綿布の漂白劑 (Bleaching agent) として使用せらる。

然れども絹布の如きは鹽素によりて犯され易きが故に之を漂白するには他の物質(過酸化水素の如き)を使用す。

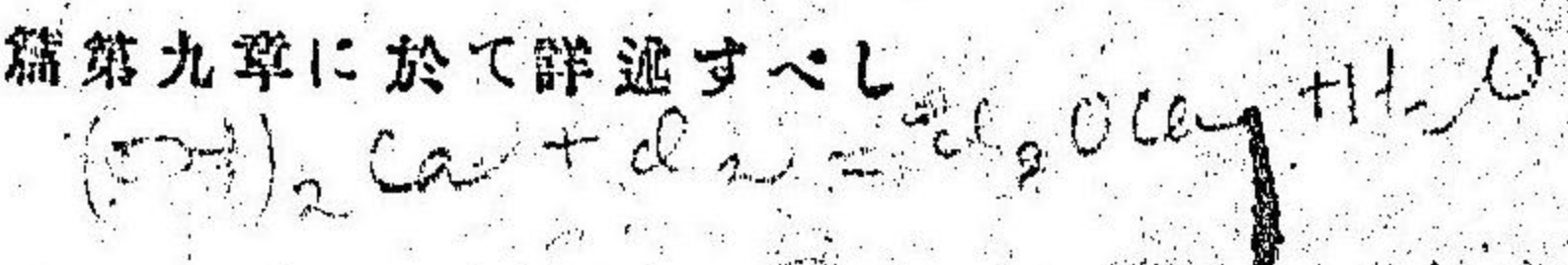
鹽素の漂白作用は乾きたる鹽素に於て見る能はず必ず水の存在を要す是れ鹽素によりて遊離せられたる水中の酸素の作用によればなり。

此の遊離せられたる酸素は暫時の間は普通の酸素單體と異なり酸化作用殊に烈しくして著しく漂白作用をなす此の如き酸素を發生機 (Nascent state) の酸素と云ふ。

鹽素は金屬と直接に化合すアンチモンの細末を少し熱して鹽素中に投ずれば烈しく化合して燃燒し白煙(鹽化アンチモン  $\text{SbCl}_3$ )を生ず。

又「ナトリウムの薄片を鹽素中に放置すれば食鹽を生ず故に食鹽は鹽化ナトリウム  $\text{ClNa}$  (鹽素とナトリウムの化合物なりとの意) なり。

鹽素は防臭又は傳染病の微菌を撲滅する作用頗る大だしくその用途廣きものなり然れども氣體にては取扱に不便なるを以て鹽素を消石灰に吸収せしめたる化合物(白色の粉末)となして使用す此の化合物を漂白粉 Bleaching powder と名く此の粉末を水に溶かし稀硫酸を加ふれば容易に分解して鹽素を發生すべし故に此の申に有機性の色素を入るれば漂白す漂白粉の名稱蓋し之れより起る。尙ほ漂白粉に就ては第二篇第九章に於て詳述すべし





## 第七章 苛性ソーダ食鹽

### 第一節 苛性ソーダ

#### 44. 苛性ソーダ Caustic Soda NaOH

ナトリウムの小片を水に投ずれば水素を発生し液は灰汁の如き味を呈し赤色リトマス試験紙を青變するを認むべし(第20頁を見よ)此の變化をアルカリ性反應 (Alkali reaction) と云ふ(酸性反應の反對なり第71頁)而して此の液を蒸發すれば白色の固體を殘留すべし之を苛性ソーダ(苛性曹達)と名く

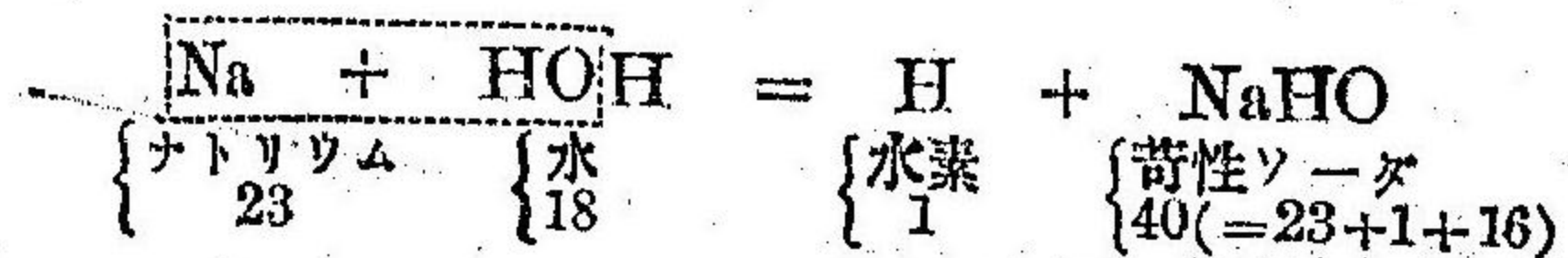
苛性ソーダは白色の固體にして水に溶け易くその水溶液はアルカリ性反應を有す。此の他苛性ソーダの性質及び用途等に就ては第二篇第八章に於て詳説すべし。

45. 苛性ソーダの組成及び化學式 實驗によるに23瓦のナトリウムを水に投ずれば水素1瓦を生じ苛性ソーダ40瓦を得らるべきを見たり。此のときに要する水の重量をx瓦とすれば質量不變の定律により

$$\begin{matrix} 23 & + & x & = & 1 & + & 40 \\ \text{(ナトリウムの量)} & & \text{(水の量)} & & \text{(水素の量)} & & \text{(苛性ソーダの量)} \end{matrix}$$

の關係あり故に  $x=1+40-23=18$  即ち此の水の量は18瓦なり。今18瓦の水は水素2瓦と酸素16瓦とよりなるもの

(第23頁水の組成を見よ)なれば以上の變化に於てはナトリウム23瓦は18瓦の水を分解して水素1瓦を逐出し之に代り苛性ソーダ40瓦(水素1瓦酸素16瓦、ナトリウム23瓦よりなる)を造りたるなり。即ち此の變化の方程式を推定すれば次の如くなるべし。



故に苛性ソーダの化學式は NaHO (或は NaOH 又は OHNa 若くは HONa) にしてその組成はナトリウム23、水素1、酸素16より苛性ソーダ40を造る割合なり。

此の如く一元素が水中の水素の半分を逐出して之に代り水素及び酸素の二元素と化合せし物質を水酸化物 (Hydroxide) と稱す苛性ソーダ (NaHO) は即ち水酸化ナトリウム (Natrium hydroxide) なり。

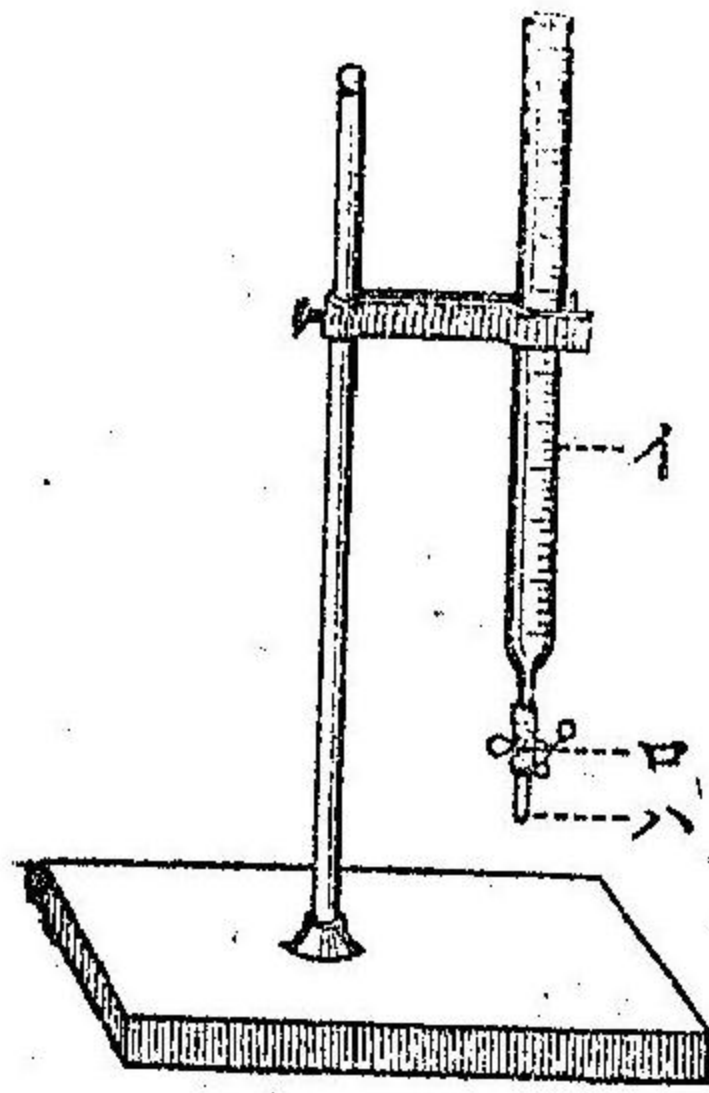
### 第二節 食鹽

#### 46. 食鹽 Common Salt NaCl

苛性ソーダの溶液を硝子製の器(ビーカー Beaker) に入れ之に少量の赤色リトマス液を加へて青變せしめたる後、ビューレット (Burette, 第31圖の(イ))にて示せる硝子製目盛管中にある鹽酸を徐々にその尖端(ハ)より注加するときは



(31)



遂に青色より赤色に移る臨界に達すべし此の現象を中和(Neutralisation)と稱し得たる液は中性(Neutral)なりと云ふ。此の液を蒸發すれば白色の固體を殘留す之を檢するに食鹽なり。食鹽は天然に廣く存在し海水及び鹽泉中の主要なる成分なり。

海水中に含まるる食鹽の量は所によりて大に異なる。水の蒸發比較的盛なる熱帶地方にありては3.5乃至3.8% (パーセント、百分の意)の多きに達することあるも平均2.7%なり。

又た岩鹽 Rock salt となりて地殻中に層をなすとあり。

海水中より食鹽を採取するには海濱に適宜の地を選び鹽田を造り海水を之に引き入れ太陽の熱と風とを利用して水分を蒸發せしめば食鹽は鹽田の砂に混じて殘留すべし此の砂を取て海水に溶かし濃厚なる溶液となし鐵製の釜に入れ蒸發して結晶せしむるなり。

此くして得たる食鹽は海水中にある不純物を含有するを以て純粹と云ふを得ず之を精製するには食鹽の濃厚液に鹽化水素を通じて食鹽を沈澱せしめ之を濾し更に水に溶解して前の方法を反復して沈澱せしむると二三回ならしめば可なり。

食鹽は透明無色なる結晶をなし、空氣中にて潮解するとなく水に溶解易くその水溶液は鹹味を有す。

潮解 Deliquescence とは或る固體物質を、濕りたる空氣中に放置するとき漸次空氣の濕氣を吸收して之に溶解する現象を云ふ。

普通の食鹽が空氣中にて潮解しその水溶液及び海水の苦味を帶ぶるは鹽化マグネシウムを混するによる。

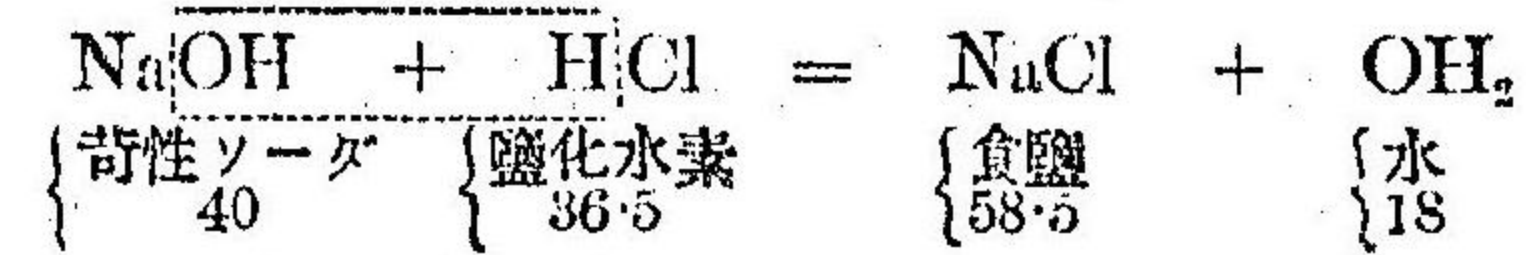
食鹽は吾人日常の生活に必要なものにして又た種々の食料を貯藏するに用ひらる之れ防腐の効あるによる。

47. 食鹽の組成及び化學式 實驗によるに40瓦の苛性ソーダを有する溶液を中和するに要する鹽酸は36.5瓦の鹽化水素を有し、生じたる食鹽の量は58.5瓦なるを知れり。

第77頁に於て述べし如く食鹽は鹽素とナトリウムとの化合せるものなれば以上の中和作用にありては40瓦の苛性ソーダ中のナトリウム23瓦(即ち全體のナトリウム)が36.5瓦の鹽化水素中の鹽素全體即ち35.5瓦と化合して58.5瓦(23+35.5=58.5)の食鹽を生じたるを推知し得べし。

故に食鹽の化學式は  $\text{NaCl}$  又は  $\text{ClNa}$  にして此の中和の方程式は次の如くなるべし。

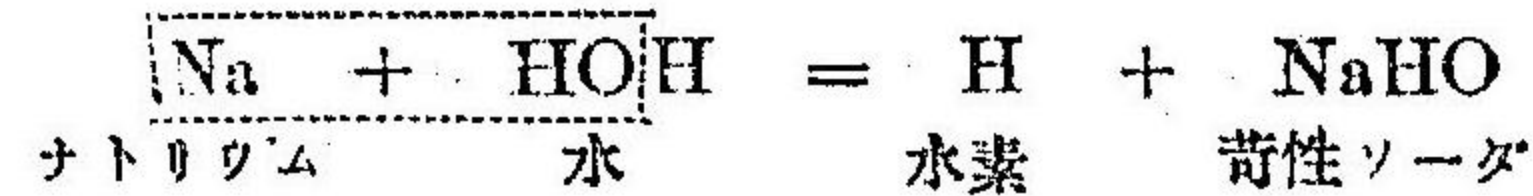




即ち此の中和によりて同時に水を生ずるを見る。

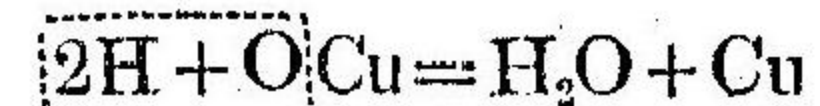
48. <sup>ナクワン</sup>置換 (Substitution), 複分解 (Double decomposition)

ナトリウムを水に投じて水素と苛性ソーダとを生ずる変化



にありては水は水素及び酸素の原子團 (HO) と水素とに分解しその HO の原子團はナトリウムと化合して苛性ソーダを造り水素は単體となりて遊離す即ちナトリウムは水中の水素を逐出し (HO) 原子團と化合して苛性ソーダを造るなり。

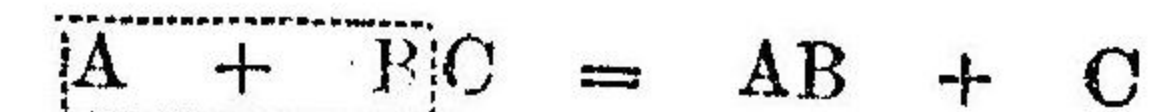
又た酸化銅 (OCu) を熱して水素 (H) を通ずるときは水 (H<sub>2</sub>O) と銅 (Cu) とを生ずる変化



に於ては水素は酸化銅中の銅を迫出し酸素と化合して水を造るなり

此の如く一物質が二成分に分解しその一成分と他單體とが化合して他の成分を單體として遊離せしむる変化即ち一物質の成分の一を他の單體にて置き換へたる

變化を置換と云ふ。一般に



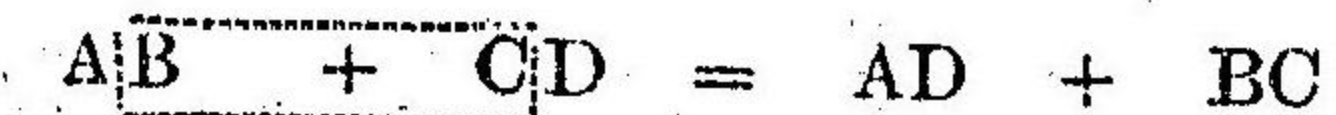
にて示さる。

苛性ソーダ (NaOH) に鹽化水素 (HCl) を加へて食鹽 (NaCl) と水 (OH<sub>2</sub>) とを生ずる變化は



にて示さるる如く苛性ソーダはナトリウム (Na) と (OH) 原子團との二成分に分解し鹽化水素は水素 (H) と鹽素 (Cl) とに分解す次に各成分を置き換へナトリウムと鹽素とが化合して食鹽 (NaCl) を造り (OH) 原子團と水素とが化合して水 (OH<sub>2</sub>) を造るなり

此の如く二物質が各二成分に分解し互にその成分を置き換へて新に別種の二物質を造る變化を複分解と云ふ即ち二重の置換なり。一般に



にて示さる。

要するに置換及び複分解は分解と化合とが相次で起る變化なり。



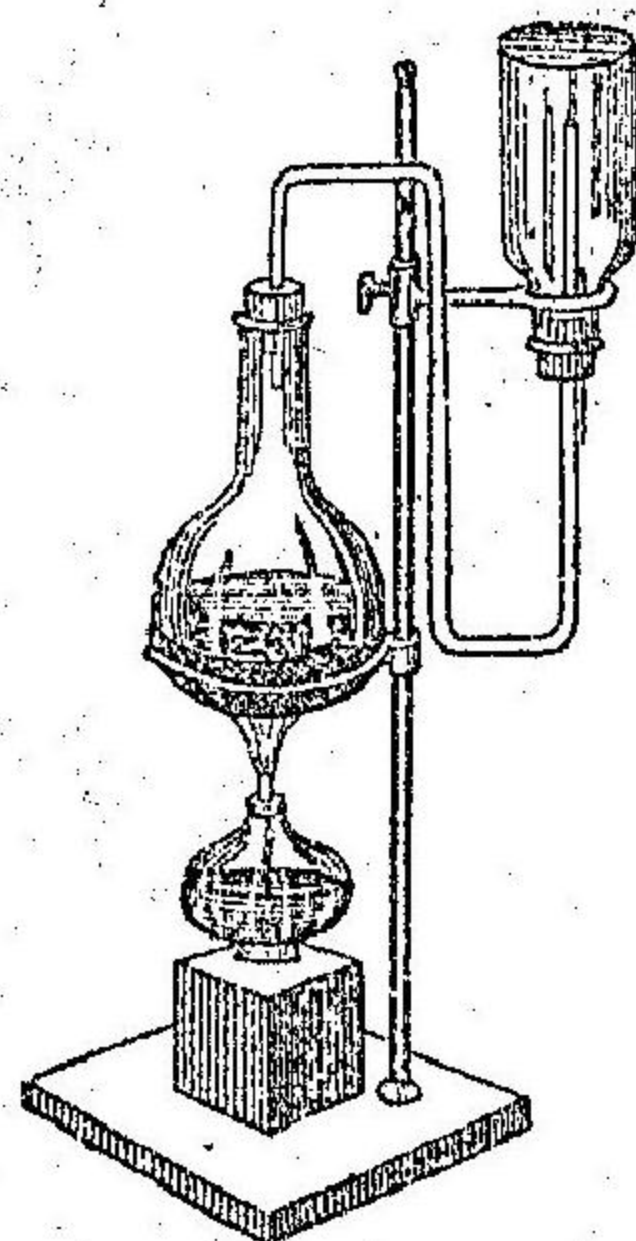
## 第八章 アムモニア鹽化アンモニウム

### 第一節 アンモニア

#### 49. アムモニア Ammonia NH<sub>3</sub>

鯉節、卵白、膠その他乾燥せる魚肉の類を苛性ソーダの濃厚液と共に熱するときは一様刺激性の悪臭を有する無色の氣體を發生し、濕ふたる赤色試験紙 (Test-paper 赤色リ

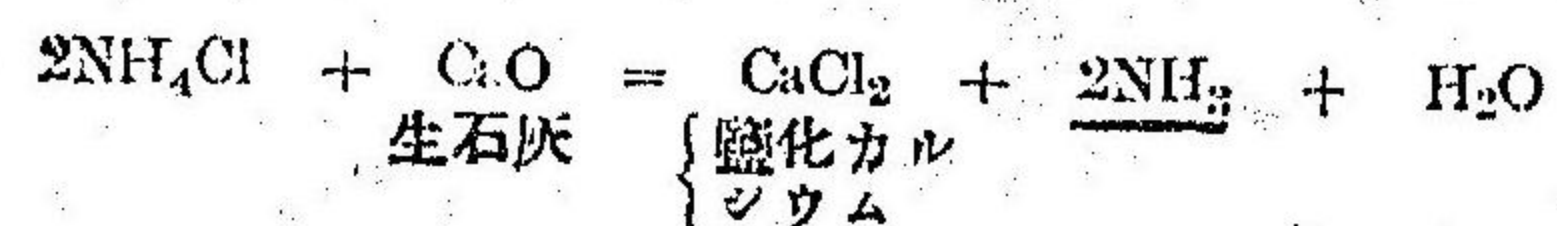
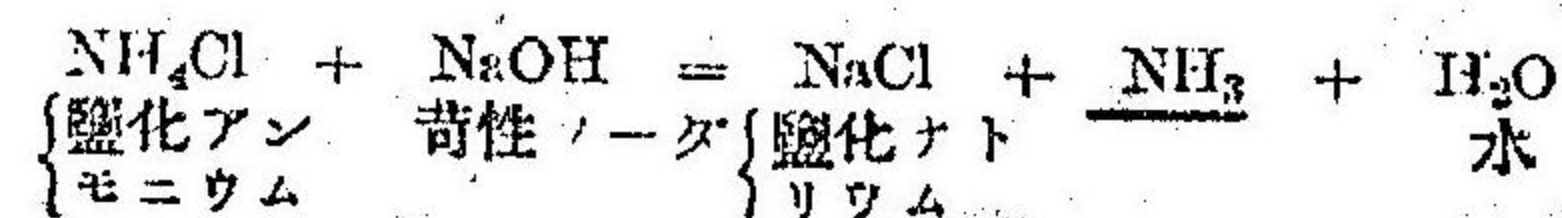
(32)



トマス液を付けたる紙)を青變するを認むべし之れ即ちアンモニアなり

アンモニアを多量に造るには鹽化アンモニウムに苛性ソーダ(又は生石灰)を混じて熱するにあり空氣よりも輕きを以て(空氣に對する比重 0.59)上方置換法により空氣と置換して集むるを得(第32圖)

此のときに起る變化の方程式は



此の如くアンモニアの生ずるとき全時に水分を生ずるが故に若し乾燥せるアンモニア瓦斯を得んと欲せば之を、生石灰を詰たせる管を通過せしむべし然らば生石灰は此の水分を吸収してアンモニアを乾燥するなり。

アンモニアは極めて水に溶け易く通常温度に於て一容の水は約 800 容のアンモニアを溶解す故に鹽化水素のときに於けると同様の實驗(第71頁第26圖)をなすを得然れども下瓶に赤色リトマス液を入れ置くべし然らば上瓶に上昇して青色に變するを見ん。

アンモニアの水溶液をアンモニア水 (Liquor ammonia 又は Solution of ammonia) と稱しアルカリ性反應を有す之を熱すれば再びアンモニアを發生す故にアンモニア瓦斯を急に得んとするときアンモニア水を熱するを可とす

アンモニアは大なる壓力及び低き温度に於て無色の液體となりその壓力を去れば再び氣體となる而してその氣化する際には多量の熱を吸収するを以て之を氷の製造に利用せらる。

50. アンモニアの組成及び化學式 第13圖(第22頁)に示せる驗氣器の目盛管(イ)に 20c.c. の乾きたるアンモニアと 15c.c. の乾きたる酸素とを相次で入れ(ホ)の活栓の所より)之を混合したる後水銀溜(ハ)を上昇して此の混合



氣體を豫め熱したる白金粉(ロ)の内を通過せしめば盛に作用して微量の水と少量の氣體((=)の管内に集まる)を生ず(白金粉はアンモニアと酸素との作用を媒介するのみにして自らは變化せず)。次に此の氣體を(イ)管に送りてその體積を測るに10c.c.(即ち用ひしアンモニアの體積の半分)にしてその氣體は窒素なるを検知せらる。即ち20c.c.のアンモニアと15c.c.の酸素と相作用して水と窒素10c.c.を生ずるなり。

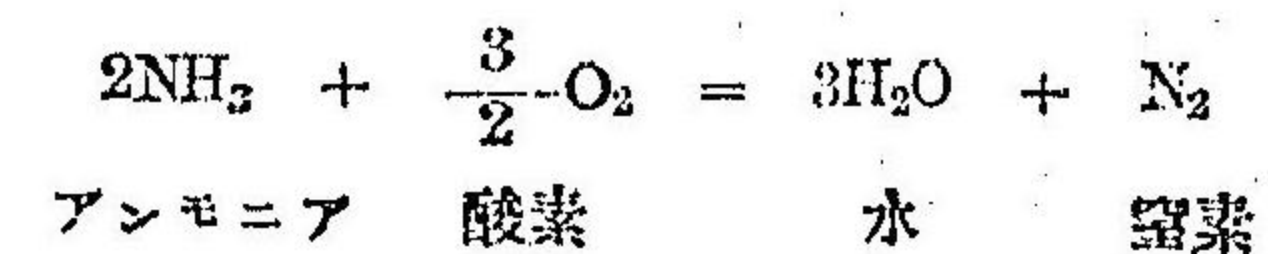
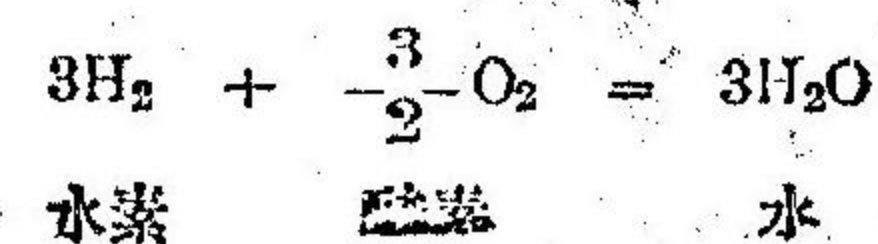
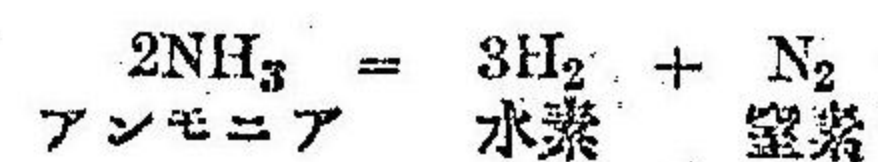
15c.c.の酸素と化合して水を生ずるに必要な水素は30c.c.なり(水の體積組成を見よ)故にアンモニア20c.c.を分解すれば水素30c.c.(之れは直ちに酸素15c.c.と化合して水を生ず)と窒素10c.c.(之れは遊離す)を生ずべき理なり。

[アンモニアが水素及び窒素の化合物なることは水素及び窒素の混合物に電火(Electric sparks)を通すれば多少化合してアンモニアを生ずる事實によりて知るを得べし]

今10c.c.を一容とすれば上の結果は次の如く示さる

アンモニア二容を分解すれば水素三容(之は酸素一容半と化合して水を造る)と窒素一容を生ず

上記の變化の方程式は次の如し。



式中  $\text{H}_2$  (水素の分子式),  $\text{N}_2$  (窒素の分子式),  $\text{O}_2$  (酸素の分子式)に就ては第十五章(分子式)の條下を見るべし。

窒素の水素に對する比重は14なるを以て水素一容の重量を1量とせばその三容の重量は3量となり窒素一容の重量は14量となる故にアンモニアの重量組成は

窒素	水素	アンモニア
14	3	17

之れ質量不變の定律によりアンモニアの量は其の成分たる窒素及び水素の重量の和14+3=17量なるべきによる。

アンモニアの重量組成	<table style="border-collapse: collapse; margin: 0;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">水素三容の重量</td> <td style="text-align: right; padding: 2px 5px;">3量</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">窒素一容</td> <td style="text-align: right; padding: 2px 5px;">14量</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; padding: 2px 5px;">アンモニア二容の重量</td> <td style="border-top: 1px solid black; text-align: right; padding: 2px 5px;">17量</td> </tr> </table>	水素三容の重量	3量	窒素一容	14量	アンモニア二容の重量	17量
水素三容の重量	3量						
窒素一容	14量						
アンモニア二容の重量	17量						

附言 水素一容の重量を一量とせばアンモニア二容の重量は17量となる。

即ちアンモニア17量は窒素一原子量(14)と水素三原子量(3)とよりなるを以てアンモニアの化學式は  $\text{NH}_3$  或は  $\text{H}_3\text{N}$  なり。

## 第二節 鹽化アンモニウム

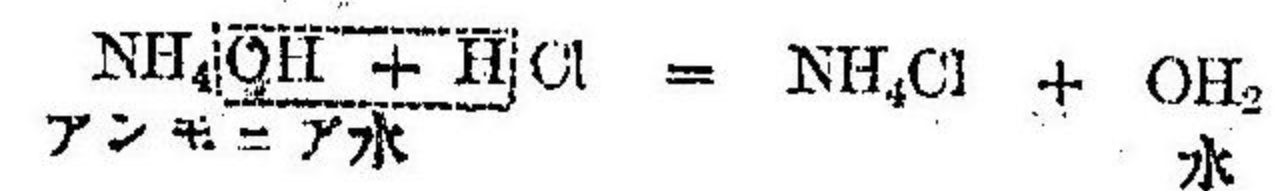
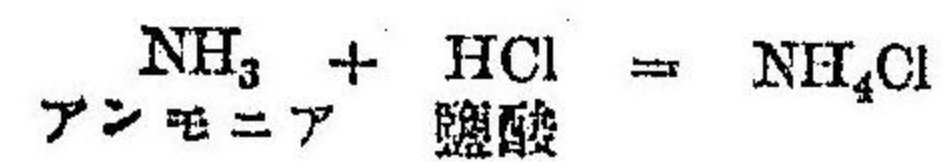
### 51. 鹽化アンモニウム Ammonium Chloride. $\text{NH}_4\text{Cl}$

アンモニアを鹽酸に接觸せしめば白烟を生ず之れ鹽



化アンモニウムなり。

又た鹽酸と苛性ソーダ液との中和(第79頁)のときの如く鹽酸を以てアンモニア水を中和せしめて得たる液を蒸發すれば鹽化アンモニウムを得べし。



鹽化アンモニウムは一に礪砂 Sal ammoniac と稱し白色の結晶にして水に能く溶解しその水溶液は中性反應を有す

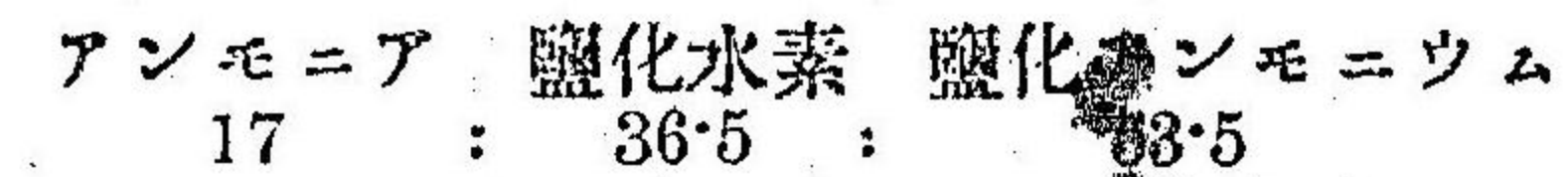
此の結晶の少量を試験管に入れて徐熱するときは液化せずして氣化し管の上部の冷却せる所に至りて再び凝結し白色の微結晶を附着するを見るべし此の如き現象を昇華 Sublimation と云ふ。

52. 鹽化アンモニウムの組成及び化學式 鹽化水素の合成に用ひたる硝子管(第74頁第30圖を見よ)の一半にアンモニアを他半に鹽化水素を満たし中央の活栓を開て兩氣體を混合せしめば直に作用して鹽化アンモニウムの白色の微晶を生ず而して管の一端を水銀中に於て開けば水銀は忽ち上昇して殆ど全部を満すを見ん故に兩氣體は同容の割合にて化合して鹽化アンモニウムを

生ずるを知る。

鹽化水素 36.5 量とアンモニア 17 量とは體積を同ふす何となれば水素一容の重量を一量とせば鹽化水素二容の重量は 36.5 量(第74頁75頁鹽化水素の組成を参照せよ)にしてアンモニア二容の重量は 17 量(第87頁)なるを以てなり

故にアンモニアの重量組成は

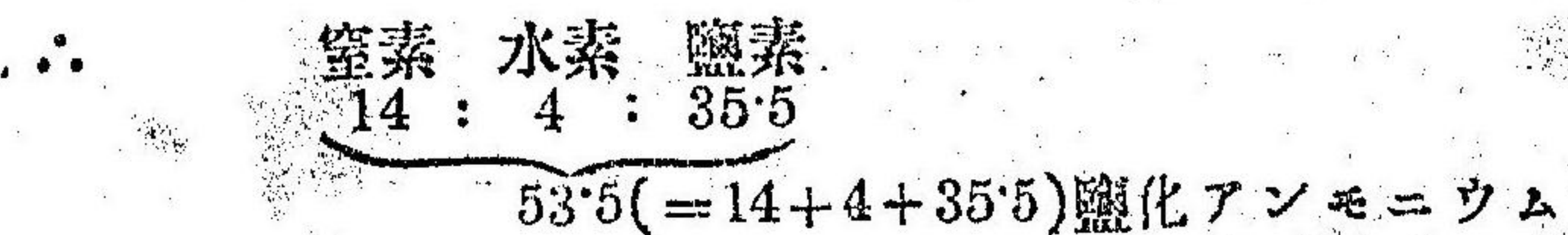
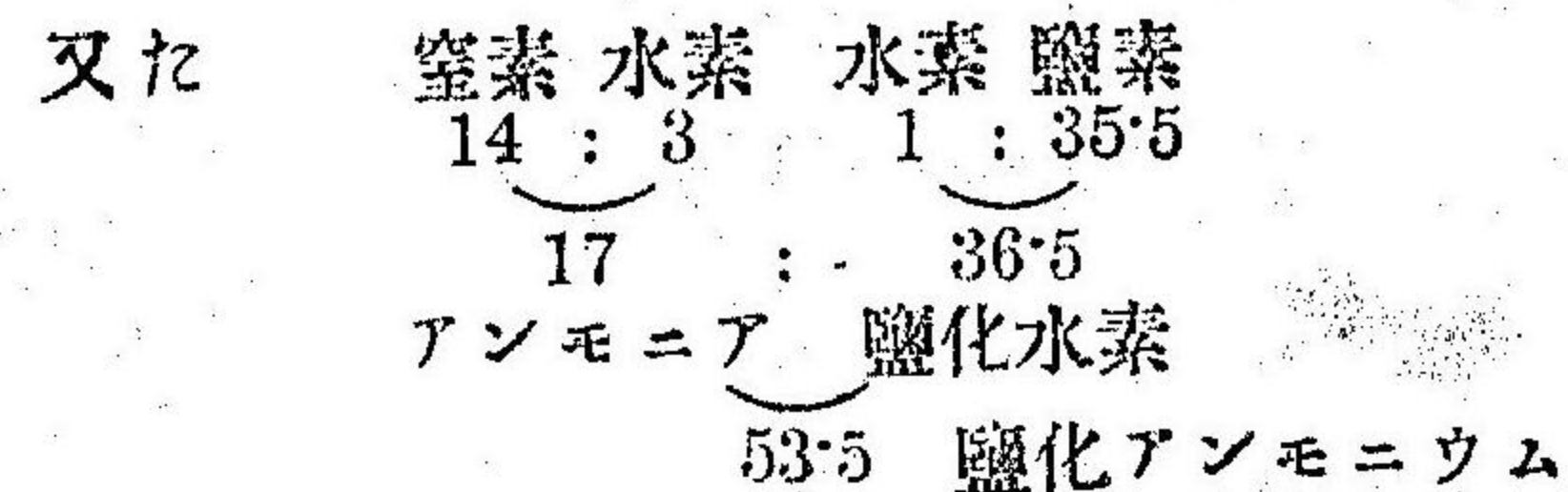


之れ質量不變の定律により鹽化アンモニウムの量は  $17 + 36.5 = 53.5$  なるべきによる。

即ち鹽化アンモニウム 53.5 量はアンモニア 17 量( $\text{NH}_3$ にて示さるる量)と鹽化水素 36.5 量( $\text{HCl}$ にて示さるる量)との化合によりて生ずるが故に此の變化は



にて表はされ鹽化アンモニウムの化學式は  $\text{NH}_4\text{Cl}$  或は  $\text{ClNH}_4$  となるべし。



即ち窒素一原子量(14), 水素四原子量(4), 鹽素一原子量



646.

(35.5)より鹽化アンモニウム53.5量を造るを以て鹽化アンモニウムの化學式はNH<sub>4</sub>Cl 或はClNH<sub>4</sub>なり。

53. 鹽化アンモニウムの熱離 鹽化アンモニウムの結晶を少しく試験管に入れ熱する際此の試験管の口に濕ふたる赤色試験紙を置くときは試験紙は先づ青色に變じ暫くして再び赤色に復するを認む之れ鹽化アンモニウムが熱せられて氣化するときアンモニアと鹽化水素とに分解し前者は後者よりも軽きと二倍余なれば(その比重の割合17:36.5 即ち1:  $\frac{36.5}{17} = 1:2.15$ )先づ上昇して試験紙を青變し次に鹽化水素來りて之を赤變するによる而して此等二氣體は冷却するに従ひ再び化合して鹽化アンモニウムを生ず管の上部に昇華せしは即ち之れなり。

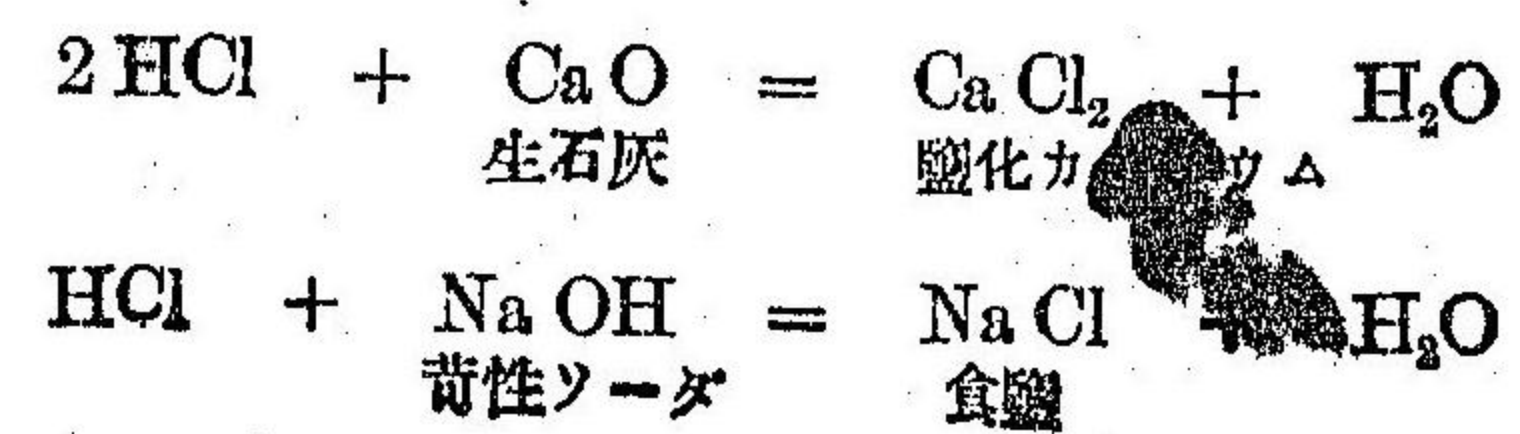
此の如く分解を起したる原因の去りたるとき化合して元のものに復する分解を解離(Dissociation)と稱しその原因が熱なる場合を熱解離或は熱離(Thermal dissociation 或は Thermolysis)と云ふ。

鹽化アンモニウムの熱離を示す方程式は次の如し。



附言. 鹽化アンモニウムよりアンモニアを製するに生石灰又は苛性ソーダを加へて熱するは鹽化アンモニ

ウムの分解によりて生ずる鹽化水素を除去する爲めなり之を除去せざればアンモニアと化合して鹽化アンモニウムを再生するを以てなり即ち生石灰は鹽化水素と化合して鹽化カルシウム(固體)を造り苛性ソーダは食鹽(固體)を造る。(第84頁参照)





## 第九章 窒素の酸化物

窒素の酸化物(即ち窒素と酸素との化合物)に數種ありその中必要なるは亞酸化窒素、酸化窒素及び過酸化窒素の三種なり。

### 第一節 亞酸化窒素

54. 亞酸化窒素 Nitrous oxide  $N_2O$  硝酸アンモニウム ( $NH_4NO_3$ ) と名くる無色の結晶をフラスコに入れ熱すれば熔融したる後分解して水蒸氣及び亞酸化窒素(氣體)を生ず。  $NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$

亞酸化窒素は冷水に稍能く溶解するも温湯には溶解難し故に之を捕集するには温湯を用ふべし。(此のさきの装置は酸素製造の場合(第三頁第(3)圖を見よ)と同様なり)

此の氣體は空氣に比して約一倍半重きが故に炭酸瓦斯の場合の如く下方置換法により空氣と置換して捕集するを得べし。

此の氣體は無色にして微なる甘き臭と甘味とを有す。燐及び蠟燭等可燃物の燃焼を盛んにすると酸素に類似す即ち此の氣體の中にマッチの餘燼を入るれば再び點火すべし。

故に下方置換によりて此の氣體を捕集せし場合には此の性質によりて圓筒内に此の氣體の満ちたるを知るを得べし。

此の如く此の氣體中に於て可燃物の燃焼盛んに起るは熱によりて亞酸化窒素が分解せられて酸素を生じ此の酸素が可燃物を燃焼するによるなり。

故に亞酸化窒素は酸素と誤認せらるゝとあるべし此の兩者を識別するには之に酸化窒素(無色の氣體)を加ふべし亞酸化窒素のときは赤褐色の氣體を生ぜざるも酸素のときは直に赤褐色の氣體(過酸化窒素)を生ずるなり。

亞酸化窒素を少時間吸入するときは筋肉を興奮せしめ自ら嬉笑を催ふす故に笑氣 (Laughing gas) の名あり、此の吸入多時に亘れば智覺を失ひ遂に死するに至ると云ふ。故に一時の麻醉劑 (Anaesthetic) として齒科醫之を使用するあり。

55. 組成及び化學式 驗氣器(第22頁第13圖)の目盛管(1)に亞酸化窒素 20 c.c. と水素 20 c.c. とを入れ此の混合氣を熱したる白金粉(口)上に送れば盛に燃えて窒素と水とを生ず而してその窒素を(1)管に移してその體積を測るに 20 c.c. なるを見るべし。此の實驗に於ける變化を考ふるに亞酸化窒素 20 c.c. は先づ窒素 20 c.c. と酸素 10 c.c. とに分解しその酸素 10 c.c. は直ちに水素 20 c.c. と化合して水を造り窒素 20 c.c. は遊離したるなり(亞酸化窒素が酸素及



び窒素の化合物なることは亞酸化窒素に電火 (Electric sparks) を通ずるとき酸素と窒素との混合氣體を生ずる事實によりて知るを得べし)

今 10 c.c. を一容とすれば亞酸化窒素の體積組成は次の如し。

窒素	酸素	亞酸化窒素
二容	: 一容	: 二容

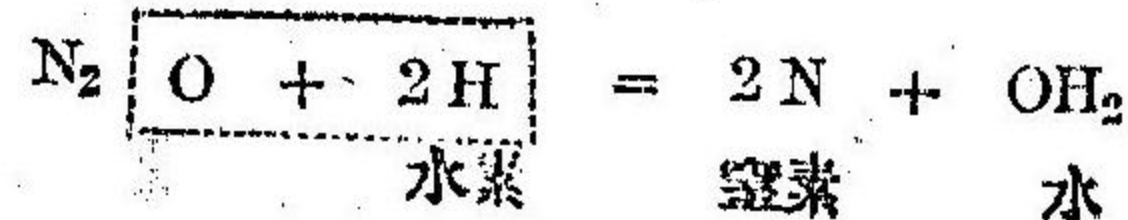
水素に對する酸素の比重は 16 にして窒素の比重は 14 なるにより水素の重量を 1 量とすれば酸素一容の重量は 16 量にして窒素二容の重量は 28 量 (14 量の二倍) なり依て亞酸化窒素の重量組成は次の如し

窒素	酸素	亞酸化窒素
28	: 16	: 44 (=28+16)

附言. 亞酸化窒素 44 量はその二容の重量なるによりその一容の重量は  $\frac{44}{2} = 22$  量なればその水素に對する比重は 22 となりその一立の重量は  $0.09 \times 22 = 1.98$  瓦となるべし (0.09 瓦は水素一立の重量) 此の數は實驗數に一致す (亞酸化窒素一立の重量を測るの方法は酸素の場合と同様なり第四頁を見よ)

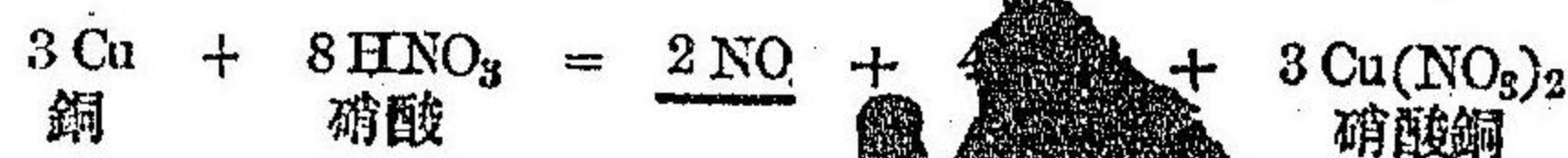
今窒素 28 は窒素の二原子量にして酸素 16 は酸素の一原子量なれば亞酸化窒素の化學式は  $N_2O$  或は  $ON_2$  となるべし。

亞酸化窒素の體積組成を検するとき起りし變化の方程式は次の如く示さる。

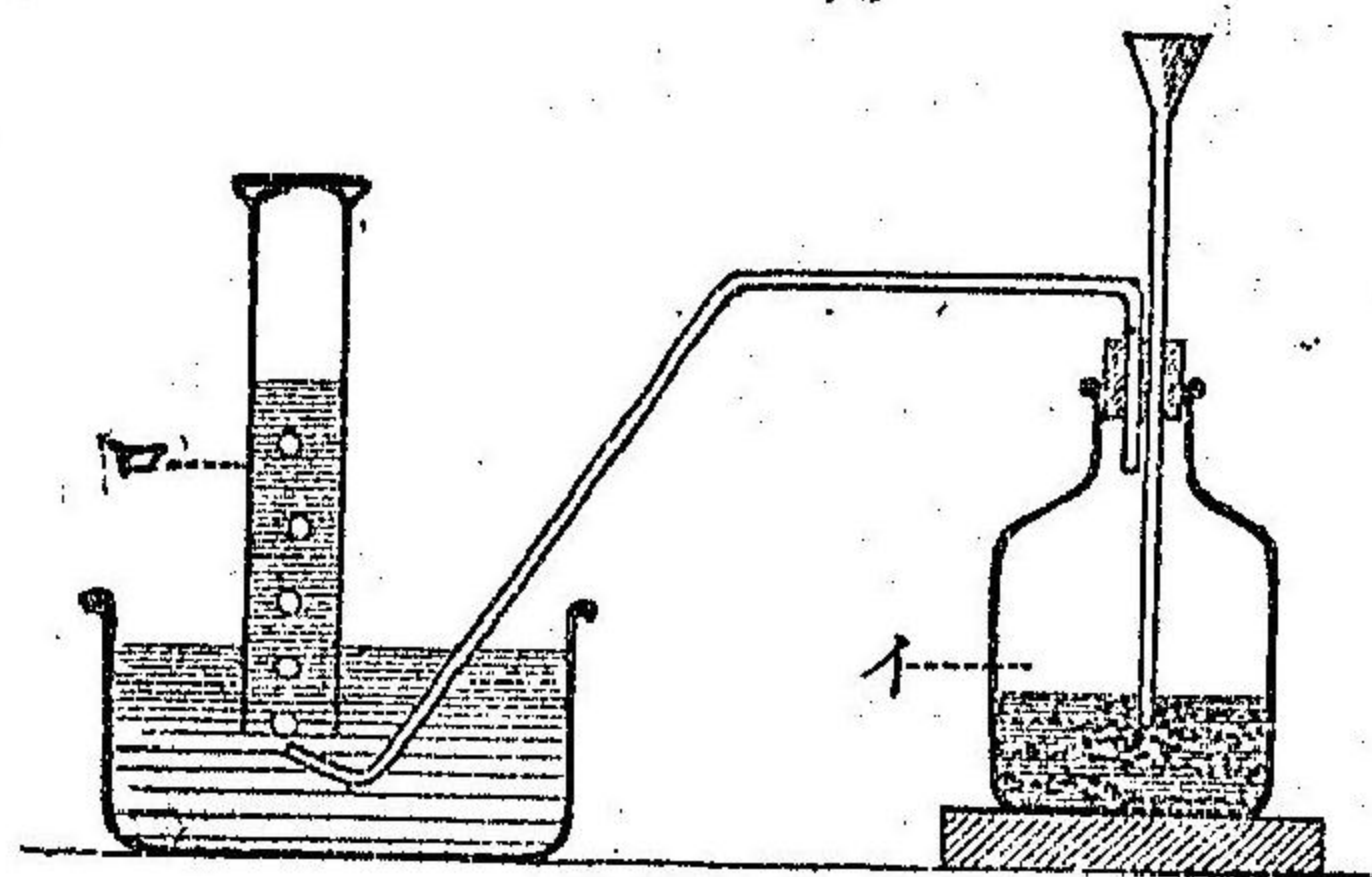


### 第二節 酸化窒素

56. 酸化窒素 Nitric Oxide NO 銅或は水銀に硝酸を注ぐときは無色の氣體を生ず之を酸化窒素と名く空氣に觸るれば直ちにその中の酸素と化合して過酸化窒素(悪臭ある赤褐色の瓦斯)に變ず。



第三十三圖に示す如き装置を用ひて此の氣體を生ずるを便す(イ)



瓶内に少許の水を入れた後硝酸を注ぐときは銅は漸次溶解し硝酸銅の溶液(藍色)を生じ全時に氣體(酸化窒素)を發生す此の氣體は無色なるも瓶中に存在する空氣中の酸素と化合して過酸化窒素となるにより

瓶内は漸次赤褐色を呈するを見る然れども次第に發生氣と共に赤褐色の氣體は外方に排除さるゝを以て遂に無色となるに至るべし此に於て水槽中に硝子筒(口) (水を以て満たせる) を倒立し水と置換して此の氣體を捕集するなり。

此の氣體は物體の燃焼を持続せず故に燭火を入れるれば直ちに消滅す而して此の際空氣侵入するを以て赤褐色に變ず。



57. 組成及び化學式 亞酸化窒素のときと全様の實驗を行へば體積組成を定むるを得べし。

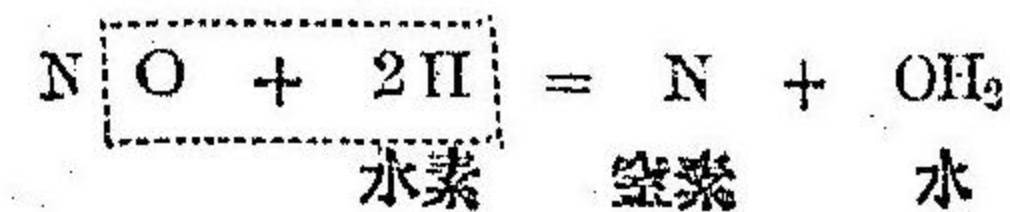
驗氣器の目盛管に酸化窒素二容(例へば 20 c. c.)と水素二容(即 20 c. c.)とを入れ此の混合氣を熱したる白金粉上に送りて反應せしめたる後(此の反應の際水と窒素とを生ず)その窒素を目盛管に送りて容積を測定するに 10c.c (即一容)なるを見れば亞酸化窒素のときと同一の推論により酸化窒素の體積組成及び重量組成は次の如きを推知し得べし。

	窒素	酸素	酸化窒素
容積	一容	一容	二容
重量	14	16	30 (=14+16)

從てその水素に對する比重は  $\frac{30}{2}=15$  にしてその一立の重量は  $0.09 \times 15 = 1.35$  瓦なるべし而して此等は實驗數に一致するを見る。

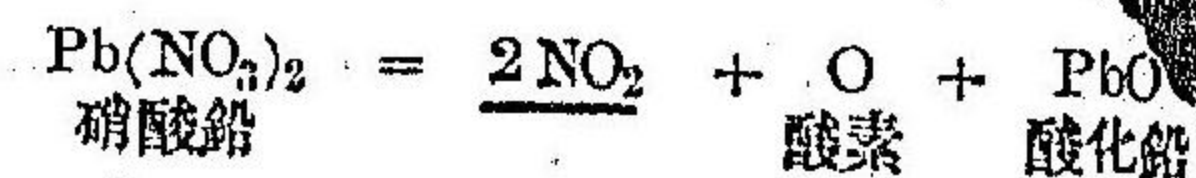
今窒素 14 は窒素の一原子量にして酸素 16 は酸素の一原子量なれば酸化窒素の化學式は NO 或は ON となるべし。

前の驗氣器に於て起りし變化の方程式は



### 第三節 過酸化窒素

58. 過酸化窒素 Nitrogen Peroxide  $\text{NO}_2$  過酸化窒素は上に述べたる如く酸化窒素を空氣に觸れしむるとき生ずる惡臭ある赤褐色の物質なり。又之を得るには硝酸鉛(無色の結晶)を試験管に入れ熱すべし可なり。



然らば赤褐色の氣體として得らる水に溶し易きが故に水と置換して捕集するを得ず然れども之を空氣よりも重きと一倍半餘なれば下方置換法によりて捕せらる(炭酸瓦斯の場合の如く)。

此の氣體を試験管に入れコルクにて栓して熱すれば其色益々赤褐を増し之を冷却すればその色次第に薄くなるを見るべし此の事に就ては第二篇第四章窒素の部に於て詳述せん。

59. 組成及び化學式 今攝氏 140 度以上の溫度に於て二容(例へば 20 c. c.)の酸化窒素と一容(即ち 10 c. c.)の酸素とを混するときは化合して二容(20 c. c.)の過酸化窒素を生ずるを實驗するを得べし。依て過酸化窒素の組成は次の如し(酸化炭素の組成の推定第 64 頁を参照せよ)



窒素 酸素 過酸化窒素  
 體積上 一容 : 二容 : 二容  
 重量上 14量 : 32量 : 46量 (=14+32)

即ち過酸化窒素は窒素一原子量(14)と酸素二原子量(2×16=32)との組成を有するを以てその化學式はNO<sub>2</sub>或はO<sub>2</sub>Nなり。

附言 以上三種の窒素酸化物の重量組成を比較せば

	酸化窒素 (N <sub>2</sub> O)	酸化窒素 (NO)	過酸化窒素 (NO <sub>2</sub> )
窒素	28	14	14
酸素	16	16	32
			即 7 16

十六量の酸素と化合せる窒素の量は過酸化窒素に於て7、酸化窒素に於て14(即ち7の二倍)亞酸化窒素に於て28(即ち7の四倍)なり即ち此等の間には倍數比例の定律の存在せるを見る。

60. 窒素の酸化物の命名法 (Nomenclature) 以上三種の窒素の酸化物に於て NO の化學式を有するものを酸化窒素と名け之れより酸素元素の量多き(窒素の同一量に對し)NO<sub>2</sub>を過酸化窒素と云ひ、NO より酸素元素の量少き(窒素の同一量に對し) N<sub>2</sub>O を亞酸化窒素と云ふ。

又た次の命名を用ふるとあり

N<sub>2</sub>O.....一二酸化窒素 Nitrogen monoxide

NO<sub>2</sub>.....二酸化窒素 Nitrogen dioxide

共に組成を明示す。

### 第十章 當量の定律

61. 當量 Equivalent. 種々なる化學變化に於て水素一量と化合する諸元素(或は單體)の量を檢し此の量をその元素或は單體の水素に對する當量と名く若し水素と化合せざる元素あるときは酸素8量(當量)或は鹽素35.5量(當量)と化合すべきその元素の量を當量とす。

62. 當量の定律 The law of Equivalent quantity 然るときは諸單體(或は元素)は各當量若くは當量の整數倍の割合を以て互に化合せるを見るべし。例へば前數章に於て述べたる諸化合物の組成を表示せば

	水素	酸素	窒素	鹽素	炭素	ナトリウム
水 (H <sub>2</sub> O)	9	1	8			
炭酸瓦斯 (O <sub>2</sub> C) 72	11		8		3	
酸化炭素 (OC) 7	14		8		6	
鹽化水素 (HCl) 18	36.5	1		35.5		
食鹽 (ClNa)	58.5			35.5		23
苛性ソーダ (HONa)	40	1	16			23
アンモニア (H <sub>3</sub> N)	17	8		14		
鹽化アンモニウム (H <sub>3</sub> NCl)	53.5	4		14	35.5	
亞酸化窒素 (ON <sub>2</sub> )	44		16	28		
酸化窒素 (ON)	30		16	14		
過酸化窒素 (O <sub>2</sub> N)	46		32	14		

此の表を通觀するに水素は1(即ち當量若



數倍酸素は8(水素1と化合する量即ち其の當量にして水より之を求む)若くは8の整數倍、鹽素は35.5(水素1と化合する量即ち其の當量にして鹽化水素より之を求む)若くは35.5の整數倍、窒素は4.6(水素1量と化合する量即ち當量にしてアンモニアより之を求む  $\frac{14}{3}=4.6$ ) 若くは4.6の整數倍、ナトリウムは23(鹽素35.5量と化合する量即ち當量にして食鹽より之を求む)、炭素は3(酸素8量と化合する量即ち當量にして炭酸瓦斯より之を求む)若くは3の整數倍の割合にて互に化合せるを見るなり

此の如き事は此の他の諸化合物の組成間にも見出さるるものにして一の定律と爲すを得

諸單體は各當量若くは當量の整數倍の割合を以て互に化合す

或は

諸化合物の組成(即ち成分元素の重量上の割合)は各成分元素の當量若くは當量の整數倍の割合なり

之を當量の定律と云ふ。

## 第十一章 氣體の定律

63. 氣體の定律 Gas-laws 總て氣體は温度及び壓力の變化によりて其の體積を著しく變ず而して實驗によればその變化は各氣體を通じて殆ど同一なるを見る

氣體の壓力と體積との關係は英人ボイル(Robert Boyle 西曆1660年)の發見せるものなればボイルの定律(Boyle's law)と稱す此の關係は又た獨立に佛人マリョット(Edmé Mariotte 西曆1679年頃)によりても發見せられたればボイル-マリョットの定律(Boyle-Mariotte's law)の名あり。

氣體の温度と體積との關係は英人ダルトン(John Dalton)及び佛人ゲーリュサック(Joseph Louis Gay-Lussac)の全時(西曆1801年)に發見せしものにしてゲーリュサックの定律(Gay-Lussac's law)と稱せらる而して此の關係は之より以前に佛人シャル(Charles)の發見せるものなればシャルの定律(Charles' law)の名あり。

64. 氣體の體積 (Volume) 通常氣體の體積(容積)の單位は立方糎(Cubic Centimetre, c. c. の略語を用ふ)又は立<sup>リットル</sup>(litre, l の略語を用ふるとあり)を使用す一立は1000 c. c. たり又た氣體の體積を示すに幾容と云ふとあり幾<sup>リットル</sup>語にして若干立方糎(又は若干立)を容積(體積)と



一容)としてその幾倍の容積を示すなり例へば空氣 10 c.c. を一容とせば空氣 50 c.c. は  $\frac{50}{10}=5$  容にして空氣三容は  $10 \times 3=30$  c.c. なり。一般に氣體の體積を示すに  $V, V', V''$  等を以てす。

65. 温度 (Temperature) の表はし方。 物體の温度の高低を測るに 寒暖計 (Thermometer) を用ふ而して理化學に於て常に用ふるものは 攝氏 (Celsius) 寒暖計 にして水の融解しつゝあるときの温度 (氷點 Melting Point) を零度とし、一氣壓に於て沸騰して出づる水蒸氣の温度 (沸點 Boiling Point) を百度としその間を百等分す。

我國に於て日用に供せらるるものは 華氏 (Fahrenheit) 寒暖計 にして氷點を 32 度沸點を 212 度としその間を百八十に等分す。此の外に 列氏 (Reaumur) 寒暖計 あり氷點を 0 度沸點を 80 度としその間を八十に等分す。

氷點と沸點との間を等分するとき攝氏は 100、華氏は 180、列氏は 80 なるを以て攝氏五度 ( $\frac{100}{20}=5$ ) 華氏九度 ( $\frac{180}{20}=9$ ) 列氏四度 ( $\frac{80}{20}=4$ ) の目盛の長さは相等し故に攝氏の温度 C 度を華氏の温度にて示せば  $C \times \frac{9}{5} + 32$  度となり列氏の温度にて示せば  $C \times \frac{4}{5}$  度となる例へば攝氏 10 度を華氏にて示せば  $10 \times \frac{9}{5} + 32 = 50$  度にして列氏にて示せば  $10 \times \frac{4}{5} = 8$  度なり。次に華氏の温度 F 度を攝氏の温度にて示せば  $(F-32) \times \frac{5}{9}$  度となり列氏の温度にて示せば  $(F-32) \times \frac{4}{9}$  度となる例へば華氏 86 度は攝氏の  $(86-32) \times \frac{5}{9} = 30$  度にして列氏の  $(86-32) \times \frac{4}{9} = 24$  度なり。列氏の温度 R 度を攝氏の温度にて示せば  $R \times \frac{5}{4}$  度となり華氏にて示せば  $R \times \frac{9}{4} + 32$  度となる例へば列氏 12 度は攝氏の

Celsius

Fahrenheit

Reaumur.

$12 \times \frac{5}{4} = 15$  度にして華氏の  $12 \times \frac{9}{4} + 32 = 59$  度なり。

攝氏の温度を表はすには C を附記す 例へば攝氏 25 度を表はすに  $25^\circ\text{C}$  を以てし攝氏零下 (零度以下の意) 10 度を表はすに  $-10^\circ\text{C}$  を以てす。攝氏の温度を表はすに C 字を略すとあり即ち  $25^\circ$  は攝氏 25 度なりと知るべし。

華氏の温度のときは F を附記し列氏の温度のときは R を附記す例へば  $60^\circ\text{F}$  は華氏 60 度にして  $12^\circ\text{R}$  は列氏 12 度なり。

攝氏零度を標準温度 (Normal temperature) と云ふ氣體の體積は温度の高低によりて著しく變ずるを以て氣體の體積を述ぶるに當り温度を明記するを要す然れども標準温度のときは之を略すとあり。

攝氏零下 273 度を絶対零度 (Absolute Zero) と名け温度を測る原點となし之れより起算せる温度を絶対温度 (Absolute temperature) と稱す。此の温度の一度の長さは攝氏のときと等しくして氷點即ち攝氏零度は絶対温度の 273 度に當り沸點即ち攝氏 100 度は絶対温度の  $273 + 100 = 373$  度に相當す。

$-273^\circ\text{C} = 0^\circ$  絶対温度 (「絶」又は A の略語を用ふ)

$0^\circ\text{C} = 273^\circ\text{A} = \text{T}_0$  (にて表はす)

$100^\circ\text{C} = (273^\circ + 100^\circ)\text{A} = 373^\circ\text{A} = \text{T}_{100}$  (にて表はす)

$15^\circ\text{C} = (273^\circ + 15^\circ)\text{A} = 288^\circ\text{A} = \text{T}_{15}$  (にて表はす)

一般に  $t^\circ\text{C} = (273^\circ + t^\circ)\text{A} = \text{T}$  (にて表はす)



66. 氣體の壓力 (Pressure of Gas) 氣體の壓力の値を表はすに通常單位面積(即ち一平方糎)に働く壓力の強さを以てし之を壓力と稱す全面積に働く全壓力(Total pressure)をその面積にて除したるものなり。

例へば a 平方糎の面積に働く壓力の値を p 瓦 (Gramme, gr の略語を用ふ)とせばその全壓力は p gr.にしてその壓力即ち一平方糎に働く壓力は  $\frac{p}{a}$  gr. なり。

氣體の壓力を表はすには之と等しき壓力を有する水銀柱の高さを以てし壓力幾糎 (Centimetre, cm の略語を用ふ)或は幾耗 (millimetre, mm の略語を用ふ)の壓力と云ふを常とす。

例へば空氣の壓力 76 cm とは空氣の一平方糎に働く壓力の値が 76 cm. の水銀柱の呈する壓力に等しきの意味なり而してその壓力は高さ 76 cm. 横斷面積一平方糎の水銀柱の重量なれば  $76 \times 13.6 = 1033.6$  gr. なり(是れ此の水銀柱の體積は 76 立方糎にして水銀一立方糎の重量は 13.6 gr. なるを以てなり)

大氣の壓力は平均高さ 76 cm の水銀柱が呈する壓力に相當するが故に此の壓力(即ち 76 cm の壓力)を標準壓力(Normal Pressure)となし一氣壓(1 Atmosphere)と名け屢々氣體の壓力の單位とするとあり。

一氣壓 = 76 cm の壓力 = 1033.6 gr の重量 = 約 1000 gr の重量。

三氣壓の壓力は  $3 \times 76 = 228$  cm の壓力にして約 3000 gr の重量に相當す。

又た 100 耗(mm)の壓力は  $\frac{100}{76} = 1.3$  氣壓(約)なり(是れ 1000 mm = 100 cm

なればなり)

一般に氣體の壓力を示すに P, P', P'' 等を以てす。

67. ボイルの定律 Boyle's law. 今一氣壓(水銀柱 76 糎の呈する壓力に等し)に於て 100 c. c. (立方糎)を占むる空氣を取り溫度を變へずしてその受くる壓力を増し二倍即ち二氣壓とせしときにはその空氣の容積(體積)は 50 c. c. に減じその壓力を四倍即ち四氣壓とせばその體積は 25 c. c. に減するを見る

氣壓(P)	體積(V)	氣壓と體積との相乘積(P×V)
1	100	1×100=100
2	50	2×50=100
4	25	4×25=100

即ち空氣の體積は壓力に逆比例して變ず從て體積と氣壓との相乘積は相等しきを知る

一般に P 氣壓のときの空氣の體積を V 容とし壓力を變へて P' 氣壓とせるに體積 V' 容となれりとせば

$$P \times V = P' \times V' \dots\dots\dots (1)$$

の關係あるを實驗するを得べし

此の關係は空氣のみに限らず他の氣體にもあるものなり故に一の定律となすを得

同一の溫度に於ては一定量の氣體の體積はその壓力



に反比例す

或は同一の温度に於て一定量の氣體の體積とそのときの壓力との相乗積は壓力及體積が變ずるも常に相等

と

之をボイルの定律と云ふ

精密なる實驗によるに壓力甚だ大なる場合には壓力と體積との相乗積は等しからずして多少の差異あるを見る

例へば

P	PV
1 氣壓	1000
45.8 氣壓	781
84 氣壓	399

故にボイルの定律は常に正確なるものとは云ふを得ず然れども一氣壓と相去ること甚だ遠からざるときは大抵此の定律に従ふなり

此の如く氣體の體積は壓力によりて變ずるが故に氣體の體積を述ぶるに當りその壓力を明記するを要す然れども標準壓力(即一氣壓)のときは之を略すを常とす

今(1)式より  $V' = \frac{PV}{P'}$  .....(2)

$P' = \frac{PV}{V'}$  .....(3)

故に P の壓力のとき V 容の體積を占むる氣體がその壓力を P' に變へたる時に變すべき體積(V' 容)は(2)式によりて求められ此の氣體が體積を V' 容に變じたと

きに要する壓力(P')は(3)式によりて算出せらるゝなり

例へば一氣壓の下に於ける酸素十容を五容になすには幾氣壓の壓力を要するかを計算せん(3)式の中に

$P=1, V=10$

$P'=x, V'=5$

$PV = P'V'$

を入れ x を求むれば可なり

$x = \frac{P \times V}{V'} = \frac{1 \times 10}{5} = 2$

即ち二氣壓の壓力を要するを知る

又た 75 種の壓力の下にて 152 c.c. を占むる空氣あり之を 76 種の壓力の下にて測れば幾 c.c. となるか之を計算せんには(2)式の中に

$P=75, V=152$

$P'=76, V'=y$

を入れ y を求むれば可なり

$y = \frac{75 \times 152}{76} = 150$

即ち 150 c.c. となるを知る

68. ゲーリサックの定律 Gay-Lussac's law. 今攝氏零度

のとき 819 c.c. の空氣を取り壓力を變へずして之を攝氏 5 度に温めしに 834 c.c. となり 30 度のときは 909 c.c. となり 100 度のときは 1119 c.c. となり 273 度のときは 1638 c.c. となれるを實驗するを得べし即ち

温度(攝氏)	體積(c.c.)
0	819
5	834
30	909



温度(攝氏)	體積(c. c.)
100	1119
273	1638

以上の結果を考ふるに

834-819=15 c. c. は温度5度高くなりし爲め増せし體積

故に  $\frac{15}{5}=3$  c. c. は温度一度昇る毎の體積の平均増加

909-819=90 c. c. は温度30度高くなりし爲め増せし體積

故に  $\frac{90}{30}=3$  c. c. は温度一度昇る毎の體積の平均増加

1119-819=300 c. c. は { 温度100度高くなりし爲め増せし  
體積

故に  $\frac{300}{100}=3$  c. c. は温度一度昇る毎の體積の平均増加

1638-819=819 c. c. は { 温度273度高くなりし爲め増せし  
體積

故に  $\frac{819}{273}=3$  c. c. は温度一度昇る毎の體積の平均増加

即ち温度一度昇る毎の體積の平均増加は何れも同一にして3 c. c. なり而して之を零度に於ける體積819 c. c. と比較すれば  $\frac{3}{819} = \frac{1}{273}$

依て壓力不變のときは此の氣體の體積は攝氏一度昇る毎に零度に於ける體積(上の例にては819 c. c.)の  $\frac{1}{273}$  (上の例にては  $819 \times \frac{1}{273} = 3$  c. c.)宛を増加すべきを知る

同様に温度一度降る毎にその氣體の體積は零度に於ける體積の  $\frac{1}{273}$  宛を減するを實驗せらるべし

而して以上の關係は空氣のみに限らず他の氣體に於けるも然り之を式にて示せば

$v_0$  容を一定量の氣體の攝氏零度に於ける體積

$v$  容をその氣體の攝氏  $t$  度に於ける體積

とすれば  $v_0 \times \frac{t}{273}$  は温度  $t$  度昇りし爲めの體積の増加なるを以て

$$v = v_0 + \left( v_0 \times \frac{t}{273} \right) = v_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right) \dots \dots \dots (4)$$

となるなり

之を言葉を以て述べれば

*There a definite volume, a definite quantity of gas, expands or contracts by one, two, three, etc. times at every one degree of the rise or fall of the temperature, the volume at zero being 273 times that at one degree below zero.*  
一定の壓力に於て一定量の氣體の體積は温度に攝氏一度の昇降ある毎に其零度に於ける體積の273を増減す之をゲーリウサックの定律と云ふ

次に攝氏零度以下の温度のときは

$v_0$  を一定量の氣體の攝氏零度に於ける體積

$v'$  をその氣體の攝氏零度以下  $t$  度に於ける體積

とすれば  $v_0 \times \frac{t}{273}$  は温度攝氏  $t$  度低くなりし爲めの體積の減少なるを以て

$$v' = v_0 - \left( v_0 \times \frac{t}{273} \right) = v_0 \left( 1 - \frac{t}{273} \right) \dots \dots \dots (5)$$

となる



此の(5)式は(4)式中の  $t$  の代りに  $-t$  を用ゆれば得べし

$$v' = v_0 \left( 1 + \frac{-t}{273} \right) = v_0 \left( 1 - \frac{t}{273} \right)$$

故に零度以下の温度のときは  $t$  に負数を與ふれば(4)式にてそのときの體積を計算し得らるべし

温度を絶対零度即ち攝氏零度以下273度(即ち  $-273^\circ$ )に降すときはその體積  $v_{(-273)}$  は(4)式の中に  $t = -273$  を入れて求めらる

$$v_{(-273)} = v_0 \left( 1 - \frac{273}{273} \right) = 0$$

即ちその氣體の體積は零となる然れども實驗によるに氣體は攝氏零度以下に冷却せらるゝに従ひ多くは液化するものにして若し液化せざるもその體積の減少の割合(一度に付ての)は  $\frac{1}{273}$  よりも著しく小となるものなり故に上の結果は全く如何なる温度に於てもゲーリュサックの定律に従ふものと假定して得たるものなるが故に實際は然るにあらず

若し實際零となるならば氣體は  $-273^\circ\text{C}$  に冷却さるるときに全くその質量を消滅することになり質量不變の定律に反するなり

今絶対温度  $T$  の値 ( $273+t$ ) を前頁の(4)式の中に入れば

$$v = v_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right) = v_0 \left( \frac{273+t}{273} \right) = v_0 \frac{T}{273}$$

$$\therefore \frac{v}{T} = \frac{v_0}{273} \dots\dots\dots(6)$$

*Handwritten notes:*  
 $\frac{v}{T} = \frac{v_0}{273}$   
 $\frac{v}{273} = \frac{v_0}{T}$   
 $\frac{v}{v_0} = \frac{273}{T}$   
 $\frac{v}{v_0} = \frac{273}{273+t}$

なる式を得べし

又た  $v_1$  を攝氏  $t_1$  度即ち絶対温度の  $273+t_1=T_1$  に於ける氣體の體積とすれば前と同様の方法にて

$$\frac{v_1}{T_1} = \frac{v_0}{273} \dots\dots\dots(7)$$

(6)と(7)とより

$$\frac{v_0}{273} = \frac{v}{T} = \frac{v_1}{T_1} \dots\dots\dots(8)$$

故にゲーリュサックの定律は次の如く述ぶるを得べし

同一の壓力に於て一定量の氣體の體積はそのときの絶対温度に正比例す

前頁(6)式

$$\frac{v}{T} = \frac{v_0}{273} \quad (T=273+t)$$

より  $v_0$  (攝氏零度に於ける體積) を求むれば

$$v_0 = v \times \frac{273}{T} = v \times \frac{273}{273+t} \dots\dots\dots(9)$$

此の(9)式によりて攝氏  $t$  度に於ける氣體の體積 ( $v$ ) を知らば攝氏零度に於けるその體積 ( $v_0$ ) を計算せらる

例へば攝氏27度にて500 c.c. を占むる空氣あり之を攝氏零度にて測れば幾 c.c. となるかを見んには(9)式中に

$$v=500, \quad t=27, \quad v_0=x$$

を入れ  $x$  を算すれば可なり

$$x = 500 \times \frac{273}{273+27} = 455$$

$$\frac{v}{v_0} = \frac{T}{273}$$

即ち455 c.c. となるべきを知る

本頁(8)式



$$\frac{v}{T} = \frac{v_1}{T_1}$$

$$T=273+t \quad T_1=273+t_1$$

$$\text{より } v_1 = v \times \frac{T_1}{T} = v \times \frac{273+t_1}{273+t} \dots\dots\dots(10)$$

此の(10)式によりて攝氏  $t$  度に於ける氣體の體積  $v$  を知りて攝氏  $t_1$  度に於けるその體積  $v_1$  を計算するを得べし

例へば前例に掲げし問題も此の(10)式によりて解くを得

$$v=500 \quad t=27$$

$$v_1=x \quad t_1=0$$

として  $x$  を求めば可なり

$$x = 500 \times \frac{273}{273+27} = 455$$

即ち 455 c. c. となるなり

又た攝氏 15 度に於て 240 c. c. を占むる炭酸瓦斯を攝氏 12 度に冷却すれば幾 c. c. となるか

此の問題を解くには(10)式中に

$$t=15, \quad v=240$$

$$t_1=12, \quad v_1=y$$

を入れ  $y$  を算すれば可なり

$$y = 240 \times \frac{273+12}{273+15} = 237.5$$

即ち 237.5 c. c. となるべきを知る

次に前頁(8)式  $\left(\frac{v}{T} = \frac{v_1}{T_1}\right)$  より

$$T_1 = \frac{v_1}{v} \times T$$

$$\text{故に } 273+t_1 = \frac{v_1}{v} \times (273+t)$$

$$t_1 = \frac{v_1}{v} \times (273+t) - 273 \dots\dots\dots(11)$$

此の(11)式によりて攝氏  $t$  度に於ける氣體の體積  $v$  を變じて  $v_1$  になすに要する溫度( $t_1$ )を計算するを得べし

例 攝氏 9 度に於て 100 c. c. を占むる空氣の體積を 200 c. c. となさんには幾度に熱すべきか(但し壓力は變ぜず)

解 (11)式中に

$$v=100 \quad t=9$$

$$v_1=200, \quad t_1=x$$

を入れて  $x$  を計算すべし

$$x = \frac{200}{100} \times (273+9) - 273 = 291$$

答 攝氏 291 度

### 69. 氣體の壓力と溫度との關係

氣體の體積を不變に保持しつゝ溫度を變ずるときは氣體の壓力は從て變ずるものなり而して此のときの氣體の溫度と壓力との關係は實驗上次の定律に従ふべきを知れり

體積不變なるときは一定量の氣體の壓力は溫度に攝氏一度の増減ある毎にその零度に於ける壓力の  $\frac{1}{273}$  を増減す

即ち溫度攝氏零度に於ける氣體の壓力を  $P_0$  とし

溫度攝氏  $t$  度に於けるその壓力を  $P$  とすれば

$$P = P_0 + P_0 \times \frac{t}{273} = P_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) \dots\dots\dots(12)$$



の式を得べし此の式中  $P_0 \times \frac{t}{273}$  は攝氏  $t$  度増せし爲めに起りし壓力の増加なり若し溫度  $t$  度減す即ち攝氏零度以下  $t$  度になりたるときは  $P_0 \times \frac{t}{273}$  丈壓力を減すべし故にそのときの壓力  $P'$  は

$$P' = P_0 - P_0 \times \frac{t}{273} = P_0 \left(1 - \frac{t}{273}\right)$$

にて示さるゝなり依て(12)式中の  $t$  を  $-t$  とせば可なり

此の關係は氣體の溫度と體積との關係(ゲーリュサックの定律)に類似す

如何なる溫度に於ても此の關係が正確に成立つものとすれば零度以下 273 度(即ち  $t = -273$ ) に於ける壓力  $P_{(-273)}$  は次の如し

$$P_{(-273)} = P_0 \left(1 - \frac{273}{273}\right) = 0$$

即ち絶對零度に於ては氣體は全く壓力を有せざるなり之によりて絶對零度に於ては氣體の體積零となり從てその氣體は毫も壓力を有せざるなり

此の如き事は實際あり得べからざることなり實驗によるに溫度の増減に對する壓力の増減の割合は氣體が零度以下に冷却せらるるに従ひ多くは  $\frac{1}{273}$  よりも小なる又た多くの氣體は  $-273$  度に冷却せらるゝ間に液化するなり(第110頁参照)液化せば此の關係(12式)は勿論成立たず

今  $T = 273 + t$  を(12)式に入れば

$$P = P_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) = P_0 \frac{273 + t}{273} = P_0 \frac{T}{273}$$

$$\therefore \frac{P}{T} = \frac{P_0}{273} \dots \dots \dots (13)$$

同様に攝氏  $t_1$  度(絶對溫度  $273 + t_1 = T_1$ ) に於てその氣體の有する壓力を  $P_1$  とすれば

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_0}{273} \dots \dots \dots (14)$$

(13) 及び (14) より

$$\frac{P_0}{273} = \frac{P}{T} = \frac{P_1}{T_1} \dots \dots \dots (15)$$

式中  $P_0$  は攝氏零度即ち絶對溫度 273 度に於ける壓力なるを以て此の關係は次の如く述ぶるを得べし

一定量の氣體を一定の體積に保持する場合にはその氣體の壓力はそのときの絶對溫度に正比例す

以上述べ來りし關係式は實驗上より得たるものなれどもゲーリュサック及びボイルの二定律よりも誘導し得るなり

絶對溫度  $T$  度壓力  $P$  のとき  $V$  c. c. の體積を有する氣體あり壓力を變へずして(即ち  $P$  にしつゝ)溫度を絶對溫度  $T_1$  度となせばその體積はゲーリュサックの定律(第111頁(8)式)により(第112頁の例を参照せよ)

$$V \times \frac{T_1}{T} \text{ c. c.}$$

こなる次に溫度を  $T_1$  度に保ちつゝ體積を最初の  $V$  c. c. に致さんには壓力を變へざるべからずその壓力を  $P_1$  にて表はせばボイルの定律(第105頁(1)式)によりて

$$P_1 V = P \times \left(V \times \frac{T_1}{T}\right)$$

の式を得  $V$  を = の左右に於て消去すれば

$$P_1 = P \times \frac{T_1}{T}$$

$$\therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{P}{T}$$



即ち(15)式を得たり

前頁(15)式

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P}{T}$$

より

$$P_1 = P \times \frac{T_1}{T} = P \times \frac{273+t_1}{273+t} \dots\dots\dots(16)$$

を得

此の式は攝氏  $t$  度に於ける氣體の壓力( $P$ )を知りて攝氏  $t_1$  に於けるその壓力( $P_1$ )を計算するに用ひらる

例題(1) 攝氏 30 度に於ける一定量の氣體の有する壓力 76 糎なり之を攝氏零度に冷却せしめるときは其の有する壓力は幾糎なるか

解 (16)式中に

$$t=30 \quad P=76$$

$$t_1=0 \quad P_1=x$$

を入れて  $x$  を求むべし

即ち

$$x = 76 \times \frac{273}{273+30} = 68.97$$

答 約 69 糎

例題(2) 前題の氣體の溫度を攝氏 15 度になすときは幾糎の壓力を呈するか

解 (16)式の中に

$$t=30 \quad P=76$$

$$t_1=15 \quad P_1=y$$

を入れて  $y$  を求むべし

$$y = 76 \times \frac{273+15}{273+30} = 72.24$$

答 約 72 糎

次に(15)式より

$$T_1 = T \times \frac{P_1}{P} \quad 273+t_1 = (273+t) \times \frac{P_1}{P}$$

$$\therefore t_1 = (273+t) \times \frac{P_1}{P} - 273 \dots\dots\dots(17)$$

を得此の式は攝氏  $t$  度に於ける一定量の氣體の壓力  $P$  なるとき之を  $P_1$  の壓力に變ずるに要する溫度( $t_1$ )を求むるに用ひらる

例題(3) 攝氏 12 度に於ける一定量の空氣の壓力を測りたるに 75 糎なり之に 76 糎の壓力を有せしめんには溫度を幾度になすべきか

解 (17)式中に

$$P=75, \quad t=12$$

$$P_1=76, \quad t_1=x$$

$$x = (273+12) \times \frac{76}{75} - 273 = 15.8$$

答 攝氏 15.8 度

附言 精密の實驗によれば溫度攝氏 1 度昇る毎に體積の増す割合及び壓力の増加する割合は氣體により小差異あるものなれども精密を要せざるときは共に  $\frac{1}{273}$  として可なり

此の如く氣體の體積はその溫度と壓力とによりて著しく變ずるが故に一定量の氣體の體積を示すにはそのときの溫度及び壓力を明記するを要す而して氣體の體積を云ふときに壓力と溫度とを併記せざるとある場合は標準溫度(攝氏零度)及び標準壓力(一氣壓)に於けるものと知るべし



70. (氣體方程式) Gas equation. 一定量の氣體の體積が溫度及び壓力の變する爲めに如何に變するか次に之を考へん

攝氏零度(即ち絶對溫度 273 度)壓力  $P_0$  厘のとき  $V_0$  c.c. の體積を占むる一定量の氣體ありとし、溫度を變せずして(即ち攝氏零度に保ちつゝ)壓力を  $P$  厘に變へたるときはその體積はボイルの定律により

$$\frac{P_0 V_0}{P} \text{ c. c. (第106頁(2)式を参照せよ)}$$

となる次に壓力を  $P$  厘に保ちつゝ溫度を攝氏  $t$  度(即ち絶對溫度  $T$  度)に變へたるときはその體積  $\left(\frac{P_0 V_0}{P} \text{ c. c.}\right)$  は變じて  $V$  c.c. となりたりとせば此の  $V$  の値はゲーリュサックの定律によりて

$$V = \left(\frac{P_0 V_0}{P}\right) \times \frac{T}{273} \text{ (第110頁(6)式を参照せよ)}$$

故に 
$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{273} \text{ (18)}$$

を得べし

今  $P_0$  は絶對溫度 273 度(即ち攝氏零度)に於ける一定量の氣體の壓力にして  $V_0$  はそのときの體積なるが故に  $\frac{P_0 V_0}{273}$  は氣體の質量に正比例する定數なり之を  $R$  にて示せば即ち  $\frac{P_0 V_0}{273} = R$  とせば

(18)式は

$$\frac{PV}{T} = R \text{ (19)}$$

即ち  $PV = RT \text{ (20)}$

又た攝氏  $t$  度(即ち絶對溫度  $T_1$  度)壓力  $P_1$  厘のときその氣體の體積を  $V_1$  c.c. なりとせば前と同じ方法により

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = R \text{ (21)}$$

を得べく(19)及び(21)より

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1} = R \text{ (22)}$$

を得べし

之を言葉にて示せば

一定量の氣體の壓力と體積との相乗積はそのときの絶對溫度に正比例す

而して(20)式  $PV = RT$  を氣體方程式と稱す

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{273}$$

此の式は氣體の溫度、壓力及び體積の間に存する關係を表はす一般式にして氣體の定律の公式とす

今氣體方程式  $PV = RT$  よりボイル及ゲーリュサックの二定律又た氣體の壓力と溫度との間の關係を誘導するを得べし

先づ  $PV = RT$  より次の關係式を容易に求めらるべし(前頁(18)式参照)

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \text{ (本頁(22)式と比較せよ)}$$

式中  $V$  は一定量の氣體の壓力  $P$  絶對溫度  $T$  度即ち攝氏  $t$  度 ( $T = 273 + t$ ) に於ける體積



$V_1$ は其の氣體の壓力  $P_1$ , 絶對溫度  $T_1$  度即ち攝氏  $t_1$  度 ( $T_1=273+t_1$ ) に於ける體積

(甲) 溫度を不變とし  $t=t_1$  即ち  $T=T_1$  とすれば

ボイルの定律の式を得べし即ち

$$PV = P_1V_1 \quad (\text{第105頁(1)式と比較せよ})$$

(乙) 壓力を不變とし  $P=P_1$  とすれば

ゲーリュサックの定律の式を得べし即ち

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1V_1}{T_1}$$

等號(=)の左右にある  $P$  を消去すれば

$$\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1} \quad (\text{第111頁(8)式と比較せよ})$$

(丙) 體積を不變とし  $V=V_1$  とすれば

第三の關係の式を得べし

即ち

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_1V_1}{T_1}$$

等號の左右にある  $V$  を消去すれば

$$\frac{P}{T} = \frac{P_1}{T_1} \quad (\text{第115頁(15)式と比較せよ})$$

依て公式  $\frac{PV}{T} = \frac{P_1V_1}{T_1}$  のみを記憶し置けば氣體に

關する種々の計算をなすを得べし

此公式中  $T=273+t$   $T_1=273+t_1$

故に 
$$V_1 = V \times \frac{P}{P_1} \times \frac{T_1}{T}$$

從て 
$$V_1 = V \times \frac{P}{P_1} \times \frac{273+t_1}{273+t} \dots\dots\dots(23)$$

故に攝氏  $t$  度壓力  $P$  厘のとき  $V$  c.c. の體積を有する一定量の氣體は攝氏  $t_1$  度壓力  $P_1$  厘にて幾 c.c. (之を  $V_1$  にて示す)の體積を占むべきかを知らんには此 (23) 式によれば可なり

例題(1) 溫度攝氏 10 度, 壓力 74 厘のとき一立の體積を有する酸素あり之を標準溫度及氣壓に於て測れば幾立となるか

(解) (23) 式中に

$$t=10 \quad P=74 \quad V=1$$

$$t_1=0 \quad P_1=76 \quad V_1=x$$

を入れて  $x$  を計算すれば可なり

$$x=1 \times \frac{74}{76} \times \frac{273}{273+10} = 0.918 \text{ 立}$$

答 0.918 立即 918 c.c.

例題(2) 前題に於ける酸素を溫度攝氏 15 度, 壓力 75.5 厘にて測れば幾立となるか

(解) (23) 式中に

$$t=10 \quad P=74 \quad V=1$$

$$t_1=15 \quad P_1=75.5 \quad V_1=y$$

を入れて  $y$  を求むべし

$$y=1 \times \frac{74}{75.5} \times \frac{273+15}{273+10} = 0.997$$

答 0.997 立即 997 c.c.

次に(23)式より  $t_1$  を求むれば

$$t_1 = \frac{V_1}{V} \times \frac{P_1}{P} \times (273+t) - 273 \dots\dots\dots(24)$$

を得



例題(3) 温度攝氏18度、壓力75.5糎に於ける空氣10立を壓力76糎にて測れるに11.836立を占むそのときの温度如何

(解) (24)式中に

$$V = 10 \quad P = 75.5 \quad t = 18$$

$$V_1 = 11.836 \quad P_1 = 76 \quad t_1 = y$$

を入れて  $y$  を計算すべし

$$y = \frac{11.836}{10} \times \frac{76}{75.5} \times (273 + 18) - 273 = 73.7$$

答 攝氏 73.7 度

### 問 題

(1) 次の攝氏温度を華氏温度、列氏温度及び絶對温度に換算せよ

(甲)  $15^\circ$  (乙)  $-13^\circ$

(2) 次の華氏温度を攝氏温度、列氏温度及び絶對温度に換算せよ

(甲)  $65^\circ$  (乙)  $24^\circ$  (丙)  $-40^\circ$

(3) 次の絶對温度を攝氏温度、華氏温度及び列氏温度に換算せよ

(甲)  $400^\circ$  (乙)  $200^\circ$  (丙)  $0^\circ$

(4) 温度攝氏零度、壓力76糎のとき22.4立の體積を有する炭酸瓦斯あり温度攝氏14度、壓力75.3糎にて測れる幾立となるか

(5) 前題の氣體を壓力76.5糎にて測りたるに21.73立

となれりそのときの温度如何

(6) 前題の氣體を攝氏10度にて22立の容器に入れんとす壓力を如何にすべきか

(7) 標準温度及壓力に於きて1立を占むる酸化炭素あり之を次の温度及壓力の下にて測れば各幾立となるか

(甲) 攝氏19度

壓力76糎

(乙) 攝氏零度以下5度

壓力75糎

(丙) 絶對温度270度

壓力一氣壓

(丁) 絶對温度290度

壓力76.3糎

(戊) 華氏80度

壓力一氣壓半

(8) 前題の氣體の壓力を増して一氣壓四分一となせしに0.892立となれりと云ふそのときの温度を計算せよ

(9) 前題の氣體を攝氏20度に於て1.2立の容器に入れんとす壓力を如何にすべきか

(10) 前題の氣體を1.2立の容器に入れんとす壓力を如何になすべきか但し温度は不變なりとす

(11) 標準温度及び氣壓のとき酸素一立の重量1.43瓦なり次の温度及壓力のときその一立の重量を問ふ(但し小數は二位迄計算せよ)

(甲) 攝氏15度

壓力76糎

(乙) 攝氏20度

壓力75.8糎



例題(3) 温度攝氏18度、壓力75.5糎に於ける空氣10立を壓力76糎にて測れるに11.836立を占むそのときの温度如何

(解) (24)式中に

$$V = 10 \quad P = 75.5 \quad t = 18$$

$$V_1 = 11.836 \quad P_1 = 76 \quad t_1 = y$$

を入れて $y$ を計算すべし

$$y = \frac{11.836}{10} \times \frac{76}{75.5} \times (273 + 18) - 273 = 73.7$$

答 攝氏73.7度

### 問 題

(1) 次の攝氏温度を華氏温度、列氏温度及び絶對温度に換算せよ

(甲)  $15^\circ$  (乙)  $-13^\circ$

(2) 次の華氏温度を攝氏温度、列氏温度及び絶對温度に換算せよ

(甲)  $65^\circ$  (乙)  $24^\circ$  (丙)  $-40^\circ$

(3) 次の絶對温度を攝氏温度、華氏温度及び列氏温度に換算せよ

(甲)  $400^\circ$  (乙)  $200^\circ$  (丙)  $0^\circ$

(4) 温度攝氏零度、壓力76糎のとき22.4立の體積を有する炭酸瓦斯あり温度攝氏14度、壓力75.3糎にて測れば幾立となるか

(5) 前題の氣體を壓力76.5糎にて測りたるに21.73立

となれりそのときの温度如何

(6) 前題の氣體を攝氏10度にて22立の容器に入れんとす壓力を如何にすべきか

(7) 標準温度及壓力に於きて1立を占むる酸化炭素あり之を次の温度及壓力の下にて測れば各幾立となるか

- |              |         |
|--------------|---------|
| (甲) 攝氏19度    | 壓力76糎   |
| (乙) 攝氏零度以下5度 | 壓力75糎   |
| (丙) 絶對温度270度 | 壓力一氣壓   |
| (丁) 絶對温度290度 | 壓力76.3糎 |
| (戊) 華氏80度    | 壓力一氣壓半  |

(8) 前題の氣體の壓力を増して一氣壓四分一となせしに0.892立となれりと云ふそのときの温度を計算せよ

(9) 前題の氣體を攝氏20度に於て1.2立の容器に入れんとす壓力を如何にすべきか

(10) 前題の氣體を1.2立の容器に入れんとす壓力を如何になすべきか但し温度は不變なりとす

(11) 標準温度及び氣壓のとき酸素一立の重量1.43瓦なり次の温度及壓力のときその一立の重量を問ふ(但し小數は二位迄計算せよ)

- |           |         |
|-----------|---------|
| (甲) 攝氏15度 | 壓力76糎   |
| (乙) 攝氏20度 | 壓力75.8糎 |



- |             |         |
|-------------|---------|
| (丙) 攝氏100度  | 壓力一氣壓半  |
| (丁) 華氏85度   | 壓力74糎   |
| (戊) 絶對溫度285 | 壓力76.2糎 |

(12) 溫度 $13^{\circ}\text{C}$  壓力75糎のとき炭酸瓦斯0.9 瓦は0.4864 立の體積を有す次の溫度及び壓力のとき炭酸瓦斯一立の重量幾何

- |            |        |
|------------|--------|
| (甲) 標準溫度   | 標準壓力   |
| (乙) 攝氏72度  | 壓力一氣壓半 |
| (丙) 攝氏零下三度 | 壓力74糎  |

(13) 攝氏12度、壓力76.3糎のときアンモニア100g.の重量は0.073gr.なり次の溫度及び壓力に於ける此の瓦斯1grの體積を問ふ

- |                            |         |
|----------------------------|---------|
| (甲) 標準溫度                   | 標準壓力    |
| (乙) $15^{\circ}\text{C}$ . | 壓力74.5糎 |
| (丙) $-4^{\circ}\text{C}$   | 壓力二氣壓   |
| (丁) $40^{\circ}\text{F}$   | 壓力76糎   |

(14) 驗氣器に於て水素一立と空氣一立との混合氣體を熱せる白金粉上に送り作用せしむるときは如何なる結果を得るか但し溫度は攝氏10度、壓力は76糎とし空氣100容は窒素79容及び酸素21容よりなるものとす又此の時窒素は酸素若くは水素と化合せざるものなり

(15) 前題の結果は溫度150度壓力75.6糎にて如何になるか

(16) 甲乙二種の氣體ありその體積は互に同一なるも甲の溫度は $20^{\circ}\text{C}$ にして乙の溫度は $-20^{\circ}\text{C}$ なりと云ふ二氣體の $0^{\circ}\text{C}$ に於ける體積の割合如何

(17) ある氣體を圓柱狀の硝子器(底圓の半徑2cm. 高さ30cm)中に入れてその重量を測りたるに0.48grにして溫度は $13^{\circ}\text{C}$  壓力は74.8cmなりと云ふ標準溫度及標準壓力のとき此氣體一立の重量は幾gr.なるか

(18) 輕氣球(その半徑一尺)中に充滿せる水素の重量は幾grなるか但し溫度は $15^{\circ}\text{C}$ . 壓力は一氣壓なり又水素一立の重量は0.09grなりとす

(19) 長さ二間、幅二間半、高さ一間半の室内にある空氣の重量は幾grなるか但し溫度は $75^{\circ}\text{F}$ . 壓力は75.5cmなり又空氣一立の重量は1.293grとす

(20) 一稜三寸の立方體の箱中にある空氣の重量は幾grなるか但し溫度は $60^{\circ}\text{F}$ . 壓力は76.2cmなり



## 第十二章 氣體の比重

71. 氣體の比重 Gaseous density 諸物質の重量を比較するには等しき體積に就きてなすべし而して此の重量の割合即ち等しき體積を有する諸物質の重量の比を比重 (Specific gravity) と云ふ故に比重は諸物質の密度 Density (單位體積中にある質量)の比なり

通常比重を定むるには或る物質を標準に取るものにして固體及び液體にありては攝氏四度の蒸溜水を用ひ此の水の重量を以て之と等體積を有する或物質(固體若くは液體)の重量を除して得たる數をその物質の比重となす即ち

$$\begin{aligned} \text{ある物體の比重} &= \frac{\text{その物質 } V \text{ 容の重量}}{\text{攝氏4度の水 } V \text{ 容の重量}} \\ &= \frac{\text{物質一容の重量}}{\text{攝氏4度の水一容の重量}} = \frac{\text{物質の密度}}{\text{攝氏4度の水の密度}} \end{aligned}$$

氣體物質にありては全溫度及全壓力の空氣若くは酸素又は酸素を比重の標準に取る。空氣を標準にせる比重は空氣に對する比重と云ひ水素(若くは酸素)のときは水素(若くは酸素)に對する比重と云ふ

$$\begin{aligned} \text{氣體の比重} &= \frac{\text{或溫度及壓力に於るその氣體 } V \text{ 容の重量}}{\text{全溫度全壓力に於る標準氣體 } V \text{ 容の重量}} \\ (\text{標準氣體に對する}) &= \frac{\text{或溫度及壓力に於ける氣體一容の重量}}{\text{全溫度全壓力に於ける標準氣體一容の重量}} \\ &= \frac{\text{その氣體の密度}}{\text{標準氣體の密度}} \end{aligned}$$

例へば水素一立(標準溫度及び壓力に於て)の重量即ち密度は0.08986瓦にして酸素一立(標準溫度及び壓力に於て)の重量即ち密度は1.4298瓦なるにより

$$\text{水素に對する酸素の比重} = \frac{\text{酸素の密度}}{\text{水素の密度}} = \frac{1.4298}{0.08986} = 16(\text{約})$$

又た空氣一立(標準溫度及び壓力に於て)の重量即ち密度は1.293瓦なるにより

$$\text{空氣に對する酸素の比重} = \frac{\text{酸素の密度}}{\text{空氣の密度}} = \frac{1.4298}{1.293} = 1.1(\text{約})$$

此の如く比重は二つの密度の比にして無名數なり故に如何なる單位を用ひて計るもその値に變りなし

標準氣體に對する氣體の比重 =  $\frac{\text{その氣體一容の重量}}{\text{標準氣體一容の重量}}$ にして標準氣體の體積と或氣體の體積とは等しきを以て標準氣體一容の重量を一量(單位重量)とせば之と等しき體積を有する(即一容の)或氣體の重量の數はその氣體の比重となるべし

故にある氣體の比重は空氣若くは水素或は酸素等標準に取りたる氣體の單位重量が有する體積と等しき體積(勿論同溫度及び同壓力に於て)を有するその氣體の重量の數に等し

例へば水素一立の重量は0.08986瓦にして之と等體積を有する(即ち一立)の酸素の重量は1.4298瓦なり故に水素一瓦の體積は $\frac{1}{0.08986}$ 立にして此の體積を有する酸素の重量は

$$1 \text{ 立} : \frac{1}{0.08986} \text{ 立} = 1.4298 \text{ 瓦} : x \text{ 瓦}$$

$$x = \frac{1}{0.08986} \times 1.4298 = 16 \text{ 瓦(約)}$$



約 16 瓦なれば酸素の比重(水素に對する)は 16 なり即ち前に得たるもの一致す

之れに依て酸素の水素に對する比重は 16 なりと云ふとは水素一瓦と體積を等ふする酸素の重量は 16 瓦なりと云ふとなり

注意 前に述べたる如く氣體の體積は溫度及び壓力の影響を蒙ると大なるが故に氣體の重量を比較して比重を求めんには必らず同溫度及同壓力の下にてなすべし

72. 氣體の比重の求め方 標準溫度及壓力に於ける水素一立の重量は 0.08986 瓦なるを以て W 瓦の或氣體が溫度 t 度壓力 P 厘のとき占むる體積を測れば容易にその氣體の水素に對する比重を計算するを得べし

今その氣體の體積を V 立とし之を標準溫度及び壓力のときの體積(V<sub>0</sub>)に改算すれば

$$V_0 = V \times \frac{P}{76} \times \frac{273}{273+t} \text{立} \quad (\text{第 121 頁(23)式を参照せよ})$$

となる此の體積を占むる氣體の重量は勿論 W 瓦なり而して之と等しき體積(即ち V<sub>0</sub>立)の水素の重量は

$$0.08986 \times V_0 = 0.08986 \times V \times \frac{P}{76} \times \frac{273}{273+t} \text{瓦}$$

なるを以てその氣體の水素に對する比重は

$$\frac{\text{氣體 } V_0 \text{ 立の重量}}{\text{水素 } V_0 \text{ 立の重量}} = \frac{W}{0.08986 \times V \times \frac{P}{76} \times \frac{273}{273+t}}$$

$$= \frac{W \times 76 \times (273+t)}{0.08986 \times V \times P \times 273}$$

なり

又た次の如くするも可なり

水素一立の重量は 0.08986 瓦なれば水素一瓦の有する體積は  $\frac{1}{0.08986}$  立 (標準溫度及び壓力に於て)なり而して標準溫度及び壓力に於てその氣體 V 立即ち

$$V \times \frac{P}{76} \times \frac{273}{273+t} \text{立}$$

の重量は W 瓦なるが故に  $\frac{1}{0.08986}$  立(標準溫度及壓力に於て)の體積を有する氣體の重量(x)は

$$V_0 : W = \frac{1}{0.08986} : x$$

$$x = W \times \frac{1}{0.08986} \times \frac{1}{V_0}$$

$$= W \times \frac{1}{0.08986} \times \frac{1}{V \times \frac{P}{76} \times \frac{273}{273+t}}$$

$$= \frac{W \times 76 \times (273+t)}{0.08986 \times V \times P \times 273}$$

となる依て比重は此の數に等しく

$$\frac{W \times 76 \times (273+t)}{0.08986 \times V \times P \times 273} \dots\dots\dots (1)$$

なり

標準溫度及壓力の下に於ける空氣一立の重量は 1.293 瓦にして酸素一立の重量は 1.4298 瓦なるを以て前述の



氣體の空氣に對する比重は

$$\frac{W \times 76 \times (273+t)}{1.293 \times V \times P \times 273} \dots\dots\dots (2)$$

その酸素に對する比重は

$$\frac{W \times 76 \times (273+t)}{1.4298 \times V \times P \times 273} \dots\dots\dots (3)$$

なるべきと前と同様の方法により容易に知るを得べし

例題 温度13度壓力75厘のとき炭酸瓦斯1.35瓦は0.7296立の體積を有す炭酸瓦斯の水素に對する比重を求む

解  $W=1.35, \quad V=0.7296$

$t=13 \quad P=75$

なるにより求むる比重は

$$\frac{W \times 76 \times (273+t)}{0.08986 \times V \times P \times 273} = \frac{1.35 \times 76 \times (273+13)}{0.08986 \times 0.7296 \times 75 \times 273} = 22(\text{約})$$

答 22.

### 問 題

1. 空氣は水素より幾倍重きか
2. 水素は空氣より幾倍輕きか
3. 窒素は空氣に對する比重0.97なり標準溫度及氣壓に於ける窒素一立の重量を求む
4. 攝氏15度及壓力75.4 cmに於ける窒素二立の重量を計算せよ
5. アンモニアの水素に對する比重8.5なり溫度攝氏18度壓力76 cmに於けるアンモニア150 c.c.の重量を求

む

6. 水素に對する酸化炭素の比重は14にして炭酸瓦斯の比重は22なり各100 c.c.の體積を有する二氣體の重量の比如何又た200 c.c.の酸化炭素と300 c.c.の炭酸瓦斯の重量の比如何

7. 空氣に0.Cに於ける水素と同一の比重を有せしむるには如何なる溫度に熱すべきか

8. 水素に對する酸素の比重は16にして窒素の比重は14なり酸素21 c.c.と窒素79 c.c.との重量の比如何

9. 炭酸瓦斯の水素に對する比重は22にして酸素の水素に對する比重は16なり炭酸瓦斯の酸素に對する比重を求む

10. 氣體の密度は壓力に正比例するを證せ



$H_2 + O = H_2O$   
 $2H_2 + O = 2H_2O$

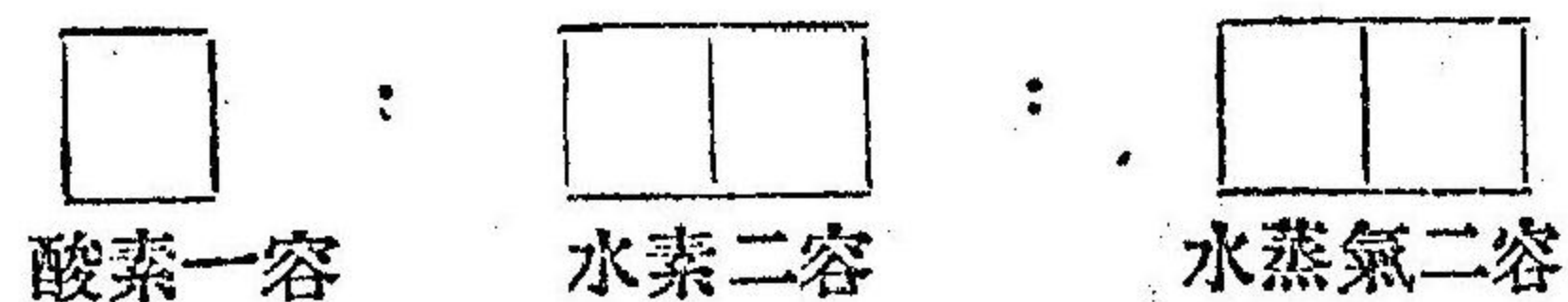
第十三章 氣體反應の定律

73. 氣體反應の定律 Law of Gaseous reaction. 前數章に述べし諸氣體物質の相反應(化學變化を起すを反應す(react)と云ふ)して氣體等を生ずる場合に於て各氣體の體積間の割合を見るに極めて簡單なる關係あるを認知し得べし次にその關係を擧げん勿論體積は凡て全溫度全壓力の下にて測りたるものなり

(イ) 一容の酸素と二容の水素と化合して二容の水蒸氣を生ず

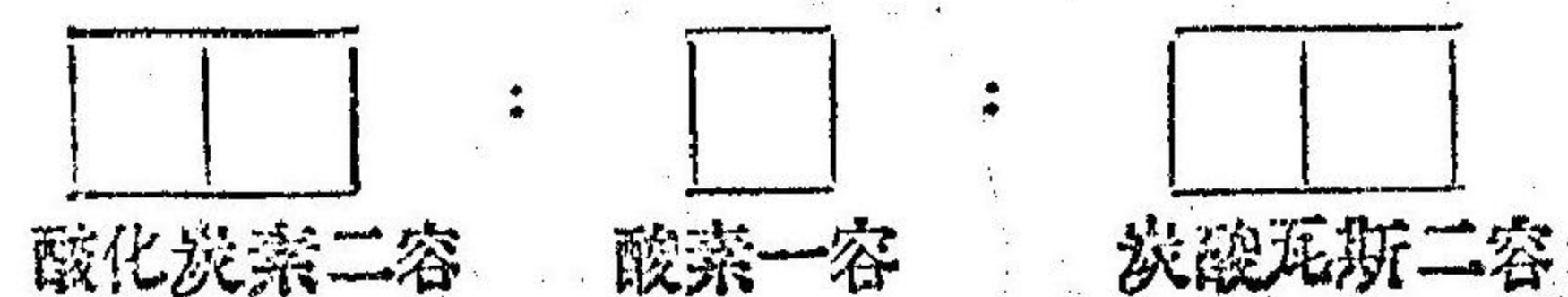
即ち生じたる水蒸氣の體積は用ひたる水素の體積と等しくして用ひし酸素の體積の二倍なり(第26頁を参照せよ)

今一容の體積を正方形を以て示すときは上記の關係は次の如く示さる(體積を示すには立方體を用ふるを至當なりとするも繁を避くる爲め正方形を用ふるなり)



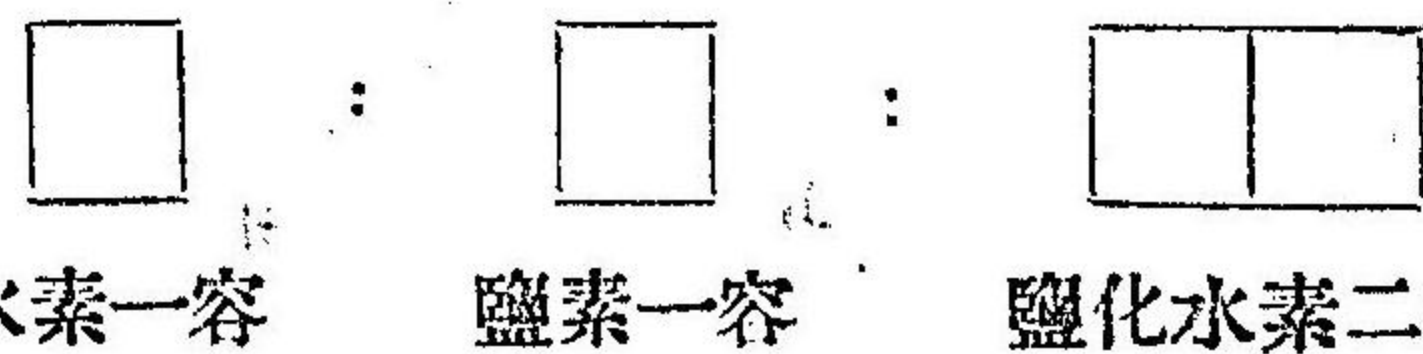
(ロ) 二容の酸化炭素と一容の酸素と化合して二容の炭酸瓦斯を生ず

即ち生じたる炭酸瓦斯の體積は用ひたる酸化炭素の體積と等しくして用ひし酸素の體積の二倍なり(第65頁を見よ)



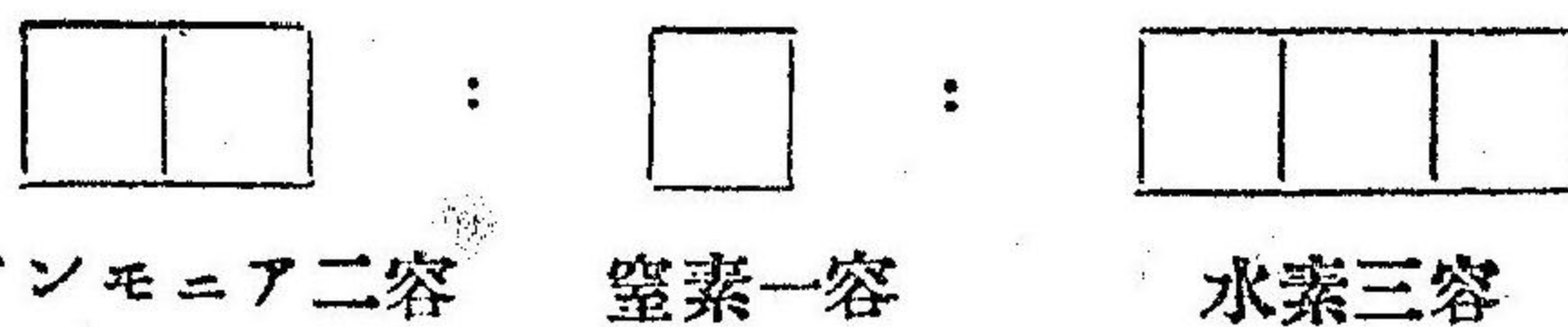
(ハ) 一容の水素と一容の鹽素と化合して二容の鹽化水素を生ず

即ちその水素と鹽素との化合する體積は等しくして生じたる鹽化水素の體積はその二倍なり(第74頁を見よ)



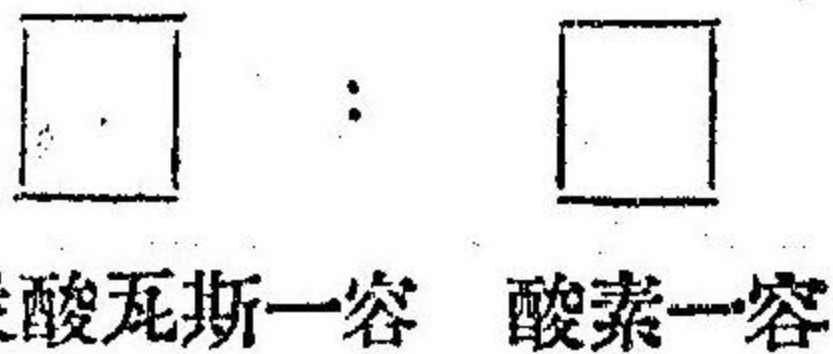
(ニ) 二容のアンモニアを分解すれば一容の窒素と三容の水素とを生ず

即ち生じたる水素の體積は同時に生じたる窒素の體積の三倍にして用ひたるアンモニアの體積はその窒素の體積の二倍なり(第86頁を見よ)



(ホ) 一容の炭酸瓦斯は一容の酸素と炭素との化合によりて生ず

即ち炭酸瓦斯の體積と之を造るに要する酸素の體積とは全一なり而して炭素は固體なれば氣體と體積を比較するを得ず(第59頁を見よ)



(ヘ) 鹽化アンモニウムは一容の鹽化水素と一容のアンモニアとの化合によりて生ず

即ち化合に與かる鹽化水素及アンモニアの體積は互に全一なり而



して鹽化アンモニウムは固體なれば氣體と體積を比較するを得ず(第88頁52を見よ)



鹽化水素一容 アンモニア一容

(ト) 二容の亞酸化窒素と二容の水素と化合して窒素二容と水とを生ず

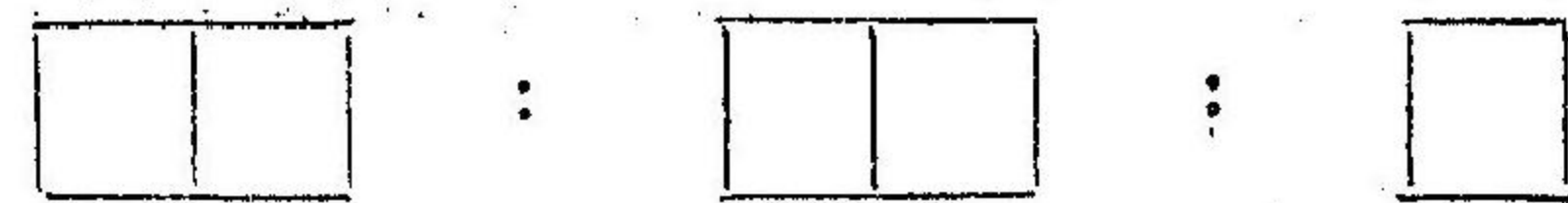
即ち亞酸化窒素・水素窒素の體積は皆全一なり而して水は液體なれば氣體と體積を比較するを得ず(第93頁55を見よ)



亞酸化窒素二容 水素二容 窒素二容

(チ) 二容の酸化窒素と二容の水素と化合して窒素一容と水とを生ず

即ち酸化窒素と水素との體積は等しくして窒素の體積の二倍なり而して水は液體なるにより氣體と體積を比較するを得ず(第96頁57を見よ)



酸化窒素二容 水素二容 窒素一容

(リ) 二容の酸化窒素と一容の酸素と化合して二容の過酸化窒素を生ず

即ち酸化窒素・過酸化窒素の體積は互に等しくして酸素の容積の二倍なり(97頁59を見よ)



酸化窒素二容 酸素一容 過酸化窒素二容

以上九個の例に依りて見れば相反應する諸氣體の體積間の割合及び生成せる諸氣體の體積間の割合又た相反應する氣體の體積と生成せる氣體の體積との割合は總て簡單なる整数比をなすを知る此の他一般に

諸氣體が化學的變化に關與する場合に於ては各氣體の體積間に前と全様の關係あるなり

此の事實上の關係をゲーリュサックの容積の定律 Law of Volume と名く(發見者の名を取りて)而して此の容積は勿論氣體の容積(體積)を指すものなれば此の定律をゲーリュサックの氣體體積の定律 (Law of Gaseous Volume) と稱すを可とす此の關係は氣體が反應(即ち化學的變化)に關與するとき起るものなるにより之を氣體反應の定律と云ふを至當とす

74. 此の定律の他の示し方 ある一定の體積(上の例に於ける一容(即ち正方形にて表はせる體積)は同一體積なれば反應に與かる各氣體の體積は總て此の全一體積の整数倍なるべきにより氣體反應の定律は次の如く云ふを得

相反應する諸氣體及び生成せられたる諸氣體の體積は皆全一體積の整数倍なり



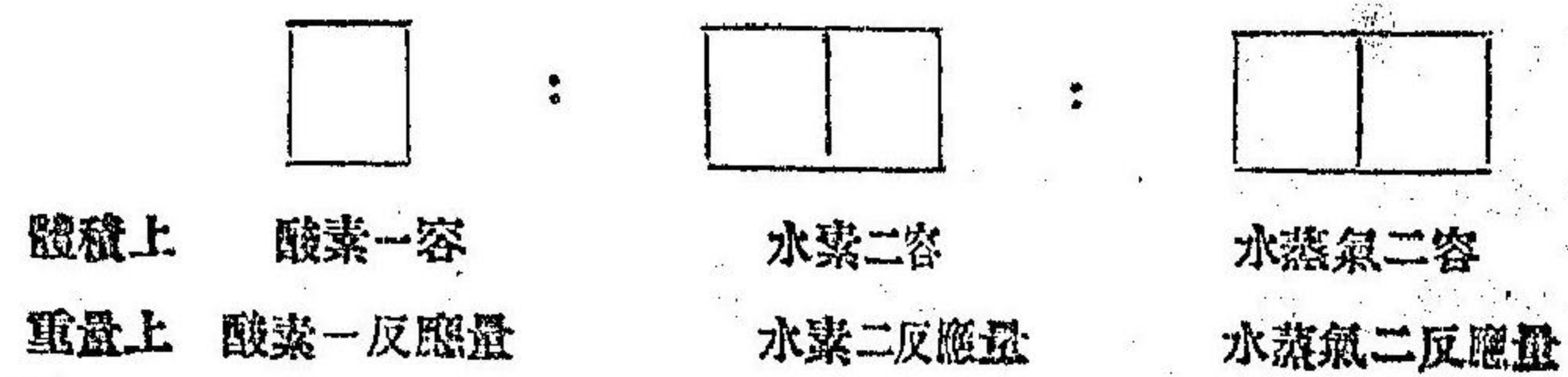
## 第十四章 分子量及原子量

### 第一節 分子量

75. 反應量 Reacting weight 第132頁の(4)にて示せる氣體間の反應即ち酸素一容と水素二容と化合して水蒸氣二容を生ずる反應に於て酸素一容(即ち單位體積)の重量を酸素の一反應量、水素一容の重量を水素の一反應量、水蒸氣一容の重量を水蒸氣の一反應量となすときは此の反應は次の如く云ふを得べし

酸素一反應量と水素二反應量と化合して水蒸氣二反應量を生ず

之を圖解せば



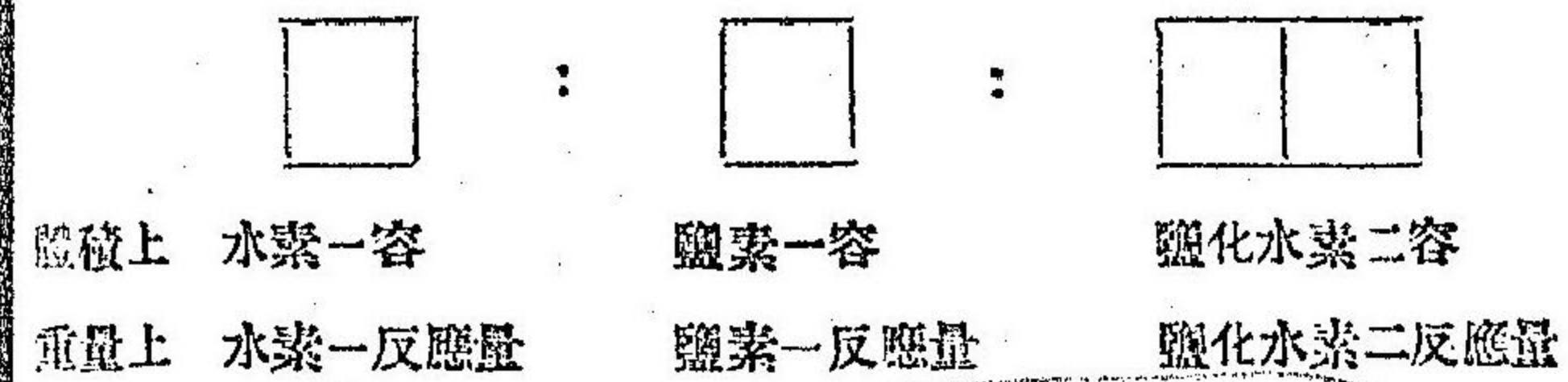
同様に(ハ)の反應即ち

水素一容と鹽素一容と化合して鹽化水素二容を生ずる變化に於て水素一容の重量を水素の一反應量、鹽素一容の重量を鹽素の一反應量、鹽化水素一容の重量を鹽化水素の一反應量となすときは此の反應は次の如く云ふを得べし

水素一反應量と鹽素一反應量と化合して鹽化水素二

反應量を生ず

之を圖解せば



各氣體の一反應量は皆全一體積を有す

その他の氣體間の反應に於けるも同様にして種々の氣體の一容(即ち全一體積)の重量(即ち一反應量)を知らば反應に與かる諸氣體物質の重量上の割合はその體積上の割合より直ちに之を知るを得べし。

而して氣體反應の定律(反應に與かる氣體の體積上の關係を示せる定律)即ち

相反應する諸氣體及び生成せられたる諸氣體の體積は皆全一體積の整數倍なり

より次の關係を得べし。

相反應する諸氣體及び生成せられたる諸氣體の重量は各氣體の反應量(全一體積の重量)の整數倍なり。

即ち此の關係は反應に與かる氣體の重量上の關係なり

附言 反應量を反應重と云ふとあり。

76. 分子量 Molecular weight. 多年研究の結果化學者は素の二量(即ち全一體積の重量)を水素の一反應量となす之と體積を等

或氣體の重量の數をその氣體の分



或る氣體の分子量は水素の二量(例へば二瓦)と體積を等ふするその氣體の重量(瓦單位)の數なり

例へば酸素32瓦、窒素28瓦、鹽素71瓦、水蒸氣18瓦、鹽化水素36.5瓦の體積は何れも水素二瓦の體積に等し(勿論同温度及び壓力に於て比較するなり)きを以て2は水素、32は酸素、28は窒素、71は鹽素、18は水蒸氣、36.5は鹽化水素の分子量なり

前に述べしが如く(第127頁を見よ)或氣體の水素に對する比重は水素一瓦と體積を等ふするその氣體の重量(瓦)の數に等しきを以て此の比重の二倍はその氣體の分子量に等しきなり即ち

或る氣體の分子量はその氣體の水素に對する比重の二倍なり

と云ふを得べし故にある氣體の分子量を求めんにはその氣體の水素に對する比重を求め之を二倍すれば可なり

例題(1) 酸素の水素に對する比重は16なりと云ふ酸素の分子量を求む

解 その比重の二倍は分子量なるが故に

$$16 \times 2 = 32$$

答 32.

例題(2) 水素一立の重量は0.08986瓦にしてアンモニア一立の重量は0.763瓦なりと云ふアンモニアの分子量を求む

$$\text{アンモニアの比重(水素に對する)} = \frac{0.763}{0.08986} = 8.5(\text{約})$$

∴ アンモニアの分子量 =  $8.5 \times 2 = 17$  (約)

答 17.

水素2瓦と酸素32瓦とは體積を等ふするを以て水素2瓦の代りに酸素32瓦を標準に取りて分子量を定むるも可なり即ち

或る氣體の分子量は酸素の32量(例へば32瓦)と體積を等ふするその氣體の重量(瓦單位)の數なり

而して或る氣體の酸素に對する比重は酸素一瓦と體積を等ふするその氣體の重量(瓦)の數に等しきを以て

或る氣體の分子量はその氣體の酸素に對する比重の32倍なり

と云ふを得べし

然るに精密に酸素の水素に對する比重を検するに15.88なるにより酸素の分子量は  $15.88 \times 2 = 31.76$  なり即ち水素2瓦と酸素31.76瓦とは體積を等ふす

故に酸素32瓦と體積を等ふする水素の重量は  $\frac{32 \times 2}{31.76} = 2.016$  瓦なり

依て精密に云へば水素を標準としたる或氣體の分子量と酸素を標準としたるその氣體の分子量を比すべきなり

次に數種の氣體に就きてその差異を比較



水素標準の分子量 酸素標準の分子量

水素	<u>2</u>	2.016
酸素	31.76	<u>32</u>
窒素	70.36	70.9
窒素	27.86	28.08
水蒸氣	17.88	18.016
アンモニア	16.93	17.064
鹽化水素	36.18	36.458

之れによりて見れば酸素標準の分子量は酸素32,水素2, 窒素71,窒素28,水蒸氣18,アンモニア17等の如く整数に頗る近し故に甚だ精密を要せざる場合(即ち實用的)には大なる便宜を感すべし然るに水素標準の分子量は此の便宜なし又た水素よりも酸素の方種々の變化に關與し最も必要なるものなれば酸素を標準としたる分子量を用ふると好都合なり故に現今は大抵酸素標準の分子量を採用するとなれり。

**注意** 分子量は量の如きもその實は比重の如く無名數なり

**附言** 分子量を分子重と云ふもあり。

る比重  $\frac{1}{32}$  なる氣體(即ち酸素より32倍輕きして標準氣體(Standard gas)とし之に對する或その氣體の分子量と云ふもあり。

77. 分子量の求め方 今温度攝氏  $t$  度壓力  $P$  厘のとき或氣體の  $V$  立の重量  $W$  瓦なりとせばその氣體の分子量は次の如くして計算せらる

その氣體の酸素に對する比重は

$$\frac{W \times 76 \times (273+t)}{1.4298 \times V \times P \times 273} \quad (\text{第130頁(3)式})$$

なるを以て此の32倍即ち

$$\frac{W \times 76 \times (273+t)}{1.4298 \times V \times P \times 273} \times 32 \dots\dots\dots(1)$$

は酸素を標準とせる分子量なり

その氣體の水素に對する比重は

$$\frac{W \times 76 \times (273+t)}{0.08986 \times V \times P \times 273} \quad (\text{第129頁(1)式})$$

なるを以て此の二倍即ち

$$\frac{W \times 76 \times (273+t)}{0.08986 \times V \times P \times 273} \times 2$$

は水素を標準とせる分子量なり

$V = \frac{P_0 V_0 (273+t)}{P (273)}$   
 $\frac{P_0}{P} = \frac{T}{T_0}$   
 $(PV) = PV_0$

問題

1. 温度13度壓力75厘のとき炭酸瓦斯1.35瓦は0.7296立の體積を占む炭酸瓦斯の分子量を計算せよ
2. 温度50度壓力76cmのとき鹽化水素(その分子量を36.5とす)の一瓦の體積を求めよ
3. 温度25度壓力76.3cmのとき一立の體積を有するアンモニア(その分子量を17とす)の重量を計算せよ
4. 窒素の一立の重量1.2505瓦なり窒素の分子量に對する比重及酸素に對する比重を求めよ



度、壓力 75.8 cm に於ける窒素 100 c.c. の重量を計算せよ

5. 炭酸瓦斯の分子量は 44 なり攝氏 35 度、壓力一氣壓に於ける炭酸瓦斯 150 c.c. を得んには幾瓦の酸素を要するか(第 133 頁(ホ)を参照せよ)

78. 瓦分子 Gram-molecule 前に述べし如く分子量は量にあらずして無名數なり而して之を<sup>グラム</sup>瓦にて表はしたるものを名けて瓦分子(瓦分子量の略)と稱す即ち

瓦分子は量にして分子量<sup>グラム</sup>丈の瓦なり

例せば水素の一分子量は 2 ならば水素の 2 瓦は水素の一瓦分子にしてその 4 瓦は水素の二瓦分子なり全様に酸素の一分子量は 32 なるを以て酸素の 32 瓦は酸素の一瓦分子、その 16 瓦は酸素の半瓦分子なり要するに或物質の一瓦分子の數はその物質の分子量に等しきなり

故に諸氣體の一瓦分子は皆等しき體積を有す依て瓦分子の定義は次の如くするを得

或る氣體の一瓦分子は酸素 32 瓦(その一瓦分子)と體積を等ぶするその氣體の重量(瓦)なり(第 139 頁に述べたる分子量の定義と比較せよ)

今酸素一立の重量は標準溫度及壓力に於て 1.4298 瓦ならばその一瓦分子(32 瓦)の有する體積は標準溫度及壓

に於て  $\frac{32}{1.4298} = 22.4$  (約)

22.4 立なり

故に總ての氣體の一瓦分子の體積は標準溫度及壓力に於て約 22.4 立なり

從て瓦分子及び分子量を次の如く定義するを得べし  
瓦分子は標準溫度及氣壓に於て 22.4 立の體積を占むる氣體の重量(瓦單位)なり

分子量は標準溫度及氣壓に於て 22.4 立の體積を占むる氣體の重量(瓦單位)の數なり

附言 瓦分子をモル(mol)と云ふもあり。

一分子量の體積を分子容(Molecular volume)と云ひ一瓦分子の體積を<sup>グラム</sup>瓦分子容と云ふ。

即ち總ての氣體の一分子容は等温等壓に於て等し又た總ての氣體の一瓦分子容は標準溫度及壓力に於て約 22.4 立なり。

一瓦分子の氣體が有する體積は標準溫度及壓力に於て 22.4 立なるを以て溫度  $t$  度壓力  $P$  厘に於てはその一瓦分子は

$$22.4 \times \frac{76}{P} \times \frac{273+t}{273} \text{ 立}$$

を占む

故に溫度  $t$  度、壓力  $P$  厘のとき  $W$  瓦の氣體の有する體積  $V$  立を測定すればその氣體の分子量は次の如くして算出せらるべし

$M$  を分子量とすれば  $M$  瓦はその一瓦分子にして

$22.4 \times \frac{76}{P} \times \frac{273+t}{273}$  立の體積を有しその  $W$  瓦は  $V$  立の體積



を有するにより

$$M:W = 22.4 \times \frac{76}{P} \times \frac{273+t}{273} : V$$

$$\therefore M = W \times \frac{22.4}{V} \times \frac{76}{P} \times \frac{273+t}{273} \dots\dots\dots (2)$$

問題 (第141頁の問題と比較せよ)

1. 温度13度 壓力75 厘のとき 炭酸瓦斯 1.35 瓦は 0.7206 立の體積を占む炭酸瓦斯の分子量を計算せよ
2. 温度50度 壓力76cmのとき 鹽化水素(その分子量を36.5 とす)の一瓦の體積を求む
3. 温度25度 壓力76.3cmのとき 一立の體積を有する アンモニア(その分子量を17とす)の重量を計算せよ

79. 分子 分子量を分子にて表はすときは之を分子と稱す例へば水素 2 分子は水素の一分子なり

一分子の場合と同様に各氣體を通じて一分子の體積は等温等壓に於て皆同一にして標準温度及壓力に於て約84立なり。

$$\text{一分子} = \text{一瓦分子} \times \frac{15}{4}$$

$$\therefore \text{一分子の體積} = (\text{一瓦分子の體積}) \times \frac{15}{4} = 22.4 \times \frac{15}{4} = 84 \text{立}$$

附言 各氣體の一瓦分子の體積は等しきを以て氣體反應の定律より次の關係を得べし(第137頁参照)

相反應する諸氣體及び生成せられたる諸氣體の重量は各氣體の一瓦分子の整数倍なり

例せば水素二容と酸素一容と化合して水蒸氣二容を生ずる反應に於て各氣體一容を 22.4 立とせばその重量は各氣體の一瓦分子なり故にその重量上の關係は、

水素二瓦分子と酸素一瓦分子と化合して水蒸氣二瓦分子を生ずるなる

全様に各氣體の一分子は皆等しき體積を有するを以て

水素二分子と酸素一分子と化合して水蒸氣二分子を生ずると云ふを得

### 第貳節 原子量

80. 原子量 Atomic weight. 諸物質の一瓦分子中に存在すべき各成分元素の量(瓦單位)を計算すれば一の重要な關係を見出すべし

	一瓦分子	一瓦分子中に存在する成分元素の量(瓦單位)			
		水素	酸素	窒素	炭素
水素	2	2			
酸素	32		32		
窒素	28			28	
水蒸氣	18	2	16		
アンモニア	17	3		14	
炭酸瓦斯	44		32		12
酸化炭素	28		16		12
亞酸化窒素	44		16	28	
酸化窒素	30		16	14	
過酸化窒素	46		32	14	
ベンゼン(蒸氣)	78	6			72
アルコール(蒸氣)	46	6	16		24

(此の表と第99頁62の表とを比較せよ)



此の表を通観するに諸氣體物質の各一瓦分子中に存在する水素元素の重量は

2	2	3	6	6
(水素單體)	(水蒸氣)	(アンモニア)	(ベンゼン)	(アルコール)

にして何れも1の整数倍なり

その酸素元素の重量は

32	16	32	16	等
(酸素單體)	(水蒸氣)	(炭酸瓦斯)	(酸化炭素)	

にして何れも16の整数倍なり

同様に窒素元素の重量は何れも14の整数倍にして炭素元素の重量は12の整数倍なり

此の如き關係は此他諸氣體物質の一瓦分子中に含有せらるゝ成分元素の量(瓦單位)の間にも成り立つものにして一般に

諸氣體の各一瓦分子中に存在する元素の量(瓦單位)はその元素の一定量の整数倍なり

此の元素の一定量の數をその元素の原子量と稱す

原子量は量にあらずして無名數なり

前例に於ける1は水素の原子量,16は酸素の原子量,14は窒素の原子量,12は炭素の原子量なり

従て(前頁の表を見よ)單體にありては

- (1) 水素單體の一分子量(2)は水素元素の二原子量( $1 \times 2$ )よりなる
- (2) 酸素 $\text{O}_2$ の一分子量(32)は酸素元素の二原子量( $16 \times 2$ )よりなる

(3) 窒素單體の一分子量(28)は窒素元素の二原子量( $14 \times 2$ )よりなる  
とを知り化合物にありては

(4) 水蒸氣の一分子量(18)は水素元素の二原子量( $1 \times 2$ )と酸素元素の一原子量(16)とよりなる

(5) アンモニアの一分子量(17)は水素元素の三原子量( $1 \times 3$ )と窒素元素の一原子量(14)とよりなる

(6) 炭酸瓦斯の一分子量(44)は酸素元素の二原子量( $16 \times 2$ )と炭素元素の一原子量(12)とよりなる

(7) 酸化炭素の一分子量(28)は酸素元素の一原子量(16)と炭素元素の一原子量(12)とよりなる

(8) 亞酸化窒素の一分子量(44)は酸素元素の一原子量(16)と窒素元素の二原子量( $14 \times 2$ )とよりなる

(9) 酸化窒素の一分子量(30)は酸素元素の一原子量(16)と窒素元素の一原子量(14)とよりなる

(10) 過酸化窒素の一分子量(46)は酸素元素の二原子量( $16 \times 2$ )と窒素元素の一原子量(14)とよりなる

(11) ベンゼン(蒸氣)の一分子量(78)は水素元素の六原子量( $1 \times 6$ )と炭素元素の六原子量( $12 \times 6 = 72$ )とよりなる

(12) アルコール(蒸氣)の一分子量(46)は水素元素の六原子量( $1 \times 6$ ),酸素元素の一原子量(16)及び炭素元素の二原子量( $12 \times 2$ )よりなる

とを知る

故に氣體物質の一分子量はその成分たる各元素の原子量の整数倍よりなる

附言 原子量を原子重と云ふもあり。

81. 原子量の求め方 ある元素の原子量を得んにはその元素を含有する諸物質の中分子量を測定し得らる



べきもの(氣體或は氣化し得べき物質)を撰びて各の分子量を定め、各一瓦分子中に存在するその元素の量(瓦單位)を求めて此等の量に就き最大公約數を求めば可なり

然れども例へば前表の中にて水素、水蒸氣、ベンゼン(蒸氣)に就て水素元素の原子量を求むれば各氣體の一瓦分子中に含まるゝ水素元素の重量(瓦單位)の數は

2            2            6

なるにより此等の數の最大公約數は2なり故に水素元素の原子量は2となる

然るに此等の外更にアンモニアを考ふるときはその一瓦分子中には水素元素3瓦を含むにより

2            6            3

の最大公約數は1となり水素元素の原子量を1となさざるべからず

故に或元素の原子量を求めんには成るべく多くの物質に就てなすを要す

現今の原子量は何れも多くの物質より推定したるものなれば正確のものとして可なり然れども今後此の原子量を減少する必要なしと云ふべからず例せば或る物質の一瓦分子中に酸素元素の8瓦若くは24瓦を含有するもの發見せらるゝことなしと云ふべからず然るときは酸素の原子量は

16            32            8            (若くは24)

の最大公約數なる8となるなり

されど16より大なることなし又た原子量は當量の整數倍なるべし

きにより(次の82を見よ)8(酸素の當量)の整數倍にあらざる數(例へば9, 10, 11, 12, 13, 14の如き)となることなきなり

即ち此の方法にて定めたる現今の原子量は最大の限りを示せるものなれば最大原子量 (Maximum Atomic weight) と云ふべきなり然れ共繁を避けて單に原子量と稱す

附言 ② 原子量の定義を次の如くするを得べし。

ある元素の原子量とはその元素を含む諸物質の一分子量中に存在するその元素の量の最大公約數なり。

以上述べたる原子量は大凡の分子量を用ひて定めたりしが精密の分子量を用ふるときは勢ひ原子量を改むるを要す又た酸素の分子量を32と取りたるるときは水素の分子量を2と取りたるときにより二種の原子量を得べし。

例へば酸素一分子量は酸素單素の二原子量よりなることより酸素單素の一原子量は酸素單素の一分子量の半分に等しきを知る今酸素一分子量を32とせばその原子量は $\frac{32}{2}=16$ となり31.76(水素を標準とせる分子量)とせば $\frac{31.76}{2}=15.88$ となる全様にその他の元素の原子量を求めたるに次の結果を得たり

	水素標準の原子量	酸素標準の原子量
水素	1.000	1.008
酸素	15.88	16.00
窒素	13.93	14.04
鹽素	35.18	35.45
炭素	11.91	12.00

然れども現今は總て酸素標準の原子量を用ふることにせり



而して各元素の原子量の表は既に元素の符號(第41頁)の所に掲出したれば就て見るべし。

以上示せる原子量推定の方法は分子量を測定し得る物質を造る元素にのみ應用せらるゝものなるを以て然らざる元素は此の方法にてその原子量を定むるゝ能はざるなり而して此の如き元素の原子量を求むる方法に就ては後章に譲る(原子熱の定律・元素の週期律の條を見よ)

82. 原子量と當量(數)との關係 先きに述べたる當量(數)と原子量との關係を見るに例へば

	當量(數)	原子量	原子量 當量
水素	1	1	1
鹽素	35.5	35.5	1
酸素	8	16	2
窒素	4.6	14	3
炭素	3	12	4

故に元素の原子量は其の當量(數)の整数倍に當れり

83. <sup>グラム</sup>瓦原子 Gram-atom 一元素の原子量を<sup>グラム</sup>瓦にて表はしたるものをその元素の瓦原子(瓦原子量の略)と稱す即ち

瓦原子は量にして原子量<sup>グラム</sup>丈の<sup>グラム</sup>瓦なり。

例せば水素元素の原子量は1なれば其の一瓦原子は1瓦にしてそ

の五瓦原子は5瓦なり又た酸素元素の原子量は16なれば其の一瓦原子は16瓦にしてその8瓦は酸素の半瓦原子なり。

### 問 題

1. 原子量未知の元素の化合物數種を分析して各一瓦分子中に含有する該元素の量(瓦單位)を測定せしに次の數を得たりとせばその元素の原子量如何

2.016      3.024      4.032

2. 炭酸瓦斯は次の重量組成を有す

炭素 27.27      酸素 72.73

然らば炭素の當量と原子量との關係如何但し炭素の原子量を12とす

3. 窒素の當量は原子量(14)の三分の一に當るとし窒素と水素とよりなる化合物の重量組成を計算せよ

4. 酸素の一瓦原子は温度15°C及び壓力75.5cmに於て幾立の體積を有するか

5. 鹽素(原子量35.5)の100瓦は幾瓦分子又は幾瓦原子なるか但し鹽素の一分子量は其の二原子量よりなる。



## 第十五章 化學記號

### 第壹節 化學式

#### 84. 分子式 Molecular formula

氣體物質の一分子量はその成分たる各元素の原子量の整数倍よりなるを以て(第147頁参照)元素の符號にその元素の原子量をも代表せしめ置くときは(第41頁参照)元素の符號を以て物質の分子量と組成(成分元素の割合)とを示す式を造るを得べし。即ち各成分元素の符號を併記し若し同一元素が數原子量よりなるときはその數を符號の右の下に附記するなり。此くして得たる記號を分子式と云ふ。

例せば水素單體の一分子量の水素の二原子量よりなるが故に水素單體の分子式は $H_2$ にして水蒸氣一分子量の水素元素二原子量と酸素元素一原子量とよりなるを以て水蒸氣の分子式は $H_2O$ 又は $OH_2$ なるが如し。

第146頁及び147頁に掲げたる諸氣體物質の組成より各氣體の分子式を求むれば次の如し

氣體物質	分子式	分子量
(1) 水素單體	$H_2$	$1 \times 2 = 2$
(2) 酸素單體	$O_2$	$16 \times 2 = 32$
(3) 窒素單體	$N_2$	$14 \times 2 = 28$

(4) 水蒸氣	$H_2O$ 又は $OH_2$	$\begin{cases} 1 \times 2 + 16 = 18 \\ 16 + 1 \times 2 = 18 \end{cases}$
(5) アンモニア	$NH_3$ 又は $H_3N$	$\begin{cases} 14 + 1 \times 3 = 17 \\ 1 \times 3 + 14 = 17 \end{cases}$
(6) 炭酸瓦斯	$CO_2$ 又は $O_2C$	$\begin{cases} 12 + 16 \times 2 = 44 \\ 16 \times 2 + 12 = 44 \end{cases}$
(7) 酸化炭素	$CO$ 又は $OC$	$\begin{cases} 12 + 16 = 28 \\ 16 + 12 = 28 \end{cases}$
(8) 亞酸化窒素	$N_2O$ 又は $ON_2$	$\begin{cases} 14 \times 2 + 16 = 44 \\ 16 + 14 \times 2 = 44 \end{cases}$
(9) 酸化窒素	$NO$ 又は $ON$	$\begin{cases} 14 + 16 = 30 \\ 16 + 14 = 30 \end{cases}$
(10) 過酸化窒素	$NO_2$ 又は $O_2N$	$\begin{cases} 14 + 16 \times 2 = 46 \\ 16 \times 2 + 14 = 46 \end{cases}$
(11) ベンゼン(蒸氣)	$C_6H_6$ 又は $H_6C_6$	$\begin{cases} 12 \times 6 + 1 \times 6 = 78 \\ 1 \times 6 + 12 \times 6 = 78 \end{cases}$
(12) アルコール(蒸氣)	$C_2H_6O$ 又は $OC_2H_6$	$\begin{cases} 12 \times 2 + 1 \times 6 + 16 = 46 \\ 16 + 12 \times 2 + 1 \times 6 = 46 \end{cases}$

故に[此等の]分子式中の元素の量を總計すればその物の分子量を得べきなり。

例へば  $O_2 = 16 \times 2 = 32$  ならば酸素單體の分子量は32なるを知り  $CO_2 = 12 + 16 \times 2 = 44$  又は  $O_2C = 16 \times 2 + 12 = 44$  ならば炭酸瓦斯の分子量は44なるを知る

又た分子式はその物質の組成を示すものなるを知るべし

例へばアンモニアは  $NH_3$  なる分子式を有するによりアンモニアは窒素一原子量(14)と水素三原子量(3)とよりなる化合物なるを知るが如し。依て分子式の定義は次の如し

成分たる元素の符號を以て物質の組成と一分子量とを表出する記號を分子式と稱す

總ての氣體物質の一分子量は皆等體積(等温等壓に於て)を占むるを以て氣體物質の分子式は皆等體積を表はす例せば  $H_2$  (水素の分子式)は水素の一容を示すとせば  $O_2$  (酸素の分子式)は酸素の一容を示し  $H_2O$  (水蒸氣の分



子式)は水蒸氣の一容を示す依て  $3\text{H}_2$  は水素三容を表はし  $2\text{H}_2\text{O}$  は水蒸氣の二容を表はす又た酸素二容は  $2\text{O}_2$  にて示され炭酸瓦斯(分子式  $\text{CO}_2$ )四容は  $4\text{CO}_2$  にて表はさるべし

故に分子量の明かなる物質を表はすには分子式を用ふるを可とす。

### 問題

1. 鹽化水素は次の組成を有す

水素	1	}	鹽化水素 36.5
鹽素	35.5		

而して水素  $\text{H}=1$  鹽素  $\text{Cl}=35.5$  なりとせば鹽化水素の分子式は如何にすべきか

2. 炭酸瓦斯の分子式は  $\text{CO}_2$  なりその組成と分子量を求め

3.  $\text{N}_2$  (窒素の分子式),  $\text{C}_6\text{H}_6$  (ベンゼン蒸氣の分子式)  $\text{CO}$  (酸化炭素の分子式)の代表する量を瓦にて示し且つ各氣體(又は蒸氣)の有する體積(溫度攝氏95度に於ける)を問ふ

4. 過酸化窒素(分子式  $\text{NO}_2$ )の酸素に對する比重及び空氣に對する比重を計算せよ

85. 實驗式 Empirical formula.

分子量の明かならざる物質と雖も分拆によりてその組成を知るを得るなり故にその組成を最も簡單にその成分元素の符號にて表出する式を造るを得べし。

註 分析によれる物質の組成は百分比にて示すを通常とす  
例せば水を分拆して

水素	11.12	}	水 100.00 (第25頁を見よ)
酸素	88.88		

の百分組成を得たりとせば水素  $\text{H}=1$  酸素  $\text{O}=16$  なるにより水素 11.12 はその幾原子量に當るか云ふに1を以て之を除せば可なり即ち  $\frac{11.12}{1}=11.12$  原子量に相當す同様に酸素の 88.88 は酸素の  $\frac{88.88}{16}=5.56$  原子量に當るべし即ち水中に存在する水素元素及酸素元素の原子量數の割合は 11.12:5.56 にして

$$\frac{11.12}{5.56}=2$$

なれば 11.12:5.56 = 2:1 なり

故に水は水素二原子量と酸素一原子量とよりなるを知るべく水の組成を最も簡單に  $\text{H}_2\text{O}$  にて表はすを得べし

此の如く成分元素の符號を以て一物質の組成を最も簡單に表はす記號を實驗式と稱す

一般に物質は組成を知るを得るが故にその實驗式を



造るを得るなり而してその式の示す數(即ちその式中にある各元素の符號の表出する數の和)が若しその物質の分子量と一致するときはその式は分子式となるなり。

例へば水の實驗式は  $H_2O=2 \times 1 + 16=18$  なるにより若し水の一分子量が 18 なるときは  $H_2O$  は水の分子式となる然るに水蒸氣の分子量は 18 なるにより水蒸氣の場合に於ける水の分子式は  $H_2O$  なり但し液体の水及び固體の水の分子量未知なれば  $H_2O$  は單に此等の態に於ける水の實驗式たるに止まる。

實驗式の示す數はその各元素の符號の表はす數の和にして各元素の原子量の和なれば若しその和が分子量に等しからざるもその和の整數倍は必らず分子量に等しきなり(第 147 頁を参照せよ)

故に實驗式の示す數を以て分子量を除して次の例の如くすればその分子式を定めらる

例題 ベンゼンは次の組成を有し

炭素	92.3	} ベンゼン	100.0
水素	7.7		

その蒸氣の水素に對する比重 39 なり

ベンゼン蒸氣の分子式を求む

解 炭素(C)の原子量は 12 にして水素(H)の原子量は 1 なるにより 炭素  $\frac{92.3}{12}=7.7$  水素  $\frac{7.7}{1}=7.7$   
即ちベンゼンを組成せる炭素と水素との原子量の數は同一なるを知る故に最も簡單に之を示す式即ち實驗式

は CH なり而して  $CH=12+1=13$  を示す

次にベンゼンの蒸氣の水素に對する比重 39 ならばその分子量は  $39 \times 2=78$  なり

故に CH はベンゼン蒸氣の分子式にあらず

而して  $\frac{78}{13}=6$  即ち CH の示す所の數 13 の六倍は分子量(78)に當るべきにより CH の六倍なる  $C_6H_6$  は分子量を表出すべし

$$C_6H_6=12 \times 6 + 1 \times 6 = 78 \text{ (分子量)}$$

故に  $C_6H_6$  は分子量を代表す

又た  $C_6H_6$  は CH と同じく炭素と水素との分子量の數は同一なるを示す

此の如く  $C_6H_6$  はベンゼン蒸氣の分子量と組成とを表出するものなるによりベンゼン蒸氣の分子式なり

86. 化學式 Chemical formula. 分子式と實驗式とを總稱して化學式と云ふ即ち物質の化學式は分子量を表出すると否とに關せずその組成を表はす式なり

化學式は定比例の定律が其物質の組成間に存在せるを示す例へば水は  $H_2O$  の化學式によりて示さるゝと云ふは水は常に  $H_2O$  の示す組成(即ち水の中にある水素と酸素との割合は水素二原子量に付き酸素一原子量の割合)を有すると云ふもにして即ち水は一定の組成を有するを示すなり

又化學式は割合を異にせる全じ二元素よりなれる數多の物質間に倍數比例の定律が存在するを明示す例へば酸素と炭素とを有する酸化炭素及炭酸瓦斯は各  $CO$  及  $CO_2$  の化學式を有す之を比較すれば炭素



の一原子量(Cにて示さる、量即ち12)に對し酸素の量は後者は前者に二倍せるを見る故に此の二個の化學式は此等の二物質間に倍數比例の定律が存在せるを示す

次に元素の原子量は當量の整数倍なるが故に當量の定律が化學式により表出せらるべきなり例へば水は  $H_2O$  の化學式を有するにより酸素一原子量( $O=16$ )は水素二原子量( $2H=2$ )と化合する者なるを知る故に水素一量と化合すべき酸素の量即ち當量は  $\frac{16}{2}=8$  なるべきなり従て  $H_2O$  なる式は水素及酸素なる兩元素の化合すべき割合は各の當量の比(1:8)なるべきを示す

附言 化合物の成分の割合(組成)は一定不變なり(定組成の定律)即ち化合物は特殊の組成を有す故に此の特殊の組成を示せる化學式はその化合物に固有なるものなり(第39頁参照然るに同一の組成を有する物質二種以上あるとあり此のときは實驗式にては相互を區別するを得ざれども若し分子量が異なれば分子式にて區別するを得るなり例へばベンゼンとアセチレンとは共に全一の組成を有し  $CH$  なる實驗式にて示さる然るにベンゼンの分子量は78 ( $CH$  の示す量13の六倍)なればその分子式  $C_6H_6$  にしてアセチレンの分子量は26 ( $CH$  の示す量13の二倍)なればその分子式は  $C_2H_2$  なり此の如く實驗式を全ふするも分子式の異なる化合物(即ち組成全一なるも分子量の異なる化合物)を異量體(Polymer)と云ふ。

酸素(分子式  $O_2$ )、\*メレン(分子式  $O_3$ )の如き實驗式を全一(共に0)に

して分子式の異なる單體を全素體 (Allotrope) と云ふ。

組成及び分子量とも全一なる化合物は分子式も全一なるを以て他の方法にて區別するを要す之に就ては示性式及び構造式の條下に於て詳述すべし。

此の如く組成及び分子量を全ふする化合物(即ち分子式を全ふする異種の化合物)を異性體(又は全分異性體 Isomer)と云ふ例へばエチルアルコール及びメチルエーテルは共に  $C_2H_6O$  の分子式を有するも全く異なる化合物なれば互に異性體なり。

### 87. 化學式の應用

(a) 物質の百分重量組成の計算 物質の化學式よりその物質の百分重量組成を知るを得べし。その法はその化學式の表はす原子量の和を求め百分算により各成分元素の割合を求むるにあり例せば炭酸瓦斯(化學式  $CO_2$ )の百分組成を計算せんに

$$CO_2 = 12 + 2 \times 16 = 44$$

炭酸瓦斯44瓦は炭素(C)12瓦酸素( $O_2$ )32瓦よりなるを以て炭酸瓦斯100分中に存在すべき

$$\text{炭素の量は } \frac{12}{44} \times 100 = 27.27$$

$$\text{酸素の量は } 100 - 27.27 = 72.73$$

(b) 元素の當量の推定 二種の元素よりなれる化合物の化學式よりその一成分元素の當量を求むるを得但

$$44 \overline{) 3200} \begin{array}{r} 72.73 \\ 284 \\ \hline 3560 \\ 3520 \\ \hline 400 \\ 396 \\ \hline 40 \end{array}$$



し他の成分元素の當量は既知なりとす。その法は次の數例を以て説明せん。

(例一)  $\text{CH}_4$  (メタン)より炭素の當量を定めよ

(解)  $\text{CH}_4$ より炭素(C) 12量は水素(H)の四原子量(即ち4量)と化合すべきを知る故に水素1量と化合する炭素の量即ち當量は  $\frac{12}{4} = 3$  量なり

(例二)  $\text{FeCl}_3$  (鹽化鐵)より鐵の當量を定めよ

(解)  $\text{FeCl}_3$ より鐵(Fe) 56量は鹽素(Cl)の三原子量と化合するを見る故に鹽素 35.5量(即ち一原子量)と化合する鐵の量即ち當量は  $\frac{56}{3} = 18.67$  量なり。

(例三)  $\text{MgO}$  (酸化マグネシウム)よりマグネシウムの當量を定めよ

(解)  $\text{MgO}$ よりマグネシウム(Mg) 24量は酸素(O)の一原子量と化合するを見る故に酸素 8量(即ち半原子量)と化合するマグネシウムの量即ち當量は  $\frac{24}{2} = 12$  量なり

(例四)  $\text{HgI}_2$  (沃化水銀)より水銀の當量を定めよ但し沃素(I)の當量は 127量(即ちその一原子量に相當す)なり。

(解)  $\text{HgI}_2$ より水銀(Hg) 200量は沃素(I)の二原子量即ち當量の二倍と化合せるを見る故に沃素の一當量と化合する水銀の量即ち當量は  $\frac{200}{2} = 100$  量なり

(e) 原子價の推定 第十七章第一節原子價の條下に於て述べん。

(d) 分子式より分子量の計算 物質の分子式が示す原子量の和はその物質の分子量なり

(例) アルコール(分子式  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ )の分子量は  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ の示す量即ち  $2 \times 12 + 6 \times 1 + 16 = 46$  なり

(e) 氣體の分子式よりその氣體 G 瓦の體積の計算

氣體の分子式はその分子量を示しその一瓦分子は攝氏零度壓力 76 糎に於て約 22.4 立の體積を占むるを以てその氣體の分子量を M とすればその M 瓦は 22.4 立を占む依てその G 瓦の體積 x 立( $0^\circ\text{C}$ , 壓力 76 糎)は次の式によりて求めらる。

$$\frac{G}{M} = \frac{x}{22.4}$$

$$x = \frac{G}{M} \times 22.4 \text{ (立)}$$

又たその G 瓦の體積を  $t^\circ\text{C}$  壓力 p 糎に於て測れば

$$\frac{G}{M} \times 22.4 \times \frac{76}{p} \times \frac{273+t}{273} \text{ (立) となる。}$$

(例) 酸化炭素(分子式  $\text{CO}$ )の 30 瓦は攝氏零度一氣壓に於て幾立の體積を有するか

(解)  $\text{CO} = 12 + 16 = 28$ ……酸化炭素の分子量

$$M = 28 \quad G = 30$$

$$x = \frac{30}{28} \times 22.4 = 24 \text{ 立} = \text{答}$$

(f) 氣體の分子式よりその氣體 V 立の重量の計算

氣體の一瓦分子即ち M 瓦(Mを分子量とす)は  $0^\circ\text{C}$ , 76 糎の壓力に於て約 22.4 立の體積を有するが故にその V 立( $0^\circ\text{C}$ , 76 糎)の重量は次の式によりて求めらる

$$\frac{V}{22.4} = \frac{y}{M}$$



$$y = \frac{V}{22.4} \times M \text{ (瓦)}$$

又たその氣體の  $V'$  立 ( $t^\circ\text{C}$ ,  $p$  糎) の重量  $z$  瓦は次の計算によりて求めらるべし

$t^\circ\text{C}$ ,  $p$  糎に於ける  $V'$  立を  $0^\circ\text{C}$ ,  $76$  糎に於ける體積 ( $V$  立) に改算すれば

$$V = V' \times \frac{p}{76} \times \frac{273}{273+t} \text{ (立)}$$

$$\therefore \frac{V}{22.4} = \frac{z}{M}$$

$$\therefore z = V \times \frac{M}{22.4} = V' \times \frac{p}{76} \times \frac{273}{273+t} \times \frac{M}{22.4} \text{ (瓦)}$$

(例)  $27^\circ\text{C}$  及び  $75$  糎に於ける炭酸瓦斯(分子式  $\text{CO}_2$ )  $300$  c.c. の重量は幾瓦なるか

$$\text{(解)} \quad t = 27 \quad p = 75 \quad V' = 300 \text{ c.c.} = 0.3 \text{ 立}$$

$$M = \text{CO}_2 \text{ の表はす數} = 12 + 2 \times 16 = 44$$

$$\therefore z = 0.3 \times \frac{75}{76} \times \frac{273}{273+27} \times \frac{44}{22.4} = 0.53 \text{ 瓦(約)}$$

答 0.5 瓦(約)

### 問 題

1. 苛性ソーダは次の組成を有すその實驗式を造れ

ナトリウム	57.5	}	苛性ソーダ 100.0
酸素	40.0		
水素	2.5		

但しナトリウム  $\text{Na}=23$  酸素  $\text{O}=16$  水素  $\text{H}=1$  とす

2. 酸化炭素は次の組成を有す

炭素	42.86	}	酸化炭素 100.00
酸素	57.14		

而してその酸素に對する比重 0.875 なり。

酸化炭素の分子式を定めよ但し  $\text{C}=12$ ,  $\text{O}=16$  とす

3. アルコールの化學式は  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  なりその百分組成を計算せよ

4. 炭酸瓦斯は  $\text{CO}_2$  の化學式を有す炭素の當量を計算せよ

5. 窒素の當量は  $4\frac{2}{3}$  にして酸素の當量は 8 なり窒素と酸素との化合物の化學式を造れ

但し  $\text{N}=14$ ,  $\text{O}=16$  とす

6. 次の分子式を有する氣體の分子量一瓦分子及び酸素に對する比重を求む

(イ) 鹽素  $\text{Cl}_2$       (ロ) アンモニア  $\text{NH}_3$

7. 次の分子式を有する氣體の一瓦は標準温度及び一氣壓に於て各幾 c.c. を占むるか

(イ) 窒素  $\text{N}_2$       (ロ) メタン  $\text{CH}_4$

8. 次の分子式を有する氣體の一瓦は攝氏 15 度及び壓力 75.6 糎に於て各幾 c.c. を占むるか

(イ) オゾン  $\text{O}_3$       (ロ) 硫化水素  $\text{SH}_2$

9. 次の分子式を有する氣體の一立(攝氏零度, 一氣壓)



の重量は各幾瓦なるか

(イ) 水素  $H_2$  (ロ) 鹽化水素  $ClH$

10. 攝氏 130 度及び氣壓 75 厘に於ける水蒸氣(分子式  $H_2O$ )の 150c.c. の重量は幾瓦なるか

## 第貳節 化學方程式

88. 化學方程式 Chemical equation. 諸物質の化學式を適當に連綴すれば此等の物質間の化學的變化を表出する式を得

此の如く化學式を以て化學的變化を適當に表出する式を化學方程式と云ふ

故に化學方程式は實際の化學的變化を正確に表はすのみにして事實ならざる臆想の變化を示すものにあらず又た化學方程式は化學的變化を支配する質量不變の定律及び元素の不生不滅を明示すべきや勿論なり

諸氣體の分子式は同一體積を代表するものなれば(第 153 頁参照)氣體間に起る反應を示す方程式は分子式を連綴して造るを得べし

その法は相反應する各氣體の分子式を左側に生成せる各氣體の分子式を右側に + を以て連綴しその間を等號(=)にて連結す氣體の體積一容なれば分子式のみを用ひ二容なればその分子式の前に 2 なる係數を置き三容

なればなる係數を置くなり。+ 號はその左右にある物質が共に反應に與かり又は共に生ずることを示し等號は此の反應の際各元素の不生不滅なると從て質量の不變なるとを示すなり

例へば酸素一容と水素二容と化合して水蒸氣二容を生ずと云ふ氣體間の反應を示す方程式を造らんには先づ各氣體物質の分子式を知るを要す

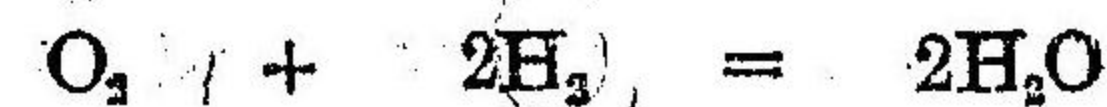
水素の分子式  $H_2$  酸素の分子式  $O_2$

水蒸氣の分子式  $H_2O$

此等の分子式は皆同一體積即ち一容を代表す故に

$2H_2$  は水素の二容  $2(H_2O)$  即ち  $2H_2O$  は水蒸氣の二容を表はす

依て此の反應は



酸素一容 水素二容 水蒸氣二容

にて示さるゝなり

而して勿論此の方程式は元素の不生不滅及び質量不變の定律に反するとなかるべし次に之を検せん

酸素元素(O)の數は等號の左右に於て同一にして二なり即ち反應に於て酸素元素は増減せざるを表はす又た水素元素の數は等號の左右に於て同一にして四なり即ち水素元素も増減せざるを示す故に此の方程式は元素の不生不滅なるを明示す

次に  $2H_2 = 2 \times 2 = 4$   $O_2 = 32$   $H_2O = 2 + 16 = 18$   
なれば  $O_2 + 2H_2 = 4 + 32 = 36$



$$2\text{H}_2\text{O} = 2 \times 18 = 36$$

即ち等號の左側にある酸素と水素との量の和(36)はその右側にある水蒸氣の量(36)に等しきなり

故に質量の總和は此の反應によりて毫も増減せられざるを明示す

以上の如く氣體物質間の反應は分子式を用ゆれば容易に表はすを得るにより此の場合には必らず分子式を用ふべし

一般の反應も同様に化學式を用ひて表はすを得べし但し此のときは等號の左右にある各元素の數を等しくするを要す然らば元素は不生不滅となり従て質量も不變となるによる(第38頁を見よ)又た分子式の明かなるものは必らず之を用ひその未だ知られざるものは實驗式を代用すべし

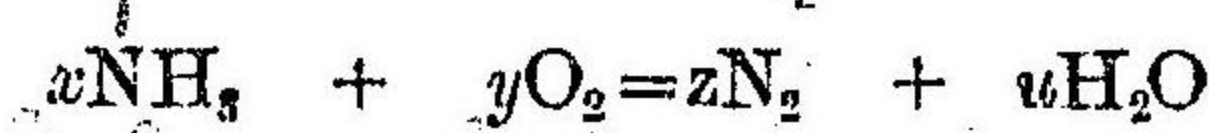
例へば アンモニア(分子式  $\text{NH}_3$ )を酸素(分子式  $\text{O}_2$ )と作用せしめば窒素(分子式  $\text{N}_2$ )と水(實驗式  $\text{H}_2\text{O}$ )とを生ずる反應は  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 = \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$

にて示さるゝが如きも等號の左右にある各元素の數を檢するに

	左	右
窒素Nの數	1	2
水素Hの數	3	2
酸素Oの數	2	1

にて何れも相等しからず故に此の方程式は元素の不

生不滅を示さず従て質量不變の定律をも示さざるなり依て等號の左右にある各元素の數を等しくする様に改むべし之をなすには



として左右に於ける全一元素の數を比較し  $x, y, z, u$  なる係數を定むべし

$$\text{窒素(N)の數より } x = 2z$$

$$\text{水素(H)の數より } 3x = 2u$$

$$\text{酸素(O)の數より } 2y = u$$

元素の不生不滅による

$$\therefore x = \frac{2}{3}u \quad y = \frac{1}{2}u \quad z = \frac{1}{2}x = \frac{1}{3}u$$

$$\text{今 } u = 6 \text{ とすれば } x = 4 \quad y = 3 \quad z = 2$$

となり何れも整数となる

之を前の方程式中に入れば



の方程式を得

附言 此の方程式に於て  $4\text{NH}_3$  はアンモニアの四容、 $3\text{O}_2$  は酸素の三容、 $2\text{N}_2$  は窒素の二容を示す而して此の體積上の關係は實驗によりて證明するを得べし(第86頁を参照せよ)

### 問題

$$1. \quad 2x\text{NO} + 2y\text{H}_2 = z\text{N}_2 + u\text{H}_2\text{O}$$

酸化窒素 水素 窒素 水

$x, y, z, u$  を定めて方程式を造れ