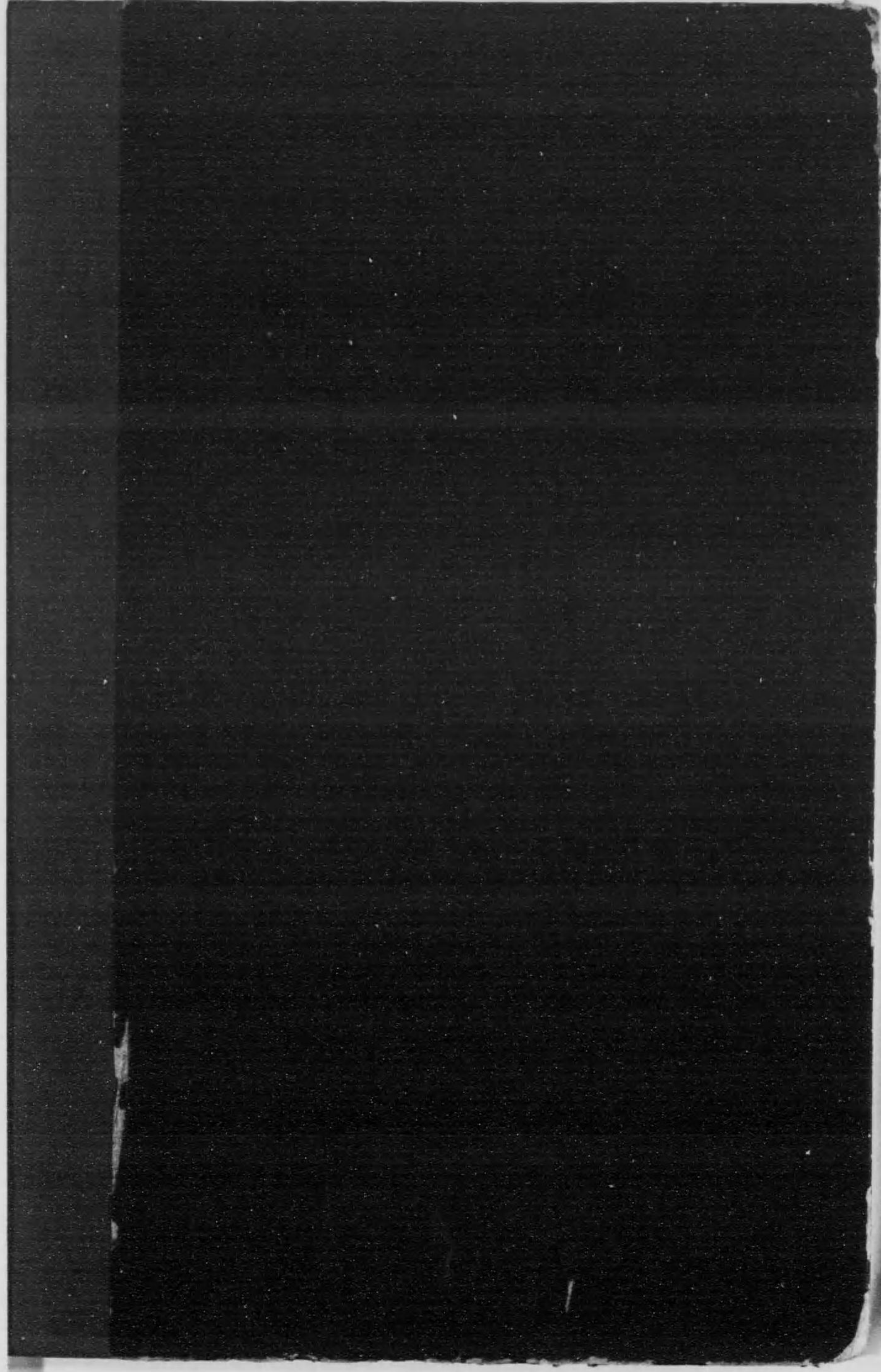
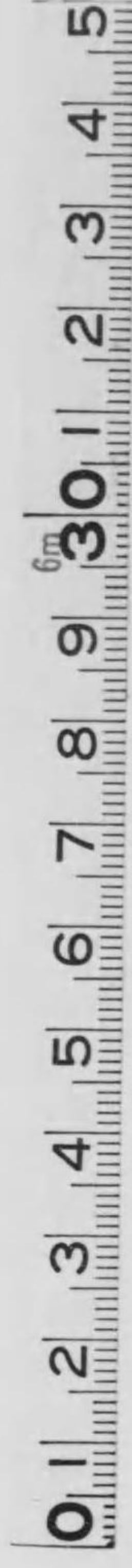




箭





47  
1952



47-1951

增訂十四版

GENERAL CHEMISTRY.

理論實驗

# 化學講義

理學博士

大幸勇吉序

高田德佐著



寫真陽畫



寫真陰畫

東京

光風館藏版

(1918)

7. 3. 25

照



## 序

高田徳佐君多年中等教育の化學授業に従事せられ、生徒が化學を了解すること他の學科に比して困難なることを憂ひ、生徒の學修に便せんが爲め多年の經驗に基き本書を編纂せられ、余に其校閲を囑せらる。余は方今多忙なるを以て責任を以て全卷の校閲に従事すること能はざるが爲め、余が校閲したりと公言することは之を辭したりと雖も、當今我國に於て化學の著述に必要な参考書を得るの甚だ困難なることを思ひ、全卷を閲讀して幾分か参考書不備の缺を補はんことを約せり。而して通讀の際訂正を要すべき點、再考を希望する點など余の氣付たる事項を指摘したるも、其取舍は勿論編纂者に一任することとし、又余の意見と合せざるも誤謬と見るべからざるものは編纂者の意見を尊重したること素より論を俟たず。



本書は説明反覆叮嚀にして生徒をして  
化學の眞義を了解せしめんことに勉めあ  
るを以て、中等程度の學校生徒の參考書と  
して甚だ有益なるべきを信ず。教師も亦  
教授の參考として利用すべき所尠なから  
ざるべし。

本書の發刊に際し余と本書との關係を  
明かにし、而して茲に本書を世に紹介せん  
と欲す。

大正四年二月

理學博士 大 幸 勇 吉



## 緒 言

1. 本書は中等程度の學校に在つて化學を修むる者、並に進んで高等程度の諸學校に入學せんとする者の參考補習用として編纂せるものなり。
2. 記述は普通の化學教科書の順序に據れり。即ち先づ緒論に於て化學量の概念を確立し、順次に非金屬、金屬及び有機化合物に及ぼせり。而して其細目に涉る分類配列法に至つては特に意を致せし所尠しとせず。
3. 材料は主に中等程度の化學教科書の要目に基き一層之を敷衍して詳細なる説明を加へ、且是等を一貫するに常に明快なる理論を以てせんことを努めたり。これ徒に理論を避けて唯敘事的記述法を取れる化學は理會と記憶とに於て却つて勞多くして効少なればなり。
4. 説明には成るべく化學方程式を併用せり。蓋し化學方程式は化學變化を最も簡單に、且精確に表出するものなるを以てなり。而して方程式に於ける物質の状態(固狀をなすものは其分子式を太字、液狀及び溶液内にあるものは並字、氣狀をなすものは斜字を用ひたり)及び其方程式の進行に必要な狀況をも一々明かにせり。



5. 一材料を終る毎に物質の製法、性質、用途或は定義等の緊要なる事項を摘出して一覧表となせり。これ一見記載の重複に似たるも、化學の記憶と應用とに於て大に便益ありと信じたればなり。
6. 化學の理會を確實ならしめんがため凡そ二千の問題を適所に挿入して練習に資せり。是等の問題には明治三十五年より本年に至る十三箇年間の高等程度の諸學校の入學試験問題(\*を附せるもの)を網羅し、尙且内外の中等程度の化學教科書中より有らゆる場合の問題を選択収録し、而して之に一々解答を加へたり。
7. 本書を編纂するに當り、恩師大幸博士は特に本書のために嚴密なる校閲の勞を執られ、懇切なる指導を與へられたるは余の最も感謝に堪へざる所なり。

大正四年二月

著者

### 増訂再版發行に就て

本書幸に世に歡迎せられ發行以來日尙淺きに早くも再版發行の要を見るに至りしは余の最も光榮とするところなり。

本版に於ては嚴密に前版の誤植を正し、計算問題は一々檢算を行ひ、一讀難解の箇所は平易に改め、且本年度の高等程度の諸學校入學試験問題を補ひて之が解答を施せり。

本書の再版に當り、特に本書の爲に幾多の好意を寄せられたる讀者に對して深厚なる謝意を表す。

大正四年十月

著者



## 増訂六版發行に就て

本版に於て修正せる主なる點は次の如し。

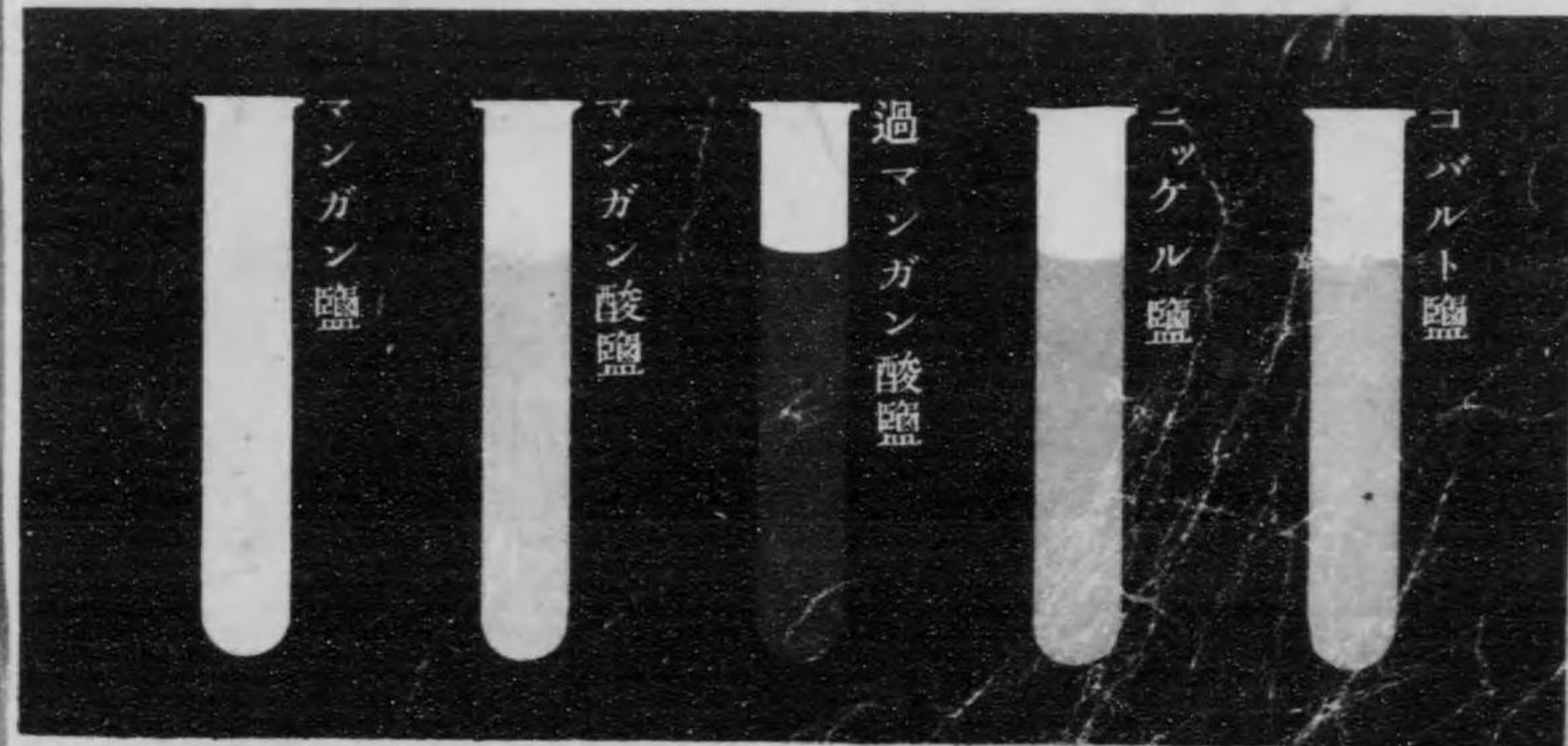
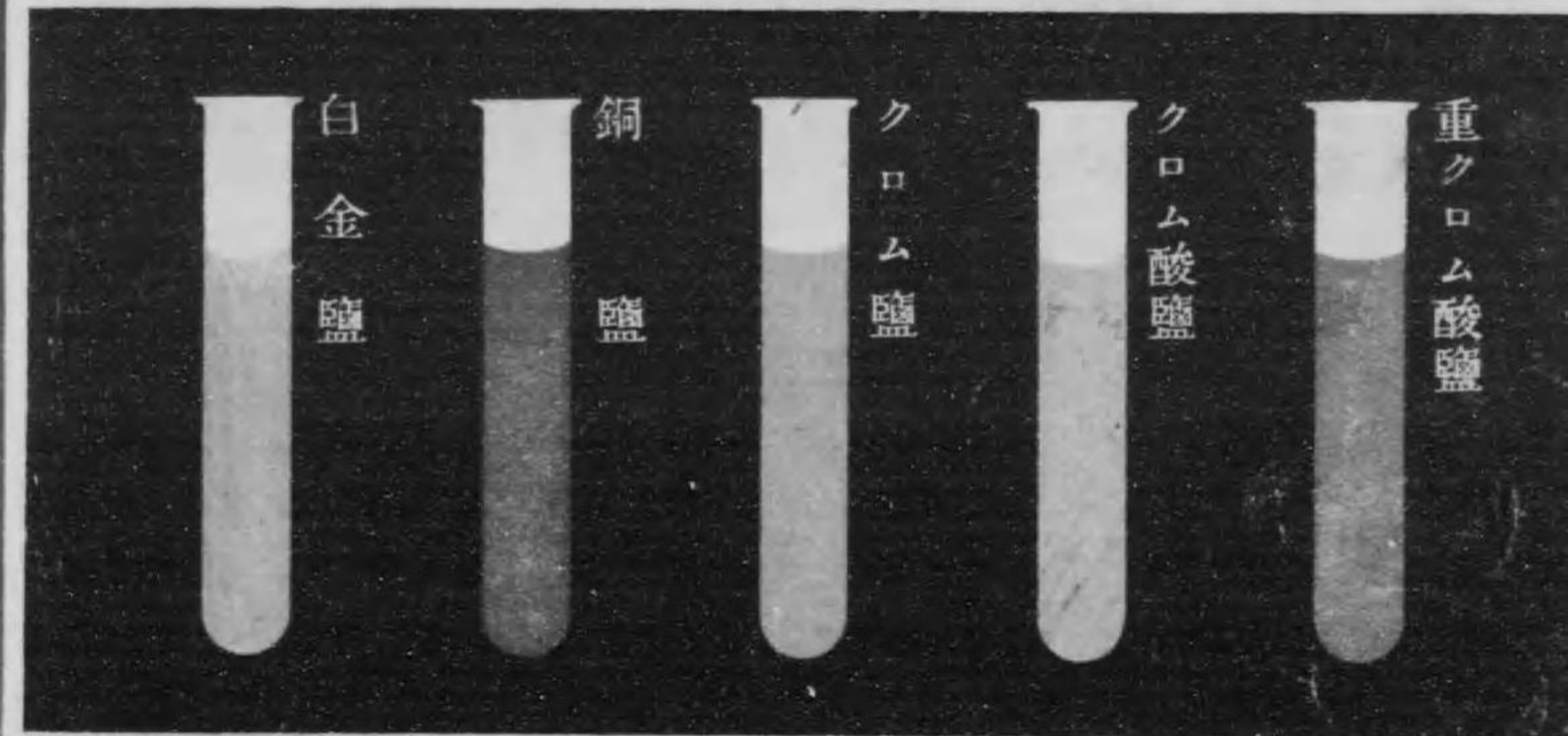
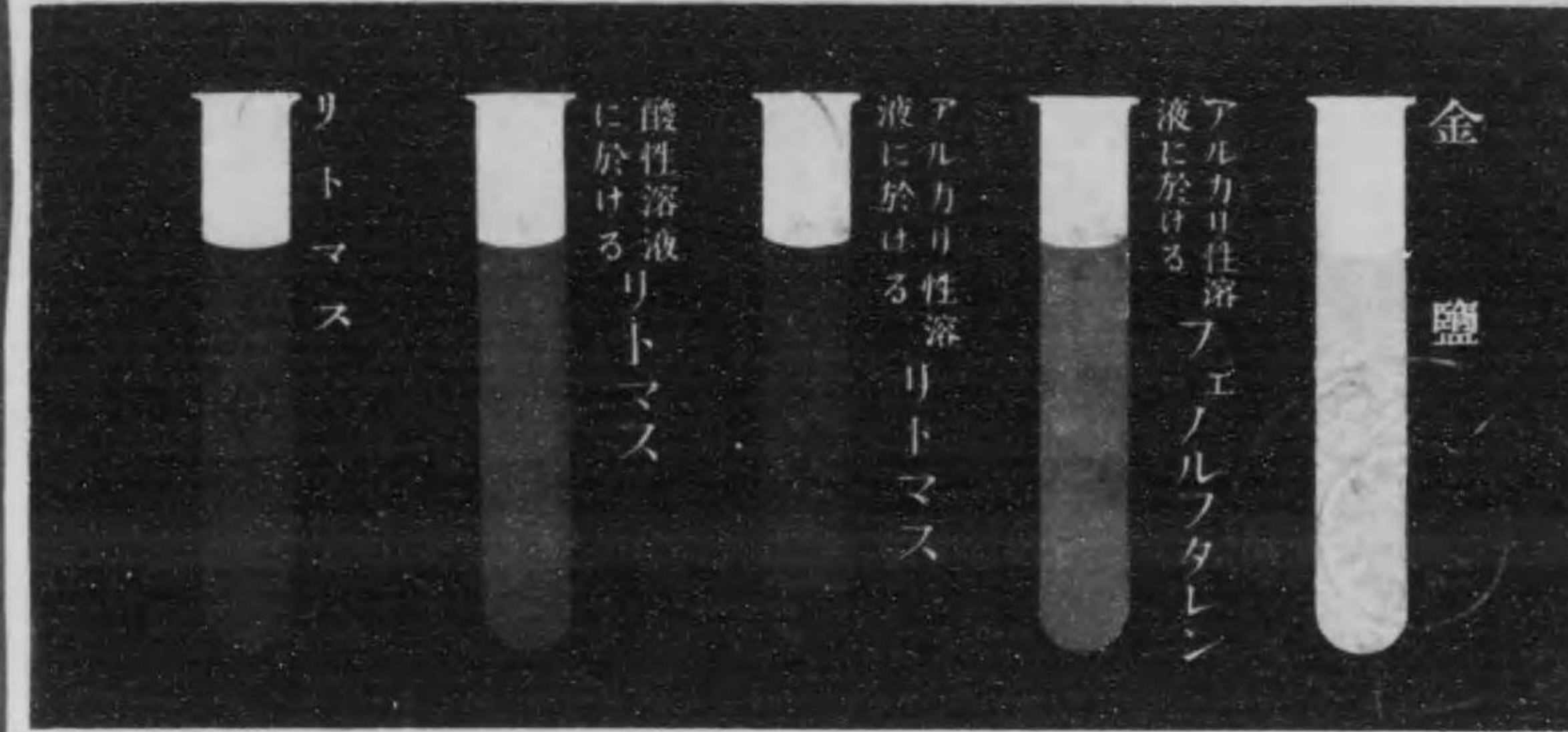
1. 全卷を通じ前版に更に嚴正なる校訂を施したること。
2. 計算用原子量は本年の萬國原子量に改めたること。
3. 問題の挿し換へを行ひ本年度の官立諸學校の入學試験問題を加へたること。

大正五年十月

著 者

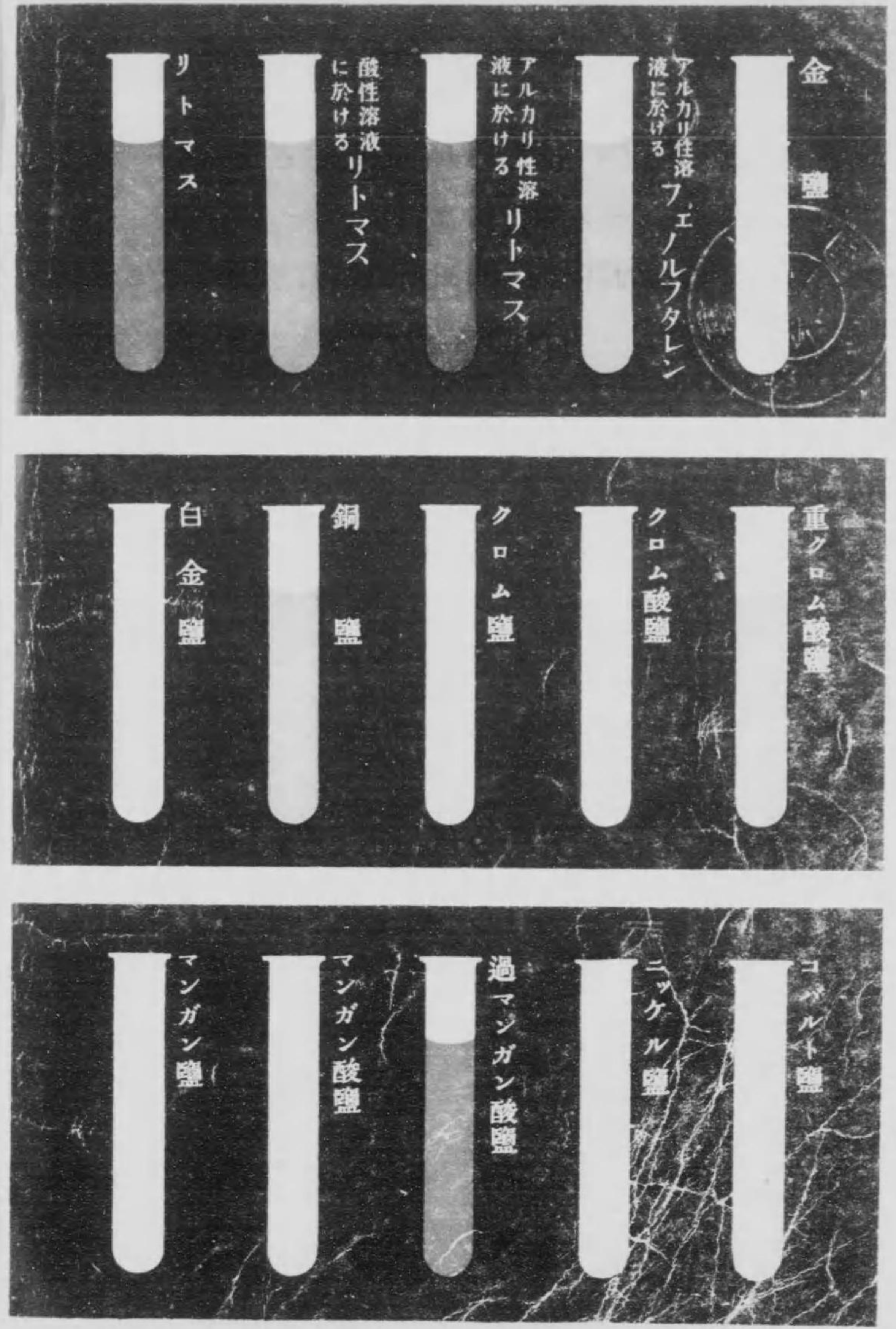


溶液の色





溶 液 の 色





# 目次

## 第一篇

### 化學緒論

#### 總說

1. 物質.....I	5. 化學.....4
2. 物質の性質.....2	6. 摘要.....5
3. 物質の形態.....3	7. 問題.....5
4. 物質の變化.....3	

## 第二篇

### 簡單なる氣體

#### 第一章 酸素 窒素

##### 第一節 酸素

1. 酸素の製法.....6	6. 酸素の用途.....11
2. 酸素の物理的性質.....7	7. 酸素の所在.....11
3. 酸素の化學的性質.....7	8. 摘要.....12
4. 化合 分解.....9	9. 問題.....12
5. 二様の酸化.....10	

##### 第二節 窒素



5. 窒素の所在 .....16	9. 空気の化学的性質 .....18
6. 空気の組成 .....16	10. 摘要 .....19
7. 空気の物理的性質 .....17	11. 問題 .....19
8. 気体の液化 .....17	

## 第二章 水素 水

### 第一節 水素

1. 水素の製法 .....22	5. 化学変化と温度 .....26
2. 水素の物理的性質 .....22	6. 摘要 .....26
3. 水素の化学的性質 .....24	7. 問題 .....27
4. 水素の性質, 用途 .....26	

### 第二節 水

1. 水の所在 .....28	4. 水の化学的性質 .....32
2. 水の精製 .....28	5. 摘要 .....34
3. 水の物理的性質 .....30	6. 問題 .....35

## 第三章 無水炭酸 酸化炭素

### 第一節 無水炭酸

1. 無水炭酸の製法 .....37	5. 無水炭酸の組成 .....41
2. 無水炭酸の物理的性質 37	6. 無水炭酸の生成所在 ...42
3. 無水炭酸の化学的性質 38	7. 摘要 .....42
4. 無水炭酸の成分 ..... 40	8. 問題 .....42

### 第二節 酸化炭素

1. 酸化炭素の製法 .....44	4. 酸化炭素の組成 .....47
2. 酸化炭素の物理的性質 44	5. 摘要 .....48
3. 酸化炭素の化学的性質 44	6. 問題 .....48



## 第四章 鹽素 鹽化水素

## 第一節 鹽素

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| 1. 鹽素の製法 .....51    | 5. 鹽素の所在 .....53 |
| 2. 鹽素の物理的性質 .....51 | 6. 摘要 .....54    |
| 3. 鹽素の化學的性質 .....52 | 7. 問題 .....54    |
| 4. 鹽素の用途 .....53    |                  |

## 第二節 鹽化水素

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. 鹽化水素の製法 .....55 | 6. 鹽化水素の用途 .....59 |
| 2. 鹽化水素の性質 .....55 | 7. 鹽化水素の所在 .....59 |
| 3. 鹽化水素の溶解 .....56 | 8. 摘要 .....59      |
| 4. 鹽化水素の組成 .....57 | 9. 問題 .....59      |
| 5. 鹽酸 .....58      |                    |

## 第五章 アムモニア 鹽化アムモニウム

## 第一節 アムモニア

- |                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| 1. アムモニアの製法 .....61    | 5. アムモニア水 .....64   |
| 2. アムモニアの物理的性質 .....61 | 6. 中和 .....65       |
| 3. アムモニアの化學的性質 .....62 | 7. アムモニアの用途 .....65 |
| 4. アムモニアの組成 .....63    | 8. 摘要 .....65       |
|                        | 9. 問題 .....66       |

## 第二節 鹽化ア

- |                        |  |
|------------------------|--|
| 1. 鹽化アムモニウムの製法 .....66 |  |
|------------------------|--|



4	目次	5
3. 可逆反應 .....68	5. 摘要 .....70	
4. 鹽化アムモニウムの組成 .....69	6. 問題 .....70	

### 第六章 元素

1. 元素 .....71	4. 摘要 .....73
2. 元素の分類 .....72	5. 問題 .....73
3. 化合物, 混合物 .....72	6. 簡單なる氣體一覽表 ...74

## 第二章 化學量

### 第一章 化學量の定律

#### 第一節 化學變化に関する諸定律

1. 定比例の定律 .....76	5. 體積化合の定律 .....78
2. 質量不變の定律 .....76	6. 倍数比例の定律 .....79
3. 質量不變の定律の表し方 .....77	7. 摘要 .....80
4. 定比例の定律の表し方 77	8. 問題 .....80

#### 第二節 氣體の物理的定律

1. 擴散の定律 .....82	4. 摘要 .....86
2. 溶解の定律 .....83	5. 問題 .....87
3. 氣體の定 .....83	

## 第二章 化學式

### 第一節 原子量 分子量 原子價

1. 分子量 .....91	5. 原子量 .....94
2. 氣狀をなさざる物質の分子量 .....92	6. 原子價 .....95
3. モル .....93	7. 當量 .....97
4. 分子量の用 .....93	8. 摘要 .....97
	9. 問題 .....97

### 第二節 化學記號

1. 元素記號 .....101	4. 化學式 .....111
2. 分子式 .....105	5. 摘要 .....111
3. 實驗式 .....108	6. 問題 .....111

### 第三節 化學方程式

1. 化學方程式 .....115	5. 方程式の例 .....120
2. 方程式を作ること .....117	6. 方程式の應用 .....121
3. 方程式に於ける係數 .....118	7. 摘要 .....123
4. 方程式の吟味 .....120	8. 問題 .....123

### 第四節 分子 原子

1. 假説 .....128	4. 構造式 .....133
2. 原子量, 分子量の意義 129	5. 摘要 .....134
3. 四定律の説明 .....131	6. 問題 .....134



## 第 二 篇

## 非 金 屬

## 第 一

## 非金屬及び其化合物

## 第 一 章 一 價 元 素

## 第 一 節 水 素

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. 水素.....137    | 3. 水素の反応.....138 |
| 2. 水素の製法.....137 | 4. 問題.....139    |

## 第 二 節 鹽 素

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 1. 鹽素の製法.....140  | 4. 鹽化水素.....142 |
| 2. 鹽素の性質.....141  | 5. 鹽素酸.....142  |
| 3. 鹽化物の鑑識.....141 | 6. 問題.....142   |

## 第 三 節 臭 素

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 1. 臭素の物理的性質.....145 | 6. 臭化水素の性質.....148 |
| 2. 臭素の化学的性質.....146 | 7. 臭化物.....148     |
| 3. 臭素の用途.....146    | 8. 摘要.....148      |
| 4. 臭素の製法.....146    | 9. 問題.....149      |
| 5. 臭化水素の製法.....147  |                    |

## 第 四 節 沃 素

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| 1. 沃素の物理的性質.....149 | 3. 沃素の用途.....151 |
| 2. 沃素の化学的性質.....150 | 4. 沃素の製法.....151 |

- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| 5. 沃化水素の製法.....152 | 8. 摘要.....153 |
| 6. 沃化水素の性質.....153 | 9. 問題.....154 |
| 7. 沃化物.....153     |               |

## 第 五 節 弗 素

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. 弗素の性質.....154   | 5. 弗化水素の用途.....156 |
| 2. 弗素の製法.....155   | 6. 摘要.....157      |
| 3. 弗化水素の製法.....155 | 7. 問題.....157      |
| 4. 弗化水素の性質.....156 |                    |

## 第 六 節 ハロゲンの比較

- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| 1. ハロゲン.....157    | 3. 摘要.....160 |
| 2. ハロゲンの比較.....158 | 4. 問題.....160 |

## 第 七 節 シヤン 基 示性式

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 1. シヤン.....161    | 4. 示性式.....163 |
| 2. シヤン化水素.....162 | 5. 摘要.....164  |
| 3. 基.....162      | 6. 問題.....165  |

## 第 二 章 二 價 元 素

## 第 一 節 酸 素

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1. 酸素.....166  | 4. 過酸化水素.....169 |
| 2. オゾン.....166 | 5. 摘要.....170    |
| 3. 同素體.....168 | 9. 問題.....       |

## 第 二 節 硫 黄

- |                     |            |
|---------------------|------------|
| 1. 硫黄の物理的性質.....172 | 3. 硫黄..... |
| 2. 硫黄の化学的性質.....175 | 4. ....    |



- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 5. 硫黄の精製 .....177 | 7. 問題 .....178 |
| 6. 摘要 .....178    |                |

### 第三節 硫化水素 無水亜硫酸

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. 硫化水素の製法 .....179  | 5. 無水亜硫酸の性質 .....184 |
| 2. 硫化水素の性質 .....180  | 6. 無水亜硫酸の用途 .....185 |
| 3. 硫化水素の用途 .....181  | 7. 摘要 .....186       |
| 4. 無水亜硫酸の製法 .....182 | 8. 問題 .....186       |

### 第四節 硫酸

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. 無水硫酸 .....188  | 5. チオ硫酸 .....195 |
| 2. 硫酸の製法 .....191 | 6. 摘要 .....195   |
| 3. 硫酸の性質 .....195 | 7. 問題 .....196   |
| 4. 硫酸の用途 .....195 |                  |

## 第三章 三價元素

### 第一節 窒素 アムモニア 窒素の酸化物

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1. 窒素 .....200    | 5. 亜酸化窒素 .....203 |
| 2. アムモニア .....201 | 6. 摘要 .....204    |
| 3. 酸化窒素 .....201  | 7. 問題 .....205    |
| 4. 過酸化窒素 .....201 |                   |

### 第二節 硝酸

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 1. 硝酸の製法 .....206 | 4. 摘要 .....210 |
| 2. 硝酸の性質 .....207 | 5. 問題 .....210 |
| 3. 硝酸の用途 .....210 |                |

### 第三節 燐

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1. 黄燐の性質 .....212 | 4. 燐の所在製法 .....214 |
| 2. 赤燐の性質 .....213 | 5. 摘要 .....215     |
| 3. 燐の用途 .....214  | 6. 問題 .....215     |

### 第四節 燐の化合物

- |                      |                |
|----------------------|----------------|
| 1. 燐化水素 .....217     | 4. 燐酸 .....268 |
| 2. 燐のハロゲン化物 .....217 | 5. 摘要 .....219 |
| 3. 無水燐酸 .....218     | 6. 問題 .....210 |

### 第五節 砒素

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| 1. 砒素 .....221    | 4. 爾餘の砒素化合物 .....225 |
| 2. 砒化水素 .....222  | 5. 摘要 .....225       |
| 3. 無水亜砒酸 .....223 | 6. 問題 .....225       |

### 第六節 アンチモン

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| 1. アンチモン .....226    | 5. 摘要 .....229    |
| 2. アンチモン化水素 .....227 | 6. 窒素族元素 .....229 |
| 3. 酸化アンチモン .....228  | 7. 問題 .....231    |
| 4. 硫化アンチモン .....228  |                   |

### 第七節 硼素

- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1. 硼素 .....232 | 4. 摘要 .....234 |
| 2. 硼酸 .....232 | 5. 問題 .....234 |
| 3. 硼砂 .....234 |                |



## 第四章 四價元素

## 第一節 炭素

- |                      |                |
|----------------------|----------------|
| 1. 炭素の物理的性質 .....237 | 3. 摘要 .....243 |
| 2. 炭素の化學的性質 .....241 | 4. 問題 .....243 |

## 第二節 炭素化合物

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. メタン .....244   | 6. 硫化炭素 .....249 |
| 2. エチレン .....246  | 7. シヤン .....250  |
| 3. アセチレン .....247 | 8. 摘要 .....250   |
| 4. 酸化炭素 .....248  | 9. 問題 .....251   |
| 5. 無水炭酸 .....248  |                  |

## 第三節 石炭瓦斯 焰

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1. 石炭瓦斯の性質 .....253  | 5. 焰の構造 .....258 |
| 2. 石炭瓦斯の製法 .....255  | 6. 焰の光 .....259  |
| 3. 瓦斯製造の副産物 .....256 | 7. 摘要 .....260   |
| 4. 焰の生成 .....257     | 8. 問題 .....260   |

## 第四節 珪素

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. 珪素 .....262   | 5. 炭化珪素 .....264 |
| 2. 無水珪酸 .....262 | 6. 摘要 .....266   |
| 3. 水珪子 .....236  | 7. 問題 .....255   |
| 4. 珪酸 .....246   |                  |

## 第 二

## 溶 液

## 第一章 酸 鹽基 鹽

## 第一節 酸 鹽基 鹽

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. 酸の性質 .....226  | 7. 鹽の性質 .....271 |
| 2. 酸の種類 .....267  | 8. 鹽の種類 .....272 |
| 3. 酸の製法 .....268  | 9. 鹽の製法 .....272 |
| 4. 鹽基の性質 .....269 | 10. 摘要 .....274  |
| 5. 鹽基の種類 .....270 | 11. 問題 .....276  |
| 6. 鹽基の製法 .....270 |                  |

## 第二節 酸定量 アルカリ定量

- |                     |                |
|---------------------|----------------|
| 1. 當量 .....278      | 4. 摘要 .....282 |
| 2. 規定液 .....279     | 5. 問題 .....283 |
| 3. 酸アルカリ定量 .....281 |                |

## 第二章 溶液の性質

## 第一節 溶液の濃度

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| 1. 溶液 .....289    | 4. 溶解度 .....291 |
| 2. 濃度の單位 .....289 | 5. 摘要 .....294  |
| 3. 飽和溶液 .....290  | 6. 問題 .....294  |

## 第二節 溶液の氷點沸點

- |                        |                |
|------------------------|----------------|
| 1. 氷點降下, 沸點昇上 .....296 | 3. 摘要 .....300 |
| 2. 分子量の測定 .....298     | 4. 問題 .....300 |



### 第三節 溶質の電離

- |                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| 1. 酸, アルカリ, 鹽の通性 301 | 4. 摘要 ..... 306 |
| 2. 電離 ..... 302      | 5. 問題 ..... 307 |
| 3. イオン ..... 304     |                 |

### 第四節 溶液内の反応

- |                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| 1. イオン平衡 ..... 307     | 4. 鹽の加水分解 ..... 313 |
| 2. イオン反応 ..... 310     | 5. 摘要 ..... 314     |
| 3. 酸, アルカリ, 中和 ... 311 | 6. 問題 ..... 315     |

### 第五節 溶質の電解

- |                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| 1. 電解 ..... 316    | 4. 電池 ..... 321 |
| 2. 電解の例 ..... 317  | 5. 摘要 ..... 322 |
| 3. 電解の定律 ..... 320 | 6. 問題 ..... 322 |

## 第三章 非金属の摘要

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| 1. 非金属元素表 ..... 324 | 3. 非金属に関する方程式 326 |
| 2. 非金属相互の化合物表 325   |                   |

## 第三篇

## 金屬

### 總説

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| 1. 金屬元素の物理的通性 331     | 4. 金屬元素の分類 ..... 334 |
| 2. 金屬元素の化學的通性 332     | 5. 摘要 ..... 334      |
| 3. 金屬元素の製煉法 ..... 333 | 6. 問題 ..... 334      |

### 第一

## 金屬の一

### 第一章 金 族

#### 第一節 金

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1. 金の性質 ..... 335    | 5. 複鹽, 錯鹽 ..... 339 |
| 2. 金イオン ..... 336    | 6. 金の製煉 ..... 340   |
| 3. 金鹽化水素酸 ..... 337  | 7. 摘要 ..... 341     |
| 4. 金シヤン化カリウム ... 338 | 8. 問題 ..... 342     |

#### 第二節 白金

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| 1. 白金の性質 ..... 342   | 4. 白金の製煉 ..... 345 |
| 2. 白金鹽化水素酸 ..... 344 | 5. 摘要 ..... 346    |
| 3. シヤン化白金バリウム 345    | 6. 問題 ..... 346    |

### 第二章 銅 族



## 第 一 節 銀

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. 銀の性質 .....347    | 6. 銀シヤン化カリウム ...351 |
| 2. 銀イオン .....348    | 7. 銀の冶金 .....352    |
| 3. 硝酸銀 .....349     | 8. 摘 要 .....353     |
| 4. 鹽化銀 .....349     | 9. 問 題 .....353     |
| 5. 臭化銀, 寫眞 .....350 |                     |

## 第 二 節 水 銀

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. 水 銀 .....356    | 6. 鹽化第二水銀 .....359 |
| 2. 水銀イオン .....357  | 7. 水銀の冶金 .....360  |
| 3. 酸化第二水銀 .....358 | 9. 摘 要 .....360    |
| 4. 硫化第二水銀 .....358 | 8. 問 題 .....361    |
| 5. 鹽化第一水銀 .....359 |                    |

## 第 三 節 銅

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| 1. 銅の物理的性質 .....363 | 6. 硫酸銅 .....367  |
| 2. 銅の化學的性質 .....364 | 7. 電 鑄 .....368  |
| 3. 銅イオン .....366    | 8. 銅の冶金 .....369 |
| 4. 銅の酸化物 .....366   | 9. 摘 要 .....370  |
| 5. 銅の硫化物 .....367   | 10. 問 題 .....371 |

## 第 二

## 金 屬 の 二

## 第 一 章 鐵 族

## 第 一 節 鐵

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. 鐵の物理的性質 .....375 | 2. 鐵の化學的性質 .....376 |
|---------------------|---------------------|

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 3. 鐵の用途 .....377  | 8. 鐵の硫酸鹽 .....381 |
| 4. 鐵イオン .....378  | 9. 鐵の錯鹽 .....382  |
| 5. 鐵の酸化物 .....378 | 10. 鐵の冶金 .....384 |
| 6. 鐵の硫化物 .....379 | 11. 摘 要 .....387  |
| 7. 鐵の鹽化物 .....380 | 12. 問 題 .....388  |

## 第 二 節 クロム

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1. クロム .....391      | 6. 重クロム酸カリウム ...394 |
| 2. クロム=イオン .....392  | 7. クロム明礬 .....395   |
| 3. クロムの酸化物 .....392  | 8. 摘 要 .....395     |
| 4. クロム酸カリウム .....393 | 9. 問 題 .....396     |
| 5. 寫眞銅版 .....394     |                     |

## 第 三 節 マンガン

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| 1. マンガン .....397     | 5. 過マンガン酸カリウム 396 |
| 2. マンガン=イオン .....397 | 6. 摘 要 .....400   |
| 3. 二酸化マンガン .....397  | 7. 問 題 .....400   |
| 4. マンガン酸カリウム ...398  |                   |

## 第 四 節 ニッケル コバルト

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1. ニッケル .....401     | 7. 鹽化コバルト .....404  |
| 2. ニッケル=イオン .....402 | 8. 他のコバルト鹽 .....404 |
| 3. 硫酸ニッケル .....402   | 9. コバルトの冶金 .....404 |
| 4. ニッケルの冶金 .....403  | 10. 摘 要 .....405    |
| 5. コバルト .....403     | 11. 問 題 .....405    |
| 6. コバルト=イオン .....403 |                     |



## 第二章 錫 族

## 第一節 錫

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. 錫 .....406     | 4. 錫の冶金 .....409 |
| 2. 錫イオン .....407  | 5. 摘要 .....409   |
| 3. 錫の鹽化物 .....408 | 6. 問題 .....409   |

## 第二節 鉛

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1. 鉛 .....410     | 6. 醋酸鉛 .....414    |
| 2. 鉛イオン .....411  | 7. 鹽基性炭酸鉛 .....414 |
| 3. 鉛の酸化物 .....412 | 8. 鉛の冶金 .....416   |
| 4. 蓄電池 .....413   | 9. 摘要 .....417     |
| 5. 硝酸鉛 .....414   | 10. 問題 .....417    |

## 第三節 蒼鉛

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 1. 蒼鉛 .....419    | 4. 摘要 .....420 |
| 2. 蒼鉛イオン .....420 | 5. 問題 .....420 |
| 3. 次硝酸蒼鉛 .....420 |                |

## 第三章 亞鉛族 土族

## 第一節 亞鉛

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1. 亞鉛 .....421    | 6. 亞鉛の冶金 .....425 |
| 2. 亞鉛イオン .....423 | 7. カドミウム .....425 |
| 3. 酸化亞鉛 .....423  | 8. 摘要 .....426    |
| 4. 鹽化亞鉛 .....423  | 9. 問題 .....426    |
| 5. 硫酸亞鉛 .....424  |                   |

## 第二節 マグネシウム

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. マグネシウム .....428   | 5. 硫酸マグネシウム .....431 |
| 2. マグネシウム=イオン 430    | 6. マグネシウムの冶金 ...432  |
| 3. 酸化マグネシウム ...431   | 7. 摘要 .....433       |
| 4. 鹽化マグネシウム .....431 | 8. 問題 .....433       |

## 第三節 アルミニウム

- |                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| 1. アルミニウム .....434            | 7. 一般の明礬 .....439    |
| 2. アルミニウム=イオン 436             | 8. 醋酸アルミニウム .....440 |
| 3. 水酸化アルミニウム ...436           | 9. 珪酸アルミニウム .....441 |
| 4. 酸化アルミニウム .....437          | 10. 陶磁器 .....442     |
| 5. 硫酸アルミニウム .....438          | 11. アルミニウムの冶金 ...443 |
| 6. 硫酸アルミニウム=カ<br>リウム .....438 | 12. 摘要 .....443      |
|                               | 13. 問題 .....444      |

## 第三

## 金屬の三

## 第一章 アルカリ土族

## 第一節 カルシウム

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. カルシウム .....448    | 7. 漂白粉 .....453      |
| 2. カルシウム=イオン ...449  | 8. 硝酸カルシウム .....454  |
| 3. 酸化カルシウム .....450  | 9. 炭酸カルシウム .....455  |
| 4. 水酸化カルシウム .....452 | 10. 硫酸カルシウム .....456 |
| 5. 炭化カルシウム .....452  | 11. 硬水 .....457      |
| 6. 鹽化カルシウム .....452  | 12. 磷酸カルシウム .....458 |



- |                |                |
|----------------|----------------|
| 13. 硝子.....458 | 15. 問題.....461 |
| 14. 摘要.....460 |                |

第二節 ストロンチウム バリウム (ラヂウム)

- |                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| 1. ストロンチウム.....465         | 酸化物.....468         |
| 2. 炭酸ストロンチウム...466         | 6. バリウム鹽.....469    |
| 3. 爾餘のストロンチウム<br>鹽.....467 | 7. アリカリ土族.....471   |
| 4. バリウム.....467            | 8. 摘要.....472       |
| 5. バリウムの酸化物, 水             | 9. ラヂウム ニトン.....473 |
|                            | 10. 問題.....474      |

第二章 アルカリ族

第一節 ナトリウム

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. ナトリウム.....476    | 8. 亜硫酸ナトリウム.....485 |
| 2. ナトリウム=イオン...478  | 9. チオ硫酸ナトリウム...486  |
| 3. 水酸化ナトリウム.....478 | 10. 硝酸ナトリウム.....487 |
| 4. 鹽化ナトリウム.....480  | 11. 燐酸ナトリウム.....487 |
| 5. 炭酸ナトリウム.....481  | 12. 摘要.....488      |
| 6. 酸性炭酸ナトリウム...484  | 13. 問題.....490      |
| 7. 硫酸ナトリウム.....485  |                     |

第二節 カリウム

- |                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| 1. カリウム.....493               | 7. シヤン化カリウム.....498 |
| 2. カリウム=イオン.....494           | 8. 炭酸カリウム.....500   |
| 3. 水酸化カリウム.....495            | 9. 硫酸カリウム.....501   |
| 4. 鹽化カリウム.....496             | 10. 硝酸カリウム.....502  |
| 5. 臭化カリウム, 沃化カ<br>リウム.....496 | 11. 摘要.....500      |
| 6. 鹽素酸カリウム.....497            | 12. 問題.....506      |

第三節 アムモニウム

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| 1. アムモニウム基.....509  | 5. 爾餘のアムモニウム鹽 511 |
| 2. アムモニウム=イオン 509   | 6. 尿 素.....513    |
| 3. 水酸化アムモニウム...510  | 7. 摘 要.....514    |
| 4. 鹽化アムモニウム.....510 | 8. 問 題.....515    |

第 四

元 素 結 論

第一章 金属の摘要

- |                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| 1. 金属及び其化合物一覽<br>表.....518 | 4. 金属の物理的性質.....522 |
| 2. 金属の産出.....521           | 5. 金属の化学的性質.....525 |
| 3. 金属の冶金.....521           | 6. 金属化合物の特性.....527 |
|                            | 7. 問 題.....532      |

第二章 元素結論

- |                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| 1. 元素の週期律.....536 | 5. 問 題.....542             |
| 2. 週期表.....538    | 6. 金属に関する化学方程<br>式.....543 |
| 3. 週期表の應用.....540 |                            |
| 4. 摘 要.....542    |                            |



## 第 四 篇

## 有 機 化 合 物

## 緒 説

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. 有機化合物 .....549    | 3. 有機化合物の分類 .....550 |
| 2. 有機化合物の成分 .....550 | 4. 摘 要 .....551      |

## 第 一

## 脂 肪 族 化 合 物

## 第 一 章 炭 化 水 素 及 び 其 酸 化 物

## 第 一 節 炭 化 水 素

- |                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. 飽和炭化水素 .....552            | 5. 飽和炭化水素のハロゲン置換體 .....555 |
| 2. 飽和炭化水素の性質 ...552           | 6. 不飽和炭化水素 .....556        |
| 3. 飽和炭化水素の構造式 554             | 7. 摘 要 .....557            |
| 4. 飽和炭化水素の所在, 精製, 用途 .....554 | 8. 問 題 .....558            |

## 第 二 節 アル コ ー ル

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. アルコール .....559   | 6. グリセリン .....568   |
| 2. メチル=アルコール ...560 | 7. 硝酸グリセリン .....569 |
| 3. エチル=アルコール ...561 | 8. 摘 要 .....570     |
| 4. フェーゼル油 .....564  | 9. 問 題 .....571     |
| 5. 有機化合物分析の例 ...565 |                     |

## 第 三 節 エ ー テ ル

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| 1. エーテル .....574     | 4. 混成エーテル .....576 |
| 2. メチル=エーテル .....575 | 5. 摘 要 .....576    |
| 3. エチル=エーテル .....575 | 6. 問 題 .....577    |

## 第 四 節 アル デ ヒ ド ケ ト ン

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| 1. アルデヒド .....578   | 5. アセトン .....581 |
| 2. フォルム=アルデヒド 578   | 6. 摘 要 .....581  |
| 3. アセト=アルデヒド ...580 | 7. 問 題 .....582  |
| 4. ケトン類 .....580    |                  |

## 第 二 章 有 機 酸 エ ス テ ル

## 第 一 節 脂 肪 酸

- |                    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| 1. 脂肪酸 .....583    | 6. バルミチン酸 ステアリン酸 .....588 |
| 2. 蟻 酸 .....583    | 7. オレイン酸 リノル酸 588         |
| 3. 醋 酸 .....584    | 8. 摘 要 .....589           |
| 4. 醋酸鹽 .....586    | 9. 問 題 .....589           |
| 5. 乳酸, 酪酸 .....587 |                           |

## 第 二 節 多 鹽 基 酸

- |                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| 1. 多鹽基酸 .....591     | 5. 枸橼酸 .....594 |
| 2. 蔞 酸 .....591      | 6. 摘 要 .....595 |
| 3. 琥珀酸, 林檎酸 .....592 | 7. 問 題 .....595 |
| 4. 酒石酸 .....593      |                 |

## 第 三 節 エ ス テ ル

- |                  |                      |
|------------------|----------------------|
| 1. エステル .....596 | 2. 無機酸のエステル .....597 |
|------------------|----------------------|



3. 醋酸エチル .....	597	7. 石鹼 .....	600
4. 蠟 .....	598	8. 摘要 .....	602
5. 脂肪 .....	599	9. 問題 .....	602
6. 油 .....	599		

### 第三章 炭水化物

#### 第一節 砂糖類

1. 炭水化物 .....	604	5. 麥芽糖 .....	607
2. 葡萄糖 .....	604	6. 乳糖 .....	607
3. 果糖 .....	605	7. 摘要 .....	608
4. 蔗糖 .....	605	8. 問題 .....	608

#### 第二節 澱粉類

1. 澱粉 .....	609	4. 硝酸セルロース .....	612
2. 糊精 .....	611	5. 摘要 .....	614
3. 纖維素 .....	611	6. 問題 .....	615

## 第二

### 芳香族化合物

#### 第一章 ベンゼン及び其誘導體

##### 第一節 炭化水素

1. 石炭タールの分溜 .....	616	4. アントラセン .....	619
2. ベンゼン .....	616	5. 摘要 .....	619
3. ナフタレン .....	618	6. 問題 .....	619

#### 第二節 ベンゼン誘導體

1. ニトロ=ベンゼン .....	621	7. サッカリン .....	625
2. アニリン .....	622	8. サリチル酸 .....	625
3. 石炭酸 .....	623	9. 没食子酸 .....	627
4. ピクリン酸 .....	624	10. タンニン .....	628
5. ベンツ=アルデヒド .....	624	11. 摘要 .....	628
6. 安息酸 .....	625	12. 問題 .....	629

#### 第三節 青藍 アリザリン

1. 青藍 .....	630	3. 摘要 .....	632
2. アリザリン .....	631	4. 問題 .....	632

### 第二章 雑化合物

#### 第一節 テルペン類

1. テルペン類 .....	633	3. 樟腦類 .....	634
2. 弾性ゴム, グッタペル カ .....	634	4. 摘要 .....	635
		5. 問題 .....	636

#### 第二節 アルカロイド

1. アルカロイド .....	637	7. ニコチン .....	639
2. モルフェン .....	637	8. テーニン .....	639
3. コカイン .....	637	9. アンチピリン .....	639
4. アトロピン .....	638	10. 摘要 .....	639
5. キニン .....	638	11. 問題 .....	640
6. ストリキニン .....	638		



第三節 蛋白質

1. 蛋白質 .....	641	5. 營養素 .....	643
2. 動植物性蛋白質 .....	641	6. 生活作用 .....	644
3. 植物性蛋白質 .....	642	7. 摘要 .....	644
4. 腐敗, 防腐 .....	643	8. 問題 .....	645

第四節 有機化合物結論 雜問題

1. 有機化合物一覽表 .....	648	3. 有機化合物に關する方	
2. 雜問題 .....	649	程式 .....	658

1. 索引 .....	1-17
2. 附錄問題 .....	1-30
3. 入學試驗問題索引 .....	18-22

目 次

-【終】-

生  
學  
化



第三節 蛋白質

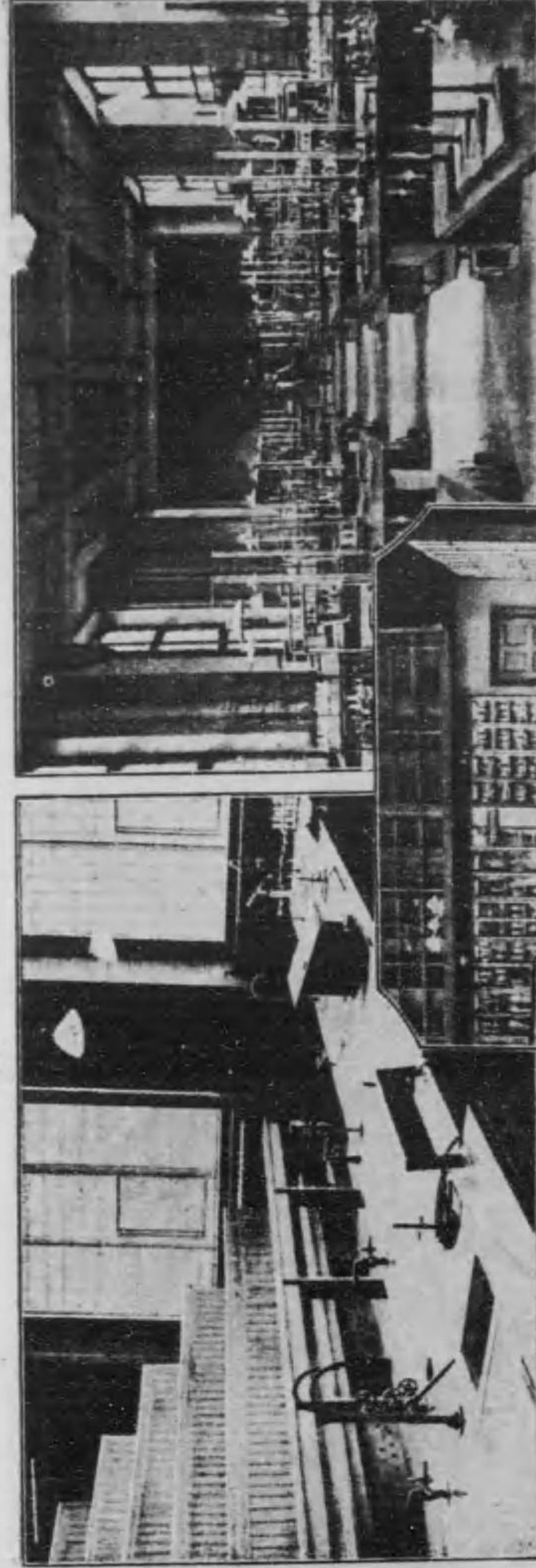
- 1. 蛋白質 .....641
- 2. 動植物性蛋白質 .....641
- 3. 植物性蛋白質 .....642
- 4. 腐敗, 防腐 .....643
- 5. 營養素 .....643
- 6. 生活作用 .....644
- 7. 摘要 .....644
- 8. 問題 .....645

第四節 有機化合物結論 雜問題

- 1. 有機化合物一覽表 .....648
- 2. 雜問題 .....649
- 3. 有機化合物に關する方程式 .....658

- 1. 索引 ..... I-17
- 2. 附錄問題 ..... I-30
- 3. 入學試驗問題索引 ..... 18-22

化學 雜



1. 教室 (英國プリンスル大學)

2. 實驗室 (英國ケンブリッヂ大學)

3. 初步實驗室 (英國リバプール大學)

4. 初步實驗室 (東京府立第一中學校)

5. 標本室 (英國國立化學會)



理論實驗  
化學講義  
第一編

化學緒論

總說

1. **物質** 吾人は物を物體として見る場合と物質として見る場合との二様あり。前者は物を其形狀或は大小の如き形ちの上より見る場合にして、後者は其形ちに關係なく夫れを組み立つる材料即ち質より見る場合を指すなり。例へば小刀と云へば物を物體として見たる場合に屬し、鐵と云へば此物を物質として見たる場合に屬するが如し。されば小刀と鉄とは物體としては異なるも物質としては同一なる鐵にして、金盃と銀盃とは物體としては同一なるも物質としては互に異なる金及び銀なり。

金、銀、銅、鐵等の金屬物質、水、空氣、炭酸瓦斯等の非金屬物質、並びに砂糖、澱粉、蛋白質等の動植物質は何れも化學に於て攻究せらるる材料たり。

2. **物質の性質** 一の物質に就きて觀察すべき事項甚だ多

(1) 化學上に所謂「物」は必ず空間を占め、且つ重さを有す。



し。其主なるものは、

色、臭ひ、味ひ、比重、結晶形、融點、沸點、溶解度、熱傳導度、電導度、

等にして、一物質に就きては一定の状況<sup>(2)</sup>の下に於て常に定まれるものなり。是等呼んで物質の性質と稱す。

物質の性質として數ふべきものは元より上に擧げたる數種に限られたるにあらず、而も其數は化學の進歩に伴ひて増加することあるべしと雖も、物質の攻究には必ずしも是等無數の性質を一詳細に知るを要せざるなり。何となれば吾人が物質の性質を究むるは主に物質を相互に區別せんが爲めなるに、吾人の經驗によれば二つの物質が其性質の或る幾つかに就て精密に一致するときは其他の諸性質に就ても亦悉く一致するものなるが故に<sup>(3)</sup>、此目的には一物質に就ては夫れを他と區別するに足るべき特性のみを知るを以て足れりとすればなり。

3. **物質の形態** 融點及び沸點は物質の性質の一なるが故に、物質は溫度(並びに壓)の高低に隨つて氣體、液體、固體の三形態の一を取る。

固體は一定の形體を有し従つて一定の體積を有するものにして、之を平面上に置くも良く其形ちを維持し其各方向に固有の境界面を保つ。

液體は一定の形ちなきも一定の體積を有するものにして、之を平面上に置かば四方に延長し、又器に移せば其體積に相當す。だ

(2) 溫度及び壓の如きは状況の一なり。(3) 此事實を性質の定律と稱す。

け容器を充たし、其上部にのみ固有の境界面(水平面)を保つ。

氣體は定まりたる形ちなく且定まりたる體積をも有せざるが故に、之を如何なる大さの器に容るるも常に此器内に充滿し何れの方法にも固有の境界面を生ずることなし。

一物質の形態は常に溫度の昇るに従ひ固體より液體を経るか或は之を経ずして直に氣體に變じ、溫度の降るに従つて反對に氣體より液體を経るか或は直に固體に變ずるものにして、物質上に或變化を生ずる場合の外は決して溫度の昇るにつれ氣體が液體となり或は固體となるが如き變化を生ずることなし。<sup>(4)</sup>

4. **物質の變化** 物質に關する變化を二つに大別し、一を物理變化と稱し、一を化學變化と稱す。

1. **化學變化** 物質が其特殊の性質を變ずる變化を化學變化といふ。硫黃を空氣中に於て熱すれば其特殊の色、形態等の諸性質は一變して硫黃と全然異なる惡臭ある無色の氣體となり、マグネシウムに點火するときは其銀白色にして強靱なる金屬性は全く變じて白色の輕き粉末となり、或は鐵が濕りたる空氣中に放置せらるる時鐵と全く異なる赤錆に變ずるが如きは何れも此種の變化に屬するものなり。

2. **物理變化** 物質が其特殊の性質を變ぜざる變化を物理變化といふ。硫黃を毛布にて摩擦して帶電せしむる如き又は之を熱して融解せしむる如き、或は鐵を磁石となすか又は赤熱に至らし

(4) 固體と液體との中間にある形態を粘體といふ、鉛の如きは之に屬す。液體と氣體とは連續的の形態にして中間體なるものなし。



むる如きは、硫黄の硫黄たる性質も鐵の鐵たる性質をも失はざるが故に、是等は物理變化に屬す。

上の二種の變化の中、物理變化は屢々單獨に起ることあれども、化學變化は常に必ず物理變化を伴ふものにして、彼の硫黄が燃焼(化學)するに際し先づ熔融(物理)するが如きは後者の實例なり。

3. 物理的性質・化學的性質 物質の性質は之を其特殊の性質が變化せずして存在するに當つて觀察し得べき性質と、化學變化に際し其特殊の性質が變化して他物質となるときに表はるる性質との二つに分ち、前者を物理的性質と云ひ、後者を化學的性質と云ふ。第2頁に物質の性質として列擧せるは何れも物理的性質に屬し、マグネシウムが燃焼して白色の粉末となり、鐵が變化して赤色の銹となるが如きは其等の化學的性質に屬せり。

5. 化學 化學の本領は

- 1. 一物質並びに數種物質相互間に行はるる化學變化を攻究して其變化を支配する定律を見出すこと、
- 2. 物質の性質、成分、製法を明にし之を人生に應用する途を講ずること、

にあり。されば之れが學習には周密なる觀察思考と、精確なる記憶とを要するものとす。

6. 摘要 物質

(5) 物理變化と化學變化とは劃然たる區別をなし難き場合あり。硫黄が熔融し更に氣化する際に於ける變化の如し。

(6) 定律とは觀察したる事實を概括せるものを云ふ。

(7) 應用化學には工業化學、農業化學、生理化學、醫藥化學、衛生化學、裁判化學等あり。

Body, Substance, Solid, Liquid, Gas. physical property, Chemical property.

物體と物質	物體(Body) = 物を其形ちに就き分類せるときの名。 Body. 物質(Substance) = 物を其實質に就き分類せるときの名。 Substance.
物質の形態	固體(Solid) = 形一定、體積一定。 Solid. 液體(Liquid) = 形不定、體積一定。 Liquid. 氣體(Gas) = 形不定、體積不定。 Gas.
物質の變化	物理變化(Physical change) = 物質が特殊の性質を變ぜざる變化。 化學變化(Chemical change) = 物質が其特殊の性質を變ずる變化。
物質の性質	物理的性質(Physical property) = 物質が其特殊の性質を變ぜずして存するに當つて觀察し得べき性質。 化學的性質(Chemical property) = 物質が化學變化をなす際に表はる性質。 physical property, chemical property.
化學の目的	物質の化學變化を支配する定律(Law)の發見。 Law. 物質の性質、成分、製法、用途の攻究。

7. 問題 1. 物體の數と物質の數とは何れが多きか。

解 一物質より數種の物體を形成するを以て、物體の數は遙かに物質の數より多し。例へば硝子と稱する物質より製せらるるものには硝子壺、硝子瓶、硝子鉢、試験管、洋燈ホム、フラスコ、ビーカー等數多の物體あるが如し。

2. 物理變化と化學變化とを例を擧げて説明すべし。(解第3頁参照)

3. 次の變化を類別し、且二種の變化の伴ひて起る場合を示せ。

- (1) 水の凍ること (2) 結晶が結晶水を失ふこと (3) 炭の燃ゆること (4) 牛乳の腐敗すること (5) 電燈の光ること (6) 瓦斯燈の輝くこと。

解 物理變化は(1)(5)(6)にて、化學變化は(2)(3)(4)なり。而して後者に於ては何れも物理變化を伴へり。

4. 化學變化を起すべき諸種の原因をあげよ。

解 化學變化は諸種のエネルギーの作用により起るものにして熱及び電氣のエネルギーは最も多くの化學變化を促進し、打撃及び光のエネルギーも亦或る化學變化を促進せしむるものなり。

Physical.



第一

簡單なる氣體

第一章 酸素 窒素

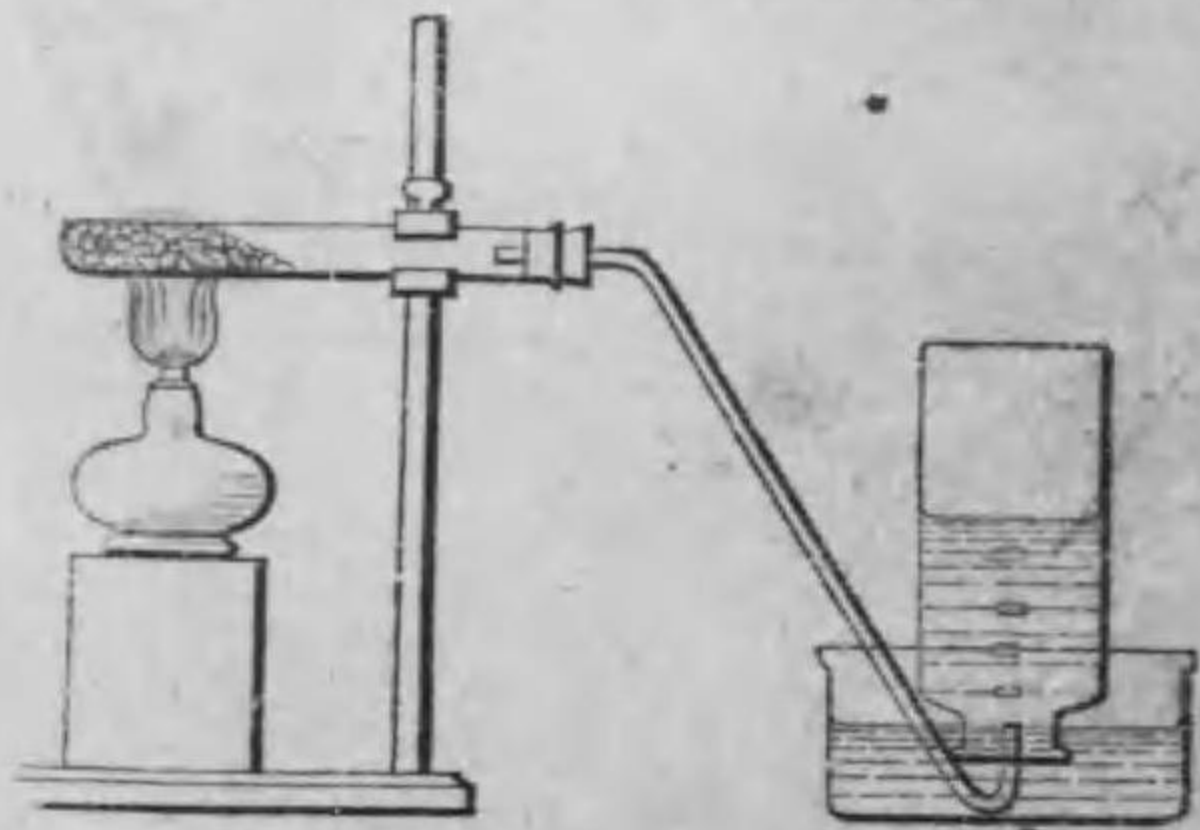
第一節 酸素

1. 酸素の製法 鹽素酸カリウムと稱する白色の固體を強熱するときは化學變化を起して酸素と名づくる氣體と鹽化カリウムと名づくる固體とに變ず。



第1圖—鹽素酸カリウムの結晶。

若し之に二酸化マンガンを稱する黑色粉末狀の物質少量(凡そ前者の四分の一量)を混ずれば前よりも低き溫度に於て容易に酸素を發生すべし。之れ二酸化マンガンを鹽素酸カリウムの化學變化を促がせしめる。發生せる酸素は之を水を充たして水槽上に倒立したる硝子壺の下に導きて壺内に捕集す。



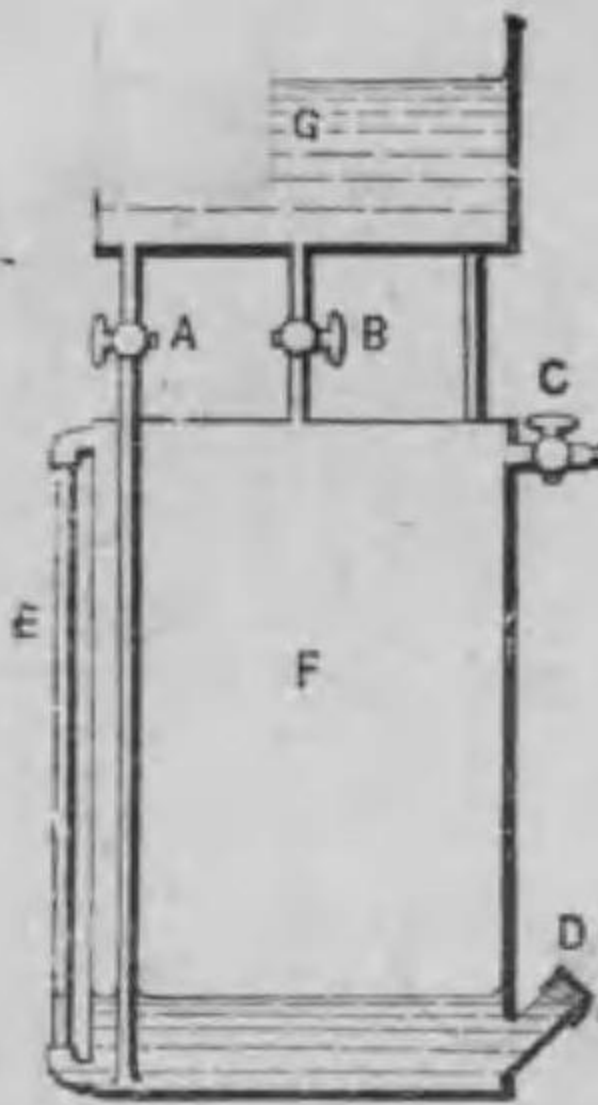
第2圖—鹽素酸カリウムを熱して酸素を製す。

此集め方を上方置換法といひ、或は又水上に捕集すとも云ふ。

(1) 酸素は1774年 Priestley 氏の發見にかかる。酸素なる名稱は此物質が酸味を呈する物質の要素なりと誤認せられしに基因す。

(2) 此變化の化學方程式は  $KClO_3 = 3O_2 + 2KCl$  にて表はさる。

溜 酸素或は他の水に溶け難き氣體は瓦斯溜に貯へ置くを便とす。此裝置は通常銅或は亞鉛製の圓筒にして、三個の活栓 A, B, C と一個の呑口 D とを具ふ。之に氣體を容るるには先づ器を横にし呑口 D の栓を開きて圓筒 F に水を充満せしめ A, B, C, D を閉ぢたる後器を直立し、次に D を開きて此處に氣體發生器に連なれる導管を挿入するときは圓筒内の水は氣體と置き換はるべし。又器内の氣體は活栓 A を開き水槽 G より水を流下せしめ C (或は B) を開きて流出せしむるなり。E は圓筒内の氣體の分量を見るために設けたる硝子管なり。



第3圖—瓦斯溜。

2. 酸素の物理的性質 (性状) 酸素は無色無臭無味の氣體にして1立は1.429 瓦の重さを有し、僅かに水に溶解す。

(液狀酸素) 此氣體を甚だしき低溫度に冷却するときは凝結して淡青色の液體となる。此液狀酸素は水に對し1.1の比重を有し、沸點は零下180°の低溫度にあるが故に之を放置すれば盛んに蒸發して氣體に復す。

3. 酸素の化學的性質 (特性) 酸素は極めてよく諸物質の燃焼を支ふる特性を有し、

- 1. 空氣中にて燃焼する物質は酸素中にて一層熾んに燃焼して強き光を放つのみならず、
- 2. 空氣中にて燃焼を持続するに困難なる物質も亦よく酸素中にて燃焼す。

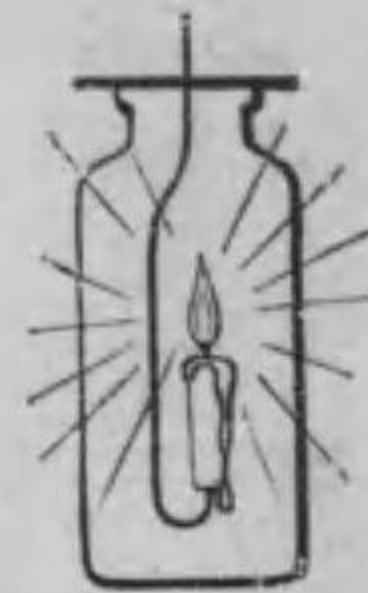
(3) 氣體の體積は溫度 0°, 壓76 釐の狀況に於て潤りたるものにして、以下特に註りなき場合には皆同様なり。 (4) 此數値は記位すべし。

(5) 酸素は液化し難き氣體なるが、1877年 Pictet 氏初めて之を液化するを得たり。



次の諸實驗は此事實を表はせるものなり。

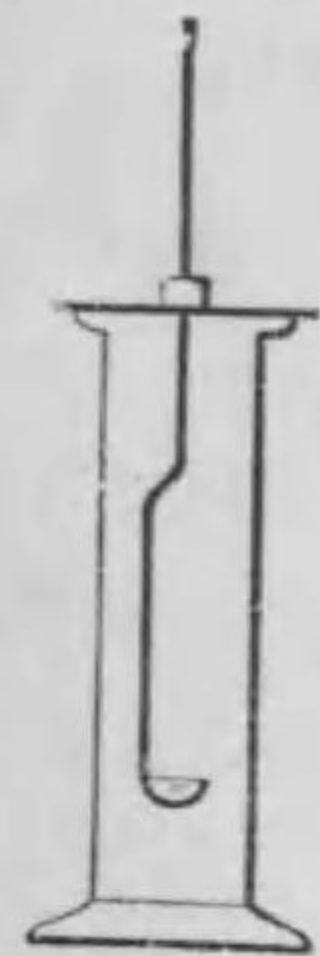
《鐵の燃焼》餘燼の残れるマッチを壺内に捕集せる酸素中に入るに再び點火するを見る。之れ酸素の鑑識<sup>(6)</sup>に用ひらるる重要な方法なり。



第4圖—酸素中にて蠟燭を燃焼す。

《蠟の燃焼》酸素中に下せる燭火は著しく其明るさを増加し、且蠟の速かに熔融するを見るべし。之によつて見れば酸素中に於ける燃焼が空氣中に於けるよりも一般に高きを推知するを得べし。

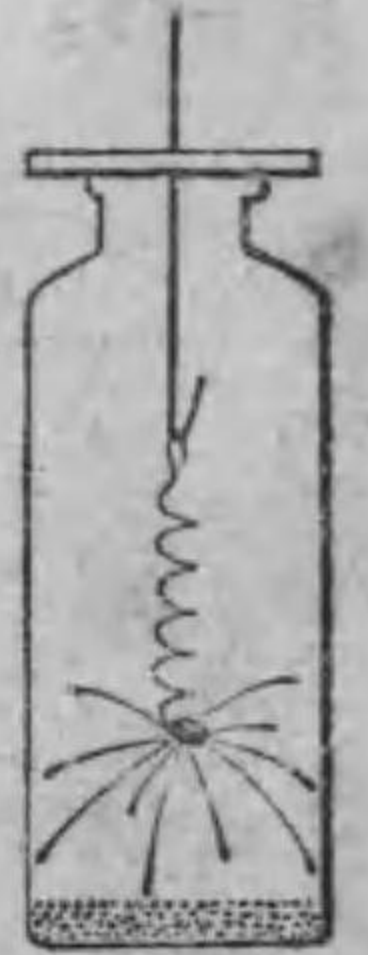
《炭の燃焼》木炭も亦酸素中に於て著しく明るさを増して燃焼す。而して其燃焼生成物は無水炭酸と稱する無色の氣體にして、透明なる石灰水を白濁せしむることによりて之を鑑識するを得るなり。



第5圖—炭、硫黄用の燃焼器。

《硫黄の燃焼》硫黄に點火して酸素中に入れば美麗なる鮮紫色の焰を揚げて燃焼し、無水亞硫酸と稱する窒息性の臭氣ある無色の氣體を生ず。此物質はリトマスと稱する色素の水溶液の青紫色を呈するものを赤色に變ぜしむ。

《燐の燃焼》酸素中に於ける燐の燃焼は頗る劇烈を極め眩目すべき烈光を放ちて白色の煙に變ず。ここに生じたる白煙は無水燐酸と稱する物質にして亦無水亞硫酸の如く青紫色のリトマス水溶液を赤變する特性を有す。



第6圖—酸素中にて鐵線を燃焼す。

(6) 鑑識とは物質の何なるかを見定むることをいふ。

《鐵の燃焼》鐵は空氣中に於て強熱せらるるも單に其表面のみ黒紫色に變化するに過ぎざるに、今磨きたる鋼鐵線の一端にマッチの小片を結び之に點火して酸素中に下すときは、鐵は花火線香の如く燃焼し、酸化鐵と稱する水に不溶性の小塊となりて飛散するを見るべし。

4. 化合・分解 《化合》上の實驗に依るに燐が酸素中に於て燃焼するときは全然其性質を變じて白色粉末狀の無水燐酸となり、同時に酸素亦消失す。斯く二種若しくは二種以上の物質より一種の新物質を生ずる化學變化を名づけて化合と稱し、化合によりて生じたる物質を化合物と稱す。而して化合に與かりし元の物質を其化合物の成分と稱す。例へば無水燐酸は酸素と燐との化合によりて生じたる化合物にして、其成分は酸素及び燐なるが如し。ここに示せるが如き化合に與かる物質の一が酸素なる場合の化合は之を酸化<sup>(7)</sup>といひ、其生成物を酸化物といふ。酸化鐵、無水燐酸等は何れも酸化物の例なり。

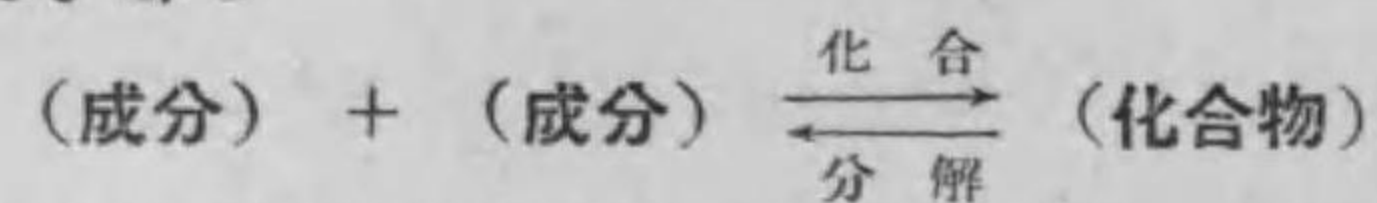
《分解》化合物を其成分に變化せしむることを分解と稱す。換言すれば一物質が夫れと全く異なる二種又は二種以上の物質に變ずる化學變化を分解<sup>(8)</sup>といふなり。酸素と鐵との化合物たる酸化鐵を其成分に分解するは容易ならざれども、酸化水銀と稱する水銀の酸化物は單に強熱するのみにて其成分たる酸素と水銀とに分解せ

(7) 酸化の意義は更に廣義に用ひらるることあり(353頁参照)。

(8) 化合物は其成分と全然性質を異にすることが混合物の場合に於て、其生成物が元の物質に異なる點に於て分別と異なる。



しむるを得べし。前に鹽素酸カリウムを熱して酸素を製取せしは鹽素酸カリウムが高温に於て容易に其成分に分解する性質を利用せしに外ならず。故に化合と分解とは全く正反對の化學變化なるを知るべし。即ち



〔複分解〕化合と分解とが同時に起る化學變化を複分解と稱し、化合或は複分解の如く一般に物質間の化學變化を反應と稱す。而して反應に與かる物質中の既知の物質を特に試薬と呼ぶことあり。

蠟が燃焼に際して酸素と化合し無水炭酸と水とに變ずる如きは複分解の例にして、無水炭酸が石灰水を白濁せしむるは是等二物質が相反應せるなり。此際石灰水は試薬なり。

〔接觸作用〕自ら變化せずして夫れと共存する他物質の分解或は化合等の化學變化の速さに影響する物質を觸媒と云ひ、觸媒の作用を接觸作用と云ふ。鹽素酸カリウムの分解に於ける二酸化マンガンの作用の如きは接觸作用の例にして二酸化マンガンは實際の觸媒なり。故に接觸作用は恰も器械に注ぎ其摩擦を減じて運轉を容易ならしむる油の作用に似たりといふべし。

5. **酸化に二様あり** 酸素が他の物質と化合する速さは、夫等の温度の高低によりて大に異なれり。凡そ物質には發火點と稱する一定の温度ありて、物質を酸素(或は空氣)中に於て其固有の發火點以上に保つときは酸化は極めて急劇に進行して多量の熱

(\*) 發火點—磷 60°, 硫黃 260°, 木炭 700°。

(\*) 酸化にあらざる燃焼は第52頁鹽素の項にあり。



を發生し、ために酸化せんとす  
 物質も灼熱せられて光を放つに至。  
 熱と光とを發する現象は即ち所謂燃  
 物質を燃燒せしむるに當つて點火す。  
 んが爲めなるを知るべく、從つて發火  
 最低の溫度なりと云ふを得べきなり。

若し物質の溫度を常に其發火點以下に  
 するも其際發生する熱は物質を熱して光を發  
 のみならず酸化作用も概ね徐に進行す。之を緩漫な  
 る酸化と稱す。動物の呼吸の如き、木材の腐朽する  
 如き、或は鐵の銹を生ずる如きは此種の酸化に屬す  
 るものなり。

6. **酸素の用途** 酸素は水素、アセチレン或  
 はエーテルと稱する物質と化合して甚だ高溫度の熱  
 を生ずるを以て熱源及び光源として工業上盛に使用  
 せらる。之れがため通常之を凡そ100氣壓に壓縮し  
 て鐵製の圓筒に貯藏す。酸素は又稀に呼吸の困難な  
 る患者に吸入せしむるに用ひらるることあり。



第7圖—酸素を貯ふる圓筒

7. **酸素の所在** 酸素は甚だ多量に存在する  
 物質にして、遊離狀をなして空氣の $\frac{1}{5}$ 重量を占め、化合物の成分と  
 して水の $\frac{8}{9}$ 重量、岩石土壤の $\frac{2}{3}$ 重量、植物の $\frac{2}{5}$ 重量、動物の $\frac{1}{5}$ 重量を  
 なし、其總量は實に地表に存する物質の全重量の半以上に達せり。

(11) 空氣の重量は $2 \times 10^{18}$ 噸に...



簡單なる氣體

1 立の重量 1.429 瓦, 沸點  $-182.5^{\circ}$ ,

常溫の水の  $\frac{1}{800}$  體積。

法	性質	用途
カリウムを熱し マンガン <sup>(1)</sup> の接觸 によりて之を分解 す。液狀空氣より 酸素を蒸發せしむ。	無色無臭無味 の氣體。高温 に於て烈しく 他物質と化合 す。	熱源, 光源, 醫藥用, 硫酸製造。

定 義

結合(Combination)	二種以上の物質より一種の新物質を生ずる變化を化合といひ、一種の物質より二種以上の新物質を生ずる變化を分解といふ。又化合と分解との同時に起る變化を複分解といふ。
分解(Decomposition)	
複分解(Double decomposition)	
化合物(Compound)	化合によりて生じたる物質又は分解し得べき物質を化合物といひ化合に與かれる元物質或は分解によりて生じたる物質を化合物の成分といふ。
成分(Constituent)	
酸化(Oxidation)	酸化とは物質が酸素と化合する化學變化にして、其生成物を酸化物といふ。
酸化物(Oxide)	
觸媒(Catalyser)	自ら變化することなくして他物質の化學變化の速さに影響する物質を觸媒と稱し、その作用を接觸作用と稱す。
接觸作用(Catalysis)	
發火點(Ignition point)	物質が熱と光とを發して化合することを燃焼と稱し、物質の燃焼を始むる溫度(或は燃焼を持続するに要する最低の溫度)を發火點と稱す。
燃焼(Combustion)	
反應(Reaction)	物質間に起る化學變化をそれ等の間の反應と稱す(廣義)。物質の存在を認知せしむる變化を反應と稱す(狹義)。反應を起さしむる物質を試薬と稱す。
試薬(Reagent)	

9. 問題 <sup>(12)</sup> 1.\* 酸素の製法及び性質を記せ。(6,7,8頁)

<sup>(12)</sup> \* のあるは高等程度<sup>(12)</sup>の諸學校の入學試験問題なり。以下總て然り。

欠

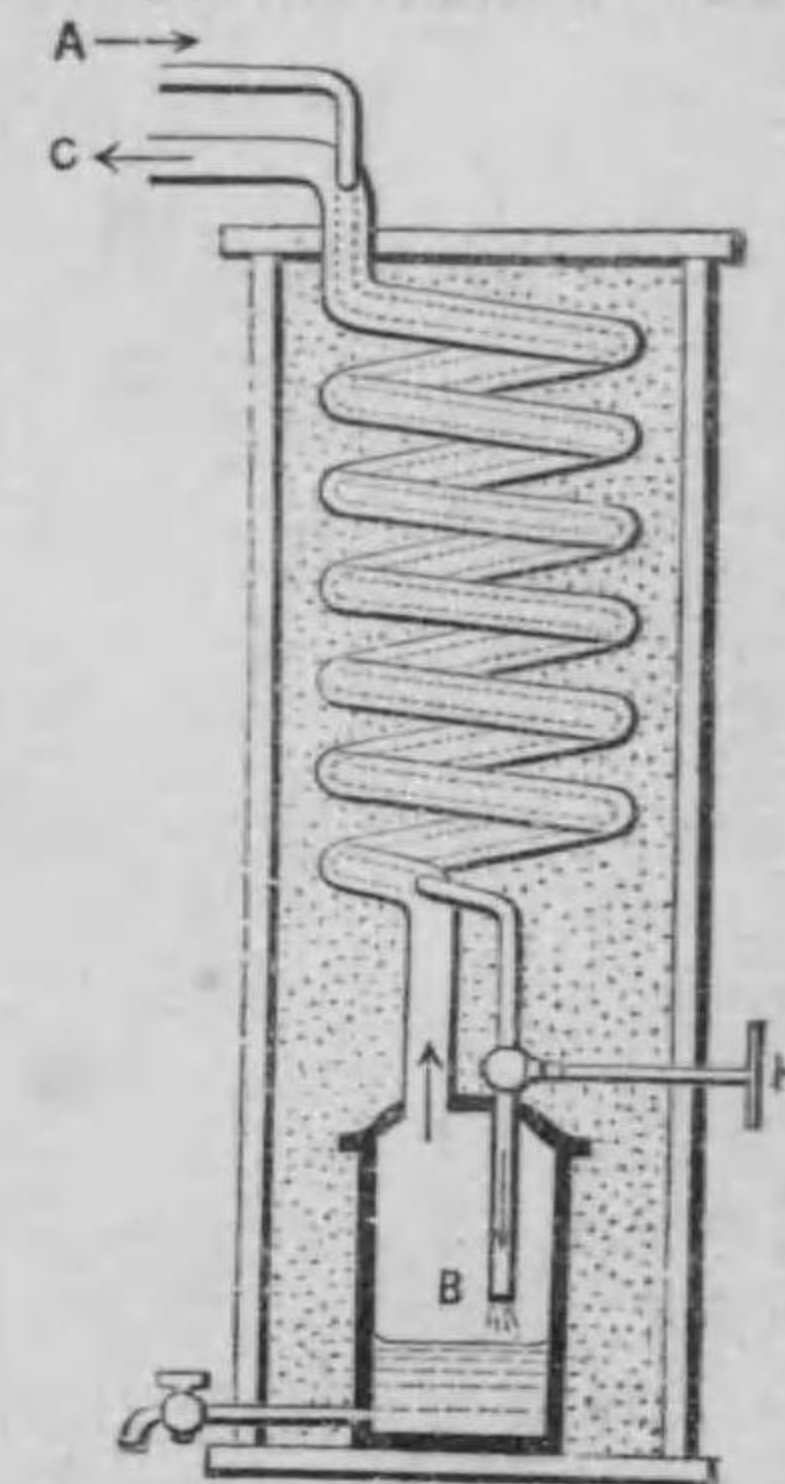


空気は尚ほその外少量の無水炭酸及び水蒸氣の二氣體並びに多量の塵埃を夾雜するを常とす。

7. **空氣の物理的性質** (性状)空氣は混合物なるが故にその主成分たる酸素の性質をも窒素の性質をも共有す。即ち色も味も臭ひもなく、其1立は1.293瓦の密度を有し56立の水に溶解す。(液狀空氣)空氣を充分に冷却せしむれば比重 0.8 なる淡青色の液體となり、之を放置すれば沸點低き窒素は最初に蒸發して殆んど純粹なる液狀酸素を残留し、次に液狀酸素も亦次第に蒸發し去る。

(用途)此理により液狀空氣は酸素の製取、爆發劑の製造等に供し、又蒸發に際し氣化熱を吸収して他物質を冷却するが爲め甚だ低き溫度の寒劑として、學術上低溫度に於ける物質の性質の研究に使用せらる。

8. **氣體の液化** 氣體は何れも其臨界溫度以下に於て壓縮するときは液體に變ぜし雖も、酸素及び窒素の如き氣體は其臨界溫度甚だ低くして普通の寒劑を用ひて到達し得べき範圍外にあるを以て、之を冷却するには氣體が膨脹するに際し自ら其溫度を下降する



第9圖—空氣を液化する装置。(8)

(6) 無水炭酸の含量は一萬分の四體積、水蒸氣は百分の一體積内外なり。

(7) 液狀空氣を注ぎかけたる物質は $-100^{\circ}$ 以下に冷却す。かかる低溫度に於ては物質の性質に大に變化を來すものにして例へばアルコール、水銀の如き物質は固體となるは勿論、ゴムの如きは全く其彈性を失ふ。

# 欠



特性を利用するを要す。實驗に徴するに凡そ氣體は何れの種類たるを問はず其體積を元の4倍に膨脹せしむるときは温度 $1^{\circ}$ だけ下降するものなるが故に、強壓せる氣體を小孔を通じて大氣中に噴出せしむれば其温度大に下降すべく(200 氣壓にせるものを用ふれば凡そ $50^{\circ}$ の下降を來す)此壓縮と噴出との操作を反覆して止まざれば氣體の温度は次第に下降し遂に其固有の臨界温度を通り過ぎて沸點に達す。茲に至れば氣體は特に壓を加ふることなくして(即ち大氣の壓のみにて)液狀に變ずべし。液狀空氣は此原理に基き第9圖の裝置によりて製せらる。

9. **空氣の化學的性質** 空氣中の燃焼 空氣中に起る

燃焼は可燃物と空氣中の酸素との間の反應なるに、その純酸素中に於けるに比して大に緩かなるは蓋し次の二つの理に基けるなり。

1. 酸素の濃さ(即ち一定體積中の酸素の量)の小なること。
2. 燃焼の際に於ける温度の低きこと。

即ち空氣中の酸素は其4倍體積の窒素にて薄められ、且可燃物と酸素との化合によりて發生せる熱が化合に與かる物質(可燃物と酸素)の外、毫も化合に關係せざる多量の窒素をも熱するに消費せらるるが爲めなり。

組成の測定 空氣を成せる酸素と窒素との體積の割合を精密に定めんがために、第10圖に示す如く空氣の一定體積を容れたる

(\*) 壓搾唧筒にて凡そ200氣壓に壓搾せる空氣をA管に送る。A管は先づ氷と食鹽との混合物にて冷され、次にB器より發する冷えたる空氣Cにて冷さるるが故に其内の空氣の温度大に低し。依つてH栓を抜くときは其空氣はB器内へ噴出し、同時に愈々冷却して液體となる。B器内にあるは液狀空氣なり。

ユーヂョメートルを水中に倒立し、黃磷の小片を此中に挿入して數時間放置すれば酸素は徐徐に無水磷酸に變じて水に溶解し去るが故に、この際消費せる體積と残留せる體積とを讀みて酸素と窒素との體積比を求むるを得べく、其値は前に記せる如く21:79なり。

空氣は混合物なり 空氣は酸素と窒素との混合せるものなるは次の事實によりて明らかなり。



第10圖—空氣の體積組成を定む。

(1) 化合物の性質は其成分の性質と大に異なるものなるに、空氣は其成分たる酸素及び窒素の固有性を存し、其比重、溶解度、液狀空氣の性質、燃焼に對する性質等は何れも成分の割合より定めたる平均の値と一致すること。

(2) 氣體が化合するには成分の體積比は常に一定し、且其比は簡單なる整數比を成すものなるに、空氣の主成分たる酸素と窒素との體積比は時と所とにより一定せざるのみならず、其比も簡單なる整數比をなさざること。

10. **摘要** 窒素 1 立の重さ 1.25 瓦, 臨界温度  $-146^{\circ}$ , 沸點  $-196^{\circ}$ .

溶解度 常溫の水の  $\frac{1}{50}$  體積。

196°, 南極, ランカ

所在	製法	性質	用途
空氣の體積, 動物, 植物の成分	空氣より酸素を除く。亞硝酸ナトリウムと鹽化アモニウムとを熱す。	化合力鈍し。甚だ高温に於てマグネシウム, 酸素, 炭化石灰と化合す。液體の酸素と混じて氷を成す。	肥料の製造。

11. **問題** 1.\* 空



- 2.\* 空氣中より酸素を除きて窒素を得る方法を説明せよ。(14頁)
- 3.\* 空氣の混合物なることを證明せよ。

解 本文19頁に明かなるも、又之を次の如く述ぶるを得べし。

- 1 空氣中に含まるる酸素と窒素との割合一定せざること。
- 2 水に溶解せる空氣の組成は著しく空氣中の空氣の組成と異なること。
- 3 空氣中の酸素と窒素とは各其固有の性質を表はすこと。
- 4 酸素と窒素とを混ぜるときは空氣と同性質の氣體となり、此際、發熱、體積の増減の如き化合に伴ふ現象なきこと。
- 5 液狀空氣は暫時にして窒素を氣化し去り酸素のみを残すこと。

- 4. 酸素、窒素、アルゴンの密度を用ひ、空氣の體積組成より其の重量組成を計算せよ。

解 酸素、窒素、アルゴン1立の重量は夫々 1.43瓦、1.25瓦、1.78瓦なるが故に空氣の單位體積中に含まるる重量比は下の如し。

酸素	窒素	アルゴン	
1.43 × 21.0	: 1.25 × 78.1	: 1.78 × 0.9	
∴ 酸素.....100 × $\frac{1.43 \times 21.0}{1.43 \times 21.0 + 1.25 \times 78.1 + 1.78 \times 0.9} = 23.2\%$			
窒素.....100 × $\frac{1.25 \times 78.1}{1.43 \times 21.0 + 1.25 \times 78.1 + 1.78 \times 0.9} = 75.5\%$			
アルゴン.....100 × $\frac{1.78 \times 0.9}{1.43 \times 21.0 + 1.25 \times 78.1 + 1.78 \times 0.9} = 1.3\%$			
答 酸素 23.2% 窒素 75.5% アルゴン 1.3%			

- 5. 空氣1立方間中に含まるる各成分の體積を求む。

解 空氣の體積組成より求むべし。

酸素	...	21.6立方尺 × 0.210 = 45.4立方尺	[∵ 1立方間 = 216立方尺]
窒素	...	21.6立方尺 × 0.781 = 168.7立方尺	
アルゴン	...	21.6立方尺 × 0.009 = 1.9立方尺	
答 酸素45.4立方尺、窒素168.7立方尺、アルゴン1.9立方尺			

- 6. 酸素及び窒素の密度より空氣の密度を求めよ。

解 酸素及び窒素の密度は 1立につき夫々1.43瓦、1.25瓦にして、空氣の體積組成は

酸素1,窒素4なるが故に、空氣の密度を1立につきx瓦とせば次の關係あり。

$$1.43瓦 \times 1 + 1.25瓦 \times 4 = x瓦 \times (1+4)$$

$$\therefore x = 1.29瓦 \quad \text{答 } 1.29瓦$$

- 7. 水に溶解せる空氣の組成は體積にて窒素65:酸素35の比をなす。此二氣體の水に溶解する度合を比較せよ。

解 空氣の體積組成は窒素79に對し酸素21なれば、窒素65體積に對し酸素65 ×  $\frac{21}{79}$  = 17體積の割合に存す。然るに水中にては窒素65體積に對し酸素35體積を溶存し、空氣中に於ける酸素の量16體積の略2倍に達す。故に酸素は窒素よりも2倍以上水に溶解し易し。

- 8. 酸素及び窒素の溶解度より空氣の溶解度を計算せよ。

解 酸素、窒素、空氣の各1立は夫々水の35立、65立、x立に溶解するにより、次の關係あり。

$$\frac{1}{35} \times \frac{1}{5} + \frac{1}{65} \times \frac{4}{5} = \frac{1}{x}$$

水1立に溶解する酸素      水1立に溶解する窒素      水1立に溶解する空氣

之を解きて

$$x = 55立 \quad \text{答 } 55立$$

Handwritten calculation:  $\frac{1}{35} \times \frac{1}{5} + \frac{1}{65} \times \frac{4}{5} = \frac{1}{x}$   
 $\frac{1}{175} + \frac{4}{325} = \frac{1}{x}$   
 $\frac{325 + 280}{54750} = \frac{1}{x}$   
 $\frac{605}{54750} = \frac{1}{x}$   
 $x = \frac{54750}{605} = 90.33$   
 (Note: The handwritten result differs from the printed solution.)

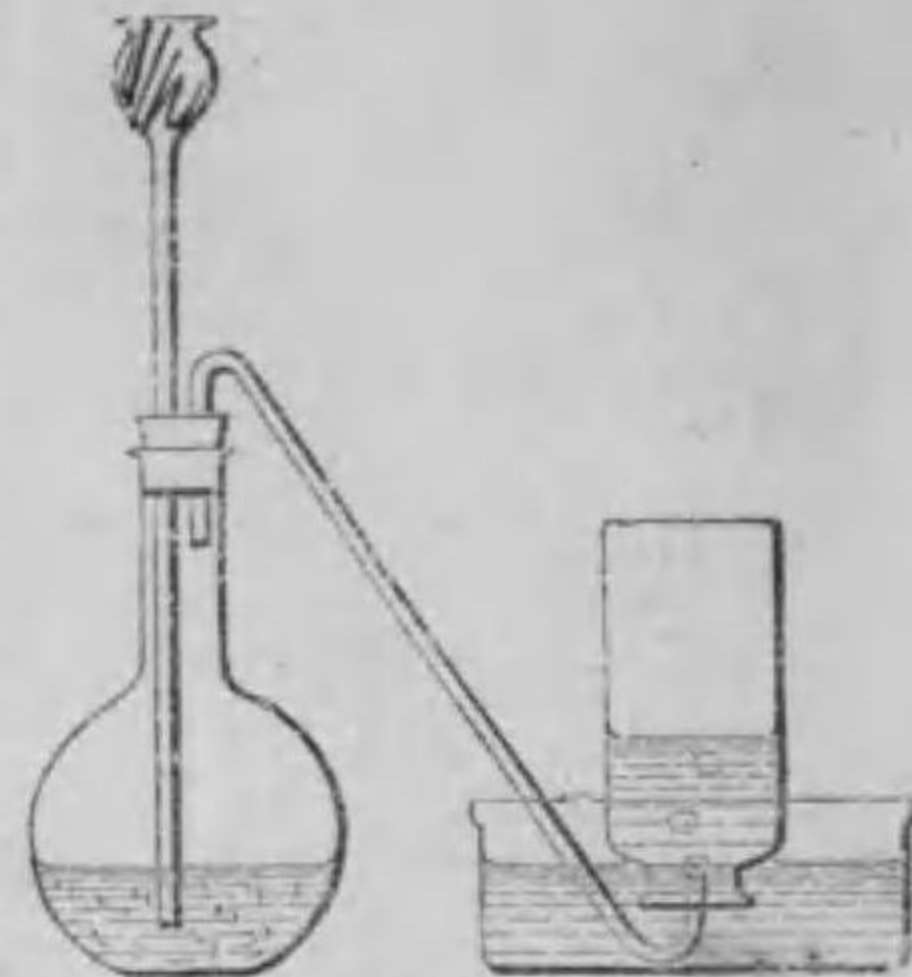
Handwritten calculation:  $\frac{1}{35} \times \frac{1}{5} + \frac{1}{65} \times \frac{4}{5} = \frac{1}{x}$   
 $\frac{1}{175} + \frac{4}{325} = \frac{1}{x}$   
 $\frac{325 + 280}{54750} = \frac{1}{x}$   
 $\frac{605}{54750} = \frac{1}{x}$   
 $x = \frac{54750}{605} = 90.33$   
 (Note: The handwritten result differs from the printed solution.)



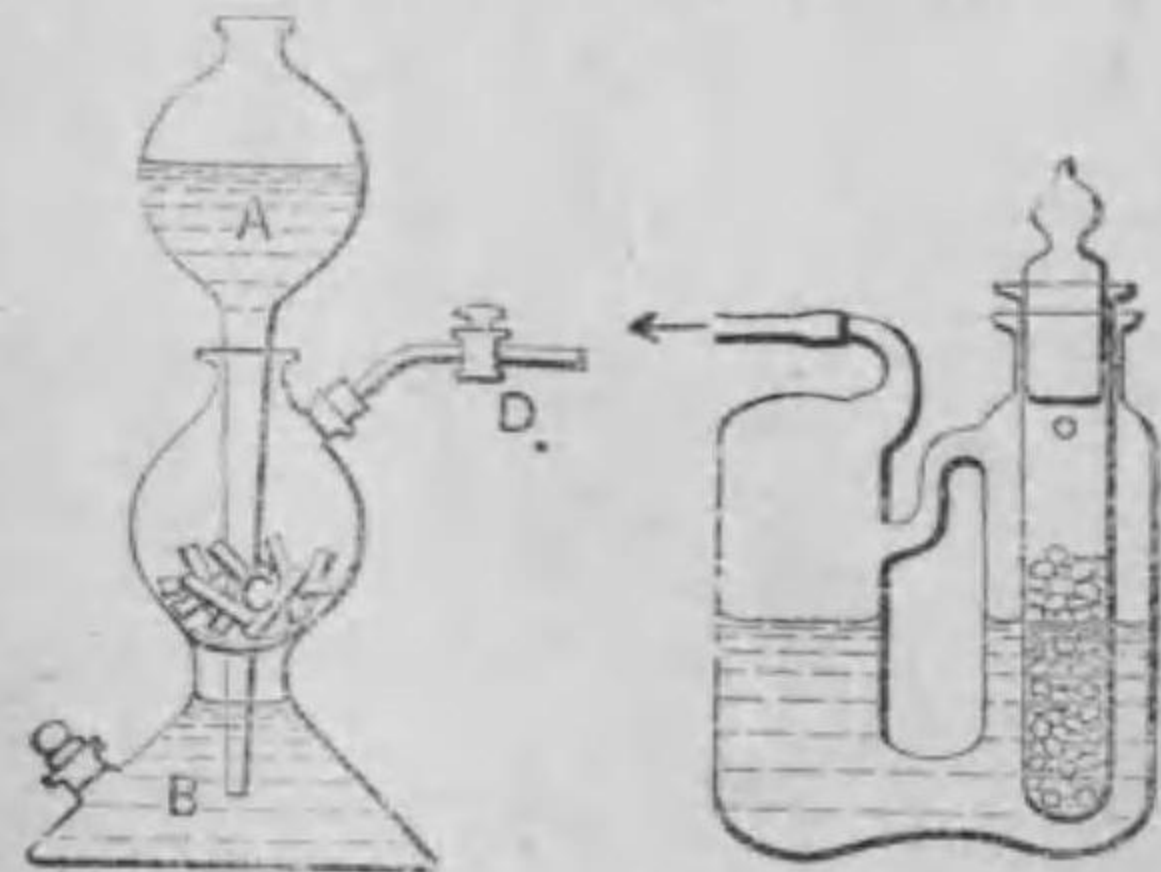
### 第二章 水素 水

#### 第一節 水素

1. **水素の製法** 酸と稱する水素化合物の或物に或金属を浸すときは前者の水素成分は金属により驅逐せられ水素となりて發生す。通常酸としては凡そ5倍重量の水にて薄めたる硫酸を用ひ、金属としては亜鉛を用ふ。發生する水素は之を水上に捕集す(第11圖)。



第11圖一稀硫酸に亜鉛を浸して水素を製す。

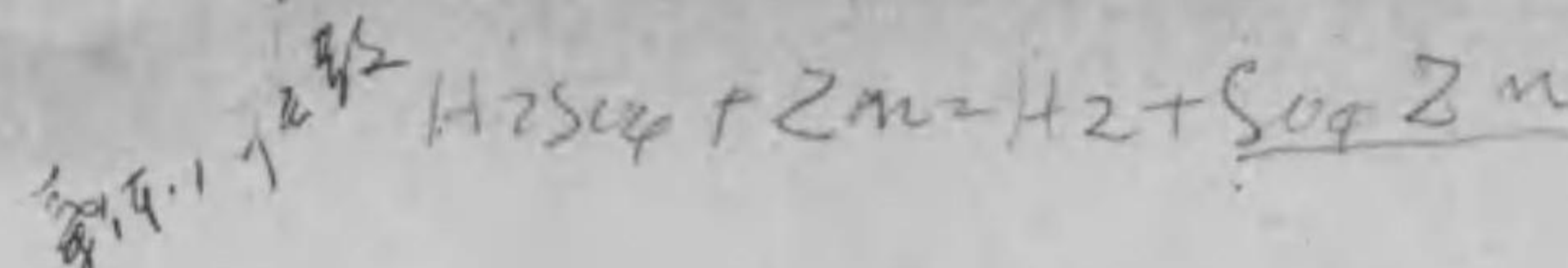


(キップの装置) (G.S.式發生器) 第12圖一固塊と液體とを作用せしめ隨時氣體を製する装置。(2)

2. **水素の物理的性質** (性状) 水素は酸素或は窒素の如く無色無味無臭の氣體にして、甚だ水に溶解し難し。(密度) 此物質の特性は諸物質中最も輕きことにし

て、1立につき僅かに0.09瓦の密度を有し、略空氣の密度の14分の

- (1) 水素は凡そ 300年前 Paracelsus 氏の發見にかかる。
- (2)  $H_2SO_4 + Zn = H_2 + ZnSO_4$ 、製取の際亜鉛の表面の黑色に變ずるは亞鉛に夾雜せる鉛の細粒の析出するがためなり。
- (3) 發生する水素も亦普通の亞鉛に含まるる不純物のため一種の臭氣を帶ぶ。
- (4) キップの装置は D 栓を開きて氣體を取り出すを得、G.S.式發生器は圖の位置より時針と反對に 90° 廻はして氣體の發生を止むるを得。

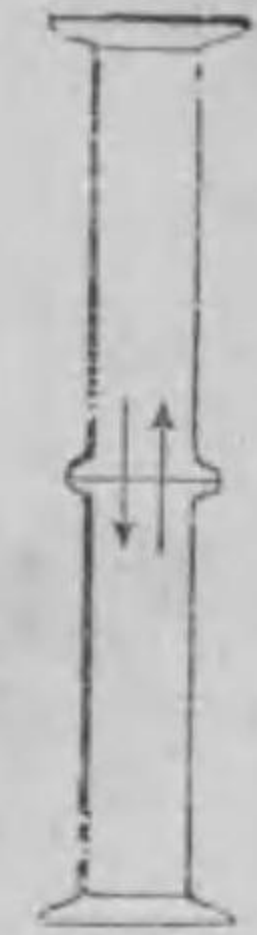


1に相當す。従つて空氣中にあつては每立につき

$$\begin{matrix} \text{(空氣の重さ)} & \text{(水素の重さ)} \\ 1.29\text{瓦} & - 0.09\text{瓦} = 1.20\text{瓦} \end{matrix}$$

の浮揚力を有す。水素にて吹きたる石鹼球が速かに上昇するは之れが爲めなり。

(擴散性) 水素を容れたる器を倒にして他の空虛なる器の上に重ねるときは(第13圖)、輕き水素は重き空氣の上層にあるに關はず次第に下層の空氣中に滲入し、空氣も亦上層の水素中に滲入して遂に一様の混合氣體となる。斯く異種の氣體が互に他の氣體中に滲入する現象を氣體の擴散と名づく。氣體の擴散



第13圖一上方の水素が下方の空氣中に擴散す。



第14圖一水素が速かに素管内

水素擴散の速さは次の實驗によりて容易に他と比較するを得べし。今多孔質(例へば素燒)の圓筒に硝子管を連ねて水上に倒立し、此圓筒を覆ふに水素を容れたるビーカーを以てすれば(第14圖)、管の下端より盛に氣泡を發し水素の速かに圓筒内に滲入するを示し、次に此ビーカーを去るときは反對に水は硝子管に昇りて前に滲入せる水素の速かに流出するを示すべし。之れ明かに水素の擴散する速さは空氣のそれに比して大なるを明かに示す。之にして、一般に氣體は輕きもの程擴散の

のなり。

度は實に零下20°の低溫にあるも、今月

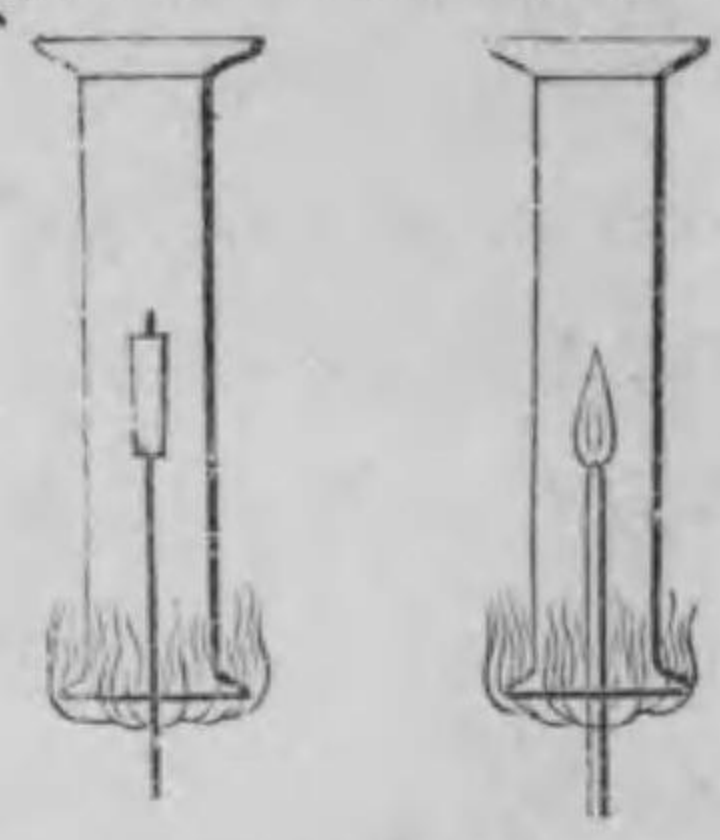
成水素は黑色にして注かに水に



重さを有し、之を低壓の下に於て蒸發せしむれば一部は氷結して固狀に變ず。固狀水素は氷の如き無色の固體にして、其の融點は寒冷の極度と想定せらるる最低の溫度(即ち零下 273°)より高きこと僅かに 14° の低溫にあり。

3. 水素の化學的性質 〔酸化〕水素

素は高溫度に於て諸物質と化合し易き特性とす。今水素を容れたる圓筒を倒に支へ之に燭火を挿入すれば、水素は圓筒口にて微青色の焰を揚げて燃焼し、燭火は消滅す(第15圖左)。之れ水素が酸素と化合し易きも、〔酸素と化合し易き物質〕とは化合せざるを表はすものなり。



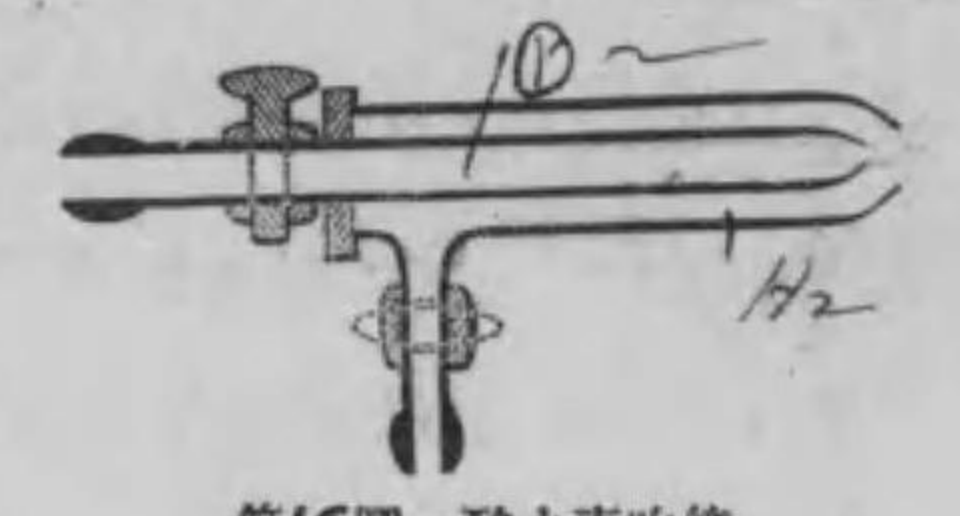
第15圖—水素中に於ける燭火の消滅(左)及び、酸素の燃焼(右)。

〔可燃物と支燃物〕この實驗に由るに水素は可燃性を有する物質なれど、支燃性を有する物質に非らざるに似たり。然れども水素を容れたる圓筒口に點火し置き、酸素(或は空氣)の流出する管を徐ろに水素の中に挿入する時は、管端に焰を生じ(第15圖右)て酸素が水素中に於て燃焼するを見る。かるが故に可燃物と支燃物とは吾人が空氣中に於る燃焼より見て便宜上名づけたるものにして、化學上嚴密なる意味に於ては勿論此二語を區別すべきにあらざるなり。

〔酸水素焰〕水素の焰は光輝極めて微なれども溫度は甚だ高く、酸素の供給を充分ならしむれば 2000° を超ゆるに至る。之れが爲め

(6) 水素の焰は硝子の成分のために黄色を帯ぶることあり。  
(7) 水素1瓦の燃焼熱は水1立を溫度 35° だけ上昇せしむるに見る。燭火の溫度は 1000° 内外なり。

に用ふる装置は酸水素吹管と稱する金屬製の二重になれる管にして、其外側の管に水素を通じて點火し次に内側の管に酸素を通ずるときは水素



第16圖—酸水素吹管。

焰は縮少し同時に溫度は著しく上昇す。之れを酸水素焰と稱す。試みに此焰中に白金線を入るるに忽ち白熾せられて熔融し、鐵線は火花を散して盛に燃焼し、石灰の如き熔融し難き金屬酸化物は強熱せらるる結果烈光を放つ。

〔爆鳴氣〕然れども水素と酸素(或は空氣)とを豫め混合せるものに點火すれば猛烈なる爆發を惹起す。之れ其容器内の水素全部が一時に酸化し、由つて生ぜる多量の熱が其酸化生成物を熱して急激に膨脹せしむるが爲めなり。

〔本素の酸化物〕水素の燃焼果生物即ち酸化物は水にして、こは水素を燃焼せしめたる硝子器の側壁の著しく曇るにて觀察するを得べく、或は又水素焰を冷たき硝子器にて覆ひて之を集むるを得べし。

〔還元性〕水素は上の實驗に見る如く遊離せる酸素と化合するのみならず、又化合物の成分をなせる酸素とも化合して水を生じ、從つて酸化物は酸素を失ひて元の物質に還る。例へば水素が熱せる酸化鐵に遇ふときは水素は水となり後者は其酸素を奪はれて鐵となる。斯く酸化物が酸素を失ふ化學變化を還元と稱し、還元を起

(8) 焰の縮少するは流出する水素を燃焼せしむるに要する酸素の體積は空氣の體積の五分の一にて足るのみならず、水素と酸素とよく混じて燃焼が焰の全部に行はるるによる。  
(9) 甲物質+酸素→酸化物…酸化  
酸化物-酸素→甲物質…還元



さしむる物質を還元劑と稱す。水素は重要なる還元劑の一なり。

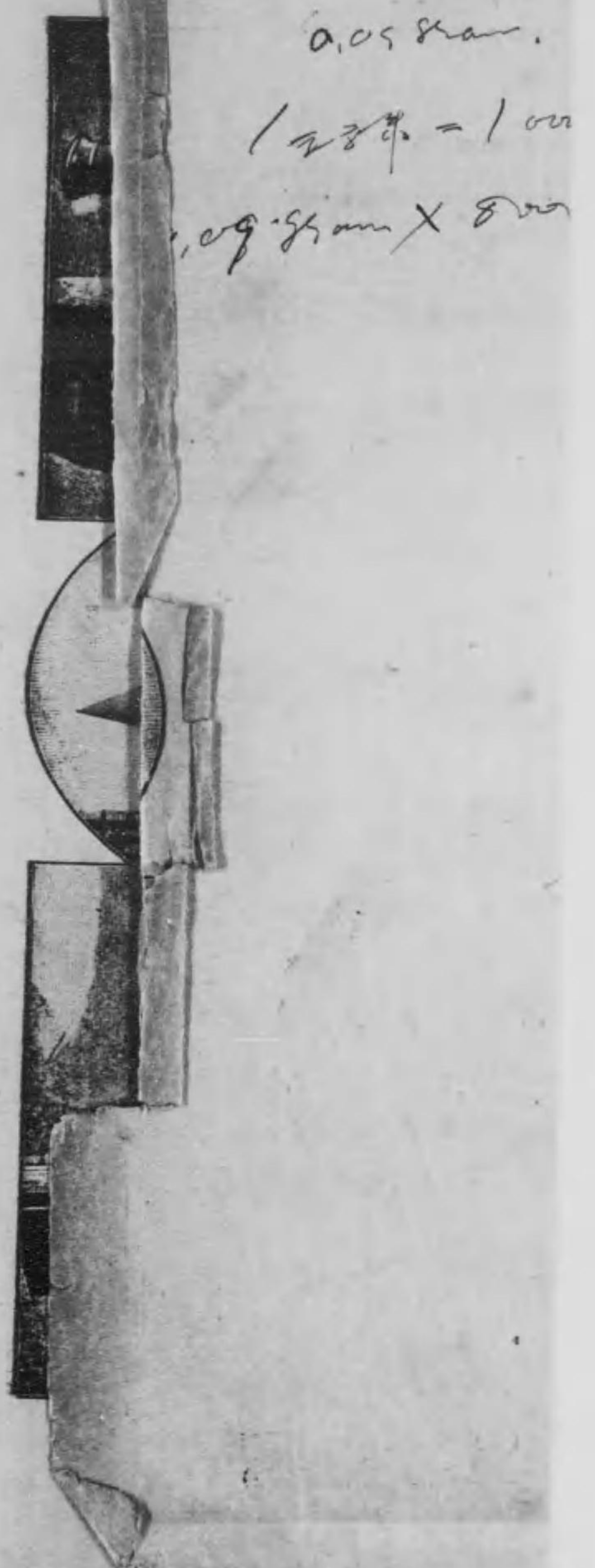
4. **水素の所在用途** 《所在》水素は大氣中に存することなきも、水及び生物體の成分となりて多量に存在す。

《用途》水素は工業的には水を分解して多量に製造し、(1)其比重の小なるを利用して飛行氣球を充たし、(2)酸化の際高温を生ずるを以て酸水素焰として水晶或は白金の融解、鐵板の切斷、幻燈の光源に供し、(3)又金屬酸化物の還元を用ふ。

5. **化學變化の速さと温度との關係** 單位時間に化學的に變化する物質の量、即ち化學變化の速さは、一般に温度高き程大にして温度低き程小なるものなり。而して多くの場合には常温附近に於ては温度  $10^{\circ}$  昇る毎に其速さを2倍乃至3倍するものなり。今假りに2倍とすれば  $0^{\circ}$  に於て一晝夜に終結する變化は  $100^{\circ}$  に於ては一晝夜の  $2^{\text{分}}$  の1、即ち僅かに1.5分間に終結すべく、 $1000^{\circ}$  に至れば一晝夜の  $2^{\text{分}}$  の1にして眞に瞬時に終結すべきなり。されば高温に於て容易に起る燃焼の如き化學變化が低温に於て全く停止するが如きは、其實、變化が餘りに緩慢にして之を認むること能はざるによるのみ。鹽素酸カリウムの分解、酸化鐵の還元の如き、實驗上及び種種の化學工業上に火力を用ふるは何れも此理に基くなり。

6. **摘要** 水素 1 立の重さ 0.09 瓦、沸點  $-252.5^{\circ}$ 、融點  $-259^{\circ}$ 、臨界温度  $-242^{\circ}$

所在	製法	性質	用途
水の $\frac{1}{8}$ 重量。	硫酸の水素を亜鉛にて驅出す。 (水を分解す)。	1. 物質中比重最小なること。 2. 高温度にて酸素(遊離狀及化合せる)と化合すること。	1. 氣球用、 2. 酸水素焰用、 3. 還元劑。





さしむる物質を還元劑と稱す。水素は重要な還元劑の一なり。

4. **水素の所在・用途** 《所在》水素は大氣中に存することなきも、水及び生物體の成分となりて多量に存在す。

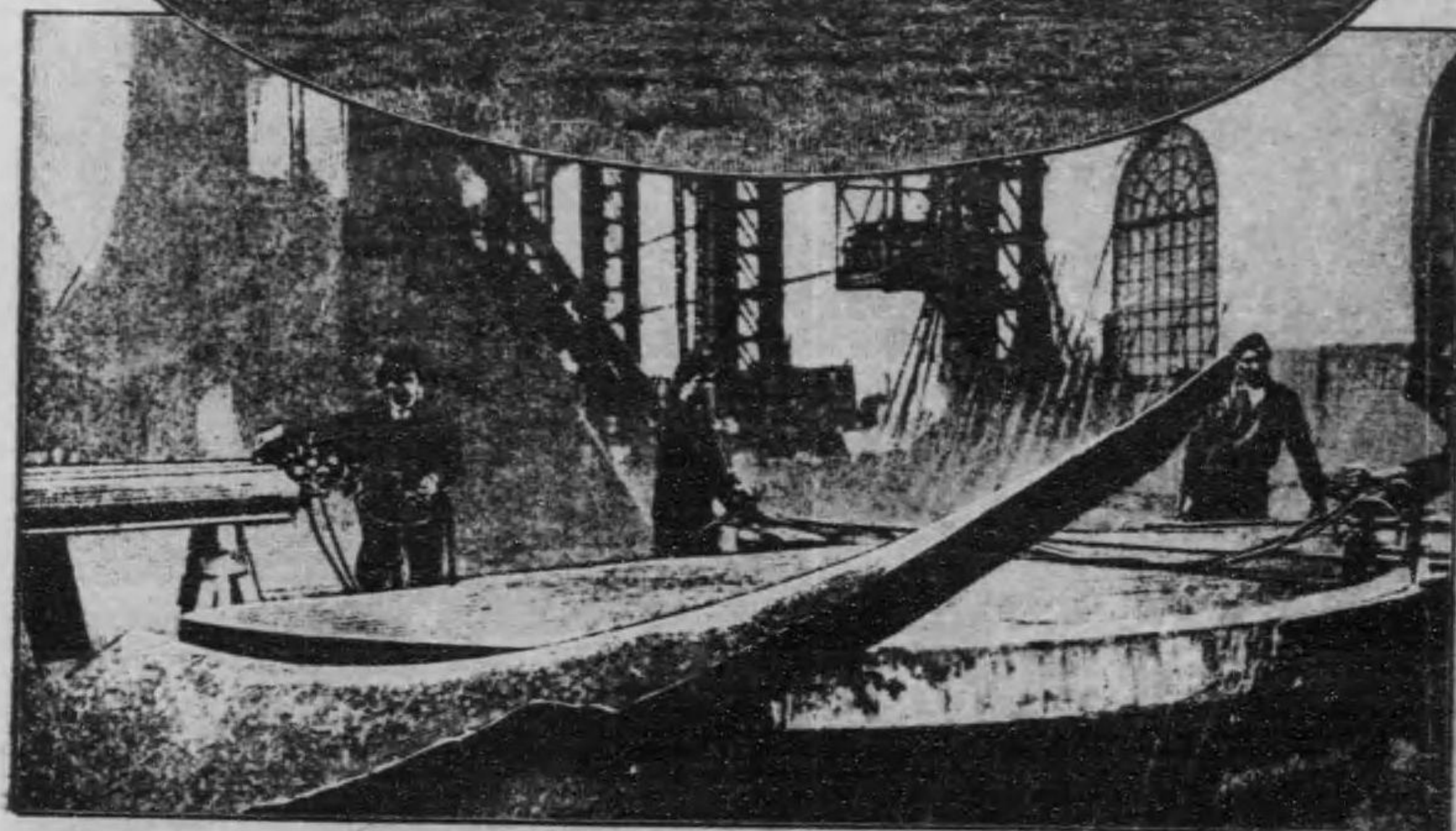
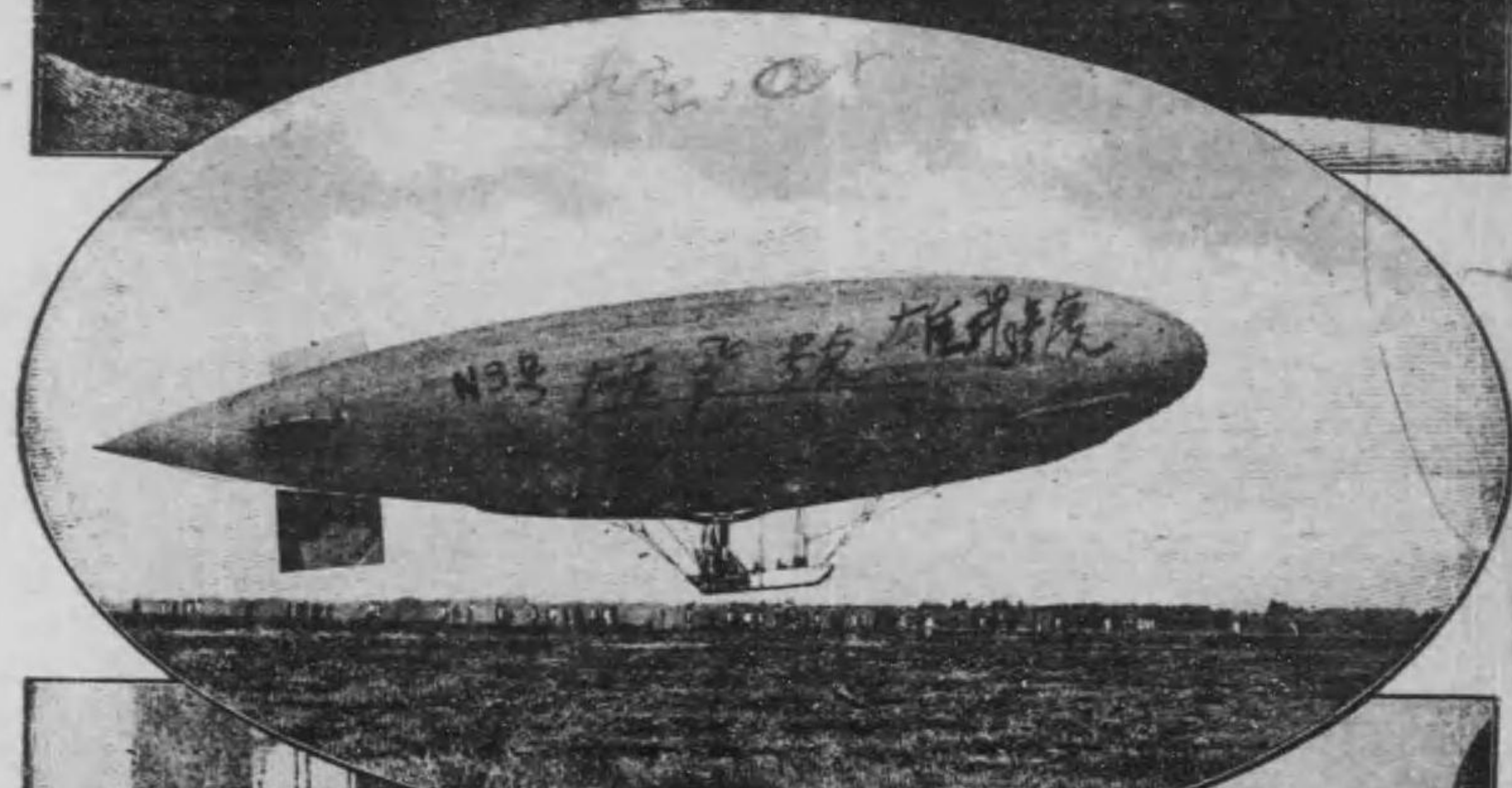
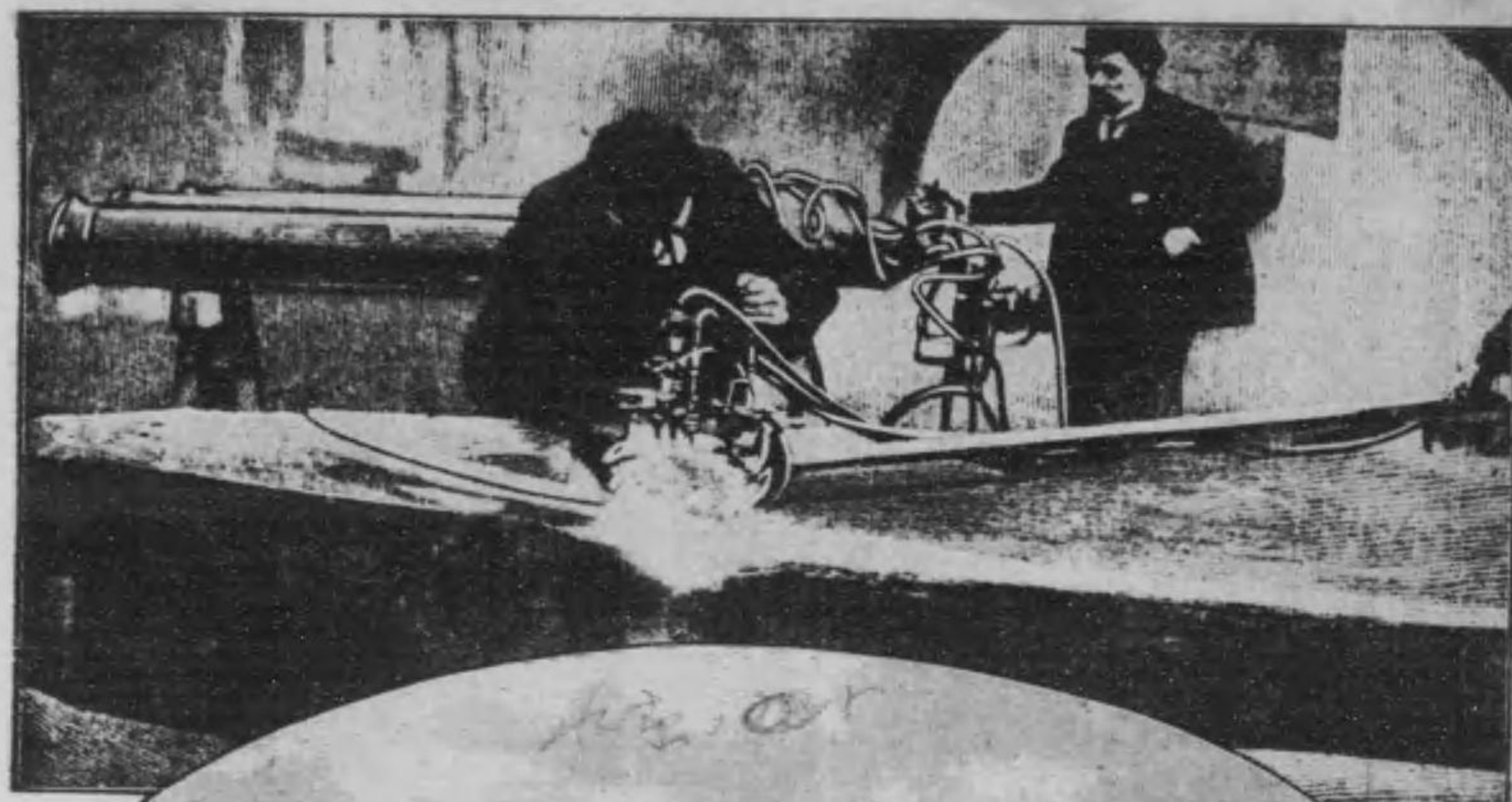
《用途》水素は工業的には水を分解して多量に製造し、(1)其比重の小なるを利用して飛行氣球を充たし、(2)酸化の際高温を生ずるを以て酸水素焰として水晶或は白金の融解、鐵板の切斷、幻燈の光源を供し、(3)又金屬酸化物の還元を用ふ。

5. **化學變化の速さと温度との關係** 單位時間に化學的に變化する物質の量、即ち化學變化の速さは、一般に温度高き程大にして温度低き程小なるものなり。而して多くの場合には常溫附近に於ては温度  $10^{\circ}$  昇る毎に其速さを2倍乃至3倍するものなり。今假りに2倍とすれば  $0^{\circ}$  に於て一晝夜に終結する變化は  $100^{\circ}$  に於ては一晝夜の  $2^{100}$  分の1、即ち僅かに1.5分間に終結すべく、 $1000^{\circ}$  に至れば一晝夜の  $2^{1000}$  分の1にして眞に瞬時に終結すべきなる。されば高温に於て容易に起る燃焼の如き化學變化が低温に於て全く停止するが如きは、其實、變化が餘りに緩慢にして之を認むること能はざるによるのみ。鹽素酸カリウムの分解、酸化鐵の還元の如き、實驗上及び種種の化學工業上に火力を用ふるは何れも原理に基くなり。

6. **摘要** 水素 1 立の重さ 0.09 瓦、沸點  $-252.5^{\circ}$ 、融點  $-259^{\circ}$ 、臨界温度  $-242^{\circ}$

所在	製法	性質	用途
水の比重	硫酸の水素を亞鉛にて驅出す。 (水を分解す)。	1. 物質中比重最小なること。 2. 高温にて酸素(遊離狀及化合せる)と化合すること。	1. 氣球用、 2. 酸水素焰用、 3. 還元劑。

### 水素の利用



(上) 酸水素焰を用ひて鋼鐵板を切斷す (下) 切斷されたる鋼鐵板  
(中) 帝國軍用飛行船飛艇 (瓦斯容量一萬立方米) (26頁參照)



0.09 gram.  
 (2800 = 1000)  
 0.09 gram  $\times$  8000  $\times$  1000 =  
 720 grams

定 義

擴散 (Diffusion)	異種氣體が互に他の氣體の中に滲入する現象を云ふ。
還元 (Reduction)	酸化物が酸素の一部或は全部を失ふ化學變化を云ふ。還元を起さしむる物質を還元劑と稱す(狹義)。(廣義の定義は361頁にあり)。

7. 問題 1.\* 水素の製法及び擴散性を述べよ。(22,23頁)  
 2.\* 還元及び還元劑を説明せよ。(25頁)  
 3. 8000 立方米の飛行氣球の氣囊を充たすには何程の亞鉛と稀硫酸とを要するか。但し水素の2瓦は亞鉛の65瓦, 硫酸の98瓦より生じ, 之に用ふる稀硫酸は硫酸を3倍重量の水にて薄めたるものなり。

解 水素1立の重量は0.09瓦, 1立方米=1000立なるが故に, 此氣囊を充たすに要する水素の重量は  
 $0.09 \text{ gram} \times 8000 \times 1000 = 720 \text{ gram}$   
 $0.09 \text{ gram} \times 8000 \times 1000 = 720 \text{ gram}$   
 $\therefore$  亞鉛の重量  $= 720 \text{ gram} \times \frac{65}{2} = 23000 \text{ gram}$   
 稀硫酸の重量  $= 720 \text{ gram} \times \frac{98}{2} \times 4 = 140000 \text{ gram}$   
 答 亞鉛 23000瓦 稀硫酸 140000瓦

4. 前問に於ける水素の浮力如何。  
 解 1立の水素の浮力は1.2瓦なるにより, 8000立方米の浮力は次の如し。  
 $1.2 \text{ 瓦} \times 8000 \times 1000 = 9.6 \times 10^6 \text{ 瓦} (\text{約} 10 \text{ 噸})$  答 10噸  
 5.\* 5立の水素を空氣中に燃焼せしむれば幾瓦の水を生ずるか。  
 解 5立の水素は其 $\frac{1}{2}$ 體積即ち2.5立の酸素と化合するが故に, 生ずる水の重量は次の如し。  
 $0.09 \text{ 瓦} \times 5 + 1.43 \text{ 瓦} \times 2.5 = 4.03 \text{ 瓦}$  答 4.03瓦  
 $4.03 \text{ 瓦}$

空 air 中 燃 焼



### 第二節 水

1. **水の所在** 水は固體、液體、氣體の三態をなして多量に天然に存す。即ち液狀の水は河海となりて地表の $\frac{4}{5}$ を覆ひ、固狀の水は極地方の寒地に存し、氣狀の水は大氣中に含有せらる。その動植物質に含まるる量も亦尠からず。

2. **水の精製** 天然に存在する水には純粹なるもの殆んど無く、常に多少の不純物を夾雜す。是等の不純物は之を二つに別つを得べし。

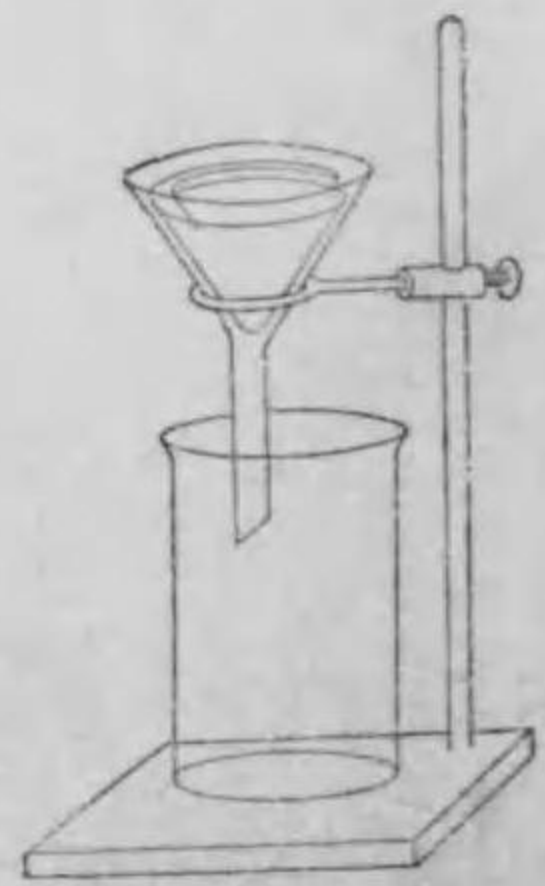
1. 固體となりて水中に浮遊するもの。
2. 溶解してよく水と混ざるもの。

**濾過** 水中の固形物はそれを通過せしめざる細孔を用ひて除去するを常とし、此操作を濾過と稱す。細孔として實驗室に於ては濾紙を用ひ、淨水工場に於ては砂層を用ふ。

濾紙は丈夫なる纖維にて製せる白紙にして、其圓形に切りたるものを先づ四分圓に疊み後圓錐形に擴げて漏斗に密着せしめ、<sup>(1)</sup>不純の水をここに移して濾過せしむ。此際濾紙を通過せずして其上に残れる固形物を**残渣**と稱し、濾紙を通過せし液を**濾液**と稱す。

淨水工場に於て用ふる砂層は主に徑1分内外の細砂より成り、

(1) 漏斗の開口角は60°をなす様に作る。

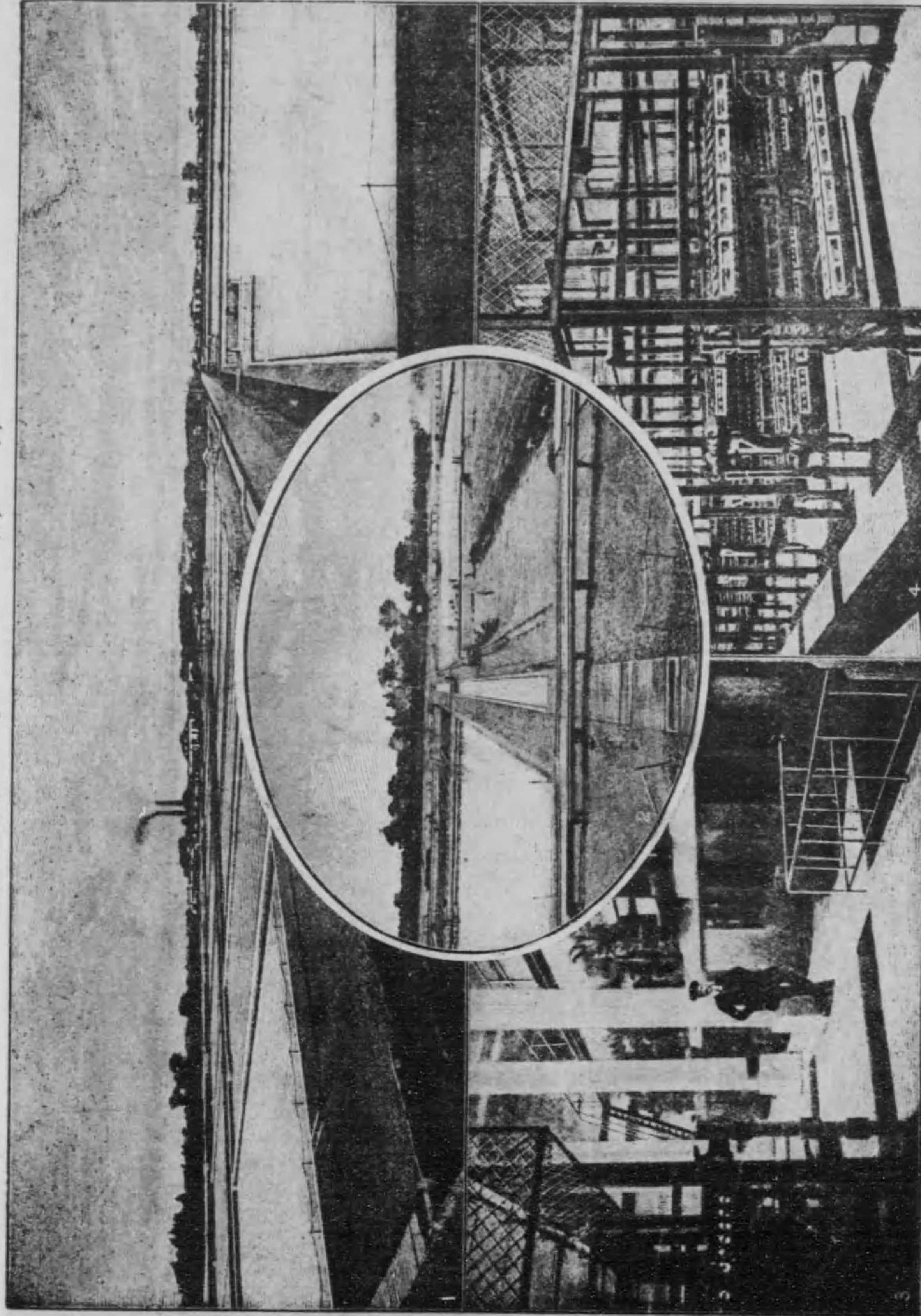


第17圖—水を濾過する装置。

淨水の飲料

3. オゾン殺菌装置

4. 殺菌用オゾン製造装置



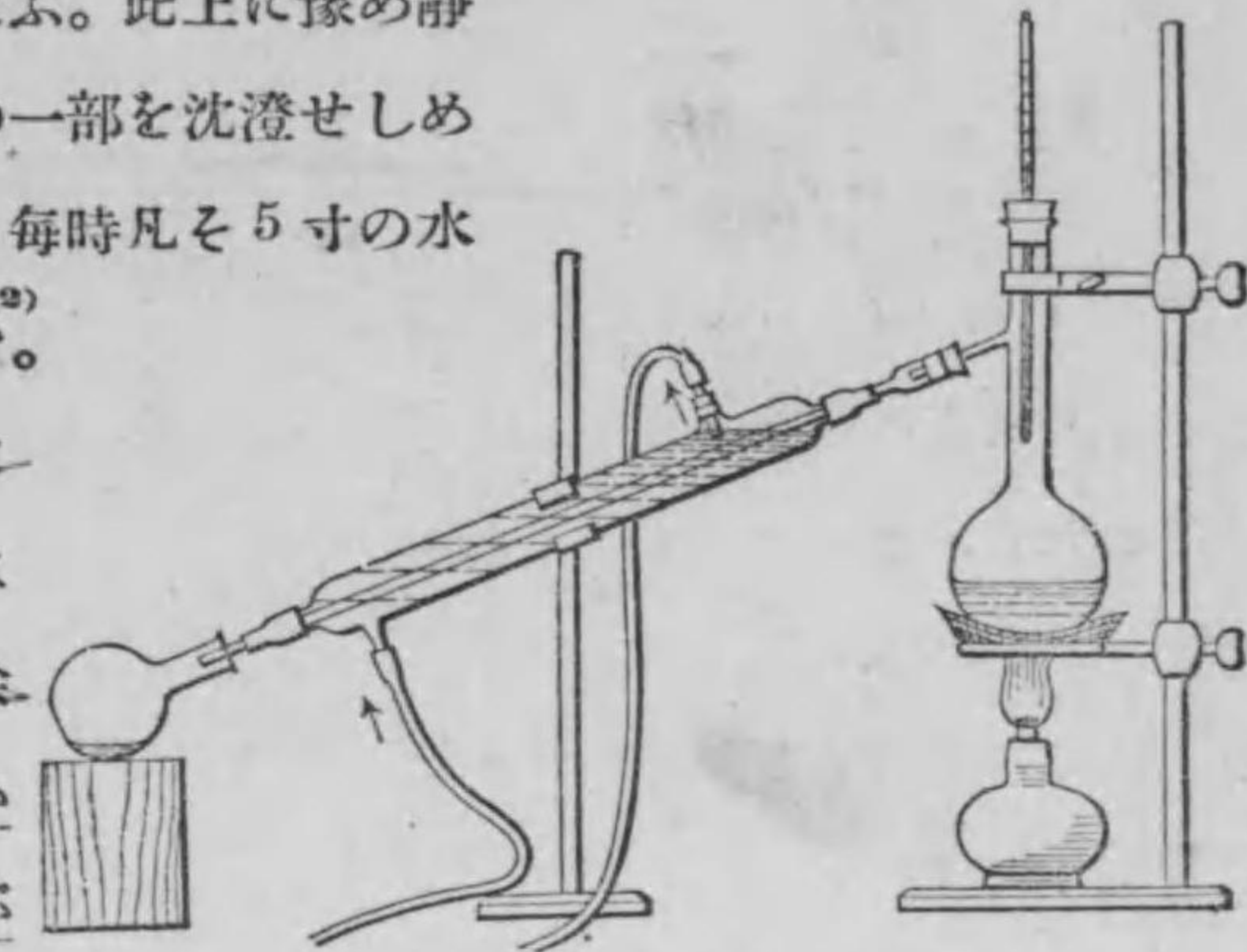
(写真参照)

1. 次澄池(右)と濾過池(左) 2. 濾過池



其厚さ3尺に及ぶ。此上に豫め静置して固形物の一部を沈澱せしめたる水を導き、毎時凡そ5寸の水層を濾過せしむ。<sup>(2)</sup>

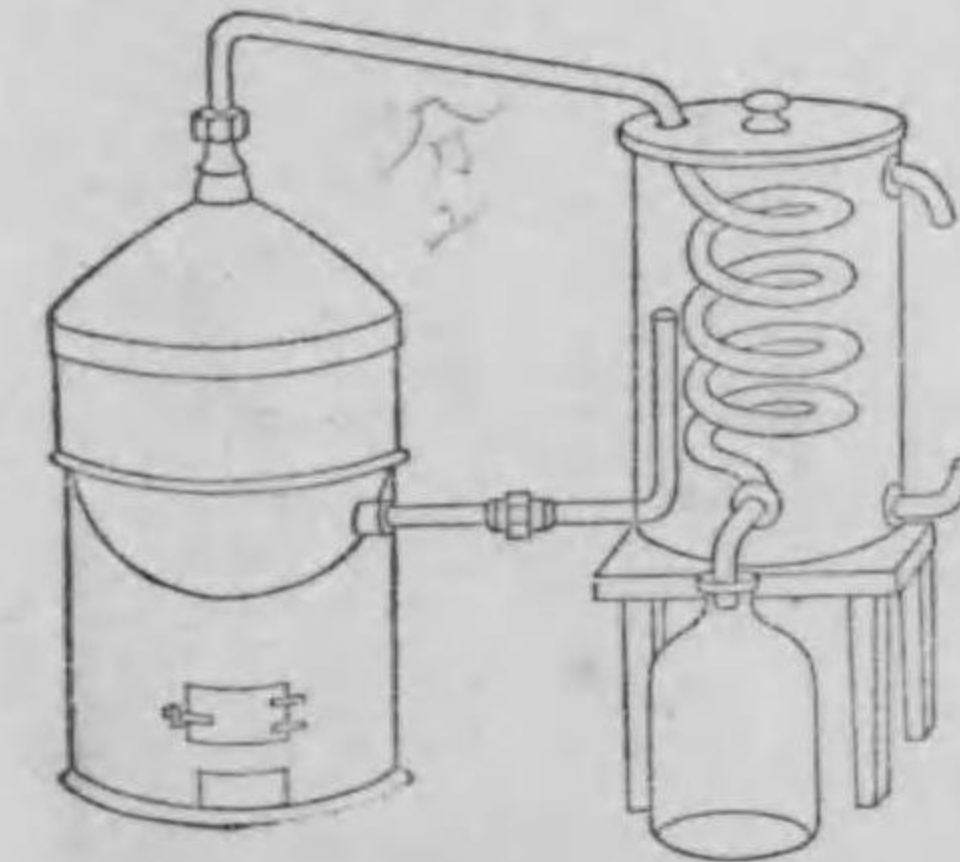
蒸溜 水中に溶解する物質は濾過によりて除くを得ず。かかる物質は夫れが水と沸點を異に



第18圖—水を蒸溜する装置。

する性質を利用して分離するを得べし。即ち不純なる水を熱して

沸騰せしめ、この氣體に變じたる水を他所へ導きて冷却し再び水に復せしむ。此操作を名づけて蒸溜と云ひ、蒸溜して得たる水を蒸溜水といふ。



第19圖—蒸溜水を製する装置。

水に溶解する物質が酒精の如く水より却つて沸點低きものなると

きは、混合液の溫度が水の沸點を示すに至り初めて溜出する液を集むべきなり。<sup>(3)</sup>

(2) 人一人は毎日凡そ6斗の水を要す。淨水工場は此標準によりて設計せらる。

(3) 蒸溜は物質を溶かし居る液體の方を分ち取る方法にして、蒸發は溶け居る物質の方を集むる方法なり。



3. **水の物理的性質** 液體としての水 (性狀) 水は殆んど無色透明なる液體にして、4° に於て最大の密度を有し其の1c.c. は1瓦あり。

(溶解性) 水の最も重要な特性はよく種類の固體、液體又は氣體を溶解して其水溶液を造るにあり。諸種の物質間に起る化學變化の大多數は水溶液内に於て行はるるが故に、物質が水に溶解し易きや否やを記憶し置くは化學變化を理會する上に於て極めて緊要なることに屬す。

**固體としての水** 水は0°に於て氷結して無色透明の固體となり、その際大氣中に於て生ずる如く外力に妨げらるることなき時は規則正しき六片より成れる平面星形をなし、表面に於てよく光を反射して白色を呈す。斯く物質が凝固するに當つて生ずる規則正しき形體 (必ず平面にて圍まる)

をば結晶と稱するなり。凡て物質が結晶する際には其の夾雜物と分離するものなるが故に、結晶法



第20圖—水の結晶。

は蒸溜法と反對に揮發し難き物質の精製に用ひらる。

水が器内にて凝固するときは外力の影響を受くるが爲め固有の結晶形を採る能はずして透明なる塊を生ず。之れ即ち氷なり。

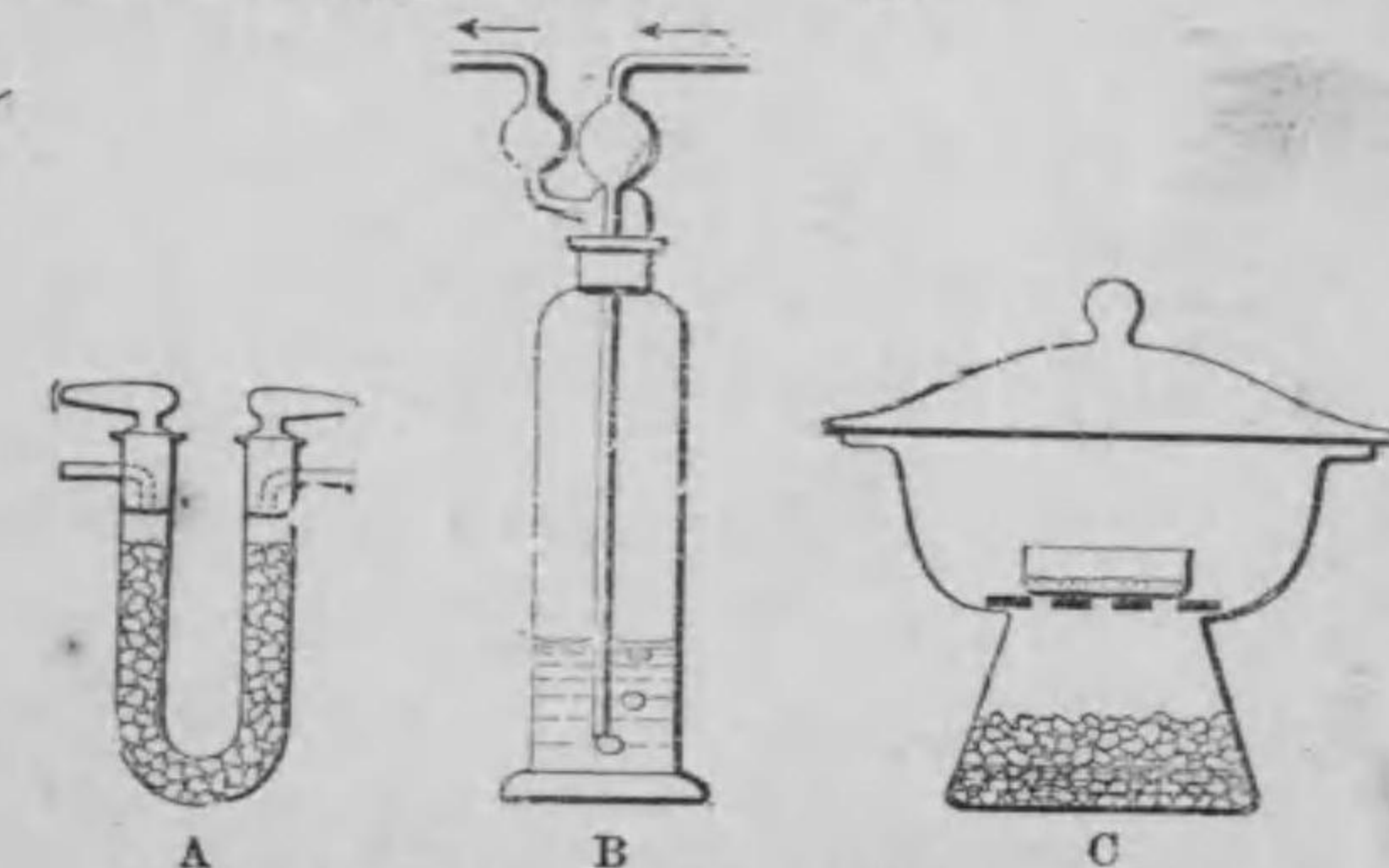
水は氷結するに當り、多くの他物質が凝固に際して收縮するに反し、凡そその體積の1/10を増加す。故に氷は水よりも密度小にして、随つて、多くの固體がその熔融せる液體中に沈むに反し、氷は

其の熔融せる液體即ち水の上に浮ぶ。

又氷は融解して水に變ずるに多量の熱を要するものにして、通常の場合には此熱は外部より供給せらるるものなれども、氷に食鹽を混ざるときは氷は固狀を保持すること能はずして液狀に變じ、此際融解に要する熱を氷自體より吸収して凡そ零下20°に冷却す。故に氷と食鹽との混合物は寒劑の名を以て物質の冷却に供せらる。

**氣體としての水** 水は1氣壓の下にありては100°にて沸騰し無色の氣體に變ず。是れ所謂水蒸氣なり。水は氣化に際して凡そ1700倍の膨脹を伴ふが故に、水蒸氣の密度は水の密度に比して甚だ小さく其1立は僅かに0.8瓦の重さを有し、從つて空氣よりは著しく輕し。

此氣體の臨界温度は305°の高温にあるを以て、常温に於ては單に壓力によりて液化せし



第21圖—鹽化カルシウムにて氣體を乾燥する裝置(A). 濃硫酸にて氣體を乾燥する裝置……(B). 濃硫酸にて固體を乾燥する裝置……(C).

むることを得るなり。

水蒸氣は良く濃硫酸(液體)或は鹽化カルシウム(固體)に吸收せらる。されば濕へる氣體又は固體は是等の物質を用ひて乾燥せしむるを常とす。

28  
6.01

3



4. 水の化學的性質 水の分解 (ナトリウムに依る法)

水素が酸化するときには水を生ずるが故に(第25頁)、水は水素と酸素との化合物たること明かなり。尙この事實を確めんがために、甚だ酸化し易き物質例へばナトリウムと稱する灰白色蠟様の金屬を水に投じ

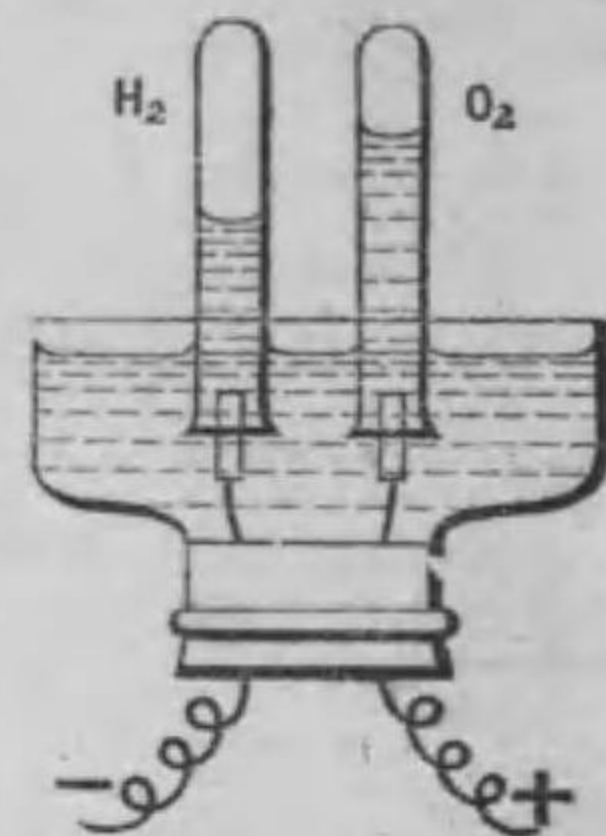
て水を成せる酸素を奪取せしむれば、水の水素成分は遊離し氣體となりて盛に發出す。一方ナトリウムの酸化物は水に溶解して苛性曹達と稱する物質に變ず。

第22圖—ナトリウムによりて水の水素成分を驅出す。

(電解法)水を成せる酸素を遊離せんには水に電流を通ずるを可とす。今電池の極に連絡せ

る二枚の白金板を水に浸し數滴の硫酸を加へて水に電導性を附與するときは、水は電流の作用を受けて分解し、陽極に連なれる白金板の表面より酸素を發生し、陰極に連れる白金板の表面より水素を發生す。之を捕集するに酸素と水素との體積の比は1:2なるを見る<sup>(4)</sup>(23圖)。

水の合成<sup>(5)</sup>(體積組成)水を分解して成分たる水素と酸素とが2:1の體積比をなすことを知れり。若し水が實際、上の組成を有し且他の成分を含まざるものならば、逆に水素と酸素とが1:2の體



第23圖—電流によりて水を其成分たる酸素(右)と水素(左)とに分解す。

(4) 酸素は水素より稍溶解し易きため前者は後者の半分より稍少なし。又破膜の量は水の分解の前後に於て増減することなし。  
(5) 水は1781年初めて Cavendish 氏(51歳の時)により合成せられたり。合成とは化合により人為的に物質を製出する操作をいふ。

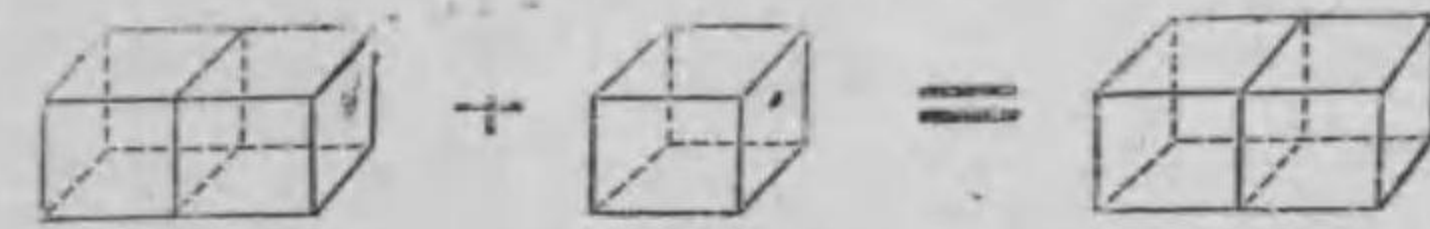


第24圖—電火によりて酸素と水素とを化合せしめて水の組成を定む。

積比に化合して水を生ぜざるべからず。此事實を證明せんが爲め、水銀上に倒立せるユーヂョメートル(刻度硝子管)に水素と酸素とを2:1の體積比に混じたるものを入れて點火するときは(かく密閉せる器内の氣體に點火するに)氣體の體積は全く消失し從つて水銀は電火を用ふ、

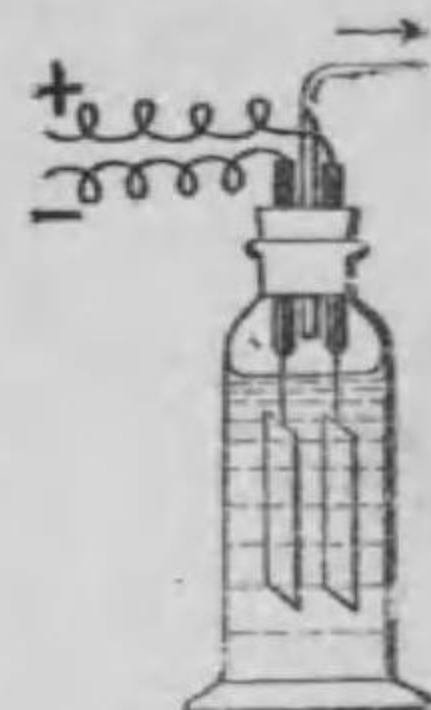
はユーヂョメートルに上昇して之を充たすに至るべし。ここに生成する水は極めて少量なるが故に、管壁に附着して僅かに曇りを生ず

るのみ。然れども若し此實驗を最初より100°以上の溫度に保てるユーヂョメートル内にて行はば化合によりて生じたる水是水蒸氣となり、その體積は精密に、使用したる水素の體積に等しきを知る。故に水の體積組成につき次の關係を得。



水素2體積は酸素1體積と化合して水蒸氣2體積を生ず。

(重量組成)水を成せる水素と酸素との重量の比は上の體積比と、其等氣體の重量とによりて直に算出するを得べし。今上の體積單位を立に取るときは次の關係あり。



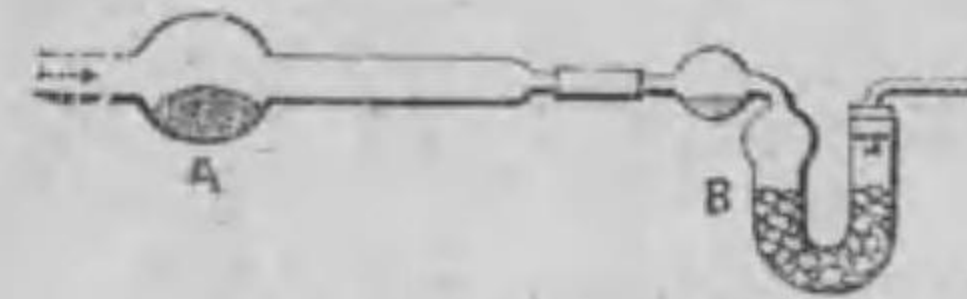
第25圖—水を電解してユーヂョメートルに容るる酸素と水素との混合物を製す。

(6) 水蒸氣は水に變ずるとき凡そ1700分の1の體積に收縮することに注意すべし。  
(7) 體積の單位を特に定めず之を比較するには幾體積或は幾容と云ふ語を用ひ、重量の單位を定めずして比較するときは量といふ語を用ふ。  
(8) 此關係は Gay-Lussac 氏の發見せし處なり。



水素 酸素 水蒸氣  
 (2立の重量=0.09g×2):(1立の重量=1.429g×1):(2立の重量=0.81g×2)  
 ∴ 1 : 8 : 9

故に水素と酸素とは 1:8 の重量比に化合して水の 9 を生ずるを知る。



第26圖—水素を酸化して水の重量組成を定む。

此重量組成を實驗的に證せんには、水素をば熱したる酸化銅を用ひて酸化し、生成せる水を鹽化カルシウムに吸収せしめて秤量し、

且一方に於て酸化銅の重量の減少を秤るを要す。例へば

水の重量=鹽化カルシウムを容れたる管(第26圖B)の重量の増加=a,

酸素の重量=酸化銅を容れたる管(同圖A)の重量の減少………=b,

とすれば、

水素の重量=水の重量-酸素の重量=a-b,

なるべく、a-b:b:aを計算するに正しく1:8:9の比をなし、精密に上の結果に一致す。

5. 摘要 水 融點 0°, 沸點 100°, 臨界溫度 365°, 比重 1.

所在	精製	性質	組成	用途
固体、液体、氣體をなし多量に存す。	濾過或は蒸溜による。	よく諸物質を溶解す。鹽化カルシウム、硫酸に吸収せらる。固化するにあたり膨脹し、液化するにあたり多量の熱を吸収す。	水素と酸素との2:1の體積の比、1:8の重量の比の化合物なり。	溶解用。寒劑。飲料。諸物質の製造。

定義

濾過 (Filtration)	細孔により固体と液体とを分離する操作をいふ。
蒸溜 (Distillation)	液体を夫れに溶解せる物質より分たんがため、熱し氣化せしめて他所に導き冷却して再び液化せしむる操作をいふ。
結晶 (Crystallization)	物質が外力の影響を受けず自然に凝固するに際して生ずる所の平面に團まれたる規則正しき形體を云ふ。

6. 問題 1.\* 水の體積組成及び重量組成を定むる方法を述べよ。 (33,34頁)

2.\* ユーヂオメートルに入れたる水素 30c.c. と酸素 10c.c. との混合物に電火を通ずれば、残留する氣體の體積如何。

解 水素 20c.c. は酸素 10c.c. と化合して水となり、水素 10c.c. は化合せずして残る。 答 水素 10c.c.

3. 前問に於てユーヂオメートルを初めより 100° 以上に保つときは其結果如何。

解 生成せる水は水素と同體積を取るにより 20c.c. の水蒸氣は 10c.c. の水素と混じて存在す。 答 水蒸氣 20c.c. 水素 10c.c.

4. ユーヂオメートルに水素と酸素との混合氣體 100c.c. を入れ電火を通じたるに酸素 40c.c. を残せり。最初の氣體の組成如何。

解 化合せし氣體 100c.c.-40c.c.=60c.c. の中その  $\frac{2}{3}$  は水素にして他は酸素なり。 答 水素 40c.c. 酸素 60c.c.

5. 水の 2 瓦を完全に電解せば幾立の水素と酸素とを生ずべきか。

解 水 2 瓦の中  $\frac{1}{9}$  は水素にして、 $\frac{8}{9}$  は酸素なり。故に其等の量の水素、酸素各 1 立の重量にて除したる商は求むる値なり。



即ち 水素...  $2 \times \frac{1}{9} + 0.09 \text{瓦} = 24.8(2)$   
 酸素...  $2 \times \frac{8}{9} + 1.42 \text{瓦} = 12.4(2)$

答 { 水素 24.8立  
 酸素 12.4立

6.\* 熱したる酸化銅管を水素により還元したるに 1.2 瓦の重量を減じたり。生成せし水の量如何。

解  $1.2 \text{瓦} \times \frac{9}{8} = 1.35 \text{瓦}$  答 1.35瓦

7. 重量 52.63 瓦の酸化銅管を 41.25 瓦の鹽化カルシウム管に連ね水素を通じながら赤熱に至らしめたるに、前者の重量は 49.82 瓦に減じ、後者の重量は 44.41 瓦に増せり。此結果より水の重量組成を定めよ。

解 水の重量 =  $44.41 \text{瓦} - 41.25 \text{瓦} = 3.16 \text{瓦} \dots \frac{3.16 \text{瓦}}{0.35 \text{瓦}} = 9$   
 酸素の重量 =  $52.63 \text{瓦} - 49.82 \text{瓦} = 2.81 \text{瓦} \dots \frac{2.81 \text{瓦}}{0.35 \text{瓦}} = 8$   
 水素の重量 =  $3.16 \text{瓦} - 2.81 \text{瓦} = 0.35 \text{瓦} \dots \frac{0.35 \text{瓦}}{0.35 \text{瓦}} = 1$

答 水素、酸素、水の重量比 1:8:9

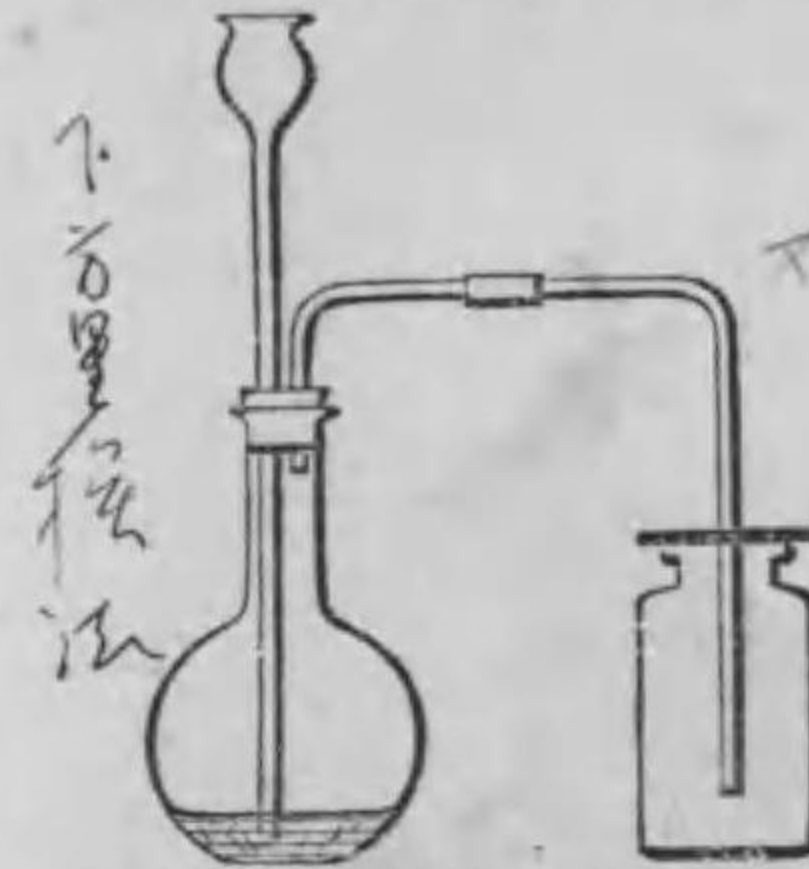
酸化銅を還元す

### 第三章 無水炭酸 酸化炭素

#### 第一節 無水炭酸 (CO<sub>2</sub>)

##### 1. 無水炭酸の製法

炭酸カルシウム (大理石或は石灰石) に稀鹽酸 (稀硫酸は不可なり) を加ふときは、炭酸カルシウムは分解して無水炭酸と稱する氣體を發生す。之れを導管によりて



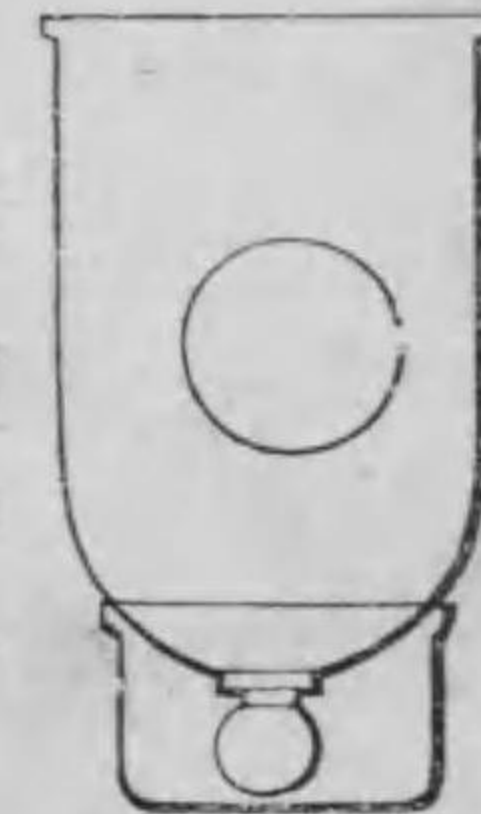
第27圖—石灰石に鹽酸を加へ發生する無水炭酸を下方置換により捕集す。

空虛なる壘底に導くときは次第に壘内の空氣を上部に驅逐して壘内に滿つ (第27圖)。かく器の下底より氣體を捕集する方

法を名づけて下方置換法と云ふ。

##### 2. 無水炭酸の性質

(性狀) 無水炭酸は無色の氣體にして、殆んど無臭なれども、微に酸性の味を呈し、毫も毒性を有せず。然れども動物の此中にて窒息するは呼吸に必要な酸素の缺乏に基づくが爲めなり。



第28圖—空氣(呼吸)にて吹きたる石鹼球が無水炭酸中に浮遊す。

〔密度〕此氣體は下方置換法によりて捕集せらるるによりて明なる如く空氣より重く、凡そ空氣

(1) 無水炭酸は又炭酸瓦斯とも、二酸化炭素とも稱せらるる物質にして、その發生に基づく現象は太古より知られたるも、16世紀 Helmholtz 氏之を他の氣體と區別し、18世紀に於て Lavoisier 氏之を炭酸と命名せり。

(2)  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CO}_2 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

稀硫酸は不可なり





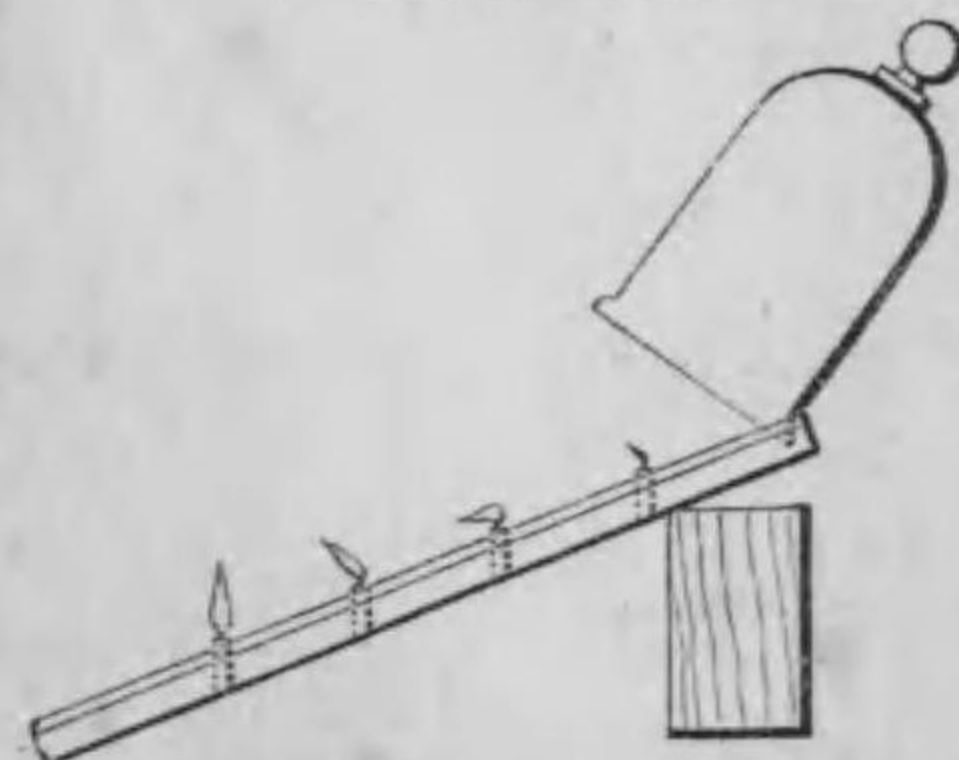
第29圖—無水炭酸の擴散が空氣より速きを示す。(3)

の密度に1.5倍す。かるが故に呼氣にて吹きたる石鹼球(呼氣は主に空氣より成る)は無水炭酸の上に浮游するの奇觀を呈し(第28圖),又第14圖(第23頁)の装置によりて其擴散速度を空氣に比ぶるに、水素を用ひたる場合とは全く反對の結果を呈し、重き氣體の擴散速度の小なるを確むるを得べし(第29圖)。

【液化】無水炭酸の臨界溫度は<sup>31.1°C</sup>にして常溫より<sup>31.1°C</sup>は高溫にあるを以て單に壓縮するによりて液化せしむるを得。液狀無水炭酸は銅製圓筒に貯藏し、炭酸水製造の目的に供用せらる。

【固化】液狀無水炭酸を放置するとき一部は氣化し其残りの部分は冷却して冰雪狀の固體に變ず。此物質はエーテルと稱する液體に溶解して零下80°の低溫を生ずるにより、寒劑として用途あり。

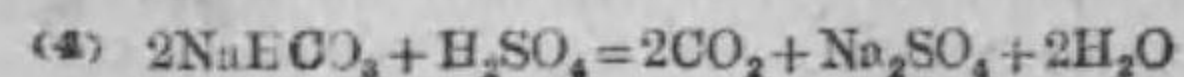
3. 無水炭酸の化學的性質



第30圖—無水炭酸を注ぎて燭の内の燭火を消滅せしむ。

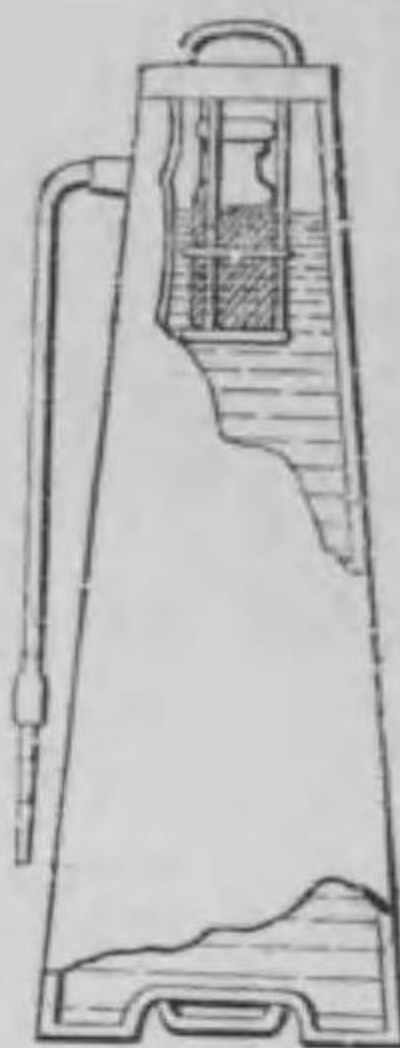
【燃焼との關係】無水炭酸は高溫に於ても酸素或は通常可燃物と化合せざるが故に、可燃性をも支燃性をも有せず。その4%を含む空氣も燭火を消滅せしむ(第30圖)。然れども通常重曹と硫酸とを作用せしめて無水炭酸を發生せしむる

(3) 第29圖の素燒筒を無水炭酸を充たす器内に入るときは水は管中に上昇し、無水炭酸を入る器を除くときは管の下端より氣泡を發す。



Handwritten notes at the top of page 39, including '0.12M 臨界溫度以下' and '2.0M 臨界溫度以上'.

消火器(第31圖)は、無水炭酸の消火作用よりも寧ろ急に無水炭酸を造り其壓力によりて水を噴出せしむる一種の唧筒と見るを可とす。



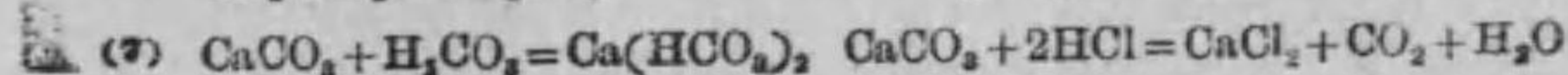
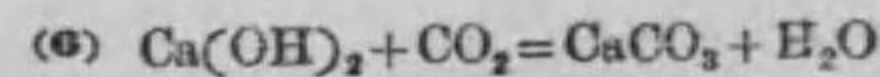
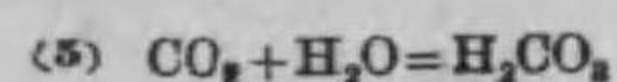
第31圖—消火器

【水との反應】無水炭酸は常溫に於て其密度の大小に關せず常に等體積の水に溶解し、其幾分は水と化合して炭酸と稱する化合物を生じ、爽快なる味を呈しリトマスを赤變す。然れども炭酸は甚だ不安定なる化合物にして、之を温むれば分解して無水炭酸を放出す。

無水炭酸が水に溶解する重量は無水炭酸の受くる壓の大なる程多く、水の溫度低き程大なり。彼のラムネ、サイダー、ビール等が栓を抜くときに盛んに沸騰し、或は日向に於て往々壺の破裂することあるは、壓の減少若しくは溫度の上昇につれ無水炭酸の溶解する度合の減ずるが爲めなり。

【石灰水との反應】無水炭酸を石灰水に通ずれば白濁を呈す(第8頁)。これ石灰水中に溶解する水酸化カルシウムが無水炭酸と化合して炭酸カルシウムと稱する固體を生ずに由る。斯く液體が他の氣體或は液體と會して析出する固體を沈澱と稱す。炭酸カルシウムは種種の酸に溶解し易きを以て、上の沈澱に引續き無水炭酸を通じて炭酸を生ぜしむるか、或は鹽酸を加ふれば再び澄明の液となる。

【苛性加里との反應】無水炭酸を充たせる器を苛性加里の溶液中に倒

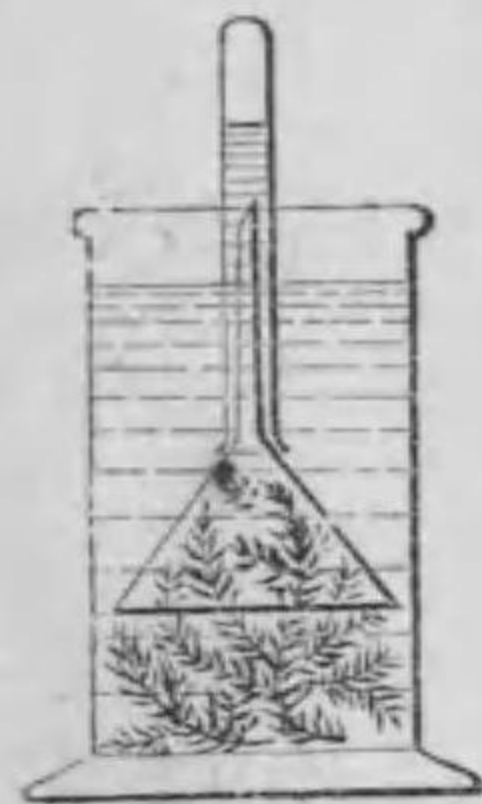




立せば、液は直ちに器内に上昇して、此氣體がよく苛性加里溶液に吸収せらるるを示すべし。之れ無水炭酸が苛性加里と化合して炭酸加里と稱する物質を生ずるに由る。<sup>(8)</sup>然れども炭酸加里は炭酸カルシウムと異りて水に溶解し易きを以て、石灰水の場合の如く、沈澱を生ずることなし。此反應に基づき苛性加里は屢々無水炭酸の吸収剤として實驗に用ひらる。

4. **無水炭酸の成分** (合成)木炭が酸素中に於て燃焼するときは無水炭酸を生ずるに由り(第8頁)、無水炭酸は木炭をなせる元質即ち炭素と酸素との化合物なるを想定するを得。

《分解》無水炭酸の成分が果して上の如く炭素及び酸素ならんには、無水炭酸より酸素成分を奪取せば炭素を残すべく、炭素成分を奪



第32圖—葉綠により無水炭酸を分解して酸素を捕集す。

取せば酸素を遊離すべきなり。此事實を確めんがため、無水炭酸を酸素と化合し易き性を有するナトリウム(第32頁)と共に熱するときはナトリウムは酸化ナトリウムとなり同時に黒色の炭素を析出し、<sup>(9)</sup>又葉綠を無水炭酸の水溶液に浸して日向に晒すときは炭素は植物體に同化せられ<sup>(10)</sup>酸素は氣體となりて發生するを見る。<sup>(11)</sup>

上の分解、合成の結果、無水炭酸は炭素と酸素

(8)  $2KOH + CO_2 = K_2CO_3 + H_2O$

(9)  $CO_2 + 4Na = C + 2Na_2O$

(10) 無水炭酸は生成に際し多量の熱を發生するが故に、反對に分解には外部より熱或は他のエネルギーを供給せざるべからず。同化作用に際し日光を要するは之れが爲めなり。

(11)  $CO_2 - C = O_2$

とを成分とするを知る。

5. **無水炭酸の組成** (重量組成)木炭の一定量を硝子管に入れて熱し、之に酸素を通じ、燃焼によりて生ずる無水炭酸を苛性加里に吸収せしめ(第34頁第26圖参照)、以て消費せる木炭の重量と生成せる無水炭酸の重量とを比較するに常に1:3.7の比をなすを見る。従つて此化合に與かれる酸素の重量は上の二量の差  $3.7 - 1 = 2.7$  にして、無水炭酸の組成は次の如くなるを知る。

炭素	1	:	2.7	:	3.7
或は	3	:	8	:	11

即ち炭素と酸素と3:8の重量比を以て化合し其重量の和に等しき量の無水炭酸を生ず。

《體積組成》上の重量を其等の密度を以て除すれば容易に其體積の關係を求むるを得べし。即ち

炭素……………體積未知

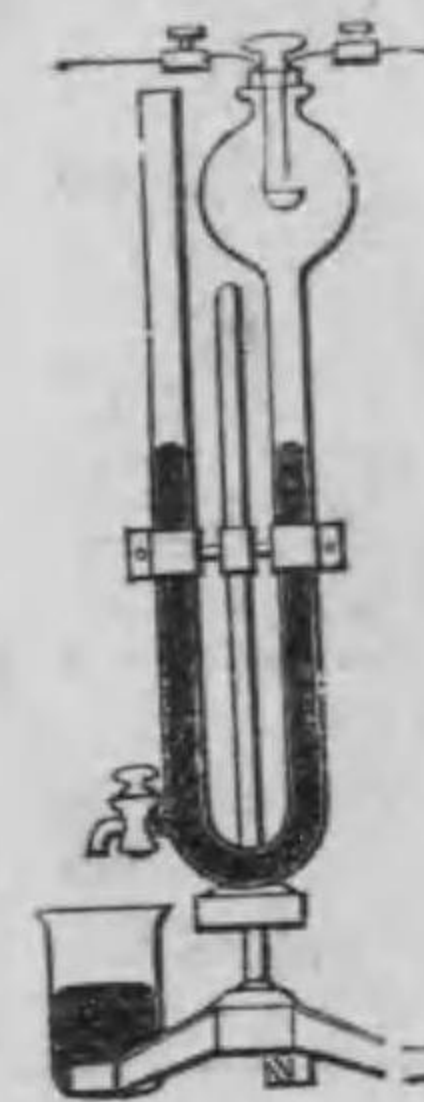
酸素の體積 =  $\frac{8}{1.43} = 5.6$  (1.43は酸素の密度)

無水炭酸の體積 =  $\frac{11}{1.96} = 5.6$  (1.96は無水炭酸の密度)

故に生成せる無水炭酸の體積は消費せる酸素の體積に等しきを知るべし。

炭素	+	酸素	=	無水炭酸
體積未知		□		□

此結果は又一定體積の酸素中に木炭を燃焼せしむるも、反應前後に於て毫も其體積に増減なきことによりて、實驗的に定めらる(第33圖)。



第33圖—一定體積の酸素中に於て木炭が熱ゆるも體積に増減なきを示す。



6. **無水炭酸の生成所在** 無水炭酸は炭素と酸素との化合物なるが故に、一般に炭素又は炭素化合物の燃焼によりて生じ、又動物の呼吸によりても生ず。蓋し動物の呼吸は攝取せる食物(炭素化合物)の緩漫なる酸化に外ならざればなり。<sup>(12)</sup> 無水炭酸は又地中より噴出し、或は水に溶解して湧出することあり。無水炭酸生成の原因はかく種種あるに、大氣中に含まるる量は凡そ大氣の一萬分の四體積にして大なる増減なきは、前に述べたる(第40頁)植物の分解的作用の結果なり。

7. **摘要** 無水炭酸 1立の重さ 1.96瓦、沸點-79°、臨界温度 31°、溶解度 水と同體積。

所在	製法	性質	組成	用途
大氣の一萬分の四	炭酸カルシウムを鹽酸にて分解す。炭酸ナトリウムを硫酸にて分解す。	無色無臭酸味。其4%體積以上を含む空氣は消火す。水に溶け炭酸を生じ、石灰水を白濁し、苛性加里に吸収せらる。	重量組成=炭素、酸素、無水炭酸 3:8:11 體積組成=酸素、無水炭酸 1:1	清涼飲料用。消火器用。寒劑。

8. **問題** 1.\* 無水炭酸の製法、及びその性質、鑑識法を記述せよ。(37,38頁)

2.\* 別別の器に入れたる酸素、窒素、無水炭酸あり。之れを識別するには如何にするか。

<sup>(12)</sup> 空氣中千分の七の無水炭酸を含むものは健康を害ふ。此害は無水炭酸の外呼吸作用によりて生ずる有毒物(揮發性有機酸、アムモニア、硫化水素、炭化水素等)の作用を多しとす。而して人は一時間に凡そ20立の無水炭酸を呼出するにより、一時間に3立方メートルの空氣を要する割合なり。

**解** 三個の器に順にマッチの餘燼を入れるに、之に點火するものは酸素なり。残りの二つに石灰水を入れて振盪するに白濁を呈するは無水炭酸にして、然らざるは窒素なり。

3.\* 上の三種の氣體混合物より順次無水炭酸、酸素を除きて窒素を残す方法如何。

**解** 混合氣體を苛性加里液に通ずれば無水炭酸を失ひ、残りの氣體中に燐を燃焼せしむるか、或は之を加熱せる木炭上に通じたるものを更に苛性加里液に通ずれば酸素を失ひ、窒素のみとなる。

4. **ビール、シャンパン等は成るだけ冷處に置く方宜しきは何故なるか。**

**解** 温度高き處に置かば溶解せる無水炭酸は氣體に變じ其壓力によりて場を飛ばし、又は場を破裂せしむる虞れあればなり。

5.\* 無水炭酸の重量組成及び體積組成を述べ、且つ是等を定むる方法を説明せよ。(41頁)

6.\* 蠟燭の燃焼する際生じたる物質の重量は消耗せし蠟燭の重量より大なるは何故なるか。

**解** 蠟燭成分は酸素と化合して水と無水炭酸とに變ずるが故に、加はりたる酸素の重量だけ重くなる。

7.\* 大氣中に炭酸瓦斯の存在することを證明し、且其存在と動植物の生育との關係を述べよ。

**解** 清淨なる硝子壺に少量の石灰水を入れて振盪すれば炭酸カルシウムの白濁を呈することによりて、空氣が炭酸瓦斯を含有することを知る。其動植物との關係は42頁に委し。

8.\* 炭素12瓦を燃焼して生ずる無水炭酸の重量如何。又此際空氣幾立を要するか。



【解】 炭素3量は酸素8量と化合して無水炭酸の11量を生ず。故に炭素12瓦より生ずる無水炭酸の重量は  $12 \times \frac{11}{3}$  瓦にして、酸素は  $12 \times \frac{8}{3}$  瓦 即ち  $12 \times \frac{8}{3} \times \frac{1}{1.429} = 22.4$  (立) なり。

答 無水炭酸 44瓦, 酸素 22.4立。

9.\* 1000立方尺の空氣中に水素又は木炭が燃焼するとき, 此中の酸素が悉く燃焼に費さるれば, 幾何體積の水蒸氣又は炭酸瓦斯を生ずるか。

【解】 空氣1000立方尺の中には其  $\frac{1}{5}$  體積即ち 200 立方尺の酸素あり。而して酸素1體積よりは水蒸氣ならば2體積, 無水炭酸ならば1體積を生ずるが故に, 求むる水蒸氣の體積は酸素200立方尺の2倍にして, 無水炭酸は200立方尺なり。

答 水蒸氣 400 立方尺, 無水炭酸 200 立方尺。

10.\* 酸素3立中に炭素1瓦を燃すとき生ずる物質の名, 其重量及び燃えたる後の氣體の全體積を記せ。

【解】 炭素1瓦を燃すに要する酸素は  $\frac{8}{3}$  瓦にして, 其體積は

$$\frac{8}{3} \text{瓦} \div 1.429 \text{瓦} = 1.86 \text{立}$$

ここに酸素3立あるが故に, 炭素は悉く燃焼して酸素と同體積即ち1.86立の無水炭酸を生じ, 其重量は

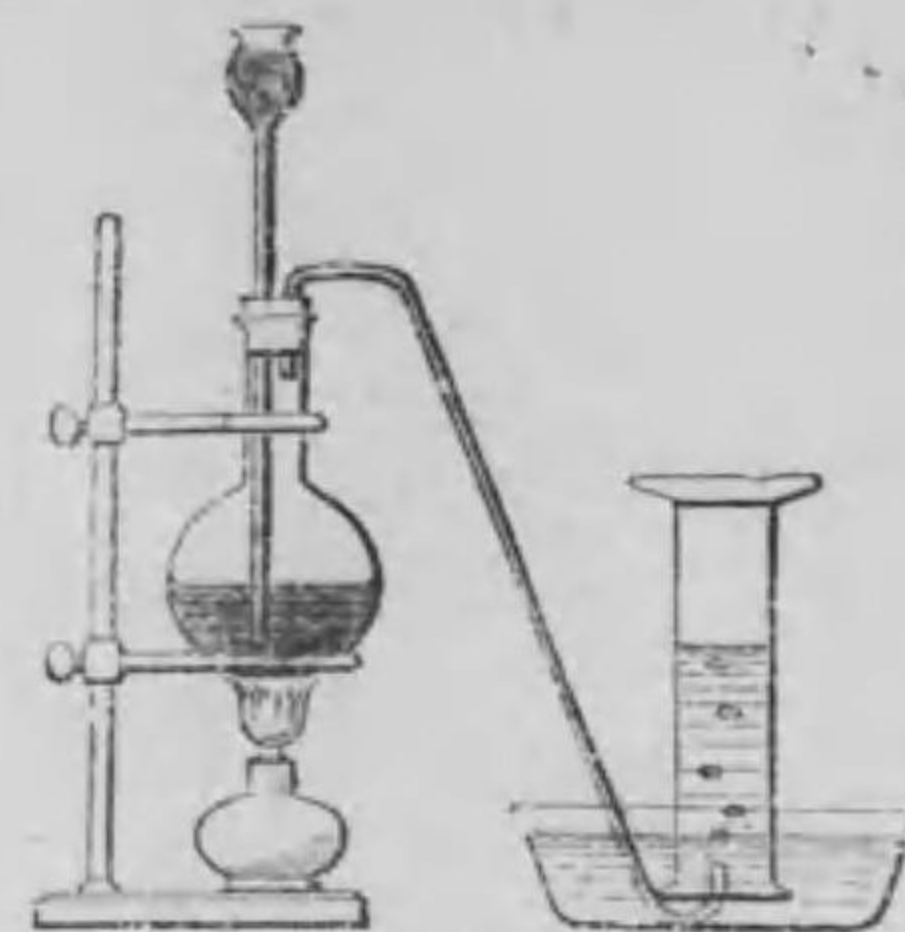
$$1.86 \text{瓦} \times 1.86 = 3.6 \text{瓦} \quad (1.86 \text{瓦は無水炭酸1立の重さ)}$$

而して消費せる酸素と生成せる無水炭酸とは等體積なるが故に, 燃えたる後の全體積は元の通りなり。

答 無水炭酸 3.6 瓦を生じ, 全體積は3立なり。

### 第二節 酸化炭素

1. **酸化炭素の製法** 蟻酸と稱する無色の液體に濃硫酸を加へて熱すれば, 蟻酸は濃硫酸の爲めに水素及び酸素の二成分



第34圖—蟻酸を濃硫酸にして分解し發生する酸化炭素を水上に捕集す。

を水を造る割合に奪はれて分解し, 酸化炭素と稱する氣體を發生するが故に, 之を水上に捕集す。時として蟻酸の代りに蓚酸と名づくる白色の結晶を用ふることあり。此場合には酸化炭素は等體積の無水炭酸を伴ふが故に之を水上に捕集する前に苛性加里の溶液を通過せしめて (第31頁第21圖の場を用ふ) 無水炭酸を除去するを要す。

2. **酸化炭素の物理的性質** 酸化炭素の物理的の諸性質は頗る窒素に似たり。今次に之を比較せんに,

	酸化炭素	窒素
1 性 狀	無色 無臭 無味	無色 無臭 無味
2 密度(每立)	1.25瓦	1.25瓦
3 溶解度(水1體積毎に)	40分の1體積	60分の1體積
4 臨界溫度	-140°	-140°
5 臨界壓	36氣壓	35氣壓

即ち, 酸化炭素は空氣よりは稍輕き無色の氣體にして, 水に溶け難く, 又甚だ液化し難し。

3. **酸化炭素の化學的性質** (酸素との化合) 酸化炭素を充せる壺内に燭火を下すに, 酸化炭素は壺口に於て引火し淡青色の

(\*)  $\text{CH}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} = \text{CO}$   
 (\*\*)  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 - \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{CO}_2$



焰を揚げて燃焼<sup>(4)</sup>し、壺内の燭火は消滅す。故に酸化炭素は可燃性を有するも支燃性を有せざること水素に似たり。然れどもその焰色の淡青色なると、生成物が無水炭酸なるとによりて容易に水素と識別するを得るなり。

かく酸化炭素は更に酸素と化合<sup>(即ち燃焼)</sup>して無水炭酸を生ずるが故に、無水炭酸に比ぶれば割合に酸素成分の量少なからざるべからず。従つて無水炭酸を還元して酸化炭素に變ずるを得べきなり。

《無水炭酸の還元》水素或は炭素は此目的に適する物質にして、今無水炭酸と水素との混合氣體を灼熱せる細管に通じて強熱するとき、無水炭酸は水素のために其酸素成分の幾分を奪ひ去られて酸化炭素となり、又無水炭酸を赤熱せる木炭上に通ずるも酸素を失ひて酸化炭素に變ず<sup>(5)</sup>。熾んに起る炭火の上に青色の焰を見ることあるはこの變化により生じたる酸化炭素の燃焼するに由るなり。

《還元作用》酸化炭素は無水炭酸の還元生成物なるが故に、再び酸素と化合するの傾向に富み従つて強力なる還元作用を呈す。故に此物質は水素と共に氣狀をなせる還元劑として、金屬酸化物より金屬を遊離せしむるに供せらる<sup>(6)</sup>。

《生理作用》酸化炭素は頗る有毒にして、其1%を含む空氣も暫時にして人を斃すといふ。之れ酸化炭素は血液中に存在して酸素を吸收する作用を營む血赤素(ヘモグロビン)と化合して酸化炭素ヘモグロビンと稱する分解し難き化合物を生じ、血赤素をして酸素

(3)  $2CO + O_2 = 2CO_2$

(4)  $CO_2 + H_2 = CO + H_2O$

(5)  $CO_2 + C = 2CO$

(6)  $Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$

*2 CO + O2 = 2 CO2*

攝取の官能を失はしむるによる。

《鑑識》酸化炭素は青色の焰をあげて燃焼すること、燃焼果生物の無水炭酸なることにより、他の氣體より識別せらる。

4. **酸化炭素の組成** 酸化炭素は酸素と化合して(燃焼して)無水炭酸となるが故に炭素と酸素との化合物なるは明らかなりと雖も(第40頁)、その組成は無水炭酸の如く、一定量の炭素と酸素とを化合せしめて定むるを得ず。之れ炭素を酸化するときは直に無水炭酸を生じ、所要の酸化炭素を生じ難ければなり。故に酸化炭素の組成は下の如き間接の方法により推定せざる可からず。

《體積組成》今水銀上に倒立せるユーヂョメートルに酸化炭素と酸素を正しく2:1の體積比に容れ、電火を通して之を化合せしむるに(第33頁第24圖)、その體積は元の $\frac{2}{3}$ に收縮す。次に其處に苛性加里の濃溶液の數滴を入るるに残留する氣體は全く吸收せられて無水炭酸なりしを示すべし。故に次の關係あり。

$$\begin{array}{ccccc} \text{酸化炭素} & & \text{酸素} & & \text{無水炭酸} \\ \square & + & \square & = & \square \end{array} \dots\dots (1)$$

酸化炭素の2體積は酸素1體積と化合して無水炭酸2體積を生ず。

然るに、無水炭酸は等體積の酸素より生ず(第41頁)。即ち、

$$\begin{array}{ccccc} \text{炭素} & & \text{酸素} & & \text{無水炭酸} \\ \text{體積未知} & + & \square & = & \square \end{array} \dots\dots (2)$$

(1), (2) 式の左邊を比較して(或は(2)式より(1)式を減じて)次の關係を得。

$$\begin{array}{ccccc} \text{炭素} & & \text{酸素} & & \text{酸化炭素} \\ \text{體積未知} & + & \square & = & \square \end{array} \dots\dots (3)$$

随つて酸化炭素2體積は酸素1體積と炭素と化合して成れるを知



(2) する。

【重量組成】上の體積組成の計算に於ける式(1),(2),(3)を比較するに、無水炭酸及び酸化炭素の同體積(2體積)中に含まれる炭素の重量は(1)式により明かに等しく、酸素の重量は(2)(3)により酸化炭素に於ては無水炭酸に於けるものの半分に相當するを見る。然るに無水炭酸の重量組成は炭素3:酸素8なるが故に、酸化炭素の重量組成は炭素3:酸素4なり。

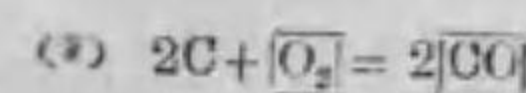
**5. 摘要** 酸化炭素 1 立の重量 1.25 瓦、臨界溫度 -140°, 沸點 -190°, 融點 -210°。

製法	性質	組成	用途
蟻酸を濃硫酸と共に熱して分解す。	有毒の氣體。青煙を揚げて酸化し無水炭酸を生ず。還元作用を呈す。	重量組成炭素と酸素 3:4, 體積組成酸素と酸化炭素 1:2。	還元劑。

**6. 問題** 1.\* 木炭の燃焼に際し酸化炭素を生ずることあるは何故なるか。 (46頁)

2.\* 無水炭酸と酸化炭素との性質を比較せよ。

酸化炭素	無水炭酸
1 空氣より軽く、液化し難し。	空氣より重く、液化し易し。
2 水に溶解し難し。	水に溶けて炭酸となる。
3 石灰水並びに苛性加里に作用せず。	苛性加里に吸収せられ、石灰水を白濁す。
4 血色素と化合し其作用を失はしむ。	毒作用を呈せず。
5 還元性を有し、酸化して無水炭酸となる。	酸化する性なし。



3. 木炭を充たせる管を赤熱し、之に 1 體積の無水炭酸を通ずれば、如何なる化合物の幾體積を生ずべきか。

【解】 無水炭酸は還元せられて、酸化炭素を生ずべし。而して酸化炭素は其  $\frac{1}{2}$  體積の酸素と化合して自己と等體積の無水炭酸を生ずるにより、無水炭酸 1 體積は赤熱せる炭のため酸素  $\frac{1}{2}$  體積を失ひて酸化炭素 1 體積となり、此  $\frac{1}{2}$  體積の酸素は炭素と化合して其 2 倍體積、即ち 1 體積の酸化炭素となる。故に無水炭酸 1 體積は炭素と化合して酸化炭素 2 體積を生ず。<sup>(\*)</sup>

4.\* 前問に於て無水炭酸 150c.c. を用ふれば結果如何。

【解】 無水炭酸 150c.c. より酸化炭素 300c.c. を生じ、此際新たに添加せし炭素は酸化炭素 300c.c. - 150c.c. = 150c.c. 中に含まれるが故に、其重量は次の如し。

$$1.25 \text{瓦} \times \frac{150}{1000} \times \frac{3}{3+4} = 0.8 \text{瓦}$$

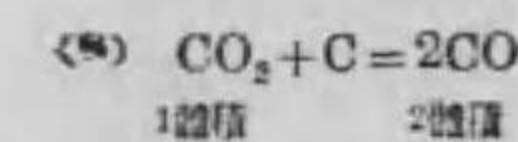
答 0.8 瓦の炭素と化合し、酸化炭素 300c.c. を生ず。

5.\* 酸素 10c.c. と酸化炭素 40c.c. とを混合して電火を通じたる後に存在する氣體は何より成るか。之を證明する方法を述べ且各成分の體積を見出せ。

【解】 酸素 10c.c. は其 2 倍體積即ち 20c.c. の酸化炭素と化合して無水炭酸の 20c.c. を生じ、従つて 20c.c. の酸化炭素を残す。此混合氣體を苛性加里に出會はしむれば無水炭酸のみ吸収せられて體積は  $\frac{1}{2}$  に減じ、残留氣體は可燃性を有することより酸化炭素なるを知る。

6. 酸化炭素の 50c.c. に過量の酸素を加へて燃焼せしめたるに、80c.c. の氣體を生じたり、用ひたる酸素の體積如何。

【解】 50c.c. の酸化炭素より 50c.c. の無水炭酸を生ずるが故に、80c.c. - 50c.c. = 30c.c. は變化せざりし酸素の體積なり。而して此場合に費されたる酸素の體積は酸化炭素の體積の  $\frac{1}{2}$  なり。故に酸素の全體積は、





$$(83\text{c.c.} - 50\text{c.c.}) + 50\text{c.c.} \times \frac{1}{2} = 55\text{c.c.}$$

答 55c.c.

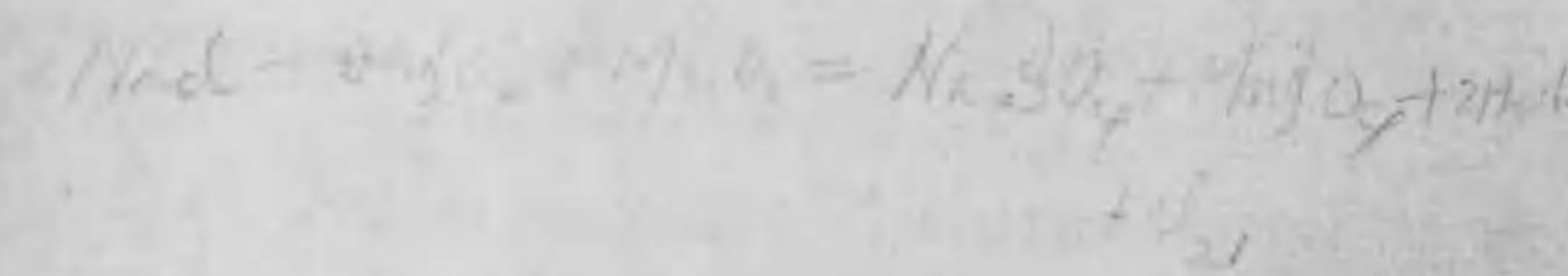
7.\* 次の組成を有する混合瓦斯 200 瓦を完全に燃焼せしむるには幾瓦の酸素を要するか。

水素 40瓦 一酸化炭素 40瓦 二酸化炭素 20瓦

解 混合氣體中二酸化炭素は燃焼に與からず。水素を燃焼するには 8 倍量の酸素を要し、一酸化炭素には  $\frac{4}{7}$  倍量の酸素を要す。故に求むる全重量は、

$$40\text{瓦} \times 2 \times 8 + 40\text{瓦} \times 2 \times \frac{4}{7} = 685.9\text{瓦}$$

答 686瓦



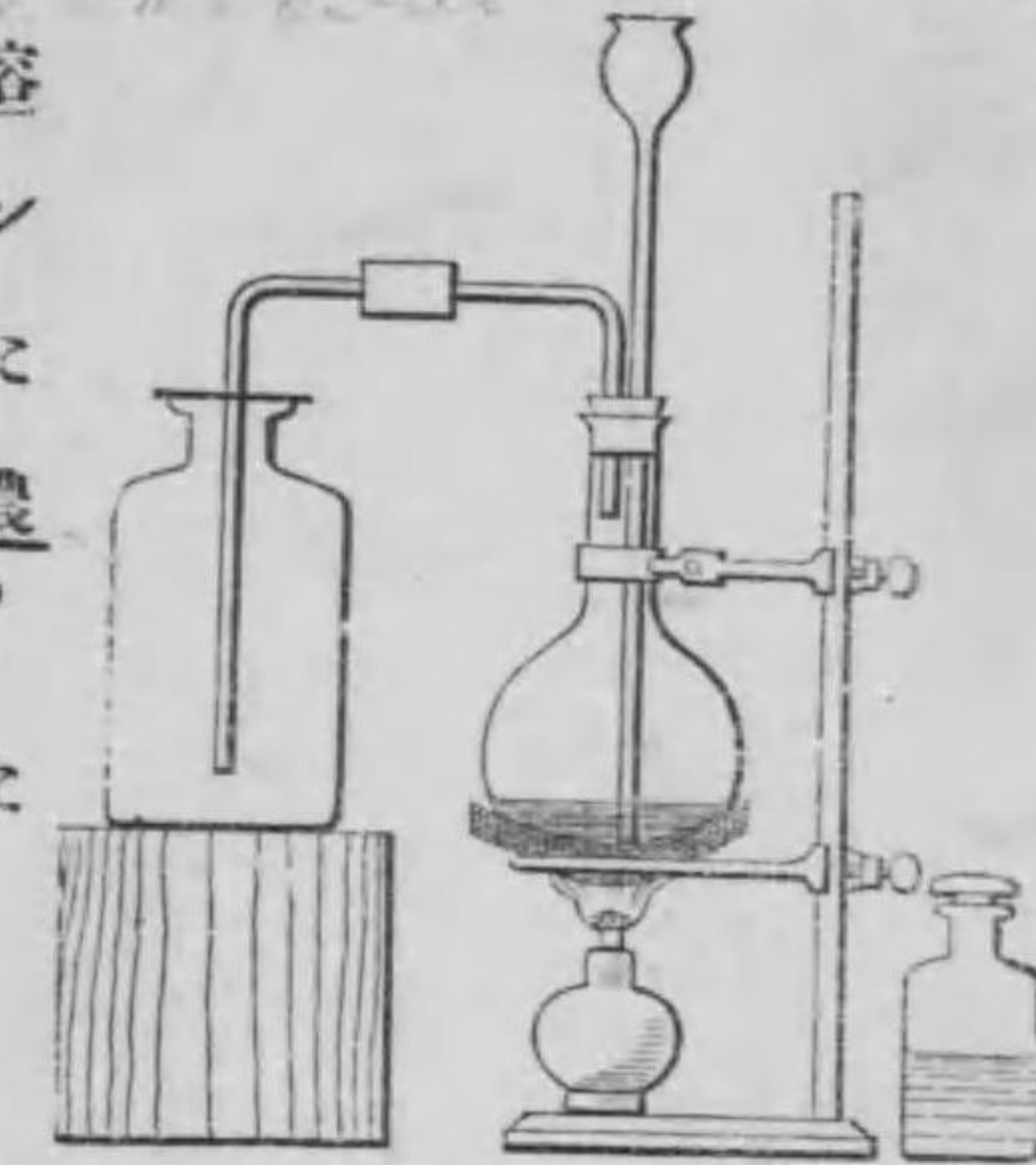
### 第四章 鹽素 鹽化水素

#### 第一節 鹽素 $\text{Cl}_2$

1. **鹽素の製法** 濃鹽酸を二酸化マンガンを共に熱すると<sup>(1)</sup>は鹽素を發生す。之れ前者に溶

存する鹽化水素が二酸化マンガンの爲めに酸化せられて分解せし<sup>(2)</sup>による。濃鹽酸の代りに食鹽と稍濃<sup>(3)</sup>厚なる硫酸とを用ふるも可なり。<sup>(4)</sup>

發生する鹽素は之を下方置換法によりて捕集す。



第 35 圖—鹽酸に二酸化マンガンを加へて熱し發生する鹽素を下方置換によりて集む。

2. **鹽素の物理的性質**

(性状)鹽素は強き刺戟臭を呈する黄綠色の氣體にして、(密度)空氣の

2.5 倍の密度を有し、(溶解度)水は 3 倍體積の鹽素を溶解し帶黄綠色の鹽素水となる。通常鹽素水は重量にて 0.4% の鹽素を溶存し、試藥又は醫藥となす。

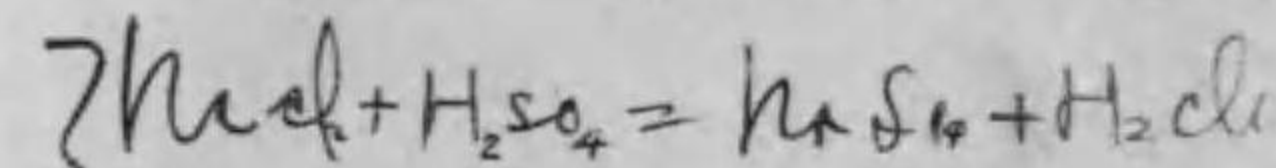
(液化)鹽素を冷却して零下 34° に至らしむれば凝結して濃厚なる

(1) 鹽素は 1774 年瑞典の Scheele 氏之を發見し、1810 年 Gay-Lussac 氏は黄綠色を意味する希臘語に因み之を Chlor (鹽素) と名づけたり。

(2)  $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 二酸化マンガンの代りに酸素を遊離し易き鹽素酸カリウムを用ふるも亦鹽素を得るも、爆發性化合物を伴ひ生ずる虞れあり。

(4)  $2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaCl} + \text{MnO}_2 = \text{Cl}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$





黄緑色の油状に變ず。この液状鹽素(鹽素水と同視すべからず)は1.5の比重を有し、更に冷却すれば結晶状の固體に變ず。

3. 鹽素の化學的性質 鹽素は強き化合力を有する物質にして、《水素との化合》特に水素と化合し易きは鹽素の最も主要なる性質なりとす。今水素の燭を鹽素の中に下せば燭は蒼白色に變じて燃焼は依然として持續し、鹽化水素と稱する刺激性臭氣ある氣體を生ず。この現象は燃焼には必ずしも酸素を要せざる好例なり。鹽素と水素とを混じたるものも亦點火或は直射日光によりて爆發的に化合して鹽化水素を生ず。



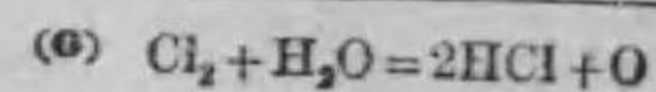
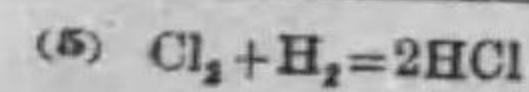
第36圖—鹽素の中に水素を燃焼せしむ。

《水素成分との化合》鹽素はかく遊離状の水素と化合するのみならず、又水素化合物より其水素成分を奪取して之れと化合し、他の成分を遊離せしむ。例へば點火せる蠟燭を鹽素中に下せば蠟(水素及炭素を含む)は分解して盛んに煤煙(即ち炭素)を揚げ、(第37圖)、又鹽素水を日向に置くときは、水は水素成分を奪はれて分解し、酸素を遊離す。



第37圖—蠟燭が鹽素中にて煤煙を揚げて燃焼す。

《漂白作用》鹽素が水を分解する作用は植物性色素の如き酸化せらるべき物質の存在に於ては頗る容易に行はる。而して此際水より遊離する酸素は普通の酸素氣體と異なり劇烈なる酸化作用を呈するものにして



て、色素は之に作用せられて無色に變じ、微生物は撲滅せらる。斯く化合物より分解する瞬時に於ける物質は之を發生機(發生機)の物質と稱して、通常の状態にあるものと區別するを常とす。鹽素の用途は主に此發生機の酸素の酸化作用に基づくなり。

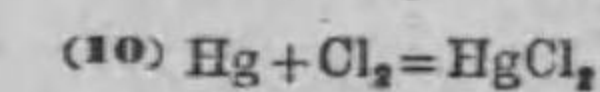
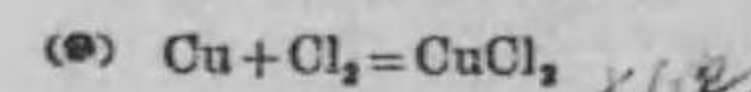
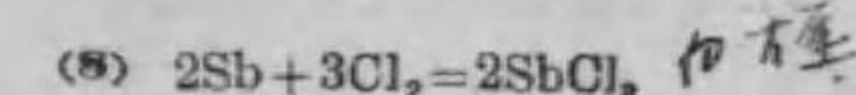
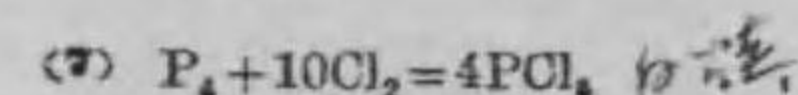
《其他の物質と化合》(1) 鹽素の中に黄磷を下すときは先づ自然に融解し遂に發火して燃焼を初め、鹽化磷の白煙となる<sup>(7)</sup>。故に鹽素は酸素よりも容易に磷に化合するを知る。(2) 鹽素の中にアンチモンの粉末を撒下すればアンチモンは化合熱の爲めに赤熱せられつつ鹽化アンチモンの白煙を生じ、<sup>(8)</sup>(3) 銅箔を入れるれば忽ち發火して青白色の鹽化銅となり、<sup>(9)</sup>又熱したる眞鍮線は燃焼を持續す。鹽素は又水銀に作用して鹽化水銀を生ずるが故に、之を水銀上に捕集するを得ざるなり。上に生じたる如き鹽素の化合物を一般に鹽化物と稱す。



第38圖—鹽素中にて眞鍮線を燃焼す。

4. 鹽素の用途 鹽素は其間接の酸化性を利用して、多量に製紙原料たる木材、薬、襪の漂白、或は染色用木綿纖維の漂白、並に消毒殺菌用に供し、又近時毒瓦斯の名を以て戦争に用ひらる。是等の目的に供するものは通常液状となして鋼製圓筒に貯へ、或は消石灰に吸収せしめ(漂白粉と稱す)て貯蔵せらる。

5. 鹽素の所在 鹽素はその化合力の強盛なるがため天然に遊離状をなすことなく、主にナト





リウム及びマグネシウムと化合して多量に海水中に存在す。食鹽及びニガリ之れなり。

**6. 摘要** 鹽素 1 立の重さ 3.22 瓦, 比重 2.5 (空氣=1), 融點 -102°, 沸點 -33.6°, 臨界温度 +146°, 溶解度 水に 3 倍體積。

所在	製法	性質	用途
食鹽, 鹽化マグネシウムの成分	鹽酸を二酸化マンガにて酸化す。(食鹽に硫磺と二酸化マンガンを加へて熱す)。	黄綠色惡臭の氣體。水に溶解して鹽素水となる。水素及び金屬と化合し易し。水の酸素を遊離せしめ間接に酸化作用を呈す。	漂白用。消毒用。戦争用。

定義

發生機 (Nascent state)	化合物より分解する瞬時に於ける物質 (元素) を發生機物質と稱す。
鹽化物 (Chloride)	鹽素と他物質との化合物を云ふ。

- 7. 問題**
- 1.\* 鹽素の製法及び性質を問ふ。(51, 52 頁)
  - 2.\* 鹽素は水の存在に於て漂白劑として作用する理由。(53 頁)
  - 3.\* 鹽素中に燭火, アンチモン, 水素燐を入れたる時の化學變化を詳述せよ。(53 頁)
  - 4.\* 鹽素の工業上の製法及び用途を記せ。(53 頁, 140 頁)
  5. 鹽素を製するに下方置換による理由如何。

**解** 鹽素は水に溶解し易きにより水と上方置換を行ふを得ず, 又水銀を侵すにより水銀とも置換するを得ざるが故に, 空氣より 2 倍以上重き性質に基づきて下方置換法を用ふるなり。然れども毫も空氣を混ぜざる鹽素は食鹽の濃水溶液を用ひて上方置換によりて捕集するを可とす。

6. 酸素と鹽素との水素に對する化學作用の差異如何。

**解** 酸素は水素と高温にあらざれば化合せざるに, 鹽素は水素と常温に於ても徐々に化合し, 又日光により急激に化合するを異れりとす。

- 7.\* 鹽素の 1 瓦を得るには二酸化マンガ幾瓦を要するか。

**解** 鹽酸より鹽素 71 量を得せしむるには二酸化マンガンの 87 量を要す(第 56 頁)。

故に求むる二酸化マンガンの量は

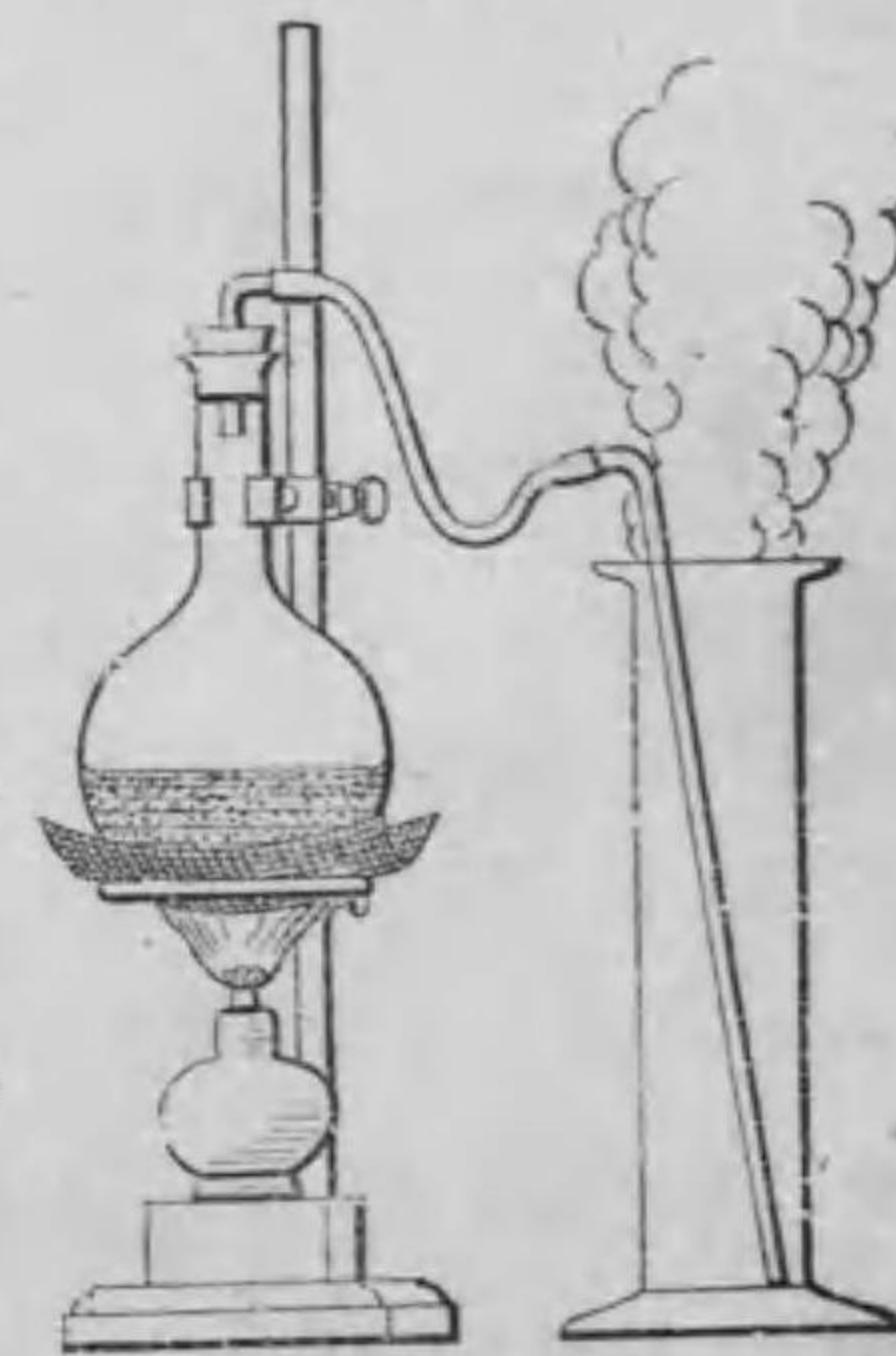
$$1 \text{瓦} \times \frac{87}{71} = 1.23 \text{瓦}$$

答 1.23 瓦

第二節 鹽化水素

1. **鹽化水素の製法** 鹽化水素は鹽素と水素との化合によりて生ずるも, 鹽化物に硫酸を加へ, 前者の鹽素成分と後者の水素成分とを化合せしめて製するを便とす。通常鹽化ナトリウム(食鹽)に濃硫酸を加へて熱し, 發生する鹽化水素を空氣と下方置換によりて捕集す。

而して食鹽のナトリウム成分は硫酸ナトリウムとなりて發生器に残留す。

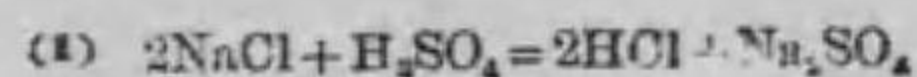


第 39 圖—食鹽と硫酸とを熱して鹽化水素を製取す。

2. **鹽化水素の性質** (性状)

鹽化水素は空氣より 1.3 倍重き無色の氣體にして, 劇しき刺戟臭と強き

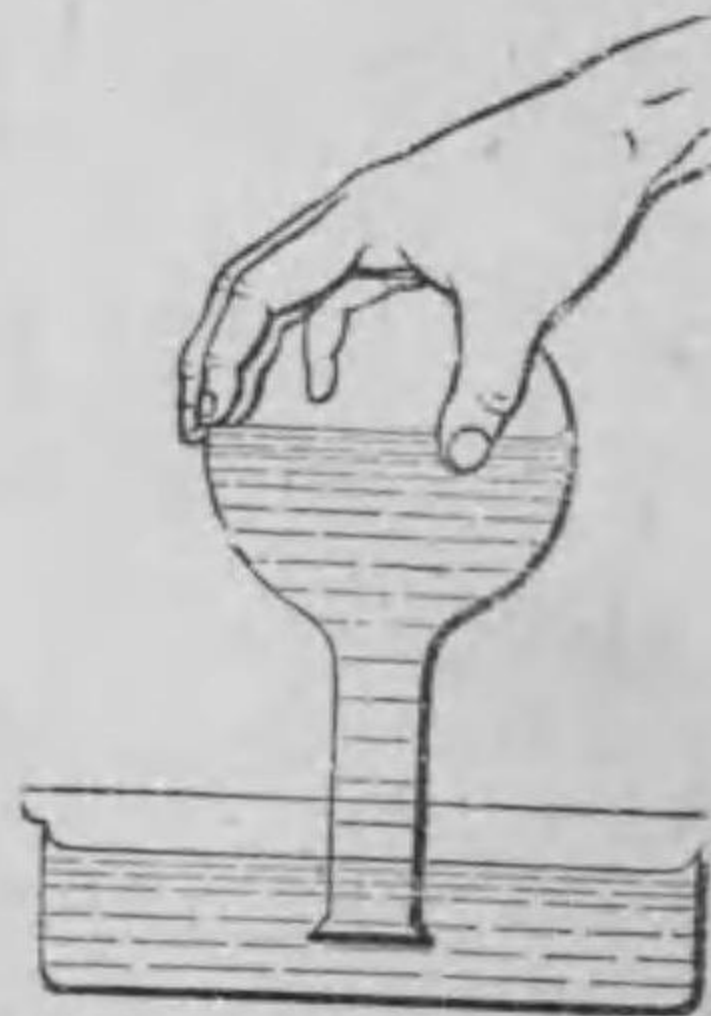
酸味とを有し, 青色リトマスを赤變す。(續談)鹽化水素の特異なる





は空氣に逢ひて白煙を生ずることにして、之れ此氣體を鑑識するに用ひらるる重要な性質なり。此白煙は空氣中の水蒸氣の凝結して生じたる霧にして一定量の鹽化水素<sup>(2)</sup>を溶存す。〔液化〕鹽化水素を冷却して壓縮すれば無色の液體となる。液狀鹽化水素は零下30°に於て沸騰し、零下110°に於て氷結す。〔燃燒との關係〕鹽化水素は鹽素と異なりて支燃性なく、又自ら燃燒することなし。

3. **鹽化水素の溶解** 鹽化水素を充たせる器を水上に倒立せば水は非常なる勢ひを以て器内に突入して、鹽化水素が極めて水に溶解し易きを示すべし。稍精密なる實驗によるに1立の水は實に450立の鹽化水素を溶解するを知る。



第40圖—鹽化水素を充たせる器内へ水の突入するを示す。

鹽化水素を溶解せる水は

- (1) 甚だ強き酸味を有し、
- (2) 青色リトマス<sup>(3)</sup>を赤變し、
- (3) マグネシウムを浸すときは盛に水素を發生す。

斯かる性質を有する物質を一般に酸と稱し、青色リトマス<sup>(3)</sup>を赤變する變化を酸性反應と稱す。而して此處に生じたる鹽化水素の水溶液を鹽酸と名づく<sup>(4)</sup>。

(2) 白煙は20%の鹽化水素を含む。

(4) 鹽酸とは鹽化水素酸の略語なり。鹽酸は煉金時代より使用せるも其純粹なるものは1636年に於てGlauber氏今日の方法によりて製取せり。

4. **鹽化水素の組成** 〔合成〕鹽素は水素の等體積と化合して其成分の體積の和に等しき體積の鹽化水素を生ず<sup>(4)</sup>。即ち



鹽素1體積 + 水素1體積 = 鹽化水素2體積を生ず

今此關係を實驗的に證明せん爲め中央に活栓を具ふる硝子管を取り、活栓の片側に鹽素を他の側に水素を容れ活栓を開きて日蔭



第41圖—鹽素と水素と等體積化合して鹽化水素を生ずるを示す。

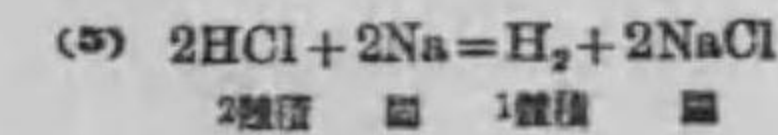
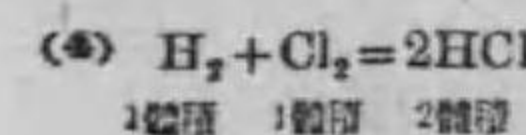
に置き、鹽素の黄綠色の消失するを待ちて管の一端を水銀中に開くに水銀は管内に上ることなく又管内氣體

の逸出することなきにより管内氣體の體積に變化なきを知り、次に之を水中に開くに忽ち水の管内に充満するによりて管内の氣體は悉く鹽化水素なりしを示し、從つて鹽素と水素と等體積の比に化合して其等の體積の和に等しき鹽化水素を生ずるを知るべし。

〔分解〕上の事實により逆に鹽化水素より鹽素を除去すれば其の $\frac{1}{2}$ 體積の水素を残さざるべからず。今鹽化水素を水銀上に於てユーヂォメートルに捕集し、これにナトリウムの水銀溶液を加へて振盪し、ユーヂォメートルを再び水銀中に開くに、正しく元の體積の半ばに相當する水素の残れるを見る<sup>(5)</sup>。

〔重量組成〕鹽化水素の重量組成は其體積組成と鹽素及び水素の密度とより容易に定めらる。即ち

$$\frac{\text{水素1立の重さ}}{\text{鹽素1立の重さ}} = \frac{0.09}{3.2} = \frac{1}{35.5}$$

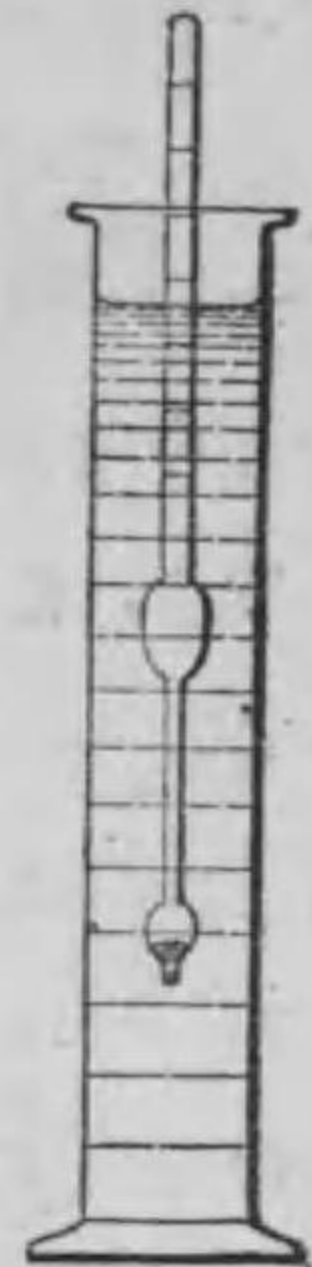




故に鹽化水素を成せる鹽素と水素との重量比は 35.5:1 なるを知る。

**5. 鹽酸** 《物理的性質》鹽酸は無色の液體にして、濃厚なるものは著しく鹽化水素の臭氣を放ち、濕りたる空氣中に於て發煙す。其比重 1.2 なるものは 40% の鹽化水素を含む。而して水を多く含むもの程比重小なるが故に、逆に鹽酸の比重を測りて鹽化水素の含量を知るを得べし。<sup>(6)</sup>

《化學的性質》鹽酸の諸性質は其中の鹽化水素に基因するは勿論なりと雖も、水に溶解せる鹽化水素は毫も水を含まざるものと大に其趣を異にし、(1) 酸性反應を呈し、(2) 亜鉛のために水素成分を驅出せられ、(3) 二酸化マンガに酸化せられて鹽素成分を遊離す。<sup>(7)</sup> 鹽化水素の



第42圖—浮秤にて鹽酸の比重を測る。



- A. …… 食鹽と硫酸とを熱する釜.
- B. …… 同上.
- C. …… 鹽化水素を吸收する水壺.
- D. …… 水を流下する塔.

第43圖—鹽酸を工業的に製造する裝置.

水中に於ける状態に就きては電離の章に於て詳述する所あるべし。(303頁)

(6) 鹽酸の濃度は其比重より 1 を減じたるものを 200 倍して求めらる 例へば日本藥局方鹽酸は 1.15 の比重を有するが故に、 $(1.15 - 1) \times 200 = 30\%$  の鹽化水素を含むが如し。

(7)  $2\text{HCl} + \text{Zn} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$      $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**6. 鹽化水素の用途** 鹽化水素は鹽酸とし、色素の漂白に多量に使用する鹽素製造に供せらるるのみならず、鹽化アモモニウム及び染料の製造、金及び白金の溶解(王水と)、酸化金屬の溶解(錫付の際)等に用ひ、又醫藥とし身體組織を收縮せしめ酸酵を制止し消化機能を活潑ならしむるために使用せらる。

**7. 鹽化水素の所在** 鹽化水素は稀に火口より噴出し、又鑛泉中少許に存在するに過ぎず。然れども胃液は凡そ 0.3% の鹽化水素を含有す。

**8. 摘要** 鹽化水素 融點  $-112.5^\circ$ 、沸點  $-83^\circ$ 、臨界溫度  $-52.3^\circ$ 、比重 1.27(空氣=1)、密度 毎立 1.641 瓦、液狀鹽化水素の比重 0.908(水=1)。

所在	製法	性質	組成	用途
噴火氣、鑛泉、胃液。	食鹽に硫酸を加へて熱す。	水蒸氣を凝結して發煙す。水に溶解して鹽酸となる。鹽酸は酸性反應を呈す。	鹽素と水素と鹽化水素とは體積にて 1:1:2、重量にて 35.5:1:36.5 の比をなす。	鹽素、鹽化アモモニウム、染料等の製造、試藥、醫藥。

定義

酸性反應 (Acid reaction)	青色リトマスを赤色に變ずる化學變化を云ふ。
酸 (Acid)	酸性反應を呈する物質を總稱して酸と稱す。

**9. 問題** 1.\* 鹽化水素の性質製法を記せ。(55,56頁)  
2.\* 鹽素と水素と化合して鹽化水素を生ずるとき、三者の體積を示す實驗を詳述せよ。(57頁)



3.\* 30%鹽酸(比重1.15) 1立を造るに要する食鹽の重量を求む。

解 此鹽酸の比重は1.15なるが故に、その1立の重量は1150瓦にして、其中30%は鹽化水素なり。而して鹽化水素36.5量中には鹽素35.5量を含み、此量の鹽素より食鹽58.5瓦を生ずるが故に、逆に求むる食鹽の重量は次の如し。

1150瓦 x 0.3 x 58.5 / 36.5 = 553瓦 答 553瓦

4. 鹽化水素の百分組成を求む。

解 鹽素... 100 x 35.5 / 36.5 = 97.3% 答 { 97.3% 2.7%
水素... 100 x 1 / 36.5 = 2.7%

5. 鹽素 25c.c. に水素 30c.c. を混じて放置したる後の混合氣體の組成如何。

解 鹽素 25c.c. は水素 25c.c. と化合して鹽化水素 50c.c. となり、5c.c. の水素を混ぜ、之を水に觸れしむれば鹽化水素は溶解し、5c.c. の水素のみ残る。

答 鹽化水素 50c.c. 水素 5c.c.

第五章 アムモニア 鹽化アムモニウム

モニウム

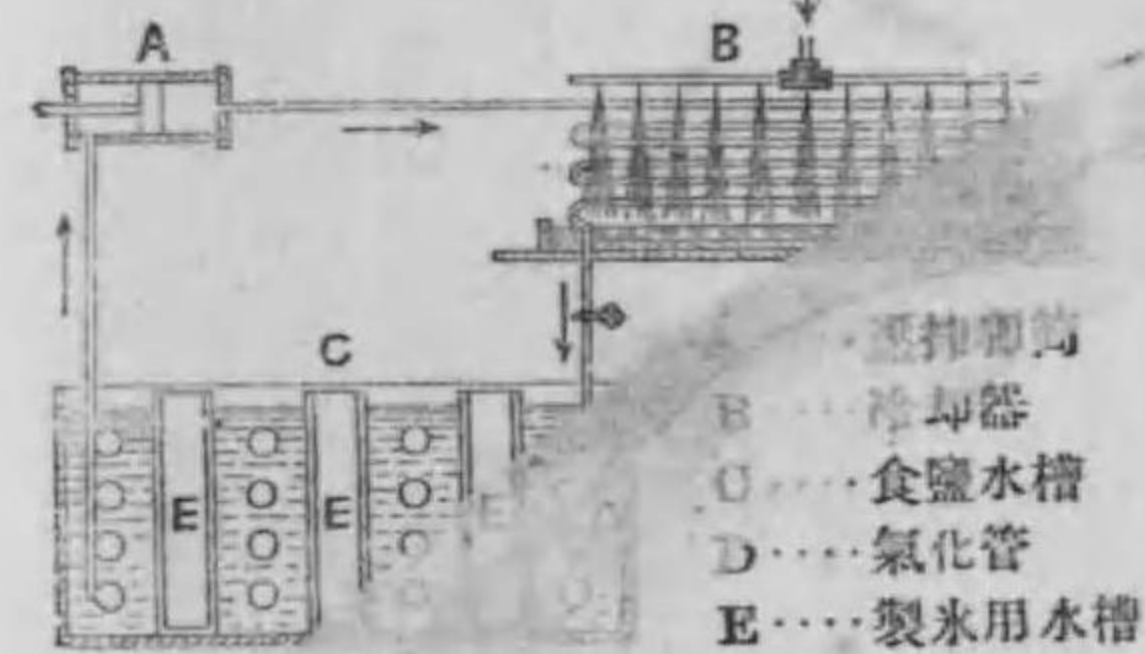
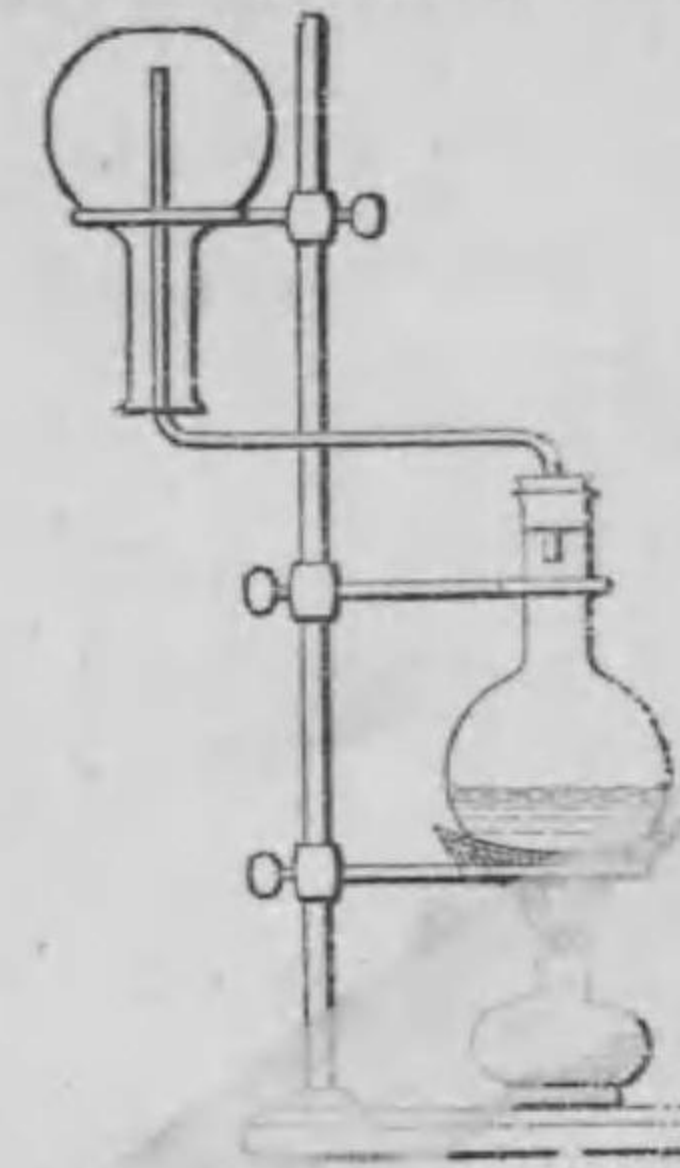
第一節 アムモニア

1. アムモニアの製法 鹽化アムモニウム(俗に鹵砂と云ふ)を酸

化カルシウム(俗に生石灰といふ)と共に熱して分解せしむるときはアムモニアを發生するが故に、之を空氣と上方置換により捕集す。

2. アムモニアの物理的性質

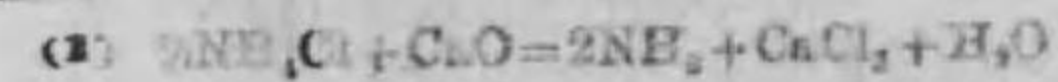
【性状】アムモニアは劇しく粘膜炎を刺戟する臭氣ある無色の氣體にして、毒性を有し、【密度】其密度は空氣の密度の0.6倍に相當す。【液化】此氣體の臨界溫度は 131° の高温にあ



第45圖 液状アムモニアを氣化せしめて、冷却し、氷を製する装置。

るを以て、第44圖一鹵砂と生石灰とを熱してアムモニアを製す。

温に於て僅かに7氣壓を加へて液化せしむるを得べく、液状アムモニアは0.6の比重を有し(水に對し)、零下40°にて沸騰す。その氣化するに當りて大に氣



(2) アムモニアを乾燥せしめんとするには生石灰を入れたる管に過するを要す。之れ此物の乾燥及び鹽化カルシウムの如き乾燥劑と化合するを以てなり。



化熱を吸収して他物を冷却する性は盛に製氷工業に利用せらる。

**製氷器** 人造氷は 0° 以下 (凡そ -10°) に冷却せる食鹽水中に水を容れたる器を浸して水を氷結せしむるなり。この食鹽水は第45圖の如く壓縮液化し冷水にて冷したる液状アムモニアを、夫に浸せる太き管に移して蒸發せしむることによりて冷却するなり。

3. **アムモニアの化學的性質** 【水との化合】アムモニアは



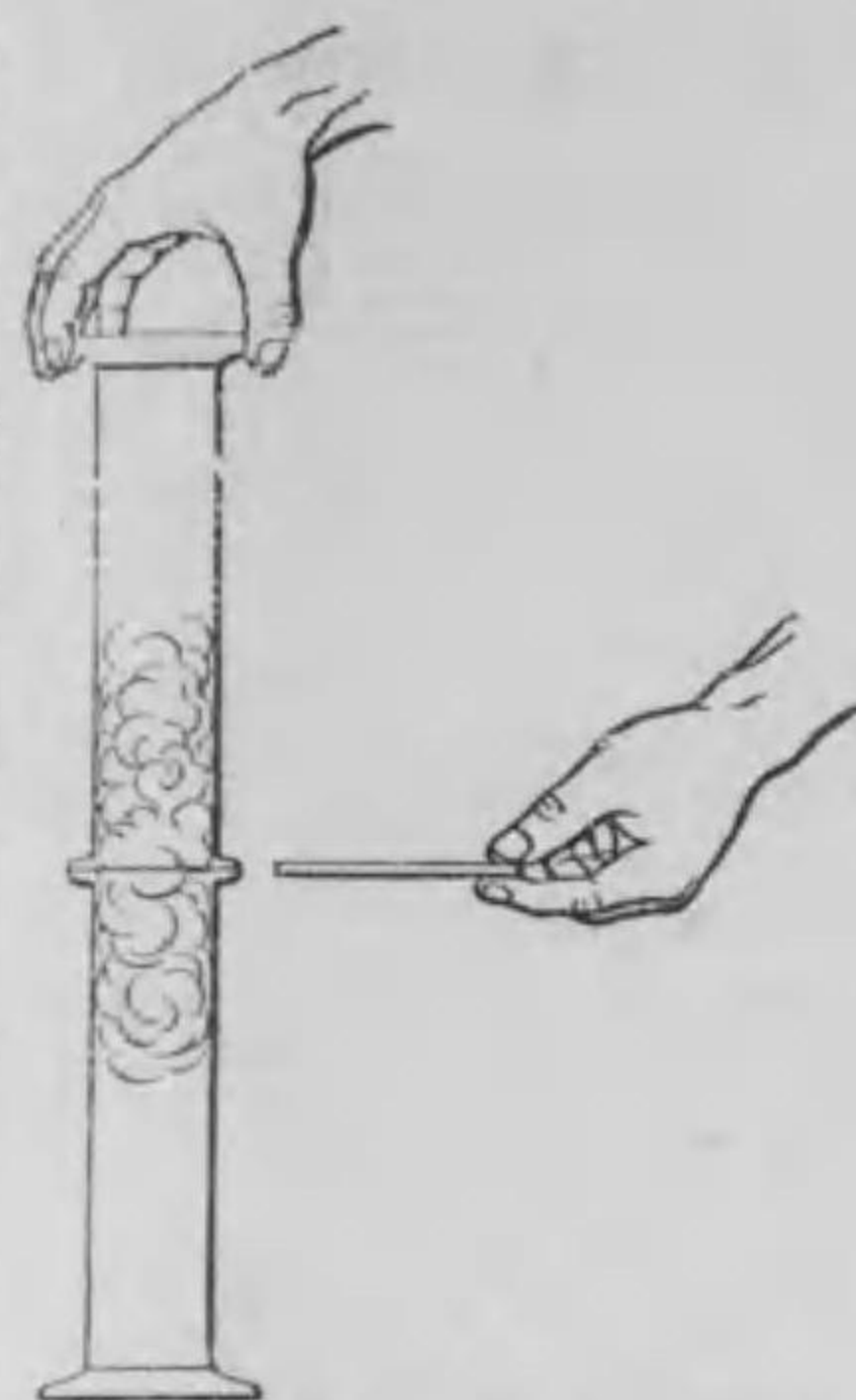
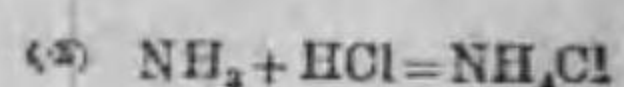
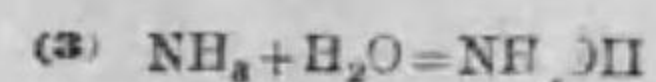
第46圖—アムモニアを容れたる器内に水の噴出するを示す。

最も水に溶解し易き氣體にして、0° の水は其體積の 1300 倍體積のアムモニアを溶解す。而してアムモニアの水に溶解するや、

- (1) 多量の熱を發生し、
- (2) 液の密度は減少し(即ち體積を膨脹す)。
- (3) 液はリトマスを青色に變ずる性を帯ぶるに至る。

之れアムモニアは單に水に溶解せしにあらざりて、水と化合して水酸化アムモニウムと稱する化合物を生ぜしむる。かく水酸化アムモニウムを含める水を**アムモニア水**と稱す。然れども水酸化アムモニウムは甚だ分解し易き化合物なるを以て、熱すれば分解してアムモニアを發すること、恰も炭酸を熱すれば分解して無水炭酸を發生するに似たり。

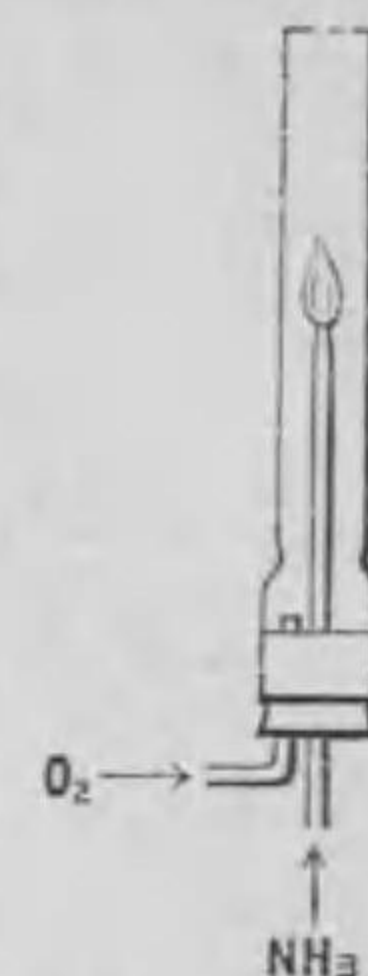
【鹽化水素との化合】アムモニアを鹽化水素に混ざれば忽ち濃厚なる白煙を生ず。之れアムモニアと鹽化水素と化合して固狀の鹽化ア



第47圖—アムモニアと鹽化水素と化合して鹽化アムモニウムの白煙を生ず。

ムモニウムを生じたるによる。同様の反應はアムモニアの鑑識に際し鹽酸にて濡せる硝子棒を用ひて行はる。

【アムモニアの燃焼】アムモニア中に燭火を挿入せば忽ち消滅してその支燃性なきを示すも、若しアムモニアを酸素中に於て點火すれば綠色の焰を揚げて燃焼し、水と窒素とを生ず。(5) アムモニアの酸化生成物が水と窒素なることより、其成分は水



第48圖—酸素の内にアムモニアを燃焼せしむ。

素及び窒素なるを想定せしむ。

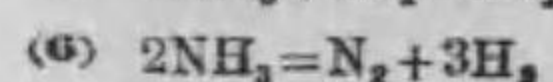
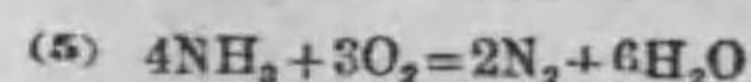
4. **アムモニアの組成** 【體積組成】アムモニア

20c.c. に酸素 15c.c. を混じてユーヂョメートルに入れ電火を通じて之を化合せしむるに 10c.c. の窒素と少許の水とを生ず。而して酸素 15c.c. を水に變ぜしむるには 30c.c. の水素を要する割合なるが故に、アムモニアの 20 c.c. は窒素 10 c.c. と水素 30c.c. との化合によりて成れるものならざるべからず。即ち



アムモニア2體積を分解せば水素3體積と窒素1體積とを生ず(6)

【重量組成】從つてアムモニアの重量組成は





アムモニア	水	素	窒	素
(アムモニア2體積 の重さ=0.76×2)	:	(水素3體積の重 さ=0.09×3)	:	(窒素1體積の重 さ=1.25×1)
即ち 17	:	3	:	14

依つてアムモニアを成せる水素と窒素の重量は3:14の比をなすを知るなり。

5. **アムモニア水** アムモニア水は劇しきアムモニア臭を有する無色の液體にして、其濃厚なるものは35%のアムモニアを含み0.88の比重を有す。而して稀薄なるもの程比重1に近づくが故に、逆に比重を測り次の表によりてアムモニア水の濃度を知るを得るなり。

アムモニア水は赤色リトマス青色に變じ酸とは正反對の作用を呈す。斯くリトマスを青變せしむる變化をアルカリ性反應と稱し、アルカリ性反應を早する物質をアルカリと總稱す。アムモニア水及び前に記せる苛性曹達を溶したる水は(第32頁)何れも重要なアルカリの例なり。

6. **中和** アムモニア水に鹽酸を滴加するときはアムモニア水は其特性を失ひ、加へたる鹽酸も亦特異の酸味を失ひて、鹹味を呈する液に變じ、之にリトマス試験紙を浸すに何れの色にも變色せざるに至る。斯くの如くリトマスを變色せしめざる物質を中性の物質と稱し、酸とアルカリとより中性

(7) アムモニア水は中古より尿精の名を以て知られたるも、1800年代に至り Kunkel 氏之を純粹に製出せり。

(8)  $\text{NH}_3\text{OH} + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$

の物質を生ずる變化を中和と稱し、且中和により生じたる物質を一般に鹽と稱す。(9) アムモニア水を鹽酸にて中和して得たる鹽はアムモニアの製取に用ひたる鹽化アムモニウムなり。

7. **アムモニアの用途** アムモニアは液狀となし多量に製氷工業に應用し、又アムモニアの化合物となして肥料に供す。而してアムモニア水は實驗室に於ける主要なるアルカリ性試薬にして、なほ醫藥としては虫類の刺傷を治療し、氣管粘膜炎の分泌及び發汗を多からしめんために處方せらる。

8. **摘要** アムモニア 密度每立 0.77瓦、融點  $-78^\circ$ 、沸點  $-33.5^\circ$ 、臨界溫度  $131^\circ$ 、空氣に對する比重 0.597、溶解度 水の1298倍(0°)乃至710倍(20°)體積。

製法	性質	組成	用途
鹽化アムモニウムを生石灰と共に熱して分解す。	水に溶解して水酸化アムモニウムとなり、アルカリ性を呈し、酸を中和して鹽を生ず。鹽化水素と直接に化合して鹽化アムモニウムの白煙を生ず。	窒素と水素とアムモニアの體積比 1:3:2、重量比 14:3:17。	製氷。醫藥。試薬。肥料。炭酸曹達の製造。

#### 定義

酸性反應 (Acid reaction) アルカリ性反應 (Alkaline reaction) 中性反應 (Neutral reaction)	リトマスを赤變する變化を酸性反應、青變する變化をアルカリ性反應、何れにも變ぜざるを中性反應と稱す。
酸 (Acid) アルカリ (Alkali)	酸性反應を早する物質を酸、アルカリ性反應を早する物質をアルカリと稱す。(266頁)
鹽 (Salt) 中和 (Neutralisation)	酸とアルカリと化合して其等の特性を失ふ變化を中和と稱し、中和して生じたる物質を鹽と稱す。

(9) 鹽は其味及び外觀は食鹽に類似し、組成は酸の水素を金屬にて置換せるものなり。



9. 問題 1.\* アムモニアの製法及び性質を問ふ。(61頁)

2.\* アムモニアの鑑識法を問ふ。

解 特異の臭氣と、鹽化水素と化合して白煙を生ずる性質とによる。

3.\* アムモニアは水に對して如何なる變化を呈するか。(62頁)

4.\* アムモニア16容を分解し之に酸素12容を混じて電火を通ずれば幾容の氣體を生ずるか。

解 アムモニア2容は水素3容と窒素1容とに分解せらるゝにより、その16容よりは水素24容と窒素8容とを生ず。而して水素24容は丁度酸素12容と化合して水となるが故に、8容の窒素を残す。若し初めより之を100°以上に保ちたりとせば、水は水蒸氣24容となりて8容の窒素と混ず。

5.\* アムモニア3立を得んには幾瓦の硝砂を要するか。但し硝砂107瓦よりアムモニア34瓦を生ずる割合なり。

解 アムモニア3立の重量は0.76×3瓦なるが故に、所要の鹽化アムモニウムの量は  $0.76 \times 3 \times \frac{107}{34} = 7.2$ 瓦 答 7.2瓦

6.\* 水素、酸化炭素、無水炭酸、アムモニア、鹽素の各々を充たせる五個の圓筒あり。之れを識別する方法如何。

解 先づ外觀によりて黄綠色を呈するは鹽素なり。次に蓋を少しく開くに刺戟臭を放つはアムモニアなり。第三には燭火を下すべし。全く消火するは無水炭酸なり。燭火は消ゆるも圓筒の口に於て青色の焰を揚げて燃ゆるは酸化炭素にして、殆んど無色の焰(硝子器ならば稍黄色を帯ぶ)を發するならば水素なり。

第二節 鹽化アムモニウム

1. 鹽化アムモニウムの製法 鹽化アムモニウムは鹽化水素とアムモニアとの化合により生じ、鹽酸とアムモニア水と



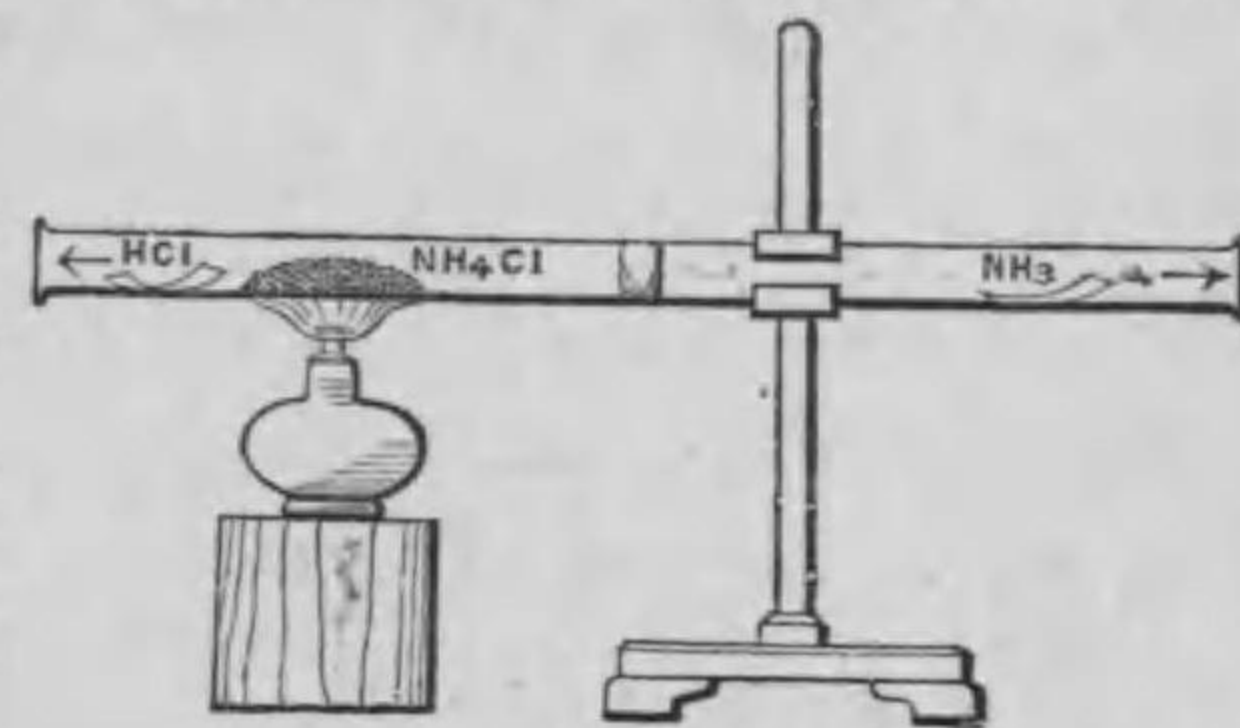
第49圖—鹽化アムモニウムを精製す。

の中和によりても亦之を生ず<sup>(1)</sup>。工業的に製するには石炭瓦斯製造に際して副生するアムモニア水に鹽酸を加へて蒸發乾固して得たる粗製の鹽化アムモニウムを鐵製の鍋に移し、再び強熱して昇華<sup>(此語は次に説く)</sup>せしめて精製す(第49圖)。

2. 鹽化アムモニウムの性質 (性状)鹽化アムモニウム

は食鹽と區別し難き程類似せる白色鹹味の結晶をなし、凡そ其3倍重量の水に溶解して中性の

液となる。(昇華)此固體を熱すれば融解せずして氣體に變じ、冷部に附着して再び結晶に變ず。かく固體が氣體となり、此氣體が液體を経ずして直に固體を生ずる



第50圖—鹽化アムモニウムを熱して解離するを驗す。

ことを昇華と稱す。(氣化)鹽化アムモニウムを熱すれば全く氣體に變ずるも、此氣體は實は鹽化アムモニウムにあらずして其分解によりて生じたる鹽化水素とアムモニアとの混合物より成る。此二氣體は密度に大差あるを以て多孔質の隔膜を透して擴散する速さの差異によりて分離するを得。即ち硝子管の中央に石絨を填めて

(1)  $\begin{cases} \text{HCl} + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl} \\ \text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \end{cases}$

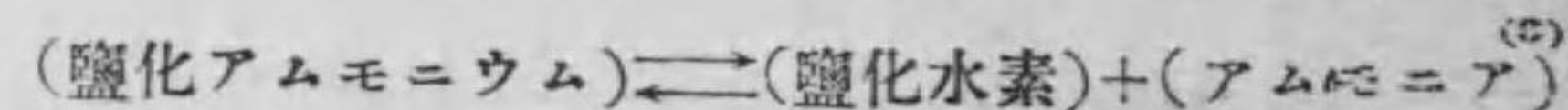
(2)  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{HCl}$ 、此分解は水の接觸作用によりて行はる。毫も水分を含まざる鹽化アムモニウムを熱すれば分解せざる鹽化アムモニウムの氣體を生ず。



二つに仕切り、其一侧に鹽化アムモニウムを入れて熱すればアムモニウムは鹽化水素より速かに石絨を滲透して他の側に至り、其處に置きたる赤色リトマス紙を青變し、從つて過量の鹽化水素は加熱せる側の青色リトマス紙を赤變するを見るべし(第50圖)。

《用途》鹽化アムモニウムは容易に鹽化水素を發する性質を利用して鐵附、電池の製造に供し、又アムモニウムを遊離する性質はアムモニウム製取に利用せらる。

3. **可逆反應** 鹽素酸カリウムを熱すれば其成分たる酸素と鹽化カリウムとに分解するも、分解生成物たる酸素と鹽化カリウムとよりは再びもとの鹽素酸カリウムを生ずること難し。然るに鹽化アムモニウムを熱する際に起る分解は大に之れと異なりて、その分解生成物たる鹽化水素とアムモニウムとを常溫に冷却するときは忽ち化合して元の鹽化アムモニウムを生ずべし(63頁)。かく一物質を熱して起る分解が、若し其分解生成物を冷却するとき再び化合して元の物質を生ずる如き分解なるときは、之を**熱解離**と稱す。鹽化アムモニウムの熱解離は次の式にて表はさる。



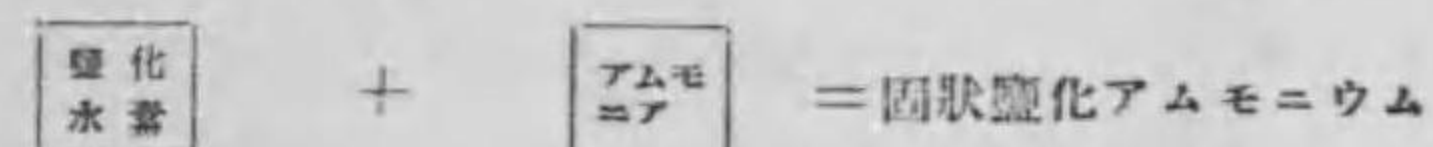
⇌なる記號は化學變化が其狀況(次に)に應じ左方より右方に進み、或は右方より左方に進むことを示すものにして、かく**正逆何れの方向へも進み得る變化を一般に可逆反應**と稱す。故に熱解離は熱のために起る可逆反應なり。

可逆反應が正逆何れの方向にも進行せずして停止する状態を化

(6)  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{HCl}$

**平衡**といふ。斯の如き平衡をなすには反應する物質の量が、其等物質の性質及び溫度等の狀況に由りて定まれる或一定の比をなすときに限れるものにして、若し反應に與かる諸物質中の一を除去すれば平衡は成立するを得ずして、反應は除去したる物質を再び生ずべき方向に進行す。<sup>(\*)</sup>例へば鹽化アムモニウムの熱解離に於て反應生成物の一たるアムモニウムを除去すれば鹽化アムモニウムは愈々分解して鹽化水素を生ずるが如し。アムモニウムの製取に際して硝砂に生石灰を加ふるは、前者の分解により生ずる鹽化水素を吸収せしめんが爲めなり。故に此際鹽化水素を吸収して不揮發性の化合物に變ずる物質は何れも此目的に適すべく、生石灰の代りに苛性曹達を使用し得るも亦これがためなり。

4. **鹽化アムモニウムの組成** 鹽化水素は等體積のアムモニウムと化合して固狀の鹽化アムモニウムを生ず。



此事實は、前に鹽化水素合成に供したる硝子管(第57頁第41圖)を取り、その中央活栓の兩側に夫夫鹽化水素とアムモニウムを充たし活栓を開きて之を混ぜしめたる後管の一端を水銀中に開くに、水銀は昇りて管内を充たすによりて實驗的に證明するを得べし。從つて鹽化アムモニウムの重量組成は其成分たる鹽化水素とアムモニウムとの組成より次の如く定めらる。

(\*) 反應物質の濃度の大小が可逆反應に影響することを質量作用の定律といふ。



	窒素	水素	酸素
鹽化水素の組成	35.5	: 1	
アムモニアの組成		3	: 14
△ 鹽化アムモニウムの組成	35.5	: 4	: 14

### ● 摘要 鹽化アムモニウム

製法	性質	用途
鹽化水素とアムモニアとを化合せしむ。	鹹味ある白色結晶にして、その3倍量の水に溶解す。熱すれば(450°許)鹽化水素とアムモニアとに分解し、冷ゆれば再び元に復す。	アムモニアの製造、電池の製作、鑛附用。

### 定義

昇華 (Sublimation)	固体が熱せられて氣化し其氣體が冷却して直に固体に變ずる變化をいふ。
熱解離 (Dissociation by heat)	加熱を止めれば再び化合して元の物質を生ずる様なる分解をいふ。
可逆反應 (Reversible reaction) 化學平衡 (Chemical equilibrium)	狀況の變化により一方より他方に或は其反對の方向に進行する化學變化を可逆反應といひ、其反應の停止する時を化學平衡の狀態といふ。

6. 問題 1.\* 鹽化アムモニウムの性質及び用途を述べよ。  
(67頁)

2.\* 熱解離、昇華、可逆反應及び化學平衡を例に就きて説明すべし。  
(67, 68, 69頁)

## 第六章 元素

1. 元素 二種或は二種以上の物質の化合によりて生じたるものは即ち化合物にして(第12頁)、化合物にあらざる物質を元素と云ふ。されば元素は二種若しくは二種以上の物質の化合によりて生じたるにあらざる物質なり。<sup>(1)</sup>

既に學びたる物質の中

水 鹽化水素 アムモニア 無水炭酸 鹽化アムモニウム

などは、何れも二種或は二種以上の物質の化合によりて生じたるものなるが故に化合物にして、

水素 窒素 鹽素 酸素 炭素 水銀

などは、化合によりて生じたるものにあらざるが故に元素なり。<sup>(2)</sup>

一物質を組成する元素の種類はさ程多からざるを常とす。例へば人の食物たる澱粉、砂糖、脂肪の如き複雑なる物質も、僅かに炭素、酸素、水素の三元素に分解せらるるのみ。されば自然界に存在する物質は其種類真に窮り無しと雖も、元素の種類は甚だ少なく、今日知られたるもの僅かに83種に止まれり。<sup>(3)</sup>(第102頁)。

(1) 元素の文字は原素と書かざるを常とす。

(2) 混合物は不純なる物質にして、純物質にあらざるが故に勿論之れに含まれず。

(3) 化合物にあらざる物質を元素と云はずして單體と呼び、別に元素なる語を置くことあり。後の意義に於ける元素とは種々の物質中に含まれ、而して單體を生じ得べき元質を指せるものにして、同種元素の集りが單體にして、異種元素の集りが化合物なりと見做すなり。

(4) 元素は今日吾人の知る凡ての化學的方法により二種或は二種以上に分解するを得ざる物質にして、絶對的に分解するを得ざるものと云ふにあらず。従つて元素の数は今後増減あるべきこと勿論なり。



2. **元素の分類** 元素は個々別々に全然異なる性質を有するにあらずして、互に幾分か類似の性質あるが故に、其類似せるものを纏めて一團となし、以て是等を分類するは學習上極めて緊要のことに屬す。今 83 種の元素中吾人の攻究せんとするもの 35 種を列挙し、學習上最も便益ありと信ずる所の標準によりて之を分類すれば下の如し。

- 1 水素, 窒素, 酸素, 炭素, 弗素... (一價元素) 水素及びハロゲン族
  - 2 酸素, 硫黄... (二價元素) 酸素族
  - 3 窒素, 燐, 砒素, アンチモン, 碲素... (三價元素) 窒素族
  - 4 炭素, 珪素... (四價元素) 炭素族
  - 5 金, 白金... 金 族
  - 6 銀, 水銀, 銅... 銅 族
  - 7 鐵, クロム, マンガン, ニッケル, コバルト... 鐵 族
  - 8 錫, 鉛, 鋅... 錫 族
  - 9 亜鉛, マグネシウム, アルミニウム... 亜鉛及び土金族
  - 10 カルシウム, ストロチウム, バリウム... アルカリ土金族
  - 11 ナトリウム, カリウム... アルカリ金族
- 非金屬 (14種)  
元素 (35種)  
金屬 (21種)

3. **化合物・混合物** 化合物と混合物と異なる諸點を比較すれば凡そ下の如し。

化 合 物	混 合 物
1 成分の重量比は常に一定す。	1 成分の重量比は定まらず。
2 成分と大に性質を異にす。	2 成分の特性を共有す。
3 一定の物理的性質を有する所の純物質なり。	3 一定の物理的性質を有せざるもの多く所謂不純物なり。
4 熱, 光, 電氣の作用或は他物質を作用せしむる等の化學的操作によれば其成分に分解するを得ず。	4 濾過, 蒸留, 冷却等の物理的操作によりて其成分に分離するを得。

(5) 碲素は通常炭素族に編入せらるゝも、こゝには原子價をもととして三價非金屬の部に入れたり。

例へば水は化合物にして酸素と水素との二成分は常に 8:1 の重量比をなし、然も毫も酸素の支燃性も水素の可燃性をも有することなく、或る状況に於ては一定の密度を有し、0°にて氷結して一定の結晶をなし 100°にて沸騰し、之を分解するには電流を要す。然るに混合物たる空氣は其成分の割合は時々異なるのみならず、酸素及び窒素の特性を有し、冷却し液化せしめたるものを放置し窒素を揮發せしめて酸素を分ち取ることを得るが如し。<sup>(6)</sup>

4. **摘 要 定 義**

元 素 (Element)	二種或は二種以上の物質の化合によりて生じたるにあらざるものを云ふ。
化 合 物 (Compound)	二種或は二種以上の物質の化合により生じたるものをいふ。

5. **問 題** 1.\* 元素の意義を問ふ。 (71頁)

2.\* 元素, 單體, 化合物の區別を説明せよ。  
 解 此元素は71頁欄外に云へる元素なり。二種以上の物質の化合により成りたるものは化合物、然らざるものは單體なり。而して單體を生じ得べき元質は元素なり。

3. 鹽素酸カリウムを成せる元素如何。  
 解 之を熱すれば酸素と鹽化カリウムに變じ、後者を電解せば鹽素とカリウムとを生ず。之等の生成物は最早分解し得ざるにより酸素と鹽素とカリウムとは求むる所の元素なり。

4. 古へは水及び空氣を元素となせるも其誤りなる理由如何。

解 (6) 化合物が或元素より「成れり」或は或元素を「含む」と稱するは其化合物を分解するときは其元素を生ずるてふ意義の略語なり。例へば水は酸素と水素とより成り或は酸素と水素とを含むと呼ぶは水を分解せば酸素と水素とを生ずとの略稱なるが如し。



水は化學的操作により、空氣は物理的操作により、何れも其成分に分ち得るを以てなり。

5.\* 混合物と化合物との差異を述べよ。(72頁)

6. 簡單なる氣體一覽

物質 (種類)	組成	主なる所在	製法	特性	主用途
酸素 (元素)	酸素	空氣。水。種々の酸化物。	酸素酸カリウムを熱して分解す。	高温に於て劇しく他物と化合す。燄燄を再燃せしむ(鐵識)。	酸素素。硫酸製造。吸入用。
窒素 (元素)	窒素	空氣。	亞硝酸ナトリウムと鹽化アムモニウムとを熱す。	化合力鈍し。特別なる反應なし(鐵識)。	肥料。
水素 (元素)	水素	水。石炭瓦斯。	硫酸を亞鉛にて分解す。	物質中最も輕し。酸化して多量の熱を發す。微青色の燄をあげて燃焼す(鐵識)。	飛行氣球用。酸素素燄用。還元用。
鹽素 (元素)	鹽素	食鹽。	鹽酸を二酸化マンガンにて酸化して分解す。	黄綠色刺戟臭の氣體(鐵識)。水素及び金屬と化合し易し。漂白性を有す。	漂白用。試薬。醫藥。
水 (化合物)	酸素 重量 8:1 水素 重量 1:2	河海。	天然水を蒸溜す。	物質を溶解し易し。無水硫酸銅(308頁)を青變す(鐵識)。	溶解用。飲料。
無水炭酸 (化合物)	炭素 重量 3:8 酸素 重量 8:1	空氣中。	石灰石を鹽酸にて分解す。	石灰水を白濁す(鐵識)。	清涼飲料。炭酸曹達の製造。
酸化炭素 (化合物)	炭素 重量 3:4 酸素 重量 8:1	石炭瓦斯。	燄燄を濃硫酸によりて分解す。	青色の燄をあげて燃焼し無水炭酸となる(鐵識)。還元性あり。	還元劑。燃料。
鹽化水素 (化合物)	酸素 重量 35.5:1 水素 重量 1:1	—	食鹽と硫酸との混合物を熱す。	無色刺戟臭の氣體にして空氣中にて發煙す(鐵識)。リトマスを赤變す。水によく溶解す。	鹽酸。鹽素の製造。試薬。

物質 (種類)	組成	主なる所在	製法	特性	主用途
アムモニア (化合物)	窒素 重量 14:3 水素 重量 1:3	石炭瓦斯製造の際のアムモニア水。	礫砂を生石灰と共に熱して分解す。	烈しき刺戟臭の氣體。リトマスを青變す。水に可溶。鹽化水素に逢ひて白煙を生ず(鐵識)。	製水。肥料。試薬。
鹽化アムモニウム (化合物)	窒素、水素、酸素 重量 35.5:4:14	—	アムモニア水を鹽酸にて中和す。	鹹味を有する白色の結晶。昇華し、熱解離す。	電池用。肥料。アムモニア製造。

$14H_2 + 3N_2 =$



## 第二 化學 量

### 第一章 諸 定 律

#### 第一節 化學變化に關する定律

1. **定比例の定律** 物質の化合は常に一定の重量比を以て行はる。之を定比例の定律と稱す。今水素と酸素とを化合せしめて水を生ぜしむるに、常に水素の重量の8倍だけの酸素を消費し、若し酸素の重量にして此割合よりも多きときは其過分の重量だけ變化せずして残留し、反對に酸素の重量少なからんには酸素の重量の8分の1だけの水素は化合し、其餘は化合せずして残留す。斯く化合比の定されることは實に化合の混合と異なる最も主要なる點なりとす。次に定比の數例を掲ぐ。

水素：酸素 = 1：8 ..... 水

炭素：酸素 = 3：8 ..... 無水炭酸

炭素：酸素 = 3：4 ..... 酸化炭素

水素：鹽素 = 1：35.5 ..... 鹽化水素

2. **質量不變の定律** 物質が互に化合するときは全く性質を一變するに關はず、化合物の重量は常に化合せし諸物質の重量の和に等し。此事實を質量不變の定律と稱す。例へば水素1-

(1) 化合する物質が氣體ならば其體積比も亦一定す。

量と酸素8量と化合するときは恰も之を混ぜし時と同じく、9量の水を生ずるが如し。今大なるフラスコを密閉し其内にて燐を燃焼せしむるに、若し此定律にして眞なりとせば、燐はフラスコ内の



第51圖—フラスコ内にて燐を燃やすも其全量に變化なきを示す。

酸素と定比を以て化合し、是等二物質の重量の和に等しき量の無水燐酸を生じ、其比より餘分にある燐或は酸素並びに窒素の重量にはもとより増減あるべき筈なきが故に、燐の燃焼前後に於けるフラスコ内の全重量には變化なかるべきなり。極めて精確なる天秤を用ひて嚴重に之を驗するに全く此推論に一致するを見るなり。

3. **質量不變の定律の表はし方** 吾人は化合物を分解して其成分を回収し得るが故に、上の定律を分解の場合にも適用し分解生成物の重量は元の化合物の重量に等しきことを論定するを得べし。尙之は一定量の酸化水銀を熱して分解生成する酸素と水銀とを集めて其重量を秤量し以て實驗的に證明するを得るなり。かるが故に質量不變の定律は次の如く表出するを適當なりとす。

化學變化に關係する諸物質の質量の總和は常に一定不變なり。

4. **定比例の定律の表はし方** 嚮に説明せる定比例の定律は化合物に於ける成分の重量比の一定せることを表はし、質量不變の定律は化合物の重量は成分の重量の和に等しきことを表

(2) 茲に云ふ「關係する物質」とは化學變化をなせし物質即ち化學變化の爲めに消失せる物質と化學變化の結果新に生じたる物質とを指すなり。以下本節にて用ふる意義皆同じ。



はすが故に、化合物の重量と成分の各との重量比も亦一定なるべきこと勿論なり。例へば水素1量の酸素8量と化合するにあたりては(定比例)常に水の9量を生ず(質量不變)るにより、水素と水との重量は常に1:9の比を取るべく、酸素と水とは8:9の比をなすが如し。故に定比例の定律は唯に成分相互の間に成立するのみならず、成分と化合物との間にも成立するものにして、之を次の如く表はすを得。

化學變化に關係する諸物質の質量の間には一定の比あり

5. **體積化合の定律** 定比例の定律の示す所により物質は互に重量の定比を以て化合するが故に、化合すべき物質にして氣狀をなすものならば化合の體積比も亦一定なるべきは論を俟たず。加之氣狀物質の化合の體積上の割合には頗る重要なる關係の成立するを見る。即ち、

1 水の生成	水素	酸素	水蒸氣
.....	□	+ □	= □
2 無水炭酸の生成	炭素	酸素	無水炭酸
.....	固體	+ □	= □
3 酸化炭素の燃焼	酸化炭素	酸素	無水炭酸
.....	□	+ □	= □
4 鹽化水素の生成	鹽素	水素	鹽化水素
.....	□	+ □	= □
5 アムモニアの分解	アムモニア	水素	窒素
.....	□	= □	+ □
6 鹽化アムモニウムの合成	アムモニア	鹽化水素	鹽化アムモニウム
.....	□	+ □	= 固體

上の諸反應に於ける體積比を一見して、氣體は常に體積上簡単な

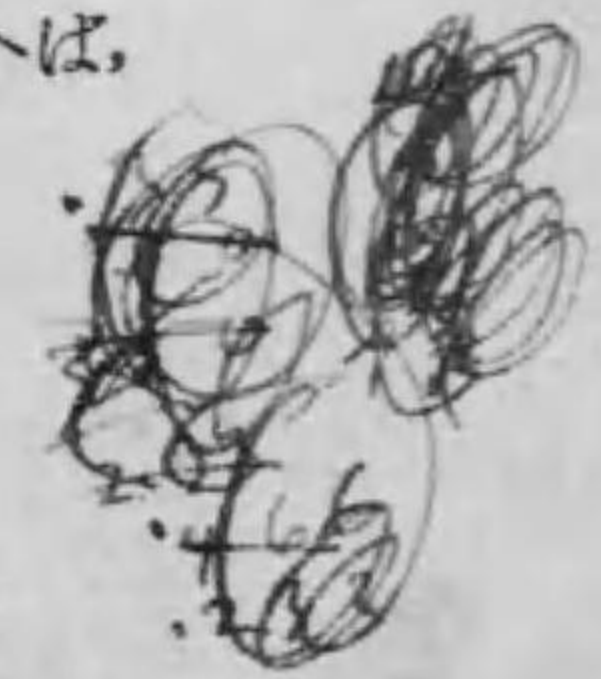
る整数比を以て化合し、よつて生じたる氣體の體積も成分の體積と簡單なる整数比をなすを知る。<sup>(3)</sup>例へば酸化炭素の燃焼する際に於ては酸化炭素と所要の酸素と生成せる無水炭酸とは2:1:2の如き整数比をなすが如し。此事實を氣體の體積化合の定律或は氣體反應の定律と稱し、次の如く云ひ表はさる。

化學變化に關係する諸氣體の體積は常に簡單なる整数比をなすものなり。

茲に注意すべきは、此定律は反應に關係する物質中固體又は液體物質の存するあるも、依然として氣體間に成立するのみならず、若し是等の固體又は液體を氣化せしむるときは矢張り此關係に適合すること之れなり。水素と酸素とは2:1の體積比に化合して水を生じ、若し生じたる水をして氣狀をなさしむるため初めより其等の溫度を100°以上に保つときは、是等の體積比は1:2:2をなすが如し。

6. **倍數比例の定律** 一元素は屢々他の一元素と化合して二種以上の化合物を生ずることあり。例へば、

	炭素	酸素	
(1) {	3 : 4	.....	酸化炭素
	3 : 8	.....	無水炭酸
	酸素	鐵	
(2) {	100 : 350	.....	酸化第一鐵
	100 : 233	.....	酸化第二鐵



化合物の重量は成分の重量の和に等しきも、非

此定律はゲールサックの氣體反應の定律



即ち第(1)例に於て、炭素の等量と化合する酸素の量を酸化炭素と無水炭酸とに就いて比較するに、正しく1:2の比をなし、第(2)例に於て、酸素の等量と化合する鐵の重量は、酸化第一鐵と酸化第二鐵とに就き正しく $3:2$  ( $\frac{3 \cdot 50}{3} : \frac{2 \cdot 33}{2}$ )の比をなすを見る。

斯く甲乙二元素を共有する數種の化合物に於て、甲元素の同一量と化合する乙元素の諸量を比較するに、乙元素の諸量は互に簡單なる整數比<sup>(5)</sup>をなすことは化合上普汎の事實にして、之を倍數比例の定律と稱し、次の如く表出せらる。

種種の化合物が其成分中に共通の二元素を有するときは其一元素の一定量に對する他の一元素の諸量は互に簡單なる整數比をなすものなり。

### 7. 摘要 化學變化を支配する四定律

質量不變 (Conservation of mass)	化學變化に關係する諸物質の質量の總和は常に不變なり。 (化合物の重量は其成分の重量の和に等し)。
定比例 (Definite proportion)	化學變化に關係する諸物質の質量(氣體ならば其體積も)の比は一定 <sup>(6)</sup> なり。 (物質の化合比は定まれり)。
體積化合 (Gaseous reaction)	化學變化に關係する諸氣體の體積比は簡單なる整數比をなす。 (氣體は簡單なる體積比にて化合す)。
倍數比例 (Multiple proportion)	一元素の一定量と化合する他の一元素の諸量の比は簡單なる整數比なり。

8. 問題 1.\* 質量不變の定律を説明せよ。(77頁)

2.\* 倍數比例の定律を例によりて述べよ。(79,80頁)

(5) 倍數は整數倍の意にあらず、比の兩項が小さき整數なりといふ意なり。

(6) 此比は次の定律に於ける如く簡單なる整數比をなさず。

3.\* 定比例の定律を説明せよ。

解 化學反應に關係する物質の重量比が互に定まれることをいふ。例へば炭素と酸素とが化合して無水炭酸を生ずるとき此等三物質が常に3:8:11の比をなすが如き之れなり。

4.\* 例をあげて氣體反應の定律を述べよ。(78頁)

5. 鹽化水素より7.1瓦の鹽素を奪取せば幾何の水素を遊離すべきか。

解 鹽素7.1瓦と化合すべき水素の量は74頁により

$$7.1 \text{瓦} \times \frac{1}{35.5} = 0.2 \text{瓦}$$

而して水素0.09瓦は1立の體積を占むるが故に、其全體積は

$$0.2 \text{瓦} \div 0.09 \text{瓦} = 2.22 \text{立}$$

答 2.22立

6. 酸素10立中にて木炭3瓦を燃焼すれば結果如何。

解 ここに存在する酸素の重量は14.29瓦にして、木炭の3瓦は酸素の8瓦と化合して(定比例の定律)無水炭酸の3瓦+8瓦=11瓦を生じ(質量不變の定律)、酸素の14.29瓦-8瓦=6.29瓦を残す。 答 無水炭酸11瓦、酸素6.29瓦。

7.\* 空氣の化合物にあらざることを化合の定律によりて證明せよ。

解 空氣の主成分の重量比は時と處によりて異なるのみならず水に溶解せば其割合著しく異なりたるものとなり定比例の定律に背き、又體積比は21:89の如く複雑なる比をなすこと體積化合の定律に反すればなり。

8.\* 下の組成より倍數比例の定律を説明せよ。

イ. 亞酸化窒素… 酸素 36.4 : 窒素 63.6

ロ. 酸化窒素… 酸素 53.3 : 窒素 46.7

ハ. 過酸化窒素… 酸素 69.6 : 窒素 30.4

解 酸素1に對する窒素の重量を求めれば



$$\text{イ} \dots \frac{63.6}{36.4} = 1.747, \quad \text{ロ} \dots \frac{46.7}{53.3} = 0.876, \quad \text{ハ} \dots \frac{30.4}{69.6} = 0.437.$$

$$\text{而して} \quad 1.747 : 0.876 : 0.437 = 4 : 2 : 1$$

故に酸素の同量と化合する窒素相互の比は 4:2:1 の如く簡單なる整数比をなす。

9. 水素と炭素と 1:3 の重量比に化合せるメタンと稱する化合物ありて、其比重酸素の  $\frac{1}{2}$  に相當す。今メタンの 12 瓦を完全に燃焼すれば幾許量の無水炭酸と水とを生ずるか。又其結果より氣體反應の定律を説明せよ。

解 (1) メタン 12 瓦中に含まれる各成分の量は

$$\text{水素} \quad 12 \text{瓦} \times \frac{1}{1+3} = 3 \text{瓦}, \quad \text{炭素} \quad 12 \text{瓦} \times \frac{3}{1+3} = 9 \text{瓦}.$$

而して水素 1 量は酸素 8 量と化合して水の 9 量を生じ、炭素 3 量は酸素 8 量と化合し無水炭酸の 11 量を生ずるにより、メタンの 12 瓦より生成せる物質の量は

$$\text{水} \quad 3 \text{瓦} \times \frac{9}{1} = 27 \text{瓦}, \quad \text{無水炭酸} \quad 9 \text{瓦} \times \frac{11}{3} = 33 \text{瓦}.$$

- (2) 又此際消費せる酸素の量は質量不變の定律により、水と無水炭酸との重量の和よりメタンの重量を減じたる差に等しかるべし。故に

$$(27 \text{瓦} + 33 \text{瓦}) - 12 \text{瓦} = 48 \text{瓦}$$

而してメタン、酸素、無水炭酸、水蒸氣 1 立の重量は夫々 0.72 瓦、1.43 瓦、1.96 瓦、0.80 瓦なるにより、求むる體積比は

$$\begin{array}{cccc} \text{メタン} & \text{酸素} & \text{無水炭酸} & \text{水蒸氣} \\ \frac{12}{0.72} & : & \frac{48}{1.43} & : & \frac{33}{1.96} & : & \frac{27}{0.80} \\ = & 1 & : & 2 & : & 1 & : & 2 \end{array}$$

上の如く簡單なる整数比をなし氣體反應の定律に適合す。

## 第二節 氣體の物理的諸定律

1. **擴散の定律** 二種の氣體が素焼の如き多孔質の兩壁を透して相擴散する速さは密度の大なるほど小なることは水素及び

無水炭酸の場合に就て説明せる所にして (第 23 頁及び第 38 頁)、英人 Graham 氏は其關係を次の如く言ひ表はせり。

氣體擴散の速さは其等氣體の密度の平方根に反比例す。

之を擴散の定律或はグラームの定律と稱す。例へば水素と無水炭酸との擴散速度の比は次の如し。

$$\frac{\text{水素の擴散速度}}{\text{無水炭酸の擴散速度}} = \frac{\sqrt{\text{無水炭酸の密度}}}{\sqrt{\text{水素の密度}}} = \frac{\sqrt{1.96}}{\sqrt{0.09}} = 4.7$$

2. **溶解の定律** 氣體が液体に溶解する質量は其氣體の受ける壓に比例して増加するものなり。

此關係を Henry の定律と稱す。例へば 1 立の水は 1 氣壓を受くる無水炭酸の 2 瓦を溶解するに、もし 5 氣壓にて壓入すれば 10 瓦を溶解するに至るが如し。故に壓を加へて多量に氣體を溶解せしめたる液にあつては、其液面の壓を減ずる時溶解せる氣體の一部は氣泡となりて發出すべきなり。ラムネ、ビール、サイダー等の栓を抜くとき盛に沸騰するは之がためなり。此定律は水に溶解する量の割合に少なき氣體にのみ適合し、水に 100 倍體積以上も溶解する氣體例へばアムモニア、鹽化水素等には當てはまらざるなり。

3. **氣體の定律** 氣體の體積を變ずる原因二つあり。

(1) 氣體に加へらるる壓の増減、(2) 氣體の溫度の昇降これなり。今氣體の體積と溫度及び壓との關係を定めんがため、便宜之を次の二項に分ちて攻究せんとす。

(1) Graham 氏 (1805—1869)

(2) Henry 氏 1803 年に之を發見す。



1. 氣體の體積に

及ぼす壓の影響 此

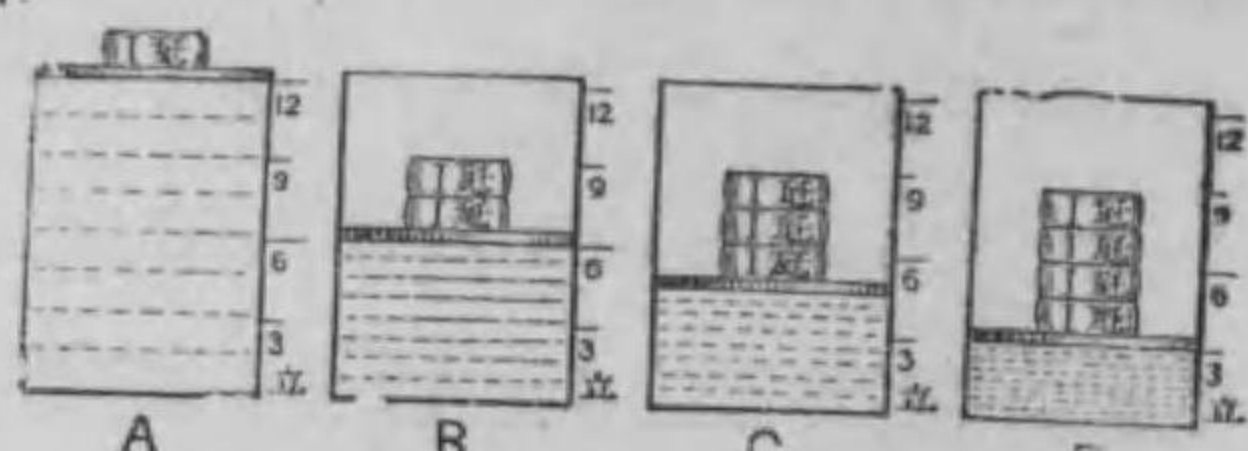
の關係はその発見者の名

に因み、<sup>(3)</sup> Boyle の定<sup>(4)</sup>律と

名づけらるるものにして、次の如く表出せらる。

氣體の體積はその氣體の受くる壓に反比例して増減す。

此定律を證明せんには第53圖の如きユーヂォメートルAに任意の氣體を容れ、A, B兩管の水銀面の高さを一致せしめて1氣壓の下に於ける體積を讀み、次にB管を引き上げ兩管内の水銀面の高さの差を76糎に變ずるときはA管内の氣體は2氣壓を受け其體積は元の1/2に收縮するを見るべく、又反對にB管を下げて水銀面をA管の水銀面より76/2糎下にあらしむればA管の壓は減じて1/2氣壓となり其體積は元の2倍に膨脹するを見る。



第52圖—氣體の受くる壓と氣體の體積との關係を示す。



第53圖—ボイルの定律を實驗する装置

2. 氣體の體積に及ぼす温度の影響 上の

ユーヂォメートルに於て兩管の水銀面の高さが常に一致する様にB管を支へつつユーヂォメートルの周圍を熱すれば氣體は膨脹し、其體積は温度1°の上昇につき0°にて占むべき體積の1/273づつ増加することを認む。此事實を其発見者の名に因みて<sup>(5)</sup> Charlesの定<sup>(6)</sup>律

(3) Boyle氏1660年34歳の時此定律を発見し、殆んど同時にMariotte氏も亦之を発見す。

(4) Charles氏1801年24歳にして発見し、殆んど同時にGay-Lussac氏も之を發見す。

と稱す。

(A) 従つて0°の氣體100c.c.を27°に温むれば100c.c. x 1/273 x 27だけ膨脹し、全體積は下の如く110c.c.となり

100c.c. + 100c.c. x 1/273 x 27 = 100c.c. x (1 + 27/273) = 110c.c.

(B) 反對に27°の氣體100c.c.は0°に於ては100c.c.ならざるべからず。即ち、110c.c. x 1/(1 + 27/273) = 100c.c.

(C) 又最初の温度が0°にあらざる場合例へば12°の温度に於ける47.5c.c.の氣體を15°に温めたる時の體積を求めんには、先づ此氣體を0°に冷却し、次に15°に温めたりと考ふれば、容易に最後の體積を求めらるべし。即ち、

47.5c.c. x 1/(1 + 12/273) x (1 + 15/273) = 47.5c.c. x 273/(273 + 12) = 48c.c.

今攝氏の度数を零下273°を基點として表はすときは攝氏12°は12° + 273°となり、15°は15° + 273°に相當すべし。かく攝氏の度数に273°を加へて表はさるる度数を絕對温度の度数と稱す。随つてシャルルの定律は次の如く言ひ換へらる。

氣體の體積はその絕對温度に比例して増減するものなり。

3. 氣體の體積と温度・壓との關係 上の二定

Table with 2 columns: 攝氏度 (Celsius), 絕對温度 (Absolute Temperature). Values: 100° - 373°, 0° - 273°, -273° - 0°.

(5) 絕對温度の0°は寒冷の極限と考へられ之を絕對零度と稱し、こゝを基點として測りたる温度は絕對温度なり。

(6) シャルルの定律によれば凡て氣體は-273°に於て體積を消失する不都合に達す。然れども實際かゝる温度は未発見に屬するのみならず、若しありとするも此温度に於ては物質は總て液化又は固化して氣體をなさざるなり。



律より直に次の結果を生ず。

總て氣體の體積は絶對溫度に比例し、壓に反比例して増減するものなり。

之を氣體の定律と稱し、氣體に関する計算上常に使用せらるる所の頗る重要な關係なりとす。例へば溫度  $10^{\circ}$ 、壓  $75$  種の時、 $100\text{c.c.}$  の氣體は溫度  $20^{\circ}$ 、壓  $76$  種の時には

$$100\text{c.c.} \times \frac{273+10}{273+20} \times \frac{75}{76} = 102\text{c.c.}$$

絶對溫度の正比 壓の反比

の體積を占むるを知る。

氣體の體積の計算をなすにあたりて單に氣體の定律を暗記するのみなる時は往々比の正反を置き誤る虞れあるが故に、常に氣體の體積は壓せば縮み、温むれば膨れるといふ定性的の事項を念頭に浮べ、求むる値が元の値より大となるべきか或は小となるべきかを考へつつ比を置くこと極めて緊要なり。

4. 標準狀況 氣體の體積は溫度及び壓によりて定まるものなれば氣體の體積には必ず其時の溫度及び壓の値を附記するを要す。而して溫度  $0^{\circ}$ 、壓  $76$  種の時を特に標準狀況と稱す。從來示し來りし氣體の密度は何れも此狀況に於ける値なり。

#### 4. 摘要 氣體の物理的定律

擴散の定律 (Graham's law)	擴散の速度は其等氣體の密度の平方根に反比例す。
溶解の定律 (Henry's law)	氣體の溶解量(重量或は同密度の體積)は其の受ける壓力に比例す。
體積の定律 (Boyle-Charles' law)	氣體の體積は絶對溫度に比例し、壓に反比例して増減す。

體積 =  $\frac{240}{800} \times 240 = 72$

5. 問題 1.  $740$  耗の壓に於ける  $240\text{c.c.}$  の氣體を内容  $800\text{c.c.}$  の真空の器に容るときはその壓は如何に變ずるか。

解  $740 \times \frac{240}{800} = 222$  耗 答 222 耗

2. 1 立の重さ  $1.429$  瓦の酸素  $500\text{c.c.}$  を  $125\text{c.c.}$  に壓縮し其  $50\text{c.c.}$  を秤量すれば重さ如何。

解  $1.429 \times \frac{500}{1000} \times \frac{50}{125} = 0.286$  瓦 答 0.286 瓦

3. 酸素  $50\text{c.c.}$  が擴散する間に水素の幾  $\text{c.c.}$  が擴散するか。

解  $50\text{c.c.} \times \frac{\sqrt{1.43}}{\sqrt{0.09}} = 200\text{c.c.}$  答 200  $\text{c.c.}$

4.  $500\text{c.c.}$  のビールを容るる壺内の壓  $5$  氣壓なり。この壺栓を去るときは幾  $\text{c.c.}$  の無水炭酸を發するか。

解 無水炭酸は  $1$  氣壓の下に於ては同體積の水に溶解するにより、 $500\text{c.c.}$  のビール中には  $500\text{c.c.}$  の無水炭酸を含み、且つ其溶解度は壓に比例するにより  $5$  氣壓の下に於ては  $1$  氣壓を受くる無水炭酸  $500\text{c.c.} \times 5$  を溶解す。故に今壺栓を去るときは壺内の壓は  $5$  氣壓より  $1$  氣壓に減ずるにより、

$$500\text{c.c.} \times 5 - 500\text{c.c.} = 2000\text{c.c.}$$

の無水炭酸を發す。 答 2 立

5.  $0^{\circ}$  に於て  $35$  立の體積を占むる水素あり。今壓を變ぜずして溫度を  $24^{\circ}$  になさば幾立を占むるか。

解  $35 \times \left(1 + \frac{24}{273}\right) = 38$  立 答 38 立

6. 氣體  $28\text{c.c.}$  を  $-17^{\circ}$  に冷却せば體積如何。

解  $28\text{c.c.} \times \left(1 - \frac{17}{273}\right) = 26.2\text{c.c.}$  答 26.2  $\text{c.c.}$

7.  $23.8^{\circ}$  の時エーヂョメートルに酸素  $50\text{c.c.}$  を入れ、 $22.2^{\circ}$  の時之を観察すれば體積幾何なるか。

(\*) 氣體の溶液は過飽和溶液をなすため事實は此問題と大に異なり發生する無水炭酸の體積は僅かなり。



解  $50\text{c.c.} \times \frac{273+22.2}{273+23.8} = 49.7\text{c.c.}$  答 49.7c.c.

8. 18°の時5立の空気を取りその壓を變ぜざる様にして6立に膨脹せしめんには如何にすべきか。

解 温むるを要す。其温度を  $x^\circ$  とせば

$$5\text{立} \times \frac{273+x}{273+18} = 6\text{立} \quad \therefore x = 76.2^\circ \quad \text{答 } 76.2^\circ$$

9. 温度 27°, 壓 70 糧のとき 50c.c. の氣體が標準狀況に於て占むる體積を求む。

解  $50\text{c.c.} \times \frac{70}{76} \times \frac{273}{273+27} = 42\text{c.c.}$  答 42c.c.

10. 標準狀況に於ける水素 25c.c. を温度 21.2°, 壓 75.5 糧の狀況にて測れ。

解  $25\text{c.c.} \times \frac{760}{755} \times \frac{273+21.2}{273} = 27.12\text{c.c.}$  答 27.12c.c.

11. 標準狀況に於て 88.3c.c. の空気を取り之を温度 20° のとき 100c.c. の器に移せばその壓は如何程あるべきか。

解 求むる壓を  $x$  糧とせば

$$88.3\text{c.c.} \times \frac{76}{x} \times \frac{273+20}{273} = 100\text{c.c.} \quad \therefore x = 72\text{糧}$$

答 72糧

12.\* 温度 25°, 壓 70 糧の下に於て 150c.c. の酸素を得るには幾瓦の鹽素酸カリウムを要するか。但し鹽素酸カリウムの 8.2 瓦より標準狀況に於ける酸素の 2.24 立を生ず。

解 150c.c. の酸素の標準狀況に於ける體積は

$$150\text{c.c.} \times \frac{70}{76} \times \frac{273}{273+25} = 127\text{c.c.}$$

故に所要の鹽素酸カリウムの量は

$$8.2\text{瓦} \times \frac{127}{2240} = 0.46\text{瓦} \quad \text{答 } 0.46\text{瓦}$$

13.\* 温度 27° 壓 74 糧の時の水素 10 立を酸化銅によりて完全に酸

化すれば幾瓦の水を得べきか。

解 此水素の標準狀況に於ける體積は

$$10\text{立} \times \frac{74}{76} \times \frac{273}{273+27} = 8.86\text{立}$$

而して此水素 1 立の重量は 0.09 瓦、且生成せる水の重量は水素の重量の 9 倍なる

5 べきにより求むる水の重量は下の如し。

$$6 \quad 0.09\text{瓦} \times 8.86 \times 9 = 7.18\text{瓦} \quad \text{答 } 7.18\text{瓦}$$

14. 氣體 5 瓦を其壓が  $\frac{1}{2}$  に減ずる迄膨脹せしめ其 100c.c. を秤量せしに 0.25 瓦ありたりとせば元の體積幾何。

解 重量 0.25 瓦の氣體 100c.c. は元の壓に於ては 50c.c. を占むるにより、求むる値は

$$50\text{c.c.} \times \frac{5}{0.25} = 1000\text{c.c.} \quad \text{答 } 1000\text{c.c.}$$

15. 25°, 745m.m. に測りたる水素 250c.c. は 15°, 755m.m. のときに幾c.c. を占むるか。

解  $250\text{c.c.} \times \frac{745}{755} \times \frac{273+15}{273+25} = 239\text{c.c.}$  答 239c.c.

16. 標準狀況に於て氣體 5 瓦を充たせる 2000c.c. 入れの器あり。今温度を 10° 壓を 750 耗にすれば此器内に残れる氣體は幾瓦に減ずべきか。

解 標準狀況に於ける此氣體 1c.c. の重きは  $\frac{5}{2000}$  瓦にして、温度 10°, 壓 750m.m. の氣體 2000c.c. の標準狀況に於ける體積は

$$2000\text{c.c.} \times \frac{750}{760} \times \frac{273}{273+10}$$

なるが故に、其重量次の如し。

$$\frac{5\text{瓦}}{2000} \times 2000 \times \frac{750}{760} \times \frac{273}{273+10} = 4.76\text{瓦}$$

答 4.76 瓦

17. 温度 10° 壓 750m.m. にて測りたる 1000c.c. の氣體が熱せられて 1120c.c. に膨脹し、壓が 740m.m. に變じたりとせば、此氣體の熱せられて上昇せる温度如何。



解 求むる温度を  $t$  とせば次の關係あり。

$$1000\text{c.c.} \times \frac{750}{740} \times \frac{273+t}{273+10} = 1120\text{c.c.}$$

$$\therefore t = 40^\circ$$

答  $40^\circ$ 

18.  $-48^\circ$ , 600 耗の時測りたる 10 瓦の氣體を  $177^\circ$  に熱し且つ壓を下して 480 耗とし其 250c.c. を分ちて秤量せしに 0.5 瓦の重量ありたり。此氣體の元の體積及び 1 立の重量如何。

解 250c.c. 氣體の狀況を元の狀況に復したときの體積を求め、之を  $\frac{10(\text{瓦})}{0.5(\text{瓦})}$  倍すれば元の體積となる。

$$250\text{c.c.} \times \frac{480}{600} \times \frac{273-48}{273+177} \times \frac{10}{0.5} = 2000\text{c.c.} = 2\text{立}$$

故に 1 立の重量は  $10\text{瓦} \times \frac{1}{2} = 5\text{瓦}$  なり。

答 2立, 5瓦.

19. 酸素に對し 1.5 の比重を有する氣體を標準狀況より温度  $24^\circ$  壓 740m.m. に變ぜしに 6172.3c.c. の體積を占めたりといふ。此氣體の全重量を求む。

解 此氣體の標準狀況に於ける體積を求め、之を酸素 1c.c. の重量の 1.5 倍に乗ずべし。即ち

$$0.001429\text{瓦} \times 1.5 \times 6172.3 \times \frac{740}{760} \times \frac{273}{273+24} = 12\text{瓦} \quad \text{答 } 12\text{瓦}$$

20. 氣體が液體に溶解する體積は壓の如何に拘はらず常に同一なることを説明せよ。

解 液體に溶解する氣體の重量は其氣體の壓に比例し(ヘンリーの定律)、氣體一定體積の重量は其氣體の受くる壓に比例して増加するにより(ボイルの定律)、液體には壓の如何に拘はらず常に一定體積の氣體を溶解す。例へば水 1 立は 1 氣壓を受くる無水炭酸 1 立即ち約 2 瓦を溶解し、5 氣壓の下に於ては 1 立の水は無水炭酸の 2×5 瓦を溶解し、其體積は次の如く矢張り 1 立なり。

$$1\text{立} \times \frac{10(\text{瓦})}{2(\text{瓦})} \times \frac{1}{5(\text{氣壓})} = 1\text{立}$$

## 第二章 化學 式

## 第一節 分子量 原子量 原子價

1. **分子量** 固體及び液體の比重は水を標準に取るを便とするが如く、氣狀の元素若しくは化合物の比重には酸素を標準に取り、之に對する比重を 32 倍したるものを用ひて表はすを化學上最も便なりとす。此値を分子量と名づく。例へば無水炭酸 1 立の重量は 1.965 瓦にして酸素 1 立の重量は 1.429 瓦なるが故に、上に述べたる意義の比重即ち分子量は

$$\frac{1.965}{1.429} \times 32 = 44.00$$

なり。今茲には兩氣體の標準狀況に於ける重量を比較せしと雖も、温度及び壓の氣體の體積に與ふる影響は氣體の種類に關せず總て一樣なるが故に、上の比重は任意の温度任意の壓の下に於て測るも全く同一なる値を有せざるべからず。故に

分子量とは氣狀をなせる元素或は化合物の重量と、それと同一狀況に於ける同體積の酸素の重量との比の 32 倍なり。

由て酸素の分子量は勿論 32.00 なり。然れども空氣の如き混合物はたとひ氣狀をなすも分子ごとのものを考へざるなり。

既に學びたる物質につき其分子量を擧ぐれば次の如し。

(1) 酸素を標準に取るに酸素の純粋に製せらるるものと性質あるによる。







水素 酸素 水蒸氣  
 分子量.....2.....32.....18  
 體積比.....□ + □ = □  
 ∴ 重量比.....2×2 : 32×1 : 18×2

即ち 1 : 8 : 9  
 同様に又

酸化炭素 酸素 無水炭酸  
 體積比.....□ + □ = □  
 ∴ 重量比.....28×2 : 32×1 : 44×2

即ち 7 : 4 : 11

5. **原子量** 一元素の量を其元素を含む數種の化合物の一分子量中に含まるる諸量に就きて比較するときは、是等の諸量は何れも或一定量の整數倍をなすを見出すならん。例へば種種の酸化物一分子量中に含まるる酸素の量は次の如し。

—	分子量	組成	一分子量中に含まるる酸素の量
水	18	水素1 : 酸素8	$18 \times \frac{8}{1+8} = 16$
酸化炭素	28	炭素3 : 酸素4	$28 \times \frac{4}{3+4} = 16$
無水炭酸	44	炭素3 : 酸素8	$44 \times \frac{8}{3+8} = 32 = 16 \times 2$
酸素	32	酸素 —	$32 = 16 \times 2$

此表に見ゆる如く一分子量中に含まるる酸素の量は16或は其2倍にして、今日知らるる酸素化合物は其數頗る多しと雖も其等の一分子量中に含まるる酸素の量は何れも16の整數倍に相當し、16よりは小なる値を取るもの一も見出すこと能はざるなり。かく一元素が物質一分子量中に存し得べき最小量を其元素の原子量といふ。故に酸素の原子量は16なり。同様に水素の原子量を求むること

(\*) 「原」には「元」を用ひざるを常とす。

と次の如し。

—	分子量	組成	一分子量中の水素の量
鹽化水素	36.5	鹽素35.5 : 水素1	$36.5 \times \frac{1}{1+35.5} = 1$
水	18	水素1 : 酸素8	$18 \times \frac{1}{1+8} = 2$
水素	2	水素 —	$2 = 2$
アムモニア	17	水素3 : 窒素14	$17 \times \frac{3}{3+14} = 3$

上の結果より水素の原子量は1なるを知る。

實際原子量を定むるには其元素を含む多數の化合物を分析し、其等の一分子量中に含まるる其元素の諸量の最大公約數を取る。従つて、一分子量中の炭素の量が夫々24, 36なる二種の化合物あらば、炭素の原子量は其小なる數24にあらずして、二量の最大公約數なる12なり。

原子量の定義の必然の結果として、凡ての元素及び化合物の一分子量にそれぞれに含まるる元素の原子量の和又は其整數倍の和にて表はすを得るなり。例へば、

- 鹽化水素の分子量  $36.5 = \text{水素の原子量}1 + \text{鹽素の原子量}35.5 \dots\dots(1)$
- 水の分子量  $18 = (\text{水素の原子量}1) \times 2 + \text{酸素の原子量}16 \dots\dots(2)$
- アムモニアの分子量  $17 = (\text{水素の原子量}1) \times 3 + \text{窒素の原子量}14 \dots\dots(3)$
- 鹽素の分子量  $71 = (\text{鹽素の原子量}35.5) \times 2 \dots\dots(4)$
- 無水炭酸の分子量  $44 = (\text{炭素の原子量}12) + (\text{酸素の原子量}16) \times 2 \dots\dots(5)$

6. **原** 鹽素、酸素、窒素の各1原子  
 アムモニア



量が水素の1原子量と化合する元素を1價元素といひ、酸素の如きその1原子量が水素の2原子量と化合する元素を2價元素といひ、又窒素の如き1原子量が水素3原子量と化合する元素を3價元素といひ、従つて水素を1價元素となす。斯く元素の化合能を表はす1價、2價、3價等の如き數を元素の原子價と名づく。

鹽素、酸素の如き水素と化合し易き元素の原子價は斯く容易に定めらるると雖も、元素中には多くの金屬元素の如く水素と化合せざるもの少なからず。かかる元素の原子價は勿論水素により直接に定むるを得ざるが故に、其1原子量が任意の1價元素の幾原子量と化合するかを表はす數を求め、之を其の原子價となすなり。例へばナトリウムは1原子量が鹽素の1原子量と化合して食鹽を生ずるにより、原子價は1にして、銅の1原子量は鹽素の2原子量と化合するが故に、原子價を2と定むるが如し。

倍數比例の定律に於て説きたる如く二種元素は時として二種以上の化合物を生ずることあるを以て、元素の原子價も只一種に限られずして二種以上あるもの無かるべからず。銅、水銀の何れも1價及び2價を取るが如き、鐵、クロムの何れも2價或は3價を取るが如きこれなり。

以上述べたる元素の原子量は元素が化合物一分子量を造るときの單位量を表はし、原子價は元素が化合する能力の大小を表はすものなり。化學變化を究むるに當りては、Valency 化學變化に揚

げんとす(102頁)。

7. **當量** 元素の原子量を其原子價にて除したる數を其元素の1當量といふ。例へば

酸素の一當量は.....  $\frac{16}{2} = 8$

窒素の一當量は.....  $\frac{14}{3} = 4.7$ , 或は  $\frac{14}{5} = 2.8$

$1/2 \text{ O} \quad \frac{16}{2} = 8$   
 $\text{C H}_3$

鐵の一當量は.....  $\frac{56}{2} = 28$ , 或は  $\frac{56}{3} = 18.7$

なるが如し。原子價は元素の一原子量が水素或は一價元素の幾原子量と化合すべきかを表はす數なるが故に、元素一當量は互に化合すべき元素の量を表はせるものなり。一當量を互にて表はしたる量を1瓦當量と稱す。

8. **摘要** 定義

分子量 (Molecular weight)	氣状をなせる元素或は化合物の酸素に對する比重の32倍なり。 (氣體をなせる元素或は化合物の標準狀況に於ける 22.4立の重量を互にて測りたる數なり)。
モル (Mol)	分子量を互を單位として表はしたる數なり。1モルの體積は標準狀況に於ては 22.4立なり。
原子量 (Atomic weight)	化合物一分子量中に含まるる一元素の質量の百分數なり。 (従つて一分子量は之に含まるる一元素の原子量の總數倍の如にて表はせる)。
原子價 (Valency)	元素の1原子量が水素或は一價元素の幾原子量と化合すべきかを表はせる數なり。

$\frac{1}{2} \text{ O} \quad \frac{16}{2} = 8$   
 $\text{C H}_3$

9. 「問題」 1. 分子量を説明せよ。  
2. 分子とは何ぞ、又一分子の體積如何。



3.\* 氣體の分子量は水素に對する比重の2倍に相當することを説明せよ。

解 物質の分子量は酸素に對する比重の32倍なるが故に、酸素の $\frac{1}{16}$ の重量ある水素に對する比重の2倍に相當す。(130頁)

4. 一罐あり之を真空にし温度15°壓756耗にて秤量するに其重さ153.679瓦あり。之れと同温同壓にて鹽素を充たしたる重さは156.844瓦にして、酸素を充たしたときの重さは155.108瓦なり。鹽素の分子量を問ふ。

解 罐内を充たせる鹽素と酸素とは全く同一狀況にあるが故に其温度及び壓力を考ふる必要なく、單に前者の後者に對する比重を32倍して分子量を得。

鹽素の重量 = 156.844瓦 - 153.679瓦 = 3.165瓦
酸素の重量 = 155.108瓦 - 153.679瓦 = 1.429瓦
∴ 分子量 = (3.165 / 1.429) × 32 = 70.72

答 70.72

5. アムモニア 50c.c. の重量を秤量するに0.038瓦ありたりといふ。其分子量如何。

解 其22.4立の重量を求むれば可なり。即ち、

50c.c. : 22.4 × 1000c.c. = 0.038瓦 : x瓦
∴ x = 17瓦

答 17

6. 或化合物2.02瓦を氣化せしめ16° 772耗の狀況に於て測りたる體積364c.c.なりといふ。其化合物の分子量を求めよ。

364c.c. × (772 / 760) × (1 / 273 + 16) = 320.3c.c.

\*) 分子量を求むる問題多様なるも何れも問題4或は5に歸着す。

故に22.4立の重量次の如し。

2.02瓦 × (22.4 × 1000 / 349.3) = 130瓦 答 130

7. 0°, 725mmの狀況に於て測りたる14瓦の氣體は8019c.c.の體積を占む。其分子量如何。

解 前問に倣へ。 答 44

8. 容量670c.c.の硝子罐にアルコールの少許を入れて100°の湯の中に浸しアルコールが悉く氣化して罐内を充たせるとき罐の口を閉ぢ、罐を取り出して秤量せしに35.63瓦の重さありたり。今この實驗中氣壓を75.5種とし、硝子罐が真空なるときの重さを34.62瓦とするときはアルコールの分子量何程なるか。

罐内のアルコール蒸氣が標準狀況に於て占むべき體積 = 670c.c. × (755 / 760) × (273 / 273 + 100)
同じく重量 = 35.63瓦 - 34.62瓦 = 1.01瓦

これよりアルコール22400c.c.の重量を求むれば分子量を得べし。

∴ 1.01瓦 × (22400 / (670 × (755 / 760) × (273 / 273 + 100))) = 46瓦 答 46

9.\* 1瓦の水は100°に於て1.043c.c.の體積を有す。今標準氣壓に於て100°の水が同温度の水蒸氣となるとき體積は幾倍となるか。

解 水蒸氣の1モル即ち18瓦は標準狀況に於て22.4立の體積を有するにより其1瓦が標準氣壓100°に於ては

22.4立 × (1 + (100 / 273)) × (1 / 18) = 1.7立 = 1700c.c.

を占む。而して100°の水1瓦の體積は1.043c.c.を占むるに依り求むる値は次の如し。

1700c.c. / 1.043c.c. = 1630 答 1630倍

10. 標準狀況に於ける酸素64瓦と同體積を有する鹽化水素の重



量を求む。

酸素64瓦は2モルにして、同状況に於ける氣體1モルの體積は氣體の種類に關せず相等しきが故に求むる鹽化水素も亦2モルなり。故に其重量は  
 $36.5 \times 2 = 73$ 瓦  
答 73瓦

11. 無水炭酸の分子量44なることより、13°、75種の時その1瓦の占むる體積を算出せよ。

標準状況に於ける44瓦の體積は22.4立を占むるにより、其1瓦の與へられたる状況に於ける體積は次の如し。

$$22.4 \times \frac{1}{44} \times \frac{76}{75} \times \frac{273+13}{273} = 0.55 \text{立}$$

答 0.55立

12.\* 原子量の意義如何。

(94頁)

13. 現今の原子量を一名最大原子量といふは何故なるか。

原子量は現今知られたる物質一分子量中に含まるゝ一元素の諸量の最大公約數なるにより原子量より大なる數にては是等の諸量は整除せられざること勿論なり。故に今後如何なる化合物發見せらるゝも原子量は今日の原子量より大なる能はず。然れども若し一分子量中に其原子量未滿を含む化合物發見せらるゝときは原子量は此量をも整除すべき數ならざるべからざるが故に、原子量は今日の値より小となるべきなり。これ今日の原子量に最大なる語を冠する所以なり。

14. 四種の鹽素化合物一分子量を分析して得たる鹽素の諸量は次の如し。これより鹽素の原子量を求む。

71.0 106.5 142.0 177.5

此四量の最大公約數を求むれば可なり。

答 35.5

15.\* 原子價及び當量とは何ぞ。

(96,97頁)

16. 無水炭酸の分子量は44にして組成は炭素3:酸素8なり。炭素の1當量を求む。

無水炭酸一分子量中の炭素及び酸素の重量は

$$\text{炭素} \dots 44 \times \frac{3}{3+8} = 12 \dots \dots \dots 1 \text{原子量}$$

$$\text{酸素} \dots 44 \times \frac{8}{3+8} = 32 = 16 \times 2 \dots \dots 2 \text{原子量}$$

即ち炭素の1原子量は原子價2の酸素2原子量と化合するが故に1當量は  
 $12 \div (2 \times 2) = 3$ なり。  
答 3

### 第二節 化學記號

1. 元素記號 元素のラテン名の首字を以て其元素の名稱及び一原子量を表はす記號となす。(1) 例へば

ラテン名	記號	記號にて表はさるゝ事項
Hydrogenium	H	水素 1量
Carboneum	C	炭素 12量
Nitrogenium	N	窒素 14量
Oxygenium	O	酸素 16量

然れども同じ首字を有する元素名の數種あるものには首字の次に語中の他の一字(多くは第二か第三位の文字)を附記して之を區別す。例へば

Carboneum	C	炭素	12量
Chlorum	Cl	鹽素	35.5量
Calcium	Ca	カルシウム	40量
Cuprum	Cu	銅	64量

(1) この元素記號はBerzelius氏(1779—1848)の創案にして、古き符號の二三を除くれば、金⊙或は⊕(太陽)、銀<(月)、水▽、酸素⊖或は○、炭素●の如し。



元素記號の主字は *M* の如き花文字を用ふることなく *H* の如き型の文字を用ひ、第二の文字は大文字を用ふることなく *a* 又は *a* の如き小文字を用ひて小さく表はすべし。而して元素記號が表はすべき原子量を示す必要あるときは  $C=12$  の如く記し、原子價を示す必要あるときは  $C^{IV}$  の如く記號の右肩にローマ字にて之を附記するを常とす。

今日知らるる元素及び其記號、原子量、原子價は次の如し。

元 素 表 (記號の ABC順) (1916年)

元 素 名			記 號	原 子 價	原 子 量
和	英	獨			
銀	Silver (Argentum)	Silber	Ag	I	107.88
アルミニウム	Aluminium	Aluminium	Al	III	27.1
(アルゴン)	Argon	Argon	Ar	0	39.88
砒素	Arsenic	Arjen	As	III, V	74.96
金	Gold (Aurum)	Gold	Au	I, III	197.2
硼素	Boron	Bor	B	III	11.0
バリウム	Barium	Barium	Ba	II, (IV)	137.37
(ベリリウム)	Beryllium	Beryllium	Be(Gl)	II	9.1
ビスマス	Bismuth	Wismut	Bi	III, (V)	208.0
臭素	Bromine	Brom	Br	I, (III, V, VII)	79.92
炭素	Carbon	Kohlenstoff	C	IV, (II)	12.005
カルシウム	Calcium	Calcium	Ca	II	40.07
(カドミウム)	Cadmium	Cadmium	Cd	II	112.40
(セル)	Cerium	Cer	Ce	IV	140.25
塩素	Chlorine	Chlor	Cl	I, (III, V, VII)	35.46
コバルト	Cobalt	Kobalt	Co	II, (IV)	58.97
クロム	Chromium	Chrom	Cr	III, (II, IV, VI)	52.0

元 素 名			記 號	原 子 價	原 子 量
和	英	獨			
(セシウム)	Cesium	Cäsium	Cs	I	132.81
銅	Copper (Cuprum)	Kupfer	Cu	II, I	63.57
(ヂスプロシウム)	Dysprosium	Dysprosium	Dy		162.5
(エルビウム)	Erbium	Erbium	Er	III	167.7
(ユーロピウム)	Europium	Europium	Eu		152.0
弗素	Fluorine	Fluor	F	I	19.0
鐵	Iron (Ferrum)	Eisen	Fe	II, III, (IV)	55.84
(ガリウム)	Gallium	Gallium	Ga	III	69.9
(ガドリニウム)	Gadolinium	Gadolinium	Gd	I, III	157.3
(ゲルマニウム)	Germanium	Germanium	Ge	IV, II	72.5
水素	Hydrogen	Wasserstoff	H	I	1.008
(ヘリウム)	Helium	Helium	He	0	4.00
水銀	Mercury (Hydrargyrum)	Quecksilber	Hg	II, I	200.6
(ホルミウム)	Holmium	Holmium	Ho		163.5
沃素	Iodine	Jod	I	I, (III, V, VII)	126.92
(インジウム)	Indium	Indium	In	III	114.8
(イリジウム)	Iridium	Iridium	Ir	II, III, IV	193.1
カリウム	Potassium	Kalium	K	I	39.10
(クリプトン)	Crypton	Krypton	Kr	0	82.92
(ランタン)	Lanthanum	Lanthan	La	III	139.0
(リチウム)	Lithium	Lithium	Li	I	6.94
(ルテシウム)	Lutecium	Lutecium	Lu		175.0
マグネシウム	Magnesium	Magnesium	Mg	II	24.32
マンガン	Manganese	Mangan	Mn	II, IV, (VII)	54.93
(モリブデン)	Molybdenum	Molybdän	Mo	II, III, IV, VI	96.0
窒素	Nitrogen	Stickstoff	N	III, (I), V	14.01
ナトリウム	Sodium	Natrium	Na	I	23.00
(ニオブ)	Columbium	Niob	Nb(Cb)		93.5
(ネオヂム)	Neodymium	Neodym	Nd	III	144.3

N<sub>2</sub>  
23.00  
23.00

28



元 素 名			記 號	原 子 價	原 子 量
和	英	獨			
(ネオン)	Neon	Neon	Ne	0	20.2
/ ニッケル	Nickel	Nickel	Ni	II, (IV)	58.68
(ニトン)	Niton	Niton	Nt	0	222.4
/ 酸素	Oxygen	Sauerstoff	O	II	16.00
(オスミウム)	Osmium	Osmium	Os	II, III, IV, VI, VIII	190.9
/ 燐	Phosphorus	Phosphor	P	III, V	31.04
/ 鉛	Lead (Plumbum)	Pbci	Pb	II, (VI)	207.20
(パラヂウム)	Palladium	Palladium	Pd	II, IV	106.7
(プラセオヂウム)	Praseodymium	Praseodym	Pr	III	140.9
/ 白金	Platinum	Platin	Pt	II, IV	195.2
(ラヂウム)	Radium	Radium	Ra	II	226.0
(ルビヂウム)	Rubidium	Rubidium	Rb	I	85.45
(ロヂウム)	Rhodium	Rhodium	Rh	III	102.9
(ルテニウム)	Ruthenium	Ruthenium	Ru	II, III, IV	101.7
/ 硫 黄	Sulphur	Schwefel	S	II, (IV, VI)	32.07
アンチモン	Antimony (Stibium)	Antimon	Sb	III, V	120.2
(スカンジウム)	Scandium	Scandium	Sc	III	44.1
(セレン)	Selenium	Selen	Se	II, IV, VI	79.2
/ 珪 素	Silicon	Silicium	Si	IV	28.3
(サマリウム)	Samarium	Samarium	Sm(Sa)	III	150.4
/ 錫	Tin (Stannum)	Zinn	Sn	II, IV	118.7
/ ストロンチウム	Strontium	Strontium	Sr	II	87.63
(タンタル)	Tantalum	Tantal	Ta	V	181.5
(テルビウム)	Terbium	Terbium	Tb	V	159.2
(テルル)	Tellurium	Tellur	Te	II, IV, VI	127.5
(トリアウム)	Thorium	Thor	Th	IV, II	232.4
(チタン)	Titanium	Titan	Ti	IV	48.1
(タリウム)	Thallium	Thallium	Tl	I, III	204.0

元 素 名			記 號	原 子 價	原 子 量
和	英	獨			
(ツリウム)	Thulium	Thulium	Tu	I	168.5
(ウラン)	Uranium	Uran	U	IV, VI	238.2
(バナヂン)	Vanadium	Vanadin	V	V, I, III	51.0
(ウォルフラム)	Tungsten	Wolfram	W	II, IV, VI	184.0
(クセノン)	Xenon	Xenon	Xe	0	130.2
(イトリウム)	Yttrium	Yttrium	Y	III	88.7
(イテルビウム)	Ytterbium	Ytterbium	Yb	III	173.0
亜 鉛	Zinc	Zink	Zn	II	65.37
(ジルコニウム)	Zirconium	Zirkon	Zr	IV	90.6

上の83元素中巻首に擧げたる35元素(上表中括弧に  
入れざる元素)は最も普通の元  
素にして、其等記號と原子價とを確實に記憶し置くは學習上極め  
て緊要なるに屬す。元來元素の和名は記號と毫も關聯せざるに  
より、先づ英名を記憶する時は記號の暗誦極めて容易なり。而し  
て又元素を非金属と金屬とに分ちて記憶するときは、一化合物が  
成立し得べきや否やを推定する上に於て大に便なるを覺ゆ。之れ  
化合は金屬と非金属との間に起るを通則とし、又非金属相互の間  
にも起ることあるも、金屬相互の間に起ること稀なればなり。

且普通の練習的計算には巻首の原子量を用ひて充分なるものとす。

2. 分子式 (1) 分子式 元素記號は元素名と其一原子量  
とを表はすものなるが故に、之を用ひて元素若しくは化合物の組

(\*) 水素は非金属なれども金屬とは化合し難し。金屬相互間の化合物には MgNi<sub>2</sub>,  
Mg<sub>2</sub>Ni, MgAg, Hg<sub>2</sub>K, HgK 等あるも、もとより普通の化合物にあらず。  
(\*) 化學分析等の計算には此本表を用ふるを要す。

Handwritten signature and the symbol 'Si'.



成及び分子量を表はすを得べし。例へば

水18量(1分子量)=水素2量(2原子量)+酸素16量(1原子量)

にして、

水素2原子量(2)=H×2

酸素1原子量(16)=O

なるが故に、

水1分子量(18)=H×2+O

なり。實際は上の原子量を幾倍すべきかを示す數例へば H×2の2は之を指標の如く元素記號の右下に小文字にて H<sub>2</sub>の如く記し、記號間の+を省略して次の如く表出するものとす。即ち

水1分子量=H<sub>2</sub>O

かく元素記號により物質の組成及び分子量を示す化學記號を分子式と稱す。換言せば分子式は物質中に含まるる諸元素の記號を並記し、一分子量中2原子量以上含まるる元素はその數を記號の右下に附記して表はしたる物質の化學記號なり。而して物質の數分子量を示す必要あるときは、其數を分子式の左方に並記するものとす。例へば水の2分子量は2H<sub>2</sub>Oにて示さるるが如し。

(2) 分子式を作ること 一物質の分子式を作らんには、先づ其分子量を組成の比に分ち、次に其分ちたる元素の量をば夫れを代表すべき元素記號にて置き更ふれば可なり。例へば

(1) 無水炭酸の分子量は44にして、成分たる炭素と酸素とは3:8の比をなすにより、分子式は下の如し。

一分子量中の炭素の量=44×3/3+8=12=C

Handwritten calculations for CH3CO2H. Shows a vertical sum: 12 (C) + 6 (H) + 32 (O) = 50. Another calculation: 12 + 2 + 32 = 46. The text '第二章 化學 式' is written across the page.

一分子量中の酸素の量=44×8/3+8=32=O<sub>2</sub>

∴ 分子式 CO<sub>2</sub>

(2) 醋酸は炭素40.0%、水素6.7%、酸素53.3%より成り、其分子量60なるが故に、分子式は次の如し。

一分子量中の炭素の量=60×40.0/100=24=C<sub>2</sub>

水素の量=60×6.7/100=4=H<sub>4</sub>

酸素の量=60×53.3/100=32=O<sub>2</sub>

∴ 分子式 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>

(3) 分子式より分子量の計算 物質の分子式を知るときは、逆にその分子量は分子式中記號にて表はさるる元素の原子量を加へ合して容易に占めらる。例へば

(1) アムモニアの分子式NH<sub>3</sub>より其分子量は

N=14×1=14

H<sub>3</sub>=1×3=3

∴ NH<sub>3</sub>=17

Handwritten: N=14, H=100/8

(2) 硫酸H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>の分子量は次の如し。

H<sub>2</sub>=1×2=2

S=32×1=32

O<sub>4</sub>=16×4=64

∴ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>=98

Handwritten: 66, 32, 98

(4) 分子式より氣體の重量を求むること 氣狀物質1モルの體積は標準狀況に於て22.4立を占むるが故に、その分子式を知るときは直に1立の重量を計算し得べきなり。例へば酸化炭素の分子式はCO<sub>2</sub>なるが故に、1モルはCO<sub>2</sub>=12+32=44之が22.4立を占むるにより、1立の重量は44/22.4=1.96

28/22.4=1.25



従つてこれより酸化炭素の任意状況に於ける任意體積の重量をも算出するを得べし。

(5) 分子式より百分組成の計算 物質100量を、其分子式中の元素記號にて代表せらるる各元素の量の比に按分したるものは其百分組成なり。例へばC<sub>2</sub>H<sub>6</sub>Oなる分子式を有する物質の百分組成次の如し。

分子式 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O = 12 × 2 + 1 × 6 + 16 = 46

炭素 ..... 100 ×  $\frac{12 \times 2}{46} = 52.18\%$

水素 ..... 100 ×  $\frac{6}{46} = 13.04\%$

酸素 ..... 100 ×  $\frac{16}{46} = 34.78\%$

3. 實驗式 (1) 實驗式及び其求め方 (實驗式) 元素記號

によりて物質の組成を表はしたる化學記號を實驗式と稱す。實驗式は分子量の知れざるがため分子式を與ふるを得ざる物質を表はすに用ひらる。例へばエチレンと稱する物質の組成、炭素6:水素1をCH<sub>2</sub>にて表はすが如し。何となれば C=12, H<sub>2</sub>=2 にして、其比は6:1に等しければなり。

一物質の組成は次の方法によりて實驗式に作り上げらる。今鹽素酸カリウムの組成を次の如く與へられたりとせん。

カリウム 31.92%, 鹽素 28.93%, 酸素 39.15%

【方法】(1) 各成分の重量を其元素の原子量にて除し、

+物質100量中に存する各成分の量なり。

る後には必ず其等の和が100となるや否やを検するを要す。るときは之を適當に補正せざるべからず。

KClO<sub>3</sub> 化學式

カリウム .....  $\frac{31.92}{39} = 0.81$

鹽素 .....  $\frac{28.93}{35.5} = 0.81$

酸素 .....  $\frac{39.15}{16} = 2.43$

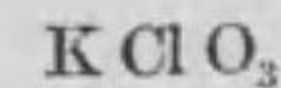
(10) 其商の各を其中の最小なるものにて除し、

カリウム .....  $\frac{0.81}{0.81} = 1$

鹽素 .....  $\frac{0.81}{0.81} = 1$

酸素 .....  $\frac{2.43}{0.81} = 3$

(11) 此商を夫々元素記號の右下に書きたるものを並記す。即ち



之れ求むる所の實驗式なり。

【理由】上の運算に於て、百分組成を原子量にて除したる商0.81、

或は2.43の如き數は、夫れに含まるべき原子量の數即ち元素記號の數を表はすが故に、鹽素酸カリウムを成すK, Cl, Oの記號數は0.81:0.81:2.43の比をなすを知る。然るに實驗式中に於ける元素記號は當に整数にて表はすことと定めらるるが故に、比の各項を其中の最小なる數0.81にて割り之を整数の比1:1:3と成すなり。故にK, Cl, Oは夫々1, 1, 3の割合をなすを知るなり。

(2) 實驗式と分子式との關係 實驗式と分子式との定義を比較すれば容易に理解せらるる如く、分子式の實驗式と異なるは式中の元素記號にて表はさるる原子量の總和が其物質の分子量に等しきや否やにあり。従つて若し實驗式中の原子量の總和が丁度其分子量に等しきものあらば其式は同時に又分子式たるなり。の實驗式H<sub>2</sub>Oの如き之れなり。然るに實驗式中の原子量の總和が







2.\* 次の元素の記號を記せ。  
 水素 酸素 窒素 炭素 珪素 水銀 亜鉛 白金 金 (102頁)

3.\* 下の元素の記號及び原子價を記せ。  
 ナトリウム マンガン 炭素 窒素 アルミニウム 錫 (102頁)

4. 分子式より導き得る事項を列挙せよ。

解 分子量, 成分, 及び其重量組成, 氣體の密度

5.\* NH<sub>3</sub>の意義を述べよ。

解 NH<sub>3</sub>はアモニアの分子式にして, 此物は窒素14量と水素3量との化合によりて成り, 其分子量は17なり。

6. 酸素及び水素の分子式如何。

解 酸素の分子量=32=16×2=O<sub>2</sub>.....分子式  
 水素の分子量=2=1×2=H<sub>2</sub>.....分子式

7. 窒素26.2% 水素7.4% 塩素66.4%なる物質の實驗式を作れ。

解 N=14 H=1 Cl=35.5より, 上の組成中の原子量数の整数比は

	原子量数	整数比
窒素	$\frac{26.2}{14} = 1.9 \dots 1$	1
水素	$\frac{7.4}{1} = 7.4 \dots 4$	4
塩素	$\frac{66.4}{35.5} = 1.9 \dots 1$	1

∴ 實驗式 NH<sub>4</sub>Cl 答 NH<sub>4</sub>Cl

8. 一物質を分析してカリウム26.6%, クロム35.22%, 酸素38.18%を含むを知れり。其化學式如何。

解 前問に倣ひて作るを得べし。 答 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>

9. マグネシウム9.76, 硫黄13.01, 酸素26.01, 水51.22なる百分組成を有する物質の化學式を求む。

mg = 28.32

第二章 化學式

10.\* 炭素, 水素, 及び酸素の化合物あり。その分析の結果は炭素26.5%, 水素2.2%にして, 分子量90.4なりとす。如何なる分子式を與ふべきか。

解 C=12 H=1 O=16 より  
 炭素.....  $90.4 \times \frac{26.5}{100} = 24 = 12 \times 2 = C_2$   
 水素.....  $90.4 \times \frac{2.2}{100} = 2 = 1 \times 2 = H_2$   
 酸素.....  $90.4 \times \frac{100 - (26.5 + 2.2)}{100} = 64 = 16 \times 4 = O_4$   
 ∴ 分子式 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 答 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

11.\* 一の有機酸を分析したるに, 炭素40.0%, 水素6.6%, 酸素53.4%より成るを知れり。其實驗式を計算せよ。又その分子量60なりとせば分子式は如何。

解 (整数比)  
 炭素(C=12).....  $\frac{40.0}{12} = 3.3 \dots 1$   
 水素(H=1).....  $\frac{6.6}{1} = 6.6 \dots 2$   
 酸素(O=16).....  $\frac{53.4}{16} = 3.3 \dots 1$   
 ∴ 實驗式 CH<sub>2</sub>O  
 又分子式は (CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub> = (12 + 2 + 16) × n = 60 ∴ n = 2  
 ∴ 分子式 (CH<sub>2</sub>O)<sub>2</sub> 即ち C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> 答 CH<sub>2</sub>O C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>

12.\* 炭素, 酸素, 水素より成れる化合物10.000瓦を十分に酸化せしに, 無水炭酸20.001瓦, 水8.181瓦を得たり。次にこの化合物0.192瓦を氣壓75厘のとき200°にて氣化せしめたるに89.4c.c.

(\*) 分子量の知れる場合には此法によるを可とす。  
 (\*\*) この問題を確實に會得せば此種の分子式を作る問題は凡て解かる。



の體積を占めたりといふ。其分子式如何。

**解** 先づ化合物に含まるゝ炭素、水素、酸素の重量比を求めて實驗式を定め、次に此氣體の重量より分子量を定めて分子式を作るべし。

$$\text{無水炭酸 (CC}_2\text{)} \text{中の炭素の量} = 20.001\% \times \frac{12}{44} = 5.455\%$$

$$\text{水 (H}_2\text{O)} \text{中の水素の量} = 8.181\% \times \frac{2}{18} = 0.909\%$$

上の量は元の化合物中に含まるゝ炭素及び水素の量にして、従つて酸素の量は

$$10.000\% - (5.455\% + 0.909\%) = 3.636\%$$

よつて實驗式は次の如し。

$$\text{炭素} \cdots \cdots \frac{5.455}{12} = 0.454 \cdots \cdots \frac{0.454}{0.227} = 2$$

$$\text{水素} \cdots \cdots \frac{0.909}{1} = 0.909 \cdots \cdots \frac{0.909}{0.227} = 4$$

$$\text{酸素} \cdots \cdots \frac{3.636}{16} = 0.227 \cdots \cdots \frac{0.227}{0.227} = 1$$

∴ 實驗式  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$

又、此氣體 0.005 瓦の標準狀況に於ける體積は

$$89.4\text{c.c.} \times \frac{75}{76} \times \frac{273}{273+200} = 48.9\text{c.c.}$$

なるにより、其22.4立(22400c.c.)の重量は

$$0.192\% \times \frac{22400}{48.9} = 88\%$$

故に分子量は 88 にして、 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O} = 44$  の 2 倍に相當するを以て、求むる分子式は  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  なり。

答  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$

13.\*  $\text{C}_2\text{H}_5\text{SO}_3\text{K}$  なる分子式を有する物質の百分組成を求む。

**解**

$$\text{C}_2 = 12 \times 2 = 24$$

$$\text{H}_5 = 1 \times 5 = 5$$

$$\text{S} = 32 \times 1 = 32$$

$$\text{O}_3 = 16 \times 3 = 48$$

$$\text{K} = 39 \times 1 = 39$$

$$\therefore \text{分子量 } \text{C}_2\text{H}_5\text{SO}_3\text{K} = 148$$

従つて百分組成は

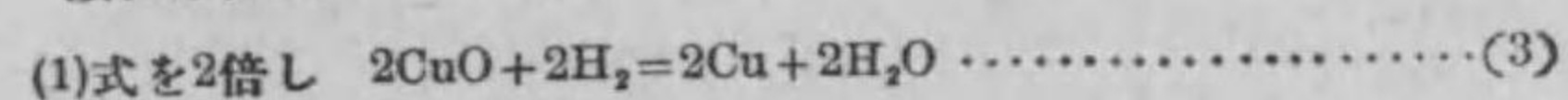
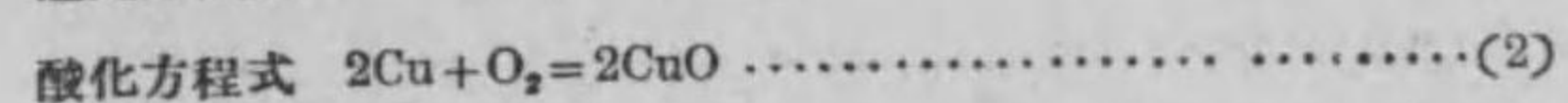
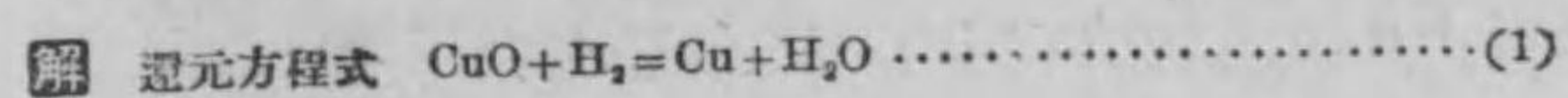
# 欠



欠

13頁

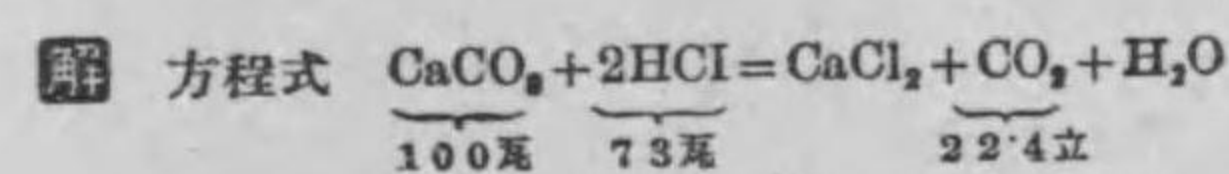
12.\* 水素10瓦を以て酸化銅を還元し更に此銅を酸化するには幾立の酸素を要するか。



式(3)(2)より  $2\text{H}_2 = 4$ 瓦の水素にて還元したる銅  $2\text{Cu}$ を酸化するに酸素  $\text{O}_2 = 22.4$ 立を要するに、水素 10 瓦に対する酸素の體積は  $22.4 \times \frac{10}{4} = 56$ 立なり。

答 56立

13.\* 大理石 15 瓦を鹽酸に溶解して生ずる無水炭酸は温度 15° 壓 750 耗に於て幾何の體積を有するか。又此際20%鹽酸の幾瓦を要するか。



大理石15瓦より生ずべき無水炭酸の標準狀況に於ける體積を  $x$ 立、此際要する鹽化水素の重量を  $y$ 瓦とせば次の式あり。

$$100\text{瓦} : 15\text{瓦} = 22.4\text{立} : x\text{立} \quad \therefore x = 3.36\text{立}$$

其 15°, 750 耗の時の體積は

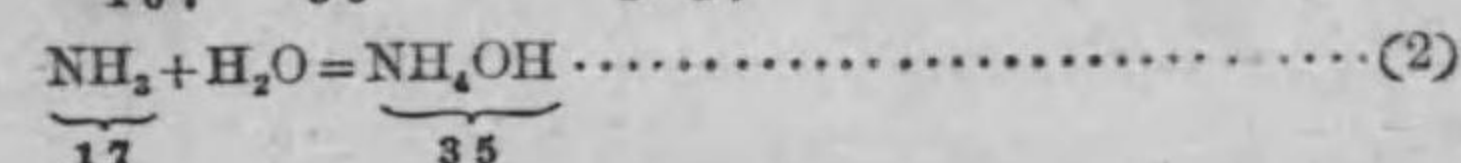
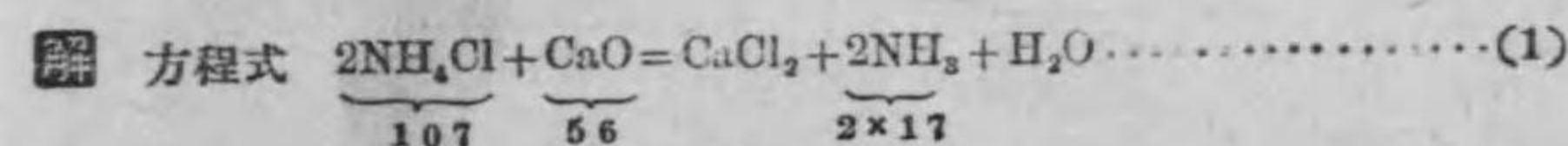
$$3.36\text{立} \times \frac{760}{750} \times \frac{273+15}{273} = 3.6\text{立}$$

又  $100\text{瓦} : 15\text{瓦} = 73\text{瓦} : y\text{瓦} \quad \therefore y = 11\text{瓦}$

故に20%鹽酸の重量は  $11\text{瓦} \times \frac{100}{20} = 55\text{瓦}$

答 3.6立, 55瓦。

14.\* 49%の水酸化アモニウムを含むアモニア水 5 瓦を得んには鹽化アモニウム及び生石灰の幾何を要するか。



アモニア水 5 瓦の内には水酸化アモニウム  $5\text{瓦} \times \frac{49}{100}$  を含み、(2)式によりこの量の水酸化アモニウムはアモニアの



$$56 \times \frac{49}{107} \times \frac{17}{35} = 1.196$$

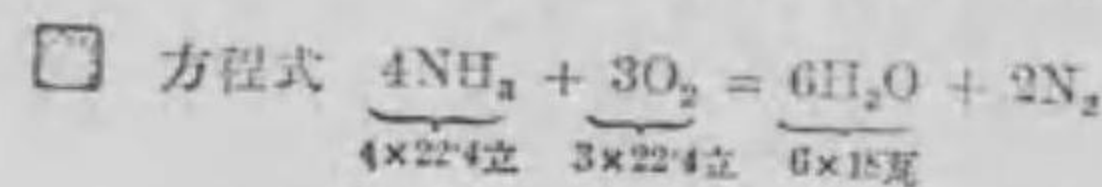
を含むを知る。故に其原料下の如し。

$$\text{鹽化アモモニウム} \dots \dots \dots 1.196 \times \frac{107}{2 \times 17} = 3.75$$

$$\text{生石灰} \dots \dots \dots \times \frac{56}{7} = 1.96$$

答 鹽化アモモニウム 3.75 担, 生石灰 2.0 担。

15.\* アモニアを酸素の中にて燃焼せしめて水の54瓦を得んにはアモニア及び酸素各幾立を要するか。



$$\text{アモニア} \dots \dots \dots 22.4 \times 4 \times \frac{54}{6 \times 18} = 44.8 \text{ 立}$$

$$\text{酸 素} \dots \dots \dots 44.8 \times \frac{3}{4} = 33.6 \text{ 立}$$

答 アモニア 44.8 立, 酸素 33.6 立。

#### 第四節 分子 原子

1. **假説** 前に述べたる化學變化に關する諸定律の起る理由を説明せんがため、物質の構成に就きて次の假定を設く。

① 1. 分子説 物質は何れも分子と稱する細微なる粒子の集合によりて成れるものと想像す。

分子は

- (1) 物質の物理的手段によりて分割し得らるる最小部分にして
- (2) 何れも其の物質特殊の性質を備へ、
- (3) 一定の形状及び質量を有するものなり。

(\*) 氣體一モルの分子数は凡そ  $10^{24}$  個。水素分子の直径  $25 \times 10^{-8}$  厘米にしてその重量  $3 \times 10^{-24}$  瓦。

従つて物質異なれば夫れを集成せる分子も亦異ならざるを得ず。

2. 原子説 分子は更に小さき數個の原子より成れるものとす。原子は

- (1) 分子を化學的手段にて更に分割したる物質最小極限の粒子にして
- (2) 各原子は夫々特殊の性質、形状、質量を有すと雖も、
- (3) 分子の如く游離して存することなく必ず他の原子と結合し、且單獨には物質特有の性質を表はすこと無し。

而して、同種の原子集りて元素の分子を形成し、異種の原子集りて化合物の分子を形成す。これにより原子の種類は元素の種類に等しかるべきなり。

3. **アボガドロの假説** 氣體同體積内にある分子數は氣體の種類に關せず何れも同數なり。之れアボガドロの假説と名づけらるる假定にして、此場合に於ける氣體の體積は同温同壓の下に於て比較すべきは論を待たざる所なり。

2. **分子量・原子量** 1. 分子量の意義 分子の大きさは極めて細微にして數千萬個を並ぶるも長さ1厘米に足らざる程の小粒なるが故に、其重量も亦到底普通の重量單位にて表はすを得ざる程輕少なり。然れども其等の比較的の重量を種々の手段によりて推定し、之を分子の分子量と名づく。

分子量の標準には酸素の分子を採り其重量、即ち分子量を32.00と定む。而して酸素の分子量に對して定めたる他の分子の比較的の重量は、その分子の分子量なり。然るに氣體の同體積内に含ま



るる分子の總數は氣體の種類に拘はらず同數なるが故に(アボガドの假説), 或氣狀物質の酸素に對する比重は又其物質一分子の酸素一分子に對する比重に等しく, 従つて此比重を32倍したる數は求むる物質の分子量なるべし(第91頁)

例へば標準狀況に於ける水素1立は0.090瓦にして夫れと同狀況に於ける酸素1立の重量1.429瓦に對する比重 $0.090 \div 1.429 = 0.063$ は又水素1分子の酸素1分子量に對する比重なり。然るに酸素1分子の重量を32と定むるが故に, 水素1分子の重量はこれの32倍即ち,

$$0.063 \times 32 = 2.016$$

なり。之れ水素分子の分子量なり。

同様の方法により鹽素分子の分子量70.92, 無水炭酸の分子の分子量44.00などを定むるを得るなり。

2. 原子量の意義 原子の比較的重量を原子量と稱し, その標準には酸素原子を採る。而して酸素1分子は次の理由により2原子より成れると見做すべきを以て, 酸素1原子の重量即ち原子量を  $32.00 \div 2 = 16.00$  と定む。何となれば酸素1體積は水素の2體積と化合して水(氣狀)の2體積を生ずるが故に, 若し酸素1體積内にある分子の數がnならば, 水(氣狀)の2體積内には2nの分子あるべく(アボガドの假説), 又水の1分子は少なくとも酸素の1原子を含むべしにより, 水の2n分子中には酸素の2n原子あるを要し, 此酸素原子は化合に費されたる酸素のn分子より來らざるべからず。従つて酸素1分子は酸素2原子より成れるを知る。

向てい 原子量...

水素2原子は酸素1原子と化合して分子量18.016なる水の1分子を生ずるが故に, 水素1原子の重量即ち原子量は次の如し。

$$(18.016 - 16.000) \div 2 = 1.008$$

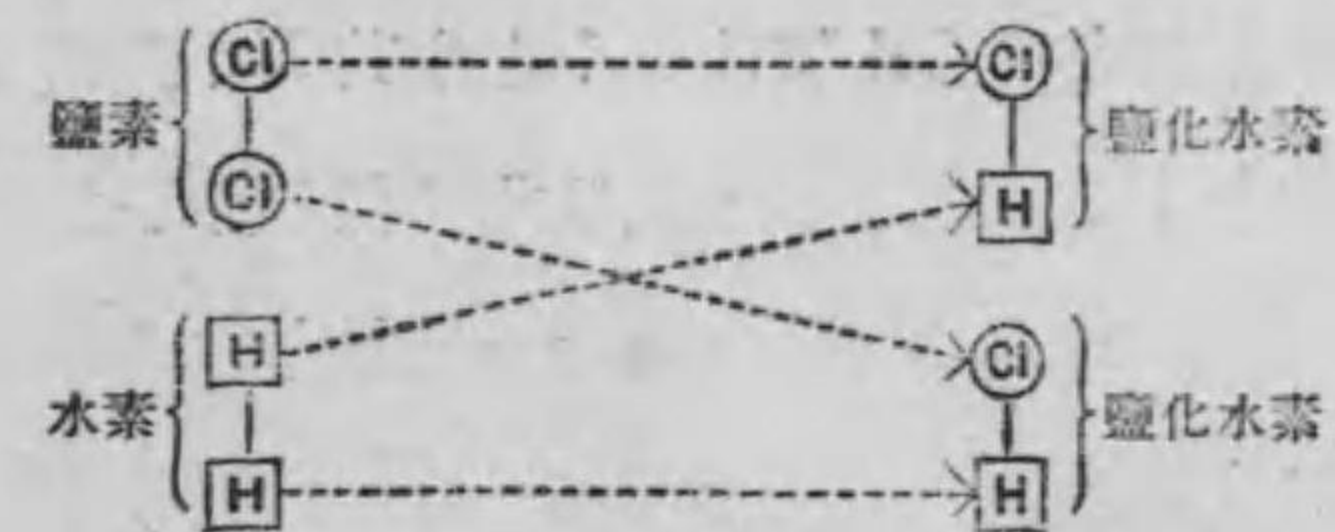
種々の原子の原子量は概ね斯く酸素原子との化合の割合より推定するを常とす。酸素を原子量の標準に採るは此元素が最も多くの他の元素と直接に化合し易きに由る。

實際或る元素の原子量を求むるには其元素を含む多數の化合物1分子を形成せる其元素の最小量を採る。之れ1分子中には1原子未滿を含むことなきが故に, 多數の化合物の分子の中には必ずや其元素の1原子を含むものあるべければなり。

從來使用し來りし元素記號は1原子を表はし, 分子式は1分子を表はすものなり。

3. 四定律の説明 此處に述べたる假説を用ふる時は既に述べたる化學變化の四定律を極めて明快に説明するを得べし。

1. 質量不變の定律 化學變化は原子相互の分離結合なり。例へば水素と鹽素と化合して鹽化水素を生ずる變化は, 水素分子をなせる水素原子及び鹽素分子をなせる鹽素原子が, 結合の模様を換へて鹽化水素を生ずるなり。即ち,



従つて化學變化の起りたる場合には化學變化前の物質を成せし原



子は悉く化學變化後の物質中に含まるべきが故に、反應前後に於て質量の不變なるべきは當然のことなり。

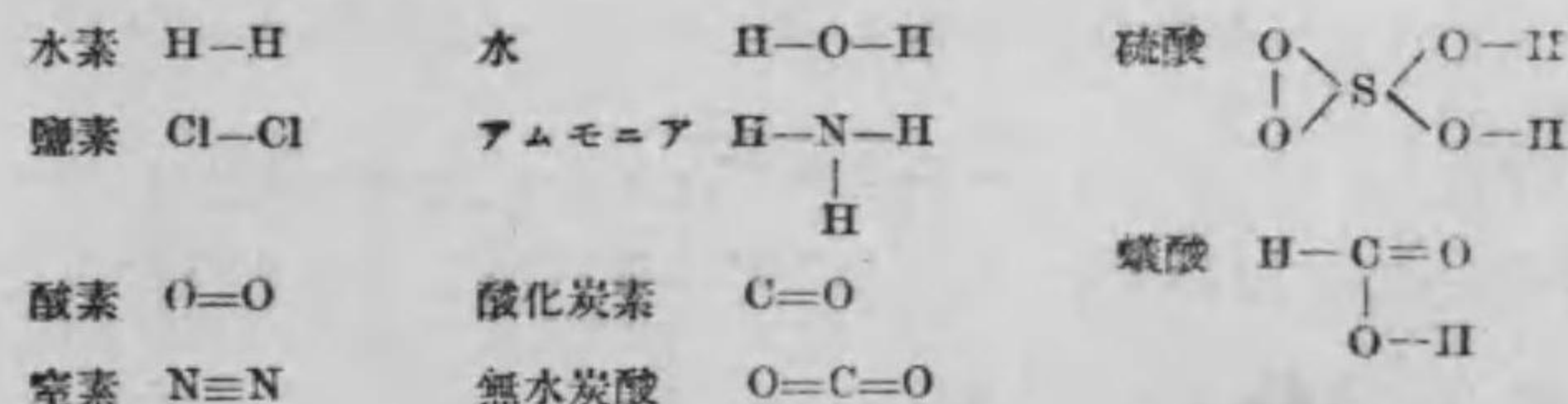
2. 定比例の定律 原子は夫々一定の原子量を有するを以て、之れより一定の分子量を有する化合物の分子を作らんには勢ひ其等成分原子数の比も一定せざるべからず。例へば水素原子(重量1)と酸素原子(重量16)とより、水の1分子(重量18)を生ぜんには、水素原子と酸素原子との比は是非共2:1なるを要するが如し。原子数の比が定まれば、其等の原子の集成せる元素の重量比も亦定まれるは當然のことなりと云ふべし。複分解の場合も亦推して知るを得べし(第135頁)。

3. 倍数比例の定律 甲原子が乙原子と結合して數種の分子を造るときには、甲原子の一定數と結合する乙原子の數は、常に必ず1原子の整數倍なるべく、決して其端數を含むことなかるべし(原子は分割せざるが故に)。故に乙原子の數を數種の分子に就いて比較すれば、常に簡單なる整數の比をなすべきなり。而して同一原子の數が互に簡單なる整數比をなすならば、其原子の集成せる元素の重量も亦簡單なる整數の比をなすこと論を待たず。例へば炭素1原子が酸素1原子と結合して酸化炭素の分子を成し、更に之れに酸素の加はりて無水炭酸の分子とならんには少くとも其1原子を要し、従つて炭素1原子と結合する酸素原子の數は此二種の分子に就き互に1:2の比をなすべく、此比は勿論炭素の一定量と化合する酸素氣體相互の重量比なり。

4. 體積化合の定律 化學變化とは分子を成せる原子が相互

に結合の相手を交換することなるが故に、比較的少數の分子相互の間に起るものと考へらる。従つて此反應に關係する分子數の比は簡單なる整數の比ならざるべからず。然るに氣體にあつては同數の分子が占むる體積は分子の種類に拘はらず同一なるを以て、反應に關係する氣體の體積比も亦簡單なる整數比をなすべきなり。例を擧げて再び之を説かば、鹽素と水素と化合して鹽化水素を生ずる場合には、前二者の分子は何れも二原子より成り、後者の分子は鹽素及び水素の各一原子より成れるが故に、鹽素1分子と水素1分子とより鹽化水素の2分子を生ずべく、従つて鹽素 $n$ 分子と水素 $n$ 分子とより鹽化水素 $2n$ 分子を生ずべきなり。而して分子 $n$ 個の占むる體積は何れも同一なるにより、此等の體積の比は1:1:2なるべきなり。

4. 構造式 各元素の原子は其原子價と同數の結合手(短線にて示す)を有するものとし、之により一分子内に於ける各原子の互に連結する模様を示したる圖形を構造式と稱す。例へば水素1原子は1個の結合手を有すとし、此結合手によりて2個の原子を互に連結せるもの  $\text{H}-\text{H}$ 、即ち  $\text{H}-\text{H}$  は水素の構造式なり。下に其數例を示さん。

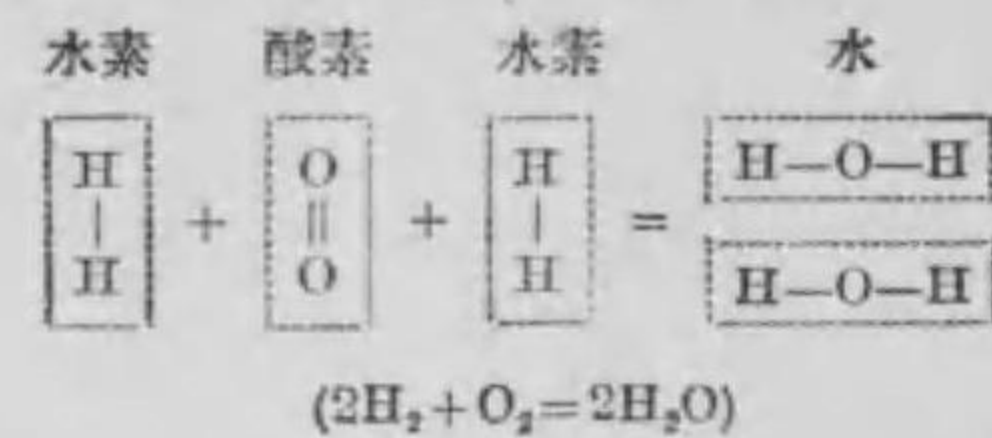
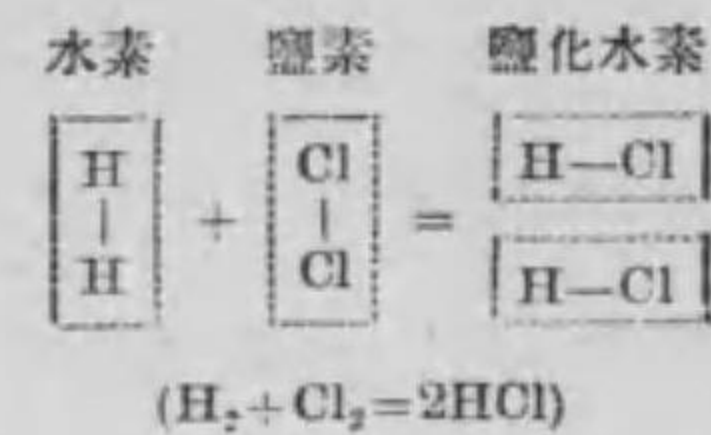


(\*) 結合手を表はす短線は何れの方角へ向はしむるも

Scott  
C-20



上の構造式を用ひて原子が互に其結合の相手を変換する化學變化の一二を表出すれば下の如し。



構造式は事實上分子を構成する原子の空間的關係を示すものにあらずして、單に物質の化學上の諸性質を簡明に表出する化學式の一類たるに過ぎず。然れども之を一見するときはよく其物質の反應すべき所作を推知するを得て頗る便益あるものなり。

5. 摘要 定義 定律

原子 (Atom)	物質分割の最小限の粒子(近時電子の発見あり)にして、一定の重量(原子量)を有するも、物質固有性を存せざるものなり。
分子 (Molecule)	原子の集合體にして、一定の重量を有し(分子量)、且物質固有性を存する最小物質なり。
アボガドロの假説 (Avogadro's hypothesis)	氣體の同體積(同温、同壓に於て)は同数の分子より成る。
構造式 (Constitutional formula)	物質の化學的性質を表はせる式にして、分子式中に於ける元素記號をその原子價に應ずる短線にて連ねたるものなり。

6. 問題 1.\* 原子及び分子とは何ぞ、且之を用ひて化

合に關する諸定律を説明せよ。 (128, 131 頁)

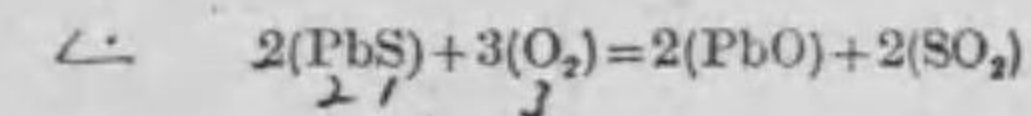
2.\* 構造式とは何ぞ。 (133, 134 頁)

3. 水素と酸素と化合して水を生ずることより酸素の一分子は其二原子より成ることを説明せよ。

解 水素2體積は酸素1體積と化合して水蒸氣2體積を生ず。今酸素1體積中の分子数を  $n$  とせば、水蒸氣2體積は  $2n$  の分子を含み、而して其一分子中には少くとも酸素の1原子を含むべきが故に都合  $2n$  原子の酸素を含まざるべからず。此  $2n$  原子の酸素は  $n$  分子の酸素より生ずべきが故に、酸素1分子は2原子より成る。

4. (PbS) 分子と (O<sub>2</sub>) 分子と反應して (PbO) 分子と (SO<sub>2</sub>) 分子とを生ずる複分解に於て定比例の定律の成立すべきを説明せよ。

解 化學反應は分子をなせる原子の離合なるが故に、反應前の分子中の原子は悉く反應後の分子中に含まれざるべからず。而して之れがためには反應すべき分子及び生成すべき分子相互の割合は



の如く 2:3:2:2 ならざるべからず。分子数が定比をなすならば、其等の重量比も亦定比をなすべきは勿論なり。

5. (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) 分子と (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O) 分子とにつき 倍數比例の定律を説け。

解 兩分子中 O の1個に對する H の数は夫々 6, 10 其比は 3:5 にして、C の数は 2, 4 比は 1:2 の如く、何れも簡單なる疊數の比をなせり。

6. 酸化炭素が酸化して無水炭酸を生ずる場合の體積關係を原子分子説によりて説明せよ。

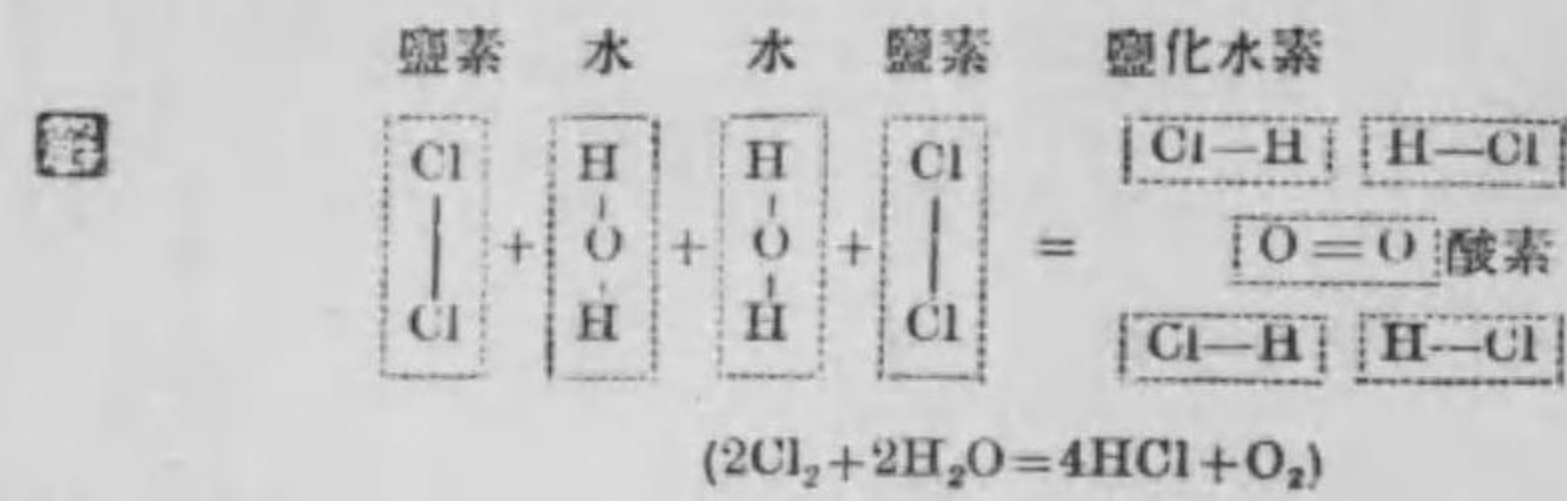
解 酸化炭素2體積が酸素1體積と化合して生ずる無水炭酸の體積を求めんに、是等1體積中の分子数を  $n$  とせば



$$\begin{aligned}
 \text{酸化炭素 2 體積中の分子数} & 2n(\text{CO}) = 2n(\text{C}) + 2n(\text{O}) \\
 \text{酸素 1 體積中の分子数} & n(\text{O}_2) = 2n(\text{O}) \\
 \hline
 \therefore \text{無水炭酸中の原子数} & = 2n(\text{C}) + 4n(\text{O}) \\
 \text{従つて無水炭酸の分子数} & = 2n(\text{CO}_2)
 \end{aligned}$$

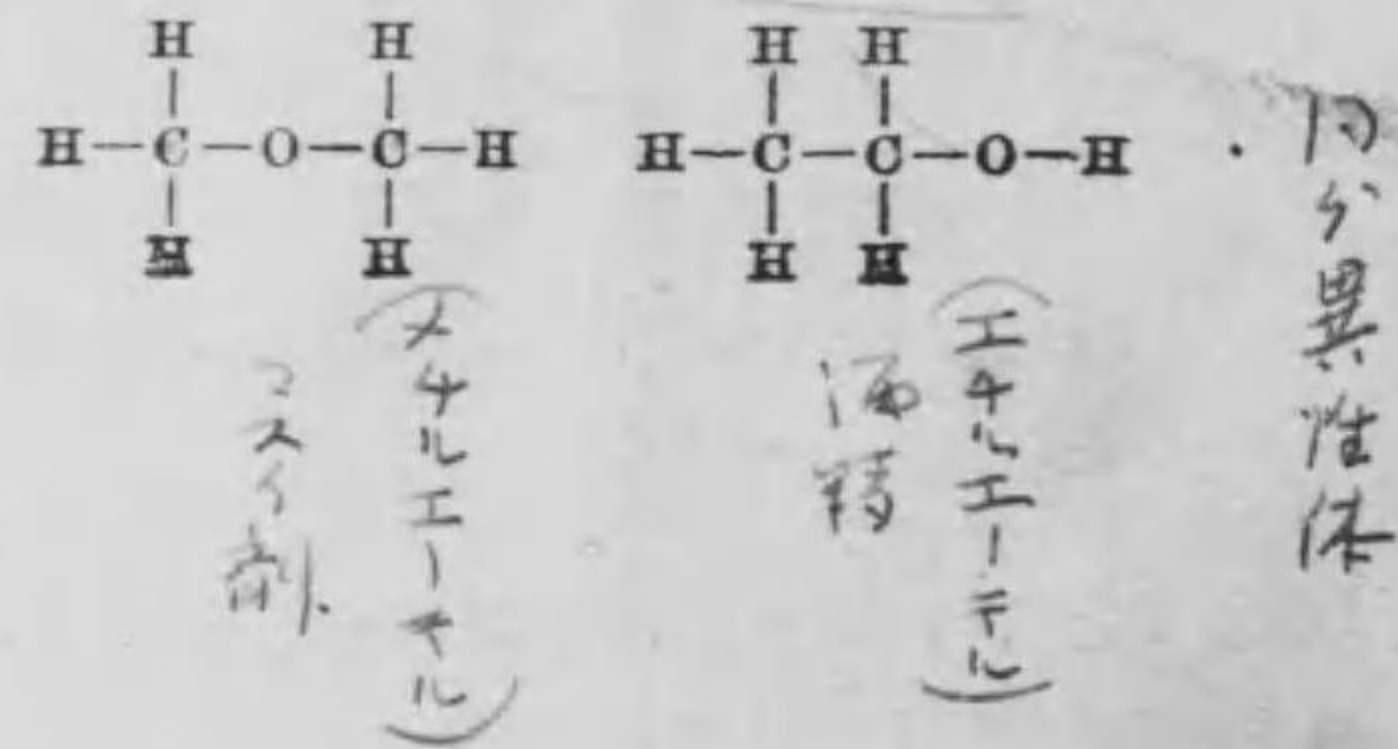
同して無水炭酸 n 分子は 1 體積なるにより其全體積は 2 體積なり。

7. 鹽素水を日光に曝すときに分解する状態を構造式を用ひて示すべし。



8.  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  なる式を構造式にて表はせ。

解 C は 4 價, H は 1 價, O は 2 價なるが故に, 求むる構造式は次の如し。



# 非金屬

## 第一

### 非金屬及び其化合物

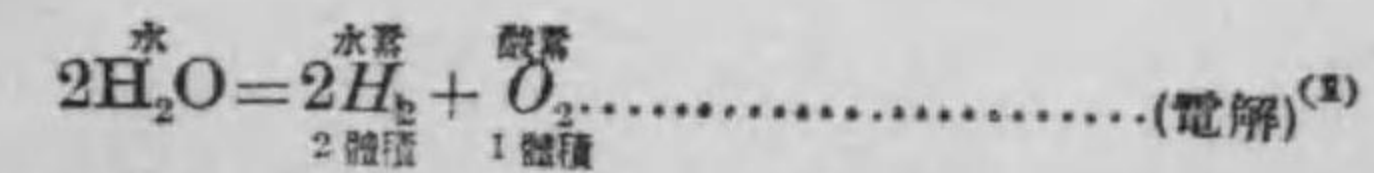
#### 第一章 一價元素

##### 第一節 水素

1. 水素  $[\text{H}_2]$  水素に関する化學的研究は既に緒論に於て詳述せる所なるを以て(第 22 頁), 此處には單に其化學變化を定量的に表はす所の化學方程式を列挙するに止めん。

2. 製法 1. 水の分解 水素を其酸化物たる水より遊離せしめんには之を電解するか, 酸化し易き金屬にて酸素を奪取せしむるかにあり。

(電氣分解) 水を電解すれば陽極より酸素を發し, 陰極より水素を發す。

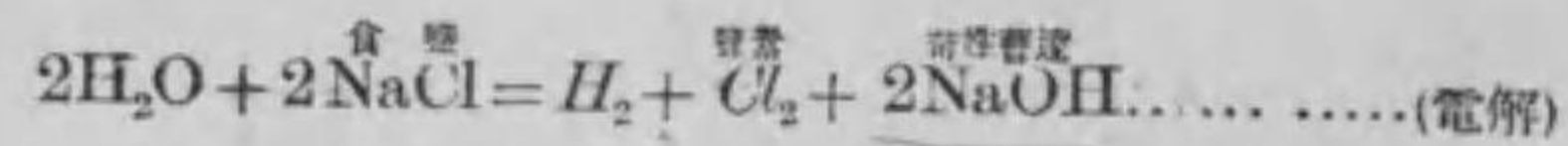


此際, 水には硫酸, 苛性曹達, 硫酸ナトリウム等を加へて電導性を附與するを要す。

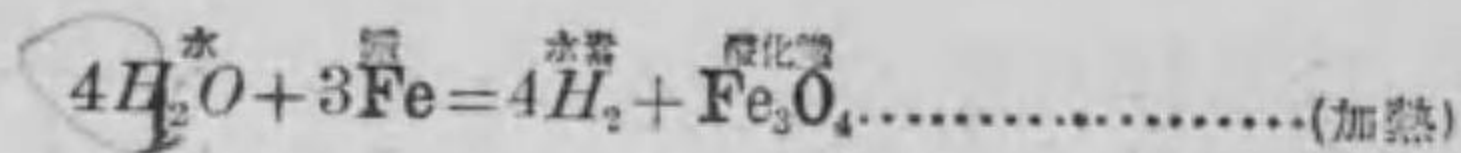
(1) 以下本文に於ける化學方程式及び題目の化學式を表はすに, 其固狀をなすもの(沈澱をも含む)は太文字を, 氣狀をなすものは斜字(イタリック型)を, 溶解するもの及び液狀をなすものは普通の文字を以てす。



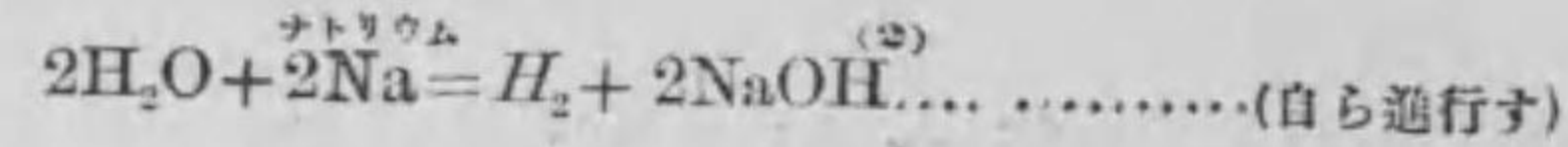
2) 又食鹽水を電解して鹽素を製する際に副生す (工業的製法)。



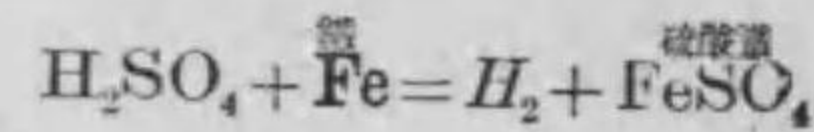
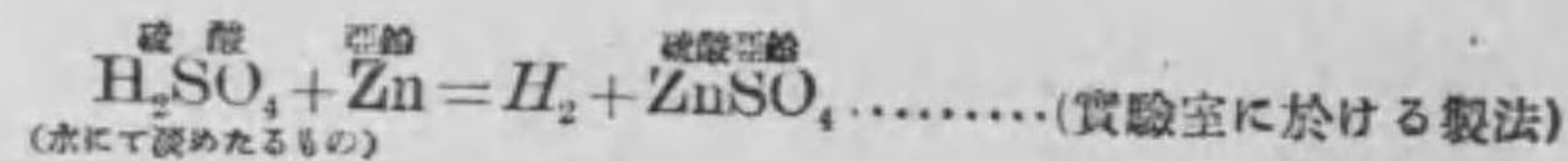
3) 《金屬による分解》熱したる鐵の上に水蒸氣を通ずれば、鐵は酸化し、水素を遊離す (工業的製法)。



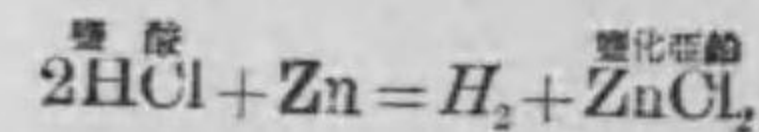
4) ナトリウムは鐵よりも著しく酸化し易きが故に、烈しく水を分解す。



2. 酸の分解 酸に金屬を作用せしめて其水素成分を驅出せしむ。酸には硫酸を水にて薄めたるものを用ひ、金屬としては亞鉛或は鐵を用ふ。

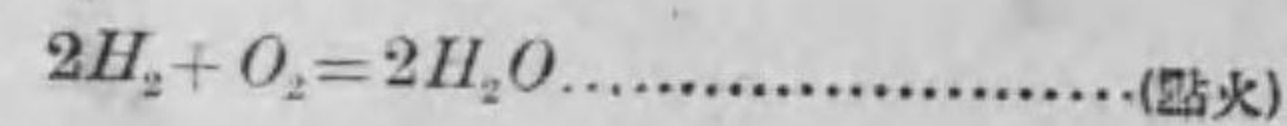


又、酸として鹽酸を用ふるも可なり。



3. 水素の反應 水素は高温に於て酸化し易く、其酸化物は水なり。

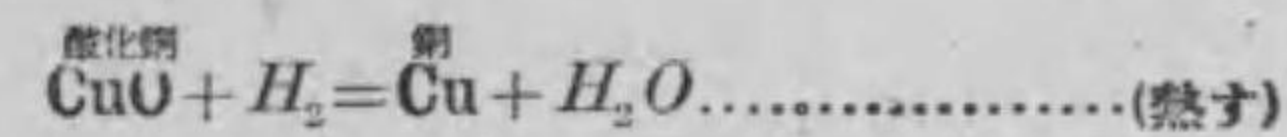
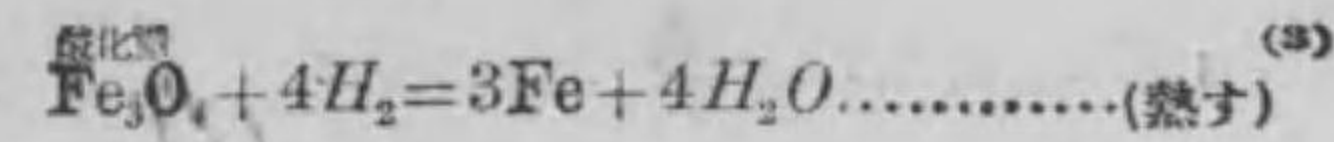
《酸化》酸素と化合して水となる。



《還元》酸化物を還元す。

(\*) 此反應は二段に分けて考ふるを便とす。

即ち  $H_2O + 2Na = H_2 + Na_2O$ ,  $Na_2O + H_2O = 2NaOH$



《化合物》水素は直接或は間接に種々の非金属と化合物を造る。此際常に一價として作用す。然れども金屬と化合すること難し。水素化合物の數種を例示せば次の如し。

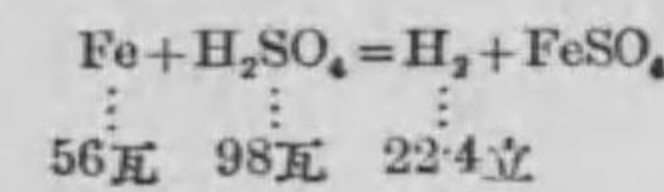


4. 問題 1.\* 内容積 8000 立方メートルの飛行船の氣囊に、温度 15° のとき、780 耗の壓を以て水素を充たさんには、鐵と硫酸との各幾匁を要すべきか。

解 15°, 780 耗のときの水素 8000 立方メートルは、標準狀況に於て

$$8000 \text{ 立方メートル} \times \frac{780}{760} \times \frac{273}{273+15} = 7783 \text{ 立方メートル} = 7783000 \text{ 立}$$

を占むべきが故に、方程式



$$\begin{matrix} \vdots & \vdots & \vdots \\ 56 \text{ 瓦} & 98 \text{ 瓦} & 22.4 \text{ 立} \end{matrix}$$

により、求むる原料は、

$$\text{鐵} \dots \dots 56 \text{ 瓦} \times \frac{7783000}{22.4} = 19460 \text{ 匁}$$

$$\text{硫酸} \dots \dots 98 \text{ 瓦} \times \frac{7783000}{22.4} = 34050 \text{ 匁}$$

答 鐵 19500 匁(約), 硫酸 34000 匁(約)。

2. 前問に於ける水素の浮揚力如何。

解 水素の重量 = 0.09 匁 × 7783000 = 700 匁

もし大氣の壓を 760 耗とせば、温度は矢張り 15° なるにより、水素と同體積の空氣の重量は

(\*) 之れは可逆反應にして次の如く表はすを得。



(\*) 水素の問題については第 27 頁を見るべし。



$$1.293 \times 8000,000 \times \frac{273}{273+15} = 9800 \text{ ㊦}$$

故にアルキメデスの原理により、浮揚力は

$$9800 \text{ ㊦} - 700 \text{ ㊦} = 9100 \text{ ㊦}$$

答 9100 ㊦

3.\* 32.5 瓦の亜鉛を稀硫酸中に投じたる時に発生せらるべき水素の體積を温度 9°C, 壓 750 耗のときに於て算出せよ。但し亜鉛の原子量を 65 とす。

【解】 方程式  $Zn + H_2SO_4 = H_2 + ZnSO_4$  により、亜鉛 Zn=65 瓦より、標準状況の水素  $H_2=22.4$  立を生ずべきが故に、亜鉛の 32.5 瓦を用ふれば後者の

$$22.4 \text{ 立} \times \frac{32.5}{65} = 11.2 \text{ 立}$$

を発生す。之を 9°C, 750 耗の時に改算せば

$$11.2 \text{ 立} \times \frac{273+9}{273} \times \frac{760}{750} = 11.72 \text{ 立}$$

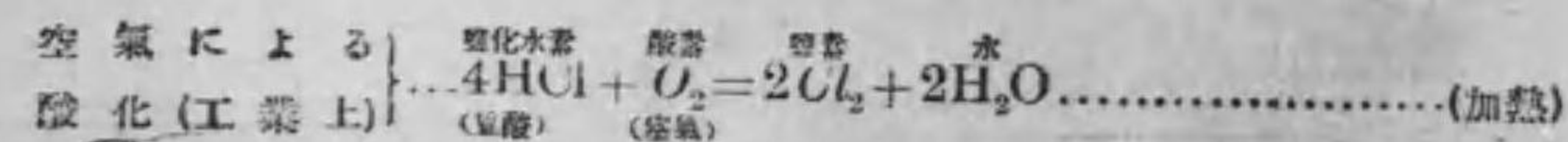
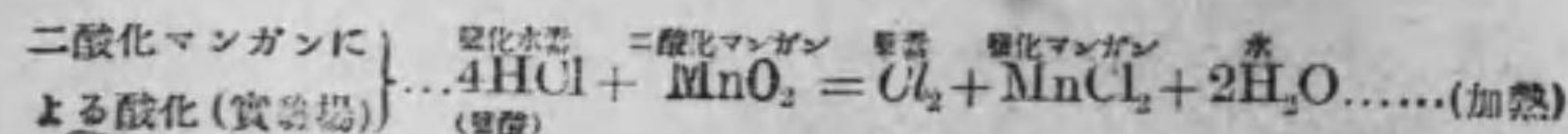
答 11.72 立

### 第二節 鹽素

#### 1. 鹽素の製法 <sup>(1)</sup> $Cl_2$ 鹽素は直接或は間接に食鹽中の

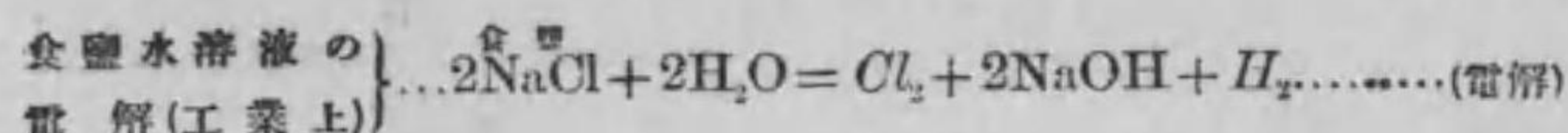
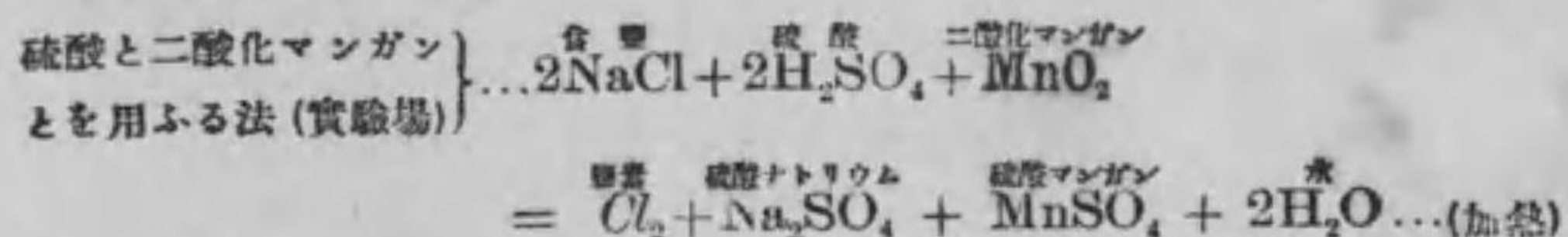
鹽素成分を遊離せしむる方法により製出せらる。

##### 1. 鹽酸を原料とする場合



(\*) 鹽素については第 51 頁に詳述せるが故にこゝには其主要方程式のみをかゝべし。

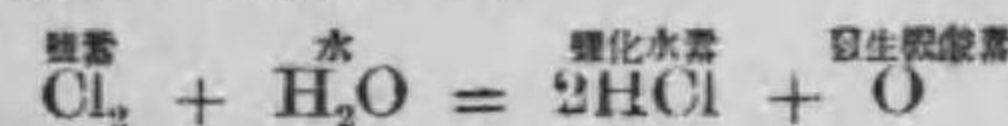
#### 2. 食鹽を原料とする場合



#### 2. 鹽素の性質 鹽素の主なる反應次の如し。

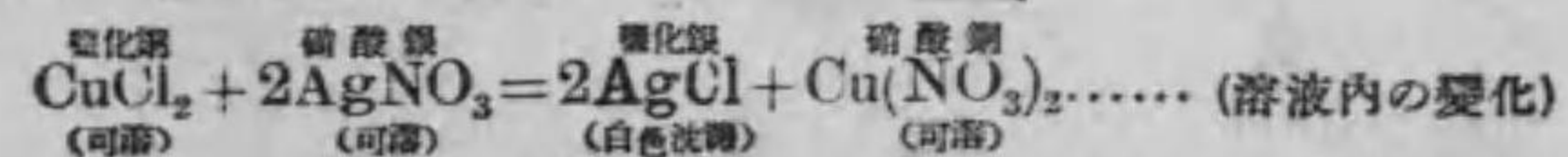
1. 水素との反應  $Cl_2 + H_2 = 2HCl \dots \text{(常温, 點火, 日光)}$
2. 水の分解  $2Cl_2 + 2H_2O = 4HCl + O_2 \dots \text{(日光)}$
3. 銅の燃焼  $Cl_2 + Cu = CuCl_2 \dots \text{(常温)}$
4. アンチモンの燃焼  $3Cl_2 + 2Sb = 2SbCl_3 \dots \text{( )}$
5. ナトリウムとの化合  $Cl_2 + 2Na = 2NaCl \dots \text{( )}$
6. 磷の燃焼  $10Cl_2 + P_4 = 4PCl_5 \dots \text{( )}$

上の方程式 (2) は鹽素の最も主要なる漂白・殺菌性を表はす反應にして、色素、細菌の如き酸化せらるべき物質の存在に於て容易に進行す。而して此際生成せる發生機の酸素を表はさんが爲には、次の方程式を用ふるを便とす。



#### 3. 鹽化物の鑑識 鹽素は總ての金屬と化合して鹽化物

を造る。是等の鹽化物の多くは水に溶解し、何れも硝酸銀の水溶液に遇ひて白色沈澱を生ずる特性を有す。

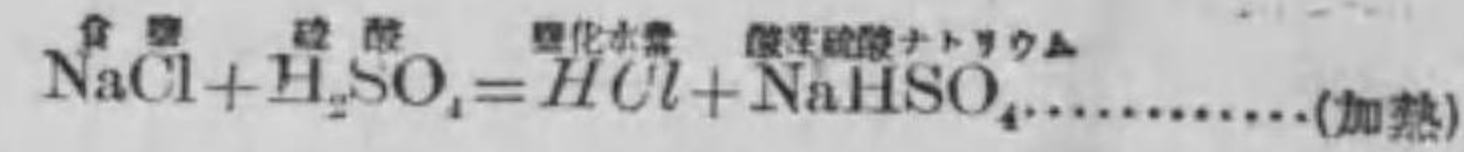


而して此沈澱はアムモニア水に溶解す (2AgCl + 3NH<sub>3</sub> を生じたるによる)。

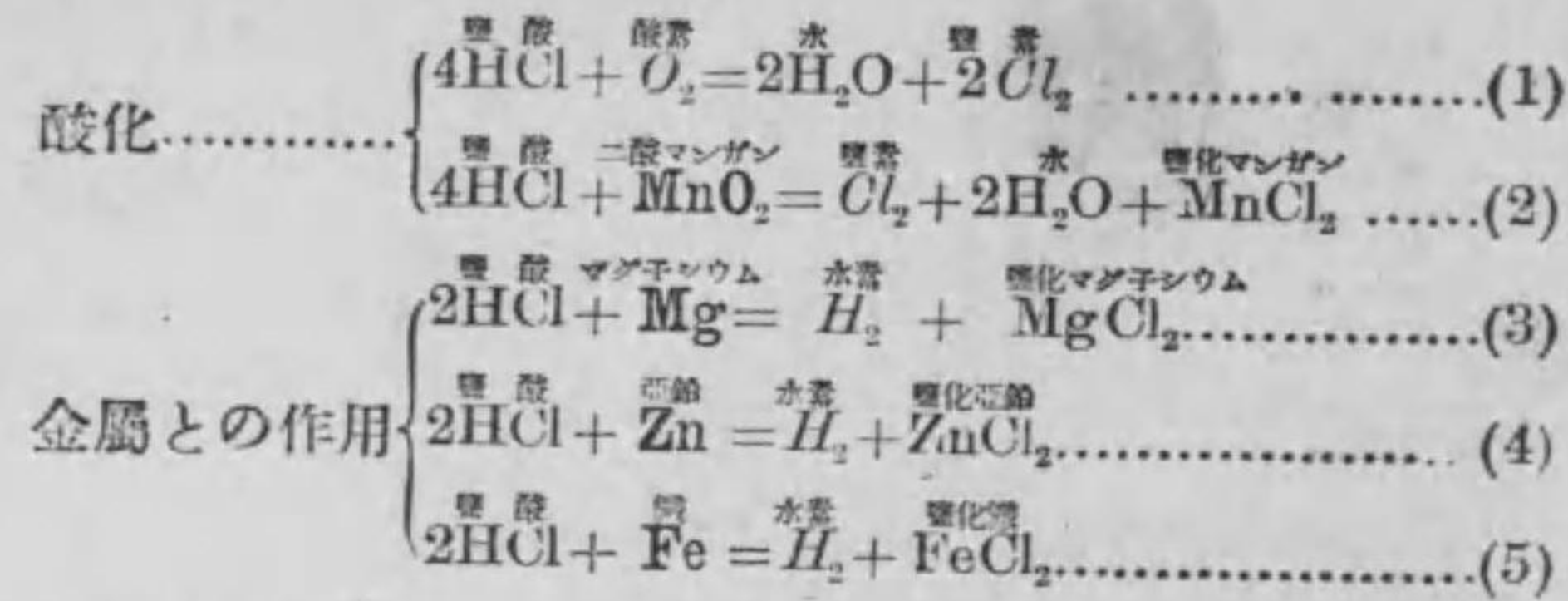
之れ一般に鹽化物の鑑識に用ひらるる反應なり。



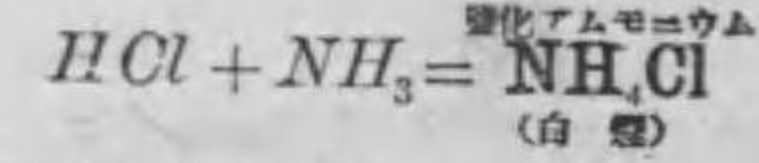
4. **鹽化水素**  $[HCl]$  〔製法〕鹽化水素は食鹽と硫酸との混合物を熱して製せらる。



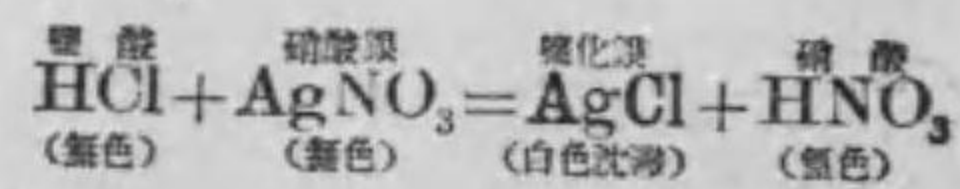
〔性質〕鹽化水素の水溶液即ち鹽酸を酸化すれば酸素を遊離し、又金属を加ふれば水素を遊離す。



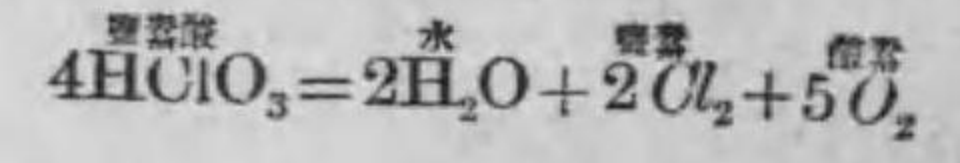
〔鑑識〕鹽化水素はアムモニアに遇ひて白煙を生ずることにより鑑識し、



鹽酸は其酸性反應及び硝酸銀に逢ひて鹽化銀の白色沈澱を生ずることにより鑑識せらる。



5. **鹽素酸**  $[HClO_3]$  〔性質〕鹽素酸は微黄色無臭粘稠なる液体にして、單に水溶液として知らるのみ。此物質は甚だ容易に分解して酸素を遊離し、熱すれば爆發す。



酸素製取用の鹽素酸カリウムは鹽素酸  $(HClO_3)$  の水素  $(H)$  をカリウム  $(K)$  にて置換したる組成  $KClO_3$  を有する化合物なり。

(1) 鹽素酸カリウムの小豆大の結晶に硫酸を加へて熱すれば鹽素酸を生じ、同時に分解して激烈なる爆發を惹起す。

6. **問題** 1.\* 次の化學反應を方程式にて示せ。

- (1) 二酸化マンガンに鹽酸を加へて熱したるとき。(140頁)
- (2) 食鹽に硫酸、二酸化マンガンを加へ熱したる時。(141頁)
- (3) 食鹽に強硫酸を加へたるとき。(142頁)

2.\* 鹽素の製法及び性状を問ふ。(140, 142頁)

〔製法〕鹽化水素を酸化せしむるため、鹽酸に過酸化マンガンを加へて熱す。  
 $4HCl + MnO_2 = Cl_2 + MnCl_2 + 2H_2O$

〔性状〕黄綠色の氣體。毒性あり。空氣より重し。 $\frac{1}{3}$ 容の水に溶解す。水素と化合し易く、其結果間接に酸化作用を呈して色素を漂白す。金属と化合し易し。

3. 35% の鹽化水素を含有する鹽酸 50 瓦に二酸化マンガンを混じて熱すれば幾立の鹽素を得べきか。

〔解〕 與へられたる鹽酸中鹽化水素の全量は  $50 \text{瓦} \times 0.35 = 17.5 \text{瓦}$  にして、  
方程式  $4HCl + MnO_2 = Cl_2 + MnCl_2 + 2H_2O$  により、  
 $\frac{4 \times 36.5 \text{瓦}}{22.4 \text{立}}$  により、  
鹽化水素 17.5 瓦より生ずべき鹽素の量次の如し。  
 $22.4 \text{立} \times \frac{17.5}{4 \times 36.5} = 2.7 \text{立}$   
答 2.7 立

4.\* 鹽素 1 庇を得るには食鹽及び二酸化マンガンの各幾庇を要するか。

〔解〕 方程式  $2NaCl + 2H_2SO_4 + MnO_2 = Na_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Cl_2$   
 $2 \times (23 + 35.5) = 117 \quad 55 + 16 \times 2 = 87 \quad 35.5 \times 2 = 71$   
により、鹽素 71 量は食鹽 117 量、二酸化マンガン 87 量より生ずるが故に、鹽素 1 庇を製するには  
食鹽  $1 \text{庇} \times \frac{117}{71} = 1.65 \text{庇}$   
二酸化マンガン  $1 \text{庇} \times \frac{87}{71} = 1.23 \text{庇}$   
答 食鹽 1.65 庇、二酸化マンガン 1.23 庇。



5. 不純の二酸化マンガンを 35 瓦を鹽酸にて分解せしに鹽素 25 瓦を得たり、此二酸化マンガンの純度如何。

解 方程式  $MnO_2 + 4HCl = Cl_2 + MnCl_2 + 2H_2O$  により、鹽素 25 瓦を發生せしむ

$$\begin{array}{c} \vdots \\ 87 \\ \vdots \end{array} MnO_2 + \begin{array}{c} \vdots \\ 71 \\ \vdots \end{array} 4HCl = Cl_2 + MnCl_2 + 2H_2O$$

べき二酸化マンガンの量は

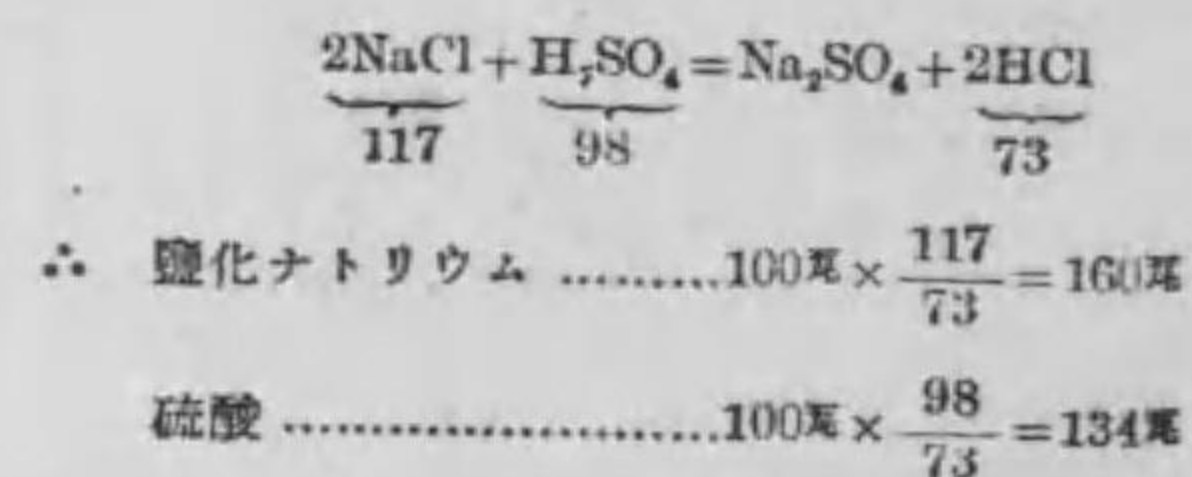
$$25 \text{瓦} \times \frac{87}{71} = 30.6 \text{瓦}$$

にして、随つて與へられたる二酸化マンガンの純度は下の如し。

$$100 \times \frac{30.6}{35} = 87.4\% \quad \text{答 } 87.4\%$$

G.\* 鹽化水素 100 瓦を製するには幾何の鹽化ナトリウムと硫酸とを要するか。

解 鹽化水素と其原料たる 鹽化ナトリウム及び硫酸の重量關係は次の方程式にて示さる。



答 NaCl 160 瓦, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 134 瓦.

7. 食鹽 6 瓦より得べき鹽化水素の 17°, 75 種の狀況に於ける體積を求めよ。

解 方程式  $2NaCl + H_2SO_4 = 2HCl + Na_2SO_4$  により、

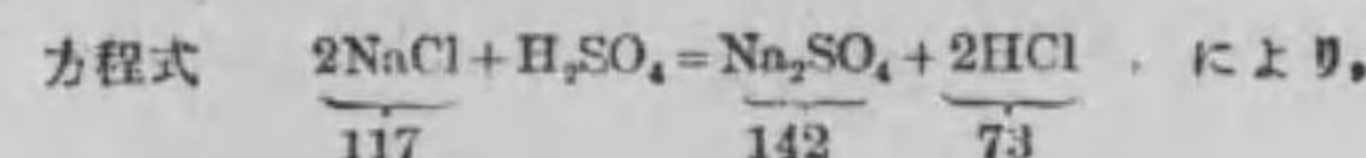
$$2 \times 58.5 \text{瓦} \quad 2 \times 22.4 \text{立}$$

$$2 \times 22.4 \text{立} \times \frac{6}{2 \times 58.5} \times \frac{76}{75} \times \frac{273+17}{273} = 2.5 \text{立}$$

答 2.5 立

S.\* 4 割の石英砂を混和したる食鹽 10 瓦を硫酸を以て充分に分解するときは、硫酸ナトリウム及び 35% の鹽化水素を含む鹽酸各幾瓦を得らるるか。

解 此食鹽中には  $10 \text{瓦} \times 0.6 = 6 \text{瓦}$  の純食鹽を含むが故に、



$$\text{硫酸ナトリウム} \dots\dots\dots 6 \text{瓦} \times \frac{142}{117} = 7.3 \text{瓦}$$

$$\text{鹽化水素} \dots\dots\dots 6 \text{瓦} \times \frac{73}{117} = 3.7 \text{瓦}$$

$$\therefore 35\% \text{鹽酸} \dots\dots\dots 3.7 \text{瓦} \times \frac{100}{35} = 10.7 \text{瓦}$$

答 硫酸ナトリウム 7.3 瓦, 鹽酸 10.7 瓦.

### 第三節 臭 素

1. 臭素の物理的性質  $[Br_2]$  (性状) 臭素は他の總ての非金属元素が常溫に於て固狀又は氣狀なるに似ず暗褐色の液狀をなせる元素にして、<sup>(2)</sup>3 の比重を有し、<sup>(1)</sup>-7° に冷却すれば暗色の結晶塊となり、60° に熱すれば沸騰して赤褐色の蒸氣に變ず。然れども常溫に於て著しく揮發して極めて不快なる刺戟性の臭氣を放つ。これ此名ある所以なり。

(分子式) 臭素の蒸氣は甚だ重し。試みに底部を温めたるフラスコの内に臭素の數滴を入れるれば、忽ち氣化して赤褐色の煙となり、底部に層をなして容易に上昇せざるを見るべし。此密度は正に酸素の密度に 5 倍するを以て、其分子量も亦酸素の分子量 32 の 5 倍なり。故に其分子式は、

$$32 \times 5 = 160 = 80 \times 2 = Br_2$$

即ち、Br<sub>2</sub> にて表はさる。

(臭素水) 臭素は鹽素よりも水に溶解 (よく混和) し易し。其溶液を

<sup>(1)</sup> 臭素は又ブロムともいふ。希臘語の惡臭 (βρωμος) を意義す。1826 年 Balard 氏の發見にかゝる。

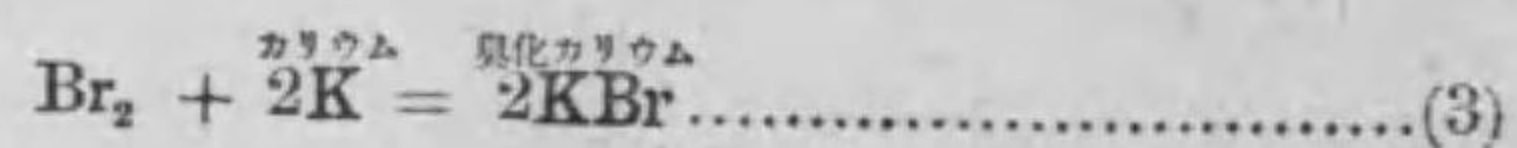
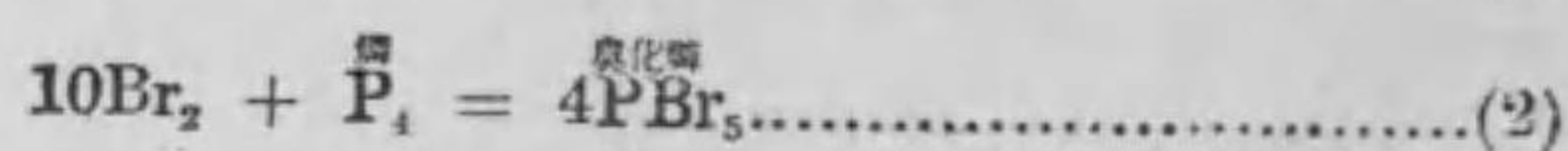
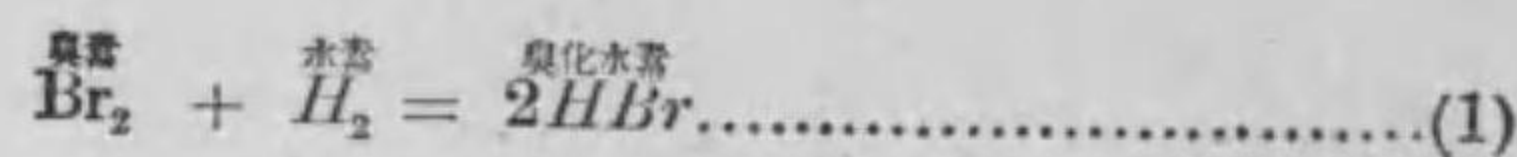
<sup>(2)</sup> 液狀元素は臭素と水銀との二つのみ。



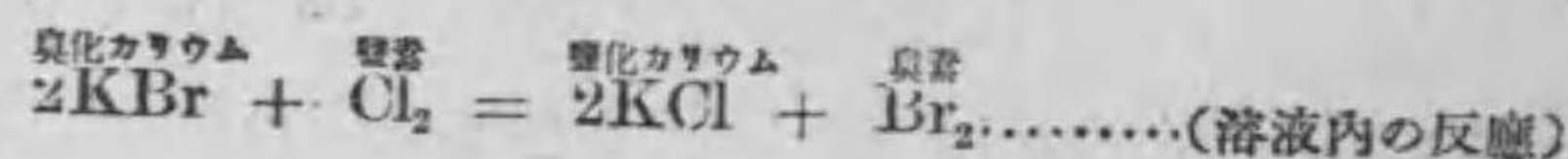
臭素水と稱す。臭素水の濃厚なるものは3%の臭素を含み、臭素の諸反應を呈す。

2. **臭素の化學的性質** 臭素の化學的性質は殆ど鹽素に等しく、只其作用僅かに鹽素に劣れるのみ。

【化合】即ち、臭素も亦鹽素の如く水素、磷及び種々の金屬と直接に化合して、鹽化物に對應せる臭化物を生ず。



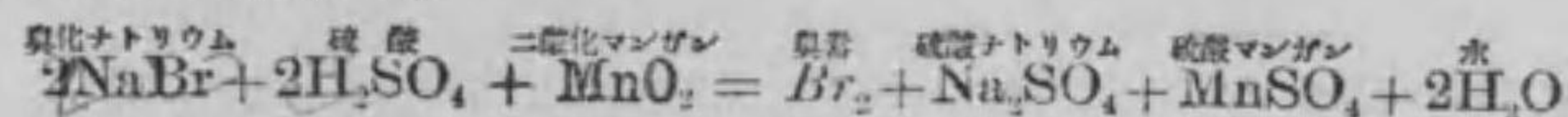
【比較】されど上の反應(1)の如きは白金粉の接觸によりて初めて完全に進行するものにして、鹽素が日光により水素と爆發的に化合するに比して其作用大に劣れり。而して臭化物は鹽素に作用せらるるときは、分解して臭素を遊離す。



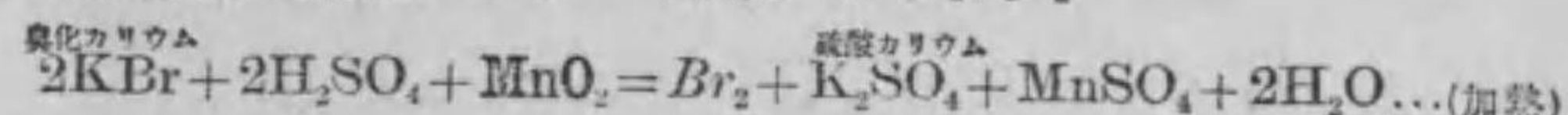
3. **臭素の用途** 臭素は臭素水とし、其水素と化合する性を利用して臭化水素の製造、或は試薬となし、又同様の性質は粘膜を腐蝕せしむるためデステリアに於ける塗布、吸入用として醫藥に供せらる。臭化物中の臭素成分は神經を鎮靜せしむるの特効あるが故に、臭素は此目的に使用せらるる臭化カリウムの製造に最も多量に消費せらる。

4. **臭素の製法** 【NaBrより】臭素は鹽素と同様に其ナトリ

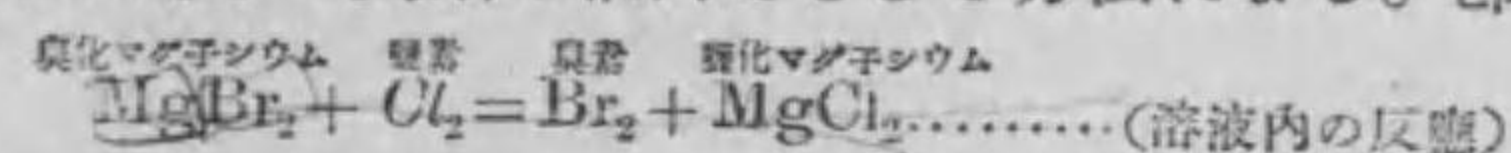
ウム化合物を硫酸と二酸化マンガンを共に熱して分解し、之を蒸溜によりて捕集す。



【KBrより】實驗室に於て臭素の少量を製せんには、臭化物としては最も普通なる臭化カリウムを用ひて可なり。

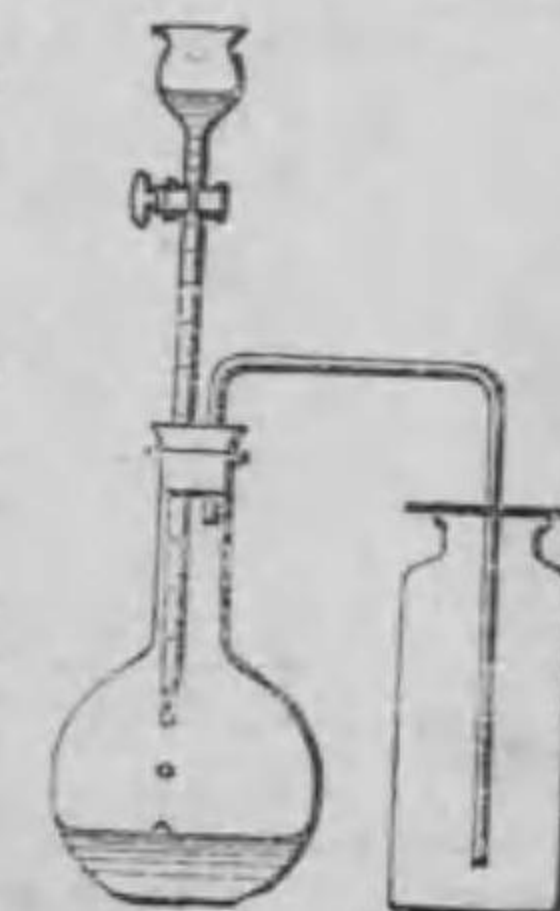


【MgBr<sub>2</sub>より】現今最も多量に臭素を市場に供給せる製法は、臭素の化合力が鹽素よりも弱き性を利用し、臭化マグネシウムの水溶液に鹽素を通じて臭素を驅出せしむる方法による。即ち

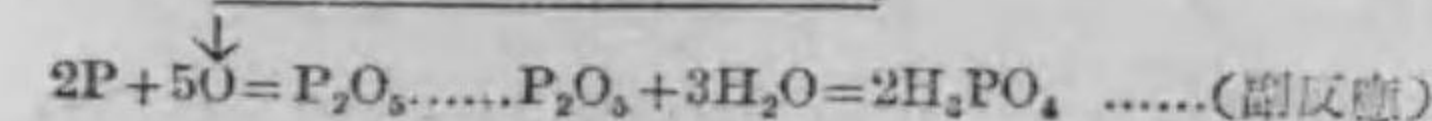
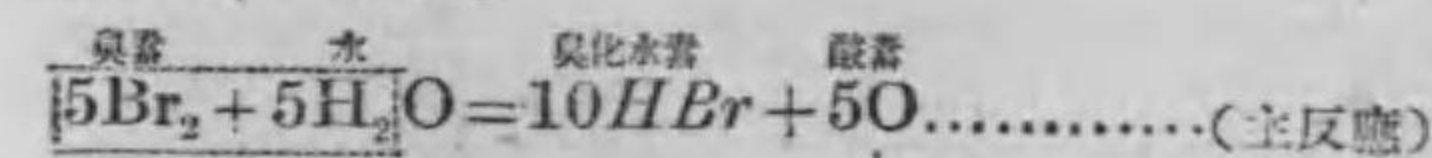


5. **臭化水素の製法** 【HBr】臭化水素は赤磷の存在に於

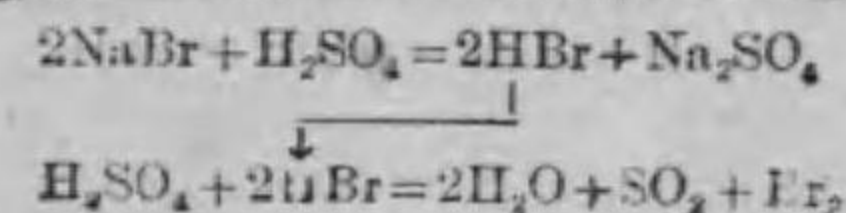
て、臭素を水の水素成分と化合せしめて製す。第54圖の如く赤磷の少量と水とを入れたるフラスコに臭素を滴下すれば、劇しき反應を起して臭化水素を發生するが故に、下方置換によりて捕集するを得べし。而して此際に於ける反應は次の如し。



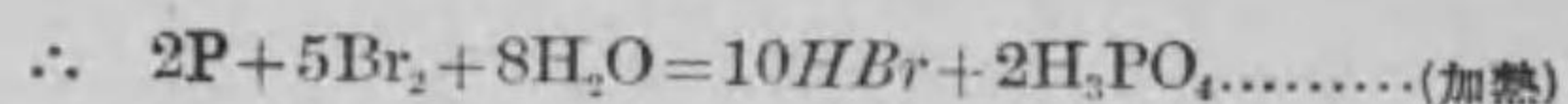
第54圖 一 臭素と水と赤磷とより臭化水素を製す。



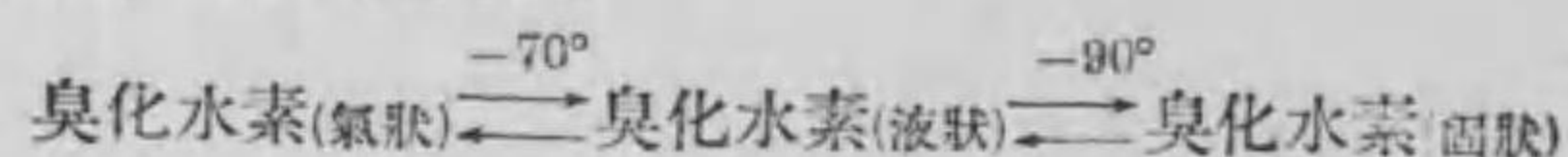
(\*) 臭化水素 HBr は鹽化水素 HCl と同様な組成を有するに、之を製するに上の方法を用ひ、後者の如くナトリウム化合物を硫酸にて分解する方法(142頁)によらざるは、臭化水素は硫酸によりて分解するがためなり。即ち、



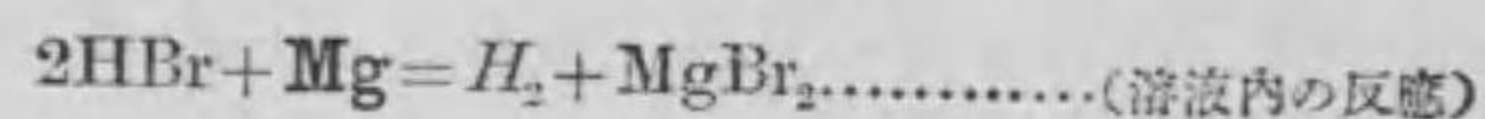




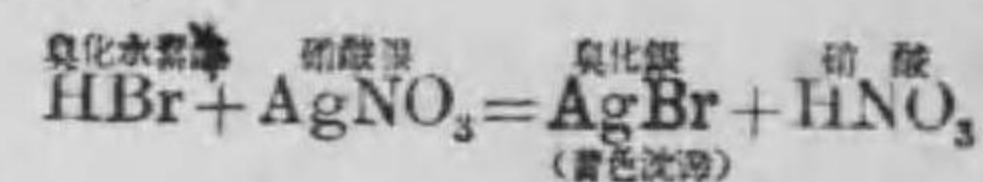
6. **臭化水素の性質** 《性状》臭化水素は甚だ鹽化水素に似たる諸性質を有す。即ち刺戟性の臭氣ある無色の氣體にして、 $HBr=81$  の分子量に相當する密度を有し、冷却すれば低温度に至りて液化し或は凝固す。



《溶解》臭化水素は亦濕ひたる空氣中に在て水蒸氣を凝結して發煙し、よく水に溶解して臭化水素酸となる。此物は酸性反應を呈し、マグネシウムを溶解して水素を遊離すると、鹽酸に異ならず。



7. **臭化物** 臭化物は概ね水に溶解し易き物質にして、硝酸銀に逢ひて淡黄色の臭化銀の沈澱を生ずる性を利用して、鹽化物より識別せらる。



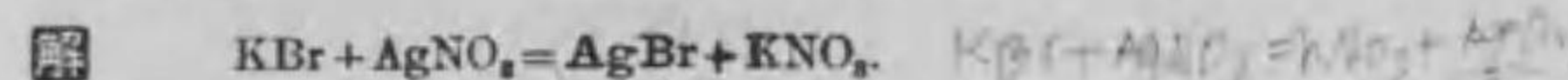
8. **摘要** 臭素  $Br=79.92$ , 分子式  $Br_2$ , 原子價 1, 融點  $-7.3^\circ$

沸點  $59^\circ$ , 比重 3.2 (液), 蒸氣比重 5.524 (空氣=1)。

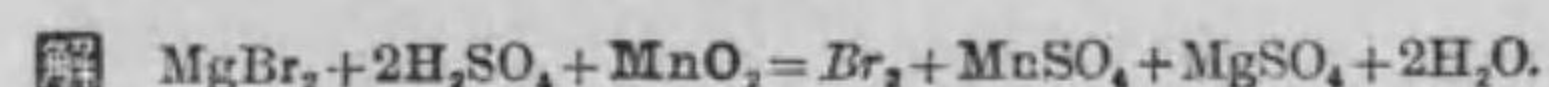
分子式	名 稱	製 法	性 質	用 途
$Br_2$	臭 素 (Bromine)	$MgBr_2$ 溶液より $Cl_2$ により $Br_2$ を驅出す。 $NaBr$ に硫酸と二酸化マンガンとを加へて熱す。	赤褐色の液にして、溶解度水 100 中に 3, 水素及び金屬と化合す。	$Br_2$ のまま、或は $KBr$ として試薬、醫藥とす。
$HBr$	臭化水素 (Hydrogen bromide)	赤燐を補助として臭素を水の水素と化合せしむ。	無色發煙性の氣體。其 600 體積は水の 1 體積に溶解す。	臭化水素酸となして試薬とす。

9. **問 題** 1. 臭素及び臭化水素の製法性質を記せ。(145頁)

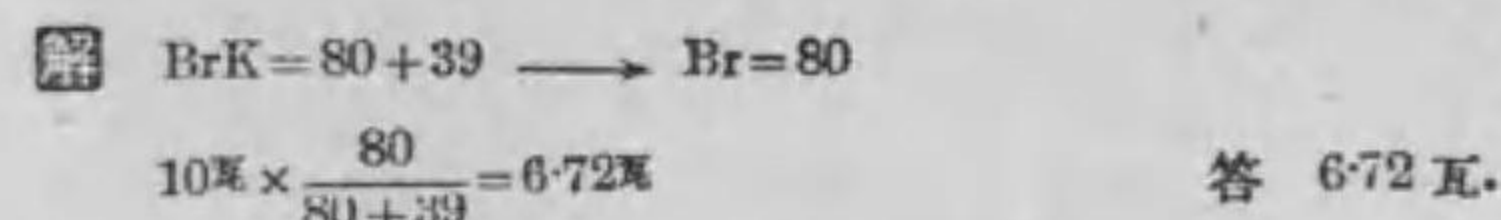
2. 臭化カリウム溶液に硝酸銀を加へたる反應方程式を記せ。



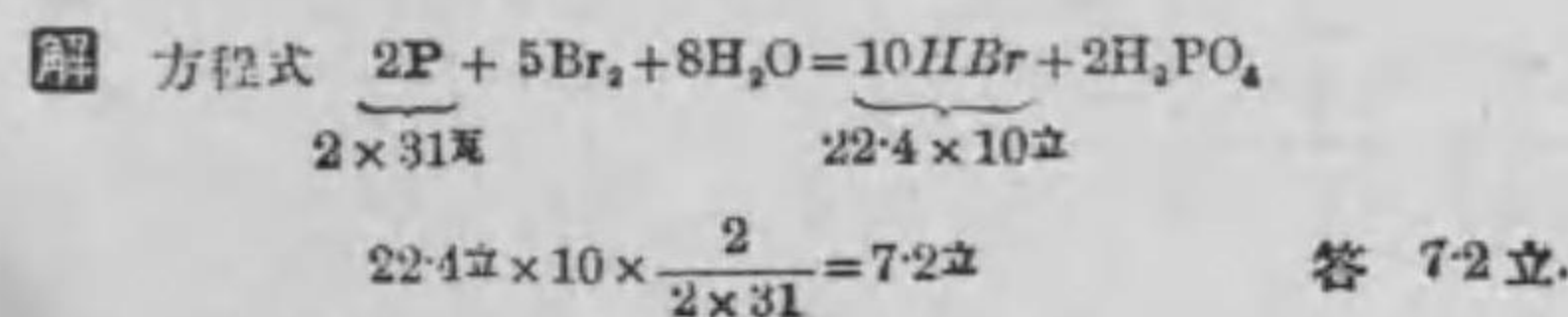
3. 臭化マグネシウムに硫酸と二酸化マンガンとを加へて熱するも臭素を遊離す、此反應如何。



4. 臭化カリウム 10 瓦中に含まる臭素の量如何。



5. 2 瓦の赤燐を用ひて臭素を幾立の臭化水素に變ぜしめ得べきか。



### 第四節 沃 素

1. **沃素の物理的性質** 【 $I_2$ 】《性状》沃素は光澤ある黒紫色の薄片狀結晶をなせる元素にして、水より 5 倍重く、其表面より多少揮發し刺戟性の劇臭を發す。《蒸氣》沃素の沸點は  $180^\circ$  にし

(\*) 沃素は又沃度(ヨード)と稱す、紫色 (Eosin) の義なり。1819 年発見せし元素なり。此元素の記號には I の代りに J を用



點より高きこと凡そ 70° なりと雖も、これを熱すれば液體とならずして直に美麗なる紫色の蒸氣に變ず。而して其密度は I<sub>2</sub> なる分子式にて表はさるるものに相當す。沃素の蒸氣は冷却せる器壁に觸れて凝固し、所謂昇華の現象を呈す。

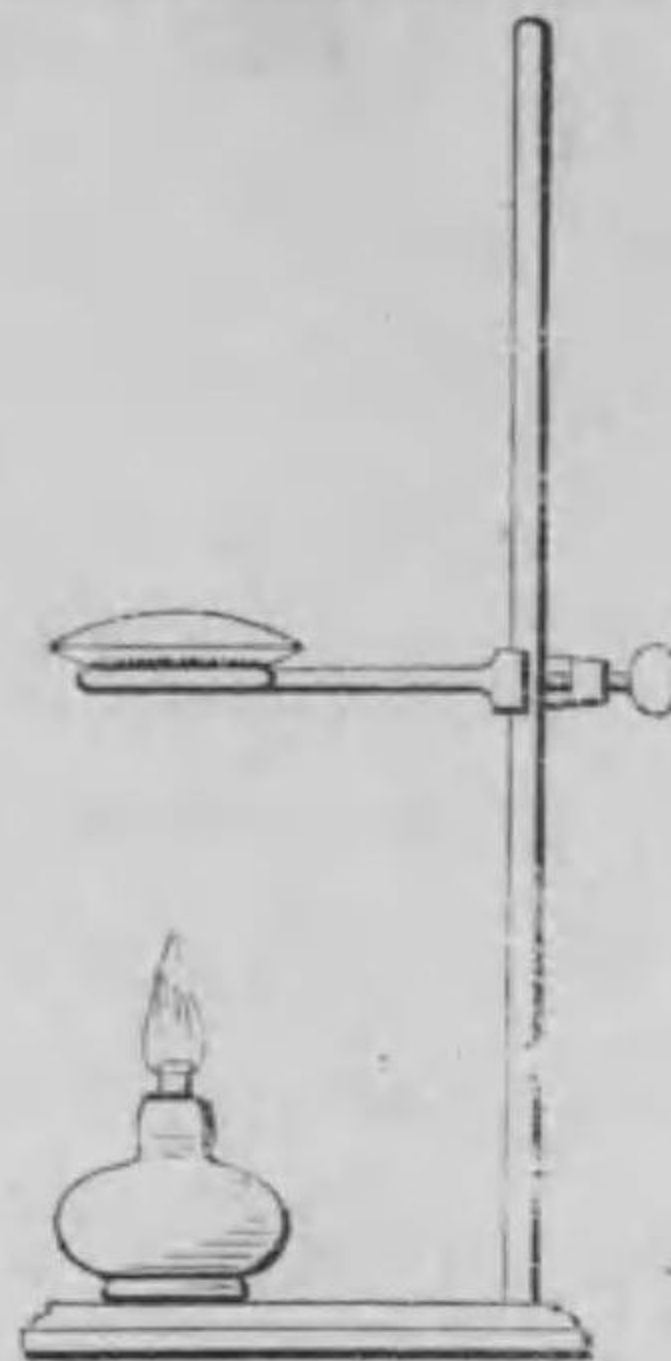
《溶解》沃素は殆んど水に溶解せざれども、二硫化炭素と稱する油狀の液體にはよく溶解して其蒸氣と同じく紫色を呈し、沃化カリウムを溶かせる水、或は酒精に溶解して褐色を呈す。沃素の酒精溶液は醫藥に供せらるる沃度丁幾<sup>(\*)</sup>なり。

2. **沃素の化學的性質**

《化合性》沃素の化學的性質は甚だ臭素に類似す。然れども臭素より作用弱きこと恰も臭素の作用が鹽素より劣れるに似たり。今黃燐の小片を覆ふに沃素の數片を以てする時は、暫時の後自ら發火して白煙 (PI<sub>3</sub>) を生ずるを見る。沃素は又水銀と化合して沃化水銀に變じ、適當なる方法による時は水素と化合して沃化水素を造る。《沃化物の分解》然れども沃化物例へば沃化カリウムの如きは之より作用強き臭素或は更に作用の烈しき鹽素のために分解せられて沃素を遊離し、發生機<sup>(\*\*)</sup>の酸素

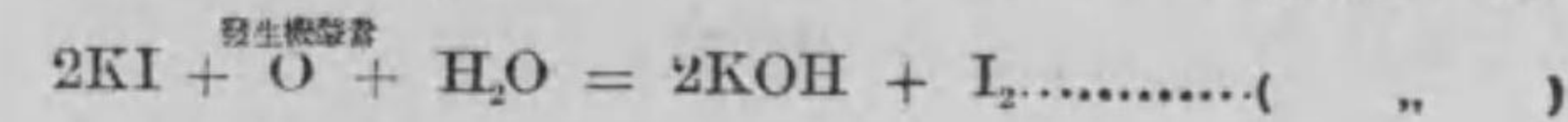
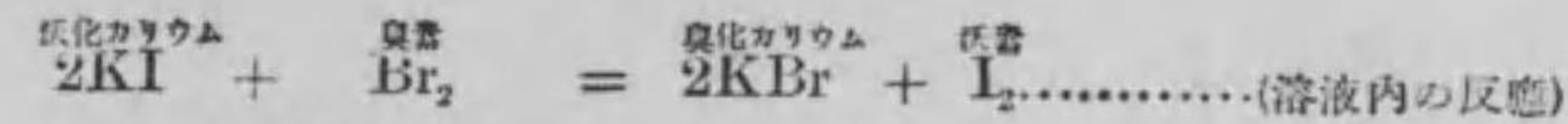
(\*) 丁幾とは物質の酒精溶液に附けたる藥學上の名なり。

(\*\*) 發生機の酸素は鹽素及び次に擧ぐる過酸化水素等により生ず。こゝに生ずる I<sub>2</sub> にて鑑識するを得べし。



第 55 圖—沃素を昇華せしむ。

によるも同様の分解を惹起す。



《鑑識》沃素は澱粉(糊)と化合して濃青色の化合物を生ず。之れ沃素の鑑識法に利用せらるる反應にして、隨て又澱粉の鑑識に利用せらるる反應なり。然れども此化合物は熱湯の溫度に於てすら分解して殆んど無色に變ずるが故に、上の反應は常に冷たき糊を用ひて行はしむるを要す。

3. **沃素の用途**

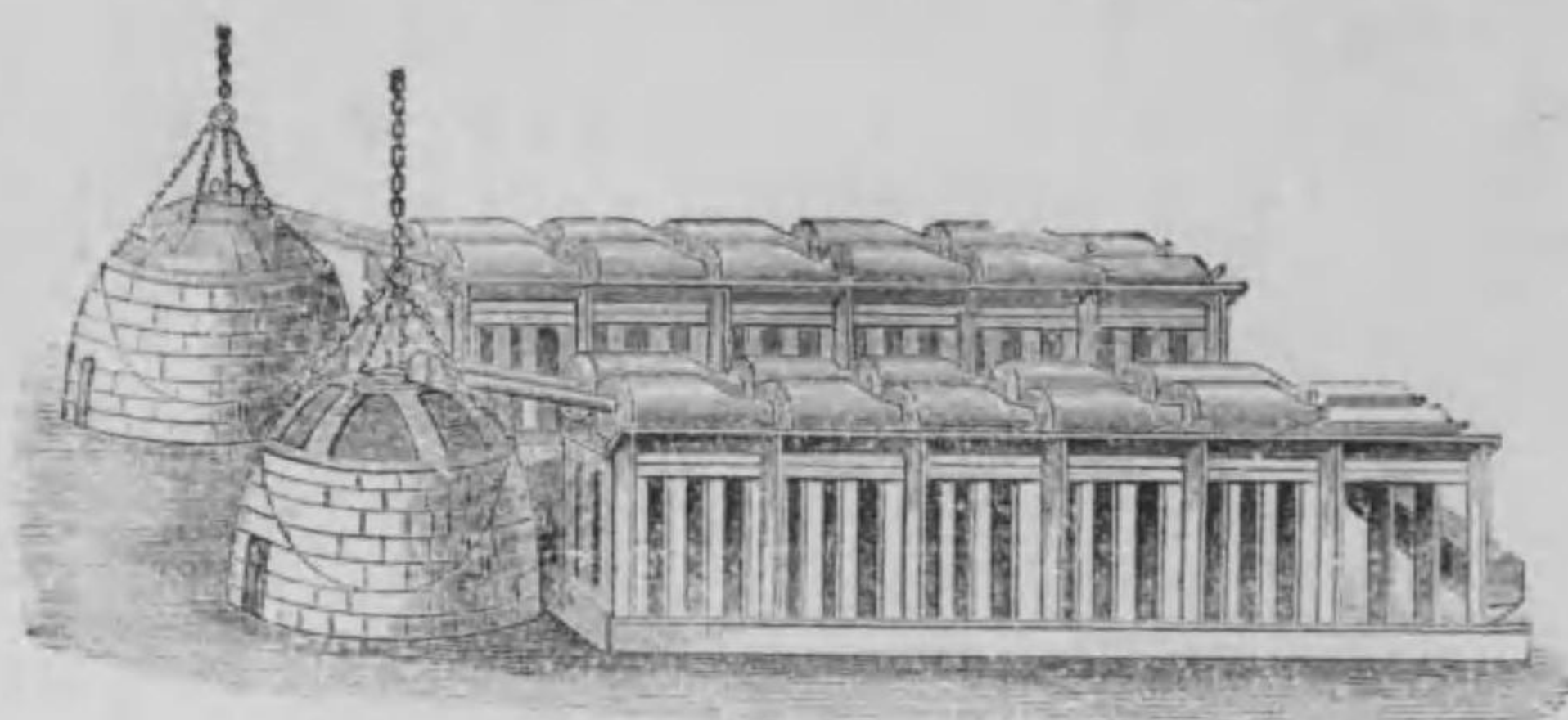
沃素が沃度丁幾<sup>(\*)</sup>とし、皮膚刺戟劑の目的を以て打撲傷等に使用せらるるは、これが水素成分と化合し易きがために有機物質に對して腐蝕作用を呈し、且同様の性質を有する鹽素或は臭素に比しては不揮發性にして其作用限局せらるるを以てなり。沃素は其他沃化カリウム (KI)、沃度ホルム (CHI<sub>3</sub>) の如き貴重なる醫藥の製造に多量に供せられ、實驗室に於ては澱粉に對する試藥として用ひらる。

4. **沃素の製法**

《所在》沃素は沃化ナトリウム (NaI) となりて微量に海水中に溶存し、沃素酸ナトリウム (NaIO<sub>3</sub>) となりて智利硝石礦の凡そ 0.3% を成す。【NaI より】海水中に存する沃化物の量は極めて少なけれども、昆布、アラメ等の海草はよく之を攝取するが故に、是等の植物を燒きたる灰は凡そ 1% の沃化ナトリウムを含有するを常とす。故に是等の海草灰の浸出液に硫酸と二

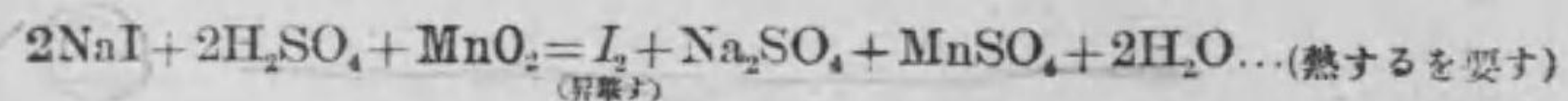
(\*) 日本藥局法の沃度丁幾は沃素を 12 倍量のアルコールに溶解したるものなり。



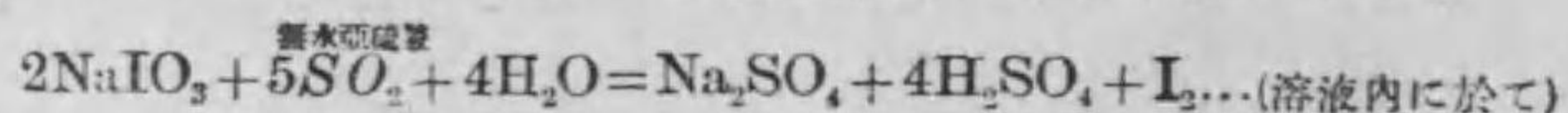


第 56 圖—海草灰の浸出液より沃素を製造す。

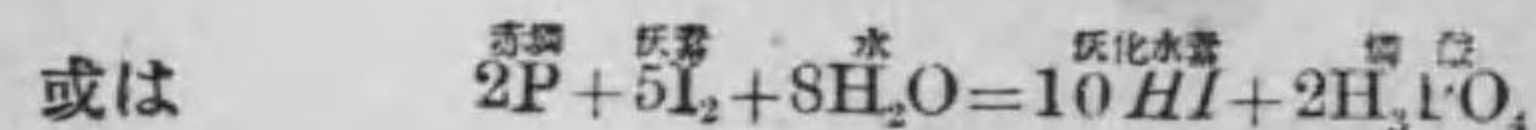
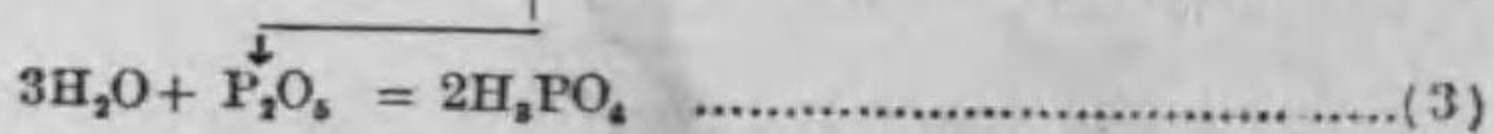
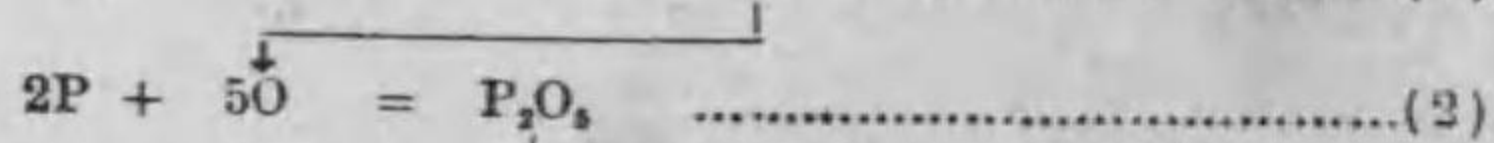
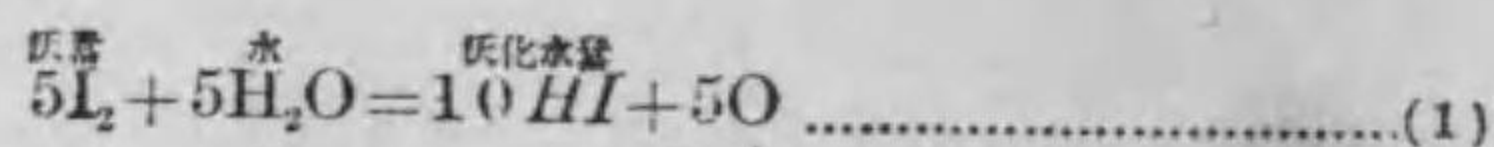
酸化マンガンとを混じて熱し、發生する沃素をば其昇華性を利用して磁製器内に結晶せしむ<sup>(5)</sup> (第 56 圖)。



〔NaIO<sub>3</sub> より〕沃素酸ナトリウムより沃素を製せんには、前者の水溶液に無水亜硫酸を通じて、沃素を析出せしむる法による。



5. **沃化水素の製法** 【HI】沃化水素は赤磷の作用により沃素を水の酸素成分と化合せしめて製すること、臭化水素の製法に異ならず。



但し上の反應を遂行せしむるには、赤磷と沃素との混じたるもの

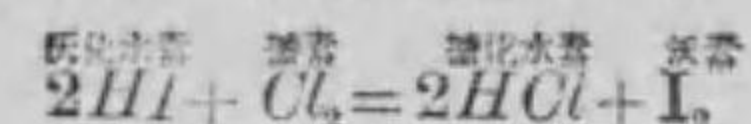
(5) 實驗室にて少量の沃素を製するには沃化カリウムに硫酸と二酸化マンガンとを加へて熱するを可とす。

に水を滴加すべきなり (第 54 圖参照)。

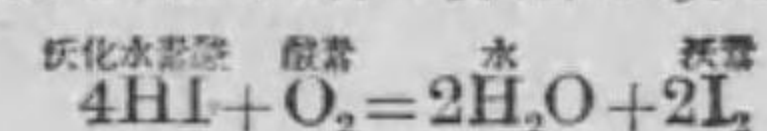
6. **沃化水素の性質** 沃化水素は頗る鹽化水素に類する發煙性無色の氣體にして、空氣より 4 倍重く、冷却すれば液體或は固體となり、熱すれば水素と沃素とに解離し、



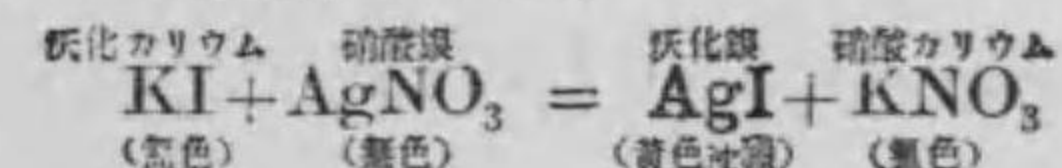
鹽素を作用せしむるも亦、沃素を遊離す。



沃化水素は多量に水に溶解して強酸性の沃化水素酸を生じ、金屬を溶解して水素を遊離すること全く鹽酸或は臭化水素酸に同じ。之を放置すれば空氣中の酸素のために酸化せられ、沃素を遊離して褐色に變ず。これ亦沃化水素の分解し易きを表はせるものなり。



7. **沃化物** 沃化物の多くは臭化物、鹽化物の如く水に溶解し易き白色の固體にして、此溶液は硝酸銀により黄色の沈澱を生ずることによりて鑑識せらる。



8. **摘 要** 沃素 I=126.92, 分子式 I<sub>2</sub>, 原子價 1, 融點 116.1°, 沸點 184.35°, 比重 4.933, 蒸氣比重 8.72 (空氣=1)

分子式	名 稱	製 法	性 質	用 途
I <sub>2</sub>	沃 素 (Iodine)	NaI に H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> と MnO <sub>2</sub> とを加へて熱す。	黒紫色板狀結晶。昇華す。アルコール、硫化炭素に溶解す。澱粉に作用し青色の化合物を作る。	醫藥、試藥。
HI	沃化水素 (Hydrogen Iodide)	赤磷により沃素を水の水素と化合せしむ。	無色發煙性氣體。水に其 400 倍體積を溶解す。	—