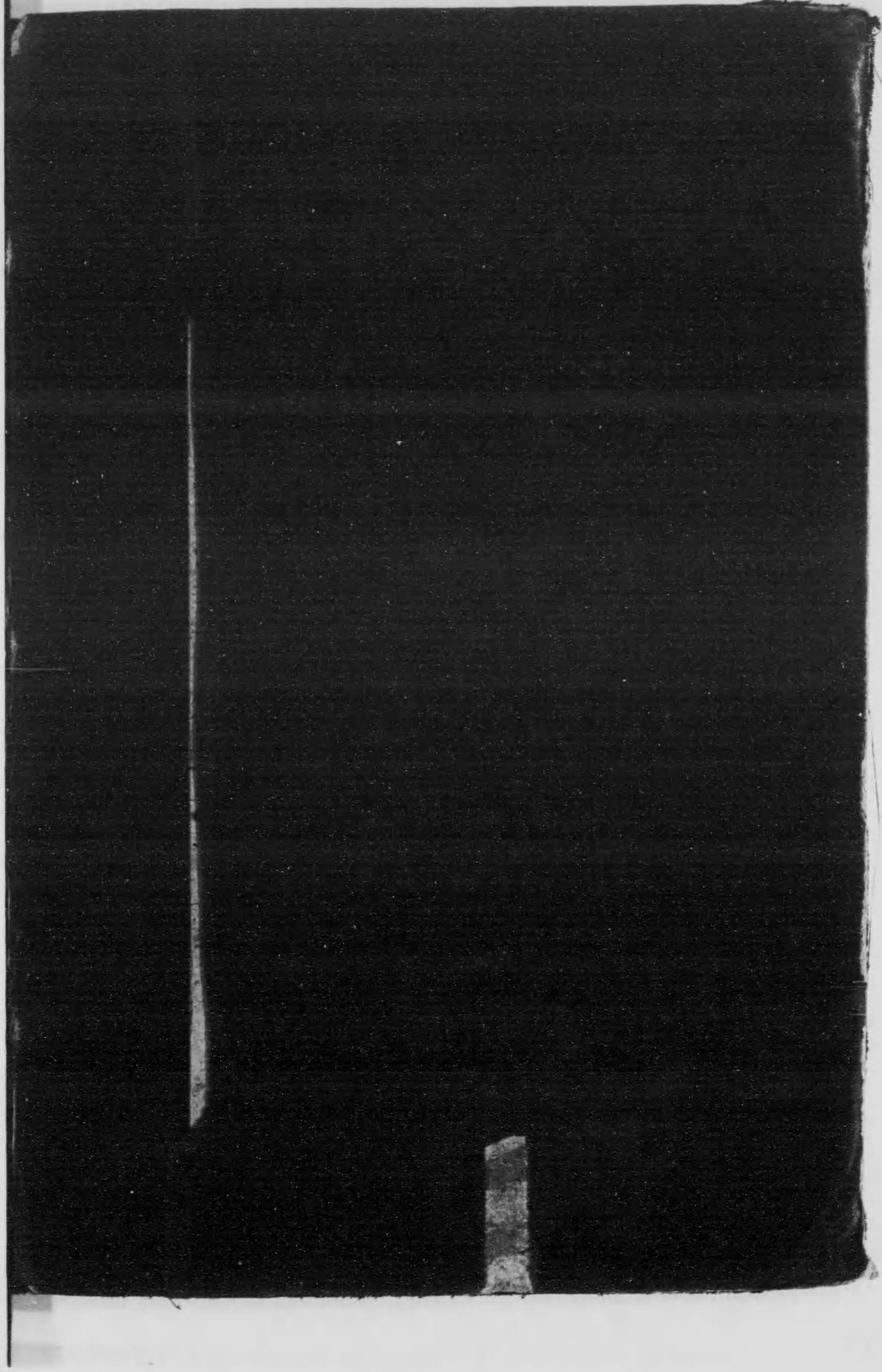
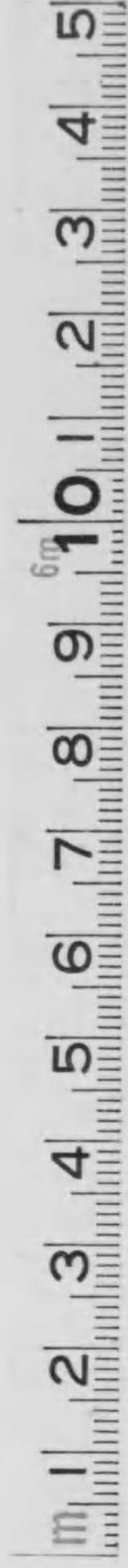
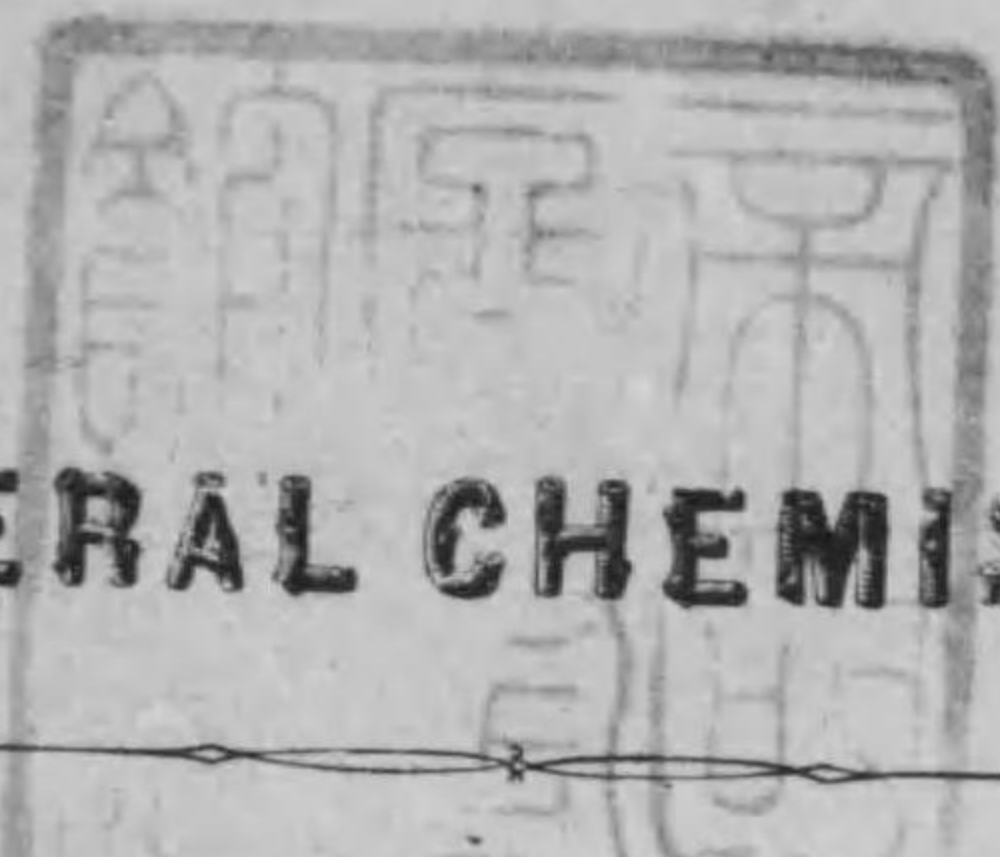


始



47
195

47-195



GENERAL CHEMISTRY.

理論實驗
化學講義

理學博士
大幸勇吉序
高田德佐著

1722



寫真陽畫



寫真陰畫

大正
4.6.29
東京

光風館藏版

—1915—

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、其取捨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学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参考書として甚だ有益なるべきを信ず。教師も亦教授の参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

師弟の手帳 - あら

緒言

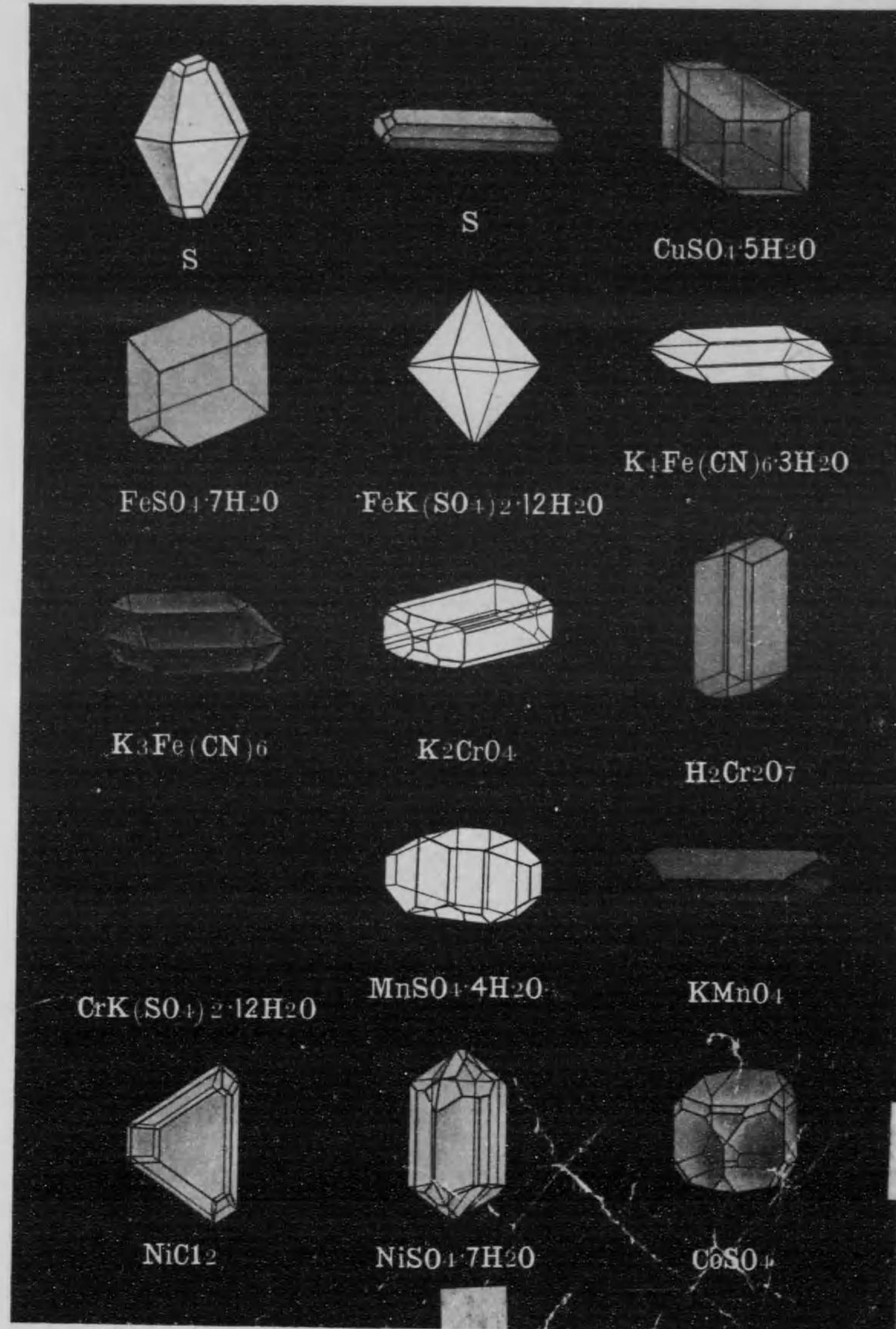
1. 本書は中等程度の學校に在つて化学を修むる者、並に進んで高等程度の諸學校に入學せんとする者の参考補習用として編纂せるものなり。
2. 記述は普通の化学教科書の順序に據れり。即ち先づ緒論に於て化学量の概念を確立し、順次に非金属、金属及び有機化合物に及ぼせり。而して其細目に涉る分類配列法に至つては特に意を致せし所尠しとせず。
3. 材料は主に中等程度の化学教科書の要目に基き一層之を敷衍して詳細なる説明を加へ、且是等を一貫するに常に明快なる理論を以てせんことを努めたり。これ徒に理論を避けて唯博物的記述法を取れる化学は理會と記憶とに於て却つて勞多くして効少なればなり。
4. 説明には成るべく化学方程式を併用せり。蓋し化学方程式は化学變化を最も簡單に、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、化学の記憶と活用とに於て大に便益ありと信じたればなり。
6. 化学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学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。

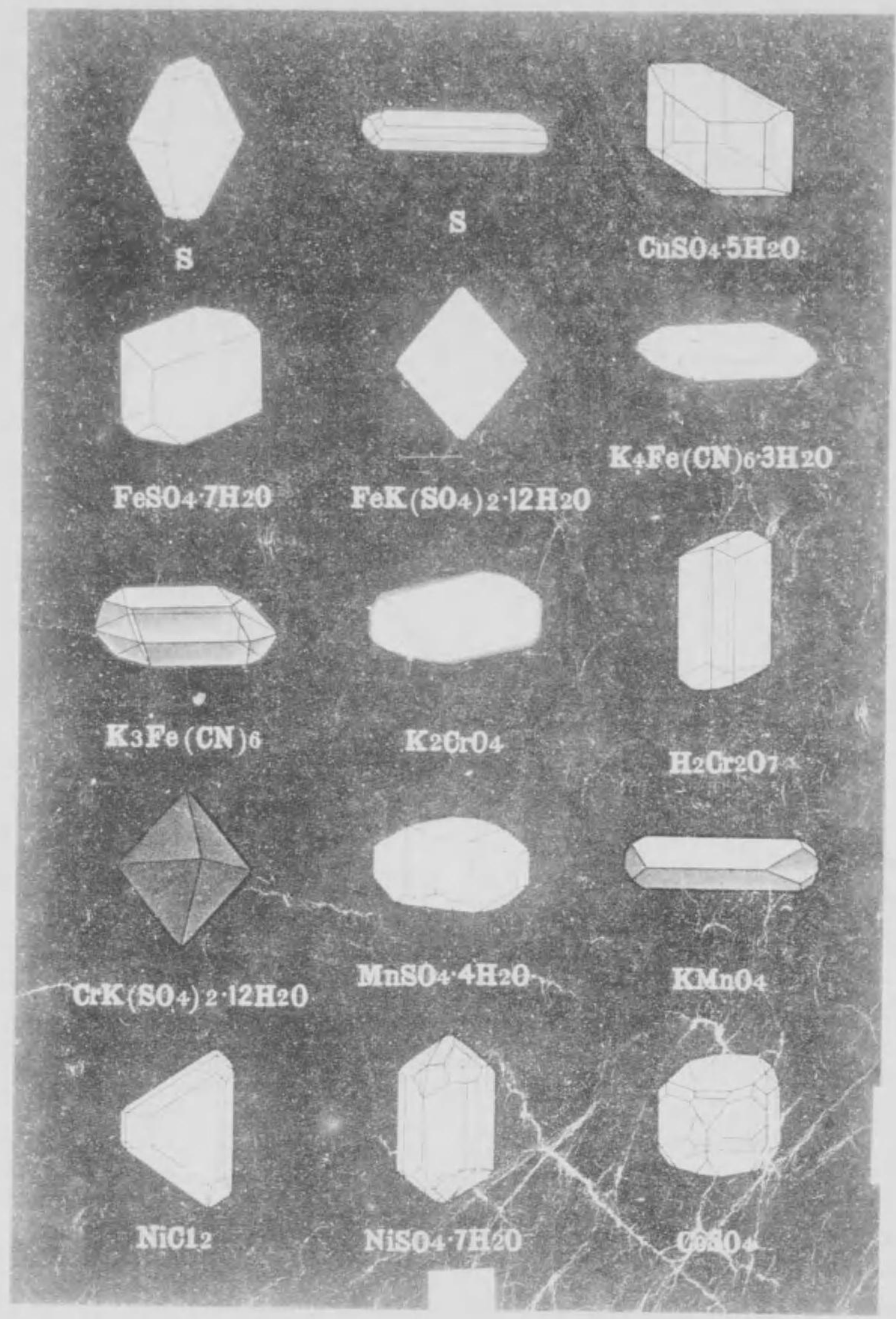
大正四年二月

著者

有色の結晶



有色の結晶



目 次

第 一 篇

化 學 緒 論

總 說

1. 物 質	頁 1	5. 化 學	頁 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 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	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 空 氣

1. 窒素の製法	14	15
2. 窒素の物理的性質	14	15

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. 鹽素の化学的性質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. アムモニアの化学的性質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 鹽化アムモニウム

1. 鹽化アムモニウムの製法66

4	目 次	
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 化 學 量

第 一 章 化 學 量 の 定 律

第 一 節 化 學 變 化 に 關 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. 倍數比例の定律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. 氣壓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122

1. 摘 要125	4. 摘 要125
2. 原子量, 分子量の當量125	5. 摘 要125
3. 定比例の說明125	6. 問 題125

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. 水素の反應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. 臭素の化學的性質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. 沃素の化學的性質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171

第二節 硫黄

1. 硫黄の物理的性質172	3. 硫黄の用途175
2. 硫黄の化學的性質175	4. 硫黄の蒸出177

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 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313 | 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 碲 素

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. 碲 素232 | 4. 摘 要232 |
| 2. 碲酸232 | 5. 問 題232 |
| 3. 碲 砒234 | |

第四章 四價元素

第一節 炭素

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

第二節 炭素化合物

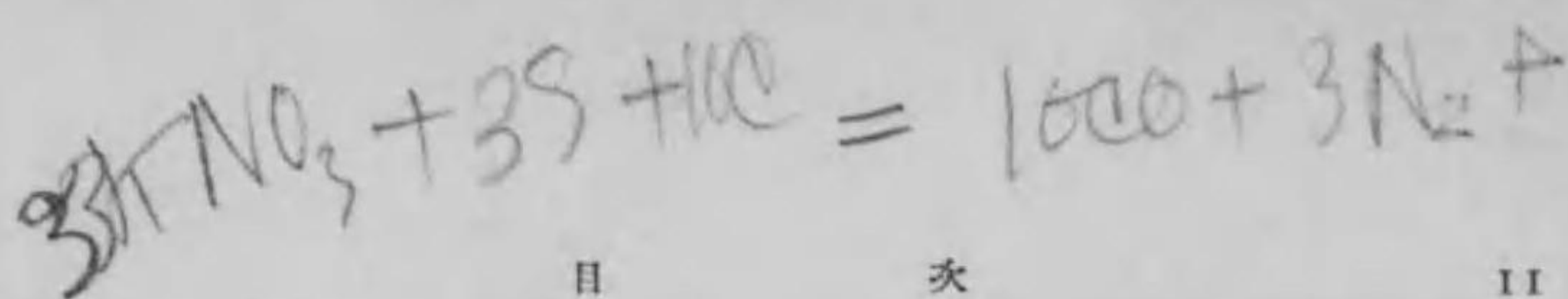
- 1. メタン244
- 2. エチレン246
- 3. アセチレン247
- 4. 酸化炭素248
- 5. 無水炭酸248
- 6. 硫化炭素249
- 7. シヤン250
- 8. 摘要250
- 9. 問題251

第三節 石炭瓦斯 焰

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

第四節 珪素

- 1. 珪素262
- 2. 無水珪酸262
- 3. 水硝子263
- 4. 珪砂264
- 5. 炭化珪素264
- 6. 摘要265
- 7. 問題265



第二章

溶液

567

第一章 酸 鹽基 鹽

第一節 酸 鹽基 鹽

- 1. 酸の性質266
- 2. 酸の種類267
- 3. 酸の製法268
- 4. 鹽基の性質269
- 5. 鹽基の種類270
- 6. 鹽基の製法270
- 7. 鹽の性質271
- 8. 鹽の種類272
- 9. 鹽の製法272
- 10. 摘要274
- 11. 問題276

第二節 酸定量 アルカリ定量

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

第二章 溶液の性質

- 1. 溶液284
- 2. 濃度の單位294
- 3. 飽和溶液294

- 1. 氷點降下296
- 2. 分子量の測定298

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 溶液内の反應

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1. イオン平衡307 | 4. 鹽の加水分解313 |
| 2. イオン反應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 說

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. 金属元素の物理的通性 331 | 4. 金属元素の分類334 |
| 2. 金属元素の化学的通性 332 | 5. 摘要334 |
| 3. 金属元素の製煉法333 | 6. 問題334 |

第一

金属の一

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, 寫真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. 寫真銅版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 | 6. 硫酸アルミニウム=カ
リウム438 |
| 2. アルミニウム=イオン 436 | 7. 一般の明礬437 |
| 3. 水酸化アルミニウム ...436 | 8. 醋酸アルミニウム440 |
| 4. 酸化アルミニウム437 | 9. 珪酸アルミニウム441 |
| 5. 硫酸アルミニウム438 | 12. 摘 要443 |
| 10. 陶磁器442 | 13. 問 題444 |
| 11. アルミニウムの冶金 ...443 | |

第 三

金 屬 の 三

第一章 アリカリ土族

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 ...49 | 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451 | 10. 硫酸カルシウム456 |
| 5. 炭酸カルシウム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
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 アリカリ族

第一節 ナトリウム

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1. ナトリウム.....476 | 8. 亞硫酸ナトリウム.....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. シアン化カリウム.....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
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 金屬の摘要

- | | |
|----------------------------|---------------------|
| 1. 金屬及び其化合物一覽
表.....518 | 4. 金屬の物理的性質.....522 |
| 2. 金屬の産出.....521 | 5. 金屬の化學的性質.....525 |
| 3. 金屬の冶金.....521 | 6. 金屬化合物の特性.....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. 金屬に關する化學方程
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. パルミチン酸, ステアリン酸588 |
| 2. 蟻 酸583 | 7. オレイン酸, リノール酸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. 蓚 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. 麦芽糖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. 硝酸セルローズ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 雜化合物

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	

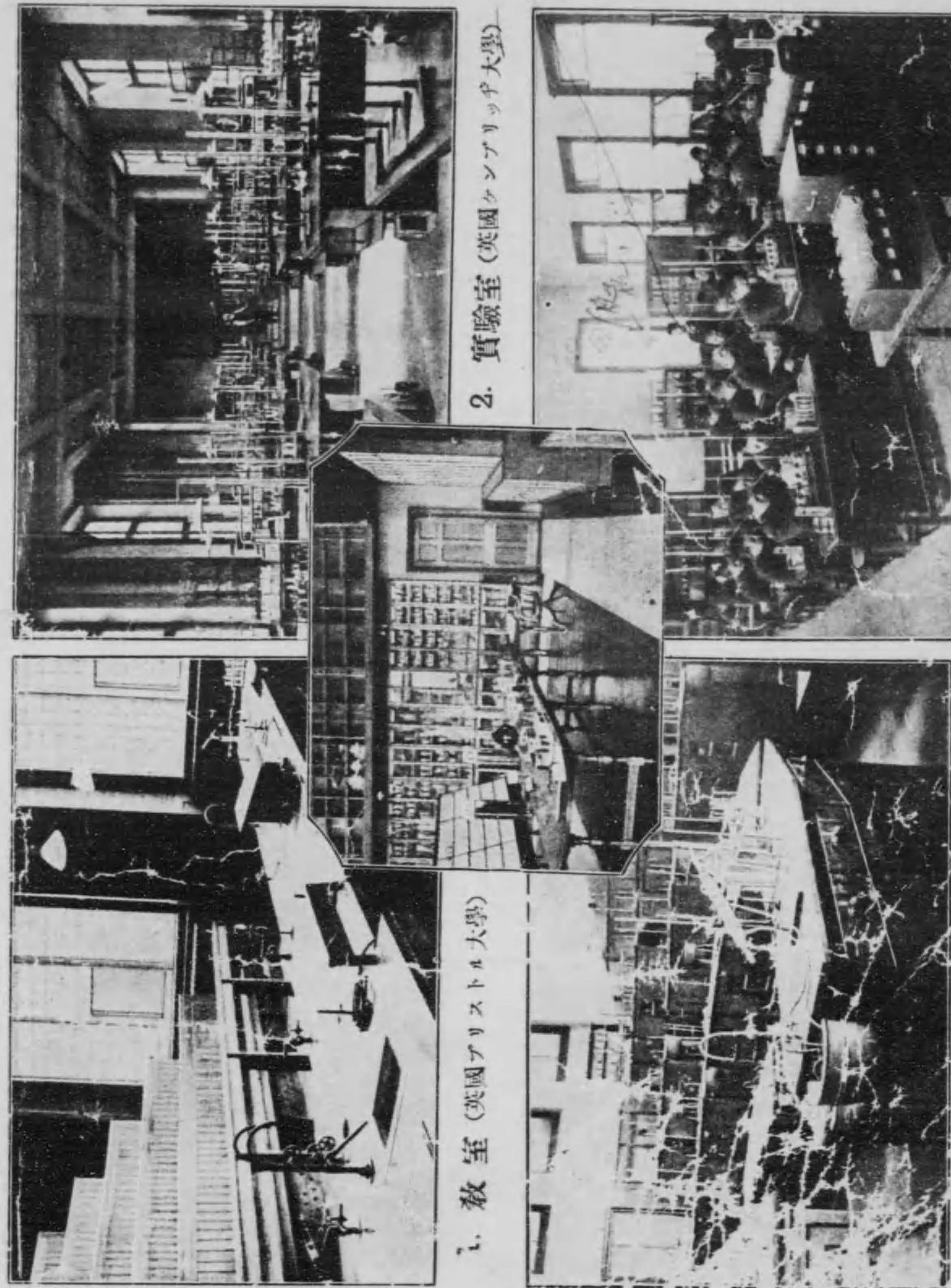
第三節 蛋白質

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 に関する方 程式658
2. 雜問題649	

化 學 室



1. 教室 (英國アリストレル大學)

2. 實驗室 (英國ケンブリッヂ大學)

3. 初歩實驗室 (英國リッポールド大學)

4. 初歩實驗室 (東京府立第一中學校)

5. 標本室 (英國國立化學會)

Ken
my
memo



化學講義

第一篇

化學緒論

總說

1. **物質** 吾人は物を物體⁽¹⁾として見る場合と物質として見る場合との二様あり。前者は物を其形状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。

一の物質に就きて觀察スベキ事項甚多

2. **物質の性質** 一の物質に就きて觀察すべき事項甚多

(1) 化學上

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⁽²⁾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、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るだ

(2) 溫度、及び壓の如き、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も常に此器内に充満し何れの方向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。⁽⁴⁾

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塵埃にしてス如き又はホウを熱して融解せしむる如き、或は氷を熱して水にする如き、又は水蒸気を冷して水にする如き、

(4) 固體と液體との中間に體とは連續的の形態にして

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、彼の硫黄が燃燒(化學變化)するに際し先づ熔融(物理變化)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、マグネシウムが燃燒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

物理變化と化學變化とは當然たる區別なき難き場合あり。硫黄が熔融し更に其變化の如し。

を概括せるものを云ふ。

例、生理化學、醫藥化學、衛生化學、裁判化學等あり。

物體と物質	物體(Body) = 物を其形ちに就き分類せよきの名。 物質(Substance) = 物を其實質に就き分類せよきの名。
物質の形態	固體(Solid) = 形一定、體積一定。 液體(Liquid) = 形不定、體積一定。 氣體(Gas) = 形不定、體積不定。
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す性質。
化學の目的	物質の化學變化を支配する定律(Law)の發見。 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、スラスコ、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)にして、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

解 化學變化は諸種のエネルギーは、多くの化學變化を促進するものなり。

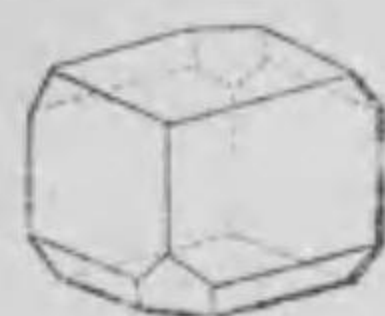
第一

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。⁽¹⁾

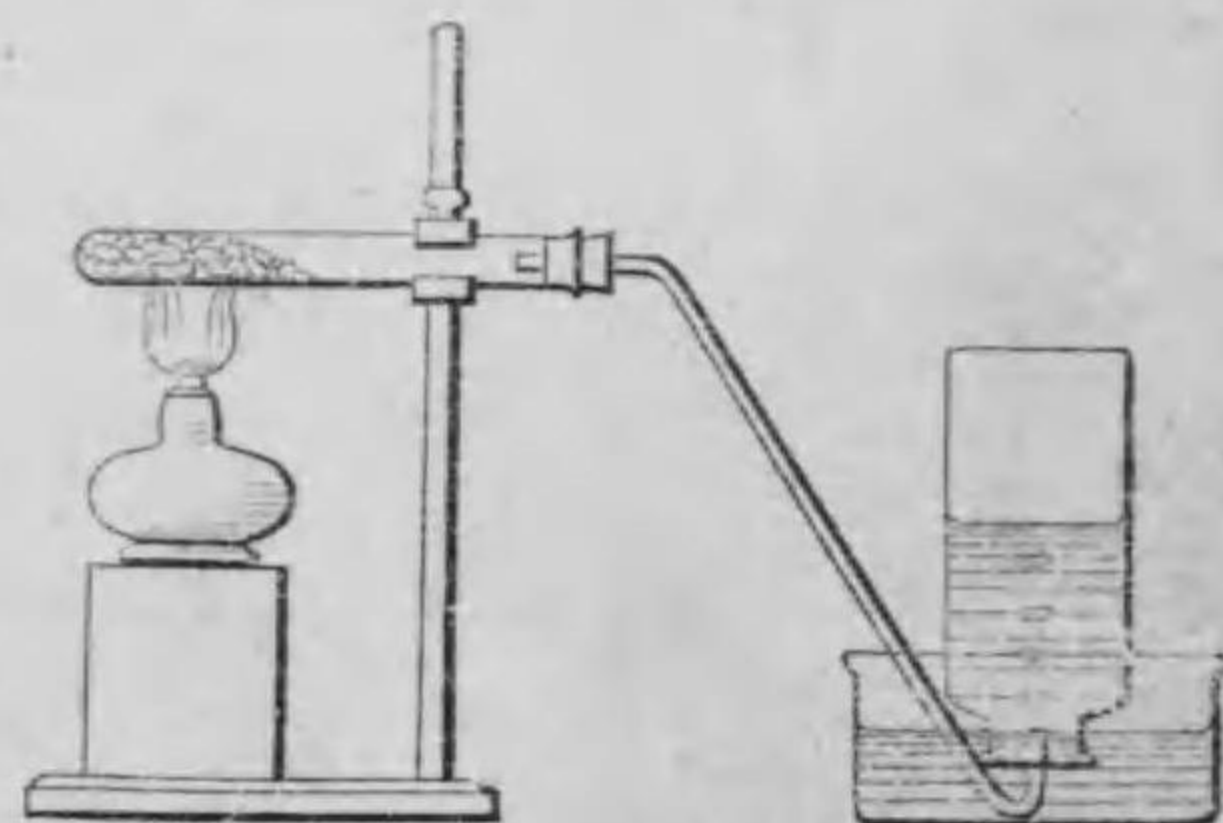


第1圖—鹽素酸カリウムの結晶

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)⁽²⁾を混ざ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。

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。

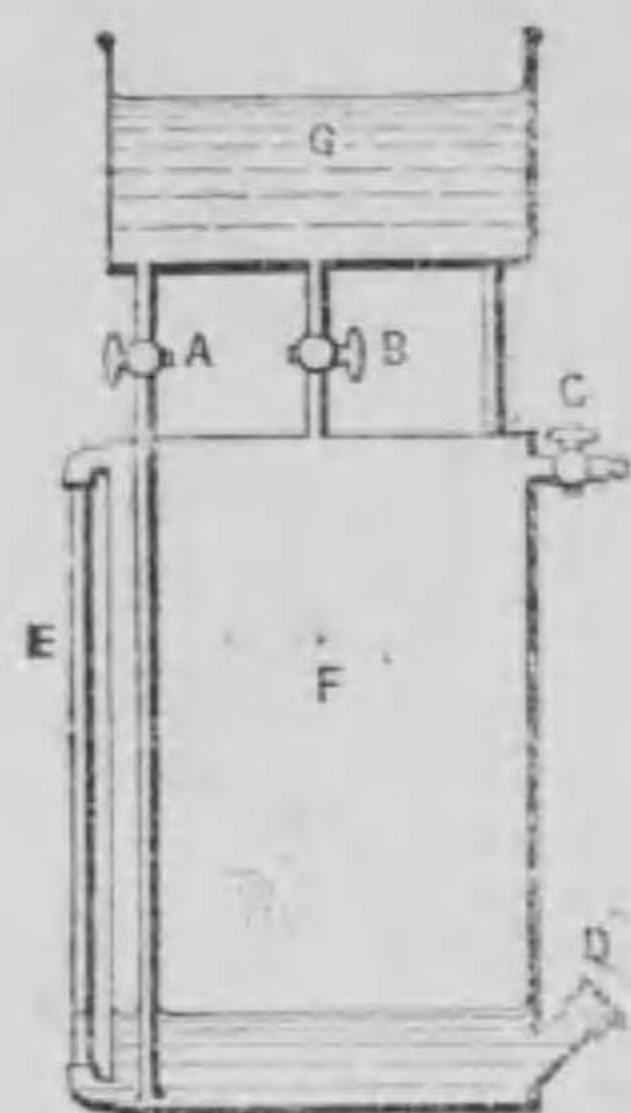


第2圖—鹽素酸カリウムを熱して酸素を製す

(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類なりと誤認されしに基因す。

化學變化 $2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$ にて表はさる。

瓦斯溜 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。此装置は第3圖の如き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 に水を充滿せしめ 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。⁽³⁾ 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

燃燒を支ふる特性を有し、

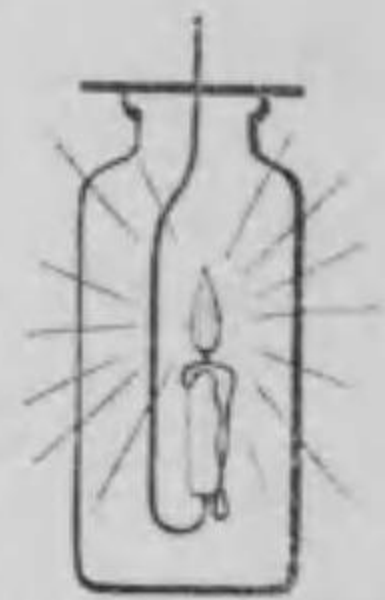
1. 空氣中にて燃燒する物質は酸素中にて一層熾んに燃燒して強き光を放つのみならず、
2. 空氣中にて燃燒を持続するに困難なる物質も亦よく酸素中にて燃燒す。

(3) 氣體の體積は溫度 0°, 壓 76 釐の狀況に於て測りたるものとき場合には皆同様なり。(4) 此數値は記憶すべし。

(5) 酸素は液化し難き氣體なるが、1877年 Pi...

次の諸實驗は此事實を表はせるものなり。

〔燭の燃焼〕 除燼の残れるマ、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⁽⁴⁾に用ひらるる重要なる方法なり。



第4圖—酸素中にて燭を燃焼す。

〔燭の燃焼〕 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、硫黄用の燃焼匙。

〔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



第6圖—酸素中にて鐵線を燃焼す。

此の何なるかを決定することあり

〔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、今磨きたる鋼鐵線的一端にマ、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

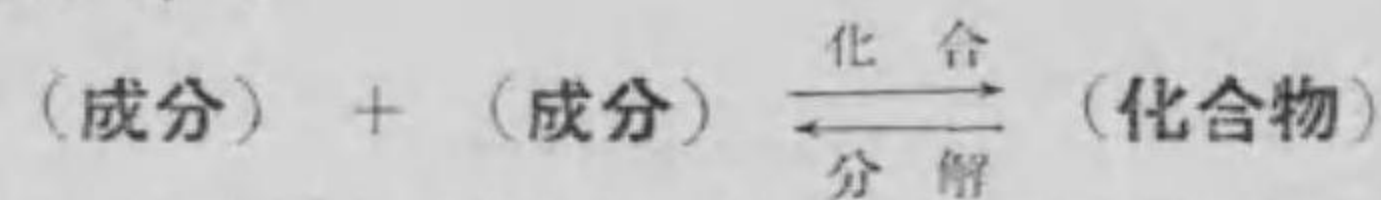
〔化合〕 上の實驗に依るに燐が酸素中に於て燃焼するときは全然其性質を變じて白色粉末狀の無水燐酸となり、同時に酸素亦消失す。斯く二種若しくは二種以上の物質より一種の新物質を生ずる化學變化を名づけて化合と稱し、化合によりて生じたる物質を化合物と稱す。而して化合に與かりし元の物質を其化合物の成分と稱す。例へば無水燐酸は酸素と燐との化合によりて生じたる化合物にして、其成分は酸素及び燐なるが如し。ここに示せるが如き化合に與かる物質の一が酸素なる場合の化合は之を酸化⁽⁷⁾といひ、其生成物を酸化物といふ。酸化鐵、無水燐酸等は何れも酸化物の例なり。

〔分解〕 化合物を其成分に變ぜ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れ、二種又は二種以上の物質に變ぜる化學變化を分解⁽⁸⁾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は

(7) 酸化の意義は更に廣義に用ひらるることあり(第三篇)

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

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⁽⁹⁾の作用の如きは接觸作用の例にして二酸化マンガンは其際の試薬なり。故に接觸作用は恰も器械に油を塗る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を保つときは酸化は極めて急劇に進行して多量の熱

(9) 硫黄 200°, 木炭 700°。

過ぎる熱は第54頁鹽素の項にあり。

を發生し、ために酸化せんとする物質も又酸化によりて生じたる物質も灼熱せられて光を放つに至るべし。かく物質の化合に際し熱と光とを發する現象は即ち所謂燃焼⁽¹⁰⁾なり。之により吾人が通常物質を燃焼せしむるに當つて點火するは之を其發火點以上に熱せんが爲めなるを知るべく、從つて發火點とは物質が燃焼を始むる最低の温度なりと云ふを得べきなり。

若し物質の温度を常に其發火點以下を保つときは、たとひ酸化するも其際發生する熱は物質を熱して光を發せしむるに足らざる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温の熱を生ずるを以て熱源及び光源として工業上盛に使
せらる。之れがため通常之を凡そ100氣壓に壓せ
て鐵製の圓筒に貯藏す。酸素は又稀に呼吸の困
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於て、常態を以て空氣の成分として存在する。其化合物の化合として亦多量に存在する。然し、其の大部分は地殻の成分として存在し、
なし、
なし、

(10)

8. 摘要 酸素 1 立の重量 1.429 瓦, 沸點 -182.5° ,

融點 -227° , 臨界溫度 -119° , 溶解度 常溫の水の $\frac{1}{35}$ 體積。

所 在	製 法	性 質	用 途
空氣の $\frac{1}{5}$ 體積。水の $\frac{1}{35}$ 量。岩石土壤の $\frac{1}{35}$ 乃至 $\frac{1}{5}$ 量。	鹽素酸カリウムを熱し、 二酸化マンガンの接觸 作用によりて之を分解 せしむ。液狀空氣より 窒素を蒸發せしむ。	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

化 合(Combination) 分 解(Decomposition) 複 分 解(Double de- composition)	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。
化 合 物(Compound) 成 分(Constituent)	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。
酸 化(Oxidation) 酸 化 物(Oxide)	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。
觸 媒(Catalyser) 接觸作用(Catalysis)	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。
發 火 點(Ignition point) 燃 燒(Combustion)	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(或は燃焼を持續する に要する最低の溫度)を發火點と稱す。
反 應(Reaction) 試 験(Reagent)	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験と稱す。

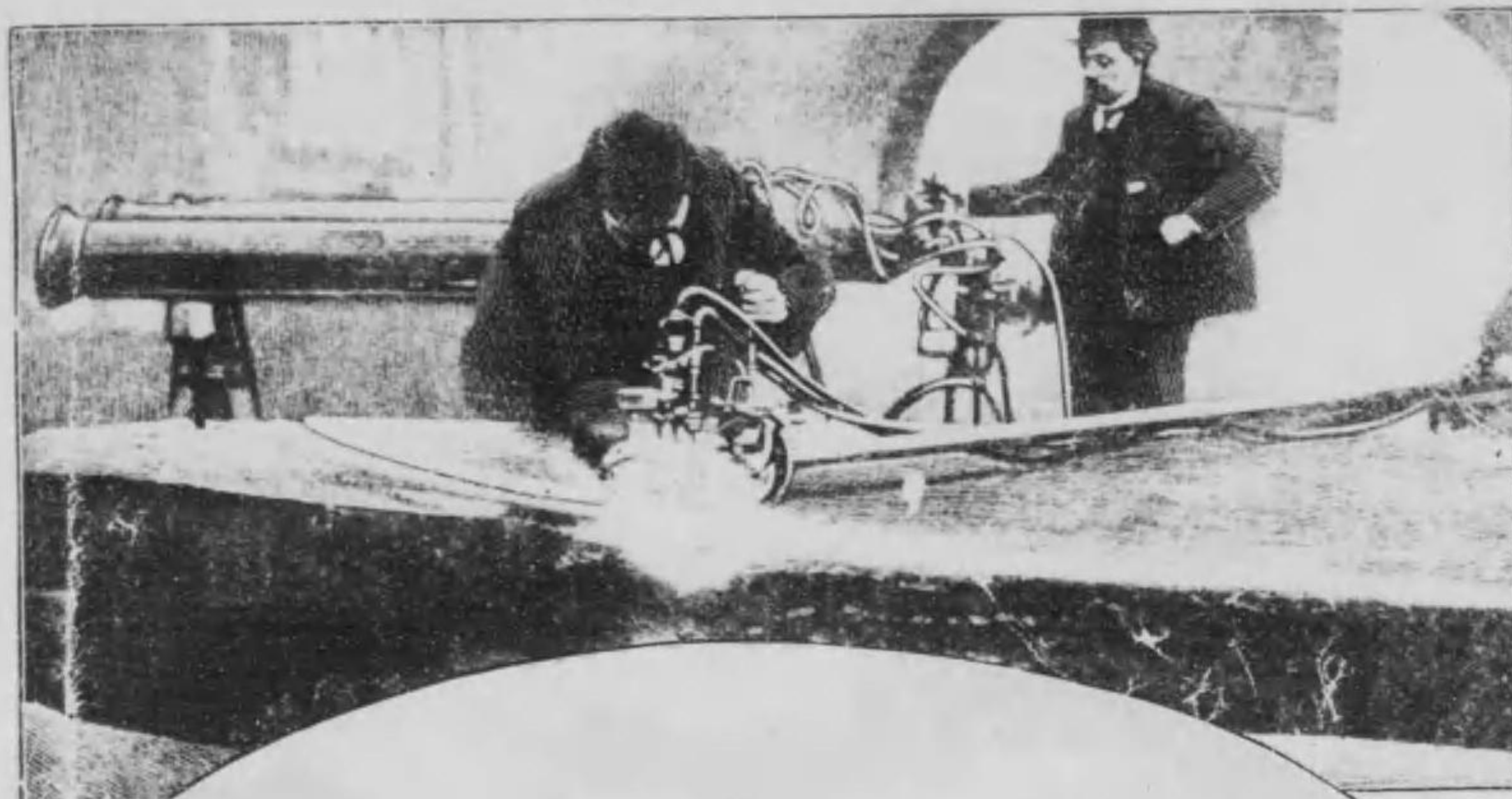
9. 問 題 1.* 酸素の製法及び性質を記せ。(6,7,8頁)

諸學校の入學試験問題なり。以下總て然り。

欠

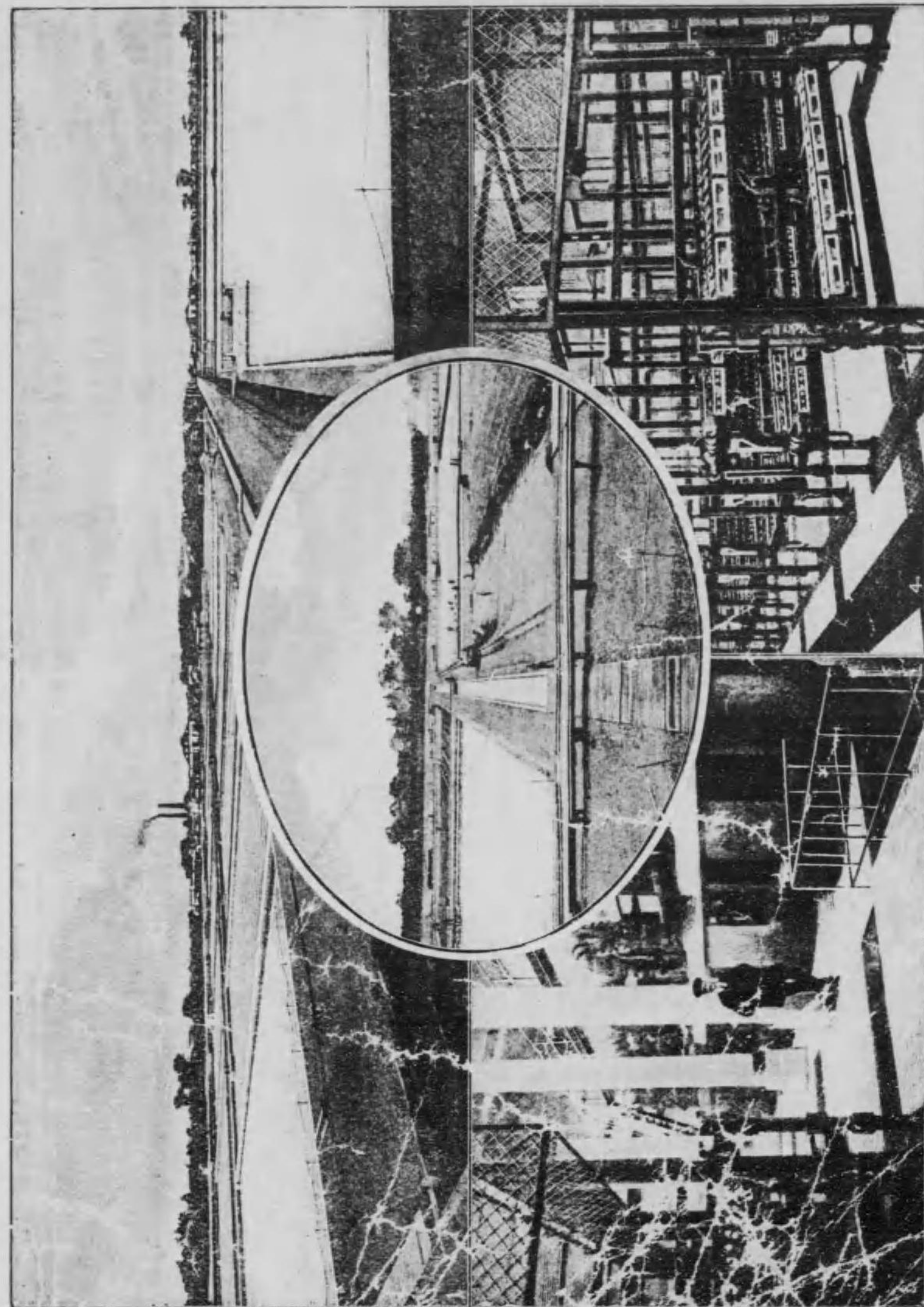
欠

水素の利用



(上) 酸水素燐を用いて銅板を切斷す (下) 水素を用いて鋼板を切斷す
(中) 帝國航空飛行機製造工場 (最新容量一萬立方メートル)

飲 料 水 の 清 淨



1. 沈澄池(右)と濾過池(左) 2. 漂白池

3. オゾン殺菌装置

4. 殺菌用オゾン製造装置

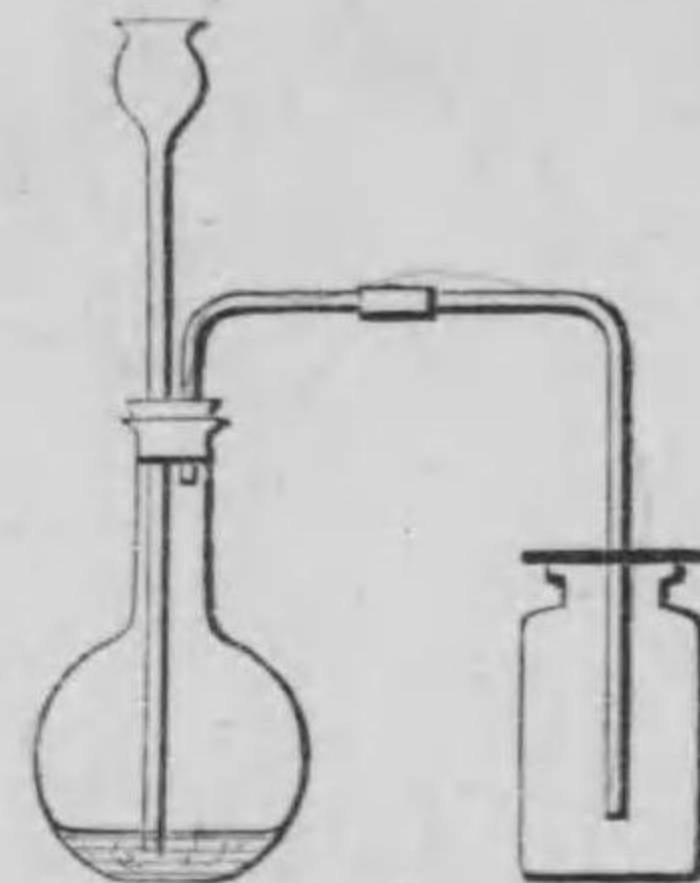
(28頁参照)

第一章の第二節と
第二章の第一節を取らねば
不可なり

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 炭酸カルシウム(大理石或は石灰

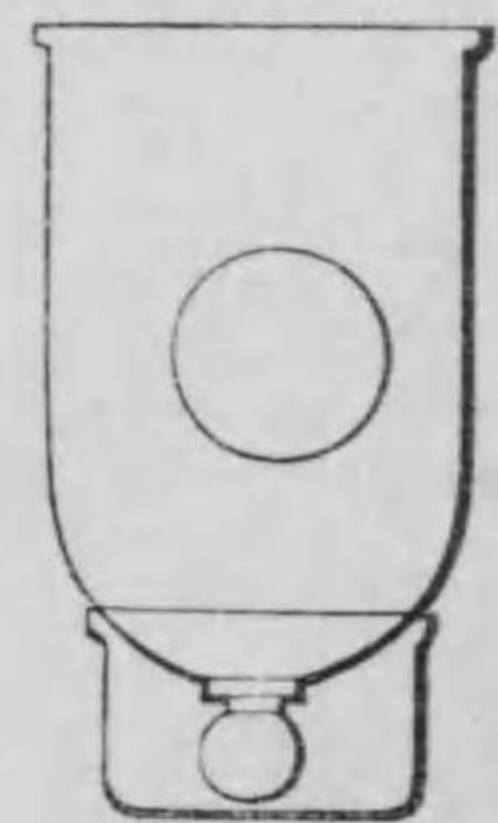


第27圖—石灰石に鹽酸を加へ發生する無水炭酸を下方置換により捕集す。

石)に稀鹽酸(稀硫酸は不可なり)を加ふるときは、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空虚なる壺底に導くときは次第に壺内の空氣を上部に驅逐して壺内に滿つ(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。

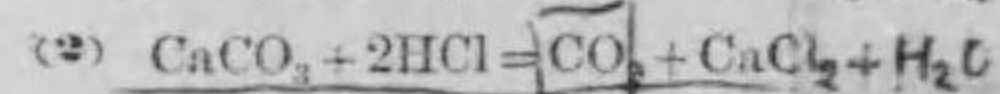
2. 無水炭酸の性質 《性状》無水炭酸は無色の氣體にして、殆んど無臭なれども、微に酸性の味を呈し、毫も毒性を有せず。然れども動物の此中にて窒息するは呼吸に必要な酸素の缺乏に基づくが爲めなり。

《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



第28圖—空氣(呼氣)にて吹きたる石鹼球が無水炭酸中に浮遊す。

(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 H-lmont 氏之を他の氣體とし、18世紀に於て Lavoisier 氏之を炭酸と名せり





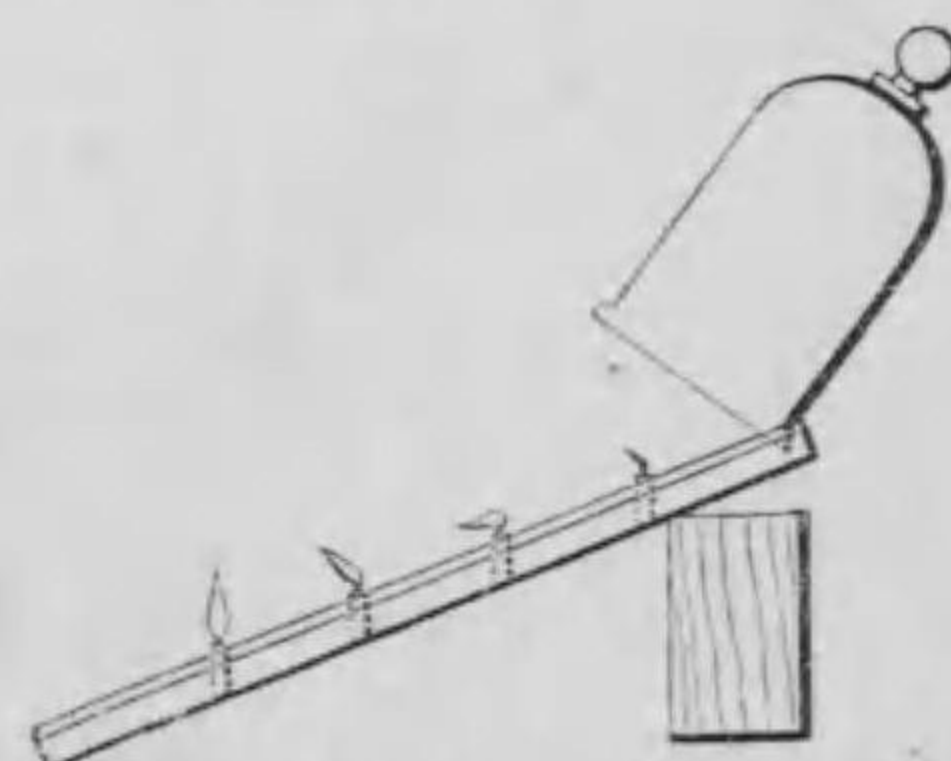
第29圖—無水炭酸の擴散が空氣より遅きを示す。(5)

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遊するの奇觀を呈し(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、水素を用い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31°にして常溫より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 《燃燒との關係》無水炭酸は



第30圖—無水炭酸を注ぎて燭の内の燭火を消滅せしむ。

《燃燒との關係》無水炭酸は高溫に於ても酸素或は通常の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(6)

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、
管を引くとときは管の下端より氣泡を發す。
 $+H_2SO_4=2CO_2+Na_2SO_4+2H_2O$

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。

《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。



第31圖—消火器

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。(7)

《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

(5) $CO_2+H_2O=H_2CO_3$ (6) $Ca(OH)_2+CO_2=CaCO_3+H_2O$

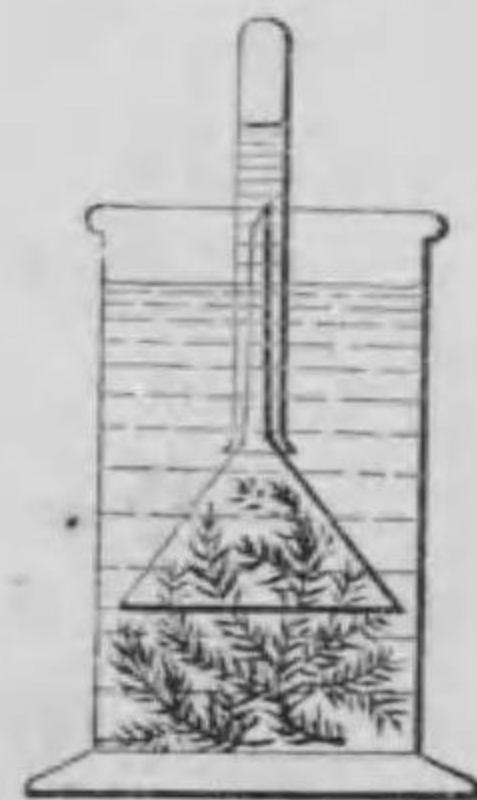
(7) $CaCO_3+H_2CO_3=Ca(HCO_3)_2$ $CaCO_3+2HCl=CaCl_2+CO_2+H_2O$

$CaCO_3+H_2CO_3=Ca(HCO_3)_2$

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。⁽⁸⁾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劑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⁽⁹⁾、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、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酸素は氣體となりて發生するを見る。⁽¹¹⁾

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) $CO_2 \rightarrow C + O_2$

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	:	酸素	:	無水炭酸
1	:	2.7	:	3.7
或は	:	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。

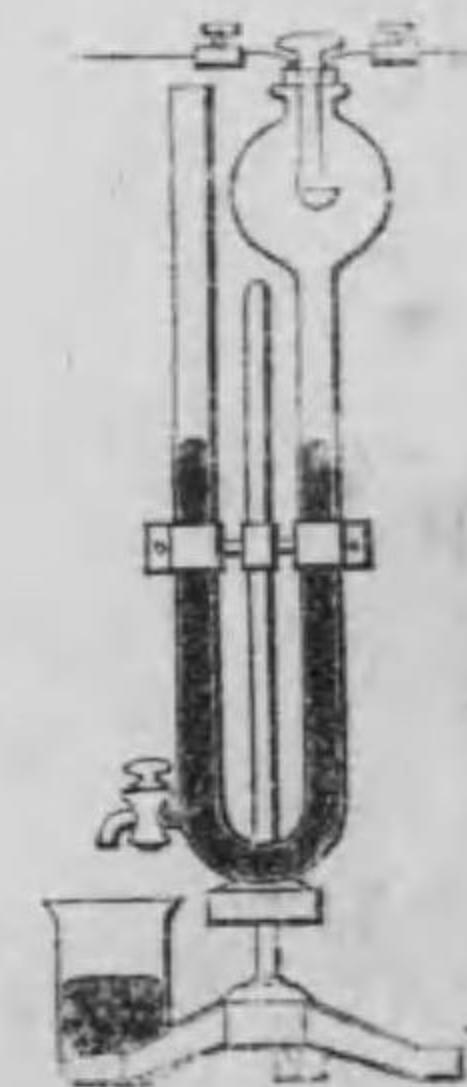
〔體積組成〕上の重量を其等の密度を以て除すれば容易に其體積の關係を求むるを得べし。即ち

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木炭が燃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。⁽¹²⁾ 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° 、臨界溫度 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。水に溶解炭酸を生じ、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。

(12) 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立方米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中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中に通ずれば酸素を失ひ、窒素のみとなる。

4. ビール、シャンペ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壺栓を飛ばし、又は壺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

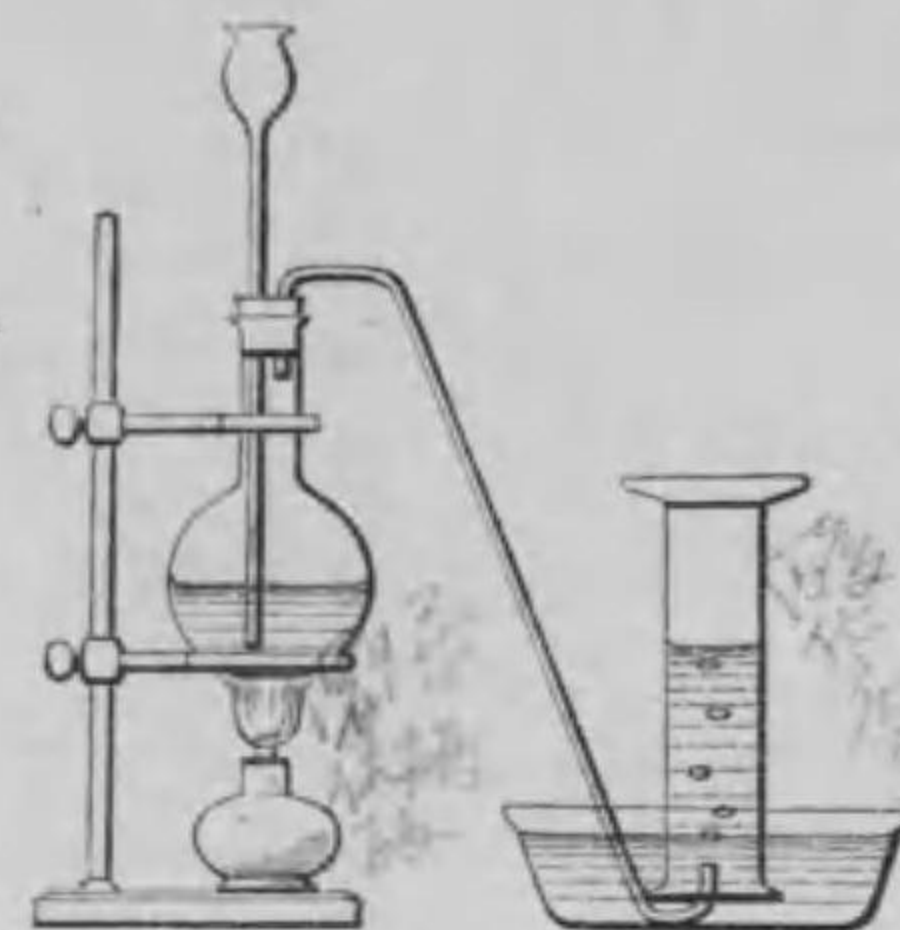
$$1.96 \text{瓦} \times 1.86 = 3.6 \text{瓦} \quad (1.96 \text{瓦は無水炭酸1立の重さ)}$$

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、⁽¹⁾之を水上に捕集す。時として蟻酸の代りに蓼酸と名づくる白色の結晶を用ふる事あり。此場合には酸化炭素は等體積の無水炭酸を伴ふが故に⁽²⁾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°	-146°
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〕酸化炭素を充せる埜内に燭火を下すに、酸化炭素は埜口に於て引火し淡青色の

(1) $\text{CH}_2\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O} = \text{CO}$

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

3 : 8 =

焰を掲げて燃焼し、⁽³⁾ 燭内の燭火は消滅す。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を水素に似たり。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(即ち燃焼)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、⁽⁴⁾ 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。⁽⁵⁾ 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剤として、金屬酸化物より金屬を遊離せしむるに供せらる。⁽⁶⁾

〔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収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) $Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$

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と、燃焼果生物の無水炭酸なることとにより、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ェ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収せられて無水炭酸なりしを示すべし。故に次の關係あり。

$$\begin{array}{ccccc} \text{酸化炭素} & & \text{酸素} & & \text{無水炭酸} \\ \square & + & \square & = & \square \dots\dots\dots (1) \\ \text{酸化炭素の2體積} & \text{は} & \text{酸素1體積} & \text{と化合して} & \text{無水炭酸2體積を生ず。} \end{array}$$

然るに、無水炭酸は等體積の酸素より生ず(第41頁)。即ち、

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

(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。

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

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

(*)
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)中に含まるる炭素の重量は(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。

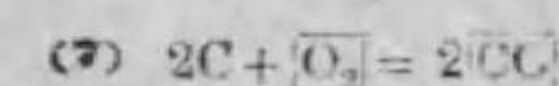
5. 摘要 酸化炭素 1立の重量1.25瓦、臨界温度-140°, 沸點-190°, 融點-210°。

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



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。

4.* 前問に於て無水炭酸150e.c.を用ふれば結果如何。

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

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

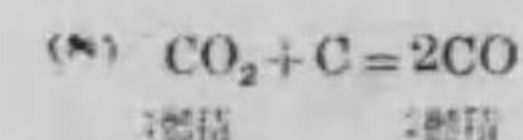
答 0.8瓦の炭素と化合し、酸化炭素300e.c.を生ず。

5.* 酸素10e.c.と酸化炭素40e.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10e.c.は其2倍體積即ち20e.c.の酸化炭素と化合して無水炭酸の20e.c.を生じ、從つて20e.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50e.c.に過量の酸素を加へて燃焼せしめたるに、80e.c.の氣體を生じたり、用ひたる酸素の體積如何。

解 50e.c.の酸化炭素より50e.c.の無水炭酸を生ずるが故に、80e.c.-50e.c.=30e.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、



$$(80\text{c.c.} - 50\text{c.c.}) + 50\text{c.c.} \times \frac{1}{2} = 55\text{c.c.}$$

答 55c.c.

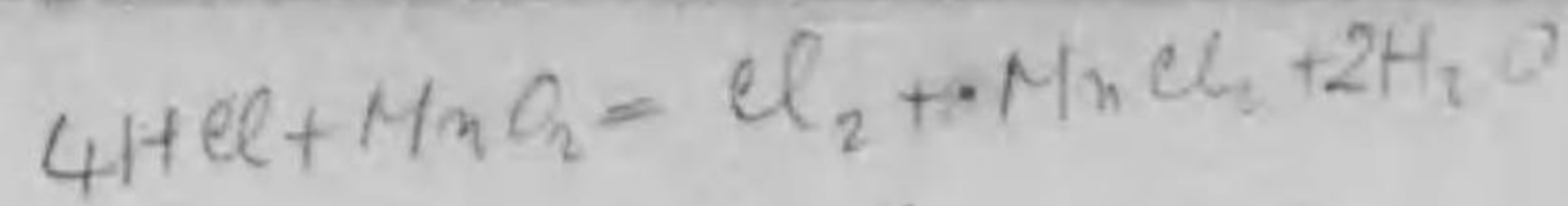
7.* 次の組成を有する混合瓦斯 200 瓦を完全に燃焼せしむるには幾瓦の酸素を要するか。

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

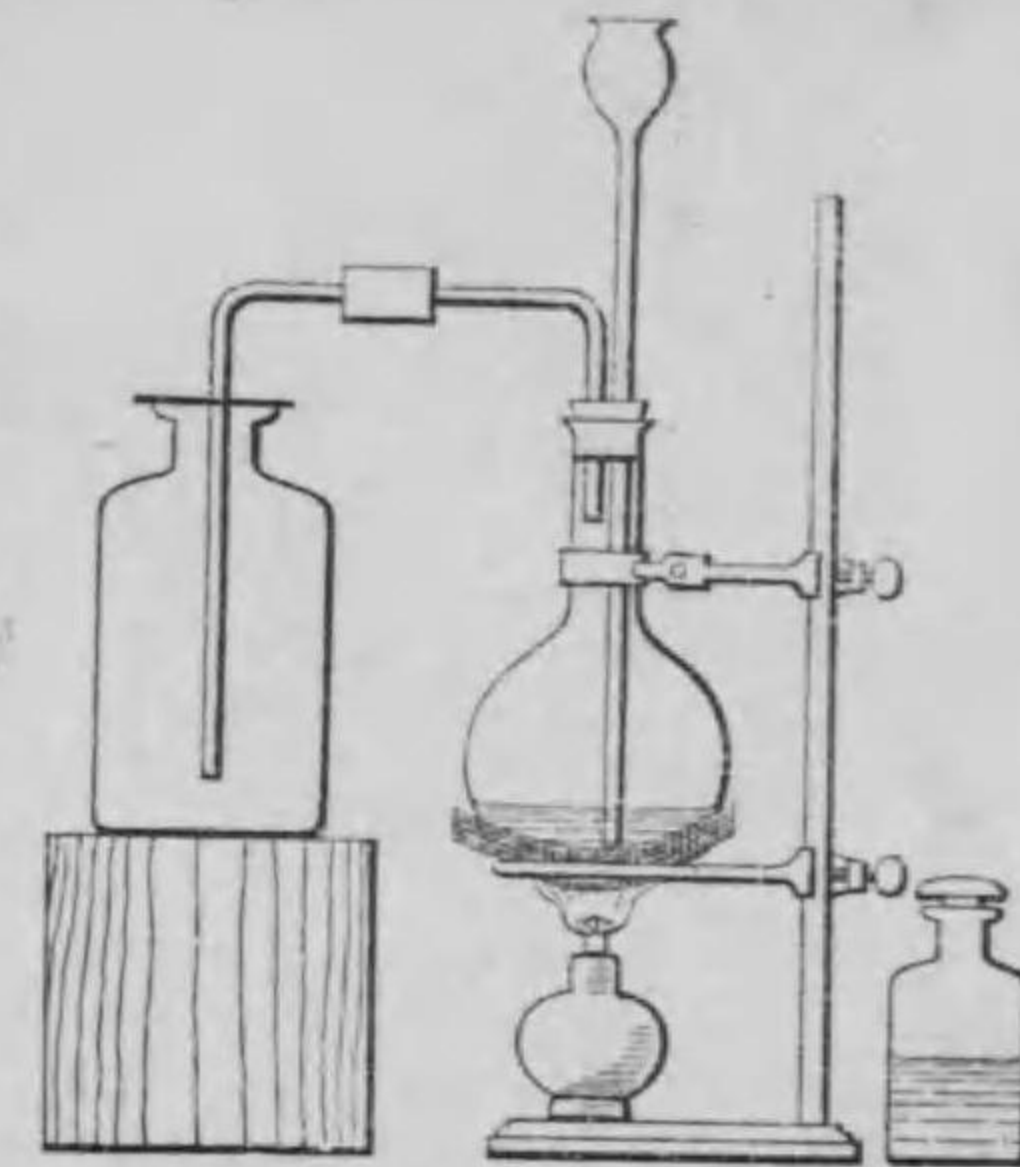


第四章 鹽素 鹽化水素

第一節 鹽素

1. **鹽素の製法** 濃鹽酸を二酸化マンガンと共に熱すると

きは鹽素⁽¹⁾を發生す。之れ前者に溶解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⁽²⁾による。濃鹽酸の代りに食鹽と稍濃厚なる硫酸とを用ふるも可なり⁽³⁾。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。通常の鹽素水は重量にて 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

(1) 鹽素は 1774 年瑞典の Scheele 氏之を發

を意味する希臘語に因み之を Chlor

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

(3) 二酸化マンガンの代りに

得るも、爆發性化合物を

(4) $2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaCl} + \text{Mn}$

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1.6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。



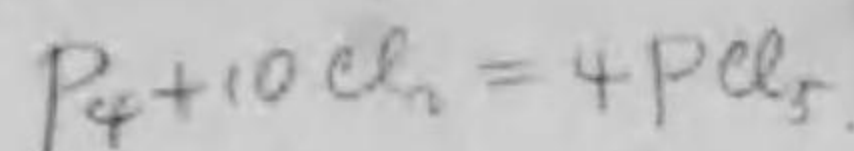
第36圖—鹽素の中に水素を燃焼せしむ。

《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さば蠟(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の物質を漂白するに於ては頗る容易なり。此際水より遊離する酸は普通の酸と異なり、強烈なる酸化作用を呈するものにして、 $Cl_2 + H_2O = 2HCl + O$

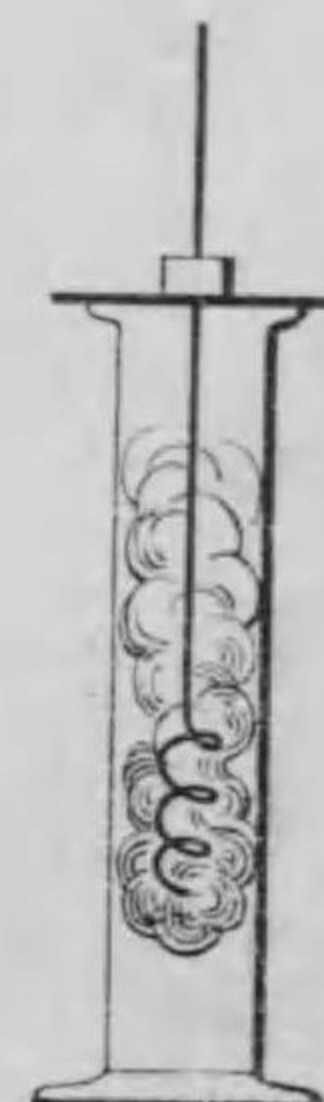


て、色素は之に作用せられて無色に變じ、微生物は撲滅せらる。斯く化合物より分解する瞬時に於ける物質は之を發生機(發生機)の物質と稱して、通常の状態にあるものと區別するを常とす。鹽素の用途は主に此發生機の酸素の酸化作用に基づくなり。

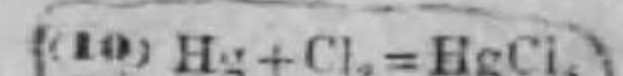
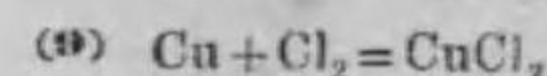
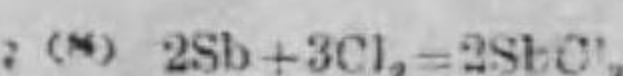
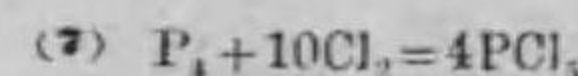
《其他の物質と化合》(1) 鹽素の中に黄燐を下すときは先づ自然に融解し遂に發火して燃焼を初め、鹽化燐の白煙(2)となる。故に鹽素は酸素よりも容易に燐に化合するを知る。(2) 鹽素の中にアンチモンの粉末を撒下すればアンチモンは化合熱の爲めに赤熱せられつつ鹽化アンチモンの白煙を生じ、(3) 銅箔を入れるれば忽ち發火して青白色の鹽化銅となり、又熱したる眞鍮線は燃焼を持續す。鹽素は又水銀に作用して鹽化水銀を生ずるが故に、之を水銀上に捕集するを得ざるなり。上に生じたる如き鹽素の化合物を一般に鹽化物と稱す。

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、藁、襪褌の漂白、或は染色用木綿繊維の漂白に供し、又消毒殺菌用に供せらる。然れども鹽素の氣状をなすものは取扱に不便なるを以て、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)て貯藏せらる。

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



第38圖—鹽素中にて眞鍮線を燃焼す



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=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°, 臨界溫度 +146°, 溶解度 水に 3 倍體積。

所在	製法	性質	用途
食鹽, 鹽化マグネシウム等の成分	鹽酸を二酸化マンガニにて酸化す。(食鹽に鹽酸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。

定義

發生機 (Nascent state)	化合物より分解する同時に於ける物質 (元素) を發生機の物質と稱す。
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せざる鹽素は食鹽の濃水溶液を用ひて上方置換法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, 鹽素は水素と常溫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ニ幾瓦を要するか。

解 鹽酸より鹽素 71 量を發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

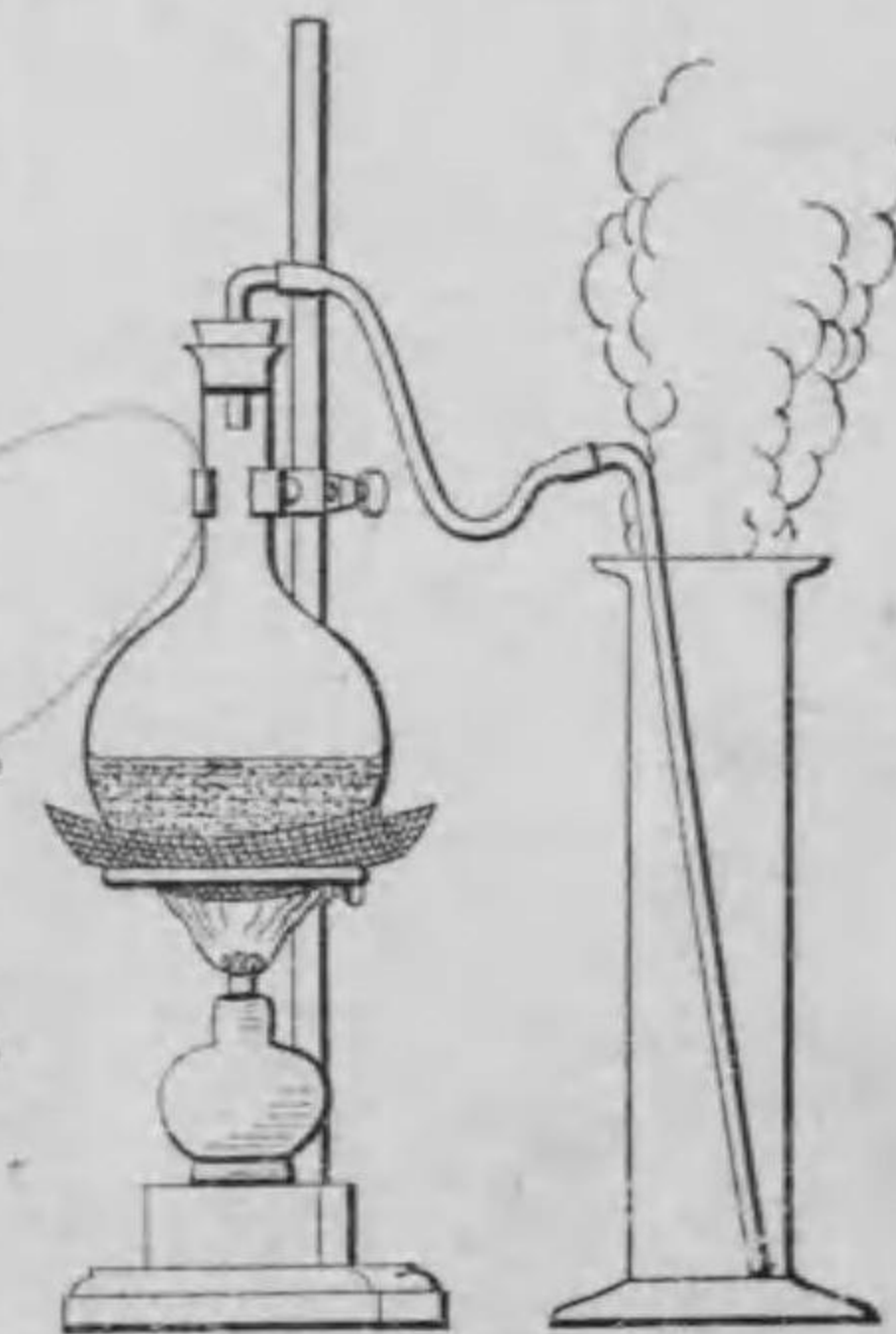
$$1 \text{瓦} \times \frac{87}{71} = 1.23 \text{瓦}$$

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。

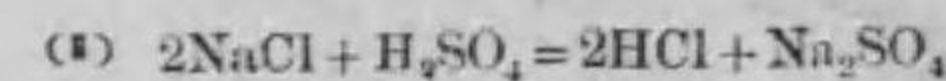
而して食鹽のナトリウム成分は硫酸ナトリウムとなりて發生器に残留す。



第 39 圖—食鹽と硫酸とを熱して鹽化水素を製取す。

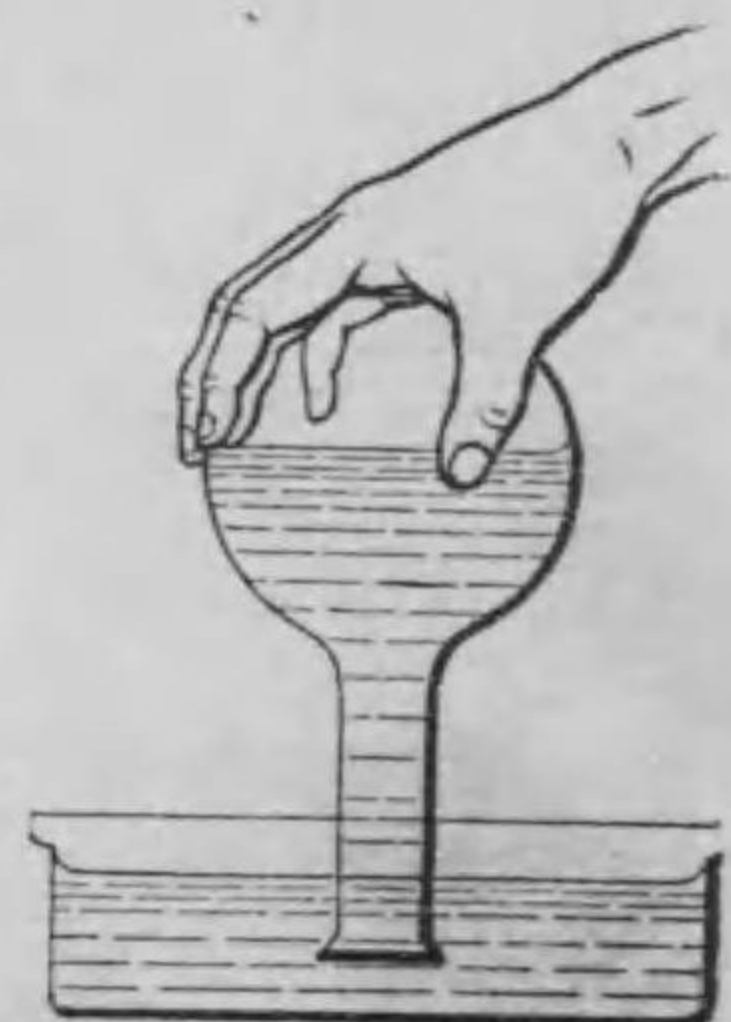
2. 鹽化水素の性質 《性狀》

鹽化水素は空氣より 1.26 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。《鑑識》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。^(*)

(*) 白煙は20%の鹽化水素を含む。

(*) 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1600年代に於て 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。即ち



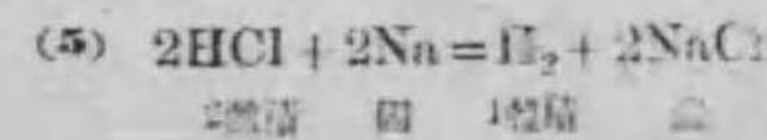
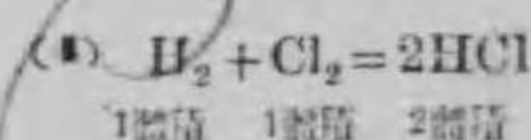
鹽素1體積は水素1體積と化合し鹽化水素2體積を生ず

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滿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デォメートルに捕集し、之れにナトリウムの水銀溶液を加へて振盪し、ユーデ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。^(*)

《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

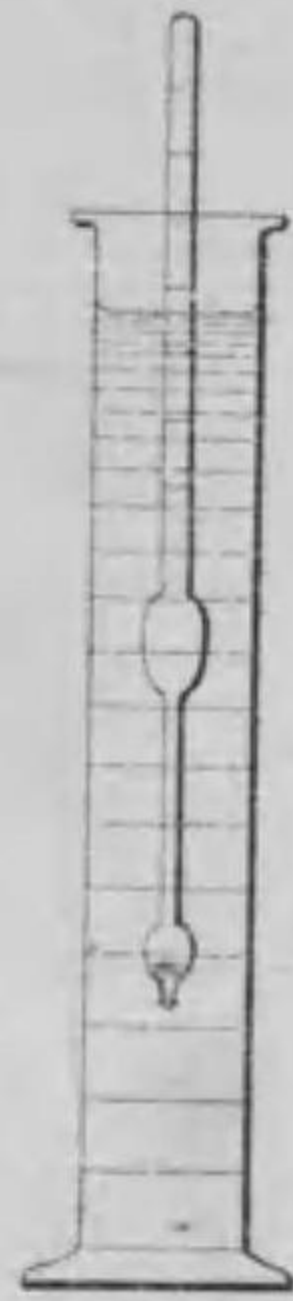
$$\frac{\text{水素1立の重さ}}{\text{鹽素1立の重さ}} = \frac{0.09}{3.2} = \frac{1}{35.5}$$



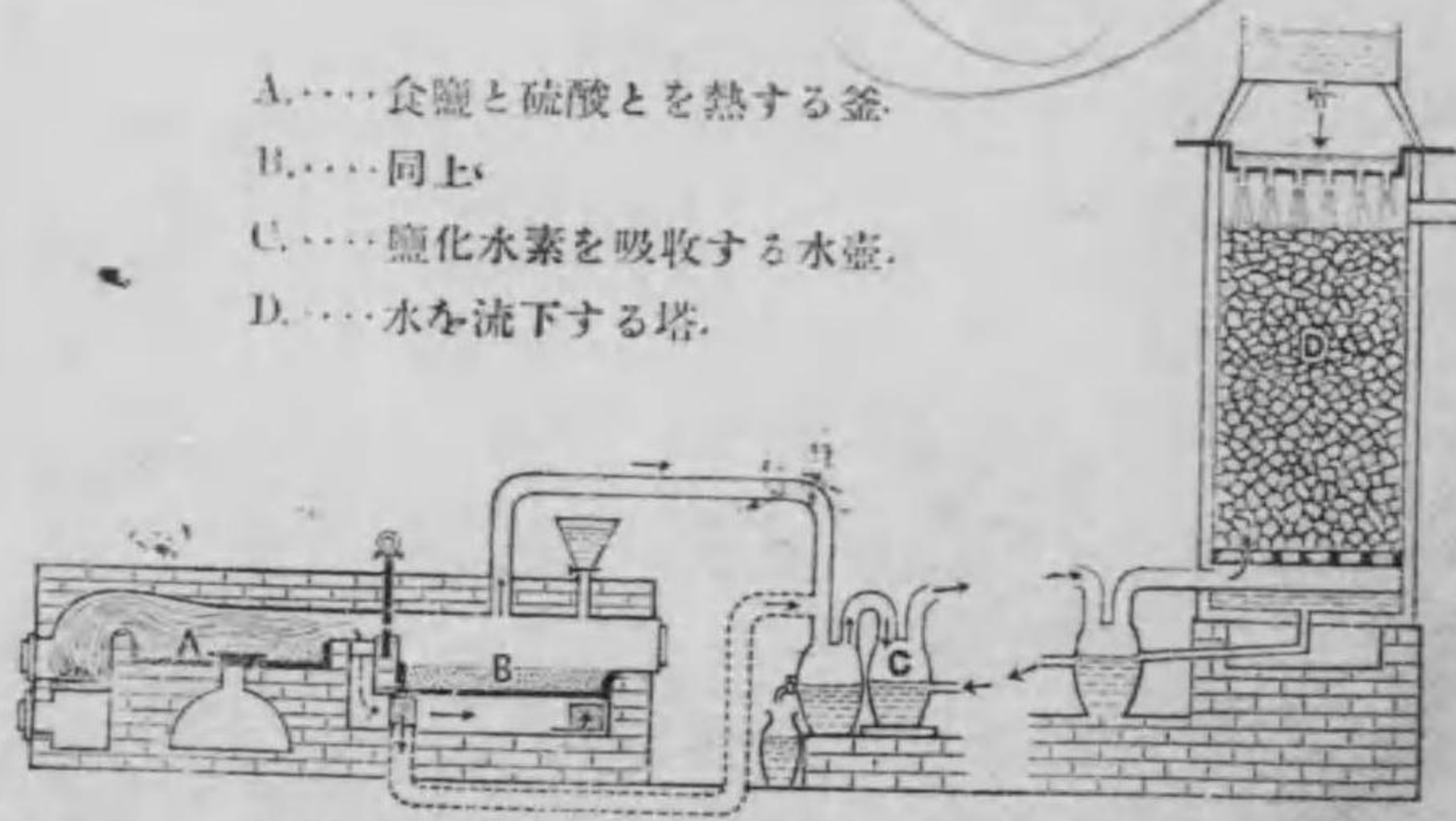
故に鹽化水素を成せる鹽素と水素との重量比は 35.5:1 なるを知る。

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。

《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)二酸化マンガンを酸化せられて鹽素成分を遊離す。鹽化水素の



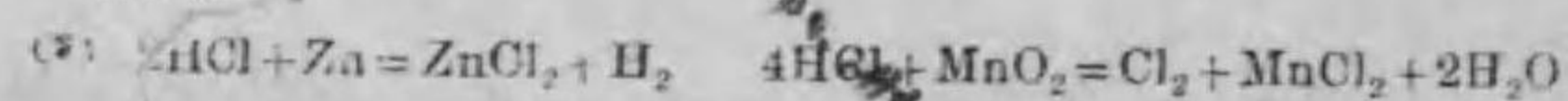
第42圖—浮秤にて鹽酸の比重を測る。



第43圖—鹽酸を工業的に製造する装置。

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。

(4) 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。



$2HCl + Zn = ZnCl_2 + H_2$

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、鹽化アム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(鐵付の際)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° , 沸點 -83° , 臨界溫度 -52.3° , 比重 1.27(空氣=1), 密度 每立 1.641 瓦, 液狀鹽化水素の比重 0.918(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、鹽化アムモニウム、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)

Handwritten note: NaCl + H₂O



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、この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。

$$1150 \times 0.3 \times \frac{58.5}{36.5} = 553 \text{瓦} \quad \text{答 } 553 \text{瓦}$$

4. 鹽化水素の百分組成を求む。

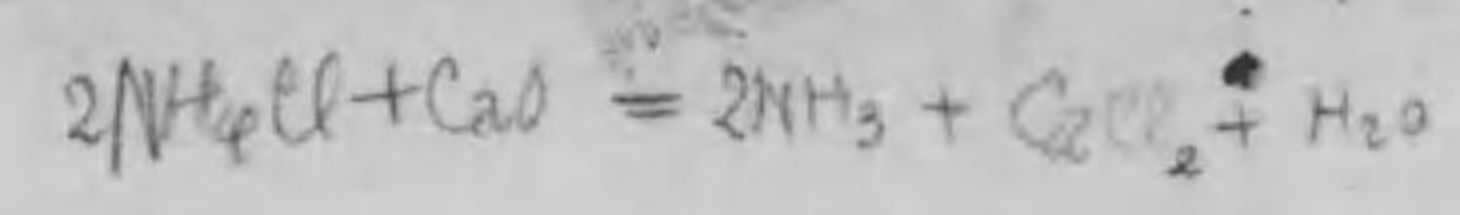
解 鹽素 $\dots 100 \times \frac{35.5}{36.5} = 97.3\%$
 水素 $\dots 100 \times \frac{1}{36.5} = 2.7\%$

答 $\left\{ \begin{array}{l} 97.3\% \\ 2.7\% \end{array} \right.$

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. の水素を混ず。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.

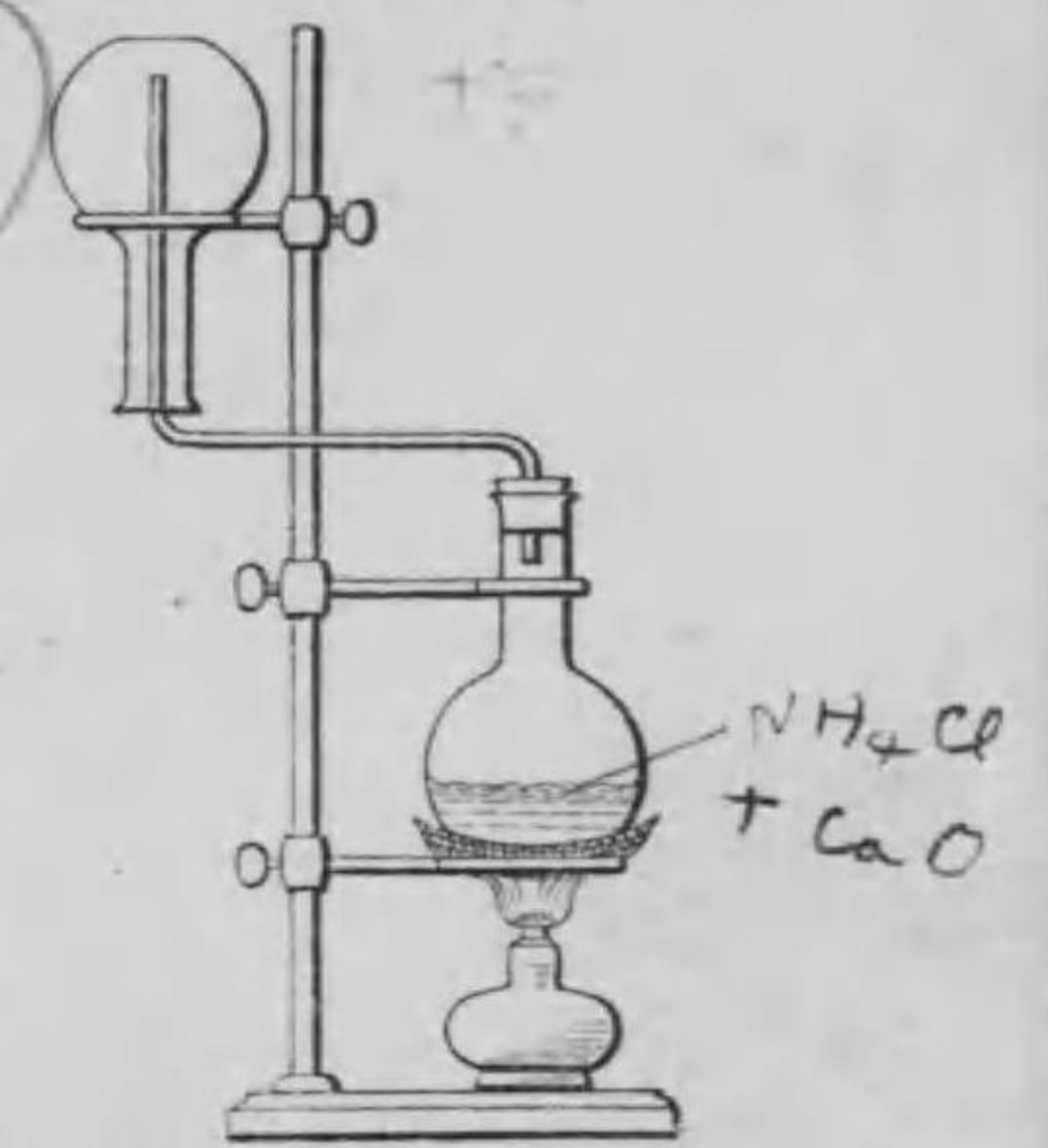


1.15
1150

第五章 アムモニア 鹽化アムモニウム

第一節 アムモニア

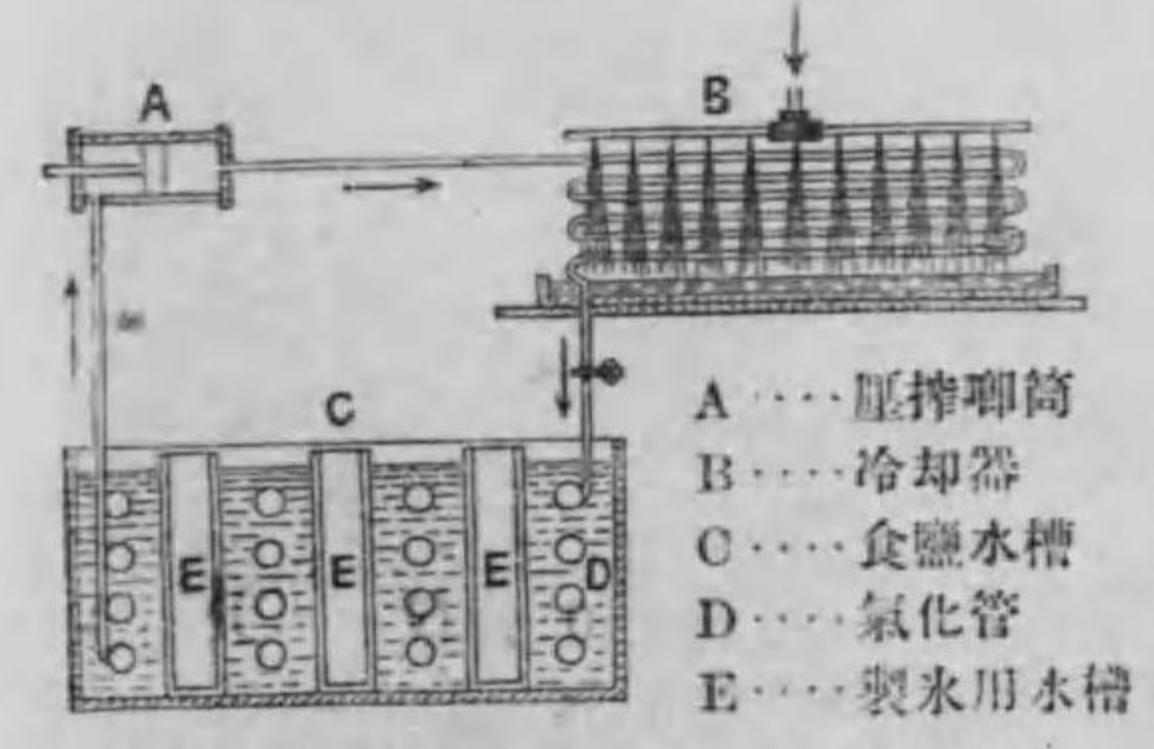
1. **アムモニアの製法** 鹽化アムモニウム(俗に鹵砂と云ふ)を酸化カルシウム(俗に生石灰といふ)と共に熱して分解せしむるときはアムモニアを發生するが故に、之を空氣と上方置換により捕集す。



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° の高溫にあ

るを以て、常

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



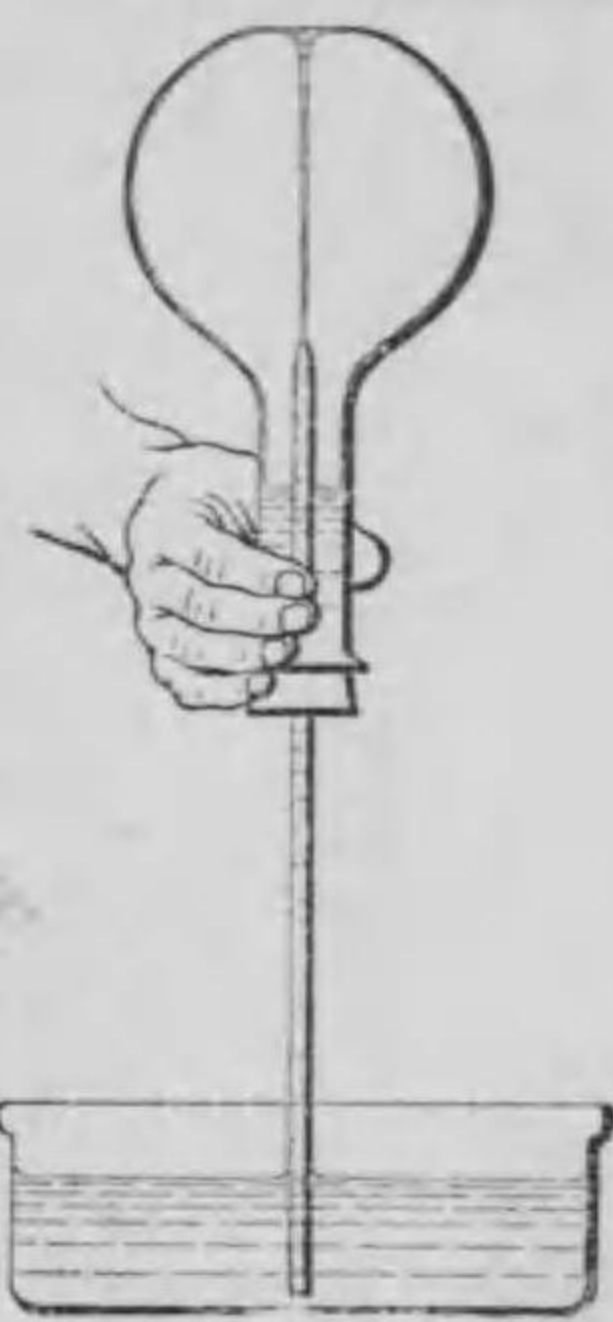
第45圖—液状アムモニアを氣化せしめて食鹽水を冷却し、氷を製する装置。

(1) $2NH_4Cl + CaO = 2NH_3 + CaCl_2 + H_2O$
 (2) アムモニアを乾燥せしめんには生石灰を入れたる管に通ずるを要す。之れ此物は硫酸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壺内に水の噴出するを示す。

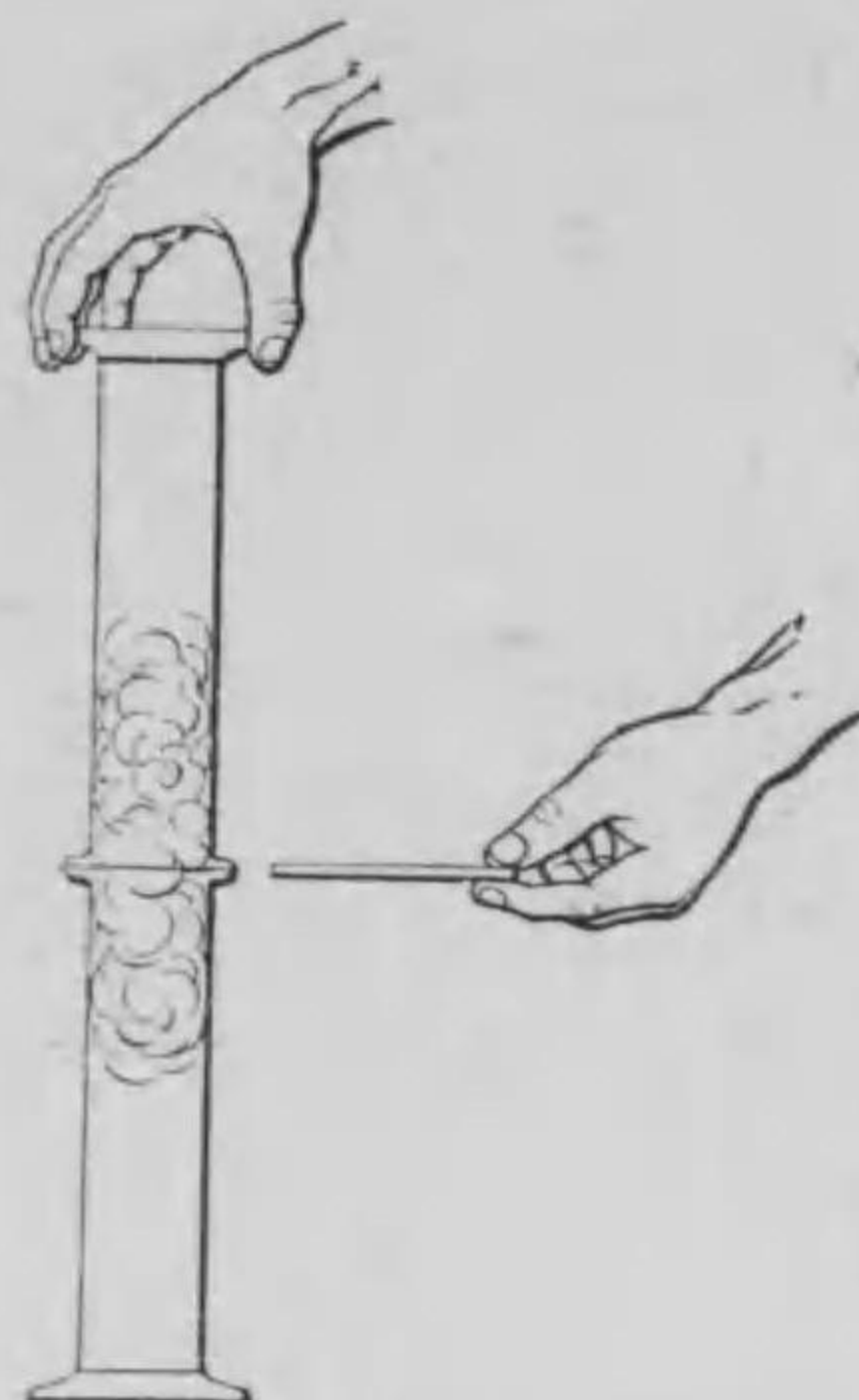
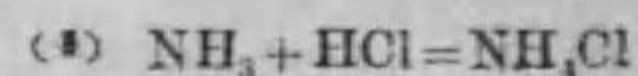
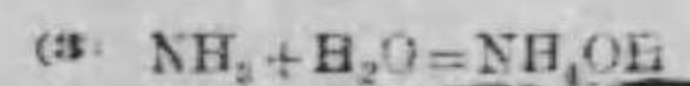
最も水に溶解し易き氣體にして、0° の水は其體積の 1300 倍體積のアムモニアを溶解す。而してアムモニアの水に溶解するや、

- (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して、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⁽⁵⁾による。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。

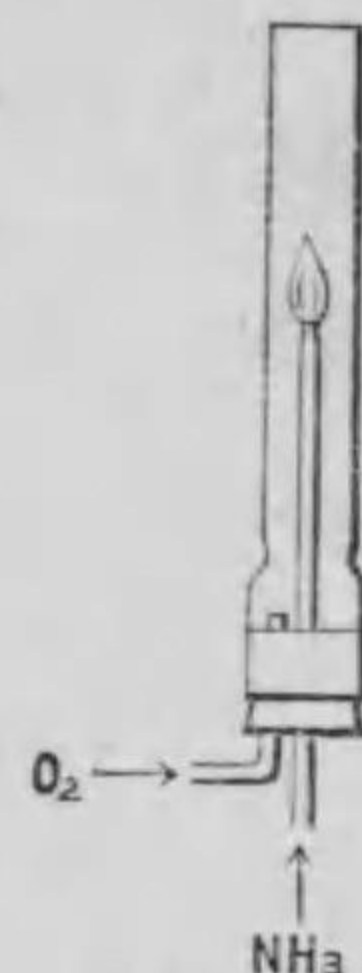
《鹽化水素との化合》アムモニアを鹽化水素に混ざれば忽ち濃厚なる白煙を生ず。之れアムモニアと鹽化水素と化合して固狀の鹽化ア



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。

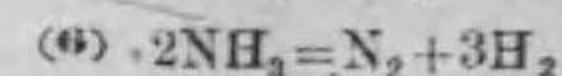
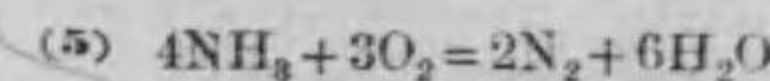
4. **アムモニアの組成** 《體積組成》アムモニア

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 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。

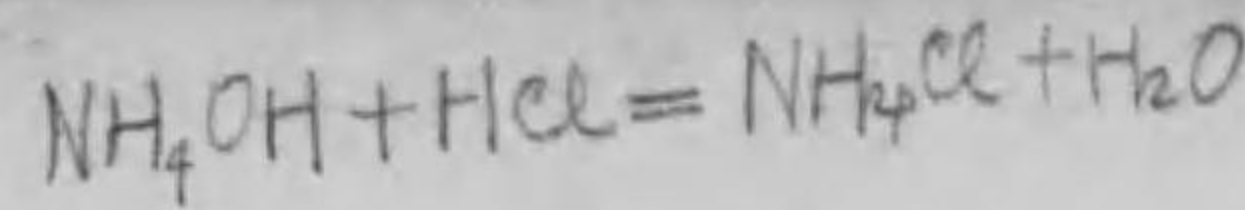
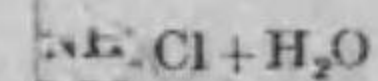
5. アムモニア水 アムモニア水は劇しきアムモニア臭を有する無色の液體にして、其濃厚なるものは35%のアムモニアを含み0.88の比重を有す。而して稀薄なるもの程比重1に近づくが故に、逆に比重を測り次の表によりてアムモニア水の濃度を知るを得るなり。

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、アルカリ性反應を呈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)何れも重要なるアルカリの例なり。

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

アムモニア水	
比重	アムモニアの%
1.00	0.0
0.99	2.3
0.98	5.8
0.97	7.3
0.96	9.9
0.95	12.8
0.94	15.6
0.93	18.6
0.92	21.8
0.91	25.0
0.90	28.3
0.89	31.8
0.88	35.0

中古より尿精の名を以て知られたるも、1800年代に至りKunkelせり。



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°、沸點 -33.5°、臨界溫度 131°、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、何れにも變色せるを中性反應と稱す。
酸 (Acid) / アルカリ (Alkali)	酸性反應を呈する物質を酸、アルカリ性反應を呈する物質をアルカリと稱す。
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。

88
1700
150

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容の水素を残す。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。

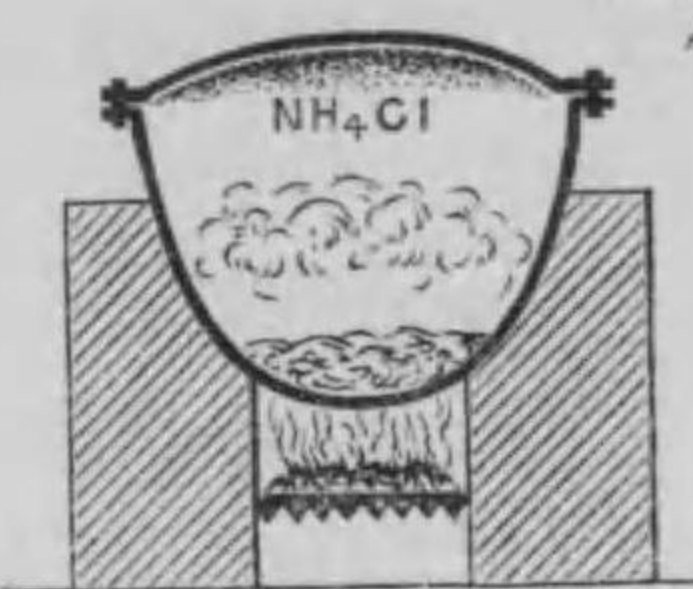
解 アムモニア3立の重量は0.76×3瓦なるが故に、所要の鹽化アムモニウムの量は $0.76 \times 3 \times \frac{107}{34} = 7.2$ 瓦 答 7.2瓦

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⁽¹⁾。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^(此語は次に説く)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

經ずして直に固體を生ずる

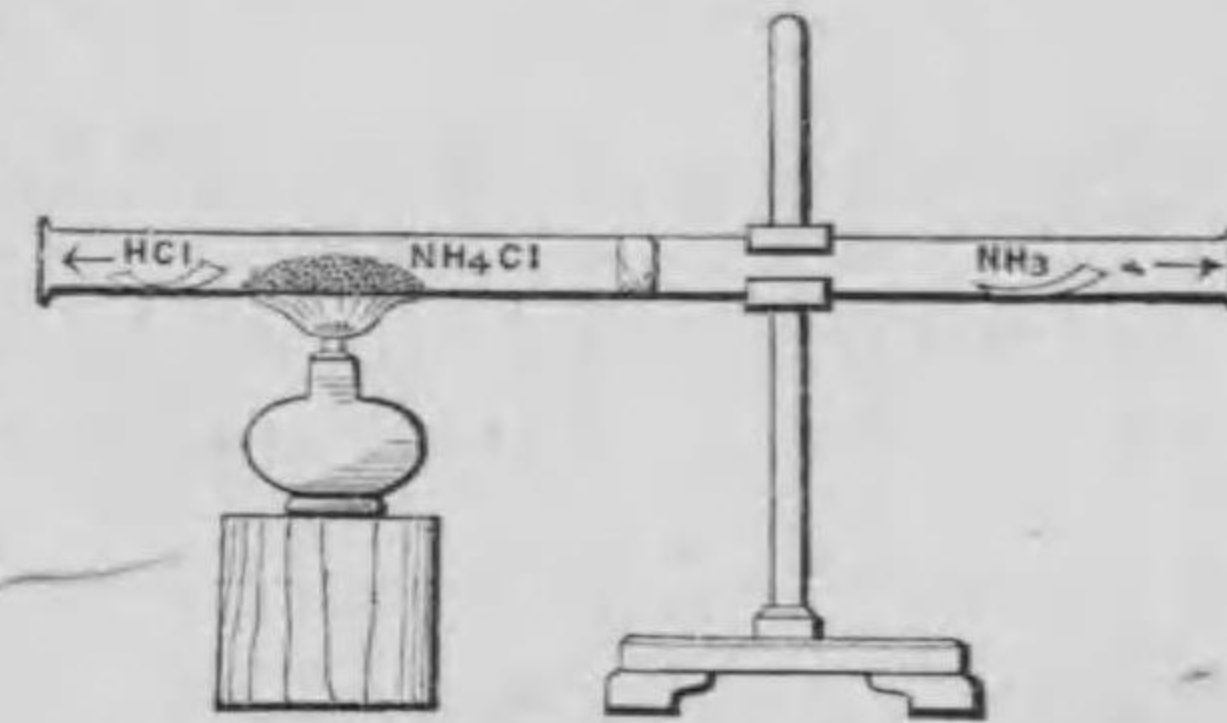
ことを昇華と稱す。《氣化》鹽化アムモニウムを熱すれば全く氣體に

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

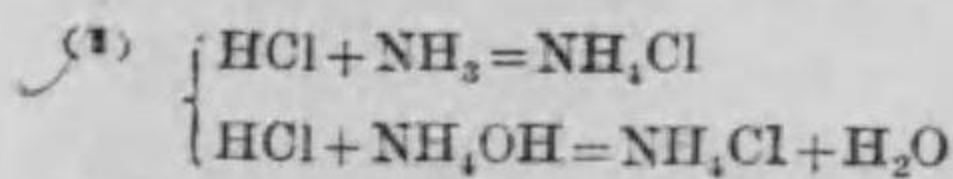
よりて生じたる鹽化水素とアムモニアとの混合物より成る。此二

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



第50圖—鹽化アムモニウムを熱して解離するを驗す。

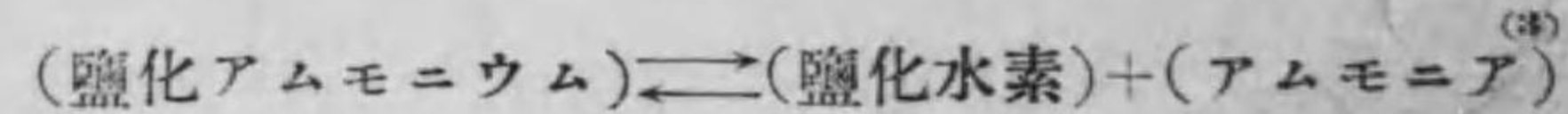


(2) $NH_4Cl \rightleftharpoons NH_3 + HCl$ 此分解は水の接觸作用によりて行はる。毫も水分を含まざる鹽化アムモニウムを熱すれば分解せざる鹽化アムモニウムの氣體を生ず。

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鑛附、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。

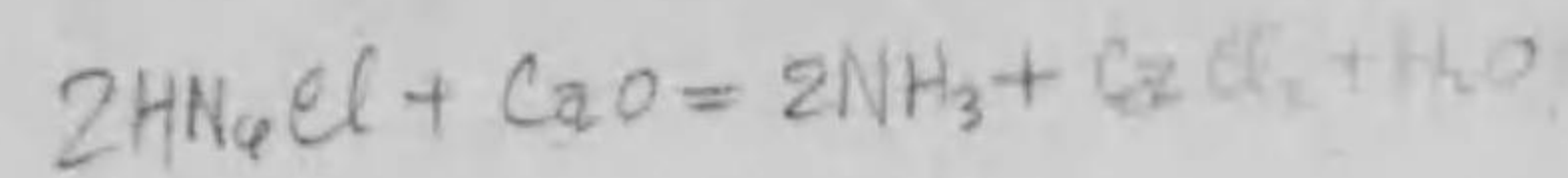
3. 可逆反應 鹽素酸カリウムを熱すれば其成分たる酸素と鹽化カリウムとに分解するも、分解生成物たる酸素と鹽化カリウムとよりは再び元の鹽素酸カリウムとを生ずること難し。然るに鹽化アムモニウムを熱する際に起る分解は大に之れと異なりて、その分解生成物たる鹽化水素とアムモニウムとを常溫に冷却するときは忽ち化合して元の鹽化アムモニウムを生ずべし(第63頁)。かく一物質を熱して起る分解が、若し其分解生成物を冷却するとき再び化合して元の物質を生ずる如き分解なるときは、之を熱解離と稱す。鹽化アムモニウムの熱解離は次の式にて表はさる。



二なる記號は化學變化が其狀況(次にあり)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。

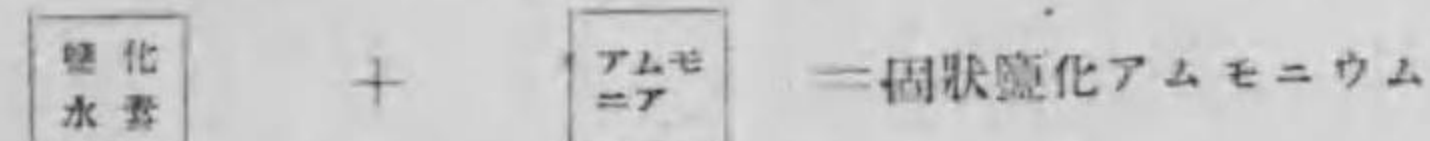
可逆反應が正逆何れの方向にも進行せずして停止する状態を化

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



學平衡といふ。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^(*)。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礫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之れがためなり。

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。

	鹽素	水素	窒素
鹽化水素の組成	35.5	1	
アムモニアの組成		3	14
六、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、鐵附用。

定義

昇華 (Sublimation)	固體が熱せられて氣化し其氣體が冷却して直に固體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, 96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。

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。

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82種に止まれり(第102頁参照)。

(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三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ざり。従つて元素の数は今後増減あるべきこと勿論なり。

加するべき

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、其類似せるものを經めて一團となし、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 82 種の元素中吾人の攻究せんとするもの 35 種を列舉し、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、鹽素、臭素、沃素、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、磷、砒素、アンチモン、矽素……(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、ニツケル、コバルト……鐵 族
 - 8 錫、鉛、若鉛……錫 族
 - 9 亞鉛、マグネシウム、アルミニウム……亞鉛及び土金族
 - 10 カルシウム、ストロンチウム、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。	成分の重量比は定まらず。
2 成分と大に性質を異にす。	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。	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らざれば其成分に分解するを得ず。	濾過、蒸溜、冷却等の物理的操作によりて其成分に分離するを得。

(5) 矽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、或る狀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。⁽⁴⁾

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。之等の生成物を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。

(4) 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。

【解】 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。	鹽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。餘燼を再燃せしむ(鑑識)。	酸水素焰。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(鑑識)。	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。微青色の焰をあげて燃焼す(鑑識)。	飛行氣球用。酸水素焰用。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(鑑識)。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 水素 重量 8:1 體積 1:2	河海。	天然水を蒸溜す。	物質を溶解し易し。	溶解用。飲料。
無水炭酸 (化合物)	炭素 酸素 重量 3:8 體積 2:1	空氣中。	石灰石を鹽酸にて分解す。	石灰水を白濁す(鑑識)。	清涼飲料。炭酸曹達の製造。
酸化炭素 (化合物)	炭素 酸素 重量 3:4 體積 2:1	石炭瓦斯。	蟻酸を濃硫酸によりて分解す。	青色の焰をあげて燃焼し無水炭酸となる(鑑識)。還元性あり。	還元剤。燃料。
鹽化水素 (化合物)	鹽素 水素 重量 35.5:1 體積 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(鑑識)。リトマスを赤變す。水によく溶解す。	鹽酸。鹽素の製造。試薬。

欠

欠

1:2=1:2 1:2=1:2
A. A.
A. A.

と稱す。

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

$$100c.c. + 100c.c. \times \frac{1}{273} \times 27 = 110c.c. \times \left(1 + \frac{27}{273}\right) = 110c.c.$$

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

(C) 又最初の溫度が 0° にあらざる場合例へば 12° の溫度に於ける 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、

$$47.5c.c. \times \frac{1}{1 + \frac{12}{273}} \times \left(1 + \frac{15}{273}\right) = 47.5c.c. \times \frac{273+15}{273+12} = 48c.c.$$

今攝氏の度數に零下 273° を基點として表はすと
は攝氏 12° は $12 + 273$ となり、15° は $15 + 273$ に相
當すべし。かく攝氏の度數に 273° を加へて表はさ
る度數を 絕對溫度の度數 と稱す。随つてシャルルの
定律は次の如く言ひ換へらる。

攝氏度	絕對溫度
100°	373°
0°	273°
273°	0°

氣體の體積はその絕對溫度に比例して増減するものなり。

3. 氣體の體積と溫度・壓との關係 上の二定

(5) 絕對溫度の 0° は寒冷の極限と考へられ之を絕對零度と稱し、こゝを基測りたる溫度は絕對溫度なり。

(6) シャー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燃然れども實際かゝる溫度は未發見に屬するのみならず、若しありとす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。

總て氣體の體積は絕對溫度に比例し、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、氣體に關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°, 壓 75 種の時、100c.c. の氣體は溫度 20°, 壓 76 種の時には

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

絕對溫度の正比 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とき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°, 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)はそれの受くる壓力に比例す。
體積の定律 (Boyle-Charles' law)	氣體の體積は絕對溫度に比例し、壓に反比例して増減す。

Handwritten notes at the top of page 87, including calculations like $10^\circ \text{C} = 273 + 10 = 283$ and $20^\circ \text{C} = 273 + 20 = 293$.

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

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

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

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

3. 酸素 50c.c. が擴散する間に水素の幾 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 200c.c.

4. 500c.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 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、500c.c. のビール中には 500c.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 500c.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° 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° になさば幾立を占むるか。

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

6. 氣體 28c.c. を -17° 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 26.2c.c.

7. 23.8° の時ユーヂォメートルに酸素 50c.c. を入れ、22.2° の時之を觀察すれば體積幾何なるか。

(*) 事實は此問題と大に異なり發生する無水炭酸

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° 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 厘めるとき 50c.c. の氣體が標準狀況に於て占むる體積を求む。

解 $50\text{c.c.} \times \frac{70}{76} \times \frac{273}{273+27} = 18\text{c.c.}$ 答 18c.c.

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

解 $25\text{c.c.} \times \frac{760}{755} \times \frac{273+21.2}{273} = 25.69\text{c.c.}$ 答 25.69c.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 10c.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 厘とせば

$$88.3\text{c.c.} \times \frac{76}{x} \times \frac{273+20}{273} = 10\text{c.c.} \quad \therefore x = 72\text{厘} \quad \text{答 } 72\text{厘}$$

12. 温度 25°, 壓 70 厘の下に於て 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 4.1 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

$$4.1\text{瓦} \times \frac{127}{2240} = 0.23\text{瓦} \quad \text{答 } 0.23\text{瓦}$$

13.* 温度 27° 壓 74 厘の時の水素 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 倍なるべきにより求むる水の重量は下の如し。

$$0.09\text{瓦} \times 8.86 \times 9 = 7.12\text{瓦} \quad \text{答 } 7.12\text{瓦}$$

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°, 7.55m.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。

今其温度 10°, 壓 750 厘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. の重さは $\frac{5}{2000}$ 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。

$$600 \times \frac{0.5}{250} = 1.2$$

$$225R$$

$$\frac{0.5}{0.5}$$

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°

18. -48° , 600 耗の時測りたる 10 瓦の氣體を 177° に熱し且つ壓を下して膨脹せしめ其 250 c.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 250 c.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溫度 24° 壓 740 m.m. に變ぜしに 6172.3 c.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 1 c.c. の重量の 1.5 倍に乗ずべし。即ち

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

答 12 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 x 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(1)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

$$\frac{1.965}{1.429} \text{ (比重)} = \frac{1.965}{1.429} \times 32 = 44.00 \text{ (分子量)}$$

故に 酸素 = 32 瓦 分子重 = 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溫度及び壓の氣體の體積と異なる影響は氣體の種類に關せず均一なるが故に、上の計算は任意の溫度任意の壓の下に於ても全く同一なる値を有するべからず。故に

分子量とは氣狀をなせる元素或は化合物の重量と狀況に於ける同體積の酸素の重量との比

由て酸素の分子量は 32.00 なり。然

はたとひ氣狀をなす分子量なるも

既に學びたる如くつき其分子

√(1) 酸素を標準に用ひたるは酸素の純粹性質あるによ

	標準狀況に於ける1立の重量(瓦)	酸素に対する比重	分子量
水素	0.09	$\frac{0.09}{1.429} = 0.063$	$0.063 \times 32 = 2.0$ H ₂
アムモニア	0.76	$\frac{0.76}{1.429} = 0.532$	$0.532 \times 32 = 17.0$
水蒸氣	0.80	$\frac{0.80}{1.429} = 0.563$	$0.563 \times 32 = 18.0$
窒素	1.25	$\frac{1.25}{1.429} = 0.876$	$0.876 \times 32 = 28.0$ N ₂
酸化炭素	"	"	"
酸素	1.429	$\frac{1.429}{1.429} = 1$	$1 \times 32 = 32.0$ O ₂
鹽化水素	1.51	$\frac{1.51}{1.429} = 1.139$	$1.139 \times 32 = 36.5$
無水炭酸	1.965	$\frac{1.965}{1.429} = 1.375$	$1.375 \times 32 = 44.0$
素	3.18	$\frac{3.18}{1.429} = 2.216$	$2.216 \times 32 = 71.0$

状態をなさざる物質の分子量 常温に於て氣状

上の所論により悉く其分子量を定むるを得と雖も、
なせる水、アルコール、水銀の如き物質、及び固體
沿の如き物質も之を高温に熱して氣化せしめ、
酸素に対する比重を求めて32倍すれば其氣
を定むるを得。氣化せしめ難き物質も亦
定むるを得るなり(溶液の章参照)。

分子量を瓦を單位として表はしたる

と稱す。例へば酸素の1モルは
水炭酸の $\frac{1}{2}$ モルは其22瓦を、
酸素1モルが標準狀況に於て

$$1 \text{立} \times \frac{32.00}{1.429} = 22.4 \text{立}$$

にして、分子量は諸氣體の同體積の重量比を表はす數なるが故に、
他の氣體の1モルも亦何れも上の體積を占むべきなり。故に、

總て氣體1モルの標準狀況に於ける體積は22.4立なり。

此數値は化學計算上極めて大切なるを以て、必ず暗記し置くを要
す。

氣體22.4立の重量が1モルに相當することより、分子量は又次
の如く定義せらる。

分子量とは其氣體の標準狀況に於ける22.4立の重量を瓦を單位
として表はしたる數なり。

4. 分子量の用 (1)分子量の定義より、一氣體の分子量を

知るときは其氣體の密度は直に計算せらるべし。何となれば氣體
1モルの體積は標準狀況に於ては常に22.4立を占むべければなり。
例へばメタンと稱する氣體の分子量16が與へらるれば其1立の重
量は標準狀況に於て

$$16 \text{瓦} \div 22.4 \text{立} = 0.71 \text{瓦}$$

なるを知るべし。従つて氣體の定律により任意の狀況に於ける密
度を定むるを得べきなり。

(2)分子量は氣體の化合の重量比を求むるに使用せらる。體積化
合の定律の示す所によれば、氣體は互に體積上簡單なる整數比を
以て化學變化をなすを以て、相互に反應する時、其重量比は氣體比重即ち分子量より直に求む。

水素 酸素 水蒸氣
 分子量.....2.....32.....18
 體積比..... \square + \square = \square
 \therefore 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..... \square + \square = \square
 \therefore 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在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は1なり。

(2) 「元」を用!

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
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はそ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. 原子價 上の(1)(2)(3)を各1原子量は水素の1, 2, 3原子アムモニアの一分子量を生ずるを見

Handwritten notes: 32, 16, 12, 76

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。~~ ^{フハナシニシ} 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1/2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

位置を表はし、原子價は元素が他元素と化合する能力の大小

ものなれば、一元素につき此二量を知ることは化學變化

る上に於て最も緊要のことに屬す。是等の値は次章に掲

げんのまゝにて二種以上の化合物を生ずることあり。

げんとす(102頁参照)。

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 $\dots\dots \frac{16}{2} = 8$

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

鐵の一當量は $\dots\dots \frac{56}{2} = 28$, 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互當量と稱す。

8. 摘 要 定 義

分子量 (Molecular weight)	氣狀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)	分子量を互に單位として表はしたる量なり。1モルの體積は標準狀況に於ては22.4立を占む。
原子量 (Atomic weight)	化合物一分子量中に含まるゝ一元素の諸量の最大公約數なり。 (従つて一分子量は之に含まるゝ元素の原子量の整數倍の和にて表はさる)。
原子價 (Valency)	元素の1原子量が水素の幾原子量と化合すべきかを表はせる數なり。
當量 (Equivalent)	二元素が互に化合すべき重量比を互に當量といふ。一當量とは原子量を其原子價にて除したる數なり。一當量を互にて表はしたる量を1互當量といふ。

9. 問 題 1.* 分子量を説明せよ。

2.* 五酸化リンの分子量を求めよ。

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。(尙分子説の章を参照すべし)。

4.* 一罎あり之を真空にし溫度 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 罎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溫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。

$$\text{鹽素の重量} = 156.844\text{瓦} - 153.679\text{瓦} = 3.165\text{瓦}$$

$$\text{酸素の重量} = 155.108\text{瓦} - 153.679\text{瓦} = 1.429\text{瓦}$$

$$\therefore \text{分子量} = \frac{3.165}{1.429} \times 32 = 70.72$$

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、

$$50\text{c.c.} : 22.4 \times 1000\text{c.c.} = 0.038\text{瓦} : x\text{瓦}$$

$$\therefore x = 17\text{瓦}$$

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。

解 先づ此氣體の體積を標準狀況の體積に改算し、次に其 22.4 立の重量を計算すべきなり。即ち 364c.c. の 0° 760 耗の時の體積は

$$364\text{c.c.} \times \frac{772}{760} \times \frac{273}{273+16} = 340.3\text{c.c.}$$

(*) 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。

$$2.02\text{瓦} \times \frac{22.4 \times 1000}{349.3} = 130\text{瓦}$$

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. の硝子罎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罎内を充たせるとき罎の口を閉ぢ、罎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、硝子罎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。

解 罎内のアルコール蒸氣が標準狀況に於て占むべき體積は

$$= 670\text{c.c.} \times \frac{755}{760} \times \frac{273}{273+100}$$

$$\text{同じく重量} = 35.63\text{瓦} - 34.62\text{瓦} = 1.01\text{瓦}$$

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。

$$\therefore 1.01\text{瓦} \times \frac{22400}{670 \times \frac{755}{760} \times \frac{273}{273+100}} = 46\text{瓦}$$

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° の水が同溫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

$$22.4\text{立} \times \left(1 + \frac{100}{273}\right) \times \frac{1}{18} = 1.7\text{立} = 1700\text{c.c.}$$

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

$$1700\text{c.c.} \div 1.043\text{c.c.} = 1630$$

答 1630 倍

10. 標準狀況に於ける酸素 64 瓦と同

重

量を求む。

【解】 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瓦 × 2 = 73瓦 答 73瓦

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

【解】 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立 × 1/44 × 76/75 × 273/273 = 0.55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。

【解】 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

【解】 此四量の最大公約數を求めれば可なり。

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。

【解】 無水炭酸一分子量中の炭素及び酸素の重量は

炭素... 44 × 3 / (3+8) = 12... 1 原子量

酸素... 44 × 8 / (3+8) = 32 = 16 × 2... 2 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 + (2 × 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。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	カルシウムの40量
Cuprum	Cu	銅の64量

(*) この元素記號はBerzelius氏(1779—1847)れば、金⊙或は⊙(太陽)、銀(☾)

元素記號の主字は *H* 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)

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	Arsen	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	Baryum	Ba	II, IV	137.37
(ベリリウム)	Glucinum	Beryllium	Be(Gl)	II	9.1
蒼 鉛	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)	12.00
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
鹽 素		Chlor	Cl	I, (III, V, VII)	35.46
			Co	II, IV	58.97
			Cr	II, III, IV, VI	52.0

元 素 名			記 號	原 子 價	原 子 量
和	英	獨			
(セシウム)	Cæsium	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	3.99
水 銀	Mercury (Hydrargyrum)	Quecksilber	Hg	II, I	200.6
沃 素	Iodine	Jod	I	I, III, V, VII	126.92
(インヂウム)	Indium	Indium	In	III	114.8
(イリヂウム)	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		174.0
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	95.94
窒 素	Nitrogen	Stickstoff	N	III, I, V	14.01
ナトリウム	Sodium	Natrium	Na		23.00
(ニオブ)	Columbium	Niob	Nb(Cb)		92.9
(ネオヂム)	Neodymium	-Neodym	Nd	III	144.3

元 素 名			記 號	原 子 價	原 子 量
和	英	獨			
(ネオン)	Neon	Neon	Ne	O	20.2
ニッケル	Nickel	Nickel	Ni	II, IV	58.68
(ニトン)	Niton	Niton	Nt	O	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
磷	Phosphorus	Phosphor	P	III, V	31.04
鉛	Lead (Plumbum)	Blei	Pb	II, IV	207.10
(パラジウム)	Palladium	Palladium	Pd	II, IV	106.7
(プラセオヂウム)	Praseodymium	Praseodym	Pr	III	140.6
白金	Platinum	Platin	Pt	II, IV	195.2
(ラヂウム)	Radium	Radium	Ra	II	226.4
(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	119.0
ストロンチウム	Strontium	Strontium	Sr	II	87.63
	Tantalum	Tantal	Ta	V	181.5
	Terbium	Terbium	Tb	V	159.2
	Tellurium	Tellur	Te	II, IV, VI	127.5
	Thorium	Thor	Th	IV, II	232.4
	Titanium	Titan	Ti	IV	48.1
	Tellurium	Tellur	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	238.5
(バナジウム)	Vanadium	Vanadin	V	V, I, III	51.0
(ヴォルフラム)	Tungsten	Wolfram	W	II, IV, VI	184.0
(クセノン)	Xenon	Xenon	Xe	O	130.2
(イトリウム)	Yttrium	Yttrium	Y	III	89.0
(イテルビウム)	Ytterbium	Ytterbium	Yb	III	172.0
亜鉛	Zinc	Zink	Zn	II	65.37
(ジルコニウム)	Zirconium	Zirkon	Zr	IV	90.6

上の82元素中巻首に挙げたる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
て緊要なるとに屬す。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属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が如し。之れ
化合は金属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、金属相互の間に起ること稀れなればなり。⁽²⁾
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。⁽³⁾

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

(2) 水素は非金属なれども金属とは化合し、金属相互間の化合物に、 Mg_2Ni , $MgAg$, Hg_2K , HgK 等あるも、もとより普通の化合物に於ては、
(3) 化学分析等の計算には此本表を用ふるを要す。

成及び分子量を表はすを得べし。例へば

$$\text{水18量(1分子量)} = \text{水素2量(2原子量)} + \text{酸素16量(1原子量)}$$

にして、

$$\text{水素2原子量(2)} = \text{H} \times 2$$

$$\text{酸素1原子量(16)} = \text{O}$$

なるが故に、

$$\text{水1分子量(18)} = \text{H} \times 2 + \text{O}$$

なり。實際は上の原子量を幾倍すべきかを示す數例へば $\text{H} \times 2$ の2は之を指標の如く元素記號の右下に小文字にて H_2 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

$$\text{水1分子量} = \text{H}_2\text{O}$$

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 $2\text{H}_2\text{O}$ 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。

$$\text{一分子量中の炭素の量} = 44 \times \frac{3}{3+8} = 12 = \text{C}$$

$$\text{一分子量中の酸素の量} = 44 \times \frac{8}{3+8} = 32 = \text{O}_2$$

∴ 分子式 CO_2

(10) 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。

$$\text{一分子量中の炭素の量} = 60 \times \frac{40.0}{40.0+6.7+53.3} = 24 = \text{C}_2$$

$$\text{水素の量} = " \times \frac{6.7}{"} = 4 = \text{H}_4$$

$$\text{酸素の量} = " \times \frac{53.3}{"} = 32 = \text{O}_2$$

∴ 分子式 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

(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求めらる。例へば

(1) アムモニアの分子式 NH_3 より其分子量は

$$\begin{aligned} \text{N} &= 14 \times 1 = 14 \\ \text{H}_3 &= 1 \times 3 = 3 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{NH}_3 = 17$$

(10) 硫酸 H_2SO_4 の分子量は次の如し。

$$\begin{aligned} \text{H}_2 &= 1 \times 2 = 2 \\ \text{S} &= 32 \times 1 = 32 \\ \text{O}_4 &= 16 \times 4 = 64 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{H}_2\text{SO}_4 = 98$$

(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 なるが故に、1モルは $\text{CO} = 12 + 16 = 28$ 互にして、之が22.4立を占むるにより、1立の重量

$$28 \div 22.4 = 1.25$$

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C₂H₆Oなる分子式を有する物質の百分組成次の如し。

C₂H₆O = 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CH₂にて表はすが如し。何となればC=12, H=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、

(1) 百分組成とは物質100量中に存する各成分の量なり。

(5) 百分組成を算出せる後には必ず其等の和が100となるや否やを檢す、を要す。もし其和が過不足あるときは之を適當に補正せざるべからず。

馬鹿おや → 注意

カリウム $\frac{31.92}{39} = 0.81$

鹽素 $\frac{28.93}{35.5} = 0.81$

酸素 $\frac{39.15}{16} = 2.43$

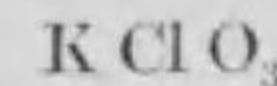
(ロ) 其商の各を其中の最小なるものにて除し、

カリウム $\frac{0.81}{0.81} = 1$

鹽素 $\frac{0.81}{0.81} = 1$

酸素 $\frac{2.43}{0.81} = 3$

(ハ) 此商を夫々元素記號の右下に書きたるものを並記す。



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常に整数にて表はすことと定めらるるが故に、此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其分子量に等しきものあらば其式は同時に又分子式なるなり。水の實驗式H₂Oの如き之れなり。然るに實驗式中の原子量の總和が

實驗式は元素記號の常々
整数で表はさるるものなり
割り出せる比は1:1:3なり
知らん

m m

その分子量に等しからざるものに於ても、その或る整数倍は必ず分子量に等しかるべきなり。如何となれば実験式は其成分元素の原子量数(即ち記號數)の最も簡單なる比(即ち約數なき比)を示すものなるが故に、若し実験式中の原子量の總和の或る分數倍が分子量に等しきものありとせば、其一分子量中には必ずや一原子量未滿の端數を含む元素のあるべきこととなり、随つて分子量は原子量の整数倍を含むべしとの定義(第95頁)に矛盾すべければなり。例へば CH_2 なる実験式を有るすエチレンの分子量は $\text{CH}_2=14$ の整数倍なる 14, 28, 42, 56 等の一なるべく、若し然らずしてその $\frac{3}{2}$ 倍即ち $14 \times \frac{3}{2} = 21$ の如き數ならんには、一分子量中に於ける炭素の量は $21 \times \frac{\text{C}}{\text{CH}_2}$ 即ち $21 \times \frac{12}{14} = 18$ にして、一原子量の $\frac{18}{12} = 1\frac{1}{2}$ 倍に相當し、明かに分子量の定義に背くを見るべし。

故に実験式を分子式に改むるには前者の示す原子量の總和にて其分子量を除し、かくして得たる整商を実験式の各記號數を表はす數に乗ずれば可なり。エチレンの分子量は實際 28 なるが故に其分子式は次の如し。

$$(\text{CH}_2)_n = 28$$

然るに $\text{CH}_2 = 14$ なるが故に

$$14 \times n = 28$$

$$\therefore n = \frac{28}{14} = 2$$

\therefore 分子式 $(\text{CH}_2)_2$ 即ち C_2H_4

(3) 実験式を原子價より推定すること 二種元素の化合物の実験式は屢其元素の原子價より推定せらる。此の式は

當量の割合に化合するものなるが故に、化合物に於ては二元素の當量數相等しく、従つて原子價數相等しければなり。例へば鹽素及び水素は一價なるが故に鹽化水素の実験式は H^1Cl^1 にして、又炭素は四價なるが故に其水素化合物の実験式は $\text{C}^{IV}\text{H}_4^I$ 、鹽化物は $\text{C}^{IV}\text{Cl}_4^I$ なるが如し。同様に酸素の二價なるをすればその水素化合物の実験式 $\text{H}_2^1\text{O}^{II}$ 、炭素化合物の実験式 $\text{C}^{IV}\text{O}_2^{II}$ を推定し、アルミニウムの三價なるより酸化アルミニウムの実験式 $\text{Al}_2^{III}\text{O}_3^{II}$ を推定するを得るが如きこれなり。

4. 化學式 分子式及び実験式を總稱して化學式といふ。

爾後一物質を表はすに成るべく分子式を用ふと雖も、分子式未知の物質尠なからざるを以て是等の物質には勿論実験式を用ふべし。

5. 摘要 化學記號

元素記號 (Symbol of Element)	元素記號は元素名と其原子量とを表はす。元素のラテン名の首字或は之に他の一字を添へたるものにて表出す。
實驗式 (Empirical formula)	物質の組成を元素記號にて表はしたる化學記號なり。之を作るには組成を各其元素の原子量にて除したる商の整数比を求め、此數を夫々元素記號の右下に書き添ふるなり。
分子式 (Molecular formula)	物質の組成と分子量とを表はせる化學記號なり。之を作るには實驗式の表はす量にて分子量を除したる商を實驗式の各記號數に乗ずるか、或は分子量を其組成の比に按分して得たる量を各元素記號にて置き換ふべし。
化學式 (Chemical formula)	實驗式、分子式及び後に述ふる示性式、構造式の總稱なり。

6. 問題 1.* 下に記せる元素記號に命名し、非金屬と金屬とに分けよ

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舉せよ。

解 分子量, 成分, 及び其重量組成, 氣體の密度

5.* NH₃の意義を述べよ。

解 NH₃はアモニアの分子式にして, 此物は窒素4量と水素12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=O₂.....分子式
水素の分子量=2=1×2=H₂.....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 NH₄Cl 答 NH₄Cl

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 K₂Cr₂O₇

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。

Handwritten notes at the top of page 113: NH₃ = N + H₃ (アモニア), 分子量 17, 分子量 33, 分子量 44, 分子量 60, 分子量 90, 分子量 118. 第二章 化學式 氣體の密度

答 MgSO₄·H₂O

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 C₂H₂O₄ 答 C₂H₂O₄

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。其實験式を計算せよ。又その分子量60なりとせば分子式は如何。

(整数比)

解 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 CH₂O

又分子式は (CH₂O)_n = (12+2+16) × n = 60 ∴ n=2

∴ 分子式 (CH₂O)₂ 即ち C₂H₄O₂

答 CH₂O C₂H₄O₂

12.* 炭素, 酸素, 水素より成れる化合物 10.000 瓦を充分に酸化せしに, 無水炭酸 20.001 瓦, 水 8.181 瓦を得たり。次にこの化合物 0.005 瓦を氣壓 75 厘のとき 200° にて氣化せしめたるに 89.4c.c.

(6) 分子量の知れる場合には此法によるを可とす。

(7) 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。

無水炭酸(CO₂)中の炭素の量 = 20.001瓦 × $\frac{12}{44}$ = 5.455瓦

水 (H₂O)中の水素の量 = 8.181瓦 × $\frac{2}{18}$ = 0.909瓦

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、從つて酸素の量は
10.000瓦 - (5.455瓦 + 0.909瓦) = 3.636瓦

よつて實驗式は次の如し。

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

水素..... $\frac{0.909}{1} = 0.909$ $\frac{0.909}{0.227} = 4$

酸素..... $\frac{3.636}{16} = 0.227$ $\frac{0.227}{0.227} = 1$

∴ 實驗式 C₂H₄O

又、此氣體 0.005 瓦の標準狀況に於ける體積は

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

なるにより、其 22.4 立(22400 c.c.)の重量は

$0.005 \text{ 瓦} \times \frac{22400}{89.4 \times \frac{75}{76} \times \frac{273}{273+200}} = 88 \text{ 瓦}$

故に分子量は 88 にして、C₂H₄O = 44 の 2 倍に相當するを以て、求むる分子式は C₄H₈O₂なり。

答 C₄H₈O₂

13.* C₂H₅SO₃K なる分子式を有する物質の百分組成を求む。

解 C₂ = 12 × 2 = 24
H₅ = 1 × 5 = 5
S = 32 × 1 = 32
O₃ = 16 × 3 = 48
K = 39 × 1 = 39
∴ 分子量 C₂H₅SO₃K = 148

從つて百分組成は

2, 2, 29
3, 6, 36
0, 9, 0, 9
4, 4, 9, 1

Handwritten calculations at the top of the page, including numbers like 14, 39, 45, 32, 7, 9, 16, 3, 48, and a vertical line with 101 below it.

炭素..... $100 \times \frac{24}{148} = 16.22\%$
酸素..... $100 \times \frac{48}{148} = 32.43\%$
水素..... $100 \times \frac{5}{148} = 3.38\%$
カリウム..... $100 \times \frac{39}{148} = 26.35\%$
硫黄..... $100 \times \frac{32}{148} = 21.62\%$

Handwritten note: 200瓦 / 101

14.* KNO₃ の 200 瓦中の窒素の量を算出せよ。

解 KNO₃ = 14 + 48 + 39 = 101 にして此中に N = 14 を含むにより、求むる窒素の量は

$200 \text{ 瓦} \times \frac{14}{101} = 27.7 \text{ 瓦}$ 答 27.7 瓦

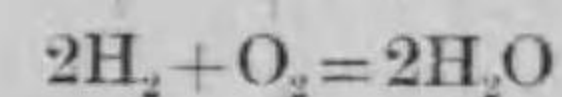
15. 次の二元素の化合物の化學式を原子價より推定せよ。

- イ. 水素と燐 ロ. 酸素と燐 ハ. 酸素と硼素
- ニ. 硫黄と鐵 ホ. 沃素とカリウム ヘ. 珪素と炭素

解 イ. PH₃ ロ. P₂O₃ P₂O₅ ハ. B₂O₃ ニ. FeS Fe₂S₃
ホ. KI ヘ. SiC

第三節 化學方程式

1. **化學方程式** 分子式は物質の種類及びその一定量即ち分子量を表はすものなるが故に之を用ひて一の化學變化に於ける各物質間の質量關係を表はすを得べし。かかる式を化學方程式と稱す。例へば水素と酸素と化合して水を生成する反應の化學方程式にて表はすを得べし。



式中 H_2 , O_2 , H_2O は夫夫水素, 酸素, 水の分子式にして, H_2 及び H_2O の前に置きたる數字は其分子式を幾倍すべきかを示す數なり。此數は必ず整数にて表はすものとし、之を方程式中に於ける分子式の係數と稱す。又加號は反應に與かる物質の質量の和を示し、等號は兩邊にある物質の質量相等しきことを示すものなり。故に上の方程式は、

(1) 水素の $2H_2=4$ 量が、酸素の $O_2=32$ 量と化合し、その消費せる量の和は生成せる水の $2H_2O=36$ 量に等しきこと、

(2) 是等三物質間の重量比は 4:32:36 或は 1:8:9 をなすこと、

(3) 氣體一分子式にて表はさるる量即ち一分子量は、物質の種類に拘はらず同一體積を占むるが故に、上の係數は又氣體間の體積比を表はし、水素 2 體積は酸素 1 體積と化合して水蒸氣 2 體積を生ずることを示すものなり。

かかるが故に化學方程式は反應すべき物質の分子式を+にて連ねたるものを=の左邊に置き、反應生成物の分子式を+にて連ねて其右邊に置き、左右兩邊に於ける各元素記號數が夫夫相等しくなる様に分子式に係數を與へたるものにして、

(1) 化學變化に關係する諸物質の名稱及び其等の質量の比 (即ち定比例の定律)、

(2) 化學變化をなせし物質の總質量は生成物の總質量に等しきこと (即ち質量不變の定律)、

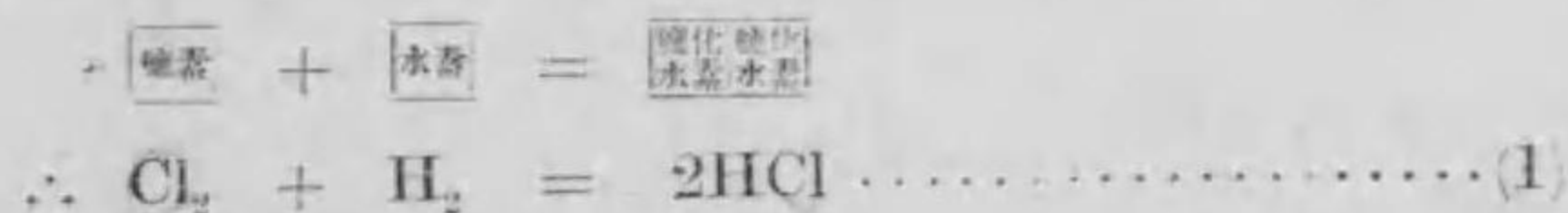
(*) 方程式の左邊の(+)は互に反應すべき意味を表はし、右邊の(+)は共存する生成物を並べる所「と」の意味に用ひらる。

(3) 化學變化に關係する氣體の體積の比 (即ち體積化合の定律)、を最も簡明に表出したる化學記號と云ふべきなり。

分子式の未知なる物質を用ひて方程式を作る場合に於ては實驗式を以て分子式に代ふるが故に、勿論上に記せる第3の事實を表はさざるなり。元來化學方程式は實驗上の事實を簡明に表出せるものなるが故に、反應する物質の種類及び其體積比或は重量比と、生成する物質の種類及び其體積比若しくは重量比とを知るにあらざればこれを書き下すこと能はざるなり。此點に於ては數學の方程式の左邊より直に右邊を推定するを得ると大に趣を異にせり。

2. 方程式を作ること 1. 氣體の反應する場合 鹽

素 1 體積と水素 1 體積と化合して、鹽化水素 2 體積を生ずる反應を方程式に置かんに、分子式は一分子量を表はし、氣體一分子量の占むる體積は何れも同一なるが故に、鹽素、水素、鹽化水素の各 1 體積は夫等の分子式 Cl_2 , H_2 , HCl にて代表するを得べし。故に



又、酸化炭素 (CO) 2 體積は酸素 (O_2) 1 體積と化合して無水炭酸 (CO_2) 2 體積を生ずる方程式は次の如し。



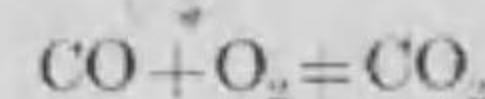
上の方程式(1)(2)に於て質量不變の定律の成立することは、兩邊に於ける各元素記號數の夫夫相等しきことに

即ち方程式(1)に於ては兩邊のHの數も C

(2)に於ては兩邊のCの數は2, Oの數は4

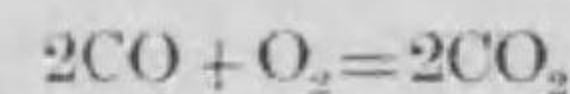
斯の如く氣狀物質相反應する場合の化學方程式は其體積關係を直に分子式の關係に置き換へて容易に作り得るなり。

2. 一般の場合 上に示す如く酸化炭素より無水炭酸を生ずる方程式を其體積關係より導くときは、自づから方程式の兩邊に於ける各元素の原子數相等しくなるが故に、逆に次の如く反應する酸化炭素と酸素との分子式を左邊に、無水炭酸の分子式を右邊に置き、



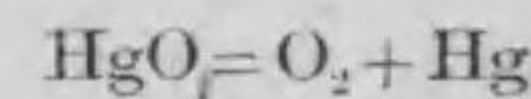
2CO + O₂ = 2CO₂

兩邊にある炭素及び酸素の記號が夫々相等しくなる様に分子式に係數 2, 1, 2 を定むるときは求むる所の方程式となるべし。

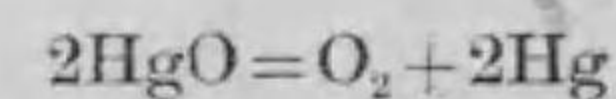


此方法は移して以て氣狀にあらざる一般の物質間の反應にも適用するを得べし。例へば酸化水銀(HgO)が分解して酸素(O₂)と水銀(Hg)とを生ずる反應を方程式に置かんには先づ下の如く分子式

を書き並べ、



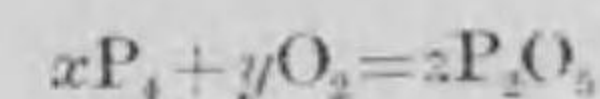
に兩邊の各元素の記號數を等しくするために化學式の係數 2, 1, 2 を觀察によりて求むるなり。



3. 方程式に於ける係數 方程式に於ける化學式の係數は成る可く觀察によりて見出すを要するも、稍複雑なる反應を表はす方程式にあつては容易く之を満足せしむべき係數を見出すこと能はざる場なきにあらざ。かかる場合には代數的方法によ

るを便とす。

今簡單なる實例をあげて之を説かんには、磷(P₄)が酸化(O₂)して無水磷酸(P₂O₅)を生ずる反應方程式に於て其等の係數を x, y, z とせば、次の方程式を得。

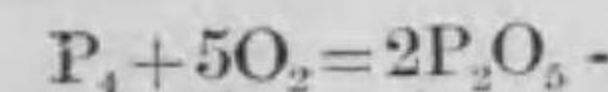


此方程式の兩邊の各元素記號を等しくせんには x, y, z の間に次の關係なかるべからず。

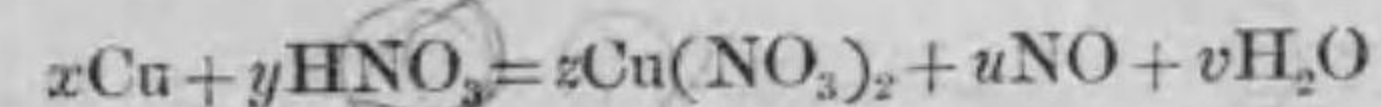
Pの數 4x = 2z (1)

Oの數 2y = 5z (2)

此處に三つの未知數に對して二つの方程式しか得られざるが故に、是等の未知數に與ふべき値は無數なるべきも、是等の未知數の比は一定なるべきなり。今假りに x=1 とせば (1)式より z=2, (2)式より y=5 を得べく、之を上の方程式の未知數に代入して所要の方程式を得べし。即ち



次に稍複雑なる一例をあげて其係數を定めんとす。



に於て、x, y, z, u, v の五つの關係は次の四つの方程式にて表はさる。

Cuの數 x = z (1)

Hの數 y = 2v (2)

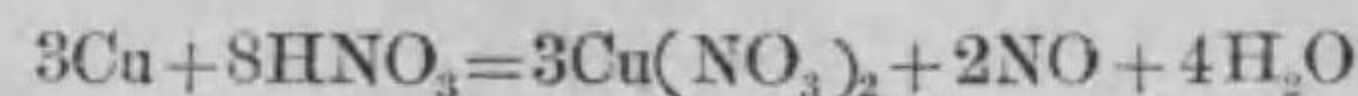
Nの數 y = 2z + u (3)

Oの數 3y = 6z + u + v (4)

之を解きて最小なる整数比を求むれば、⁽²⁾

$$x=z=3 \quad y=8 \quad u=2 \quad v=4$$

故に求むる方程式は次の如し。



4. 方程式の吟味

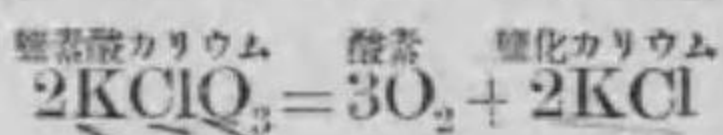
一方程式については常に次の吟味を試みざるべからず。

- (1) 方程式は實際進行する化學變化を表はすものなりや、
- (2) 方程式中にある化學式に誤りなきか、
- (3) 方程式の兩邊の元素の原子数が夫々相等しきや否や。

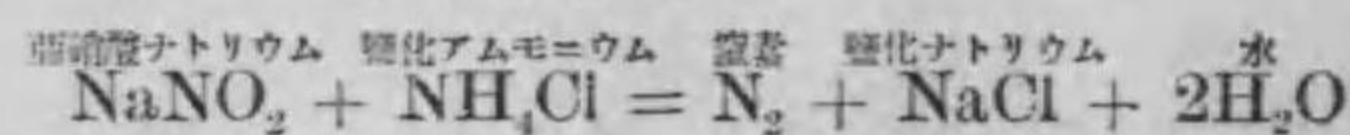
5. 方程式の例

既に學びたる化學變化中物質製取に關する化學方程式を列擧すれば下の如し。

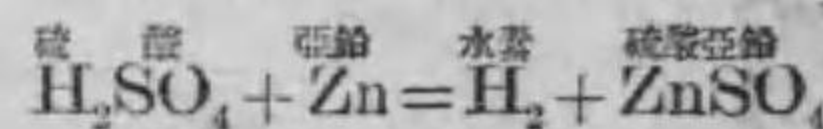
〔酸素〕鹽素酸カリウムを熱すれば酸素を發し、鹽化カリウムを残す。



〔窒素〕亞硝酸ナトリウムと鹽化アムモニウムを熱すれば窒素を生じ、鹽化ナトリウムと水とを残す。



〔素〕稀硫酸に亞鉛を加ふれば水素と硫酸亞鉛とを生ず。



〔無水炭酸〕炭酸カルシウムに鹽酸を加ふれば無水炭酸を發生し、

(2) 四つの方程式に於てv=1とせば

(2)より $y=2$

(3)×3-(4) $v=2u \therefore u=\frac{1}{2}$

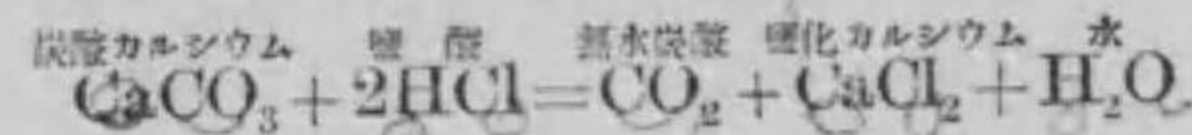
(1)(3)より $x=z=\frac{y-v}{2}=\frac{2-\frac{1}{2}}{2}=\frac{3}{4}$

$$\therefore x=z=\frac{3}{4}, y=2, u=\frac{1}{2}, v=1$$

各項を4倍して整数比とせば

$$x=z=3, y=8, u=2, v=4$$

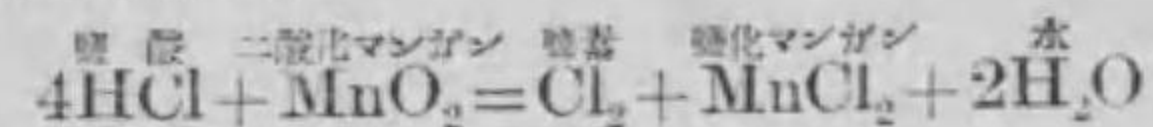
鹽化カルシウムと水とを残す。



〔酸化炭素〕蟻酸に濃硫酸を混じて熱すれば酸化炭素と水とに分解す。



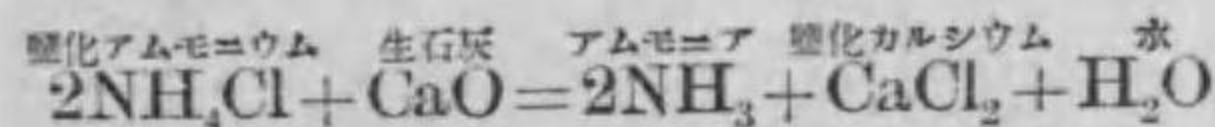
○〔鹽素〕鹽酸に二酸化マンガンを加へて熱すれば、鹽素の外、鹽化マンガンと水とを生ず。



○〔鹽化水素〕食鹽に濃硫酸を加へて熱すれば鹽化水素と硫酸ナトリウムとを生ず。



〔アムモニア〕鹽化アムモニウムに生石灰を加へて熱すれば、アムモニアと鹽化カルシウムと水とを生ず。



6. 方程式の應用

化學方程式は相反應する諸物質並びに生成する諸物質間の重量の關係(氣體ならば體積の關係をも)を表はすものなれば、之れにより、

- (1) 反應する物質の一定量より生成すべき物質の量を求め、また
- (2) 物質の一定量を生成せしむるため使用すべき物質の量を算出するを得べし。

【例 1】今鹽素酸カリウム 10 瓦より得べき酸素の重量及び體積を求めんに、



Handwritten notes: $2\text{H}_2\text{O}$, 2KClO_3 , 2NH_3 , $\text{CaO} + \text{CaO} =$

$$2\text{KClO}_3 = 2 \times (39 + 35.5 + 16 \times 3) = 245$$

$$3\text{O}_2 = 3 \times 16 \times 2 = 96$$

即ち鹽素酸カリウムの245量より酸素の96量を生ずる割合なるが故に、前者の10瓦より得べき後者の量は次の比例式を解きて求めらる。

$$245 : 96 = 10 \text{瓦} : a \text{瓦} \quad \therefore a = 3.9 \text{瓦}$$

にして、酸素1立の重量は1.429瓦なるが故に其體積は

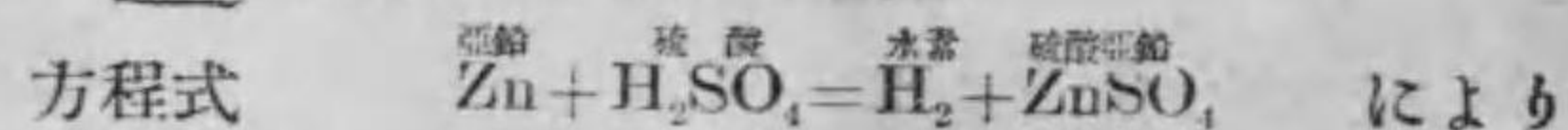
$$3.9 \text{瓦} \div 1.429 \text{瓦} = 2.74 \text{立}$$

即ち2.74立なり。然れども氣體の體積は上の方程式より直に求むるを便とす。一般に氣狀物質1モルは22.4立(標準狀況に於て)の體積を占むるにより、鹽素酸カリウムの $2\text{KClO}_3 = 245$ 瓦より酸素の $3\text{O}_2 = 3$ モル即ち $22.4 \times 3 = 67.2$ 立を得べきが故に、前者の10瓦より生ずべき酸素の體積を x 立とせば、
 $245 : 67.2 = 10 : x$ の式より、

$$245 \text{瓦} : 67.2 \text{立} = 10 \text{瓦} : x \text{立} \quad \therefore x = 2.74 \text{立}$$

故に鹽素酸カリウム10瓦よりは酸素3.9瓦或は2.74立を生ずるを知る。

○【例2】5立入の瓦斯溜に充たすべき水素を製せんため所要の亞鉛及び20%稀硫酸の量は次の如し。



$\text{Zn} = 65$ 瓦と $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$ 瓦とより、 $\text{H}_2 = 22.4$ 立を生ずる割合なるが故に、5立の水素を製するに要する亞鉛の量 x 瓦及び硫酸の量 y 瓦は次の比例式を解きて得らる。

$$\text{亞鉛} \dots\dots 22.4 \text{立} : 5 \text{立} = 65 \text{瓦} : x \text{瓦} \quad \therefore x = 14.5 \text{瓦}$$

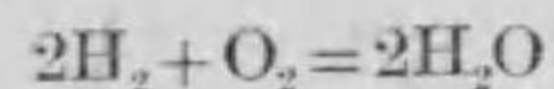
$$\text{硫酸} \dots\dots 22.4 \text{立} : 5 \text{立} = 98 \text{瓦} : y \text{瓦} \quad \therefore y = 21.8 \text{瓦}$$

$$\text{從つて } 20\% \text{ 稀硫酸} \dots\dots 100 \text{瓦} \times \frac{21.8}{20} = 109 \text{瓦}$$

故に亞鉛14.5瓦と稀硫酸109瓦とを要す。

7. 摘要 方程式。化學變化に於て反應する物質並びに反應生成物の種類及び其量の割合は方程式にて簡明に表はさる——方程式は質量不變の定律、定比例の定律及び體積化合の定律(氣狀物質に就いては)を示す——方程式を作るには反應する諸物質の化學式を加號にて連ねて等號の左邊となし、反應生成物の化學式を加號にて連ねて右邊とし、兩邊に於ける各元素の記號數の等しくなる様に視察又は代數的方法により化學式の係數を定む——方程式は原料の一定量より製取せらるゝ物質の量、或は物質一定量を製取するに要する原料の量を計算するに用ふ。

8. 問題 ① 次の方程式の示す凡ての事實をあげよ。

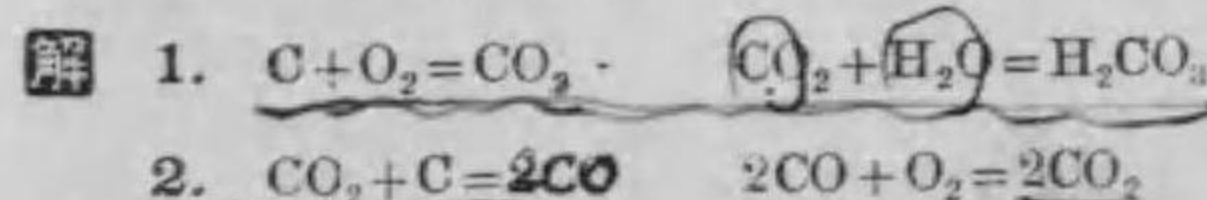


- 解 1. 水素4量と酸素32量と化合して水36量を生ず。……(定比例)
- 2. 水素と酸素との重量の和は水の重量に等し。……(質量不變)
- 3. 水素は酸素と2:1の體積比に化合し、水素と同體積の水を生ず。(體積化合)

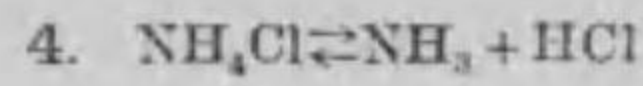
2. 次の方程式を作れ。

- ① 炭(C)が燃えて無水炭酸(CO_2)を生じ、之に水を加ふれば炭酸(H_2CO_3)となる。 $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$
- ② 無水炭酸(CO_2)を赤熱せる炭(C)の上に通ずるときは酸化炭素(CO)となり、酸化炭素が燃焼して再び無水炭酸に變ず。
- ③ 鹽素は水を分解して鹽化水素を生じ酸素を發す。

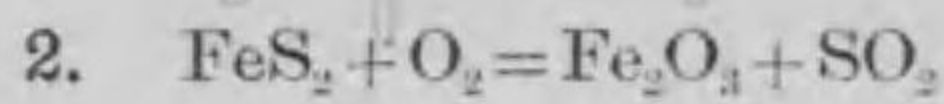
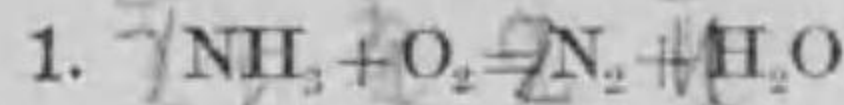
4. 鹽化アムモニウム(NH_4Cl)を熱すれば解離して鹽化水素(HCl)とアムモニア(NH_3)とに變ず。



$$\begin{array}{r} 32 \times 1.45 \\ 224 \overline{) 323} \\ \underline{224} \\ 99 \\ \underline{224} \\ 149 \end{array}$$



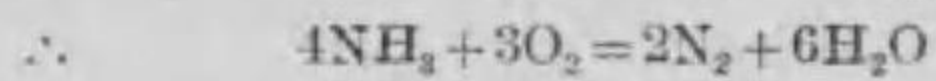
3. 次の方程式に於ける化學式の係数を定めよ。



解 (1) $x\text{NH}_3 + y\text{O}_2 = z\text{N}_2 + u\text{H}_2\text{O}$ とせば

(N) $\dots x = 2z$, (H) $\dots 3y = 2u$, (O) $\dots 2y = u$

先づ $x=1$ と置いて、 $y = \frac{3}{4}$, $z = \frac{1}{2}$, $u = \frac{3}{2}$ を得、是等を4倍して4, 3, 2, 6となす。

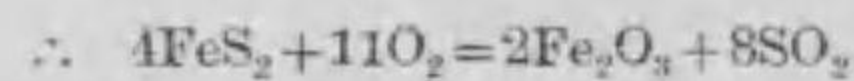


(2) $x\text{FeS}_2 + y\text{O}_2 = z\text{Fe}_2\text{O}_3 + u\text{SO}_2$ と置くときは

(Fe) $\dots x = 2z$, (S) $\dots 2x = u$, (O) $\dots 2y = 3z + 2u$ を得。

今 $x=1$ として上の方程式を解き、次に其整数比をとれば

$x=4, y=11, z=2, u=8$ となる。



2es) $\begin{array}{r} 336 \\ 245 \\ \hline 210 \end{array}$

4.* 鹽素酸カリウムの4.9瓦を熱して得べき酸素の體積は15°, 2

氣壓の下に於て幾何立を占むべきか。

$\begin{array}{r} 224 \\ 15 \\ \hline 1120 \\ 224 \\ \hline 5360 \end{array}$

解 方程式 $2\text{KClO}_3 = 3\text{O}_2 + 2\text{KCl}$ に於て

鹽素酸カリウム $2\text{KClO}_3 = 245$ 瓦より標準狀況に於ける酸素 3×22.4 立を得らるゝ

により鹽素酸カリウム 4.9瓦より得べき酸素の體積は

$22.4 \text{立} \times 3 \times \frac{4.9}{245} = 1.34 \text{立}$

之を15°, 2氣壓の狀況に改算せば下の如し。

$1.34 \text{立} \times \frac{273+15}{273} \times \frac{1}{2} = 0.71 \text{立}$

答 0.71立

$\begin{array}{r} 224 \\ (10-0.2) \\ \hline = 224 \end{array}$

5.* 酸化水銀の54.6瓦の分解により溫度24°, 氣壓770耗に於ける

酸素幾立を得べきか。

解 方程式 $2\text{HgO} = 2\text{Hg} + \text{O}_2$ により 前問と同様に



$22.4 \text{立} \times \frac{54.6}{432} \times \frac{273+24}{273} \times \frac{760}{770} = 3.04 \text{立}$

答 3.04立

$\begin{array}{r} 16 \\ 32 \\ \hline 39 \\ 35.5 \\ 48 \\ \hline 122.5 \end{array}$

6.* 亞鉛の50瓦を悉く稀硫酸に溶解して生ずる水素は溫度17°壓750耗の時幾立の體積を占むるか。

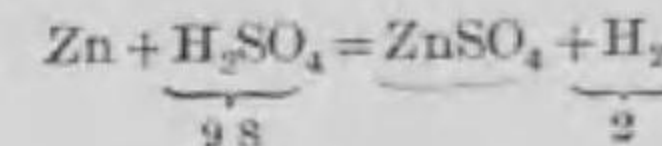
解 方程式 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ により

$22.4 \text{立} \times \frac{50}{65} \times \frac{273+17}{273} \times \frac{760}{750} = 17.9 \text{立}$

答 17.9立

7.* 10%の硫酸50瓦を亞鉛に作用せしむるとき發生する水素は幾瓦なるか。又標準狀況に於ける體積如何。

解 與へられたる稀硫酸中には硫酸の $50 \text{瓦} \times \frac{10}{100} = 5$ 瓦を含むが故に生ずべき水素の量は次の方程式により、



$5 \text{瓦} \times \frac{2}{98} = 0.102 \text{瓦}$

水素2瓦の體積は22.4立を占むるにより、求むる水素の體積は

$22.4 \text{立} \times \frac{0.102}{2} = 1.14 \text{立}$

答 0.102瓦, 1.14立。

8.* 亞鉛と25%硫酸とより水素を製し溫度17°壓72種に於て内容100立方メートルの飛行船の氣囊を充たさんとす。その原料各何程を要するか。

解 100立方メートルの水素の標準狀況に於ける體積は

$100 \text{立方メートル} \times \frac{72}{76} \times \frac{273}{273+17} = 92.5 \text{立方メートル} = 92500 \text{立}$

而して方程式 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ により、22.4立の水素は亞鉛の65瓦、硫酸の98瓦より得らるゝことを知るが故に、

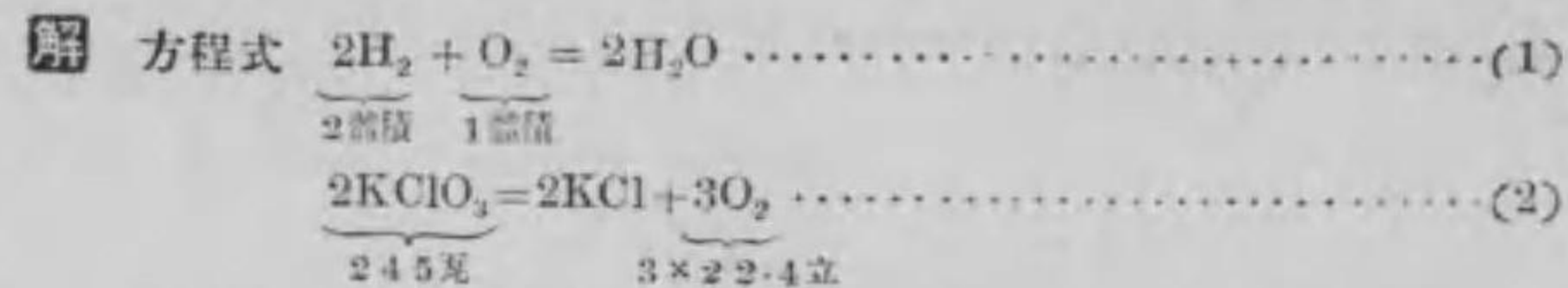
亞鉛の量 $65 \text{瓦} \times \frac{92500}{22.4} = 27.57 \text{瓦}$

25%硫酸の量 $98 \text{瓦} \times \frac{92500}{22.4} \times \frac{1}{4} = 166.28 \text{瓦}$

答 亞鉛 27.57瓦, 稀硫酸 166.28瓦

(*) 問題8の如き種類の計算最も多し。

9.* 温度 18° 氣壓 767 耗のとき 5 立の水素を完全に燃焼するに要する酸素を鹽素酸カリウムより製せんにはその幾瓦を要するか。



(1) 式により水素を完全に燃焼するに要する酸素の體積は水素の體積の $\frac{1}{2}$ なるを知るが故に、所要の酸素の標準狀況に於ける體積は

$$5 \text{立} \times \frac{1}{2} \times \frac{767}{760} \times \frac{273}{273+18} = 2.37 \text{立}$$

故に(2)式より直に下の値を得。

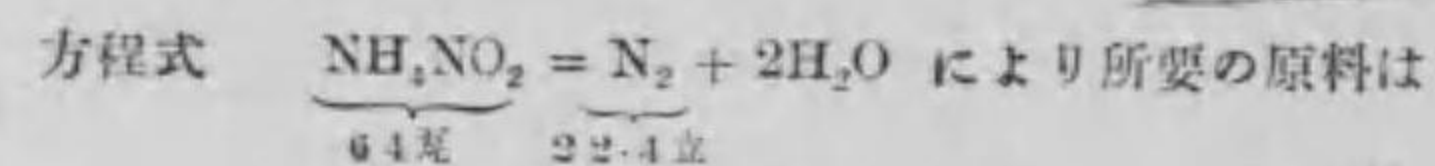
$$2.37 \text{立} \times \frac{3 \times 22.4}{2 \times 45} = 8.04 \text{瓦}$$

$3 \times 22.4 = 2.37 = 249.2 \times$

答 8.04 瓦

10.* 温度 15° 壓 73 種るとき窒素 7 立を製するに要する亞硝酸アムモニウムの重量を求む。

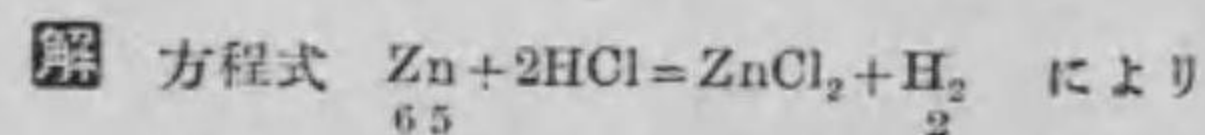
解 7 立の窒素の標準狀況に於ける體積は $7 \text{立} \times \frac{73}{76} \times \frac{273}{273+15}$ にして



$$64 \text{瓦} \times \frac{7}{22.4} \times \frac{73}{76} \times \frac{273}{273+15} = 18.2 \text{瓦}$$

答 18.2 瓦

11.* 稀鹽酸を入れたるビーカーを秤量し、之に亞鉛の薄片を投入し全く溶解したる後に再び秤量せしに重量 1 瓦を増加せりといふ。投入せる亞鉛の重量幾何なりしか。

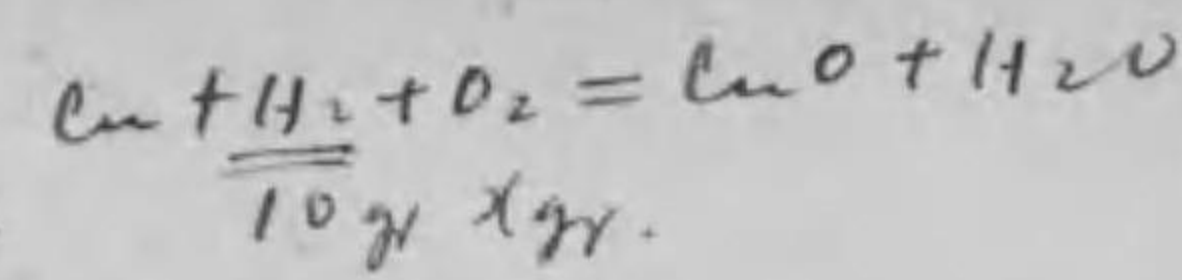


亞鉛 65 量を酸に投ずれば水素 2 量を逸散し従つて 65-2=63 量の重量増加を來す。

故に 1 瓦の重量の増加するため加ふべき亞鉛の量を x 瓦とせば

$$65 : 63 = x \text{瓦} : 1 \text{瓦} \quad \therefore x = 1.03 \text{瓦}$$

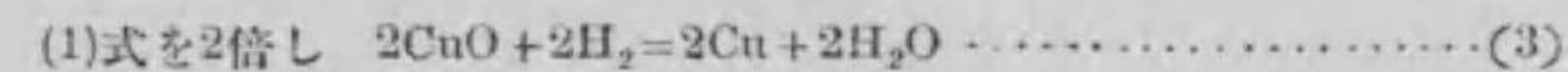
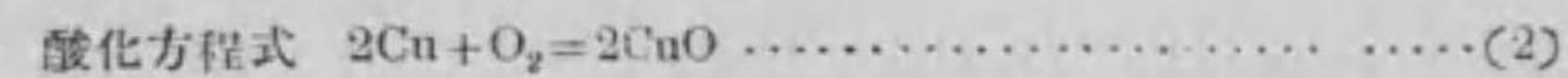
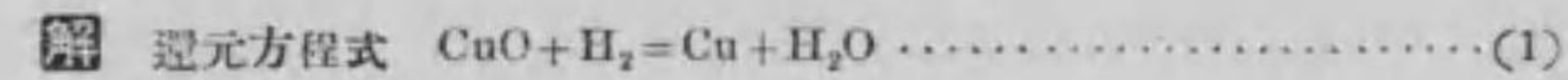
答 1.03 瓦



$$22.4 \text{立} = 2 \text{g}$$

$$1.12 \text{立} = \frac{10 \text{g}}{10 \text{g} \times 2 \text{g}}$$

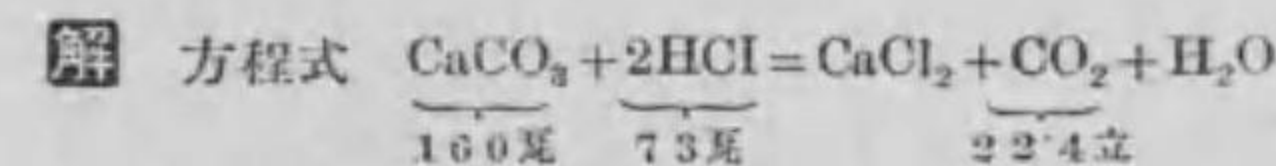
12.* 水素 10 瓦を以て酸化銅を還元し更に此銅を酸化するには幾立の酸素を要するか。



式(3)(2)より $2\text{H}_2 = 4 \text{瓦}$ の水素にて還元したる銅 2Cu を酸化するに酸素 $\text{O}_2 = 2.4 \text{立}$ を要するにより、水素 10 瓦に対する酸素の體積は $2.4 \text{立} \times \frac{10}{4} = 6 \text{立}$ なり。

答 6 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

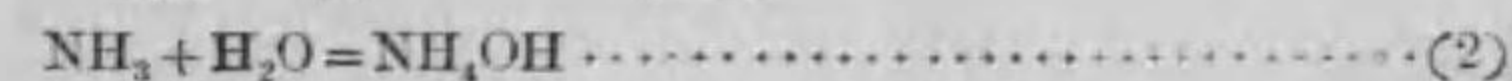
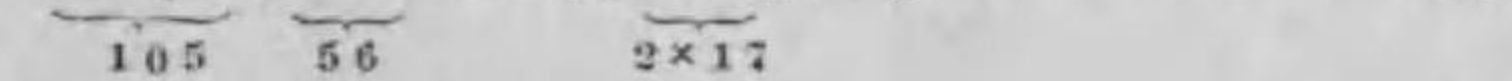
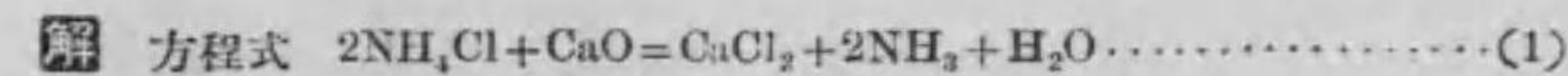
$$3.36 \text{立} \times \frac{760}{750} \times \frac{273+15}{273} = 3.6 \text{立}$$

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

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

答 3.6 立, 55 瓦。

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



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

$$5 \text{ 瓶} \times \frac{49}{100} \times \frac{17}{35} = 1.19 \text{ 瓶}$$

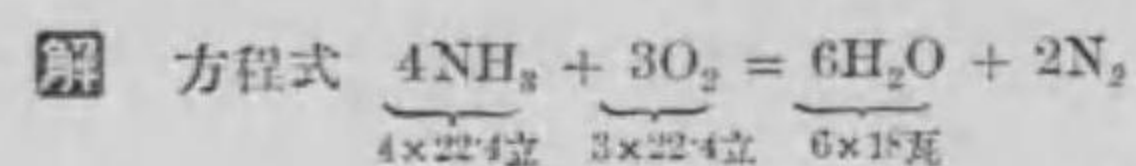
を含むを知る。故に其原料下の如し。

$$\text{鹽化アムモニウム} \dots\dots\dots 1.19 \text{ 瓶} \times \frac{105}{2 \times 17} = 3.7 \text{ 瓶}$$

$$\text{生 石 灰} \dots\dots\dots \text{ " } \times \frac{56}{\text{ " }} = 3.9 \text{ 瓶}$$

答 鹽化アムモニウム 3.7瓶, 生石灰 1.9瓶.

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



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

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

答 アムモニア 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関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. **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-重量 3x

酸素分子の直径 2.5 x 10⁻⁸ 厘米にしてその

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。是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

91

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頁参照)。

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大なり。然るに酸素1分子の重量を32と定むるが故に, 水素1分子の重量は之れの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原子を含むべきにより, 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。

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。

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

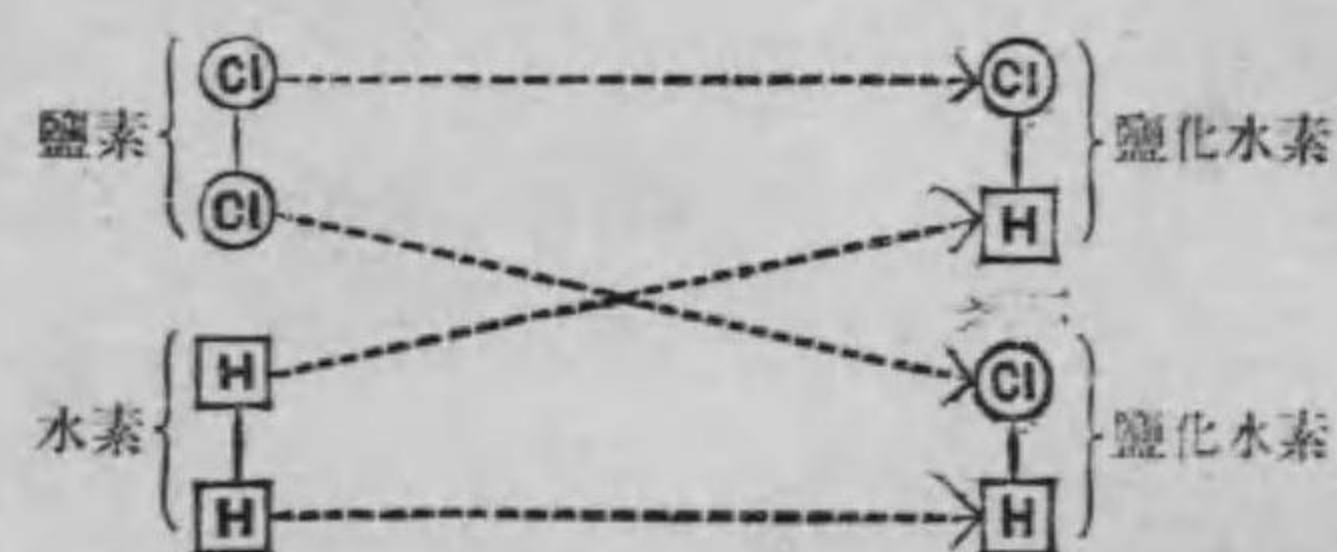
種々の原子の原子量は概ね斯く酸素原子との化合の割合より推定するを常とす。酸素を原子量の標準に採るは此元素が最も多くの他の元素と直接に化合し易きに由る。

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,



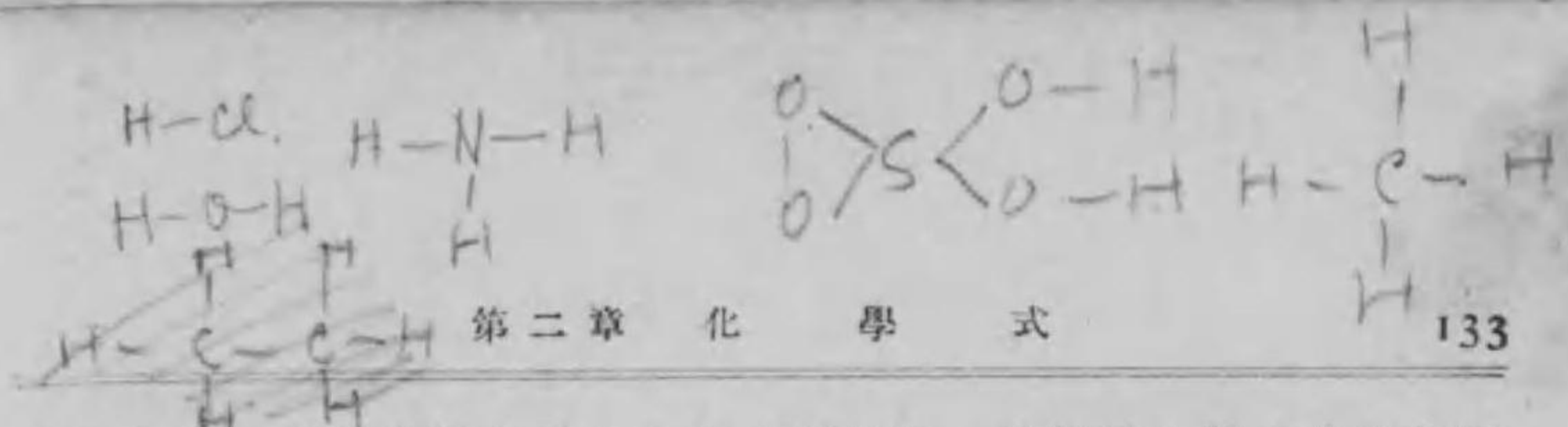
従つて化學變化の起りたる場合には化學變化前の物質を成せし原

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 頁参照)。

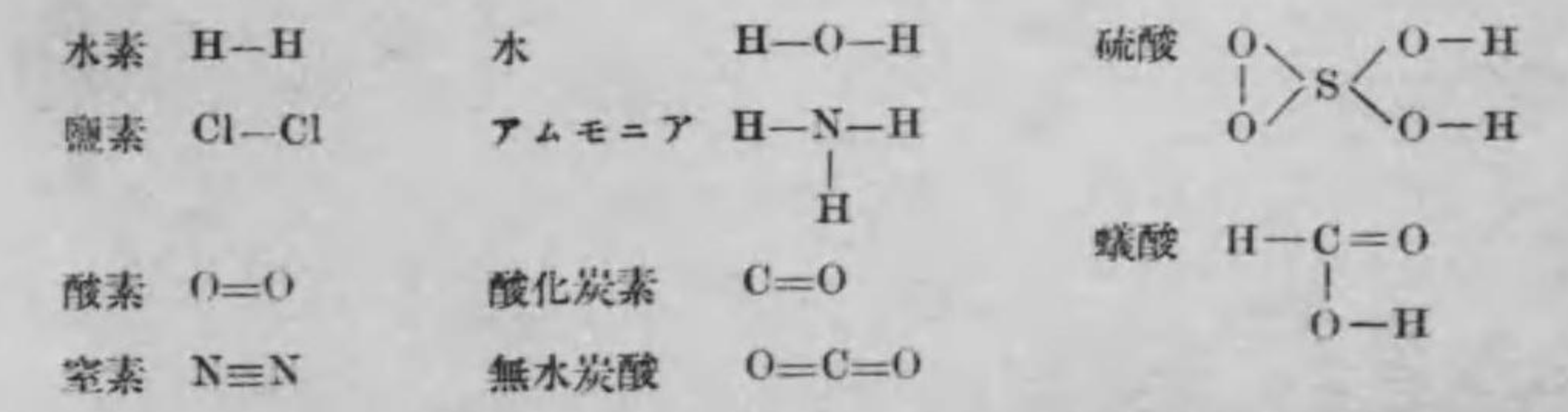
3. 倍数比例の定律 甲原子が乙原子と結合して數種の分子を造るときには、甲原子の一定數と結合する乙原子の數は、常に必ず 1 原子の整數倍なるべく、決して其端數を含むことなかるべし (原子は分割せざるが故に)。故に乙原子の數を數種の分子に就いて比較すれば、常に簡單なる整數の比をなすべきなり。而して同一原子の數が互に簡單なる整數比をなすならば、其原子の集成せる元素の重量も亦簡單なる整數の比をなすこと論を待たず。例へば炭素 1 原子が酸素 1 原子と結合して酸化炭素の分子を成し、更に之れに酸素の加はりて無水炭酸の分子とならんには少くとも其 1 原子を要し、従つて炭素 1 原子と結合する酸素原子の數は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

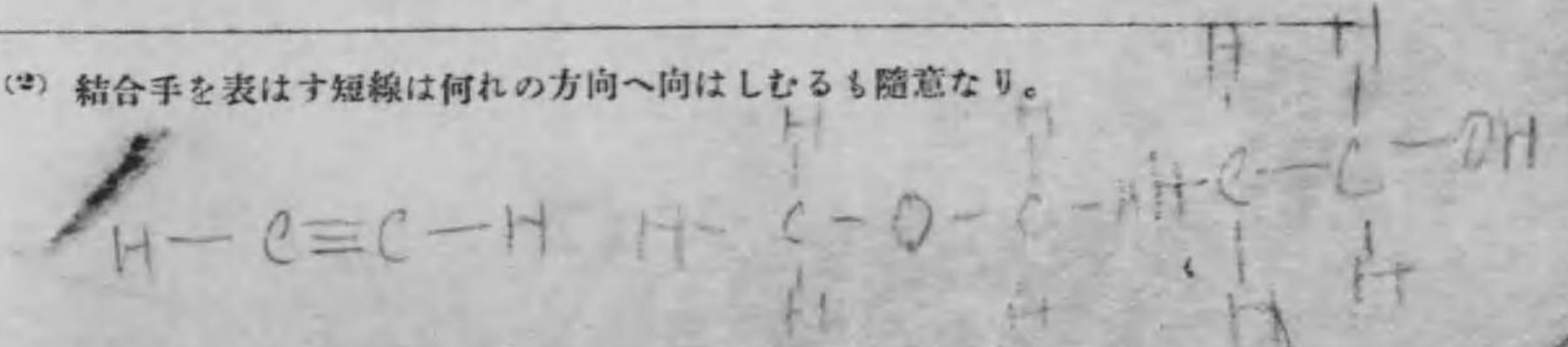


に結合の相手を変換することとなるが故に、比較的少數の分子相互の間に起るものと考へらる。従つて此反應に關係する分子數の比は簡單なる整數の比ならざるべからず。然るに氣體にあつては同數の分子が占むる體積は分子の種類に拘はらず同一なるを以て、反應に關係する氣體の體積比も亦簡單なる整數比をなすべきなり。例を擧げて再び之を説かば、鹽素と水素と化合して鹽化水素を生ずる場合には、前二者の分子は何れも二原子より成り、後者の分子は鹽素及び水素の各一原子より成れるが故に、鹽素 1 分子と水素 1 分子とより鹽化水素の 2 分子を生ずべく、従つて鹽素 n 分子と水素 n 分子とより鹽化水素 2n 分子を生ずべきなり。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

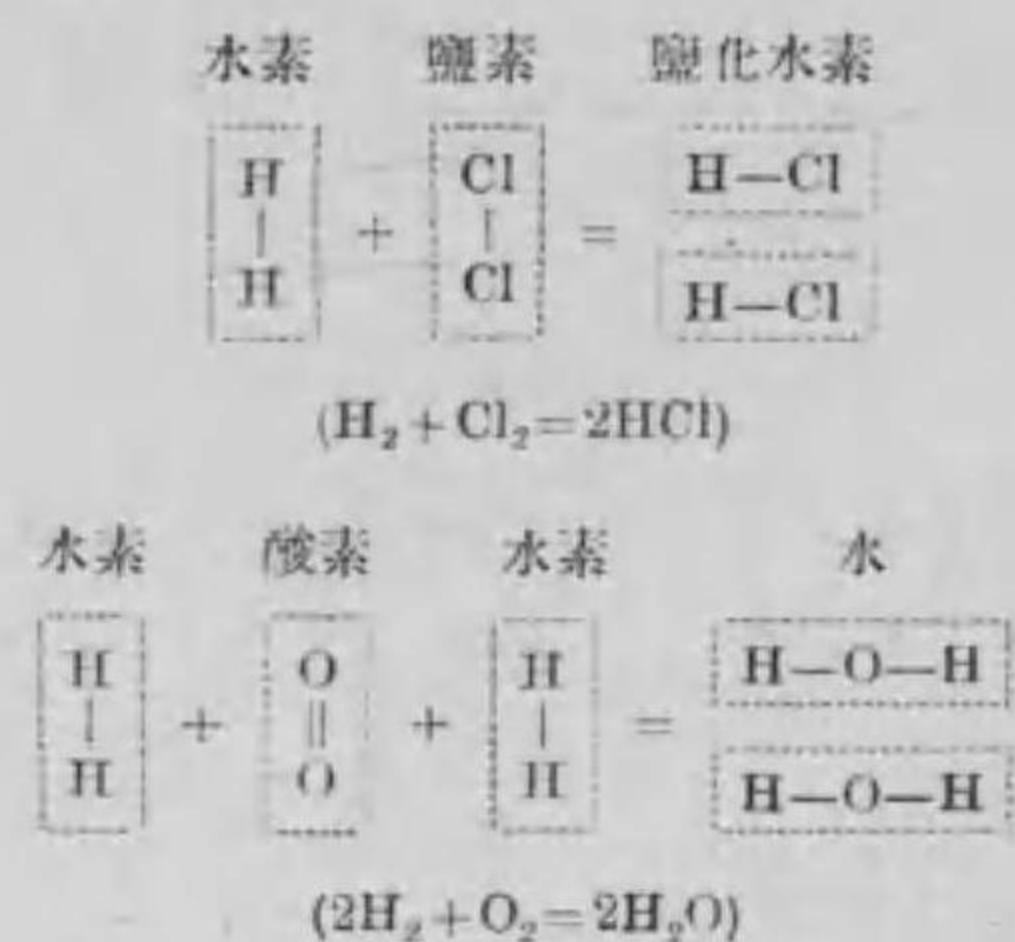
4. 構造式 各元素の原子は其原子價と同數の結合手(短線にて示す)を有するものとし、之により一分子内に於ける各原子の互に連結する模様を示したる圖形を構造式と稱す。例へば水素 1 原子は 1 個の結合手を有すとし、此結合手によりて 2 個の原子を互に連結せるもの $\text{H}-\text{H}$ 、即ち $\text{H}-\text{H}$ は水素の構造式なり。下に其數例を示さん。



(*) 結合手を表はす短線は何れの方角へ向はしむるも隨意なり。



上の構造式を用ひて原子が互に其結合の相手を交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様たるに過ぎず。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 <small>(近接之れに反する性質を有せざるものなり)</small> 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)

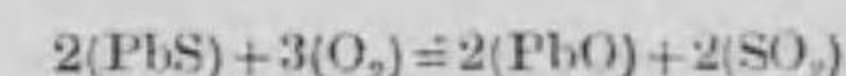
2.* 構造式とは何ぞ。 (133, 134 頁)

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 (O₂) 分子と反應して (PbO) 分子と (SO₂) 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. (C₂H₆O) 分子と (C₄H₁₀O) 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、何れも簡單なる整數の比をなせり。

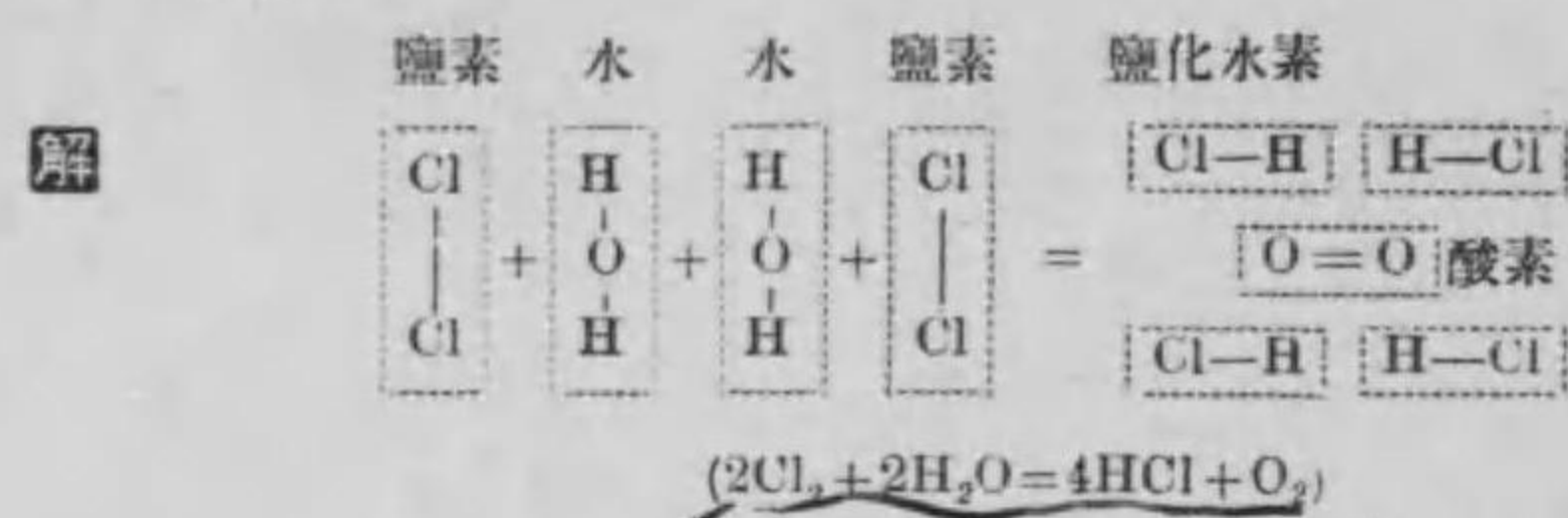
⑥ 酸化炭素が酸化して無水炭酸を生ずる場合の體積關係を原子分子説によりて説明せよ。

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

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

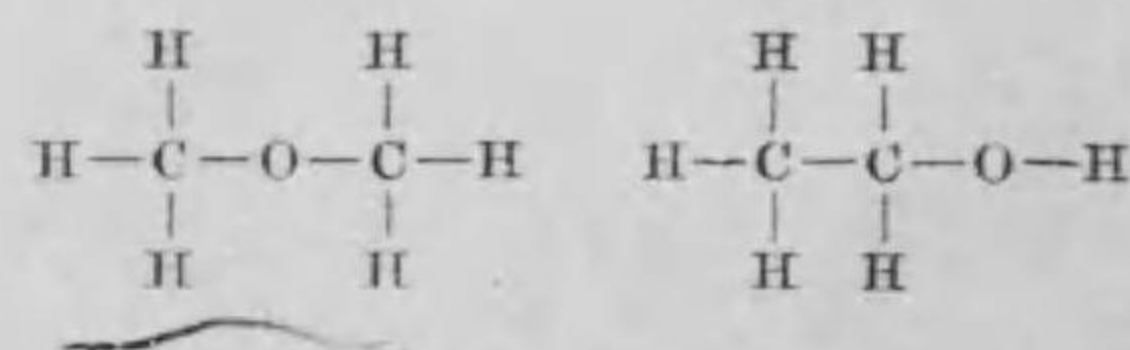
而して無水炭酸 n 分子は 1 體積なるにより其全體積は 2 體積なり。

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。



第二篇

非 金 屬

第 一

非 金 屬 及 び 其 化 合 物

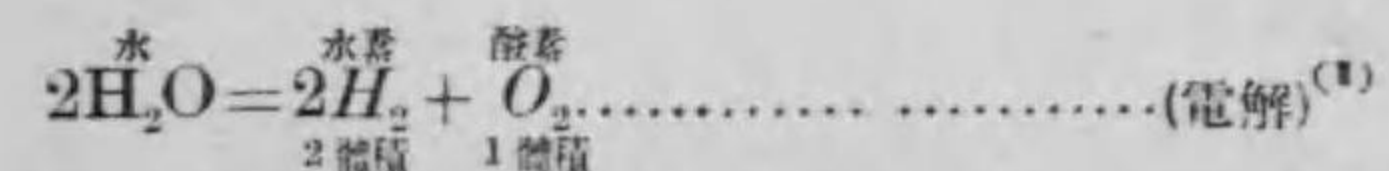
第一章 一 價 元 素

第一節 水 素

1. **水素** $[\text{H}_2]$ 水素に関する化学的研究は既に緒論に於て詳述せる所なるを以て(第 22 頁), 此處には單に其化学變化を定量的に表はす所の化学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, 酸化し易き金属にて酸素を奪取せしむるかにあり。

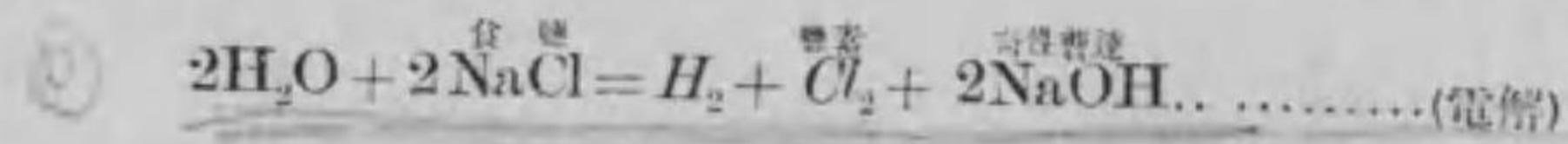
《電氣分解》水を電解すれば陽極より酸素を發し, 陰極より水素を發す。



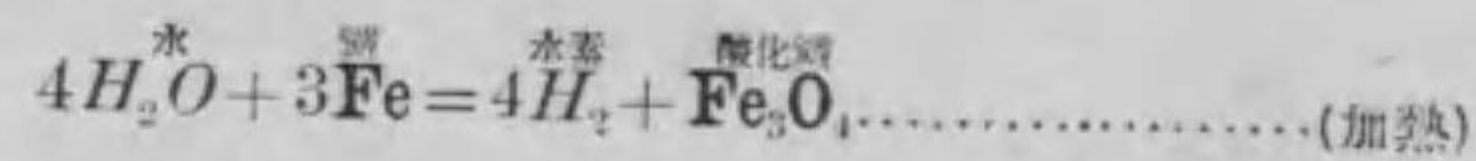
此際, 水には硫酸, 苛性曹達, 硫酸ナトリウム等を加へて電導性を附與するを要す。

(1) 以下本文に於ける化学方程式及び題目の化学式を表はすに, 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。

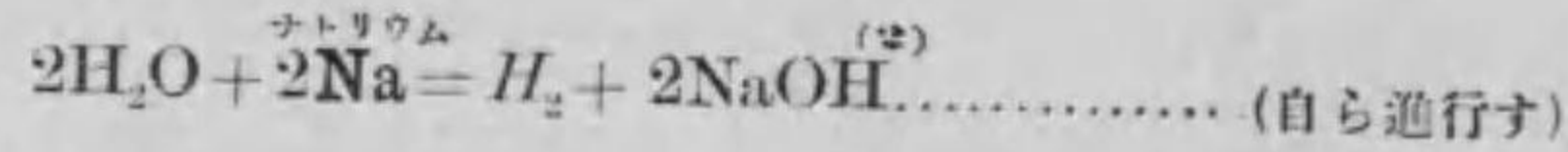
又食鹽水を電解して鹽素を製する際に副生す (工業的製法)。



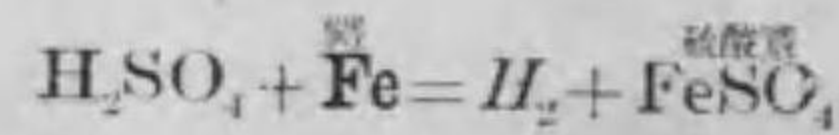
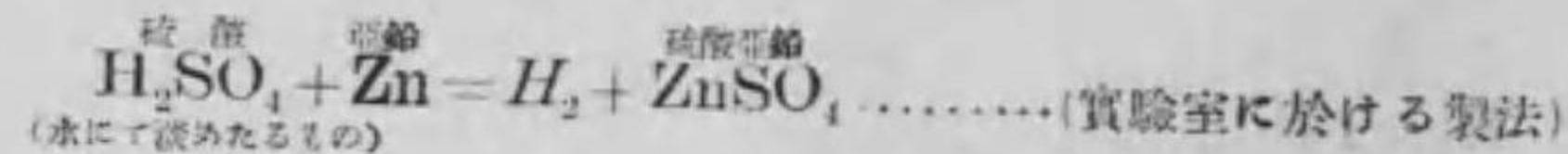
〔金属による分解〕熱したる鐵の上に水蒸氣を通ずれば、鐵は酸化し、水素を遊離す (工業的製法)。



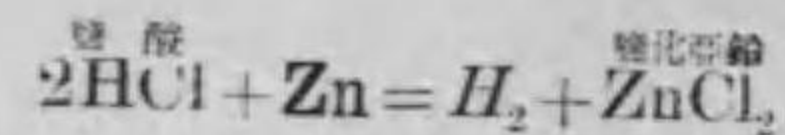
ナトリウムは鐵よりも著しく酸化し易きが故に、烈しく水を分解す。



2. 酸の分解 酸に金属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、金属としては亜鉛或は鐵を用ふ。

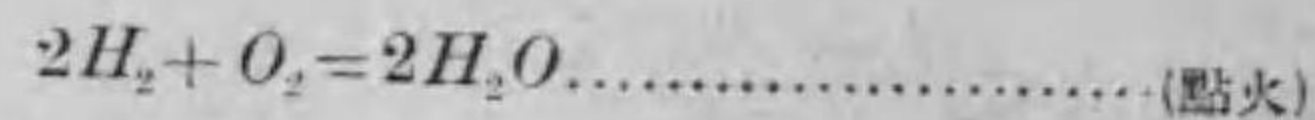


又、酸として鹽酸を用ふるも可なり。



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。

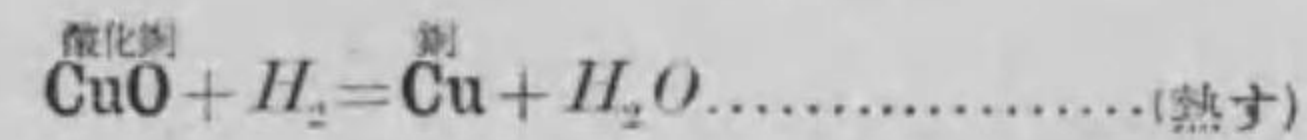
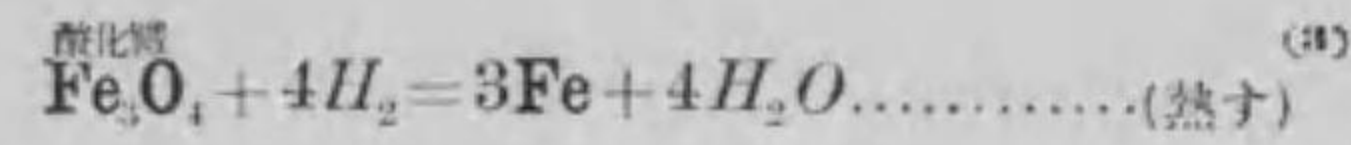
〔酸化〕酸素と化合して水となる。



〔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 H2O + 2Na = H2 + Na2O, Na2O + H2O = 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。然れども金属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。

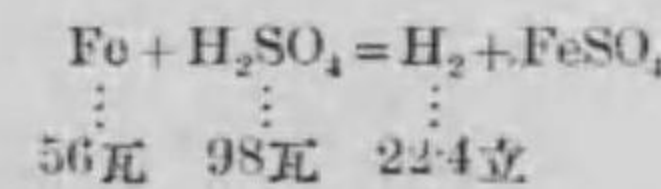


4. 問題 1.* 内容積 8000 立方メートルの飛行船の氣囊に、温度 15° のとき、780 耗の壓を以て水素を充たさんには、鐵と硫酸との各幾匁を要すべきか。

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立方メートル x 780 / 760 x 273 / (273 + 15) = 7783立方メートル = 7783000立

を占むべきが故に、方程式



により、求むる原料は、

鐵.....56瓦 x 7783000 / 22.4 = 19460瓦

硫酸.....98瓦 x 7783000 / 22.4 = 34050瓦

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瓦 x 7783000 = 700瓦

もし大氣の壓を 760 耗とせば、温度は矢張り 15° なるにより、と水素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。

$$1.293 \text{ 瓦} \times 8000,000 \times \frac{273}{273+15} = 9800 \text{ 瓦}$$

故にアルキメデスの原理により、浮揚力は

$$9800 \text{ 瓦} - 700 \text{ 瓦} = 9100 \text{ 瓦}$$

答 9100 瓦

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

$$11.2 \text{ 立} \times \frac{273+9}{273} \times \frac{760}{750} = 11.72 \text{ 立}$$

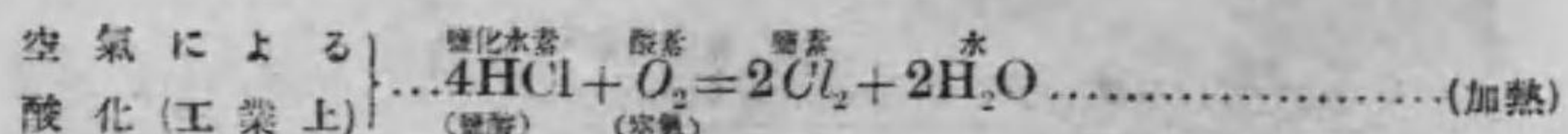
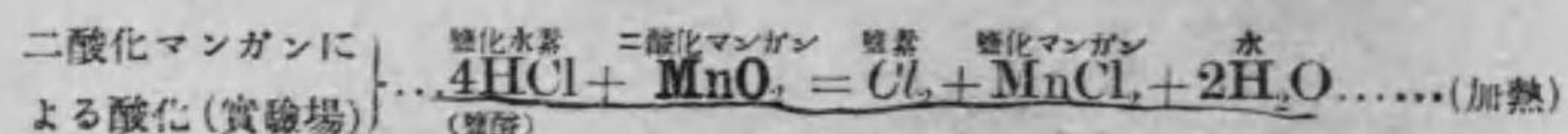
答 11.72 立

第二節 鹽素

1. 鹽素の製法 ⁽¹⁾ $[Cl_2]$ 鹽素は直接或は間接に食鹽中の

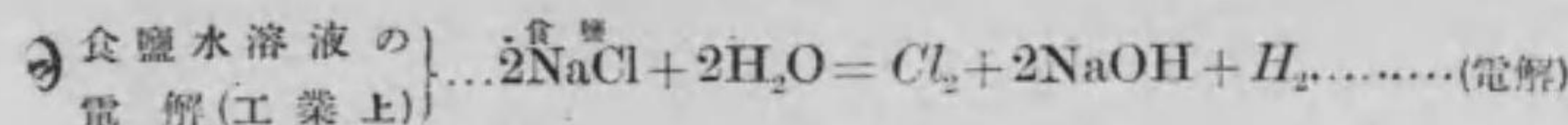
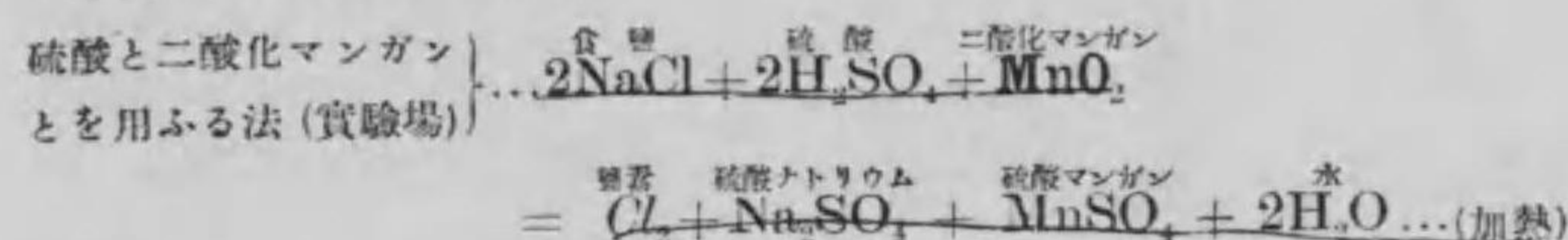
鹽素成分を遊離せしむる方法により製出せらる。

1. 鹽酸を原料とする場合



(1) 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るべし。

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。

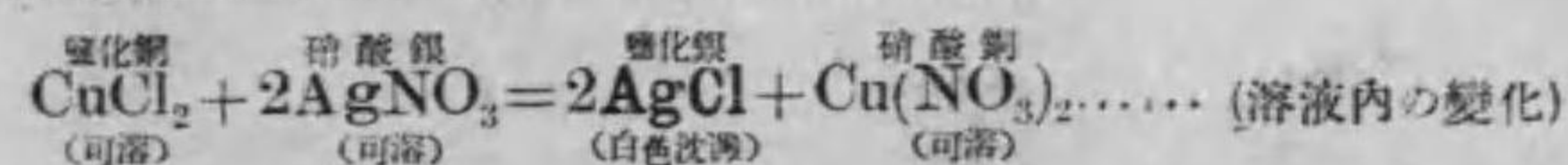
1. 水素との反應 $\overset{\text{鹽素}}{Cl_2} + \overset{\text{水素}}{H_2} = \overset{\text{鹽化水素}}{2HCl} \dots \text{(常温, 點火, 日光)}$
2. 水の分解 $\overset{\text{鹽素}}{2Cl_2} + \overset{\text{水}}{2H_2O} = \overset{\text{鹽化水素}}{4HCl} + \overset{\text{酸素}}{O_2} \dots \text{(日光)}$
3. 銅の燃焼 $\overset{\text{鹽素}}{Cl_2} + \overset{\text{銅}}{Cu} = \overset{\text{鹽化銅}}{CuCl_2} \dots \text{(常温)}$
4. アンチモンの燃焼 $\overset{\text{鹽素}}{3Cl_2} + \overset{\text{アンチモン}}{2Sb} = \overset{\text{鹽化アンチモン}}{2SbCl_3} \dots \text{(")}$
5. ナトリウムとの化合 $\overset{\text{鹽素}}{Cl_2} + \overset{\text{ナトリウム}}{2Na} = \overset{\text{食鹽}}{2NaCl} \dots \text{(")}$
6. 燐の燃焼 $\overset{\text{鹽素}}{10Cl_2} + \overset{\text{燐}}{P_4} = \overset{\text{鹽化燐}}{4PCl_5} \dots \text{(")}$

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ために、次の方程式を用ふることあり。



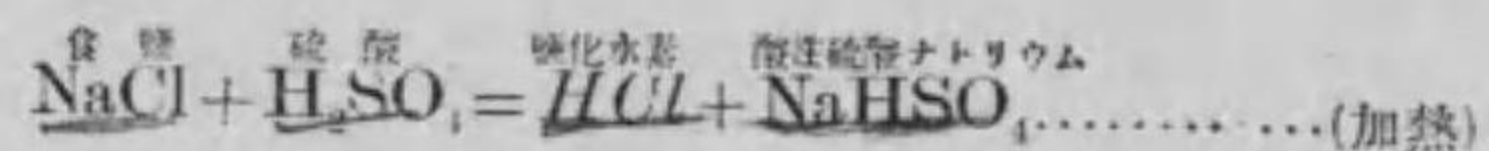
3. 鹽化物の鑑識 鹽素は總ての金属と化合して鹽化物

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、

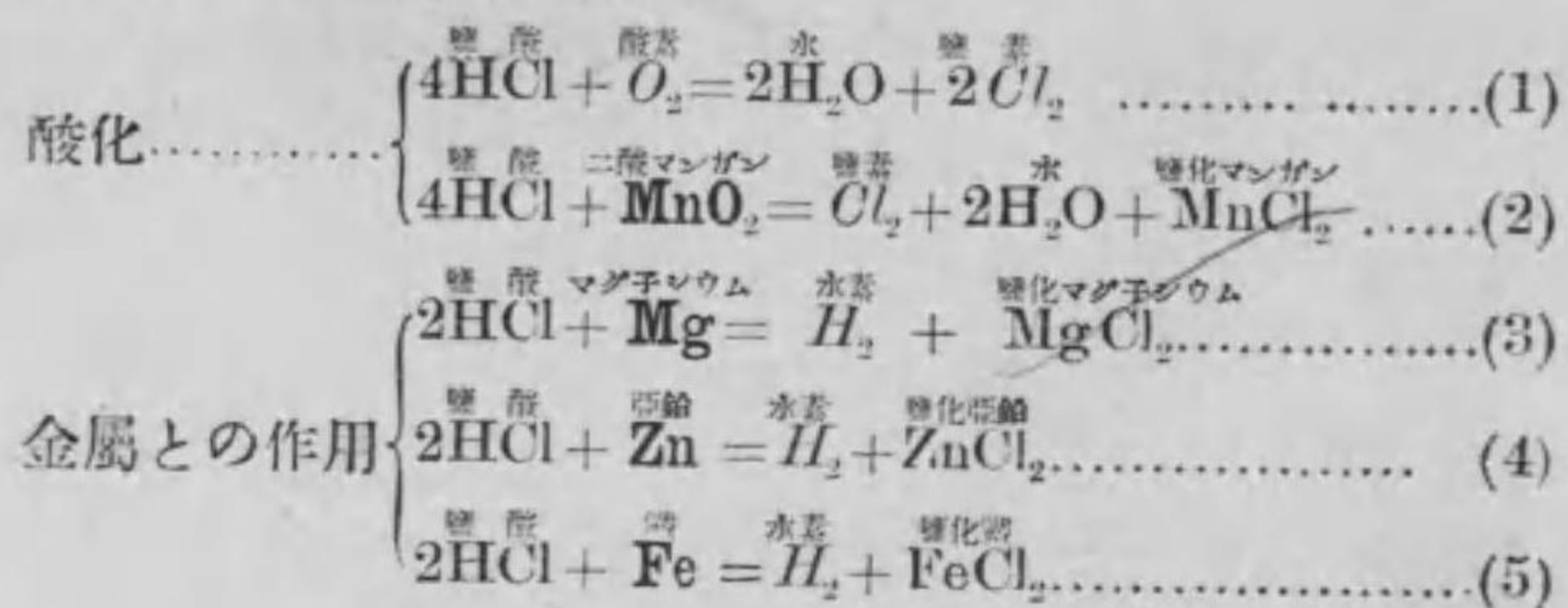


而して此沈澱はアムモニア水に溶解す。之れ一般に鹽化物の鑑識に用ひらるる反應なり。

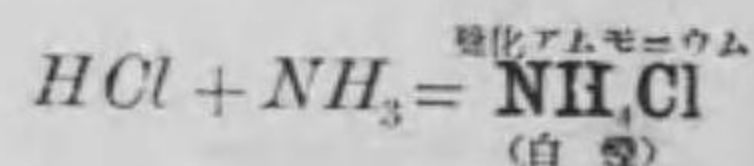
4. 鹽化水素 $[HCl]$ 《製法》鹽化水素は食鹽と硫酸との混合物を熱して製せらる。



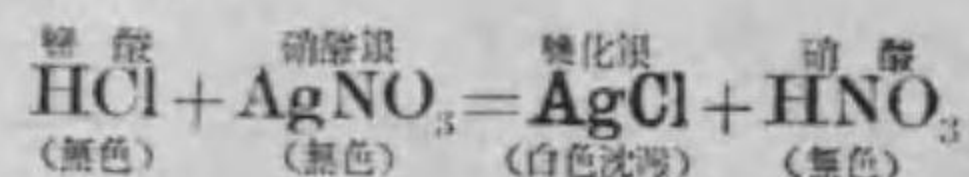
《性質》鹽化水素の水溶液即ち鹽酸を酸化すれば酸素を遊離し、又金屬を加ふれば水素を遊離す。



《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 $[HClO_3]$ 鹽素酸は微黄色無臭粘稠なる液體にして、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) をカリ化合物なり。

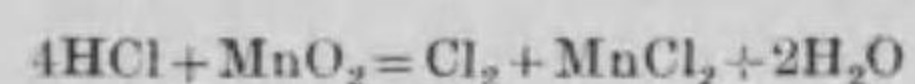
鹽素酸を生じ、同時に

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、二酸化マンガを加へ熱したるとき。 (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)

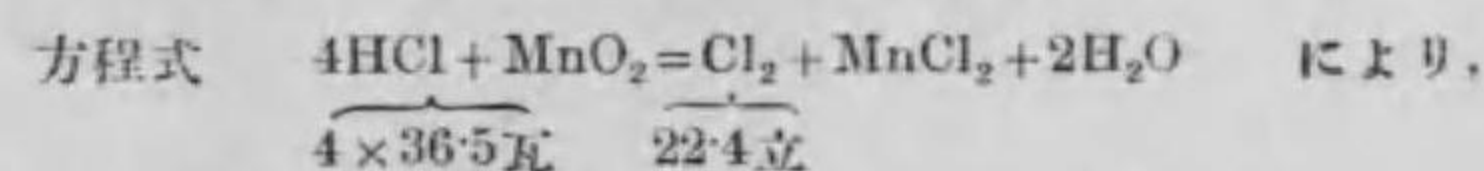
解 製法.....鹽化水素を酸化せしむるため、鹽酸に過酸化マンガを加へて熱す。



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。金屬と化合し易し。

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 $50瓦 \times 0.35 = 17.5瓦$ にして、

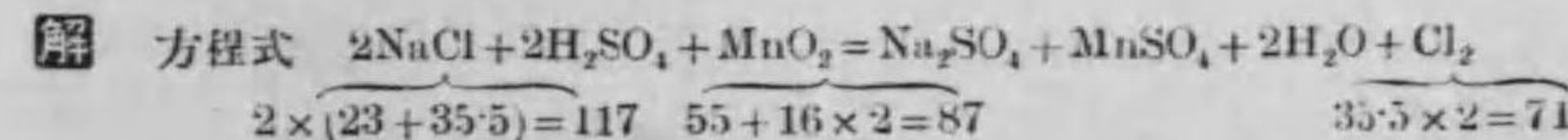


鹽化水素 17.5 瓦より生ずべき鹽素の量次の如し。

$$22.4立 \times \frac{17.5}{4 \times 36.5} = 2.7立$$

答 2.7 立

4.* 鹽素 1 庇を得るには食鹽及び二酸化マンガの各幾庇を要するか。



により、鹽素 71 量は食鹽 117 量、二酸化マンガ 87 量より生ずるが故に、鹽素 1 庇を製するには

$$\text{食鹽} \dots\dots\dots 1庇 \times \frac{117}{71} = 1.65庇$$

$$\text{二酸化マンガ} \dots\dots\dots 1庇 \times \frac{87}{71} = 1.23庇$$

答 食鹽 1.65 庇、二酸化マンガ 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 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ により、鹽素 25 瓦を發生せしむべき二酸化マンガンの量は

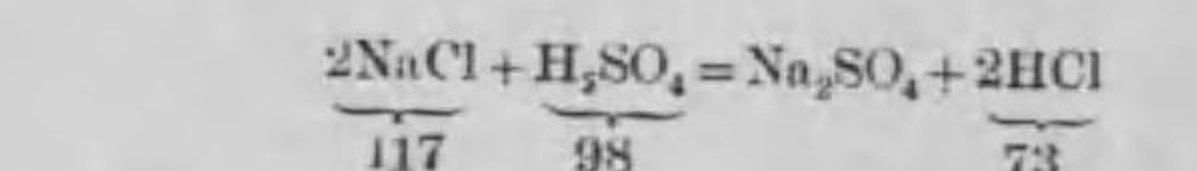
$$25 \text{瓦} \times \frac{87}{71} = 30.6 \text{瓦}$$

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。

$$100 \times \frac{30.6}{35} = 87.4\% \quad \text{答 } 87.4\%$$

- 6.* 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。



$$\therefore \text{鹽化ナトリウム} \dots\dots\dots 100 \text{瓦} \times \frac{117}{73} = 160 \text{瓦}$$

$$\text{硫酸} \dots\dots\dots 100 \text{瓦} \times \frac{98}{73} = 134 \text{瓦}$$

答 NaCl 160 瓦, H₂SO₄ 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 $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ により、

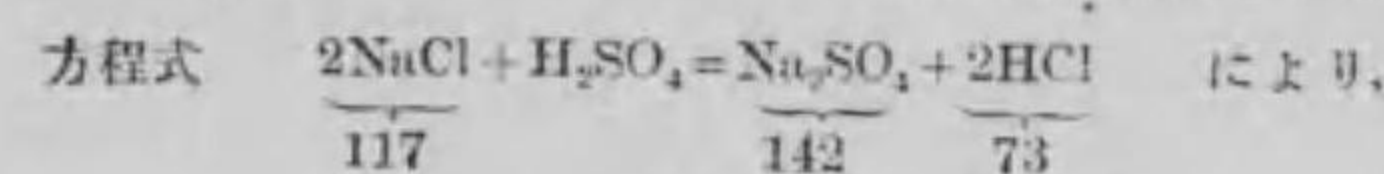


$$2 \times 22.4 \text{立} \times \frac{6}{2 \times 58.5} \times \frac{76}{75} \times \frac{273 + 17}{273} = 2.5 \text{立}$$

答 2.5 立

- 8.* 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 【Br₂】⁽¹⁾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、⁽²⁾3 の比重を有し、-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、

$$32 \times 5 = 160 = 80 \times 2 = \text{Br}_2$$

即ち、Br₂ にて表はさる。

〔臭素水〕臭素は鹽素よりも水に溶解（よく混和すること）し易し。其溶液を

(1) 臭素は又ブロムともいふ。希臘語の惡臭 (βραμως) を意義す。1825 年 Balard 氏の發見にかゝる。

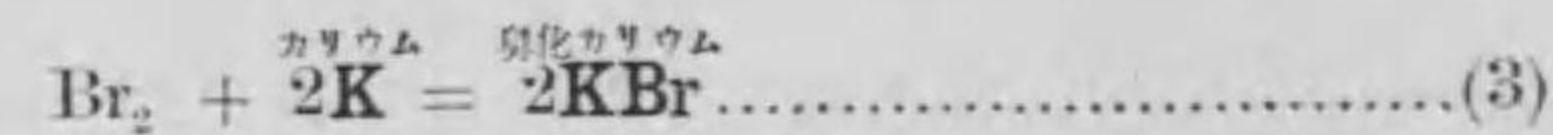
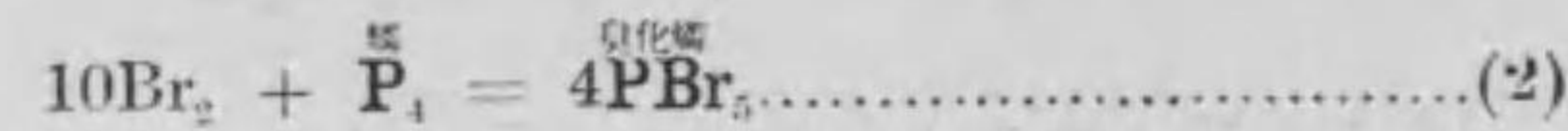
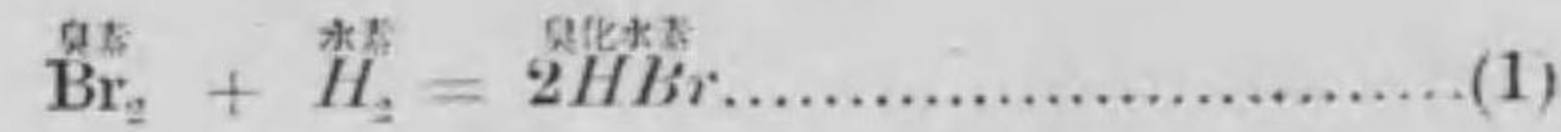
(2) 液狀元素は臭素と水銀との二つのみ。

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。

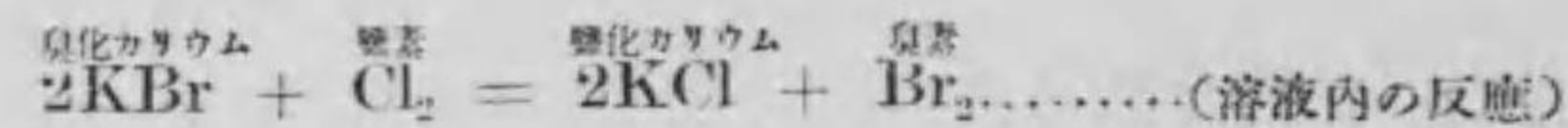
2. 臭素の化學的性質 臭素の化學的性質は殆ど鹽素に

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。

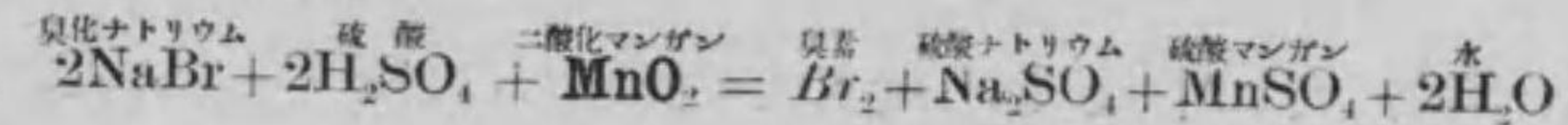


3. 臭素の用途 臭素は臭素水とし、其水素と化合する性

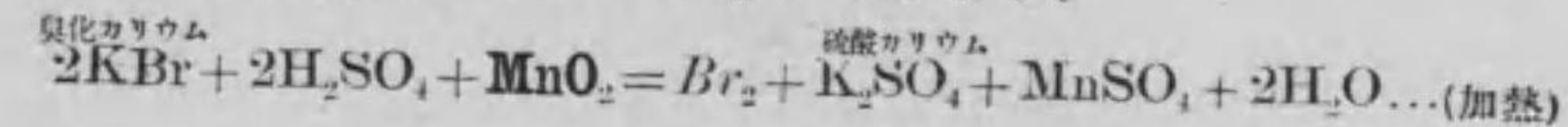
を利用して臭化水素の製造、或は試薬となし、又同様の性質は粘膜を腐蝕せしむるため實布の里亞に於ける塗布、吸入用として醫藥に供せらる。臭化物中の臭素成分は神經を鎮靜せしむるの特効あるが故に、臭素は此目的に使用せらるる臭化カリウムの製造に最も多量に消費せらる。

4. 臭素の製法 〔NaBrより〕臭素は鹽素と同様に其ナトリ

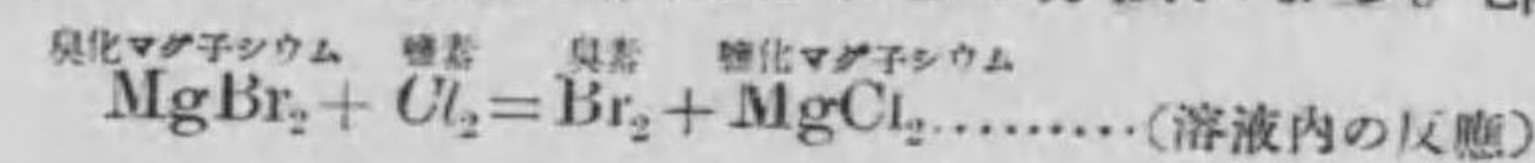
ウム化合物を硫酸と二酸化マンガンを共に熱して分解し、之を蒸溜によりて捕集す。



〔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。



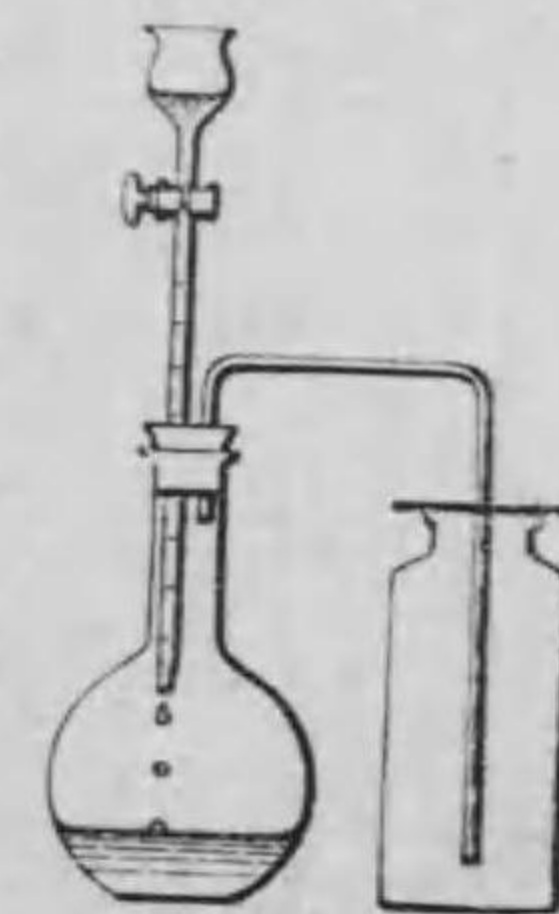
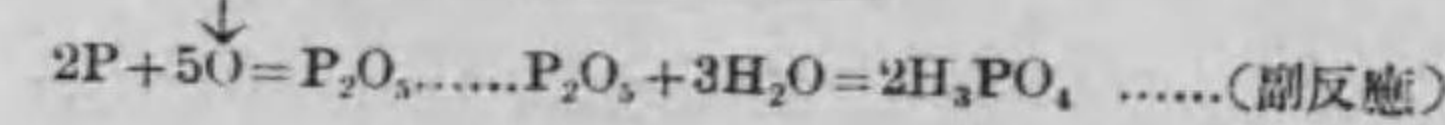
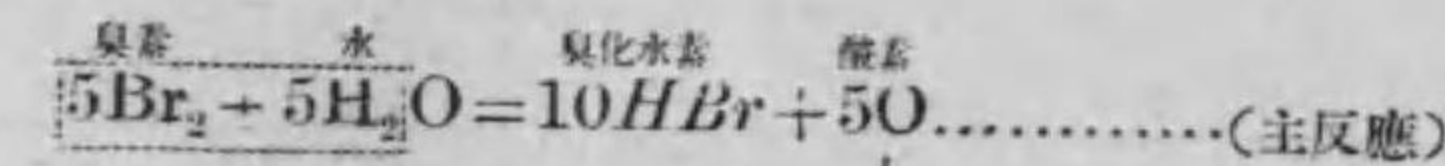
〔MgBr2より〕現今最も多量に臭素を市場に供給せる製法は、臭素の化合力が鹽素よりも弱き性を利用し、臭化マグネシウムの水溶液に鹽素を通じて臭素を驅出せしむる方法による。即ち



5. 臭化水素の製法 〔HBr〕臭化水素は赤磷の存在に於

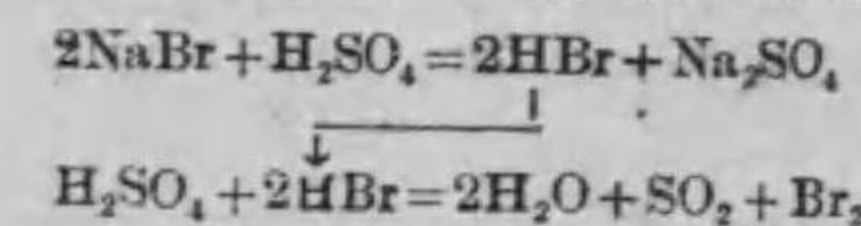
て、臭素を水の水素成分と化合せしめて製す。

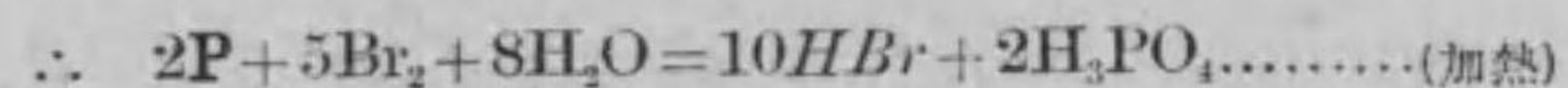
第54圖の如く赤磷の少量と水とを入れたるフラスコに臭素を滴下すれば、劇しき反應を起して臭化水素を發生するが故に、下方置換によりて捕集するを得べし。而して此際に於ける反應は次の如し。



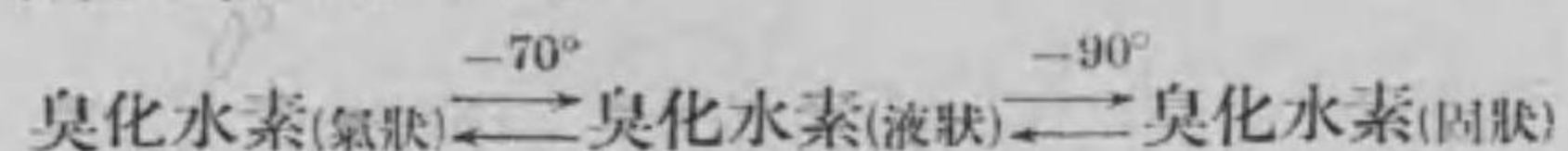
第54圖 臭素と水と赤磷とより臭化水素を製す。

〔註〕臭化水素 HBr は鹽化水素 HCl と同様なる組成を有するに、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、

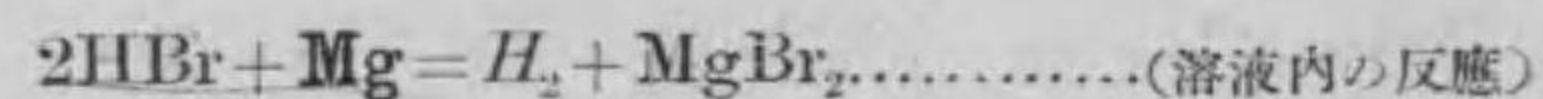




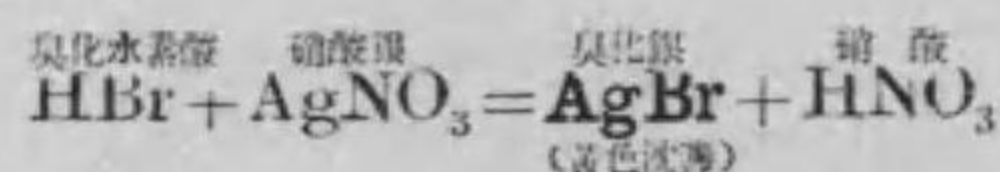
6. 臭化水素の性質 《性状》臭化水素は甚だ鹽化水素に似たる諸性質を有す。即ち刺戟性の臭氣ある無色の氣體にして、 $HBr=81$ の分子量に相當する密度を有し、冷却すれば低温度に至りて液化し或は凝固す。



《溶解》臭化水素は亦濕り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。

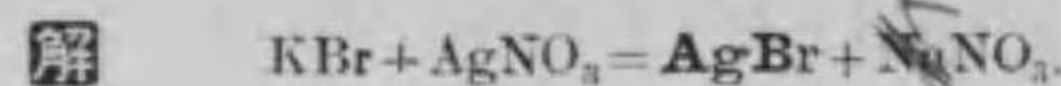


8. 摘要 臭素 $Br=79.92$, 分子式 Br_2 , 原子價 1, 融點 -7.3° , 沸點 59° , 比重 3.2 (液), 蒸氣比重 5.524 (空氣=1)。

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、醫薬とす。
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)

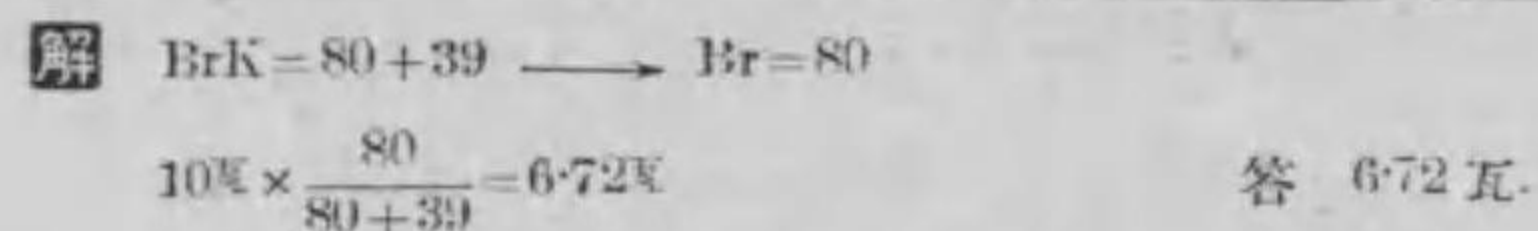
2. 臭化カリウム溶液に硝酸銀を加へたる反應方程式を記せ。



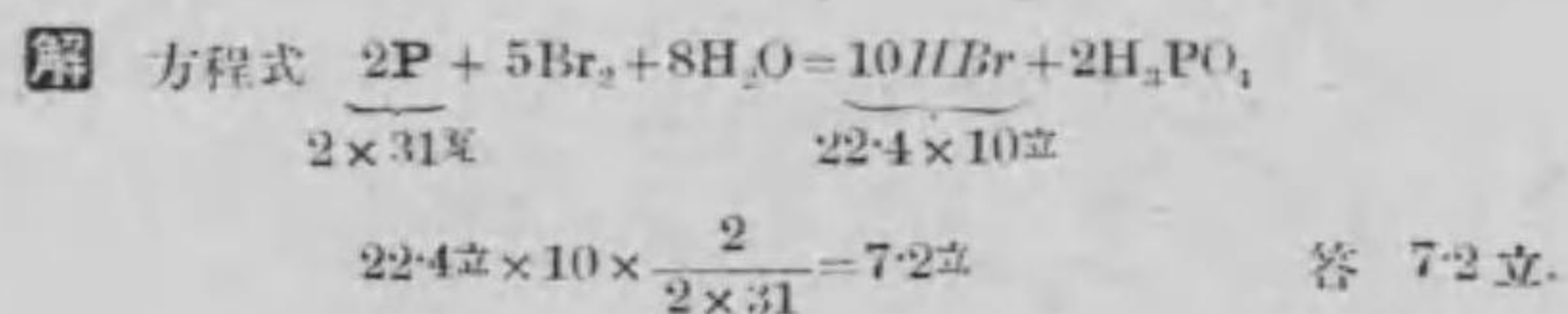
3. 臭化マグネシウムに硫酸と二酸化マンガンを加へて熱するも臭素を遊離す、此反應如何。



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

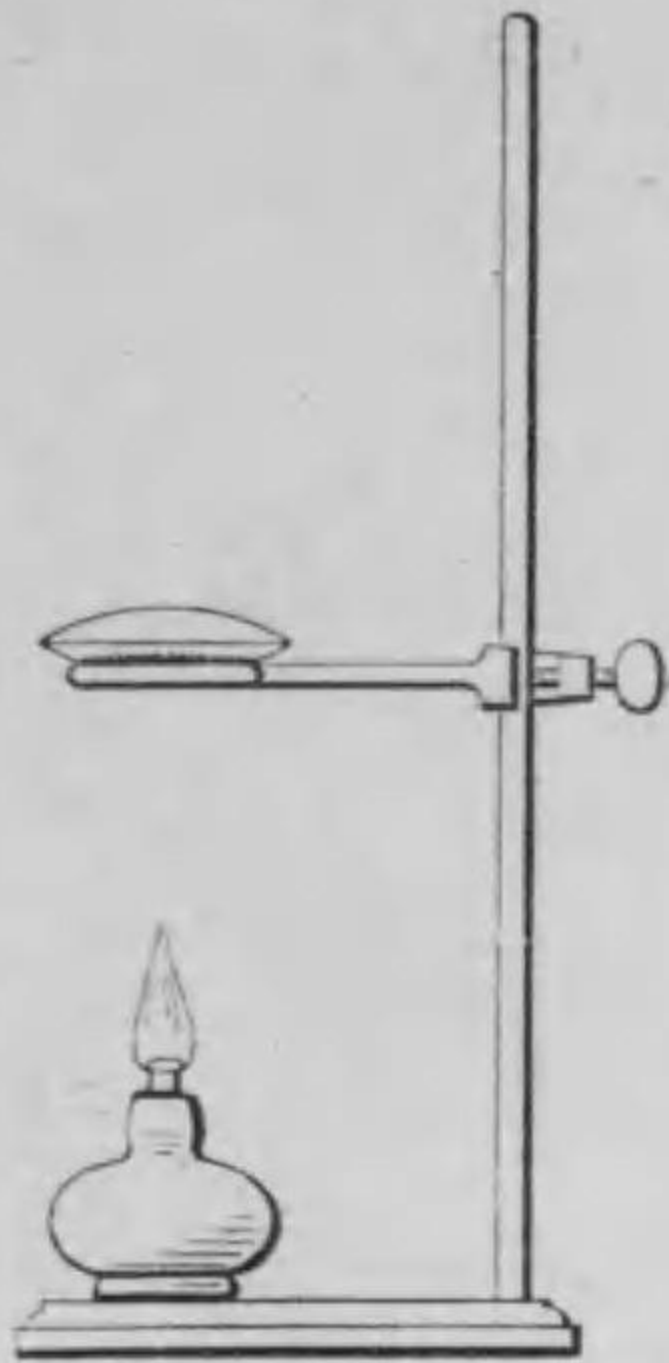
1. 沃素の物理的性質 【 I_2 】《性状》沃素は光澤ある黒紫色の薄片狀結晶をなせる元素にして、水より 5 倍重く、其表面より多少揮發し刺戟性の劇臭を發す。《蒸氣》沃素の沸點は 180° にして融

(1) 沃素は又沃度(ヨード)と稱す、紫色(イオダス)の義なり。1812年 クールトア(Courtois)氏の發見せし元素なり。此元素の記號には I の代りに J を用ふることもあり。

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 I₂ 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⁽²⁾なり。

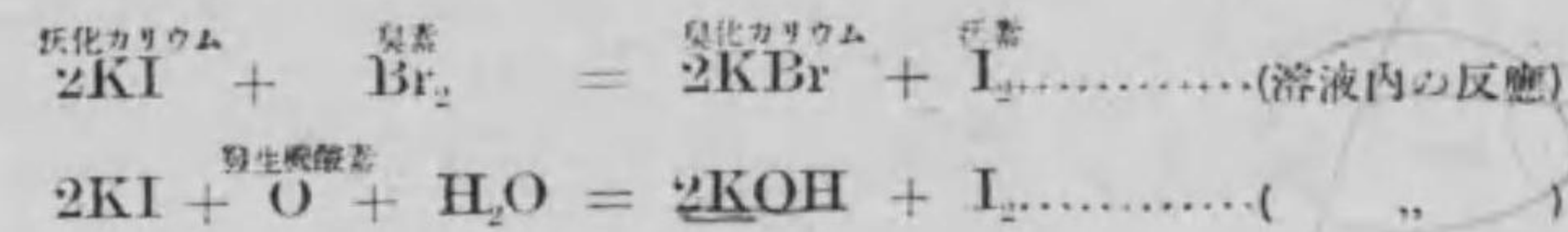
2. **沃素の化學的性質** 《化合性》沃素の化學的性質は甚だ臭素に類似す。然れども臭素より作用弱きこと恰も臭素の作用が鹽素より劣れるに似たり。今黃燐の薄片を覆ふに沃素の數片を以てする時は、暫時の後自ら發火して白煙 (PI₃) を生ずるを見る。沃素は又水銀と化合して沃化水銀に變じ、適當なる方法による時は水素と化合して沃化水素を造る。《沃化物の分解》然れども沃化物例へば沃化カリウムの如きは之より作用強き臭素或は更に作用の烈しき鹽素のために分解せられて沃素を遊離し、發生機⁽³⁾の酸素



第 55 圖—沃素を昇華せしむ。

(2) 丁幾^{チンキ}とは物質の酒精溶液に附けたる藥學上の名なり。
 (3) 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 I₂ は澱粉にて鑑識するを得べし。

によるも同様の分解を惹起す。

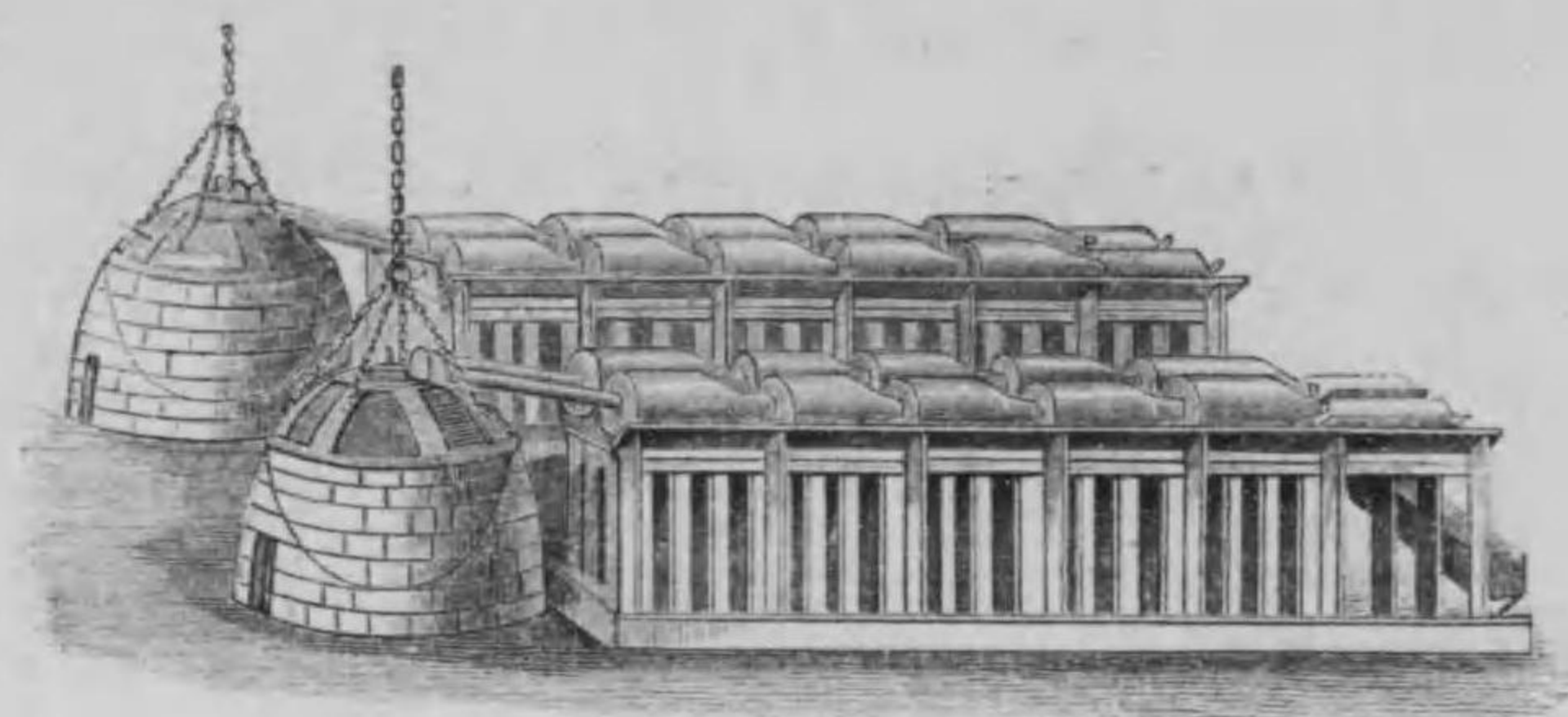


《鑑識》沃素は澱粉(糊)と化合して濃青色の化合物を生ず。之れ沃素の鑑識法に利用せらるる反應にして、隨て又澱粉の鑑識に利用せらるる反應なり。然れども此化合物は熱湯の溫度に於てすら分解して殆んど無色に變ずるが故に、上の反應は常に冷たき糊を用ひて行はしむるを要す。

3. **沃素の用途** 沃素が沃度丁幾⁽⁴⁾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、之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 (CHI₃) 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。

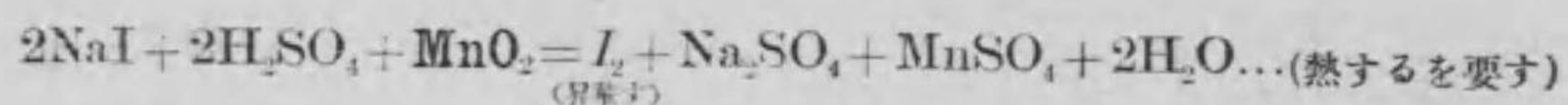
4. **沃素の製法** 《所在》沃素は沃化ナトリウム (NaI) となりて微量に海水中に溶存し、沃素酸ナトリウム (NaIO₃) となりて智利硝石鑛の凡そ 0.3% を成す。【NaI より】海水中に存する沃化物の量は極めて少なけれども、昆布、アラメ等の海草はよく之を攝取するが故に、是等の植物を燒きたる灰は凡そ 1% の沃化ナトリウムを含有するを常とす。故に是等の海草灰の浸出液に硫酸と二

(4) 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。

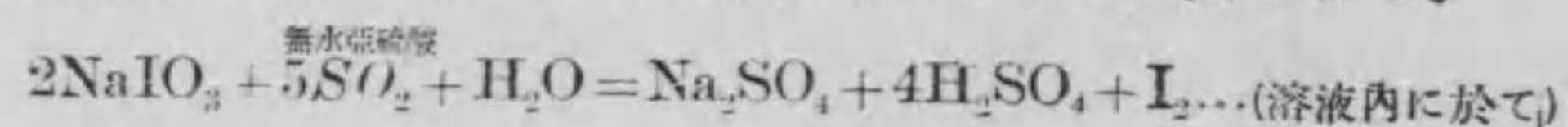


第 56 圖—海草灰の浸出液より沃素を製造す。

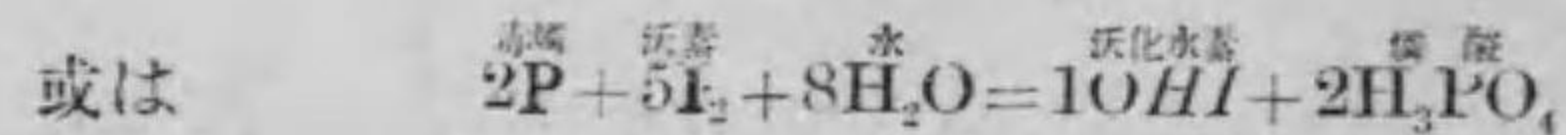
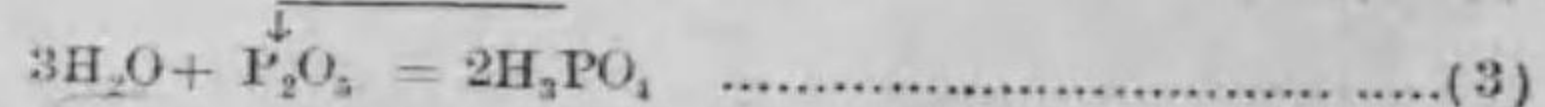
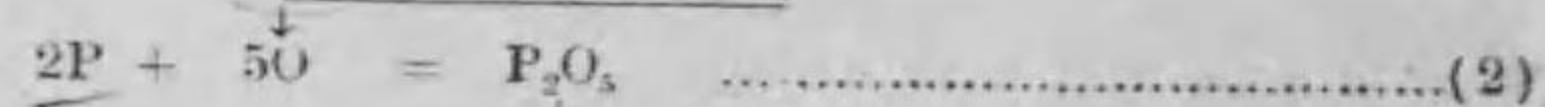
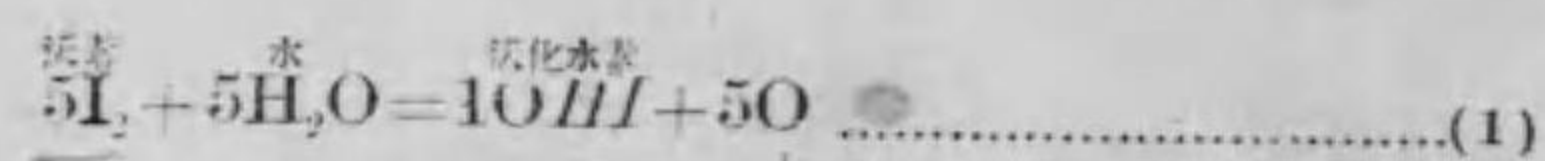
酸化マンガンとを混じて熱し、發生する沃素をば其昇華性を利用して磁製器内に結晶せしむ(5) (第 56 圖)。



(NaIO_3 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亞硫酸を通じて、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水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

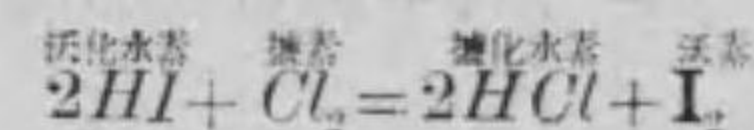
(5) 實驗室にて少量の沃素を製するには沃化カリウムに硫酸と二酸化マンガンとを加へて熱するを可とす。

に水を滴加すべきなり (第 54 圖参照)。

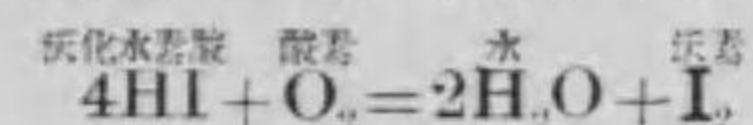
6. 沃化水素の性質 沃化水素は頗る鹽化水素に類する發煙性無色の氣體にして、空氣より 4 倍重く、冷却すれば液體或は固體となり、熱すれば水素と沃素とに解離し、



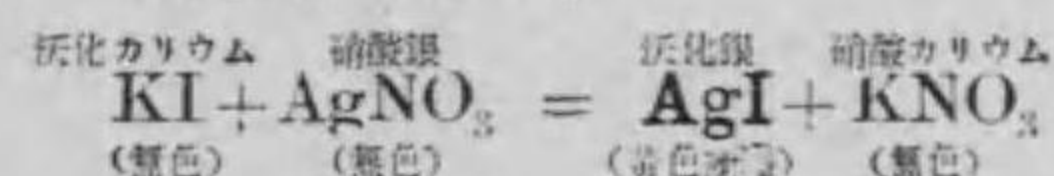
鹽素を作用せしむるも亦、沃素を遊離す。



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_2 , 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_2	沃 素 (Iodine)	NaI に H_2SO_4 と MnO_2 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。	—

9. 問題 1.* 沃素の原料、製法、性質、用途を問ふ(149頁)。
 2. 沃素 100 瓦を製するには沃化ナトリウム或は沃素酸ナトリウムの幾瓦を要するか。

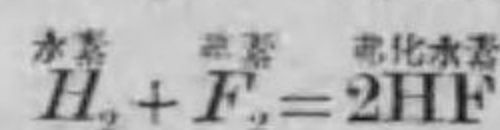
解 KI = 39 + 127 = 168
 ∴ 沃化カリウムの量 = 100瓦 × $\frac{168}{127}$ = 132.3瓦
 NaIO₃ = 23 + 127 + 16 × 4 = 214
 ∴ 沃素酸ナトリウムの量 = 100瓦 × $\frac{214}{127}$ = 168.1瓦

答 132.3 瓦, 168.1 瓦.

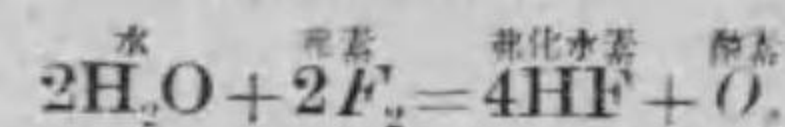
第五節 弗素

1. 弗素の性質 $[F_2]$ 弗素は鹽素より一層淡き緑黄色の氣體にして、-190° に於て黄色の液となり、-230° に至れば氷結す。

《化學的性質》弗素の化學的の諸性質も亦頗る鹽素に類似すと雖も鹽素に比ぶれば其作用著しく強烈にして、之れと化合し難き元素は僅かに酸素、白金等の數種に過ぎざるなり。従つて弗素は水素と暗所に於ても爆發的に化合して弗化水素となり、

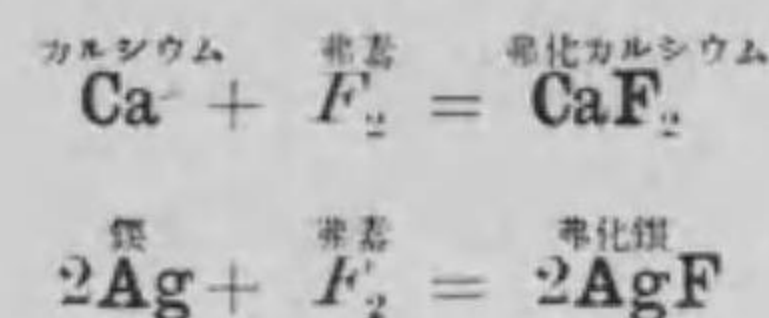


又水の水素成分を奪取して酸素を遊離せしむ。此際遊離する酸素の一部はオゾンと稱する氣體に變ず。



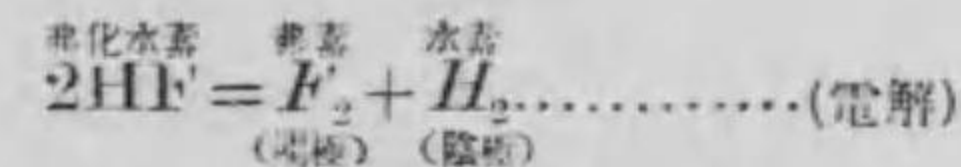
(*) 弗素はフルオールともいふ。1886 年 Moissan 氏初めて之を遊離せり。

又カルシウム、銀等の金屬とも容易に化合して弗化物を生ず。

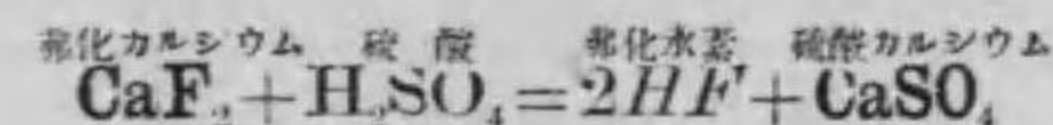


2. 弗素の製法 弗素は天然に螢石(CaF₂)、氷晶石(AlF₃·3NaF)となりて存在す。是等の弗化物は硫酸と二酸化マンガンとを作用せしむるも、又は電氣分解するも弗素を遊離することなし(鹽化物、臭化物、沃化物との差異)。之れ弗素の化合力は甚だ強きが爲め、たとひ遊離するも直に水其他のものと化合するに因るなるべし。

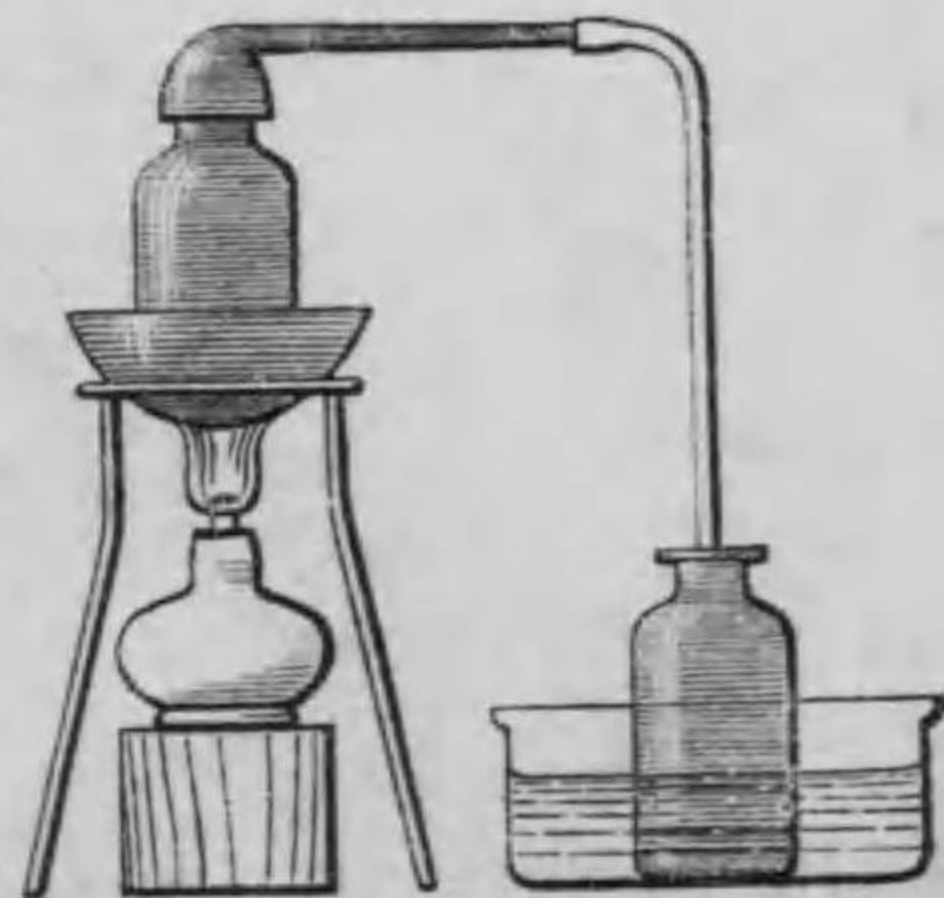
弗素を製するには先づ螢石即ち弗化カルシウムより液狀の弗化水素(水溶液に)を製し、之を白金製の器に入れ低温に保ちつつ電解するにあり。此際液狀弗化水素には弗化カリウム(KF)を溶解して電導性を與ふるを要す。



3. 弗化水素の製法 $[HF]$ 弗化水素は弗化カルシウムに硫酸を加へて温むるとき氣體となりて發出す。通常之を冷して液狀に變ずるか或は水に導きて溶解せしむ。



弗化水素は硝子を侵蝕するを以て、上の反應は通常鉛製の蒸溜器にて行はる(第 57 圖)。



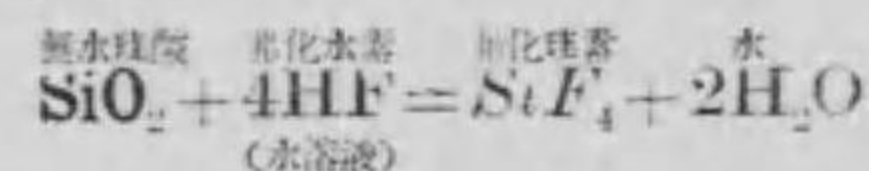
第 57 圖—弗化水素を製す。

4. 弗化水素の性質

〔物理的性質〕弗化水素は無色發煙性の氣體にして、劇臭を有し、極めて有毒なり。其沸點は +19° にあるを以て夏時は氣狀をなすも、冬季に於て液狀をとる。而してその凝固點は -90° の低温にあり。

〔化學的性質〕弗化水素は鹽化水素の如く良く水に溶解して鹽酸に對應する弗化水素酸を生ず。弗化水素酸の濃厚なるものは50%の弗化水素を含み、白金、鉛以外の諸金屬に作用して弗化物を生じ、水素を發生す。然れども其酸性は鹽酸に比して遙かに弱し。

弗化水素酸の最も重要な特性は硝子を侵蝕するにあり。之れ硝子の主成分たる無水珪酸(SiO₂) が弗化水素と化合して弗化珪素と稱する氣體に變ずるによる。



然れども弗化水素は蠟或はゴムに作用せざるを以て、弗化水素酸はグッタペルカと稱する一種のゴムにて製せる壺に貯へらる。

5. 弗化水素の用途

弗化水素の硝子を溶解する性は廣く硝子器(圓筒、ビュレット、ピベット、寒暖計)に度盛を刻するに利用せらる。勿論此操作は蠟の耐性と相待ちて行はるる所にして、先づ硝子の表面に薄く蠟(パラフィン)を施し、尖端を用ひて所要の線或は畫を刻み、その上に弗化水素酸を塗布すれば、蠟の掻き取られて硝子の露出せる部分は數分にして侵蝕せらるるが故に、

(2) Guttapercha はスマトラ島に産する Gutta と稱する植物の傷口より滲出する乳狀物質を凝固せしめたる褐色の物質なり。

(3) 弗化水素酸の皮膚に觸れたるときは直にアムモニア水にて洗滌せざれば治癒し難き傷を生ずる虞れあり。

之を温めて熔融せる蠟を拭ひ去るなり。

弗化水素の化學實驗上に於ける用途は、普通の試薬に溶解せざる珪酸化合物の溶解にあり。

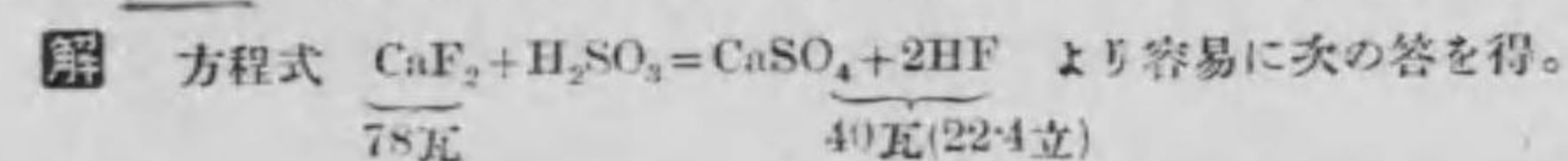
6. 摘要

弗素 F=19, 原子價 1, 分子式 F₂, 沸點 -187°, 融點 -233°, 液狀のもの比重 0.99.

分子式	名 稱	製 法	性 質	用 途
F ₂	弗 素 (Fluorine)	液狀 HF を電 解す。	淡黄色の氣體。 化合力元素中最も強烈 なり。	—
HF	弗化水素 (Hydrogen fluoride)	CaF ₂ を H ₂ SO ₄ にて分解す。	水に溶解して弗化水素 酸となり、SiO ₂ を溶解 す。	硝子の刻 度。珪酸 化合物の 溶解。

7. 問題

1. 弗素の製法、性質を記せ。(154 頁)
- 2.* 弗化水素の製法及び用途を説明せよ。(155 頁)
3. 螢石 10 瓦より製し得べき弗化水素の重量及び體積を求む。



答 5.1 瓦 7.8 立。

第六節 ハロゲンの比較

1. ハロゲン

弗素、鹽素、臭素、沃素の四元素は上に述べ來りたる如く、其化學的の諸性質互に類似せるを以て、是等を一括

(1) ハロゲンは一名造鹽元素と稱す。是等は何れも食鹽に似たる化合物を造るにより此名あり。

してハロゲンと總稱す。今其等の共通なる性質を列挙すれば下の如し。

- (1) ハロゲンは何れも一價の非金属元素なり。
- (2) ハロゲンは何れも水素と直接に化合して、水素化合物 $\text{H}\overset{\text{X}}{\text{X}}$, HCl , HBr , $\overset{\text{X}}{\text{HI}}$ を造る。是等は組成相類似するのみならず、何れも無色の氣體にして水に溶解易く、溶液は酸性反應を呈す。
- (3) ハロゲンは金属と直接に化合してハロゲン化物を造る。例へば其等のカリウム化合物 KF , KCl , KBr , KI は何れも食鹽に似たる可溶性の白色結晶なり。

2. **ハロゲンの比較** ハロゲンは以上の如く類似せる化學的性質を有すと雖も、之を仔細に比較するときは其間におのづから顯著なる差異なしとせず。是等の差異はその原子量と密接なる關係を有し、而かも原子量の増加につれて規則正しき變遷をなすを見る。其關係を比較すれば下の如し。

	弗素	鹽素	臭素	沃素
原子量.....	19	35.5	80	127
差.....		16.5	44.5	47

1. 物理的性質 (イ) 状態 弗素は甚だ液化し難き氣體なれども、鹽素は液化し易く、臭素は液狀をなし、沃素は固體なり。即ち沸點及び融點は原子量大なるもの程高し。

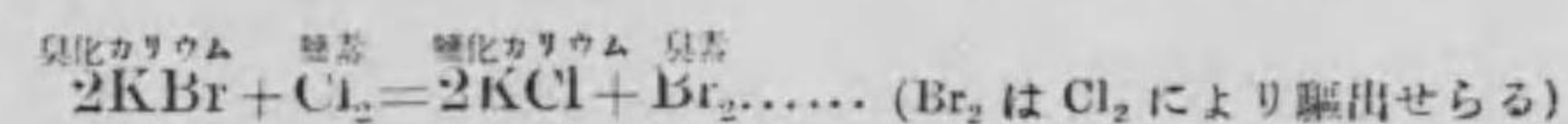
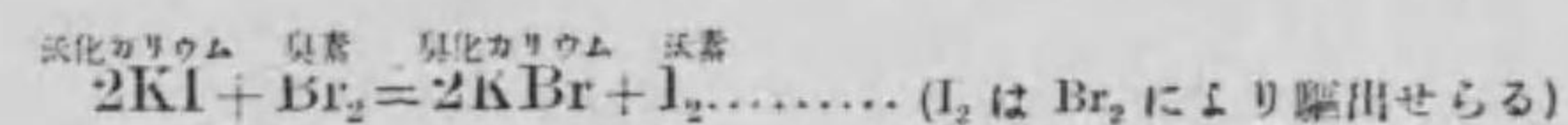
(ロ) 色 弗素は、淡黄綠色、鹽素は黄綠色、臭素は赤褐色、沃素は黒紫色にして、色は原子量の大きなるものほど濃厚なり。

(ハ) 比重 弗素及び鹽素(液狀のもの)、臭素、沃素の比重は 1.1, 1.6,

3.2, 5.0 の如く順次に増加す。

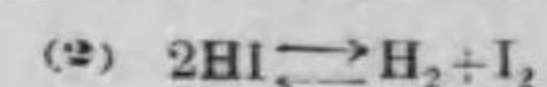
2. 化學的性質 (イ) 水素化合物 ハロゲンの水素と化合する作用は原子量の増加するに隨ひ漸次強さを減ず。即ち弗素は冷暗所に於て猛烈に化合すと雖も、鹽素は日光又は熱の作用を受くるにあらざれば徐々に化合するのみ。臭素及び沃素に至つては、白金の接觸によらざれば完全なる化合をなすこと能はざるなり。従つて弗素は劇烈に水を分解すれど、鹽素は之を徐々に分解し、臭素には此作用なく、沃素の水素化合物は却つて自ら分解して水素を發生せんとする傾向を有す。

(ロ) 金属化合物 ハロゲンが金属と化合する作用も亦その原子量の増加に従ひて遞減し、原子量大なるハロゲンは原子量小なるハロゲンのために金属化合物中より驅出せらる。例へば



(ハ) 酸素化合物 ハロゲンが酸化物を生ずる傾向は一般に甚だ小なり。然れども原子量の大きなるは稍此傾向に富む。例へば弗素は酸化物を生ぜざるも、沃素の酸化物は可なり安定なり。

3. **弗素と他のハロゲン** 上の原子量の關係を一覽せば、鹽素と臭素との原子量の差は略臭素と沃素との原子量の差に等しきも、弗素と鹽素との原子量の差は大に異なりて前者の半ばにも足らざるを見る。此原子量間の關係はまた其化學的性質に



於ても表はる。即ち、

- (1) 鹽素, 臭素, 沃素の水素化合物 HCl, HBr, HI は液化し難き氣體にして, 其水溶液は強酸^(*)なるに, 弗素の水素化合物 HF は寒き時には液状をなし, 且水溶液は弱酸なること。
- (2) 鹽素, 臭素, 沃素は其金屬化合物例へばナトリウム化合物に硫酸と二酸化マンガンを働かしめて遊離するを得るも, 弗素の金屬化合物は此方法によりて分解し得ざるのみならず, 電流によるも分解すること能はず。
- (3) 鹽素, 臭素, 沃素の銀化合物 AgCl, AgBr, AgI は水に溶解せざる物質にして, カルシウム化合物 CaCl₂, CaBr₂, CaI₂ は可溶性なれども, 弗化物は之に反し, 銀化合物 AgF は可溶性にして, カルシウム化合物 CaF₂ は不溶性なること。

4. 摘要 ハロゲンの比較表

	弗素	鹽素	臭素	沃素
原子量	19	35.5	80	127
分子式	F ₂	Cl ₂	Br ₂	I ₂
色	淡黄綠	黄綠	赤褐	黒紫
比重	1.1 (液)	1.6 (液)	3.1 (液)	5.0 (固)
融點	-230°	-102°	7°	116°
沸點	-187°	-37°	60°	184°
化合性	強烈	強	稍強	弱
水素化合物	HF(H ₂ F ₂) (弱酸)	HCl (強酸)	HBr (強酸)	HI (強酸)
銀化合物	AgF [可溶]	AgCl (白色)	AgBr (淡黄色)	AgI (黄色)

5. 問題 1.* ハロゲン元素及び其化合物の性質を比較せよ。 (157頁)

(*) 強酸とは酸性反應強く, 烈しく金屬に作用するをいふ。弱酸は之に反す。

- 2. 弗素は如何なる點に於て他のハロゲンと異なるか。 (159頁)
- 3.* 造鹽元素中酸素及び水素に化合力強きものを挙げよ。

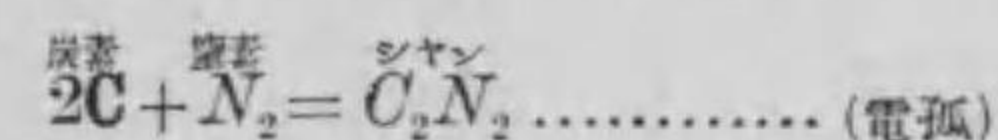
解 沃素は比較的に酸素と化合し易く, 弗素は最も水素と化し易し。

4. 臭化カリウムと沃化カリウムとを識別せよ。

- 解 (1) 各の溶液に硝酸銀溶液を加へ淡黄色の沈澱を生ずるものは臭化カリウムにして, 黄色の沈澱を生ずるは沃化カリウムなり。
- (2) 各に硫酸と二酸化マンガンを加へて熱するに, 赤褐色の氣體を發するものは臭化カリウムにして, 紫色の蒸氣を發するものは沃化カリウムなり。

第七節 シヤン 基 示 性 式

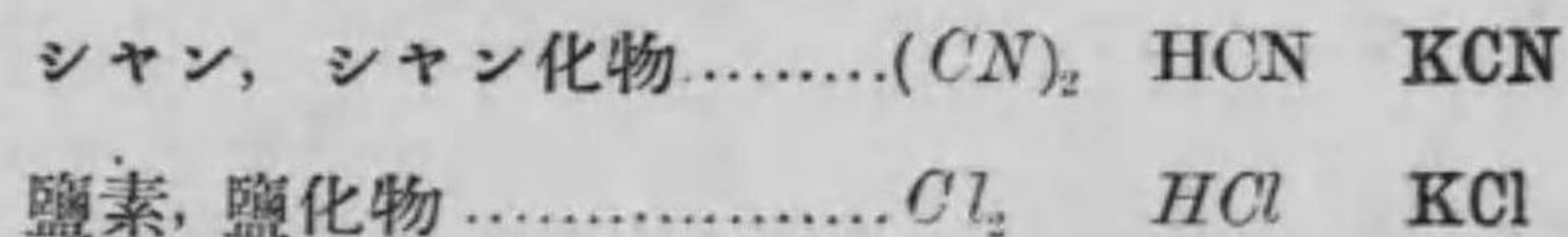
1. ~~シヤン~~ 【C₂N₂】《生成》炭素は甚だ高き温度に於ては窒素と化合して, シヤンと稱する特異の臭氣ある無色の氣體を生ず。



《性質》シヤンに點火すれば赤紫色の焰をあげて燃焼し, 無水炭酸を生じて, 窒素を遊離す。

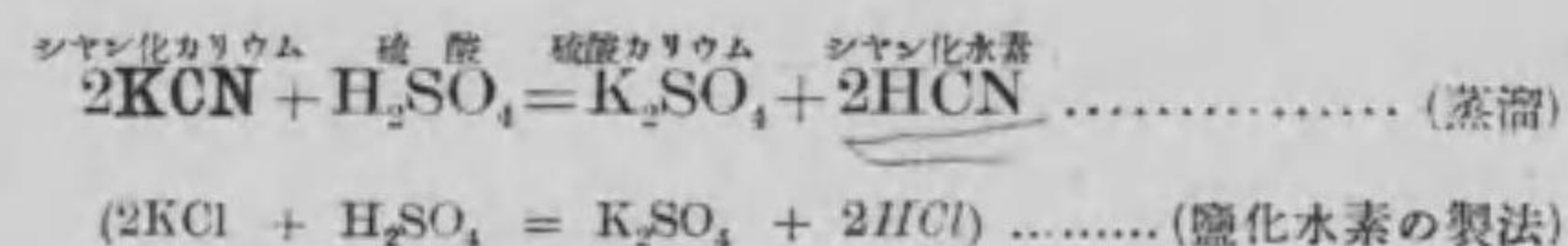


シヤンの化學的性質はハロゲン中殊に鹽素に酷似し, 鹽化物に相當するシヤン化合物を生ず。例へば



2. シヤン化水素 【HCN】《製法》シヤン化水素はシヤン

化カリウムと稱する白色の固体に硫酸を加へて熱し、蒸溜法によりて製せらる。



〔性質〕シアン化水素は鹽化水素に異なり、常温に於ては無色の液体をなし、27°にて沸騰し、-15°にて凝固す。其水溶液はシアン化水素酸、又は青酸⁽¹⁾と稱せらるる弱酸性の酸にして、甚だ有毒なり。是れ此物は血液の酸化作用を抑止する生理作用を呈するに因る。

〔用途〕シアン化水素の凡そ2%を含む水溶液は呼吸器病或は皮膚洗滌用として醫藥に供せらる。

3. 基 〔定義〕 化學變化に際し分離することなくして、一物質より他物質に移る、二種以上の元素より成れる元素の一團を

基と稱す。例へば上のシアン化水素製取の反應に於ける方程式に於て、(CN)なる元素の一團はK(CN)よりH(CN)に移り、(SO₄)はH₂(SO₄)よりK₂(SO₄)に移るが故に、此二つは何れも基なり。而してCNをシアン基といひ、SO₄を硫酸基といふ。

基は遊離し得べき物質にあらずして、唯單に其基を含む化合物が如何なる反應を呈すべきかを簡單に表はす所の一種の化學記號たるに過ぎざるなり。例へば化學式中にSO₄基を有するもの水溶液は何れも鹽化バリウム (BaCl₂) の水溶液に遇ひて白色沈澱

(1) シアン化水素は其鹽に青色化合物 (フェロシアン化鐵) あるが故に其水溶液に青酸の名あり。
(2) 又は根ともいふ。

を生ずることを表はすが如し。

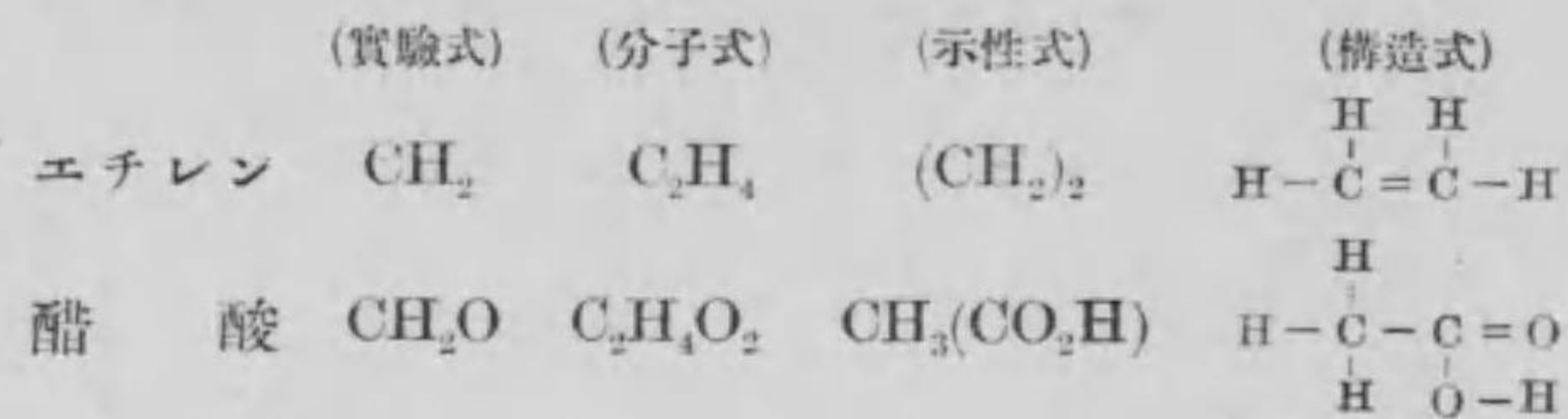
〔基の價〕基にも亦元素の原子價に相應する價あり。CN基はH(CN)の如く水素1原子量と化合するが故に1價にして、SO₄はH₂(SO₄)により2價なるを知るを得べし。下に掲ぐる基は極めて重要なもののみなるを以て其記號及び價を記憶するを要す。

(名稱)	(記號)	(構造式)
<u>1 價の基</u> 水酸基(陰性)	OH	-O-H
硝酸基(陰性)	NO ₃	-O-N $\begin{matrix} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{matrix}$
醋酸基(陰性)	CH ₃ CO ₂	$\begin{matrix} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{O}- \end{matrix}$
シアン基(陰性)	CN	-C≡N
アモニウム基(陽性)	NH ₄	$\begin{matrix} \text{H} \\ \\ -\text{N} \\ \\ \text{H} \end{matrix}$
<u>2 價の基</u> 硫酸基(陰性)	SO ₄	$\begin{matrix} -\text{O} & & \text{O} \\ & \diagdown & / \\ & \text{S} & \\ & / & \diagdown \\ -\text{O} & & \text{O} \end{matrix}$
亞硫酸基(陰性)	SO ₃	$\begin{matrix} -\text{O} & & \text{O} \\ & \diagdown & / \\ & \text{S} & =\text{O} \\ & / & \diagdown \\ -\text{O} & & \end{matrix}$
炭酸基(陰性)	CO ₃	$\begin{matrix} -\text{O} & & \text{O} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} & =\text{O} \\ & / & \diagdown \\ -\text{O} & & \end{matrix}$
<u>3 價の基</u> 磷酸基(陰性)	PO ₄	$\begin{matrix} -\text{O} & & \text{O} \\ & \diagdown & / \\ & \text{P} & =\text{O} \\ & / & \diagdown \\ -\text{O} & & \end{matrix}$
硼酸基(陰性)	BO ₃	$\begin{matrix} -\text{O} & & \text{O} \\ & \diagdown & / \\ & \text{B} & \\ & / & \diagdown \\ -\text{O} & & \end{matrix}$

4. 示性式 〔定義〕 化學式に於て如何なる基が含まるかを表はす式を

示性式と稱す。これ基は物質の呈すべき反應を表示せる記號たるを以て、此式を一見して略其性質を推知し得べければなり。例へば水の分子式はH₂Oにして、其示性式はH(OH)なり。

凡そ一物質を分析して其組成を定むるを得ば、直に之を實驗式にて表はし、次に分子量を定めて分子式を求め、更に反應を検した後、之を示性式若しくは構造式にて表はすを常とす。かるが故に構造式は一物質の組成、分子量及び性質を示す最も完全なる化學式なりと知るべし。今一二の物質を例にとりて此四式を示すに次の如し。



5. 摘要 シャン基

分子式	名稱	製法	性質	用途
C ₂ N ₂	シャン (Cyanogen)	炭素と窒素とを高温にて化合せしむ。	可燃性の氣體。	—
HCN	シャン化水素 (Hydrogen Cyanide) (青酸)	HCN を H ₂ SO ₄ にて分解す。	無色、可溶性、有毒の液體。	醫藥。

定義

基(根) (Radical)	化學變化に際し分解することなくして一化合物より他の化合物に入る原子團なり。
示性式 (Rational formula)	如何なる基が含まるゝかを表はせる化學式をいふ。

6. 問題 1.* 實驗式、分子式、示性式、構造式の區別を

説明すべし。

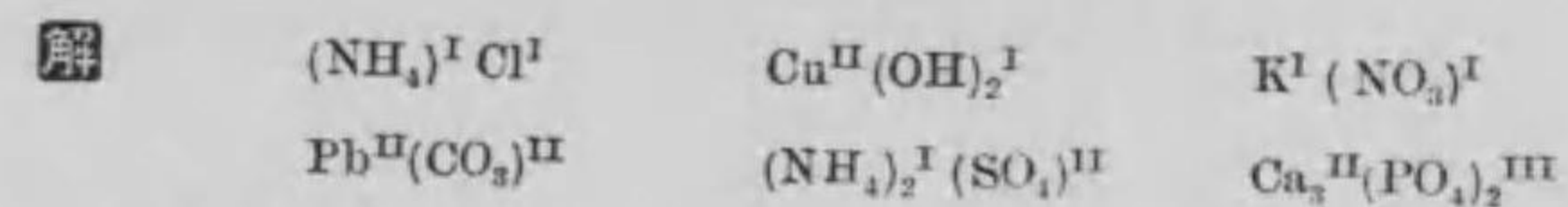
(111, 133, 163 頁)

2.* 基とは何ぞ。

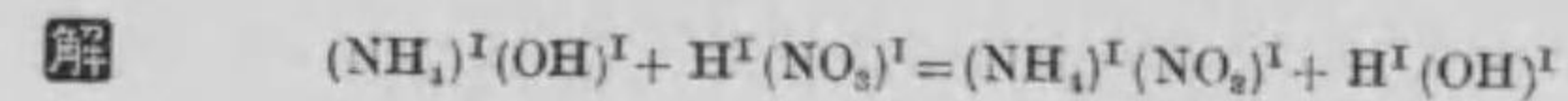
(162 頁)

3. 元素及び基の價を知りて次の各物質の化學式を作れ。

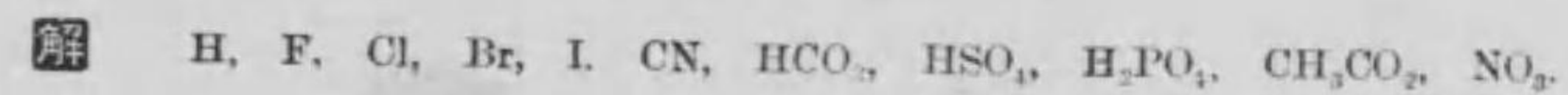
鹽化アムモニウム 水酸化銅 硝酸カリウム 炭酸鉛
硫酸アムモニウム 磷酸カルシウム



4. 水酸化アムモニウムに硝酸(HNO₃)を加ふれば、硝酸アムモニウムと水とを生ずることを方程式にて示せ。



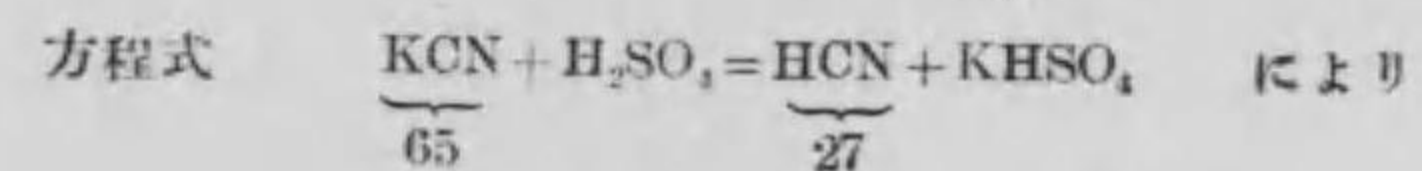
5. 一價の非金属及び一價の基を列挙せよ。



6.* 100 分中 2 分の HCN を含むシャン化水素の水溶液 250 瓦を得るには幾瓦のシャン化カリウムを要するか。

解 求むる水溶液中の HCN の量は

$$250 \text{瓦} \times \frac{2}{100} = 5 \text{瓦}$$

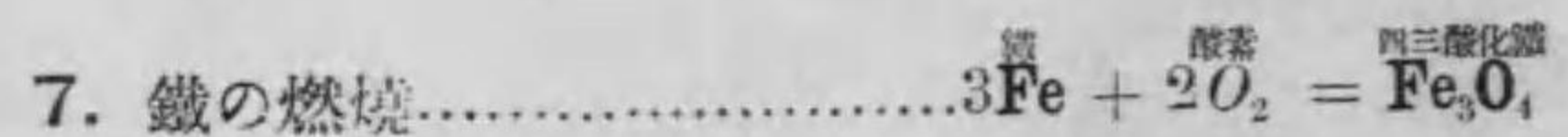
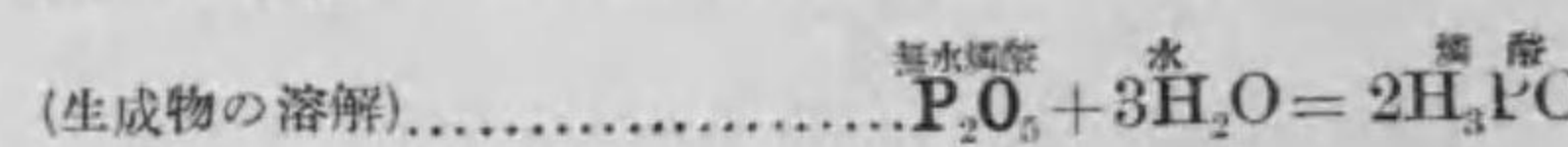
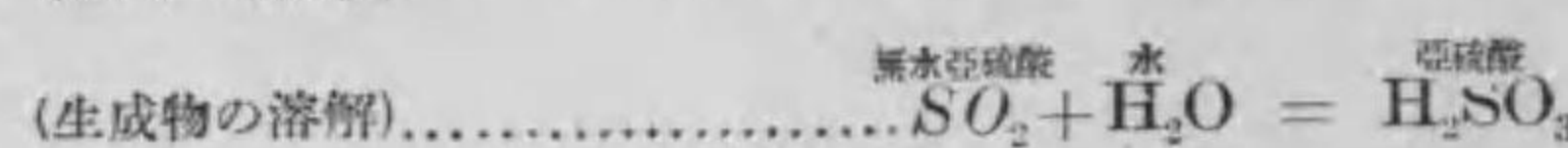
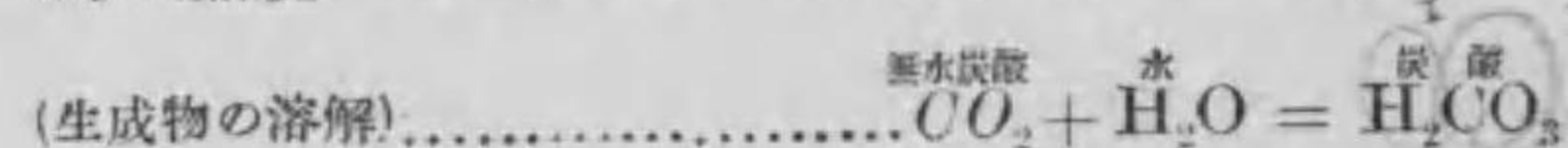
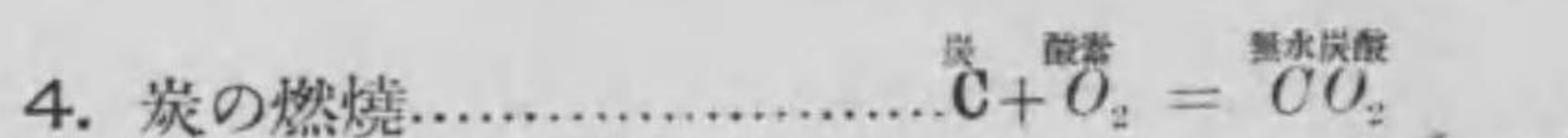
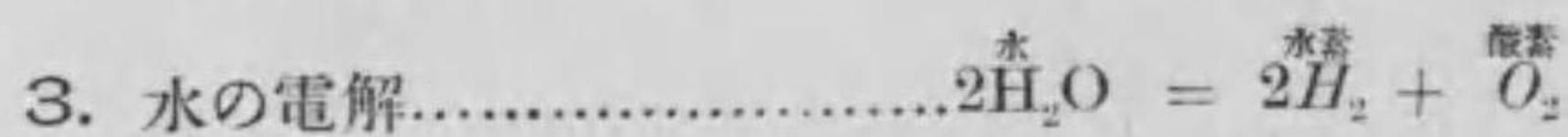
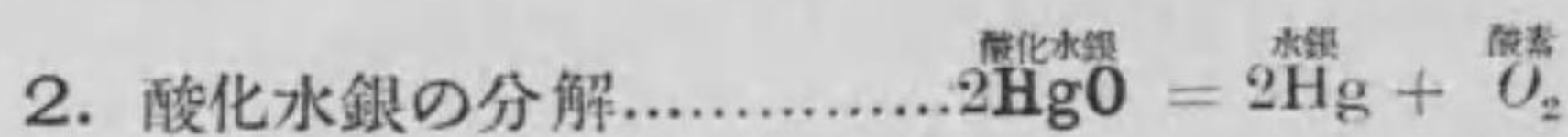
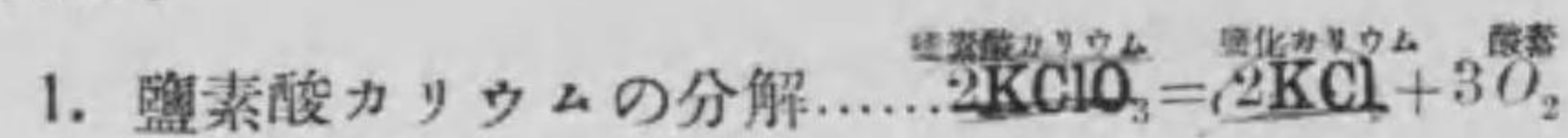


$$\text{KCN の量} = 5 \text{瓦} \times \frac{65}{27} = 12 \text{瓦} \quad \text{答 12 瓦.}$$

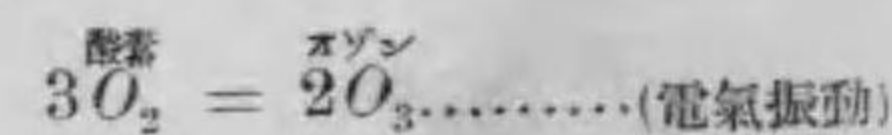
第二章 二價元素

第一節 酸素

1. **酸素** $[O_2]$ 酸素の反応を表はす主なる方程式は下の如し。

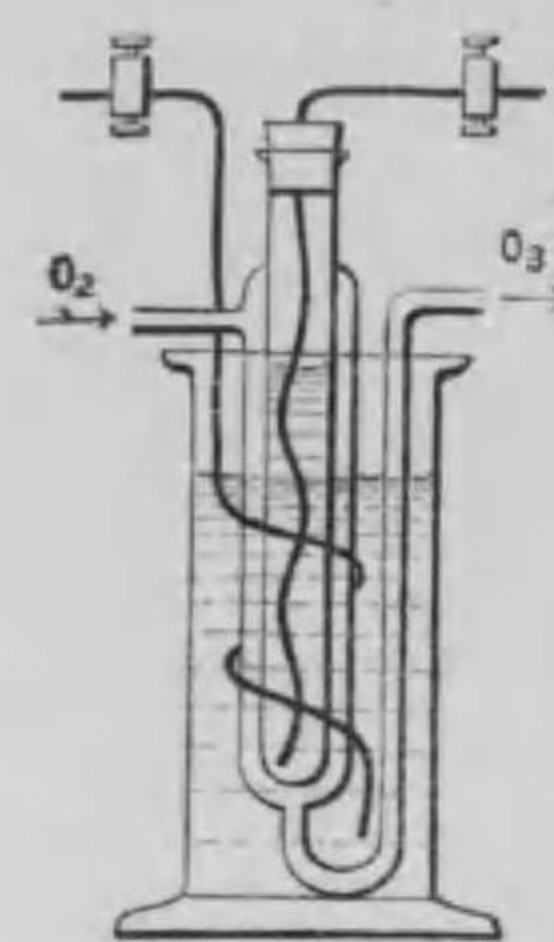


2. **オゾン** $[O_3]$ 《製法》酸素は電氣振動の影響を受けオゾンと稱する物質に變ず。



(*) 酸素に關する詳細は第6頁を参照すべし。

(**) オゾンは臭の義なり。



第58圖—電氣振動により酸素をオゾンに變ず。

第58圖の如く二重になれる管の内外にある稀硫酸に、感應コイル^(*)によりて起る一種の強烈なる電氣を與へつつある間は其二重の壁間に一種の電氣的變化を呈するを以て、此處に酸素を通ずれば其一部^(**)はオゾンに變じ、酸素と混じて出て來る。

《生成》オゾンは又、(1) 黄燐を半ば水に沈め置くと、(2) 松杉の樹脂が酸化するとき、(3) 水の蒸發するとき、(4) 弗素が水を分解するとき、(5) 過マンガン酸カリウムに濃硫酸を加ふるとき、(6) 雷鳴の時などに於て生成するものにして、上の數種の場合には自然界に絶えず行はるるがため、大氣は常に微量のオゾンを含有す。

《物理的性質》オゾンは所謂なま臭き臭ひある無色の氣體にして、僅かに水に溶解す。液狀空氣を以て之を冷却すれば、濃青色の液狀オゾンに變ず。

《化學的性質》オゾンは酸化せらるべき物質の存在に於て、容易に酸素と發生機^(*)の酸素とに分解して、



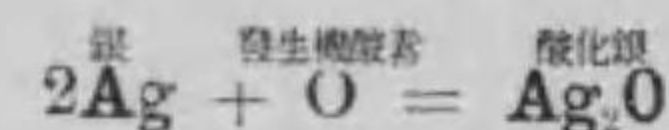
他物質を烈しく酸化す。例へば銀箔はオゾン中に於いて褐色の

(*) 感應コイルは電氣振動を生ぜしむる器械にして、兩極間の電位差は3000—6000ボルトなり。オゾン管の二重壁間に起る現象を又無聲の放電ともいふ。

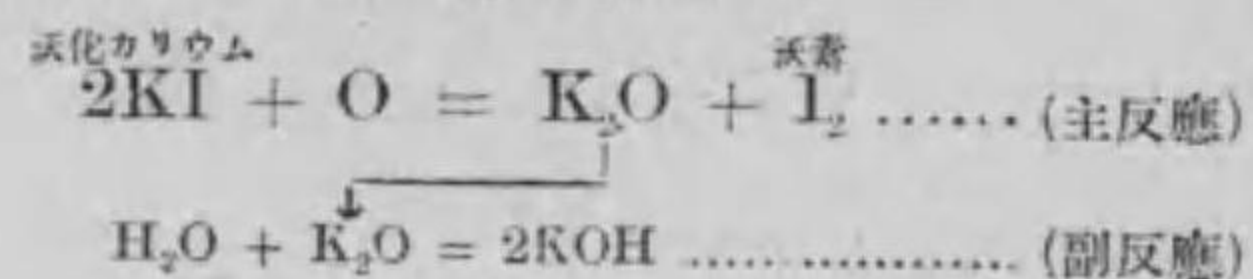
(**) 稀硫酸は電導體として用ひらるゝのみならず、此變化により發生する熱を吸収してオゾンの分解を防ぐ作用をなす。

(*) 發生機の酸素(O)とは原子の状態にある酸素なりと考へらる。而して原子は遊離し得るものにあらざるが故に直に他の原子と結合するなり。

酸化銀に變じ、



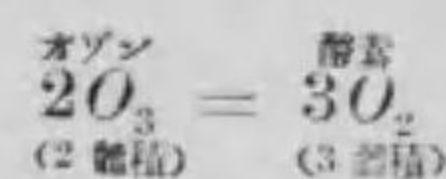
沃化カリウムは酸化せられて沃素を遊離す。



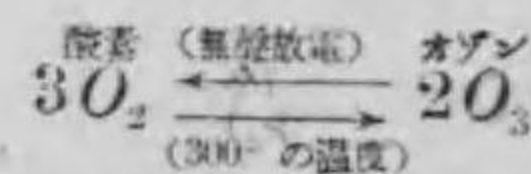
而して沃素は澱粉に遇ひて藍青色を呈するが故に、上の反應に基き沃化カリウムを混じたる澱粉にて濡せる紙はオゾンの鑑識に用ひらる。

《用途》オゾンは其強力なる酸化性を利用し、飲料水の殺菌、繊維及び澱粉の漂白、香油の製造等に使用せんがため、盛に電氣的方法によりて製出せらる。

3. **同素體** オゾンを 300° 以上に熱したる硝子管を通過せしむれば、悉く變じて酸素となる。



又オゾンは逆に酸素より製出せらるるが故に、



オゾンと酸素とは同一元素なること明らかなり。然るにオゾンは酸素に比し、密度に於て 1.5 倍大なるのみならず、化學作用も亦著しく強烈にして之を酸素と同物質なりとするを得ず。かく同一

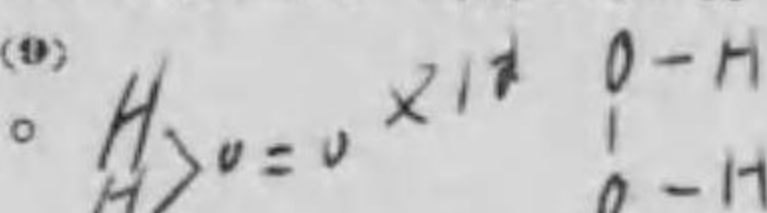
(4) 此紙を沃化加里澱粉紙と稱し、實驗室測候所に於て常にオゾンの檢出に用ふ。
 (7) 此方法によるときは微菌は酸化して死滅し、且オゾンは酸素となりて逸出して何等有毒物を残さざるの利あり。

O₃ = O₂ + O

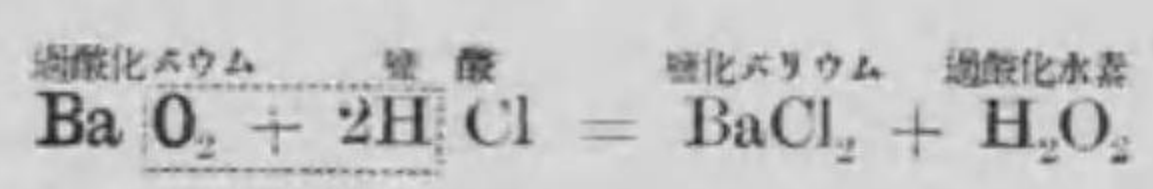
元素にして全く性質の異なるものを同素體と稱す。而して同素體の特徴は、

- (1) 其等が互に變遷し得らるること。
- (2) 其等の同一量を夫々他物質の同一量と反應せしむる時は何れも同じ物質の同一量を生ずること。

とにあり。オゾンと酸素とは上の如く互に變遷し得らるるのみならず、其一定量が他物質例へば炭素の一定量を酸化して無水炭酸の一定量を生ずること酸素に於けると等し。

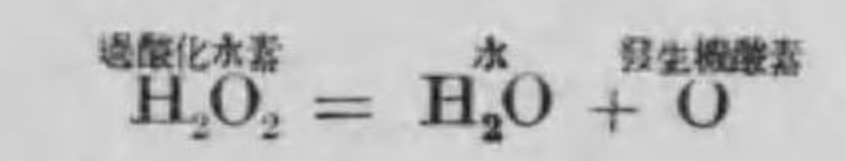


4. **過酸化水素** $[\text{H}_2\text{O}_2]$ 《製法》酸素と水素とは水の外、過酸化水素と稱する化合物を生ず。此物質は過酸化バリウムに稀鹽酸を作用せしめて製せらる。



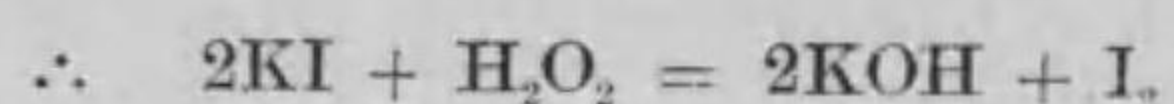
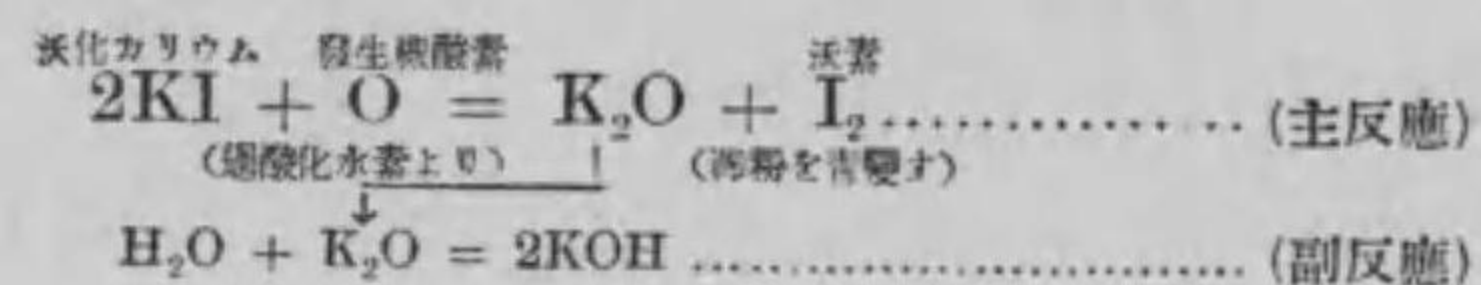
過酸化水素は又、水の蒸發によりて自然に生成するものなり。

《性質》過酸化水素は無色粘稠の液にして、1.5 の比重を有し、酸化せらるべき物質の存在するか、或は觸媒の作用によりて容易に酸素を放出す。

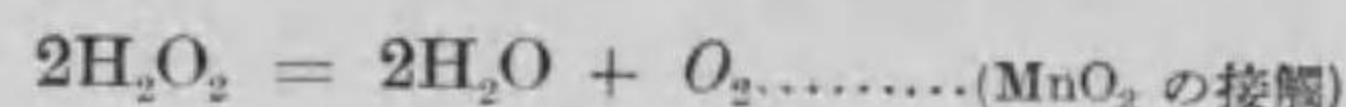


(*) オゾンは 3000° 以上に於て安定なる元素にして、酸素は常温に於て安定なる元素なり。
 (9) オゾンの酸素と性質を異にせるは其含有せる化學的エネルギーの量の多少にあり。
 (10) BaO は酸化バリウム、BaO₂ は過酸化バリウム。
 (11) 無水過酸化バリウムは硫酸に作用し難きにより、此變化には硫酸を用ふるは不可なり。

故に亦オゾンの如く沃化カリウム澱粉紙を青變し、



二酸化マンガンを逢ひて分解し、盛に酸素を發生す。



〔用途〕過酸化水素の用途はその發生機の酸素の酸化作用にあり。而も其液體なるがため取扱上の便あることに於て大にオゾンに優るのみならず、一方に於て漂白作用鹽素の如く強盛ならざるが故に、鹽素に耐えざる象牙、羽毛、海綿等の漂白に最も多量に供せらる。此目的に向つて過酸化水素は 30% 水溶液としてパラフィン⁽¹²⁾を布ける硝子壺⁽¹³⁾に貯へ、之を 3% に稀釋して使用するを常とす。此物は又黒變せる油繪の復色に用ひ、或は糖尿病、癩癩、皮膚病、創傷等に藥用す。又彼の所謂木綿晒しと稱し綿布を河原に擲げ、絶えず水を打ちて漂白せしむるは、水の蒸發により生成せる過酸化水素の漂白性を利用するに外ならず。

5. 摘要 酸素 O=16.00, 分子式 O₂, 原子價 2. (第 12 頁参照)

(12) 此液は Perhydrol と稱せらる。
 (13) 壺内をパラフィンにて被ふは硝子が過酸化水素の分解を促す作用を防がためなり。
 (14) 油繪具の黒色 (SPb) に變じたるものを過酸化水素にて酸化して白色 (PbSO₄) となすなり。

分子式	名 稱	製 法	性 質	用 途
O ₂	酸 素	(12 頁)	—	—
O ₃	オゾン (Ozone)	酸素に電氣振動を作用せしむ。	殆んど無色の氣體。惡臭あり。酸化作用を呈す。	飲料水の消毒。
H ₂ O	水	(34 頁)	—	—
H ₂ O ₂	過酸化水素 (Hydrogen peroxide)	BaO ₂ を HCl にて分解す。	無色粘稠の液體。酸化作用強し。	色素の漂白。醫藥。

定 義

同 素 體 (Allotrope) 含有するエネルギーの量の異なるがため其性質を異にする元素をいふ。

6. 問 題 1.* オゾンに就き知る所を記せ。 (166 頁)
 2.* 發生機の元素とは如何なるものか。 (54, 167 頁)
 3.* 同素體を説明せよ。 (169 頁)
 4.* 過酸化水素の製法性質用途を説明すべし。 (169 頁)
 5.* 16.5° 735 耗の時の水素 2.21 立を完全に燃焼せしむるに要する酸素は幾瓦の鹽素酸カリウムより得らるるか。

解 與へられたる水素の標準狀況に於ける體積は

$$2.21 \text{立} \times \frac{735}{760} \times \frac{273}{273+16.5} = 2.0 \text{立}$$

故に之を水に變ずるに要する酸素は其 $\frac{1}{2}$ 體積、即ち 1 立なり。故に鹽素酸カリウムの量は

$$\begin{array}{l} \text{方程式} \quad 2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \quad \text{により} \\ \quad \quad \quad 245 \text{瓦} \quad \quad \quad 22.4 \text{立} \\ \quad \quad \quad 245 \text{瓦} \times \frac{1}{22.4} = 11 \text{瓦} \quad \quad \text{答 11 瓦} \end{array}$$

6. 100 c.c. の酸素に電氣振動を與へたるに其體積 99 c.c. に減じ、之をテレピン油に通じて生成せるオゾン⁽¹⁾を吸收せしめたるに、97 c.c. の酸素を残留せり。オゾンの分子式を作れ。

【解】 オゾンに變化せる體積 = 100 c.c. - 97 c.c. = 3 c.c.

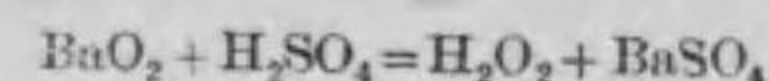
生じたるオゾンの體積 = 99 c.c. - 97 c.c. = 2 c.c.

即ち 3 c.c. の酸素は收縮して 2 c.c. のオゾンに變じたるにより、オゾンの密度は酸素の $\frac{3}{2}$ 倍なり。故に

$$\text{オゾンの分子量} = 32 \times \frac{3}{2} = 48 = 16 \times 3 = O_3 \quad \text{答 } O_3$$

7. 過酸化水素の 3% 溶液 200 瓦を製するに要する原料幾何。

【解】 100 瓦の溶液中には $200 \times 0.3 = 60$ 瓦の過酸化水素を含有するにより、次の方程式より二原料の重量を得。但し鹽酸の代りに硫酸を用ひたり。



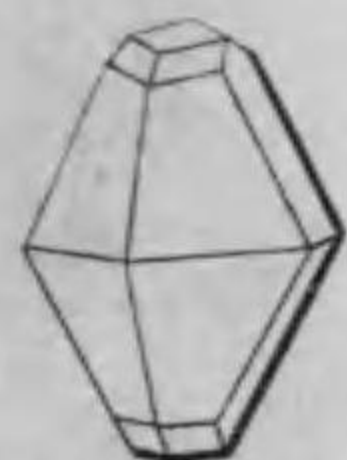
答 過酸化バリウム 300 瓦、硫酸 178 瓦。

第二節 硫 黃

1. 硫黃の物理的性質 [實驗式] [S] 1. 固狀の硫黃

硫黃は常溫に於て黄色の脆弱なる塊をなし、極めて良好なる不電導體なり。故に之を毛布にて摩擦するときは容易に發電して、輕き物體を吸引する性を帯ぶるに至る。硫黃は水と振盪するも毫も溶解せざれども、硫化炭素には黄色を呈して容易に溶解す⁽¹⁾。而して硫黃は溫度の高低に従つて次の三種の同素體を成す。

〔八面硫黃〕硫黃の硫化炭素溶液を時計皿に移して放置するときは、硫化炭素は揮發して美麗なる黄色斜方八面體に結晶せる硫黃を残留す⁽²⁾。之を八面硫黃或は斜方錐硫黃と稱す。此物は 2.07 の比重、115° の融點を有し、硫黃の常溫に於ける最も

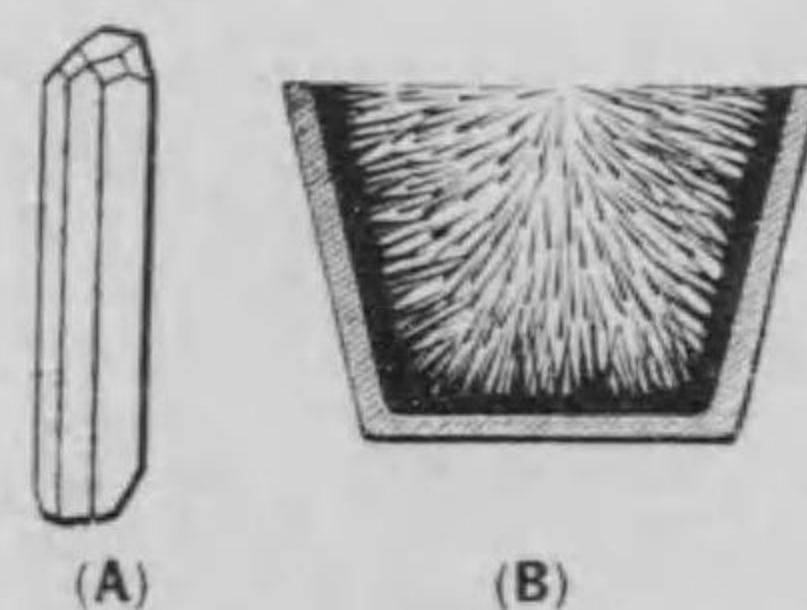


第 59 圖—硫黃の八面(斜方錐)結晶。

(1) 硫化炭素は其 $\frac{1}{2}$ 量の硫黃を溶解す。

安定なる形態なりとす。随つて硫黃の天然に産出するもの、及び永く放置せるものは何れも此形態を取る。八面硫黃を 95° 以上に熱すれば透明度を失ひ、稍暗色にして脆弱なる針狀結晶の形態に變ず。

〔針狀硫黃〕針狀硫黃は針狀に結晶(或は柱狀の結晶ともいふ)し、硫黃の高溫に於て安定なる一形態なるが故に、熔融せる硫黃を凝固せしむるにあたり常に之を生成す⁽²⁾。よつて今硫黃を坩堝に入れて熔融し、放冷して其表面に生ずる皮膜が中央に於て合せんとするをうかべ、器を傾けて内部の硫黃を流出せしむるときは、坩堝の内壁に黄褐色針狀結晶の叢生するを見るべし⁽³⁾ (有色結晶圖参照)。此硫黃は單に結晶形に於て八面硫黃に異なるのみならず、かれ



第 60 圖—硫黃の針狀結晶 (A)、及びそれが坩堝に叢生する狀 (B)。(3)

よりも比重稍小にして (1.96)、融點稍高し (120°)。然れども此結晶は常溫に於ては不安定なるが爲め、放置すること久しきに亘れば、次第に破碎して小さき八面硫黃に變ず。

〔ゴム狀硫黃〕沸騰せる硫黃を急に冷却するときは、ゴム狀硫黃と稱せらるる彈性ある褐色の形態となる。その比重は 1.95 なり。此形態には定まれる融點なきが故に、熱すれば次第に粘稠を呈して

(2) 95° は八面硫黃と斜方硫黃との安定度の境なるが故に、此溫度は其遷移點と稱せらる。

(3) 坩堝内に針狀をなす硫黃は上圖 A の結晶を攪ぎ合はしたるものより成る。



第61圖—沸騰せる硫黄を冷水に注ぎてゴム状硫黄を製す。

液状に變ず。ゴム状硫黄は常温に於て最も不安定なるを以て暫時にして弾性を失ひ、長時日の後には八面硫黄の黄色を呈するに至る。

2. 液状の硫黄 硫黄は其形態の何れたるを問はず、120° 附近に於て流動し易き帶褐色黄の液體となり、更に温度を高むるに従ひて一旦著しく粘稠となり、次に再び流動し易き液に變じて沸騰を始む。かく温度の上昇に伴ひ内部摩擦を増加する液體は、他に多く其

類を見ざるところなり。今是等の状態と温度との關係を見るに下の如し。

[温度]	(融點)120°	→	250°	→	300°	→	445°(沸點)
[状態]	流動し易し		粘性最大		流動し易し		氣化する
[色]	(黄色)		(褐色)		(黒褐色)		(黒褐色)

沸騰せる硫黄を冷却すれば、上の反對の順をとって凝固し、針狀結晶を経て八面硫黄に復す。

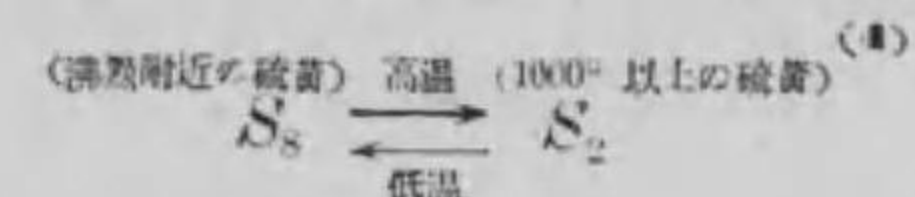
3. 氣状の硫黄 硫黄は 450° に於て黒褐色の蒸氣に變じ、其比重より測りたる分子量は 256 にして、分子式は

$$256 = 32 \times 8 = S_8$$

に相當するも、温度の上昇するに隨ひ氣體膨脹に關するシャルルの定律の示す所よりも著しく膨脹し、1000° に至れば分子量は減じて 64 となる。故に其分子式は次の如く表はすを得べし。

$$64 = 32 \times 2 = S_2$$

これ比較的低温に於ける硫黄蒸氣が、温度の高まるに従つて解離するがためにして、其變化は略次の式にて記述せらる。



かく硫黄の分子式は其測定せし時の温度により異なるが故に、硫黄を表はすには單に實驗式(即ち記號) S を用ふ。

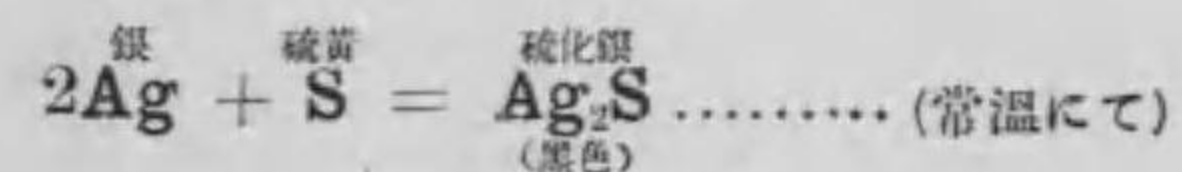
2. 硫黄の化學的性質

《一般性》硫黄の化學的性質は概して酸素に酷似し、常温に於て其作用著しからざるも、高温に至れば殆んど總ての元素と直接に化合して酸化物に相對する硫化物を生ず。

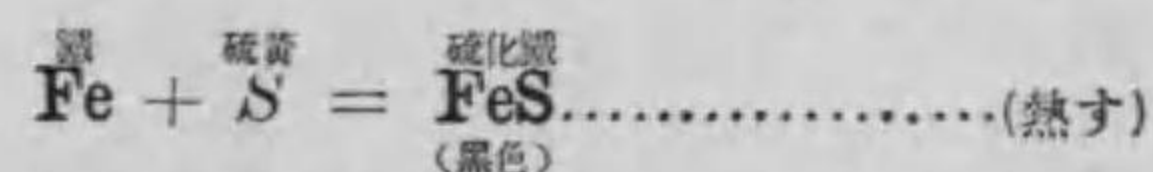
《水銀との化合》硫黄粉末を乳鉢にとれる水銀に混和し(重量比 1:6)、乳棒を以て摩り合はすときは黒色の硫化水銀を生じ、



《銀との化合》銀も亦常温に於ても硫黄と化合して、黒色の硫化銀を生ず。



《鐵との化合》硫黄の高温に於ける化合力は甚だ強盛なるを以て、硫黄蒸氣中にあつては往々諸物質の燃焼するを見る。今鐵粉と硫黄とを Fe:S の比に混じたるものを試験管に入れて熱すれば、鐵は烈光を放ちて燃焼し、黒色固狀の硫化鐵を生ず。

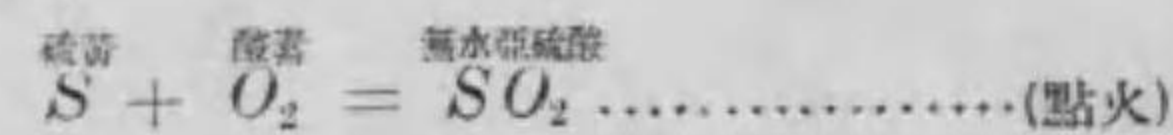


(*) 實際は S₈→S₆→S₄→S₂ の順を通る様なり。

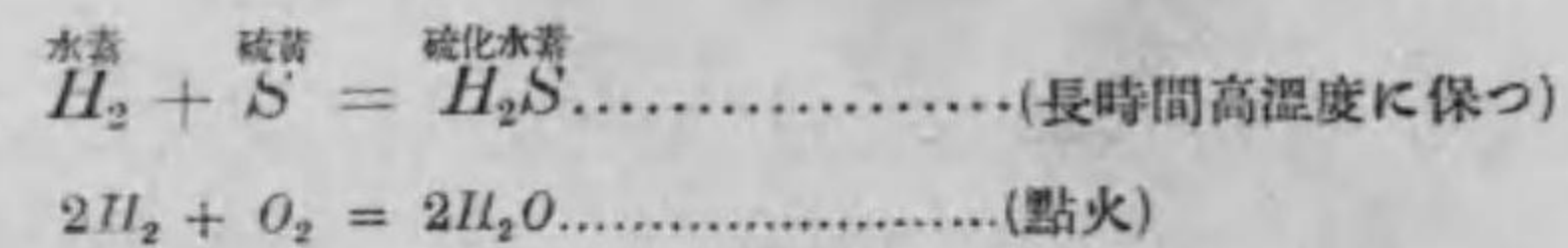
《銅との化合》硫黄の蒸氣中に銅(銅線或は銅粉)を入れるれば、直に燃焼して黑色脆弱の硫化銅に變ず。



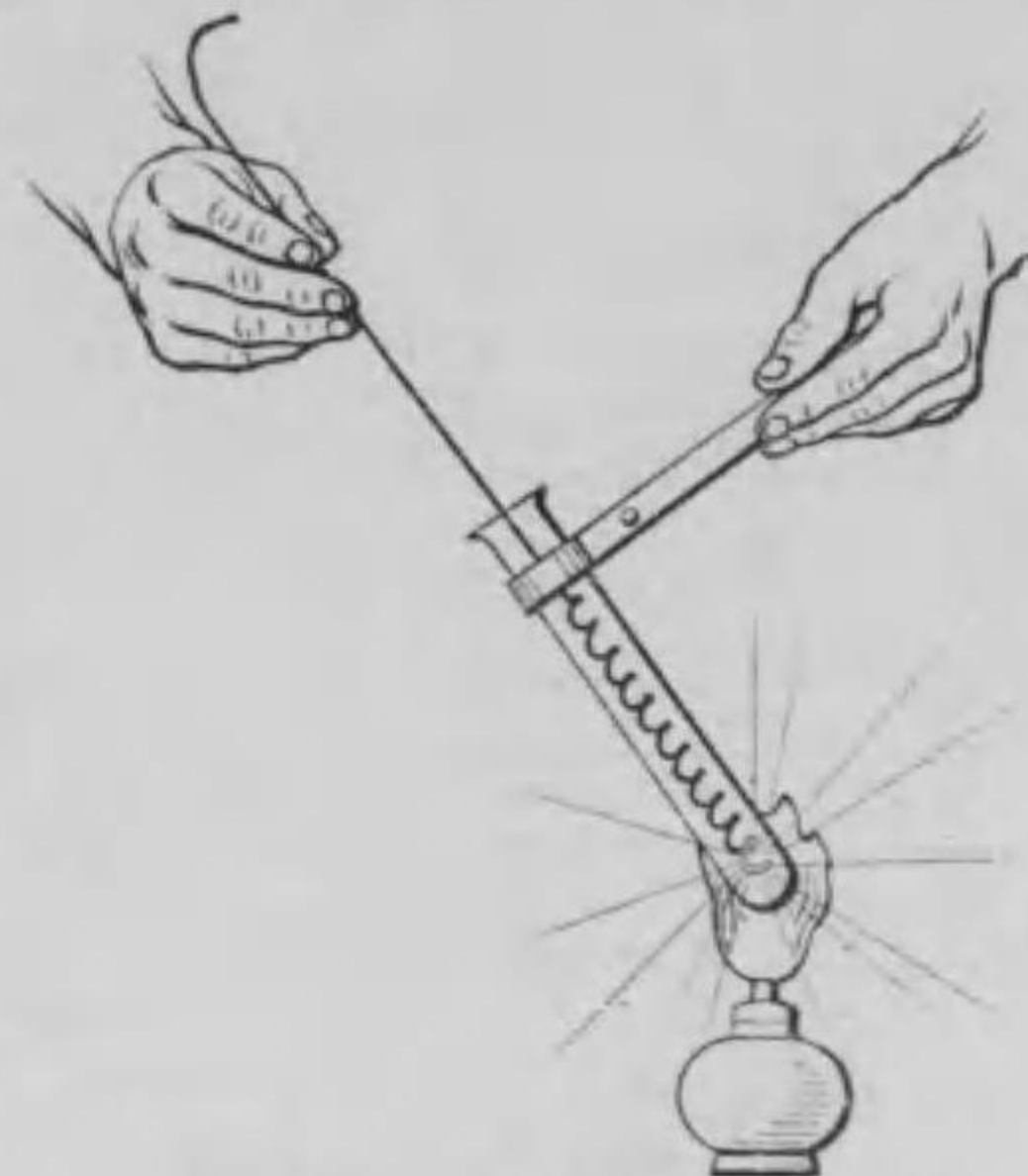
《酸化》硫黄の發火點は 260° 附近にあるが故に、融解して粘稠となれる硫黄(250°以上)は空氣に觸るるや忽ち青色の焰を揚げて燃焼し、無水亞硫酸と稱する惡臭の氣體に變ず。



《水素との化合》硫黄の酸素と異なるべき性質は、酸素は高温に於て極めて容易に水素と化合するに反し、硫黄は長時間高温に保つにあらざれば此反應を起さざるにあり。然れども其生成物たる硫化水素の分子式は、酸化水素即ち水の分子式に相對應す。



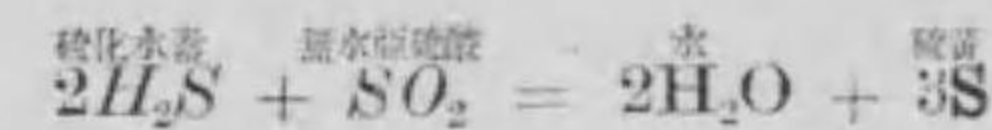
3. 硫黄の用途 硫黄の主なる用途は、之を燃して無水亞硫酸となし、硫酸製造、麥酒樽或は船倉等の消毒及び漂白用となすにあり。なほ硫黄は可燃性を利用してマッチ、花火、火薬等の原料となし、金属と化合せしめて硫化水銀(朱)、硫化鐵の製出に供



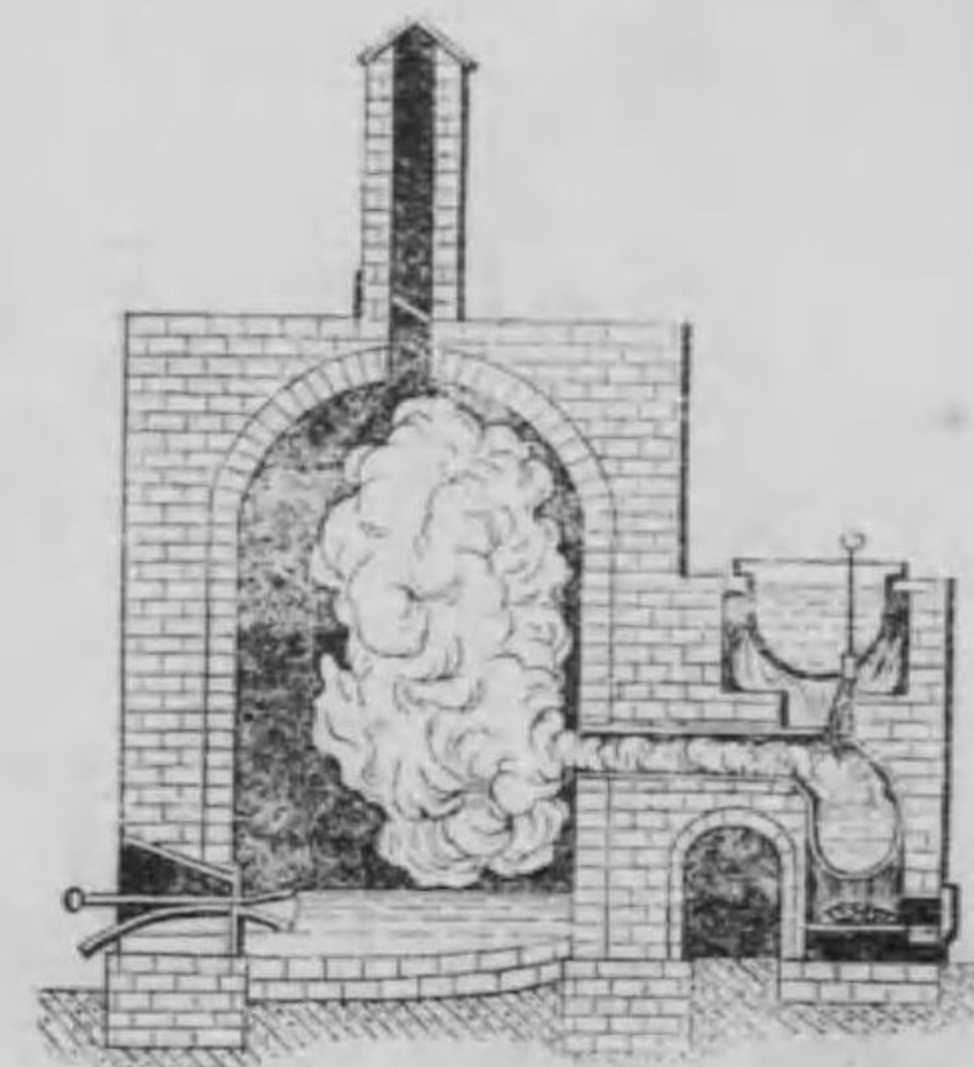
第 62 圖—硫黄の蒸氣中にて銅線を燃焼す。

し、其物理的性質を應用し電氣器械の製作、彈性ゴムの製造等に用ひらる。又粉末狀の硫黄は皮膚病に塗布し、或は緩かなる下劑として醫藥に用ふ。

4. 硫黄の産出 硫黄は頗る金属と化合し易き性を有するにより、銅(Cu₂S)、銀(Ag₂S)、鐵(FeS₂)、亞鉛(ZnS)、鉛(PbS)、水銀(HgS)等の鑛石となり、又炭素、酸素、水素、窒素等と化合して、廣く生物體(蛋白質、芥子)を形成す。斯る化合し易き硫黄が高温なる火山地方に於て多量に遊離するは火口より噴出せる硫黄化合物なる硫化水素と無水亞硫酸とが互に相反應せる結果なりと推知せらる。

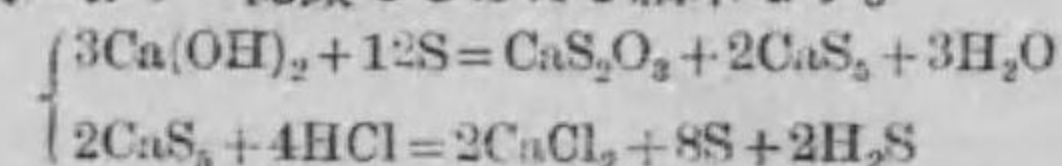


5. 硫黄の精製 硫黄は火口に堆積せるものを採集し、其熔融し易く、且氣化し易き性を利用して之を精製す。即ち先づ粗なる硫黄塊を積みて點火すれば、其一部の燃焼によりて發する熱の爲めに硫黄は融解して之に混ぜる土砂より分離するが故に、更に之を鐵製のレットに容れて強熱して氣化せしめ、其蒸氣を廣大なる煉瓦室に送り



第 63 圖—蒸溜法によりて硫黄を精製す。

(*) 外用には硫黄華を用ひ、内用には沈降硫黄を用ふ。後者は石灰水に溶解せる硫黄を鹽酸によりて沈澱せしめたる細末なり。



(*) 硫黄の主産地は本邦各地、伊太利シシリ-島等なり。

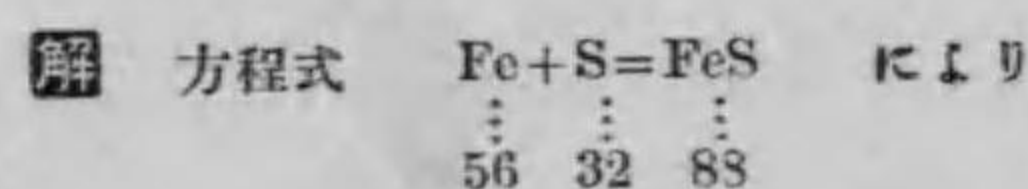
て冷却せしむ(第63圖)。此際壁面に凝固する細微なる硫黄末を名づけて**硫黄華**と稱す。然れども蒸溜室が硫黄の融點以上に温まりたる後は硫黄は液状をなして床上に溜まるが故に、之を木製の鑄型に注ぎて棒状を附與せしむ。かく製したる硫黄は主として八面硫黄と同性質を有す。⁽⁵⁾

6. 摘要 硫黄 S=32.07, 分子式 S₂→S₈, 原子價 2, 比重 2, 融點 113°-120°, 沸點 444.5°

同素體	結晶形	製法	色	比重	融點	安定度	溶解
八面硫黄	斜方八面體	溶液より晶出	黄	2.07	115°	95°以下にて安定	CS ₂ に可溶
針狀硫黄	單斜方柱狀	融體より晶出	黄褐	1.96	120°	95°-120°にて安定	同上
ゴム狀硫黄	無定形	融體の急冷	褐	1.95	不定	不安定	CS ₂ に不溶

分子式	名稱	製法	性質	用途
S ₂ →S ₈	硫黄 (Sulphur)	天然に存在す。	黄色の結晶, 蒸氣は赤褐色。高温に於て酸素, 金屬と化合す。	無水亞硫酸, 硫酸, 硫化鐵, 朱の製造。醫藥。電氣器械, ゴムの製造。

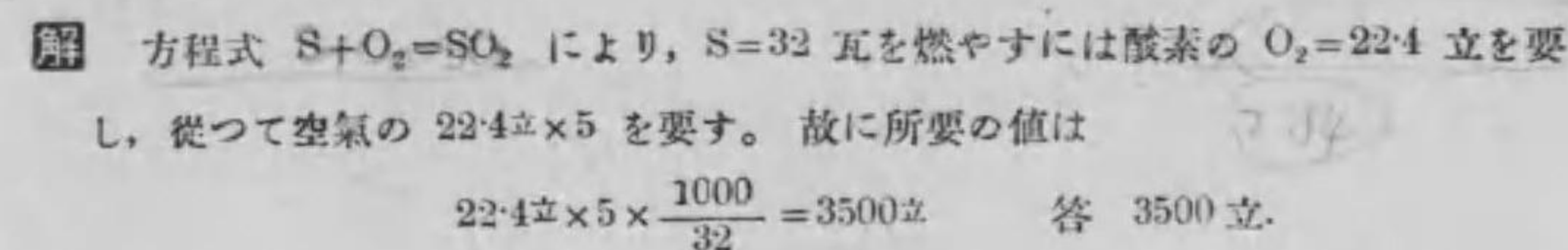
- 7. 問題**
- 1.* 硫黄の同素體をあげよ。(172 頁)
 - 2.* 硫黄の性質及び用途を説明すべし。(172, 176 頁)
 3. 100 瓦の硫化鐵を製するに要する原料各幾何。



(5) 硫黄は又 3FeS₂=Fe₃S₄+2S の如く黄鐵礦を熱して製す。

$$\begin{aligned} \text{鐵} & \dots\dots\dots 100\text{瓦} \times \frac{56}{88} = 63.6\text{瓦} \\ \text{硫黄} & \dots\dots\dots 100\text{瓦} \times \frac{32}{88} = 36.4\text{瓦} \\ & \text{答 鐵 } 63.6\text{瓦, 硫黄 } 36.4\text{瓦.} \end{aligned}$$

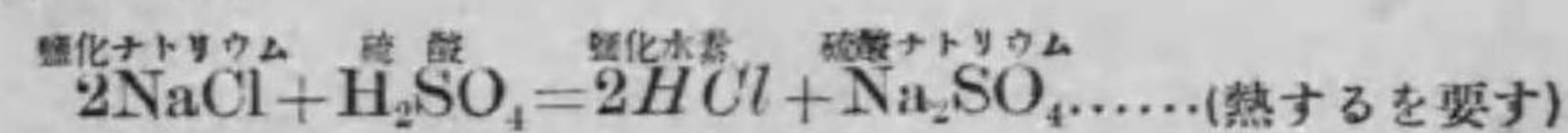
4. 硫黄 1 キログラムを完全に燃焼するには標準状態に於ける空気が幾立を要するか。



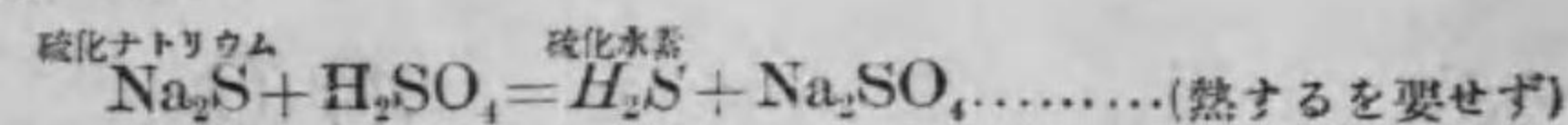
第三節 硫化水素 無水亞硫酸

1. 硫化水素の製法 【H₂S】硫黄と 1 價非金属との化合物中最も主要なるは水素化合物にして、之を硫化水素 (H₂S) と稱す。此物質は其成分元素の直接化合によりて生ぜしむること稍困難なるを以て (第 176 頁)、或る硫化金屬に稀硫酸を作用せしめて製出⁽¹⁾す。この反應は鹽化金屬に硫酸を作用せしめて鹽化水素を製出せし場合に類似す。即ち

(1) 鹽化水素の製取



(2) 硫化水素の製取



(3) 硫化水素の製取



(1) 硫化金屬中酸に可溶なるものは何れも此目的に適し、硫酸は濃硫酸を凡そ 7 倍重量の水にて薄めたるものを用ふ。

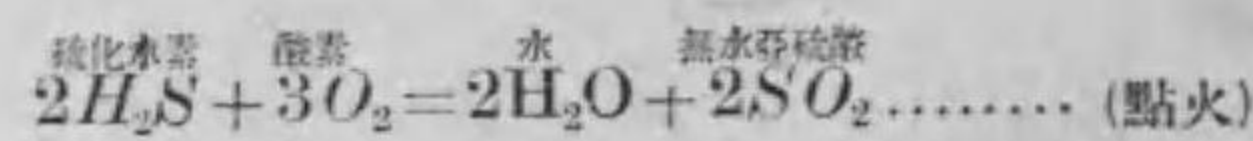
實際は上の第(3)の方程式に示す如く、硫化ナトリウムの代りに硫化鐵を用ふ。之れ後者の廉價なるに由るなり。

硫化水素を實驗用に供せんには、キップの装置(第22, 181頁)にて之れを製するを便なりとす。

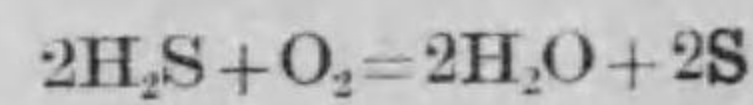
2. **硫化水素の性質** 《性状》硫化水素は無色の氣體にして、腐卵の如き惡臭と甚だしき毒性とを有し、之を吸入すること暫時にして烈しき頭痛眩暈を催さしむ。此氣體の分子式は H_2S なるが故に、殆んど酸素と同じ密度を有するを知るべし。硫化水素も亦他の諸氣體の如く、冷却して液狀或は固狀に變ずるを得。

《溶解》硫化水素の溶解度はハロゲン化水素に比しては著しく小にして、水は其3倍體積の硫化水素を溶解するに過ぎず。此溶液は酸性反應を呈すれども、ハロゲン化水素の水溶液に比しては大に弱し。故に之を**硫化水素水**と稱し、硫化水素酸と稱せず。

《酸素と化合》硫化水素に點火するときは燃焼して、其硫黄成分は無水亞硫酸となり、水素成分は水となる。

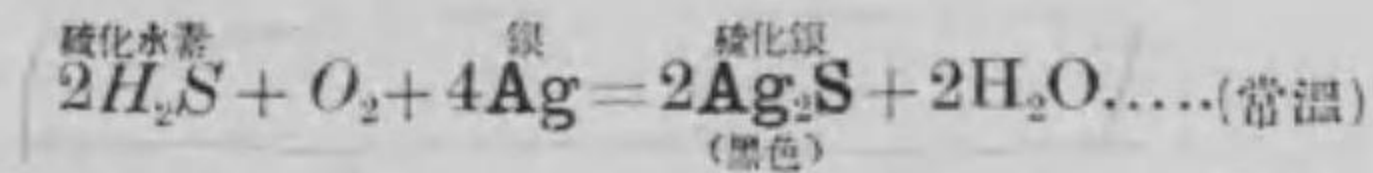


若し此場合に於て空氣の供給不充分なるか或は又硫化水素水が空氣中に放置せられて自然に酸化するときには、硫黄の一部は酸化せずして遊離析出すべし。^(*) 即ち、



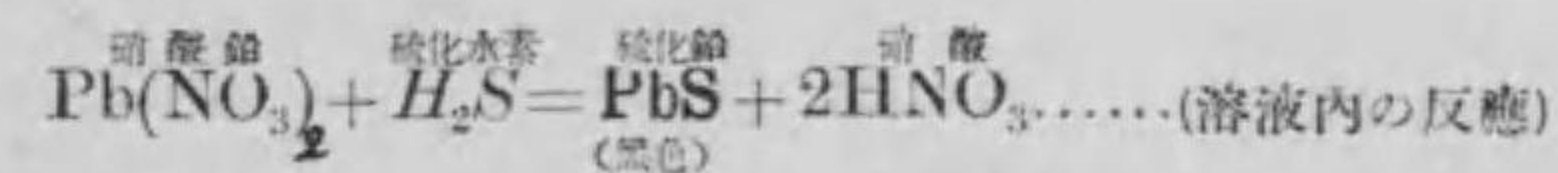
(*) 即ち硫黄を成分とするが故に腐敗して硫化水素を發生するなり。
(**) 此反應はハロゲン化水素が二酸化マンガンの或は酸素のために酸化せられてハロゲンを遊離するに似たり(149頁)。

此反應は硫黄と化合し易き物質、例へば銀の存在に於て一層容易に進行す。溫泉場に於ける銀屏風、或は鷄卵の料理を取扱ふ銀匙の黑色に變ずるはこれがためなり。



硫化水素の屢々還元劑として用ひらるるは上の如く酸素と化合し易きに由るなり。

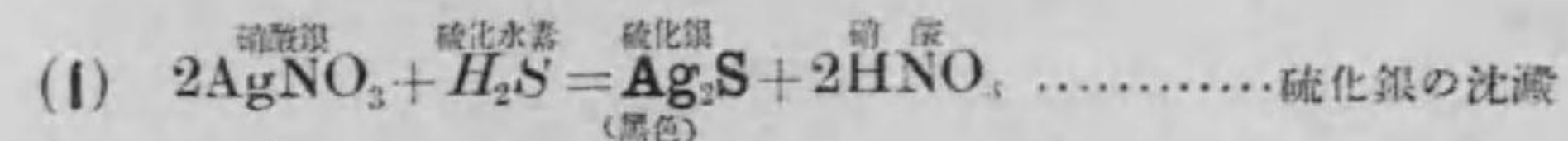
《硫化金屬の沈澱》硫化水素は或る鹽類の水溶液より硫化金屬を沈澱せしむ。例へば硝酸鉛の溶液に硫化水素を通ずれば、黑色の硫化鉛を沈澱するが如し。^(*)



《鑑識》硫化水素は其臭氣と、鉛鹽を以て濕せる白紙を黒變すること^(上の反應)とによりて鑑識せらる。

3. **硫化水素の分析上の用途**

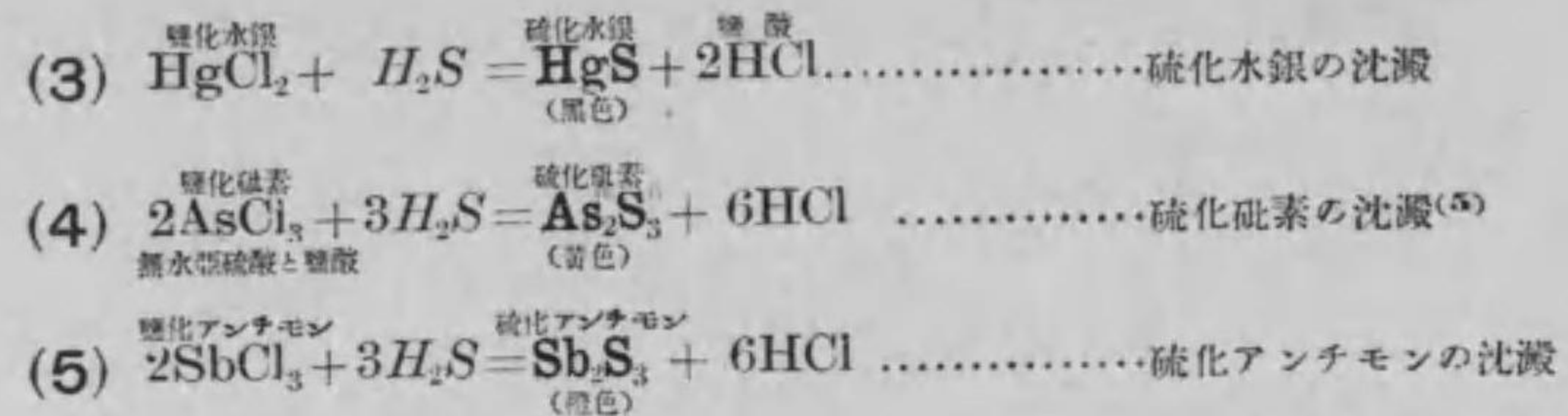
硫化水素が鹽類の溶液より硫化金屬を沈澱せしむる性質は金屬の鑑識に於て極めて緊要なることにして、硫化水素の用途は専ら此反應に基けり。次に數種の實例を示さんに、



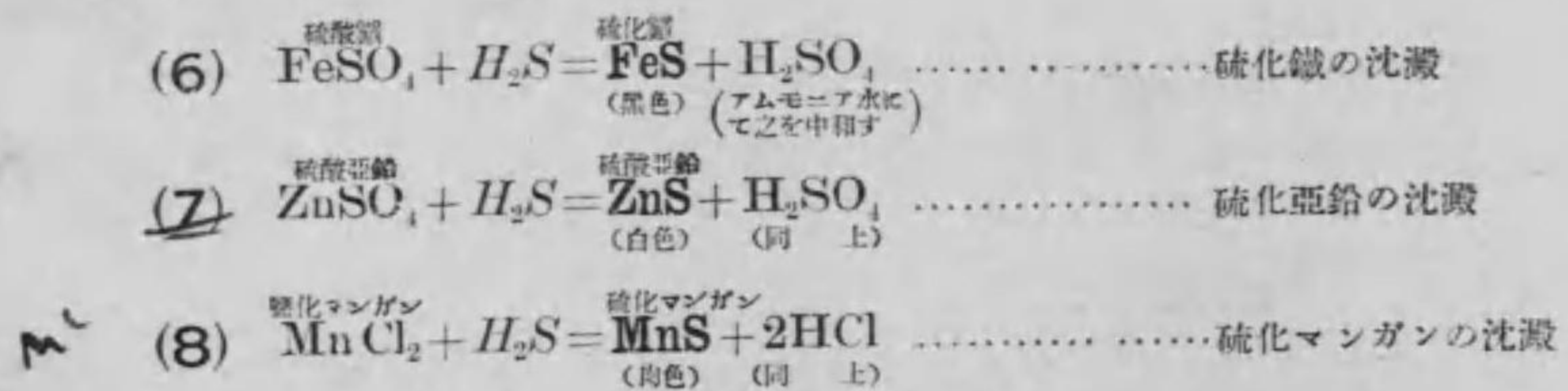
(*) 鉛白が溫泉場にて黒變するは此種の反應なり。



第64圖—鹽類溶液に硫化水素を通じて硫化金屬を沈澱せしむ。



以上の諸反應に見る如く、鹽類の溶液に硫化水素を通ずれば硫化金属の外必ず酸 (HNO_3 , HCl , H_2SO_4 等) を伴ひ生ずるを以て、若し生成すべき硫化金属にして酸に可溶なるものならんには勿論沈澱を生ずることなかるべし。鐵、亜鉛、マンガン等の硫化物は何れも後者に屬するを以て、之を沈澱せしめんには豫め溶液にアムモニア水を加へてアルカリ性となし以て反應に伴ひ生ずる酸を中和せしむるを要す。即ち、



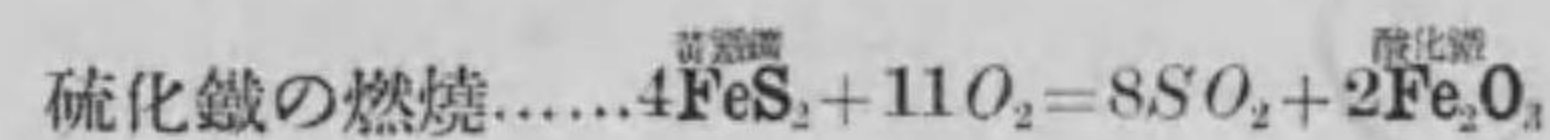
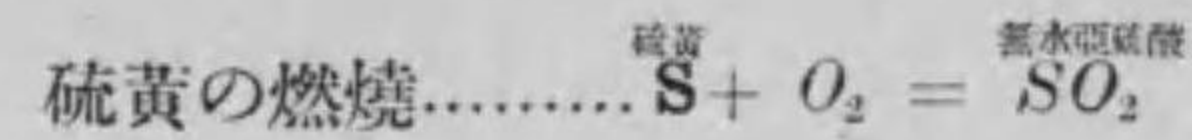
以上説く所により次の結論を得。

1. 硫化物が酸に不溶なる金属は其鹽類溶液中より硫化水素によりて沈澱(勿論硫化物として)せらる。
2. 硫化物が酸に可溶なる金属は其鹽類のアルカリ性溶液より硫化水素によりて沈澱(硫化物として)せらる。

4. **無水亜硫酸の製法** 【 SO_2 】 硫黄と2價非金属との化合物に SO_2 及び SO_3 なる組成を有する二種の酸化物あり。

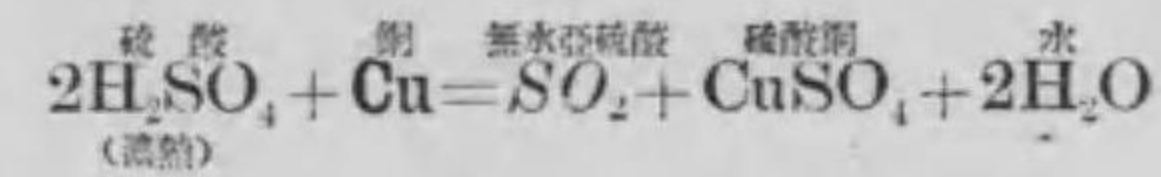
(5) 砒素、アンチモンは硫化水素に對し金属と同様の反應を呈す。

《硫黄の酸化により》硫黄或は硫化物が空氣中に於て燃焼するときは常に無水亜硫酸を生ず。



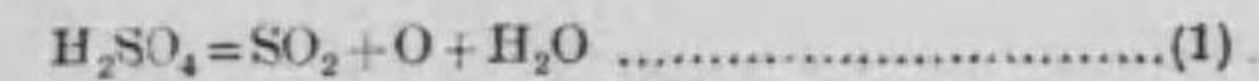
此二反應は何れも工業上大仕掛に行はる。

《硫酸の分解により》實驗室に於て無水亜硫酸を製する便法は銅を用ひて硫酸を分解するにあり。即ち濃硫酸に銅粒を加へて熱し、發生する無水亜硫酸を下方置換によりて捕集す (第51頁第35圖參照)。

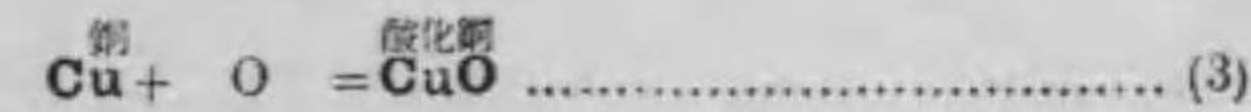
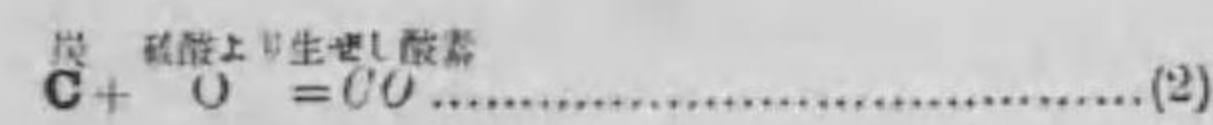


《上の變化の説明》濃硫酸が銅によりて分解せられて無水亜硫酸を發するは次の變化に基因するなり。

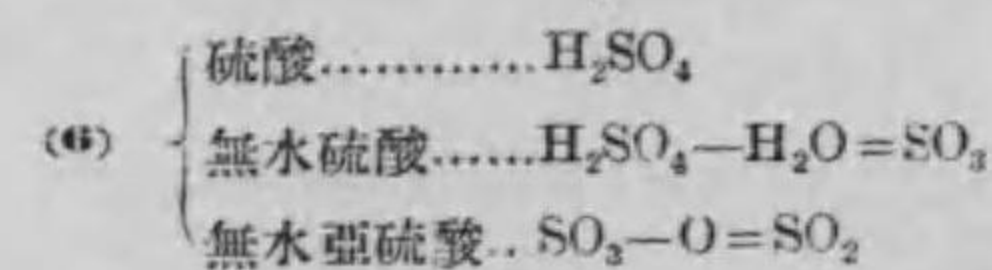
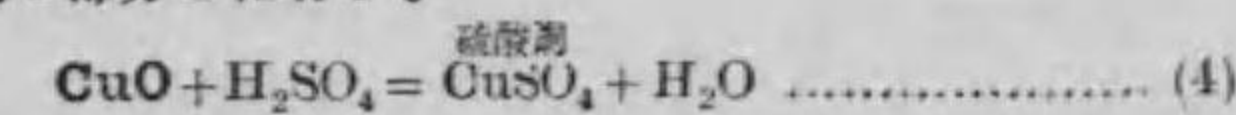
元來濃硫酸は高温に於ては無水亜硫酸と酸素と水とに分解せんとする傾向を有するものにして、



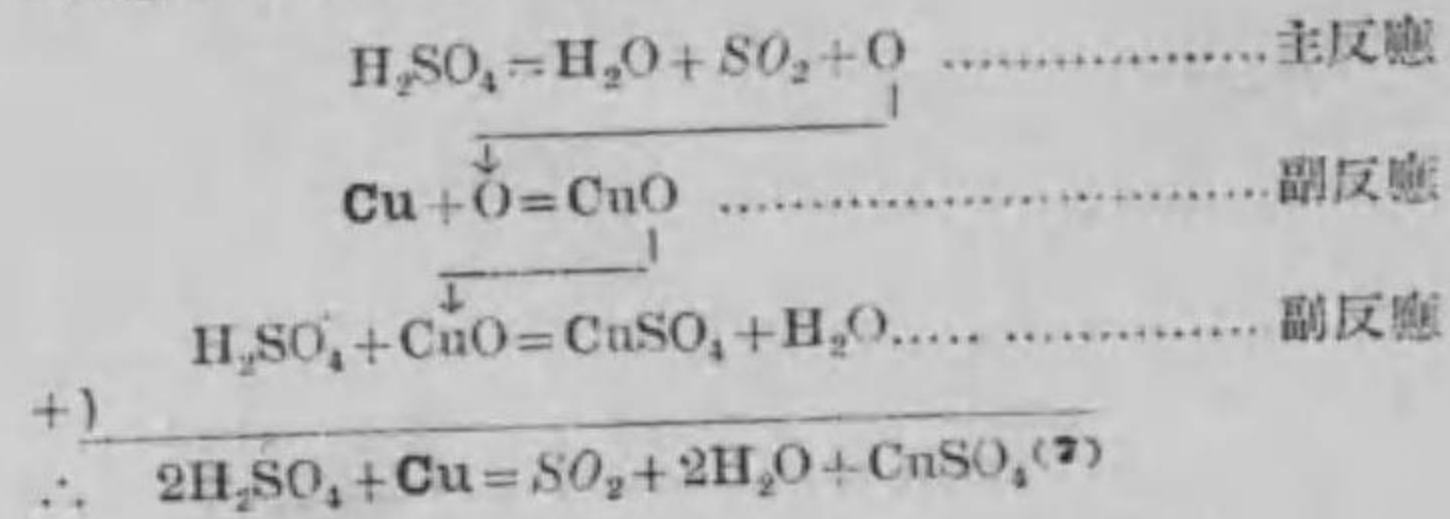
若し炭素或は銅の如き酸化せらるべき物質の存在するならば、此分解は一層容易に行はる。



故に濃硫酸に炭を加へて熱すれば (1)(2) の無水亜硫酸は酸化炭素を伴ふも、銅を用ふれば (1)(3) の生成せる酸化銅は不揮發性なるを以て勿論氣體となりて發生することなく、直に硫酸の他の部分と化合す。

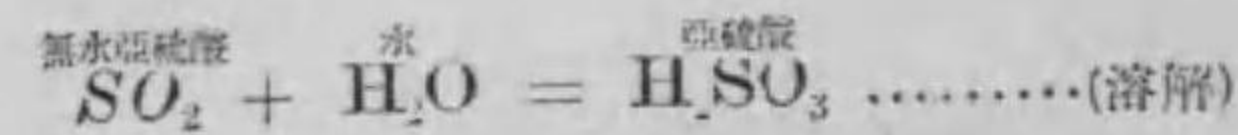


(1)(3)(4)の反応を纏むれば次の如し。



5. 無水亞硫酸の性質 《性状》無水亞硫酸は又、二酸化硫黄と稱せられ、SO₂なる分子式を以て表はさるべき、刺戟臭を有する無色の氣體にして、-10°に於て液化し、-76°に至り凝固して白雪狀に變ず。其液狀をなせるものは蒸發の際熱を吸収して-60°の低温を生ずるが故に、寒劑に使用せらる。

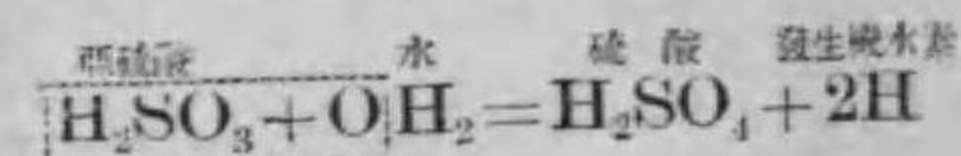
《溶解》無水亞硫酸を水に通ずれば、水1體積は此氣體の凡そ50體積を溶解し、強き酸性を呈する液を生ず。之れ亞硫酸と稱する物質を生ぜしが爲めなり。



而して、この亞硫酸は恰も炭酸の如く水溶液中に於てのみ存在し、熱すれば分解して無水亞硫酸を發生す。



《漂白作用》亞硫酸は水素と化合し易き物質の存在に於て、水を分解して硫酸となり、共存せる物質を水素化合物に變ぜしむ。

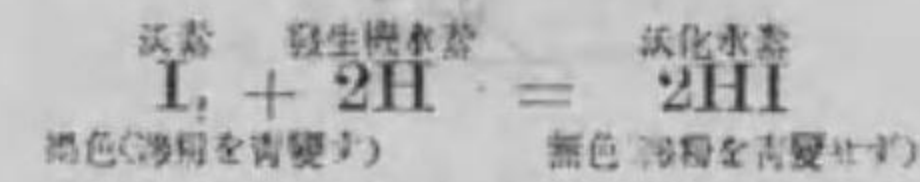


試みに沃素の水溶液に無水亞硫酸を通ずれば沃化水素を生じ、

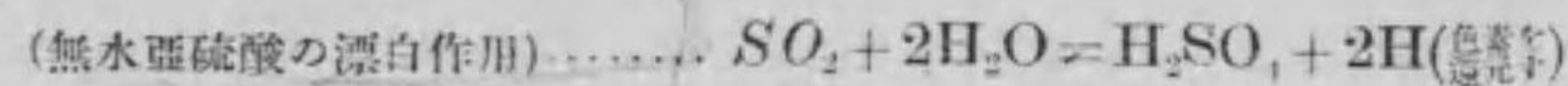
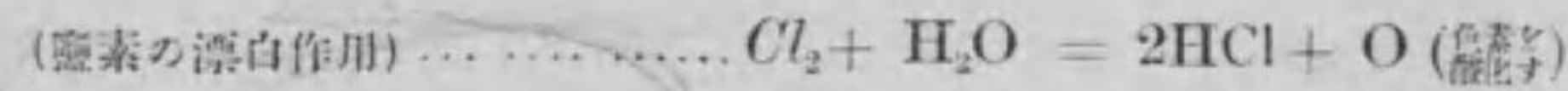
(7) 銅の代りに銀、水銀を用ふる亦同様の反應を呈す。



第65圖—硫黄の燃焼により生ずる無水亞硫酸にて草花を褪色せしむ。



濕へる植物性色素を無水亞硫酸の中に入れば還元せられて無色の化合物に變ず。故に無水亞硫酸は鹽素と同じく有効なる漂白劑なり。然れども其作用は上の如く發生機水素の還元に基づくものにして、彼の發生機酸素の酸化に基づく鹽素の漂白作用と全然相反せり。



従つて無水亞硫酸にて漂白せる色素は水素を奪取する物質(Cl₂)或は酸化劑(NO₂)に觸るときは忽ち復色し、空氣中に放置せらるること稍久しきに亘るも亦徐々に酸化せられて復色す。前の反應は漂白せしめたる赤色の草花を用ひて容易に試むるを得べく、後の反應は麥稈帽子に於て常に之を見る。

《生理作用》無水亞硫酸は烈しき毒性を有す。之れ恐らく上の還元作用によるなるべし。無水亞硫酸の此性質は往々殺菌に利用せらるるも、反對に石炭の燃焼及び冶金工場に於ける鑛石(硫化物より成れる)の煅焼によりて生成せるものは農作物を枯死せしめ、人の健康を害すること大なり。

6. 無水亞硫酸の用途 無水亞硫酸は主に硫酸の製造及び鹽素漂白に耐えざる麥稈、布帛等の漂白に供し、又麥酒