

40318

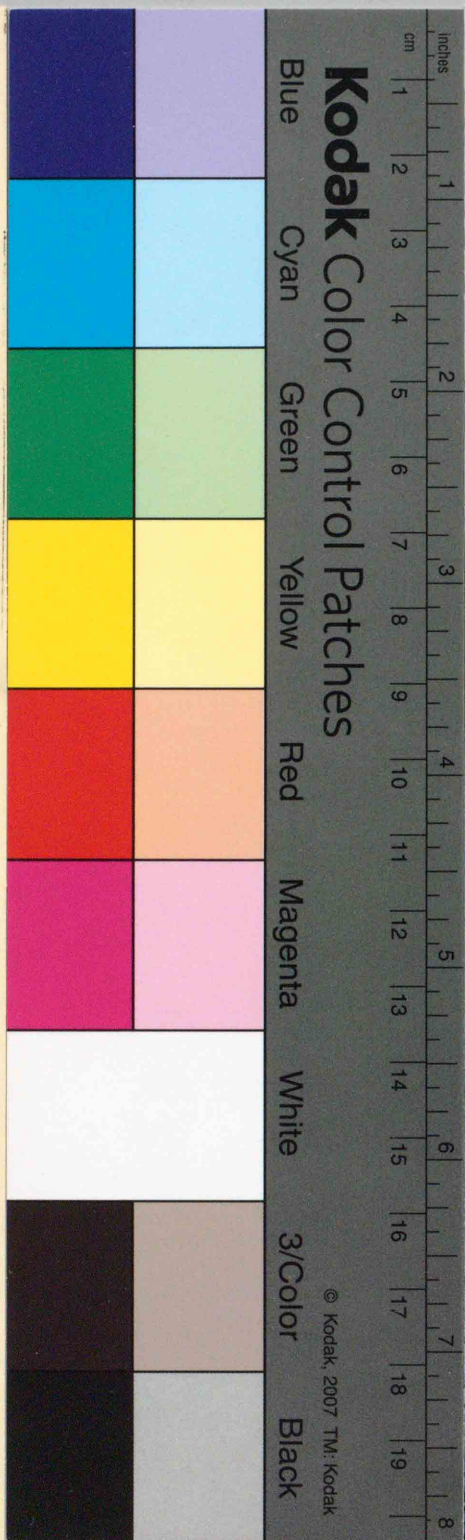
教科書文庫

4

430

41-1933

20000  
81639

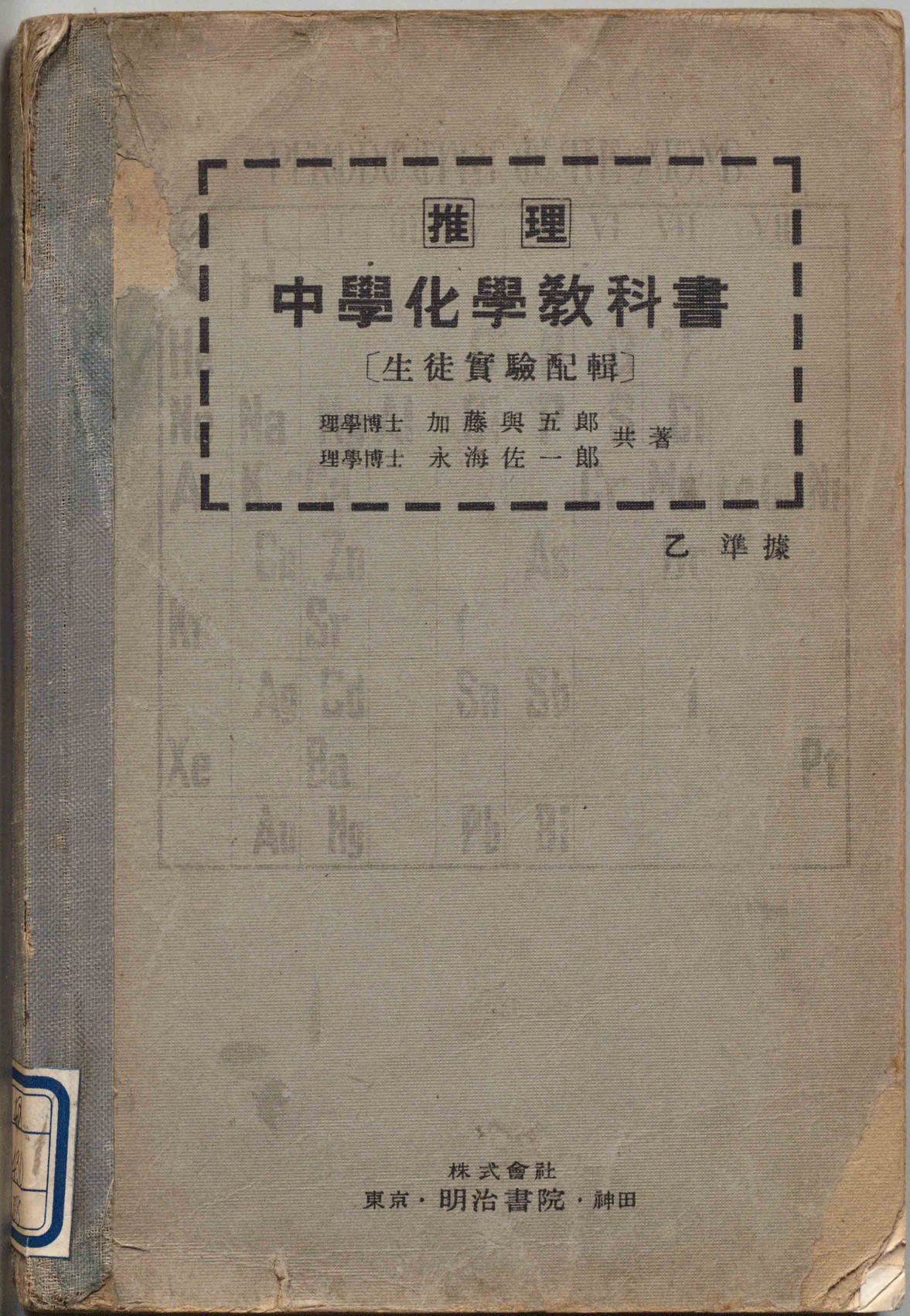


A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

Kodak Gray Scale



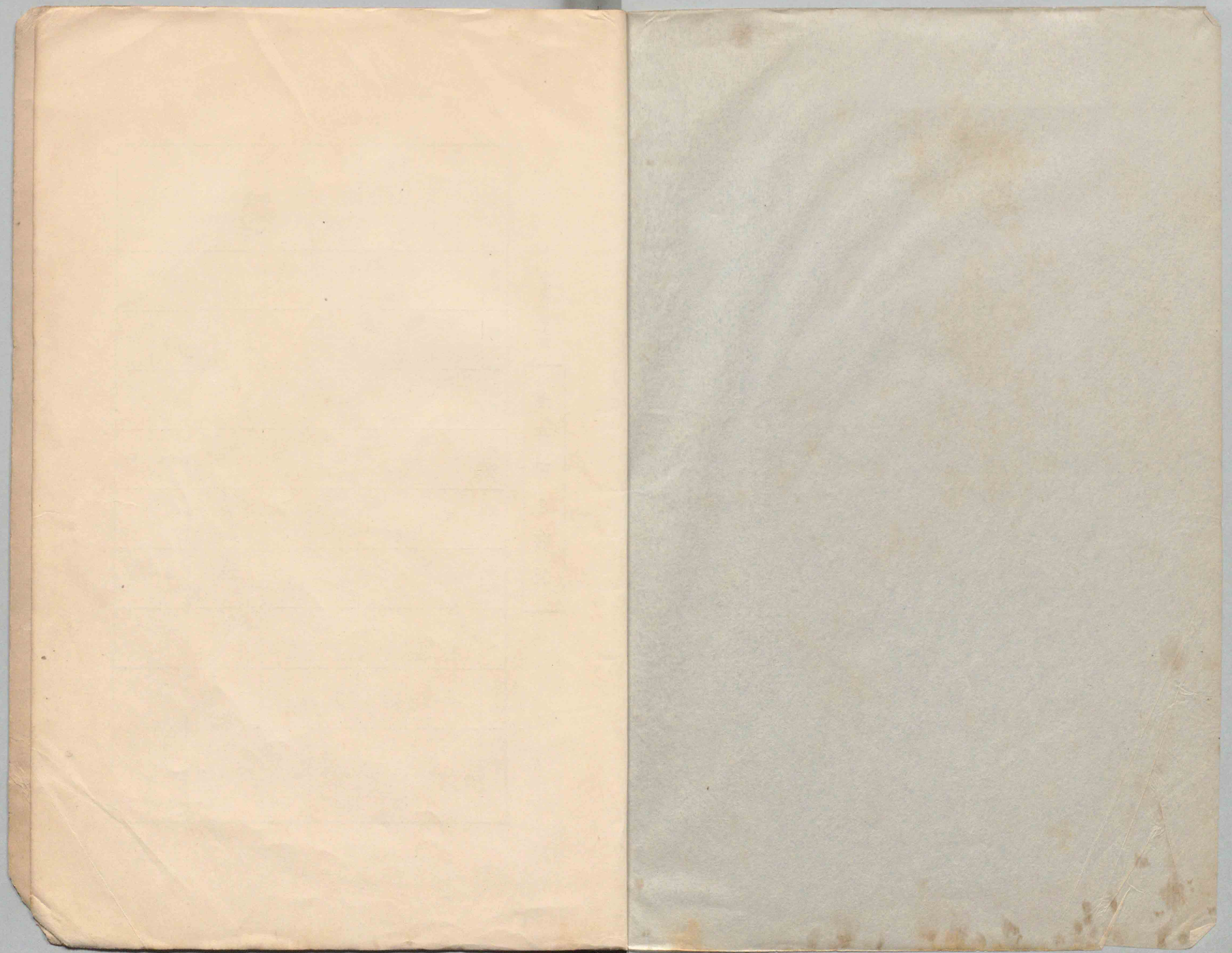
© Kodak, 2007 TM: Kodak



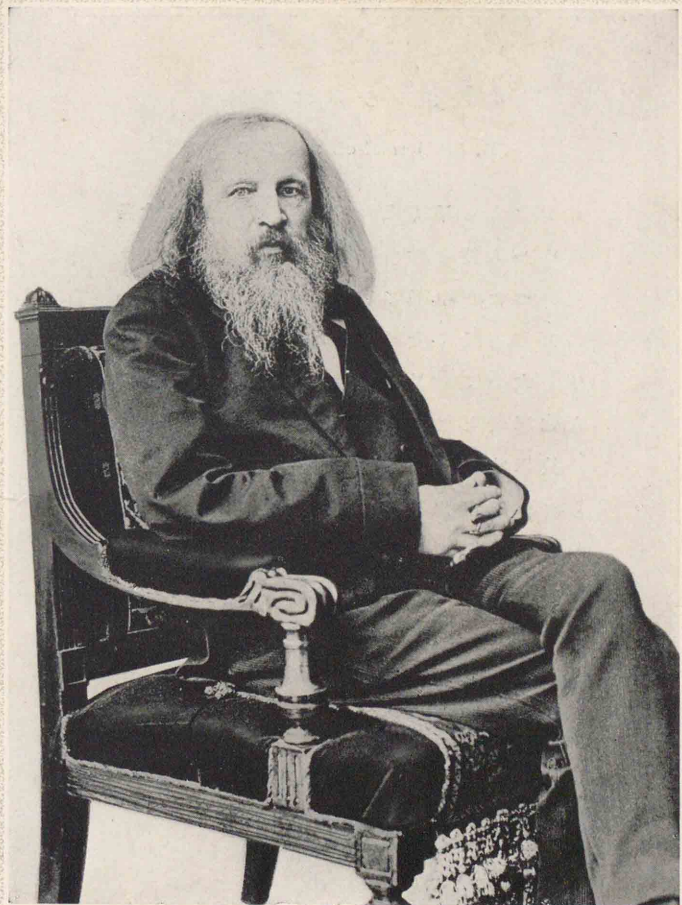












*D. Mendonça*



昭和八年三月二日  
文部省検定済  
中学校理科用

メンデレーフ

(D. I. Mendeléeff : 1834--1907)

ロシア人。早く父を失つたが、母は貧苦の中から彼の教育に財力と體力とを吝まなかつた。中學生時代の彼は不勉強であつたが、母に激勵されて化學を學ぶに及び、大いに才幹を表はして近世第一流の大化學者となつた。

彼以前には元素は無統一なものと考へられ、その化學研究は甚だ困難なものであつた。然るに彼が1869年に元素の週期律を發見してから、爾來九十有餘の元素及びそれ等の多數の化合物を推理的に研究學習し得るやうになつた。

寫眞の如く彼の風采は甚だ粗野で、一年に一回散髮するのみであつた。然し身長が高く、眼光が鋭く、一世の學者として應はしかつたといふ。

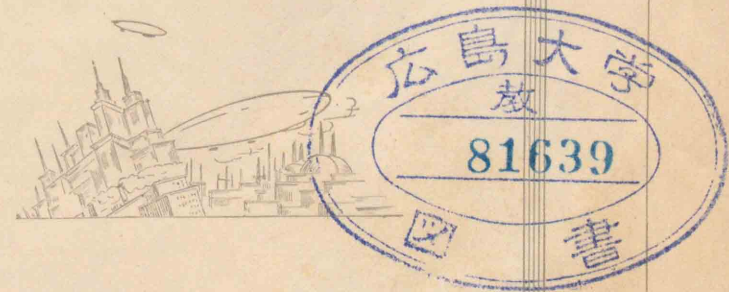
推 理

中學化學教科書

〔生徒實驗配輯〕

東京工業大學教授 理學博士 加藤與五郎  
東京工業大學教授 理學博士 永海佐一郎  
共 著

乙 準 據



株式會社  
東京・明治書院・神田



化学研究室内の今昔

ラヴォアジエールの研究室  
(1774年)



現代の研究室



### ラヴォアジエ

(A. L. Lavoisier : 1743—1794)

フランスの貴族。天秤を用ひて化學研究を行ひ、質量不變の大原則を樹立して化學を嚴密な定量的學問たらしめた碩學である。

又從來の燃焼の理論の誤を正したのも彼であつて、化學はそれ以來根本的に革新された。化學方程式も亦彼の發明に係るものである。

彼は「化學の父」といはれて居るが、化學の學問的基礎は實にラヴォアジエによつて創められたものである。彼は政治に關係して居たために、1794年フランス革命の際斷頭臺の露となつた。大物理學者ラグランジュは「彼の頭を斷つには一分間をも要しないが、代りを造るには百年でも足りない」といつて彼の死を惜しんだ。

圖は彼が酸素の實驗を行つてゐる所である。

## 緒言

(1)

本書は昭和六年二月文部省訓令第五號を以て發表された中學校教授要目中の理科乙による化學教科書として編纂したものである。

曩に予の編著した化學教科書も、今日では意に滿たない所が頗る多く、且つ教授要目の改正に伴つて大に修訂を加へる必要に迫られたので、今回は此の改編に就て、平常化學教育に對し予と意見を同じうする永海博士に謀り、其の協力を請ふことにした。同博士は化學の研究に就て頗る獨創力に富まれるのみでなく、其の教育に關しても頗る卓見を有し、且つ極めて眞摯熱誠なる篤學の士であつて、茲に同博士の贊助を煩はすことを得たのは、誠に予の望外の欣幸とする所である。

本書の編纂に當り、同博士は其の方針の樹立に向つて企畫すること凡そ半歳、其の間頗る多數の中等教育家の實地の經驗を徵し、これを十分に攻究して熟慮推考された努力は實に驚くべきものであつた。案が成つて筆を執るに及んでは、寢食は愚か、全く自己の身體をも忘れて幾度か稿を練られた。かくして本書の主要部をなす無機部分は完成されたのである。其の



叙述の適切懇到なる、一言一句皆學ぶものの腦中に深く化學の眞髓を刻み込み、彼等の獨創・判斷の力の核心を作らねば止まぬ概がある。

有機の部分は予の執筆に成つたもので、無機の部分に比して大に遜色のあるのは甚だ忸怩たらざるを得ない。さりながら本書が其の主要部たる無機の部分に於て、かくも出色の編成を見るを得たのは眞に快心に堪へない。

以上の如く本書は斬新の編纂に成つて、從來の類書と些か選を異にしたとはいへ、決して著者等の獨斷偏見によつたものではなく、多數の實地教育者の幾多苦心の經驗を基礎として、化學教育の革新に資する所あらんことを庶幾し、敢て微力を致したものである。今後亦實際教育者諸賢の忠言を俟つて、益、本書の完璧を期するであらう。幸に諸賢の高教を希ふ。

昭和七年十二月

加藤與五郎 識

## 緒 言

(2)

中學校に於ける化學教育の目的は、(1)推理力・判斷力の練磨、(2)道德心の向上、(3)日常生活に於ける理科的知識の涵養の三項目を目標とすべきであると信ずる。

然るに從來我が國に於ては、單に化學が諳記を主とした學科としてのみ取扱はれて居たのは甚だ遺憾に堪へない。此の主なる原因は、從來の教科書が、(1)化學の骨子である化學變化を記載するに當つて、生徒の頭腦の發達に顧慮することが少いこと、(2)教材が斷片的に記載されてあること、(3)時間數に比して内容が多きに過ぐる事等によるものであると察せられる。

著者等が本書を編纂した目的は、こゝに鑑みる所があつて、成るべく從來の化學教育の弊害を除去し、化學を推理的に學ばしめて、化學教育の眞の目的を達せしめたいといふ微意に外ならないのである。

編纂の方針として、本書は特に次の諸點に留意した  
(1)基礎的事項に重きを置き、これを十分に理解せしめるやうに努めた。(2)教材を能ふ限り減少し、且つ成



るべく断片的の記載を避けるやうにした。(3)従來の化學書の體系に拘泥せず、生徒の學力の進歩に應じて、漸次に教材の程度を高めた。例へば (イ) 化學量論の諸定律の如きは、初學者には理解し難いから、これを後章に廻し、(ロ) 化學變化を述べるに當つても、簡単な化合の問題より置換反應に及ぼし、原子價の變化する反應は能ふ限り後章に譲つた。(4) 化學變化の断片的記載を省き、其の機構に重きを置いて、自然界に起る變化に對する解釋力を養成するに努めた。(5) 週期律を成るべく早く引用して、化學の學習に便ならしめ、且つ金屬の部に於ては其の化合物の断片的記載を省いて、能ふ限り總括的にこれを説明した。(6) 生徒の實驗と教師の講義とを融合せしめ、考題・問題を適宜に挿入して一事項を十分理解せしめた後に、次の事項に進むやうに工夫した。(7) 定義等には餘り拘泥せず、其の化學上の意義を自然に悟らしめるやうにした。(8) 化學工業上の諸問題、例へば酸・アルカリ工業・肥料・窯業・冶金・合金等の記載に就ては、其の原理の説明を省略したものもある。これ等は第五學年應用理科に於て詳細に學ぶ機會があるからである。(9) なほ本書は化學發達の歴史を概説すると同時に、諸學者の苦心の跡を視はしめ

て、一には其の恩恵に感ぜしめ、一には又これによつて大に後進を奮起せしめることに意を致した。

本書の編纂に當つて、次の諸事項は主として下記の人々によつてなされた。

整頓と校正	理學士 加藤多喜雄
生徒に課すべき實驗問題	理學士 山村金保
有機化學の實驗	理學士 杉野喜一郎

こゝに特記して深甚の謝意を表する。

昭和七年十二月

永海佐一郎識



教授者諸賢への希望

教授上の都合により其の時間數に不足を來した場合にも、決して形式的に教授を進め、生徒をして無理解に了らしめないやう十分に注意されたい。かゝる場合には、細字の部分に適宜に省略して教授されることを望む。

化學教授に於ては、教材を十分に理解せしめることに其の主點を置かなければ、何の効果もあげ得られるものではないから、若しも其の教授時數が不足する場合には、強ひて教科書全部を講了されなくても、是非生徒の理解を第一として進められたい。かくてこそ化學教育の眞の目的は達成されるであらう。問題の如きは、生徒に自宅に於て練習せしめるやうにせられたい。

生徒諸子への希望

化學は數學・物理學のやうに推理的に學ぶことの出来る學問であります。一つの事柄がよく理解されれば、十の事柄は考へて導き出されるもので諸子の此の考が正しいか否かは實驗で直ちに證明されます。今日まで我が國の中學生徒の大部分は、化學を棒讀記の學問であると誤解して居ました。例へば化學方程式を其のまゝ盲目的に讀記したり、又物質の製法を一々機械的に讀誦したりして居ました。かやうにして化學は死んだ學問として扱はれ、従つて此の學問は多くの生徒に嫌はれて來ました。これでは人間生活の向上に至大の關係のある化學が、一般に等閑視されるのも無理はありません。化學上基礎となるべき事柄は、是非ともこれを實驗して見て、よく理解し記憶しなければなりません。次にこれを基本として考へれば幾多の事柄が系統的に自ら誘導されるものであります。かうなれば化學が愈々面白い學問になつて、非常な興味が湧いて來ます。そこで自ら行ふ實驗や教官の講義上の實驗に現はれる諸現象をよく觀察して、自然に起る化學變化を考へることを練習されたい。次に問題及び考題は諸子が數學の問題を練習するやうに、自宅で考へられるだけ考へて見られたい。かやうにして怠らなければ、一つ一つ基礎的事柄が次第に積み重なつて、推理的に此の學問が學ばれるやうになります。



今参考のために強ひて語記するに及ばない事柄(理解し考へるために幾度か反覆した結果,自然に記憶されるならば結構なことである)を二三あげて見ます。

- (1) 元素の原子量
- (2) 基礎的化合物以外の化合物の化学式(基礎的化合物の化学式より考へて容易に多くの化合物の化学式が求められる)
- (3) 化学方程式の機械的誦

### 目 次

緒言 ... .. I

#### 第一篇

第一章 化学の基礎事項 (其一) ... .. I

第一節 化合物の特徴 ... .. 1

第二節 原子 分子 ... .. 3

第三節 原子量 ... .. 6

第四節 分子量 ... .. 6

第五節 元素及び化合物の化学  
記号 ... .. 7

第六節 化合の法則 ... .. 9

第七節 原子價 ... .. 10

第二章 化学の基礎事項 (其二) ... .. 15

第一節 鹽素 ... .. 15

第二節 鹽化水素 ... .. 17

第三節 硫酸 ... .. 18

第四節 アルカリ ... .. 22



第五節	質量不變の定律と化學	
	方程式	25
<b>第三章</b>	<b>非金属元素及び其の化合物</b>	33
第一節	ハロゲン元素	33
第二節	ハロゲン化水素酸と其の鹽	35
第三節	硫黄及び其の化合物	38
第四節	窒素化合物	42
第五節	磷及び其の化合物	49
第六節	炭素及び其の化合物	53
<b>第四章</b>	<b>中和 電離 週期律</b>	64
第一節	中和	64
第二節	電離	72
第三節	置換反應	84
第四節	元素の週期律	88
<b>第二篇</b>		
<b>第五章</b>	<b>金屬總論</b>	93

第一節	金屬及び合金	93
第二節	金屬の化學的性質及びイオン化傾向	96
第三節	金屬の所在及び其の製法	102
<b>第六章</b>	<b>アルカリ及びアルカリ土類金屬</b>	107
第一節	アルカリ及びアルカリ土類金屬	107
第二節	酸化物及び水酸化物	108
第三節	炭酸鹽	109
第四節	酸性炭酸鹽	111
第五節	シアン化カリウム	116
第六節	フェロシアン化カリウム及びフェリシアン化カリウム	118
第七節	焰色反應	120
<b>第七章</b>	<b>金屬元素の化合物(其一)</b>	122



第一節	金屬化合物の分子式 ... ..	122
第二節	金屬の酸化物・水酸化 物及び炭酸鹽 ... ..	123
第三節	金屬と酸との作用 ... ..	125
第四節	化合物の性質 ... .. 〔可溶性化合物の一般製法〕	133
第五節	元素の酸化物と酸及び 鹽基との關係 ... ..	137
<b>第八章</b>	<b>金屬元素の化合物 (其二)</b> ... ..	142
	〔二三の非金屬元素の化合物〕	
第一節	硼素・砒素・弗素の化合物 ... ..	142
第二節	珪素及び其の化合物 ... ..	150
第三節	鹽類の加水分解 ... ..	156
第四節	化合物の用途 ... ..	158
<b>第九章</b>	<b>酸化及び還元反應</b> ... ..	165
第一節	主要なる酸化劑及び還 元劑 ... ..	165
第二節	クロム及びマンガン化 合物 過酸化水素 ... ..	175

第三節	物質の酸化力及び還元 力を利用する用途 ... ..	183
-----	-------------------------------	-----

### 第三篇

<b>第十章</b>	<b>有機化合物</b> ... ..	185
第一節	炭化水素(其一) ... ..	185
第二節	石油 ... ..	189
第三節	アルコール ... ..	190
第四節	アルデヒド及び有機酸 ... ..	193
第五節	エステル ... ..	197
第六節	炭化水素(其二) ... ..	199
第七節	不飽和の化合物 ... ..	204
第八節	稍、特種なる反應 メタン・アセトン・エーテルの 製造 [附クロロホルム] ... ..	208
<b>第十一章</b>	<b>天然有機物</b> ... ..	211
第一節	炭水化物 ... ..	211
第二節	蛋白質 ... ..	215
第三節	榮養物及びビタミン ... ..	217



第四節	天産特殊有機物	...	...	...	219
第十二章	化學量論の諸定律と 分子量及び原子量	...	...	...	224
第一節	化學量論の諸定律	...	...	...	224
第二節	分子量及び原子量	...	...	...	234
第三節	氣體の重さと容積との 關係	...	...	...	245
第十三章	可逆反應及び溶液	...	...	...	249
第一節	可逆反應	...	...	...	249
第二節	溶液	...	...	...	251
第十四章	化學と人生	...	...	...	256
<b>附 録</b>					
	綜合雜題	...	...	...	I
	問題解答	...	...	...	19

別刷挿畫及び表

主要元素表	...	...	...	...	表紙の裏
元素の週期表	...	...	...	...	表紙の次
メンデレエフ(肖像)	...	...	...	...	扉の前
化學研究室の今昔	...	...	...	...	扉の次
ダルトン(肖像)と其の原稿	...	...	...	...	8-9
ボイルとベルツエリウス(肖像)	...	...	...	...	
ベルツエリウスの化學記號及び天秤	...	...	...	...	8-9
鑛物(天然に産する珪酸鹽と他の鹽)	...	...	...	...	152-153
石油の製造	...	...	...	...	190-191
砂糖の製造	...	...	...	...	212-213
ゴムの製造	...	...	...	...	220-221
植物(うるし・はくか・あかまつ・くすのき)	...	...	...	...	220-221
アルカロイド含有植物(こ-ひ-ちや・ たばこ・けし)	...	...	...	...	222-223
萬國原子量表	...	...	...	...	裏表紙の中



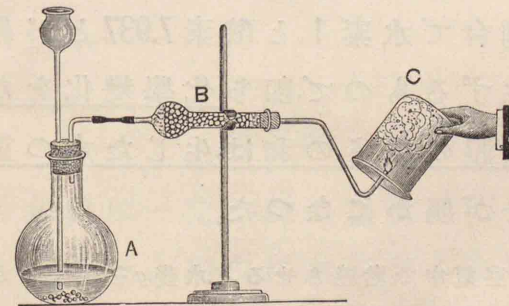
# 第一篇

## 第一章 化學の基礎事項 (其一)

### 第一節 化合物の特徴

1. 水は水素と酸素とが化合して生ずるものであることは實驗で知られる(第1圖)。

此等の二つの元素はどんな割合にでも結合して水が出来らるものであらうか。



第1圖 水素の燃焼

- A. 水素發生器(亞鉛に稀硫酸を作用させる)。
- B. 鹽化カルシウム管(水素を乾燥させる)。
- C. 水素が燃焼して水滴を生ずる。

學者の研究によつて、此の結合の割合は一定不變で、即ち水素1に對し酸素7.937の重さの割合で化合することが明かになつた。

天然水でも又實驗室で造つた水でも、純水でさへあれば其の中に含まれて居る水素の重さと酸素の重さとの比(重量比)は常に相等しい。



問 1. 水素  $2g$  を完全に水にするには幾  $g$  の酸素が必要であるか。

次に任意量の水素と酸素との混合氣體に化學變化をなさしめたならば、此等の兩元素は必ず此の一定の割合で化合し、何れか餘分にあるものは其のまゝ残るものである。

問 2. 水素  $10g$  と酸素  $20g$  との混合氣體に化學變化をなさしめたならば、何れが幾  $g$  残るか。

水素と酸素とが化合する時の重さの割合と、此の時生成する水の重さとの間の關係に就ては、研究の結果、重さの割合で水素  $1$  と酸素  $7.937$  とが化合して水  $8.937$  を生ずるもので、即ち化學變化をなした此の二つの氣體の重さの和は、生じた水の重さと相等しいことが明かになつた。

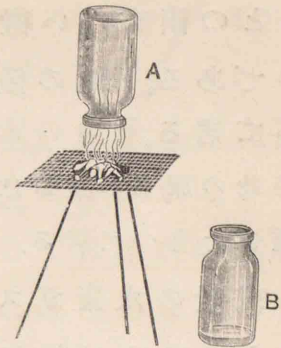
問 3. 水素  $2.5g$  を空氣中で燃焼させると、水幾  $g$  を生ずるか。

問 4. 水  $100g$  を造るには、水素及び酸素を各、幾  $g$  必要とするか。

2. 炭酸ガスは炭素と酸素とが化合して出来る(第2圖)。研究の結果、重さの割合で炭素  $1$  と酸素  $2.667$  とが化合して炭酸ガス  $3.667$  を生ずることが確定された。

問 5. 炭素  $10g$  は幾  $g$  の酸素と化合して幾  $g$  の炭酸ガスを生ずるか。

水は水素と酸素との化合物である。炭酸ガスは炭素と酸素との化合物である。化合物に於ては、其の成分元素の重量比は一定不變である。此の事實は化合物の特徴とする點である(混合物との差異)。



第2圖 木炭の燃焼

- A. 炭酸ガス捕集壺(燃焼する木炭上に壺を倒して炭酸ガスを集める)。  
 B. 石灰水を入れた壺(此の上に壺を倒に置き振盪して炭酸ガスを石灰水に作用させる)。

## 第二節 原子 分子

何故に一定不變の重量比で化合する關係があるかといふ理由に就て、多くの學者は多年其の説明に苦しんだが、遂に次のやうに説明されるに至つた。

1. 水素ガスは際限なく分けられるものであらうか。又は或小さい粒子となれば、それ以上は之を分けることは出来ないものであらうか。これは如何なる方法を用ひても、それ以上は分ける







### 第三節 原子量

各元素の原子は水素・酸素のやうにそれぞれ其の元素に固有な一定の重さを有つて居る。酸素原子1個の重さを16とし、これに對して他の元素の原子1個の重さの割合を表はす數を其の元素の原子量といふ。例へば水素の原子量を求めるには次のやうにすればよい。

酸素原子1個の重さ：水素原子1個の重さ

= 酸素の原子量：水素の原子量

$$2.64 \times 10^{-23} g : 0.1663 \times 10^{-23} g = 16 : x$$

$$x = \frac{16 \times 0.1663 \times 10^{-23}}{2.64 \times 10^{-23}} = 1.008 \quad (\text{水素の原子量})$$

問 6. 炭素の原子量は現今12と定めてある。炭素原子1個の重さは幾gとなるか。

問 7. 銅の原子量は63.57である。銅の原子1個の重さは炭素原子1個の重さの幾倍となるか。

原子の實際の重さを用ひないで、原子の重さの割合を示す數を用ひる理由は、眞の重さを表はす數は驚くほど小であるために、化學上の計算に不便であるからである。

### 第四節 分子量

問 8 酸素原子1個の重さを16とすれば、(イ)酸素の分子

(ロ)水素の分子 (ハ)水の分子のそれぞれ1個の比較的の重さは幾何となるか。

化合物又は元素の分子は、水のやうにそれぞれ固有な一定の重さを有つて居る。酸素原子1個の重さを16として、これに對する化合物又は元素の分子1個の比較的の重さを其の分子量といふ。

例へば水の分子量は18.016、酸素又は水素の分子量はそれぞれ32、又は2.016とするが如きである。

問 9. 炭酸ガスの1分子は炭素原子1個と酸素原子2個とより成り立つて居る。炭酸ガスの分子量は幾何となるか。

問 10. (イ)酸素 (ロ)炭酸ガスの各1分子の重さは水の分子1個の重さの幾倍となるか。

分子量・原子量を用ひる本來の目的は、各物質の分子・原子の比較的の重さを表はしたいためである。そこで標準物質の原子量を表はす數を變へれば、それに應じて各物質の分子量・原子量もそれぞれ變はるべきである。

問 11. 鐵の原子1個の重さ(鐵の原子量は55.84である)は、(イ)酸素分子1個の重さ (ロ)銅の原子1個の重さ (ハ)水の分子1個の重さ のそれぞれの幾倍となるか。

### 第五節 元素及び化合物の化學記號

化學は萬國共通の學問であるから、元素及び化



合物を表はす記號として各國に共通で且つ簡明なものを用ひることは、極めて重要なことである。そこで現今では元素を表はすには、其のラテン名の首位の文字を用ひて之を代表せしめて居る。例へば酸素 (Oxygenium) を表はすに **O** を用ひ、水素 (Hydrogenium) を表はすに **H** を用ひるが如きである。又元素のラテン名の首位の文字が同一である場合には、之を互に區別するために、更に適當な文字を一字添へて之を代表せしめて居る。例へば炭素 (Carboneum) を表はすには **C** を以てし、銅 (Cuprum) を表はすには **Cu** を用ひるが如きである。

水素 1 分子は水素 2 原子より成り立つて居るから、之を示すに **H<sub>2</sub>** といふ記號を用ひる。水 1 分子は水素 2 原子と酸素 1 原子とより成り立つて居るから、之を示すに **H<sub>2</sub>O** とする。

〔考〕 2. 酸素及び炭酸ガスの分子を化學記號で表はせ。

元素の化學記號は其の原子量をも代表せしめることになつて居る。

例へば **H** と書けば、これは水素元素を表はすと同時に、又水素の 1 原子量、即ち 1.008 をも意味して



ダルトンとその原稿

○○○ 亞酸化窒素  
 ○○○ 酸化窒素  
 ○○○ 二酸化窒素  
 ○○○ 水  
 ○○○ アモニア  
 ○● 一酸化炭素  
 ○●● 炭酸ガス  
 ●○ エチレン  
 ⊕○ 亞硫酸ガス  
 ⊕○○ 無水硫酸

無水亞硝酸

註

本表では

- ……酸素 (O)
- ……水素 (H)
- Ⓛ……窒素 (N)
- ……炭素 (C)
- ⊕……硫黄 (S)













化合物を表はす記號として各國に共通で且つ簡明なものを用ひることは、極めて重要なことである。そこで現今では元素を表はすには、其のラテン名の首位の文字を用ひて之を代表せしめて居る。例へば酸素 (Oxygenium) を表はすに **O** を用ひ、水素 (Hydrogenium) を表はすに **H** を用ひるが如きである。又元素のラテン名の首位の文字が同一である場合には、之を互に區別するために、更に適當な文字を一字添へて之を代表せしめて居る。例へば炭素 (Carboneum) を表はすには **C** を以てし、銅 (Cuprum) を表はすには **Cu** を用ひるが如きである。


水素 1 分子は水素 2 原子より成り立つて居るから、之を示すに **H<sub>2</sub>** といふ記號を用ひる。水 1 分子は水素 2 原子と酸素 1 原子とより成り立つて居るから、之を示すに **H<sub>2</sub>O** とする。

考 2. 酸素及び炭酸ガスの分子を化學記號で表はせ。

元素の化學記號は其の原子量をも代表せしめることになつて居る。


例へば **H** と書けば、これは水素元素を表はすと同時に、又水素の 1 原子量、即ち 1.008 をも意味して

-  亞酸化窒素
-  酸化窒素
-  二酸化窒素
-  水
-  アムモニア
-  一酸化炭素
-  炭酸ガス
-  エチレン
-  亞硫酸ガス
-  無水硫酸

 無水亞硝酸

註

本表では

-  .....酸素 (O)
-  .....水素 (H)
-  .....窒素 (N)
-  .....炭素 (C)
-  .....硫黄 (S)







### ダルトン

(John Dalton : 1766—1844)

英國人。今日吾々の學んでゐる分子説や原子説の根柢を築き、1808年に圖の如き化學記號を考へて化合物の式を示した大化學者である。

化學はこれがために非常な進歩をなし系統的に學び得るやうになつた。彼は貧しい織物職人の子で、十二歳の時から教師となつて自活しながら勉強した。彼は資性温厚で名利に捉はれず、只管研究に努力した模範的學者であつた。

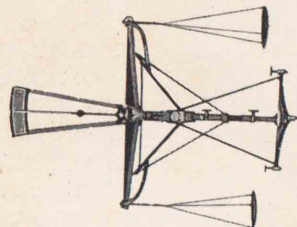
ペルツェリウスの記號	物質名	現在の記號
$\dot{\text{N}}$	亞酸化窒素	$\text{N}_2\text{O}$
$\dot{\text{N}}$	酸化窒素	$\text{NO}$
$\ddot{\text{N}}$	二酸化窒素	$\text{NO}_2$
$\ddot{\text{N}}$	無水亞硝酸	$\text{N}_2\text{O}_3$
$\dot{\text{H}}$	水	$\text{H}_2\text{O}$
$\text{NH}^3$	アムモニア	$\text{NH}_3$
$\dot{\text{C}}$	一酸化炭素	$\text{CO}$
$\ddot{\text{C}}$	炭酸ガス	$\text{CO}_2$
$\dot{\text{S}}$	亞硫酸ガス	$\text{SO}_2$
$\ddot{\text{S}}$	無水硫酸	$\text{SO}_3$

ペルツェリウスの用いた化學記號

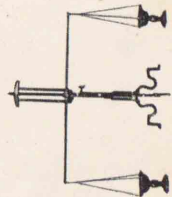


ペルツェリウス

ペルツェリウスの天秤



ボイル





## ベルツェリウス

(J. J. Berzelius: 1779—1848)

スウェーデン人。自ら二千餘種の化合物を分析してその組成を定め、五十餘種の元素の原子量を決定し、Ce, Th, Se の三元素を発見し、1811年に現在我々が使用してゐる化學記號を案出した。九歳の時孤兒となり、貧苦と闘つてよくその業を大成した。彼は非常に勤勉で忍耐強い實驗家であつて、僅々十年でこの大事業を完成した。然るに彼の實驗室は水道・ガス・電氣の設備のない極めて粗末なもので、常に來訪者を驚かしたといふ。彼は又勝れた教育家で、その門下からは大學者が輩出した。

## ボイル

(Robert Boyle: 1627—1691)

英國の貴族。元素といふ觀念を始めて明瞭にした人で化學の父といはれてゐる。彼の時代には化學は斷片的で醫學・工業の道具に過ぎず、魔術と同一視されてゐたが、彼は「化學は醫學・藥學・工學・冶金の召使であつてはならない。化學をして眞理を學ぶための眞の學問とするには、從來の空想的方法を捨てて、實驗に基づくやうにしなければならぬ」といつて、學界に化學をして系統的に學び得る學問たらしめる動機を與へた。彼は又化學分析を始めて行つた人で、リトマス試験紙が酸によつて赤變することを發見した。

## ベルツェリウスの用ひた化學記號

不便なダルトンの記號を廢してベルツェリウスが考案した初期の化學式。このお蔭で化學の學習研究は非常に便利になつた。

文字の上の點の數は酸素原子數を表はし、横の棒は二原子なることを表はす。ダルトンの表と比べて見よ。

## ベルツェリウスの天秤

ベルツェリウスは今より百二十年前にこの粗末な天秤で原子量を決定した。

居るのである。従つて  $\text{H}_2\text{O}$  は  $\frac{1.008 \times 2 + 16}{\text{H} \quad \text{O} \quad \text{H}_2\text{O}}$  の

やうに水の1分子量を表はすのである。又炭酸ガスを表はす記號  $\text{CO}_2$  は  $\frac{12 + 16 \times 2 = 44}{\text{C} \quad \text{O} \quad \text{CO}_2}$  のやうに炭酸ガスの1分子量を表はす。

水素分子を表はす記號  $\text{H}_2$  は水素の1分子量  $\frac{1.008 \times 2 = 2.016}{\text{H} \quad \text{H}_2}$  を示して居る。

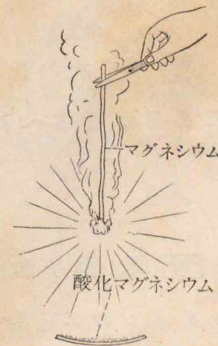
$\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$  のやうに物質の1分子を表はす式を分子式といふ。

## 第六節 化合の法則

**實驗** 1. 0.5g 位の銅片或は銅粉を乾いた試験管に入れ、2—3分熱して黑色となるのを見よ。

**實驗** 2. 3cm 位のマグネシウム紐をピンセットで挟んで點火し、之を燃焼せしめて下に落ちた白色の粉末に注意せよ。

**考** 3. 諸子が小學校時代より今日までに學んだ元素をあげ、此等に就て金屬と金屬でないもの(非金屬: 酸素・硫黄のやうなもの)とを區別して見よ。



第3圖  
マグネシウムの燃焼

二つの元素を接觸させて、之を熱するか、又は他の方法を施すかしても、此等が化合する場合と化



合しない場合とがある。どんな元素と元素とが化合するかといふに、それは陽性のものと陰性のものとであると考へられる。故に二つの元素の化合物に於ては、一方が必ず陽性で、他の部分は陰性であると考へるのが便利である。金属元素は何時でも陽性<sup>①</sup>である。非金属元素は多くの場合に陰性である。非金属元素が互に化合する場合もある。此の時は其の一方の元素は陽性を示すと考へるのである。水素又は酸素が他の元素と化合する場合は、水素は何時でも(非金属元素ではあるが)陽性となり、酸素は何時でも陰性となるのである。

〔考〕 4. 次の化合物中の元素に就て、何れが陽性で、何れが陰性であるかを述べよ。 (イ)  $H_2O$  (ロ)  $CO_2$  (ハ)  $CuO$  (ニ)  $MgO$

### 第七節 原子價

〔考〕 5. 諸子が今までに學んだ化合物である (イ)水 (ロ)酸化マグネシウム (ハ)酸化銅 (ニ)炭酸ガスの分子1個に就て、酸素原子1個と結び付いて居る他の元素の原子の数はそれぞれ幾何であるか。

① 稀に金属元素が互に化合することがある。此の時は一方の元素が陽性で、他の元素が陰性であるとして考へる。陽・陰は比較的のものである。

化合物	水	酸化 マグネシウム	酸化銅	炭酸ガス
分子式				
酸素と結合して居る元素				
酸素1原子と結合して居る他の元素の原子の数				

かやうに多くの酸化物に於ては、其の分子1個の中で、酸素原子1個と結合して居る他の元素の原子の数が異なつて居る。但し此の原子の数は其の元素にそれぞれ固有なものである。(此の事實は其の元素に對して天然自然に與へられた特性である。)

此の元素結合の仕方は貨幣交換の仕方によく似て居る。例へば50錢銀貨(A)・10錢銀貨(B)・5錢白銅貨(C)・1錢銅貨(D)に於て、B1個と交換するに必要な各貨幣の数はそれぞれ異なつて居て、Aは $\frac{1}{5}$ 個、Cは2個、Dは10個を要するが如きである。

元素の種類は極めて多く、これが酸素と結合する場合の原子の数の関係は甚だ複雑である。そこで貨幣の場合と同様に、各元素にそれぞれ固有の價を考へて置くことが化學の學習上極めて便利である。



貨幣交換の時最も多くの数を必要とするもの、即ち最も價の低いもの(上に述べた貨幣では1錢銅貨)を單位とするのが便利である。

同様に元素が酸素と結合する場合に、酸素原子1個に對し最も多くの数を要するものを原子の價の單位と考ふべきである。此の單位と考へた元素の原子の價は1であるといふ。

〔考〕6. 考5の結果によれば、原子の價の單位としてどの元素を選ぶべきか。

甲乙2種の貨幣を交換する場合には、次の關係が成り立つて居る。即ち双方の貨幣の全額が相等しくなるやうにされるのである。

$$\begin{array}{ccc} \text{甲貨幣の單價} \times \text{其の數} & = & \text{乙貨幣の單價} \times \text{其の數} \\ 5\text{錢} \times 10 & & 50\text{錢} \times 1 \end{array}$$

甲乙2元素が結合する場合も、これに類似して次の關係が成り立つものである。

$$\begin{array}{l} \text{甲元素の原子の價} \times \text{其の原子數} \\ = \text{乙元素の原子の價} \times \text{其の原子數} \end{array}$$

水素2原子と酸素1原子と化合して水の1分子を生ずることを學んだ。酸素の原子の價は幾何であらうか。

$$\begin{array}{ccc} \text{水素の原子の價} \times \text{原子數} & = & \text{酸素の原子の價} \times \text{原子數} \\ 1 \quad \quad \quad 2 & & x \quad \quad \quad 1 \\ x = \frac{1 \times 2}{1} & \text{即ち} & 2 \text{ となる。} \end{array}$$

炭素1原子は酸素2原子と結合して炭酸ガスの分子1個を生ずるものである。炭素の原子の價は幾何となるか。

$$\begin{array}{ccc} \text{炭素の原子の價} \times \text{原子數} & = & \text{酸素の原子の價} \times \text{原子數} \\ x \quad \quad \quad 1 & & 2 \quad \quad \quad 2 \\ x = 4 & \text{即ち} & 4 \text{ である。} \end{array}$$

かやうに元素の原子の價は貨幣の單價に相當する意味を有つて居る。此の元素の原子の價のことを原子價と呼んで居る。水素・酸素・炭素の原子價はそれぞれ1, 2, 4となるのである。

〔考〕7. (イ)マグネシウム (ロ)銅の原子價は幾何であらうか。

さて甲乙2元素が化學變化をなして一の化合物を造る場合には、甲乙の何れか一方は陽性で、他は陰性であることは既に學んだ。そこで此等の兩元素が化合する場合には、次の關係が成り立たなければならない。

$$\begin{array}{l} \text{陽性元素の原子價} \times \text{原子數} = \text{陰性元素の原子價} \times \text{原子數} \\ \text{此の關係を利用すれば、原子價の既知の元素と} \end{array}$$



他の元素との化合物の分子式によつて、容易に元素の原子價を定めることが出来る。

〔考〕 8. アルミニウムの2原子と酸素の3原子とが結合して酸化アルミニウムの1分子を生ずることは既に知られて居る。然らばアルミニウムの原子價は幾何となるか。

$H_2O$  に於て、水素は原子價1で、酸素は原子價2である。水素は陽性の元素であるから、之を陽の原子價1とし、酸素は陰性の元素であるから、之を陰の原子價2とする。かやうに原子價に陽陰の區別を付けることは、化學の學習上便利である。例へば  $CO_2$  に於ては、Cは陽の部分であつて原子價は4であるから、これは陽の原子價4である。

## 第二章 化學の基礎事項 (其二)

### 第一節 鹽素 $Cl_2$

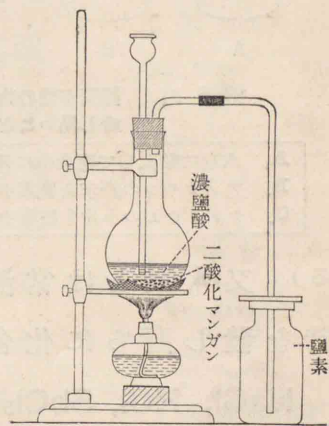
二酸化マンガンを濃鹽酸を加へ、少しく温めれば



第4圖 シェーレ  
(C.W.Scheele: 1742—1786)

スウェーデン人。14歳の時から藥種商の徒弟となり、傍ら化學を研究して世界屈指の大學者となつた。原子説もまだ無い昔に、粗末な實驗器具で非常に多數の研究を行ひ、1774年鹽酸に二酸化マンガンを作用せしめて鹽素を發見し、同年又酸素及びマンガンを發見した。彼は死に至るまで熱烈な研究を續けた偉大な學者である。

ば惡臭のある綠黄色の氣體を生ずる。之を鹽素といふ。鹽素は有毒な氣體で、水



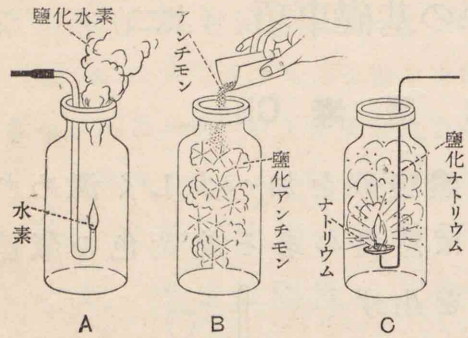
第5圖 鹽素の製法

に稍溶解する。常温では水1容は2.5容の鹽素を溶解せしめる。

鹽素の最も重要な性質は、これが他のものと極めてよく化學變化を起し易いことである。例へばアンチモン・ナトリウムのやうな元素は、常温でこれと容易に化合する。



アンチモン  $Sb$  の場合には鹽化アンチモン  $SbCl_5$



第 6 圖 鹽素が他の物質と化合し易いことを示す

- A. 水素に点火して鹽素中に入れる。
- B. アンチモンの粉末を鹽素中に落す。
- C. ナトリウムの小片を鹽素中に入れる。

を生じ、ナトリウム  $Na$  の場合には鹽化ナトリウム  $NaCl$  を生ずる。水素に点火して之を鹽素ガス中に入れれば鹽化水素  $HCl$  を生ずる。(此の方法で所謂合成鹽酸が製され

る。) 又水素とは常温でも直射日光に当てれば、爆音を發し直ちに化合して鹽化水素を生ずる。

$NaCl$ ,  $HCl$ ,  $SbCl_5$  のやうに鹽素と他の 1 種類の元素との化合したものを鹽化物と稱する。

【考】 9.  $HCl$  に於て鹽素の原子價は幾何であるか、且つこれは陽陰何れの性か。

【考】 10. (イ)  $NaCl$  (ロ)  $SbCl_5$  に於て  $Na$  及び  $Sb$  の原子價は幾何か、且つこれは陽陰何れの性か。

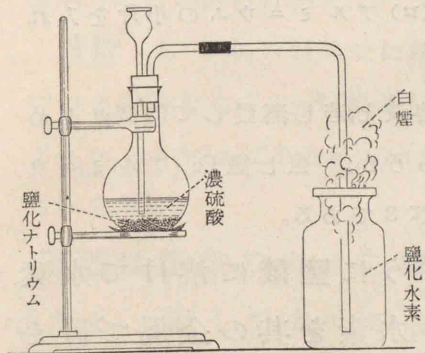
【考】 11. 鹽素といふ元素は鹽素ガスの状態で天然自然に存在し得るであらうか。

鹽素は天然には鹽化ナトリウムの状態で海水

中に存在し、其の 2.5% を占めて居る。

### 第二節 鹽化水素 $HCl$

鹽化ナトリウム(食鹽)に濃硫酸を加へると、刺戟

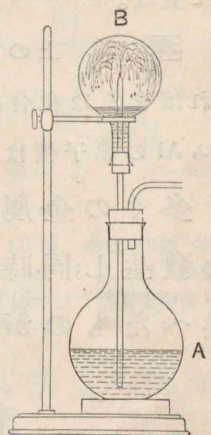


第 7 圖 鹽化水素の製法

性の氣體を生ずる。これは鹽化水素である。無色透明の氣體であ

るが、濕氣を含む空気中では白煙となる。水に極めてよく溶解し、1 容の水は常温で約 450 容の鹽化水素を溶かす。此の溶液を鹽酸と稱する。(鹽酸は胃液の中に含まれて消化殺菌の作用をなす。)

亞鉛  $Zn$  に鹽酸を加へれば水素を發生して溶解する。此の溶液を蒸發し殆ど乾涸するに到らしめると、白色の固體が得られる。之を鹽化亞鉛  $ZnCl_2$



第 8 圖 鹽化水素がよく水に溶解すること及び其の水溶液が酸性であることを示す

フラスコ A に青色のリトマス溶液を入れ、鹽化水素を充したフラスコ B を圖のやうに倒に連結し、初に A の側管から呼氣を吹き込んで A 内の液をして内部のガラス管内を上昇させると、其の後は自ら A 内の青色液が管内を昇り、B 内で赤色の噴水を生ずる。



といふ(金属の鍍付をする時に用ひられる)。鹽化亞鉛は鹽化水素中の水素を亞鉛で置き換へたものと考へられる。

**考** 12. 鹽酸を用ひないで鹽化亞鉛を造る方法を考へよ。

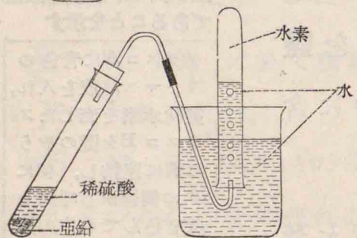
**實驗** 3. 2個の試験管に稀鹽酸を3cc位ずつ入れ、それぞれ其の中に1-2個の(イ)鐵片(ロ)アルミニウムの小片を入れて見よ。

**考** 13. 上の實驗に於ける溶液を、若し蒸發して乾涸せしめればどんな化合物が残るであらうか。但し鐵Fe・アルミニウムAlの原子價はそれぞれ2及び3である。

多くの金属は亞鉛のやうに鹽酸に溶けて水素を發生し、同時に鹽酸中の水素を其の金属で置き換へたものが得られる。

### 第三節 硫酸 $H_2SO_4$

**實驗** 4. 試験管に水10cc位を入れ、此の中に濃硫酸1-2ccを



第9圖 稀硫酸に亞鉛を作用させ發生する氣體を捕集する

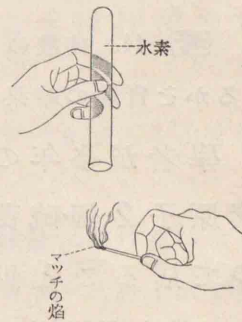
味を試みよ。又青色リトマス試験紙で試験して見よ。

**實驗** 5. 第9圖に示すやうな装置を用意せよ。稀硫酸3cc

靜かに加へて見よ。熱が發生するか。次に此の混合物をよく振盪して混ぜた後、其の1cc位を別の試験管に取り(残りの稀硫酸は實驗5及び6に用ひよ)、これに20cc位の水を加へてよく振盪した後、指に着けて其の

位を試験管に取り、之を5cc位の水で稀釋し、此の中に亞鉛2g位を入れて、直ちに第9圖のやうにして發生する氣體を捕集せよ(水上置換法)。次に此の捕集した氣體に第10圖のやうにマツチの焰を近づけよ。此の時爆音を發するであらう。此の氣體は何か。

**實驗** 6. 2個の試験管に稀硫酸3cc位ずつを入れ、それぞれ(イ)鐵片1-2個(ロ)マグネシウム0.2g位を入れて、水素の發生するのを見よ。



第10圖 水素(空氣が混じて居る)にマツチの焰を近づけて爆音を發せしめる

硫酸は鹽酸のやうに酸の1種である。而して多くの金属はこれに溶解して水素を生ずる。そこで硫酸の中には水素元素を含んで居ることが知られる。

**實驗** 7. 銅片0.5g位を試験管に入れ、濃硫酸2-3cc位を加へて靜かに熱せよ。此の時發生する氣體の臭氣を検せよ。

**實驗** 8. ガラス棒の尖端を熱した後硫黃の粉末をこれに附着せしめ、焰の中に入れて燃焼して見よ。此の時生ずる氣體の臭氣が、前の實驗で得た氣體の臭氣と同一であることを注意せよ。

硫黃 S を空氣中で燃焼せしめると、酸素と化合して亞硫酸ガスといふ刺戟性の氣體が生ずる。此の氣體は1種の化合物であつて、其の分子1個

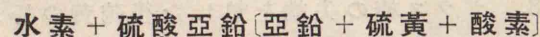
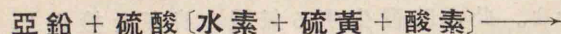


は硫黄原子1個と酸素原子2個とより成ることが明かにされて居る。即ち亜硫酸ガスの分子式は  $\text{SO}_2$  である。

〔考〕 14. 硫酸の中には、水素の外にどんな元素が含まれて居るかを実験の結果より判断せよ。

學者が多年の研究の結果、硫酸の分子1個は水素原子2個・硫黄原子1個・酸素原子4個とより成つて居ることが知られた。

亜鉛を稀硫酸に溶かしたものを蒸發すれば白色の固体が得られる。(此の固体はどんな元素を含んで居ると諸子は考へるか) これは硫酸の中に含まれて居る元素の中で、水素以外の元素と亜鉛とが化合したもので無ければならない。即ち硫酸の中の水素以外の元素(即ち硫黄と酸素)は1團となつて硫酸より硫酸亜鉛に移つたのである。



硫酸の分子式は  $\text{H}_2\text{SO}_4$  で、Hは陽性、 $\text{SO}_4$ は陰性の部分である。 $\text{SO}_4$ のやうに化學變化に際して恰も一の元素であるかのやうに、一つの化合物より他の化合物へ移るものを原子團といふ。化合物の中の原子團は元素のやうに陽・陰の性別と

原子價とを有つて居る。硫酸中の  $\text{SO}_4$ なる原子團は陰性の部分をなし、其の原子價は2價である。 $\text{SO}_4$ なる原子團は他の元素(例へば水素・亜鉛)とは異なり、これだけを取り出して見ることは出来ない。原子團のことを根又は基ともいふ。

〔考〕 15. 硫酸亜鉛はどんな分子式を有すべきであるかを判断せよ。

〔考〕 16. (イ)鐵 (ロ)マグネシウムが稀硫酸に溶けた時はどんな化合物を生ずべきか。此の化合物の有すべき分子式を推定せよ。但し鐵及びマグネシウムの原子價は2である。

〔例〕 1. アルミニウム Al が稀硫酸に溶解して水素を發生する際に、同時に生ずる所の化合物の分子式を判断せよ。但しアルミニウムの原子價は陽の3である。

〔解〕 化合物に於ては

陽性の部分の原子價 × 數 = 陰性の部分の原子價 × 數  
の關係が成り立つ。

$$\text{Alの原子價} \times \text{數} = \text{SO}_4\text{の原子價} \times \text{數}$$

$$3 \quad m \quad 2 \quad n$$

これによれば  $m=2, n=3$  とならなければならない。

即ち硫酸アルミニウムの分子式は  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  となる。

〔實驗〕 9. 3個の試験管中にそれぞれ (イ)稀硫酸5cc位 (ロ)硫酸亜鉛0.2g位 (ハ)硫酸マグネシウム0.2g位を入れ、(ロ)及び(ハ)に於ては水を5cc位加へて溶解せしめた後、此等の3者



に鹽化バリウム  $\text{BaCl}_2$  の水溶液を 0.5cc 位加へて見よ。何れの場合にも白色の沈澱が生ずるであらう。次に此の沈澱の中に數滴の鹽酸を加へて見よ。溶解するかどうか。

硫酸のやうに原子團  $\text{SO}_4$  を含んで居る化合物に鹽化バリウムを加へれば、何時でも必ず鹽酸に溶解しない白色の沈澱を生ずるものである。此の性質は化合物の中に  $\text{SO}_4$  の有無を検するのに常に利用されて居る。

硫酸亜鉛  $\text{ZnSO}_4$ ・鹽化亜鉛  $\text{ZnCl}_2$  のやうに、酸の水素を金屬元素で置き換へたものを鹽と稱する

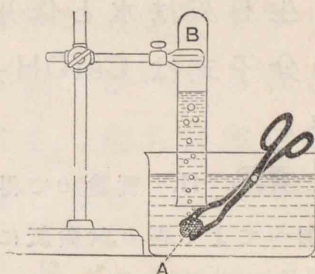
硫酸マグネシウム  $\text{MgSO}_4$ ・硫酸アルミニウム  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  等のやうに、硫酸の水素を金屬で置き換へたものを硫酸鹽といふ。硫酸鹽には水に溶解し易いものが多い。

#### 第四節 アルカリ

1. 水の中にナトリウム  $\text{Na}$  といふ金屬の小片を入れると、直ちに激しい變化が起つて水素を發生する。此の溶液に赤色リトマス試験紙を觸れしめると青色に變ずる。(かやうに赤色リトマス試験紙を青變する作用をアルカリ性反應といふ) 又此の溶液には刺戟性の味がある。これは苛性ソーダがあるためである。

苛性ソーダは白色の固體で、水には極めて良く

溶解する。今此の物の中にはどんな元素が含まれて居るかを諸子と共に考へて見よう。(1)これはナトリウムと水との作用で出來たものであるから、ナトリウムの外に酸素を含まなければならない。(2)次にアルミニウムに苛性ソーダの溶液を作作用せしめれば水素を生ずることにより、苛性ソーダはナトリウム・酸素・水素の3元素を含んで居ることが知られる。



第11圖 水にナトリウムを作用させる

A. 金屬の網で包んだナトリウム (反應の際ナトリウムが飛散するのを防ぐ)。  
B. 水素。

學者の研究の結果、苛性ソーダ1分子はナトリウム・酸素・水素の各元素1原子ずつより成ることが明かにされた。即ち此の分子式は  $\text{NaOH}$  である。又此の化合物中に於てナトリウムは陽の部分をなし、酸素と水素とは  $\text{OH}$  の1團となつて陰の部分を成して居ることも明かになつた。

2. 生石灰は天然に産する石灰石を焼いて造つたものである。これはカルシウム  $\text{Ca}$  といふ金屬と酸素との化合物で、其の分子式は  $\text{CaO}$  である。

(實驗) 10. 蒸發皿に生石灰の小塊を置き、水を2-3滴加へて



見よ。熱が発生するかどうか。

生石灰は水と作用して消石灰となる。消石灰の分子式は  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  であることが明かにされて居る。

**〔実験〕** 11. 実験10で得た消石灰を試験管に入れ、水 5 cc 位を加へてよく振り、試験紙によつてそれが酸性・アルカリ性の何れであるかを試験せよ。

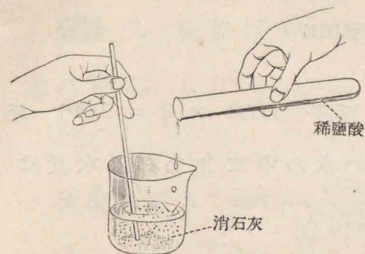
**〔考〕** 17. 苛性ソーダ及び消石灰の水溶液がアルカリ性反応を呈するのは、此等の化合物の中にどんなものを含むのに基づくかを考へよ。

マグネシウムを空气中で燃焼せしめて得た酸化マグネシウムは、水に極めて少量を溶解する。此の水溶液もアルカリ性反応を呈する。

**〔考〕** 18. 酸化マグネシウムの水溶液中に含まれて居る化合物の分子式を考へよ。

3. 苛性ソーダの水溶液に鹽酸の適當量を加へれば、何れのリトマス試験紙をも變化しないやうになる(即ち中性となる)。此の溶液を蒸發させて乾涸せしめれば、鹽化ナトリウム  $\text{NaCl}$  が得られる。次に苛性ソーダの水溶液に適當量の硫酸を加へて中性とし、之を蒸發させて乾涸せしめれば硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  の白い固體が得られる。

鹽化ナトリウム又は硫酸ナトリウムは鹽酸又は硫酸中の水素をナトリウムで置き換へたものと見られる。即ち此等は何れも鹽である。



第12圖 消石灰を鹽酸で中和する

**〔実験〕** 12. ビーカー(100 cc の容量)に消石灰 0.4 g 位を入れ、これに水 20 cc 位を加へてガラス棒でよく攪拌し、塊が残らないやうにせよ。次に攪拌しながら稀鹽酸を少しづつ注意して加へ、これを中性となせ(第12圖)。

酸とアルカリとを混ざれば直ちに作用して鹽を生ずるものである。

### 第五節 質量不變の定律と化學方程式

1. 化合物の分子式より成分元素の量の計算  
酸素と水素とが化合して水を造る重さの割合は、水の分子式  $\text{H}_2\text{O}$  と水素及び酸素の原子量とより容易く計算することが出来る。一般に化合物中に含まれて居る其の成分元素の重量的關係は、其の化合物の分子式と成分元素の原子量とより容易に計算されるものである。

**〔例〕** 2. 水 1 g 中に含まれて居る水素及び酸素は幾 g か。



(解) 水の分子式は  $\text{H}_2\text{O}$  であるから、其の分子量は

$$1.008 \times 2 + 16 = 18.016$$

H            O

である。此の中に水素は 2 原子  $1.008 \times 2 = 2.016$  だけ含まれて居る。故に 1 g の水の中に含まれる水素は

$$1 \times \frac{2.016}{18.016} = 0.1119 (g)$$

である。又酸素は 1 原子だけ含まれて居るから、同様にして

$$1 \times \frac{16}{18.016} = 0.8881 (g)$$

だけが 1 g の水の中に含まれることになる。

問 12. 炭酸ガス 10 g 中に含まれて居る炭素及び酸素の重さを計算せよ。但し炭素の原子量は 12 である。

問 13. 鹽化ナトリウム 20 g 中に含まれて居るナトリウム及び鹽素の重さを計算せよ。但しナトリウム及び鹽素の原子量はそれぞれ 23 及び 35.5 である。

問 14. 水の中に含まれて居る水素と酸素との重量の割合を求めよ。

問 15. 炭酸ガスの中に含まれて居る炭素と酸素との重量の割合を求めよ。

問 16. 鹽化亜鉛  $\text{ZnCl}_2$  の中に含まれて居る鹽素と亜鉛との重量の割合を求めよ。

三つ以上の元素より成る化合物に就ても、これと類似の方法で其の成分元素の重量的關係を求

めることが出来る。

例 3. 硫酸 25 g の中に含まれて居る水素・硫黄・酸素の重量を求めよ。

(解)

$$\text{水素の重さ} \quad 25 \times \frac{2\text{H}}{\text{H}_2\text{SO}_4} = 25 \times \frac{2 \times 1.008}{(1.008 \times 2) + 32.06 + (16 \times 4)} = 0.5 (g)$$

H            S            O

$$\text{硫黄の重さ} \quad 25 \times \frac{\text{S}}{\text{H}_2\text{SO}_4} = 25 \times \frac{32.06}{98.08} = 8.2 (g)$$

S

$$\text{酸素の重さ} \quad 25 \times \frac{4\text{O}}{\text{H}_2\text{SO}_4} = 25 \times \frac{4 \times 16}{98.08} = 16.3 (g)$$

O

問 17. 硫酸亜鉛  $\text{ZnSO}_4$  の成分元素の百分率を求めよ。

## 2. 質量不變の定律

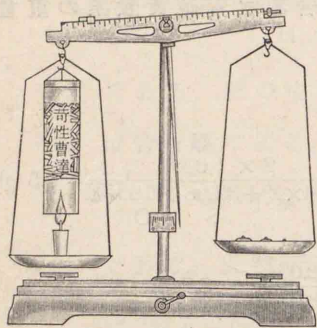
考 19. 水素と酸素とは 1:7.937 の重さの割合で化合して 8.937 の割合の水を生ずる(第一章第一節)。此の事實により水素と酸素とが化合して水を生ずる化學變化に際して、變化を起す前の水素と酸素との重さの總和と、反應後に生じた水の重さとの間には、どんな關係があると考へるか。

考 20. 炭素が酸素と化合して炭酸ガスとなる時に、此等は 1:2.667 の重さの割合で化合して 3.667 の割合の炭酸ガスを生ずる(第一章第一節)。此の化學變化に於て、反應前の炭素・酸素の重さの和と、反應後の炭酸ガスの重さとの間には、どんな關係があると考へるか。

化學變化に際しては、實際此の變化に與つて居



る諸物質の質量の總和は、反應によつて生成した物質の質量の總和と相等しいことが、實驗上確定された。



第13圖 蠟燭が燃燒する時重さが減じないことを示す

天秤の一方の皿に蠟燭を立てて其の上に苛性ソーダを入れた圓筒を吊るし、他方の皿に分銅を載せて釣合を取る。次に其の蠟燭に點火すると、漸次に此方の皿が下つて来る。

質の分子式を用ひて簡単な式で表はして見よ。

**考** 22. 1gの水素と7.937gの酸素とが化合して水を8.937g生ずる事實に就き、其の反應に與る物質と生成する物質との分子数の割合を簡単な比で表はせ。

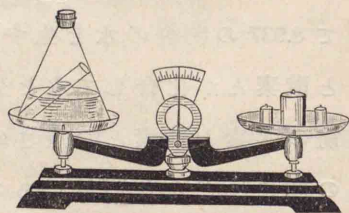
**考** 23. 諸子が考21で得た式を、考22で得た分子数の割合をも表はすやうに書き改めて見よ。

物質の質量の總和と相等しいことが、實驗上確定された。これは學者が多年の研究の結果、確實に證明された事實である。

此の關係を質量不變の定律といふ。此の事項は、第13圖及び第14圖に示す實驗によつて大體之を理解することが出來よう。

### 3. 化學方程式

**考** 21. 水素が空氣中で燃えて水を生成する事實を、反應に與つた物

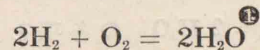


第14圖 化學變化を起しても重量に變化のないことを示す

小試験管に鹽化バリウムの水溶液を入れ、之を稀硫酸を入れた三角フラスコ内に置き、栓をして天秤の一方の皿に乗せ、他方の皿に分銅を置いて釣り合はす。次に三角フラスコを傾けて此の中の液と小試験管中の液とを混じて白色の沈澱を生ぜしめても、天秤は釣り合つたまゝである。

**考** 24. 考23で得た式が質量不變の定律に反するや否やを検せよ。但し反應前後に於て、どの元素の原子数の和も相等しくなつて居ることが肝要である。

水素と酸素とが化合して水を生ずる化學變化を、簡単な式で表はし得ることを諸子は知つた。



此の式は次のやうな面白い意味を含んで居る。

- (1) 水素と酸素とが化學變化を起して水を生ずる。  
(此の式の左邊は化學變化に與る物質を表はし、右邊は其の變化によつて出來た物質を表はす。)
- (2) 水素分子2個と酸素分子1個との割合で化合して、水の分子を2個の割合で生ずる。
- (3) 水素  $2\text{H}_2 = 2 \times (1.008 \times 2) = 4.032 (g)$  が  
酸素  $\text{O}_2 = 16 \times 2 = 32 (g)$  と化合して  
水  $2\text{H}_2\text{O} = 2 \times (1.008 \times 2 + 16) = 36.032 (g)$   
を生ずる割合になつて居ることを示す。即ち此の式は質量不變の定律をも表はして居る。

かやうに反應する物質と生成する物質との分子式を用ひて化學變化を表はした式を化學方程式といふ。

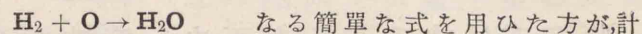
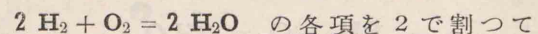
① 水素分子2個を表はすのに  $\text{H}_2 + \text{H}_2$  と書いてもよいわけであるが、これは  $2\text{H}_2$  と書くことに定められて居る。同様に  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$  の代りに  $2\text{H}_2\text{O}$  と書く。



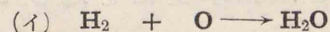
化學方程式を用ひれば、反應前後の物質の重量關係を容易に求めることが出来る。

**例** 4. (イ) 水素 2.5 g を空氣中で燃やせば幾 g の水を生ずるか。(ロ) 又此の時幾 g の酸素が此の反應に必要であるか。

**解** 反應物質の重量の關係を知ることが目的とするには



算には便利である。

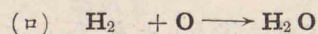


$$\begin{array}{ccc} 1.008 \times 2 & & 1.008 \times 2 + 16 \\ 2.5 \text{ g} & & x \text{ g} \end{array}$$

$$(1.008 \times 2) : (1.008 \times 2 + 16) = 2.5 : x$$

$$2.016 : 18.016 = 2.5 : x$$

$$\therefore x = \frac{18.016 \times 2.5}{2.016} = 22.3 \text{ (g)}$$



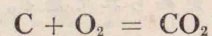
$$\begin{array}{ccc} 1.008 \times 2 & 16 & \\ 2.5 \text{ g} & x \text{ g} & \end{array}$$

$$(1.008 \times 2) : 16 = 2.5 : x$$

$$2.016 : 16 = 2.5 : x$$

$$\therefore x = \frac{16 \times 2.5}{2.016} = 19.8 \text{ (g)}$$

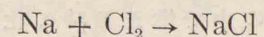
(イ) 炭素が酸素と化合して炭酸ガスを生ずる化學變化を方程式で示すことを、諸子と共に練習しよう。炭素・酸素・炭酸ガスの分子式はそれぞれ C, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> であるから、



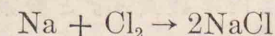
の式が考へられる。(此の方程式で炭素の原子數は方程式の左右兩邊に於て各、1 で相等しく、又酸素の原子數も同様に各、2 で相等しいから、これで完全な方程式になつて居る。)

(ロ) 鹽素ガスの中にナトリウムを入れて鹽化ナトリウムを生じた化學變化(第二章第一節)を、方程式で示して見よう。

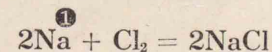
鹽素・ナトリウム・鹽化ナトリウムの分子式はそれぞれ Cl<sub>2</sub>, Na, NaCl であるから、先づ



のやうに考へられる。次に此の式の左邊と右邊とに就て Na 及び Cl の原子の數を比較して見ると、Na は 1 で相等しいが、Cl は右邊では 1 で左邊では 2 である。故に右邊を 2 倍して Cl の數を相等しくする必要がある。即ち



となる。然し Na に就ては左右兩邊の原子數が異なつて居て、之を一致せしめるためには Na を 2 個要するから、



となる。

化學變化を方程式で表はすには次の順序によらなければならない。

① Na 2 原子を Na<sub>2</sub> としてはよくない。其の理由はナトリウムの分子式は Na であるからである。即ちナトリウムは分子と原子とが同じであるからである。



- (1) 化學變化に與つた物質と、此の變化の結果出來た物質とは何であるかを確實に知る。
- (2) 反應に與つた物質の分子式を左邊に、反應で生成した物質の分子式を右邊に書く。
- (3) 各元素の原子數の和が左右兩邊に於て相等しくなるやうに、適當に各分子式の係數を選ぶ。

〔考〕 25. (イ) 硫黄 (ロ) マグネシウムが空氣中で燃える時の化學變化を方程式で示せ。

〔考〕 26. 水素が鹽素の中で燃える時の化學變化を方程式で示せ。

〔問〕 18. (イ) 硫黄 3g を空氣中で燃やせば亞硫酸ガス幾gを生ずるか。

(ロ) 亞硫酸ガス 5g を造るには硫黄幾gが必要であるか。

〔問〕 19. 密封した容器内に硫黄 4g と酸素 10g とがある。今之を熱したとすれば亞硫酸ガス幾gを生じ、又硫黄と酸素との何れが幾g 其のまゝ残るべきか。

## 第三章 非金屬元素及び其の化合物

### 第一節 ハロゲン元素

鹽素・臭素・沃素は何れも其の性質がよく似て居る。此等は何れもハロゲン元素といはれて居る。

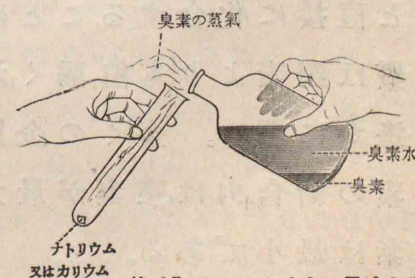
元 素 名	鹽 素	臭 素	沃 素
分 子 式	Cl <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>
常溫に於ける状態	氣 體	液 體	固 體
色	綠黄色	赤褐色	紫黑色
原 子 量 (近似數)	35.5	80	127

此等の元素間には、次のやうな妙味のある關係がある。此等の元素は原子量の増加と共に色は漸次に濃厚となり(綠黄色→赤褐色→紫黑色)、其の状態も漸次に其の密度を増加する(氣體→液體→固體)。

鹽素と沃素との原子量を平均すれば、臭素の原子量にほぼ相等しい。

$$\frac{35.5 + 127}{2} = 81$$

〔實驗〕 13. 試験管に米粒大のナトリウム又はカリウム K (ナトリウムによく似て居る金屬) を取り、これに第 15

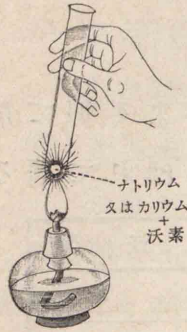


第 15 圖 ナトリウム又はカリウムに臭素蒸氣を作用させる



圖のやうに臭素の蒸氣を作用せしめよ。

**〔実験〕** 14. 試験管に 0.1g 位の沃素を入れ、ナトリウム又はカリウムの小片(大豆粒位)を加へ、1-2分放置して反応が起るや否やを觀察せよ。次に之を靜かに熱して見よ。



第16圖 ナトリウム又はカリウムを沃素と共に熱する

**〔考〕** 27. ナトリウムと鹽素とより鹽化ナトリウムが生じた實驗を思ひ出し、實驗13及び14で觀察した化學變化を方程式で示せ。

**〔実験〕** 15. 米粒位の沃化カリウム KI を試験管に入れて 3 cc 位の水に溶解せしめ、此の中に臭素水を數滴加へて見よ。

**〔実験〕** 16. 臭化ナトリウム NaBr 又は臭化カリウム KBr の米粒位を試験管に入れて 3 cc 位の水に溶解せしめ、これに鹽素水(鹽素の水溶液)を 2 cc 位加へて見よ。

**〔考〕** 28. 實驗15及び16に於て、どんな化學變化が起つたであらうか。

鹽素の化學的性質は極めて活潑で、多くの元素と直接に化合することは既に學んだ。臭素の性質は鹽素よりも稍、弱く、沃素の性質は臭素よりも遙かに弱い。多くの金屬元素に對する此等の元素の結合力は、鹽素が最大で、臭素がこれに次ぎ、沃素は最小である。

**〔実験〕** 17. 沃素は水には溶け難く、沃化カリウムの水溶液及

びアルコールにはよく溶解する。此の事實を諸子は實驗によつて確めよ。

**〔実験〕** 18. 澱粉の溶液 3 cc 位を試験管に入れ、前の實驗で造つた沃素の溶液を 1-2 滴加へて見よ。

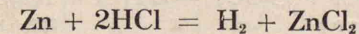
沃素のアルコール溶液は沃度チンキとして創傷の消毒劑に利用される。(日本藥局法による沃度チンキは  $I_2$  10, KI 7,  $H_2O$  10, アルコール 100 の割合の合劑である。)

## 第二節 ハロゲン化水素酸と其の鹽

**〔考〕** 29. 鹽酸に亞鉛を作用せしめる時の化學變化を方程式で示せ(第二章第二節)。

鹽酸の中に亞鉛を入れると、どんな化學變化が生ずべきかを諸子と共に考へよう。

HCl 中の H は陽性、Cl は陰性の部分をなして居る。化學變化は必ず陽陰の部分が結合して起るものである。金屬は化合物となれば、多くの場合に陽性の部分となる。そこで Zn は H と結合する筈はなく、必ず Cl と結合しなければならない。亞鉛及び鹽素の原子價はそれぞれ 2 と 1 とであるから、反應の方程式は次のやうになる。



**〔考〕** 30. 次の金屬に鹽酸を作用せしめると、どんな化學變

**①** 2g の澱粉に少量の水を加へ、乳鉢でよく摺つた後、之を 100 cc の水の中に加へて 5 分間煮沸し、濾過して其の濾液を用ひよ。



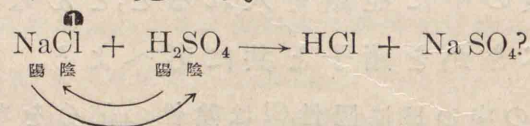
化が起るか。之を方程式で示せ。(イ)マグネシウム(Mg, 原子價 2) (ロ)アルミニウム(Al, 原子價 3) (ハ)鐵(Fe, 原子價 2)

問 20. 鐵 5 g に或量の鹽酸を作用せしめて之を完全に溶解せしめた。此の時 (イ) 水素幾 g が得られるか。又 (ロ) 幾 g の HCl が此の反應で消費されたか。

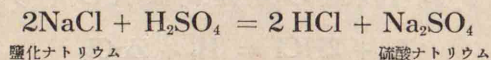
問 21. マグネシウム 20 g を過量の鹽酸に作用せしめて水素を造つた。これと同じ量の水素を得るのに、マグネシウムの代りに亜鉛を用ひれば幾 g を要するか。

考 31. 鹽化ナトリウム NaCl に硫酸を作用せしめると(第二章第二節), HCl と同時にどんな化合物を生ずると考へるか。

今鹽化ナトリウムに硫酸を作用せしめる時の化學變化を考へて見よう。



かやうに NaCl 中の Na (陽) と H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 中の SO<sub>4</sub> (陰) とが結合すべきである。Na の原子價は陽の 1 で, SO<sub>4</sub> の原子價は陰の 2 であるから, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> が生成しなければならない。(これは H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 中の H を Na で置き換へたもので, 硫酸鹽の 1 種である。)そこで此の變化は次の方程式で示される。



これは化學學習上基礎となるべき重要な反應

① 化合物を陽陰と分けることは無機化合物に就てのみ考へることとする。

であるから、諸子は此の反應を十分によく理解することを要する。

考 32. 鹽化ナトリウム以外の化合物に硫酸を作用せしめて鹽化水素を造りたい。それにはどんな化合物を使用すればよいか、工夫して見よ。

實驗 19. 上の考題で工夫した方法を實驗によつて確めよ。

考 33. 鹽化アルミニウム AlCl<sub>3</sub> に濃硫酸を加へれば、どんな化學變化を生ずると考へるか。之を方程式で示せ。

一般に金屬鹽化物に濃硫酸を作用せしめれば、鹽化水素と其の金屬の硫酸鹽とを生成するものである。

考 34. 水素が (イ) 臭素 (ロ) 沃素と化合する場合には、それぞれどんな分子式の化合物を生ずべきであるか。次に此等の化合物に、諸子はどんな化學名を與へるか。

考 35. 考 34 の化合物の性質に就て、次表に之を記入せよ。

元 素 名	鹽 素	臭 素	沃 素
水素との化合物の化學式	HCl	HBr	HI
色	無 色		
常溫に於ける状態	氣 體		
水に對する溶け方	よく溶ける		
水溶液の名稱	鹽化水素酸(鹽酸)	臭化水素酸(臭酸)	碘化水素酸
水溶液の性質	強い酸であつて、多くの金屬を溶解して水素を發生せしめる。	臭酸	



臭素は海水中に臭化物の状態に少量に存在して居る。又沃素は沃化物として海水中に更に微量に含まれて居る。但し海草の中には稍、多量に含まれる。性質のよく似て居る元素は、天然自然に存在する場所も同じであるといふことは、妙味のあることである。

### 第三節 硫黄及び其の化合物

#### 1. 金属硫化物と硫化水素

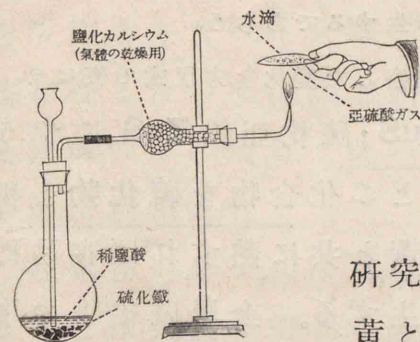
**〔実験〕** 20. 鐵粉 1g 位と硫黄の粉末 2.5g 位とをよく混ぜて、大體 2 等分し、其の一部は實驗 21 に用ひ、殘部を 3 分して下記の實驗をなせ。(イ) 紙上に置いて磁石を觸れしめよ。(ロ) 試験管に入れて二硫化炭素 2 cc 位を加へ、これに溶解するものがあるかを檢せよ。(ハ) 試験管に入れ、稀鹽酸 3 cc 位を加へて見よ。

**注意** 硫黄は二硫化炭素によく溶解する。二硫化炭素は引火し易く、又其の蒸氣は有毒であるから十分留意せよ。

**〔実験〕** 21. 前の實驗で殘して置いたものを試験管に入れ、之を熔融するまで熱して見よ。こゝに出來た物質が鐵と硫黄との混合物であるか、又は化合物であるかを區別する試験法を工夫して見よ。

硫黄を鐵と共に熱すると、直ちに化合して硫化鐵といふものが出來る。これに鹽酸を加へると、惡臭のある無色の氣體を生ずる。此の氣體を空

氣中で燃やせば、水と亞硫酸ガスとを生ずる。



第 17 圖 硫化水素を空氣中で燃やす

そこで此の氣體は水素と硫黄とを必ず含まなければならないことが知られる。

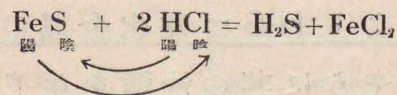
研究の結果、これは水素と硫黄との化合物で、 $H_2S$  なる分子式を有することが明かになつた。此の氣體は硫化水素といはれて居る。水 1 容は常温で 3 容の  $H_2S$  を溶解する。硫化水素の水溶液は弱い酸性を呈する。これは硫化水素酸と稱される。

**〔考〕** 36. 硫化水素に於て、硫黄の原子價は陽陰何れの幾價であるか。

**〔考〕** 37. 硫化水素を空氣中で燃やす時の化學變化を方程式で表はせ。

**〔考〕** 38. 鐵を硫黄と共に熱する時(實驗 21) に生じた變化を方程式で表はせ。但し鐵の原子價は陽の 2 價である。

硫化鐵と鹽酸との作用は、次のやうになる(本章第二節)。





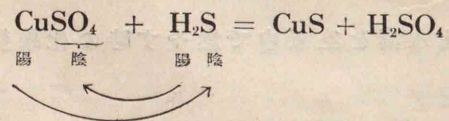
(實驗) 22. 試験管に硫化鐵を大豆粒位取り,これに稀硫酸 $3cc$ 位を加へて見よ。硫化水素が生ずるであらう。

(考) 39. 實驗22で諸子が觀察した變化を方程式で表はせ。

硫化鐵  $FeS$ ・硫化銅  $CuS$ ・硫化亞鉛  $ZnS$  のやうな、硫黄と他の元素1種との化合物を硫化物と稱する。多くの金屬は硫黄と共に熱すれば、容易に化合して金屬硫化物を生ずる。金屬硫化物の中には、鹽酸又は硫酸に溶けるもの ( $FeS$ ,  $ZnS$  のやうなもの)と、溶けないもの ( $CuS$  のやうなもの)とがある。

(考) 40. 硫化鐵と硫化銅との混合物を分けるには、どうすればよいか。

硫酸銅の水溶液を酸性となし、硫化水素を通ずると黒褐色の沈澱を生ずる。これは硫化銅  $CuS$  である。



硫酸鐵の溶液を酸性となして、 $H_2S$ を通ずるも何等の沈澱を生じない。然し之をアルカリ性となすれば沈澱を生ずる。かやうに金屬には銅のやうに酸性溶液より  $H_2S$  で硫化金屬の沈澱を生ずるものと、鐵のやうに其の沈澱を生じないものと

がある。故に種々の金屬の溶けて居る混合溶液を酸性として  $H_2S$  を通ずれば、銅のやうな金屬は硫化物となつて沈澱し、鐵のやうな金屬は其のまま溶液の中に残る。此の性質は金屬の混合物の分離に利用される。

硫化物の分子式は酸化物のそれによく似て居ることは、次表の通りである。

	水素との化合物	亞鉛との化合物	銅との化合物
酸素 O	水 $H_2O$	酸化亞鉛 $ZnO$	酸化銅 $CuO$
硫黄 S	硫化水素 $H_2S$	硫化亞鉛 $ZnS$	硫化銅 $CuS$

2. 硫黄 S 硫黄は黄色の脆い固體で、水には溶解しないが、二硫化炭素によく溶解する。硫黄を試験管内で熱すれば融解し、更に温度を高めれば沸騰するやうになる。之を急に水中に入れるとゴムのやうな弾性のある塊が得られる。

硫黄の化學的性質は酸素に似て多くの金屬と結合する力が強く、鐵・亞鉛其の他の金屬と熱すれば此等の硫化物を生ずる。硫黄の最も著しい性質は、熱すれば容易に酸素と化合して燃えることである。例へば火藥(第五學年の應用理科で學ぶであらう)。



マッチの製造に用ひるが如きである。

ゴムは天然のままでは温度の變化に影響を受けて實用に適しない(即ち夏は軟化して他の物に附着し、冬は硬化して折れるやうになる)。然るにゴムに適當量の硫黄を結合せしめると、此の缺點が救はれて弾性のあるゴムが得られる。之を**硫化ゴム**又は**和硫ゴム**と稱する。此の和硫ゴムの硫黄の量を更に増し、且つ高温(130°C以上)に熱すると**エポナイト**が得られる。これは電氣の絶縁體又は萬年筆の軸などに用ひられる。

硫黄は遊離して火山地方に黄色の粉狀又は結晶をなして産し、化合しては金屬の硫化物又は硫酸鹽となつて産する。又動植物の體内の蛋白質にも少しく含まれる。我が國は火山が多く、従つて硫黄を多く産するから、世界屈指の硫黄産地である。

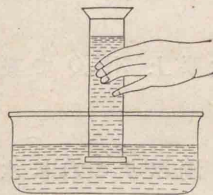
#### 第四節 窒素化合物

1. **アムモニア**  $\text{NH}_3$  鹽化アムモニウム(白い固體)と消石灰とを混じて之を温めると、無色で刺戟性を有つ臭氣のある氣體を生ずる。これはア

① 内地の生産高は340萬圓、其の輸出高は50萬圓。(昭和5年度)

**ムモニア**と稱されて居る。

アムモニアは水に非常によく溶解する(1容の水は常温で此の氣體の約700容を溶かすことが出来る)。此の水溶液を**アムモニア水**といふ。アムモニア水はアルカリ性反應を呈する。即ち苛性ソーダのやうにアルカリの1種である。



第18圖 アムモニアがよく水に溶解することを示す

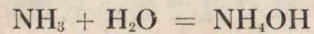
アムモニアを充した圓筒を水中に入れると急激に水が上昇する。

考 17. アムモニア水がアルカリ性を呈するといふことより見て、此の中にはどんな原子團が含まれて居ると思ふか。

學者が多年の研究の結果、アムモニアが水に溶解する時には、アムモニアの一部は必ず水と化學變化を起して、アルカリ性の原因となる新物質を生ずることが知られた。此の物質を**水酸化アムモニウム**といふ。水酸化アムモニウムの1分子は窒素1原子・酸素1原子・水素5原子を含んで居る。此の中で窒素原子1個と水素原子4個とは1團  $\text{NE}_4$  となつて陽性の部分をなして居る。残りの酸素及び水素の原子は苛性ソーダのやうに  $\text{OH}$  なる原子團となつて陰の部分となして居る。即ち此の物質の分子式は  $\text{NH}_4\text{OH}$  である。



アムモニアが水と化合する時の變化は次の方程式で示される。

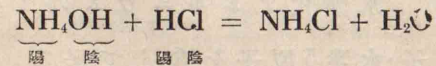


〔考〕 41. 水酸化アムモニウムの分子式を化學上  $\text{NH}_3\text{O}$  で表はさないのは何故か。

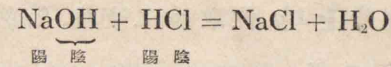
〔實驗〕 23. 試験管にアムモニア水を 1-2 滴取り、これに水 5cc 位を加へて薄め、赤色試験紙を青變するかどうかを豫め試験して置け。次に之をアムモニアの臭氣が無くなるまで數分間煮沸すれば、殆ど試験紙に感じなくなることを實驗せよ。

アムモニア水は次の二つの部分より成る。(1) 氣體のまゝで溶解して居るアムモニア  $\text{NH}_3$  (2) 水とアムモニアとが化合して出來た  $\text{NH}_4\text{OH}$

アムモニア水の中に鹽酸又は硫酸を適量に加へると中性となる。此の溶液を蒸發させて乾涸せしめれば白色の固體を見ることが出来る。上の中性となる時の變化を考へて見よう。



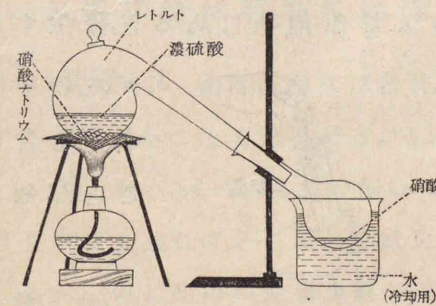
此の時  $\text{NH}_4\text{OH}$  の中の OH 原子團と鹽酸の中の H とが結合して水を生じたのである。諸子が既に學んだ苛性ソーダと鹽酸とを作用せしめる時の化學變化(第二章第四節)も、上と同様に次のやうに表はすことが出来る。



一般に酸(諸子が今までに學んだ酸は鹽酸・硫酸であるが、此の外にも種々の酸がある)の中にアルカリ(アルカリには苛性ソーダ・水酸化カルシウム・水酸化アムモニウム等がある)を加へると酸の中の H とアルカリの中の OH 基とが化合して水を造るものである。

〔考〕 42. 硫酸にアムモニア水を加へて中和せしめる時は、どんな物質を生ずるか。化學方程式を作つて見て之を判斷せよ。(此の理が窒素肥料製造に應用される。)

## 2. 硝酸 $\text{HNO}_3$ 硝酸ナトリウム(南米チリーに



第 19 圖 硝酸の製法

多量に産するので智利硝石といふ)に濃硫酸を加へて蒸溜すると、1種の液體が得られる。これは硝酸である。

硝酸はどんな元素より成り立つかを諸子と共に研究しよう。

① 此の時に硝酸が着色されて居るのは、熱のために一部分が分解されて二酸化窒素を生じ、これが硝酸に溶けて居るからである。硝酸が熱によつて分解することを實驗するには、熱した磁製皿の中に濃硝酸を滴下して見るのがよい。



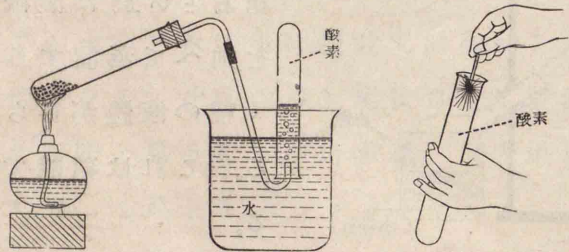
(1) 蒸發皿に銅片を1g位取り、これに硝酸數ccを加へて温めると茶褐色の氣體を發して銅は容易く溶解する。此の溶液を蒸發させて乾涸せしめると青綠色の固體が得られる。



第20圖 智利硝石(荷造り發送)

(2) 此の固體を熱する時に發生する氣體を水上に集め、此の中にマツチの餘燼を入れると再び點火する。即ちこれは酸素である。

(3) 硝酸にマグネシウムを作用せしめると、發生する



第21圖 銅に硝酸を作用させて得た溶液を蒸發し、其の殘渣を熱する時生ずる氣體をマツチの餘燼で試験する

水上置換法で集めた氣體の中に、餘燼あるマツチの軸木を挿入すると光輝を放つて燃える。

てアルカリ性となし、此の中にネスラー氏試薬を加へると赤褐色の沈澱を生じて $\text{NH}_3$ の生成したことを示す。

ガスの中に水素を含むことが知られる。

(4) 前の(3)で得た溶液に苛性ソーダを加へ

以上の實驗で、硝酸の中にはO, H, Nを含んで居ることが知られる。

硝酸の分子式は $\text{HNO}_3$ である。硝酸の中の水素原子は陽性の部分をなし、窒素1原子と酸素3原子とは1團となつて陰の部分をなして居る。即ち $\text{HNO}_3$ の中の $\text{NO}_3$ は一つの原子團をなして、其の原子價は陰の1である。

硝酸は鹽酸・硫酸のやうに1種の酸であつて、多くの金屬を溶解して硝酸鹽を造る。銅・銀のやうな金屬は鹽酸又は硫酸の薄いものには溶解し難いが、稀硝酸は容易に此等を溶解せしめる。

**實驗** 24. 銅は鹽酸又は稀硫酸には溶解し難いが、硝酸には溶解し易いことを實驗せよ。

**考** 43. (イ)銀Ag (ロ)銅Cu (ハ)亜鉛Znをそれぞれ硝酸に溶解せしめれば、どんな分子式を有する硝酸鹽を生ずべきであるか。但し此等の金屬の原子價はそれぞれ1, 2, 2である。

**問** 22. 3gの銀を硝酸に溶解せしめれば、幾gの硝酸銀が得られるか。

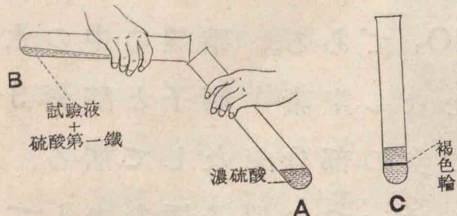
**考** 44. 硝酸ナトリウム $\text{NaNO}_3$ と濃硫酸との混合物を熱して硝酸を造る時の化學變化を方程式で示せ。

**考** 45. 硝酸ナトリウム以外の化合物に濃硫酸を作用せしめて硝酸を造る方法を考へよ。(考44の反應より $\text{HNO}_3$ の得ら



れる化學變化の根本意義をよく考察せよ。

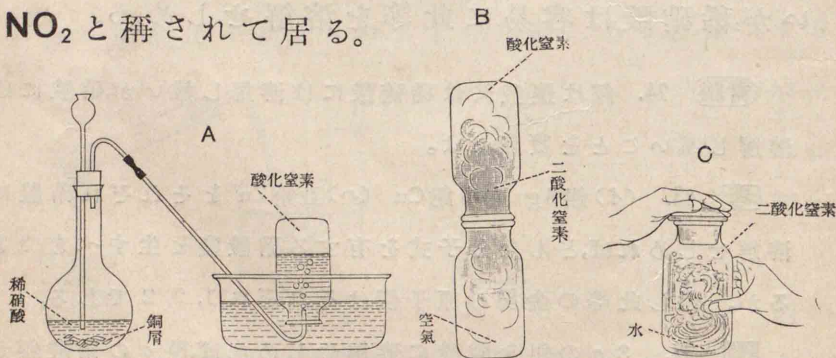
(實驗) 25. 試験管 B に硝酸を含む試験液を 2cc 位入れ、之に



第 22 圖 硝酸の試験

硫酸第一鐵の溶液 1cc 位を加へ、A に濃硫酸を 3cc 位取り、B 内の混液を徐々に A の壁に沿うて加へよ。C に示すやうに褐色の輪が生ずる。

3. 窒素の酸化物 銅に稀硝酸を作用せしめると無色の氣體を生ずる。此の氣體を酸化窒素 NO と稱する。これに空氣を觸れしめると直ちに赤褐色の物質に變化する。これは二酸化窒素 NO<sub>2</sub> と稱されて居る。



第 23 圖 酸化窒素が空氣に觸れると二酸化窒素となることを示す

- A. 水上置換法で壘に酸化窒素を集める。
- B. 此の壘を空氣を含む壘の上に重ねると赤褐色の二酸化窒素を生ずる。
- C. 此の壘の中に水を入れて振れば二酸化窒素は水に溶解する。

(考) 46. 酸化窒素が酸素に觸れて二酸化窒素を生ずる時の化學變化を方程式で示せ。

酸化窒素は水に溶解し難い。二酸化窒素はこれに反してよく水に溶解し、水と化學變化を起して硝酸を生ずる。二酸化窒素のやうに、水と化合して酸を生ずる非金属の酸化物を、一般に酸性酸化物といふ。

### 第五節 磷及び其の化合物

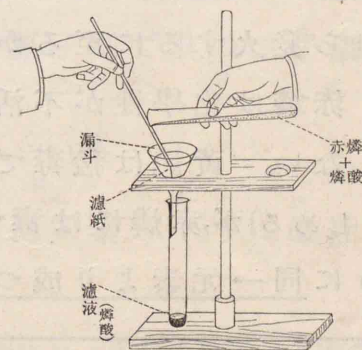
#### 1. 黄磷 赤磷 P

(實驗) 26. 試験管に赤磷といふものを米粒位取り、熱して點火すれば白煙を生ずる(第24圖)。而して冷却後水を 5cc 位加へてよく振れば、此の白煙は溶解する。



第 24 圖 赤磷を熱する

(イ) 此の溶液の中に青色リトマス試



第 25 圖 赤磷と磷酸とを濾別する

驗紙を入れて見よ。次に (ロ) 残つた磷を濾過(第25圖)して除き、其の濾液の一部を硝酸で酸性となし、此の中にモリブデン酸アムモニウムの溶液を加へて、少し温めて見よ。



燐には黄燐・赤燐の2種類がある。空気中で黄燐を少しく温めるか、又は赤燐を熱すれば、何れの場合にも直ちに酸素と化合して白煙を生ずる。これは五酸化燐  $P_2O_5$  と稱するもので、容易に水に溶けて酸性反應を呈する。此の溶液にモリブデン酸アムモニウムの溶液を加へれば、何れの場合にも黄色の沈澱を生ずる。此の事實は黄燐・赤燐が同一元素より成ることを證明するものである。黄燐を空氣に觸れしめないうで熱すると、赤燐に變化する。此等は同一元素より成るにも拘らず、其の性質は著しく異なつて居る。黄燐は化學性が極めて活潑で、常溫でも容易に酸素と化合して自ら發火するに至るから、常に水中に貯へられる。赤燐は化學性が不活潑で、常溫では酸素と化合しない。黄燐は猛毒である(0.01 g 位で人を死に到らしめる)が、赤燐には毒性がない(常溫の場合)。かやうに同一元素より成つて居る物質で、其の性質

	色	發火點	毒性
黄燐	黄白色	60°C	有
赤燐	暗赤色	240°C	無

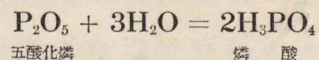
の異なるものを同素體といふ。

〔考〕 47. 燐が空氣中で燃える時の化學變化を方程式で示せ。但し燐の分子式をPと見做せ。

燐は主としてマツチ<sup>①</sup>の製造に用ひられる。マツチの箱の外側には赤燐・ガラス粉等が膠で混ぜて塗つてある。又其の軸木の頭は鹽素酸カリウム(酸素を供給する役目をなす)・二酸化マンガン・硫黄(又は硫化アンチモン)等を膠で煉り固めたものである。其の軸木の頭で箱の外側を磨れば、磨擦熱のために赤燐が(鹽素酸カリウムと二酸化マンガンとの助によつて)點火されて、硫黄が燃えるやうになる。

黄燐の毒性を利用したものに殺鼠劑(猫イラス)がある。

2. 燐酸  $H_3PO_4$  五酸化燐は水によく溶解する。此の溶液を煮沸すれば燐酸といふ酸が生成する。 $PO_4$  は陰性の原子團で、其の原子價は3である。



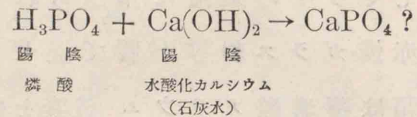
即ち五酸化燐は二酸化窒素のやうに酸性酸化物の1種である。

〔實驗〕 27. 實驗26に於て保存して置いた燐酸の水溶液に石灰水 [ $Ca(OH)_2$  の溶液] を徐々に加へて中性となせ。此の時白濁を生ずるであらう。これは燐酸カルシウムといふ物質である。

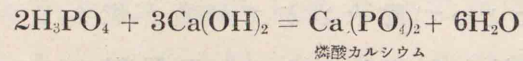
① 輸出高は140萬圓。(昭和6年度)



磷酸の水溶液に石灰水を適量に加へると中性溶液となり、同時に白色の沈澱を生ずる。此の物質は磷酸カルシウムといはれる。

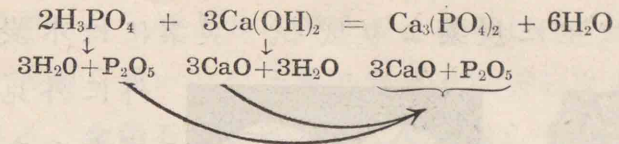


此の時の反応はCaとPO<sub>4</sub>とが結合しさうに思はれるが、Caの原子價は2で、PO<sub>4</sub>の原子價は3であるから、次のやうな式になる。

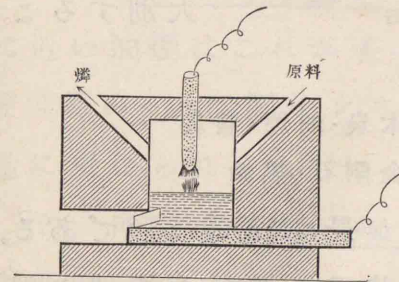


磷酸カルシウムは磷酸の中に含まれて居る水素を、カルシウムといふ金属で置換したものである。即ちこれは鹽の1種である。磷酸の鹽を磷酸鹽と稱する。磷酸鹽の多くは水に溶けないが、酸にはよく溶解する。

磷酸は五酸化磷と水との化合で出来たものである。水酸化カルシウムは酸化カルシウムと水との化合で出来たものである。そこで磷酸と水酸化カルシウムとの中和で出来た磷酸カルシウムは、五酸化磷と酸化カルシウムとの二つが化合したものと考へられる。



3. 磷は天然自然には磷酸カルシウムの状態で広く散布されて居る。磷灰石といふ鑛物の主成分はこれである。又動物の骨には多量に磷酸カルシウムが存在する。可溶性磷酸鹽は肥料として植物に供給される。



第26圖 磷製造爐

下の口は溶滓の取出口である。

〔實驗〕 28. (イ) 魚の骨 (ロ)

果實の種子を焼いて灰となし、此の灰を米粒位試験管に取り、稀硝酸を加へて溶解せしめ、此の中にモリブデン酸アモモニウムの溶液を5cc位加へて少しく温めよ。

4. 磷を製造するには、磷酸カルシウムに炭素と砂とを混じ、此等を電気爐内で強熱する。かうすれば磷は氣體となつて發生するから、之を冷却して固體とする。

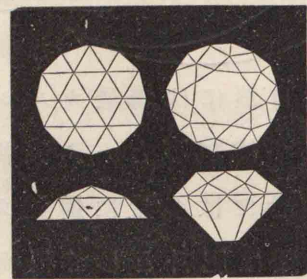
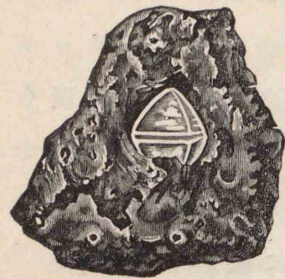
〔考〕 48. (イ) ナトリウム (ロ) 亜鉛(原子價2) (ハ) アルミニウム(原子價3)の磷酸鹽の分子式を推定せよ。

### 第六節 炭素及び其の化合物

1. 炭素 C 木材を焼けば木炭が得られ



る。木炭は主に炭素より成る。炭素には木炭以



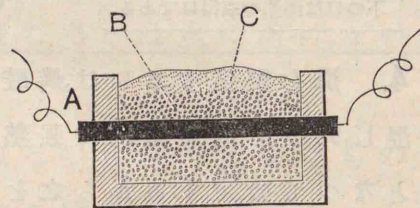
第 27 圖 金 剛 石

とが出来る。

無定形炭素………木炭・油煙・骸炭

結晶性炭素………金剛石・黒鉛

此等の炭素の中で、黒鉛が最も安定な形である。然し無定形炭素は常温や普通の燃料の燃焼の温度では、此の安定な形に移り得ない。然し電気熱によつて達し得る高温(例へば $2000^{\circ}\text{C}$ )では凡ての炭素が皆これに移る。人造黒鉛は無定形炭素を電気熱して製される。又人造金剛石は液體炭素を急冷して得られる。



第 28 圖 黒鉛製造爐

A. 炭素棒(電流で熱される).  
B. 骸炭.  
C. 砂(空氣の接觸による酸化を防ぐ).  
炭素棒及び其の附近の骸炭が黒鉛化する。

黒鉛は粘土等と共に固めて鉛筆の心にする。又燃え難く熔融し難いので、金屬熔融用の坩堝を製するに用ひられる。金剛石は寶石の一で、質が極めて堅いので他の堅い物に孔を穿つなどに用ひられる。

2. 無定形炭素の性質及び用途 無定形炭素には次の重要な性質がある。

(1) 色が黒くて變色しない。 殊に純粹な炭素に近い油煙はこれが著しい。これがために墨(膠等で固める)・印刷インキ(油等で煉る)・墨汁等の製造に用ひられる。

(2) 所謂吸着性があつて、種々の物質を吸ひ取る性質を具へる。特殊の方法で製した炭素、即ち所謂活性炭にはこれが著しい。これは毒ガスの防禦や溶液の脱色等に用ひられる。骨炭は昔より用ひられて居る活性炭の1種である。

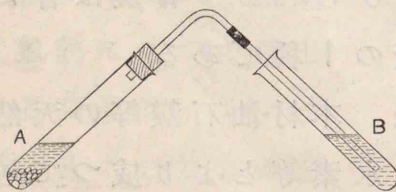
3. 無定形炭素の製法 木材・油・石炭等の天然産燃料は、主として炭素と水素等とより成つて居る。此等を酸素を不十分にして燃焼させる時は、炭素の一部が燃えないで残る。これが炭素の最も簡単な1製法である。此の場合には温度が低いので、無定形の炭素が出来る。以上の方法で、木材



や石炭のやうな固體からは木炭や骸炭のやうなものが得られるのである。油は燃焼する前に蒸氣となるので、それが燃える時は黒煙を生ずる。これを沈降させると所謂油煙となる。上等の油煙は現天然ガスの燃焼によつて製されることが多い。又劣等な油煙はコールタールの燃焼によつて製される。木材や石炭は空氣を近づけないやうにして熱すると、炭素が残つて其の他の成分が多く揮發する。此の方法が乾溜法である(これは第十章で述べる)。かやうにして木炭や骸炭は製されるのである。

#### 4. 炭酸 $H_2CO_3$

**實驗 29.** 試験管に水15cc位を取り、此の中に炭酸ガスを1-2分通じて見よ(第29圖)。此の溶液は(イ)青色リトマス試験紙を赤變せしめる。(ロ)此の溶液を1-2分煮沸すれば再び中性となる。此等のことを實驗によつて證明せよ。



第29圖 炭酸ガスを水の中に通ずる

Aは炭酸ガスを發生させる装置で、こゝで生じた氣體を誘導管でB内の水中に導く。

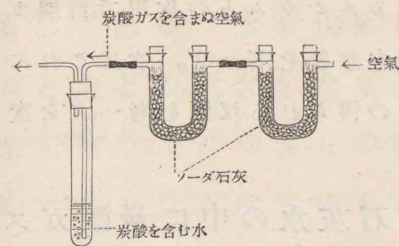
の炭酸ガスを溶解する。水1容は常溫で約同容の水に溶けて居る炭酸ガ

(1) 炭酸ガス 又 二酸化炭素とも稱される。

水1容は常溫で約同容

の水に溶けて居る炭酸ガ

スの一部分は其のままに存在し、他の部分は水と化合して1種の新しい酸を生ずる。之を炭酸といふ。



第30圖 炭酸を含む水の中に空氣を通ずる

ソーダ石灰は炭酸ガスを吸収する性質があるので、空氣を先づ此の中に通じて炭酸ガスを除く。

炭酸は不安定なもので、其の溶液を熱するか、又はこれに空氣を通ずる(第30圖)かするだけでも容易に分解し、炭酸ガ

スが飛散して水だけが残る。

**考 49.** 炭酸ガスの溶解して居る水溶液を煮沸すれば中性となるのは何故か。

炭酸の分子式は  $H_2CO_3$  である。炭酸1分子の中には、炭素原子1個と酸素原子3個とが1團となり、 $CO_3$ の原子團をなして居る。此の原子團は陰性で、其の原子價は2である。炭酸の水素を金屬で置換したものを炭酸鹽といふ。ナトリウム又はカリウムの炭酸鹽は水に溶けるが、他の金屬の炭酸鹽は何れも水に溶解し難い。

**考 50.** (イ)亜鉛 (ロ)マグネシウム (ハ)カルシウム等の炭酸鹽は、どんな分子式を有すべきか。又此等は水に溶解するで



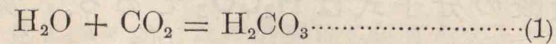
あらかうか。

(實驗) 30. 先づ磷酸と水酸化カルシウムとの作用で、磷酸カルシウムが生じた化學變化の根本意義を考へよ。次にこれに基づいて、諸子は炭酸カルシウムの得られる反應を考へ、之を實驗によつて證明せよ。

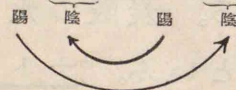
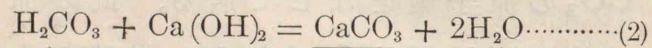
(2) 炭酸カルシウム 石灰水の中に炭酸ガスを通ずると炭酸カルシウムを生ずる。炭酸カルシウムは水に溶解しないから、白濁となつて析出する。(此の事實が炭酸ガスの試験法に用ひられることは、既に諸子の知る所である)

此の時起る化學變化は次の諸階段を經過するものである。

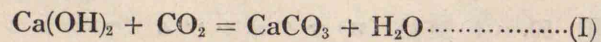
(イ) 炭酸ガスと水とが化合して炭酸を生ずる。



(ロ) 次に此の炭酸が水酸化カルシウムで中和される。

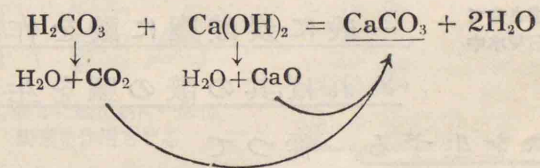


此の(1)(2)の方程式を合併し、兩邊の中の同一項を消去すると



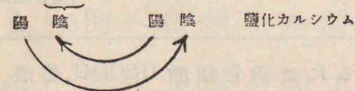
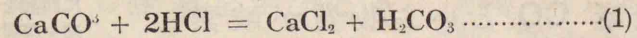
の式が得られる。

炭酸は水と二酸化炭素(炭酸ガス)との化合したものである。水酸化カルシウムは酸化カルシウムと水との化合したものである。従つて炭酸と水酸化カルシウムとの中和によつて得られる炭酸カルシウムは、酸化カルシウムと二酸化炭素との化合物であると考へられる。

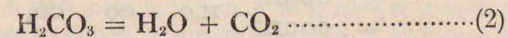


酸素を含んで居る鹽 [CaCO<sub>3</sub>, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> の如き]は、例外なく凡て金屬酸化物(CaO)と非金属酸化物(CO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)との化合物であると考へることが出来る。これは化學學習上極めて重要なことである。

(3) 炭酸カルシウムと鹽酸とにより炭酸ガスを生ずる化學變化は次のやうに考へられる。先づ炭酸を生じ、



次に此の炭酸が分解するのである。

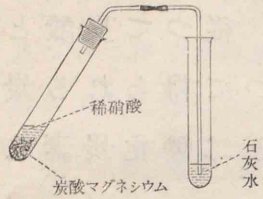


此の溶液を蒸發させて乾涸せしめれば鹽化カルシウ



μ CaCl<sub>2</sub>の白色の固體が得られる。

考 51. 炭酸マグネシウムに硝酸を作用せしめると、どんな化学變化が生ずると考へられるか。之を方程式で示して見よ。



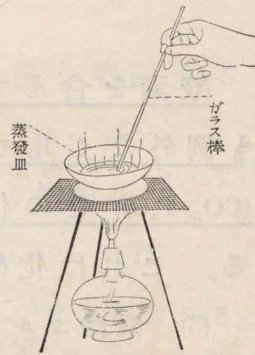
第31圖 炭酸マグネシウムに硝酸を作用させて生ずる氣體を石灰水中に通ずる

實驗 31. 考51で考へたことを實驗によつて證明し(第31圖)、次に此の溶液を蒸發させて乾涸せしめて見よ(第32圖)。

一般に炭酸鹽に酸を作用せしめれば、其の酸の鹽を生じ、同時に炭酸ガスを生ずる。従つて

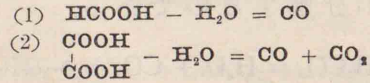
此の反應は(1)炭酸ガスの製法となると同時に(2)任意の酸の鹽を製造するのに利用される。

5. 一酸化炭素<sup>①</sup> CO 木炭が燃える時に薄青色の焰を生ずることがある。これは一酸化炭素 CO といふ物質が酸素



第32圖 炭酸マグネシウムに硝酸を作用させた溶液を蒸發する

① 實驗室で簡単に之を得るには通常蟻酸 HCOOH, 蓚酸  $\begin{matrix} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{matrix}$  の何れかを濃硫酸と混じて熱すればよい。此の時硫酸は脱水劑として作用する。

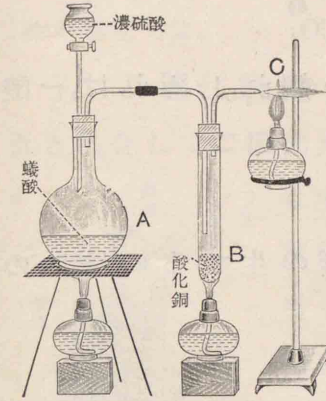


蓚酸を用ひる場合にはCO<sub>2</sub>を混ずるから、得た混合氣體を苛性ソーダの中を通過せしめてCO<sub>2</sub>を吸收せしめれば、COのみが得られる。

と化合して炭酸ガスに變化する時の現象である。

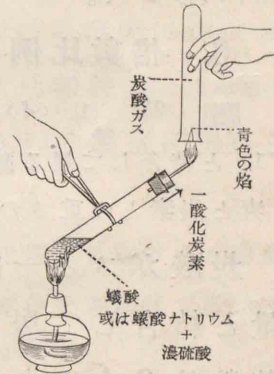
此の氣體は無色で猛毒<sup>①</sup>である(従つて此の氣體を含む石炭ガスには注意を要する)。

一酸化炭素の最も重要な性質は、これが高温で酸素と化合して炭酸ガスとなり易いことである。従



第33圖 熱した酸化銅に一酸化炭素を作用させる

- A. 蟻酸と濃硫酸とで一酸化炭素を發生させる。
- B. 一酸化炭素を酸化銅に作用させると銅を生ずる。
- C. 反應しない一酸化炭素を燃燒させて、これが空氣中に混ざる危険を防ぐ。



第34圖 一酸化炭素の燃燒

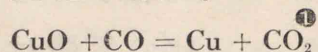
蟻酸或は蟻酸ナトリウムを濃硫酸と共に温めると一酸化炭素を發生する。此の氣體に點火すると青色の焰をあげて燃える。其の上方に暫く試験管をかざした後、此の中に石灰水を加へて振れば白濁を生ずる。

つて之を熱した金屬酸化物に觸れしめれば、此の酸化物中の酸素を取つて金屬を生ずるのである。例へば熱した酸化銅の上に一酸化炭素を通ずれ

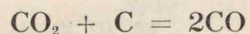
① 炭素と酸素との結合の割合が異なるために、一酸化炭素は激しい毒性を有するに拘らず、炭酸ガスにはかゝる性質のないのが不思議である。



ば、容易く次の變化が起る。



又熱した木炭に炭酸ガスを觸れしめれば、一酸化炭素を生ずるものである。



炭火を起す時に一酸化炭素の生ずるのは此の理に基づく。

### 6. 倍數比例の定律

**問** 23. (1) (イ)炭酸ガス及び(ロ)一酸化炭素に於て、炭素1gと結合して居る酸素の重さはそれぞれ幾gか。(2)此等の酸素と炭素との重さの比を求めよ。

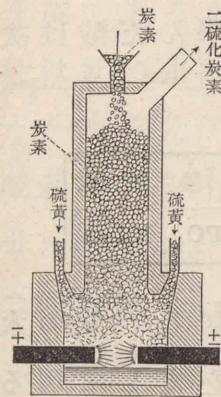
炭酸ガスと一酸化炭素とに於ては、炭素の一定量と結合して居る酸素は其の重さの比が簡単な整数比2:1となつて居る。かやうに、甲乙の二元素が化合して種々の化合物を生ずる場合には、甲元素の一定量と化合する乙元素は其の量に於て簡単な關係が成り立つことが實驗上證明されて居る。かやうな關係を倍數比例の定律といふ。

**考** 52. 問23(2)で求めた比は炭酸ガス及び一酸化炭素の分子式によつて直ちに知ることが出来る。これは何故か。

**①** 此の反應は一般に金屬酸化物より金屬を製造するのに利用される重要なものである。

**考** 53. 酸化窒素と二酸化窒素とを例として倍數比例の定律を説明せよ。

**7. 二硫化炭素 CS<sub>2</sub>** 電氣爐の高温で、炭素は硫黄と化合して二硫化炭素となる。其の分子式は二酸化炭素(炭酸ガス)に似て居る。常温では液體であつて、普通品は不快な臭氣を有つ。硫黄・燐・ゴム等を溶解せしめる面白い性質があるので、溶劑に用ひられる。又近時は人造絹絲(第五學年應用理科に於て學ぶであらう)の製造に用ひられることが多い。



第35圖  
二硫化炭素製造爐

**考** 54. 二硫化炭素を空氣中で燃燒せしめる時の化學變化を方程式で表はせ。



## 第四章 中和 電離 週期律

## 第一節 中 和

1. 中和反應 諸子が今までに學んだ酸は次の通りである。

酸の名稱	鹽酸	硫酸	硝酸	磷酸	炭酸
分子式	HCl	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>

此等の酸は何れも水素を含んで居る。此の水素は此等の化合物では陽性の部分をなして居る。

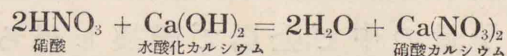
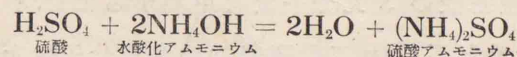
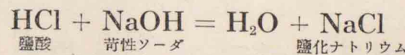
酸の特性は化合物の中で陽性をなして居る水素に原因するものと考へられる。酸に金屬を作用させると、酸の水素原子は金屬で置換されて鹽を生ずる。此の水素原子の數によつて、酸を一鹽基酸・二鹽基酸・三鹽基酸等に區別する。鹽酸・硝酸等は一鹽基酸であつて、硫酸・炭酸は二鹽基酸である。酸の1分子中に金屬で置換し得る水素原子2個以上を含む酸を多鹽基酸といふ。

諸子が今までに學んだアルカリは次の通りである。

アルカリの名稱	苛性ソーダ	水酸化カルシウム	水酸化アムモニウム
分子式	NaOH	Ca(OH) <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> OH

此等の化合物は何れも其の分子中に陰性の原子團である水酸基を有して居る。アルカリの特性は此の水酸基に基因するものである。苛性ソーダ・水酸化アムモニウムのやうに1分子中に水酸基1個を有するものを一酸鹽基といひ、水酸化カルシウムのやうに水酸基2個を有するものを二酸鹽基といふ。

今次に其の2—3の中和反應を示す。



此等の化學變化に於ては、酸の中の水素(陽性の部分)と鹽基の中の水酸基(陰性の部分)とが結合して水 H<sub>2</sub>O となるのである。此の事實は酸と鹽基とが中和する反應の根本である。此の時必ず鹽が生ずる。

問 24. 15%のHClを含む鹽酸20gを中和するには幾gの苛性ソーダを要するか。



問 25. 純度95%の苛性ソーダ 32 g を中和するには45%の硫酸幾 g を要するか。

2. 瓦分子量 瓦當量 苛性ソーダの分子量は40 ( $\text{Na} + \text{O} + \text{H} = \text{NaOH}$ ) で、硫酸の分子量は98 ( $2\text{H} + \text{S} + 4\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ ) である。此の苛性ソーダの40 g, 硫酸の98 g をそれぞれの1瓦分子量といふ。一般に分子量を  $g$  で表はした数を1瓦分子量といふ。例へば硫酸の  $N$  瓦分子量は  $98 \times N g$  である。

問 26. 次の物質の量はそれぞれ幾瓦分子量であるか。

(イ) 硝酸 30 g (ロ) 鹽化ナトリウム 15 g

問 27. 2.5瓦分子量の硫酸アムモニウムには幾gの窒素を含むか。

考 55. 一鹽基酸の  $N$  瓦分子量を中和するには、(イ) 一酸鹽基では幾瓦分子量を要し、(ロ) 二酸鹽基では幾瓦分子量を要するか。

酸の1分子量の中で、金属で置換し得る水素1原子量を含む酸の量を、其の酸の1當量といふ。

酸の種類	分子式	分子量	當量
鹽酸	HCl	36.5	$36.5 \div 1 = 36.5$
硫酸	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	$98 \div 2 = 49$
炭酸	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	62	$62 \div 2 = 31$

當量を  $g$  で表はしたものを瓦當量といふ。例へば硫酸の0.3瓦當量は  $49 \times 0.3 = 14.7 g$  である。又炭酸の

5 g は  $5 \div 31 = 0.16$  瓦當量である。

酸の1瓦當量を中和するに必要な鹽基の量を、此等の1瓦當量といふ。従つて鹽基の1瓦當量の中には水酸基の17 g ( $\text{H} + \text{O} = \text{OH}$ ) を含むべきである。

鹽基の種類	分子式	分子量	當量
苛性ソーダ	NaOH	40	$40 \div 1 = 40$
水酸化カルシウム	Ca(OH) <sub>2</sub>	74	$74 \div 2 = 37$

例へば苛性ソーダの5 g は  $5 \div 40 = 0.125$  瓦當量である。又水酸化カルシウムの0.3瓦當量は  $37 \times 0.3 = 11.1 g$  である。

一鹽基酸・一酸鹽基に於ては、分子量と當量とは其の数が相等しく、 $N$  瓦分子量は此等の  $N$  瓦當量である。 $N$  鹽基酸・ $N$  酸鹽基は其の分子量の  $\frac{1}{N}$  が當量である。 酸の種類如何に拘らず、其の  $N$  瓦當量を中和するには、鹽基の  $N$  瓦當量を要する。

3. 溶液の濃度 一定重量又は一定容積の水溶液の中に溶解して居る物質の量の大小、即ち濃度の大小を示すには、通常次の3種の方法がある。

(1) 百分率 例へばこゝに100 gの鹽化ナトリウムの水溶液があるとて、此の中には2.5 gの鹽化ナトリウムが溶解して居る場合には、此の溶液の濃度は2.5%である。

(2) モル 1 l の溶液中に  $N$  瓦分子量の物質を含むもの



を  $N$  モルの溶液といふ。

(3) 規定 1 l の溶液中に  $N$  瓦當量の物質を含むものを  $N$  規定の溶液といふ。

一鹽基酸・一酸鹽基の溶液に於ては、 $N$  モル溶液は即ち  $N$  規定溶液である。二鹽基酸・二酸鹽基の溶液では、 $N$  モル溶液は  $2N$  規定溶液となる。

**例** 5. 250 cc 中に 15 g の  $H_2SO_4$  を含む溶液の濃度は (イ) 幾モルか、又 (ロ) 幾規定か。

**解** 此の溶液の 1000 cc 中に含まれる  $H_2SO_4$  の量は

$$15g \times \frac{1000}{250} = 60g \text{ である。故に此の溶液の濃度は}$$

$$60g \div 98g = 0.61 \text{ 即ち } 0.61 \text{ モルである。又 } H_2SO_4 \text{ は二鹽基酸であるから、} 0.61 \times 2 = 1.22 \text{ 即ち } 1.22 \text{ 規定溶液である。}$$

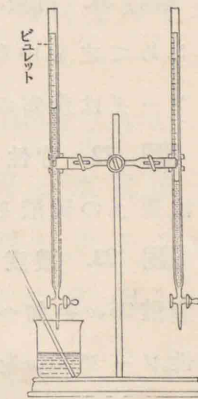
**問** 28.  $NaOH$  の 0.57 モル溶液の 40 cc 中には、幾 g の  $NaOH$  を含むか。

**問** 29. 1 l 中に  $Ca(OH)_2$  を 0.01 g 含む溶液は幾モルであるか。又幾規定溶液であるか。

**問** 30. 50 cc 中に 2 g の  $NH_3$  を含む溶液は幾モル、或は幾規定の溶液であるか。

**4. 酸・アルカリの定量** 酸と鹽基とは一定の重量の割合で反應するものであるから、或鹽酸溶液中の  $HCl$  の重量を定めんとするには、此の溶液の一定量をビーカーの中に取り、フェノールフタ

レン又はリトマスのやうな所謂指示薬を 1-2 滴加へ、濃度の既に知られた苛性ソーダ溶液をビュレットより滴下せしめる。かうすればそれが中和點に達した時に、指示薬は變色するから、注加した苛性ソーダの容積を讀めば、其の反應式によつて容易に鹽酸の重量を定めることが出来る。



第 36 圖  
中和の實驗

**例** 6. 或苛性ソーダの溶液 25 cc を中和するに 0.5 規定 (0.5  $N$  と書くこともある) の硫酸 23 cc を要した。(1) 此の苛性ソーダ溶液の濃度は幾規定、或は幾モルであるか。(2) 又此の苛性ソーダ溶液 50 cc 中には幾 g の  $NaOH$  が含まれて居るか。

ビュレットは目盛を刻したガラス管で其の端に活栓がついてある。これより滴下した苛性ソーダ溶液の容積は、其の滴下前後の目盛の差を讀めば知られる。

**解** (1) 求むる苛性ソーダ溶液の濃度を  $x$  規定とすれば、此の溶液 25 cc 中には  $x \times \frac{25}{1000}$  瓦當量だけ  $NaOH$  が含まれて居る。又 0.5 規定の硫酸 23 cc 中には  $0.5 \times \frac{23}{1000} = \frac{11.5}{1000}$  瓦當量だけ  $H_2SO_4$  が含まれて居る。従つて次の關係を有する。

$$x \times \frac{25}{1000} = \frac{11.5}{1000} \text{ 之を解けば } x = 0.46 \text{ となる。即ち此の苛性ソーダ溶液は } 0.46 \text{ 規定である。又 } 0.46 \text{ モル溶液である。}$$

(2) 此の苛性ソーダ溶液 1000 cc 中には  $NaOH$  の  $40g \times 0.46 = 18.4g$  が含まれて居るから  $18.4g \times \frac{50}{1000} = 0.92g$



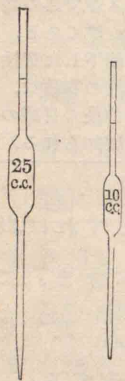
の NaOH が 50 cc 中に含まれて居る。

問 31. 市販の苛性ソーダ (不純物を含む) 2.5 g を水に溶解せしめて、之を中和するに 2 モルの鹽酸 25 cc を要した。此の苛性ソーダは幾%の NaOH を含むか。

問 32. 苛性ソーダの 1.5 規定溶液 20 cc を完全に中和するには幾 g の硫酸を要するか。

問 33. 濃度不明の硫酸 20 cc を中和する時、誤つて 1 モルの鹽酸 25 cc を加へた後、兩酸の混合溶液を中和するに 1 モルの苛性ソーダ 40 cc を要した。此の硫酸の濃度は幾モルであるか。

5. 酸性鹽 硫酸の分子 1 個の中には金屬で置換することの出来る水素原子を 2 個含んで居る。これは次の實驗で證明される。



第 37 圖  
ビュレット

① 此の時白色の固體の殘留するのが見られる。

(1) 約 3 モルの硫酸溶液 10 cc をピペットで取り、これに指示薬を加へ、1 モル位の苛性ソーダ溶液をビュレットより滴下して之を中和せしめよ。

(2) 次に同じ硫酸溶液の同量を取り、苛性ソーダ溶液を (1) に要した量の  $\frac{1}{2}$  だけ加へ、之を蒸發皿に移し、蒸發させて乾涸せしめよ。

① 200°C 以上にならない程度に熱する。更に高温となれば一旦生成した NaHSO<sub>4</sub> が分解するからである。

(3) 次に此の固體を水に溶解せしめ、再び苛性ソーダを滴下すると、(2) と同量だけ加へた時に中和するのが見られる。

上の (2) の實驗で得た白色の固體は NaHSO<sub>4</sub> である。

硫酸は 1 分子中に金屬で置換し得る水素原子 2 個を有つて居る。従つて其の 1 個をナトリウムで置換して得た鹽 NaHSO<sub>4</sub> と、其の 2 個をナトリウムで置換して得た鹽 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> との 2 種の鹽を生ずる。Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> のやうに、酸の水素原子全部を金屬で置換した鹽を中性鹽又は正鹽といひ、NaHSO<sub>4</sub> のやうに酸の水素原子の一部を金屬で置換して得た鹽を酸性鹽といふ。磷酸には 1 分子中に金屬で置換し得る水素原子が 3 個ある。従つて此のナトリウム鹽は次の 3 種類を生ずる。

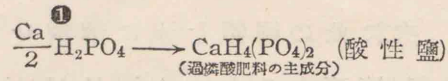
NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (酸性鹽), Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (酸性鹽), Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (中性鹽)

鹽酸・硝酸のやうな一鹽基酸は、1 分子中に金屬で置換し得る水素原子を 1 個有つて居るから、1 種の金屬鹽を生ずるのみである。

例 7. 磷酸のカルシウム鹽は幾種類存在すべきか、且つ此等の鹽の分子式を推定して見よ。

解 (1) 磷酸の 1 つの水素を置換した鹽

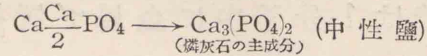




(2) 磷酸の2つの水素を置換した鹽



(3) 磷酸の3つの水素を置換した鹽



考 56. 炭酸のカルシウム鹽は幾種類存在すべきか。且つ此等の鹽の分子式を推定して見よ。

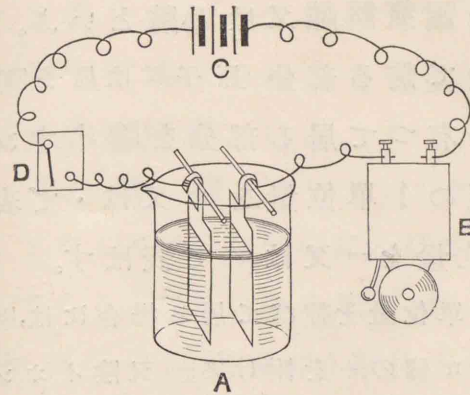
## 第二節 電離

### 1. 電導

(1) イオン 純水・砂糖等の水溶液にそれぞれ2枚の金屬板(電極)を入れ、之を電池に連絡して見ても電流は通らない。然るに水中に鹽化ナトリウムを溶かせば電流がよく通るやうになる。多くの學者は長年月の間此の解釋に苦しんだ。スウェーデン人アルレニウスは僅に24歳の時、電離説を提出して此の理由を巧に説明することに成功した。其の電離説の大要は次の通りである。

鹽化ナトリウムを水に溶かすと、此の分子1個

① Caの原子價は2であるから、H1個を置換するためには $\frac{\text{Ca}}{2}$ がHに相當すると考へられる。

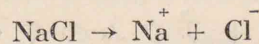


第38圖 水溶液が電流を通すか否かの試験

- A. 試験溶液を入れたビーカー(2枚の銅板が入れてある)。  
 B. 電鈴(これが鳴れば電路内に電気が流れたことを示す)。  
 C. 電池。  
 D. 開閉器。  
 A. に純水・砂糖の水溶液を入れた時は電鈴が鳴らないが、鹽化ナトリウムを入れた時は鳴る。

量で、單位の陽電氣量である。Cl原子1個の帯びて居る陰電氣の量は陰電氣の最小量で、單位の陰電氣量である。

此等の原子の有する電氣量は全く相等しいが、其の性が反對であるから、外部に對しては何等の電氣的作用をも示さない。



かやうに、分子が水溶液で帶電した二つの部分

は陽電氣を帯びて居るナトリウム原子と、陰電氣を帯びて居る鹽素原子との2個に分たれるものである。(Na原子1個の帯びて居る陽電氣の量は陽電氣の最小



第39圖 アルレニウス  
(S. Arrhenius: 1859-1927)

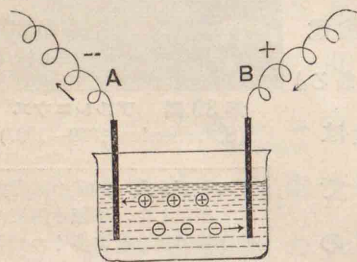
スウェーデン人。24歳の時電離説を創説した。鹽類水溶液の性質其他非常に多くの問題が、彼の努力の結果始めて明かになり、化學に一新紀元を劃した。彼は1903年ノーベル賞を授けられた。



に分けられることを電氣解離又は電離といふ。又其の陽電氣を有つて居る部分(原子又は原子團)を陽イオン、陰電氣を有つて居る部分を陰イオンといふ。此の陽電氣の1單位量を+又は・で表はし、陰電氣の1單位量を-又はノで表はす。

イオンが陽電氣のn單位量を帯びて居る場合には、原子又は原子團の右肩にn個の+を付ける。又陰イオンの場合には同様に-を付ける。

(2) 電導 鹽化ナトリウム中のNa<sup>+</sup>は陽極に反撥されて陰極に吸引される。かうしてNa<sup>+</sup>は陽極より陰極へと移動する。かやうな變化が連続的に行はれるので、陽電氣は陽極より陰極へ流れるやうになるのである。同様にしてCl<sup>-</sup>は陰極より陽極へと移動するので、陰電氣は陰極より陽極へ流れるやうになる。



第40圖 イオンの移動を示す

A. 陰極 B. 陽極  
⊕.....Na<sup>+</sup> ⊖.....Cl<sup>-</sup>

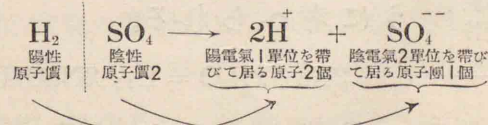
離するものである。然し砂糖・アルコールのやう

な有機化合物は水溶液では電離しない。此の水溶液で電離する物質を電解質といひ、然らざるものを非電解質といふ。

2. 電離 鹽化ナトリウムの分子1個の中で、ナトリウム原子は陽性の部分をなし、且つ其の原子價が1であることは既に學んだ。然るに其の水溶液では、Na原子は陽電氣の1單位を帯びて陽イオンとなつて居る。同様に陰性で原子價1のCl原子は、陰電氣の1單位を帯びて陰イオンとなつて居る。



硫酸も其の水溶液では次のやうに電離する。



一般に化合物に於て陽性で原子價nの部分(原子又は原子團)は、電離する時はn單位の陽電氣を帯びたイオン(陽イオン)となり、陰性で原子價nの部分はn單位の陰電氣を帯びたイオン(陰イオン)となるものである。

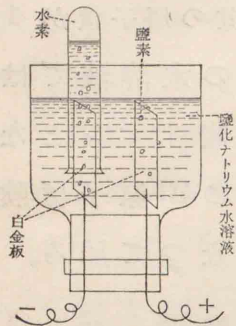
考 57. 次の化合物は其の水溶液の中で如何に電離して居るかを式で示せ。(イ)硝酸 (ロ)磷酸 (ハ)炭酸 (ニ)苛性ソーダ (ホ)水酸化カルシウム (ヘ)水酸化アムモニウム (ト)硝酸ナ



トリウム (チ) 鹽化カルシウム (リ) 硫酸アムモニウム

### 3. 電 解

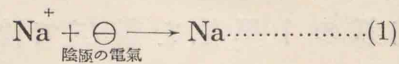
(1) 鹽化ナトリウムの水溶液に 2 個の白金板を入れ、之を電池に連ねると、兩極で次の化學變化が起る。



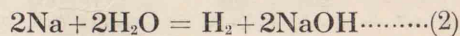
第41圖 鹽化ナトリウムの水溶液の電解

陰極に生じた水素は水上置換によつて捕集することが出来る。陽極に生じた鹽素は其の特な臭氣で知られる。

(イ) 陰極でナトリウム-イオンの有つて居る陽電氣が中和されて、金屬ナトリウムに變化する。

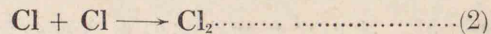
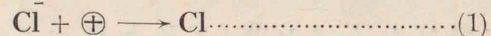


従つて此のナトリウムは極の附近にある水と直ちに作用して、水素及び苛性ソーダを生ずるやうに考へられる。



此の考は實驗の結果と一致して居る。

(ロ) 陽極では鹽素イオンが陰電氣を失つて鹽素原子となり、忽ち結合して鹽素ガスとなる。



即ち陰極では水素ガスを發生すると同時に苛性ソーダを生じ、陽極では鹽素ガスを發生する。

此の實驗に於て、陽極が銅板の場合には、生じた鹽素原子は直ちに銅と化合して鹽化銅となる。

かやうに電解質の水溶液を電路内に置けば、兩極で必ず化學變化が起るものである。此の現象を電氣分解又は電解といふ。此の化學變化は

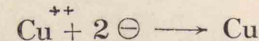
(イ) イオンが極で其の電氣を中和された時に起る變化

(ロ) (イ)で生じた物質が其の電極と作用する變化

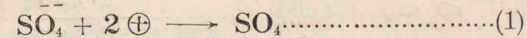
の2種に區別することが出来る。従つて(ロ)は電極の材料となつて居る物質の種類により異なるべきは當然である。

考 58. 食鹽の電解に於て、陽極に (イ) 亜鉛板 (ロ) 炭素棒 (鹽素に侵されない) を用ひた場合に、兩極の附近で起る化學變化は如何。

(2) 硫酸銅溶液に電流を通ずれば、陰極では  $\text{Cu}^{++}$  が其の電氣を失つて金屬銅となり、これが陰極に附着して所謂銅電鍍が出来る。



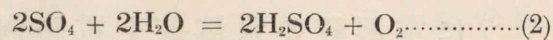
又陽極では  $\text{SO}_4^{--}$  が其の電氣を失つて  $\text{SO}_4$  となる。



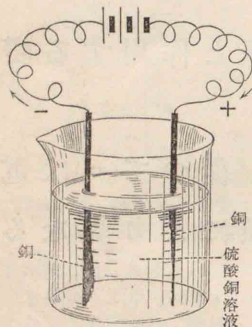
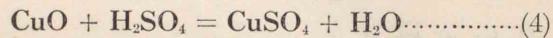
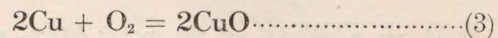
此の際、白金や炭素のやうな他に侵され難い電



極を用ひれば、これは忽ち水と化合して次のやうに酸素と硫酸とを生ずる。



陽極に銅板を用ひれば、此の際生ずる酸素は銅と結合して酸化銅となり、これは硫酸に溶解して硫酸銅となる。



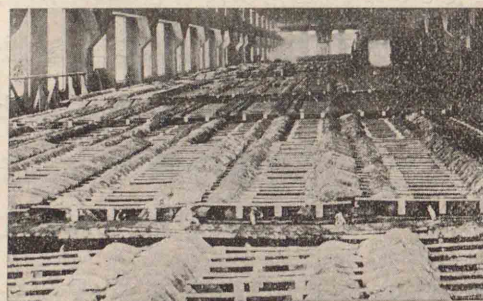
第42圖 硫酸銅の水溶液の電解

兩極に銅を用ひると陽極では銅が漸次溶解し、陰極では銅が析出する。

ば陰極では金属を析出する機会が多い。これが電鍍の原則である。又原子團より成る陰イ

若し陽極を粗銅にすれば、其の中の銅が溶解し、純銅となつて陰極に附着する。此の理によつて粗銅の精製(精錬といふ)が行はれて居る。(我が國の銅の大部分は此の方法で精製される)

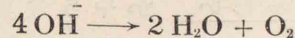
硫酸銅水溶液の電解で學んだやうに、金属鹽の溶液を電解すれ



第43圖 銅の電氣精鍊

各電解槽(容器)内に數多の電極が並べてあり、此の電解槽が又數多並列して居る所を上から見た状態

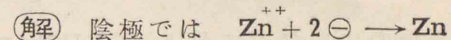
オンは陽極で其の電荷を失ふ場合に、SO<sub>4</sub>のやうに電氣を失ふや否や直ちに水と作用して、元の酸(此の時はH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)と酸素とを生ずるものである。但しOH<sup>-</sup>では水と酸素とを生ずる。



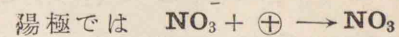
第44圖 ファラデー (M. Faraday: 1791—1867)

英國人。ロンドンの貧しい銀冶屋の子に生れ、12歳の時から製本兼貸本屋の徒弟となり、餘暇に勉學自習した。22歳の時自ら志願してデイヴィーの助手に採用され、熱烈な研究心と卓越した手腕とを以て研學に勉め、化學上には電解の法則・ベンゼンを發見し、電氣學上には電動機・發電機の原理たる電流の磁氣作用を發見し現代の電氣文明の端緒を開いた。誠に青年の龜鑑とすべき奮闘努力の人である。

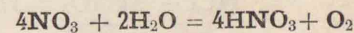
例 8. 硝酸亞鉛 Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> の水溶液を電解する時は、兩極に於てどんな變化が起るか。



のやうに亞鉛を析出する。



となり、忽ち水と反應して



のやうに硝酸と酸素を生ずる。

考 59. 次の物質の水溶液を電解する時、他に犯され難い兩極で起る化學變化は如何。(イ) NaOH (ロ) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (炭酸ソーダ) (ハ) ZnSO<sub>4</sub> (硫酸亞鉛)

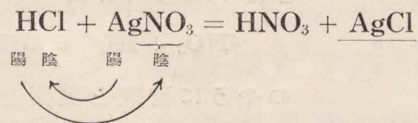
鹽化ナトリウムの水溶液を電解する時に、陰極で生ずる水素と陽極で生ずる鹽素との重さの割合は、此等の2元素が直接に化合する時の重さの割合に等しい。又硫酸銅の



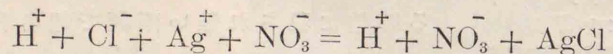
場合にも、電解によつて生ずる銅と酸素との重さの割合は、此等の元素が直接に化合する時の重さの割合に等しい。一般に電解質の水溶液を電解する場合に、兩極に生ずる物質の重さの割合は、必ず此等の物質が直接に化合する時の重さの割合に等しい。 かやうな興味ある關係は **ファラデー** Faraday が多年努力した結果発見したものである。

#### 4. イオン間の反應

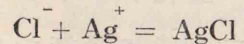
(實驗) 32. 硝酸銀  $\text{AgNO}_3$  の溶液を少量づつ次の物質の水溶液 5 cc 位の中に加へて見よ。(イ)  $\text{HCl}$  (ロ)  $\text{NaCl}$  (ハ)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (ニ)  $\text{CaCl}_2$   
鹽酸と硝酸銀との作用で生ずる白色の沈澱は **鹽化銀  $\text{AgCl}$**  といふものである。



此の變化をイオン式で示すと次のやうになる。

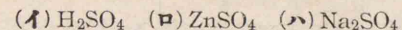


此の式で  $\text{H}^+$  及び  $\text{NO}_3^-$  は兩邊に共通であるから、之を省けば次のやうになる。



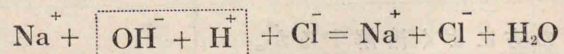
そこで  $\text{Ag}^+$  を含んで居る溶液の中に  $\text{Cl}^-$  を含む溶液を加へれば、何時でも此等の兩イオンが結合して  **$\text{AgCl}$**  を生ずるものである。

(實驗) 33. 次の物質の水溶液 5 cc 位の中に、それぞれ少量の鹽化バリウム  $\text{BaCl}_2$  の溶液を加へて見よ。

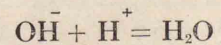


(考) 60. 上の實驗によつて生ずる白色の沈澱は、何れの場合にも硫酸バリウム  $\text{BaSO}_4$  である。此等の場合に起る化學變化をイオン式で示せ。

5. 中和反應 酸は水溶液では必ず水素イオンを生ずる。酸の特性は此の水素イオンに基づくものである。又鹽基は水溶液中では必ず水酸イオンを生ずる。鹽基の特性は此の水酸イオンに基づくものである。酸と鹽基との中和反應の根本は  $\text{H}^+$  と  $\text{OH}^-$  とが結合して水を生ずる點にある。 例へば苛性ソーダと鹽酸との反應は次のやうである。



兩邊に共通である  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  とを省けば、

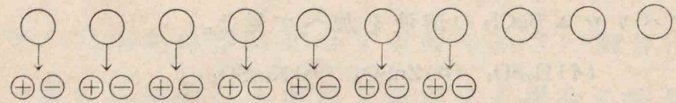


となる。

6. 酸・鹽基の強弱 電離度 鹽化ナトリウムの水溶液では、其の分子全部がイオンに分れて居るものではない。例へば其の 1 モル溶液では次の圖のやうに分子



10個の中で7個だけが電離して居る割合となつて居る。



○…NaClの分子, ⊕…Na<sup>+</sup>, ⊖…Cl<sup>-</sup>

電解質の水溶液中で分子の中の幾割が電離して居るかといふ数を**電離度**と稱する。1モルの鹽化ナトリウムの電離度は0.7である。鹽酸の0.1モル溶液の電離度は0.9であるのに、醋酸といふ酸(これは第十章で述べる)のそれは0.01位である。

かやうに電離度は電解質の種類によつて著しく異なるものである。又同一物質でも、其の溶液の稀薄な場合と濃厚な場合とによつて電離度が違つて來る。而して溶液が稀薄となるほど電離度を増すものである。

**實驗 34.** 2本の試験管に亞鉛粒を1-2個入れ、此の中にそれぞれ約1モル位の醋酸と鹽酸とを5cc位づつ加へて見よ。

亞鉛は何れの方によく溶解するか。

**實驗 35.**  $\frac{1}{1000}$ モル位の醋酸と鹽酸とを10ccづつ別々に2本の試験管に入れ、メチルオレンジ溶液2滴位を加へて其の着色の程度を比較して見よ。

**實驗 36.**  $\frac{1}{1000}$ モル位の苛性ソーダと水酸化アモニウムの溶液とを10ccづつ別々に2本の試験管に取り、フェノールフタレン溶液2滴位を加へて其の着色の程度を比較して見よ。

酸の特性はH<sup>+</sup>に基づくものであるから、一定容積例へ

ば1cc中に含まれて居るH<sup>+</sup>の数の多少によつて、酸の強弱の程度が定まる譯である。1cc中のH<sup>+</sup>の数は(1)酸の濃度(但し規定で表はしたもの)及び(2)其の酸の電離度の2條件によつて確定される。そこで同一規定の溶液に就ては、其の電離度の大小によつて酸の強弱が定められる。

鹽基の特性はOH<sup>-</sup>に基づくから酸の場合と同様に考へて、同一規定の溶液に就き、其の電離度の大小によつて鹽基の強弱が定められる。

次に數種の酸及び鹽基の $\frac{1}{10}$ 規定溶液の電離度をあげる。

常温に於ける $\frac{1}{10}$ 規定の酸・鹽基の水溶液の電離度

酸 又は 鹽 基	電 離 式	電 離 度
鹽 酸	HCl = H <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup>	0.9
硝 酸	HNO <sub>3</sub> = H <sup>+</sup> + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.9
硫 酸	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = 2H <sup>+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.6
磷 酸	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> = 3H <sup>+</sup> + PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.1
醋 酸	CH <sub>3</sub> COOH = H <sup>+</sup> + CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	0.01
炭 酸	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = 2H <sup>+</sup> + CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.001
硫化水素酸	H <sub>2</sub> S = 2H <sup>+</sup> + S <sup>-</sup>	0.0005
苛 性 カ リ	KOH = K <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup>	0.9
苛 性 ソ ー ダ	NaOH = Na <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup>	0.9
水酸化バリウム	Ba(OH) <sub>2</sub> = Ba <sup>++</sup> + 2OH <sup>-</sup>	0.8
水酸化アモニウム	NH <sub>4</sub> OH = NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + OH <sup>-</sup>	0.01



上表で見る如く、鹽酸・硝酸・硫酸は強酸で、磷酸は中等程度の強さの酸である。醋酸( $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ )は弱い酸で、炭酸・硫化水素酸は非常に弱い酸である。

苛性ソーダ・苛性カリ  $\text{KOH}$ ・水酸化バリウム  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  等は強い鹽基で、水酸化アムモニウムは弱い鹽基である。

### 第三節 置換反應

**實驗** 37. 硝酸銀  $\text{AgNO}_3$  の溶液 2 cc 位に鹽化ナトリウムの溶液 2 cc 位を加へて鹽化銀の沈澱を造れ。

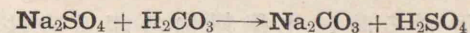
**實驗** 38. 硫酸銅の溶液 5 cc 位に硫化水素を通じて見よ。

**考** 61. 實驗 37 及び 38 より、二つの物質を混じた場合に、化學變化は何れの方向に進行するものであるかといふことに就て、規則を造つて見よ。

**注意** 先づ起ると思はれる變化を方程式で書き、之を實驗の結果と對照した後に判斷せよ。

**實驗** 39. 0.1 モル位の苛性ソーダの溶液を 5 cc 位試験管に取り、フェノールフタレン溶液 1-2 滴を加へれば赤色となる。次に此の中に鹽化アムモニウムの固體を 1-2 g 加へて見よ。

**實驗** 40.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  の中に  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ( $\text{CO}_2$  を通ずれば、 $\text{H}_2\text{O}$  と作用して  $\text{H}_2\text{CO}_3$  が得られる) を作用せしめれば、



のやうな變化が起りさうにも思はれる。又  $\text{H}_2\text{SO}_4$  に  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を作用せしめれば、逆の變化が起りさうにも思はれる。何れの方向に其の反應が進行するかを確める實驗法を工夫し、後に之を實驗して見よ。但しメチルオレンジ溶液は非常に弱い酸には感じないが、強酸の微量で直ちに赤變することを利用せよ。

**考** 62. 實驗 39 及び 40 の結果によつて、此の種類の化學變化は如何なる方向に進むべきかの規則を造れ。

**注意**  $\text{NH}_4\text{OH}$  及び  $\text{H}_2\text{CO}_3$  は何れも電離度が小である。

甲と乙との 2 種の化合物を混ざる時に、若し化學變化が起る場合には、必ず甲の中の陽性部分と乙の中の陰性部分とが結合するものである。これは既に諸子の學んだ所である。此の際化學變化が起るか否かの判斷は興味のあるものである。

即ち 反應で生ずると思はれる物質の何れか一つが

- (1) 其の溶液に溶解し難いか
- (2) 電離度が小であるか

の場合に、其の物質の生ずる方向に化學變化は進むものである。

硝酸銀に鹽酸を加へる時に反應の起るのは、鹽化銀が水に溶解し難いからである。これは(1)の例である。酸

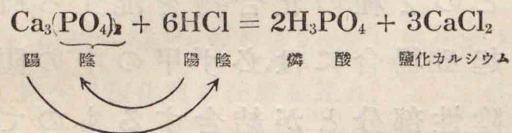


と鹽基とを混ざる時に化學變化の起るのは、酸の  $H^+$  と鹽基の  $OH^-$  とより生ずる水が電離し難いからである。これは(2)の例である。

〔實驗〕 41. (イ) 磷酸カルシウムに稀鹽酸(又は硝酸)を加へて見よ。(ロ) 鹽化カルシウムの溶液に磷酸の溶液を加へて見よ。

〔例〕 9. (イ) 磷酸カルシウム  $Ca_3(PO_4)_2$  が鹽酸に溶けるのは何故か。(ロ) 又磷酸と鹽化カルシウムとが反應を起さないのは何故か。

〔解〕 (イ) 若し反應が起るならば、次のやうになるべきである。



磷酸は鹽酸に比較して電離度が小であるから、(2)によつて磷酸が生ずる方向に化學變化は進まなければならない。これは磷酸カルシウムが鹽酸に溶けることを示して居る。

(ロ) 磷酸と鹽化カルシウムとが若しも反應するとしたならば、磷酸カルシウムと鹽酸とを生ずべきである。然るに(イ)によつて直ちに磷酸を生ずる方向に反應する。これは(ロ)の化學變化が起らないといふことを示して居る。

かやうに弱い酸の鹽は強い酸で分解されて、其の強い酸の鹽を生ずるものである。

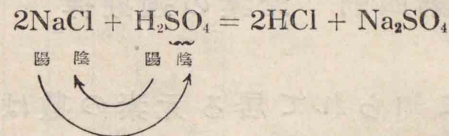
〔考〕 63. (イ) 炭酸カルシウムが鹽酸又は硝酸に溶けるのは何故か。(ロ) 鹽化カルシウムの水溶液に炭酸ガスを通じても

化學變化を起さないのは何故か。

〔考〕 64. 食鹽の水溶液に硫化水素を通すれば反應が起るか。

〔實驗〕 42. 2個の試験管に鹽化ナトリウムの固體 0.5 g 位を取り、(イ) 水 5 cc 位に溶かし、稀硫酸 5 cc 位を加へて熱して見よ。變化が起るか否か。(ロ) 又濃硫酸を數滴加へて見よ。此の時發生する氣體は何か。

鹽化ナトリウムの固體に濃硫酸を加へる時、若し反應が起るとすれば次のやうにならなければならない。



然るに、鹽化水素は揮發性であるために、外部へ向つて逃れ去る。従つて此の反應は鹽化水素を生ずる方向に進むものである。鹽化ナトリウムに稀硫酸を加へる場合には、生じた鹽化水素は溶液中の水に溶けるから、外部へは逃れない。従つて此の場合には鹽化水素を得ることは出来ない。

かやうに化學變化は、反應で生ずると思はれる物質の何れか一つが

(3) 揮發性である場合に、其の物質の生ずる方向に進むものである。



考 65. 硫酸ソーダに鹽酸を作用せしめても硫酸を造ることが出来ないのは何故か(但し硫酸は揮發し難いものである)。

考 66. 硝酸鹽と濃硫酸との混合物を熱する時に、硝酸の得られるのは何故か。

考 67. 鹽化アムモニウムの固體と消石灰との混合物を熱する時に、アムモニアの生ずるのは何故か。

考 68. 考67以外のアムモニアの製造反應を工夫せよ。

實驗 43. 考68で工夫した方法を實驗によつて確めよ。

### 第四節 元素の週期律

今日までに知られて居る元素の数は約90である。此等の元素の結合する有様を斷片的に學ぶことは繁雜に堪へられないばかりでなく、誠に無味乾燥である。そこで古來多くの學者は化學を系統的に學ばしめようとして種々努力した。

露國人メンデレエフは元素の週期律を發見し、化學を推理的に研究せしめることに成功した。以下これに就て述べよう。

1. 元素の週期律 元素を其の原子量の小なるものより大なるものの順序に並べると、八つ目毎に性質の似て居る元素が表はれる。此の事實

原子量は概數を示す

元素の週期表

	0族	1族	2族	3族	4族	5族	6族	7族	8族
1		H 1.008							
2	He 4.	Li 7.	Be 9.	B 11.	C 12.	N 14.	O 16.	F 19.	
3	Ne 20.	Na 23.	Mg 24.	Al 27.	Si 28.	P 31.	S 32.	Cl 35.5	
4	Ar 40.	K 39.	Ca 40.	Sc 45.	Ti 48.	V 51.	Cr 52.	Mn 55.	Co 59.
5		Cu 63.6	Zn 65.4	Ga 70.	Ge 72.6	As 75.	Se 79.	Br 80.	Ni 58.7
6	Kr 83.7	Rb 85.4	Sr 87.6	Y 89.	Zr 91.	Nb 93.3	Mo 96.	Ru 102.	Rh 103.
7		Ag 108.	Cd 112.4	In 115.	Sn 119.	Sb 122.	Te 127.5	I 127.	Pd 107.
8	Xe 131.	Cs 133.	Ba 137.4						
9									
10									
11		Au 197.	Hg 200.6	Tl 204.	Pb 207.	Ta 181.4	W 184.	Os 191.	Ir 193.
12	Rn 222.		Ra 226.		Th 232.		U 238.		Pt 195.
原子價	(陽) 0	1	2	3	4	5	6	7	
	(陰)				4	3	4	5	
						3	2	1	



は恰も日曜より八日目に再び次の日曜が來ると酷似する。故に各週の曜日が週期的に元の曜日になることに因んで、元素にかやうな關係のある事實を元素の週期律と稱して居る。これは自然が各元素に與へた性質である。今主要な元素を此の規則に従つて配列して見ると、前表のやうになる(化學學習上重要な元素は肉太字で示してある)。

此の表で、同じ縦の列に屬して居る元素は性質がよく似て居る。例へば諸子が既に學んだ第7族元素の鹽素・臭素・沃素の如きがそれである。

元素の原子價が化學の學習上極めて重要であることに就ては、諸子が既に學んだ。週期律表に於て第1族元素の陽の原子價は1であつて、第5族の陽の原子價は5である。かやうに週期律表の族の番號を示す數と、其の族の元素の陽の原子價とは互に一致して居る。

考 69. (イ) 硫酸 (ロ) 亞硫酸ガス (ハ) 硫化水素に於ては、硫黄の原子價はそれぞれ陽陰何れの幾價であるか。

考 70. (イ) 硝酸 (ロ) アムモニアに於ては、窒素の原子價はそれぞれ陽陰何れの幾價であるか。

考 71. (イ) 炭酸ガス (ロ) 一酸化炭素に於ては、炭素の原子

價はそれぞれ陽陰何れの幾價であるか。

2. 數種の原子價を有する元素 硫酸・亞硫酸ガスに於ては、硫黄の原子價はそれぞれ陽の6及び4である。又硫化水素中の硫黄の原子價は陰の2である。

硫黄はかやうに3種の原子價を有つて居る。元素には1種の原子價を有つて居るものと、數種の原子價を有つて居るものとがある。元素の原子價は自然に與へられた其の元素特有の價である。これは次表のやうに週期律表によつて其の主要な標準價が示されて居る。

週期律表の族の番號	I	II	III	IV	V	VI	VII
陽の原子價	1	2	3	4	5	6	7
陰の原子價				4	3	2	1

3. 元素の原子價の判定 二つの元素が化合物を造る場合には、週期律表の左の方のものが陽性部分となり、右の方のものが陰性部分となるものである。但し酸素は何時でも必ず陰の部分となる。今數種の實例により元素の原子價に關して練習して見よう。



**例** 10. 磷と鹽素とが若し化合するとしたならば、どんな分子式の化合物が生成すべきであるか。

**解** 週期律表を見ると磷は第5族で、鹽素は第7族であるから(週期律表で第5族は第7族の左にある)、磷は陽、鹽素は陰の部分となるべきである。鹽素の原子價は1で、磷の原子價は3及び5であるから、 $PCl_3$ 、 $PCl_5$ の2化合物を生ずる。

**考** 72. 次の諸元素と鹽素とが若し化合するとしたならば、どんな分子式の物質を生ずるか。(イ)カリウムK (ロ)水銀Hg (ハ)アルミニウム (ニ)錫Sn (ホ)アンチモン

**考** 73. 次の諸元素が若し硫黄と化合するとしたならば、どんな分子式の物質を生ずるか。(イ)水素(ロ)銀(ハ)亜鉛(ニ)カドミウムCd (ホ)錫(ヘ)アンチモン(ト)砒素

**考** 74. 次の諸元素が窒素と化合するとしたならば、どんな分子式の物質を生ずるか。(イ)マグネシウム(ロ)アルミニウム  
元素の週期律表で、第何族に屬して居るかが判れば、其の元素の(イ)鹽化物(臭化物沃化物)(ロ)酸化物(ハ)硫化物等の分子式を容易に推定することが出来る。次に各族元素の酸化物及び鹽化物の分子式をあげて置く。

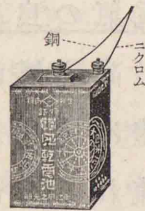
週期律表の族の番號	I	II	III	IV	V	VI	VII
酸化物の分子式	$R_2O$	$RO$	$R_2O_3$	$RO_2$	$R_2O_5$	$RO_3$	$R_2O_7$
				$RO$	$R_2O_3$	$RO_2$	$R_2O_5$
鹽化物の分子式	$RCI$	$RCI_2$	$RCI_3$	$RCI_4$	$RCI_5$		
				$RCI_2$	$RCI_3$		

## 第二篇

### 第五章 金屬總論

#### 第一節 金屬及び合金

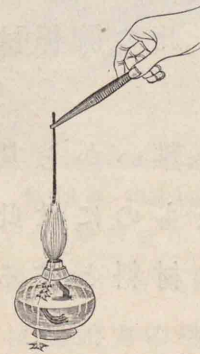
1. 徑1mmのニクロム線及びそれと同じ太さと長さとを有する銅線を、細い銅線で固く結んで連結し、圖のやうに約1分間電氣を通せ(第45圖)。而して指で兩線の溫度を比較して見よ。



第45圖 金屬による電氣傳導度の差異を見る

2. 0.2mmの徑の銅線(長さ約0.5m)と鋼線(同じ長さのもの)とを圖のやうにハンダ接ぎにせよ(第46圖)。而して此の線の兩端を引いて、銅の引き切れるのを檢せよ。

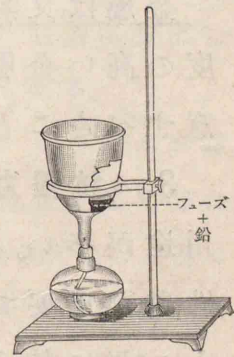
第46圖 金屬の抗張力の大小を示す



第47圖 フューズを加熱して其の熔融するを示す

3. フューズを加熱してそれが容易に熔融するのを檢せよ(第47圖)。

4. 磁製坩堝内にフューズ約10gを入れて之を熔融せしめ、此の内に約5gの鉛片を加へ、これが熔け込む有様を檢せよ。又土に任意の



第48圖 熔融フューズ内に鉛片を熔かし込む



型の穴を造り、其の内に此の熔融物を流し込んで固めて見よ。

1. 金 屬 金屬は何れも元素である。金屬の新しい面には特有の**金屬光澤**がある。金屬には又打ち展ばし易い**展性**や、引き延ばし易い**延性**の高いものが多い。金箔は金の展性を利用して製され、銅線は銅の延性を利用して製される。

2. 電氣及び熱の傳導 金屬は電氣の良導體である。然し金屬でも銅は電導度が高く、鐵はそれが低い。故に銅は多く電氣の導體に應用される。同じ太さの線に同量の電氣が流れる時は、電導度の低い金屬の方は其の溫度がより高く昇るものである<sup>①</sup>。

金屬は又熱の良導體である。而して熱の傳導度の高い金屬は又電導度も高い。此の關係は注意すべきことである。

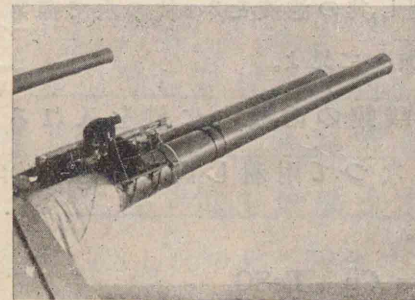
3. 抗張力 鐵や鋼は引き切れ難いから、其の用途が多い。鐵橋の鋼材のやうなものには此の性質が重要である。金屬を機械の材料とするのもこれに依るのである。

① 溫度の多く昇るのは電氣が熱に變化したためである。故に電導度の低い導線を用ひれば電氣の損失が大となる。

4. 熔 融 固體の金屬は高溫で熔融する。<sup>①</sup> 其の溫度は金屬によつて一定であつて、之を**融點**といふ。金や鐵はこれが高く、鉛や水銀はこれが低い。他の金屬が此等の中に熔け込めば、此の融點が更に低くなるのが常である。<sup>②</sup>

5. 合 金 異種の金屬を熔融して混交し、之を冷却せしめれば凝固する。これによつて合金が出来る。

銅と亜鉛が**眞鍮**といふ合金となれば、元の銅又は亜鉛と異なつた色になる。又これは元の金屬よりは鑄物となし易い。合金には電導度の低い**ニクロム線**のやうな



第49圖 特殊合金を用ひた一例

戰艦長門の主砲

ものがあつて、電熱用に利用される。又**ステンレス**のやうな表面の容易に酸化しないものもある。

鐵も**クロム・マンガン**等とは硬い合金をなす(軍艦の周圍の鐵板、大砲の砲身には此の種の合金が用ひられる)。又鐵がかやうな合金となれば抗張力の著しく高いものにもなる。鐵に炭素の入

① これは水の融點が一定であるのと類似する。

② これは水に食鹽を混ざる時に0°C以下で融けるのと類似する。



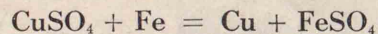
つた普通の鋼にも、硬いのや抗張力の高いのがある。

### 第二節 金属の化学的性質及び イオン化傾向

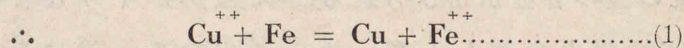
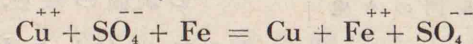
**〔実験〕** 44. (イ) 硫酸銅の稀薄溶液( $\frac{1}{4}$ モル溶液位)を2-3cc試験管に取り、鉄粉を0.5g位加へて3分間位振ると溶液が無色となる。(ロ)次に此の溶液を濾過し、其の濾液を3cc位の水で薄め、これに赤血鹽の溶液を2-3滴加へて見よ。(ハ)別に鉄粉の米粒位を稀硫酸に溶かした溶液に、赤血鹽の溶液を加へて見よ。

**〔実験〕** 45. (イ) 硫酸鐵の稀薄溶液( $\frac{1}{10}$ モル溶液位)を2-3cc試験管に取り、此の中にマグネシウムの粉末を0.3g位加へて2-3分間振れ。(ロ)此の溶液を濾過し、其の濾液を3cc位の水で薄め、これに赤血鹽の溶液を2-3滴加へて見よ。

**1. イオン化傾向** 硫酸銅の溶液中に鐵を入れると、鐵の表面に銅が金属状となつて附着し、同時に鐵が溶けて溶液に入るものである。



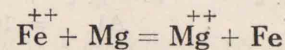
之をイオン式で示すと、次のやうになる。



即ち鐵が銅イオンの電氣を取つて自ら鐵イオンとなり、銅イオンは其の電氣を失つて普通の銅となるのであ

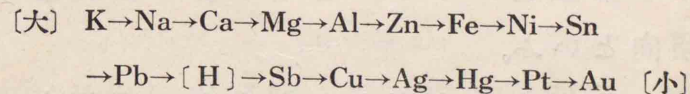
る。此の理由は、鐵は銅よりもイオンとなり易いからである。

硫酸鐵の溶液中にマグネシウムを入れると、マグネシウムが溶けて鐵が析出するやうになる。



これはマグネシウムが鐵よりもイオンとなり易いからである。

金属はそれぞれイオンとなり易い程度が異なつて居る。金属をイオンとなり易い程度の大小に従つて並べると次のやうになる。

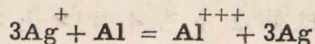


此の表に於ける下位の金属イオンを含む溶液に上位の金属を入れると、此の金属が溶けてイオンとなり、下位の金属イオンは金属に變るものである。(但し此の化学變化に於て、一方の金属のイオンが失ふ電氣の量と、他方の金属がイオンとなるために要する電氣の量とは全く相等しい。)

**〔例〕** 11. 或硝酸銀の溶液にアルミニウムを入れた時、10gの銀が析出した。然らば幾gのアルミニウムが溶解すべきであるか。

**〔解〕** 此の場合に起る化学變化は





である。今其の溶解するアルミニウムの重さを  $x$  g とすれば、

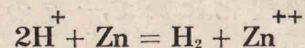
析出する Agの重さ	:	溶解する Alの重さ	=	10 : x
$3 \times 108$		27		

$$x = \frac{27 \times 10}{3 \times 108} = 0.83 \text{ (g) となる。}$$

【考】 75. 次の場合に起る化学変化をイオン式で示せ。

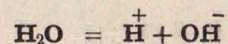
(イ) 硝酸銀の溶液中に鉛を入れる (ロ) 硝酸鉛の溶液中に亜鉛を入れる (ハ) 硫酸亜鉛の溶液にマグネシウムを入れる  
かやうに金属がイオンとなり易い程度をイオン化傾向といふ。

イオン化傾向が水素よりも大なる金属を、酸の中に入れたとすれば、常に水素を発生して溶解し、水素よりも小なる金属は溶解しない。 例へば亜鉛の場合には次の変化が起る。



但し硝酸は金属に作用する時、必ずしも水素を発生しない(其の理由は第七章で述べる)。

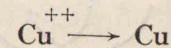
【考】 76. 水の中にナトリウムを入れた時、水素の発生する理由を考へよ。但し水は極めて微量に次のやうに電離して居る。



鐵のイオン化傾向がナトリウムのそれよりも若し大であるとしたならば、鐵船は海水中に溶解すべきである。金属のイオン化傾向の順序が、前に記したやうに定まつて居ることは自然界の妙味である。

【考】 77. 日常使用して居る水中に、若しもイオン化傾向が鐵よりも小なる金属を含有して居るものとすれば、如何なる困難を感じるか。

2. 酸化及び還元 銅イオンの溶液中に鐵片を入れる時に起る化学変化に於ては、銅イオンは金属銅に變じたのである。



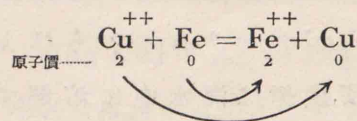
即ち此の反應で銅は原子價が  $+2 \rightarrow 0$  に下降したのである。(銅が金属となつて居る場合には、其の原子價は0とする。凡ての元素に就ても同様である。) かやうに元素の原子價が下降することを還元といふ。

上の反應で鐵は溶解して鐵イオンに變じた。



即ち鐵の原子價は  $0 \rightarrow +2$  に上昇したのである。かやうに元素の原子價の上昇することを酸化といふ。即ち此の時銅イオンは還元され、鐵は酸化されたのである。





かやうに一つの化学變化に於ては酸化と還元とが必ず同時に起るものである。

此の反應で金屬鐵は銅イオンを還元せしめた。かやうな作用をなすものを還元劑といふ。同時に銅イオンは鐵を酸化せしめた。かやうなものを酸化劑といふ。

**例** 12. 炭素が酸素と化合して炭酸ガスとなる變化を酸化還元なる言葉を用ひて説明せよ。



即ち炭素は酸素によつて酸化された。換言すれば酸素は炭素によつて還元されたのである。酸素は酸化劑で、炭素は還元劑である。

**考** 78. 次の諸反應を酸化又は還元なる言葉を用ひて説明せよ。

- (イ) ナトリウムと鹽素とより鹽化ナトリウムを生ずる。
- (ロ) 一酸化炭素が空氣中で燃焼して炭酸ガスとなる。
- (ハ) 鐵と硫黄とを熱すれば硫化鐵を生ずる。

**考** 79. 亞鉛が稀硫酸に溶解する變化に於て、酸化劑及び還元劑を指摘せよ。

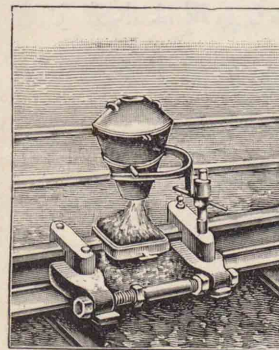
**注意** 化学變化を方程式で書き、次に兩邊に共通である部分を省

いて考へて見よ。

**3. 金屬の化学的性質とイオン化傾向との關係** ナトリウムの新しい面を空氣に觸れしめれば、暫く後にこれが曇つて來る。銅を熱すると其の表面は黒色を帯びて來る。銀は之を熱するも少しも變化しない。かやうに金屬の中では酸素に對して (イ) ナトリウムのやうに常溫で化合し易いものと、(ロ) 銅のやうに熱して始めて化合するものと、(ハ) 銀のやうに熱しても化合しないものとの3種類がある。

ナトリウムのやうにイオン化傾向の大なる金屬は酸素、其の他の非金屬と化合し易い。又金のやうにイオン化傾向の小なる金屬は此等のものと化合し難い。金屬のイオン化傾向の大小の順

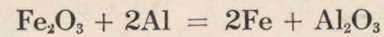
序は、金屬が酸素、其の他の非金屬と化合する性質の大小の順序と一致して居る。



第 50 圖 テルミットでレールを熔接する

アルミニウムはイオン化傾向が大であるから酸素と化合し易い。従つて酸化鐵の粉末とアルミニウムの粉末との混合物 (テルミット) に點火すれば、盛に發熱して次の反應を起す。





此の化學變化によつて生ずる熱のために、鐵は熔融する。そこで之を其のまゝ、レール等を接ぐのに用ひる。

〔考〕 80. 次の諸金屬に就て、諸子は未だ學んで居ない。然し此等に鹽酸又は稀硫酸を加へる時、どんな變化が起ると考へるか。(イ)ニッケル (ロ)水銀 (ハ)カルシウム (ニ)アンチモン

4. 金屬の銹 金屬は常に空氣と水分とに觸れて居る時には、徐々に此等の作用を受くべきである。金屬の表面に銹を生ずるのは此のためである。鐵銹(主成分  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )は其の質が粗であるために、鐵の内部まで酸化作用を受け、遂に其の鐵材が破壊するに至るものである。アルミニウム・亜鉛等の金屬も、其の表面に銹を生ずるのは當然であるが、其の銹の質が緻密であるために、此等の金屬は其の内部までは作用を受けない。銅は水分を含んだ空氣中では綠青[主成分  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ]を生ずる。(一般に銅の化合物は凡て有毒である。)

### 第三節 金屬の所在及び其の製法

1. 金屬の所在 金・白金のやうにイオン化傾向の小なる金屬は、元素のまゝで天然に産出する。銅・銀・水銀等も元素の状態で天然に産出すること

金 屬	産 出 状 態	産出高	輸出高	輸入高
		昭和5年度	昭和5年度	昭和6年度
カリウム	海水中 (KCl として) 珪酸鹽*	(萬圓)	(萬圓)	(萬圓)
ナトリウム	海水中 (NaCl として) 珪酸鹽*			
カルシウム	石灰岩・大理石・方解石 ( $\text{CaCO}_3$ ) 石膏 ( $\text{CaSO}_4$ )			
マグネシウム	海水中 ( $\text{MgCl}_2$ 又は $\text{MgSO}_4$ として) 珪酸鹽*			
アルミニウム	ボーキサイト (主成分 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 珪酸鹽*			
亜鉛	閃亜鉛礦 ( $\text{ZnS}$ ) 菱亜鉛礦 ( $\text{ZnCO}_3$ )	604		380
鐵	赤鐵礦 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 磁鐵礦 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )	4,540	740	
鉛	方鉛礦 ( $\text{PbS}$ )	59		800
錫	錫石 ( $\text{SnO}_2$ )	124		350
銅	黄銅礦 ( $\text{CuFeS}_2$ ) 赤銅礦 ( $\text{Cu}_2\text{O}$ )	5,023	1,200	
銀	輝銀礦 ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ) 硫化礦 ( $\text{Ag}_2\text{S}$ として少量含まれる。)	451		
水銀	辰砂 ( $\text{HgS}$ )	2.5		120
金	石英中に元素のまゝ極めて微量に 含まれる。	1,612		

(\*印は第八章で述べる)



がある。故に此等の元素は古くより知られて居た。イオン化傾向の大なる金属以外のものは主として酸化物又は硫化物の状態で天然に存在する。今主要な金属の産出状態を前表に示す。

### 2. 金属の製法

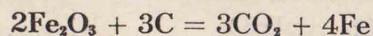
考 81. 鐵が天然に酸化鐵  $Fe_2O_3$  の状態で存在して居るものとして、これより鐵を廉價に製する方法を考へよ。

考 82.  $FeS$  を空氣中で熱する時は、どんな化學變化を生ずべきかを考へよ。

金属の酸化物又は硫化物より、金属を得る方法は次のやうである。

(1) 酸化物の場合には、之を炭素(コークス・石炭等)と共に強熱すればよい。

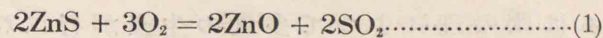
例へば酸化鐵を炭素と共に熱すれば



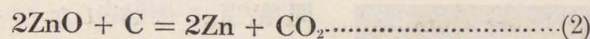
の反應で鐵が得られる。

(2) 硫化物の場合には、先づ之を空氣中で熱して酸化物となし、次に之を炭素で還元せしめるのである。

例へば硫化亞鉛を空氣中で熱すれば、次の反應で酸化亞鉛が得られる。



之を炭素と共に熱すれば金属が得られる。



第 51 圖 デーヴィー (H. Davy:1778-1829)

英國の一寒村の職人の家に生れた。幼にして化學を愛好し、20歳の時沼氣を發見して天才を認められた。非常に巧みな實驗家で、電流を用ひてアルカリ金属・アルカリ土類金属を遊離せしめ、又鹽素が元素であることを確認するなど、化學の發達に大刺戟を與へた。

銅・錫等の鑛石よりも、以上の原則によつて金属が製されて居る。

イオン化傾向の大なる金属は、酸素其の他の非金属との結合力が非常に強いから、其の酸化物を炭素で還元せしめることが出来ない。これがために此等の元素は長年月の間發見されなかつた。然るに英國の化學者デーヴィーは苛性ソーダの固体を電熱によつて融解し之を電解して陰極に新しい元素を得た(1807年)。これがナトリウムである。彼は更に類似の方法を用ひてカリウム・マグネシウム等を相次いで發見した。現今ナトリウム・マグネシ

① 苛性ソーダを熱すると融解する。此の中では水溶液と同様に苛性ソーダが電離して居る。一般に融解して居る電解質は水溶液のやうに電離して居るものである。デーヴィー時代には電離といふことは未知であつた。かやうに化學の研究では學理よりも實驗の方が先に立つ場合が少くない。



ウムは此の理によつて多量の生産が行はれて居る。

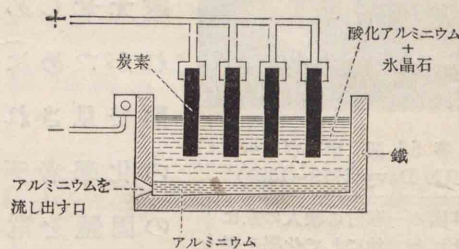
アルミニウムは其の價が非常に高いために、長年月の



第 52 圖 ホール  
(C. M. Hall: 1863-1914)

アメリカ人。24歳(1886年)の時純粋な酸化アルミニウムと氷晶石とを混じ、有り合せの道具で作つた手製の電池を以て電解を行ひ、アルミニウムを極めて廉價に製造する方法を發明した。これによつて従來高價で利用の出来なかつたアルミニウム金屬は始めて偉大な用途を見出すやうになつた。一青年ホールが社會に捧げた貢獻は實に大なるものである。

間實用に供されなかつた。然るに米國の一青年ホールは24歳の時、純粋な酸化アルミニウムと氷晶石といふ鑛石とを混じ、之を電熱によつて熔融せしめて電解し、アルミニウムを極めて廉價に製造する方法を



第 53 圖 アルミニウムの電解製造

炭素棒が陽極となり鐵函が陰極となつて居る。電解されて生じたアルミニウムは底に溜る。

發明した(1886年)。これは化學の研究が人生を裨益した一好例である。

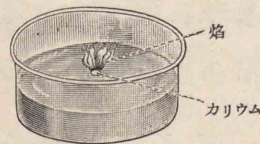
## 第六章 アルカリ及びアルカリ土類金屬

### 第一節 アルカリ及びアルカリ土類金屬

(實驗) 46. 試験管の中にマグネシウムの粉末を大豆粒位入れ、水を5cc位加へて1-2分煮沸せよ。氣體(水素)が発生するであらう。此の溶液の中に赤色リトマス試験紙を入れると、暫くの後青變するのが見られる。

週期律表第1族のナトリウム・カリウムをアルカリ金屬と稱する。又第2族のマグネシウム・カルシウム・ストロンチウム Sr・バリウム Baを總稱してアルカリ土類金屬と稱する。(此等は何れも土中に多く含まれて居る。)

此等の元素は何れもデーヴィーの發見したも



第 54 圖 カリウムを水に作用させる

ので、其の性質が互によく似て居る。然し週期律表第1族元素は第2族元素よりも遙かに反應力が強い。且つ此の族の

元素に就ては上位のものほど反應力が弱い。例へばナトリウムは常溫で容易に酸素と化合する。又水と直ちに作用して水素を發生し、同時に苛性



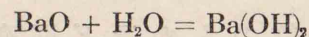
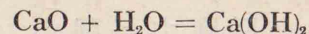
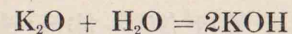
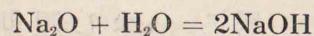
ソーダを生ずる。カリウムはナトリウムよりも更に化学性が活発であつて、水を激しく分解して同時に発火せしめる<sup>①</sup>に至る。マグネシウムは常温では水と作用しないが、熱すれば徐々に水を分解して水素を発生し、同時に水酸化マグネシウムを生ずる。このために其の溶液はアルカリ性反応を呈する。

〔考〕 83. 次の諸金属と水との作用を方程式で示せ。

(イ)カリウム (ロ)カルシウム (ハ)マグネシウム

### 第二節 酸化物及び水酸化物

生石灰  $\text{CaO}$  に水を作用させると、直ちに結合して消石灰  $\text{Ca(OH)}_2$  を生ずることは既に學んだ。これと類似の反応がアルカリ及び他のアルカリ土類金属に於ても起る。

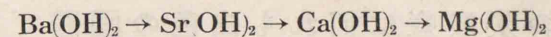


アルカリ金属の水酸化物は非常によく水に溶

① ナトリウム及びカリウムは水と反応するから、石油の中に貯えられる。

解する。

アルカリ土類金属の水酸化物に於ては



の順序に水に溶解し難くなる。かやうに元素の週期律表上の位置によつて、其の性質が漸次に變つて行くことは注意すべきである。此等の水酸化物は何れも強塩基である。

酸化カルシウムを水に溶解せしめた溶液(石灰水)は強いアルカリ性反応を呈する。これは其の溶液内に水酸化カルシウムが生成して居ることを示すものである。一般に金属酸化物が水に溶解する時は水酸化物の状態となる。

**水酸化物の用途** 消石灰は空気中の炭酸ガスと作用して炭酸カルシウムとなり、硬化する性質があるので、漆喰・モルタルの主要原料となる。又鹽素と反応し易いから漂白粉製造の原料ともなる(第九章に述べる)。

### 第三節 炭酸鹽

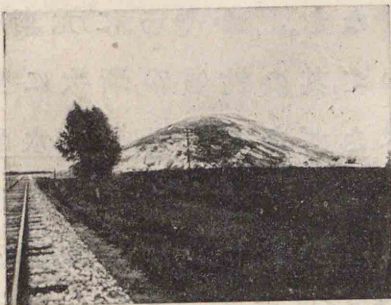
炭酸  $\text{H}_2\text{CO}_3$  の中の水素原子を此等の金属で置換すれば、次の分子式を有する物質が得られる。

① 内地の生産高は433萬圓。(昭和5年度)



分子式.....  $K_2CO_3$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $BaCO_3$ ,  $SrCO_3$ ,  $CaCO_3$ ,  $MgCO_3$ <sup>①</sup>  
 名稱..... 炭酸カリウム 炭酸ナトリウム 炭酸バリウム 炭酸ストロンチウム 炭酸カルシウム 炭酸マグネシウム

此等の炭酸鹽は何れも白色の固體である。アルカリ金屬の炭酸鹽はよく水に溶解するが、アルカリ土類金屬のそれは水に溶解し難い。



第55圖 炭酸マグネシウムの山  
(滿洲國大石橋・牛心山)

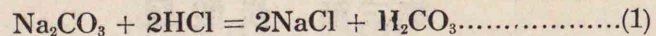
炭酸鹽の用途 炭酸マグネシウム及び炭酸カルシウムは其の硬度が齒の

硬度よりも低いので、齒磨粉の原料となる。

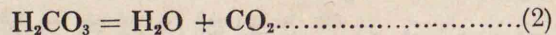
1. 炭酸鹽と酸との作用 此等の炭酸鹽に酸を作用せしめると、何れの場合にも炭酸ガスを發生して、同時に其の酸の鹽を生ずる。

今炭酸ソーダと鹽酸とを例にして、此等の反應を説明しよう。

先づ第一に置換反應が起る。



次に炭酸が分解して  $CO_2$  を生ずる。

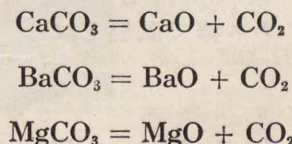


① 大理石・方解石・石灰石等の主成分は炭酸カルシウムである。卵殻・貝殻・珊瑚等も主に此の鹽から成る。

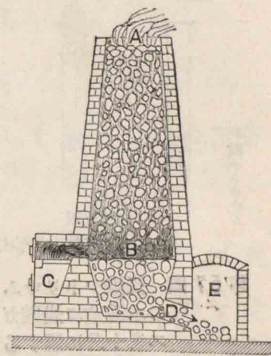
考 84. 次の炭酸鹽に (1) 鹽酸 (2) 硝酸が作用する時に起るべき化學變化を方程式で示せ。

(イ) 炭酸カリウム (ロ) 炭酸マグネシウム

2. 炭酸鹽を熱する時の變化  
アルカリ金屬の炭酸鹽は、之を強熱するも容易に分解しない。然しアルカリ土類金屬の炭酸鹽は、高溫に熱すると何れも分解して酸化物和炭酸ガスとを生ずる。此の理によつて石灰石を燒いて生石灰が製される。此の變化を方程式で示せば次のやうになる。



問 34. 純度 95% の石灰石 (主成分  $CaCO_3$ ) 5g を強熱すれば幾g の炭酸ガスを生ずるか。



第56圖 石灰爐

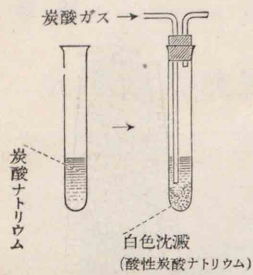
Aより石灰石(原料)を投げ入れる。Cは爐の焚口、火焰Bは石灰石の間を抜け、上昇して全體を熱する。Dは出來た石灰の取出口である。

第四節 酸性炭酸鹽

1. 炭酸ソーダの水溶液に炭酸ガスを十分に



通ずれば、白色の物質が析出する。これは酸性炭



第57圖 炭酸ナトリウムの水溶液に炭酸ガスを十分に通ずる

酸ナトリウム(重炭酸ナトリウム、重曹)と稱するもので、 $\text{NaHCO}_3$ なる分子式を有する酸性鹽である。

〔實驗〕 47. 酸性炭酸ナトリウムの

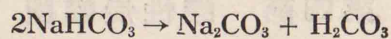
0.3-0.5g位を乾いた試験管に取り、之を1-2分熱して見よ。此の時ガラス

棒の尖端に石灰水を着け、之を其の試験管の内壁に觸れないやうにして挿し入れて見よ(第58圖)。同時に試験管の壁に水滴が附着するのが見られるであらう。又其の試験管内の残渣に鹽酸を1cc位加へて、發生する氣體を前のやうに石灰水を着けたガラス棒で試験して見よ。



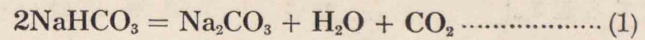
第58圖 酸性炭酸ナトリウムを熱する

重曹は次に示されるやうに炭酸ナトリウムと炭酸との二つの結合したものと見做すことが出来る。



そこで此の固體を熱すれば元の2成分に分解

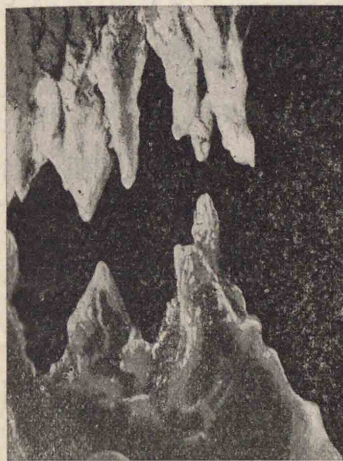
①次に炭酸は更に分解して炭酸ガスを生ずる。



又重曹の水溶液を熱しても、此の分解が起る。

〔考〕 85. 炭酸ナトリウムの水溶液に $\text{CO}_2$ を通する時に、重曹の生成する反應を方程式で示せ。

2. 常温で石灰水の中に (イ)炭酸ガスを通ずれば、炭



第59圖 鐘乳石と石筍 (山口縣秋吉)

酸カルシウムの白い沈澱を生ずる。(ロ)更になほ此のガスを繼續して通ずれば、透明な溶液が得られる。此の事實は炭酸カルシウムが炭酸に溶解することを示して居る。これは此の時生じた酸性炭酸カルシウム  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  が水に溶解し易いからである。(ハ)此の溶液を熱すれば、再び元の炭酸カル

シウムが沈澱する。

此の理で、地中の石灰石は炭酸ガスを含む水に溶解する。此の溶液が流れ出て炭酸ガスを失ふ時は、炭酸カルシウムが沈澱して堆積する。これによつて所謂鐘乳石・

① 麥粉と重曹とを混じて蒸せば、此の理で氣泡の多い饅頭の皮が出来る。



石筍が出来る。(これと類似の現象が他のアルカリ土類金属に就ても起る。)

〔考〕 86. 上に述べた(イ)(ロ)(ハ)の場合に起る變化を方程式で示せ。

3. 硬水及び軟水 アルカリ土類金属鹽を含んで居る水に石鹼水を滴下すれば、石鹼は白い沈澱(石鹼の1成分とアルカリ土類金属との結合した化合物)を生じて無効となる。かやうな水に石鹼を用ひても石鹼は空費されるのみである。かゝる鹽類を比較的少量に含む水を硬水と稱し、然らざる水を軟水と稱する。アルカリ土類金属の炭酸鹽は、炭酸ガスを含む水に溶解する。かやうな水は、之を熱すれば炭酸ガスを失つてアルカリ土類金属の炭酸鹽を沈澱するから、殆ど軟水となる。若し之を汽罐に用ひれば、炭酸カルシウム等が沈澱し、堆積して所謂罐石を生じ、これが熱の傳導を妨げて汽罐が破裂することがある。又鐵瓶に湯垢が着くのも此の理による。かやうに熱すれば軟水になる硬水を一時硬水といふ。アルカリ土類金属の炭酸鹽以外の鹽(例へば硫酸鹽化物)を含んだ水は、熱しても殆ど何等の沈澱を生じない。かやうな鹽の溶解した硬水を永久硬水といふ。

4. アルカリ土類金属の酸性炭酸鹽は、凡て其の正鹽よりも遙かに水に溶解し易いものである

が、アルカリ金属に於ては酸性炭酸鹽の方が正鹽よりも溶解し難い。

一般に酸性鹽は(イ)正鹽と(ロ)元の酸との2成分の結合したものと見做すことが出来る。従つて之を熱すれば容易に分解して正鹽と其の酸とを生ずる。

正鹽	酸	酸性鹽
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{NaHCO}_3$
$\text{CaCO}_3$	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\frac{\text{Ca}}{2}\text{HCO}_3$ 即ち $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
$\text{BaCO}_3$	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\frac{\text{Ba}}{2}\text{HCO}_3$ 即ち $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{NaHSO}_4$

〔考〕 87. 次の變化を方程式で示せ。(イ)炭酸マグネシウムを水の中に入れ、此の中に炭酸ガスを十分通する時(ロ)次に此の溶液を煮沸する時

〔考〕 88. 重曹に硫酸を作用せしめる時は、どんな變化が生ずるであらうか。此の變化を方程式で示せ。

〔實驗〕 48. 木灰3g位をビーカーに入れて水20cc位を加へ、3-4分煮沸して濾過し、其の濾液を用ひて次の實驗をなせ。

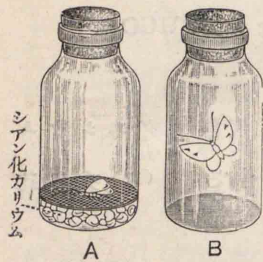
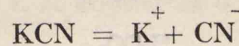
(イ)濾液15ccに稀鹽酸1-2ccを加へ、發生する氣體を石灰水を着けたガラス棒で試験せよ。(ロ)濾液5ccを醋酸で酸性となし、稀薄な硝酸コバルトの溶液(0.1モル溶液位)1cc位と亞硝酸ナトリウム溶液(3モル溶液位)3cc位とを加へて暫く振れ。此の時黄色の沈澱を生ずれば $\text{K}^+$ があることを示す。



**〔實驗〕** 49. 卵の殻 0.5g 位を試験管に入れ、稀鹽酸 2cc 位を加へて、其の際發生する氣體を石灰水で試験せよ。次に水 3cc 位を加へ、よく混じた後に上部の液を別の試験管に移し、稀アムモニア水を加へてアルカリ性となし、蓆酸カリウム溶液を 2cc 位加へよ。此の時白色の沈澱を生ずれば  $Ca^{++}$  があることを示す。

**第五節 シアン化カリウム KCN**

シアン化カリウム<sup>①</sup>は白色猛毒の固體で、水によく溶ける。此の溶液は次のやうに電離して居る。



第 60 圖 シアン化カリウムの毒性を示す

- A. シアン化カリウムを入れた方
  - B. シアン化カリウムを入れない方
- 昆蟲を壺の中に入れ暫くして取り出すと A の方は死んで居るが B の方は生きて居る。

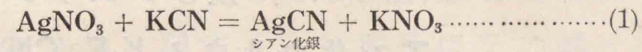
シアン化カリウムに酸を加へるとシアン化水素 HCN といふ氣體を生ずる。此の氣體は猛毒で、殺蟲に利用される。

**〔實驗〕** 50. 試験管に硝酸銀の溶液を 1cc 位取り (イ) これにシアン化カリウムの溶液を徐々に加へ、白色の沈澱の生ずるのを見よ。(ロ) 次に更にシアン化カリウムを加へれば、透明な溶液となるであらう。(ハ) 此の透明な溶液の中に鹽化ナトリウ

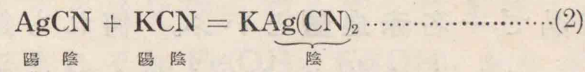
ムの溶液を數滴加へて、沈澱が生ずるか否かを試験せよ。

① KCN 及び NaCN の輸入高は 30 萬圓 (昭和 6 年度)

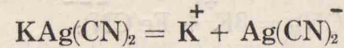
硝酸銀の溶液にシアン化カリウムの溶液を加へれば、シアン化銀の白色の沈澱を生ずる。



更にシアン化カリウムの溶液を加へると透明になる。これは水に可溶性の  $KAg(CN)_2$  といふ、新物質を生じたからである。



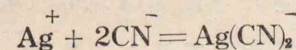
此の物質は次のやうに電離することが明かにされた。



これは  $Ag^+$  を生じないから、鹽素イオンを加へても  $AgCl$  の沈澱を起さない。此の  $KAg(CN)_2$  のやうに 2 種の鹽より出來て居る 1 種の鹽であつて、電離して錯雜な新しいイオンを生ずるものを錯鹽と稱する。

此の錯雜なイオンを錯イオン [例へば  $Ag(CN)_2^-$ ] といふ。

錯イオンは又 2 種のイオンの結合によつて出來て居る 1 種のイオンと見做すことが出来る。例へば



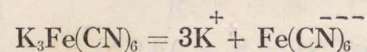
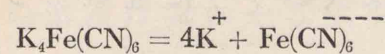
の如きである。



## 第六節 フェロシアン化カリウム

$K_4Fe(CN)_6$  及びフェリシ  
アン化カリウム  $K_3Fe(CN)_6$

フェロシアン化カリウムは黄色の結晶で、一名黄血鹽といひ、フェリシアン化カリウムは血赤色の結晶で、一名赤血鹽といふ。何れも錯鹽であつて、それぞれ水溶液中では次のやうに電離する。



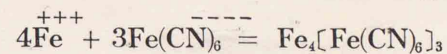
フェロシアン-イオン  $Fe(CN)_6^{4-}$  は淡黄色で、フェリシアン-イオン  $Fe(CN)_6^{3-}$  は赤色である。

此等のイオンは何れも同一組成であるが、其の電荷の数を異にするから、かやうな性質の差異を生ずるのである。

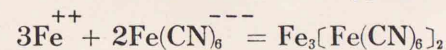
(實驗) 51. 試験管に表面を磨いた鉄片を入れ、鹽酸 10cc 位を加へて鐵の一部分を溶解せしめ、此の溶液(Feを含む)を2等分し、其の一方に濃硝酸 1cc 位を加へて2-3分煮沸せよ (此の時  $Fe^{++}$  は硝酸のために酸化されて  $Fe^{+++}$  となる)。次に  $K_4Fe(CN)_6$  及び  $K_3Fe(CN)_6$  の溶液が、それぞれ (イ)  $Fe^{++}$  (ロ)  $Fe^{+++}$  に對してどんな反應をなすかを實驗して見よ。又  $Fe^{++}$  及び  $Fe^{+++}$  に對する NaOH の作用を實驗せよ。

鐵の化合物に陽の原子價 2 のものと 3 のものとの 2 種類がある。前者を第一鐵化合物、後者を第二鐵化合物と稱する。又原子價 2 の鐵イオン  $Fe^{++}$  を第一鐵イオン、原子價 3 の鐵イオン  $Fe^{+++}$  を第二鐵イオンといふ。

第一鐵イオン及び第二鐵イオンは水酸イオンと結合して、それぞれ  $Fe(OH)_2$ ,  $Fe(OH)_3$  を生ずる。又  $Fe^{+++}$  に  $Fe(CN)_6^{4-}$  を加へると深青色の沈澱を生ずる。これをペレンスと稱して、顔料に用ひる、



$Fe^{++}$  に  $Fe(CN)_6^{3-}$  を加へると、同じく深青色の沈澱を生ずる。これをタンブル青といふ。



此等は第一鐵及び第二鐵イオンの檢出に利用される著名な反應である。

青寫眞 白紙を第二鐵鹽(枸橼酸第二鐵アムモニウム)と赤血鹽との混合溶液に浸し、之を暗所で乾かした上に、黒線の圖面を乗せて日光に曝せば、白い部分からは光線がよく通つて、其の下の部分は青くなる。而して黒線の下には變化がない。それを水で洗へば、變化のない部分は其のまゝで青寫眞になる。此の青くなるのは第二鐵鹽が光で還元されて第一鐵鹽となり、これと赤血鹽とが作用してタンブル青を生ずるからである。

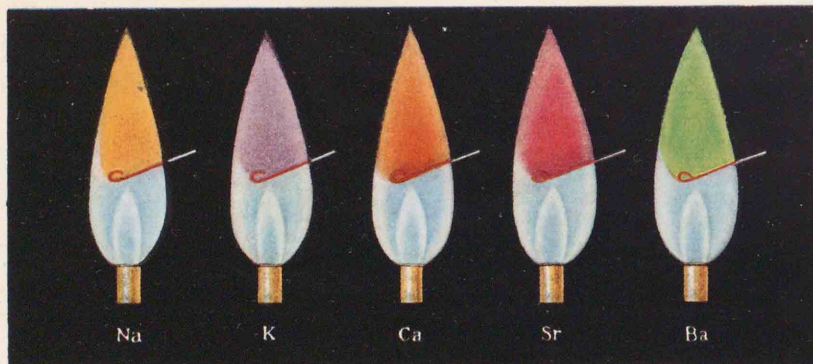


## 第七節 焰色反應

(實驗) 52. (イ) NaCl (ロ) KCl (ハ) CaCl<sub>2</sub> (ニ) SrCl<sub>2</sub> (ホ) BaCl<sub>2</sub> の溶液を鐵線に着けて無色の焰の中に入れて見よ。其の時に呈した焰の色を下表に記入せよ。

元 素	Na	K	Ca	Sr	Ba
焰 色					

アルカリ及びアルカリ土類金屬 (マグネシウムを除く) の鹽を無色の焰の中で熱すれば、焰は着色される。此の色は各元素に特有なものである。此の現象を焰色反應といふ。(ストロンチウム等の化合物が花火に用ひられるのは此の理による。)



第 61 圖 焰色反應

此等の着色焰を分光器で檢すると、それぞれの

元素に固有のスペクトルが見られる。之を利用すれば、元素が微量に存在する場合でも、それを檢出することが出来るので、分析によく應用されて居る。これがスペクトル分析法である。空氣中に極めて微量(185000容の空氣中に1容の割合)に存在するヘリウムといふ元素は、實に此の方法によつて、これが空氣中に發見される以前に、既に太陽の雰圍氣中に於て發見されて居たのである。



## 第七章 金属元素の化合物(其一)

## 第一節 金属化合物の分子式

一般に原子価  $n$  の金属と原子価  $m$  の酸根とによつて出来て居る化合物の分子式は  $M_m X_n$  である。但し  $M$  は金属元素を、 $X$  は酸根を表はす。諸子の今までに學んだ酸根及び其の原子価は次のやうである。

陰の原子価	酸	根
1	Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , I <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
2	S <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
3	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>3-</sup>
4	Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>4-</sup>	

金属の原子価は主として陽の 1 價・2 價・3 價の 3 種類に限られて居る。

次に金属の原子価<sup>①</sup>をあげる。

① 金属元素の原子価は其の大部分は週期律表に示されて居る。例へば Na, K, Cu, Ag は第 1 族元素であるから、其の原子価は 1 である。Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Hg は第 2 族であるから、其の原子価は 2 である。Sn, Pb は第 4 族であるから、其の原子価は 4 と 2 とである。但し金属としては 2 價のみを考へればよい。第 8 族の Fe, Co, Ni は鐵を除けば 2 價である。Sb, Bi は第 5 族であるから、其の原子価は 3 と 5 との 2 種類であるが、金属元素としては 3 價のみを考へればよい。

原子価	金属
1	Na, K, Cu*, Ag, Hg*
2	Mg*, Ca, Ba, Zn, Hg*, Sn, Pb, Mn, Fe*, Co, Ni, Cu*
3	Al, Fe*, Cr, Sb, Bi

元素の中には週期律表で示されて居ない原子価を有つものがある。例へば金属元素では銅(1 價及び 2 價)・水銀(1 價及び 2 價)・マンガン(2 價)・クロム(3 價)・鐵(2 價及び 3 價)のやうなものである。

〔考〕 89. 次の物質の分子式を推定せよ。

- (イ) 硫化銀 (ロ) 硫化ニッケル (ハ) 炭酸鉛 (ニ) 硫酸第二鐵  
 (ホ) 硫酸第一水銀 (ヘ) 硝酸アルミニウム (ト) 硝酸第二水銀  
 (チ) 磷酸第一鐵 (リ) 磷酸第二鐵 (ヌ) 磷酸アルミニウム

## 第二節 金属の酸化物・水酸化物及び炭酸鹽

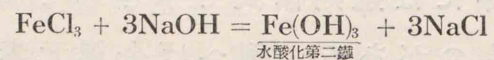
1. 酸化物及び水酸化物 週期律表第 1 族のアルカリ金属及び第 2 族のアルカリ土類金属以外の金属酸化物は何れも水に溶解し難い。

〔考〕 90. 次の諸金属の酸化物及び水酸化物の分子式を推定せよ。(イ) 銀 (ロ) 銅 (ハ) 亜鉛 (ニ) 水銀 (ホ) アルミニウム (ヘ) 錫

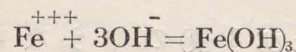


注意 元素の酸化物の分子式は、其の元素の週期律表の位置から判断される(第四章第四節)。

水に溶解し難い金属水酸化物を得るには、可溶性金属鹽の水溶液に苛性ソーダの溶液を加へればよい。例へば鹽化第二鐵の溶液に苛性ソーダ溶液を加へれば、水酸化第二鐵を生ずる。



之をイオン式で示せば次のやうになる。

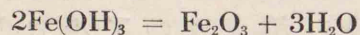


故に  $\text{Fe}^{++}$  を含む溶液に  $\text{OH}^-$  を含む溶液を混合すれば、常に水酸化第二鐵の沈澱を生ずるのである。

〔考〕 91. 第二鐵イオンを含む溶液より水酸化第二鐵を得る方法を4種類考案せよ。

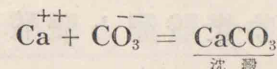
〔實驗〕 53. 上の考題で諸子が考案した方法を、實驗によつて確かめよ。

アルカリ金属以外の金属水酸化物を強熱すると、金属の酸化物と水とを生ずる。



2. 炭酸鹽 アルカリ金属以外の金属の炭酸鹽は、何れも水に溶解し難いものである。 故に金属イオンを含む溶液中に炭酸イオンを含む溶液

を加へれば、其の炭酸鹽は沈澱して來る。例へば鹽化カルシウムの溶液に炭酸ソーダを加へれば、



のやうに炭酸カルシウムの沈澱が得られる。かやうな方法によつて、一般に水に溶解し難い化合物を造ることが出来る。

〔考〕 92. 次のやうに命名すべき物質の分子式を記せ。

(イ)炭酸亜鉛 (ロ)炭酸鉛(此の化合物では鉛の原子價は2である) (ハ)炭酸バリウム

〔考〕 93. 上記の炭酸鹽の製法を考へよ。

アルカリ金属以外の炭酸鹽を強熱すれば、凡て炭酸カルシウムに於けるやうに金属酸化物と炭酸ガスとに分解される。

〔考〕 94. 考92にあげた炭酸鹽を強熱する時に起るべき反應を方程式で示せ。

### 第三節 金属と酸との作用

1. 金属と鹽酸との作用 水素よりもイオン化傾向の大なる金属は、鹽酸に溶解して其の鹽化物<sup>①</sup>を生ずる。

① 2種の原子價を有つて居る金属が鹽酸に溶解する場合には、先づ原子價の低い鹽化物が生成するものである。例へば鐵を酸に溶解すれば、先づ始めに  $\text{Fe}^{++}$  を生ずる。

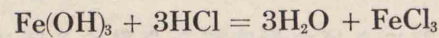
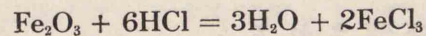


〔考〕 95. 次の金属を鹽酸に溶かした時に生ずる鹽化物の分子式を判断せよ。(イ)Mg (ロ)Al (ハ)Sn<sup>①</sup> (ニ)Ni(原子價2)

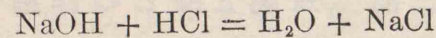
酸化物・水酸化物・炭酸鹽と鹽酸との作用 水素よりもイオン化傾向の小なる金属でも、其の酸化物又は炭酸鹽は容易に鹽酸に溶解して金属の鹽化物を生ずる。例へば銅は鹽酸に溶解し難いが、酸化銅は容易に溶解して鹽化銅CuCl<sub>2</sub>を生ずる。

〔實驗〕 54. (イ)銅は鹽酸に溶解し難い。(ロ)然し銅を熱して其の表面に黑色の酸化銅を生成せしめれば、此の酸化物だけが鹽酸に溶解する。これを實驗で確めて見よ。

酸化鐵又は水酸化鐵に鹽酸を作用せしめれば鹽化鐵を生ずる。



此の變化は苛性ソーダが鹽酸で中和される反應とよく似て居る。



かやうに金属の水酸化物又は酸化物は酸に作用して鹽を生ずる點に於ては、水に不溶性であるに拘らず苛性ソーダと同様である。故に金属の水酸化物を鹽基といひ、酸化物を鹽基性酸化物といつて居る。又苛性ソーダ

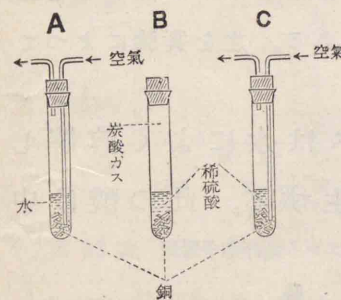
① 前頁の脚註参照

のやうに水に溶ける鹽基を特にアルカリと稱する。

### 2. 金属と硫酸との作用

(1) 金属と稀硫酸との作用 水素よりもイオン化傾向の大なる金属は、稀硫酸に溶解して水素を發生し、同時に硫酸鹽を生ずるのは當然である。

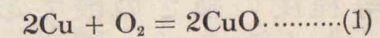
〔考〕 96. 次の諸金属中で稀硫酸に溶解するものを選び、此の場合の變化を方程式で示せ。(イ)水銀 (ロ)ニッケル (ハ)鐵 (ニ)銅 (ホ)アルミニウム (ヘ)銀



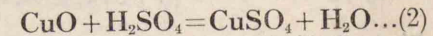
第62圖 酸素と稀硫酸との共同作用で銅が溶解する

- A. 磨いた銅を水中に入れて空気を吹き込んで見ても、其の表面には酸化銅を認め難い。
- B. 豫め炭酸ガスを通じながら煮沸して酸素を除いた稀硫酸の中に、磨いた銅を入れ、更に炭酸ガスを通じて空気を管内から逐ひ出し、密栓を施して放置しても、銅は殆ど溶解しない。
- C. 磨いた銅を稀硫酸の中に入れ、空気を吹き込む時は銅は溶解する。

(イ) 銅を空気を含んだ水に觸れしめても、其の表面に酸化物の生成することを認め難い。即ち次の反應は常温では殆ど起らない。



(ロ) 銅は稀硫酸に溶解しないことはイオン化傾向の關係によつて明かである。然し酸化銅は容易に溶解する。



(ハ) 銅は空気を接觸せしめれば稀硫酸に徐々に溶解する。此の時銅が酸素で酸化されて



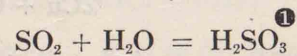
酸化銅となり、次にこれが稀硫酸に溶解するものと考へなければならぬ。稀硫酸の存在する場合には(1)の反応が起るのである。これによつて銅が稀硫酸に溶解するには、此の酸と酸素との共同作用を必要とすることが知られる。

水素よりもイオン化傾向の小なる金属、例へば銀・水銀等に就ても、銅と類似の反応が起るものである。

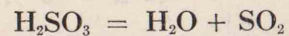
(2) 金属と熱濃硫酸との作用

**〔実験〕** 55. 銅は常温では濃硫酸に溶解しないが熱すると亜硫酸ガスを発生して溶解するものである。之を實驗によつて確めよ。

亜硫酸  $H_2SO_3$  亜硫酸ガスは水によく溶解して亜硫酸  $H_2SO_3$  といふ酸を生ずる。此の酸は中等程度の強さの酸である。



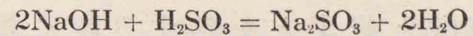
此の酸は熱すれば容易に分解して亜硫酸ガスとなる。



苛性ソーダの溶液に亜硫酸ガスを通ずれば、先づ亜硫酸を生じ、次にこれが中和されて亜硫酸ナトリウムを生

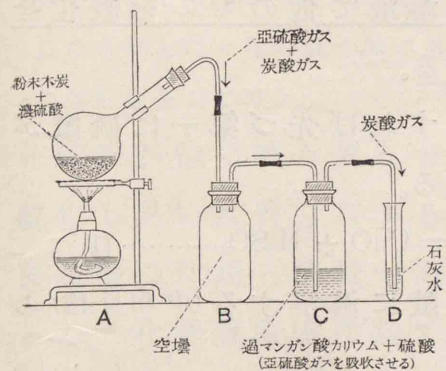
① 水の中に亜硫酸ガスが溶解して居る時は、(イ)其の一部分は水と化合して亜硫酸となり、(ロ)他の部分は氣體のまま溶解する。此の事實は水の中に炭酸ガスが溶解して居る場合に似て居る。

ずる。



**〔考〕** 97. 炭酸ソーダの水溶液中に亜硫酸ガスを通ずれば、どんな變化が起るか。之を方程式で示せ。

**〔考〕** 98. 硫黄及び金属を用ひないで、亜硫酸ガスを造る方法を考へよ。



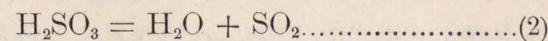
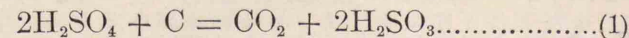
第 63 圖 炭素を濃硫酸と共に熱する

Aで粉末木炭と濃硫酸とを熱して生じた氣體をB(逆流を防ぐ)を経てC中に通じて亜硫酸ガスを吸収させると、炭酸ガスだけがD中に至つて石灰水を白濁させる。

熱濃硫酸の酸化作用

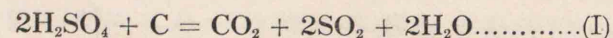
木炭と濃硫酸とを熱すれば炭酸ガスと亜硫酸ガスを発生する。これは(1)濃硫酸が炭素を酸化し、自らは還元されて亜硫酸となり、次に(2)これが熱により分解して亜硫酸ガスを生ず

ることを示して居る。



此等の方程式の兩邊に共通の項を消去すれば次のやうになる。

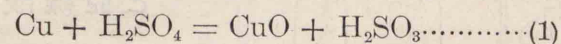




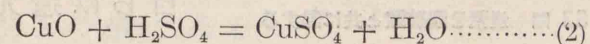
(1)は濃硫酸と炭素とを熱する時に起る化學變化の結果を示したものである。化學の學習には、反應の結果よりも其の行程中の(1)(2)のやうな變化が寧ろ重要である。

かやうに濃硫酸は熱溶液で他のものを酸化せしめる性質を有つて居る。

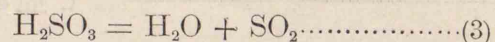
銅を濃硫酸と共に熱すれば、先づ第一に硫酸が銅を酸化する變化が起る。



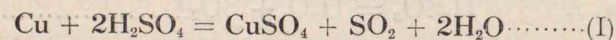
次に此の酸化銅が硫酸に溶解する(中和反應)のである。



これと同時に(1)で生じた亞硫酸は熱により分解して亞硫酸ガスとなる。



以上は此の反應の行程を示すものである。此等の3式をまとめれば次の結果となる。



熱濃硫酸は銀・水銀のやうに水素よりもイオン化傾向の小なる金屬に對しては、銅に對する場合

と類似の反應をなす。<sup>①</sup>

〔考〕 99. (イ)水銀 (ロ)銀を濃硫酸と共に熱する時の變化の行程を方程式で示し、次に此等を1式にまとめて見よ。

### 3. 金屬と硝酸との作用

〔實驗〕 56. 鐵片の表面をよく磨き (イ)之を稀硫酸に一部分溶解せしめた溶液と (ロ)此の溶液を濃硝酸と共に數分間熱したものと2種に就て、其の中に含まれて居る鐵イオンの原子價を検査して見よ。

硝酸が他の酸と異なる點は、これが他のものを酸化し易い性質を有することである。これは熱濃硫酸の作用と同様である。故に硝酸は酸化劑として化學實驗室に於て使用される。

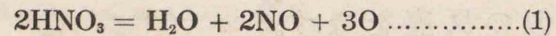
(1) 金屬と硝酸との作用<sup>②</sup> 硝酸が他のものを酸化する場合には、主として次に示すやうに、自らは酸化窒素となり、此の時に生ずる酸素が他のものと結合するのである。

① 亞鉛・鐵のやうに水素よりもイオン化傾向の大なる金屬では、(1)水素を生ずる反應と(2)亞硫酸ガスを生ずる反應との2種が同時に起るものである。

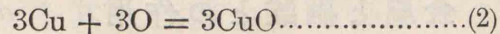
亞鉛・鐵のやうに水素よりもイオン化傾向の大なる金屬でも、常温では濃硫酸に溶解し難い。此の理由は金屬が硫酸に作用する時に生ずる硫酸鹽が其の金屬の表面を包み、これが濃硫酸に溶解し難いため、酸が直接に内部に觸れないからである。

② 濃厚でない硝酸(4モル以下のもの)

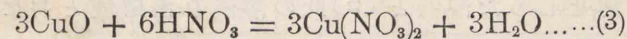




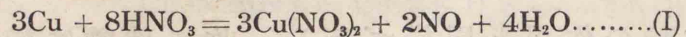
例へば銅を稀硝酸に入れれば、先づ第一に此の酸素によつて銅が酸化されて酸化銅となる。



次に此の酸化銅が硝酸に溶解する(中和反應)。



以上は銅が稀硝酸に溶解する時に起る重要な化學變化の行程である。次に此等を1式にまとめれば次のやうになる。



金屬が硝酸に溶解する時は硝酸鹽を生ずる。而して同時に發生する氣體は主として窒素の酸化<sup>①</sup>物より成る。

(實驗) 57. 銅が(イ)稀硝酸に溶解する時は、主として酸化窒素を生じ、(ロ)濃硝酸に溶解する時は、主として二酸化窒素を生ずる。之を實驗によつて證明せよ。

(2) 王水 金及び白金は水素よりもイオン化傾向が遙かに小で、硝酸にも溶解しない。鹽酸と硝酸との混合溶液は此等の金屬をも溶解せしめ

① NO, N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>等を含む。硝酸の濃度が大となればNO<sub>2</sub>の含有量が増加する。①式は銅と稀硝酸との主なる反應を示したものである。

ることが出来る。此の混合溶液を古くより王水と稱する。一般に鹽酸と酸化劑(第九章)との混合溶液は、常に金・白金を溶解せしめる作用をなすものである。

(考) 100. 次の物質の分子式を推定せよ。(イ)硫酸銀 (ロ)鹽化亜鉛 (ハ)硝酸第二水銀 (ニ)硫酸第一水銀 (ホ)鹽化鉛 (ヘ)硝酸蒼鉛 (ト)硫酸第二鐵 (チ)硝酸第一鐵

#### 第四節 化合物の性質

[可溶性化合物の一般製法]

1. 水に對する溶け方 金屬化合物の種類は非常に多い。然し此等が水に溶け易いか否かに就ては、相當に系統的の關係がある。以下これに就て述べよう。

- (1) 週期律表第1族のナトリウム又はカリウム化合物は殆ど凡て水に溶解し易い。
- (2) 硝酸鹽<sup>①</sup>は殆ど皆水に溶解し易い特性を有つて居る。
- (3) 金屬鹽化物の中の(イ)AgCl (ロ)HgCl (ハ)

① 錫・アンチモン・蒼鉛等の鹽化物及び硝酸鹽は本來は水に溶ける筈であるが、事實は水と反應して白い沈澱を生ずる。此の沈澱は鹽酸又は硝酸に溶解する。(第八章第三節参照)



$\text{PbCl}_2$  は水に溶解し難い。其の他のものは何れも水に溶解し易い。

(4) (イ)  $\text{Pb}$  (ロ) アルカリ土類金属 ( $\text{Mg}$ を除く) の硫酸鹽は水に溶解し難い。其の他の金属の硫酸鹽は何れも水に溶解し易い。

強酸の鹽で、水に溶解し難いものは、強酸にも溶解し難い。

(5) アルカリ金属の酸化物 (又は水酸化物) は水によく溶解する。アルカリ土類金属の酸化物は  $\text{Ba} \rightarrow \text{Sr} \rightarrow \text{Ca} \rightarrow \text{Mg}$  の順序に水に溶解し難くなる。其の他の金属酸化物 (又は水酸化物) は何れも水に溶解し難い。

(6) 強酸 ( $\text{HCl}, \text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$ 等) 以外の酸の鹽は水に溶解し難いものが多い。然し此等は何れも強酸には溶解し易い性質がある。

※ 考 101. (イ) 鹽化第一水銀 (ロ) 鹽化鉛 (ハ) 磷酸カルシウムを造る方法を考案せよ。

※ 實驗 58. 考 101 を實驗によつて證明せよ。

① 前頁の脚註参照

② 醋酸鹽は凡て水に溶解し易い。

③ 週期律表第7族 ( $\text{Mn}$ ) 及び第8族 ( $\text{Fe}, \text{Ni}$ ) に屬する金属及び亜鉛の硫化物は何れも稀酸に溶解する。他の金属 (アルカリ及びアルカリ土類金属を除く) の硫化物は何れも稀酸に溶解し難い。

※ 考 102. 次の化合物を、水に溶解し易いものと、溶解し難いものとに區別せよ。 (イ)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (ロ)  $\text{KHSO}_4$  (ハ)  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  (ニ)  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  (ホ)  $\text{MgCO}_3$  (ヘ)  $\text{BaSO}_3$  (ト)  $\text{FePO}_4$  (チ)  $\text{HgCl}_2$

※ 實驗 59.  $\text{Ba}^{++}$ ,  $\text{Ag}^+$  及び  $\text{Fe}^{+++}$  の混合溶液より、それぞれを分離する方法を考案し、之を實驗によつて證明せよ。

※ 考 103. 硫酸バリウム・炭酸バリウム・磷酸バリウム・水酸化バリウムの固體混合物より、硫酸バリウムと水酸化バリウムとを別々に單一に得るには、どんな實驗法に依るのがよいか。

※ 考 104. 鹽化銀・炭酸カルシウム・鹽化バリウムの固體混合物より、それぞれを分離する方法に就て考へよ。

※ 實驗 60. 次の3種のイオンの混合溶液より、それぞれを分離する方法を考へ、之を實驗によつて證明せよ。  $\text{Fe}^{+++}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{++}$

注意 金属硫化物には稀酸に溶解するものと、然らざるものとがある事實を利用せよ。

※ 考 105. 鹽化カルシウムの水溶液に炭酸ガスを通ずるも、炭酸カルシウムの沈澱を生じないのは何故か。

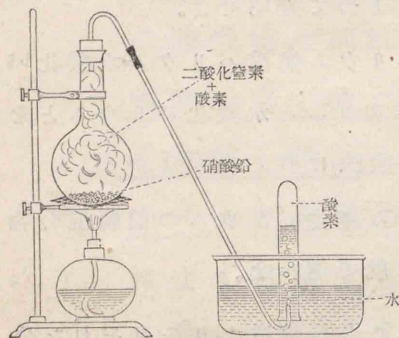
## 2. 熱の作用

- (1) アルカリ金属以外の炭酸鹽を強熱すれば、分解して金属の酸化物と炭酸ガスとを生ずる。
- (2) アルカリ金属以外の水酸化物を熱すれば、酸化物と水とに分解する。
- (3) アルカリ金属以外の金属の硝酸鹽は之を熱



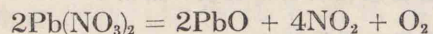
すれば金属の酸化物を生ずる。これは金属酸化物を造るのに應用される有益な反應である。

今硝酸鉛を熱する時に起り得べき變化を考へよう。



第 64 圖 硝酸鉛を熱する

のやうになる。そこで結局此の場合の變化は



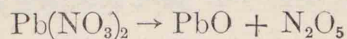
の方程式で示される。

3. 可溶性化合物の一般製法 こゝでは硝酸鹽・硫酸鹽・鹽化物に就て述べる。

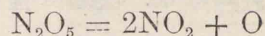
此等に就ては (イ) 金属 (ロ) 酸化物又は水酸化物 (ハ) 炭酸鹽の中で酸に溶解し易いものを選び、これに其の酸を加へて溶解せしめ、此の溶液を蒸發させて乾涸せしめれば目的の鹽が得られる。

考 106. 硝酸銅を原料として、これより硫酸銅を造る方法を種々に考案せよ。

酸素を含む鹽は次のやうに金属酸化物と非金属酸化物との二つより成り立つて居るものである。



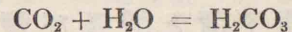
此の  $\text{N}_2\text{O}_5$  が熱で分解して



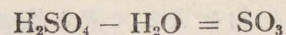
考 107. 水銀を原料として、これより鹽化第二水銀を造る方法を種々に考案せよ。

### 第五節 元素の酸化物と酸及び鹽基との關係

1. 酸性酸化物(無水酸)と酸 炭酸ガスが水と化合して炭酸といふ酸を生ずることは既に學んだ。此の意味で炭酸ガスのことを無水炭酸ともいふ。



凡て酸素を含んで居る酸は、かやうに非金属酸化物と水とが化合して生じたものである。例へば硫酸は



の關係によつて知られるやうに、 $\text{SO}_3$ なる分子式を有して居る物質と水との化合したものである。此の  $\text{SO}_3$  を無水硫酸と稱する。

考 108. 次の酸を構成して居る無水酸の分子式を示せ。

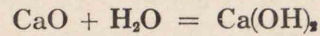
(イ) 硝酸 (ロ) 磷酸

$\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  のやうに水と化合して酸を生ずる非金属酸化物を、酸性酸化物といふことは既に述べた。

2. 鹽基性酸化物と鹽基 酸化カルシウムが水



と化合して水酸化カルシウムといふ鹽基を生ずることは既に學んだ。



凡て鹽基はかやうに金屬酸化物と水とが化合して生じたものである。此の意味で金屬酸化物のことを鹽基性酸化物と稱することが出来る。

〔考〕 109. 次の鹽基を構成して居る鹽基性酸化物の分子式を示せ。(イ)苛性ソーダ (ロ)水酸化第二鐵 (ハ)水酸化亞鉛

### 3. 元素の原子價と酸及び鹽基との關係

〔考〕 110. 次の酸化物中で酸性酸化物と鹽基性酸化物とを選び、此等の酸化物が構成する酸乃至鹽基の分子式を示せ。

(イ)K<sub>2</sub>O (ロ)MgO (ハ)Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ニ)CO (ホ)NO (ヘ)N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (ト)SO<sub>2</sub>

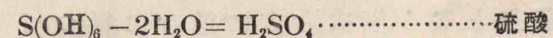
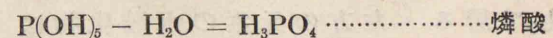
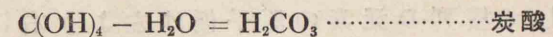
〔考〕 111. 酸性酸化物を造る元素と、鹽基性酸化物を造る元素とは、其の原子價にどんな差異があるか。

ナトリウム・カルシウム・アルミニウム等のやうに、陽の原子價が 1, 2, 3 のものは何れも金屬であつて、其の酸化物は鹽基性酸化物となる。又炭素・窒素・磷・硫黄のやうに、非金屬は陽の原子價 4 以上の時は、其の酸化物は何時でも酸性酸化物となるものである。かやうに元素の原子價の高低によつて、非金屬・金屬性の差異を生ずることは、實に妙味のあることである。

元素の陽の原子價を表はす數だけ水酸基を其の元素に附して見ると、次のやうな假想的の水酸化物が得られる。

原子價	1	2	3	4	5	6
水酸化物	R(OH)	R(OH) <sub>2</sub>	R(OH) <sub>3</sub>	R(OH) <sub>4</sub>	R(OH) <sub>5</sub>	R(OH) <sub>6</sub>
實在する物質の分子式	NaOH	Mg(OH) <sub>2</sub>	Al(OH) <sub>3</sub>	C(OH) <sub>4</sub>	P(OH) <sub>5</sub>	S(OH) <sub>6</sub>
	強鹽基 → 弱鹽基			弱酸 ← 強酸		

此等の水酸化物中では、元素の原子價 3 までは實在し、4 以上のものは假想的な水酸化物より或分子數の水を失つたものが酸として實在して居るのである。例へば



である。

これによつて元素の陽の原子價が 3 以下の時は其の水酸化物は鹽基となり、4 以上の時は酸となることが知られる。又鹽基に就ては其の原子價が低いほど鹽基が強くなり、酸に就ては其の原子價が高いほど酸が強くなるものである。元素の水酸化物が強い酸となる場合には、其の元素は非金屬



性が強いといひ、又元素の水酸化物が強い鹽基となる場合には、其の元素は金屬性が強いといふ。

#### 4. 週期律表上の金屬及び非金屬の分布

【考】 112. 週期律表の横列に於て金屬及び非金屬元素の配置はどうか(但し第8族を除外して考へよ)。

**横列上の分布** 元素の週期律表の横列を見るに、大體に於て、金屬元素は中央より左の方に、又非金屬元素は右の方に配列されて居る。

例へば  $\text{Na} \rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Al} \rightarrow \dots \rightarrow \text{P} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{Cl}$  なる横列に於て、アルミニウムより左のものは金屬元素であつて、燐より右のものは非金屬元素である。

而して横列の元素の原子價は左より右に移るに従つて増して居る。左方の元素の水酸化物は  $\text{NaOH}$  のやうに強鹽基となり、漸次右方に進むに従つて  $\text{Al}(\text{OH})_3$  のやうな弱鹽基となる。更に進めば弱酸(珪酸  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) を經過して、 $\text{H}_3\text{PO}_4$  のやうな中等程度の強さの酸となり、遂に  $\text{H}_2\text{SO}_4$  のやうな強酸となるのである。

【考】 113. 週期律表第4族・第5族に於て、金屬及び非金屬元素の配置はどうか。

**縦列上の分布** 一般に週期律表の縦列では、上位の元素ほど非金屬性を増し、下位の元素ほど金

屬性を増す傾向がある。例へば週期律表第4族の上位にある炭素は非金屬で、下位の錫鉛は金屬である。又第5族の上位にある窒素・燐は非金屬であるが、下位のアンチモン・蒼鉛は金屬である。而して此等の元素は同一の原子價であるが、上位にある窒素の水酸化物は強酸(硝酸)となり、次の燐は中等程度の酸(磷酸)となり、下位に行くに従つて弱酸となり、遂に蒼鉛に至れば弱鹽基となつて居る。



## 第八章 金屬元素の化合物(其二)

[附] 二三の非金屬元素の化合物

## 第一節 硼素・砒素・弗素の化合物

## 1. 硼素 B の化合物

〔考〕 114. 週期律表第3族の硼素といふ元素に就て、次の問に答へよ。(イ)酸化物の分子式 (ロ)此の酸化物が水に溶けて生ずる水酸化物の分子式 (ハ)此の水酸化物は硼酸と稱するもので、非常に弱い酸であるが、此の事實を週期律の關係によつて説明せよ。

① 硼酸  $H_3BO_3$  硼酸は白い片狀の結晶で、冷水には比較的溶解し難いが、温水にはよく溶ける。硼酸は炭酸よりも更に弱い酸である。穏和な殺菌劑であつて、其の水溶液は眼又は咽喉等の粘膜炎を洗滌するに用ひられる。

〔實驗〕 61. 試験管に硼砂の大豆粒位なものを取り、之を數分間熱して見よ。冷却後試験管の壁に水滴が相當に附着して居るのに氣付くであらう。

硼砂  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  硼砂は白い結晶で、これ

① 輸入高は23萬圓(昭和6年度)

を熱すると膨れ上つて水を失ひ、結晶は崩れて白色の塊となる。かやうに結晶の中に含まれて居る水を結晶水といふ。結晶水は其の物質が結晶となるために必要であつて、之を失へば其の結晶は崩れてしまふものである。化合物で結晶となつて居るものには、此の種の水を有するものが多い。

硼砂の小塊を白金線の小輪上に載せて熱すると、それが赤熱するに至れば融解して硼砂球となる。金屬酸化物は其の内に溶解して種々の色を呈するものが多い。酸化コバルトは青色を呈し、酸化第二鐵は暗褐色を呈する。かやうに種々の色を呈するから、金屬化合物は硼砂球によつて之を検出することが出来る。

硼砂は  $Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot 10H_2O$  とも書き得られる。これによつて硼砂の無水物は酸性酸化物の分子と鹽基性酸化物の分子との化合物であると知られる。

## 2. 結晶水

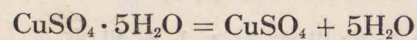
## (1) 結晶水

① 硼砂は酸化金屬を溶かす性質があるので、其の應用が廣い。金屬の鍍付けをなす時に用ひられるのも其の一例である。これは金屬の表面にある酸化物を除去して、清潔な金屬の表面に鍍(ハンダ)を接せしめるためである。



**實驗 62.** (イ)食鹽及び(ロ)硫酸銅の結晶 1g 位を別々に試験管に取り、之を熱して見よ。(ロ)の場合には、試験管の上部に水分の溜るのを見るのは何故か。

鹽化ナトリウムは其の水溶液より純粹の結晶が析出する。然るに硫酸銅は其の水溶液より水を取つてこれと共に結晶する。此等の結晶はそれぞれ  $\text{NaCl}$  及び  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  の分子式で表はされる。後者は  $\text{CuSO}_4$  と水とが 1 分子と 5 分子との割合で結晶することを示すものである。此の水が即ち結晶水である。上の實驗に於ては、次のやうにして結晶硫酸銅(膽礬)の結晶水が加熱により失はれたのである。



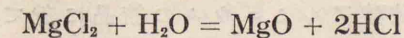
カリウムやナトリウムの硝酸鹽・鹽化物は其の水溶液より結晶水を要せずして直ちに結晶する。其の他の金屬の鹽は、多くは其の水溶液より結晶水を取つて、これと共に結晶する。

鹽の分子と結晶水の分子との割合は其の鹽によつて異なるもので、一定の定律では律し難い。参考のために極めて普通の鹽の例を次に示す。

結晶の組成	普通に呼ばれる名稱	結晶の組成	普通に呼ばれる名稱
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	洗濯曹達	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	皓礬
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	芒硝	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	綠礬
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	硼砂	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	膽礬
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	瀉利鹽	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	石膏

(2) **風解** 洗濯ソーダを乾燥した空氣中に放置すれば、其の表面より結晶水の一部を失ふやうになる。これがために其の結晶は碎けて白い粉末となる。かやうに結晶水を有つ鹽が其の結晶水を失つて、結晶の崩壊する現象を**風解**と稱する。芒硝等も乾いた空氣中に置けば風解して白い粉末となる。

(3) **潮解** 鹽化マグネシウムの結晶  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  を放置すれば、空氣中より水分を吸収して溶解するやうになる。かやうな現象を**潮解**といふ。我々の日常生活に用ひられる食鹽が雨期に際して甚しく湿つて來るのは、此の中に不純物として含まれて居る鹽化マグネシウムが空氣中より水分を吸収するに因るのである。鹽化マグネシウムは水分と共に熱される時は、次のやうに分解する。



此の分解によつて生じた酸化マグネシウムには潮解する性質がないから、不純な食鹽を熱すれば殆ど空氣中より水分を吸収しないやうになる。燒鹽を造るのは此



の理を應用したものである。

鹽化カルシウムの結晶  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 鹽化第二鐵の結晶  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  等も、空氣中に置けば水分を吸収して溶解するやうになる。金屬鹽化物で6分子の結晶水を有つ結晶には、共通に潮解性があるのは興味のある現象である。

(4) **石膏** 石膏  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  は硫酸カルシウムに結晶水を含んだ結晶で、天然に多く産する。之を穩かに注意して焼いて、其の結晶水の  $\frac{1}{4}$  が未だ残つて居るやうにしたものを焼石膏といふ。焼石膏に水を加へると徐々に水と化合して元の石膏となる。此の際焼石膏の容積が増加して硬化するものである。焼石膏にはかやうな性質があるので、これが模型・塑像又は骨折の時の繃帶等に盛に用ひられて、美術工藝又は醫療上に缺くべからざるものとされて居る。

#### (5) 明礬

**實驗** 63. 硫酸アルミニウムの濃溶液 3 cc 位の中に硫酸カリウムの濃溶液を同容積位加へ、更に明礬の結晶を米粒位加へて2-3分激しく振れば、結晶が漸次に現れるのを見る。

**實驗** 64. 硫酸アルミニウムの結晶に就て、(イ)結晶水を含んで居ること、(ロ)アルミニウムの鹽であること、(ハ)硫酸根を

① 天然の石膏を熱し過ぎると、其の結晶水を全部失つて無水の硫酸カルシウムとなる。これに水を加へても殆ど硬化しない。此の無水物は白墨の原料となる。

含むことの三つを試験する方法を考へ、之を實驗によつて確めよ。但し  $\text{Al}^{+++}$  に  $\text{NH}_4\text{OH}$  を加へれば白色の沈澱  $\text{Al}(\text{OH})_3$  を生ずる。

**實驗** 65. 與へられた結晶が硫酸カリウムであつて、且つこれが結晶水を含んで居ないことを實驗によつて證明せよ。但し  $\text{K}^+$  の試験法に就ては實驗48を参照せよ。

**實驗** 66. 明礬の結晶は (イ)結晶水を含み、(ロ)其の水溶液中には  $\text{Al}^{+++}$   $\text{K}^+$  及び  $\text{SO}_4^{--}$  を含むことを實驗によつて確めよ。

明礬は硫酸カリウム及び硫酸アルミニウムの2種の鹽によつて成る1種の鹽で、其の分子式は  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  である。之を水に溶解せしめれば、其の成分鹽のイオンを生ずるもので、水溶液中ではこれが2種の鹽の單なる混合物と見做される。かやうな鹽を一般に**複鹽**と稱する。

濁水中に明礬(又は硫酸アルミニウム)と消石灰との少量を加へて暫時放置すれば、清淨な水が得られる。此の理は其の時に生ずる水酸化アルミニウムが水中の浮游物又は黴菌を吸着するからである。硫酸アルミニウム又は明礬は染色・製紙に廣く用ひられるものである。(これ

① 原子價1の金屬(K, Rb, Cs)の硫酸鹽と原子價3の金屬(Al, Fe, Cr)の硫酸鹽とより  $\text{R}_2\text{SO}_4 \cdot \text{R}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  なる分子式を有つて居る複鹽を生ずる(R, R はそれぞれ原子價1及び3の金屬根を表はす)。此等を總稱して**明礬**といふ。一般に明礬は、其の成分鹽の種類に拘らず、常に同一の結晶水を有する。

② 内地の生産高は105萬圓(昭和5年度)

③ 内地の生産高は48萬圓(昭和5年度)



に就ては第五學年應用理科で學ぶであらう)

考 115. 複鹽と錯鹽との區別を述べよ。

考 116. 明礬の水溶液に (イ)石灰水 (ロ)アムモニア水を加へる時に起る化學變化を方程式で示せ。

### 3. 砒素及び其の化合物

考 117. 砒素は週期律表第5族に屬する元素である。此の元素の2種の酸化物の分子式を推定せよ。

砒素及び其の化合物は猛毒なものである。其の酸化物には  $As_2O_3$  (無水亞砒酸,俗に亞砒酸といふ) 及び  $As_2O_5$  (無水砒酸) の2種がある。後者が水に溶ければ、磷酸と其の分子式の類似して居る 砒酸  $H_3AsO_4$ を生ずる。

此の酸のカルシウム又は鉛鹽は農作物の殺蟲用に盛に應用される。無水亞砒酸も殺鼠劑に利用される。

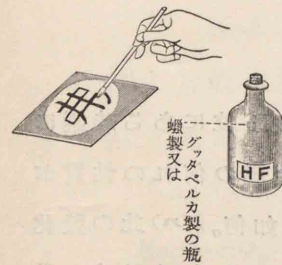
亞砒酸<sup>①</sup>は之を熱すれば液體<sup>②</sup>を経ずして氣體となり、冷却すれば再び元の固體となる。かやうな現象を昇華といふ。沃素酸化第二水銀等も熱すれば亞砒酸と類似の現象を呈する。

ナツルシ、トウモロコシ、イソカ  
實驗 67. 試験管に沃素を米粒位取り、之を靜かに熱して見よ。試験管の上方に沃素の附着するのを見るであらう。

① 内地の生産高は56萬圓(昭和5年度),其の輸出高は26萬圓(昭和6年度)  
② 此の實驗は危険であるから行はない方がよい。

### 4. 弗素及び其の化合物

考 118. 弗素は週期律表第7族に屬する元素である。これに就て次の間に答へよ(第三章参照)。(イ)常溫の狀態 (ロ)其の色 (ハ)水素化合物の分子式 (ニ)此の元素の化學的性質



第65圖 弗化水素溶液でガラスを腐蝕する

ガラス板の表面にパラフィンを塗り、其の上に小刀で印をつけて弗化水素溶液を塗り、暫くの後水でこれを洗ひ、温めてパラフィンを拭ひ去る時は、ガラスの表面に其の印が刻まれたまゝ残る。

弗素  $F_2$  は週期律表第7族に屬し、ハロゲン元素の1種である。鹽素よりも化學的性質が更に強い。天然にはカルシウムと結合して螢石(主成分  $CaF_2$ )の主成分をなし、又氷晶石  $3NaF \cdot AlF_3$  となつて産出する。

弗化水素は他の酸と異なつて、ガラスを溶解せしめる特性がある。そこでガラス面に度盛りをなし、又は書畫などを刻するに使用される。此の酸は毒性があるから、其の取扱に注意を要する。

アルカリ土類金屬の弗化物は何れも水に溶解し難い。かやうに弗素化合物は他のハロゲン化合物と其の性質を異にするものである。此の事實は週期律表の首位の元素が其の族の代表的性



質を示さない一つの好例である。

考 119. 弗化水素は螢石に濃硫酸を作用せしめて得られる。此の變化を方程式で示せ。

第二節 珪素及び其の化合物

1. 無水珪酸 SiO<sub>2</sub>

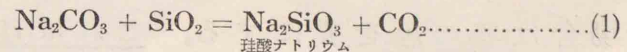
考 120. 週期律表第4族に於て、炭素の下位にある珪素に就て、次の間に答へよ。(イ)珪素は金屬・非金屬の何れの性質が多いと思ふか。(ロ)此の酸化物の分子式は如何。(ハ)此の酸化物が若しも酸性酸化物であるとしたならば、どんな分子式の酸を生ずると思ふか。(ニ)此の酸は炭酸よりも弱いか。

珪素 Si<sub>28</sub> は週期律表第4族に屬し、元素のままでは天然に存在しないが、<sup>4</sup>酸化物 SiO<sub>2</sub> の状態で石英となつて多量に存在する。海濱、其の他到る所にある白砂の大部分は此の酸化物である。水晶は純粹な石英で、<sup>7</sup>瑪瑙は結晶性の石英である。

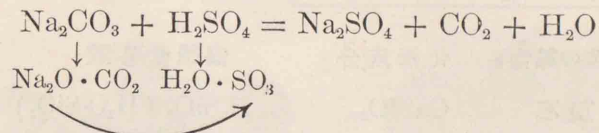
細粉とした白砂と炭酸ソーダとをニツケル坩堝内で強熱し、之を<sup>①</sup>熔融せしめれば炭酸ガスが発生する。それを冷却後に水で處理すれば透明な溶液が得られる。又之を蒸發させれば粘性に富

① 白砂の粉末1g位と炭酸ソーダ及び炭酸カリウムの同量の混合物約5gとを用ひ、10-15分位熔融すれば十分である。

む液體が得られる。此の液體は水ガラスと稱されて居る。これは炭酸ソーダ中の金屬酸化物の部分 Na<sub>2</sub>O と、非金屬酸化物である SiO<sub>2</sub> とが結合して、珪酸ナトリウムを生じたのである。



これは常溫で硫酸が炭酸ナトリウムに作用するのによく似て居る。



即ち無水珪酸は、高溫では鹽基に對しては酸と同様の作用をなすものである。珪酸ソーダは珪酸 H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> といふ酸のナトリウム鹽である。

考 121. 無水珪酸を次の物質と共に熔融する時に起り得べき化學變化を推定し、之を方程式で示せ。

(イ)苛性ソーダ (ロ)炭酸カルシウム

2. 天然に産する珪酸鹽 既に學んだ2-3の酸と、其の酸の鹽で天然に産出するものとを次にあげる。

酸	鹽 (天然産)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub> (石膏)
HNO <sub>3</sub>	NaNO <sub>3</sub> (智利硝石)





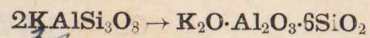
かやうに天然産の鹽に就て見るに、其の元の酸の分子式は1種に限られて居る。然るに珪酸鹽の場合は其の趣を異にする。これは珪酸より誘導される種々の酸の鹽と考へられるものが天然に産出して居るのである。次に2-3の例を示す。

天然産の鑛物名	化學成分	假想せる酸
珪灰石	$CaSiO_3$	$H_2SiO_3$ ( $H_2O \cdot SiO_2$ )
橄欖石	$Mg_2SiO_4$	$H_4SiO_4$ ( $2H_2O \cdot SiO_2$ )
正長石	$KAlSi_3O_8$	$H_4Si_3O_8$ ( $2H_2O \cdot 3SiO_2$ )

此等の酸は未だ實際には得られて居ない。然るに天然に此等の酸の鹽が存在して居るのは妙味のあることである。

例 13.  $KAlSi_3O_8$  を金屬酸化物と非金屬酸化物とに分解せよ。

解 これは  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  の3者より成つて居ることは直ちに知られる。そこで此の式の2倍より金屬酸化物を引き去れば  $SiO_2$  の分子数が知られる。即ち次のやうになる。



考 122. (イ) 白雲母  $H_2KAl_3Si_3O_{12}$  (ロ) 角閃石  $CaMg_2Al_2Si_4O_{13}$



石 膏  
 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$



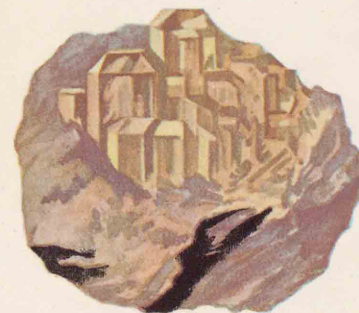
方 解 石  
 $CaCO_3$



磷 灰 石  
 $Ca_3(PO_4)_2$



珪 灰 石  
 $CaSiO_3$



橄 欖 石  
 $(Mg, Fe)_2SiO_4$



正 長 石  
 $KAlSi_3O_8$

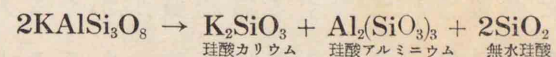


を金属酸化物と非金属酸化物とに分解せよ。

一般に無水珪酸と金属酸化物とが種々の割合で結合したものを珪酸鹽と稱する。

**3. 天然産珪酸鹽の分解** 花崗岩は主として(イ)長石(ロ)雲母(ハ)石英の3種の礦物より成り立つて居る。今之を例として、岩石が崩壊して粘土及び砂に變化する有様を述べよう。

正長石は次のやうにカリウム及びアルミニウムの簡単な珪酸鹽と無水珪酸とより成り立つものと考へられる。



地殻が生成して以來、非常に長い年月の間風雨に曝されて、長石中の珪酸カリウムの部分は水に溶解し去つた。(カリウム及びナトリウム鹽は凡て水に溶解する。第七章第四節参照)

著者は正長石 5g を細粉末となし、之を白金の蒸發皿の中で 200 cc の水と共に 30 日間常溫で放置して、此の水の中に溶解して居るカリウムの量を定めた。<sup>①</sup> 其の結果は次の通りである。

① 之を濾過し、其の濾液を殆ど蒸發させて乾涸せしめ、此の中にアルコール及び  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$  の溶液を加へて  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$  の黄色の沈澱を得た。而して 1 日放置した後其の沈澱を濾過し、之を水に溶解して  $\text{KI}$  を加へ、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$  で滴定して  $\text{K}$  の量を定めた。



(イ) 蒸溜水のみを用いた場合………(カリウムとして) 1.29 mg

(ロ) CO<sub>2</sub>を十分に溶解した水を用いた場合………4.03 mg

これがために長石は崩壊する。而して珪酸アルミニウム及び無水珪酸の部分は水に不溶性であるから、其のまゝ残るやうになる。此の無水珪酸のことを珪砂と稱し、含水珪酸アルミニウムのことを陶土と稱する。又珪酸アルミニウムに酸化鐵等の含まれて居るものを粘土と稱する。

珪砂はガラス製造に用ひられる。陶土は陶磁器、粘土は瓦・煉瓦・セメントなどの製造に用ひられる。岩石の長年月間に崩壊されて生ずる諸物質が、かくも人生生活に最も必要な材料となることは興味のあることである。

**〔實驗〕** 68. 次の三つの事實を利用して赤色の粘土中に(イ)アルミニウム (ロ)鐵があることを實驗によつて確めよ。

(1) 粘土中の鐵及びアルミニウムは鹽酸で溶解する。

(2) Al<sup>+++</sup>及び Fe<sup>+++</sup>は苛性ソーダで沈澱を生ずる。但し Al(OH)<sub>3</sub>は過剰の苛性ソーダに溶解する。

(3) 苛性ソーダの過剰に溶解したアルミニウムは、溶液を酸性とし、次に NH<sub>4</sub>OHを加へてアルカリ性とすれば再び沈澱する。

**4. 炭素と珪素との關係** 炭素は動植物體を構成して居る主要元素である(これは後章で述べる)。珪素は岩石・土・砂のやうな地殻を構成する物質中の

主要元素である。炭素を含む木炭・石炭等は燃料 其の他に必要で、珪素を含む陶磁器・ガラス等は我等の生活に必要な器具及び建築材料となる。週期律表の同族元素が、かくも日常生活に密接な關係を有して居るのは興味深いことである。

**5. 地殻の成分** 地殻の平均成分として次の結果が發表されて居る。

元素名	O	Si	Al	Fe	Co	Na	K	Mg	H, P, Mn, C, S, Cl Ba, F, Sr 其他
百分率	46.46	27.61	8.07	5.06	3.64	2.75	2.58	2.07	1.75

今此等の元素が地殻中に存在して居る状態に就て述べよう。酸素よりマグネシウムまでの8元素は、主として地殻中で珪酸鹽となつて居る。これによつて珪酸鹽が如何に地殻の主要成分をなして居るかが知られる。即ち酸素が地殻の重さの約  $\frac{1}{2}$  を占め、珪素が殆ど  $\frac{1}{3}$  を占めて居る。又アルミニウム・鐵・アルカリ及びアルカリ土類金屬が地殻を構成する主要元素であることが知られる。此の表で明かな如く、地殻中に存在する主

① 本表は亞米利加合衆國ワシントン府にある地球物理研究所でクラーク及びワシントン兩氏が地球各所の岩石約6000種を分析し、此の結果から地表以下15 km までの地殻の平均成分を表はしたものである。



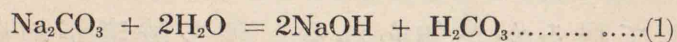
要元素が酸素を除いては其の大部分が週期律表の第2横列の元素であるのは興味がある。

### 第三節 鹽類の加水分解

#### 1. 弱酸と強鹽基とより成る鹽の加水分解

(實驗) 69. 炭酸ナトリウム<sup>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></sup>及び鹽化第二鐵<sup>FeCl<sub>3</sub></sup>の水溶液を、リトマス試験紙を用ひて其の性を試験せよ。

炭酸ナトリウムを水に溶解すると、其の一部分は水のために分解されて、炭酸と苛性ソーダとを生ずるものである。炭酸は弱酸で、苛性ソーダは強鹽基である。故に此の溶液の中ではOHの数がHの數よりも多くなる。そこでアルカリ性反應を呈するのである。



かやうに鹽に水が作用して、元の酸と鹽基とを生ずる現象を鹽の加水分解といふ。弱酸と強鹽基とより成る鹽を水に溶かす時は、必ず其の一部分は加水分解して元の酸と鹽基とを生じ、溶液はアルカリ性反應を呈する。

(考) 123. 次の物質を水に溶かす時は、どんな變化が起るか。  
(イ) 硫化ナトリウム (ロ) シアン化カリウム (ハ) シアン化ナト

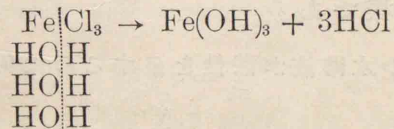
リウム(HCNは水に溶解する時は炭酸よりも弱い酸となる)

#### 2. 強酸と弱鹽基とより成る鹽の加水分解

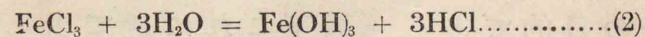
強酸と弱鹽基とより成る鹽を水に溶かす時は、其の一部分は加水分解して元の酸と鹽基とを生じ、溶液は酸性反應を呈する。

(考) 124. 鹽を水に溶解せしめる時に、加水分解をなして酸性反應を呈すると思はれるものを數種あげよ。

鹽化第二鐵は次のやうに鹽酸と水酸化第二鐵とより成つて居るものと考へることが出来る。



そこでFe(OH)<sub>3</sub>は弱鹽基で、HClは強酸であるから、鹽化第二鐵を水に溶かせば、此の一部分は加水分解して酸性反應を呈するのである。



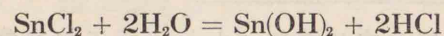
一般にアルカリ及びアルカリ土類金屬を除く他の金屬の鹽化物・硫酸鹽・硝酸鹽は、何れもこれに水を加へれば其の一部分は加水分解して酸性反應を呈する。

(實驗) 70. 次の化合物に水を加へればどんな化學變化が起るかを考へ、之を實驗によつて確めよ。 (イ) SnCl<sub>2</sub>



(□)  $\text{SbCl}_3$  (ハ)  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$

強酸と弱鹽基とより成る鹽が加水分解する程度は、鹽基が弱いほど大となる。例へば鹽化第一錫に水を加へれば、其の鹽の大部分は次のやうに分解されて水酸化第一錫の白色の沈澱を生ずる。



此の鹽を水に溶解する時に白色の沈澱を生ずるのは上の理に因るのである。此の水溶液の中に鹽酸を加へれば、透明に溶解するやうになる。アンチモン及び蒼鉛の鹽に就ても同様である。

〔考〕 125. 明礬の水溶液が酸性を呈するのは何故か。

#### 第四節 化合物の用途

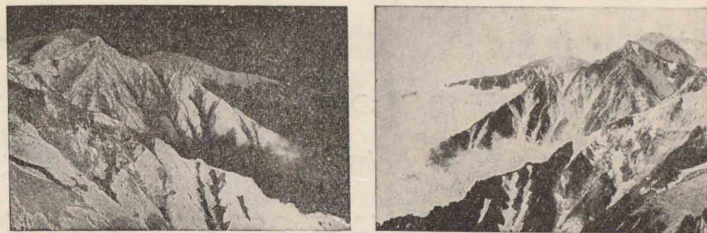
元素及び化合物の性質を調べて、之を我等が日常生活に應用することを研究するのが化學學習の一の目的である。以下これに就て少しく述べよう。

##### 1. 寫 眞

〔實驗〕 71. (イ)鹽化銀及び(ロ)臭化銀の沈澱を造り、之を暫時日光に曝せ。其の時此等の色の變化するのを觀察せよ。

鹽化銀又は臭化銀は日光に曝せば、分解されて次第に灰色より黒色に變ずる。此の性質が學者

に深く研究されて、遂に寫眞が考案される動機となつたのである。



(1) 陰 畫

(2) 陽 畫

第 66 圖 寫眞の陰畫と陽畫

臭化銀をゼラチンの溶液に混和してガラス板の面に塗布し、之を暗所で乾かしたものが所謂寫眞の乾板である。此の乾板上に風景・人物等より反射して來る光線をレンズを通して投射せしめれば、其の各部より來る光線には濃淡の差異があるから、乾板中の臭化銀の分解の程度に差異を生ずる。これを現像して定着すれば第66圖(1)のやうに實物と其の濃淡を逆にする。これが陰畫であつて、それを乾板と同じ理で造つた感光紙の上に置き、日光を當てれば(2)のやうな陽畫が出来るのである。

2. 顔 料 我等の日常生活に於て、(1)美麗に着色されて居ること、(2)水に溶解し難いこと、(3)日光で變色し難いことの3條件を具備して居る物質を必要とすることは決して少くない。か



やうな物質を一般に**顔料**と稱する。建築材料(木材又は鐵材)・船艦・車輛其の他を保護し、且つ美觀を呈せしめるために廣く用ひられて居るペンキは、何れも適當な顔料を特種の油に混じたものである。又ゴム・繪具・印肉等の着色は何れも顔料に依るものである。顔料が如何に日常生活に廣く利用されて居るかはこれによつて知られるであらう。次に有用な顔料 2-3<sup>①</sup>をあげる。

顔 料 名	化 學 成 分	色	昭和5年度 内地生産高 (萬圓)
亞鉛華 <sup>①</sup> (亞鉛白)	ZnO	白	379
鉛丹 <sup>②</sup> (光明丹)	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	赤	135
辨柄 <sup>③</sup>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	赤褐色	39
クロム黄	PbCrO <sub>4</sub>	黄	
ペレンス	Fe <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sub>3</sub>	深青色	
油煙 <sup>④</sup>	C	黒	
朱 <sup>⑤</sup>	HgS	赤	

<sup>⑤</sup>鉛白 白色の粉末で、其の粒が細かいので被覆力が強いために、古來我が國では化粧用として多く用ひられた。然し鉛白には毒性(鉛の化合物は凡て有毒である)があるの

- ① 普通の白ペンキの多くは亞鉛華が混じてある。
- ② 船艦の底に塗つてある赤い塗料には鉛丹が混じてある。
- ③ 神社の鳥居等に塗ることがある。
- ④ 上等の印肉は之を含んで居る。
- ⑤ 内地の生産高は23萬圓(昭和5年度)

で、現今では化粧用としては多く用ひられない。但し白色ペンキの原料として用ひられる。鉛白の化學成分は  $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$  の式で示される。鉛白のやうに正鹽[PbCO<sub>3</sub>のやうなもの]と鹽基[Pb(OH)<sub>2</sub>のやうなもの]とより成りて居る1種の鹽を化學上**鹽基性鹽**<sup>①</sup>と稱する。故に鉛白は**鹽基性炭酸鉛**と稱される。

3. 肥 料 植物の成長には水・無水炭酸を始め窒素・燐・カリウム等を要する。其の中で、水や無水炭酸は自然に植物に供給されて、特に人爲を要しない。然し窒素・燐・カリウム等は殊更に人爲的に之を供給する必要がある。此等の元素の化合物は、主に肥料として供給されるのである。此等の元素を含む化合物で、(イ)水に可溶性であること、(ロ)潮解性でないこと、(ハ)固體であることの3條件を有つて居るものは、多くは肥料となすことが出来る。例へば硫酸アムモニウム・鹽化アムモニウム・硝酸カリウムのやうなアムモニウム鹽及び硝酸鹽は、凡て窒素肥料となすことが出来る筈である。

燐を含む化合物で天然に多量に存在して居るものは

- ① 銅の表面に生ずる緑青は鹽基性鹽の1種であつて、其の主成分は  $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$  の式で示される。
- ② 内地の生産高は2,200萬圓(昭和5年度)、其の輸入高は1,500萬圓(昭和6年度)



燐灰石〔主成分  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 〕であるが、これは水に溶けないので肥料にはならない。然しこれに適量の硫酸を加へれば可溶性の酸性燐酸カルシウムが得られる。之を過燐酸肥料に稱して多量に使用される。水に溶ける燐酸鹽は凡て肥料となるは勿論である。又カリウム化合物は殆ど凡て水に溶けるので加里肥料となる筈である。鹽化カリウム・硫酸カリウム等<sup>①</sup>はカリウム化合物中で最も廉價なものであるから、加里肥料として専ら用ひられる。(肥料に関する詳細のことは第五學年應用理科で學ぶであらう。)

4. 殺蟲劑・消毒劑及び防腐劑 毒性のある物質も之を善用すれば、人生に有益な用途を見出すことが出来る。例へば、砒素化合物・シアン化カリウムのやうな猛毒性のものは農作物の殺蟲劑として用ひられ、又黄燐が殺鼠劑として用ひられる如きである。

金屬及び其の化合物の中で、有毒なものは次の通りである。

(1) 水銀・鹽化第二水銀  $\text{HgCl}_2$  (普通昇汞と稱される)

昇汞の猛毒なのは  $\text{Hg}$  イオンに基づく。鹽化第一水銀  $\text{HgCl}$  は有毒ではない。これは水に不溶性であるから

① 内地の生産高は14萬圓(昭和5年度)、其の輸入高は430萬圓(昭和6年度)

である。第一水銀化合物でも水に溶解するものは猛毒である。

(2) 銅の化合物(銅は有毒ではない)

(3) 鉛及び其の化合物

(4) バリウム化合物

例へば昇汞の0.05%溶液でも、十分に消毒液として醫療に用ひられる。硫酸銅の水溶液に消石灰を混じたものは農作物の殺蟲劑として廣く用ひられて居る(通常之をボルドー液と稱する)。又硫酸銅の水溶液を木材に浸ませて防腐劑とする。

金屬イオンには黴菌を殺す作用<sup>②</sup>をなすものが多い。イオン化傾向の小なる金屬ほど、概して其の作用の強いことが知られて居る。例へば亞鉛はイオン化傾向が大であるから、其のイオンは殺菌力が強くはない。然し可溶性の亞鉛の鹽(例へば硫酸亞鉛鹽化亞鉛)の溶液は木材に浸ませて其の防腐に用ひられる。又硫酸亞鉛の稀薄溶液は眼藥として用ひられる。然るに銀はイオン化傾向が小であるから、銀イオンは殺菌力が

① 硫酸銅のみを用いたのでは雨水に溶け去つてしまふ。消石灰だけでは殺蟲力が極めて弱い。そこで此等を混じて水酸化銅の沈澱を生ぜしめ、雨水に溶解し難い状態とするのである。

② アルカリ及びアルカリ土類金屬(Baを除く)には殺菌の作用が無い。



強い。そこで硝酸銀は殺菌剤として医療に用ひられる。

5. 醫藥金屬鹽の中には醫藥となるものが少くない。次に2—3の例を挙げる。

医療の目的	化 合 物	生産高 <sup>①</sup> (昭和5年度) (kg)
制酸劑 <sup>②</sup>	酸性炭酸ナトリウム(重曹 $\text{NaHCO}_3$ ) 酸化マグネシウム ( $\text{MgO}$ )	200,000
下 劑	酸化第一水銀(甘汞 $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ) 硫酸マグネシウム (瀉利鹽 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )	320,000
鎮靜催眠劑 <sup>③</sup>	臭化カリウム(臭劑 $\text{KBr}$ )	18,000
變質劑	砒素化合物 沃化カリウム(沃劑 $\text{KI}$ )	49,000

① 内務省衛生局調査書による。

② 胃の中にある酸類が多過ぎると消化不良を起し栄養が不足となる。此の酸の量を減ずるために、アルカリ性のものを用ひる。

③ 神経の興奮を和らげるために用ひる。

④ 栄養不良又は虚弱症の人は細胞の發達が健全でない。そこで新陳代謝によつて細胞の機能を増進させる作用をなさしめるために之を用ひる。

## 第九章 酸化及び還元反應

### 第一節 主要なる酸化劑及び還元劑

1. 酸化劑及び還元劑 第一鐵イオンを含む酸性溶液に、それぞれ

(イ) 鹽素水 (ロ) 臭素水 (ハ) 過マンガン酸カリウム溶液 (ニ) 重クロム酸カリウム溶液

を加へ、これに黄血鹽を作用せしめると、何れの場合にも深青色の沈澱を生じて、第二鐵イオンの生成することが證明される。即ち  $\text{Fe}^{++}$  が酸化されて  $\text{Fe}^{+++}$  となる。そこで此等の試薬は常温で酸化劑となることが知られる。

上の實驗で得た第二鐵イオンを含む酸性溶液に、次の試薬をそれぞれ作用せしめると、何れの場合にも  $\text{Fe}^{+++}$  が還元されて  $\text{Fe}^{++}$  を生じて居ることが、赤血鹽による反應で知られる。

(イ) 銅片 (ロ) 亜硫酸<sup>①</sup> (ハ) 沃化水素酸<sup>②</sup>

(ニ) 硫化水素

①  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  或は  $\text{NaHSO}_3$  を加へれば、それは酸性溶液に於ける場合であるから、亜硫酸と同じ目的が達せられる。

②  $\text{KI}$  を加へればよい。







考 127. 二酸化マンガンを沃化カリウムとの混合物に濃硫酸を作用せしめる時の變化を方程式で示せ。

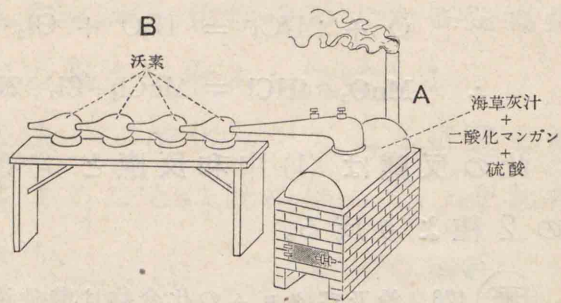
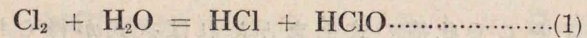
海水中には微量に沃素化合物が存在し、海草は之を攝取して居る。

此の海草を焼いて得た

灰の中には沃化ナトリウムを含む。此の灰を水で處理して沃化ナトリウムを取り出し、これに二酸化マンガンを濃硫酸とを加へて熱すれば沃素が得られる。(我が國では此の方法で多量に沃素が製造されて外國へ輸出される。)

3. 次亞鹽素酸及び亞硫酸

(1) 次亞鹽素酸 鹽素を水に溶かせば、其の一部分は水と化合して次の變化を生ずることが、學者の研究によつて知られた。

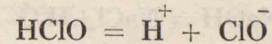


第 67 圖 沃素の製造

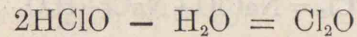
海草灰に水を加へて煮つめた液を二酸化マンガ及び硫酸と共に A に入れて熱する。生じた沃素は揮發して B 内に到り冷却されて固體となる。

① 内地の生産高は 41 萬圓(昭和 5 年度), 其の輸出高 36 萬圓(昭和 6 年度)

HClO は炭酸よりも更に弱い酸で、且つ揮發性を有し、鹽素に似た臭を有つて居る。此の水溶液は極めて微かに次のやうに電離する。

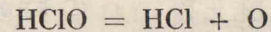


HCl 中の Cl の原子價は陰の 1 である。HClO 中の Cl の原子價は次の關係により陽の 1 であることが知られる。



即ち鹽素が水と化合すれば、鹽素分子中の 1 原子は原子價が上昇し、他の原子は原子價が下降する。

此の酸は不安定で、次のやうに分解し易い。



そこで他のものを酸化する性質がある。即ち



第 68 圖 鹽素の漂白作用

濕つた草花を壺に入れて鹽素を通ざると、直ちに漂白される。

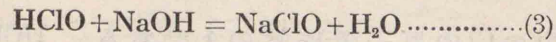
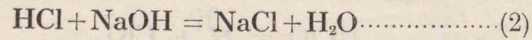
色素のやうな複雑な炭素化合物を酸化し、之を無色の物質に變化せしめて漂白作用をなす。

又種々の黴菌を酸化して之を殺す。鹽素水に

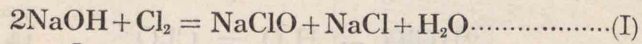
漂白・殺菌の作用のあるのは、鹽素と水との作用によつて生ずる此の次亞鹽素酸の酸化作用に基づくものである。



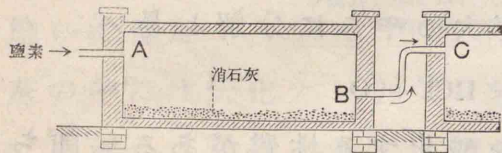
鹽素水の中に苛性ソーダを加へれば前の(1)の反應で生じて居る酸が中和されるやうになる。而して鹽化ナトリウムと次亞鹽素酸ナトリウムとの混合物を生ずる。



以上の(1)(2)(3)式をまとめれば次のやうになる。



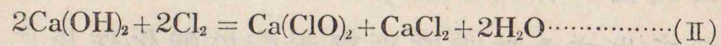
(2) **漂白粉** 鹽素は色素の漂白等に用ひられて其の用途が多いが運搬するのに極めて不便である。



第 69 圖 漂白粉の製造

鹽素はAより入つて消石灰に作用し、残つたものB及びCを経て隣室に入り、こゝで又消石灰に作用し、更に残つた鹽素は隣室に移る。

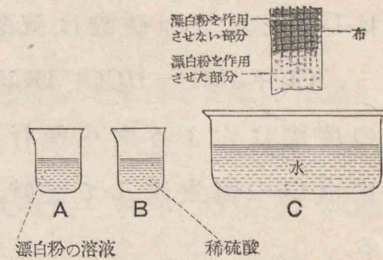
此の目的のために消石灰に鹽素を吸収せしめたものが漂白粉である。此の時に起る化學變化は次の方程式で示される。



① 内地の生産高は430萬圓、其の輸出高は40萬圓(昭和5年度)

此の反應は根本に於ては(I)と同様で、(I)式の NaOH の代りに Ca(OH)<sub>2</sub> が作用するのである。

漂白粉は鹽素に似た1種の臭を有つて居る。これは空氣中にある炭酸ガスが水分と結合して炭酸となり、これが漂白粉中の Ca(ClO)<sub>2</sub> (次亞鹽素酸カルシウム) と作用して HClO を追ひ出すからである。



第 70 圖 漂白粉を用ひて色布を漂白する

色布の半分だけを先づA中の漂白粉の溶液に浸し、次にB中の稀硫酸に浸し、最後にC中で水洗ひすると、布の半分だけが漂白されて居るのが見られる。

漂白粉を使用する目的は、これより HClO を生ぜしめて此の酸化作用を利用することにあるから、之を實際に用ひる場合には稀酸で分解せしめるのである。

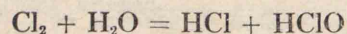
考 128. 漂白粉に (イ) 鹽酸 (ロ) 稀硫酸を作用せしめる時の反應を、それぞれ方程式で示せ。

注意 此の場合には (1)漂白粉中の次亞鹽素酸カルシウムの部分に酸が作用してHClOが遊離し、(2)次に此の酸がHClを酸化せしめて鹽素を生ずる。

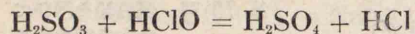
(3) **亞硫酸の漂白作用** 亞硫酸は空氣中で徐々に硫酸になる性質がある。そこで亞硫酸と酸素を放ち易い物質とを共存せしめれば直ちに硫酸に變化する。



例へば鹽素水と亞硫酸とを混ざれば鹽素水中のHClOはHClとなり、亞硫酸は硫酸となる。そこで

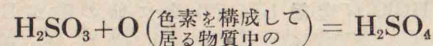


の反應は左より右へ進行し、鹽素水中の鹽素は凡て鹽酸となる。



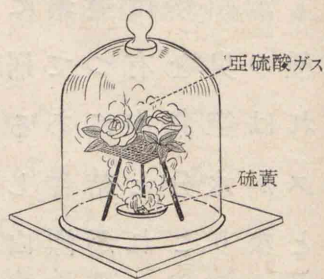
花を濕つた亞硫酸ガスに觸れしめれば直ちに漂白される。これは亞硫酸ガスが水と化合して亞硫酸となり、

これが花の色素を構成して居る化合物中より酸素を奪ひ、之を無色の化合物に變化せしめるからである。かやうに化合物中より酸素を除去する作用を還元と稱する (第五章第二節參照)。



亞硫酸は又鹽素のやうに殺菌力がある。

色素が鹽素(次亞鹽素酸)で漂白されるのは酸化されるためであつて、亞硫酸で漂白されるのはこれが還元されるからである。かやうに鹽素及び



第 71 圖 亞硫酸ガスで花を漂白する

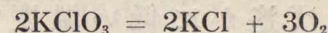
硫黄を燃やして亞硫酸ガスを生ぜしめ、濕つた花を側に置いてガラス鐘で蔽へば、花は脱色される。

亞硫酸の漂白作用は、化學上正反對の作用をなすものである。

〔考〕 129. 製帽用麥稈を亞硫酸ガスで漂白したものは、後に其の色が舊に戻るのは何故か。

4. 鹽素酸カリウム  $\text{KClO}_3$ 。白色の固體で、冷水には比較的溶解難いが、温水にはよく溶ける。これは鹽素酸  $\text{HClO}_3$  といふ酸のカリウム鹽であつて、其の水溶液は  $\text{K}^+ + \text{ClO}_3^-$  のやうに電離する。

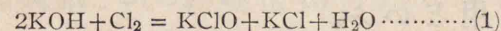
鹽素酸カリウムを熱すると、次のやうに分解して鹽化カリウムと酸素とを生ずる。



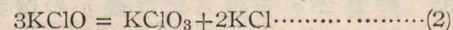
そこで化學實驗室では此の反應が酸素の製法に用ひられる。

鹽素酸カリウムは高温で酸素を發生する性質があるので酸化劑となる。一般に鹽素酸鹽を熱

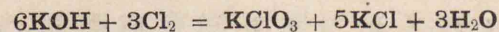
① 苛性カリの水溶液を熱し、此の中に鹽素を通ずると鹽素酸カリウムが得られる。此の時の化學變化は大體次の順序によつて起る。先づ第一に



の反應が起り、次に此の  $\text{KClO}$  が分解して  $\text{KClO}_3$  となる變化が起る。



之を1式にまとめれば次のやうになる。





すれば、上と類似の反応を起して酸素を発生する。

**〔実験〕** 72. 鹽素酸カリウムを米粒位試験管に取り、之を熱すると融解する。更に温度を高めれば、酸素の発生するのが知られる。(イ)之を冷却後水に溶解せしめて、此の中に硝酸銀の溶液を加へれば白色の沈澱を生ずる。(ロ)鹽素酸カリウムの少量を水に溶解せしめて、これに硝酸銀を加へても沈澱を生じない。

**〔実験〕** 73. 鹽素酸カリウム1g位を熱して融解せしめ、まだ酸素の発生しない時に火を引き、直ちに二酸化マンガン又は酸化第二鉄を少量加へて見よ。激しく酸素の発生するのが見られるであらう。

鹽素酸カリウムは二酸化マンガン又は酸化第二鉄と共存すれば、遙かに低い温度で分解して酸素を発生する。(此の理によつて、マッチの軸頭には鹽素酸カリウムと共に二酸化マンガン等の混合物が塗られる。)此の時に二酸化マンガン又は酸化鐵は何等の變化もして居ない。かやうに自己が化學變化を起さないで、他のものの化學變化の速さを促進する作用をなすものを**觸媒**と稱し、其の作用を**接觸作用**といふ。

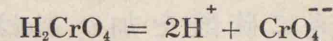
**問** 35. 酸素 25g を造るには幾gの鹽素酸カリウムを要するか。

## 第二節 クロム及びマンガン 化合物 過酸化水素

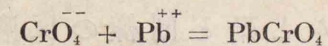
1. **クロム酸カリウム**  $K_2CrO_4$  無水クロム酸  $CrO_3$  (暗赤色の固體) は水に溶けて橙色の酸性溶液となる。此の中にマグネシウムを入れると水素を発生する。此の事實は1種の酸を生じて居ることを示すものである。此の酸を**クロム酸**と稱する。



これは次のやうに電離する。



此の酸のカリウム鹽にクロム酸カリウムがある。これは水によく溶解する黄色の固體である。可溶性クロム酸鹽の溶液に可溶性鉛鹽を加へれば**クロム酸鉛**  $PbCrO_4$  の黄色の沈澱を生ずる。



これは  $Pb^{++}$  又は  $CrO_4^{--}$  の檢出に用ひられる有用な反應である。クロム酸鉛は顔料として用ひられる(第八章第四節)。

クロムは週期律表第6族に屬し、其の化合物は



硫黄のそれに酷似して居る。

酸化物	SO <sub>3</sub> (無水硫酸)	CrO <sub>3</sub> (無水クロム酸)
酸	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 可溶性	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> 可溶性
鹽	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 可溶性	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> 可溶性
	BaSO <sub>4</sub> 難溶性	BaCrO <sub>4</sub> 難溶性
	PbSO <sub>4</sub> 難溶性	PbCrO <sub>4</sub> 難溶性

〔實驗〕 74. CrO<sub>4</sub><sup>-</sup> 及び SO<sub>4</sub><sup>-</sup> は (イ) Ba<sup>++</sup> (ロ) Pb<sup>++</sup> に對して類似の反應をなすことを實驗によつて證明せよ。

CrO<sub>4</sub><sup>-</sup> の反應は SO<sub>4</sub><sup>-</sup> のそれと似て居る點がある。例へば何れも Ba<sup>++</sup>, Pb<sup>++</sup> によつて沈澱を生ずる。

2. 重クロム酸カリウム<sup>①</sup> K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> クロム酸カリウムの濃溶液に硫酸を加へれば、直ちに橙黄色の結晶が析出する。之を重クロム酸カリウムと稱する。重クロム酸カリウムはクロム酸の酸性カリウム鹽より水を失つたものに過ぎない。(2KHCrO<sub>4</sub> - H<sub>2</sub>O = K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) 従つて此の水溶液はクロム酸カリウムと殆ど同様の反應をなすものである。

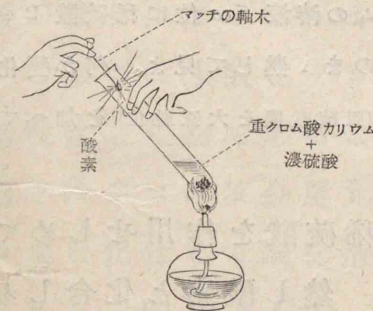
K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> はそれぞれ K<sub>2</sub>O·CrO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O·2CrO<sub>3</sub> であ

① K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> の内地生産高は30萬圓,其の輸入高は11.6萬圓(昭和5年度)  
Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> の内地生産高は35萬圓,其の輸入高は10萬圓(昭和5年度)

つて、二つの酸化物より成り立つて居る。此等の化合物に於けるクロムの原子價は6である。

〔考〕 130. クロム酸カリウムの水溶液に、硫酸又は硝酸を作用せしめて、重クロム酸カリウムを生ずる時の化學變化を方程式で示せ。

3. 重クロム酸カリウムの酸化作用 重クロム酸カリウムの固體を細粉とし、これに濃硫酸を加へて熱すれば酸素の發生するのが見られる。



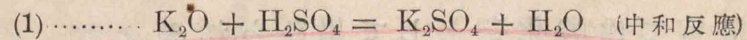
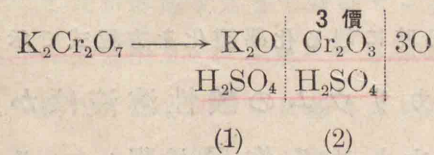
第72圖 重クロム酸カリウムと濃硫酸との混合物を熱する

酸素が發生して居ることはマッチの餘燼で試験することが出来る。

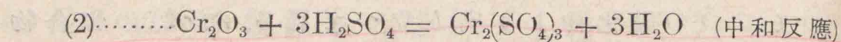
今此の反應を説明しよう。

クロム化合物は酸性溶液では原子價3のものが安定である。そこ

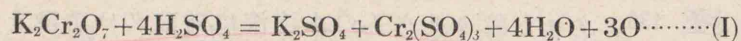
で重クロム酸カリウムは次の三つの部分より成ると考へられる。此の各の部分に硫酸が作用するのである。







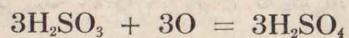
そこで此の時の變化は次の方程式で示される。



其の冷却後に残つたものを、水に溶解せしめれば綠色の溶液が得られる。これは  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  の電離によつて生ずる  $\text{Cr}^{+++}$  の色である。

**〔實驗〕** 75. 重クロム酸カリウムの溶液 5cc 位に稀硫酸 2cc 位を加へて二つに分け、一つは其のまま熱して見よ。何か變化が起るか。次に他の方に亞硫酸(亞硫酸鹽を大豆粒位)を加へて見よ。此の時はどうか。

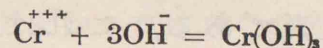
重クロム酸カリウムに稀硫酸を作用せしめても殆ど酸素を發生しない。然し酸素と化合し易い物質が共存する時は (I) の變化が直ちに起る。例へば亞硫酸を加へれば直ちに酸化されて硫酸となる。



**〔考〕** 131. 重クロム酸カリウム溶液を硫酸で酸性となし、亞硫酸を作用せしめる時に起る化學變化を方程式で示せ。

重クロム酸カリウムの酸性溶液は、かやうに他のものを酸化せしめる作用が強い。そこで化學實驗室では酸化劑として用ひられる。

4. クロム鹽とクロム酸鹽との關係 前に述べた硫酸クロム  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  の水溶液に  $\text{OH}^-$  (アムモニア水・苛性ソーダ・苛性カリ溶液等) を加へれば、水酸化クロムの綠色の沈澱が得られる。



此の沈澱に酸を加へれば直ちに溶解して其の酸の鹽を生ずる [例へば  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  のやうなもの]。此の事實は水酸化クロムが水酸化鐵のやうに鹽基性水酸化物であることを示す。即ち此の化合物ではクロムは金屬元素である。然るに  $\text{CrO}_3$  は水と化合して酸を造るから、これは酸性酸化物である。即ち  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  等に於てはクロムは硫黃のやうに非金屬元素となつて居る。かやうに クロムは其の原子價の高い時は非金屬性となり、低い時は金屬性となるものである。

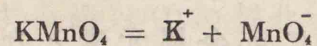
**〔實驗〕** 76. クロム鹽の稀薄水溶液 1cc 位に水酸化クロムの沈澱が生じて、これが溶解するまで苛性ソーダ溶液を加へよ。次に此の溶液に臭素水 2cc 位を加へて 2-3 分煮沸せよ。此の溶液を醋酸で酸性となし、此の中に鉛イオンを加へて見よ。クロム酸鉛の黄色の沈澱が見られるであらう。

5. マンガン化合物 クロム及びマンガンは



鐵に似た金屬で、鐵に混じて特種の鋼を造るに用ひられる。マンガンの化合物では原子價 2, 4, 7 の 3 種のものが重要である。此の中、原子價 7 の化合物に於てはマンガンは非金屬元素で、他のものに於ては金屬元素である。これは同一元素で其の原子價が低い時は金屬元素として作用し、原子價が高い時は非金屬元素として作用することを示す好例である。

過マンガン酸カリウム  $\text{KMnO}_4$  は暗紫色の固体で、水に溶けて赤紫色の溶液となる。これは過マンガン酸  $\text{HMnO}_4$  といふ酸のカリウム鹽で、其の水溶液は

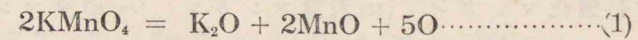


のやうに電離する。

〔考〕 132. 過マンガン酸カリウムはどんな金屬酸化物と非金屬酸化物とより成るか。此の時マンガンの原子價は幾何か。

過マンガン酸カリウムに於ては、マンガンの原子價は 7 である。酸性溶液では原子價 2 のマンガン化合物が安定であるから、過マンガン酸カリウムは酸性では 2 價のマンガンに移る傾向が著しい。従つてこれは酸化作用を呈すべきである。

過マンガン酸カリウムの酸性溶液に於ける酸化作用は、次のやうに分けて考へると理解し易い。



今酸性とした過マンガン酸カリウム溶液に、酸素と化合し易い物質を加へれば、此の O が除去されて反應は 2 價のマンガンを生ずる方向に進行するものである。同時に  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MnO}$  のやうな金屬酸化物は、其の酸によつて中和されて鹽を造るものである。そこで  $\text{MnO}_4^-$  の赤紫色は消失して淡桃色の  $\text{Mn}^{++}$  の色となる。

〔實驗〕 77. 次の物質の水溶液を硫酸で酸性となし、それぞれ過マンガン酸カリウムの稀薄溶液を少しづつ加へて見よ。

(イ) 硫酸第一鐵 (ロ) 沃化カリウム

過マンガン酸カリウムの水溶液は酸化力が強いために、漂白・殺菌等に利用される。特に酸性溶液であれば其の酸化作用が増大するから、化學實驗室では酸化劑として用ひられる。

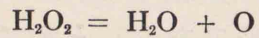
クロム及びマンガン化合物で見ると、同一元素で數種の原子價を有する時は、其の中の或原子價(例へば酸性でクロムは 3 價、マンガンは 2 價)が安定である場合には、これより高い原子價の化合物は何時でも酸化劑となるものである。



〔考〕 133. 次のやうに命名すべき物質の分子式を記せ。但しマンガン化合物に於ては酸化物を除いては4價は稀である。

(イ) 鹽化マンガン (ロ) 炭酸マンガン (ハ) 硝酸マンガン

6. 過酸化水素  $H_2O_2$  俗にオキシフルと稱するものは約3%の過酸化水素を含む溶液である。これは漂白・殺菌等に利用されて居る。此の理は過酸化水素が次のやうに分解し易くて、



此の酸素が酸化作用を呈するからである。過酸化水素の漂白剤としての特點は、漂白される物質の地質を害さないことである。そこで絹・羊毛等の漂白剤として賞用されるのである。

過酸化水素の中に二酸化マンガンを加へると直ちに酸素の發生するのが見られる。此の時には二酸化マンガンは觸媒として作用して居る。

〔實驗〕 78. 重クロム酸カリウムの極めて薄い溶液 5cc 位を酸性となし、此の中に過酸化水素を加へれば、美しい深青色を呈する。これは過酸化水素の檢出反應に用ひられる。

〔實驗〕 79. 沃化カリウムの溶液を酸性となし、此の中に過酸化水素を加へて見よ。

〔考〕 134. 上の實驗の結果を方程式で示せ。

〔實驗〕 80. 過酸化バリウム  $BaO_2$  といふ化合物に稀硫酸を

作用せしめると過酸化水素が得られる。之を實驗によつて證明せよ。又過酸化水素の生成反應を方程式で表はせ。

### 第三節 物質の酸化力及び還元力 を利用する用途

1. 漂白剤 色素<sup>①</sup> (炭素・水素・酸素等の複雑な化合物) を酸化又は還元すれば、無色の物質に變化するものが多い。製紙原料は漂白粉<sup>②</sup> 又は亞硫酸で漂白されて居る。綿布の漂白には漂白粉が用ひられ、絹・羊毛等の漂白には過酸化水素が用ひられる。

2. 殺菌劑 黴菌の體を構成して居る物質を酸化又は還元すれば、それが他の物質に變化するので黴菌が死滅する。水道水に微量の鹽素<sup>③</sup> 又は漂白粉を混じ、此の中の黴菌を殺して飲用に供するのは此の理に依るのである。

3. 燃焼を助ける目的の用途 酸素を放ち易い物質を巧みに利用すれば、日常生活に有益な用途を生ずる例が多い。例へば鹽素酸カリウムがマッチの製造に用ひられて居るが如きである。

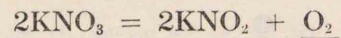
①② 第五學年應用理科で學ぶであらう。

③ 水道水の殺菌は、重さに於て五百萬分の一の鹽素で十分に其の効果が示される。



又黑色火薬<sup>①</sup>の原料に硝酸カリウム(一名硝石)が用ひられるのも此の例である。

硝酸カリウムは之を強熱すれば次のやうに分解する。



硝酸ナトリウムも類似の反應をなす。

そこで此等は化學實驗に於て  $\text{KClO}_3$  のやうに酸化劑として用ひられる。

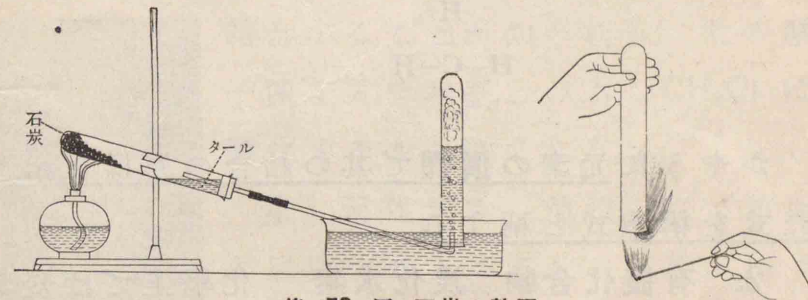
① 第五學年應用理科にて學ぶであらう。

## 第 三 篇

### 第十章 有機化合物

#### 第一節 炭化水素 (其一)

(實驗) 81 約 2g の石炭の細粒を硬質ガラス管に取り、下圖の左のやうに稍、下向きにして強熱(乾溜)すれば氣體(石炭ガスで主にメタン)が生ずる。これに就て次の諸實驗を試みよ。



第 73 圖 石炭の乾溜

試験管内に集めたガスに点火した所を示す。

(實驗) 82 此の氣體を試験管に集め、管口を下にして点火し、それが燃えた後に此の管内に石灰水を加へて、其の白濁するのを檢せよ。

(實驗) 83 更に導管の尖端を細くしてこれに点火せよ。

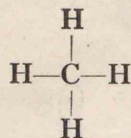
(實驗) 84 先に生じた蜜狀物(タール)を紙片に塗りつけ、且つ其の臭氣を檢せよ。而して其のものを市販のコールターと比較して見よ。



1. メタン  $\text{CH}_4$ 

メタンは4價の炭素1原子と、1價の水素4原子との化合物  $\text{CH}_4$  である。

従つて此の結合の様子は次のやうに書かれる。

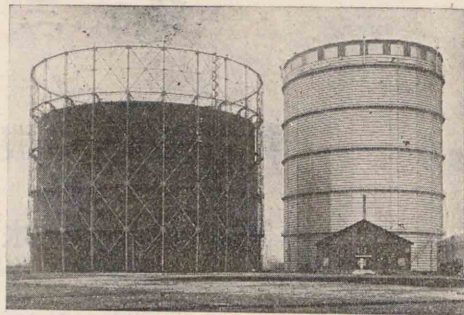


かやうに元素の價標で其の結合の様を示した式を構造式と稱する。

2. 有機化合物 炭化水素 化學上では炭素の化合物を一般に有機物<sup>①</sup>と稱する。此の意味に於てメタンは有機物の一である。

水素と炭素との化合物を一般に炭化水素といふ。メタンは有機物で、又炭化水素である。メタンは炭化水素の中で最も簡単なものの一である。

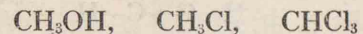
① 有機物は廣くいへば生物體を構成し、又これより誘導されるものである。炭素化合物でも炭酸ガス・二硫化炭素・炭酸鹽は有機物としない慣例である。有機物に炭素と水素とが含まれることを始めて発見したのはラヴオアジエである。



第 74 圖 ● ガス 溜

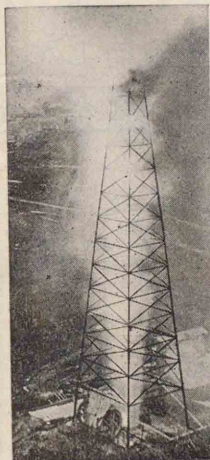
石炭ガスを此の内に貯へて、これより使用者に供給する。

3. 上の構造式より見て、メタンの四つのHは何れもCに對して同一關係のものである。此等が他の元素や原子團で置換されて、次例のやうな化合物が出来る。



此等の化合物はメタンより誘導される。そこで此等は何れもメタン誘導體と稱される。上の始めの兩式で  $\text{CH}_3$  は1團となつて OH 又は Cl と

結合することが知られる。此の原子團をメチル基といふ。  $\text{CH}_3\text{Cl}$  は鹽化メチルと稱される。



第 75 圖

石油坑より天然ガスと共に石油の噴出する状況

(臺灣錦水油田)

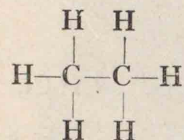
4. 天然ガス<sup>①</sup> 池沼の底で植物が腐敗するとメタンの氣體が生ずる。メタンの発見はこれが端緒である。故に之を沼氣ともいふ。石油坑よりは多量に此の氣體が発生する。地下の此の氣體の氣壓によつて石油が高く吹き上げられることがある。又石炭坑でも此の氣體

① 米國では此の氣體を鐵管で遠方まで送つて、石炭ガスの代りに家庭用に供される。此の氣體を燃焼させて印刷用の油煙を製する。



が発生して、それが爆発の原因となることがある。

5. 同族體 メタンのHを $\text{CH}_3$ で置換すれば、次のエタンが生ずる。



此の化合物のHが更に又 $\text{CH}_3$ で置換されれば、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ (プロパン)のやうな化合物が出来る。かやうにメタンよりは種々の炭化水素が得られる。此等をメタンの同族體<sup>①</sup>と稱する。而して此等の同族體の沸點や比重は $\text{CH}_3$ の増すに従つて次表のやうに上昇する<sup>②</sup>ものである。

同族體	沸點	比重 <sup>③</sup>
$\text{CH}_4$ メタン	-160°C	0.42
$\text{C}_2\text{H}_6$ エタン	-93	0.45
$\text{C}_3\text{H}_8$ プロパン	-45	0.54
$\text{C}_4\text{H}_{10}$ ブタン	1	0.60
$\text{C}_5\text{H}_{12}$ ペンタン	36	0.63

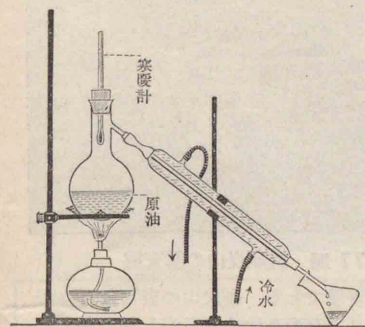
- ① メタンの同族體は $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ の式で表はされる。  
 ② 週期律表の同族元素間にも、これに類似した關係がある。  
 ③ メタンは沸點、ペンタンは14°C、他は0°Cに於ける比重である。

## 第二節 石油

石油が天然に地下に溜つて居る地方がある<sup>①</sup>。之を地面より坑を穿つて汲み出したまゝのものが原油と稱される。

原油は前述のやうな炭化水素の種々の同族體より成るものである<sup>②</sup>。

メタン同族體は炭素の多いほど、其の沸點が高い。故に溫度を區劃



第76圖 劃温蒸溜の實驗装置

して原油を蒸溜すれば、別々の同族體に分離し得

揮發油 <sup>③</sup> (ガソリン其他を含む)	ガソリンは最も用途が多い。
燈油	石油ストーブ又はランプに多く用ひられる。
重油	船舶等の發動機用燃料として用ひられる。
ワセリン及び パラフィン(石蠟)	ワセリンは藥用等になり、パラフィンは西洋蠟燭の製造に用ひられる。
ピッチ及び アスファルト	何れも蒸溜の殘渣であつて、主に燃料等になる。但しアスファルトは舗道用に使用される。(アスファルトには天然産のものもある)

- ① 我が國では新潟縣・秋田縣・臺灣・樺太などが石油の産地である。然し其の産量は僅少で、多くは外國より輸入される。米國及び露國は世界で有名な石油産地である。  
 ② 無機界でも同族元素が一緒になつて産することが多い。  
 ③ ガソリンは需要が頗る多いので、重油を強熱して分解することによつて製される。此の分解をクラッキングと稱する。



らるべきである。此の理によつて原油を劃温蒸溜すると種々のものが得られる。例へば温度の上るに従ひ順々に前表のやうなものが得られる。

**頁岩油** 滿洲には油を含んだ頁岩がある。之を乾溜して頁岩油を製する。頁岩油は石油に似たものである。

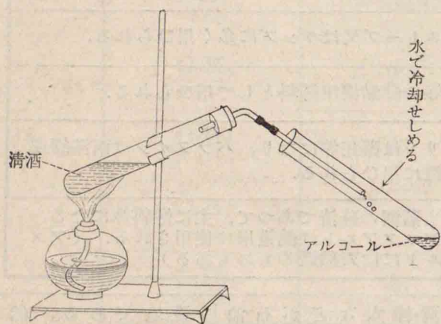


第 77 圖 撫順炭山の露天掘

各階段は皆石炭層である。全炭山の表面は頁岩で被はれて居る。之を取り除けて石炭を掘る。

第三節 アルコール

〔實驗〕 85. 清酒 10 cc 位を下圖のやうにして蒸溜物が清酒の

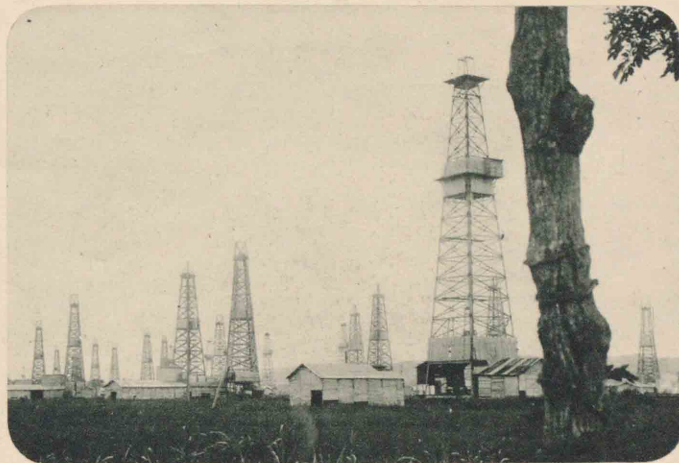


第 78 圖 清酒の蒸溜

約  $\frac{1}{10}$  となるまで蒸溜せよ。而して其の蒸溜物 (酒精) の香氣を市販のアルコールの香氣と比較して見て、それが何であるかを考へよ。此の蒸溜物と市販のアルコールとに就て、次の諸實驗を行へ。

① 撫順では石炭の層が油頁岩で被はれて居る。これが數十億噸もあつて、頁岩より頁岩油が約 5% も採取される。

石油の製造



油 田 (新潟縣高町)  
(各櫓の下にポンプを設けて石油を汲み出す)



原油を分溜して各種の油を取る  
(圖では 3 個所に分れてゐる)



(實驗) 86. 此等に浸した紙片に點火して其の燃えるのを檢せよ。

(實驗) 87. 此等を 3 cc 位それぞれ試験管に取り、それに沃素の薄片を加へて、其の溶解するか否かを檢せよ。

(實驗) 88. 實驗 87 で造つた溶液内に、苛性ソーダ溶液を滴々と沃素の色の消えるまで加へ、之を熱して黄色の結晶<sup>①</sup>の生成する有様と其の臭氣とを檢せよ。而して其の形色及び臭氣を市販のヨードフォルムのそれ等と比較して見よ。

上の實驗で、清酒より得た酒精と市販のアルコールとは同一物であることが知られるであらう。

(實驗) 89. ラックワニス(商品)を皿に取り、數倍のアルコールで薄め、之を着色した木片に塗つてワニス塗を試みよ。(アルコールは種々の有機物を溶解させる性がある。)

1. アルコール  $C_2H_5OH$  清酒の中には酒精(約 12—15%)が含まれて居る。酒精は沸點が低いので(78°C)水よりも蒸發し易い。故に清酒中の酒精は上の實驗のやうに、水と分離されるのである。酒精は無色の液體である。

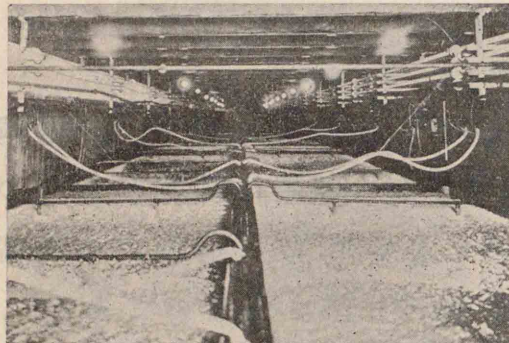
酒精はエタン  $C_2H_6$  の H が OH 基で置換された誘導體で、 $C_2H_5OH$  のやうな分子式を有する。化

① 此の方法によつて酒精  $C_2H_5OH$  よりヨードフォルム  $CHI_3$  が製される。此の反應は化學上酒精の檢出に應用される。此の  $CHI_3$  の I が Cl に代つた  $CHCl_3$  はクロロフォルムと稱される麻醉劑である。



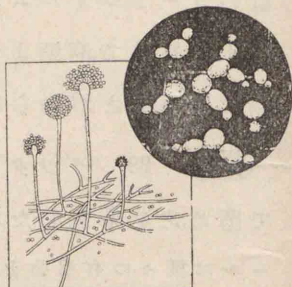
學上では炭化水素の H が OH 基で置換されたものを一般にアルコールと稱する。 $C_2H_5$  はエチル基と稱されるから、酒精はエチルアルコールと稱すべきである。然し酒精はアルコール中の標準であるから、一般にたゞアルコールとのみ稱されて居る。アルコール類には又  $CH_3OH$  の式で表されるメチルアルコールと稱されるものがある。

2. 醱 酵 清酒は白米を醱酵させて製する。先づ蒸米に麴黴を作用させて麴



第 80 圖 麥酒が麥の發酵によつて出来る

タンク内の液面に醱酵によつて生じた炭酸ガスが泡立つて居る。



第 79 圖 顯微鏡で擴大した麴菌及び酵母(圓内)

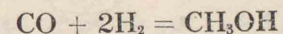
を製する。其の麴と蒸米とに水を加へて温めれば、麴菌は米の澱粉を糖に變化させる。此の糖が

① 甘酒の甘いのはこれに因る。甘酒を製するには  $60^{\circ}C$  を越えては菌の作用が無くなることに注意せよ。酵素は有機物である。

酵母<sup>①</sup>の作用で酒精となる。

麥酒の製造には、先づ麥を發芽せしめる。此の際生ずる酵素によつて麥の澱粉が麥芽糖<sup>②</sup>になる。此の糖が酵母の作用で酒精に變化する。

3. 木 精  $CH_3OH$  木材を乾溜すれば木精(及び醋酸等)が得られる。木精はメチルアルコールである。木精は近來一酸化炭素と水素との化合<sup>③</sup>によつて製される。



要領 アルコールは炭化水素の H を OH で置換したものである。糖の醱酵によつて酒精が造られる。木精は木材を乾溜して製され、又  $CO$  と  $H_2$  とよりも合成される。

#### 第四節 アルデヒド及び有機酸

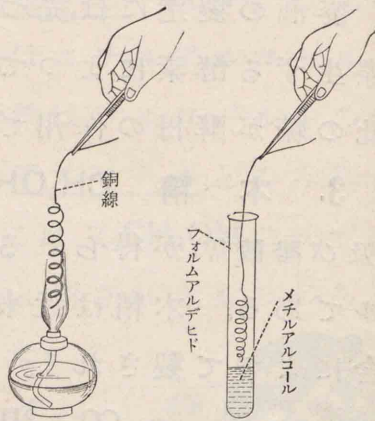
實驗 90. 木精約 5cc を試験管に取り、火焰中で赤熱した銅線(酸化銅で被はれる)をこれに挿入して、發生する臭氣を検せよ。

- ① 酵母は白い細粒で、1種の細胞である。其の体内に酵素を含み、これによつて醱酵を起さしめる。
- ② 餡の甘いのは主にこれに依る。餡は發芽した麥を水で煮出し、之を濃縮させて製される。
- ③ 此の方法に於ては高壓・高温で觸媒を用ひて反應を起さしめる。メチルアルコールはフォルマリンの製造其の他に用途が多い。



又其の臭氣をフォルマリンの臭氣と比較せよ。(研究の結果、此の臭氣はフォルマリンの成分と同じであることが知られた。)

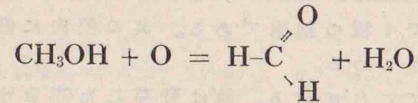
**〔実験〕** 91. 数滴の硝酸銀溶液を試験管に取り、これにアモニア 5cc 位を加へ、更に又フォルマリン 5cc 位を加へて熱し、管の内面に銀鏡を生ぜしめよ。(これはフォルマリンが酸化銀を還元したものである。フォルマリンは如何に變化すべきか。)



第 81 圖 赤熱した銅線をメチルアルコール中に挿入してフォルムアルデヒドを生ぜしめる

**〔実験〕** 92. 試験管に 5cc 位づつの石炭酸(固体ならば温めて液体となす)及びフォルマリンを取り、これに濃 NaOH 溶液の數滴を加へて加熱(200°C 前後)し、それが樹脂状となつて凝固する有様を檢せよ。

1. アルデヒドの生成 木精は上の酸化銅で酸化されてアルデヒドになるのである(実験 90 参照)。此の變化は次のやうである。



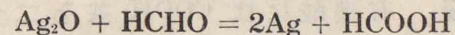
① 此の樹脂状物をベークライトと稱する。好個の電気絶縁材料として賞用される。

アルデヒドとは CHO 基を有する有機化合物の總稱である。

**〔考〕** 135.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  が  $\text{CH}_3\text{CHO}$  なるアルデヒド(アセトアルデヒド)に酸化される反應を考へよ。

2. フォルマリン 木精の酸化によつて生ずるアルデヒド即ちフォルムアルデヒドの水溶液(市販品は通常 30%)がフォルマリンである。これは消毒及びベークライトの製造に用ひられる。

3. アルデヒドの酸化 上のアルデヒドは銀の酸化物を還元して銀となす。これによつて自己は酸化されて<sup>①</sup>蟻酸  $\text{HCOOH}$  となるのである。



**〔考〕** 136.  $\text{CH}_3\text{CHO}$  なる式のアルデヒドの酸化によつて醋酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  の生ずる反應を考へよ。

4. 有機酸 蟻酸  $\text{HCOOH}$  も醋酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  も有機酸であつて、何れも COOH 基を有する化合物である。有機酸は凡て COOH 基を有する。

示性式  $\text{CH}_3\text{COOH}$  の COOH 基はそれが酸であることを示し、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  の OH 基はそれがアルコールであるこ

① 蟻の体内に含まれるので此の名がある。其の他、人を刺す昆虫も之を有する。此等の昆虫に刺された時は、アモニアを塗れば此の酸を中和させて痛みを除くことが出来る。



とを示す。此等の式のやうに基によつて化合物の如何なるものなるかを明かにしたものを示性式といふ。

〔考〕 137. 蟻酸と醋酸との構造式の差は如何。其の沸點は何れが高かるべきか。

5. 醋 酸 酢の酸味はこれに因る。酒精を酸化して製されることは推知されるであらう。

木材を乾溜すれば(前節に學んだやうに)木精と共に醋酸(及びタール)を生ずる。従前はこれが醋酸の主要な製法であつた。然し今日我が國ではアルデヒドの酸化によつて製される。(其の製品は内地の需要を充たし、なほ且つ海外にまでも輸出される。)

6. 蔞 酸 有機酸には COOH 基を二つ以上有するものがある。蔞酸  $\begin{matrix} \text{COOH} \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{COOH} \end{matrix}$  の如きが其の例である。これは「かたばみ」・「すいば」等の植物中に存在する。(所謂酒石酸枸橼酸等も此の型に屬する酸である。)

〔要領〕 アルコールの酸化によつてアルデヒドが製される。アルデヒドは CHO 基を有する。アルデヒドの酸化によつて有機酸が出来る。有

① 従前は清酒を醋酸菌の作用によつて空氣で酸化せしめて酢を製した。然し現今では醋酸に芳香物等を加へ、着色して製される。

② これはアセチレンを硫酸(觸媒の目的で酸化水銀を溶解する)に吸収せしめて製される。従前は木材より製した醋酸カルシウムを米國より輸入して醋酸を製した。

機酸は COOH 基を有する。COOH 基は金属と置換する。  
 機酸は COOH 基を有する。COOH 基は金属と置換する。  
 機酸は COOH 基を有する。COOH 基は金属と置換する。

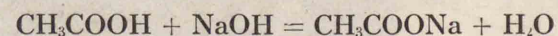
### 第五節 エステル

〔實驗〕 93. 氷醋酸(固體ならば温めて液體となす) 5cc 位を試験管に取り、先づ赤色試験紙で其の酸性を検せよ。次にこれに苛性ソーダの濃溶液を徐々に加へて鹽基性となし、冷却して結晶の生ずるのを見よ。(これは何であるべきかを考へよ。)

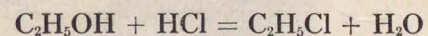
〔實驗〕 94. 酒精 5cc 位を試験管に取り、これに濃鹽酸 2cc 位及び少量の鹽化亞鉛(無水)を加へて温め、其の香氣を検せよ。

〔實驗〕 95. 5cc 位の濃硫酸を試験管に取り、これに 5cc 位の酒精及び 4cc 位の液狀氷醋酸を加へて熱し、其の香氣を検せよ。(此の香氣は何に因ると考へるか。)

1. エステル 醋酸は酸であつて、苛性ソーダと中和して次のやうに醋酸ナトリウムと稱する鹽(結晶)が造られる。



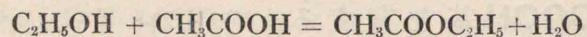
又酒精は酸に對しては鹽基のやうに作用する。例へば鹽酸に作用すれば次のやうに鹽(これは揮發性で香氣がある)をなす。



酒精と醋酸とは、同様に又次のやうに鹽(揮發性で香氣がある)をなす。

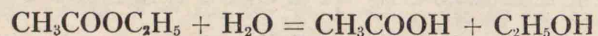
① アルコールとアルカリとは名稱も性質も類似して居る所がある。





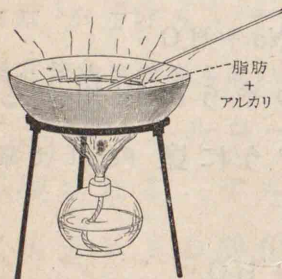
一般にアルコールも有機酸も鹽を造る。而してアルコールの鹽を特にエステルと稱する。

2. <sup>エステル化</sup> エステルの加水分解 醋酸は弱酸であつて、アルコールは極めて弱い鹽基であると考へられる。故に此等の鹽は、次のやうに加水分解によつて元の醋酸とアルコール<sup>①</sup>とになる。



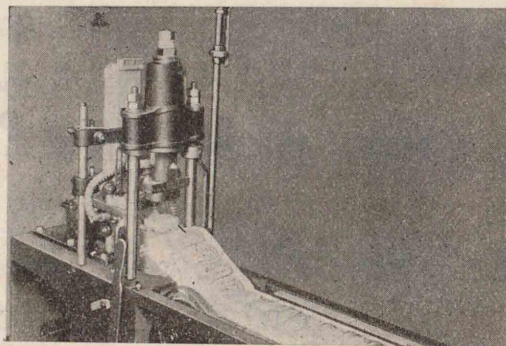
かやうなエステルの加水分解を特に鹼化と稱する。これは後に示すやうに石鹼製造の反應に似て居る所があるからである。

3. 油 脂 大豆油は大豆より搾られた液體である。



第 82 圖 石鹼の製法

棒狀の苛性ソーダ 2g と牛脂 10g とを攪拌しつゝ熱する。



第 83 圖 石鹼の型打

石鹼の一つ一つに文字が自動的に刻印されて出て来る。

① 醋酸アムモニウムの水溶液が著しく加水分解をなすのと酷似する。

牛脂は牛の脂肉より得られる固體である。此等は油脂と稱される。<sup>①</sup> 油脂は脂肪酸<sup>②</sup>とグリセリン(アルコールの 1 種、附録綜合雜題 61 参照)とのエステルである。

脂肪を苛性ソーダと共に煮ると脂肪酸ナトリウム<sup>③</sup>が出来る。これは普通の石鹼<sup>④</sup>の成分をなす。

要領 エステルはアルコールの鹽である。油脂は天然に産するエステルである。石鹼はアルカリ金属の脂肪酸鹽である。

## 第六節 炭化水素 (其二)

實驗 96. コールタール 5cc 位を試験管に取り、熱して水と混じて見よ。

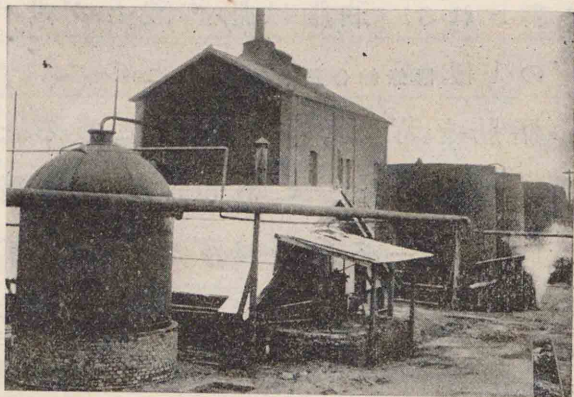
實驗 97. 試験管中に濃硫酸 5cc 位と濃硝酸 3cc 位とを混じ、これにベンゼン 2cc 位を加へて振盪して(少し温めよ)、生ずる香をニトロベンゼン(有毒)の香と比較せよ。何が生じたであらうか。

實驗 98. 約 1cc のニトロベンゼンを試験管に取り、これに 4cc 位の鹽酸と約 1g の鐵屑とを加へ、30 分間位振盪するとニト

- ① 油にはなほオリーブ油・椿油・胡麻油・亞麻仁油等種々ある。
- ② 脂肪をなす酸であつて、例へばパルミチン酸  $C_{15}H_{31}COOH$ ・ステアリン酸  $C_{17}H_{33}COOH$ ・オレイン酸  $C_{17}H_{33}COOH$  の如きものである。廣義にいへば醋酸・蟻酸の如きものもこれに含まれる。
- ③ 石鹼の清淨作用は主として物理的である。其の膠質溶液の粘性は埃を吸ひ取り、又加水分解で遊離したアルカリは脂肪質のものを溶かす作用をなす。

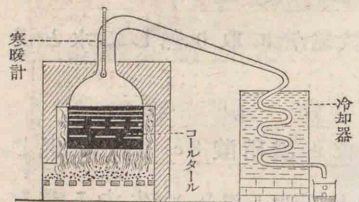


ベンゼンが還元される(臭が變化するので知られる)。次に其の溶液の2-3滴に數滴の濃硫酸を加へ、更にこれに重クロム溶カリウム溶液の2-3滴を加へて紫色の生ずるのを見よ。此の着色はアニリンのあることを示すものである。



第 84 圖 コールタールの分溜レトルト(最左端)

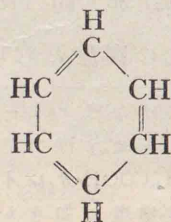
1. ベンゼン C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>



第 85 圖 コールタール分溜装置

左の釜にコールタールを入れ、寒暖計を備へて加熱し、諸温度で溜出するものを區分して冷却凝縮せしめる。

コールタールを蒸溜すればベンゼンが得られる。これは香氣のある液體で、1種の炭化水素である。其の蒸氣は C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> の分子式を有する。而して其の構造式



は多年の研究の結果によつて、右に示すやうであることが知られた。

① 之をベンゼン環と稱する。メタンがメタン同

① 俗に此の環を龜甲と稱する。

族體の基礎となるやうに、ベンゼンはベンゼン同



第 86 圖 ケキユレ (A. F. Kekulé: 1829—1896)

ケキユレは 1865 年にベンゼンの構造式が圖のやうな環狀體であることを唱へた。彼は熱心の餘り夢に炭素原子が輪の形につながるのを見て、此の考を案出したと傳へられる。

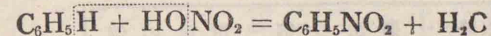
族體の基礎となる。これより種々の誘導體が生ずる。

2. ニトロベンゼン ベンゼンと硝酸とは次の反應でニトロベンゼンを生ずる。

此の反應は、生ずる水を硫酸で除けばよく進行する。



第 87 圖 パーキン (W. H. Perkin: 1838—1907)



ニトロベンゼンは香氣のある液體である。これはベンゼン環の H が、NO<sub>2</sub> なる原子團即ちニトロ基で置換された誘導體である。

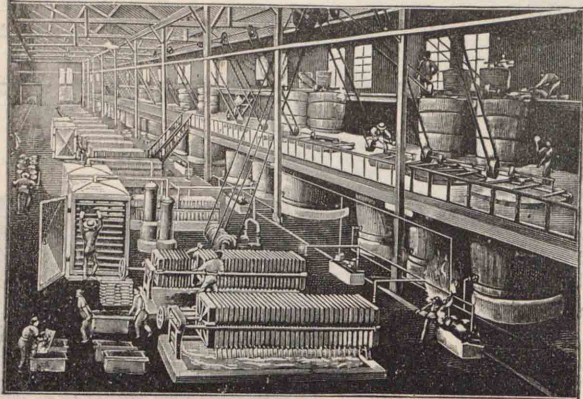
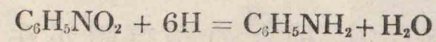
パーキンは 1856 年にアニリンを酸化してモーヴと呼ぶ染料を合成した。これが人工染料の最初である。此の生成は常人には顧みられなかつたが彼の慧眼は之を見逃がさなかつた。而して遂に上のやうな染料を發見し得たのである。

3. アニリン 上のニト

① 亞鉛で硝酸をアムモニアに還元することが出来る。アニリン(液體)はアムモニアのやうに鹽基であつて、酸と鹽(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>Cl の如き)を造る。



ロ基は還元されて次式のやうにNH<sub>2</sub>となる。此の生成物をアニリンといふ。



第 88 圖 染料工場

右の欄上の桶内で原料を混合して染料を合成する。下に並んで居るのは製品を壓搾して液分を押し出す装置。

アニリンはパーキンがこれより人工染料の最初であるモーヴを製したので有名である(1856年)。これによつて人工染料のことをアニリン

名 稱	構造式(略)	製法の例	用途の例
石炭酸		コールタールの分溜で得られる	消毒劑
サリチル酸		石炭酸から製される	解熱劑 防腐劑
トルエン		コールタールの分溜で得られる	他の物質の原料
ピクリン酸		石炭酸と硝酸とで製される	火 薬

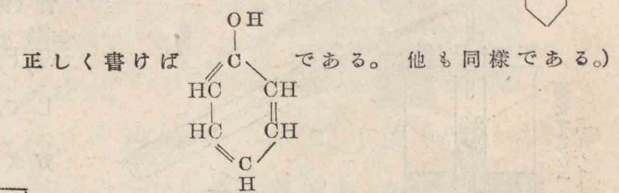


第 89 圖 藍 草

染料の首位にある青藍は昔は此の草からのみ製された。然し今では昔話の種となつて、現在青藍は殆ど化學的に合成される。

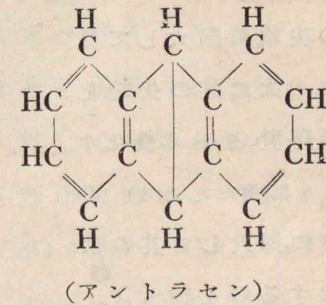
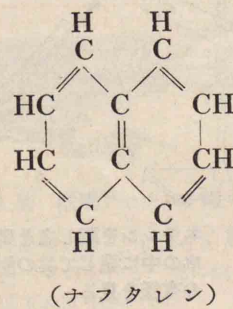
染料と稱する。<sup>①</sup>

4. 其の他の誘導體 ベンゼンのHが種々の原子團で置換された誘導體が數多ある。今其の例を前表に示す。(表中の諸式に於て、例へば は



其の他なほ没食子酸・クレソール(醫藥又は防腐劑)・サツカリン(人工甘味劑)等もベンゼン誘導體である。

5. ナフタレン アントラセン ベンゼン環が次のやうに重なつた化合物がある。



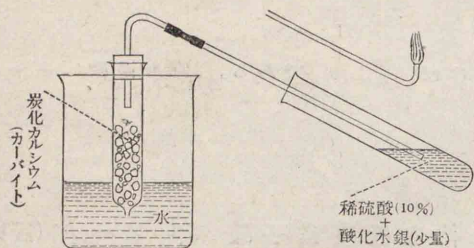
① 布を鹽酸アニリンに浸し、更にクロム酸溶液に浸すと黒染が出来る。これは堅牢なアニリン黒で染まつたのである。黒縞子等はかうして染められる。



ナフタレン(固体)は殺蟲に用ひられる。ナフタレンもアントラセン(固体)も染料の原料となる。

第七節 不飽和の化合物

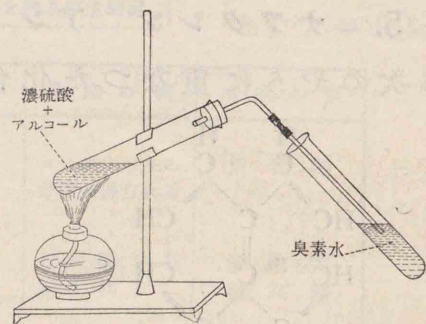
〔實驗〕 99. 粒状カーバイド 5 g 位を底の細く開いたガラス管(第90圖)に入れ、管



第 90 圖 カーバイドよりアセチレンを発生せしむ

多く浸せばガスの発生は進む。瞬時ガスを発生せしめて、導管の尖端に点火して見よ。次に其の尖端を稀硫酸(僅かの酸化水銀を溶解せしめる)の中に挿入して其の吸收するのを檢せよ。<sup>①</sup>

管(第90圖)に入れ、管の下端を僅に水に浸して、カーバイドよりガスの発生するのを檢せよ。此のガスはアセチレンである。其の管を次第に水に



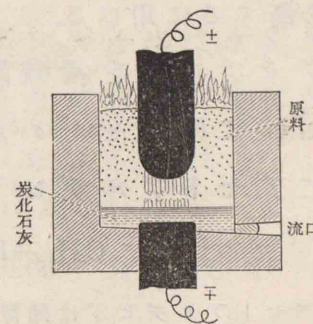
第 91 圖 エチレンを製し之を臭素水の中に通じて其の脱色の有様を見る

〔實驗〕 100. 濃硫酸 10 cc に 5 cc の酒精を加へ(第91圖), 加熱し

① 白色の沈澱(Hg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)の生成する時、特にガスがよく吸收される。

て氣體の發生するのを檢せよ。此の氣體を圖のやうに臭素水 5cc 位に通じ、其の脱色するのを檢せよ。脱色されるのは何故か。

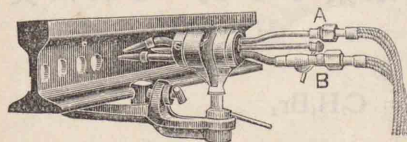
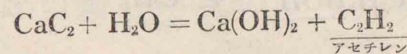
〔實驗〕 101. 亞麻仁油 5cc 位に少量の二酸化マンガンを加へて約 15 分間熱せよ。此の油を木片に塗つて放置し、其の表面が凝固するのを檢せよ。それが凝固するのは何故か。



第 92 圖 カーバイド製造爐

生石灰と炭素との混合物を圖のやうに爐内に充たし、兩炭素電極により電流を通じて之を強熱する。出來た熔融カーバイドは右下の口より流し出す。

1. アセチレン 炭化カルシウム(俗にカーバイドといふ)は水と次のやうな反應によつてアセチレン-ガスを生ずる。



第 93 圖 酸素アセチレン焰

A より酸素, B よりアセチレン-ガスを送つて焰を作る。此の焰をレールに當てれば孔があく。

カーバイドは石灰と炭素とを高温(電氣爐に於て)に熱して製される。此の反應は次のやうである。



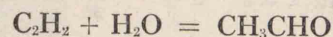
アセチレンは 1 種の炭化水素である。これは燈用等に用ひられる。アセチレ

① 特に漁船・夜店などに多く用ひられる。



ンと酸素とを混じて燃焼せしめれば、高温の火焰を生ずる。此の火焰を**酸素アセチレン焰**と稱し、鐵を熔接し又は切斷するに用ひる。

アセチレンを稀硫酸(酸化第一水銀を加へて觸媒となす)に吸収せしめれば、次式のやうに水と結合して**アセトアルデヒド**となる。



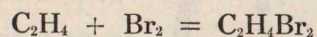
アセトアルデヒドは醋酸の製造に用ひられる。

**考** 138. カーバイドより醋酸を製するためには、其の途中に於て何々が製されるか。

**2. エチレン** 硫酸は酒精より水の分子を取つて次式のやうに**エチレン**(氣體)を生ずる。



エチレンは1種の炭化水素である。これは臭素と結合する。

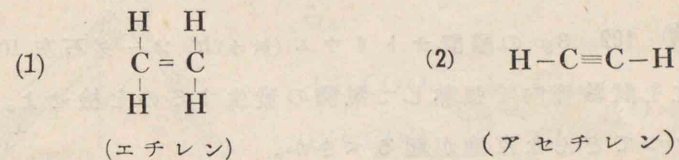


**加成反應** 上のやうにアセチレンには水が結合する。又エチレンには臭素が結合する。かやうに單に結合するのみの反應は、特に**加成反應**と稱される。

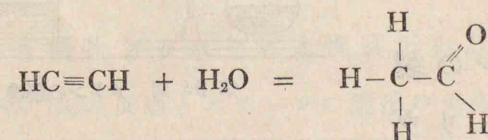
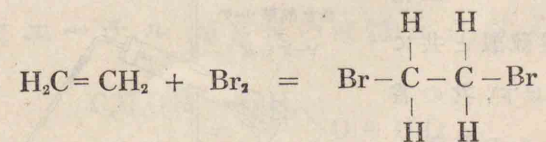
**3. 飽和と不飽和** 次の化合物では二つの炭素原子は何れも一つの價標で連結される。



然るにエチレンとアセチレンとには、水素原子が不足で兩炭素の價標に餘りがある。故に此等の構造式は次のやうに考へられる。



而して二つの炭素が(1)では**二重結合**をなし、(2)では**三重結合**をなすと稱される。又かやうな結合をなす化合物は**不飽和**と稱される。上の加成反應では此の結合が次のやうに破れるのである。



**4. 乾性油** 亞麻仁油は不飽和の化合物である。故に酸素と加成反應をなして凝固する。これを**乾燥**と



いふ。ペンキは此の理によつて乾燥するのである。此の凝固は二酸化マンガンを加へると早く進行する。

### 第八節 稍特種なる反應 メタン・アセ

#### トン・エーテルの製造

〔附〕 クロロフォルム

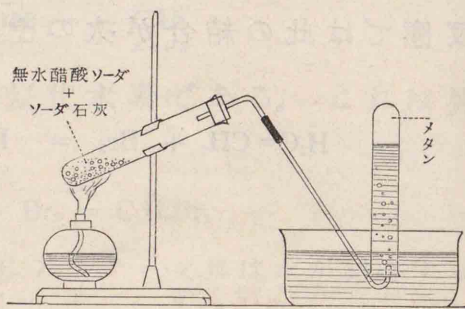
〔実験〕 102. 3g の醋酸ナトリウム(無水)にソーダ石灰 10g を加へ、之を試験管内で強熱して氣體の發生するのを檢せよ。これによつてどんな反應が起るべきか。

〔実験〕 103. 3g 位の醋酸カルシウムを試験管内で強熱し、管の冷所に液の凝固するのを檢せよ。且つそこに生ずる臭をアセトンの臭と比較せよ。これと前の實驗との相違は如何に考へられるか。

〔実験〕 104. 5cc の酒精を 4cc の濃硫酸と共に熱し(140°C 以下)、其の香氣をエーテルの香氣と比較せよ。

#### 1. メタンの製造 醋酸ナトリウ

ムをアルカリと熱すれば次式のやうにメタンを生ずる。

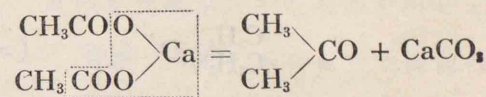
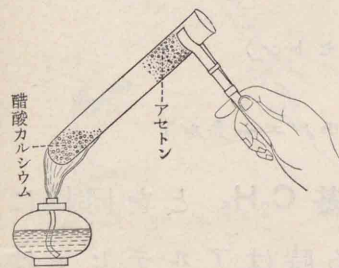


第 94 圖 メタンの製造



此の方法は、實驗室でメタンを製するに慣用される。

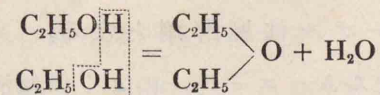
2. アセトンの製造 醋酸カルシウムを強熱すれば、次式のやうにアセトン(揮發性の液體)を生ずる。



第 95 圖 醋酸カルシウムを乾溜して生ぜしめたアセトンが試験管の上部の壁に凝縮する

〔考〕 139. 上に述べたメタンの製法とアセトンの製法とに於て、どんな原因で其の差を生ずると思ふか。

3. エーテルの製造 酒精と硫酸とでは、次式のやうにエーテル(揮發性の液體)を生ずる。



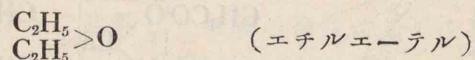
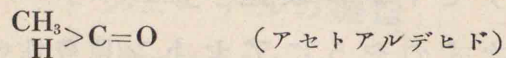
硫酸は有機物より水を奪ふ性質がある。

〔考〕 140. 此の反應とエチレンの製造の反應とを比較せよ。

① 硫酸の多い時は  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  より  $\text{H}_2\text{O}$  が取られてエチレンが生ずる(本章第七節参照)。然るに硫酸の少い時は  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  より  $1\text{H}_2\text{O}$  が取られてエーテルになる。



比較 アセトンもエーテルも外観はよく似た液體で、共に揮發し易い(アセトンの沸點は $56^{\circ}$ で、エーテルの沸點は $35^{\circ}$ である)。此等とアセトアルデヒドとは、其の構造式に於て次の關係を有する。



今メチル基  $\text{CH}_3$  とエチル基  $\text{C}_2\text{H}_5$  とを同様に見て、それを  $\text{R}$  で表はす。然る時は アルデヒドは  $\text{R}$  と  $\text{CHO}$  とが結合したもので、アセトンは  $2\text{R}$  と  $\text{CO}$  とが結合したものである。 又エーテルは  $2\text{R}$  と  $\text{O}$  とが結合したものである。

**用途** アセトンもエーテルも共に溶劑として用ひられる。又エーテルは麻酔劑となる。

「附」 **クロロフォルム** エーテルによく似た液體に**クロロフォルム**がある。これも麻酔劑に用ひられる。クロロフォルムは  $\text{CH}_4$  の誘導體で、 $\text{CHCl}_3$  の分子式を有する。

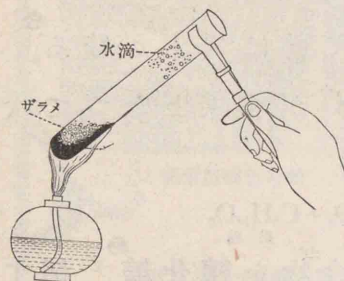
① 廣義にはケトンといふ。アセトンはケトンの一であつて、 $\text{R}$  が  $\text{CH}_3$  であるものをいふ。

② 酒精と晒粉とで製される。

## 第十一章 天然有機物

### 第一節 炭水化物

〔實驗〕 105. 「ざらめ」 $5\text{g}$ 位を試験管に取り、攪拌しつゝ熱すれば、



第 96 圖 ざらめを試験管中で強熱する

管壁の冷所に水分とタールとが凝縮して「ざらめ」は炭となる。

始めは水とタールとを生じて茶褐色の粘性物となり、更に強熱すれば其の粘性物が炭となるのを檢せよ。

〔實驗〕 106. 木片に就て同様の試験を行へ。

〔實驗〕 107. 「ざらめ」 $5\text{g}$ 位を水 $20\text{cc}$ 位に溶解してA, Bに2分せよ。

Aにフエーリング溶液の數滴を加へ、加熱して其の變化の有無を檢せよ。又Bに鹽酸の數滴を加へて數分間熱し、これに苛性ソーダ溶液を加へてアルカリ性となし、更にフエーリング溶液を加へて加熱し、赤色の酸化第一銅の生ずるのを見よ。

1. **蔗糖** 甘蔗(又は甜菜)を搾つて得た液汁<sup>②</sup>を煮詰めると、蔗糖が結晶となつて得られる。「ざ

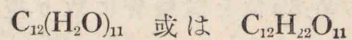
①  $14\text{g}$ の膽礬を $200\text{cc}$ の水に溶解し、又 $23\text{g}$ の苛性ソーダと $70\text{g}$ のロツシエル鹽とを $200\text{cc}$ の水に溶解し、此の兩溶液を混合するとフエーリング溶液が製される。

② 此の液汁を精製し脱色して煮詰め、蔗糖を結晶せしめる。其の跡に糖蜜が残る。脱色は主に骨炭に依る。又之を煮詰めるには真空鑪を用ひる。



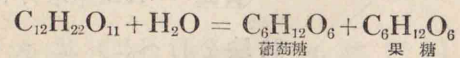
らめ」は蔗糖のよく結晶したものである。

蔗糖は炭素・水素・酸素の化合物である。而して其の水素と酸素とは  $H_2O$  をなす量であつて、其の分子式は次のやうである。



之を熱すれば水が失はれて、跡に炭素が残る。<sup>①</sup>

2. 轉化糖 蔗糖は酸の  $H^+$  が觸媒となつて次のやうに加水分解をなす。

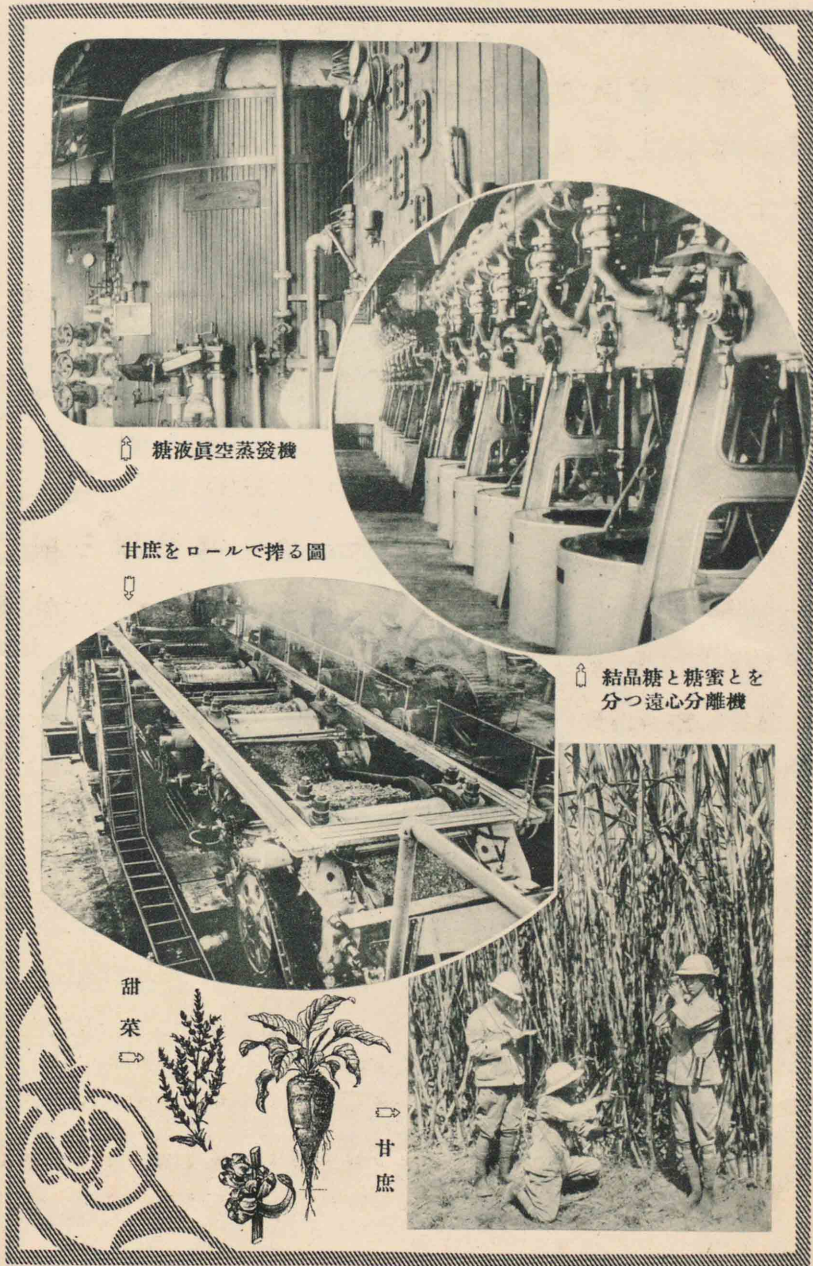


此の生成物、即ち兩糖の混合物を轉化糖と稱する。蔗糖はフェーリング溶液を還元しないが、轉化糖は之を還元して酸化第一銅を生ずる。<sup>②</sup>

3. 葡萄糖 葡萄の實の中に含まれて居るので此の名がある。此の糖は蔗糖よりのみならず、澱粉・纖維素の加水分解によつても生ずる。<sup>③</sup> 此の加水分解の觸媒は酸又は酵素である。麴の麴黴の中の酵素で米の澱粉を加水分解すると甘酒の

- ① 蔗糖の加熱中、始めこれが飴様となるのはカロメルになつたのである。カロメルは酢などの着色に用ひられる。
- ② 蔗糖は偏光を右旋し、轉化糖は反對にこれを左旋するので此の名がある。蜂蜜の甘味は轉化糖による。
- ③ 澱粉糊に鹽酸を加へ、加熱して葡萄糖を製する大工場がある。鋸屑に鹽酸を加へて葡萄糖を製すると、これによつても酒精が製される。

砂糖の製造



糖液真空蒸發機

甘蔗をロールで搾る圖

結晶糖と糖蜜とを分つ遠心分離機

甜菜

甘蔗

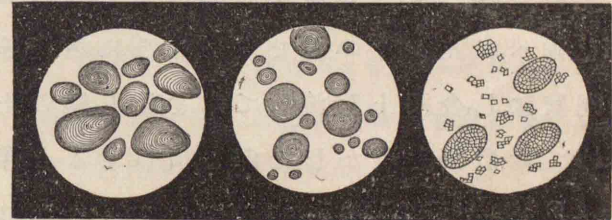


① 葡萄糖が出来る。葡萄糖が飲食物に甘味を付けるために用ひられることは蔗糖と同様である。

4. 麥芽糖 麥が發芽する時には其の内に酵素が生ずる。② 發芽する麥に水を加へて酵素を變化させないほどの温度で熱すると、麥中の澱粉が麥芽糖になる。之を煮詰めれば餡が製される。又之を醱酵させれば麥酒が製される。

葡萄糖や麥芽糖は酵母により醱酵して酒精となるものである。

5. 澱粉 米や薯には澱粉が多い。澱粉は粒状をなすもので、之を水と共に熱すれば、其の皮膜が破れて内容物が糊となる。



馬鈴薯 小麥 米

第 97 圖 澱粉粒

澱粉を顯微鏡で見た圖。植物の種類によつて其の内の澱粉が各々特別の形をなす。

これが更に酸や酵素の作用で麥芽糖や葡萄糖と

① 第十章第三節醱酵の項を参照せよ。

② 植物が種子より發芽し、又其の芽が生長する時は、芽は種子より榮養分を採る。此のためには種子の澱粉等を可溶性とする必要がある。自然が種子内に酵素を生ぜしめるのは此の故である。



なることは既に學んだ。澱粉を糖化させる酵素を特に**ジアスターゼ**と稱する。

6. **纖維素** 木綿は纖維素より成る。木材も之を多く含む。木材より採つた不純な纖維素を**パルプ**といふ。纖維素は化學上ではアルコールに似た點がある。故に硝酸によつてエステルを生ずる。これは元の纖維素と外見は同様に見える。木綿より製した硝酸纖維素は**硝化綿**ともいふ。此の溶液(酒精とエーテルとを溶劑とする)が**コロチオン**になる。之を固めて火薬にもなし(アセトンを加へて)、又これより**セルロイド**が製される(樟腦と固めて)。

7. **洋紙** 纖維素に其の目を填めるために粘土等を加へ、又インキの浸まないやうに樹脂等を加へて水で粥状にし、金網上を流して水を濾し、網の上に膜を生ぜしめて、此の膜を乾かし、光澤を出させると**洋紙**が製される。

8. **人造絹絲** 纖維素は種々の藥品で之を溶解せしめることが出来る。其の溶液を小穴を通して凝固劑の中に押し出すと**人造絹絲**が製される。

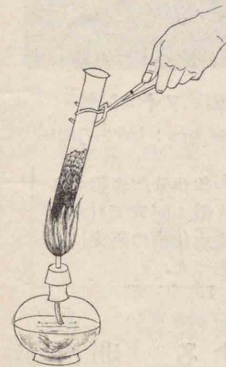
**炭水化物** 糖類・澱粉・纖維素は共に炭水化物である。而して次表のやうな化學式を有する。

① 例へば纖維素を苛性ソーダと二硫化炭素との作用で溶解せしめると溶液(膠質)が出来る。之を**ヴィスコース**といふ。此の溶液を硫酸水溶液中に押し出し、凝固せしめて絲とする。

葡 萄 糖 蔗糖及び麥芽糖 <sup>①</sup>	$C_6H_{12}O_6$ $C_{12}H_{22}O_{11}$	澱粉及び纖維素	$(C_6H_{10}O_5)_n$
-------------------------------	--	---------	--------------------

## 第二節 蛋白質

(實驗) 108. 卵白 5cc 位に濃硫酸 5cc 位及び硫酸銅 1 粒を加へ 15 分間位強熱せよ。次に此の溶液を苛性ソーダでアルカリ性として其の臭氣を検せよ。又其の 2—3 滴にネスレル氏試薬 5cc 位を加へて、赤褐色の沈澱の生ずるのを検せよ。



第 98 圖 卵白に濃硫酸を加へて熱する

圖のやうに時々焰に當てて熱する。強熱すれば液が飛び出る。

(實驗) 109. 卵白 5cc 位に蒸溜水 10cc 位を加へて振盪し、これに數滴の鹽酸を加へて其の凝固するのを検せよ。

1. **蛋白質** 卵白は蛋白質の 1 種である。これと硫酸(硫酸銅を觸媒とする)とで**アムモニア**を生ずる。これは**蛋白質に窒素を含有する**からである。

蛋白質は動植物の組織を成すのに必要なもの

① 麥芽糖は  $C_{12}H_{20}O_{10} \cdot H_2O$  といはれて居る。



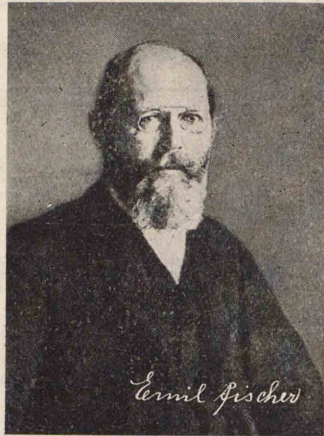
で、肉類・牛乳・大豆等の主成分である。蛋白質はそれを含む物の種類によつて其の種類を異にする。然し何れも約 15—19% の窒素を含有する。

2. 膠質 卵白は水に溶けても眞の溶液にはならないで、所謂膠質液となる。眞の溶液内では溶質は分子又はイオンとなる。然るに卵白は水中で普通の分子に比して頗る大なる粒子となつて存する。膠質液に電解

質を加へる時は粒子が集つて凝固する。卵白が鹽酸で凝固するのは此の理に依るのである。<sup>①</sup>

膠質は水中に溶けるやうに見えても、其の粒子が大であるから、溶解したとはいはずに分散したといふ。分散物は硫酸紙の目を通り得ない。故に共存する溶質と次圖のやうにして分離される。

① 豆腐は牛乳狀の豆汁に僅少の鹽化マグネシウムを加へ、凝固させて製する。蒟蒻糊は僅少の石灰で凝固する。

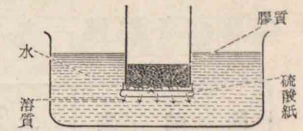


第 99 圖 ファイツシャー  
(Emil Fischer: 1852—1919)

蛋白質の加水分解産物であるアミノ酸の研究で有名な人。又炭水化物の研究にも大功があつた。

かやうに膠質液をなす所の物質を總稱して膠質物と稱する。蛋白質・纖維素・寒天等は膠質物である。

眞の溶液となるものは晶質物で結晶せしめ得るものである。



第 100 圖 硫酸紙で膠質と溶質とを分つ

3. 加水分解 蛋白質は鹽酸と共に加熱する時は、澱粉等に似て加水分解してアミノ酸<sup>①</sup>となる。アミノ酸には味のあるものがある。味噌や醤油は大豆の蛋白質を酵素で加水分解を起させて、此の酸を生ぜしめるから其の味が出るのである。

### 第三節 榮養物及びビタミン

1. 榮養素 人體の榮養品の最も必要な成分は次の 4 種であつて、此等を榮養素といふ。

(1)蛋白質 (2)炭水化物 (3)脂肪

(4)水及び鹽類

2. 食量 本邦人は 1 人 1 日約 2400 kg カロリーのエネルギーを要する。此のエネルギーは上の (1)—(3)

① アミノ酸は例へば  $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$  のやうに  $\text{NH}_2$  基を有する酸である。麴質(グルテン)といふ蛋白質を加水分解せしめればグルタミン酸といふアミノ酸が得られる。味の素は此の酸の鹽である。

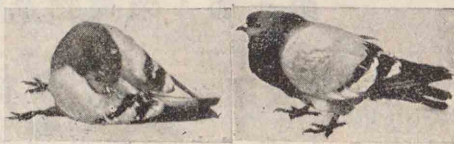


の栄養素を適当に配合された物を混食することによつて補充される。今保健上安全と見做される栄養素の割合及び各燃焼エネルギーを表示すれば次のやうである。

栄養素	1gの燃焼エネルギー	配合量	全部の燃焼エネルギー
蛋白質	(kgカロリー) 4	80(g)	(kgカロリー) 320
脂肪	9	20	180
炭水化物	4	460	1,840

蛋白質は栄養作用をなした後其の窒素は主として尿素  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  となり、脂肪及び炭水化物は炭酸ガス及び水となる。

3. **ビタミン** 吾人の栄養には上の栄養素の外に更に**ビタミン**を必要とする。これにはA, B, C, D等の種類がある。此等は何れも栄養上特殊の作用がある。故に其の一を缺けば特殊の病を起す。例へばAを缺けば「せむし」が起り、Bを缺けば脚氣のやうな病氣が起る如きである。今此等のビタミンの多く存在するものと、其の缺乏によつて起る病とを次に表示する。



第101圖 ビタミンBの缺乏の影響を示す

左圖 ビタミンBの缺乏のために神経筋肉の病を起した鳩  
右圖 左圖の鳩にビタミンBを注射したために直ちに恢復したもの

ビタミン	含有量の多い物質	缺乏による病
A	肝油・牛乳・バター・卵黄	生長を妨ぐ(鳥眼)
B	米 糠・酵 母	脚 氣 様 症
C	蔬菜・レモン汁	壊 血 病
D	肝油・椎タケ	佝 僂 病

4. **腐敗** 動植物の死體は腐敗する。腐敗は醱酵と似た作用であるが、無用有害の生成物を生ずるので醱酵とは區別されて居る。

これは主に細菌の作用によつて起るものである。故に防腐には細菌の生長を防ぎ、又は之を死滅せしめることが肝要である。防腐の方法としては冷却乾燥・防腐薬使用等が行はれる。

#### 第四節 天産特殊有機物

炭水化物・脂肪・蛋白質などは何れの植物にも含有されて居る。次に特殊の植物に限つて含まれて居る有機物を考へて見よう。

1. **ゴム** 熱帯で盛にゴム樹が栽培される。其の皮に傷をつければ牛乳様の液が流れ出る。此の液より**生ゴム**が製される。これに硫黄を混じて加熱すると弾性の強い所謂**和硫ゴム**が得ら



① 普通のゴム製品には生ゴムと硫黄との外に多量の夾雑物が混入して居る。弾性の強いゴムバンドの如きは夾雑物が少く、消ゴムの如きは夾雑物が多い。

ゴム製品の用途は頗る多い。而して我が國で生ゴムを輸入して之を種々の製品とする産高は甚だ大きい。

2. テルペン 松などの針葉樹には樹脂(やに)がある。此の種の樹より所謂**テレピン油**が採られる。其の主成分は**テルペン**といふ芳香油の1種である。

テレピン油は水に溶け難い油脂などを溶かし得るもので、ペンキを薄めるなどに用ひられて用途が廣い。

3. 樟腦 我が臺灣は樟樹の特産地である。此の樹より**樟腦**が製されて海外に輸出される。醫藥・殺蟲劑等として日常よく見る所である。又セルロイドの製造には是非必要なものである(本章第一節参照)。近來人造樟腦の製造が漸く行はれて來た。

① 但し此の際硫黄が多ければ硬い**エポナイト**になる(第三章第三節2参照)。

## ゴムの製造



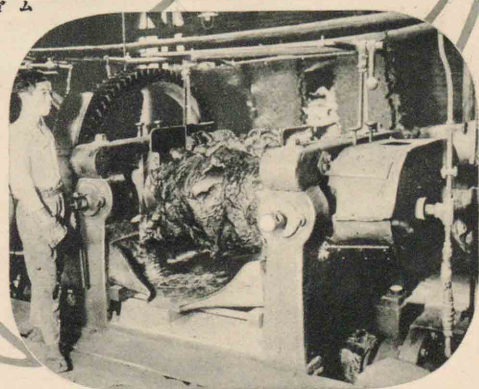
① ゴム園



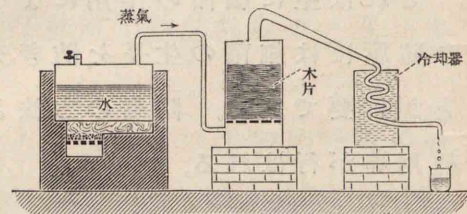
ゴム汁の採取



① 生ゴム



① ゴム原料の練合せ



第 102 圖 水蒸氣蒸溜

松などよりテレピン油を採る装置。圖のやうにタンクに木片を入れ、下より水蒸氣を通じて木材中の揮發分を水蒸氣と共に取り出し、之を冷却器に導き液化して水分と分つ。





うるし

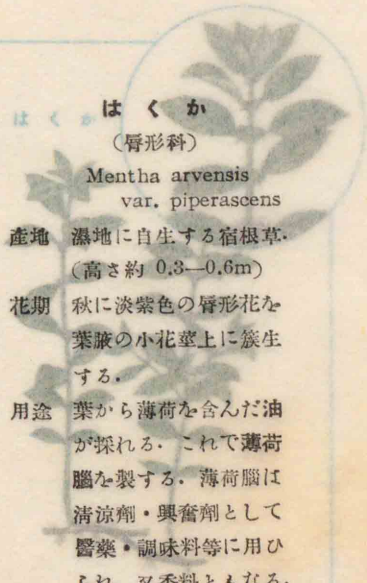
(漆樹科)

*Rhus vernicifera*

産地 支那の原産，本邦各地に栽培される喬木。(高さ約7—10m)

花期 初夏に黄緑色の小花を複總狀に開く。

用途 古來本邦で塗料として珍重された漆が此の樹汁から採れる。又其の實からは蠟が採れる。



はくか

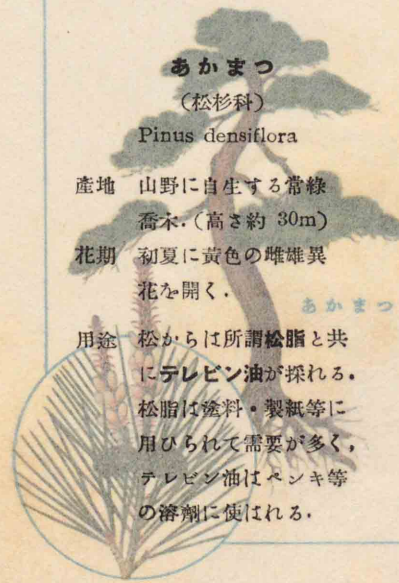
(唇形科)

*Mentha arvensis*  
var. *piperascens*

産地 濕地に自生する宿根草。(高さ約0.3—0.6m)

花期 秋に淡紫色の唇形花を葉腋の小花莖上に簇生する。

用途 葉から薄荷を含んだ油が採れる。これで薄荷腦を製する。薄荷腦は清涼劑・興奮劑として醫藥・調味料等に用ひられ、又香料ともなる。



あかまつ

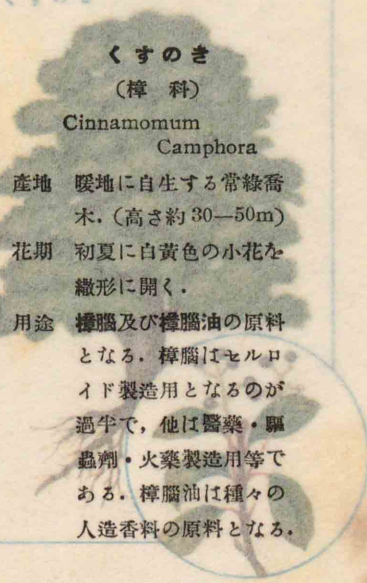
(松杉科)

*Pinus densiflora*

産地 山野に自生する常綠喬木。(高さ約30m)

花期 初夏に黄色の雌雄異花を開く。

用途 松からは所謂松脂と共にテレピン油が採れる。松脂は塗料・製紙等に用ひられて需要が多く、テレピン油はペンキ等の溶劑に使はれる。



くすのき

(樟科)

*Cinnamomum*  
*Camphora*

産地 暖地に自生する常綠喬木。(高さ約30—50m)

花期 初夏に白黄色の小花を繖形に開く。

用途 樟腦及び樟腦油の原料となる。樟腦はセルロイド製造用となるのが過半で、他は醫藥・驅蟲劑・火藥製造用等である。樟腦油は種々の人造香料の原料となる。



うるし

(漆樹科)

*Rhus vernicifera*

産地 支那の原産，本邦各地に栽培される喬木。(高さ約7—10m)

花期 初夏に黄緑色の小花を複總狀に開く。

用途 古來本邦で塗料として珍重された漆が此の樹汁から採れる。又其の實からは蠟が採れる。

はくか

(唇形科)

*Mentha arvensis*  
var. *piperascens*

産地 濕地に自生する宿根草。(高さ約0.3—0.6m)

花期 秋に淡紫色の唇形花を葉腋の小花莖上に簇生する。

用途 葉から薄荷を含んだ油が採れる。これで薄荷腦を製する。薄荷腦は清涼劑・興奮劑として醫藥・調味料等に用ひられ、又香料ともなる。

あかまつ

(松杉科)

*Pinus densiflora*

産地 山野に自生する常綠喬木。(高さ約30m)

花期 初夏に黄色の雌雄異花を開く。

用途 松からは所謂松脂と共にテレピン油が採れる。松脂は塗料・製紙等に用ひられて需要が多く、テレピン油はペンキ等の溶劑に使はれる。

くすのき

(樟科)

*Cinnamomum*  
*Camphora*

産地 暖地に自生する常綠喬木。(高さ約30—50m)

花期 初夏に白黄色の小花を繖形に開く。

用途 樟腦及び樟腦油の原料となる。樟腦はセルロイド製造用となるのが過半で、他は醫藥・驅蟲劑・火藥製造用等である。樟腦油は種々の人造香料の原料となる。



はくか

(樟樹科)

*Mentha arvensis*  
var. *piperascoens*  
草類に属する木質の多年生植物  
(高さ 0.3-1.0m)  
葉は対生し、縁に鋸歯がある。花は  
唇形花冠の二唇性で、葉の裏面に  
腺毛を有する。葉の蒸気は強い  
香りを放つ。薬用として、消化器  
の障害、頭痛、嘔吐、腹痛、  
心臓病、神経痛、風湿痛、  
皮膚病などに用いられる。また、  
香料としても用いられる。

きのみ

(樟科)

*Cinnamomum*  
*Camphora*  
常緑樹。高さ 30-50m。木  
質は黄白色。葉は革質で、縁に  
鋸歯がある。葉の裏面に腺毛を  
有する。葉の蒸気は強い香りを  
放つ。薬用として、消化器の  
障害、頭痛、嘔吐、腹痛、  
心臓病、神経痛、風湿痛、  
皮膚病などに用いられる。また、  
香料としても用いられる。

うるし

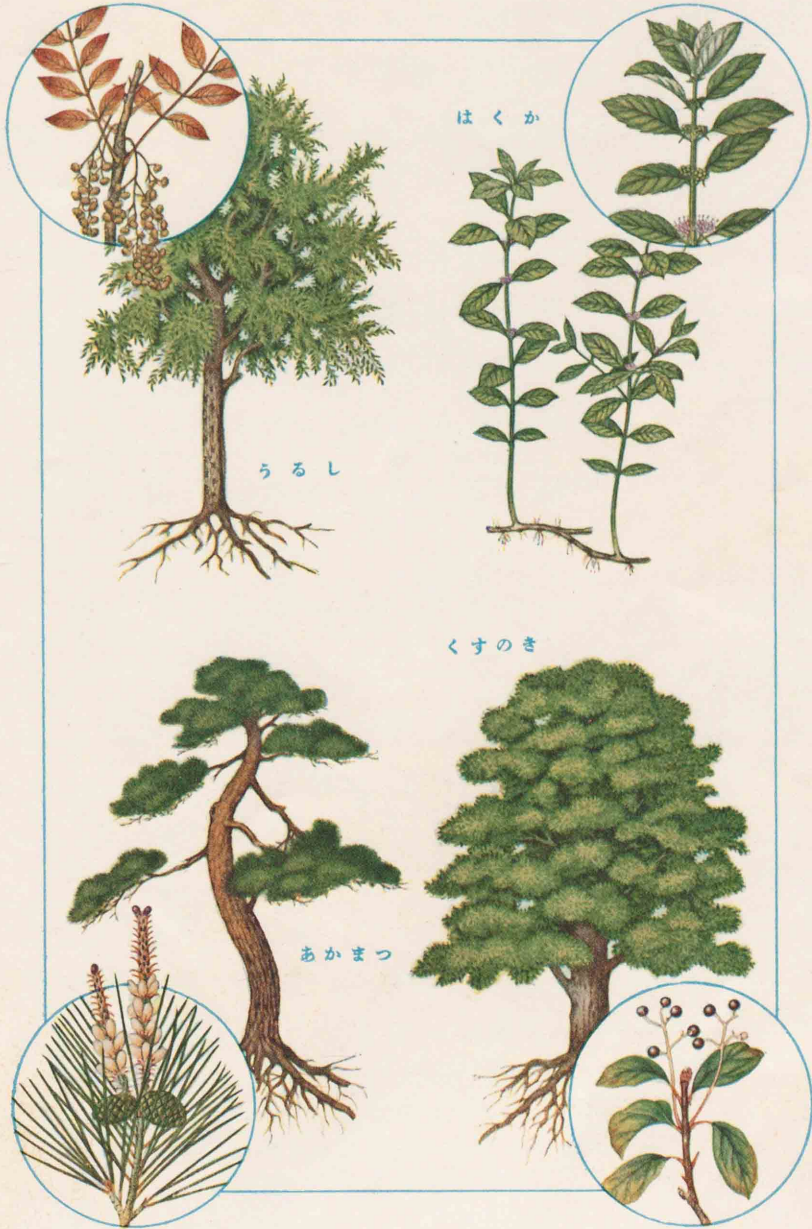
(樟樹科)

*Rhus verniciflua*  
常緑樹。高さ 10m。木質は  
黄褐色。葉は対生し、縁に鋸  
歯がある。葉の裏面に腺毛を  
有する。葉の蒸気は強い香りを  
放つ。薬用として、皮膚病、  
神経痛、風湿痛などに用い  
られる。また、香料としても  
用いられる。

あかまつ

(松科)

*Pinus densiflora*  
常緑樹。高さ 30m。木質は  
黄褐色。葉は針状で、縁に鋸  
歯がある。葉の裏面に腺毛を  
有する。葉の蒸気は強い香りを  
放つ。薬用として、皮膚病、  
神経痛、風湿痛などに用い  
られる。また、香料としても  
用いられる。





4. 薄荷 我が國は薄荷の特産地で、廣く海外に輸出される。1種の草より採取されるもて、醫藥として諸子のよく見る所である。

5. 化學上の關係 生ゴム・テレピン油・樟腦・薄荷の分子式は甚だ類似すると考へられる。

テルペンは  $(C_5H_8)_2$  なる分子式で表はされる。これは酸素を吸収して粘性を帯び、遂に樹脂となる。生ゴムの主成分は  $(C_5H_8)_n$  と考へられるもので、酸素に似た硫黄と化合して和硫ゴムが造られる。

樟腦の分子式は  $C_{10}H_{16}O$  であつて、テルペンの式に  $O$  が加はつたものである。薄荷の分子式はこれに更に  $H_2$  が加はつたもので、 $C_{10}H_{18}O$  である。此等は酸素とは容易に化合しない。

更に其の構造式を知れば、一層此等の關係が正確になる。

6. 漆 漆<sup>①</sup>は漆樹の表皮に傷を付けると流れ出る液である。1種の不飽和化合物であつて(第十章第七節参照)、酸

① 漆は我が國にも産するが、支那に最も多い。其の凝固は水分で促進される。皮膜は堅牢であるが、凝固の遅いのが缺點である。漆の主成分はウルシオールと呼ばれるものである。



素と結合して凝固する。

7. アルカロイド 植物中には特殊の醫藥などを含んで居るものが多い。其等の中にアルカロイドと稱されるアルカリ性のものが少なくない。其の主なるものを次表に示す。

アルカロイド	所 在	特 効
茶素(カフェイン)	茶 及 び 珈 琲	興 奮 作 用
モ ル フ イ ン	罌粟の實より取つた阿片	麻 酔 作 用
ニ コ チ ン	煙 草 の 葉	有毒で殺蟲の効がある
キ ニ ン	キ ナ 樹 の 皮	解 熱 作 用

此等はアルカリ性であるので酸と作用して鹽をなす。

8. タンニン 澁柿の澁の主成分はタンニン(單寧)である。これは槲皮・五倍子・沒食子等の皮にも含まれる。生皮を此の水溶液に浸せば革となる。又魚網をこれに浸せば其の腐朽を防ぐことが出来る。かやうにタンニンは用途の廣いものである。

ア ル カ ロ イ ド 有 含 植 物



たばこ (ニコチンを含む)

けし (モルフィンを含む)

ちや (カフェインを含む)

こ ー ひ ー (カフェインを含む)



アルカロイド嗜好料

茶・コーヒーのやうな嗜好料は、含有するアルカロイド及び香味によつて、精神の疲勞を醫する効がある。たゞ其の量を過すときは、神経や内臓諸器官を刺戟し、疾患を起す因となる。故に其の量を節するやうにすべきである。

たばこ (Nicotiana tabacum)

茄科に屬する一年生草本で、高さ凡そ1.5—2mになる。葉を煙草の原料にする。先づ葉を月餘に亘つて乾燥して醱酵を起させ、色と香とを有するに至らしめる。之を刻煙草・葉巻・紙巻等にするのである。

けし (Papaver somniferum)

罂粟科に屬する二年生草本である。蒴果より液汁を採取して阿片を製する。

ちや (Thea sinensis)

山茶科に屬する常綠灌木である。春季其の嫩葉を採り、蒸して(殺菌して變色を防ぐ)から、焙爐に移して揉み、乾燥させる。

コーヒー (Coffea arabica)

茜草科に屬する常綠灌木で、高さ6—7m 余に達する。十分に成熟した種子を醱酵させ、乾燥して焦つて粉にしたものを飲料にする。

主要有機物生産高及び輸出入表 (昭和4年度)

品名	本邦生産高 (千題)	世界主要産地 及び生産高 (千題)	輸出高 (萬圓)	輸入高 (萬圓)
石炭	37,200	米國 546,100 (本邦ノ約15倍)	2,320	4,300
石油	(百萬バレル) 2.1	米國 (百萬バレル) 1,010.0 (本邦ノ約500倍)	6	9,860
甘蔗糖	868	キューバ 5,239 (本邦ノ約6倍)	3,112	3,119
製紙用パルプ	628	米國 3,800* (本邦ノ約6倍)	—	1,349
染料	8.3*	獨國 75* (本邦ノ約9倍)	37	893
生ゴム	—	英領馬來 456	—	3,388
樟腦及び薄荷 (油を含む)	9.0	本邦 9.0	1,603	—
米	11,364	英領印度 49,576 (本邦ノ約4倍)	108	57
醋酸	(萬圓) 337.4	—	2	136

\* は昭和3年度



## 第十二章 化學量論の諸定律と 分子量及び原子量

### 第一節 化學量論の諸定律

#### 1. ボイル時代までの化學發達の概要

(1) 化學が一の學問として研究されるやうになつたのは、今より約 300 年前に英國人 **ボイル** (物理學者で **ボイル** の定律を發見した人) が「物質は數種の元素より成つて居るものである」といふ考を起してからのことである。

西曆紀元前既に簡単な化合物及び 2—3 の金屬はよく知られて居た。例へば **食鹽・洗濯ソーダ・炭酸カリウム・硝石・炭酸カルシウム** のやうな鹽、及び **金・銀・銅・水銀** 等の金屬は何れも天然に存在して居たために、古くより知られて居た。又 **燃焼** といふことは人が生存の始より行はれて居たことであるから、簡単な燃焼操作で天然物より製されるものも既に知られて居た。例へば大理石を焼いて **生石灰** を得、錫・鉛の鑛石を炭と共に熱して **錫・鉛** を得、又鐵の鑛石を炭と共に熱して **鐵** を得た如きである。

其の後天然産の物を原料として化合物を作ることが始まつた。例へば黄鐵鑛に **FeS<sub>2</sub>** を粉末にして長く風雨に曝して置けば、自然に水に可溶性の物に變ずるやう

になるので、此の溶液を蒸發させて **綠礬 FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O** を得た。又粘土と黄鐵鑛を含んだ石炭との混合物を強熱して、水に溶かした溶液より **明礬** を得た。

(2) 紀元後より 1500 年代までは **煉金術時代** と稱して、凡てのものを金に變へようと努力した。これは全然成功しなかつたが、此の努力の副産物として化學發達の基礎が開かれた。今より約 1000 年前に **明礬** 又は **綠礬** を熱して **硫酸** が初めて得られたのである。次に食鹽と明礬とを熱して **鹽酸** が得られ、又硝石と明礬とを熱して **硝酸** が得られた。其の後明礬の代りに硫酸を用ひて **鹽酸・硝酸** を得ることが發見された。次に既に此の時までに知られて居た金屬を此等の酸に溶かし、此の溶液を蒸發させて種々の **金屬鹽** を得た。金は此等の酸の何れにも溶けなかつた。然し硝酸に食鹽を混じたものの中にはよく溶けた。其の後食鹽の代りに鹽酸が用ひられた。

(3) 洗濯ソーダに石灰水を加へて得た溶液は今日の苛性ソーダであつて、古くよりこれと油とで **石鹼** が作られて洗濯用に供されて居た。又此の苛性ソーダ溶液に鹽酸を作用させ、或は炭酸ソーダに鹽酸を作用させて、天然の **食鹽** と同一の物質を得ることが同じく發見されて居た。かやうな變遷によつて化學の基礎をなす **酸・鹽・基鹽** は古くより知られて居たのである。

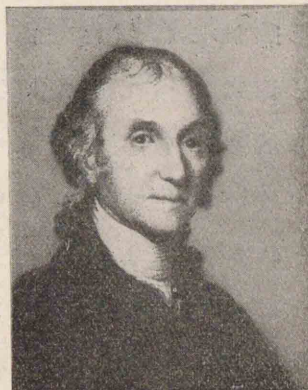


2. **ボイル時代より酸素発見** (1744年) に至るまで 古くより金銀以外の他の金属を空气中で熱すると、種々の色を有する粉末が得られることが知られて居た。外見上此の粉末は金属よりも軽く見えるから金属を熱すれば重量が減ずるものと思はれて居た。然るに佛國の醫師 **レイ** Rey は錫を空气中で熱すると其の重量が増加することを発見した (1630年)。而して此の原因は空氣に關係があることを指摘した。**ボイル** は **レイ** の實驗を反覆し、更に銅・鐵・鉛等の諸金属を空气中で熱する時、其の重量の増加することを認めた (1673年)。而して此の原因を空氣に歸さないで、熱するのに用ひた火が金属に加はつて其の重量を増すものと考えた。(ボイルのやうな大學者でも、今日より見ればかやうな簡単なことすら、正解することが出来なかつたのである。) 其の後英國人 **メーヨー** Mayow は 29 歳の時、蠟燭が空气中で燃えると空氣の一部分が消失することを発見した (1674年)。又水の上にガラス器を倒立し、此の中に鼠を入れて置くと其の空氣の容積が  $\frac{1}{5}$  だけ減じ、鼠が死ぬことを発見した。且つ空气中で蠟燭が燃えて了つた後の氣體の中に鼠を入れると、鼠が忽ち死ぬことを発見した。そこで空气中で物が燃焼することと動物の呼吸作用との間には關係のあることに氣づくに至つた。<sup>①</sup> 其の後約

① **メーヨー** が若し長生きして居たならば、必ず酸素を発見したであらうと考えられる。彼は 34 歳で歿した。

100 年間も燃焼に關しては著しい實驗的研究がなかつた。**ラヴォアジエ** Lavoisier は密封した器内に錫を入れて置き、之を熱して見たが著しい目方の増加は感ぜられなかつた。然るに其の器具を破壊して金属と空氣とを觸れしめると、其の重量が著しく増加することを発見し、**レイ** の實驗を確め得て、錫が燃えるのは空氣中の或成分に關係のあることを明かにした (1774年)。即ち空氣の  $\frac{1}{5}$  が錫の燃焼によつて消費されるもので、物質の燃焼は空氣中の此の部分に關係のあることを豫想した。

英國人 **プリーストリー** Priestley は水銀を空气中で靜かに熱して得たもの ( $HgO$ ) を更に強熱して或ガス(酸素)を生ぜしめ、此の中では物質の燃焼が空气中よりも遙かに激しいことを認めて**酸素**を発見した (1774年)。**プリーストリー** は此のことを**ラヴォアジエ** に知らせた。そこで**ラヴォアジエ** は、物質が空气中で燃焼するのは空氣の  $\frac{1}{5}$  を占めて居る**酸素**が物質と結合する現象であつて、他の部分



第 103 圖 **プリーストリー**  
(J. Priestley : 1733—1804)

英國の牧師。1774年に**シエレー**とは別箇の方法で**酸素**を発見した。それは直径16吋及び7吋の2個のレンズを用ひて日光を集め、これによつて酸化水銀を加熱し**酸素**を得たのであつた。其の他  $HCl$ ,  $SO_2$ ,  $NO$ ,  $CO$  等の多くの重要な氣體を発見した。後に政治上の反對派に教會を焼かれ、アメリカに逃れて餘生を送つた。



は燃焼には全く関係のないことを公にした。かやうにして酸素と空氣とが發見された。

3. 水・炭酸ガス・鹽化水素の成分決定 昔は液體と固體とのみを取り扱つて居たが、更に氣體の取扱が加へられてより、化學は急激に進歩するに至つた。メーヨーは鐵に鹽酸又は硫酸を作用せしめる時に生ずる無色の氣體を、倒立したフラスコの中に初めて集め得た。併し彼はこれが何であるかを解し得ないで、たゞ空氣と同じ位に考へて居た。其の後約 100 年を経て、英國の物理學者キヤヴエンディツシユがメーヨーの實驗を反覆し、此の時に生ずる氣體の比重を測定した(1766年)。而してそれが空氣よりも約 8 倍位軽いことを見出した。かやうにして水素が發見されたのである。プリーストリーは水素と空氣との混合物内で電氣の火花を生ぜしめる時に水が生ずることを見出した(1781年)。同年にキヤヴエンディツシユも水素を空氣中で燃やして水を得た。かやうにして水は水素・酸素の 2 元素の化合物であることが確められた。ブラックは天然の白堊  $\text{CaCO}_3$  の 100 部を熱すれば 44 部だけの重さが減少することを知つた(1754年)。且つ此の時に生ずるガスを石灰水に觸れしめると白濁を生じて、元の白堊を生ずることを見出した。此の研究が化學變化を量的に研究した始めであつた。

ラヴォアジエーは酸素發見の後、直ちに酸化水銀と炭とを熱して見た。此の時水銀と炭酸ガスとを得た(1774年)。又木炭を空氣中で燃やしても炭酸ガスの生ずることが知られた。かやうにして吾々の知れる炭酸ガスは、炭素と酸素とより成り立つて居ることが明かにされた。

シェーレは 29—32 歳に至る間に彼の師より或礦物(今日の二酸化マンガンの)の研究を命ぜられた(1771—1774年)。彼はこれに鹽酸を作用せしめた時に黄綠色の惡臭のある氣體を發見した。然しこれが元素であることは未だ認められなかつた。其の當時は、此の氣體はたゞ酸素を含んだ氣體とのみ考へられて居た。其の後約 20 年を経て、英國の化學者デーヴィーはこれが元素であることを證明した。ゲイ-リュサックは水素と鹽素との混合物を日光に曝すと、化合して鹽化水素が生ずることを見出した(1809年)。かやうにして鹽化水素は水素と鹽素との化合物であることが明かにされた。

#### 4. 化學量論の諸定律の發見

(1) 定比例の定律 佛國の化學者プルーストは天然産の炭酸銅の一定量を硝酸に溶かし、これに炭酸ソーダを加へて炭酸銅を沈澱せしめたのに、前と全く同一の量が得られた(1799年)。そこで彼は、物質の成分は天然に定まつたもので、人爲で増減することは出來ないもので



あることに着眼した。彼は銅の一定量を空気中で熱すれば、其の銅の重さの26%だけ重さが増加するもので、これ以上は如何に熱しても重さに増減が無いことを知った。又これと同量の銅を硝酸に溶かして得た鹽を熱して見たのに、始めと全く同量の酸化銅を生ずるのを見た。そこで彼は元素の化合に關して次の法則を立てた。

**元素は必ず一定の重さの割合で化合して化合物を生ずるものである。**

これが今日では定比例の定律と稱して、與へられたものが化合物であるか否かを區別するに用ひる重要な法則とされて居る。

此の時代に、元素が化合して化合物が出来る時の重さの割合が一定不変であることは、多くの實驗によつて確められて居た。かやうな實驗上の事實を説明するために、英國人ダルトンは原子説を提出した(1808年)。これに依れば、化合物又は元素の性質を失はないで存在するものの中で、最小のものを原子と稱し、化合物の原子は其の成分元素の原子の數箇づつより成つて居るものと考へられた(第一章)。例へば水1原子は水素原子1箇と酸素原子1箇とより成つて居るものと、彼は考へたのである。(實は水の組成は $H_2O$ である。此の時代としては簡単に水の組成を $HO$ と考へるのも無理は無い。)且つ又此等の原子はそれぞれ固有

の重さを有つて居るもので、従つて水を構成する水素・酸素の重さの割合も一定であると説明した(第一章)。

(2) 氣體反應の定律 此の時代に氣體が化學反應に與る場合には、各氣體の容積の間には簡単な關係があることが知られて居た。

例へば

- (イ) 2容の水素と1容の酸素とは過不足なく結合して水が出来(る)る(ゲイ-リュサック)。  
 (ロ) 2容の一酸化炭素と1容の酸素とは過不足なく化合して2容の炭酸ガスが出来(る)る。  
 (ハ) メタン1容と酸素2容とが過不足なく化合して1容の炭酸ガスが出来(る)る(ダルトン)。

等の事實が實驗的に證明されて居た。

そこでゲイ-リュサックは氣體間に化學變化が起る時には、其の容積の間に次のやうな簡単な關係があることを發見した。

**氣體が互に反應する時の容積と、其の反應の結**



第104圖 ゲイ-リュサック  
(J. L. Gay-Lussac: 1778—1856)

フランス人。氣體反應の定律を發見して化學の基礎を築いた大家である。又容量分析を創始し、硫酸製造法を改良してゲイ-リュサック塔を發明した。彼は極めて勤勉であつたのみならず非常に大膽で、屢々死を賭して研究に従事した。



果生ずる氣體の容積との間には簡単な關係が成り立つものである。

これはゲイ-リュサツクの氣體反應の定律と稱されて、氣體に關する化學反應に於て其の容積の關係を知るに用ひられる重要な定律である。

(3) アヴォガドロの定律 此の時代までに、氣體



第 105 圖 アヴォガドロ  
(A. Avogadro: 1776—1811)

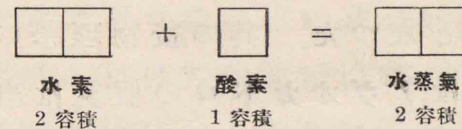
イタリアの物理學者。  
1811年化學の根本理論たるアヴォガドロの定律を創案した。然し此の卓説は半世紀の間は學者の顧みる所とならなかつた。彼は勤勉で、謙讓で、名利に淡い學者であつた。

は何れも其の種類に拘らず、溫度及び壓力に對しては同様な容積の變化をなすことが、物理學者の實驗によつて確められて居た。そこで多くの學者は、氣體反應の定律及び氣體に對する溫度・壓力の影響が、氣體の種類に拘らず一様である事實を説明しようと努めた。此の際イタリアの物理學者アヴォガドロは次の假説を提出した(1811年)。

凡ての氣體は(其の種類に拘らず)同溫・同壓では同容積中に同數の分子を含む。

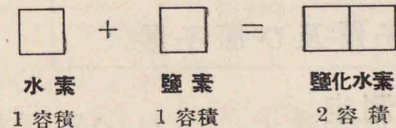
水素と酸素とが化合して水蒸氣を生ずる場合に、此等の容積の關係は 2:1:2 の割合になることが實驗上證明されて居た。此の事實をアヴォガドロの假説を用ひ

て考へれば、水素 2 分子と酸素 1 分子とより 2 分子の水蒸氣を生ずることになる。



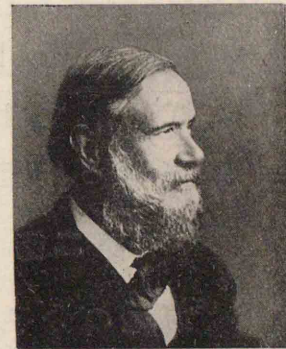
従つて水蒸氣 1 分子の中にも、少くも酸素原子 1 箇は含まれなければならない。さうすれば酸素 1 分子は酸素原子 2 箇を含むことになる。

デーヴィーは水素と鹽素とが化合する時の容積の關係を研究して、次のことを見出した(1810年)。



鹽化水素 1 分子の中には少くも鹽素原子 1 箇と水素原子 1 箇とを含むなければならない。そこで水素及び鹽素はそれぞれ 1 分子中に 2 箇の原子を含むことになる。

アヴォガドロの假説は彼が之を發表してより約 50 年間は多くの學者に顧みられなかつ



第 106 圖 カニツアロ  
(S. Cannizzaro: 1826—1910)

イタリア人。ダルトン以後數十年間は、原子・分子の區別が不明なために不可解な問題が山積して居た。1858年カニツアロはアヴォガドロの假説に基いて分子・原子を嚴密に區別し、分子量・原子量の測定法を明かにした。これによつて化學は急速な進歩を遂げた。彼は學界並に政界の重鎮として國民に敬慕された。



た。然るにイタリアの化学者カニツアロの提案によつてアヴォガドロの假説は復活し、一般の學者の信頼する所となつた。其の後物理学の發達に伴つて、今日ではアヴォガドロの假説は事實であることが實驗的に證明されるに至つた。即ち 1ccの中に存在する(0°C, 1氣壓に於て)氣體分子の數(其の氣體が元素であつても化合物であつても、氣體の種類に拘らず)は  $2.7 \times 10^{19}$  であることが知られた。

そこで今日では、此の假説は アヴォガドロの定律 と稱されるに至つたのである。

## 第二節 分子量及び原子量

### 1. 氣體の分子量の測定

問 36. 酸素 1l の重さは 0°C, 1 氣壓に於て 1.429g である。鹽素 1l の重さは同じ條件で 3.166g である。然らば鹽素 1 分子の重さは酸素 1 分子の重さの幾倍であらうか。

問 37. 上の實驗の結果によつて、鹽素の分子量を求めよ。但し酸素 1 分子は實驗の結果 2 原子より成つて居る。従つて酸素の分子量は 32 となる。

問 38. 炭酸ガス 2.5l の重さは 4.910g である (0°C, 1 氣壓に於て)。此の實驗の結果によつて炭酸ガスの分子量を計算せよ。

問 39. 1.5 l のアムモニア及び亞硫酸ガスの重さはそれぞれ

れ 1.140g 及び 4.290g である。亞硫酸ガス 1 分子の重さはアムモニア-ガス 1 分子の重さの幾倍であらうか。

アヴォガドロの定律に基づいて、種々の氣體の同温・同壓に於ける同容積の重さを測定すれば、これより直ちに氣體の 1 分子の重さの割合を求めることが出来る。又此の結果によつて酸素に對する比重を求め、此の數を 32 倍すれば、其の氣體の分子量が得られる筈である。かやうにして求めた 2—3 の氣體の分子量は次のやうである。

氣體	水素	酸素	アムモニア	炭酸ガス
分子量	2.016	32	17.03	44

酸素 32g は 0°C・1 氣壓の時 22.4l の體積を占めることが明かにされた。従つて凡ての氣體の 1 瓦分子量は 0°C・1 氣壓に於てこれと同體積を有すべきである。例へば水素 2.016g・アムモニア 17.03g・炭酸ガス 44g は酸素 32g と同様に 22.4l の體積を有する。これは氣體の容積と其の重さとの關係を示す極めて重要な事實である。

問 40. 以下の諸問題に於ては、特に斷らない限りは、氣體の容積は 0°C 及び 1 氣壓の場合とする。



次の諸氣體 1g の有する容積を計算せよ。

(イ)酸素 (ロ)窒素 (ハ)鹽化水素

問 41. 次の諸氣體 1.5l の重さを計算せよ。

(イ)亞硫酸ガス (ロ)炭酸ガス (ハ)メタン (ニ)アセチレン

問 42. 次の氣體を其の比重の大なるものより小なるもの順序に並べよ。 NH<sub>3</sub> H<sub>2</sub> CO H<sub>2</sub>S

例 15. 空氣 10l の重さを計算せよ。但し空氣は酸素 1 容と窒素 4 容とより成るものとせよ。

解 空氣 10l 中の酸素の容積は  $10 \times \frac{1}{5} = 2(l)$  で、又窒素の容積は  $10 \times \frac{4}{5} = 8(l)$  である。

而して 2l の酸素の重さは  $32 \times \frac{2}{22.4} = 2.9(g)$  で、又 8l の窒素の重さは  $28 \times \frac{8}{22.4} = 10(g)$  である。

空氣 10l の重さは酸素 2l の重さと窒素 8l の重さとの和である。  $2.9g + 10g = 12.9g$

例 16. 或氣體 52cc の重さは 0.07g であつた。此の氣體の分子量を求めよ。

解 22.4l の重さを  $xg$  とすれば、

$$52(cc) : 22400(cc) = 0.07(g) : x(g)$$

$$x = 30 \text{ である。}$$

故に分子量は 30 である。

## 2. 原子量の測定

問 43. 1.5l の水素及び酸素の重さは 0°C, 1 氣壓に於てそれぞれ 0.135g 及び 2.144g である。水素の原子量を求めよ。但

し水素 1 分子は水素 2 原子より成る。

問 44. 炭酸ガスの 1 分子は炭素原子 1 個と酸素原子 2 個とを含むことが證明されて居る。又其の分子量は 44 である。炭素の原子量は幾何か。

元素の原子量の定め方に就て、炭素を例として説明しよう。先づ炭素の化合物を成るべく多く取つて此等の分子量を定め、次に此等の化合物の 1 分子量中に含まれて居る炭素の量をそれぞれ測定する。1 分子中に炭素 1 原子を含む化合物に於ては、炭素の量は最小量でなければならない。そこで此等の炭素の最小量を以て炭素の原子量とする。

炭素化合物	炭酸ガス	メタン	アセチレン	プロパン	ベンゼン
分子量	44	16	26	44	78
1分子量中に含まれる炭素の量	12	12	24	36	72

上の例に於て炭酸ガス又はメタンの中の炭素は最小量である。故に此等の 1 分子中には炭素の 1 原子を含むことが明かである。そこで 12 を以て炭素の原子量とするのである。

3. 實驗式及び化學式 液體又は固體の分子量を決定するには、之を或適當な溫度に熱して氣



體となし、これと同温・同壓に於ける酸素ガスの重さとの比を知れば、其の分子量が求められる。これが常法である。但し加熱する時に分解する物質、又は氣化し難い物質の分子量は、此の方法では測定されない。然し水・ベンゼン・エーテル等のやうな液體に溶解する固體に就ては、其の溶液の性質を利用して此の固體の分子量を定めることが出来る(但し此の原理は省略する)。

次に醋酸を例として、化合物の分子式が決定され、従つて其の分子量が正確に定まるまでの経過を説明しよう。

(1) 其の化合物がどんな元素を含むかを決定する。

(2) 次に其の化合物の成分元素の重量的關係を化學分析によつて正確に定めて、成分元素の量の割合を百分率で表はす。

例へば醋酸の成分元素の百分組成は、實驗によつて次のやうであることが知られる。

炭素	40.05
水素	6.80
酸素	53.15

① アルコール・ベンゼン・エーテルのやうな多くの液體の有機化合物及び二硫化炭素などは、此の方法で分子量が定められる。

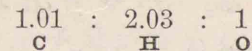
② 水に溶解し易い無機鹽類及び固體の有機化合物の多くは、此の方法で分子量が定められる。

(3) 次に成分元素の原子數の比を求め、之を最も簡単なものにする。

	原子數の比	最も簡単な割合
炭素	$40.05 \div 12 = 3.34$	$3.34 \div 3.32 = 1.01$
水素	$6.80 \div 1.008 = 6.75$	$6.75 \div 3.32 = 2.03$
酸素	$53.15 \div 16 = 3.32$	$3.32 \div 3.32 = 1$

各元素の百分率を其の元素の原子量で割つて成分元素の原子數の比を求め、次にかやうにして得た數をそれぞれ其の中の最小の數で割れば、成分元素の原子數の割合を最も簡単な比で表はすことが出来る。

これによれば醋酸の成分元素の原子數の比は



となる。原子の數には1以下の端數は無い筈であるから、醋酸の成分元素の組成を表はす最も簡単な式は $\text{CH}_2\text{O}$ であるべきである。かやうに成分元素の組成を表はす最も簡単な式を實驗式といふ。

(4) 次に適當な方法によつて其の化合物の分子量を測定する。

實驗の結果、醋酸の分子量として61を得たとする。さて醋酸の分子1個は $(\text{CH}_2\text{O})$ のn倍より成り立つべきである(但しnは整數である)。

然るに $\text{CH}_2\text{O}$ は  $\frac{12}{\text{C}} + 2 \times \frac{1.008}{\text{H}} + \frac{16}{\text{O}} = 30.016$  となるか



ら  $n$  は  $61 \div 30.016 = 2.03$  である。

$n$  は整数でなければならないから  $n=2$  とすべきである。従つて醋酸の分子式は  $C_2H_4O_2$  となり、其の分子量は 60.032 である。

かやうにして (i) 成分元素の分析の結果と (ii) 分子量の測定値とより正確な分子量を定めることが出来る。此の方法は **カニツアロ** の創案である。

酸化マグネシウム又は硫酸バリウムのやうな不溶性で且つ氣化し難い物質は、其の分子量を定めることが出来ない。従つて其の分子式を求めることは不可能である。かやうな場合には、實驗式のみで其の組成が表はされる。

第二篇までに述べた化合物の中には、分子量の測定が出来ないものもある。従つて此等の分子式として示したものは、實は實驗式である。水に不溶性の金屬酸化物及び其の他の不溶性鹽の多くは、いづれも此の例である。

實驗式と分子式とを總稱して **化學式** といつて居る。

問 45. アルコールの組成は 炭素 52.10%・水素 13.00%・酸素 34.90% である。且つ其の分子量は實驗の結果によつて 47 となつた。これによつてアルコールの分子式を求めよ。

問 46. こゝに或物質がある。分析して見て、鐵 70.1% と酸素

29.9% とが含まれて居ることが知られた。此の化合物の實驗式を求めよ。

**4. 正確な原子量の決定** 化合物の成分元素の組成を正確に知ることは人生に極めて重要である。これがためには元素の原子量の正確な値を定めることは殊に肝要である。今鐵を例として其の正確な原子量を定める方法を述べて見よう。

鐵と酸素と化合して生ずる酸化鐵の化學式 ( $Fe_2O_3$ ) が決定されて居るとすれば、次のやうにして簡単に鐵の原子量が求められるであらう。

例へば鐵 1g より酸化鐵 1.43g を得たとすれば、次の正比例式で鐵の原子量が得られる。

$$\begin{array}{ccc} (1.43-1) & : & 1 \\ \text{酸化鐵中の酸素の量} & & \text{酸化鐵中の鐵の量} \end{array} = \begin{array}{ccc} 3 \times 16 & : & (2 \times \text{鐵の原子量}) \\ O & & Fe \end{array}$$

$$\text{鐵の原子量} = \frac{1 \times 3 \times 16}{0.43 \times 2} = 55.8$$

**ベルツエリウス** は此の方法で數種の元素の原子量を定めた。佛國の物理學者 **デュロン** 及び **プチー** は **ベルツエリウス** 等の決定した原子量を用ひ、多くの金屬元素の比熱を測つて、金屬の種類に拘らず次のやうな面白い關係が成り立つことを發見した (1819年)。

$$\text{比熱} \times \text{原子量} = 6.4$$

此の關係によつて金屬の比熱を測定すれば、直ちに原子量の近似數が得られる。



問 47. 鐵 0.5584 g を硝酸に溶かし、之を蒸發させて乾涸せしめ、更に強熱して 0.7984 g の酸化鐵を得た。鐵の原子量の近似數を 54 として此の酸化鐵の實驗式を求めよ。次にこれによつて鐵の正確な原子量を計算せよ。

ベルツエリウスは、かやうな方法で元素の原子量を決定することに彼の一生を費して、遂に今日の原子量の基を開いた。其の後ベルギーの化學者 **スタス** (1813—1891年) は 44—69 歳に至るまでの 25 年間に、原子量測定の実験に全勢力を集注して、驚くべき正確な原子量の値を測定した。此の苦心の賜により、近年に至り米國人 **リチャーズ** 其の他の諸家の研究を経て今日の原子量が得られるに至つたのである。

かやうに、元素の原子量は其の元素を含む化合物の分析實驗の結果に基づいて定められたものであるから、將來學術の進歩に伴ひ實驗方法の改良されるに従つて、今日の原子量は今後又多少變化すべきものである。

5. 原子量の標準として酸素を 16 とする理由  
分子量・原子量の單位としては、最も軽い元素の原子量即ち水素の原子量を 1 とすることが最も理解し易い。カニツアロは此の方法で原子量及び分子量を定めた。然るに上に述べたやうに、原子量は元素の酸素化合物に就ての實驗の結果によ

つて定められたものが多い。そこで酸素を直接の原子量の單位として、他の元素の原子量を定めれば、水素を單位として定めるよりも、

水素の原子量測定 (水素と酸素とが化合して水を生ずる時の重量的關係より原子量が求められる) の時の 實驗誤差

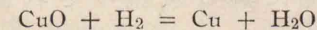
を省くことが出来る。故に多くの化學者は

- (1) 酸素を原子量の標準とすること
- (2) 水素を 1 とした時の原子量と大差のないやうにすること

の二つに就て考究した結果、酸素の原子量を 16 としたのである。

問 48. 水素の原子量を標準とし、之を 1 とすれば、酸素の原子量は 15.87 となる。若し酸素の原子量を 16 とすれば、水素の原子量は幾何となるか。

問 49. 水素の原子量を測定する目的で、酸化銅 3.1428 g を水素氣流中で還元して 2.5108 g の銅と 0.7116 g の水とを得た。



此の結果によつて水素の原子量を求めよ。

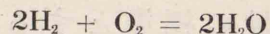
問 50. ベルツエリウスは 10 g の鉛を硝酸に溶解せしめて得た鹽を強熱して 10.78 g の酸化鉛を得た。鉛の原子量は幾何となるか。但し酸化鉛の實驗式を  $\text{PbO}$  とする。



## 6. 化學方程式による氣體反應の容積推定

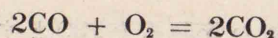
氣體が化學反應をなす場合に、其の容積の關係は化學方程式によつて容易に判斷することが出来る。今實例に就て之を説明しよう。

(1) 反應に與る諸物質の分子式を用ひて、水素と酸素とが化合して水を生ずる化學變化を方程式で示せば次のやうである。



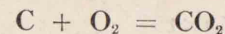
此の式は水素と酸素とが2分子と1分子との割合に反應して水2分子を生ずることを示して居る。アヴォガドロの定律によれば、氣體は同温・同壓の時、同數の分子は氣體の種類の如何に拘らず、何れも同一の容積を占めて居なければならない。そこで2容積の水素と1容積の酸素とが化合して2容積の水蒸氣を生ずることが知られる。若し此の實驗を常温で行つたとすれば、水は液體となつて、此の時の容積は反應に與る氣體のそれに比して遙かに小であるから、考慮する必要はない。

(2) 一酸化炭素が酸素中で燃焼して炭酸ガスを生ずる時の化學變化を



のやうに、反應する物質の分子式を用ひて化學方程式で示せば、これは一酸化炭素と酸素とが2分子と1分子との割合に反應して炭酸ガス2分子を生ずることを表はすから、例へば1lの一酸化炭素を完全に燃焼せしめるには $\frac{1}{2}$ lの酸素を要し、此の時1lの炭酸ガスの生成することが知られる。

(3) 炭素が酸素中で燃焼して炭酸ガスを生ずる變化は、次のやうに表はされる。



此の方程式によつて酸素1分子は炭酸ガスの1分子となるから、酸素の容積と炭酸ガスのそれとは相等しい筈である。又炭素は固體であるから、其の容積は生成する氣體のそれに比して遙かに小である。故に容積關係を考へる場合には、炭素の容積を省略してよい。

### 第三節 氣體の重さと容積との關係

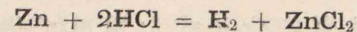
氣體の重さと容積との關係を1—2の實例に就て説明しよう。

(1) 0°C, 1氣壓の場合

**例** 17. 亞鉛と酸との作用によつて水素1lを造るには幾gの亞鉛を要すべきか。

**解** 此の變化を化學方程式で示すと、次のやうになる。





これは亜鉛1分子が溶解すれば1分子の水素を生ずることを示して居る。即ち1瓦分子量の亜鉛(亜鉛の原子量は65.4で、亜鉛は分子と原子とが同一であるから、65.4gは1瓦分子量である)が溶解すれば1瓦分子量(2.016g)即ち22.4lの水素を生ずることが知られる。そこで水素1lを造るに要する亜鉛の量は、次の簡単な比例式によつて計算することが出来る。

$$22.4(l) : 1(l) = 65.4(g) : x(g)$$

$$\therefore x = \frac{65.4 \times 1}{22.4} = 2.92(g)$$

即ち亜鉛 2.92g を要する。

**問 51.** 鹽素酸カリウム 1.2g を完全に分解せしめれば、其の時に生ずる酸素の容積は幾何か。

**問 52.** 炭酸ガス 1.5l を造るには幾gの炭酸カルシウムを強熱すればよいか。

### (2) 任意の温度及び圧力の場合

**例 18.** 0°C及び1気壓の時に2.5lの酸素は (イ) 25°C(圧力は変化しない)の時には幾何の容積となるか。又 (ロ) 3.5気壓(温度は変化しない)の時には幾何の容積となるか。

**角解** (イ) 氣體の容積が絶対温度に比例することは既に物理學で學んだ。即ち次のやうである。

温度	絶対温度	容積
0°	273°	2.5 l
25°	273° + 25° = 298°	x l

そこで次の簡単な正比例式で直ちに容積が求められる。

$$273 : 298 = 2.5 : x$$

$$x = \frac{298 \times 2.5}{273} = 2.7(l)$$

(ロ) 氣體の容積は温度が一定の時は壓力に反比例する。

壓力	容積
1 氣壓	2.5 l
3.5 氣壓	x l

そこで次の簡単な反比例式で直ちに容積が計算される。

$$3.5 : 1 = 2.5 : x$$

$$x = \frac{1 \times 2.5}{3.5} = 0.71(l)$$

**例 19.** 10°Cで壓力が75cmの時に4.5lの氣體は、30°Cで壓力が78cmの時には幾何の容積となるか。

**角解** 先づ (1) 壓力が一定で、温度のみが變化した時の容積(V<sub>1</sub>)を求める。

次に (2) 温度が一定で壓力のみの變化した時の容積(V<sub>2</sub>)が所要の容積である。

$$(1) \quad 273 + 10 : 273 + 30 = 4.5 : V_1$$

$$\therefore V_1 = \frac{303 \times 4.5}{283} = 4.8(l)$$

壓力	容積
75 cm	4.8 l
78 cm	V <sub>2</sub> l

$$78 : 75 = 4.8 : V_2$$

$$\therefore V_2 = \frac{75 \times 4.8}{78} = 4.6(l)$$

**問 53.** 2.5 瓦分子量の氣體は 0°C 及び 1 氣壓の時に、幾何



の容積を有するか。

問 54. 1 g の水は 100° C 及び 1 気圧の時に、幾何の容積の水蒸気となるか。

問 55. 炭酸カルシウム 10 g を酸に溶解せしめる時に生ずる炭酸ガスは、温度 20° C、圧力 78 cm の時は幾何の容積となるか。

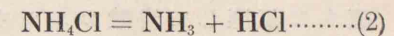
## 第十三章 可逆反応及び溶液

### 第一節 可逆反応

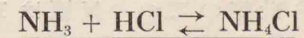
1. 可逆反応 アムモニア-ガスと鹽化水素とを常温で接觸せしめると、直ちに結合して白い物質を生ずる。これは鹽化アムモニウムである。



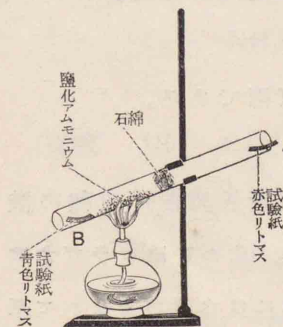
鹽化アムモニウムを圖に示すやうにガラス管に入れて、靜かに熱すると、鹽化水素ガスとアムモニア-ガスとに分解することが知られる(第107圖)。



此の二つの變化は



のやうに一つの式で示すことが出来る。即ち常温では右の方向(→)の反應が起り、高温では左の方向(←)の反應が起ることを示すものである。

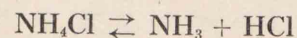


第 107 圖 鹽化アムモニウムの熱分解

かやうに實驗の狀況によつて、反應の進む方向を逆にする事の出来るものを可逆反應と稱す

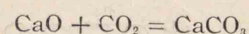


る。可逆反應を表はす式で→の方向の反應を正反應といひ、←の方向の反應を逆反應といふ。上式では、鹽化アムモニウムの生成する反應が正反應で、これの分解する反應が逆反應である。然るに

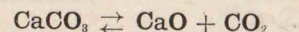


のやうに表はす場合には、鹽化アムモニウムの分解する反應は正反應となる。可逆反應をなす物質(例へば鹽化アムモニウムのやうなもの)が熱によつて分解する現象を、特に熱解離と稱する。

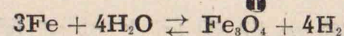
次に2-3の可逆反應に就て述べよう。炭酸カルシウムを赤熱すれば、分解して炭酸ガスと生石灰とを生ずることは既に學んだ(第六章参照)。又常温で生石灰に炭酸ガスを作用せしめれば、直ちに反應して炭酸カルシウムを生ずるものである。



即ち此等の二つの反應は1種の可逆反應である。

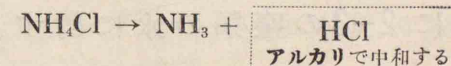


又熱した鐵の上に水蒸氣を通ずると、酸素と鐵との或種の酸化物( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )と水素とを生ずるものである。(此の實驗はラウオアジェーが始めて行つたもので、これによつて水には水素が含まれて居ることが證明された。1784年) 此の鐵の酸化物を赤熱し、此の上に水素を通せば、水と鐵とが得られることも明かにされた。



①  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  は  $\text{FeO}$  と  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  との混合物と見做してよい。

2. 可逆反應に於て反應を一つの方向に進行せしめる方法 鹽化アムモニウムを熱する時に生成するアムモニアと鹽化水素との何れか一つを、適當な方法を用ひて除去したとすれば、逆反應は起らなくなる筈である。其のために反應は一方の方向、即ち鹽化アムモニウムが分解する方向に進み易くなるものと考へられる。實驗の結果は此の豫想と全く一致する。例へば鹽化水素を除去する目的を以てアルカリ(苛性ソーダ・水酸化カルシウム等)を加へて、鹽化アムモニウムを熱すれば容易にアムモニアを生ずるやうになるが如きである(第三章第四節及び考67, 考68参照)。



〔實驗〕 110. 上に述べた反應の原則を應用して、鹽化アムモニウムより鹽化水素を製する方法を考案し、之を實驗によつて證明して見よ。

## 第二節 溶液

〔實驗〕 111. 試験管内に水約5cc位を取り、此の中に3g位の硫酸銅の結晶を入れ、之を熱して溶解せしめて見よ。次に之を放置して冷却せしめれば、其の溶液内より硫酸銅の結晶が現は



れるであらう。

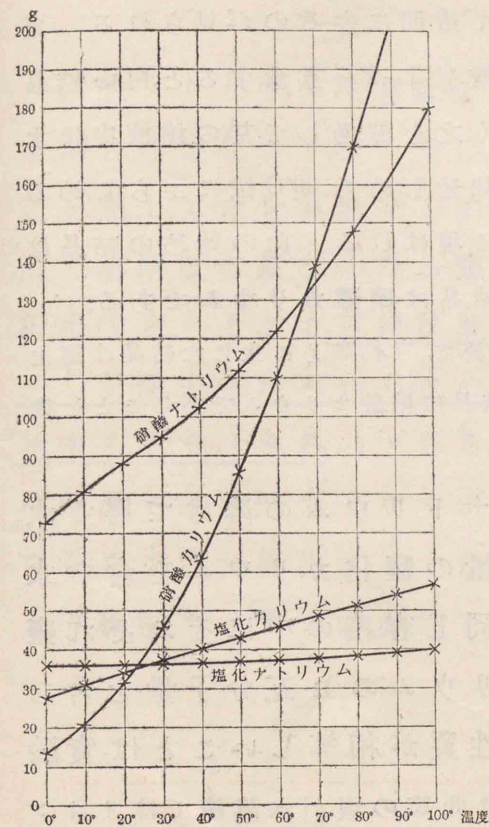
1. 鹽類の溶解度 硫酸銅の結晶を水中に入  
れると、漸次に溶解して青色の透明な溶液が得ら  
れる。而して或量の硫酸銅が溶解してからは、更  
に之を加へても最早溶解しないやうになる。か  
やうな溶液を其の温度の飽和溶液と稱する。硫  
酸銅が水に溶解する最大量は温度によつて異な  
るもので、温度が高くなるほど溶解する程度も増  
加するものである。此の硫酸銅の水に溶解する  
程度の大小を表はすのに溶解度といふ語を用ひ  
て居る。化學實驗室では、通常水 100 g 中に溶解  
する物質の最大量を以て、其の物質の溶解度を表  
はす。次に 2-3 の鹽類の水に対する溶解度を此  
の表はし方によつて示して見よう。

	0°	20°	40°	60°	80°	100°
鹽化ナトリウム	35.7	36	36.6	37.3	38.4	39.8
鹽化カリウム	27.6	34	40	45.5	51	56.7
硝酸ナトリウム	73	87.5	102	122	148	180
硝酸カリウム	13.3	31.6	63.9	110	169	240

考 141. 方眼紙を用意し、横線上に温度を、縦線上に g 数を記  
して、上表より此等の 4 種の鹽類の溶解度に相當する點を記入

せよ。次に各點を連結して見よ。

考 141 に示したやうに、温度と溶解度との關係



第 108 圖 鹽類の溶解度曲線

を示す點を連結して  
得た曲線を溶解度曲  
線と稱する。此の曲  
線の特徴は、一見して  
任意の温度に於ける  
其の物質の溶解度が  
判断されることであ  
る。

硝酸カリウムの製  
法 硝酸ナトリウム  
は天然に多量に産す  
るものであるが、潮解  
性を有するため、火  
薬の原料としては用  
ひられない。然るに

硝酸カリウムは此の性質がないので、火薬の原料  
に適する。今硝酸ナトリウムより硝酸カリウム  
を造る方法に就て、其の原則を諸子と共に考究し  
よう。



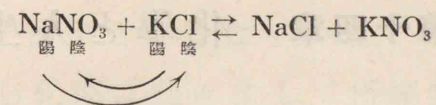
$\frac{1}{3}$  瓦分子量づつの硝酸ナトリウム ( $\frac{85}{3}g$ ) と鹽化カリウム ( $\frac{74.5}{3}g$ ) とをビーカーに取り、此の中に水 55 cc 位を加へて温めると、溶解して透明になるのが見られる。更に温度を高めて此の溶液を 1-2 分煮沸すると、白い結晶が現はれる。次に手早く之を濾過して、其の濾液中に水 5 cc 位を加へ、漸次に冷却せしめて 30°C 位に至らしめると、針状の結晶が相當量に現はれる。此の始めの結晶は鹽化ナトリウムで、後の結晶は硝酸カリウムである。

**實驗 112.** 上の實驗に於て、(イ) 始めに生じた結晶は鹽化ナトリウムで、(ロ) 後の結晶は硝酸カリウムであることを證明して見よ。

$n$  瓦分子量の硝酸ナトリウムの溶けて居る水溶液中に同じ瓦分子量の鹽化カリウムを含む水溶液を混じたものは、同じ容積の中にそれぞれ鹽化ナトリウム・硝酸カリウムの  $n$  瓦分子量を含む所の混合溶液と其の性質が相等しいことは、實驗上明かである。これは此等の鹽が水溶液ではイオンに電離するものであると考へれば當然のことである。これも亦 1 種の可逆反應であつて、此の時に起る

① 此の結晶中には母液を含んで居るから、之を再結晶せしめれば純粹な硝酸カリウムが得られる。溶解度曲線より考へれば、鹽化カリウムも析出するやうに思はれるが、事實はさうでない。此の理由は他の塩類の共存では此の塩は溶解度を異にするからであらう。

變化は次式のやうに示すことが出来る。



硝酸ナトリウム(智利硝石)の一定量に、上式の示す割合に鹽化カリウムを混じて水に溶解せしめ、之を熱して水を蒸發せしめれば、四つの鹽の中、高温で溶解度の最も小なる鹽化ナトリウムのみが析出する。そこで可逆反應に於て反應生成物の一つが除去されるから、上の反應は右の方向へ進行するやうになるのである。次に之を冷却すれば、低温では硝酸カリウムが最も溶解度が小であるから、これが析出する。かやうにして智利硝石より硝酸カリウムが製造されるのである。



## 第十四章 化學と人生

自然界には植物と動物とが、幾千萬年の間見るべき進歩もなく共存して來た。其の脚下には金・銀・金剛石等の貴金屬や寶石類を始め、石炭・鐵等の無機物が利用されずに死藏されて居た。然るに人智が發達して生活の向上を計るに従ひ、自然の理法を探究して之を實際に應用するやうになつた。此の理法を探究するのが即ち科學の職掌である。今日の科學は實に其の成果といふべきである。今後なほ科學は益、進歩發達して、日に月に究明され、改善されるであらう。諸子は鐵鑛より鐵が出來、石炭よりガスや染料が製造される理を學んだ。此の種の化學變化の理法が如何に吾人の生活上に多大の裨益を與へたかは言ふまでもないことである。小は個人生活の向上より、大は民族・國家の發展隆昌に至るまで、全く此の理法の應用に負ふ所が極めて多い。我が國に於ても、化學の移入されてより、生活の向上、國運の進展は實に驚くべきものである。今や我が軍器は大に國

威を發輝するに至つた。我が諸製品は遠く歐米先進國にまで輸出されるに至つた。

然しながら化學は、往々にして所謂物質文明の進歩を促すに過ぎないものと誤解される。これは全く皮相の見であつて、化學の攻究は必ず自然界の理法の極微に觸れることを要するもので、此の點に於ては所謂精神文明に關する諸學の攻究と軌を一にするものである。それ故に、化學の攻究は單に利用厚生に貢獻するばかりでなく、又精神文化の上にも重大な影響を及ぼすものである。化學は又其の研究の結果が有利有効であるばかりでなく、其の研究の道程に於ても大に趣味の津津たるものがある。かやうな高尚な趣味は更に人と大自然とを精神的にも融合して、物質・精神の兩界を合理的に調和せしめるものがある。化學を學ぶものこそ眞に自然の奧秘を闡明して人生を高遠ならしめるものである。

① 趣味を感じるまでには相當の訓練を要する。美術・音樂でも之を味ひ得るまでには相當の素養を要する。



## 附 録

### 綜 合 雜 題

#### 第一篇〔第一章—第四章〕

1. 次の物質をそれぞれ空気中で熱する時に起る化學變化と、又其の際の生成物を水に作用させる時の化學變化とを、それぞれ方程式で示せ。(イ)炭素 (ロ)磷 (ハ)硫黄
2. 石墨と金剛石とが互に同素體であることは、如何にすれば知られるか。(第三章第五節黄磷と赤磷との場合を参照)
3. 陰陽に區別して原子團を知れる限り擧げて見よ。
4. (イ)熱した炭素に硫黄の蒸氣を觸れさせる時に起る化學變化と(ロ)其の生成物の名稱と用途とを述べよ。(第三章第六節7参照)
5. 酸化炭素と炭酸ガスとの著しい差違を述べ、且つ酸化炭素を炭酸ガスに、又炭酸ガスを酸化炭素に變ずる方法を示し、此の際に於ける變化を方程式で表はせ。
6. 次の場合に起る變化を方程式で表はせ。(イ)臭化カリウム溶液に鹽素を作用させる時 (ロ)沃化カリウム溶液に鹽素を作用させる時 (第三章第一節参照)
7. 苛性ソーダの1規定溶液が25ccある。之を稀釋して $\frac{1}{10}$ 規定溶液にする時は幾ccとなるか。
8. 1.96gの硫酸を用ひて0.5規定溶液を造れば、溶液の容積は幾ccとなるか。



9. 比重1.4で50%の純硫酸を含む稀硫酸は幾規定であるか。  
 注意 此の稀硫酸は50%の $H_2SO_4$ を含むから、其の100g中には50gの $H_2SO_4$ が含まれて居る。而して比重 $=\frac{\text{重量}(g)}{\text{容積}(cc)}$ であるから、容積(cc) $=\frac{\text{重量}(g)}{\text{比重}}$ となる。然るに此の稀硫酸は比重1.4であるから、其の100gは $\frac{100(g)}{1.4}=71.4(cc)$ である。従つて此の稀硫酸は71.4cc中に50gの $H_2SO_4$ を含むことになる。
10. 16%の鹽化水素を含む稀塩酸は幾モル溶液か。但し此の稀塩酸の比重は1.08である。
11. こゝに7.18規定の硝酸がある。其の比重は1.23である。これは幾%の純硝酸を含むか。  
 注意 比重 $=\frac{\text{重量}(g)}{\text{容積}(cc)}$  即ち 重量(g) $=$ 比重 $\times$ 容積(cc)なる関係を利用せよ。
12. 比重が1.19で、濃度が6.14規定の硫酸は幾%の純硫酸を含むか。
13. 水酸化カルシウム14.8gを10%の鹽酸で中和するには、此の鹽酸を幾g要するか。  
 注意 先づ與へられた量の水酸化カルシウムを中和するに必要な鹽化水素の量を計算し、次に此の量の鹽化水素が10%の鹽酸幾g中に含まれなければならぬかを計算せよ。
14. 苛性ソーダの0.8モル溶液2.5lを鹽酸で中和し、此の溶液を蒸發させて乾涸せしめれば食鹽幾gを生ずるか。  
 注意 方程式によつて直ちに苛性ソーダ1分子より食鹽1分子を生ずることが知られる。苛性ソーダの0.8モル溶液2.5lは $0.8 \times 2.5 = 2$ (五分子量)の苛性ソーダを含むから、これより生ずる

食鹽は2五分子量である。

15. 稀硫酸25ccを中和するのに苛性ソーダの $\frac{1}{10}$ 規定溶液36ccを要した。此の稀硫酸は幾規定溶液か。又其の中には幾gの純硫酸が含まれて居るか。
16. 4モルの苛性ソーダ溶液48ccに3モルの硫酸34ccを加へれば、其の混合溶液はアルカリ性或は酸性の何れになるか。  
 注意 苛性ソーダと硫酸との五當量数を比較して考へよ。
17. 濃硫酸15gを水で稀釋して1lとし、此の稀硫酸10ccを中和するのに0.1規定の苛性ソーダ溶液12ccを要した。此の濃硫酸の濃度は幾%であるか。  
 注意 先づ此の濃硫酸を1lに稀釋して得た稀硫酸が幾規定溶液となるかを算出せよ。
18. 濃度不明の硫酸がある。此の10ccを中和しようとし、誤つて0.5規定の鹽酸50ccを注加した後、此の兩酸の混合液を中和するのに1規定の苛性ソーダ溶液91.9ccを要した。  
 (イ)此の硫酸の濃度は幾モルか。 (ロ)又此の硫酸の比重を1.20とすれば幾%となるか。
19. 0.1規定硫酸25ccに或量のアムモニアを吸收させた後、残つた酸を中和するのに0.1規定苛性ソーダ13.5ccを要した。硫酸に吸收させたアムモニアは幾gであるか。  
 注意 0.1規定の苛性ソーダ13.5ccを中和する0.1規定硫酸の容積は13.5ccであるから、此の硫酸 $25-13.5=11.5(cc)$ がアムモニアと反應したことになる。又第三章第四節1に述べたことより2分子の $NH_3$ が1分子の $H_2SO_4$ と反應することに注意せよ。



20. 19.5 g の鹽化ナトリウムに十分に濃硫酸を加へて熱し、發生した鹽化水素を水に吸収させて 2.5 l の稀鹽酸を得た。  
 (イ) 此の稀鹽酸は幾規定であるか。 (ロ) 又此の稀鹽酸 50 cc を中和するには苛性ソーダの 0.2 モル溶液を幾 cc 要するか。  
 (第三章第二節 1 参照)
21. 次の各化合物間に起る化學反應をイオン式で表はせ。  
 (イ) 硝酸銀溶液と鹽化カリウム溶液 (ロ) 苛性ソーダ溶液と醋酸 (醋酸は  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$  の如く電離する)  
 (ハ) 硫酸第一鐵溶液と硫化ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) 溶液
22. 次の諸化合物の水溶液を、常溫で白金電極を用ひて電解する時に起る化學變化を、電離説によつて説明せよ。 (イ)  $\text{HCl}$  (第四章第二節 3 食鹽水の電解参照) (ロ)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (第四章第二節 3 硫酸銅の電解参照) (但し陰極に生じた  $\text{Na}$  は直ちに水と作用することに注意せよ。)
23. (イ) 酸・鹽基の強弱とは如何。 (ロ) 強酸と濃酸との差違を問ふ。
24. 稀硫酸 25 g に鹽化バリウム ( $\text{BaCl}_2$ ) 溶液を十分に加へて見たのに、8.91 g の硫酸バリウムが沈澱した。稀硫酸の濃度は幾%であるか。
25. 硫化第一鐵に、比重が 1.2 で鹽化水素の含有量が 39.1% の鹽酸を 1.2 l 作用させると、幾 g の硫化水素が生ずるか。  
 注意 (イ) 第三章第三節 1 参照 (ロ) 先づ比重を用ひて此の鹽酸 1.2 l の中には幾 g の鹽化水素が含まれて居るかを算出せよ。
26. 鹽化アムモニウムに消石灰を十分に加へて熱し、生じたアムモニアを 2 モル硫酸 30 cc に完全に吸収させたのに、殘餘

の純硫酸は 2.52 g であつた。然らば此の實驗に用ひた鹽化アムモニウムは幾 g であつたか。

注意 先づ 30 cc の 2 モル硫酸中の純硫酸の量を計算し、これより 2.52 g を減じた差だけの純硫酸と反應したアムモニアの量を求め、次に此の量のアムモニアは幾 g の鹽化アムモニウムより生ずるかを計算せよ。(第四章考 67 参照)

27. 不純智利硝石 ( $\text{NaNO}_3$  を主成分とする) 100 g に硫酸を作用させ、生じた硝酸を完全に集め取つたのに 105 g を得た。但し此の硝酸は其の 100 g 中に純硝酸 60 g を含んで居た。智利硝石中に含まれて居る不純物は幾%であるか。

注意 第三章考 44 参照、不純な智利硝石 100 g より幾 g の純硝酸が得られたかを計算し、次に此の量の純硝酸を生ずるに要する  $\text{NaNO}_3$  の量を計算せよ。

28. 次の諸氣體をそれぞれ認識するには、どうすればよいか。  
 (イ) 酸素 (ロ) 水素 (ハ) アムモニア (其の臭氣及び水溶液を考へよ) (第三章第四節 1 参照) (ニ) 酸化窒素 (酸素との反應を考へよ) (第三章第四節 3 参照) (ホ) 炭酸ガス (ヘ) 酸化炭素 (空氣中に於ける燃焼及び其の生成物は何であるかを考へよ) (第三章第六節 5 参照)
29. 次の二つの場合に於て、各物質が別々に存在して居る時、それぞれ各物質を識別する方法を述べよ。 (イ) 水素酸化炭素・炭酸ガス (第三章第六節 5 参照) (水素及び酸化炭素は共に石灰水を白濁せしめない) (ロ) 酸素・硫化水素・アムモニア
30. 次の變化を順次行はしめるには、どんな方法を取ればよいか。 (イ) 硫黃  $\rightarrow$  硫化水素  $\rightarrow$  亞硫酸ガス (第三章第三節 1 参照)



(ロ) 金属ナトリウム → 食鹽 → 苛性ソーダ → 炭酸ソーダ → 食鹽 (食鹽 → 苛性ソーダ に就ては第四章第二節3参照, 炭酸ソーダ → 食鹽 に就ては第四章第三節参照)

31. 蓆酸に濃硫酸を加へて熱する時の化學變化を方程式で示せ。(第三章第60頁脚註参照)
32. 酸化炭素及び炭酸ガスの炭素含有量はそれぞれ42.86%及び27.27%である。此の結果より倍數比例の定律を説明せよ。  
注意 第三章第六節6参照, 酸化炭素に就ては炭素42.86gは100g - 42.86g = 57.14gの酸素と結合し, 炭酸ガスに於ては炭素27.27gは酸素72.73gと結合して居る。これによつて此の兩化合物に於ける炭素の1gと結合して居る酸素の量を算出して比較せよ。

## 第二篇 [第五章—第九章]

33. (イ)トタン(亜鉛を引いた鐵板)製の器に昇汞水( $\text{HgCl}_2$ の水溶液)を入れるべきでないのは何故か。(ロ)醋酸鉛 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ (鉛の醋酸鹽, 鉛糖ともいふ)の水溶液に亜鉛片を入れる時はどんな變化が起ると思ふか。推定した變化をイオン方程式で表はして見よ。(第五章第二節1参照)
34. 次の諸金属を空氣中で熱すればどうなると思ふか。金・銅・マグネシウム・白金・亜鉛・銀・アルミニウム(第五章第二節3参照)
35. 植物灰に水を加へて熱し之を濾過して得た濾液に就て,  
(イ)これがアルカリ性反應を呈する理由, (ロ)これに酸を加へる時發生する氣體の名稱と其の時の反應, (ハ)これに石灰水

を加へる時の反應を述べよ。(第六章實驗48参照)

36. 鹽基性酸化物及び酸性酸化物とは何か。次の酸化物を鹽基性酸化物と酸性酸化物とに區別せよ。  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{SO}_2$  (第七章第五節1,2参照)
37. こゝに亜鉛・銅・金・アルミニウム・鐵・銀・水銀・マグネシウムの8種の金属がある。(イ)此等の8種の金属中より, 鹽酸又は稀硫酸に溶解する金属を選び出せ。(ロ)同上8種の金属中より, 鹽酸又は稀硫酸には溶解しないが, 濃硫酸を加へて熱すれば溶解するものを選び出せ。(ハ)又同上8種の金属中より, 鹽酸又は稀硫酸には溶解しないが, 稀硝酸には溶解するものを選び出せ。(ニ)(イ)(ロ)(ハ)に於て其の中の何れか一つの金属に就て溶解の際の反應をそれぞれ方程式で表はせ。(第七章第三節1,2,3参照)
38. 50錢銀貨(銅と銀との合金)0.411gを硝酸に溶かし, これに鹽酸を加へて0.371gの鹽化銀の沈澱を得た。此の銀貨中に銅は幾%含まれて居るか。
39. 銅20gに硫酸を加へて完全に溶解せしめれば膽礬幾gが得られるか。(膽礬は結晶水を含んで居ることに注意せよ)(第八章第一節2参照)
40. 結晶炭酸ソーダ5.01gを完全に分解するのに1規定鹽酸35ccを要した。今結晶炭酸ソーダを $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ とすれば此のxは如何なる値を取るか。  
注意 先づ與へられた量の鹽酸によつて幾何の $\text{Na}_2\text{CO}_3$ が分解されるかを求め, これによつて結晶炭酸ソーダ中の $\text{Na}_2\text{CO}_3$ と



H<sub>2</sub>O との割合を算出し、次に此の割合より Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> の 1 瓦分子量と結合して居る H<sub>2</sub>O の量を算出せよ。

41. 次の物質を空気中に放置すればどうなるか。(第八章第一節 2 参照) (イ) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O (ロ) CaCl<sub>2</sub>
42. 鹽素・ナトリウム・炭素・臭素・カリウム・磷・バリウム・銻素・カルシウム・珪素に就て、(イ) 此等を金屬と非金屬とに區別せよ。(ロ) 又此等の中で性質が互に相似たものを二つづつ組み合わせよ。(ハ) 而して各組の二つの元素の相似た點を指摘せよ。(第四章第四節、第七章第五節参照)
43. 次の二つの組合せに於て各物質は別々の容器に入れてある。此の各組に就て各物質を識別する方法は如何。(イ) 稀硫酸・稀鹽酸・稀硝酸・稀磷酸 (稀硝酸に就ては第三章實驗 25 参照、稀磷酸に就ては第三章第五節 1 参照) (ロ) 炭酸ソーダ・消石灰・苛性カリ・苛性ソーダ・アムモニアの各水溶液 (第六章第三節 1 参照) (苛性カリと苛性ソーダとの區別は第六章第七節参照、アムモニア水に就ては第三章第四節 2 参照)
44. 次の三つの場合に於ては、如何なる實驗を行へば此等を判定することが出来るか。(イ) 甘汞 HgCl であるか、又は昇汞 HgCl<sub>2</sub> であるかが不明な時 (第七章第四節 1 参照) (ロ) 亞鉛華 ZnO か、又は鉛白 2PbCO<sub>3</sub>·Pb(OH)<sub>2</sub> であるかが不明な時 (第七章第四節 第 134 頁脚註参照) (ハ) 食鹽か、又は沃化カリウムであるかが不明な時 (第六章第七節、第三章實驗 15 参照)
45. 銀白色の或金屬を水中に入れると、水素が徐々に發生して水はアルカリ性反應を呈した。次に此の際生じた水溶液中

に炭酸ガスを通ずると白色の沈澱が起つた。併し更に十分炭酸ガスを通ずると此の沈澱は溶解した。そこで此の液を白金線に着けて無色の焰の中に入れて見ると、焰は赤みを帯びた黄色を呈した。然らば此の金屬は何であると思ふか。

(第六章第一節、第四節、第七節参照)

46. 次の諸反應中より酸化・還元の反應を選び出せ。
- (イ)  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  (炭酸カルシウムに鹽酸を加へる時)
- (ロ)  $\text{CuO} + \text{CO} = \text{Cu} + \text{CO}_2$  (熱した酸化銅に一酸化炭素を作用させる時)
- (ハ)  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$  (銅に濃硫酸を加へて熱する時)
- (ニ)  $\text{H}_2\text{SO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$  (亜硫酸の水溶液を熱する時)
- (ホ)  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2$  (ナトリウムを水の中に入れる時)
- (ヘ)  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$  (食鹽の固體に濃硫酸を加へる時)
- (ト)  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  (水酸化第二鐵の沈澱に鹽酸を加へる時)
- (チ)  $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$  (鹽化第一鐵の溶液に鹽素ガスを通ずる時)

注意 反應に於て元素の原子價に昇降があるか否かを検査せよ。

47. 21.8 g の亞鉛に稀硫酸を十分に作用させて水素を得た。此の水素を完全に燃焼せしめるのに必要な酸素は、少くとも幾 g の鹽素酸カリウムより得られるか。(第九章第一節 4 参照)
48. 2 種の白色の化合物の混合物がある。これに水を加へて温め、可溶性のものを十分に溶解させた後に之を濾過した。其の濾液を蒸發させて乾涸せしめ更に強熱すると、酸素を發生して後に 2.24 g の鹽化カリウムが残つた。又其の濾紙上に残つた沈澱に鹽酸を作用させると、炭酸ガスを發生しつゝ



溶解した。そこで此の溶液を蒸發させて乾涸せしめて見ると、1.36 g の鹽化亜鉛を得た。此の2種の化合物は何と何とであるか。又此の混合物中の各化合物の含量を百分率で表はせ。(第三章第六節4, 第九章第一節4参照)

49. 亞硫酸ガスと漂白粉との漂白作用を比較して説明せよ。

(第九章第一節3参照)

50. 過酸化水素と鹽素との類似点をあげて見よ。(第九章第二節

6第一節1参照)

51. 次の操作を順次に行ふ際に起る化學變化を、それぞれ方程式で示せ。(イ)亞硫酸ガスを苛性ソーダ溶液内に通じ、(ロ)次に過酸化水素を加へて煮沸し、(ハ)これに鹽酸を加へて酸性となし、鹽化バリウムの水溶液を加へる。

注意 (イ)第七章第三節2(2)参照。(ロ)過酸化水素は酸化剤である。(ハ)第七章第四節1参照。

52. 硫酸ナトリウムと亞硫酸ナトリウムとの混合溶液がある。

これに(イ)鹽化バリウムの水溶液を加へればどうなるか。(ロ)又鹽酸を加へた後鹽化バリウムの溶液を加へればどうなるか。(第七章第四節1参照)

53. 黒色の物質がある。(イ)これに濃鹽酸を加へて熱すると黄緑色の刺戟臭のある氣體を生じた。此の氣體の濕つたものは漂白作用がある。(ロ)又之を鹽素酸カリウムに加へて熱すると無色無臭の氣體を生じた。此の氣體はマッチの餘燼を再燃させる働がある。此の黒色の物質は何であると思ふか。(第九章第一節2, 4参照)

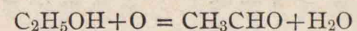
54. 次の物質を安全に貯藏する方法を問ふ。(イ)黄燐 (ロ)生石灰 (ハ)ナトリウム (ニ)二硫化炭素

注意 (イ)第三章第五節参照, (ロ)第二章第四節2参照, 水と作用する時發熱する, (ハ)第六章第一節参照, (ニ)第三章實驗20参照,

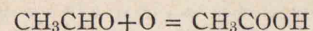
### 第三篇 [第十章—第十一章の部]

55. エチルアルコールを順次に酸化させる時に起る變化を式示し、其の各生成物の名を記せ。

略解 エチルアルコールは酸化によつて先づアセトアルデヒドを生ずる。丁度メチルアルコールよりフォルムアルデヒドの出来る反應と同一である。(第十章第四節参照)



此のアセトアルデヒドを更に酸化すると醋酸となる。



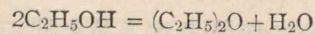
清酒より酢の出来るのは、醋酸菌の作用によつて此の反應が起るためである。

56. アルコール・アルデヒド・有機酸にそれぞれ特有の原子團を記し、相互の化學的關係を説明せよ。(第十章第四節, 及び綜合雜題55参照)

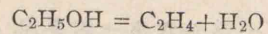
57. エチルアルコールに濃硫酸を加へて熱する時に起る化學變化を記せ。

略解 實驗100, 實驗104の場合である(第十章第七節, 第八節参照)。即ち硫酸は其の使用量の多少によつてアルコールに對して相異なる作用をなす。酸の少量の時はアルコール2分子より水1分子を取つてエーテルを生ずる。





次に酸を多量に用ひればアルコール1分子より水1分子を取つてエチレン-ガスを発生する。



58. 次の物質の化学的に相似た点及び相異なる点を述べよ。

(第十章第三節, 第五節参照) アルコール 鹽基

略解 (イ)相似点 何れも酸と鹽(アルコールの時はエステル)を造る。

(ロ)相異点 無機鹽基類は水に溶解して電離しOHイオンを生ずる。アルコールにはかやうなことがない。

59. 馬鈴薯を原料として醋酸エチルを製造しようとするれば、如何なる化学的原理を應用してよいか。(第十章第三節及び第十一章第一節参照)

略解 馬鈴薯の澱粉を醸酵によつて酒精に變へる(第十章第三節参照)。酒精と醋酸とよりエステル(醋酸エチル  $CH_3COOC_2H_5$ )の生ずることは實驗95で學んだ所である。

60. 木材を乾溜して得られる主要な化合物2種を挙げ、其の構造(又は示性式)と其の用途とを記せ。(第十章第三節, 第四節参照)

略解 メチルアルコール(木精)及び醋酸(此の外にタールを生ずる)

61. グリセリンとは如何なるものか。

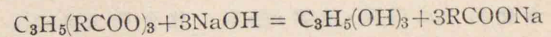
略解 グリセリン(俗にリスリンともいふ)は1種のアルコールであつて、 $C_3H_5(OH)_3$ の分子式(示性式)を有する。(アルコールであることは其のOH基を有することによって知られるであらう。)

脂肪は前に學んだやうにこれと脂肪酸とのエステルである。

62. 脂肪に苛性ソーダを加へて加熱する時の化学變化を記せ。

(第十章第五節参照)

略解 此の反應で脂肪分子中のグリセリン基がナトリウム原子で置換される。而して脂肪酸ナトリウム即ち石鹼を生ずる。



R =  $C_{15}H_{31}$  のやうな炭素原子の多い基

63. ベンゼンを原料としてアニリンを製する時の化学反應を、化学方程式を用ひて説明せよ。(第十章第六節参照)

略解  $\text{ベンゼン} \xrightarrow{\text{濃硝酸+濃硫酸}} \text{ニトロベンゼン} \xrightarrow{\text{還元}} \text{アニリン}$

64. コールタールの蒸溜によつて得られる著名な炭化水素4種をあげ、其の主な用途を記せ。

略解 ベンゼン・トルエン・ナフタレン・アントラセン(用途に就ては第十章第六節参照)

65. 石炭を空氣中で燃焼する場合と之を乾溜する場合とに就て、其の各々の場合の主要生成物を列記せよ。

略解 燃焼した時 炭酸ガス・水  
乾溜した時 石炭ガス(主にメタン)・アムモニア水・コールタール・コークス(骸炭)

66. 次の順序に従ひ各物質を生成せしむべき方法、並に其の際の反應式を記せ。(第十章第七節参照)

生石灰 → 炭化石灰 → アセチレン

67. エーテル類とは如何なる化合物であるか。これに屬する物質の1例並に其の示性式を問ふ。(第十章第八節参照)



68. 炭化水素及び炭水化物とは如何なるものか。化學組成上より之を説明し、且つ其の各々を二つづつ例をあげよ。(第十章第一節及び第十一章第一節参照)

略解 炭化水素とは炭素と水素とより成る化合物である。

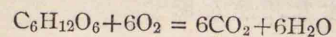
例 メタン・ベンゼン

炭水化物とは炭素・水素・酸素の化合物であり、しかも分子中に水素と酸素とが  $H_2O$  の倍數になるやうな割合で存在して居る化合物である。従つて之を含水炭素ともいふ。

例 蔗糖・葡萄糖

69. 葡萄糖  $C_6H_{12}O_6$  50 g を完全に燃焼する時に、生ずる水の重量及び無水炭酸の容積(標準状態)を計算せよ。

略解 次の方程式に従つて算出せよ。



70. 蛋白質に就て知る所を記せ。(第十一章第二節参照)
71. 栄養上混食(肉・野菜等を混じて食する)の必要な理由を問ふ。(第十一章第三節参照)
72. 吾人の栄養品中、栄養に最も必要な成分4種をあげよ。(第十一章第三節参照)
73. アルカロイドとは化學上如何なるものをいふか。(第十一章第四節参照)
74. 次の諸物質を構成する元素名を問ふ。  
(イ)砂糖 (ロ)テレピン油 (ハ)ニコチン
75. 次の言葉の意味を極めて簡単に述べよ。  
(イ)ビタミン (ロ)醱酵 (ハ)腐敗

76. 次の物質は化學上如何なるものかを簡単に説明せよ。

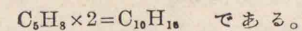
(イ)石油 (ロ)大豆油 (ハ)セルロイド (ニ)エポナイト (ホ)ペークライト (ヘ)ウルシ (ト)和硫ゴム (第十章及び第十一章各節参照)

77. 有機化合物に於て飽和化合物・不飽和化合物とは如何なるものをいふか。各々例をあげて説明せよ。(第十章第一節、第七節参照)

78. ゴム・テレピン油・樟腦・薄荷は化學構造上如何なる關係を有するか。(第十一章第四節参照)

略解 ゴムは1種の炭化水素であつて、 $(C_5H_8)_n$  で表はされる。

テレピン油は同様に炭化水素である。其の分子式は



樟腦はテレピン油にOの加はつたもの、即ち  $C_{10}H_{16}O$  である。

薄荷は樟腦に更に  $H_2$  の加はつたもの、即ち  $C_{10}H_{18}O$  である。

[第十二章の部]

79. 標準状態( $0^\circ C$ , 1 氣壓)に於て 280 cc の窒素の重さを秤つたのに 0.35 g であつた。此の窒素の分子量を計算せよ。(例16参照)
80. 次の氣體を空氣より重いものと軽いものとに區別せよ。  
酸素 鹽素 窒素 水素 炭酸ガス 亞硫酸ガス  
アムモニア 鹽化水素 硫化水素 一酸化炭素 メタン  
但し空氣は其の  $\frac{1}{5}$  容が酸素で、残りは窒素であるとする。  
注意 例15の結果を用ひて空氣 22.4 l (標準状態)の重さ(此の時の重さを表す g 數は空氣の分子量と見做すべきものである)を先づ計算した後考へよ。
81. 炭素と水素とより成る或氣體化合物 1.3012 g を酸素中で



完全に燃やして 4.4004 g の炭酸ガスを得た。又此の氣體化合物の 500 cc は標準状態に於て 0.58 g の重さを有して居た。

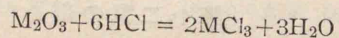
此の化合物の分子式を求めよ。(第十二章第二節3参照)

82. 1.059 g の或金属を空氣中で熱して 1.326 g の酸化物を得た。此の金属の原子量を求めよ。但し其の原子價は 2 である。

**注意** 金属の原子價が與へられて居るから、其の酸化物の化學式が直ちに求められることに注意せよ。(第十二章第二節4参照)

83. 原子價 3 の或金属の酸化物 5.098 g を熱し、これに鹽化水素を通じて鹽化物を造つた。此の時 10.941 g の鹽化水素を要したとすれば、此の金属の原子量は幾何か。

**注意** 此の金属の元素記號を M で表はせば、其の酸化物の化學式は  $M_2O_3$  である。熱した  $M_2O_3$  に鹽化水素が作用する場合の變化は次のやうに表はされることは明らかである。



此の方程式を利用すれば  $M_2O_3$  中に含まれる酸素の量が求められる。(第十二章第二節4参照)

84. 水素 4 g は鹽素 142 g と化合して鹽化水素を生ずる。而して鐵 1.7 g は鹽素 3.2 g と化合して鐵の鹽化物を生じた。此の鹽化物に於ける鐵の原子價を求めよ。但し水素・鹽素・鐵の原子量は既知とする。

**注意** 水素と鹽素とが化合する量の關係より、鹽素 1 原子と化合する水素の原子数を求めれば、此の原子数は即ち鹽素の原子價である。次に鐵と鹽素とが化合する量の關係より、鐵 1 原子と化合する鹽素の原子数を計算し、此の鹽素の原子数と鹽素の

原子價とより鐵の原子價を判定せよ。

85. 或金属の鹽化物 0.6667 g を水に溶かし、これに硝酸銀溶液を加へて 2.1501 g の鹽化銀を得た。又此の金属の鹽化物を氣化せしめると、其の比重は酸素の 4.2 倍となつた。此の金属の原子價及び原子量を求めよ。但し此の金属の原子價は 1 價でないことは他の實驗によつて知られて居るものとする。

**注意** (イ)鹽化銀の量より、此の金属鹽化物中に含まれる鹽素の量を計算せよ。(ロ)此の鹽化物の蒸氣の比重より其の分子量を求めよ。(ハ)上記の二つの結果によつて此の鹽化物 1 分子中に含まれる鹽素の原子数を算出せよ。(ニ)次に鹽素の原子價が 1 であることより、此の金属の原子價を判定せよ。

86. 或温度壓力の時に 150 cc の水素と 125 cc の鹽素とがある。此等を混じて化合させた後、再び前と同じ温度壓力になせば、其の時の氣體は幾許の容積を占めて居るか。次に水を加へてよく振盪した後、前と同じ状態(温度・壓力)となせば残る氣體の容積は幾何か。(第十二章第一節4参照)

**注意** 鹽化水素が水に溶解易いことに注意せよ。

87. 常温・常壓で 145 cc のメタン・水素及び酸素の氣體混合物がある。之を完全に燃焼させた後、前と同じ状態にすると容積が 65 cc となり、此の中 25 cc は炭酸ガスであつた。初めの氣體混合物中のメタン・水素及び酸素の容積の百分率は幾何か。

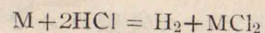
**注意** (イ)メタンが酸素中で燃焼する時の方程式を用ひれば、炭酸ガスの容積よりメタンの容積が知られる。(ロ)メタン・水素が燃焼して生ずる  $H_2O$  は、常温では液體となるから、其の容積は考



に入れない。(ハ)水素の初めの容積を  $V_{cc}$  と假定し、最後に残る酸素の容積を等置した方程式を解いて  $V$  の値を求めよ。

88. 2.01 g の不純炭化カルシウムに水を十分に作用させて、672 cc のアセチレンを得た(標準状態)。此の不純炭化カルシウムには幾%の不純物が含まれて居るか。(第十二章第二節1参照)
89. メタン 6.4 g を完全に燃焼させるに必要な酸素の容積は、温度 18°C・圧力 748 mm の時に幾何であるか。(第十二章第三節2参照)
90. 炭酸カルシウム 500 g に酸を作用させて炭酸ガスを得た。此の氣體を全部 4 l の内容を有つ容器に入れる時は 17°C では幾気壓の壓力を呈することとなるか。(第十二章第三節2参照)
91. 92.1 % の炭素と 7.9 % の水素とより成る氣體化合物 0.502 g の容積を測定すると 215 cc あつた。而して此の時の温度は 127°C、壓力は 75 cm であつた。此の化合物の分子式を求めよ。
92. 或金屬 10 g に稀鹽酸を加へて完全に溶解させた時、温度 13°C・壓力 750 mm で 3.63 l の水素を發生した。此の金屬の原子量を求めよ。但し此の金屬の元素記號を M とすれば MO なる酸化物を造る。

注意 此の金屬は其の酸化物の式によつて原子價 2 であることが知られるから、これと鹽酸との反應は



である。そこで此の金屬の鹽化物の化學式が知られ、又發生した水素の量より此の金屬と鹽素とが化合する量の關係が知られるから、第十二章第二節4の方法によつて原子量が求められる。

## 問題解答

### 第一篇

- 第一章 (1) 16 g (2) 水素が 7.5 g 残る (3) 22.3 g  
 (4) 水素 11.2 g 酸素 88.8 g (5) 酸素 26.7 g 炭酸ガス 36.7 g  
 (6)  $1.98 \times 10^{-23}$  g (7) 5.3 倍 (8) (イ) 32 (ロ) 2,016 (ハ) 18,016  
 (9) 44 (10) (イ) 1.8 倍 (ロ) 2.4 倍  
 (11) (イ) 1.75 (ロ) 0.878 (ハ) 3.10

### 第二章

- (12) 炭素 2.7 g 酸素 7.3 g (13) ナトリウム 7.9 g 鹽素 12.1 g  
 (14) 1 : 7.937 (15) 1 : 2.067 (16) 1.065 : 1  
 (17) 亞鉛 40.54% 硫黄 19.82% 酸素 39.64%  
 (18) (イ) 6 g (ロ) 2.59 g (19) 亞硫酸ガス 8 g 酸素 6 g

### 第三章

- (20) (イ) 0.18 g (ロ) 6.5 g (21) 54 g (22) 4.7 g  
 (23) (1) (イ) 2.667 g (ロ) 1.333 g (2) 2:1

### 第四章

- (24) 33 g (25) 83 g  
 (26) (イ) 0.48 瓦分子量 (ロ) 0.26 瓦分子量 (27) 70 g  
 (28) 0.91 g (29) 0.000135 モル 0.00027 規定  
 (30) 2.35 モル 2.35 規定 (31) 80% (32) 1.47 g  
 (33) 0.375 モル

### 第二篇

- 第六章 (34) 2.1 g

- 第九章 (35) 63.8 g

### 第三篇

- 第十二章 (36) 2.216 倍 (37) 70.91 (38) 44  
 (39) 3.8 倍 (40) (イ) 0.70 l (ロ) 0.32 l (ハ) 0.61 l



- (41) (1) 4.3 g (ロ) 2.9 g (ハ) 1.1 g (=) 1.7 g  
 (42) H<sub>2</sub>S, CO, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub> (43) 1.008 (44) 12  
 (45) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O (46) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (47) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 55.84  
 (48) 1.008 (49) 1.008 (50) 205.1  
 (51) 0.83 l (52) 6.7 g (53) 56 l  
 (54) 1.7 l (55) 2.34 l

## 綜合雜題

- 第一篇 (7) 250 cc (8) 79.9 cc (9) 14.3 規定  
 (10) 4.74 モル (11) 36.8 % (12) 25.3 %  
 (13) 145.7 g (14) 117 g (15) 0.14 規定 0.17 g  
 (16) 酸性 (17) 39.2 % (18) 3.35 モル 27.3 %  
 (19) 0.0196 g (20) (1) 0.13 規定 (ロ) 32.5 cc  
 (24) 15 % (25) 263 g (26) 3.68 g  
 (27) 14.7 %  
 第二篇 (38) 32.1 % (39) 78.6 g (40) 10  
 (47) 13.6 g (48) KClO<sub>3</sub> 74.6 % ZnCO<sub>3</sub> 25.4 %  
 第三篇 (69) 水 30 g 炭酸ガス 37.3 l (標準状態) (79) 28  
 (80) 空気より重いもの 酸素・鹽素・炭酸ガス・亞硫酸ガス・鹽化水素・  
 硫化水素  
 空気より軽いもの 窒素・水素・アモニア・一酸化炭素・メタン  
 (81) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (82) 63.46 (83) 26.98  
 (84) 3 價 (85) 3 價 26.96 (86) 275 cc 25 cc  
 (87) メタン 17.2 % 水素 13.8 % 酸素 69 %  
 (88) 4.48 % (89) 19.4 l (90) 30 氣壓  
 (91) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (92) 65.45

昭和八年二月九日印刷  
 昭和八年二月十五日發行  
 昭和八年二月二十四日訂正印刷  
 昭和八年二月二十八日訂正發行

推 理

中學化學教科書

〔生徒實驗配輯〕

(乙 準據)

定價金壹圓參拾錢

不許複製

著者 加藤與五郎  
 著者 永海佐一郎

東京市神田區錦町一丁目十六番地

發行者 株式明治書院

取締役社長 三樹退三

東京市牛込區市ヶ谷加賀町一丁目十二番地

印刷者 宮澤武雄

發 行 所

東京市神田區錦町一丁目十六番地

株式 明治書院

大日本印刷株式會社印刷







