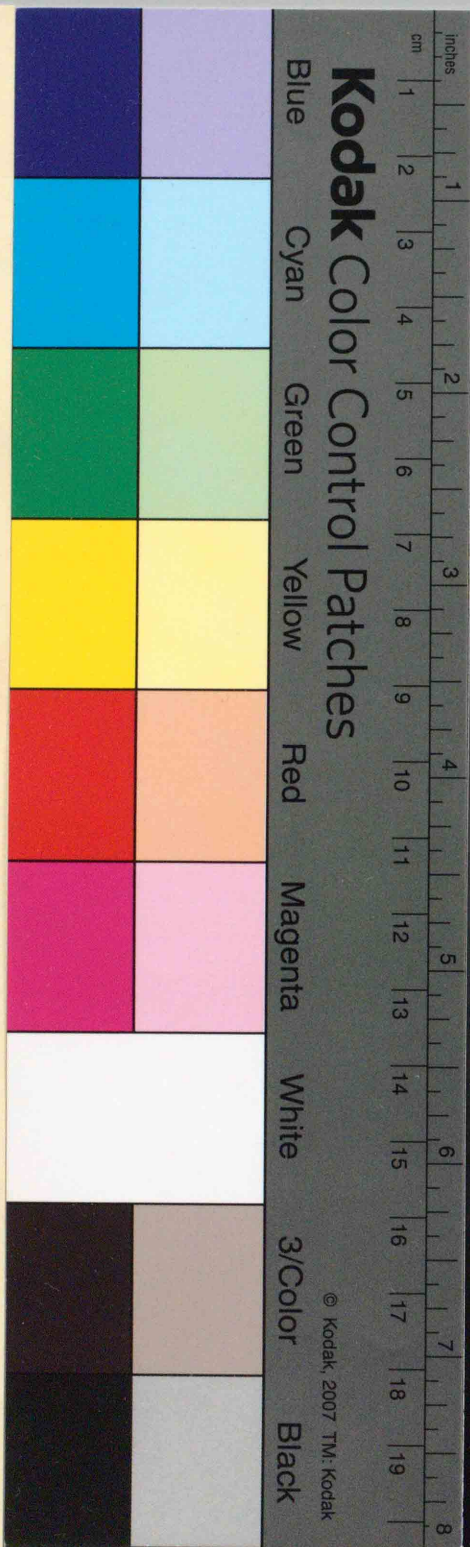


40336

教科書文庫

4
430
41-1937
20000 65693

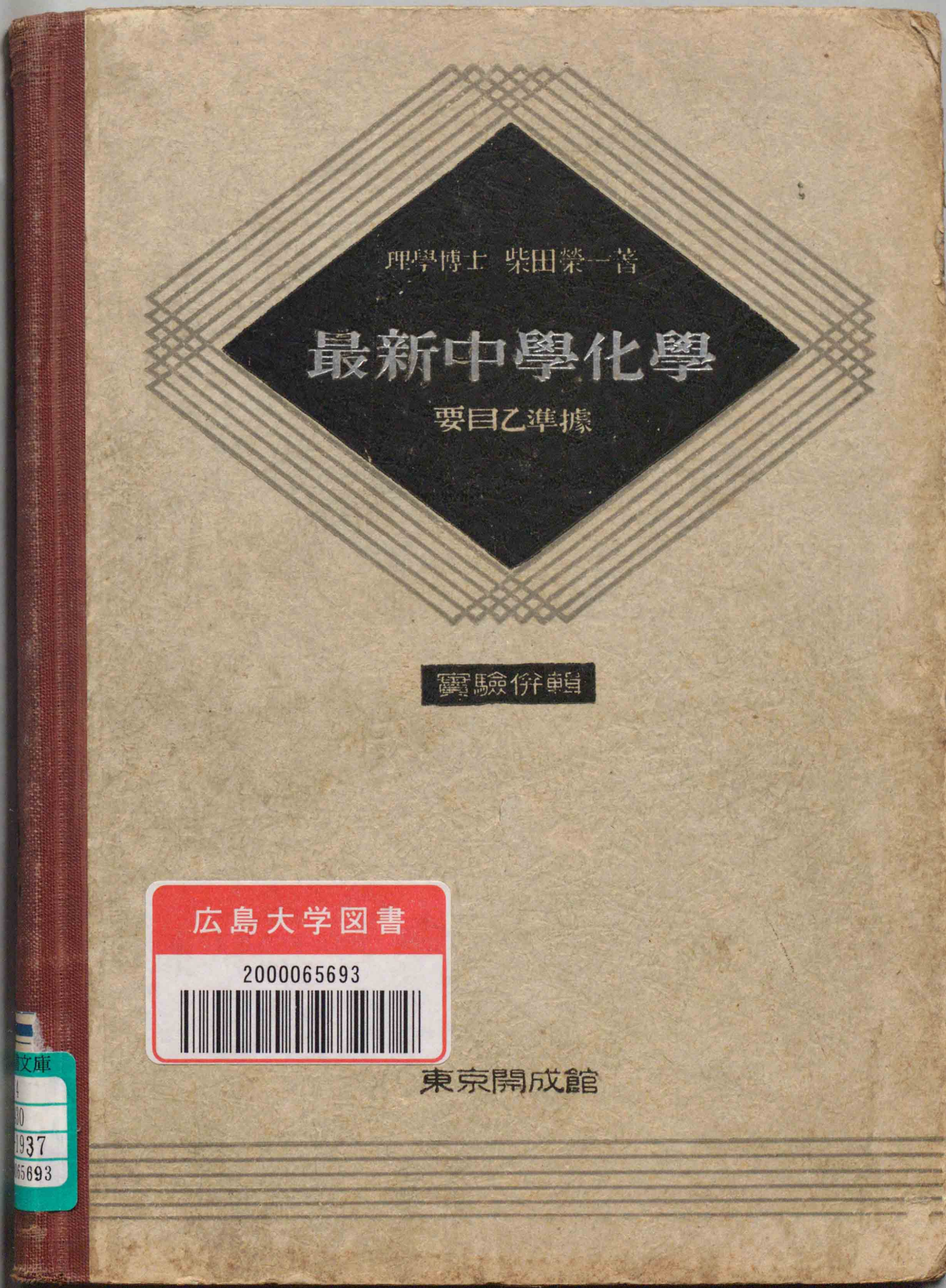


Kodak Gray Scale

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



© Kodak, 2007 TM: Kodak



4a
430
BB12

萬國原子量表
1936年 O=16.0000

Ag	.....(銀).....	107.880	N	.....(窒素).....	14.008
Al	.....(アルミニウム).....	26.97	Na	.....(ナトリウム).....	22.997
Ar	.....(アルゴン).....	39.944	Nb	.....(ニオブウム).....	93.3
As	.....(砒素).....	74.91	Nd	.....(ネオヂム).....	144.27
Au	.....(金).....	197.2	Ne	.....(ネオン).....	20.183
B	.....(硼素).....	10.82	Ni	.....(ニッケル).....	58.69
Ba	.....(バリウム).....	137.36	O	.....(酸素).....	16.0000
Be	.....(ベリリウム).....	9.02	Os	.....(オスミウム).....	191.5
Bi	.....(蒼鉛).....	209.00	P	.....(燐).....	31.02
Br	.....(臭素).....	79.916	Pb	.....(鉛).....	207.22
C	.....(炭素).....	12.00	Pd	.....(パラヂウム).....	106.7
Ca	.....(カルシウム).....	40.08	Pr	.....(プラセオチウム).....	140.92
Cd	.....(カドミウム).....	112.41	Pt	.....(白金).....	195.23
Ce	.....(セリウム).....	140.13	Ra	.....(ラヂウム).....	225.97
Cl	.....(塩素).....	35.457	Rb	.....(ルビヂウム).....	85.44
Co	.....(コバルト).....	58.94	Re	.....(レニウム).....	186.31
Cr	.....(クロム).....	52.01	Rh	.....(ロヂウム).....	186.9
Cs	.....(セシウム).....	132.91	Rn	.....(ラドン).....	222
Cu	.....(銅).....	63.57	Ru	.....(ルテニウム).....	101.7
Dy	.....(ヂスプロシウム).....	162.46	S	.....(硫黄).....	32.06
Er	.....(エルビウム).....	165.20	Sb	.....(アンチモン).....	121.76
Eu	.....(ユーロピウム).....	152.0	Sc	.....(スカンジウム).....	45.10
F	.....(弗素).....	19.00	Se	.....(セレン).....	78.96
Fe	.....(鐵).....	55.84	Si	.....(珪素).....	28.06
Ga	.....(ガリウム).....	69.72	Sm	.....(サマリウム).....	150.43
Gd	.....(ガドリウム).....	157.3	Sn	.....(錫).....	118.70
Ge	.....(ゲルマニウム).....	72.60	Sr	.....(ストロンチウム).....	87.63
H	.....(水素).....	1.0078	Ta	.....(タンタル).....	181.4
He	.....(ヘリウム).....	4.002	Tb	.....(テルビウム).....	159.2
Hf	.....(ハフニウム).....	178.6	Te	.....(テルル).....	127.61
Hg	.....(水銀).....	200.61	Th	.....(トリウム).....	232.12
Ho	.....(ホルミウム).....	163.5	Ti	.....(チタン).....	47.90
I	.....(沃素).....	126.92	Tl	.....(タリウム).....	204.39
In	.....(インヂウム).....	114.76	Tm	.....(ツリウム).....	169.4
Ir	.....(イリヂウム).....	193.1	U	.....(ウラン).....	238.14
K	.....(カリウム).....	39.096	V	.....(バナヂン).....	50.95
Kr	.....(クリプトン).....	83.7	W	.....(ウルフラム).....	184.0
La	.....(ランタン).....	138.92	Xe	.....(クセノン).....	131.3
Li	.....(リチウム).....	6.940	Y	.....(イットリウム).....	88.92
Lu	.....(ルテシウム).....	175.0	Yb	.....(イテルビウム).....	173.04
Mg	.....(マグネシウム).....	24.32	Zn	.....(亜鉛).....	65.38
Mn	.....(マンガン).....	54.93	Zr	.....(ジルコニウム).....	91.22
Mo	.....(モリアデン).....	96.0			

教科書文庫

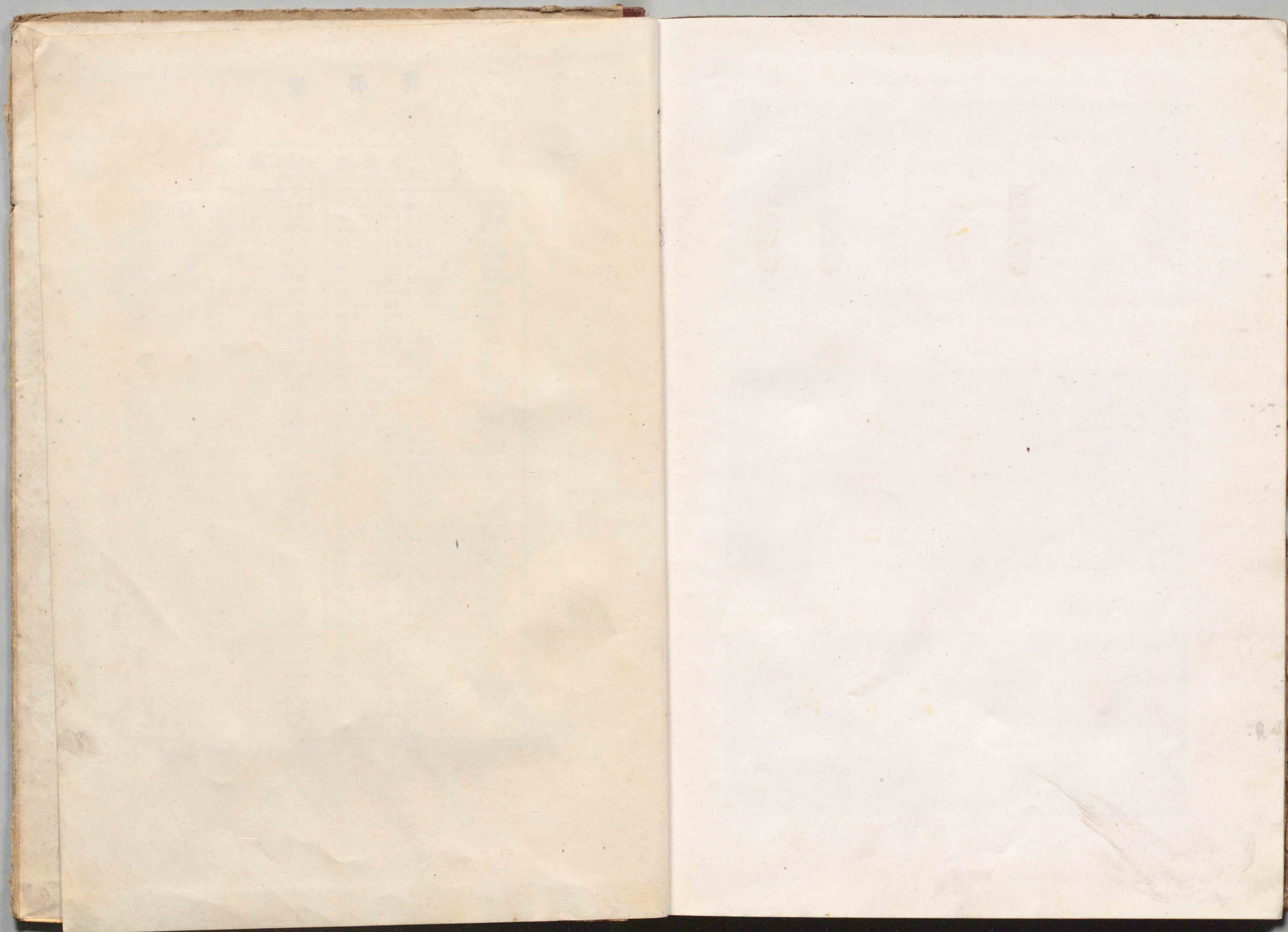
4

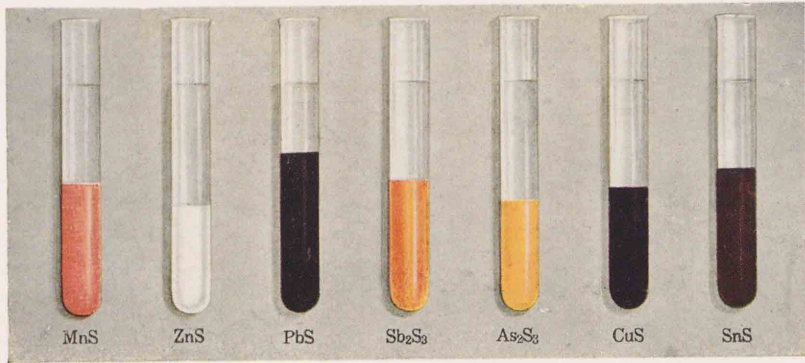
430

41-1937

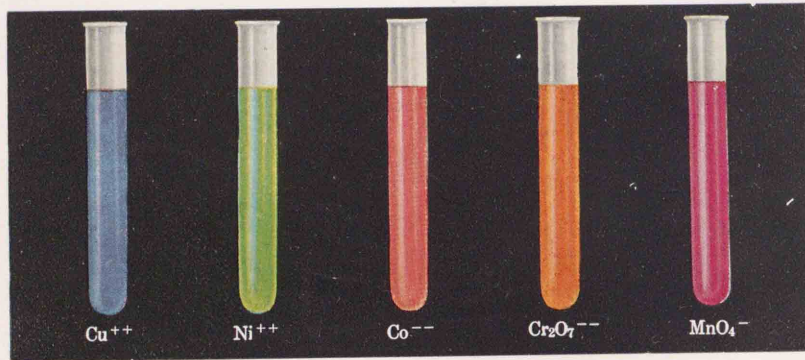
2000065693

資料室

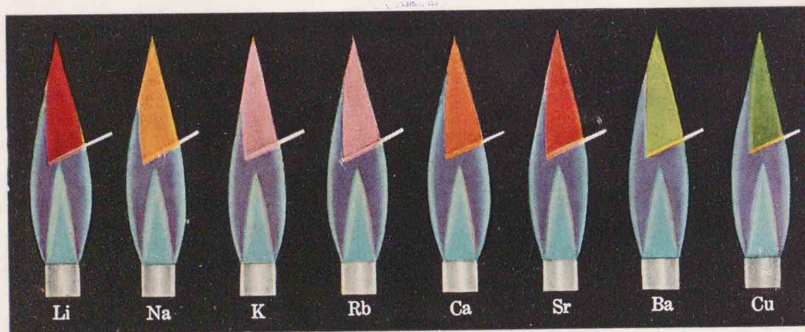




硫化水素による硫化物の沈澱



イオンの色



焰色反応

文部省検定済
昭和十二年十一月十八日 中学校理科用

広島文理科大学教授
理学博士 柴田榮一著

最新中學化學

要目乙準據

實驗併輯

広島大学図書

2000065693



東京開成館

編纂の趣意

1. 従来我國の化學教科書には概ね“週期律表は非常に大切である”と述べてゐるが、殆どそれが活用されるやうに記述されてゐない。しかも多くの教科書に掲げてあるメンデレーフの週期律表は歴史的には貴いが、活用には不便な點が多い。それで本書では卷末に掲げるやうな新しい週期律表を用ひ、出来るだけそれを活用することに努めた。併し原子構造を教へないでその目的を達する事は出来ない。よつて本書では早く原子構造の犬要を述べ、化學を推理的に興味深く理解せしめ、機械的に暗記する習慣を避けるやうにした。
2. 現行制度による時間數で、従來の教科書内容を悉く教へ盡す事は無理である。そこで著者は大切な要點をもれなく網羅し、更に既に確定的な新しい化學事項を導入し、且生徒實驗書を別にせず之を適當に編入して、然も全體を約 180 頁に書きまとめることに苦心した。實際の教授に當つては生徒の素質・土地の情況により適當な敷衍を行はれたい。それについて著者は別に教授資料書を書き教師の準備及び學的向上を目的として十分詳細に説かん

とする用意がある。

3. 従来一般に固体物質の説明が不十分であつたやうに思はれる。現今ではこの方面の事柄が非常に發達し、常識化されつゝあるのに鑑み、著者は隨所にそれを注意した。

4. 化學はどこまでも實驗を第一とせねばならぬ。之によつて實力がつき、興味が湧く。この目的で少ない頁數の中に基本的な最も力のつく實驗を75種選んで挿入した。

5. 今日のこの莊嚴な化學の殿堂も一人一人の人間の血と汗との賜物である。その人々はどんな境遇に育ち、如何なる動機によつて化學に志し、如何なる忍耐と努力の道を辿つたか、感受性の強い少青年にこれ等眞面目な學者の生涯を知らせる事は化學教授上有益なことと信ずる。著者は前例を破つて多數の學者の傳記を心をこめて書き入れた。この方面では山岡理學士の化學史傳・Große Naturforscher・中瀬古博士の世界化學史等に負ふ處が甚大である。爰に厚く感謝する。

6. 教材配列に於ても従來の習慣に拘束されず、中學校に於ける化學教育の現状を察し、週期律を初め基礎的事項を先に出すことにし、教へ易く且學び易

すからしめることに工夫を凝した。即ち第一篇に於て化學を理解するに必要な然も平易な定律と入門的化學上の事實を述べ、第二篇に於ては比較的理解に困難な化學上の事實と法則とを稍詳述し、生徒をして化學の眞の妙味を會得させるやうに苦心した。第三篇の金屬編、第四篇の有機化學編に於ては、説明を簡潔にし、加へるに確定的新しい事項を以つてし、且實際問題との連絡に注意した。

以上著者は現代化學の進歩と趨勢とに鑑み、化學教育の正しい道を開拓する意味に於いて自由に且大膽に本書を編述し、書き改めること實に五回に及び漸く稿を畢へた。しかし未だ研究を要する事柄も多く、且實際教授に當つては幾多の改良すべき點もあらうと思はれる。それ等は版を重ねるに従つて改めるつもりである。それについて實際教授者の忌憚なき忠言は著者の衷心から望む所である。猶著者は此の書を編纂するに當り、組織的調査研究に實際教育に經驗の深い理學士武田尠・入江弘・國富稔諸氏に負ふ所が多い。深く感謝の意を表する。

昭和十二年九月

著者識

化學を學ぶ目的

我々の生存する自然界に起る現象は實に複雑なものであるが、如何なる現象と雖も一つとして一定の理法に基いてをらぬものは無い。精神界に嚴肅な道德律があつて我々の襟を正しうせしめる如く、自然界に靜かに横はる莊嚴な理法は幾度か敬虔な自然科学者をして頭を下げしめた。

化學は物質に備はる極めて微妙な性質を我々に教へ、以て嚴かな理法の道へ導き、學ぶものをして謙讓ならしめ、敬虔たらしめる。

これが化學を學ぶ眞の目的であるが、更にこれ等理法の教へる所に従つてこれ等を應用し、或はより良き醫藥を供給して社會人類の苦惱を少からしめ、或はより心地よき衣食住を與へて生活を樂ましめ、一旦緩急ある時は祖國を救ふ最も優秀な手段を案出して奉公の誠を致す等の如き又以て化學を學ぶ者の等しく貴い目標に加へねばならぬ。

目次

第一篇

第1章 元素	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1
1. 元素及び元素記號	2. 元素の種類									
3. 元素の化合										
第2章 オゾンと過酸化水素	...	...	...	...	...	...	...	...	...	3
1. オゾン	2. 過酸化水素									
第3章 化學上の基礎諸定律	...	...	...	...	...	...	...	...	...	5
1. 質量不變の定律	2. 定比例の定律									
3. 倍數比例の定律	4. 氣體反應の定律									
第4章 分子・原子	...	...	...	...	...	...	...	...	...	8
1. 分子・原子	2. アヴォガドロの假説									
3. 原子量・分子量	4. 原子の構造									
5. 原子番號・週期律										
第5章 炭素	...	...	...	...	...	...	...	...	...	14
1. 炭素	2. 種類及び性質・用途									
3. 炭素の同素體とその共通化學的性質										
第6章 化學式・化學方程式	...	...	...	...	...	...	...	...	...	18
1. 分子式	2. 實驗式	3. 原子價								
4. 化學方程式及びその應用										
第7章 ハロゲン元素及びその化合物	...	...	...	...	...	...	...	...	...	22
1. 塩素	2. 塩化水素	3. 塩酸								

- 4. 臭素及びその化合物
- 5. 沃素及びその化合物
- 6. 弗素及び弗化水素
- 7. ハロゲン元素

第8章 硫黄及びその化合物... 31

- 1. 硫黄
- 2. 亜硫酸ガス
- 3. 無水硫酸
- 4. 硫酸
- 5. 硫化水素

第9章 窒素・磷・砒素・アンチモン及び

その化合物... 39

- 1. アムモニア
- 2. 塩化アムモニウム
- 3. 硝酸
- 4. 窒素の酸化物
- 5. 磷
- 6. 磷の化合物
- 7. 砒素・アンチモン
- 8. 窒素族元素

第二篇

第1章 原子の構造と化学結合... 51

- 1. 原子の構造とイオン結合
- 2. 原子の構造と原子結合

第2章 電解・電離... 54

- 1. 電解
- 2. 電離

第3章 酸・塩基・塩... 59

- 1. 酸
- 2. 塩基
- 3. 酸・アルカリの強弱
- 4. 化学当量及び互当量
- 5. 中和
- 6. 塩

第4章 溶解度・溶液の濃度、酸・アルカリの定量... 65

- 1. 溶解度
- 2. 溶液の濃度
- 3. 酸・アルカリの定量

第三篇

第1章 金属総論... 70

- 1. 冶金
- 2. 金属
- 3. 合金
- 4. 金属の化学的性質とイオン化傾向

第2章 アルカリ金属及びその化合物... 76

- 1. ナトリウム
- 2. 食塩(塩化ナトリウム)
- 3. 苛性ソーダ
- 4. 炭酸ソーダ
- 5. 重炭酸ソーダ
- 6. 硝酸ナトリウム
- 7. 硫酸ナトリウム
- 8. カリウム
- 9. アルカリ金属

第3章 銅・銀・金及びその化合物... 84

- 1. 銅及びその化合物
- 2. 銀及びその化合物
- 3. 錯塩
- 4. 金及びその化合物

第4章 アルカリ土金属・マグネシウム及び

その化合物... 90

- 1. カルシウム及びその化合物
- 2. 硬水
- 3. バリウム及びストロンチウムの化合物
- 4. アルカリ土金属・スペクトル分析
- 5. マグネシウム及びその化合物

第5章 亜鉛・水銀及びその化合物 96

1. 亜鉛及びその化合物
2. 水銀及びその化合物

第6章 アルミニウム・硼素及びその化合物... 101

1. アルミニウム
2. アルミニウムの化合物
3. 複塩
4. 陶土・粘土
5. 硼素の化合物

第7章 珪素・錫・鉛及びその化合物... .. 107

1. 珪素及びその化合物
2. 錫及びその化合物
3. 鉛及びその化合物

第8章 鉄・ニッケル・コバルト・白金及び

その化合物 114

1. 鉄
2. 鉄の種類
3. 鉄の酸化物
4. 鉄の塩類
5. ニッケル・コバルト及びその化合物
6. 白金及びその化合物

第9章 放射性元素・原子の崩壊・同位元素 ... 122

1. ラヂウム・放射性元素
2. 原子の崩壊
3. 同位元素
4. 重水素・重酸素・重水

第10章 週期律表と酸性度・塩基性度・塩性度.. 127

1. 酸性度・塩基性度
2. 塩性度

第 四 篇

第1章 有機化合物・炭化水素 133

1. 有機化合物
2. メタン
3. アセチレン
4. 炭化水素
5. 石油

第2章 アルコールとその誘導體 138

1. アルコール
2. メチルアルコール(メタノール)
3. エチルアルコール(酒精)
4. グリセリン
5. エーテル
6. アルデヒド

第3章 有機酸 146

1. 脂肪酸
2. 植物酸

第4章 エステル・油脂・石鹼 149

1. エステル
2. 油脂
3. 石鹼

第5章 炭水化物... .. 153

1. 炭水化物
2. 葡萄糖・果糖
3. 蔗糖及びその異性體
4. 澱粉
5. 纖維素(セルロース)

第6章 コールタールから得られる有用物質.. 161

1. 石炭乾溜・コールタール分溜
2. ベンゼン
3. ニトロベンゼン
4. アニリン
5. 石炭酸(フェノール)
6. ピクリン酸
7. サリチル酸

第7章 天然産各種有機化合物... .. 167

1. タンニン(鞣酸)
2. 精油・香油
3. テレピン油
4. 樟腦

5. 薄荷腦	6. 彈性ゴム
7. アルカロイド	8. 蛋白質
第8章 結晶質と膠質 177	
1. 結晶質と膠質	
第9章 食物 179	
1. 栄養素	2. 食物の栄養價
3. ヴィタミン	

練習問題集 [1-10]

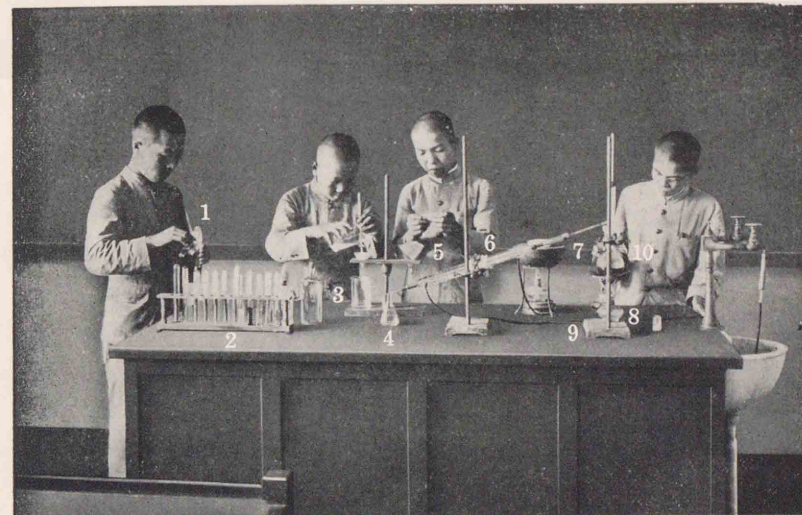
答 [1]

(第一表) 元素の週期律表 [1]

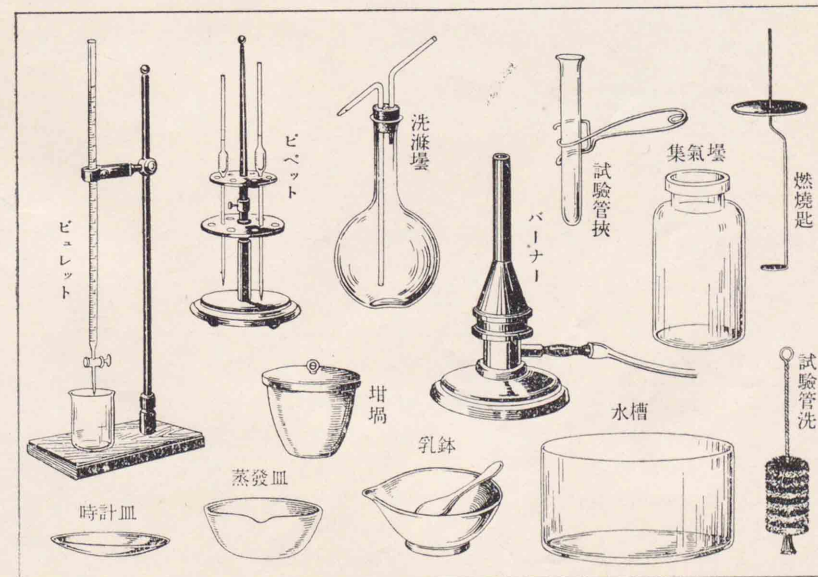
(第二表) 元素の分類圖... .. [2]

(第三表) 元素の電子配置圖... .. [3]

化學實驗器具



1. 試験管 2. 試験管臺 3. ビーカー 4. 圓錐フラスコ 5. 漏斗
 6. リービヒ氏冷却器 7. 湯煎鍋 8. アルコールランプ 9. スタンド
 10. フラスコ

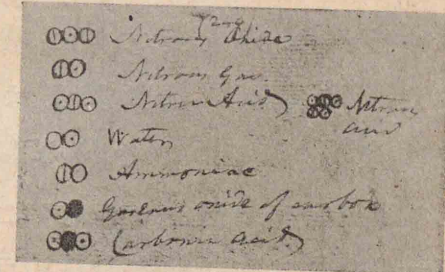


第一篇

第1章 元素

1. 元素及び元素記號 水・塩素酸カリウム・硫酸などの化合物は適當な方法を用ひれば各成分に分解することが出来るが、水素・酸素・亜鉛・硫黄などはそれ自身物質構成の要素で、それより簡単な物質に分解することが出来ない。このやうな物質を元素といふ。

元素を記號で示す



ダルトンの用ひた化學記號

には主としてラテン名の頭文字を用ひ、同一の頭文字のものは更に他の一文字を添へて區別する。

元素名	ラテン名	記號	英名
酸素	Oxygenium	O	Oxygen
水素	Hydrogenium	H	Hydrogen
ヘリウム	Helium	He	Helium
炭素	Carboneum	C	Carbon
塩素	Chlorum	Cl	Chlorine
カルシウム	Calcium	Ca	Calcium
銅	Cuprum	Cu	Copper

2. 元素の種類 現今知られてゐる元素は90餘種¹⁾ある。しかしこれ等の大部分は地球上に極めて少量しか存在しないもので、稍多量に存在するものは僅か20餘種に過ぎない。

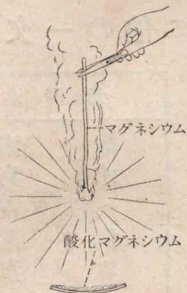
元素は之を金属元素と非金属元素とに大體分類せられる。金属元素は金・銀・銅・鉄・ニッケル等のやうに、常温では固体で(水銀のみは液体)、重く、且強い光澤を有し、電気及び熱をよく導くものである。又非金属元素は酸素・水素・窒素・硫黄等のやうに常温では気体又は脆い固体で(臭素のみは液体)、電気や熱を導き難いものである。

この兩屬元素の區分を卷末第二表に示す。その中で、第一級金属は代表的金属性の元素で、第二級・第三級となるにつれて次第に金属性が乏しくなる。

3. 元素の化合

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分熱して黒色となるのを見て、その變化を考へよ。

(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。



Scheele (瑞典)
(1742-1786)



Berzelius (瑞典)
(1779-1848)

1) それ等の全部が卷末の表に掲げてある。

Sheele (シェール) 小商人の子として産れた彼は、非凡な學才を抱きながらも、小學校を出るとすぐに藥屋の小僧とならなければならなかつた。併し、彼の主人は此の寧馨兒の好學心に感心して、遂に彼の望むがままに化學の獨習を許した。そこで彼は幾多の困難を克服しつつ、我の求めるものは唯眞理のみ！との大悲願を立て、直進したのであつた。かくて後、ウプサラ大學教授ベルグマンに認められ、化學研究の便宜を得るに至り、洋々たる前途は拓かれ、遂に化學界の巨星とまでなつた。彼は秀れた實驗家で、酸素・塩素・マンガンを初め、塩化水素・アムモニア・シアン化水素・弗化水素・モリブデン酸・タングステン酸等幾多貴重な發見に、輝かしい足跡を印した。折角酸素を發見しながら、燃焼の理論に到達し得なかつた事は、彼の爲に惜しみてもあまりあることである。亞砒酸・昇汞・青酸の様な毒物の研究の犠牲となつて、40 歳を過ぎる頃から非常に健康を害し、常に病魔と戦ひつつ、遂に 43 歳を一期として、勇敢なる戦死者の如く斃れた。

Berzelius (ベルツェリウス) 4 歳の時、小學校長であつた父は肺病で死し、8 歳の時には母も亦この世を去つてしまつた。世界を動かした大化學者彼の一生は、その始めからして、かくも幸薄きものであつた。15 歳の時から家庭教師をして自活を始め、醫學を學び、これで人々の爲に盡さうと考へ、しかもその傍、獨學で化學を勉強しつつ大學を出た苦心は一通りではなかつた。かやうな心神の過勞から病氣にはなるし、酸化窒素等の研究論文を提出したが學界からは拒絶されるし、種々の工場を始めたが何れも失敗はするし、醫者を始めても患者は來ないといふ苦難のどんぞりに落ちた。併し、彼の根強い忍耐は何物をも克服せずには措かなかつた。その後彼は化學を唯一の武器として、種々の學校の助手、助教授と進路を開き、遂に大學教授まで進んだ。その間孜々として多くの研究を積み、56 歳で始めて家庭を作つた。

多くの化合物を分析して原子説を確證し發展せしめたと同時に、これによつて礦物學の分類に堅固な基礎を與へた等は、特筆すべき功績であるが、猶彼は 1818 年 Se を、1803 年 Ce を、1823 年 Si を、1828 年 Th を發見し、又化學記號法を發案し、これに數量的意味を含ませ、又有機化學の方面では葡萄酒を發見し、それによつて同分異性の説を出した。‘物理及化學年報’の偉業、更に彼の衣鉢を繼いで後世に名を残した偉大な化學者 (Mitscherlich, Rose 兄弟, Magnus, Gmelin, Wöhler 等) を幾多養成した事等は寔に世界を動かす大業であつた。

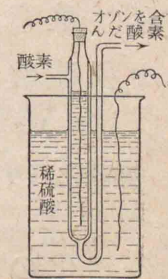
概して金屬元素と非金屬元素とは互に化合し易い。之は一般に、金屬元素は陽性を帶び、非金屬元素は陰性を帶びる傾向があつて、電氣的に結合が起り易いためである。しかし非金屬元素相互間等にも化合を起すことがあるが、それ等の理由は後に述べる。¹⁾

第 2 章 オゾンと過酸化水素

1. オゾン 空氣又は酸素中で放電を行ふと酸素の一部はオゾンに變る。オゾンの發生は特有の臭や、濕した沃度カリ澱粉紙(白色)を青變する性質を利用して知ることが出来る。

實驗 3. 圖のやうな装置で硝子製二重管の一方から乾燥した空氣又は酸素を送りながら兩極につないである感應コイルを働かせて管の他端を嗅いでみよ。

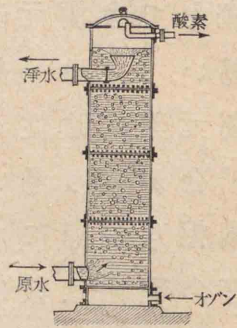
實驗 4. 管の他端に濕した沃度カリ澱粉紙を置けば次第に青色を帶びる。



オゾンは天然には海岸地方等の新鮮な空氣中に極く少量含まれてゐる。無色の氣體で酸素に變り易く、その性質は酸素に似て

1) これ等の理由は第二篇原子の構造と化學結合の所で説明する。
2) 沃度カリと澱粉との混合溶液をしめた紙。

あるが遙かに強い酸化作用を呈する。それでこの性質を利用して飲料水の殺菌、空気の浄化、油の漂白等に用ひられる。オゾンは同體積の酸素の1.5倍の重さがある。

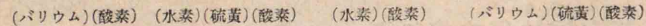
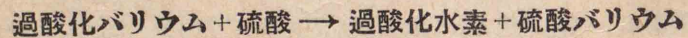


オゾンを用ひる飲料水の殺菌法

酸素やオゾンは唯一種の元素から成る。かかる物質を単體といふ。酸素とオゾンとは同一元素から成る單體であるが性質は異なる。かかる物質を互に同素體といふ。

問 一般理科やその他で學んだ單體の例を挙げよ。

2. 過酸化水素 過酸化水素は水と同じく水素と酸素との化合物であつて、過酸化バリウムを稀硫酸に加へると出来る。



上の變化のやうに A, B 二つの化合物が、その成分の一部を交換して C, D 二つの化合物になる。化學變化を複分解といふ。

過酸化水素の純粹なものは微青色の粘い液體で、容易に分解して水と酸素とになる。その稀

薄な水溶液でも強い酸化力を有するから、創傷の洗滌及び含嗽に用ひ、又絹布・羽毛・象牙のやうにあまり強い薬品ではいたみ易いものの漂白等に用ひる。市販のオキシフルは過酸化水素の約 3% 水溶液である。

實驗 5. (1) 稀硫酸に別に準備した過酸化バリウム¹⁾を加へ、之を濾過すれば、過酸化水素の水溶液が得られる。

(2) 沃度カリ澱粉液に上に得た液の少量を加へよ。青色を呈するか。同様に市販のオキシフルを加へて試みよ。

(3) オキシフルに二酸化マンガンの粉末を入れよ。泡立つか。この際酸素を發生することをマッチの餘燼で檢せよ。



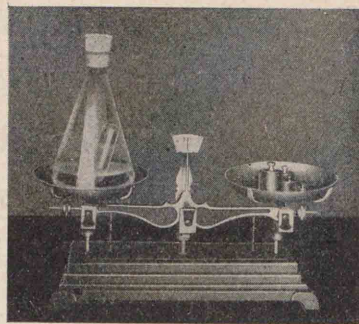
第 3 章 化學上の基礎諸定律²⁾

1. 質量不變の定律 凡ての化學變化を通じて次のやうな重要な關係がある。

1) 過酸化バリウムを稀硫酸に加へて中和し、これに少量の水酸化バリウムの水溶液を加へ生ずる沈澱物を濾過する。この濾液を水酸化バリウムの飽和溶液に加へると含水の過酸化バリウムの白い沈澱が出来る。これを濾し取つて濕つたまま壺に蓄へたもの。

2) 法則ともいふ。一般に或事柄の間に必然的に存する關係を述べたものである。

一般に化學變化に與つた物質の質量の總和は反應の前後に於て變らない。之を質量不變の定律といひ、ラヴォアジェによつて初めて示されたもので、右圖のやうな實驗からでも認めることが出来る。



化學變化を起しても重量に變化のないことを示す

小試験管に塩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この中の液と小試験管中の液とを混ざると、白色の沈澱を生ずるが、天秤は釣り合つたままである。

2. 定比例の定律

圖 1. 水の體積組成及び重量組成を問ふ。

水はその分解合成に際して、方法や用ひた量の多少に拘らず常にその成分である水素と酸素との重量の比が一定である。一般に各化合物の成分の重量の比は常に夫々一定してゐる。之を定比例の定律といひ、プルーストによつて確立された。

化合物	元 素		
	水素	酸素	炭素
水	1	8	
過酸化水素	1	16	
一酸化炭素 ¹⁾		16	12
炭酸ガス		32	12

1) 一酸化炭素は酸素と炭素との化合物で、空氣の供給の不充分なときに炭火などから發するもので毒性を有する。



Lavoisier (佛)
(1743—1794)



Gay-Lussac (佛)
(1778—1850)



Dalton (英)
(1766—1844)



Avogadro (伊)
(1776—1856)

Lavoisier (ラヴォアジエ) 富裕な法律家の子として生れ、非常に恵れた教育を受け、莫大な財産を相続し、自ら研究所を立て、此處で満ち足りた研究の生活を続け、若くして既に幾多の研究論文を發表し、僅か 25 歳で學士院會員の光榮をさへ得た。始めて天秤を用ひて化學の研究を行ひ、質量不變の原則を立て、その頃までの定性的化學を定量的學問たらしめ、當時の誤つた燃焼の理論フロジストン説を破り、今日の正しい理論を建設し、又これに關聯して質量不變の法則を確立し、金屬非金属につき多くの元素を擧げ、新しい化學の基礎を作つた。併し、幸運な彼にも遂に不幸な日が來て、かの大革命に連座して、1794 年 3 月 7 日ロベスピエルの部下に捕へられ、翌 8 日斷頭臺の露と消えた。大物理學者ラグランジュは「彼の頭を斷つのは一分間も要しないが、代りを造るには百年でも足りぬ。」といつて佛國の爲、吾人類の爲惜んで止まなかつたといふ事である。

Gay-Lussac (ゲイ・リュサック) 法官の子として生れ、19 歳の時バリの高等工業學校に入學した。此處の化學の教授は有名なベルトレで、はやくも彼の熱心と聰明とを見抜いて、自分の助手とし指導した。當時のドイツの大學者フンボルトと相知るに及んで、共に研究して氣體反應の定律を發見した (1805 年)。猶有名な「氣體の體積と溫度との關係の法則」をも發見した (1801 年)。1804 年に彼は氣球に乗り 7300 米の上空に達して其處の空氣をとつて分析し、その地面上のものと變りない事を確めた。1813 年には沃素を發見し、1815 年にはシアンを發見した。彼には又學問を實社會に活用する能力が非常にあつた。

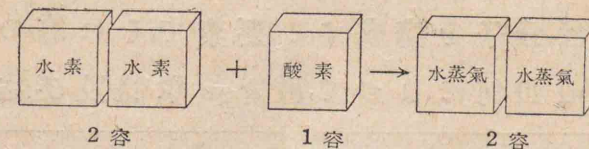
Dalton (ダルトン) 貧しい織物師の子である。偉くなつた人々は必ずしも年少の時皆秀才であつたとは限らぬ。ダルトンもその例で、大して出來もよくなかつた。併し、これ等偉人に共通な點がある。それは何れも燃ゆるが如き熱心な魂を持つてゐる事である。彼も辛抱強い子供であつた。家が貧しいので、12 歳の時から村の學校の教師になつた。ロビンソンといふ一紳士が彼に氣象學の手ほどきをしてくれたのが彼の運の拵け始めで、次第に獨學で研究し、遂に世界の歴史に残るほどの大學者となつた。即ち氣象の研究を素とし、次いで空氣の研究から、一般のガス體の研究に進み、又ガスの溶解度からヒントを得て遂に原子説を産み、倍數比例の定律を發見するに至つた。蓋し、一生涯孜々として學んで倦まなかつた彼の根氣は驚歎に値する。

Avogadro (アヴォガドロ) 官吏の子で、初めは法律を學び辯護士となつたが 24 歳から數學や物理學を學び、後トリノの大學教授となり、74 歳の高齡に達するまで研究に従事した。ダルトンは始め原子説を出し、次で原子だけでは説明し難くなつて複原子を考へるまでにその説を進めたが、この複原子の意義を更に深く考慮したのがアヴォガドロで、彼によつてこゝに分子説が確立したといつてもよい。そしてダルトンの原子説も一層意義深くなつた。精密な分子量の測定を行つたり、又一方物理學の方では、ガス體の性質・熱學・電氣學に於て貢獻が多かつた。

3. 倍數比例の定律 一酸化炭素と炭酸ガスとの重量組成は前頁の表のやうで、炭素の同一量 12 に對し、酸素の量は 16 と 32 とで、その比は 1:2 である。一般に A, B 二元素から成る數種の化合物があるとき、A の一定量と化合する B の諸重量の間には簡単な整数比がある。之を倍數比例の定律といひ、ダルトンによつて發見された。

問 2. 水と過酸化水素とにつき倍數比例の定律を確めよ。

4. 氣體反應の定律 水素と酸素とが化合して水を生ずるとき、それ等の體積の間には次のやうな關係がある。(同温同壓に於て)



一般に化學變化に與かる諸氣體の同温同壓の下に於ける體積は簡単な比をなす。之を氣體反應の定律といひ、ゲイ・リュサックによつて確立された。

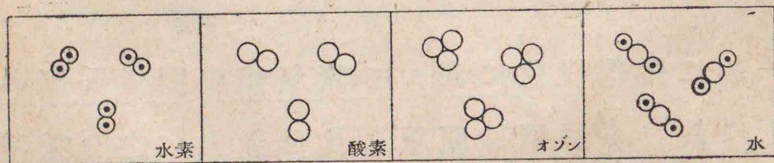
以上の四定律は化學の基礎をなすものである。

第4章 分子・原子

1. 分子・原子 化学変化の際に前章に述べた諸定律が何故成立するかといふ理由を説明するため、ダルトン等は原子・分子の存在を假定した。この説はその後、多くの理論及び実験的研究を経て発展し、その眞實性が深められ、今日では原子・分子の實在は疑へないやうになつた。

分子とは単體又は化合物を構成する單位で、その物質の特性を備へた最小のものである。そして同じ物質の分子は大きさ・組成・性質等が全く同じで、異なる物質の分子は互に大きさも組成も性質も違つてゐる。

原子とは分子を構成する要素で、それ等の種類・數結合の如何によつて、種々の單體及び化合物



分子構成の例

○水素原子

○酸素原子

の分子を造る。單體の分子は同一種の原子のみから成り、化合物の分子は二種以上の原子から成る。原子の種類は元素の數に等しく、名稱

も亦同じ。そしてその質量¹⁾・大きさ・化学的性質等皆それ等元素によつて定まつてゐる。原子の記號には元素の記號を用ひる。

物質の分子を構成する成分原子數の例

成分原子	物質	酸素	オゾン	水	過酸化水素
H				2	2
O		2	3	1	2

2. アヴォガドロの假説²⁾ これ迄に述べた原子・分子の説に従へば質量不変・定比例・倍數比例の三定律はよく説明されるが、氣體反應の定律は説明されない。この困難を除去するために、アヴォガドロは氣體の分子に關して次の假説を提出した。すべての氣體は同温同壓の下で同體積中に同數の分子を含む。³⁾

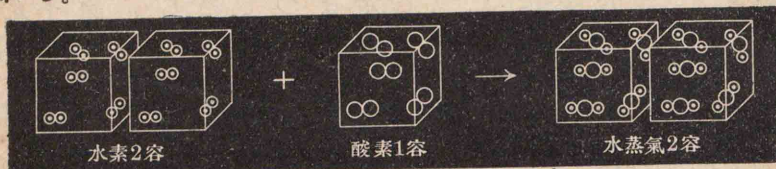
アヴォガドロの假説に従ふと、例へば同温同壓の下で水素の一定體積中に5箇の水素分子を含むとすれば、酸素及び水蒸氣の同體積中にも夫々分子を5箇づゝ

1) 水素原子の質量 = $1.649 \times 10^{-24} g$

2) 直接實驗することは出来ないが、さう假定すれば多くの現象を説明するに都合のよいことがある。かかる假定を假説といふ。假説のため學問は屢大飛躍をして發展することがある。

3) 今日では $0^\circ C$, 1 氣壓に於ける氣體の 1 立方糎中に 2.7×10^{10} 箇の分子が含まれてゐることが知られてゐる。

含むべきであるから、水の生成は次圖のやうに説明される。



3. 分子量・原子量 分子及び原子は甚だ微小で絶対の重さは直接秤量し得ないが、化學上では重さの割合を知れば充分であることが多い。¹⁾ この比較的な重さを夫々**分子量・原子量**といふ。通常酸素を標準にこり、その原子量を16とし、之に對して他の元素の原子量を定める。³⁾ 元素記號はこれ等の數値をも代表するものとする。また物質の分子量はその分子を構成する原子の種類と數とからそれ等の原子量の總和として求められる。次にその例を示す。

物質名	炭素原子數	酸素原子數	分子量
一酸化炭素	1	1	$12+16=28$
炭酸ガス	1	2	$12+16\times 2=44$

1) しかし絶対重量も間接な方法で測定することが出来る。

2) 元來どの元素を標準にしてもよいのであるが、酸素が非常に多くの化合物の成分となつてゐるから之を採用してゐるのである。

3) 卷末の週期律表の元素記號の下の數はかくして定めた原子量を示す。

氣體並びに氣體になし得る物質の分子量はアヴォガドロの假説に基き實驗的に求めることが出来る。即ちその氣體と同温同壓の酸素との重量比を求め、之を32倍すれば得られる。

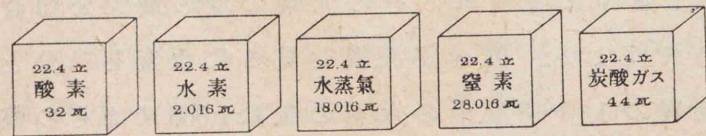
又原子量を決定するには、その元素を含む各種物質の1分子量中に含まれるその元素の量の最大公約數を求めればよい。例へば次表を見るに、水素を成分とする物質の1分子量中の水素の量は1.008又はその整数倍であるから水素の原子量は1.008なることがわかる。

物質	分子量	一分子量中に含まれる諸元素の量			
		水素	酸素	塩素	窒素
酸素	32.00	.....	32.00	.....	.....
水素	2.016	2.016	.....	.....	.....
水	18.016	2.016	16.00	.....	.....
過酸化水素	34.016	2.016	32.00	.....	.....
塩化水素	36.468	1.008	.....	35.46	.....
アムモニア	17.032	3.024	.....	.....	14.008

分子量は不名數であるが、實用上にはこの數値に瓦を添へて、物質の質量を示すことがある。之を**互分子**或は**モル**といふ。例へば炭酸ガス44瓦をその1瓦分子或は1モルといふ。

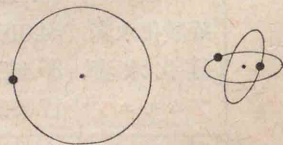
アヴォガドロの假説によれば凡て1瓦分子の氣體は同一狀況(同温同壓)の下では同一の體積

を占むべきである。実験によれば各種氣體の標準狀況(0°C, 1氣壓)に於ける體積は凡て**22.4立**である。それ故逆に標準狀況に於ける氣體**22.4立**の質量を瓦單位で測るとその數値は分子量となる。



諸氣體 1 瓦分子の標準狀況に於ける體積

4. 原子の構造 昔は原子を不可分のものと考へてゐたが、理化學の進歩により、原子も亦他のものから成ることがわかつた。即ち原子は陽電氣を帯びた核¹⁾とその周圍を廻轉する單位陰電氣を帯びた數箇の微粒子即ち電子²⁾からなるものと考へられてゐる。



原子の構造説明圖
(左) 水素 (右) ヘリウム

一原子中にある電子數はその核の荷電數に等

1) 一般に核は電氣を帯びない若干の中性子(ニュートロン)と陽電氣を帯びてゐる若干の陽子(プロトン)とから成ると考へられる。中性子及び陽子は水素原子とその質量がほぼ同じである。電子の質量は水素原子の約1800分の1で陽子に比し無視し得るほど小であるから、原子の質量は核に集中してゐると考へてよい。



Mendeleiev (露)
(1834—1907)

Mendeleiev (メンデレーフ) 教養深く徳望高き中學校長の父と信仰に篤い敬虔な母との間に、第十四人目の子としてシベリヤの一寒村に生れた。彼は年少の頃あまり成績が優れなかつたので、母はこの智慧づきのおそい末子を高等の學校へ入學させるために、方々へ受験の旅をして、つぶさに苦勞した。我々はメンデレーフの偉大な化學者としての功績を賞讃する前に、彼の爲に全生命を投げ出して吝まなかつたこの尊い母のあつたことを認めなければならない。併し、この母の涙はやがてこの不勉強な小供を感奮興起せしめて遂に化學者たるべく志さしめ、學校一の勉強家、素拔けた優等生にした。そして、1859年には獨逸に留學を命ぜられ、ハイデルベルヒでアンゼンに學び、1865年母國の大學教授となつた。彼はどうして化學者にならうと志したか。それは、彼の母は嚴肅な自然界の神秘に神の崇高さを見出さうとした人であつたし、彼の義兄は多分に彼に理化學の面白さを吹き込んだからである。

彼の偉大な業績は元素の週期律である。母の熱烈な魂が彼の頭脳に再び生き返つて、彼は黙々たる物質界に嚴然と控へてゐる神々しい秩序を見出さうとし、遂に此の稱讚しきれぬ優れた法則を發見した(1869年)。この法則を發見した時、彼は神に感謝し、今は亡き母の面影を心に亙がき、感謝の誠心をさしげつゝ『恆に新に而もいや勝る讚美と畏れの念を以て、我魂を充たして止まざるもの二つ——上には群星の天、裏には道義オキテの律。かうカントはいつたが、之にもう一つ加へたい。即ち物質界の萬有を貫く所のこの統一しといつた。

			Ti=50	Zr=90	?=180
			V=51	Nb=94	Ta=182
			Cr=52	Mo=96	W=186
			Mn=55	Rh=104.4	Pt=197.4
			Fe=56	Ru=104.4	Ir=198
			Ni=Co=59	Pd=106.6	Os=199
			Cu=63.4	Ag=108	Hg=200
H=1			Zn=65.2	Cd=112	
Be=9.4	Mg=24		?=68	Ur=116	Au=197?
B=11	Al=27.4		?=70	Sn=118	
C=12	Si=28		As=75	Sb=122	Bi=210
N=14	P=31		Se=79.4	Te=128?	
O=16	S=32		Br=80	J=127	
F=19	Cl=35.5		Rb=85.4	Cs=133	Tl=204
Li=7	Na=23		Ca=40	Sr=87.6	Pb=207
			?=45	Ce=92	
			? Er=56	La=94	
			? Yt=60	Di=95	
			? In=75.6	Th=118?	

メンデレーフの第一番目の週期律表

しい。90餘種の元素の原子は皆互にその核の荷電数が異り、従つて電子の數や配列が異なる。之が各元素の化學的性質や質量の異なるわけである。(卷末第三表参照)

5. 原子番號・週期律、原子核の荷電數、従つてその周圍にある電子の數は各元素特有のもので、この數をその元素の原子番號1)といふ。今原子番號の順序に元素を配列すると、その性質は次第に變るが若干の元素を隔てる毎に性質の類似した元素が繰返して現れる。このやうな元素の週期的關係を元素の週期律2)といひ、週期律に従つて元素を一定の考案の下に分類した表を元素の週期律表3)といふ。

卷末の表はメンデレーフの發案のものを更に改良した元素の週期律表2)で、同表中縦列(同色)の元素を同屬3)といひ、性質が類似するからその中の代表的の元素について學べば他の元素の性質は類推することが出来る。

1) 大體元素を原子量の小さいものから順に並べたものと一致する。

2) トムソン、ボアー、アントロポフの考案によるものである。

3) それで週期律表を活用することによつて化學を推理的に學習することが出来る。

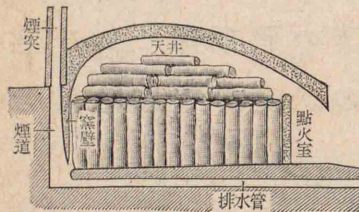
第 5 章 炭 素

(週期律表第四屬主族の化學)¹⁾

1. **炭素** 天然に産する金剛石・石墨・石炭及び日常家庭で用ひるコークス・木炭等は皆炭素から成る。この外炭素は動植物體を構成してゐる化合物の主成分の一つをなす等種々の状態で地球上に廣く存在する。

2. 種類及び性質・用途

[1] **木炭・コークス** 木炭は木材を空氣の供給



炭竈の構造

の不十分な所で強く熱して得られる。燃料として用ひられ、又多孔質で色々の氣體や色素を



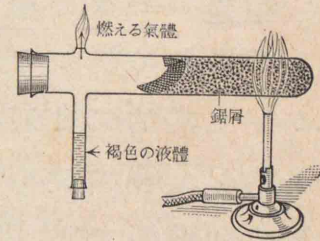
木炭によるアムモニアガスの吸収

吸着する性質が強いから防毒・防臭・飲料水の淨化等に用ひられる。その性質を特に強めるやうに造つたものを活性炭といひ、防毒マスクの消毒罐に用ひる。コークスは石炭を乾溜²⁾して作つたもの

1) 炭素を第四屬の代表として述べ、珪素等(卷末第1表参照)は第三篇に譲る。
2) 固體を空氣を斷つて強熱分解しその生成物を分ち取ること乾溜といふ。

で、金屬光澤を有する不純な炭素で、燃料に供せられ、又冶金に多く用ひられる。

實驗 6. 鋸屑を試験管で熱すると、木炭を残し、褐色の液體と燃える氣體とが分れ出る。



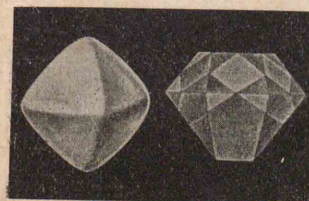
[2] **獸炭** 昔から用ひられる活性炭の一種で、動物

の骨・血等を炭化させて得られる。色素をよく吸着するから砂糖の精製に用ひられる。

實驗 7. 試験管に赤砂糖 0.1g 許りを取り温水を加へて溶かし、その液の少量を比較のために他の試験管に分ち、残りの溶液に骨炭(或は木炭末) 約 1g を加へて、少時間熱した後濾過し、濾液と原液との色を比較せよ。

[3] **油煙** 油煙は礦物油・植物油が空氣の乏しい所で燃焼するときに出來る炭素の細粉で、墨や印刷用インキ・ゴム等の製造に用ひられる。

[4] **金剛石(ダイヤモンド)** 純粹な金剛石は無



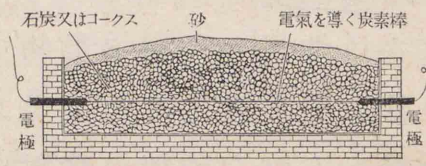
金剛石の結晶(左)と磨いた物(右)

色透明の八面體の結晶であるが、不純物のため着色されてゐるものもある。萬物中最も硬く、又著しく光線を屈折し磨けば極めて美麗に輝

くので寶石として貴重せられる。不透明のものは鑿岩機及び研磨剤として用ひられる。

[5] **石墨** 石墨は黒鉛ともいひ、金属光澤を有する輝黒色の滑かな軟かい結晶で、天然にも産するが工業的には石炭又はコークスを電気爐で強熱して製する。

電気の良い導體であるから電極として用ひ、高温に耐へる

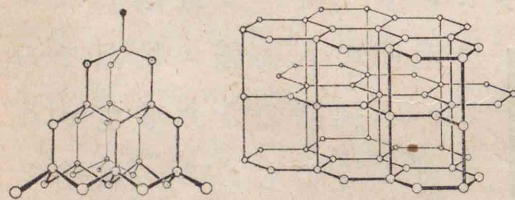


石墨の製造

から粘土と煉つて坩堝を作る。又鉄器の防銹、鉛筆の心、機械の減摩剤等用途が甚だ廣い。

3. 炭素の同素體とその共通化學的性質

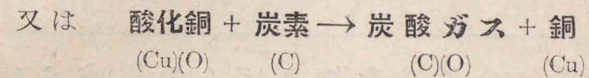
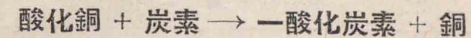
金剛石・石墨・木炭・油煙等は性狀を全く異にするが、これ等の等量を燃焼させると等量の炭酸ガスを生ずるから、何れも炭素の同素體であるこ



金剛石 石墨
結晶中に於ける原子の配置

こがわかる。これ等が異なる性狀を有する理由は、結晶中に於ける原子の配置が異なるによる。

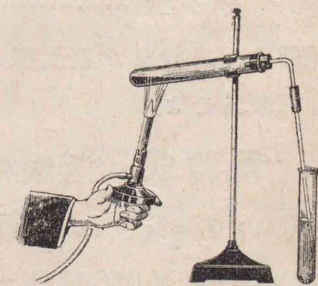
炭素はかくその結晶状態によつて異なる性狀を呈するが、何れも常温では安定で薬品類にも侵されず、耐久性が強い、しかし高温では酸素と結合する性質が強く、鉄・銅等の金属酸化物から酸素を奪ひ一酸化炭素又は炭酸ガスとなる。



この際、金属の酸化物は還元されたといひ、同時に炭素は酸化されてゐる。かやうに酸化と還元とは常に同時に行はれるもので、炭素の如く還元作用を呈するものを還元剤といふ。

実験 8. 木炭末と黑色酸化銅粉

末とを試験管に入れて熱し、發生する氣體を石灰水中に導けば白濁を生じて炭酸ガスの生じたことを示す。これを暫く熱した後試験管を冷やして内容物を取り出して見れば銅粉が得られる。



炭素の還元作用

- 問 1. 電柱・杭等の地中に埋める部分を焼いて外部を木炭にするのは何故か。
- 問 2. 燃焼と酸化とはどう違うか。
- 問 3. 炭素の還元作用は如何に利用せられるか。

第 6 章 化學式・化學方程式

1. 分子式 物質の組成と分子量とを元素記號で表はした式をその物質の分子式といふ。

物質	水	過酸化水素	一酸化炭素	炭酸ガス
分子式	H ₂ O	H ₂ O ₂	CO	CO ₂

従つて物質の分子式を知れば、その組成と分子量とを算出することが出来る。

例へば水の分子式は H₂O であるから

$$\text{成分の重量比} \begin{cases} \text{H}_2 & 1.008 \times 2 = 2.016 \\ \text{O} & 16 \times 1 = 16 \end{cases}$$

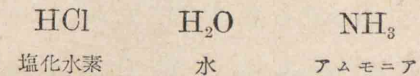
分子量 18.016

問 1. 過酸化水素・炭酸ガスの重量百分組成及び分子量を算出せよ。

2. 實驗式 過酸化水素の分子式を HO と書かないのは、それが過酸化水素の組成を表はすが分子量 34.016 (H₂O₂ = 1.008 × 2 + 16 × 2 = 34.016) を表はさないからである。

HO のやうにその物質の組成のみを表はす最も簡単な式を實驗式といふ。實驗式と分子式とを併せて化學式といふ。

3. 原子價 塩素・酸素・窒素の各と水素との化合物の分子式を見るに各元素と化合してゐる水素原子の数が違ふ。例へば



或元素の 1 原子が化合し得る水素原子の数をその元素の原子價といふ。即ち塩素の原子價は 1、酸素の原子價は 2、窒素の原子價は 3 で、又塩素・酸素・窒素は夫々 1 價元素・2 價元素・3 價元素と呼ばれる。

一般に A, B 二元素が化合する場合には次のやうな數量的關係がある。

$$\text{A 元素の原子價} \times \text{原子數} = \text{B 元素の原子價} \times \text{原子數}$$

故に直接に水素と化合物を作らない元素の原子價も原子價の分つてゐる

元素との化合物から間接に之を定めることが出来る。

又硫酸 H₂SO₄ 中の SO₄ のやうに數種の原子が一團となつて宛も一原子のやうに作用するものがある。かかる原

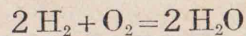
基		基の價
名稱	記號	
水酸基	OH	1
アムモニアウム基	NH ₄	1
硝酸基	NO ₃	1
硫酸基	SO ₄	2
炭酸基	CO ₃	2
磷酸基	PO ₄	3

子團を基又は根といひ、原子價に相當する價が考へられる。前頁の表は普通の基とその價を示したものである。

問 2. 次に記せる化合物の分子式から Au, Ca, C, Al, K, Cu の原子價を定めよ。

- (1) AuCl₃ (2) CaCl₂ (3) CO₂ (4) Al₂O₃
- (5) KOH (6) CuSO₄

4. 化學方程式及びその應用 化學變化の前後に於ける物質の關係を化學式を用ひて表はしたものを**化學方程式**といふ。例へば酸素或は空氣中で水素が燃えて水蒸氣が出来るときの化學方程式は次のやうに表はされる。



この化學方程式は同時に多くの事柄を意味する。即ち

2H ₂	+	O ₂	=	2H ₂ O	.....	化學方程式
水素		酸素		(水蒸氣)	.....	組成元素關係
2分子		1分子		2分子	.....	分子數關係
$\frac{2 \times (1 \times 2)}{4}$ 瓦		$\frac{16 \times 2}{32}$ 瓦		$\frac{2 \times (1 \times 2 + 16)}{36}$ 瓦	.....	重量關係 (質量不變の定律) (定比例の定律)
$\frac{22.4 \times 2}{2}$ 立		$\frac{22.4}{1}$ 立		$\frac{22.4 \times 2}{2}$ 立	.....	容積關係(氣體のみ) (氣體反應の定律)

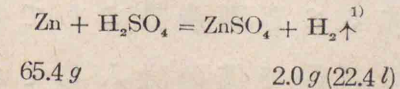
化學方程式を書くときには、常に反應前の物質を左邊に、生成物質を右邊にし、各元素の原子數が左右兩邊で相等しくなるやうに各分子式の前に適當な係數を附ける。次に既に學んだ種々な化學變化を化學方程式を用ひて示す。

- (1) $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$ (酸素の製取)
- (2) $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$ (水素の製取)
- (3) $3O_2 = 2O_3$ (オゾンの發生)
- (4) $BaO_2 + H_2SO_4 = H_2O_2 + BaSO_4$ (過酸化水素の製取)
- (5) $C + O_2 = CO_2$ (炭素の燃焼)
- (6) $CO_2 + C = 2CO$ (一酸化炭素の發生)
- (7) $2CuO + C = 2Cu + CO_2$
- (7') $CuO + C = Cu + CO$ (酸化銅の還元)

化學方程式を用ひ、反應物質の量から生成物質の量を算出し、或は一定量の生成物質を得るに必要な反應物質の量を算出することが出来る。

[例題] 亞鉛と稀硫酸とから標準狀況に於ける水素 5^lを得るには亞鉛幾 g を要するか。

(解) この場合各物質間には次のやうな關係がある。



1) ↑ は氣體が発生したことを特に示すものである。

依つて 5l の水素を得るに必要な Zn の量 xg は次の比例式から算出される。

$$22.4l : 5l = 65.4g : xg \quad \therefore x = 14.6$$

答 14.6g

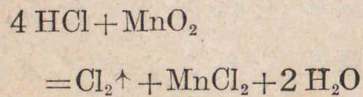
問 3. 水素 10g を燃焼して得られる水の重量は何程か。90g

問 4. 150g の塩酸カリ(塩素酸カリウム)から製し得る酸素の重量及び標準状況に於けるその體積を計算せよ。59.8g, 4.1l

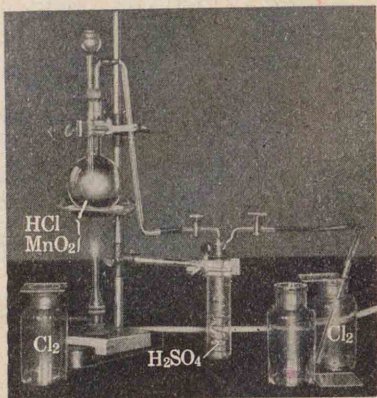
第 7 章 ハロゲン元素及びその化合物

(週期律表第七屬主族の化學)

1. 塩素 Cl_2 濃塩酸に二酸化マンガンを加へて熱すれば、悪臭ある重い(空氣の約2.5倍)黄綠色の氣體を生ずる。この氣體は塩素である。

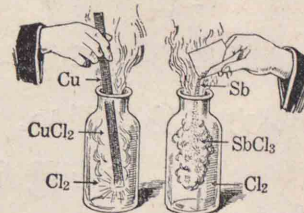


塩素は工業的には食塩水を電氣分解して苛性ソーダを製するとき副産物として多量に得られる。有毒な氣體で僅か吸入しても呼吸器を害する。水に溶けて淡黄色の塩素水となる。



塩素の製取

甚だ活潑な元素で常溫でも直接に種々の元素と化合して塩化物を生ずる。



實驗 9. (1) 塩素中に水素の焰を下せば燃えて白煙を放つ。

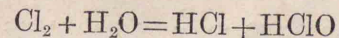


これは何を生じたのか。

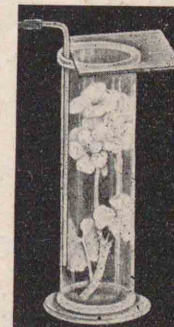
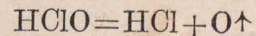
(2) 塩素中に燭火を下して燃える状態と生成物の色とを見よ。

水素に点火して塩素中に入れば引續き燃えて塩化水素を生じ、燭火を入れれば蠟燭の成分中の水素と化合して炭素を遊離し盛に黒煙をあげる。

草花・湿つたリトマス試験紙等を塩素ガス中に入れると褪色する。これは塩素が水分中の水素と化合して塩酸及び次亜塩素酸 $HClO$ を生じ、

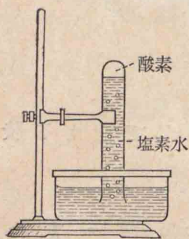


この次亜塩素酸が不安定であつて直に分解し酸素を放出し、色素を酸化して無色の化合物に変化させるためである。



草花の漂白

かやうに化合物から遊離した瞬間の酸素は原子状態にあつて、甚だ不安定であり、他物と化合する力が特に強い。このやうな状態にある酸素を発生機の酸素といふ。

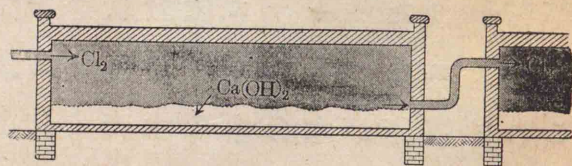


実験 10. (1) 塩素水を日光に曝せば、その色は消失して酸素の泡を出す。

(2) 赤インキを付けた紙片の一方はよく乾かし、他は湿したまま之を共に乾いた塩素ガス中に入れて、褪色の有様を観察せよ。

塩素及び之から製せられた有毒ガスは世界大戦に初めて毒ガスとして用ひられ、爾來塩素は毒ガスの原料として缺くことの出来ないものとなつた。

工業上には晒粉を製し、製紙その他



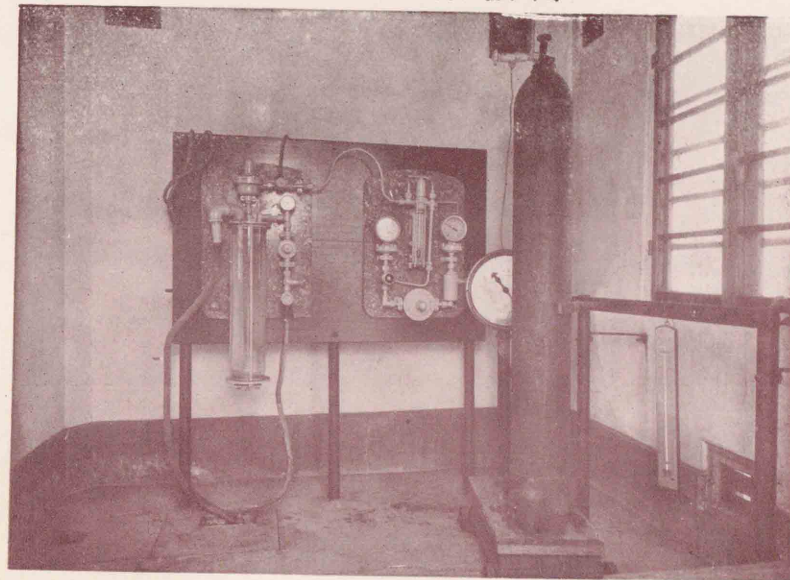
晒粉の製法

の漂白に用ひ、又上水道の滅菌等に利用される。

晒粉¹⁾ CaOCl_2 は塩素が氣體なるため貯藏運搬に便利なやうに塩素を消石灰に吸収化合させたものである。白色の塩素臭ある粉末で、適時稀

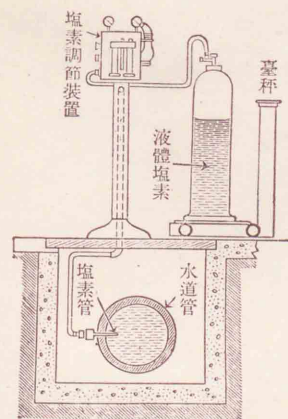
1) 晒粉の組成は複雑で $\text{Ca(OH)}_2 \cdot 3\text{CaOCl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ と考へられるが、作用する成分は CaOCl_2 で示すことが出来る。

水道の塩素滅菌



塩素滅菌室

(ポンプは液體塩素を入れたもの)

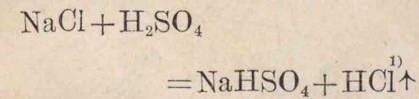
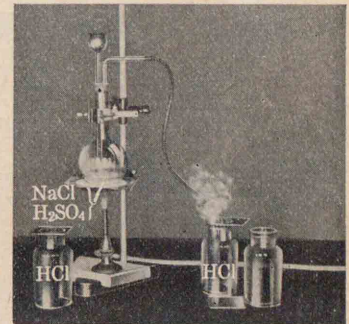


水道の滅菌に於ける塩素の注入法に二様ある。一定量の塩素をその導管を通じて先端にあるガス發散器から消毒すべき水中に溶解せしめる方法を乾式といひ、一度一定量の塩素を水中に溶解せしめ塩素水となし導管を通じて消毒すべき水中に送る方法を湿式といふ。又塩素の使用量は計量器でわかるが、一晝夜(又は一定時間)の使用量を知るためにポンプを普通臺秤上に置く。

酸を加へて塩素を發生させる。

問 1. 晒粉の水溶液に稀酸を加へ塩素を發生せしめる場合の反應を考へ、その化學方程式を書け。

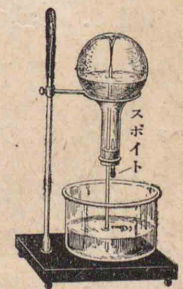
2. 塩化水素 HCl 塩化水素は塩素と水素とを直接化合させて造ることが出来るが、實驗室では食塩に濃硫酸を加へ熱して造るのが便利である。



塩化水素の製取

塩化水素は無色刺戟臭の重い氣體で、水に甚だ溶解易く、水 1 容は塩化水素 450 容を溶す。そのため空氣中で濕氣に觸れて白煙を發する。

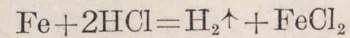
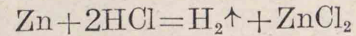
實驗 11. 塩化水素を充したフラスコに圖のやうな細管を有する栓を施し、青色リトマス液を入れた水槽に倒に立て、豫め準備して置いたスポイト内の水をフラスコ中に送るとリトマス液はフラスコ中に噴出し、且赤變する。



3. 塩酸 塩化水素の水溶液を塩酸といふ。

1) 温度が高いと $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}\uparrow$

工業的には食塩に硫酸を加へて熱し、或は塩素と水素とを直接化合させて得た塩化水素から造る。塩酸は強い酸で亜鉛・鉄・マグネシウム等の金属と作用して水素を発生し、このとき塩酸中の水素は金属で置換されて塩化物が出来る。



かやうに酸の水素原子を金属で置換して出来た化合物を塩えんといふ。塩酸は調味料、種々の薬品、染料の製造、鉄板の洗滌等化学工業上用途が廣い。



塩酸の用途

問 2. 食塩 1kg から 30% の塩酸をどれだけ得られるか。

4. 臭素 Br₂ 及びその化合物 臭素は臭化マグネシウム MgBr₂ などの化合物となつて海水・鑛泉の中に少量含まれ、又岩塩と共に産出する。赤褐色の液体で(常温で非金属中唯一の液体)水より重い(比重 3.14)。揮發性で極めて悪臭のある(有毒蒸氣を出すので臭素の名がある。

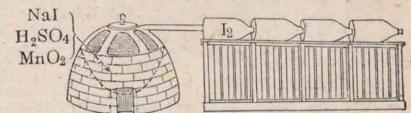
1) 市販の濃塩酸は比重 1.19 を有し約 37% の塩化水素を含んでゐる。

臭素の化学的性質は塩素に似てゐるが幾分穏かである。

臭化カリウム KBr は俗に臭剥しうぼつといひ、水に溶け易い白色の結晶で、醫藥として用ひられる。その水溶液中に硝酸銀溶液を加へると臭化銀の黄色沈澱が出来る。

5. 沃素 I₂ 及びその化合物

沃素も亦沃化物となつて岩塩の中に混在し、微量は海水中に含まれる。或種の海藻は稍多量に沃素を含むから我



海藻の採取(上) 沃素の製法(下)



昇華の實驗

國ではこれを焼いた灰を原料として造る。沃素は一名沃度ともいひ、紫黑色板状の結晶で熱すれば美しい紫色の蒸氣となり冷えると直に結晶となる。かやうに固態が直に氣態に變るのを昇華じやうかといふ。

1) 我國では海藻中アラム・カヂメを最も多く原料として使用する。海藻灰の主成分の一つは NaI である。

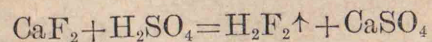
沃素は水に溶け難いが、沃化カリウムの水溶液や、アルコール¹⁾・二硫化炭素等にはよく溶ける。微量の沃素も澱粉の冷溶液によつて深青色を呈する。この反応は極めて鋭敏で、沃素及び澱粉の検出に用ひられる。沃素は醫藥の製造や化學分析上に多く用ひられる。

沃化カリウム KI ・沃度フォルム CHI_3 は沃素の重要な化合物で醫藥に用ひられる。

實驗 12. 澱粉の冷溶液と沃素溶液とから沃化澱粉を造つて加熱及び冷却による色の變化する模様を見よ。

問 3. 粗製の石鹼や牛乳の中に澱粉を混入することがある。これを發見するには如何にすればよいか。

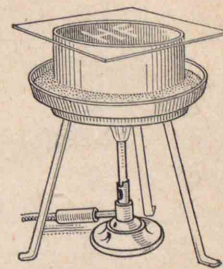
6. 弗素 F_2 及び弗化水素 H_2F_2 弗素は淡黄色の氣體で、激烈な化學的性質を有し、殆んどすべての物質と烈しく化合するから遊離の状態を得ることは困難である。水素との化合物を弗化水素といひ、螢石 CaF_2 の粉末に濃硫酸を作用させて造る。



パラフィン製の
弗化水素酸容器

1) 沃素のアルコール溶液を沃度丁機といふ。日本藥局方のは沃素 6.5g, 沃化カリウム 2.5g, 酒精 91g の割合になつてゐる。

弗化水素の水溶液を弗化水素酸といひ、塩酸と性質が類似してゐるが、硝子・水晶・陶磁器を侵蝕する特異性を有する。それでこの性質を利用して硝子などの器具に目盛り或は模様を付けるに用ひられる。



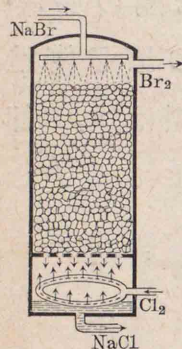
弗化水素で硝子を
腐蝕する

7. ハロゲン元素 週期律表第七屬の弗素・塩素・臭素・沃素の四元素は共に類似の原子構造(卷末第三表参照)を有し、類似の性質を顯はす。即ち何れも代表的な 1 價の非金属元素で、水素と化合して酸を生じ、金属と化合して食塩に似た塩を作るからこの 4 元素を一族としてハロゲン元素(造塩元素)と呼ぶ。

ハロゲン元素は上のやうに類似した化學的性質を有するが、之を仔細に比較するにその間におのづから顯著な差異があり、その差異はその原子量の増加につれて規則正しく變遷するのを見る。

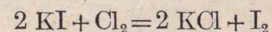
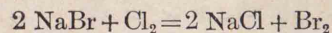
次頁にハロゲン元素の類似の性質が原子量の順に次第に移り行く有様を表で示す。

	弗素	塩素	臭素	沃素
分子式	F ₂	Cl ₂	Br ₂	I ₂
原子量	19.0	35.5	79.9	126.9
常温に於ける状態	氣體	氣體	液體	固體
融 點	-223°C	-101.6°C	-7.2°C	+113°C
沸 點	-187°C	-34.6°C	+58.8°C	+184°C
比 重	1.11	1.57	3.12	4.94
色	淡黄色	黄綠色	赤褐色	紫黑色
化 合 性	非常に活潑	甚だ活潑	稍活潑	不活潑
		臭化物の水溶液から臭素を逐ひ出す。	沃化物の水溶液から沃素を逐ひ出す。	



臭素の製法

ハロゲン元素の化合性は弗素・塩素・臭素・沃素の順に弱くなつてゐるから臭化物・沃化物の水溶液に塩素を通すと塩化物を生じて臭素や沃素を遊離する。



この性質を利用して工業上天然産の臭化物・沃化物から臭素・沃素を採取してゐる。

實驗 13. 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、300 位の水に溶し、之に塩素水を 200 許加へて見よ。

問 4. 沃化カリ澱粉紙を濡して、之に塩素を通じたならば、どんな變化が起るか。

問 5. 食塩と沃化ナトリウムとを識別する化學的方法を述べよ。

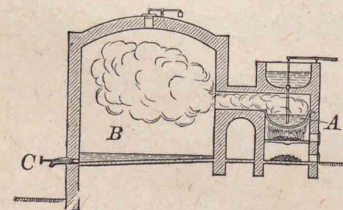
第 8 章 硫黄及びその化合物

(週期律表第六屬主族の化學)

1. 硫黄 S 硫黄は金屬硫化物又は種々の硫酸塩となり、又遊離して天然に多量に産する。市販の硫黄華や棒状硫黄は遊離硫黄を精製したものである。



硫黄を析出しつつある硫氣孔 (北海道旭岳)



硫黄の精製

A: 鉄製のレトルト
B: 煉瓦製の昇華室
C: 熔融硫黄の取出口

硫黄は脆い淡黄色の固體で水には溶けないが、二硫化炭素¹⁾にはよく溶ける。

その溶液



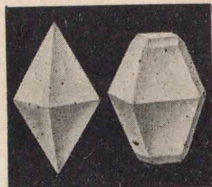
天然産硫黄の結晶

を放置して二硫化炭素を徐々に蒸發させると斜方状の

1) 二硫化炭素 CS₂ は揮發し易い液體で (沸點 46°C) 有毒である。硫黄の外に沃素・磷・ゴム・脂肪等の溶媒として重要である。引火し易く、取扱ひに注意を要する。

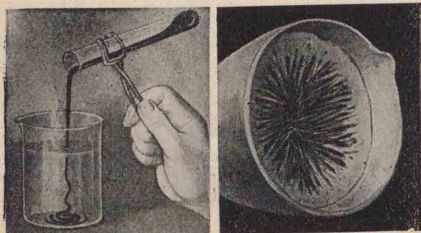
結晶が析出する。之を斜方硫黄といひ、天然産の硫黄と同じ形である。

実験 14. 硫黄の二硫化炭素溶液を徐々に蒸發させ硫黄の結晶の析出するのを見よ。



斜方硫黄の結晶廓大圖

実験 15. 試験管で硫黄を熱し、それが融けて黄色流動性の液となるのを見よ。更に熱して黒褐色の粘い液となつた



ゴム状硫黄

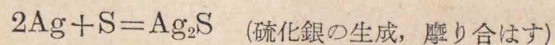
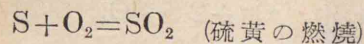
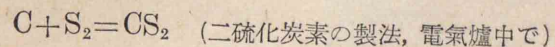
單斜硫黄

後沸騰するのを見よ。次に冷水中に注入し、弾性に富んだ黒褐色無定形のものを得よ。又坩堝で熔融して後そのまま放冷し、針狀に結晶する有様を見よ。

硫黄を次第に熱すると120°C附近で融けて黄色流動性の液體となり、160°C附近で暗色を帯び、最も流動し易くなる。190°C附近で最も粘くなり、300°C附近で再び流動し易い黒褐色の液體となり、445°Cで沸騰する。かやうに複雑な變化をするのは硫黄の液體中に種々の同素體が出來てゐるからである。沸騰前の硫黄を急に水中に注ぐと弾性に富んだ黒褐色無定形の**ゴム状硫黄**になる。又熔融した硫黄を徐々に冷却すると、黄褐色針狀の**單斜硫黄**が得られる。

このやうに硫黄には斜方硫黄(比重 2.07、融點 113°C)、單斜硫黄(比重 1.96、融點 119°C)及びゴム状硫黄(比重 1.92)のやうな多くの同素體がある。しかし常溫で放置すると何れも次第に變化して斜方硫黄¹⁾となる。

硫黄は高溫ではよく種々の元素と化合して硫化物を造る。



実験 16. 熱した銅線を硫黄の蒸氣中に入れ、その光を放つて化合し、硫化銅 CuS となる模様を見よ。

実験 17. 硫黄華と鉄粉とを混じて試験管中で熱し、燃焼の模様、及び硫化鉄 FeS を生ずる模様などを見よ。

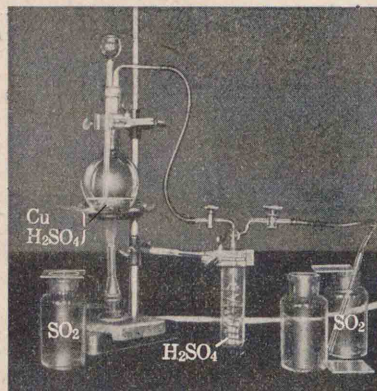
硫黄は火薬²⁾・マッチ・弾性ゴム・二硫化炭素・硫酸の製造等に多量に用ひ、又醫藥・殺蟲劑等にも用ひる。



硫黄の用途

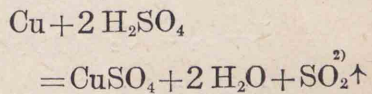
1) 一般に種々の同素體がある場合、各その安定度が異なる。硫黄は常溫では斜方硫黄が一番安定である。
2) 硝石 (KNO₃)、硫黄、木炭末約 3, 1, 1 の割合に混合したものを黒色火薬といふ。花火は塩素酸カリウムに少量の可燃物と色光・色煙の材料を配したものである。

2. 亜硫酸ガス SO₂ (無水亜硫酸・二酸化硫黄)

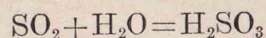


亜硫酸ガスの製取

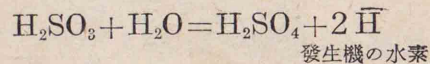
亜硫酸ガスは硫黄を空气中で燃す際に出來るが、實驗室では銅に濃硫酸を加へて熱して造る。この反應は次のやうである。



亜硫酸ガスは無色の窒息性の刺戟臭を有する氣體で、空氣の約 2.5 倍重い。水にはよく溶け、その溶液は酸性反應を呈する。之は水と化合して亜硫酸が出來るからである。



亜硫酸は更に還元され易いものがあるときは水と反應して發生機の水素を生ずる。



故に亜硫酸及びその塩は水があるときは還元

1) 工業上では硫黄又は黄鉄礦を燒いて亜硫酸ガスを造る。

2) この反應は次のやうに分解して考へられる。

(1) 硫酸による銅の酸化 $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuO} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) 酸化銅と硫酸との反應 $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

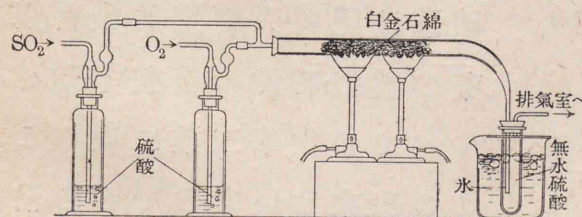
劑となり漂白性を有する。この漂白は地質を害しないから絹羊毛・麥稈の類の漂白に適する。亜硫酸ガスは殺菌力があるから室内・酒樽等の消毒に用ひられる。



亜硫酸ガスの漂白作用

問 1. 無水亜硫酸と塩素との漂白作用を比較せよ。

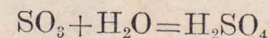
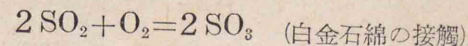
3. 無水硫酸 SO₃ (三酸化硫黄) 乾いた亜硫酸ガスと酸素との混合物を熱した白金石綿の



無水硫酸の製取

上に通すと、無水硫酸が出來る。之を冷すと絹絲狀の白い結晶となる。空氣中では烈しく發煙し、水と烈しく化合して硫酸となる。

2 SO₂ + O₂ = 2 SO₃ (白金石綿の接觸)



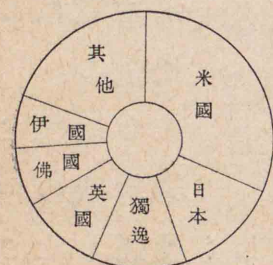
以上の反應は硫酸の製造に應用される。

1) 塩化白金酸をよく洗つた石綿中に浸ませて之を燒き、微細な金屬白金を石綿に附着させたもの。(121 頁参照)

亜硫酸ガスから無水硫酸を造るときに用ひる白金綿のやうに自らは變化しないが、ただ自分に接觸してゐるものの化學變化に影響を與へる物質を觸媒といひ、その作用を接觸作用といふ。塩素酸カリウムを熱して酸素を得るときに加へる二酸化マンガンも觸媒として作用するのである。

又亜硫酸ガス・無水硫酸のやうに水と化合して酸を造る酸化物を酸性酸化物といひ、非金屬元素の酸化物は概ね酸性酸化物である。

4. 硫酸 H_2SO_4 硫酸は肥料・人造絹絲・染料・爆



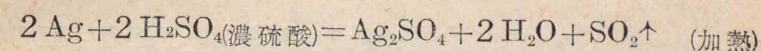
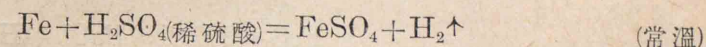
世界硫酸産額 (昭和7年)
世界總産額 1287.9萬噸

薬の製造・石油の精製等殆どすべての化學工業に缺くことの出来ないもので、その消費量は一國の化學工業の尺度になるといはれてゐる。無色油狀・不揮發性の重い (比重1.83) 液體で、吸濕性が強く、烈しい脱水作用をなす。



硫酸を用ひる乾燥器
固體乾燥器 (左) 氣體乾燥器 (右)

酸としての作用はその濃度によつて異なる。即ち稀硫酸は酸性反應が強く、亜鉛・鉄等を溶かし水素を發生するが、銀・銅・鉛等には作用し難い。濃硫酸は高温に於て酸化作用が強く、銀・銅・鉛等を容易に溶かし自身は還元されて亜硫酸ガスとなる。金・白金には何れも作用しない。

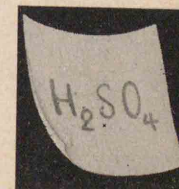


問 2. 上の第二の化學方程式を分解的に考察せよ。

濃硫酸を水と混合すると多量の熱を發生して稀硫酸となる。

實驗 18. 水を試験管に半ばとり、之に少量の濃硫酸を入れて見よ。試験管は温まるか。この溶液に青色リトマス液を入れて見よ。

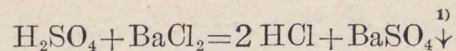
實驗 19. 硝子棒に稀硫酸を着けて白紙に字を書き、之を乾かし、炙ると字のところが黒く出る(炙り出し)。



硫酸又は硫酸塩の水溶液に塩化バリウムの溶液を加へると白色の硫酸バリウムの沈澱を生

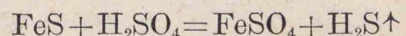
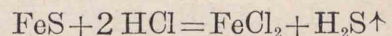
- H_2SO_4 中の S は 6 價で、之が SO_2 となると S は 4 價となる。廣義では化合物中の陽性元素の原子價が増すことを酸化といひ、その反對を還元といふ。
- 稀硫酸を造る場合には絶えず攪拌しながら多量の水中に濃硫酸を少しづつ加へて行かねば危険である。逆に濃硫酸の中に水を入れてはならぬ。

ずる。故に之を利用して硫酸及び硫酸塩の鑑識をする。

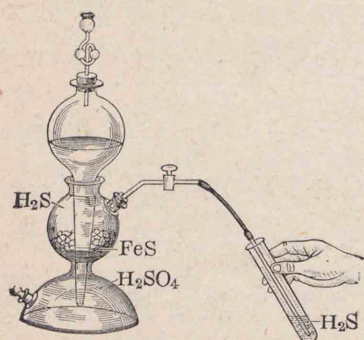


5. 硫化水素 H_2S 硫化水素は硫化鉄に稀塩

酸又は稀硫酸を注ぐと出来る。

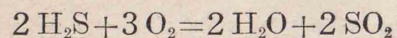


硫化水素は腐った卵のやうな悪臭のある無色の氣體で、有毒である。



2) キップの装置による硫化水素の製取

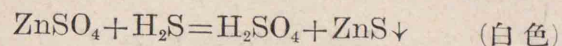
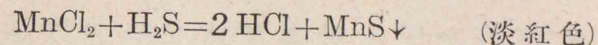
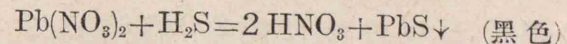
僅かに水に溶けて硫化水素水となり、弱酸性を呈する。硫化水素に点火すれば淡青色の焰を擧げて燃える。



金屬塩の水溶液に硫化水素を通すと、それ等の金屬の硫化物を沈澱し、金屬によつて、その色・溶解度等を異にするから、硫化水素は金屬元素の鑑識に用ひられ、化學分析上重要である。(口繪参照)

1) ↓は沈澱が生じたことを特に示すものである。

2) キップの装置は加熱する必要のないときに用ひて便利な氣體發生装置である。



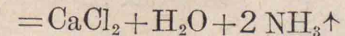
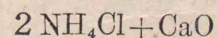
問 3. 銀を硫化水素か、その溶液かに觸れさせると忽ち黒變する。何故か。その變化を化學方程式で示せ。

問 4. 原子構造上から見れば O と S とは、外殻に共に 6 箇の電子を有し同じ型の化合物を造るべきである。その例を分子式を用ひて示せ。

第 9 章 窒素・燐・砒素・アンチモン及びその化合物

(週期律表第五屬主族の化學)

1. アムモニア NH_3 塩化アムモニウムに生石灰又は消石灰を加へて熱するとアムモニアを發生する。¹⁾



アムモニアは特異の刺戟臭ある無色の氣體で、極めて水



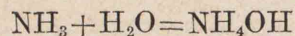
アムモニアの製取

1) 主要な工業的製法に二種ある。(a) 直接合成法、(b) 石灰窒素法

(a) 窒素 + 水素 — (高壓, 觸媒) —> [アムモニア] — + 酸素 —> 硝酸

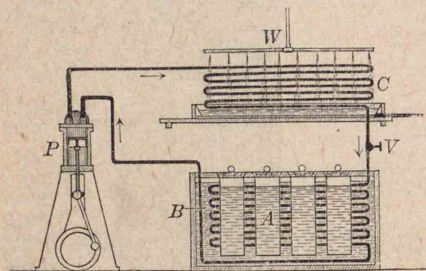
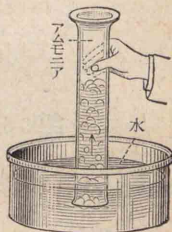
(b) 窒素 + 炭化カルシウム — (高壓, 電氣爐) —> [石灰窒素] — + 水

に溶解易く、1容の水に約800容溶ける^(18°C, 1気圧に於て)。この水溶液をアムモニア水といひ、アルカリ性反応を呈する。それはアムモニアの一部が水と化合して水酸化アムモニウムになるからである。



実験 20. アムモニアを充した圓筒を水中に倒に立てて見よ。急激に水は筒内へ上昇する。何故か。

実験 21. 試験管にアムモニア水を1-2滴取り、之に水 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な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。



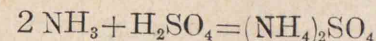
製氷装置

P: ポンプ C: 冷却管 W: 冷却用水
V: 膨脹弁 B: 食塩水 A: 氷となるべき水

アムモニアは冷却しながら壓縮すれば容易に液化し、壓力を減少せしめると速かに氣化する。この際多量の熱を吸収するから製氷・冷凍等に利用

1) 水酸化アムモニウム NH_4OH は水溶液としてのみ存在する。

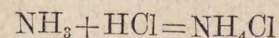
される。又硫酸に吸収化合させると、俗に硫安といひ肥料に用ひる硫酸アムモニウムを得る。



アムモニアはこの外炭酸ソーダ・爆發物・染料の製造等に用ひられる。

アムモニアを微量でも含む溶液はネスレルの試薬¹⁾によつて赤褐色を呈するから、その存在を容易に検出することが出来る。

2. 塩化アムモニウム (鹵砂) NH_4Cl 塩化アムモニウムは水に溶解易い白色の固體で、塩化水素とアムモニアとの直接化合によつて出来る。



この二つの氣體が相觸れると塩化アムモニウムは細かい結晶からなる白煙を生ずるから、この現象を利用してアムモニア又は塩化水素が検出される。

実験 22. 塩化水素とアムモニアとを別別に入れた二つの壺の口を圖のやうに合せ、その中に出来る白煙を見よ。



1) [製法] KI 5g を熱湯 5cc に溶解し之に昇汞 HgCl_2 2.5g を熱湯 10cc に溶解した液を少しづつ加へて振り、生じた沈澱が一部溶解せぬやうになる程度まで加へる。冷却後苛性カリ KOH 15g 及び水 30cc を以て製した溶液を加へ次に水を加へて 100cc とし、更に昇汞溶液 0.5cc を加へて靜置した後傾瀉して得る。

塩化アンモニウムはそのまま高温度に熱すると分解して塩化水素とアンモニアとなり、冷すと再び塩化アンモニウムとなる。



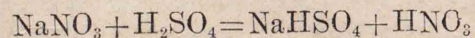
かやうに状況の變化で正逆何れの方向にも進行し得る反應を可逆反應といふ。又この反應の右方への變化のやうに可逆的な分解を解離といひ、熱によつて解離を起すことを特に熱解離といふ。

アンモニウム化合物中にある原子團 NH_4 はアンモニウム基といひ、あたかも1價金屬K又はNaのやうに作用する。

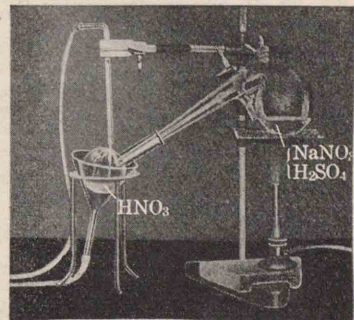
實驗 23. 試験管に少量の塩化アンモニウムを入れ、これに綿又は石綿のゆるい栓をなし、その内方に青色リトマス紙Aを、外方に赤色リトマス紙Bを置いて管の底部を温め、リトマス紙の變化する有様を見よ。



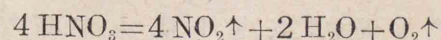
3. 硝酸 HNO_3 硝石 KNO_3 又は智利硝石 NaNO_3 に濃硫酸を加へて蒸溜すれば硝酸を得る。



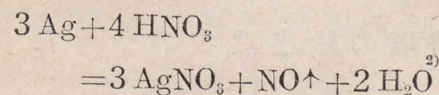
硝酸は濕つた空気中では強く發煙する無色の液體¹⁾であるが、一部分分解して、過酸化窒素を生じ、之を溶かすために稍黄色を帯びてゐるものもある。腐蝕性が大で、その濃厚なものは毛織物等に觸れると之を損じ、稀薄なものでも皮膚に汚點を残す。硝酸は強い酸性反應を呈し、又熱すると容易に分解して酸素を放出する。



硝酸の製取



酸化力が非常に大で、銀・銅・水銀などを容易に溶かすのもそのためである。



實驗 24. 鋸屑を鉄皿に入れて熱し、その焦げ始めた頃、その上に濃硝酸を滴下すると、鋸屑は急に燃え出す。



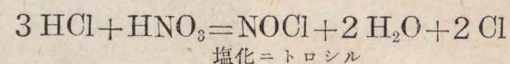
1) 純硝酸の沸點は 68°C 、市販の硝酸は約 68% で比重は約 1.5 である。

2) この反應は次のやうに考へることが出来る。

(1) 硝酸による銀の酸化 $6 \text{Ag} + 2 \text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO} \uparrow + 3 \text{Ag}_2\text{O}$

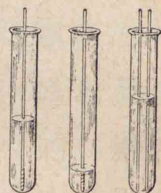
(2) 酸化銀と硝酸との反應 $3 \text{Ag}_2\text{O} + 6 \text{HNO}_3 = 6 \text{AgNO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$

金・白金は硝酸・硫酸・塩酸の何れにも溶けない。しかし王水には溶ける。王水は濃塩酸3容と濃硝酸1容との混合溶液であつて、次の反應により作用する。



即ち生ずる發生機が塩素が金・白金と作用して可溶性の塩化物を造るのである。

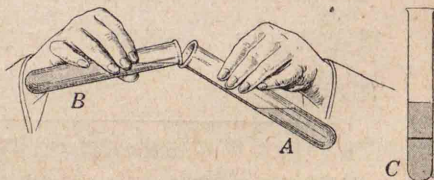
実験 25. 二本の硝子棒に金箔を捲きつけ、3容の濃塩酸と、1容の濃硝酸とを別々に入れた試験管中に入れよ。次に兩液を合せて中の金箔に起る變化を見よ。



硝酸は工業上及び軍事上極めて重要な酸で染料・コロジオン・セルロイド・火薬等の製造に多量に使用される。

微量の硝酸又は硝酸塩の検出は次のやうな實驗による。

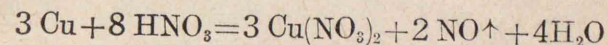
実験 26. 試験管Aに硝酸を含む試験液を2cc許入れて、之に硫酸第一鉄の溶液1cc位を加へ、Bに濃硫酸を3cc許取り、この濃硫酸を徐々にAの壁に沿うて加へよ。Cに示すやうに褐色の輪を生ずる。



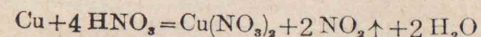
4. 窒素の酸化物

窒素の酸化物には下表のやうに五種あるが、その中、特に重要なものは酸化窒素と過酸化窒素とである。酸化窒素は銅にあまり濃くない硝酸を注ぐ時に發生する。

名稱	分子式	状態
亞酸化窒素	N_2O	無色のガス
酸化窒素	NO	同上
過酸化窒素	NO_2	赤褐色のガス
三酸化窒素	N_2O_3	沸点 3.5°C の青色液体
五酸化窒素	N_2O_5	融点 30°C の白い固体



問 1. この際濃硝酸を注げば NO_2 を發生する。

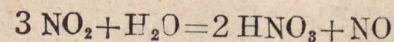
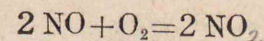


この方程式と前の方程式とを分解的に考察して見よ。

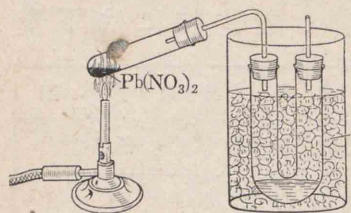
酸化窒素は無色の氣體で、水には殆ど溶けないが、酸素に觸れると直ちに赤褐色の過酸化窒素となり、このものは水に溶け易く水と化合して硝酸となる。



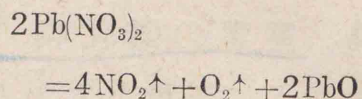
過酸化窒素の生成(左)と硝酸の生成(右)



過酸化窒素は硝酸鉛を熱し、分解せしめて得られる。

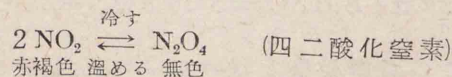


過酸化窒素の製取



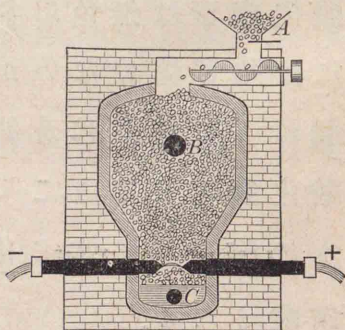
不快な臭氣を有する有毒氣體である。

過酸化窒素を硝子管に封入して冷せば、次第にその色は淡くなり、又温めれば次第に色が濃くなる。この變化は次のやうな可逆反應によるものである。



溫度を一定に保てば色の濃さも一定となり、可逆反應は何れの方角にも進行しない。このやうなとき**化學平衡**の状態にあるといふ。

5. 磷 P¹⁾ 磷は天然には磷灰石・骨等の主成分である**磷酸カルシウム**等となつて存在する。骨灰又は**磷鑛**を砂及び**コークス**と共に電氣爐に入れて強熱すれば蒸氣となつて發生

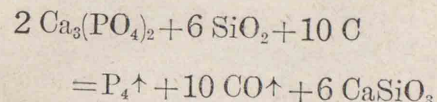


黄磷製造の電氣爐

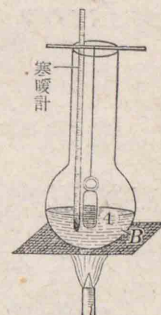
- A: 原料の入口
- B: 蒸氣の出口
- C: 滓の取出口

1) P は磷の元素記號であつて分子式ではない。固體の状態に於ける分子式は未決定であるが、氣體の状態では P₄ となり更に高溫度では解離して P₂ となる。

する。



生成蒸氣を水中に導いて凝固させたものが**黄磷**である。黄磷¹⁾を空氣を絶つて密閉した釜の中で 260°C に熱し、徐々に冷すと同素體たる**赤磷**に變化する。次に黄磷と赤磷の性質を比較表示する。



黄磷を赤磷に變化させる實驗
A: 磷
B: パラフィン

	黄 磷	赤 磷
外 觀	淡黄色蠟狀の固體	暗赤色の粉末
空氣中にて	酸化し、暗室にては磷光を見る	酸化し難く、磷光を發せず
融 點	44°C	590°C (43 氣壓)
發 火 點	60°C (約)(水中に貯ふ)	260°C (約)
二硫化炭素に	溶解する	溶解せぬ
毒 性	猛 毒	無毒

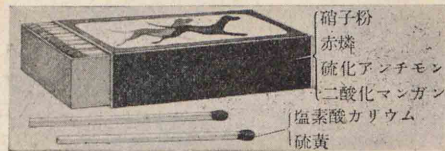
黄磷は空氣中で極めて發火し易いから水中に貯へる。又**猛毒性**³⁾を有するからその取扱は特に注意を要する。

實驗 27. 黄磷の小粒を二硫化炭素の中に入れて溶けるかを見よ。次にこの液を濾紙に浸して放置せよ。如何。

實驗 28. 赤磷が二硫化炭素に溶けるかを試みよ。

1) 通常のもは完全に純粹でないために淡黄色であるが純粹なものは無色である。
2) 硝子管 A 中に黄磷を入れ真空ポンプで排氣して封じたもの。
3) 殺鼠劑である猫イラズの主成分は黄磷である。

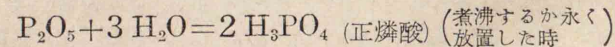
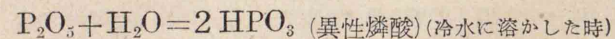
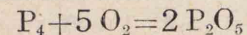
赤磷の主要な用途は安全マッチの製造である。



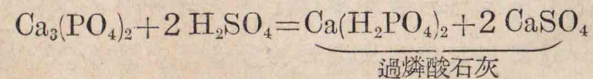
安全マッチの成分

6. 磷の化合物

磷を空気中か酸素中で点火すると盛に白煙をあげて燃える¹⁾。この白煙は無水磷酸 P_2O_5 である。無水磷酸は五酸化磷ともいひ、白色の粉末で吸湿性が強く、乾燥剤に用ひられる。又水と種々の割合に化合して數種の磷酸を造る。



普通にいふ磷酸はこの正磷酸 H_3PO_4 をいふ。その塩である磷酸石灰は自然界に多量に存在してゐる。磷酸石灰に硫酸を注ぎ、水に可溶性の酸性磷酸カルシウムに變じたものは過磷酸石灰といひ、重要な肥料である。



【實驗】 29. 磷酸肥料や動物の骨を焼いた灰などを硝酸に溶

1) この現象は煙幕に利用せられる。

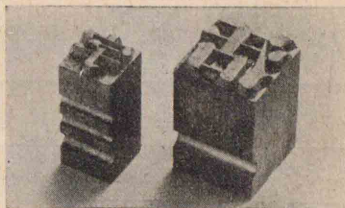
磷の利用



かし、それにモリブデン酸アムモニウム液¹⁾を加へて黄色沈澱の生ずるのを見よ。之が磷酸の檢出法である。

7. 砒素 As・アンチモン Sb²⁾ 砒素・アンチモン

は主に硫化物として産し、遊離させたものは共に灰白色の金屬光澤を有する脆い固體である。



砒素は散彈を製る時硬さを増すために鉛に少量(0.5%)混じ、アンチモンは活字金⁴⁾の成分として重要なものである。



無水亞砒酸⁶⁾As₂O₃は白色

活字及びその種類

結晶の粉末狀をなし、激烈な毒物で、殺鼠劑・驅蟲劑・防腐劑等に用ひられる。

- 1) (NH₄)₂MoO₄, その他製り方によつて種々の組成のものがある。
- 2) 之は元素記號で分子式ではない。氣體狀態ではその分子式は As₂, 更に高温では As₄ となる。
- 3) 之れも元素記號で分子式ではない。
- 4) Pb 75, Sb 20, Sn 5 より成り、鉛に比して硬く熔融物が流動し易く、凝固に際して收縮しないから字型を精密に鑄造することが出来る。
- 5) この外にポイント活字と稱するものがある。本書は主として 12 ポイント活字で組まれたものである。
- 6) Sb の酸化物の分子式は Sb₂O₃ である。

8. **窒素族元素** 週期律表第五屬主族の窒素・磷・砒素及びアンチモンは窒素族元素ともいはれ、共に類似の原子構造を有し、原子價は3價及び5價で、何れも類似の性質を有する。

	窒素	磷	砒素	アンチモン
原子量	14	31	75	122
比重	0.001250	黄磷 1.8 赤磷 2.2	5.7	6.7
融點	-210°C	黄磷 44°C 赤磷融けず	約 615°C で昇華する	630.5°C
水素化合物	NH ₃ (安定)	PH ₃ (不安定)	AsH ₃ (分解し易い)	SbH ₃ (甚だ分解し易い)
五酸化物(R ₂ O ₅) +水	HNO ₃ (甚だ強い酸)	H ₃ PO ₄ (弱い酸)	H ₃ AsO ₄ (弱い酸)	H ₃ SbO ₄ (甚だ弱い酸)
金屬性	非金属	非金属	第三級金屬 ¹⁾	第三級金屬

上表のやうに原子量が大きくなるに従つて次第に氣體から固體へ、非金属から金屬へと移り、比重が増し、融點・沸點が高まり、水素化合物のアルカリ性及び酸素化合物の酸性は弱まる。

問 2. 黄磷と赤磷とが同素體なることは如何にして證明されるか。

1) 第一級金屬及び第二級金屬は金屬性が明瞭であるが、第三級金屬になると時に金屬性が不明瞭な場合がある。砒素は多分に非金属性をもち兩者の中間に位するものである。

第二篇

第1章 原子の構造と化學結合

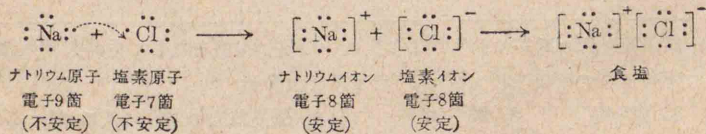
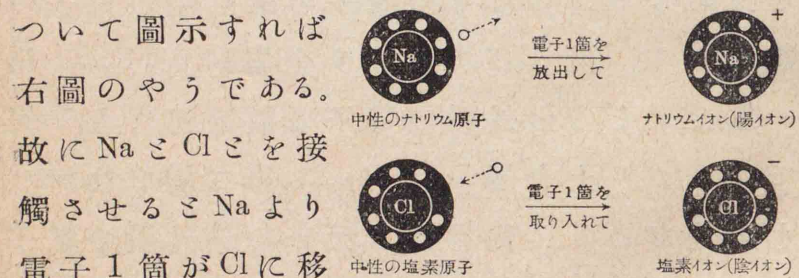
1. **原子の構造とイオン結合** 前篇第4章で、週期律について簡単に述べたが、何故相似た性質が週期的に反覆されるかは全く原子の構造による。しかも元素の化學的性質の大部分を支配するものはその原子の最外殻の電子の數である。例へばアルカリ金屬²⁾ Li, Na, K.....(第一屬)ではその最外殻の電子の數が何れも1箇で、アルカリ土金屬³⁾ Ca, Sr, Ba.....(第二屬)では何れも2箇である。稀有ガス元素の最外殻の電子の數を見るに He では2箇, Ne, Ar では8箇で、これ等の元素は化合力がない。化合力がないのはその原子の電子配置が最も安定であることを示す⁵⁾。週期律表に於てこれ等の元素の前後にある元素は、この安定な電子配置にならうと

1) 原子核を廻る電子は元素により夫々一定箇づゝ組をなして内外數箇の環狀(殻)に配列されてゐると考へられる。(巻末第三表参照)

2) 83頁参照。 3) 95頁参照。 4) 週期律表の零屬に入る He, Ne, Ar...等は自然界に稀に存在するガスであるから稀有ガスといふ。

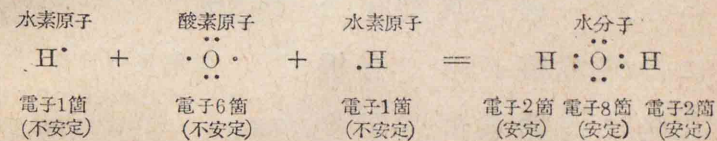
5) 原子に於ける最外殻の電子は元素によつて1箇乃至8箇で8箇の配置が最も安定である。但し水素とヘリウムだけは例外である。(巻末第三表参照)

して、或は電子の数を増し、或は減じやうとする。即ち 2 箇又は 8 箇の安定な電子配置の外側に、尙若干の電子をもつものは過剰の電子を放出し、従つて中性の状態から陰電氣を失つて陽イオン(陽電氣を帯びた原子)となり易く、又 2 箇又は 8 箇に足らぬ最外殻電子数をもつものはその不足だけの電子を取込んで、陰イオン(陰電氣を帯びた原子)になり易い。例へば Na 及び Cl について圖示すれば



1) 原子圏即ち基が電氣を帯びたものもイオンといはれる。
 2) 陽イオンは元素記號又は基の記號の右肩に +, 陰イオンは - をつけて表はす。

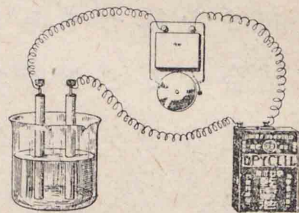
2. 原子の構造と原子結合 H 原子は核に 1 箇の電子とから出来てゐて、その電子を失つて核のみとならうとする傾向と、又電子 1 箇を得て He 型の安定な電子配置にならうとする傾向とを持つてゐる。非金属元素の原子同志が結合するときは次に示す水素と酸素との化合に見るやうな結合をすることが多い。



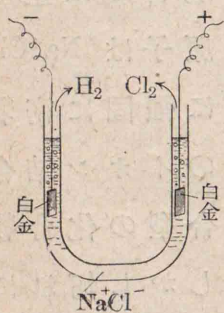
この化合では水素原子と酸素原子の間に 2 箇の電子が共有され、夫々安定な電子配置を形成する。この場合は食塩が出来るときとは全く違つた結合の有様で、水素・酸素の原子は Na⁺Cl⁻ のやうに對立してをらずに非常に強固に密着してゐる。かやうな結合を前者のイオン結合に對して原子結合といつて、兩結合型の化合物の性質には著しい差異がある。しかし何れにしても He, Ne, Ar のやうな安定な電子配置を得て落付かうとする處に化合が起るのである。

第2章 電解・電離

1. 電解 食塩・硫酸・苛性ソーダのやうに、その水溶液が電氣を導き、電流を通ずれば分解せられる物質を電解質といひ、砂糖・アルコールのやうに然らざる物質を非電解質といふ。一般に無機化合物には電解質が多く、有機化合物には非電解質が多い。電解質を電流で分解することを電氣分解又は電解といふ。次に電解の例を示す。



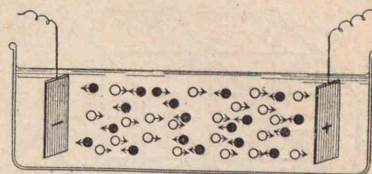
電解質の検査
ビーカーに水だけ入れてある時は電鈴は鳴らぬが、之に食塩・硫酸・苛性ソーダ等を溶かし込むと電流が通じて鳴り始める。



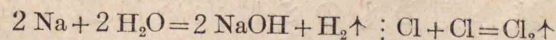
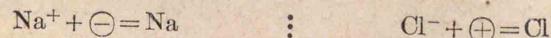
食塩水の電解

食塩水に電流を通ずると陽極に塩素ガス、陰極に水素ガスを発生し、同時に陰極に苛性ソーダを生ずる。之は次のやうに説明することが出来る。食塩は水溶液中では解離して自由なイオンとなつて存在してゐる。そのためこの中に浸した兩電極を電源につなぐと次頁の圖に示すやうに、⊕の電極は陰イオンを⊖の電極は陽イオンを引きつけ極と

同符號のイオンを斥けるから陽極には Cl⁻ が、陰極には Na⁺ が集つて、各イオンは夫々その極の電氣と中和して、中性の原子となり、陽極には塩素原子が生じ、その二原子が結合して塩素分子となつて遊離し、陰極では Na⁺ が中性の原子となると同時に溶媒の水と作用して水素を発生し、苛性ソーダを生成する。即ち

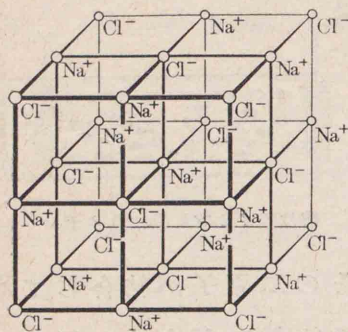


●は陽イオン ○は陰イオン



2. 電離 食塩の結晶は電氣を導かないが食塩水は電氣を良く導く。之は食塩中の Na⁺ 及び Cl⁻ が結晶中では束縛されてをり、食塩水中では自由な状態に解離してゐるからである。物質が自由なイオンの状態に解離することを電離といふ。次に電離につき二三の例を示す。

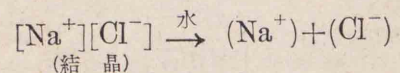
1) イオンは單體とは著しく性質を異にしてゐる。例へば塩素イオンの如きは漂白性を有せず、ナトリウムイオンも金屬ナトリウムと異なり水と作用して水素を発生するが如きことはない。



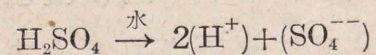
食塩の結晶構造

食塩の結晶構造は左圖のやうで、結晶状態で既に Na^+ と Cl^- とから出来てゐる。之を水中に入れると今まで密接してゐた $[\text{Na}^+][\text{Cl}^-]$ は水の媒介によつて距てられ、次

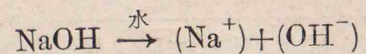
式で示すやうに遠ざかる。



硫酸は水に溶ける以前には、食塩のやうに陰陽兩イオンに分離してはゐない。この點に於てイオン結合型のものは大いに異なるが、稀い水溶液になると食塩の場合と同様に次の式で示すやうに陰陽兩イオンを生ずる。



苛性ソーダは結晶内の有様が未だ食塩のやうに明瞭でないが、水溶液に於ては、次式で示すやうに解離する。



これ等の例で示されるやうに、電解質の中には

Faraday (英)
(1791—1867)Arrhenius (瑞典)
(1859—1927)

Faraday (ファラデー) 貧しい鍛冶屋の子として生れ、教育も十分受けられなかつた。12歳の時から一年間新聞配達をして働き、それから約十年は製本屋の小僧であつた。素直な實意のある少年で、主人からも客からも常に可愛がられた。職業柄手近には澤山の書物があつたので根氣の續く限りこれ等を読み、わけても理化學の書物を耽讀した。當時デーヴィーは英國に於ける第一流の大化學者であつたが、ファラデーは彼の書物を読み、彼の學術講演を聴いてからはとうとう溜らなくなつて大膽にもデーヴィーに彼の助手にしてほしいと手紙を送つた。この血の出るやうな熱烈さに誰が動かされないのであらう。1813年3月王立研究所の助手となりとうとうデーヴィーの下に働くことになつた。これが彼をして大學者たらしめた出發點で、後1825年には王立協會員に選ばれ、王立研究所の實驗所長、同協會の化學教授となつた。こゝで塩素の液化(1823年)ベンゼンの發見(1823年)等實驗化學上に卓越した業績を示したが、その後電氣磁氣學の研究に没頭し、その方面の開拓に偉大な貢獻をした。即ち電氣磁氣廻轉(1821年)、電磁感應(1831年)、電氣分解の法則(1833年)、電流の自己感應(1833年)等その業績は數へきれない。彼は實に偉大なる化學者であると同時に、アルキメデスやガリレオ等と肩を並べる偉大なる實驗物理學者である。

Arrhenius (アレニウス) 化學者であると同時に天文學者で、且生物學者である。17歳でウプサラ大學に入り、その卒業論文として有名な電離説を提出した(1883年)。後ストックホルム大學教授となり、オストワルド、ファントホッフと交はつた。この三人は今日の理論化學の基礎を作つた人々である。後主として宇宙構造論の研究に力を注いだ。1903年ノベル化學賞を授つた。

結晶状態の時から既に陰陽兩イオンとなつてゐるものと、水の中に入つて始めてさうなるものとのさがある。何れにしても一般に電解質は水溶液中に於て、少くともその一部分は自由な陰陽兩イオンに分離してゐるのである。

アレニウスは電解質はその水溶液中で自由な陰陽兩イオンに解離してゐることを考へ、それによつて電解は勿論その他種々の現象を明快に説明した。これを

アレニウスの電離説といふ。右に主要イオン及びその記號を示す。

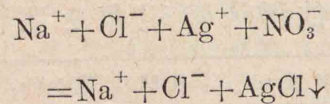
陽イオン		記號	陰イオン		記號
水素		H^+	塩素		Cl^-
カリウム		K^+	臭素		Br^-
ナトリウム		Na^+	沃素		I^-
アムモニウム基		NH_4^+	硝酸基		NO_3^-
銀		Ag^+	水酸基		OH^-
カルシウム		Ca^{++}	硫酸基		SO_4^{--}
銅		Cu^{++}	硫酸基		SO_4^{--}
亜鉛		Zn^{++}	炭酸基		CO_3^{--}
アルミニウム		Al^{+++}	燐酸基		PO_4^{---}

イオンの種類によつては特有の美しい色をもつものがある。(口繪参照) 電解の他沈澱の生成の現象、酸アルカリの性質及び中和の現象等も亦電離説によつてよく説明せられる。

今食塩の水溶液と硝酸銀の水溶液とを夫々甲

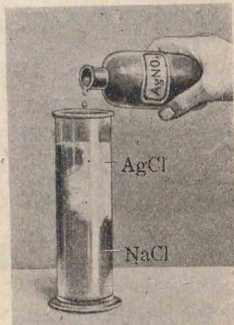
1) 通常陽イオンは H^+ , Zn^{++} 等で、陰イオンは Cl^- , SO_4^{--} 等で表はす。しかし本書ではイオン結合を示す式などで紛れ易い(52頁)から、夫々 H^+ , Zn^{++} , Cl^- , SO_4^{--} 等の記號を用ひた。

乙別々の試験管にとると、甲には Na^+ , Cl^- が存在し、乙には Ag^+ , NO_3^- が存在してゐる。この兩液を混ざるとこれ等四種のイオンの内 Ag^+ と Cl^- とは共存することが出来ないで、直ちに結合して水に溶けない AgCl (塩化銀) となり白色の沈澱を生ずる。この變化を次のやうに示すことが出来る。



即ち $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$

かやうな式をイオン式といふ



沈澱の生成

塩化銀の生成はこの式からわかるやうに塩化物中の陽イオン及び硝酸銀中の NO_3^- イオンの存在には無関係である。これが可溶性の塩化物の検出に硝酸銀溶液を用ひる所以である。

実験 30. 食塩・塩酸・塩化カリの水溶液を別々にとり、各々に硝酸銀の水溶液数滴を加へて生ずる沈澱を見よ。

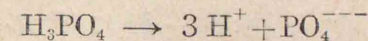
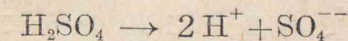
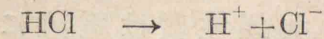
実験 31. 硫酸・硫酸銅・硫酸アルミニウムの水溶液を夫々別々の試験管にとり、各々数滴の塩化バリウム水溶液を加へて起る變化を見よ。

1) このやうにイオンの種類によつて共存することの出来ないものがある。

2) 塩素イオンの検出といふこともある。

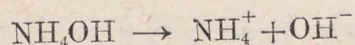
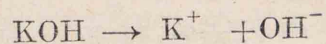
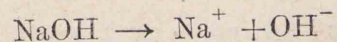
第3章 酸・塩基・塩

1. 酸 塩酸 HCl ・硫酸 H_2SO_4 ・磷酸 H_3PO_4 等のやうにその水溶液は酸味を有し、酸性反應を呈し、且金属で置換し得る水素原子を有する電解質は水溶液中に於て夫々次のやうに電離してゐる。



これ等電離状態を示す式(電離式)に於て重要な事柄は何れにも H^+ を生じてゐることである。そして各イオンの特性はそれと共存するイオンに影響されないから上述のやうな共通性質は H^+ の特性と考へられる。電離によつてかゝる特性を有する H^+ を生ずる物質を一般に酸といふ。酸1分子中に含まれてゐるかゝる水素イオンとなり得べき水素原子の數をその酸の塩基度といひ、塩基度によつて酸を分類して一塩基酸・二塩基酸・三塩基酸等といふ。即ち塩酸は一塩基酸、硫酸は二塩基酸、磷酸は三塩基酸である。又二塩基酸以上を多塩基酸といふ。

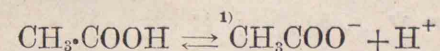
2. **塩基** 苛性ソーダ・苛性カリ・水酸化アモモニウム等はその水溶液中では次式で示すやうに電離する。



これ等化合物の共通性質は電離に際して OH^- を生ずることである。このやうに水に溶けて OH^- を生ずる化合物を一般に**アルカリ**といふ。水酸化亜鉛 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 、水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ 等は殆んど水に溶けない。しかしこれ等は何れも OH 基を有する點に於てアルカリと共通である。 OH 基を有する物質を一括して**塩基**と總稱する。アルカリは水に溶ける塩基である。塩基1分子中に含まれてゐる水酸基の數をその塩基の酸度といひ、酸度によつて塩基を分類して**一酸塩基・二酸塩基・三酸塩基**等といふ。即ち苛性ソーダ・苛性カリは一酸塩基、水酸化亜鉛は二酸塩基、水酸化アルミニウムは三酸塩基である。又二酸塩基以上を**多酸塩基**といふ。酸の特性が H^+ に原因すること同様に、アルカリの

特性は OH^- によるものと考へられる。その特性は刺戟性辛味、リトマス試験紙を青變する所謂アルカリ性反應である。

3. **酸・アルカリの強弱** 塩酸・硫酸等と同様に**醋酸** CH_3COOH も電解質で、その水溶液中で次のやうに電離する。



しかしその電氣の導き方を前者の場合と比較するに、水素イオンとなるべき水素原子を等量に含むこれ等の溶液に於て醋酸の方が遙かに導き難い。それは醋酸の分子は大部分が電離せずをり、電氣を導く自由なイオン H^+ 、 CH_3COO^- が非常に少いからである。

即ち同じく電解質でもその種類によつて一般に電離する度合が異ふ。溶質の全量に對し陰陽二種の自由なイオンになつた量の比を**電離度**といふ。電離度は物質によつても異なるが、一般に溶液が稀薄になるに隨つて増加する。

1) 電離は一般に可逆變化である。即ち溶液が稀薄になるに隨つて電離が進み、濃厚になるに隨つてその逆の變化が進む。

右に主な物質の電離度を示す。

塩酸・硝酸・硫酸・苛性ソーダ・苛性カリのやうに電離度の大きな酸・アルカリを夫々**強酸・強アルカリ**といひ、醋酸・水酸化アムモニウムのやうに電離度の小なるものを夫々**弱酸・弱アルカリ**といふ。

4. 化學當量及び瓦當量

水素の1原子量1.008と化合

し或は之と置換し得られる元素の量をその元素の**化學當量**又は單に**當量**といふ。従つて之はその原子量を原子價で除した商に等しい。當量に瓦を添へたものを**瓦當量**といふ。

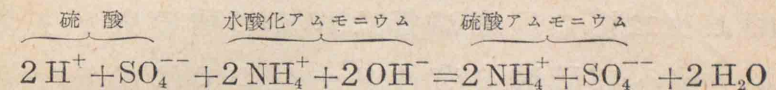
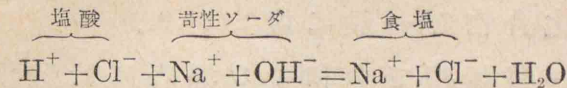
問 1. $Mg+2HCl=MgCl_2+H_2$ の化學方程式からマグネシウムの當量を算出せ。

5. 中和 一般に酸に適當量の塩基を加へると、酸性反應もアルカリ性反應も呈しなくなる。

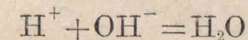
1) 67頁参照。

酸・アルカリ・塩の 0.1 ¹⁾ モル溶液の 25°C に於ける電離度 (100%電離を 1.0 とする) (電離度)	
塩酸	0.80
硝酸	0.78
硫酸	0.34
醋酸	0.13
炭酸	0.02
硫化水素	0.01
苛性カリ	0.76
苛性ソーダ	0.76
水酸化アムモニウム	0.13
塩化ナトリウム	0.79
硝酸カリウム	0.65
醋酸ナトリウム	0.78

この現象を**中和**といふ。次に中和の例一、二をイオン式で示す。



これ等の式を見るに Na^+ , Cl^- 及び NH_4^+ , SO_4^{2-} には變化なく、變化せるものは次式に示すもののみである。



故に中和とは水素イオンと水酸イオンとが結合して中性の水分子を生ずることに外ならぬ。従つて酸と塩基とは夫々水素イオンとなるべき水素原子と水酸イオンとなるべき水酸基とを等數に含む量で互に中和する。この中和するに相當する量を**酸・塩基の當量**といひ、次のやうにして求める。

$$\text{酸の1當量} = \frac{\text{酸の1分子量}}{\text{酸の塩基度}}$$

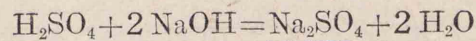
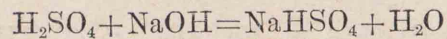
$$\text{塩基の1當量} = \frac{\text{塩基の1分子量}}{\text{塩基の酸度}}$$

問 2. 硫酸及び苛性ソーダの各1當量を求めよ。

一学期三年中組
考査

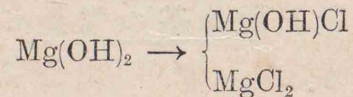
6. 塩 酸と塩基との中和によつて生じたもの即ち酸の水素原子を金属で置換したと見るべき組成の化合物を一般に塩といふ。

二塩基酸を一酸塩基で中和する場合には状況により二様の反応が行はれて二種の塩を生ずる。例へば硫酸と苛性ソーダとでは



NaCl, Na₂SO₄ のやうに酸中に特有な水素原子が全部金属原子¹⁾で置換されて生じた化合物を中性塩又は正塩といひ、NaHSO₄ のやうに未だ金属原子で置換され得る水素原子が残つてゐる塩を酸性塩といふ。

塩は又塩基の水酸基を酸基で置換したものと見做すことも出来る。従つて二酸塩基では二種の塩を生ずる。例へば



MgCl₂ は正塩であるが、Mg(OH)Cl は未だ塩基に特有の水酸基を含んでゐるから塩基性塩である。²⁾

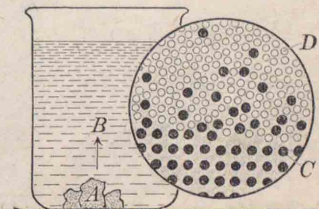
1) 金属原子の代りに NH₄ のやうな陽性の基でもよい。

2) 酸性塩・塩基性塩・中性塩といふのは分子式の上でのことである。(79頁参照)

第4章 溶解度・溶液の濃度 酸・アルカリの定量

1. 溶解度 水に砂糖を入れて攪拌し、全部を均一に溶解して砂糖の水溶液を造る場合に、砂糖を次第に増して行くと、遂にいくら攪拌しても或量以上は溶解せずに残るやうになる。この時温度を高めると溶け

込む砂糖の量も亦増加する。このやうに一般に溶質¹⁾が溶媒²⁾に溶解する量には各温度に就いて一定の極限がある。この極限に



物質の溶解

A: 溶質 B: 溶媒
C: 溶質分子 D: 溶媒分子

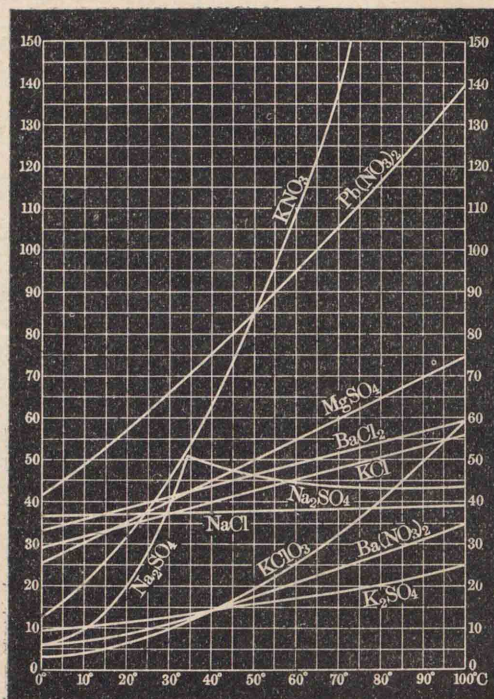
達した溶液をその温度に於けるその溶質の飽和溶液といひ、飽和溶液に於て溶媒 100g 中に溶存する溶質の瓦数をその温度に於けるその溶質の溶解度といふ。例へば食塩は 0°C で水 100g 中に 36g 溶解するから 0°C に於ける食塩の溶解度は 36 である。

溶解度は温度により異なると同時に物質の種類によつても異なる。次頁の圖は種々の物質

1) 溶け込む物質。

2) 溶かす物質。

の溶解度が温度により變化する有様をグラフで示したもので、かやうなグラフを溶解度曲線といふ。大體に於て固體及び液體の溶解度は温度が昇るに随つて増し、氣體は之を減ずる。又氣體は壓力によつて大いに影響せられ、壓力に比例して¹⁾溶ける。



溶解度曲線

問 1. 上の溶解度曲線を利用し食塩と硝石との 0°C , 20°C , 40°C , 60°C , 70°C に於ける溶解度(概數)を比較對照せよ。

2. 溶液の濃度 溶液の濃さを表すには通常次の三通りの表し方がある。

(A) **パーセント(百分率)** 溶液の總重量に對する溶質の重量をパーセント(%)で表したもので、

1) これをヘンリーの定律といふ。

例へば3%の食塩溶液とは溶液100g中に食塩3gを含む濃度のものをいふ。

問 2. 水100gに食塩25gを溶すとその濃度は何%か。

(B) **モル** 溶液1l中に含まれる溶質の瓦分子數、即ちモル數でその濃さを表したもので、例へば2モルの食塩水はその1l中に食塩の2モル、即ち117gを含む。

問 3. 500cc中に純硫酸49gを含む稀硫酸は幾モル濃度か。¹⁾

(C) **規定(N)** 溶液1l中に溶存する溶質の瓦當量數でその濃さを表したもので、例へば2規定の苛性ソーダ溶液はその1l中に苛性ソーダの2瓦當量、即ち80gを含む。

問 4. 苛性ソーダの5規定液500ccを造るには苛性ソーダ幾瓦を要するか。

問 5. 比重1.2で40%のHClを含む塩酸の濃度は幾規定か。

問 6. 硫酸27.32%を含む稀硫酸(比重1.20)は幾規定硫酸か。

問 7. 30%の苛性ソーダ溶液は幾モルの濃度なるか。但し30%苛性ソーダ溶液の比重は1.332である。

3. 酸・アルカリの定量 酸とアルカリとが中和する際には、必ず互に當量の割合で反應するから、過不足なく中和する酸及びアルカリの

1) モル濃度は又濃度幾モル或は單に幾モル溶液等ともいふ。

2) Nは規定 Normal の略號である。

濃度と容積との間には規定濃度を用ひるこ次のやうな関係がある。

酸の規定濃度 × その容積

= アルカリの規定濃度 × その容積

この関係から一方に既知の濃度のものを用ひれば、互に中和する容積を測つて他方の濃度を知らることが出来る。

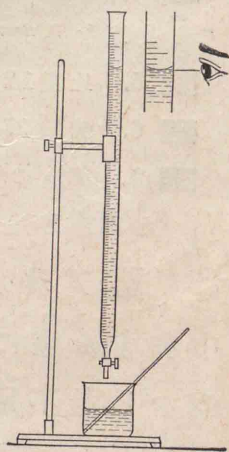
実験 32. 苛性ソーダ溶液(1規定)をビュレットに入れ下圖のやうに支へ、與へられた稀塩酸 20cc をピペットで吸ひ取つてビーカーに入れ、リトマス 1-2 滴を加へその下におけ。次に苛性ソーダの液面の位置をビュレットの目盛で読み、後少しづつ苛性ソーダ液をビーカーの稀塩酸中に滴下し、硝子棒で攪拌しつゝ中和せしめ、ビーカー内の液の色が赤色より將に青色に移らんとする點に到達したとき液の滴下を止めよ。この時の苛性ソーダの液面の位置を読み、中和に要した苛性ソーダ液の體積を知り、次のやうにして稀塩酸の濃度を算出せよ。

N 酸の濃度, V 酸の體積

N' アルカリの濃度, V' アルカリの體積

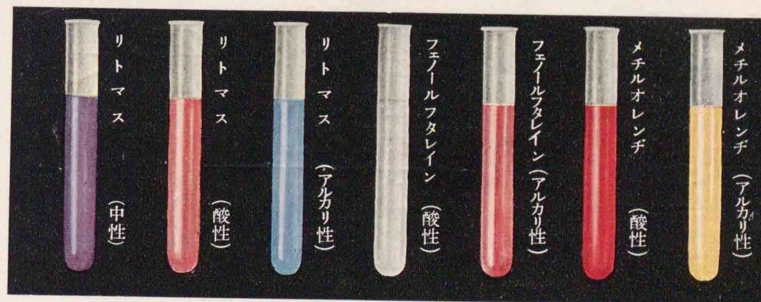
$$NV = N'V' \quad N = \frac{N'V'}{V}$$

上記の實驗を三回繰り返し、次頁の表に記入せよ。



回	苛性ソーダ(濃度 規定)		塩 酸	
	ビュレットの読み	差(體積)	用ひた體積	濃度(測定値)
1	中和前 中和後	cc	cc	規定
2	中和前 中和後	cc	cc	規定
3	中和前 中和後	cc	cc	規定

前實驗で用ひたリトマスのやうに酸・アルカリ及びその過不足なき中和の點を知るために用ひる藥品を指示薬といふ。次に普通に用ひられる指示薬及びその色を示す。



問 8. 1規定塩酸を用ひて、濃さ未知の苛性ソーダ溶液 100cc を中和するのに、塩酸 25cc を費した。この苛性ソーダ溶液は幾規定で、また幾%であるか。(但苛性ソーダ溶液の比重は 1 とする)

問 9. 濃度 1 モルの塩酸 25cc を中和するに苛性ソーダの水溶液 20cc を要した。苛性ソーダの濃度如何。

第三篇

第1章 金屬總論

1. 冶金 金屬を含む鑛石からその金屬を採る方法を冶金又は精鍊といふ。次に重なる金屬の産出状態と冶金法の大要を表示する。

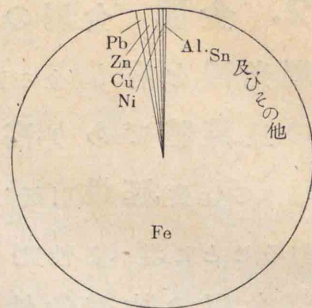
金屬	産出状態	冶金法	困難 ↑
K	KCl	熔融した ↓ 電解 KOH (← KCl 水溶液)	↑ 困難 ↓ 容易
Na	NaCl	電解 NaOH (← NaCl 水溶液)	
Ca	{ CaCO ₃ CaSO ₄ ·2H ₂ O	電解 CaCl ₂ +KF (又は KCl)	
Mg	{ MgCl ₂ ·KCl MgCO ₃	電解 MgCl ₂ ·KCl	
Al	{ Al ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ ·2H ₂ O 珪酸塩	電解 Al ₂ O ₃ +Na ₃ AlF ₆	
Zn	{ ZnS, ZnCO ₃ ZnO	ZnO \xrightarrow{C} Zn+CO	熱する
Fe	{ Fe ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ ·H ₂ O Fe ₃ O ₄ , FeCO ₃	Fe ₂ O ₃ \xrightarrow{CO} Fe+CO ₂	
Ni	珪酸塩	S \rightarrow Ni ₃ S ₂ $\xrightarrow{O_2}$ NiO \xrightarrow{C} Ni	
Sn	SnO ₂	C \rightarrow Sn+CO	
Pb	PbS	O ₂ PbO PbS \rightarrow Pb+SO ₂	
Cu	Cu ₂ S	O ₂ Cu ₂ O $\xrightarrow{Cu_2S}$ Cu+SO ₂	
Hg	HgS	O ₂ Hg+SO ₂	
Ag	Ag ₂ S	O ₂ Ag+SO ₂	
Pt	單體	KCN \rightarrow K[Au(CN) ₂] $\xrightarrow{電解}$ Au	
Au	單體	Au \xrightarrow{Hg} アマルガム $\xrightarrow{熱}$ Au	

2. 金屬 金屬の特徴とする處は灰白色の金屬光澤を有し(金の黄色銅の赤色は例外)熱及び電氣の良導體であり、高度の展性(打展べて箔又は板となし得る性質)、延性(引延して針金となし得る性質)、強靱性(引切ることには堪へる性質)を有することである。諸金屬の物理的性質は常に實際に利用せられるから次に普通用ひられる金屬についてその大要を表示する。但し金屬はその溫度又は取扱ひ方によつて性質が多少異なる場合もあるから表の順序は大體を示すに過ぎない。

金屬の諸性質の順序表

性質 順序	比重	融點	強靱性	展性	延性	硬度	熱・電氣 の傳導度
1	Pt (21.4)	Pt 1773°C	Fe	Au	Au	Fe	Ag
2	Au (19.3)	Fe 1530°C	Ni	Ag	Ag	Ni	Cu
3	Hg (13.6)	Ni 1455°C	Pt	Al	Pt	Pt	Au
4	Pb (11.3)	Cu 1083°C	Cu	Cu	Al	Cu	Al
5	Ag (10.5)	Au 1063°C	Ag	Sn	Fe	Al	Zn
6	Cu (8.9)	Ag 960.5°C	Au	Pt	Ni	Ag	Pt
7	Ni (8.9)	Al 660°C	Al	Pb	Cu	Zn	Sn
8	Fe (7.9)	Zn 419.5°C	Zn	Zn	Zn	Au	Ni
9	Sn (7.3)	Pb 327.3°C	Sn	Fe	Sn	Sn	Fe
10	Zn (7.1)	Sn 231.9°C	Pb	Ni	Pb	Pb	Pb

尙比重4を境界として、比重がそれよりも大きいものを重金屬といひ、それ以下のものを輕金屬といふ。兩金屬の週期律表中に於ける分布状態は卷末附表(第二圖)を見よ。なほ世界に於ける産出量の比較は右圖のやうである。

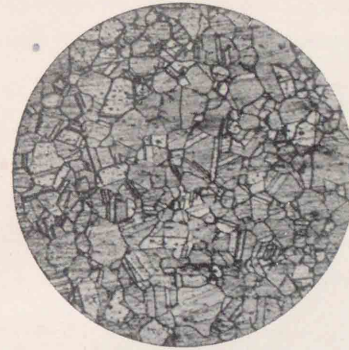


世界に於ける金屬産出量の比較
(昭和9年)
年總産額 約1億5千萬瓩

3. 合金 2種又はそれ以上の金屬を共融して一様に融和凝固させたものを合金といふ。金屬の主要な性質の一つは合金を造るここである。合金を造る際その成分及び割合を種々に變化すれば、屢々その成分の何れにも求めることの出来ない重要な性質のものとなるから、單獨では使用し難い金屬でも之を合金にして種々の目的に利用することが出来る。次に合金をその成分金屬から造る時に起る性質の一般的變化を列挙する。

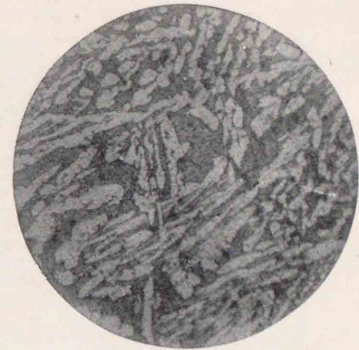
- (1) 展性・延性を減じて硬さを増す。
- (2) 融點は低く、その熔融物の流動性を増すもの多く、固化に際し、膨脹するものもあるから鑄造に適するものも出来る。

合金の顯微鏡寫眞



洋白(洋銀)

成分 Ni(18.0%) Zn(25.0%) Cu(57%)



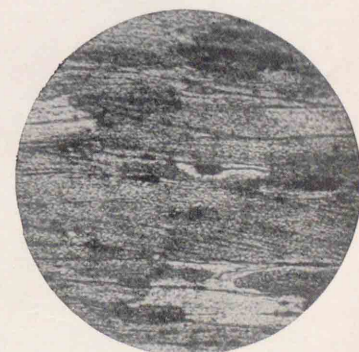
ネーバルブラス(黃銅の一種)

成分 Zn(39.0%) Sn(1.0%) Cu(60%)



錫青銅

成分 Sn(15.0%) P(0.1%以下) Cu(84.9%)

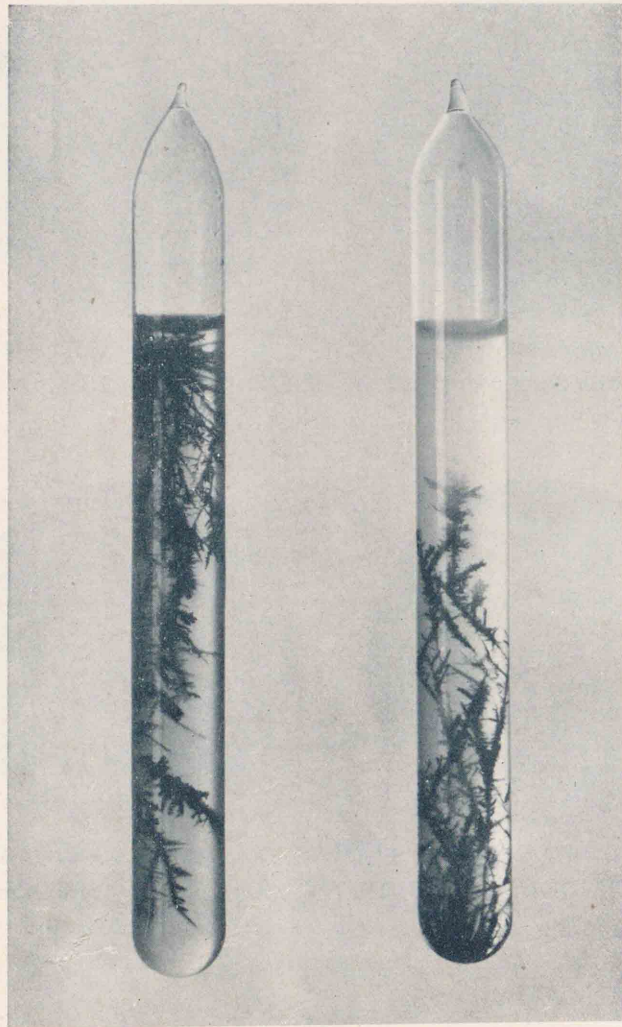


デュラルミン

成分 Cu(4.0%) Mn(0.5%) Mg(0.5%)
Si(0.4%) Fe(0.5%以下) Al(94.1%)

合金の組織は一般に固溶體(溶け合つた状態)をなし、顯微鏡でもその成分元素を一一見得るものは少ない。顯微鏡下に白色と灰色等の二部に分れて見えるものも多くはその一つ一つが成分元素ではなく、熔融状態を異にせる二部分(即ち2相)である。

鉛 樹



醋酸鉛の水溶液中にカドミウムを入れて鉛樹を作つたもの。
鉛樹を綺麗に固定するために、水硝子と醋酸で珪酸のゲル
(179 頁参照) を同時に作つたものである。

- (3) ニクロム線のやうに熱及び電氣の傳導度を減ずる。(電線に用ひる銅は純粹なものがよい。)
- (4) 眞鍮・洋銀・アルミ金などのやうに光澤を變じ難く且酸化し難くなる。
- (5) その他、不銹・極小膨脹率・耐酸・帶磁性等の特殊性を帶び得る。(特殊合金)

次の表は普通に用ひられる合金の概略の組成と用途を示したものである。¹⁾ 尙挿圖の顯微鏡寫眞及びその説明を参照せよ。

合 金	成 分, 組 成 (%)	用 途
青 銅	Cu 70-90, Sn 30-10	銅像・器具
眞 鍮	Cu 60-80, Zn 40-20	機械・器具
洋 銀	Cu 50, Zn 25, Ni 25	裝飾品・食器
ア ル ミ 金	Cu 90, Al 10	裝飾品
赤 銅	Cu 95, Au 4, Ag 1	裝飾品
白 鉛	Pb 30-70, Sn 70-30	鉛付・フューズ
活 字 金	Pb 75, Sb 20, Sn 5	活字・活字板
發 火 合 金	Fe 35, Ce 65	ライター
ニ ク ロ ム	Ni 60, Cr 40	電熱器抵抗線
デュラルミン	Al 95, Cu 4, Mn 0.5, Mg 0.5	飛行機材料
エレクトロン	Mg 90, Zn 4, Al 6	飛行機材料
²⁾ 日 本 貨 幣	金 貨 Au 90, Cu 10 銀 貨 Ag 72, Cu 28 白 銅 貨 Cu 75, Ni 25 青 銅 貨 Cu 95, Sn 4, Zn 1	

1) 微量の特殊成分及び造る時の溫度等の相異により微妙にその性質を變化するものが多く、この成分の研究は製造業者の最も注意するところである。
2) 貨幣にはこの外にニッケル貨(純ニッケル)がある。

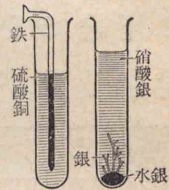
4. 金属の化学的性質とイオン化傾向

金属の反応力には著しい差があるが、その差は水に接触した金属がイオンとなり水中に溶け込まうとする傾向即ちイオン化傾向の差異に關係が深い。

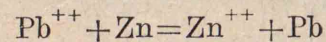
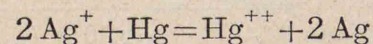
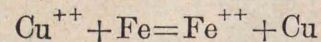
実験 33. 硫酸銅の溶液中に鉄釘を入れるとその面に銅がつく。

実験 34. 硝酸銀溶液中に水銀を入れると、水銀の上に銀の結晶が出来る。

実験 35. ビーカーに醋酸鉛の溶液をとり、その中に糸で亜鉛の小片を吊して、長時間放置すると美しい樹枝状の鉛を析出する。之を試み、その理由を説明せよ。(挿圖の鉛樹の寫真参照)



以上の実験から銅よりも鉄、銀よりも水銀、鉛よりも亜鉛の方がイオン化傾向が大きいことが分る。これ等の變化をイオン式で示すに次の通りである。



かやうに一般にイオン化傾向の小さい金属イオンを含む溶液に、イオン化傾向の大きい金属を入れると、後者は溶けてイオンとなり前者は

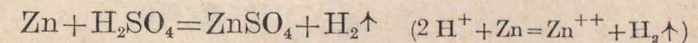
金属となり遊離する。

今代表的な金属をイオン化傾向の大きさの順に並べると次のやうである。

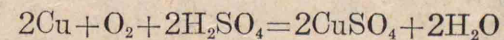
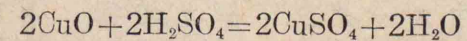
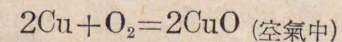
[大] K Na Ca Mg Al Zn Fe Cd Ni Sn

← Pb (H) Sb Cu Hg Ag Pt Au [小]

イオン化傾向がHよりも大きい金属は稀薄な酸と作用して水素を発生し、Hよりも小さい金属は水素を発生しない。¹⁾ 例へば



金属の酸化物は大抵酸と作用して塩を造るからイオン化傾向のHよりも小さな金属でも酸化されると酸と作用するやうになる。銅が酸化力のある熱濃硫酸に溶け又は空気の助けによつて次のやうに稀硫酸に溶けるのはそのためである。



金属のイオン化傾向の大小の順序は金属が酸

1) K から Sn までは例へば稀硫酸に作用させるとき劇しさの程度は次第に弱まるが確かに水素の発生を見ることが出来る。Pbも同様に作用されはするが表面に硫酸鉛が附着して作用の進行を妨げる。Sb はもはや冷たい稀酸には作用されない。

素その他の非金属元素と化合する力の強弱の順序と大體一致してゐる。例へばナトリウムは新しい面を空氣に觸れさせると暫くの後に曇り、銅は熱すればその表面が黒色の酸化銅となり、銀は熱しても變化しない。

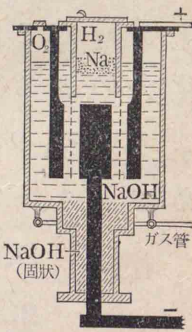
問 通常鉄板を保護したものに亜鉛鍍したトタンと錫鍍したブリキとがある。その保護作用の異同を考へよ。

第 2 章 アルカリ金属及びその化合物

(週期律表第一屬主族の化學)

問 1. 週期律表第一屬(主及び副族)に含まれる元素を列擧し、原子構造を比較して之を分類せよ。

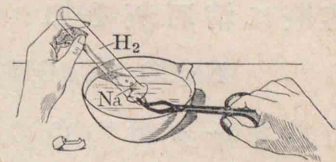
1. ナトリウム Na ナトリウムは食塩即ち塩化ナトリウムとなつて海水中に含まれ又岩塩等となつて地中から産出する。熔融した苛性ソーダを電解して得られる水よりも軽い銀白色の柔軟な金属で、空氣中では直に銹びて光澤を失ふ。水と烈しく作用



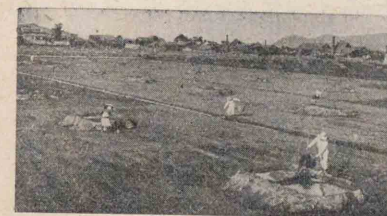
ナトリウムの製法
豫め苛性ソーダを熔融させ之を電氣分解すれば陰極に Na を析出する。

1) 以下金属元素の後に示す記號は元素記號で分子式ではない。
2) 獨逸のスタッスフルト地方では岩塩として地層の一部をなしてゐる。

して水素を發生し、苛性ソーダを造る。故にナトリウムは石油中に貯へる。



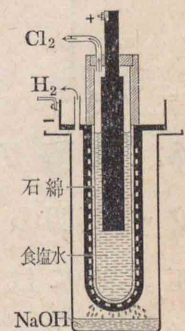
2. 食塩(塩化ナトリウム) NaCl



0	20	40	60	80	100%
工業用	漬物用	製造用	醤油用	味噌用	其他

食塩は我國では塩田法によつて造る。無色の立方體に結晶し、鹹味が強く粗製のものにはマグネシウム塩類を混入してゐるので苦味があり潮解性を有する。食塩は味噌・醬油漬物の材料及び調味料として日常生活に必要な許りでなく、塩酸・苛性ソーダ・炭酸ソーダ等の原料としても重要である。

食塩は我國では塩田法によつて造る。無色の立方體に結晶し、鹹味が強く粗製のものにはマグネシウム塩類を混入してゐるので苦味があり潮解性を有する。食塩は味噌・醬油漬物の材料及び調味料として日常生活に必要な許りでなく、塩酸・苛性ソーダ・炭酸ソーダ等の原料としても重要である。

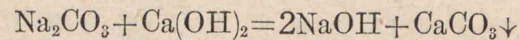


3. 苛性ソーダ NaOH

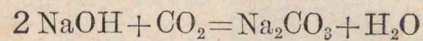
1) 石油中には酸素がないし、空氣の直接接觸を妨げるので酸化されない。
2) 海水を塩田で日光と風とで蒸發し後煮つめて作る。
3) 主として塩化マグネシウム(苦汁の主成分)で之が潮解性を有する。
4) 空氣中から自然に濕氣を吸收して溶ける性質。

九
リ
十
五
の
二
七

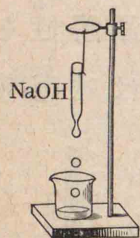
溶液に消石灰を加へても造られる。



苛性ソーダは白色の脆い固体で、極めて水に溶け易く、潮解性がある。強いアルカリで、動物質に作用して之を糜爛させる。又炭酸ガスをよく吸収して炭酸ソーダになる。



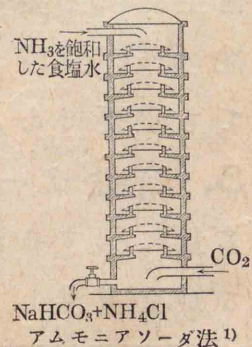
石鹼・染料・人造絹絲紙等の製造及び石油の精製等化学工業に多量に消費せられる。



実験 36. 棒状の苛性ソーダをビーカーの上に糸で吊し、それから滴下する液をリトマス紙その他で検して見よ。

実験 37. 絹絲・毛糸及び木綿絲を苛性ソーダの濃溶液中に入れ、熱してその變化する模様を見よ。

4. 炭酸ソーダ Na_2CO_3 炭酸ソーダ 即ち炭酸ナトリウムは工業的にはアムモニアソーダ法で得られるが、苛性ソーダに炭酸ガスを通して造られる。



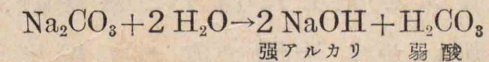
1) [アムモニアソーダ法] 食塩の濃溶液に炭酸ガスとアムモニアを壓入すると $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{HCO}_3$ $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NaCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$ 水に溶け難い NaHCO_3 が沈澱するから之を集めて熱すれば炭酸ソーダを得る。
 $2 \text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

結晶炭酸ソーダ(粗製のものは洗濯ソーダ)は10分子の水と化合して $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の組成を有する。かやうに結晶中に化合して含まれてゐる水を結晶水といふ。次に結晶水を有する物質數種及びそれ等の分子式を示す。

結晶の分子式	普通と呼ばれる名稱	結晶の分子式	普通と呼ばれる名稱
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	洗濯ソーダ	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	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 塩	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	石 膏

炭酸ソーダを空气中に放置すれば徐々にその結晶水を失つて白色の粉末となる。このやうな現象を風解といふ。

炭酸ソーダは中性塩であるが、その水溶液はアルカリ性反應を呈する¹⁾。之は水溶液中では水的作用を受けて次のやうに強アルカリと弱酸とに分解するからである。



かやうに塩類が水と作用して複分解し酸と塩

1) 中性塩・酸性塩・塩基性塩といふのは分子式の上でのことで、その水溶液の性質を示すものではない。中性塩でも酸性のものもあり(硫酸銅)アルカリ性のものもある(炭酸ナトリウム)。尙重曹は酸性塩であるが極めて弱いアルカリ性を示す。

基を生ずる變化を加水分解といふ。一般に加水分解を起すのは弱酸或は弱塩基の塩類に於てであり、そして酸が弱ければ溶液はアルカリ性を呈し、塩基が弱ければ酸性を呈する。炭酸ソーダは硝子・石鹼の原料とし、又洗濯に用ひられる。

問 2. 加水分解をイオン反應で考へて見よ。又洗濯ソーダが洗濯に用ひられる理由はどうか。

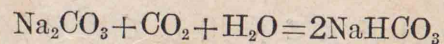
實驗 38. 坩堝に若干量の炭酸ソーダを秤量してとり、右圖のやうに熱して、その際起る變化を見、充分加熱の後その冷却するのを待つて再び秤量して見よ。



實驗 39. 少許の炭酸ソーダを水10ccに溶かし、リトマス紙に對する反應を試みよ。

實驗 40. 固体の炭酸ソーダ又は上の溶液に塩酸3cc許を加へて見よ。氣泡を發生するか。その氣泡は何か。

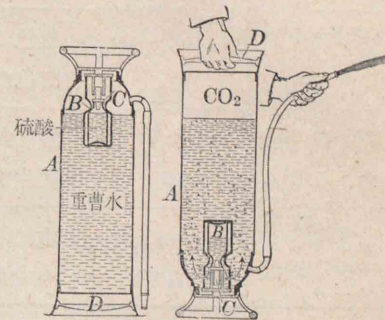
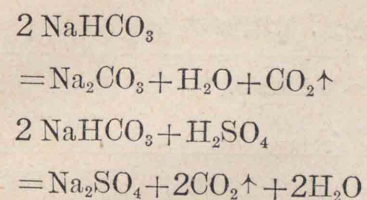
5. 重炭酸ソーダ NaHCO_3 。酸性炭酸ナトリウム或は重曹ともいふ。炭酸ソーダの水溶液に炭酸ガスを充分に通すと重炭酸ソーダは水に溶け難いから沈澱となつて析出する。



白色の粉末でその水溶液は弱アルカリ性を呈

1) $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3$ のやうに加水分解する。

する。熱しても酸を加へても容易に炭酸ガスを發生する。



消火器(右は使用中の有様)

消火器の藥液、パン焼粉等の原料として用

ひられ、又醫藥に供せられる。

6. 硝酸ナトリウム NaNO_3 。之は智利硝石ともいふ。窒素肥料・硝酸その他の硝酸塩の唯一の原料であつたが、近年空中窒素固定工業が盛になつたので殆ど輸入されなくなつた。

問 3. 炭酸ソーダと重炭酸ソーダとを相互に變ずる方法を考へよ。

問 4. 消火器に炭酸ソーダでなく重炭酸ソーダを用ひるのは何故か。

問 5. 炭酸ソーダと水酸化カルシウムとから水酸化ナトリウムを造るとき、反應の完結したか否かを檢する方法はどうか。

7. 硫酸ナトリウム Na_2SO_4 。之と之に關連する化合物の重なるものを次に表示する。

1) 南米智利には地層の一部をなしてゐる。

名 稱	分子式	性 状 及 び 性 質	用 途
硫酸ナトリウム (芒 硝)	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	無色の結晶, 無水のもの 白色の粉末, 風解性がある。	染色に用ひ る。
亜 硫 酸 ナトリウム	Na_2SO_3	酸を加へると亜硫酸ガスを 発生する。	漂 白 剤 (絹 布)
チオ硫酸 ナトリウム (次亜硫酸 ソーダ)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	水に溶け易い無色の結晶, ハロゲン化銀を溶解する。	寫眞の定着 液 (ハイポ液)

実験 41. 漂白粉で漂白した繊維をハイポの液に浸し塩素臭のなくなることを検せよ。

実験 42. 布帛(主として木綿)漂白の実際

- 晒さない木綿を炭酸ソーダ 5% の溶液中で煮よ。
- 水洗ひ後、漂白粉の 10% 溶液に浸し、5 分間放置せよ。
- 軽く搾つて稀硫酸(水 50 cc に濃硫酸 3 cc) 中に入れよ。
脱色するまで (b), (c) を繰返せ。
- 次亜硫酸ソーダ 5% の溶液中で数回濯げ。
- 乾燥せよ。變化の次第を記せ。

8. カリウム K カリウムはナトリウムに類似した金属で、化学的作用はナトリウムよりも烈しい。その化合物の塩化カリウム・苛性カリ・炭酸カリウム・硝酸カリウム等も亦夫々相應するナトリウム化合物によく類似してゐるので、ここでは特殊なものだけについて表示する。

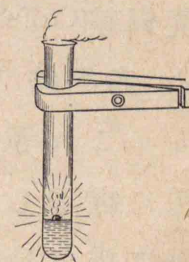
名 稱	分子式	性 状 ・ 性 質	用 途
硝 石	KNO_3	無色透明な柱状結晶, 高温度では 酸素を放つ。 $2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$	酸化剤・黒色火 薬・花火・肥料
塩素酸カリウム (塩酸カリ) (塩 剝)	KClO_3	無色板状の結晶, 熱すると酸素を 発生する。 $2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$	酸化剤・酸素の製 取・マッチ・花火・ 爆発薬・含嗽剤
重クロム酸 カリウム	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	橙赤色の結晶, 單獨に又は硫酸と 共に熱すれば酸素を発生する。 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4$ $= \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}$	染色術・電池の・ 製造・酸化剤
過マンガン 酸カリウム	KMnO_4	黒紫色の針状結晶, 水によく溶け て美しい MnO_4^- を生ずる。硫酸 を加へると酸素を発生する。 $2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ $= \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}$	酸化剤・漂白剤 消毒剤
シアン化カ リウム (シアン化カリ) (青 化 カリ)	KCN	水に溶け易い固体で潮解性を有し 甚だ有毒である。酸類にあふと非 常に毒性な青酸 HCN が出来る。	電鍍術・冶金・標 本用殺蟲剤

実験 43. 及び 問 6 蔗糖と塩

素酸カリウムとを約等量に
混じたものを板の上に置き、
その上に濃硫酸の數滴を注
いで起る變化を見、その理由
を考へて見よ。



実験 44. 試験管内で熱熔させた硝石
中に、硫黄塊を入れ、烈光を放つて燃
える模様を見よ。



9. アルカリ金属 週期律
表第一屬主族のリチウム Li・ナ
トリウム Na・カリウム K・ルビデウム Rb・セシウム
Cs等は水と速かに反應して水素を發生し水酸

化物を造り、強いアルカリ性を呈するから、これ等の元素を總稱して**アルカリ金属**といふ。

これ等の原子は皆最外殻に電子1箇を有しその電子は失はれ1價の陽イオンとなり易いため、同一系統の類似化合物を造る。これ等の塩類は後に述べるアルカリ土金属と共に無色の焰に特殊の色をつける、即ち**焰色反應**を呈するからそれによつて鑑識せられる。(口繪参照)

實驗 45. 下記の金属塩化物を白金線の先に附けて、無色焰中に入れ、焰色を檢せよ。

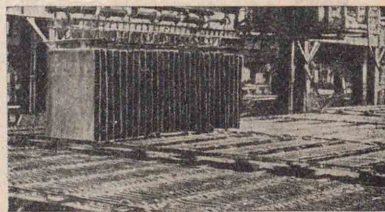
K, Na, Ca, Sr, Ba, Cu

第3章 銅・銀・金及びその化合物

(週期律表第一屬副族の化學)

1. 銅Cu及びその化合物 銅の重要な鑛石

は黄銅鑛(CuFeS_2)・硫銅鑛(Cu_2S)・赤銅鑛(Cu_2O)等である。これ等の銅鑛を適當に處理して粗銅を得、更に電氣分銅法²⁾によ



電氣分銅法

1) 冶金法(第70頁)。

2) 硫酸銅の溶液に粗銅塊を陽極、純銅板を陰極として電氣分解を行ふのである。



Davy (英)
(1778-1829)



Bunsen (獨)
(1811-1899)



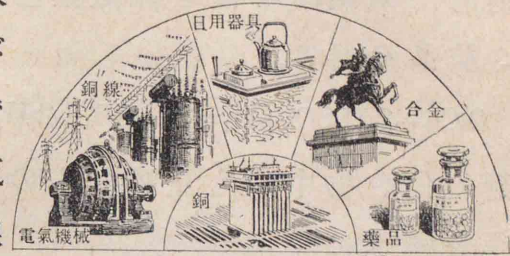
Kirchhoff (獨)
(1824-1887)

Davy (デーヴィー) 木彫師であつた父は、彼が16歳の時に亡くなつた。母は彼の外に三人の子を抱き、財産も無い上に多大の借金に苦められつゝその日を生きんが爲に戦はねばならなかつた。併し、苦みと慈愛から溢れる母の涙は、青年デーヴィーを發奮させねばやまなかつた。有名なジェームス・ワットの子グレゴリー・ワットと知り合ひ、科學の興味を覺へた彼は、町醫者の家に雇はれたが、後に氣體研究所の助手となり、此處で亞酸化窒素(麻醉劑)を作つた。1807年ロンドンに移り王立研究所に入り、翌年其處の教授となつた。塩類の電氣分解を研究し、1807年に Na, K, 1808年に Li, Ca, Sr, Ba, Mg 等の金屬の遊離に成功したが、就中偉大な業績は1810年塩素の發見である。また安全燈を發明して坑山の爆發を少くした。實驗に熱心であつたばかりでなく、講義も巧みで、常に數千の聴衆が集つたといふ。ファラデーは彼の弟子である。

Bunsen (ブンゼン) 「新しい化學の興つた十九世紀の初めから、好きな研究ばかりに没頭して、年のよるのも忘れ、結婚するのも忘れ、しまひには死ぬのも忘れて、實驗ばかりに興がつてゐて、十九世紀の終を告げる鐘の音を聞いて、初めて我に歸り“おゝ、これはこれは、長居しすぎた!”とさっさとあの世へ引上げて行つたのは、わがブンゼンである」と山岡氏は彼の傳記の初めに書いてある。それ程化學三昧の一生であつた。

父は大學の言語學教授。大學でカドミウムの發見者ストローマイヤーについて化學を學び、卒業後各地をめぐり、1834年ゲッチンゲン大學の講師となり、1842年マールブルグ大學教授となり、更に1852年ゲメリンの後を受けてハイデルベルヒ大學の教授となつた。ガス分析上の幾多の研究、ブンゼン電池、ブンゼン燈の發明、分光器の發明、スペクトル分析の研究、Cs, Rbの發見等數へ切れぬ。Cs, Rbとの二元素の發見は、Kirchhoff (キルヒホッフ)と共に行つたもので、同氏を彼は前任地プレスラウで識り、ハイデルベルヒに呼びよせ、物理の教授に推薦したのである。彼の有名な大物理學者ヘルムホルツもブンゼンによつてこの地の生理學教授として推薦された。この三人はハイデルベルヒの三つ星といはれ、世界に輝く大學者で而も非常な仲好しであつたといふ。

つて純銅を製する。銅は鮮かな赤色を呈し、展性・延性に富み、銀に次いで熱及び電氣の良導體である。銅は電氣諸機械・銅板・銅線及び日用器具を



銅の用途

作り、又合金として廣く用ひられる。銅は濕潤な空氣中では水分と炭酸ガスのため表面に緑¹⁾青即ち塩基性炭酸銅 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ といふ青綠色の有毒な銹を生ずる。又空氣中で熱すれば表面に赤色の酸化第一銅 Cu_2O の薄膜を生じ、更に強熱すれば黑色の酸化第二銅 CuO となる。

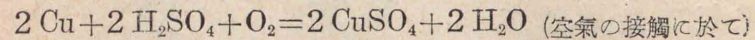
このやうに金屬が二種の原子價の化合物を造る場合に小なる原子價の化合物を第一化合物といひ、大なる原子價の化合物を第二化合物といふ。

又塩酸及び稀薄な硫酸には浸され難いが硝酸には容易に溶けて硝酸銅となる。

硫酸銅 CuSO_4 は銅を濃硫酸と共に熱する時に出来る。美しい青色の結晶で五分子の結晶水

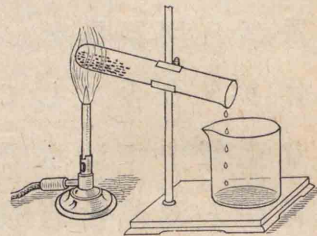
1) 銅の食器は綠青を防ぐため通常錫又はエナメルで被ふてある。

を含み膽礬 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ といはれる。工業的には銅屑に稀硫酸を注ぎ硫酸銅溶液を造り、それから結晶を得る。

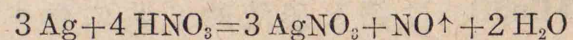


銅の化合物中最も重要なもので銅鍍・電池・防腐・殺蟲劑¹⁾等に使用する。

實驗 46. 試験管に膽礬を入れ、管口を斜下に向けて熱して見よ。又よく熱した後、管中の残留物を出し、水を加へてその変化を調べ、且その理由を考へて見よ。



2. 銀 Ag 及びその化合物 銀は主として輝銀鑛 Ag_2S となつて産出する。白色の美麗な光澤を有する金属で、金に次いで展性・延性に富み、熱及び電氣を導くこと金属中第一位である。空気中の酸素とは高温でも化合しないが、硫黄又はその化合物にあへば硫化銀 Ag_2S を生じ黒變する。塩酸・稀硫酸及びアルカリには侵され難いが硝酸には速に溶けて硝酸銀となる。

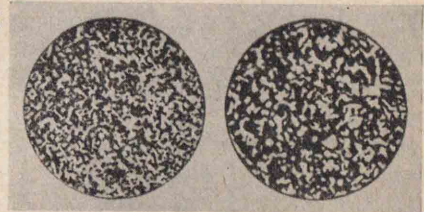


硝酸銀 AgNO_3 は無色板状の結晶として得られ

1) 石灰水に硫酸銅溶液を混ぜてボルドー液を造り果樹の殺蟲に用ひる。

る。このものはよく水に溶け腐蝕性が強い。鍍銀・寫眞術・外用醫藥等に用ひられる。

臭化銀 AgBr は硝酸銀の溶液に臭化物の溶液を加へるとき沈澱として生ずる。淡黄色で水に溶け難いが、チオ硫酸ソーダの溶液にはよく溶解する。また日光に感じ、一部分解して銀を遊離し紫黑色に變ずる。寫眞術はこの性質を利用する。

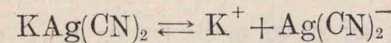


感光した乾板の顯微鏡寫眞
(左) 400 倍 (右) 100 倍

3. 錯塩 硝酸銀の溶液にシヤン化カリウムの溶液を加へると先づシヤン化銀 (AgCN) の白色沈澱が出来、更に過量のシヤン化カリウムの溶液を加へるとシヤン化銀は溶けて銀シヤン化カリウム $\text{KAg}(\text{CN})_2$ となる。このものは溶液

1) 寫眞乾板又はフィルムは硝子板又はセルロイドの一面に暗所で、臭化銀(時に少量の沃化銀を加へる)とゼラチンとの調合物の薄膜をつくつたもので、黒紙で包み光に當らないやうにしてある。之を寫眞機にはめ、レンズでその上に撮影すべき物体の像を結ぶやうにして適當な短時間光に當てる。乾板面には見るべき變化はないが、之を焦性没食子酸・ハイドロキノンの如き還元劑で處理すると(之を現像といふ)物体の明暗に比例して銀粒を遊離して黒くなる。即ち物体の最も明るい部分が最も黒くなる。次にチオ硫酸ナトリウムの溶液に浸して不變の臭化銀を溶解し去る。(之を定着といふ)。かくして陰畫が出来る。寫眞乾板と同じ様にして製した感光紙に陰畫を押しあて、適當な時間光に當て(之を焼付といふ)現像・定着の操作を施すと陽畫即ち寫眞が出来る。

中では、

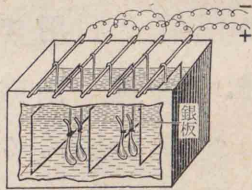


のやうに電離して銀イオンの反応を呈しない。このやうに二種の塩が互に結合した形の分子式を有し、しかもその水溶液中には成分塩の水溶液中にない複雑なイオンを生ずる塩を錯塩といひ、かかるイオンを錯イオンといふ。

実験 47. 硝酸銀溶液にシアン化カリウム溶液を加へて見よ。そこに生成した白色の沈澱が、全部溶解するまでシアン化カリウム溶液を添加せよ。

之が鍍銀用の銀シアン化カリウム $\text{KAg}(\text{CN})_2$ の溶液である。

実験 48. 銀板を陽極、鍍銀する金属を陰極に取付け、実験47で得た液の中で電流を通じて見よ。



4. 金 Au 及びその化合物 金は遊離状態で石英鑛床中に山金となり、砂礫中に砂金となつて産出する。これ等をアマルガム法¹⁾青化法等によつて採取する。金は黄色の美しい光澤を有し非常に重く(比重19.3)、軟かく、展性・延性が金属中第一位である。²⁾ 空气中で強熱しても變化

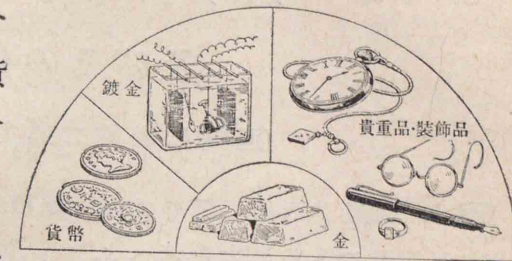
1) アマルガム法は水銀に溶し、青化法はシアン化カリウム溶液に溶す。

2) 1gの金は2km以上の針金に延べられ、1mmの一萬分の一以下の薄い箔となる。

しないし、酸及びアルカリの作用をも受けない。通常銅・銀を加へ

て硬度を増し、貨幣・裝飾品として貴重せられる。

王水には溶解して金塩化水素酸



金の用途

HAuCl_4 となる。この液を蒸發させると黄色の結晶が得られる。之を塩化金 $\text{HAuCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ といひ、寫眞術・鍍金に用ひられる。塩化金の溶液にシアン化カリウムの溶液を加へて出来る金シアン化カリウム $\text{KAu}(\text{CN})_2$ は錯塩で鍍金液として使用される。

実験 49. 金箔をピンセットにて焰中に挿し入れて熱し、何等かの變化が起るかを見よ。

実験 50. シアン化カリウムの稀薄液に金箔片を入れて放置し、溶解するかを見よ。

問 1. 硝酸銀を造るには如何にするか。

問 2. 週期律表第一屬の主族と副族の元素の類似點と相異點とを考へよ。(巻末の元素の電子配置圖を参照せよ)

1) 金の合金の品位は合金24分中の金含有量をもつて示し20金、18金等といふ。

第4章 アルカリ土金属・マグネシウム 及びその化合物

(週期律表第二属主族の化学)

問 1. 週期律表第二属の元素を挙げ、原子構造からこれ等が同属に入る理由を考へよ。

1. カルシウム Ca 及びその化合物 炭酸塩・硫酸塩・磷酸塩・弗化物・珪酸塩等となつて地殻の一部を構成してゐる。

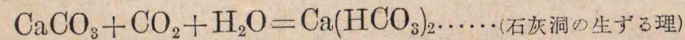
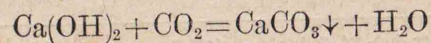
炭酸カルシウム CaCO_3

炭酸カルシウム(炭酸石灰)はカルシウムの主要な化合物であつて大理石・石灰石・方解石となつ

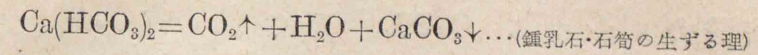


方解石 (複屈折を示す)

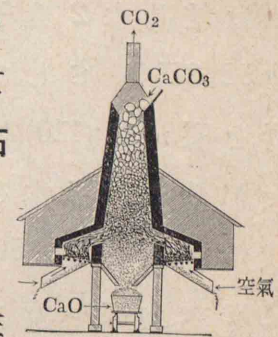
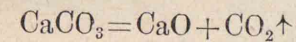
て天然に産し又卵殻・貝殻・珊瑚等の主成分をなしてゐる。石灰水($\text{Ca}(\text{OH})_2$ を含む)に炭酸ガスを通す時に出来る白濁も亦炭酸カルシウムである。水に溶け難いが炭酸ガスを溶した水には溶けて酸性炭酸カルシウム $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ となる。



この溶液を熱すると上と逆の反応を起し炭酸ガスを失つて再び炭酸カルシウムを沈澱する。



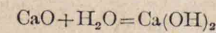
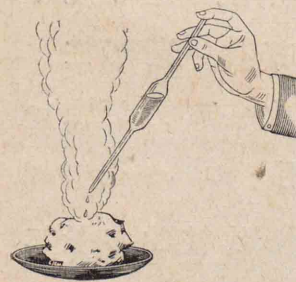
石灰 石灰石・貝殻などのやうな炭酸石灰を焼くと分解して酸化カルシウム CaO 即ち生石灰となる。



生石灰の製法

熔け難い白色の固体で耐火性の装置に屢々利用せられ、コー

クスと共に電気爐で強熱すればカーバイド¹⁾となり、左圖のやうに水を吸収



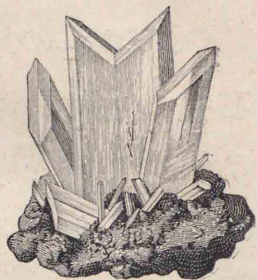
させるに多量の熱を發生して水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 即ち消石灰となる。消石灰は白色の粉末で肥料・漂白粉²⁾の原料とし又漆喰・モルタル

1) $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$ カーバイドに水を加へるとアセチレンガスを發生する。

2) 漆喰は消石灰に麻屑などの纖維を加へ、「つのみた」の液汁で握ねて造る。モルタルは消石灰に約3倍の細砂を加へ、水で練つたものである。その消石灰が空気中の炭酸ガスを吸収して炭酸石灰の微結晶を造るために硬化する。共に壁の上塗等に用ひられる。

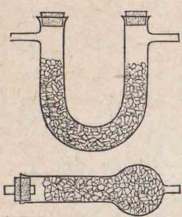
などを造る。水には僅かに溶解して石灰水¹⁾となり稍強いアルカリ性を呈する。

硫酸カルシウム CaSO_4 天然には結晶水2分子を含み石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ として産する。石膏を穩かに(110°位)に熱すると大部分の結晶水を失つて粉末状の焼石膏²⁾ $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ となる。



石膏の結晶

之に水を加へると再び結晶水を取つて硬化するから模型・塑像等を作るに用ひられる。



塩化カルシウム CaCl_2 結晶は6分子の結晶水を含む。之を焼くと無水物となり著しい潮解性を呈する。水を吸収する力が強い塩化カルシウム管から乾燥剤に利用される。

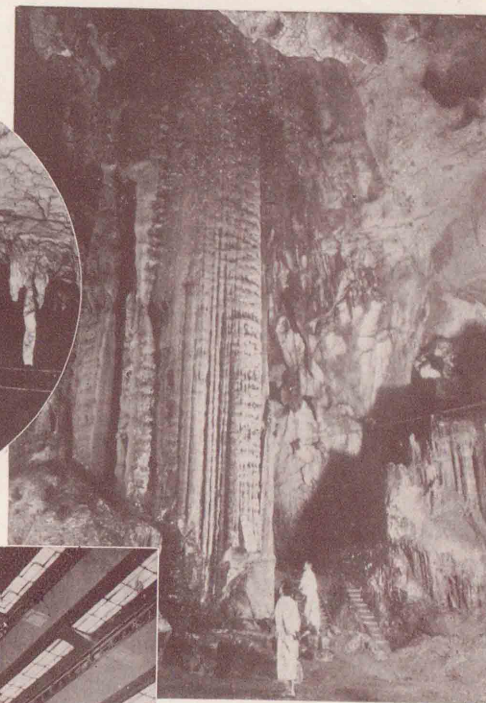
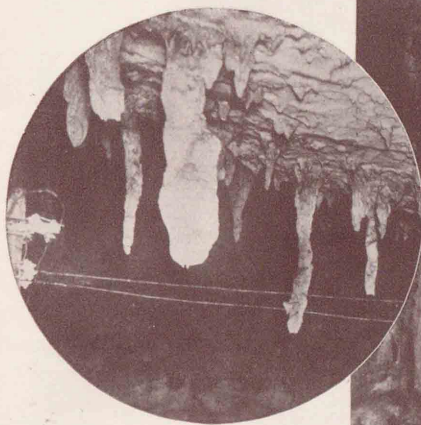
2. 硬水 Ca及びMgの塩類を比較的多量に溶かし含んである水を硬水といひ、そうでないものを軟水といふ。それ等の金属の酸性炭酸

1) 消石灰を水でこね乳状にしたものを石灰乳といひ、多量の水を加へてその上澄液をとつたものが石灰水である。

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

石灰洞と大理石建築

↓ ① 秋芳洞内鍾乳石
(傘盡し)



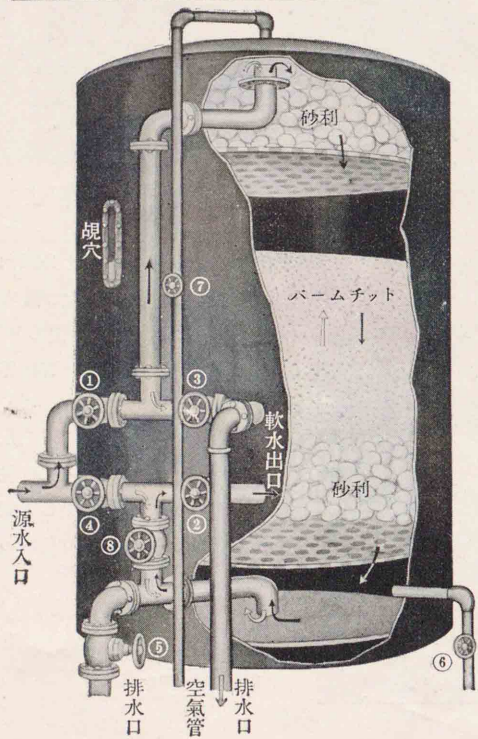
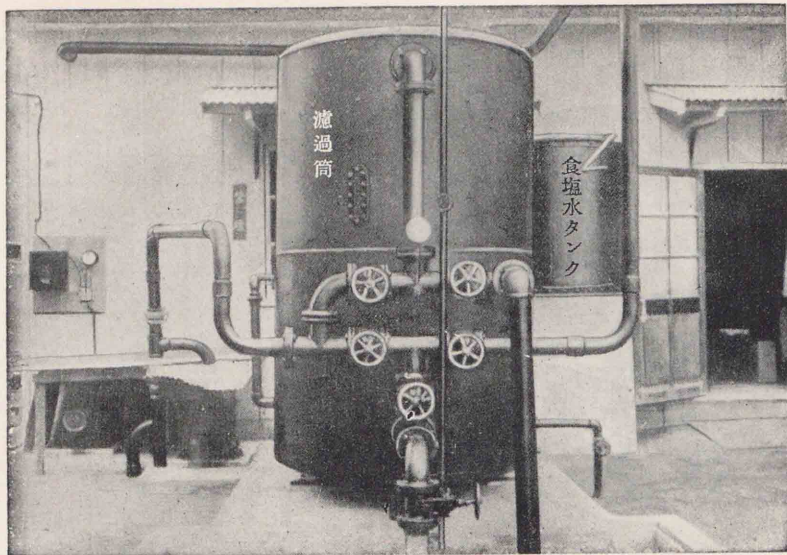
↑ ② 秋芳洞内石柱
(黄金柱)

山陽本線小郡驛から北24kmの所にある。我國最大の鍾乳洞で洞内には川あり、淵あり、加ふるに鍾乳石・石筍・石柱等の奇勝が連続してゐる。こゝに示す黄金柱は高さ約28m、横徑約8mに及ぶ一大石柱で、篝火がこれに映ずると黄金色を呈するのでその名がある。



← ③ 大理石で装られた
大ホール
(三越東京店)

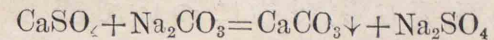
バームチット硬水軟化装置



硬水を軟化するにはバルブ①②を開いて源水を一のやうに通す。
 又バームチットの効力を回復させるには先づ→のやうに水を逆流させてバームチットをよく洗ふ。
 次に⑥を開いて食塩水を筒内に入れその水面をバームチットの上面に達せしめた後6-8時間放置する。
 再び使用し始めるには先づ食塩水をすて源水でよく洗ひ塩分を除く。



塩だけを含む硬水は、單に煮沸するだけでそれ等の塩を炭酸塩として沈澱させて、除き軟水とすることが出来るから、之を一時硬水といひ、これ等の硫酸塩を含む硬水は單に煮沸するだけでは除去されないから之を永久硬水といふ。
 永久硬水は次式の反應により炭酸ソーダを加へて軟水にすることが出来る。



硬水の害

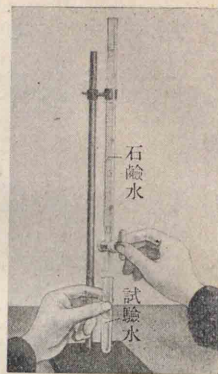
(上) 熱水誘導管の内面に湯垢が附着して口径が小さくなつたもの
 (下) 汽罐内に生じた礫石

硬水は醬油・酒の醸造等特殊な場合には適するが皮膚を荒し石鹼の泡立を悪くし、沈澱物を生ずる等洗面・洗濯には適しない。又汽罐に使用する時は礫石を生じて、熱の傳導を悪くし、爲に局部を過熱して破裂の原因となる。かやうな場合には豫め之を軟水にせねばならない。近時バームチット¹⁾を使用して

大仕掛に軟化する方法が行はれてゐる。

1) $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ の如き組成を有する化合物である。之を濾過装置に入れて硬水を濾すと硬水中の Ca, Mg 等が Na と置換せられて軟化する。バームチットは時々食塩水で洗へば効力を恢復する。

実験 51. 蒸留水に石膏を混ぜて濾過して得た溶液と蒸留水とに石鹼水を滴下して振り、その起泡状態を比較せよ。



**3. バリウム Ba 及び ストロ
ンチウム Sr の化合物** バリウ
ム及びストロンチウムは天然に
は共に炭酸塩硫酸塩として産す
る。その重要な化合物について表示する。

名 稱	分子式	性 状	用 途
酸化バリウム	BaO	白色の固体で空気中で熱すると酸素を取り更に強熱すると酸素を放出する。	過酸化バリウムの製造
硫酸バリウム	BaSO ₄	白色無毒の粉末で水にも酸にも不溶。	白色顔料
水酸化バリウム (水溶液は重土水)	Ba(OH) ₂	水に溶け易くアルカリ性反応を呈し炭酸ガスをよく吸収する。	CO ₂ の定量
硝酸バリウム	Ba(NO ₃) ₂	水に溶け易い白色の結晶で、緑色の焰色反応を呈する。	花 火
硝酸ストロンチウム	Sr(NO ₃) ₂	水に溶け易い白色の結晶で、深紅色の焰色反応を呈する。	花 火

4. アルカリ土金属・スペクトル分析

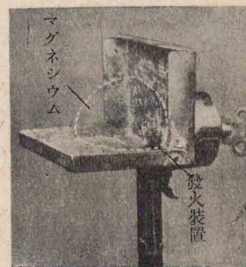
Ca, Ba, Sr の三元素は次表に示すやうに性質が類似してゐるからこれ等を一括して**アルカリ土金属**といふ。何れも顕著な焰色反応を呈し(口繪参照)焰は各金属に特有の色を呈するからよく識別されるが、尙これ等の着色した焰を分

光器で検する時は、夫々特有の輝線スペクトルを現はすから極微量の元素の存在をも鑑識することが出来る。ブンゼンとキルヒホッフはこの輝線スペクトルによる鑑識でセシウム Cs, ルビヂウム Rb を発見した。この方法を**スペクトル分析**といひ化学分析上に應用される。

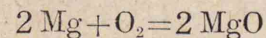
	Ca	Ba	Sr
最外殻の電子数	2	2	2
水 酸 化 物	アルカリ性	同	同
塩化物・硝酸塩	水に可溶性	同	同
炭酸塩・硫酸塩	水に不溶性	同	同
焰 色 反 應	赤 色	緑 色	深 紅 色

5. マグネシウム Mg 及びその化合物

マグネシウムは銀白色の軽い金属で、空気中では徐々に酸化し白色の酸化マグネシウムで掩はれ、又点火すれば化学線に富んだ烈光¹⁾を放つて燃える。

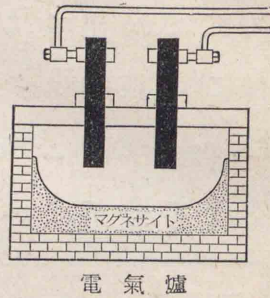


フラッシュ

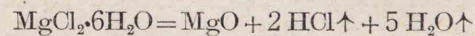


1) Mg 粉末は光輝の材料とし、又寫眞の夜間撮影に利用される。しかし煙を生ずるので今はアルミニウム箔球が用ひられるやうになつた。

酸化マグネシウム MgO 酸化マグネシウムは苦土又はマグネシアともいひ、白色の粉末で生石灰に似て熔け難いから坩堝を造り、又爐の内面を覆ふ等の耐火材料¹⁾に用ひられる。



塩化マグネシウム $MgCl_2$ 塩化マグネシウムは粗製の食塩に含まれ、苦汁の主成分であつて苦味と潮解性とがある。無色の結晶 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ で水に溶け易く、焼くと水に溶け難い酸化マグネシウムとなる。



問 2. 粗製の食塩が苦味と潮解性を有し、焼塩が有しない理由を説明せよ。

硫酸マグネシウム $MgSO_4$ 無色針状の結晶で、7分子の結晶水を含むものを瀉利塩 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (苦味を有するから又硫苦)ともいひ、下劑として用ひられる。

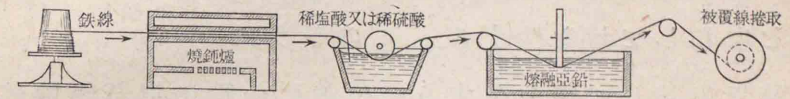
第5章 亜鉛・水銀及びその化合物

(週期律表第二屬副族の化學)

1. 亜鉛 Zn 及びその化合物 亜鉛は青白色の結晶性金屬で、 $120^\circ - 150^\circ$ では展性・延性を増すから線や板とすることが出来る。濕氣中では

1) マグネサイト (菱苦土) は天然に産する $MgCO_3$ で焼けば MgO となる。

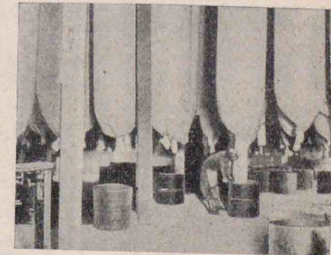
表面に先づ酸化物を生じ、炭酸ガスを吸収して塩基性炭酸亜鉛 $ZnCO_3 \cdot Zn(OH)_2$ の緻密な銹に變り内部を保護するから鉄板及び鉄線に鍍してトタン¹⁾又は亜鉛鍍鉄線となし廣く用ひられる。



亜鉛鍍鉄線の製造方法

又電池の極板、水素の製取及び合金の原料として用ひられる。

酸化亜鉛 ZnO 亜鉛を燃し又は炭酸亜鉛を熱すると白色粉末状の酸化亜鉛を生ずる。亜鉛華ともいひ醫藥及び白色顔料²⁾として用ひられる。



亜鉛華の採取装置

硫酸亜鉛 $ZnSO_4$ 酸化亜鉛を稀硫酸に溶した液又は亜鉛より水素を製した後の液を蒸發させると硫酸亜鉛の無色柱状の結晶が出来る。之は結晶水を含んでゐて皓礬 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ といはれ、防腐劑・眼藥等に供する。

1) トタンは亜鉛鍍鉄板の俗稱である。

2) 白粉は亜鉛華・リトホン (ZnS と $BaSO_4$ との混合物)・チタン白 TiO_2 等を主成分とする。一般に顔料とは水・油などに溶けない種々の色の物質で繪具・塗料などの主成分である。 ZnO は毒性なく H_2S にあつても黒變しない長所があるが、被覆力は鉛白 (112 頁参照) に及ばない。

塩化亜鉛 $ZnCl_2$ 之は亜鉛・酸化亜鉛又は炭酸亜鉛を塩酸に溶かして得られる極めて水に溶け易い無色の結晶で、木材の防腐、白鐵附け等に用ひられる。

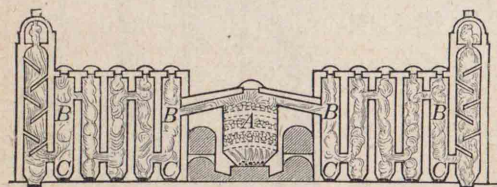
塩基性酸化物 CaO, MgO, ZnO 等は酸を中和して塩を生ずる。このやうに

酸を中和して塩を生ずる酸化物を一般に塩基性酸化物といひ、金属は概ねこの酸化物を造る。



白鐵附の圖

2. 水銀 Hg 及びその化合物 水銀は辰砂



水銀の製法

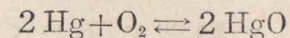
A:辰砂 B:水銀の蒸氣 C:水銀

HgS となつて天然に産する。常温で液状¹⁾をなす金属で比重が大きい(13.6)から氣

壓計に用ひ、又熱による膨脹が規則正しく凝固點も低いから寒暖計に用ひる。なほ物理化學の實驗や研究に缺く可からざる材料である。銀白色の光澤を有し空氣中に放置しても酸化し難いが、永く熱すると赤色粉末狀の酸化第二

1) 常温で液狀の金属は Hg (融點 $-38.87^{\circ}C$) で、夏季の温度で液體になる金属には Ga (融點 $29.76^{\circ}C$), Cs (融點 $28.45^{\circ}C$) がある。

水銀 HgO となり、更に強熱すると再び水銀と酸素とに分解する。

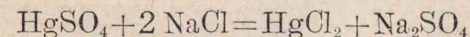


水銀は鉄・白金・マンガン・コバルト・ニッケルを除く多くの金属を溶かす。生じたものを一般にアマルガムといひ、之を熱すると水銀だけが蒸發するからこの性質を金・銀の精鍊に利用する。

實驗 52. 酸で洗つた銅又は亜鉛に水銀をつけて擦つて見よ。水銀はそれ等の金属にぬりつくか。

水銀は塩酸には溶け難いが、硝酸及び熱濃硫酸には容易に溶けて有毒な硝酸水銀 $Hg(NO_3)_2$ 及び硫酸水銀 $HgSO_4$ となる。

昇汞(塩化第二水銀) $HgCl_2$ は硫酸第二水銀に食塩を加へ昇華させて製る。



無色針狀の結晶で水に少しく溶け、アムモニア水にあへば水酸化第二水銀 $Hg(OH)_2$ の白色沈澱を生ずる。猛毒性を有し殺菌力が著しいから消毒²⁾に用ひられる。



昇汞の昇華

1) 昇汞の解毒劑には卵の白味又は牛乳がよい。それは蛋白質が昇汞と不溶性の水銀化合物を生ずるからである。

2) 消毒用とするものは 500—1000 倍の水溶液である。無色・無臭で水等と間違ひ易く危険であるから通常赤色色素で着色して置く。

甘汞(塩化第一水銀) Hg_2Cl_2 昇汞に水銀を混じて熱すると甘汞が昇華する。水に溶解し難い白色の粉末で下劑として醫藥に用ひられるが、日光により分解して昇汞に變ずるから取扱ひに注意を要する。

硫化第二水銀 HgS 水銀と硫黄との混合物を擦り合わせるか水銀塩の溶液に硫化水素を通ずると黑色¹⁾の硫化第二水銀を生ずる。之を昇華させると美麗な赤色¹⁾の硫化第二水銀(朱)となる。天然に産する辰砂 HgS と同一成分で、朱墨・朱肉を造るに用ひられる。

問 1. 甘汞は通常着色壺中に貯へ又消毒用の昇汞水には普通着色するは何故か。

問 2. 週期律表第二屬の主族と副族元素の相似點と相異點を考へよ。(卷末第三表元素の電子配置圖を参照して)

1) HgS に黑色と赤色とのあることを二種の變態があるといふ。兩者は色が異なるに一般にその性質も異つてゐる(黑色:比重 7.7—7.8, 等軸晶系, 赤色:比重 8.1, 六方晶系)。

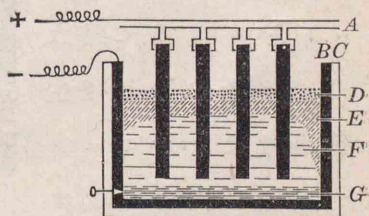
第6章 アルミニウム・硼素及びその化合物

(週期律表第三屬主族の化學)

1. アルミニウム Al アルミニウムは化合物となつて粘土・陶土・雲母・長石・水晶石・鋼玉等に含まれ、酸素・珪素に次いで地球上に廣く且多量に存在してゐる。(卷末第二表参照)

金屬アルミニウムは鉄礬石¹⁾を精製して酸化アルミニウムとなし、之を電解して得る²⁾。銀白色の軽い金屬で(比重 2.7)、展性・延性に富み、熱及び電氣の良導體である。耐久性があり且空氣中では表面に緻密な酸化物

を生じ内部の酸化を防ぐので錆びないから日常器具器械・電線・航空機等の材料に用ひ、又その合金マグナリウム・デュラルミン³⁾等は軽くて強



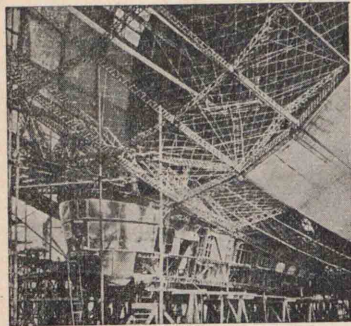
アルミニウムの電解爐

A: 炭素の陽極 B: 炭素の壁
C: 鉄函 D: 炭素粉の保護物
E: 固状の電解質
F: 熔融状の電解質
G: 熔融状のAl

1) ボーザイトともいひ、その主成分は $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ で、通常酸化鉄や無水珪酸等を混じてゐる。

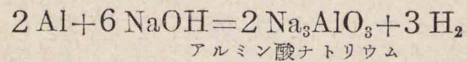
2) この際熔け易くするため水晶石 Na_3AlF_6 を入れる。

3) マグナリウムは Al (約 95%) と Mg (約 5%) との合金。デュラルミンは Al (約 94%), Cu (約 3.5%) と外に Mn , Mg , Fe 等の少量を合金にしたもの。

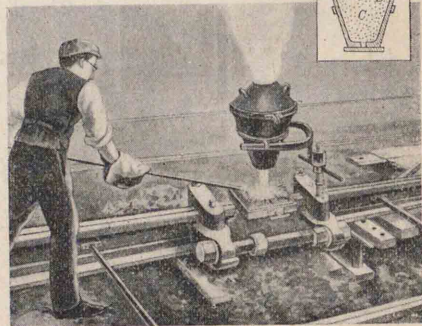


デュラルミン製の飛行船の骨格

靱であるから飛行機・自動車等の材料として重用せられる。硝酸には殆ど溶けないが、塩酸・硫酸・苛性ソーダ等には溶けて水素を発生し、食塩水にも徐々に腐蝕される。



テルミット アルミニウムの粉末と酸化鉄の粉末との混合物をテルミットといひ、之に点火すれば多量の熱を発生し、酸化鉄はアルミニウムで還元されて酸化アルミニウムと熔融した



テルミットによる鉄軌の融着
A: Mg 紐 B: KClO₃ と Mg 粉末との混合物
C: テルミット

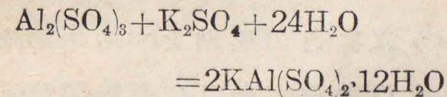
鉄とを生ずるから、レール・鉄管等の熔接に用ひられる

問 1. テルミットが燃焼する時の化学方程式を示せ。

2. アルミニウムの化合物 酸化アルミニウム Al_2O_3 酸化アルミニウムはアルミナともいひ、天然には鋼玉となつて産出し、純粹なものは無色透明であるが、少量の不純物を含んで

着色したものに^{ルビー・サファイヤー¹⁾}紅玉・青玉がある。何れも硬く(硬度9)且美麗であるから寶石として貴重されてゐる。

明礬 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 硫酸アルミニウムの水溶液に適量の硫酸カリウムの水溶液を加へて蒸發すると明礬は無色正八面體の結晶となつて析出する。



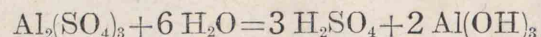
實驗 53. 明礬の飽和溶液中に小さい明礬の結晶を糸で吊して置き、八面體の大きな結晶を造れ。

實驗 54. 明礬水のリトマスに対する反應を試せ。

明礬を焼けば結晶水を放出して白色塊狀の燒明礬 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ となる。明礬の水溶液が滋味を有するのはAlのためであり、酸性反應を呈するのはその成分中の $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ が一部次のやうに加

1) 紅玉は三價の Cr を含む。之が還元されて二價になると次第に青玉の色に近づく。紅玉の構造上に関する理論とその人工法は完成されたが、青玉は未だ理論も人工法も發見されてゐない。
2) 原子價1のアルカリ金屬、アモニウム等の硫酸鹽と原子價3の金屬(Al, Fe, Cr)の硫酸鹽とから $\overset{\text{I}}{\text{R}}_2\text{SO}_4 \cdot \overset{\text{III}}{\text{R}}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ なる組成を有つてゐる複鹽(次頁参照)を生ずる ($\overset{\text{I}}{\text{R}}$, $\overset{\text{III}}{\text{R}}$ は夫々原子價1及び3の元素又は根を表はす)。これ等を總稱して明礬といふ。一般に明礬は、その成分塩の種類に拘らず、常に同一の結晶水を有する。

水分解を起すによる。

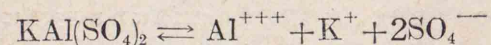


水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。上の反応の際に生ずる水酸化アルミニウムは白色膠状の沈澱で、アルミニウム塩の水溶液にアムモニア水を加へても出来る。このものは種々の染料と結合して水に溶け難い**レーキ**(有色不溶性の化合物)を生ずるから、豫め之を繊維に吸着させて置くと直接染めつき難い染料を固着させることが出来る。このやうに染色の媒助をするものを**媒染劑**といふ。明礬は媒染劑・浄水劑及び製紙・製薬・顔料等の製造に用ひられる。

問 2. 明礬が媒染劑等として使用されるのはその如何なる性質に基くか。

問 3. 明礬の水溶液が酸性反應を呈する理を電離説によつて説明せよ。

3. 複塩 明礬は二種の塩から成る化合物で、水溶液中では次のやうに電離する。

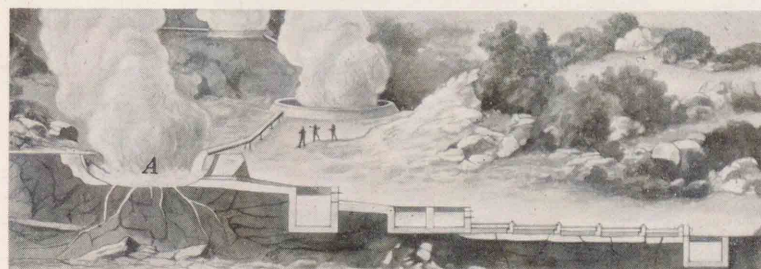


このやうに二種の塩から出来てゐて電離する際には成分塩と同じイオンを生ずる化合物を一般に**複塩**といふ。

問 4. 複塩と錯塩との區別を例を擧げて説明せよ。

4. 陶土・粘土 主に長石類からなる岩石が風化して、後に残つた含水珪酸アルミニウムの白色物質を陶土(特に純粹なものを高陵土といふ)といひ、陶磁器製造の原料に用ひられる。又種々の岩石の風化の後生じた鉄・カルシウム等を混入した不純な含水珪酸を粘土といひ、土器及びセメントの原料とする。

5. 硼素の化合物 硼素 B は硼酸及び硼砂となつて火山地方に産する。硼酸 H_3BO_3 は光輝ある白色板状の結晶で冷水には溶け難いが



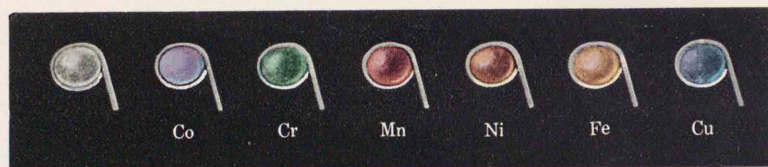
硼酸の製取

硼酸は伊太利のタスカニー地方の地中から噴出する水蒸氣中に含まれてゐるから、この蒸氣を水中(A)に導いて凝縮させ順次桶に移して濃厚にし結晶を析出させる。

温水にはよく溶けて弱酸性を示し、穏和な消毒薬として洗眼薬・含嗽劑・防腐劑等に用ひられる。

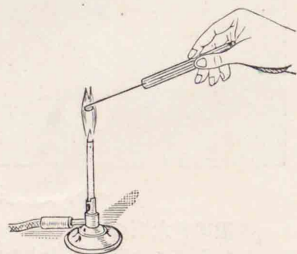
實驗 55. 硼酸のアルコール溶液を石綿につけて點火すれば焰は綠色を帯びる。この反應は硼酸の檢出法となる。

硼砂 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 炭酸ソーダと硼酸とを作用させて造る。多量の結晶水を含んだ白色の結晶で、之を白金線の一端につくつた小輪に付けて熱すると膨大しながら結晶水を放出し、後透明な硝子状の小球になる。之を硼砂球 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ といひこのものは金属の酸化物を共融し、その金属の種類によつて夫々特殊の色を呈するから金属の鑑識に應用される。



硼砂球の色(左端は金属を含まないもの)

実験 56. 白金線の端に硼砂をつけて焰中で熱すると著しく膨大するが、やがて無色透明の小球となる。之にコバルト・マンガン等の金属塩類の微量をつけて焰中で熱してその色を見よ。之を硼砂球反応といふ。



1) 硼砂は酸化金属を溶かす性質があるので、その應用が廣い。金属の鑷附をなす時に用ひられるのもその一例である。之は金属の表面にある酸化物を除去して清潔な金属の表面に鑷を接せしめるためである。

第 7 章 珪素・錫・鉛及びその化合物

(週期律表第四屬主族の化學)

1. 珪素 Si 及びその化合物 珪素は炭素族

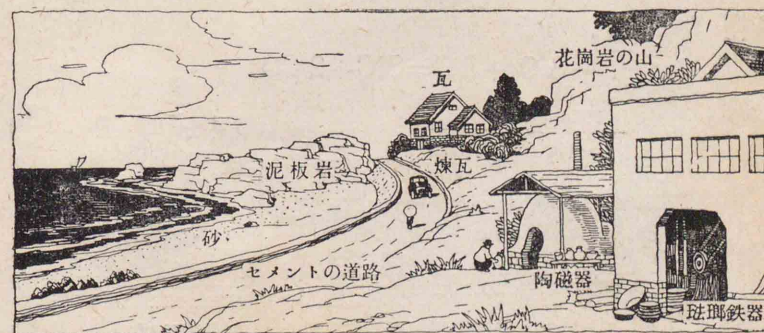
元素で原子價 4 價を有し、炭素の化合物に相當する化合物を造る。

無水炭酸	CO_2
無水珪酸	SiO_2
炭酸	H_2CO_3 (水を離れて存在し)
珪酸	H_2SiO_3 (難い)
炭酸ソーダ	Na_2CO_3
珪酸ソーダ	Na_2SiO_3

珪素は無水珪酸・珪酸塩として天然に産し、酸素に次

ぐ地殻構成の主成分である。(巻末第二表参照)

二酸化珪素 SiO_2 水晶・瑪瑙・石英・白砂等の石英類は凡て SiO_2 (無水珪酸ともいふ) を主成分とし、甚だ硬く(硬度 7)、熔融し難く、弗化水素酸以外の酸に

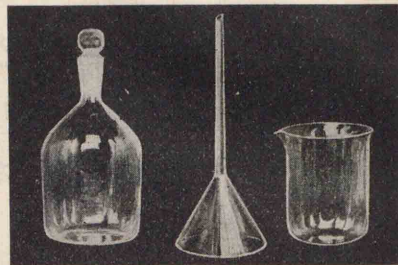


珪素化合物の分布

1) 純粹の SiO_2 は 1710°C の融點を有する。

は侵されない。水晶・瑪瑙等の美しいものは装飾品となし、石英・白砂等は磁器・硝子・人造石等の製造原料とする。

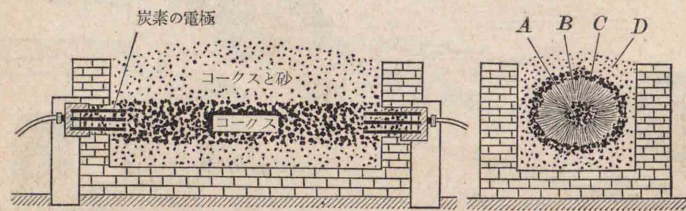
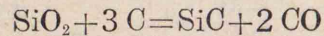
石英・水晶等を電気爐で熔融して得たものを石英硝子といひ、普通の硝子に比して遙かに熔融し難く、且膨脹係數が小で温度の



石英硝子の製品

急變に耐へるから、坩堝・試験管・蒸發皿等の化学器具を製する。又紫外線をよく透すから太陽燈・紫外線用レンズ等の製作に用ひられる。

カーボランダム(炭化珪素) SiC 白砂とコークスの混合物を電気爐で強熱すると炭化珪素が得られる。

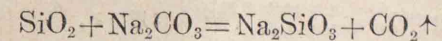


カーボランダム製造用電気爐の縦断面(左)と横断面(右)

- A: 炭素の心(コークス)
- B: 結晶カーボランダム
- C: 無定形のカーボランダム
- D: 不變のままに残つた原料

1) 石英の膨脹率は 5×10⁻⁷, 普通硝子は 8×10⁻⁶ である。

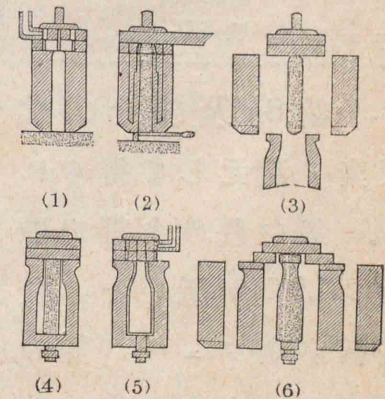
純粹なものは無色透明の結晶であるが、不純なものは黒紫色を帯びてゐる。硬さが金剛石に次ぐから砥石・研磨布・硝子切等に利用せられる。水硝子 無水珪酸を炭酸ソーダと共に熔融すると珪酸ソーダを生ずる。



この濃厚な水溶液を水硝子といひ、水飴のやうな粘稠透明な液體で、アルカリ性を呈する。

水硝子は木材・布等の耐火塗料及び人造石の原料として用ひられる。

硝子 硝子は石英砂(珪砂)・炭酸カリウム(炭酸カリ)・炭酸ソーダ(ソーダ灰)・硫酸ソーダ・石灰石(石灰岩)等の原料をその使用の目的によつて適當に配合し熔融させて作つた種種の珪酸塩の融合物



硝子壺製造機の吹込み型

適當量の熔融硝子を吸ひ取り (1), (2) 型に入れ (3), (4) 吹いて造る (5), (6)

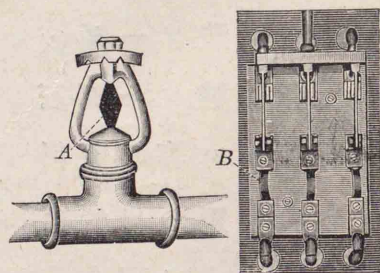
1) 白砂の粉末と炭酸ソーダの同量の混合物を約 10—15 分位強熱すれば熔融する。

である。高温度で軟いうちに吹き、又は型に吹き込んで種々の形を作る。硝子はその成分によつて次のやうに三種に大別される。¹⁾

種類	成分	性質	用途	原料
ソーダ硝子 (普通硝子)	珪酸ソーダ Na_2SiO_3 珪酸石灰 CaSiO_3 無水珪酸 SiO_2	熔融し易く、少し青緑色を帯び、薬劑に抵抗することはカリ硝子よりも弱い。	窓硝子・燭類・普通の器具を造るに用ひる。	ソーダ灰・珪砂・石灰岩
カリ硝子 (ボヘミア硝子)	珪酸カリ K_2SiO_3 珪酸石灰 CaSiO_3 無水珪酸 SiO_2	熔融し難く、無色で、薬劑に侵され難い。	装飾品や化學装置の製造に用ひる。	炭酸カリ・珪砂・石灰岩
鉛硝子 (フリント硝子)	珪酸カリ K_2SiO_3 珪酸鉛 PbSiO_3 無水珪酸 SiO_2	軟で重く、融け易い。光線を屈折させることが強い。	光學硝子やカット硝子を造り、また寶石を模造するに用ひる。	炭酸カリ・珪砂・酸化鉛

2. 錫 Sn 及びその化合物 錫は錫石 SnO_2 を

炭素で還元して得られる。銀白色の金属で融點(231.9°C)が低いから、白鐵・活字金・フューズ等の熔け易い合金を造り、軟く展性に富み、空氣中では殆ど變化しないから



可融金の利用方面
自動消火栓(左) スイッチ(右)
A, B が可融金

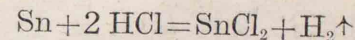
1) 色硝子は硝子原料に着色料を加へて熔融したものである。例へば酸化コバルト……青色、酸化クロム……緑色、酸化マンガソ……紫色、金、酸化銅……赤色。近年 Pr, Nd 等の酸化物の入つた優雅な製品が市場に表はれてゐる。

箔となして菓子・煙草の包装に用ひ、稀酸及びアルカリには侵され難いから鉄板に鍍してブリキとなし、罐・玩具・食器類の製造に用ひる。硬さを増すために少量の鉛を混



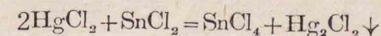
ブリキ利用の例

じて花瓶その他の装飾品又は日用器具を造る。塩化錫 錫を濃塩酸に溶かせば水素を發生して塩化第一錫 SnCl_2 となる。

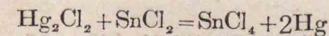


又熱した錫に塩素を通ずると塩化第二錫 SnCl_4 が得られる。之は重い無色發煙性の液體で塩化第一錫と共に媒染劑として用ひられる。塩化第一錫は還元性が強く酸化されて塩化第二錫に變り易い。

實驗 57. 塩化第二水銀の溶液に塩化第一錫の溶液少許を滴加すると白色の塩化第一水銀を沈澱する。

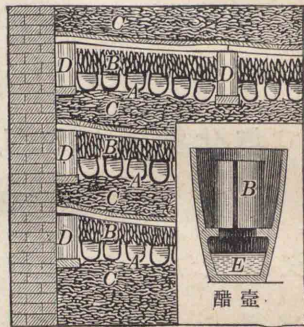


實驗 58. 更に塩化第一錫を加へるとやがて水銀を析出して液は灰色となる。



1) この發煙は $\text{SnCl}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Sn}(\text{OH})_4 + 4\text{HCl}$ の反應による。適量の水と作用して含水結晶 ($\text{SnCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{SnCl}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) を生ずる。

3. 鉛 Pb 及びその化合物 鉛は方鉛礦¹⁾ PbS 或は稀に白鉛礦 PbCO₃ となつて産する。青白色の軟い金属で融點低く(327.3°C),又重い(比重^{11.3})から重錘に用ひられる。空气中では表面に灰色の酸化物を生じ,炭酸ガスを含む天然水中では漸次白色の銹²⁾即ち塩基性炭酸鉛 2PbCO₃·Pb(OH)₂(鉛白)を生ずるが,その質が緻密なため酸化は深く内部に及ばない。硝酸や醋酸には溶けるが,稀硫酸・塩酸・弗化水素酸には溶け難いから,硫酸製造の鉛室,化學實驗室の水流し及び弗化水素の製造・貯藏等に使用し,屈曲自由な性質



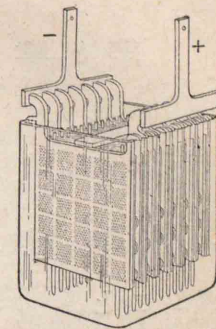
鉛白の製造
A: 醋壺 B: 鉛板
C: 腐敗しつゝある植物 (CO₂を出す)
D: 柱 E: 醋酸

1) 鉛は方鉛礦から容易に製錬せられるので,古代エジプトで既に知られ,又ローマ人は鉛の水道管を用ひてゐたほどである。

2) 水があまり純粹であると水に溶けてゐる酸素のために鉛が少しく水に溶解して有毒となる。しかし石灰石或は白堊の層を通つて來た水は炭酸塩を溶かしてゐるので,鉛管の内面に不溶性の膜をつくつて鉛の溶解を妨げるから,鉛管を用ひても差支へない。

鉛を含んだ白粉,食器等から受ける中毒は慢性的のもので,數ヶ月,數ヶ年の後に現はれる。その症狀には勿論輕重はあるが,腹痛・便秘・關節痛・神經痛を起し,神經の疾患としては顔面神經,聽神經の痲痺,全身痲痺を起すこともある。なほ母體の鉛毒は母乳から乳兒に移り,乳兒腦膜炎の原因となつてゐるといはれてゐる。

を利用して上水の導管を製する。その他蓄電池の極板に用ひ,活字金・白鐵・散彈等の合金の製造にも用ひられる。



蓄電池

實驗 59. 醋酸鉛の水溶液を三本の試験管にとり,之に夫々塩酸・硫酸・クロム酸カリウムの水溶液を加へ沈澱を注視せよ。尙これ等の試験管を熱して再び溶解が起るや否やを驗せよ。

實驗 60. 鉛塩の酸性液にクロム酸カリウムを加へるとクロム酸鉛 PbCrO₄ の黄色沈澱を生ずる。これが Pb⁺⁺ の檢出法である。

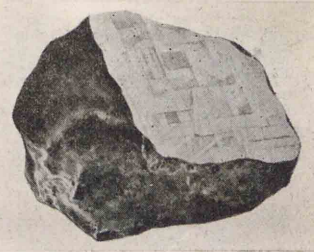
次に鉛の主な化合物及びその性質・用途を示す。

名 稱	分子式	性 狀	用 途
酸化鉛(密陀僧)	PbO	淡黄色の粉末	鉛硝子の原料
〃(鉛丹)(光明丹)	Pb ₃ O ₄	赤 色 粉 末	鉄管の塗料の原料
〃(過酸化鉛)	PbO ₂	褐 色 粉 末	鉛蓄電池に用ひる
塩基性炭酸鉛(鉛白)	2PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂	白 色 粉 末	白色インキの原料
醋酸鉛(鉛糖)	Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ ·3H ₂ O	無色の結晶(甘味あり)	醫藥・試藥
クロム酸鉛(クロム黄)	PbCrO ₄	黄色粉末	黄色顔料

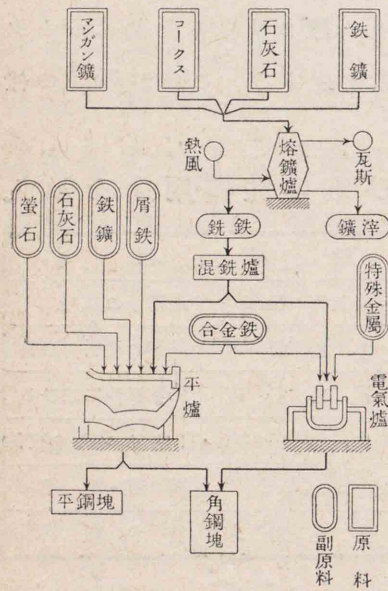
第 8 章 鉄・ニッケル・コバルト・白金及びその化合物

(週期律表第八屬の化學)

1. 鉄 Fe¹⁾ 鉄は隕石中に単體として含まれてゐることもあるけれども、地球上には磁鉄礦及び砂鉄 Fe₃O₄・赤鉄礦 Fe₂O₃・褐鉄礦



隕石 (磨いた面を示す)

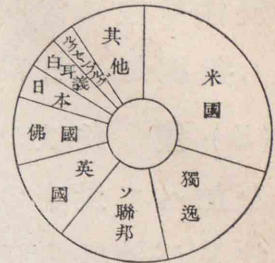


鉄の製煉工程

1) 鉄は動物の血液中のヘモグロビンの主要な成分で、少量は動物の食物中になくはならぬ要素である。

2) 冶金法 (70 頁)

常に硬くなつて鋭利な刃物に適するやうになり、或は非常に強靱になつて強い力に堪え得るやうになり、又磁性を有する等の良性質を有するので、最も重要な金屬であり、その消費量も多く、又用途も多方面に亘つてゐる。今日の文明の利器は全く鉄を重要な基礎としてゐるさいつてよい。



世界鉄産額 (昭和9年)
世界總産額 約14280萬噸

2. 鉄の種類 鉄は炭素及びその他の特殊元素の含有量により、銑鉄・鍊鉄・鋼・特殊鋼の四種に大別せられ、その性質及び用途を異にする。

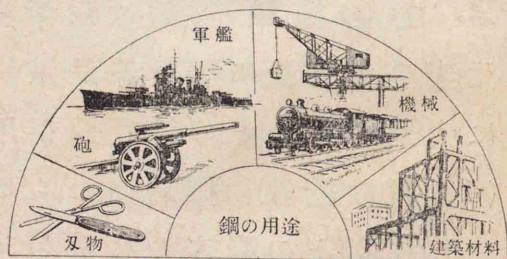
(1) 銑鉄(鑄鉄) 熔鑛爐から取出したまゝの鉄で1.7%以上の炭素と少量のマンガン・珪素・硫黄等を含んでゐる。質は硬くて脆く、鍛接されないが、融點が低く(1200°C)、鍋・釜・鉄管・鉄柱・機械類等の鑄造に適する。

(2) 鍊鉄(軟鉄) 銑鉄を反射爐で熔かし、攪拌しながら空氣を通して夾雜物を除き、炭素の含量を0.2—0.02%にすると鍊鉄が得られる。鍊鉄は熔け難く鑄造には適しないが、赤熱状態では

展性・延性に富み、鍛接することも容易であるから、鉄線・釘・鎖・日常器具等の材料に用ひられる。

(3) 鋼¹⁾ 銑鉄から炭素を減じ、或は錬鉄に炭素を加へて炭素の含有量を0.2—1.7%にする。銑鉄及び錬鉄の良性質を併有する鋼(ハガネ)が出来る。鋼は赤熱して急冷すると極めて硬く、脆いものとなり(焼入れ)又赤熱した後徐々に冷すと比較的軟かくなる(焼戻し又は焼鈍し)。このやうに温度及びその他の条件によつて種々の性質を有するもの

の得られることは鋼の著しい特徴で、及物・銃砲・軍艦用装甲板・機械・建築材料等として廣く且多量に用ひられる。



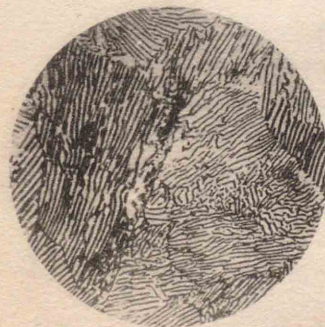
(4) 特殊鋼 鋼に或種の金屬を加へるとその

1) 鋼は磁性を帯び難いが、一度得れば失ひ難いので、永久磁石として電流計その他の電氣器械に用ひられる。

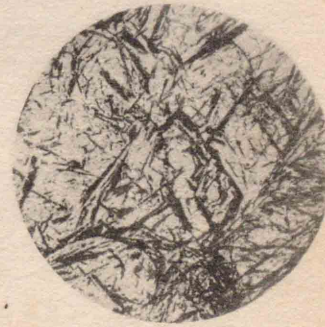
鉄の種別に對する嚴密な定義としては「1.7%以上の炭素を含有する鉄・炭素の合金を銑鉄といひ、0.035—1.7%の炭素を含有する鉄・炭素の合金を鋼といふ。」が良いと考へられてゐる。現在炭素含有量0.2%以下のものを軟鋼と呼び、錬鉄と同様の目的に使用してゐるが、錬鉄と軟鋼とは製造の過程に於て差異があるばかりで、嚴密には錬鉄も鋼の中に含められねばならない。



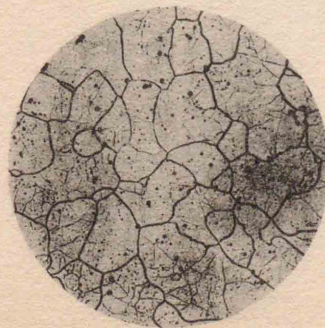
本多光太郎博士
(1870—)



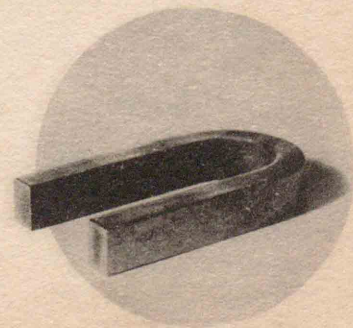
焼鈍せる鋼



焼入せる鋼



純鉄の組織



K. S. 磁石

本多光太郎 愛知縣の農家の三男として明治三年二月に生れ、明治三十年東京帝國大學物理科を卒業して大學院に入り、三十三年母校の講師となつた。こゝに吾人が崇敬して止まぬ世界的大研究のスタートが切られたのであつた。三十五年理學博士となり、歐洲に留學し、四十四年歸朝して東北帝國大學の教授となり、終始一貫磁性の研究に没頭し、その結果鋼鉄學の樹立、強力なる K. S. 磁石の發見等の偉業をなし遂げた。大正八年住友家より 30 萬圓の寄附を受けて、同大學に鉄鋼研究所を設立し、此處に於て更にその研究は擴大されて一般金屬にまで及び、十一年には此處に世界屈指の大研究所たる金屬材料研究所が産れるに至つた。科學界に於ける功勞者として學士院賞、ベッセマー金牌等を得、更に昭和十二年文化勳章を授與された。現に東北帝國大學總長、理化學研究所主任研究員、帝國學士院會員、米國スチールトリートメント協會名譽會員等になつてゐる。「一つの専門を終始一貫深く掘り下げてみよ。その特殊研究が大成するに止まらず、同時に基礎的の多くの學識が深められる。」これは博士が人々に常に教ふる教訓であるが、博士は身を以て生きたその手本を示してゐる。

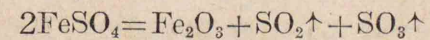
金屬の種類と分量とによつて種々の性質をもつた鉄の合金が得られる。これ等は特殊鋼といひ、工業上・軍事上甚だ重要なものである。

特 殊 鋼

名 稱	混合金屬と量(%)	特 性	用 途
ニッケル鋼	Ni 3—4	硬くて強靱	装甲板・車軸・砲身
クロム鋼	Cr 1—2	硬くて強靱	工具・發條・金庫
不 銹 鋼	Cr 12—14	銹びない	外科醫術用器具・双物・タービン翼
クロム・ニッケル鋼	Cr 1.0—1.5 Ni 2.0—3.5	硬く、強靱、 弾性に富む	自動車・自轉車の製造
タングステン鋼 (高速度鋼)	W 1.0—3.2 Cr 2.9—4.1 V 0.5—1.5	赤熱になつても 硬さは變らない	金屬切斷用の双物・錐等の工具類
インバール ¹⁾	Ni 36	膨脹係數小	振子・測量用機械

3. 鉄の酸化物 鉄の酸化物の主なものは次の二種である。

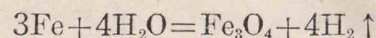
酸化第二鉄 Fe₂O₃ 天然には赤鉄礦となつて産し、又硫酸第一鉄を焼いても得られる。



赤色の粉末で辨柄といひ、顔料とし、又硝子・金屬等を磨くに用ひられる。

1) 本邦金屬材料研究所に於てインバールよりも膨脹係數の小なるものを發明した。

四三酸化鉄 Fe_3O_4 天然には磁鉄礦として産するが、鉄を強熱し、又は赤熱せる鉄に水蒸氣を通ずる時に生ずる。



黒紫色の緻密な物質で、よく内部を保護するから砲身・ゼンマイ等の表面にこの酸化物を生ぜしめて赤錆を防ぐ。

鉄の防錆 鉄は乾いた空気中では變質しないが、濕氣に接すると水酸化第二鉄 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 及び酸化第二鉄 Fe_2O_3 を主成分とする赤褐色の錆を生ずる。このものは脆くて剥奪され易く、ために腐蝕が内部まで進むから鉄器は乾燥せる空気中に置くか、表面に油・ペンキ・エナメル等の塗料を施すか、又は亞鉛・錫・ニッケル等の如き空气中で變化し難い金屬を鍍し又は緻密な四三酸化鉄を生ぜしめる等の方法で防錆する。

4. 鉄の塩類 **硫酸第一鉄 FeSO_4** 鉄を稀硫酸に溶かして得られ、緑色の結晶で 7 分子の結晶水を含んだものを **綠礬** $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ といひ、インキの製造・染色術等に用ひられる。この溶液に赤血塩 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ の溶液を加へると **タンブル青** $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ と稱する青色の沈澱を生ずる。

塩化鉄 鉄を塩酸に溶かすと塩化第一鉄 FeCl_2 を生じ、之に塩素を通ずると塩化第二鉄 FeCl_3 を生ずる。後者は潮解性を有する黄褐色の結晶 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ となり、その水溶液は酸性を呈し、試薬とし、又血止薬として用ひられる。この溶液に黄血塩 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ の水溶液を加へると **ベルリン青** $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ の青色沈澱を生ずる。

實驗 61. (1) 塩化第二鉄の溶液に黄血塩又はチオシアン酸カリウムの溶液を加へ、その際起る色の變化を見よ。硫酸第一鉄の溶液につき同様に試みれば如何。

(2) 鉄を稀硫酸に溶かして、新に得た硫酸第一鉄の溶液に赤血塩の溶液を加へよ。如何なる色を生ずるか。塩化第二鉄に就いて同様に試み、結果を比較せよ。(これ等が Fe^{++} 及び Fe^{+++} の檢出法である。)

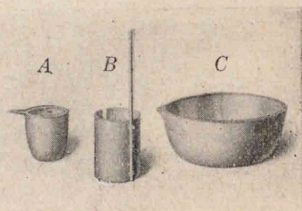
問 1. 金屬の第一塩類及び第二塩類とは如何。例を擧げて説明せよ。

5. ニッケル Ni・コバルト Co 及びその化合物
ニッケル及びコバルトは鉄と同屬の元素で、性質も相類似してゐるが、普通 2 價の化合物の方が安定である。次頁にその主なものを示す。

實驗 62. 塩化コバルトの水溶液で、紙に書畫をかき、之を火にあぶつて青色となるかを見よ。次に之を放置して青色が消えるかを檢せよ。

名 稱	分 子 式	性 状 性 質	用 途
硫酸ニッケル	$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	緑色の結晶で $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ と複塩 $\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を作る。水溶液は Ni^{++} のため緑色を呈す	硫酸ニッケルアムモニウムとして Ni 鍍に用ふ。
酸化コバルト (呉須)	CoO	珪酸塩類と融合すると青色の珪酸塩を生ずる。	硝子・陶磁器の青色着色剤
塩化コバルト	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	結晶及び水溶液は共に Co^{++} のため桃色を呈す。熱して水分を蒸発させると濃青色の無水塩となる。	陰顯インキ
硝酸コバルト	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		

6. 白金 Pt 及びその化合物 白金は之に類似する金属イリヂウム¹⁾ Ir・オスミウム Os・パラジウム Pd との合金となつて産出する。展性・延性に富む甚だ重い(比重 21.4), 灰白色の金属で融點が高く(1773°C), 膨脹係数が小さく, 空気中で強熱しても變化せず, 高温度でも酸素・酸類²⁾の作用を受けないので, 化学研究には缺くことの出来ないものである。坩堝・蒸發皿・電極等



白金製化学用具

A: 坩堝 B: 電極 C: 蒸發皿

- 1) Ir との合金は甚だ堅硬で且變化しなため金ペンの先端につけ又分銅・測量機械の製作等に用ひられる。メートル原器もこの合金で造られてゐる。
- 2) 熔融した苛性ソーダに侵され又磷・硫黄・砒素・炭素などは高温度に於ては白金に作用するから, これ等を生ずる物質を白金製の器具で高温度に熱してはならぬ。また種々な金属は白金と熔融し易い合金を造るから, これ等に就いても同様な注意を要する。

を製し, 又裝飾品としても多く用ひられる。白金を王水に溶かして蒸發すれば塩化白金酸¹⁾ $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ の赤褐色の結晶を生ずる。之を俗に塩化白金といひ, 寫眞術に用ひられる。塩化白金の溶液に塩化アムモニウムの溶液を加へると黄色のアムモニウム塩 $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ を沈澱する。之を焼くと灰色の海綿状白金を残し, 又塩化白金酸の溶液を石綿につけて熱すれば白金の微粒の附着した灰色の白金石綿が得られる。共に極めて重要な觸媒である。

白金懷爐
白金石綿を觸媒とし揮發油を燃焼させる。

- 【實驗 63.】(1) 石綿を塩化白金酸の溶液に浸して後之を灼熱せよ。
- (2) 上に得た白金石綿に尖口より噴出する水素の氣流²⁾を吹きつけて見よ。またアルコールランプの焰を消し, その心に白金石綿を軽く觸れて見よ。これ等の場合に何等かの變化を見るか。

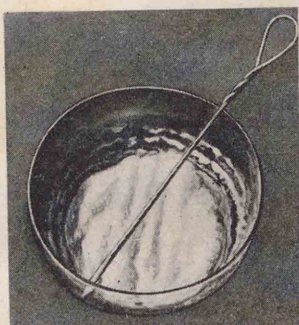
【問 2.】白金を觸媒として用ひる化学反應の知れるものを列挙せよ。

- 1) 第二白金塩化水素酸又はクロロプラチニ酸ともいふ。
- 2) 水素發生装置中に空氣が僅かでも残つてゐると危険である。

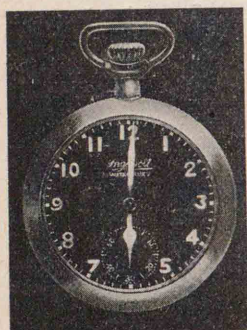
第 9 章 放射性元素・原子の崩壊・同位元素

1. ラヂウム Ra・放射性元素 ラヂウムは佛

人キュリー夫妻によつて瀝青ウラン鑛(ピッチブレンド)から発見せられた放射性の強い元素である。アルカリ土金属に屬し化學的性質は



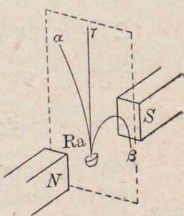
臭化ラヂウム (1.76g)
原鑛の 300 種から採つた全量で價格約 25 萬圓である。



夜光時計

ラヂウム時計ともいふ。發光劑としては硫化カルシウムに少量の夾雜物を混じたもの又は硫化亜鉛に少量の臭化ラヂウムを混じたもの等を用ひる。

バリウムに酷似してゐる。通常は臭化ラヂウム $RaBr_2$ として種種の用途に用ひられる。バリウムと異なる顯著な性質は單體の状態でも化合物の状態でも強い放射性を有する



磁場に於ける放射線のフレ

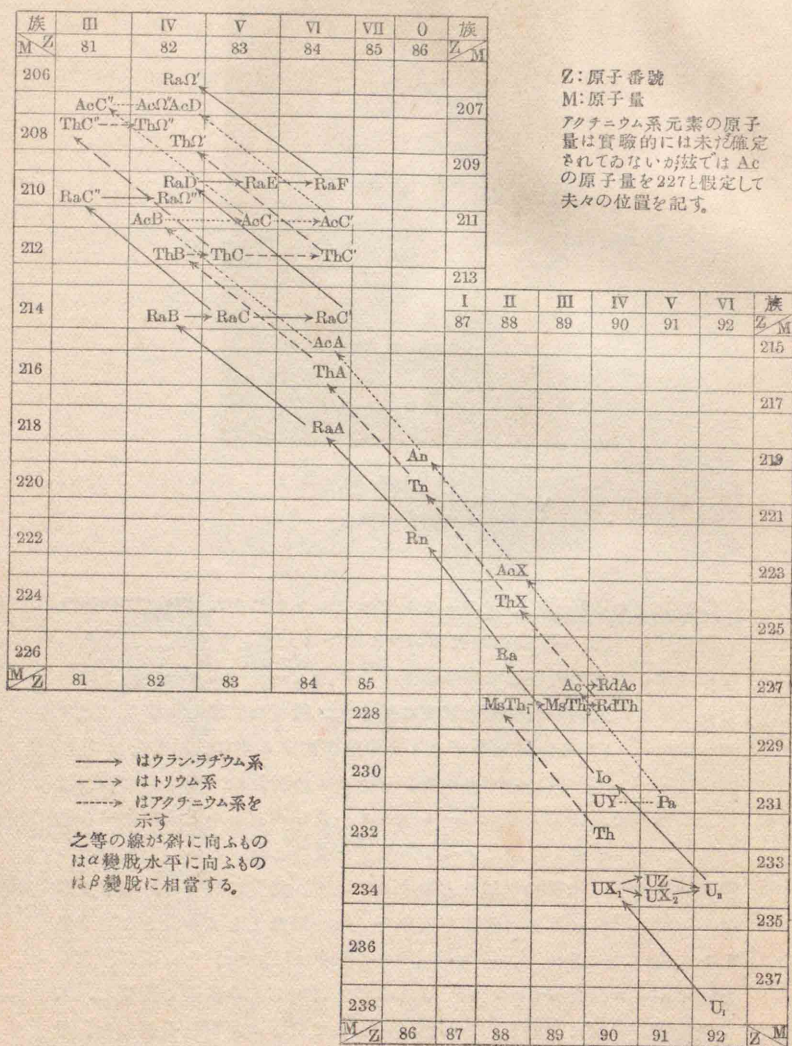
1) Pb, Mn, Ni, Bi, Al, Ca 等の重金属と硫酸ナトリウム等。



Curie (佛)
(1867—1934)

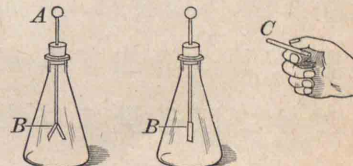
Curie (キュリー夫人) ポーランドのワルソウに生れ、父は同地大學の教授であつた。25 歳の時巴里のソルボンヌ大學を卒業し、後放射性物質に關する論文を發表して理學博士となり、ビェール・キュリー教授と結婚した後は共に鑛物の放射性の研究に従事し、種々な困難を克服して遂にピッチブレンドから新元素ラヂウムを分離製出する事に成功した。時に 1898 年夫人の 31 歳の時であつた。ラヂウムの発見は人類に多大の貢獻をなしたので、1903 年夫ビェール・キュリー及びベクレルと共にノベル物理賞を、1911 年彼女單獨にノベル化學賞を受領した。しかし夫人はこの発見から生ずる物質的利益を占有する事なく、清貧に甘んじ、寡言温厚孜孜として死に至るまで研究を續けた。又一面母としての大きな務を果たした。即ちその息女イレーヌ・キュリー (Irène Curie) を立派に教育した。イレーヌは夫ジョリオ (F. Joliot) と共同して中性子を発見し、人工放射能の實驗に成功し、その功績によつて又ノベル賞を受領した。母子共に同じやうな功績で、この榮譽を荷つたのは異數で、實に「この母にしてこの子あり」といふべきである。

放射性元素の崩壊



ここで絶えず α , β , γ の三種の放射線を出す。
 α 線は He の原子核 (He^{++}) の流、 β 線は電子の流、 γ 線は X 線より更に波長の短い電磁波である。
 γ 線は物体を透過する能力が極めて強い。

ラヂウムの放射線は不透明體を透過し寫真乾板に感光し、周囲の空氣をイオン化するなどの諸作用を呈する。殊に生物體に對して劇しい作用を與へるので、或種の皮膚病や癌の治療に用ひられる。



検電器に先づ電氣を與へて箱を開かせておき(左)、之にラヂウムを近づけると箱は忽ち閉ぢる(右)

ラヂウムの外週期律表の終りにあるアクチニウム・トリウム・ウラニウム等も同様の放射線を出すのでこれ等を一括して放射性元素といふ。

2. 原子の崩壊 放射性元素は常に自ら放射線を出して次第に原子量の小さいものに變つて行く。之を原子の崩壊(變脱)といふ。別圖「放射性元素の崩壊の表」に示されてあるやうに

1) 放射性元素の原子は次第に崩壊するから、これ等の元素に對しては原子が不變であるといふ原子説の根本の考は當てはまらない。しかし普通の化學變化に對しては原子説は正しい。

ウラニウムから變化したラヂウム Ra (原子量¹⁾₂₂₆) は自ら α 線を出してラドン¹⁾ Rn (原子量₂₂₂) といふ氣體となり、ラドンは更に α 線を四回、 β 線を四回出して終に原子量 206 の放射性のない元素 Ra' (鉛) となる。

一般に α 線を放出すれば、その核の陽電荷数を 2 つ減じ原子番号は 2 だけ下り、原子量は 4 だけ小くなる (α 變脱)。 β 線を放出すれば、核の陽電荷数は 1 つ増加するから原子番号が 1 だけ上るだけで、原子量には變化がない (β 變脱)。 γ 線の放出はこれ等に伴つて起る²⁾。

放射性元素の原子の崩壊は今の處、人爲的には之を阻止し、又は促進することは出来ない。然し最近の研究により、原子の人工的破壊及び人工放射能³⁾も亦可能であることが、實驗的及び理論的に示されるに至つた。

3. 同位元素 放射性元素が崩壊して生ずる最後の元素は、化學的には鉛と全く同一であるがたゞその原子量が異なる。例へばラヂウムから變化した鉛は前述のやうに 206、トリウ

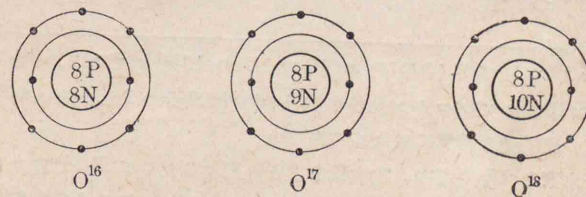
1) ラヂウムエマナチオンともいひ、温泉から出る氣體に含まれてゐることがある。

2) γ 線の放出はどの變脱にも伴ふものでなく或特定の變脱に限つてゐる。

3) 人工放射能はキュリーの息女イレヌとその夫ジョリオとの共同発見である。

ムから變化した鉛は 208 で、普通の鉛の 207.22 はこれ等の鉛の混合物と考へられる。かやうに化學的性質が同一で、週期律表上同一場所を占め原子番号は同じであるが原子量を異にする元素を同位元素といふ。同位元素の存在は放射性元素に限るものでなく、最近の研究によつて水素を始め、酸素・硫黄・塩素・鉄・銅・水銀その他多くの元素も夫々數種の同位元素の混合物であることが明かとなつた。

4. 重水素・重酸素・重水 同位元素に関する觀念を明かにするため、更に之を圖解して説述しよう。例へば原子番号 8 の酸素元素には原子量 16, 17, 18 を有する三種の同位元素がある。これ等を簡単に O^{16} , O^{17} , O^{18} として區別し、次のやうに圖示する。



最内部の肉太な圓は原子核を表はし、夫々の原子核は 8 箇のプロトン (P) と 8 箇の中性子 (N), 8

筒のプロトンと 9 筒の中性子, 8 筒のプロトンと 10 筒の中性子とから出来てゐる。核の陽電荷数は皆 8 で, 核外にある 8 筒の核外電子と電氣的に中和の状態にある。原子番號は共に 8 であり, 原子量は夫々 16, 17, 18 である。

重水 水素には普通の水素 H^1 の外に H^2, H^3 で表はされる重水素があり, 又酸素にも前述のやうに普通酸素 O^{16} の外に重酸素 O^{17}, O^{18} があるから, これ等を組合せて水を造れば H_2O^{16} (分子量 18) の普通の水の外に, H_2O^{17} (分子量 20) なる重水を初め幾多の重水が出来る。天然の水はこれ等多くの同位元素から出来た幾多の異なる水の混合物である。而してその割合は H_2O^{16} が 99.7% でその他の重水は全部で僅か 0.3% といふ程度である。重水は物理的及び化學的更に生理的作用が普通の水と可成異なるので理化學的及び生物學醫學的方面に應用が研究されつゝある。

1) P (プロトン) 及び N (中性子) の質量は $1.649 \times 10^{-24} g$ であり, e (電子) の質量は $9.035 \times 10^{-28} g$ でプロトン及び中性子の約 1800 分の 1 しかないから電子の質量は普通の原子量の計算には入つて來ない。

2) 普通の水素を H_2 と書き, 重水素を之と區別するために D_2 で表はし, 従つて純粋な軽水は H_2O , 純粋な重水は D_2O で表はされる。又重水素を相當多量に含む水を表はすに便宜上 HDO を用ひる。

第 10 章 週期律表と酸性度・塩基性度・塩性度

前篇及び本篇に於て大體週期律表上, 縦の關係即ち同屬元素及びその化合物の性質が類似することに就いて述べたが, 此處では横の關係をも含め, 全體的關係を酸性度・塩基性度・塩性度について述べよう。

1. 酸性度・塩基性度 (1) 各列の元素は週期律表の左方にあるに従つて金屬性を増し, 右方にあるに従つて非金屬性を増す。又 Na, Mg, Al 等のやうに最外殻の電子数が 1, 2, 3 のものは何れも金屬元素で, その酸化物は塩基性酸化物である。C, N, P, S のやうに最外殻の電子数が 4 以上のものは大部分非金屬元素に屬し, その酸化物は酸性酸化物であるものが多い。

屬	I	II	III	IV	V	VI	VII
酸化物	Li ₂ O Na ₂ O	BeO MgO	B ₂ O ₃ Al ₂ O ₃	CO ₂ SiO ₂	N ₂ O ₅ P ₂ O ₅	— SO ₃	— Cl ₂ O ₇
	←—————→						
	塩基性増加 (兩性)						酸性増加

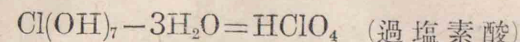
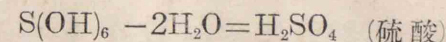
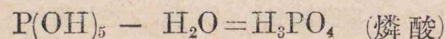
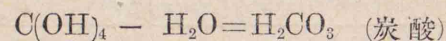
従つて前頁の表に示すやうに酸化物の塩基性度は左方に行くに従つて増加し、酸性度は右へ増加し、中間には条件によつて酸性にもなり、塩基性にもなる両性の部が存在してゐる。

かやうに元素がその原子の外殻電子数の多少によつて大體非金属元素、金属元素に大別されることは實に妙味のあることである。

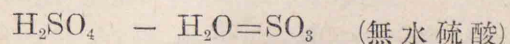
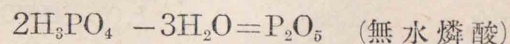
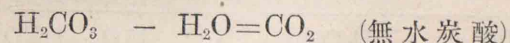
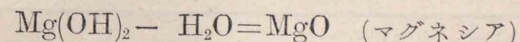
次に第三列迄の元素の水酸化物について尙この關係を調べるに、今最外殻の電子の数だけ水酸基をその元素に附して見るに、次のやうな假想的な水酸化物が得られる。

最外殻の電子数	1	2	3	4	5	6	7
假想水酸化物	NaOH	Mg(OH) ₂	Al(OH) ₃	C(OH) ₄	P(OH) ₅	S(OH) ₆	Cl(OH) ₇
實在水酸化物	NaOH	Mg(OH) ₂	Al(OH) ₃	H ₂ CO ₃	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄	HClO ₄
酸・塩基の強弱	強塩基 ← ———— 弱塩基 (兩性) 弱酸 ———— → 強酸						

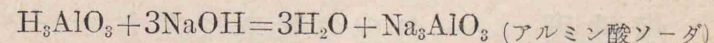
これ等の水酸化物では最外殻電子数 3 までの元素のものが實在して塩基であり、4 以上のものは假想的水酸化物から幾分子かの水を失つたものが酸として實在してゐる。



又これ等實在の塩基或は酸から幾分子かの水を引き去れば、實在の塩基性酸化物或は酸性酸化物即ち無水酸が得られる。



塩基性は最外殻電子が少いほど強く、酸性は 8 に近いほど強い。従つてその中間にあるものは兩性を示す。例へば Al(OH)₃ は弱塩基であるが強塩基にあふと恰かも弱酸のやうに作用して、之を中和し塩を生ずる。



第二級・第三級の金属元素にはこの性質を有するものが多い。

(2) 縦列では上位の元素ほど非金属性を増し、下位の元素ほど金属性を増す傾向がある。例へば第 IV 属の上位にある C, Si, Ge, Sn は第三級金属で、非金属性を多分にもつてをり、下位の Pb

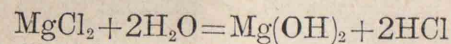
は第二級金属で、多分に金属性をもつてゐる。又第 V 属の上位にある N, P は非金属で下位の As, Sb, Bi は第三級金属である。そしてこれ等各属元素の酸化物及び水酸化物の酸性度並びに塩基性度の變化は下表のやうである。

属		IV		V				
塩基性度増加 ↓	酸性 ↑	CO ₂	H ₂ CO ₃	N ₂ O ₅	N ₂ O ₃	HNO ₃	塩基性度増加 ↓	酸性度増加 ↑
		SiO ₂	H ₂ SiO ₃	P ₂ O ₅	P ₂ O ₃	H ₃ PO ₄		
		GeO ₂	H ₂ GeO ₃	As ₂ O ₅	As ₄ O ₆	H ₃ AsO ₄		
		SnO ₂ SnO	Sn(OH) ₂	Sb ₂ O ₅	Sb ₄ O ₆	H ₃ SbO ₄		
		PbO ₂ PbO	Pb(OH) ₂	Bi ₂ O ₅	Bi ₂ O ₃	Bi(OH) ₃		

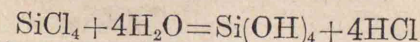
即ち上表で明かなやうに上位にある N の水酸化物は強酸(硝酸)であり、次の P は中位の酸(磷酸)を造り、下位に行くに従つて弱酸となり、遂に Bi に至れば弱塩基となつてゐる。

2. 塩性度 (1) 各列の元素は左方に行くに従つて塩性度を増し、右方に行くに従つて減少してゐる。例へば塩化物についてその性質を見るに、左方ではイオン結合型のものが出来て著しく塩の性質を呈するが、右方に行くに従つて次第に塩の性質を減じ原子結合型のものとなり、加水分解を起し易くなつてゐる。既に學

んだやうに塩化ナトリウムは、水中では加水分解を起さないで殆ど全部が自由な Na⁺ と Cl⁻ とに分れてゐる。塩化マグネシウムになると水溶液中では一部 Mg⁺⁺ と Cl⁻ とに電離して塩の性質を示してゐるが、同時に次のやうに加水分解を起してゐる。



四塩化珪素に至つては水溶液中で Si⁺⁺⁺⁺ と Cl⁻ とに電離することなく、従つて全く塩としての性質を示さないで、次式のやうに殆ど完全に加水分解を起してゐる。



(2) 縦の各属に就いて見るに、下方に行くに従つて塩の性質を増し、上方に行くに従つて加水分解をする傾向が強くなつてゐる。次にこれ等の關係を表示する。

属	I	II	III	IV	V	VI	VII
塩化物	LiCl NaCl	BeCl ₂ MgCl ₂	BCl ₃ AlCl ₃	CCl ₄ SiCl ₄	NCl ₅ PCl ₅	— SCl ₆	—
塩性度	塩の性質あるも加水分解をなす		塩の性質なし加水分解し易い		塩性度減少		↑ 加水分解し易し 塩性度増加 ↓
			GeCl ₄ SnCl ₄ PbCl ₂	AsCl ₃ SbCl ₃ BiCl ₃	SeCl ₂	TcCl ₂	
			塩の性質あるも加水分解をなす		塩の性質なし加水分解し易い		

一般にアルカリ及びアルカリ土金属を除く他の金属の塩化物・硫酸塩・硝酸塩は何れも之に水を加へれば、その一部は加水分解して酸性反応を呈する。

(3) 同属同列のものを比較するに主族の元素は代表的な塩即ちイオン結合型の塩を造り易く副族の元素は代表的の塩を造り難い。次表にその例を示す。

	主 族	副 族
同属同列元素	KCl (イオン結合)	CuCl (原子結合)
同 上	SrCl ₂ (イオン結合)	CdCl ₂ (原子結合)



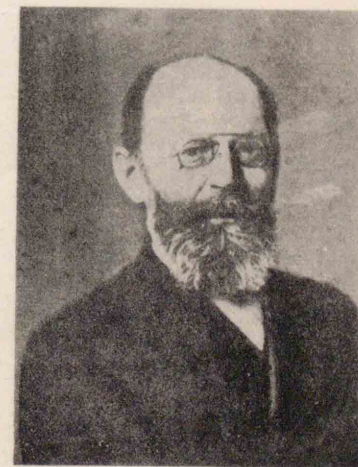
Liebig (獨)
(1803—1873)



Wöhler (獨)
(1800—1882)



Pasteur (佛)
(1822—1895)



Fischer (獨)
(1852—1919)

Liebig (リービッヒ) 薬屋の子で、幼時父の仕事場で粗末な器具で化学実験をし出したのが将来有機化学の父とまで謳われるやうになつた動機である。ダルトンの様に彼も小供の時は秀才とは思はれなかつた。實はロイリングといふ後に秀れた大音楽家となつた少年と二人で、絃の末席にすわらせられてゐた。併し、この二人は、一人は化学に一人は音楽にあまり深入りしてゐた爲で、決して怠け者の故に末席に在つたのではなかつた。化学に熱心なことが土地の大名に認められて、パリの大學に入學を命ぜられ此處で當代の科學者ゲ・リュサックに學び、彼の年來の研究問題雷酸銀を完成したのが手始めとなり、次々と研究を積み、フンボルトの好意によつて年22才でギーゼン大學教授となつた。後ミュンヘン大學へ轉じ、此處で20年間有機化学の精密な分析法の考案その他數多の研究を遂げ、1873年70才で死んだ。

Wöhler (ヴェーラー) 富裕な父を持ち、幸福な生立ちをし、誠に玉のやうな人格の人として世人から尊敬された。最初醫學を志し、後化学を學んだ。23歳の時ベルツェリウスの下で學び、後ドイツの高等工業學校の教授となり、アルミニウムを發見した。翌1828年尿素を合成して有機物質の生活力説を破つた。烈火の標に斃れ易いリービッヒと終生羨しい程の親交をなし、共同で幾多の研究を世に残したのを見ても、如何に彼が寛大、柔和な高德の人であつたかが窺はれる。又彼の恩師ベルツェリウスからは大變信じられ愛されたといふ。性格の美しいといふ事は何にもかへ難い貴いものである。

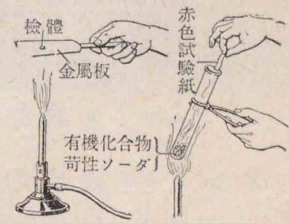
Pasteur (パストゥール) 貧しい革なめし屋の子で、小供の頃は勉強が嫌いで遊んでばかりゐたが、或る時父や母が夜遅くまで苦しんで働いてゐるのを目撃して、自分等のために両親はかくも辛勞するかと感動し、それからは生れ變つたやうに素拔けた勉強家となつたといふ。そのため成績は上り、先生に見込まれてパリに學び、26才で既に大發見をした(酒石酸の光學的異性體)。彼には化学上の發見は幾多あるが、我々人類として彼に滿腔の感謝を捧げねばならぬ事は、彼の腐敗の研究、酸酵の研究、殺菌法の發見、恐水病の研究、病原菌の發見、免疫性の研究、傳染病の豫防注射法等である。これ等の研究の源は、彼の有名な微生物自然發生説の否定によるもので、更にその源は微小なるものと雖も生命のあるものが、自然に發生はせぬといふ彼の深い信仰である。

Fischer (フィッシャー) 父は實業家、母は典型的な信仰篤い婦人であつた。父の意志で商業の見習ひにやられたが、彼の性格に合はず失敗に終つた。志をひるがへしてボン大學に入學し、化学を學んだ。更にストラスブルグ大學へ行つてバイヤーに學び、始めて化学に興味を覺へた。後糖類及び蛋白質の研究によつて全く世界的となつた。67歳の老體で、夏休もぶつ通して早朝から夜十一時頃まで實驗室で働いた姿は、正に學問界の勇士といはねばならぬ。1902年ノベル化学賞を授與された。

第四篇

第1章 有機化合物・炭化水素

1. 有機化合物 生物體を構成する物質の多くは炭素を主體とする複雑な組成を有する化合物である。これ等は嘗ては生活作用によらなければ造り得られないものと考へ、有機化合物と總稱し、それ等以外の化合物即ち無機化合物と區別されたが、この名稱は今日有機化合物が人工的に造られるやうになつても便宜上用ひられてゐる。



(左) 有機化合物か無機化合物かを検する。若し炭を残せば有機化合物である。
(右) 有機物中の窒素を検する。若し窒素を含むときはアンモニアが発生するから赤色試験紙は青變する。

有機化合物の數は20萬種以上もあるがそれを構成する元素は極めて少く、炭素・水素・酸素・窒素がその主なもので、これ以外は少量の硫黄・ハロゲン・燐等を含むものがあるに過ぎない。

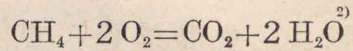
2. メタン CH_4 メタンは植物質が空氣に觸れないで分解するときに生ずる氣體で、沼澤の底等からよく發生するから沼氣ともいはれ、天



メタンの捕集

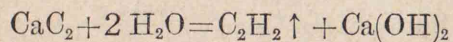
然ガスの中には多量に含まれてゐる。¹⁾

メタンは無色・無味・無臭の氣體で、空氣よりも軽く、點火すると青い焰をあげて燃える。

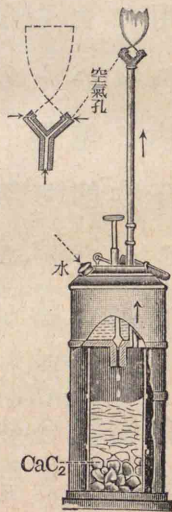


メタンと空氣との混合物に點火すると烈しく爆發する。炭坑内に起る爆發は主に之である。

3. アセチレン C_2H_2 カーバイド CaC_2 に水を加へて製せられる。

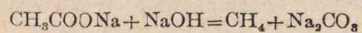


無色の氣體で、燐化水素等の不純物を混ずるため不快な臭氣を有する。光輝ある焰を生ずるので燈用に供せられ、又酸素との混合氣體に點火

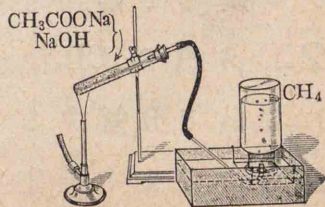


アセチレン燈

1) 無水の醋酸ソーダに苛性ソーダを混じて強熱して製する。



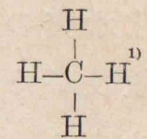
2) 炭素が燃えると CO_2 となり、水素が燃えると H_2O となる。従つて C, H 又は C, H, O の化合物は燃えると CO_2 と H_2O とを生ずる。



すれば高温度(2700°C)の酸素アセチレン焰を生ずるから、工場に於て鉄板の熔接・切斷・穿孔等に利用せられる。又醋酸等の合成に用ひられる。

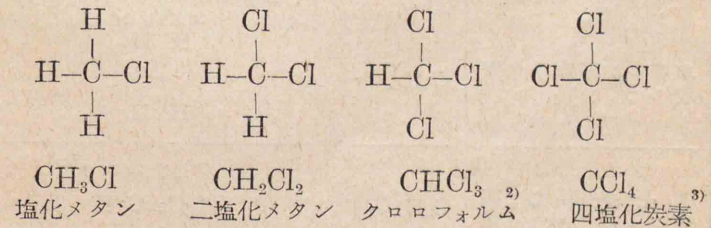
4. 炭化水素

メタンは4價の炭素1原子と1價の水素4原子との化合物であるから、その結合状態は右のやうに考へられる。かやうに原子の結合状態を



圖示した式を構造式といふ。

この構造式から見てメタンの4つの水素は何れも炭素に對して同一の關係にあるから、他の元素例へばハロゲン等を作用させると次のやうに置換される。



1) 之を電子的に表はすと右のやうで、以下述べる構造式中の結合直線即ち結合手は二箇の電子に相當するものである。



2) クロロフォルム CHCl_3 はエチルアルコールを晒粉に作用させて製する。之は特殊の臭氣ある無色・揮發性の液體で、溶媒として用ひ、また外科手術の際の麻酔劑として重要な物である。

3) 四塩化炭素 CCl_4 は沸點 76.6° の無色の重い液體で、脂肪・樹脂など種々な有機物を溶解するから溶媒とし、また種々の洗滌劑の製造に用ひられる。又その不燃性を利用して、小消火器に用ひられる。

これ等はメタンから誘導されるので、**メタン誘導體**と稱し、性質・性状等は成分元素及び原子團から類推される。

一般にメタンやアセチレンのやうに炭素と水素とのみからなる化合物を**炭化水素**といふ。炭化水素の種類は非常に多いが、炭素と水素との數及びそれ等の結合状態から次の三系に分類せられる。

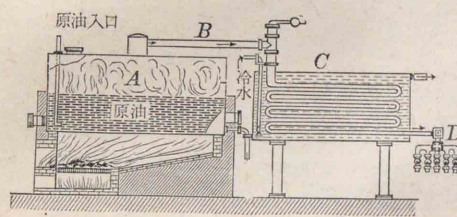
	一般式	代表的化合物名及びその構造式
メタン系炭化水素 (パラフィン系 ")	C_nH_{2n+2} ¹⁾	メタン エタン プロパン $\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-H \\ | \\ H \end{array}$ $\begin{array}{c} H & H \\ | & | \\ H-C & -C-H \\ | & | \\ H & H \end{array}$ $\begin{array}{c} H & H & H \\ | & | & | \\ H-C & -C & -C-H \\ | & | & | \\ H & H & H \end{array}$
エチレン系炭化水素 (オレフィン系 ")	C_nH_{2n}	エチレン $\begin{array}{c} H & H \\ | & | \\ C & =C \\ | & | \\ H & H \end{array}$
アセチレン系炭化水素	C_nH_{2n-2}	アセチレン $H-C \equiv C-H$

エチレンやアセチレンの構造式で見るとやうに炭素と炭素とが2本又は3本の結合手により結合することを**二重結合**・**三重結合**といふ。構造式中にこのやうな結合部を有する化合物を**不飽和化合物**といひ、しから

1) 一般に炭素の数の増加と共に沸點は上昇し、比重は増す。

ざる化合物を**飽和化合物**といふ。不飽和化合物は皆不安定で水素等と化合して飽和化合物にならうとする傾向が強い。

5. 石油 石油の成分は産地によつて相違があるが、何れも炭素原子の相當多い炭化水素の混合物である。



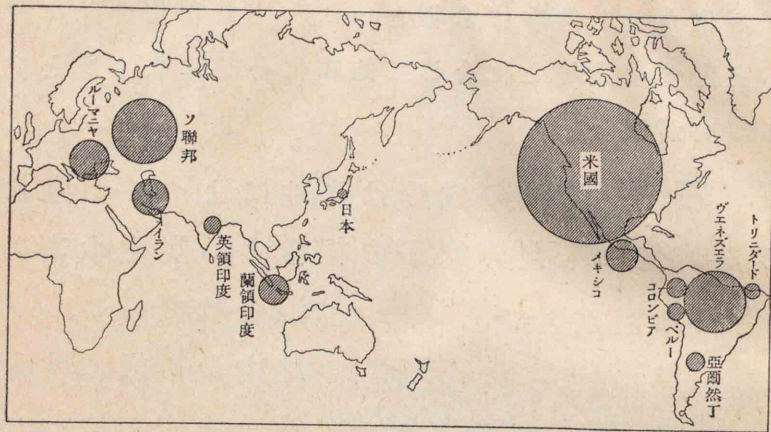
原油蒸溜装置

A: 原油蒸溜罐 B: 導管 C: 冷却器 D: 分溜成生物を五つの管によりて別々の器に集める。

地中から汲出す原油¹⁾を次表のやうに分別蒸溜し、更に濃硫酸・苛性ソーダで洗滌精製する。

種類	蒸溜温度	用途	
揮發油	石油エーテル	40°-70°C	樹脂・脂肪・ゴム等有機物の溶媒、汚點抜き等。
	ガソリン (リグロイン) (ナフサ)	70°-90°C 90°-120°C	自動車・飛行機等の發動機用燃料、溶劑。
	石油ベンジン	120°-150°C	假漆・ペンキの製造原料・溶劑。
燈油 (石油)	150°-250°C	石油發動機用燃料・石油焔爐用燃料・燈油。	
重油	250°C 以上	汽車・汽船の燃料、機械油原料・ワセリン・パラフィンの原料・輕油の製造原料。	
石油ピッチ	殘渣	アスファルトと混合して道路・床などに敷く。金屬の錆止め・煉炭製造原料。	

1) 油田から汲出したままのものを**原油**といふ。動植物質が地中で分解して生じたものと考へられてゐる。

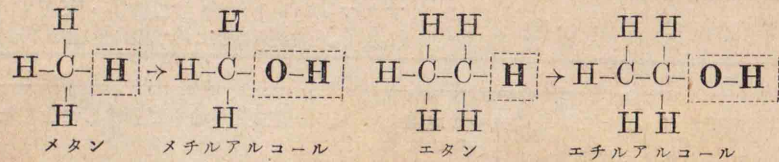


世界原油産地分布圖(昭和9年)
世界總産額 21700萬吨

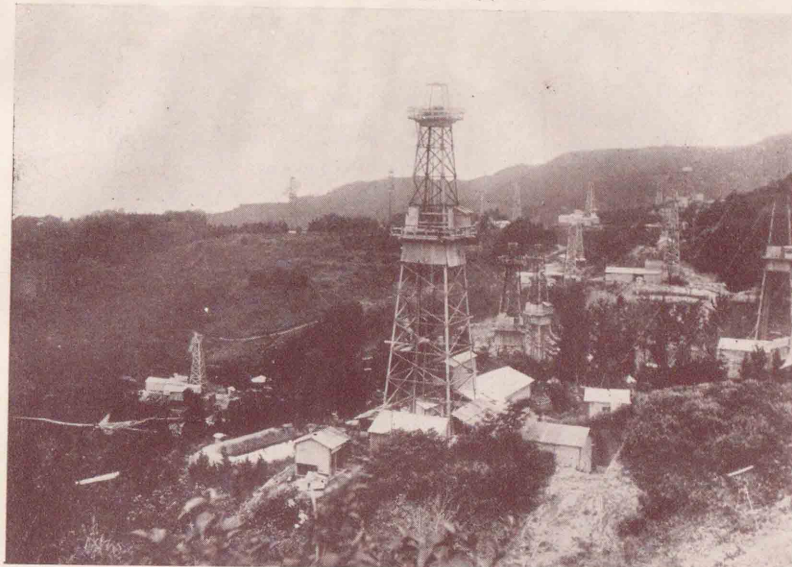
近年石油類の需要が激増し、又軍事上大切な燃料であるから油頁岩の乾溜や石炭の液化を行つて石油の代用品を造つてゐる。石油又は重油に壓力を加へて熱し、揮發油を製する方法をクラッキングといひ、近時盛に行はれてゐる。

第 2 章 アルコールとその誘導体

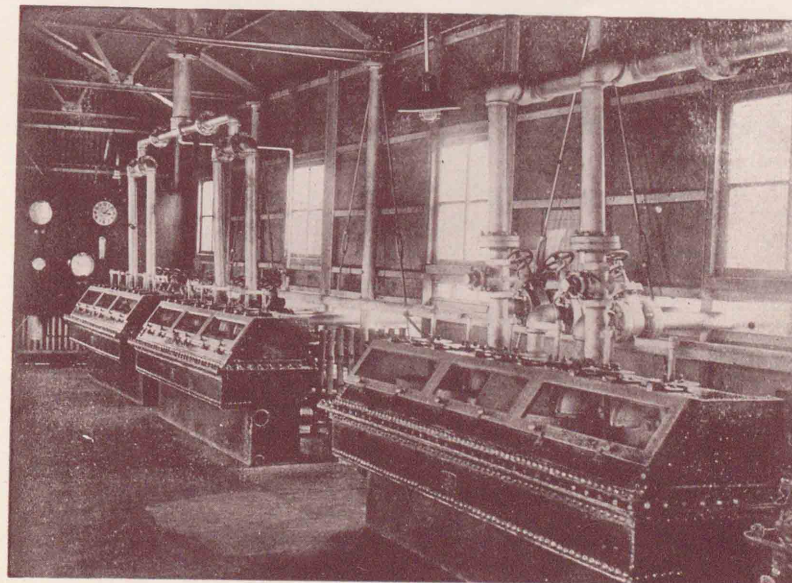
1. アルコール 一般に炭化水素の水素原子を水酸基で置換して生じた化合物をアルコールといふ。



油田と分溜室



(秋田鑛業所小國油田)



(鶴見製油所分溜室)

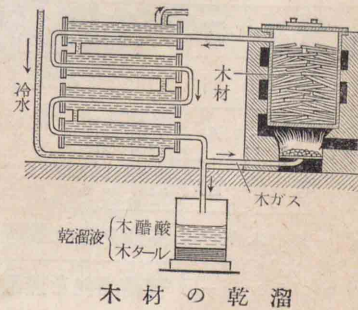
その一分子中に含まれた水酸基の数によつて1價・2價・3價……のアルコールに區別する。

メチルアルコール及びエチルアルコール等は $C_nH_{2n+1}\cdot OH$ なる一般式で表はされる。 C_nH_{2n+1} なる原子團をアルキル基と總稱し、その内 CH_3 をメチル基、 C_2H_5 をエチル基といふ。

$CH_3\cdot OH$ や $C_2H_5\cdot OH$ のやうに基の結合として、その分子式を表はし、その性質を推定せしめる化學式を示性式といふ。

2. メチルアルコール(メタノール) $CH_3\cdot OH$

メチルアルコールは木材乾溜の際生ずる溜出液を精製分溜して得られるから木精ともいふ。



木材乾溜生成物の表

生成物	主要成分	用途
氣體 木ガス	炭化水素等	燃料
液體	木醋酸	フェルマリン・染料の原料, 溶媒, 媒染劑
	木タール	クレオソート	防腐劑
固體 木炭	炭素	燃料・冶金

近年 CO と H₂ を触媒の作用で化合させて合成する方法が発見された。揮発し易い有毒液体で溶媒とし又ホルマリン・染料等の有機化合物の製造原料に用ひられる。

3. エチルアルコール(酒精) C₂H₅OH

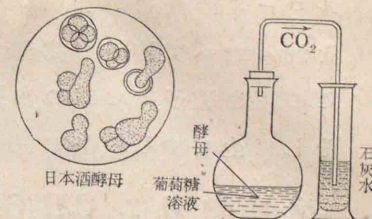
エチルアルコールは普通単にアルコールとも呼ばれ酒類の主要な成分をなし、これ等を蒸溜して得られるから酒精の名がある。

種 類	原 料・製 造 法	酒精含量	
醸 造 酒	清 酒	米麴と蒸米とを仕込んで糖化し酵母を加へて醸酵させる。	12—15%
	葡 萄 酒	葡萄汁を醸酵させる。	7—8%
	ビ ー ル	麦芽に米少量を加へて糖化し、酵母を加へて醸酵させる。	4—5%
蒸 溜 酒	焼 酎	酒粕・味淋粕又は甘藷・高粱等を醸酵させたものを蒸溜する。	30—40%
	ウイスキー	麥類を糖化醸酵して蒸溜する。	50—70%
	ブランデー	葡萄酒粕を蒸溜する。	60—70%
混 成 酒	味 淋	焼酎に米麴と蒸糯米とを入れ糖化させる。	12—21%
	白 酒	味淋又は清酒に米麴を入れてよくひき碎いたもの。	約 9%

工業的にはアセチレンから合成することもあるが、主として穀類・馬鈴薯等の澱粉質を糖類に變へた後、酵母といふ細菌の接觸作用によつて分解させ、その溶液を分溜して製する。このやうに細菌の作用によつて有機化合物の分解す

ることを醸酵といふ。

エチルアルコールは芳香と刺戟性の味を有する無色の水より軽い(比重0.79)液体で、沸點が



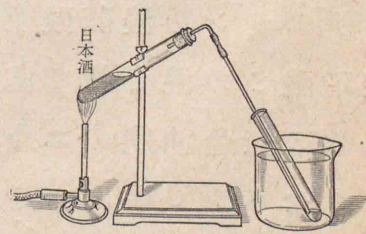
酵母及びアルコール醸酵

低いので揮発し易く、水とは任意の割合に混合する。よく燃え、焰の温度が高いから燃料とし、又油脂・沃度・樟腦等をよく溶解するから香水・チンキ・假漆等の製造に用ひられる。

問 1. アルコールが燃焼するときの化学方程式を書け。

問 2. メチルアルコール及びエチルアルコールの構造式を書け。

實驗 64. 日本酒を蒸溜して溜出液に點火して見よ。又この溜出液に沃素を加へその溶けるか否かを見よ。



實驗 65. アルコールにシェラック・樟腦を別々に入れて振れ。溶けるか。これ等の溶液は何か。

實驗 66. ヨードフォルム反応。前の實驗で得た沃素の

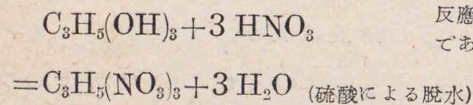
1) アルコールは沸點が低い (78.3°C) が氷點も亦低い (-117°C) ので低温寒酸計に用ひられる。

2) この方法によつて酒精 C₂H₅OH よりヨードフォルム CHI₃ が製られる。又この反應は化学上酒精の檢出に應用される。ヨードフォルムは特殊の臭氣ある黄色の結晶で、創傷の治療に用ひられる。

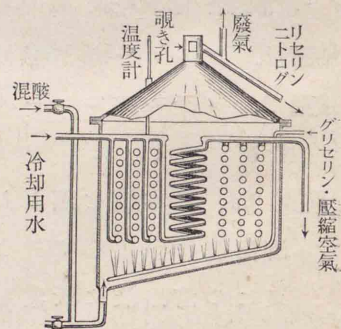
アルコール溶液を時計皿に取り、これに稀い苛性カリ溶液を滴々加へて溶液の褐色がやつと消えるまでにせよ。このとき硝子棒で皿の内壁を擦るか又は液を温めよ。そして生成する結晶の色や形態・臭気等を観察せよ。

4. グリセリン $C_3H_5(OH)_3$ 。グリセリンはプロパン C_3H_8 の水素原子3箇を水酸基で置換した3價のアルコールである。油脂中に化合状態で存在し蠟燭及び石鹼等の製造副産物として得られる。無色粘稠の甘い液體で、吸濕性に富むから荒れ止めとして化粧品に混じ、又醫藥・爆藥等の製造に用ひられる。

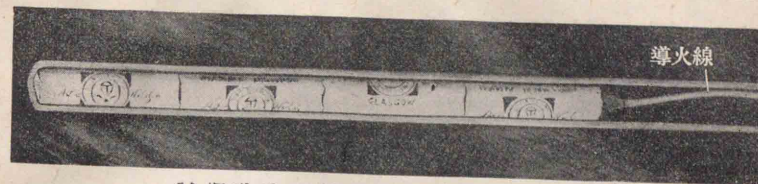
グリセリンを濃硫酸及び濃硝酸との混合物で処理すると無色油状の**ニトログリセリン $C_3H_5(NO_3)_3$** を生ずる。



ニトログリセリンは之を打ち、又は急に熱すると烈しく爆發する。**ダイナマイト**はニトログリセリンに綿火藥・硝石・木粉等を混和して製した爆發藥である。



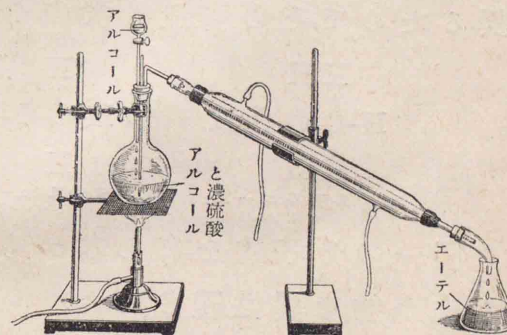
ニトログリセリン製法
鉛板で作つた硝化器の中に混酸を充し置き、之にグリセリンを噴霧状にして注加する。このとき化學反應によつて生ずる熱は中々多量であるから之を冷水で冷す。



試掘孔内に填充されたダイナマイト

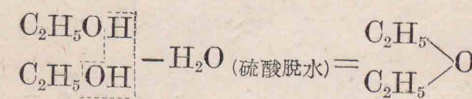
5. エーテル 一般にアルキル基2箇を酸素原子で結合した形を有する化合物を**エーテル**といふ。

エチルエーテル $C_2H_5 \cdot O \cdot C_2H_5$ は単にエーテルともいふ。エチルアルコールと濃硫酸と



エーテルの製取

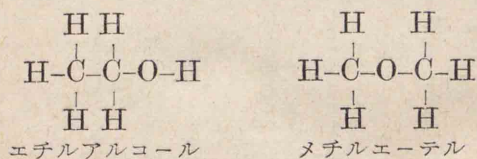
の混合物を蒸溜して得られる。



香氣ある無色の液體で、沸點低く ($35^\circ C$) 極めて揮發し易く引火し易い。水とは混和し難いが油脂・樹脂その他の有機物をよく溶かすので溶劑

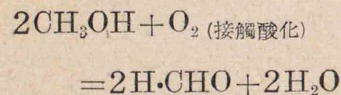
1) ダイナマイトは最初瑞典人ノベル氏 (1833—1896年) の考案により、ニトログリセリンを珪藻土と稱する多孔質の土に吸収せしめて製して居たが、更に偶然にニトログリセリンが火綿に吸収せられる事を発見して強力な爆藥の製出に成功した。ノベル賞は實に彼の成功によつて得られた富を基金としたものである。

として用ひ、外科手術に於て麻酔劑として用ひられる。メチルアルコールを同様に処理すると常温では氣體の**メチルエーテル** C_2H_6O が發生する。メチルエーテルはエチルアルコールと同じ分子式を有するが、その性質は大いに異つてゐる。之は分子内に於ける原子の結合状態が異なるため、その構造は次のやうである。

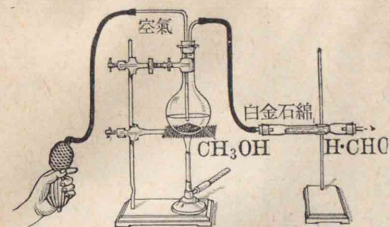
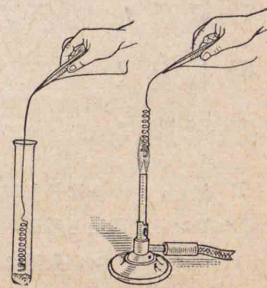


かく同一の分子式を有しながらその性質の異なる化合物を**異性体**といふ。

6. アルデヒド メチルアルコールの蒸氣中に赤熱した白金線を挿入すると、その接觸作用により空氣中の酸素と化合して、甚だしい刺激性を有する無色の氣體である**フォルムアルデヒド** $H\cdot CHO$ を發生する。



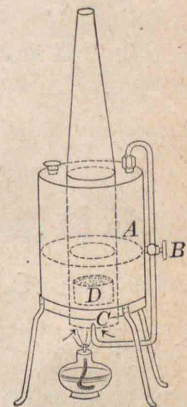
實驗 67. 石綿の少量を試験管に入れ、メタノールで十分に湿せ。次に 3 厘平方位の銅網の巻いたものか、又



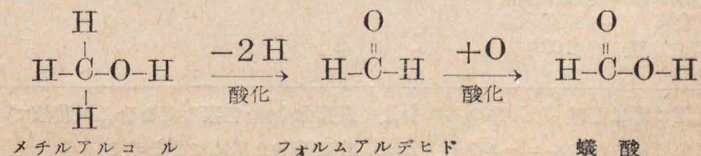
フォルムアルデヒドの製取

は銅線 30 cm を鉛筆の軸に巻いて螺旋状としたものをピンセットか、又は坩堝挾で持つて火中で赤熱し、手早く試験管の中に入れよ。この際少量に發生する蒸氣を嗅げ、その臭氣は何か。

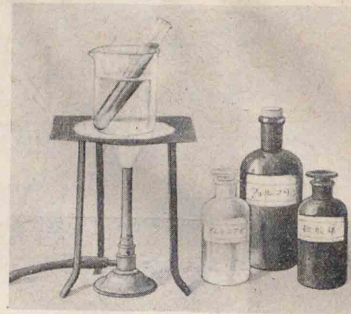
フォルマリン はフォルムアルデヒドの 40% 水溶液で、病室・蠶室等の消毒劑とし、又防腐劑として動植物標本貯藏用に供せられる。エチルアルコールを同様に処理すると**アセトアルデヒド** $CH_3\cdot CHO$ を生ずる。一般に CHO なる原子團を**アルデヒド基**といひ、之を有するものを**アルデヒド**といひ、アルコールが不十分な酸化を受けるとき生ずる。しかし更に酸化されて有機酸にならうとする傾向があるので還元作用を呈する。



フォルマリン消毒燈
A のメチルアルコールが熱せられて蒸氣となり C の口から噴出し外部から入つて来る空氣と混じて D の觸媒にあたりフォルマリンとなる。



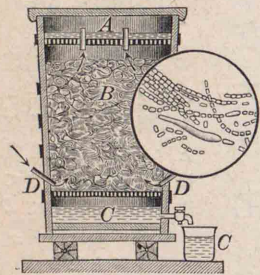
実験 68. 薄い硝酸銀水溶液を試験管にとり、アムモニア水を過量に加へ初めに出来た沈澱が解けて無色となつたとき、フォルマリン数滴を加へて僅かに熱すると還元された銀が銀鏡となつて管壁につく。この際の化学變化を考察せよ。



銀鏡反應

第3章 有機酸

1. 脂肪酸 醋酸 CH_3COOH は木醋酸を消石灰で中和して、醋酸石灰の沈澱を得、之に硫酸を加へて蒸溜して製する。又アルコールを酸化して得られる。



醋酸製造

A: アルコール液 B: 鉋屑
C: 醋酸液 D: 空氣入口
圓内は酵母(約100倍)

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$
酒類に醋母を加へ空氣中で 30°C 位に保てば上と同じ反應が起つて醋酸を生ずる。酒が自然に酢¹⁾に變るのは之による。

1) 食用の酢は醋酸 3% 許の外に少量の窒素化合物・色素などを含んだ溶液で、我國では酒粕中のアルコールを酸化させ、或は醋酸を稀めて酢を造る。

醋酸は刺戟臭のある無色の液體で、濃厚なものは冬季凝固(氷點 16.6°C)して氷状を呈するから氷醋酸と呼ばれる。水溶液は弱酸性を有し、金属酸化物と作用して醋酸塩を生ずる。醋酸鉄・醋酸アルミニウム等は媒染劑として用ひられる。醋酸カルシウムを乾溜すると、アセトン $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ といふ無色の液體(沸點 56.1°C)が出来る。之は木材を乾溜して得られる液中にも存在する。アセトンは無煙火薬・セルロイドなどの製造に溶媒として重要な物である。

問 1. エチルアルコールから製せられる重要な有機化合物の名稱及び分子式を挙げよ。

問 2. エーテル・アセトアルデヒド・アセトンの構造式を書き性質を比較せよ。



いらくさ

この刺毛の中に蟻酸がある。

¹⁾ 蟻酸 $\text{H}\cdot\text{COOH}$ は木精又はフォルムアルデヒドを酸化して得られる。臭氣の強い刺戟性の無色の液體で、皮膚に觸れると腫脹を生ずる。

1) 蟻の體内に含まれるのでこの名がある。その他、人を刺す昆虫は概ね之を有する。これ等の昆虫に刺されたときは、アムモニアを塗ればこの酸を中和させて痛みを除くことが出来る。

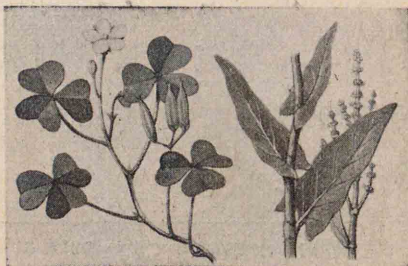
問 3. 蟻酸と醋酸との構造式の差は如何。その沸點は何れが高かるべきか。

蟻酸・醋酸の示性式の中に見る COOH なる原子團をカルボキシル基といひ、その中の水素がイオン化して酸としての特性を現はすので之を含む化合物を凡て有機酸といふ。有機酸の中で $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\cdot\text{COOH}$ ($\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\cdot\text{COOH}$, $\text{C}_n\text{H}_{2n-3}\cdot\text{COOH}$, ...) なる一般式で表はされる一群の化合物を脂肪酸といふ。それはこれ等の中の高級なものが脂肪の中に含まれてゐるからである。

有機酸は各1分子中に含まれるカルボキシル基の數によつて一塩基酸・二塩基酸・三塩基酸と稱せられ、二塩基酸以上の有機酸を多塩基有機酸といふ。

2. 植物酸 多塩基有機酸は植物中に遊離して或は塩となつて存在するから植物酸といはれ、その中重要なものは蔘酸と酒石酸とである。

蔘酸 $\begin{matrix} \text{COOH} \\ | \\ \text{CH} \\ | \\ \text{COOH} \end{matrix}$ は「すいば」「かたばみ」などの中に酸性カリウム塩となつて存在し酸味を與へる。2分子の結晶水を含む無色柱状の



かたばみ(左)・すいば(右)

結晶で毒性を有する一種の還元劑で、過マンガン酸カリウムと共に染色術に脱色劑として用ひられ、又インキの汚點抜き、金屬製器具の銹取り等に用ひられる。

酒石酸 $\begin{matrix} \text{CH(OH)COOH} \\ | \\ \text{CH(OH)COOH} \end{matrix}$ は種々の果實中に含まれてゐる。葡萄酒醸造の際、器底に沈積する酒石(主成分は酸性酒石酸カリウム)から製せられるので、この名がある。無色透明の堅い結晶で、水に溶けて爽快な酸味を呈するから清涼飲料水の製造に用ひ、又媒染劑としても用ひられる。

第4章 エステル・油脂・石鹼

1. エステル

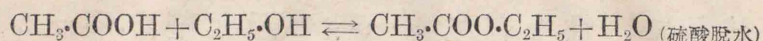
實驗 69. 5cc 許の濃硫酸を試験管に取り、之に 5cc 許のアルコール及び 4cc 許の液状氷醋酸を加へて熱し、その香氣を検せよ。(この香氣は何に因ると考へるか。)

上の實驗では醋酸とアルコールと化合して醋酸エチル $\text{CH}_3\cdot\text{COO}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$ が出來たのである。

1) 酒石酸に似た有機酸に



2) 酒石酸リモナーデ……酒石酸 5, 砂糖 15, 水 200, レモン精數滴。



この反応は可逆的であるから濃硫酸を加へ逆反応を防ぐのである。醋酸エチルのやうに酸の水素原子をアルキル基で置換した物質を一般に**エステル**といふ。之は丁度無機化合物に於ける中性の塩に相當する。

多くは揮發し易く、芳香を有するから飲食物その他の香料に用ひられる。

醋酸エチル	$\text{CH}_3\text{COO}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$	林檎	の香あり
醋酸アミル	$\text{CH}_3\text{COO}\cdot\text{C}_5\text{H}_{11}$	梨・バナナ	//
酪酸エチル	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}\cdot\text{C}_2\text{H}_5$	パイナップル 鳳梨	//
纈草酸アミル	$\text{C}_4\text{H}_9\text{COO}\cdot\text{C}_5\text{H}_{11}$	林檎	//

問 1. 上表のエステルは如何なる酸とアルコールから生ずるか、又その反応式を考へよ。

2. 油脂 脂肪及び油を總稱して**油脂**といひ、動物體中に含まれ、主に高級の脂肪酸即ち**パルミチン酸** $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ 、**ステアリン酸** $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ 、**オレイン酸** $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ 、**リノレイン酸** $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ 等のグリセリンエステルの混合物である。

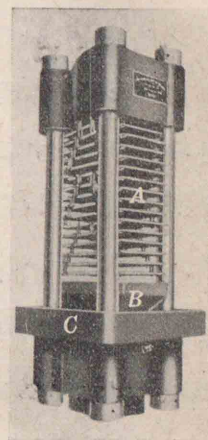
パルミチン酸グリセリン エステル(パルミチン)	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO})_3$	白色の固體	} 牛脂・豚脂 の主成分
ステアリン酸グリセリン エステル(ステアリン)	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_3$	//	

オレイン酸グリセリン エステル(オレイン)	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO})_3$	淡黄色 の液體	} 魚油・菜種油・桐 油等の主成分
リノレイン酸グリセリン エステル(リノレイン)	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COO})_3$	//	

油脂の中、常温で固體をなすものを**脂肪**といひ、液體をなすものを**油**といふので、その違ひは上記のグリセリンエステルの混合の割合如何による。

脂肪油は栄養品として必要なばかりでなく、石鹼・蠟燭・グリセリン等の重要な製造原料である。

植物油 植物油には空氣中の酸素を吸収して乾涸するもの(**乾性油**)としないもの(**不乾性油**)とある。



油の搾取
Aに蒸した種子を入れ水壓機で壓縮する。

油名	成分	用途
乾性油……亞麻仁油 ¹⁾ ・桐油 ²⁾ ・荳油	主としてオレイン及びリノレイン	油繪具・ペンキ・印刷用インキ・油紙。
不乾性油……オリーブ油・菜種油・ヒマシ油・椿油・落花生油	主としてオレイン	食料・燃料・石鹼減摩劑・毛髪用油。

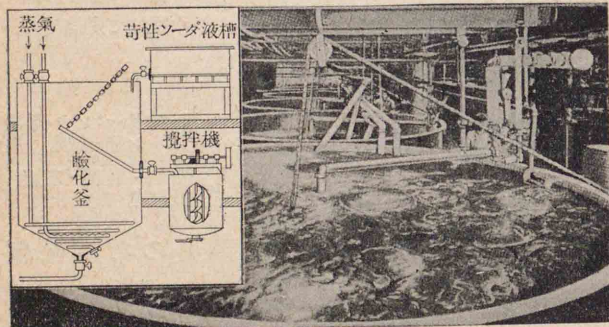
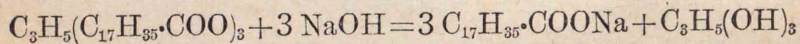
脂油の硬化 融點の低い魚油、その他惡臭のある廉價な不飽和脂肪酸のグリセリンエステルに粉末状のニッケルを觸媒とし、水素を作用せしめると融點の高い臭氣のない飽和脂肪酸のグリセリンエステルになる。

1) ボイル油は亞麻仁油を酸化鉛、二酸化マンガンなどと煮てその乾涸性を増したもので、顔料と煉つてペンキとし、コルク粉及び顔料と混和して強い織布に施し、敷物用リノリウムを造りなどする。

之を**油脂の硬化**といひ、工業上重要である。

蠟 一價のアルコールと脂肪酸とのエステルを蠟といひ、白色又は黄色半透明の固體で鯨蠟(主成分、パルミチン酸セチル $C_{15}H_{31}COO \cdot C_{16}H_{33}$)、蜜蠟(主成分、パルミチン酸ミリシル $C_{15}H_{31}COO \cdot C_{30}H_{61}$)等はその例である。日本蠟燭の原料にする**木蠟**(主成分、 $(C_{15}H_{31}COO)_3C_3H_5$)は、**黄蘗**や漆樹の果實から製し、その成分は脂肪である。

3. 石鹼 油脂類を苛性アルカリの溶液と共に長時間煮沸すれば脂肪酸のアルカリ塩とグリセリンとの混合物を生ずる。



鹼化釜

一般に脂肪酸のアルカリ塩を**石鹼**といふ。石鹼を生ずる反応の

やうにエステルを分解して酸又はその塩とアルコールとに變ずることを**鹼化**といふ。

石鹼の清淨作用は大部分物理的で、その粘稠な

液が多量の泡を生じ、附着せる塵芥などを吸着して除去するのが主な作用であるが、加水分解により生ずる微量のアルカリが垢を乳状化して除去し易くする作用もある。

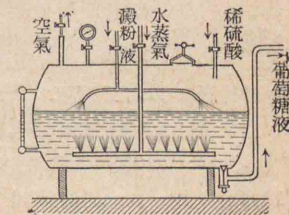
問 2. 脂肪酸、脂肪及び石鹼の間に化學上如何なる關係があるか。

問 3. 石油と脂肪との主成分の差異を述べよ。

第5章 炭水化物

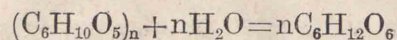
1. 炭水化物 植物界に存在する澱粉・糖類・纖維素等は皆炭素・水素及び酸素から成りその水素と酸素との割合が恰かも水の組成に相當し、一般式 $C_m(H_2O)_n$ で表はされるので、これ等を總稱して**炭水化物**或は**含水炭素**といふ。

2. 葡萄糖・果糖 $C_6H_{12}O_6$ 葡萄糖とその異性體の果糖とは葡萄・柿などのやうな甘い果物及び蜂蜜等の主成分である。これ等は工業的には澱粉に稀硫酸を加へて煮沸して製する。

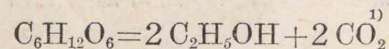


葡萄糖の製法

1) 稀硫酸中の H^+ が觸媒となつて澱粉を加水分解する。



葡萄糖は水に溶け易い白色の結晶で、甘味は蔗糖に及ばない。菓子、酒類の調合、蜂蜜の模造等に用ひられる。酵母の作用によつて酒精醸酵をなす。



果糖は結晶し難い糖類で、糖尿病患者の甘味料として用ひられる。²⁾

実験 70. 葡萄糖の溶液 5cc を他の試験管に取り、之にフェーリング液の同體積を加へて煮沸せよ。



葡萄糖の検出³⁾

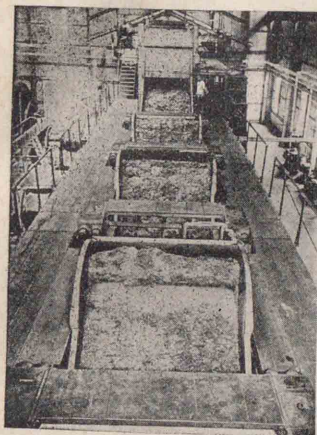
フェーリング液を還元して酸化第一銅の赤色沈澱を生ずる。蔗糖の轉化(156頁参照)、澱粉の糖化を酸によつて行つた時には先づ酸を中和して後フェーリング液を用ひなくてはならぬ。

3. 蔗糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 及びその異性體 蔗糖は又砂糖ともいひ、日常調味料・食品貯藏用等として多量に消費せられる。甘蔗(15~20%)及び甜菜(約16%)から造る。

甘蔗・甜菜の液汁に石灰乳を加へて煮沸し蛋白質を凝

- 1) 葡萄酒はこの化學變化によつて出来る。
- 2) 糖尿病患者の尿中にある葡萄糖の検出に醫者はフェーリング液よりも一層鋭敏なニールンデル試薬を用ふ。その調合法は次硝酸蒼鉛 1.0, 酒石酸カリソーダ 2.0, 10% 苛性ソーダ水溶液 50.0 の重量割合である。
- 3) 14g の膽礬を 200cc の水に溶解し、又 23g の苛性ソーダと 70g のロッシュル塩とを 200cc の水に溶解し、この兩溶液を混合するとフェーリング液が出来る。この液の中では銅はなほ第二銅として存在するが、還元せられると第一銅化合物となる。葡萄糖の量に應じ、黄色或は赤色の沈澱を生ずる。

固せしめ、有機酸をカルシウム塩として沈澱し、更に炭酸ガス



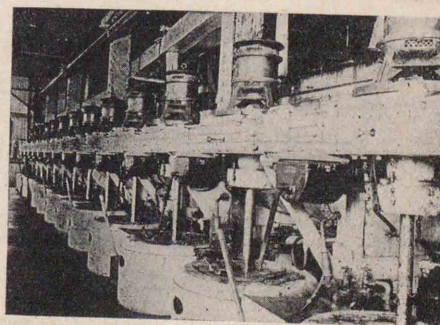
壓搾機

甘蔗を裁断機及び細裂機で細片とし壓搾機三臺を通じて汁を搾り出し、更に水を灌いで後、最後の糖分を搾り取る。

次に白砂糖を製するには粗糖を再び溶かし獸炭層を通して脱色し、真空結

晶罐で蒸發再結晶させる。この際、急に冷却すると三盆白となり徐々に冷却すると結晶の大きな「ざらめ」

になる。



遠心分蜜機

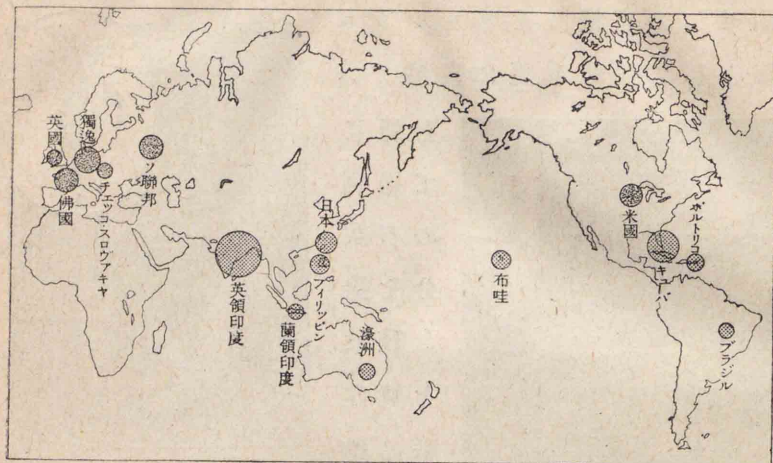
- 1) 母液を糖蜜といふ。糖蜜の中にはなほ少量の砂糖を含むからアルコール製造の原料となる。



甘蔗(圓内は甜菜)

を通じ
て過剰
の石灰
分を除
き残液
を真空
結晶罐
で煮詰

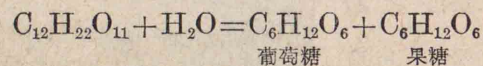
めて結晶させると赤褐色の粗糖が出来る。之を遠心分蜜器¹⁾で結晶と母液とに分離する。



世界砂糖産出圖(昭和9年)
世界總産額 2600萬噸
■は蔗糖
■は甜菜糖

蔗糖は水に¹⁾溶け易い無色の結晶で甘味強く、熱すると160°Cで熔融して無色の粘液になり高温では分解して暗褐色の²⁾カラメルを生じ、更に強熱すると全く分解して炭素を残す。

蔗糖の水溶液を稀硫酸と共に温めると加水分解を起して³⁾葡萄糖と果糖を生ずる。



この變化を轉化生じた糖類を轉化糖といふ。

實驗 71. 「ざらめ」5g位を水20cc位に溶解して、A、Bに2分せよ。Aにフェーリング液の數滴を加へ、加熱してその

- 1) 單舍利別は砂糖の濃厚な水溶液である。
- 2) 醤油・人造酢などの着色に用ひられる。
- 3) 胃液には塩酸が含まれてゐるから砂糖の消化も之と同じである。

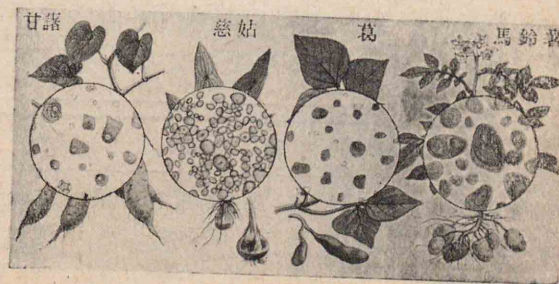
變化の有無を検せよ。又Bに塩酸の數滴を加へて數分間熱し、之に苛性ソーダ溶液を加へてアルカリ性となし、更にフェーリング液を加へて加熱し、赤色の酸化第一銅の生ずるのを見よ。

麥芽糖 $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$ は澱粉溶液が麥芽の作用を受けて生ずる。飴の中に多量に含まれ、甘味強い。酸を加へて加水分解すれば葡萄糖のみとなる點が蔗糖と異なる。

乳糖 $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$ は白色の硬い結晶で、人乳・牛乳等に含まれ、甘味は弱い。牛乳の酸敗は乳酸菌の作用により、このものが醗酵を起して乳酸 $CH_3 \cdot CH(OH)COOH$ となるためである。

4. 澱粉 ($C_6H_{10}O_5$)_n 澱粉は穀類(米・麥)・球根(甘藷・葛)・地下莖(馬鈴薯・慈姑)等の中に多量に含まれ、種類により大小形狀を異にする白色の粉末である。冷水に

は溶けないが水と共に熱すればその皮膜が破れて糊となる。



種々の澱粉の顯微鏡寫眞(約100倍)

澱粉溶液に酵素¹⁾(ヂアスターゼ)や酸を作用させると麦芽糖を生ずる。又この冷溶液に稀薄な沃度溶液を加へると青變し熱すれば消え、冷せば再び現はれる。この反應は極めて鋭敏であるから澱粉及び沃素の檢出に利用せられる。

糊精(デキストリン) $(C_6H_{10}O_5)_n$ は澱粉を糖化する途中に生ずるもので、餅や水飴等に含まれて粘性を與へるものである。澱粉を高温度に熱するか稀酸で濕して熱すると得られる。黄色の粉末で冷水に溶けて粘稠な液となる。切手封筒用の糊に用ひる。

實驗 72. 澱粉溶液を2箇の試験管に分け、第一に沃素の溶液1滴を加へよ。色の變化はどうか。次に試験管を熱すればどうか。

第二の試験管に稀硫酸 2cc を加へ、之を温湯の中に入れて熱せよ。澱粉溶液は如何に變ずるか。色はどうか。その少量を他の試験管に分ち取り、沃素溶液1滴を加へよ。如何なる色を呈するか。澱粉の呈色と異なるか。

酵 素	所 在	作 用
ヂアスターゼ	麴菌・麦芽等	澱粉 → 糊精 + 麦芽糖
マルターゼ	麴菌・麦芽等	麦芽糖 → 葡萄糖
インベルターゼ	酵母菌	蔗糖 → 葡萄糖 + 果糖
チマーゼ	酵母菌	葡萄糖 → 酒精

之は澱粉の軽度の加水分解によつて糊精を生じたのである。

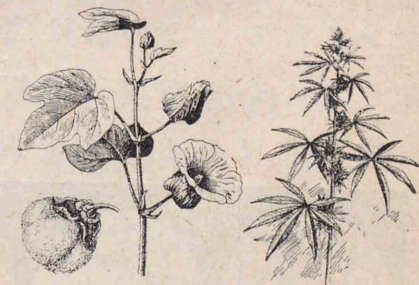
残りの溶液を有する試験管を5分間熱して沸騰に至らしめ、冷した後その少量を他の試験管に分ち取り、沃素の溶液を加へよ。呈色するか。

大部分の溶液に炭酸石灰の粉末を加へて酸を中和し(試験紙で見て)、沈澱を濾し去り、濾液を嘗めて味を試みよ。甘いか。

之は澱粉の完全な加水分解によつて葡萄糖を生じたのである。

5. 纖維素(セルローズ) $(C_6H_{10}O_5)_n$ セルローズ

は植物の細胞膜の主成分をなし、精製した綿・麻等は殆ど純粹なセルローズである。多くの溶媒には溶けないが濃硫酸に溶け、

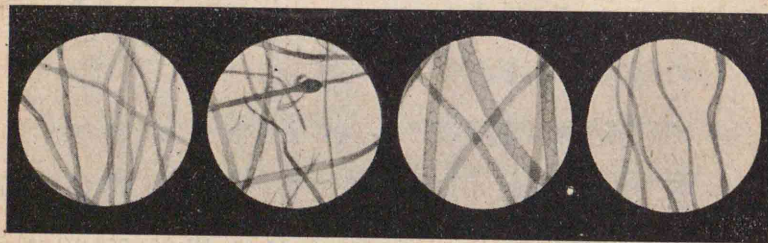


わた(左) あさ(右)

之を薄めて熱すると糊精を経て葡萄糖となる。従つて鋸屑古紙も葡萄糖となり、更にアルコールともなり得る。セルローズは紙・人造絹糸・爆發藥等の製造に用ひられる。

ニトロセルローズ(硝酸セルローズ) $[C_{12}H_{18}O_8(NO_3)_2]$ より $C_{12}H_{14}O_4(NO_3)_6$ の組成を有するは濃硝酸と

濃硫酸(脱水劑)との混合物で、セルローズを處理する時に出来る硝酸エステルである。酸の濃さ浸漬の時間・温度等によつて種々の硝化度のものが出来る。6硝化纖維素は**火綿**といひ、單に點火すればよく燃えて煙も灰も出来ないが、打撃又は急に熱すると烈しく爆發する。火綿にニトログリセリンを加へ、アセトンとワセリンで練り固めたものを**無煙火薬**といふ。又4及び5硝化纖維素は**コロチオン綿**といひ、アルコールとエーテルとの混合液に溶けて**コロチオン**となる。この液は速かに乾燥して透明な膜となるから寫眞の濕板¹⁾の感光膜に用ひ傷創に塗布し、又セルロイド製造の原料となる。



纖維の形狀(約30倍)
(左からアメリカ綿、漂白した麻、羊毛、絹絲)

動物性纖維と植物性纖維とは次の實驗によつて識別される。

1) 印刷用圖版の製版などに用ひる寫眞感光板である。

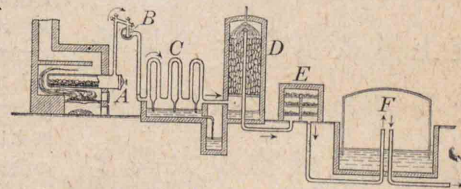
- 實驗 73.** (1) 木綿絲と毛絲とを燒いて臭ひ及び燃焼の狀態を比較せよ。
 (2) 木綿絲と毛絲とを試験管に入れ、之に苛性ソーダ液を加へて煮よ。何れが溶けるか。
 (3) 木綿絲と毛絲とを稀硫酸につけて火で乾かして揉め。何れがポロポロとなるか。
 (4) 白木綿と白毛絲とに硝酸を加へて煮よ。何れに如何なる色の變化があるか。
 (5) 同様にピクリン酸の溶液を加へて煮よ。後取り出して水洗せよ。色の變化如何。

問 澱粉から順次に葡萄糖・酒精・醋酸を生ずる變化を詳記せよ。

第6章 コールタールから得られる有用物質

1. 石炭乾溜・コールタール分溜 石炭の乾溜

溜はコークスを主目的とするかガスを主目的とするかによつて原料や装置を異にするが、大體次表のやうなものを生ずる。



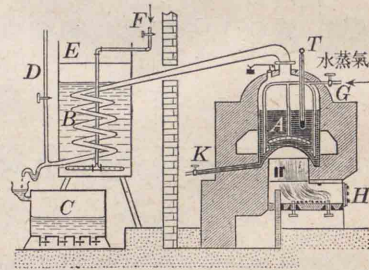
石炭の乾溜

- A: レトルト B: 水管
 C: 冷却管 下に溜つてゐるのはコールタール
 D: 洗淨器 (水でコールタール分を除く)
 E: 清淨器 (酸化鉄により硫黄分を除く)
 F: ガス溜

石炭乾溜生成物の表

生成物	主成分	用途
氣體	石炭ガス	水素・メタン 燃料・燈用
液體	アムモニア液	アムモニア 硫安肥料
	コールタール	ベンゼン・石炭酸・ナフタリン・ アントラセン等 次節以下参照
固體	コークス	炭素 燃料・冶金
	ガス炭 ¹⁾	炭素 電極製造

その中、特に現今化学工業上重要なものはコールタールである。悪臭ある粘稠な物質で嘗ては単に防銹及び防腐塗料とする外に用途なく、その處置に困つた時代もあつたが、今ではこの物を分溜して化学工業上重要な種々の原料を得てゐる。次にそれ等分溜生成物の大要を表示する。



コールタールの分溜罐

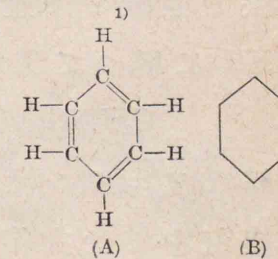
コールタールは鉄製のレトルト A 内で熱せられ、溜出物は冷却蛇管 B で凝縮されて、受器 C に集る。T は寒暖計である。水槽 E には初めは F から冷水を通じ、後高沸點の溜出物を溜出するやうになれば温湯を通ずる。液化しないガスは D から出る。蒸溜の後には G から水蒸氣を送つて、ピッチの焦げつきのを防ぐ。

1) ガス炭(ガスカーボン)はレトルトの内部に附着する金屬光澤を有する硬質の炭素である。又石炭ガスの副産物の内アムモニアは石炭のまま燃料とすれば全く無意味に失はるべき有用物質である。

コールタール分溜生成物の表

温度	名稱	主成分・性質・用途
170°C 以下	輕油	ベンゼン C_6H_6.....次節参照 トルエン $C_6H_5 \cdot CH_3$...ベンゼンによく似てゐる。染料の原料とする。
170°-230°C	中油	石炭酸 C_6H_5OH.....165頁参照 ナフタリン $C_{10}H_8$.....無色板狀の結晶、特臭あり、殺菌力強く、標本衣類の防腐、防蟲劑とする。青藍その他の染料の原料とする。
230°-270°C	重油	クレゾール $C_6H_4(OH)CH_3$...防腐劑その他種々の物質を含む。
270°C 以上	アントラセン油	アントラセン $C_{14}H_{10}$.....無色板狀の結晶、アリザリンその他の染料の原料
殘渣	ピッチ	黒塊で、假漆、煉炭等の製造に使用


2. ベンゼン C_6H_6 ベンゼンは輕油の主成分をなし、80°C の沸點を有する無色の特臭ある流動し易い液體である。甚だ引火し易く煤煙は多いがよく燃えるから、揮發油に混じて自動車

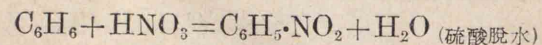


1) 前章既に述べた有機化合物、即ち脂肪屬化合物は、それを構成する炭素原子が開鎖状になつて互に連結してゐるが、ベンゼンでは (A) 圖のやうに六箇の炭素原子が環状に連結してゐるものと考へられてゐる。之を簡単に表はすには (B) 圖を以てする。この結合は安定であるが、その水素原子は他の原子又は基と置換せられて所謂ベンゼン誘導體を造る。ベンゼン誘導體には芳香體が多いから之を芳香屬化合物と總稱する。


等の燃料とする。脂肪・樹脂等をよく溶かすから重要な溶媒で、汚點抜き等にも用ひられる。

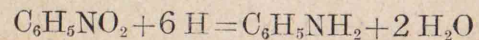
その他種々な工業品・醫藥等の重要原料である。

3. ニトロベンゼン $C_6H_5 \cdot NO_2$ () ベンゼンを濃硝酸と濃硫酸(脱水劑)との混合物で適當地に處理するとその水素1原子が**ニトロ基** NO_2 で置換されて**ニトロベンゼン**となる。



淡黄色・油狀の芳香ある液體で、劣等の石鹼などの香料に用ひることもあるが、主にアニリン製造の原料とする。

4. アニリン $C_6H_5 \cdot NH_2$ () ニトロベンゼンを鉄と塩酸とで還元するとニトロ基が**アミド基**¹⁾ NH_2 に變つて**アニリン**となる。




純粹なアニリンは重い無色・油狀の液體であるが、空氣中では次第に赤褐色に變ずる。水には溶けないがアミド基を有するから弱塩基として酸と化合し水に可溶性の塩を生ずる。**塩酸アニリン** $C_6H_5NH_2 \cdot HCl$ はこの例で、直接木綿の黒

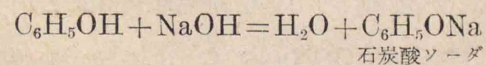
1) アミノ基ともいふ。

染に用ひ又アニリン染料の原料となる。

問 ベンゼンからアニリンを得る方法及びその際の變化の化學方程式を示せ。

5. 石炭酸(フェノール) C_6H_5OH () ベンゼンの誘導體で水酸基を有するものを**フェノール**類といひ、その代表的なものが**石炭酸**である。

石炭酸は中油から得られる特臭ある無色針狀の結晶體で、空氣中では次第に淡紅色を呈する。水には僅かに溶け、その水酸基中の水素原子のため弱い酸性を呈し、アルカリと反應して塩を生ずるから酸の名がある。



強い殺菌力があるから防腐・消毒に使用するが濃い液は皮膚を侵す。

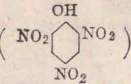
ピクリン酸・サリチル酸・ベークライト²⁾、その他染料製造の原料となる。

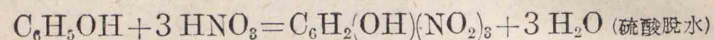


ベークライト製品の例

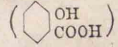
1) 消毒用としては50倍の水溶液を用ひる。

2) 米人ベークランド氏の發明せる物で、フォルマリンと石炭酸との化合によつて生ずる。琥珀に似た物質で磨けば美しい光澤を現はすから種々の工業品を作り、電氣の絶緣體としても廣く用ひられる。

6. **ピクリン酸** $C_6H_2(OH)(NO_2)_3$  石炭酸を濃硝酸と濃硫酸(脱水劑)との混合液で処理すると**ピクリン酸**即ち**三ニトロ石炭酸**が出来る。



このものは黄色の結晶で、その水溶液は絹・羊毛等の動物性繊維を直接に黄色に染める。又非常に強い爆發性があるから爆發薬の原料となる。

7. **サリチル酸** $C_6H_4(OH)COOH$  石炭酸ソーダに高温・高圧の CO_2 を通ずるとサリチル酸ソーダ $C_6H_4(OH)COONa$ となり、それを塩酸で処理すると**サリチル酸**が得られる。無色針状の結晶で水には溶け難いが、アルコールにはよく溶けて皮膚病の薬となり、又強力な殺菌性を利用して糊などの防腐劑とする。

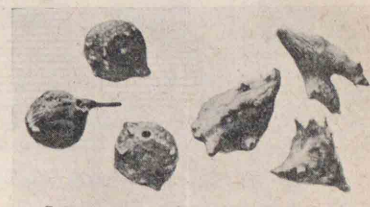
その誘導體で解熱劑として用ひられるものに
撒曹 $C_6H_4 \begin{matrix} OH \\ \swarrow \\ COONa \end{matrix}$ (サリチル酸ソーダ)及び**アスピリン** $C_6H_4 \begin{matrix} O-COCH_3 \\ \swarrow \\ COOH \end{matrix}$ (アセチルサリチル酸等がある。

1) トルエン $C_6H_5 \cdot CH_3$ に同様処理をして得られる三ニトロトルエンも同じ目的に用ひられる。

第 7 章 天然産各種有機化合物

1. タンニン(鞣酸) 没食子・五倍子・榭櫨等の

樹皮・茶の葉・柿澁等の澁味は主に**タンニン**を含むによる。之を稀硫酸と共に煮るとベンゼンの誘導體と見られる**没**



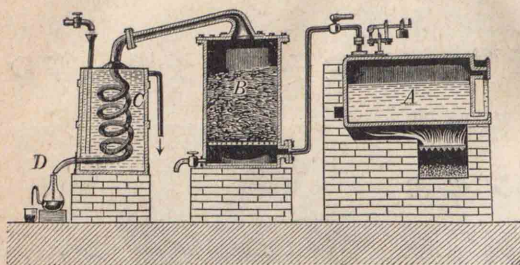
没食子(左) 五倍子(右)

食子酸 $C_6H_2(OH)_3COOH$ と葡萄糖 $C_6H_{12}O_6$ とになり、澁味を失ふ。

タンニンは淡黄色の軽い粉末で、水に溶けて澁味を呈する。膠質や蛋白質と不溶性の物質を作り、獸皮の防腐軟化の作用を有するから鞣皮術に用ひられる。又第二鉄塩と化合して暗青色の沈澱を生ずるから**黒色インキ**の製造原料とし、又種々の染料とも不溶性の化合物を生ずるから綿布染色の媒染劑として用ひられる。

- 1) 没食子酸はタンニンと共に没食子・茶の葉等に含まれ、熱すると CO_2 を出して無性没食子酸 $C_6H_3(OH)_3$ となる。之は還元性が強いので、寫眞の現像液に用ひられる。
- 2) **黒色インキ** タンニン又は没食子酸・硫酸第一鉄・石炭酸・アラビアゴム又はグリセリン及び染料等の混合水溶液である。之で文字を書くとタンニン又は没食子酸の第一鉄塩が次第に酸化して不溶性の第二鉄塩となり黒變するのである。

2. 精油・香油 植物の種子・花・葉根などを水



香油採取 (花の水蒸気蒸溜)
A: 水蒸気発生罐 B: 花 C: 冷却器
D: 香油受器(水と共に溜る)

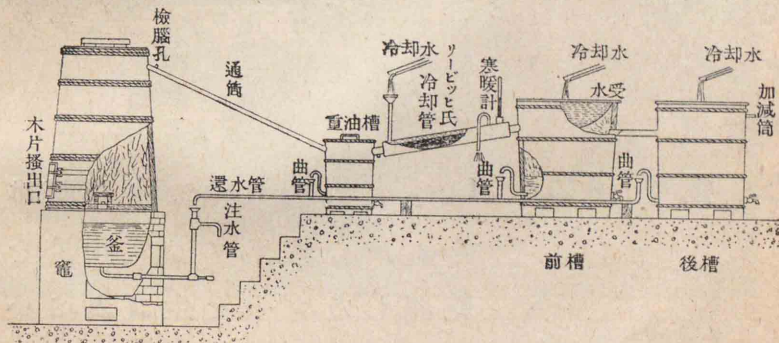
蒸気と共に蒸溜するとき得られる香氣ある揮発性の液體を精油といふ。その中芳香を有する

ものを香油といひ、アルコールに溶かして香水とし又石鹼化粧品・飲料等の香味料とする。例へば薔薇油・スミレ油・レモン油・薄荷油・桂皮油等はこの例である。近時これ等の香油の成分を合成し適當に混ぜて種々な人造香料がつけられるやうになつた。

3. テレピン油 テレピン油は $C_{10}H_{16}$ に相當する組成をもつテルペン類の種々の異性體の混合物である。松・杉等の針葉樹の幹に傷をつけて滲出する樹脂を取り、水蒸気蒸溜をして得られる。無色油狀の液體で特殊の香氣を有し、空氣に觸れると次第に酸素を吸収して帶黄色粘稠な液となり、遂に樹脂狀に固化する。樹脂・

硫黄・燐・脂肪等をよく溶解するからこれ等の溶媒とし、ペンキ・假漆等の塗料及び油繪具等の製造に用ひられる。

4. 樟腦 $C_{10}H_{16}O$ 樟腦は樟樹の根・幹・枝・葉等の細片を水蒸気と共に蒸溜するとき得られる白色の結晶體で揮發し易く芳香を有する。



製腦器の圖

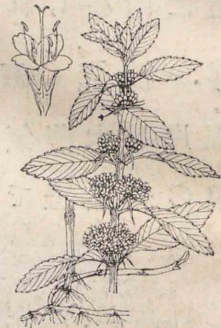
大釜の上に底に孔のある桶がある。その中に樟樹の削片を入れて水蒸気で蒸溜する。樟腦を含んだ水蒸気は上部の通筒を通り重油槽・リービッヒ氏冷却管を経て前槽に入る。その間冷却されて樟腦油の大部分は重油槽に一部は前槽に樟腦の大部分は結晶となつて前槽に析出する。更に餘分は後槽に於て殆ど完全に析出せられる。同時に液化した水分中にはかなり多量の樟腦油を含んでゐるが、曲管から還水管をへて釜にかへるやうになつてゐる。

驅蟲劑・防腐劑・香料等に用ひ、セルロイド製造の原料にする。水には溶解難いがアルコールにはよく溶ける。その溶液はカンフルチンキと

1) 天然樟腦は大半我が國産である。ドイツに於て廉價なテレピン油を原料として合成される人造樟腦の量は、現在では天産物よりも多い。

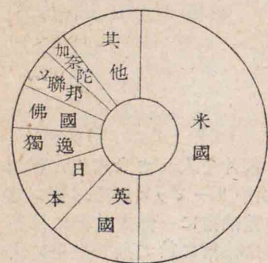
いひ、外用醫藥に用ひ、又消毒したオリーブ油に溶かしたものは注射用に供する。

5. 薄荷腦 $C_{10}H_{20}O$ 薄荷草を水蒸氣と共に蒸溜して得られる薄荷油を冷すと、その一部は無色針狀に結晶する。之が薄荷腦で、清涼な味と香氣とを有するから香料及び醫藥(消毒劑、興奮劑)に用ひられる。



薄荷草

6. 彈性ゴム (C_5H_8)_n ゴム樹の幹に傷を付けてそれから滲出する乳狀液を乾涸したものを生ゴムといふ。純良なものは無色透明の彈性ある物質で、テレピン油・二硫化炭素などに溶ける。このゴム溶液は防水布等を作るに用ひるが、寒い時には



世界(生)ゴム消費額(昭和9年)
世界總消費額 92.6萬噸

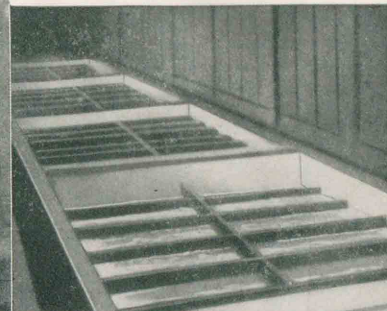
脆くなり、暑くなれば軟くなつて使用し難い。それで 6% 前後の硫黃を混和してその缺點を補ふ。之を和硫ゴムといひ、膜・管その他日常使

1) メンソレータム及び類似品はこれを主成分とする。

ゴムノキと生ゴム



ゴムノキの切付

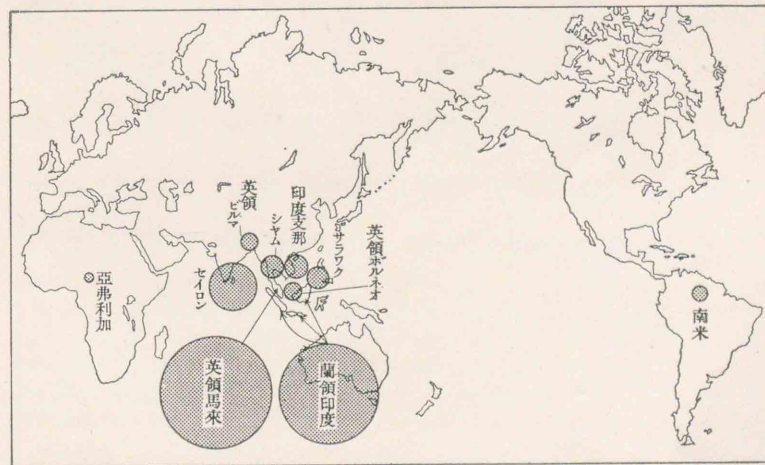
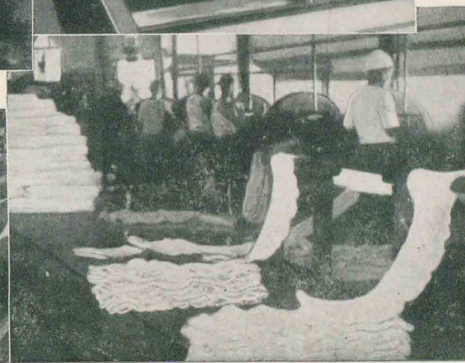


凝固タンク

ローラー掛け ↓

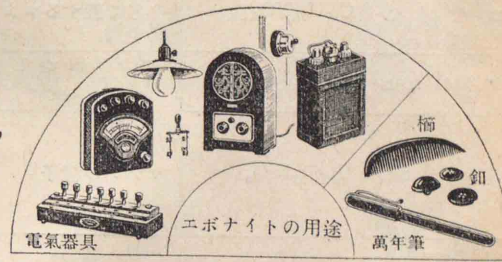


ゴムノキの花



世界(生)ゴム産地分布圖(昭和9年)
世界總産額 103.1萬噸

用する各種のゴム製品とする。尙使用の目的に応じて各種の混和物・顔料等を加へる。更に硫黄の含有量を増して30%内外にすれば**エポナイト**となる。黒くて硬く、電氣の絶縁體で電氣器具に用ひ、又磨けば美しい光澤を現はすので、櫛・釘・万年筆の軸等に用ひられる。



7. アルカロイド 別圖に示すやうな植物の根・葉・果實等には劇烈な生理作用を呈する有機化合物が含まれてゐる。これ等を**アルカロイド**と稱する。何れも窒素を含む複雑な化合物で塩基性を有するから**植物性塩基**ともいひ、酸と化合して結晶性の塩を造くる。薬劑として貴重なものが多い。次に主要なものを示す。

主要アルカロイド			
名稱	分子式	所在植物	生理作用(附性質)
ニコチン	$C_{10}H_{14}N_2$	煙草の葉	特殊の臭氣を有する無色油狀・揮發性の液體で空氣中では褐色に變ずる。その數滴によつて人命を絶つ劇毒物である。

キ ニ ン (キ ニ ー ネ)	$C_{20}H_{24}N_2O_2 \cdot 3H_2O$	印度・セイロン・南 米産のキナ樹の皮。	塩酸塩又は硫酸塩として 解熱劑特にマラリヤの特 効藥である。強壯劑とし ても用ひられる。
モ ル フ ィ ン (モ ル ビ ネ)	$C_{17}H_{19}NO_5 \cdot H_2O$	未熟の罌粟の果皮 を傷けて出る滲出 液の乾いたもの即 ち阿片の中に約10 %含まれる。	塩酸塩として鎮痛劑・催 眠劑に用ひる。
コ カ イ ン	$C_{17}H_{21}NO_4$	ジャバ・ブラジル などに産するコカ 樹の葉。	塩酸塩として外科手術に 局部麻酔に用ひる。
ア ト ロ ピ ン	$C_{17}H_{25}NO_3$	「いぬほぼづき」 はしりどころ 莖 蓉の根。	硫酸塩として眼科手術に 瞳孔擴大用に用ひる。
ス ト リ キ ニ ン	$C_{21}H_{29}N_3O_2$	マチンの種子	猛烈な毒物である。土人 が毒矢などに用ひたもの である。無色の結晶で極 微量は硝酸塩にして健胃 劑等に用ひられる。
カ フ ェ イ ン (テ イ ン 素)	$C_8H_{10}N_4O_2 \cdot H_2O$	茶葉・コーヒー豆。	絹絲光澤のある針狀結晶 で少しく苦味を有し興奮 作用がある。

問 1. アルカロイドといふのは類アルカリの意である。

アルカリとこの類との間にどんな関係があるか。

問 2. 解熱劑の主なるものを挙げよ。

8. 蛋白質 蛋白質は動物體の筋肉・血液等の
主成分をなしてゐるので、食物として必要缺く
べからざるものである。植物
によつて合成せられてその體
中、成育の盛な部分殊に種子中
に多く含まれる。蛋白質の分子
は甚だ大きく、分子式は未だ
明かでない。

蛋白質の組成	
炭 素	52—54%
水 素	6—8%
酸 素	20—23%
窒 素	16—18%
硫 素	0.8—2.4%
磷	0—0.8%

主要アルカロイド含有植物



その種類が多く組成も多少異なつてゐるが大體前頁に示すやうな成分と組成とを有する。酵素を作用させるか又は稀薄な無機酸と共に熱すれば加水分解を起し蛋白質の種類により種々な**アミノ酸**を生ずる。次に主要な蛋白質を擧げる。

(1) **アルブミン(卵蛋白)** 動物の血液・筋肉その他種々な器官及び植物體殊に種子に含まれてゐる蛋白質で、卵白はその殆ど純粹な水溶液である。

(2) **カゼイン(乾酪素)** 哺乳動物の乳汁中にあつた蛋白質で、酵素或は酸によつて凝結する。酵素によつて凝結させ、之に食塩その他の香味料を加へたものを**乾酪**^{チーズ}といひ、食料に供し、酸によつて凝結したものは接合劑・塗料・**ラクトロイド**¹⁾等の原料となる。牛乳の腐敗するとき凝固物の生ずるのは乳糖が乳酸になりカゼインを凝固させるからである。

1) 人造角質、或はカゼイン變質である。カゼインを水で處理し、次にホルマリンを加へて加熱及び壓搾すると、90°—100°では柔軟であるが、冷却すると固さを増加して人造角質となる。不透明で天然色はクリーム色を呈する。絶縁體として最も適する。裝飾品その他にも用途が極めて廣い。

(3) **ゼラチン** 動物の皮膚・軟骨・腱等を水で煮つめて冷却すると膠が得られる。ゼラチンは膠を精製したものである。蛋白質の一種と見るべきものであるが、栄養價は少く、熱又は酸によつて凝固しない。

ゼラチンは食用・接合劑となし、又寫眞の乾板を作る等に用ひられる。

(4) **レグミン(莖素)** カゼインに類似した蛋白質で、豆類殊に大豆に多く含まれ(40%)、従つて豆腐・納豆・味噌等の中にも含まれてゐる。豆腐は大豆を磨り潰して得た搾り汁に苦汁を加へてレグミンを凝固させて造る。

(5) **グルテン(麩素)** 小麥の中に約 10% 位含まれてゐるので、小麥粉を布に包んで水中で揉み、微粒の澱粉や可溶性のアルブミンを除くと粘性のある黄色物質となつて残る。グルテンに糯米粉及び小麥粉を混和して焼いて麩を作る。調味料として重要される味の素はこのグルテンを塩酸で適當に處理し、分解して生ずるグルタミン酸のナトリウム塩である。

蛋白質は次の實驗で見るとやうな特殊な反應を

呈する。

實驗 74. (1) 卵白溶液の約 3cc を試験管に取り、徐に温めよ。その變化はどうか。

(2) 卵白溶液の約 3cc を試験管に取り、之に濃硝酸 2—3 滴を加へよ。沈澱を生ずるであらう。それを温め色の變化を見よ。(キサントプロテイン反應)

次に冷えた後苛性ソーダ溶液を加へてアルカリ性となし、色の變化を見よ。

(3) 卵白溶液の約 3cc に苛性ソーダ溶液約 1cc を加へて少しく温め、次に極めて稀い硫酸銅溶液の 3 滴を加へ、その色の變化を見よ。(ビュレット反應)

(4) 卵白溶液に昇汞水を加へよ。如何に變化するか。

(5) 卵白溶液に少量のアルコールを加へよ。又番茶を煮出した溶液を加へよ。沈澱を生ずるか。

問 3. 卵をゆでて固まるのは何故か。

問 4. 昇汞中毒の際に卵の白身や牛乳を解毒劑に用ひる理由はどうか。

9. アミノ酸 有機酸のアルキル基 (C_nH_{2n+1}) とアミノ基 (NH_2) が置換した形の化合物をアミノ酸といふ。貝類・植物體中に少量に発見せられるグリシン¹⁾、動物體中に発見せられるアラニン²⁾、動物の汗中に存するセリン³⁾、アスパラガスの新芽中に多量に存するアスパラギン酸⁴⁾、發芽種

1) $CH_2(NH_2)COOH$

2) $CH(CH_3)(NH_2)COOH$

3) $CH_2(OH)CH(NH_2)COOH$

4) $COOH \cdot CH_2 \cdot CH \cdot (NH_2) \cdot COOH$

子中に遊離状に存する¹⁾グルタミン酸、動物體蛋白質の分解物中に廣く發見せられるトリプトファン²⁾その他である。

このものはCOOHとNH₂を分子内に共有するため酸塩基兩性の物質である。一般には甘味のある結晶性物質で水には溶け、アルコール・エーテルには不溶である。

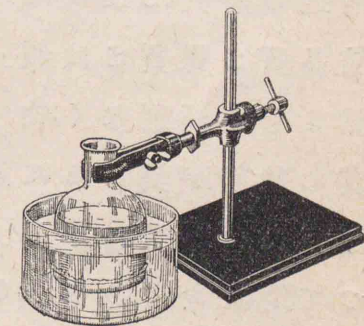
簡単なものは合成できる。また蛋白質を酸・アルカリ或は酵素を働かせて分解して生ぜしめることができる。しかし分解生成物は數種混合の場合が多く、その精製分離は困難である。消化器内で蛋白質は各種のアミノ酸に分解され、次に体内に吸収され、之が再び様々に蛋白質を構成するらしく、アミノ酸と蛋白質との間には深い關係がある。それで蛋白質は諸種多數のアミノ酸の結合によつて構成されることを考へてよい。この見地から蛋白質を合成することも考へられるが、之は今後の研究に俟つより外はない。

1) COOH·CH₂·CH₂·CH·(NH₂)·COOH

2) $\begin{array}{c} \text{C} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{NH}_2) \cdot \text{COOH} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}_6\text{H}_4 \quad \text{CH} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{NH} \end{array}$

第8章 結晶質と膠質

1. 結晶質と膠質 食塩や蔗糖のやうな結晶し易い物質の溶液を半透膜¹⁾(硫酸紙又は膀胱膜)で包んで、蒸溜水中に浸して置くに、これ等イオン又は微細な分子状態にある食塩や蔗糖は膜を通つて蒸溜水中に出る。然るにゼラチンや澱粉のやうに結晶し難い²⁾物質は巨大な分子をなしてゐてその半透膜を通つて出て來ない。食塩・蔗糖のやうに結晶し易く、半透膜を通り抜けることの出来る物質を結晶質といひ、その溶液を真溶液といふ。又ゼラチン・澱粉・寒天・蛋白質等のやうに巨大な分子で結晶し難く、半透膜を通らない物質を膠質(コ



透析の實驗装置

ロイド)といひ、その溶液を膠質溶液(ゾル)といふ。上述の理を應用して膠質と結晶質とを分ける

- 1) 或物質中の一成分を通すが他の成分を通さないやうな膜。
- 2) 一般に分子が複雑になると整然たる配置をする事が困難となり結晶し難くなる。

方法を透析といふ。例へば澱粉の溶液と食塩水とを混じて膀胱膜を底に張つた器に入れ、蒸溜水を入れた外器の中に支へ、十數分間の後、沃素液と硝酸銀溶液とで外器の水を試験すると食塩は認められるが、澱粉は見出されない。

膠質溶液に暗室内で光をあてるに塵埃中を通る日光のやうに明瞭に光の通路がわかる。こ

のやうな現象をチン

ダル現象といひ眞溶

液には認められない。

最近の研究によれば

結晶質と膠質とは判

然とした區別なく、物

質の状態が異なるに過ぎないことがわかつた。

即ちただ溶質粒子の大小のみの差である。従

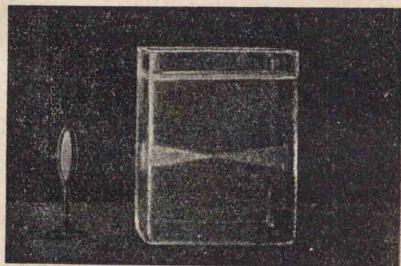
つて食塩・金・銀のやうな結晶質でもつくり方によつては膠質として得られ、ゼラチン・寒天のや

うな代表的な膠質でもつくり方によつては結

晶として得られるやうになつた。眞溶液中の

溶質の粒子(分子又はイオン)は非常に小で如何

なる顯微鏡によつても之を認めることが出来



澱粉液に通した日光の分散を示す

ないが、金の膠質溶液中の金の粒子は通常のイオンや分子に較べれば遙かに大きいから限外顯微鏡¹⁾にかけるに認めることが出来る。

ゼラチン・寒天等の膠質溶液は冷へるとゼリー状に固まる。又卵白は之を熱すると固まる。

これ等の現象を凝結といひ、その生じたものを凝膠(ゲル)といふ。

實驗 75. 膠化劑。 試験管に硝酸銀溶液の數滴を取り、食塩水を加へて強く振れ。如何なる沈澱を生ずるか。次に硝酸銀溶液の數滴にゼラチン溶液(3%)の同容を加へ、後食塩水を加へて振れ。沈澱を生ずるか。この場合にゼラチンは塩化銀を自己と同じく膠質に保つ作用をするから、之を膠化劑といふ。

第9章 食物

1. 榮養素 吾人が健康を保持するために日常食物として攝取すべきものは炭水化物・脂肪・蛋白質・無機塩類・水等であるが、その中塩類は食塩・カルシウム塩・鉄塩等が主で、あまり多くを必

1) 限外顯微鏡。高倍率の普通の顯微鏡で見られない微粒子を特殊の照明装置によりその存在を見分けるために用ひる顯微鏡で、その原理はチンダル現象の理を應用したものである。普通顯微鏡の最高倍率で見得る微粒子の千分の一程度の粒子(直徑 10^{-5} — 10^{-6} cm)の存在まで認めることが出来る。

要とせず、水は得易いから特に炭水化物・脂肪・蛋白質を食物の三要素といふ。これ等の攝取された栄養素が動物体内で受ける作用は甚だ複雑であるが、一般に脂肪と炭水化物とは体内に於て酸化されて炭酸ガス及び水となり、その際發生するエネルギーにより活動の原動力及び體温を供給し、蛋白質は身體の成長と老廢物の補充とを掌り、無機塩類は主に齒・骨骼を構成する。水は人體の $\frac{2}{3}$ を占め、体内の物質を運搬し、體温調節化學作用の助成等をなす。

2. 食物の栄養價 食物の栄養價はそれ等を空氣中で燃やす際に發生する熱量と消化率との相乗積で定められる。實驗の結果によれば蛋白質・炭水化物及び脂肪の發熱量は1瓦につき次のやうである。

蛋白質	4 瓦カロリー
炭水化物	4 瓦カロリー
脂肪	9 瓦カロリー

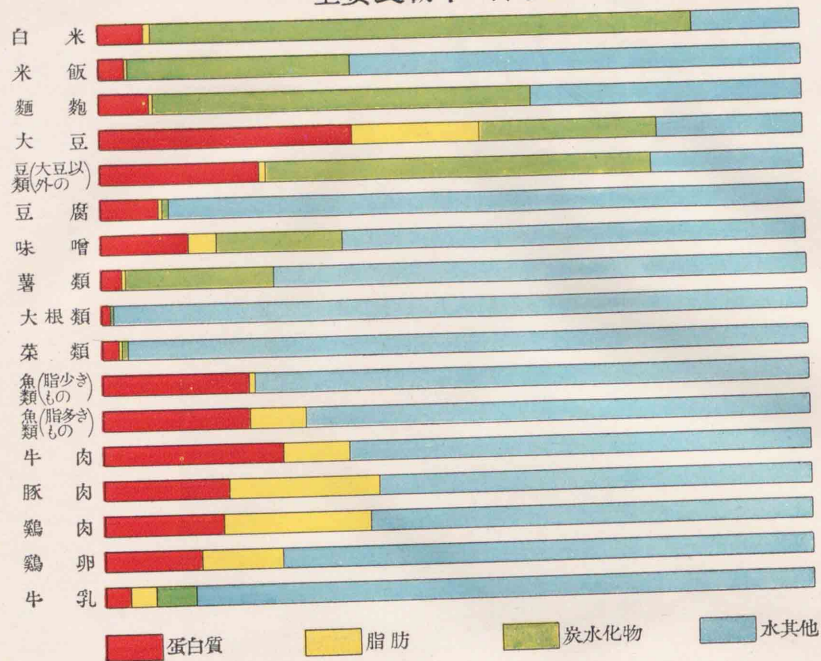
依つて食物の栄養素の組成を知れば、その全カロリー數が算出せられるから、之に消化率を乗ずれば全栄養價を求めることが出来る。



鈴木梅太郎博士
(1874—)

鈴木梅太郎 明治七年四月静岡縣の農家の二男として産れた。十四歳の時志を立てて東京に出て、林包明の英學館、中村彌六の東京農林學校豫備校等に學び、後東京帝大農科に學び、更に大學院に入り桑萎縮病を研究し、明治三十四年農學博士となつた。二十七歳の時ドイツに留學し、碩學エミール・フィッシャーの下に研究を積んだ。歐洲に於て日本人の體格の如何にも貧弱な事を痛感し、歸朝後は日本國民の體位の向上を圖り、營養學を究め、以て國家に報ひんと堅い決心をするに至つた。そして幾多の艱難に打勝ち、遂に明治四十二年ウイタミンBを發見し、國民を不幸な脚氣の苦しみから救ふ事に成功した。ついでビタミンA, C, D, Eに關する研究を初め、營養化學に關する業績が多い。現に東京帝國大學名譽教授、帝國學士院會員、滿洲國大陸科學院初代院長、理化學研究所研究員である。

主要食物中の栄養素



ビタミンの結晶



保健食量 吾人が健康を保つために攝取すべき栄養素を含む食物の一日の量を保健食量といふ。各人の體質・職業・年齢・性別・環境などによつて一定しないが、各種の方面からの調査によると中等程度の労働をなす成年男子(平均体重50kg)の保健食料は蛋白質を70-80瓦含み、総貯カロリー2400を生ずる食物を要し、劇しい労働をなすものは蛋白質は同量でよいが、他はこの1.5倍を要する。

問 一日の蛋白質96g・炭水化物450g・脂肪20g程度の食物を用ひると、栄養價何程か。又この人の体重を56kgとすれば1日幾何の熱量を生じ得る食量を要するか。

3. ビタミン 動物の健康維持には蛋白質・脂肪・炭水化物・無機成分の他、**ビタミン**が必要である。ビタミンの化学的組成構造は未だ明瞭でないものもあるが、之には次の数種類がある。

(1) **ビタミンA**(脂溶性) ^{チーズ}牛酪・バター・牛乳・卵黄・肝油等に含まれ、之を缺くと發育を停止し、夜盲症等を起す。

(2) **ビタミンB**(複合體)(B-Complex)(水溶性) 糠・酵母・野菜・果實等に含まれてゐる。Bは少なくとも二成分B₁(抗脚氣性ビタミンで熱により分解し易い)及びB₂

(發育促進物質で耐熱性)よりなる。この外にも B_3 , B_4 , B_6 等があるといはれてゐる。

(3) **ビタミンC** (水溶性) 新鮮な果實(殊にオレンジ・レモン)野菜等にあり、熱によつて分解する。之を缺くと壞血病に罹る。

(4) **ビタミンD** (脂溶性) 牛乳・肝油等にあり、之を缺くと佝僂病を起す。

(5) **ビタミンE** (脂溶性) 植物油・小麥や米の胚芽等に含まれ熱に安定で、之を缺くと不妊症を起す。

附 録

練習問題集

1. オゾンと過酸化水素とにつき、その類似してゐる性質を列挙せよ。
2. 空氣 56.25cc と水素 25.86cc とを混じて電火を通すると、後に如何なる氣體の何程を残す可きか。但し空氣は酸素 1 容と窒素 4 容とからなるものとして計算せよ。
3. 銅と塩素とから成る化合物が甲乙二種ある。その成分の割合は重量で次のやうである。

(甲)	銅	64.18	塩素	35.82
(乙)	"	47.25	"	52.75

 この結果を用ひて倍數比例の定律を證明せよ。
4. 分子量・瓦分子原子價とは何か。
5. 次の諸氣體の水素に對する比重を計算せよ。
 - (a) 酸素
 - (b) 水蒸氣
 - (c) 5% (體積) のオゾンを含む酸素
 - (d) 20% (體積) の炭酸ガスを含む一酸化炭素
6. HNO_3 , H_3PO_4 , P_2O_5 , NH_3 より N 及び P の原子價を見出せ。また一般に化合物中の元素の原子價を見出す基礎的方法を考へよ。
7. 原子番號とは如何。(三つの言ひ表はしをまとめよ。)
8. 次を説明せよ。
 - (a) 電子
 - (b) 電子はどこにあるか
 - (c) 陽子

(d) 原子核 (e) 原子價

9. 炭酸ガスと窒素との混合物から窒素を分ちとる方法を説明せよ。
10. 炭酸ガスと一酸化炭素との性質を比較せよ。
11. 次のものの塩化物の分子式を書け。
カリウム, ナトリウム, 銀, 銅, 水銀, 鉄, 亜鉛,
カルシウム, バリウム, マグネシウム, アルミニウム, アモニウム
12. 次のものの硫酸塩の分子式を書け。
K, Na, Ag, Cu, Fe, Zn, Pb, Ca, Ba, Mg, Al,
NH₄
13. 次のものの酸化物の分子式を書け。
Al, Ba, Ca, Na, Ag, K, Zn, Mg
14. 吸入呼出の空気の百分組成は次のやうであるといふ。

	窒素	酸素	無水炭酸	水分
吸入した空気	79.15	20.81	0.04	不定
呼出した空気	79.59	16.03	4.38	殆ど飽和

吸入した窒素はそのまま悉く呼出されるとして、呼吸の際に酸素の幾割が体内に残るか。

15. 炭素 40.00, 水素 6.67, 酸素 53.33 なる百分組成を有する化合物の實驗式を求めよ。又その分子量が 90 であるとすれば、その分子式は如何。
16. 次の化學方程式の係数を定めよ。

$$\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}$$

$$\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2$$
17. 標準狀況で 11.2 l を占める水素を燃焼させるに足る酸

素を製するには幾瓦の塩素酸カリを要するか。

18. 11.5g のナトリウムを用ひて水を分解すると、温度 27°, 氣壓 80 cm で幾 l の水素が得られるか。
19. こゝに白い塩類があつて、これはカリウムの塩化物か臭化物か若しくは沃化物であることが知られてゐる。その何れであるかを如何にして決定するか。
20. 標準狀況で 5 l を占める塩素を製するには、幾瓦の二酸化マンガンと 30% の塩化水素を含む塩酸の幾瓦とを要するか。
21. 硫化物・亜硫酸塩及び硫酸塩を如何にして容易く鑑別し得るか。
22. 觸媒とは如何なるものか。化學に於けるその重要な用途を述べよ。
23. 硫黄化合物五つを挙げその製法と用途を記せ。
24. 過磷酸石灰 10 kg の中には何程の磷を含んでゐるか。
25. 稀塩酸・稀硫酸・稀硝酸・稀磷酸を識別する方法を述べよ。
26. 窒素と磷とは共に週期表中、同屬の元素である。兩元素の化學上類似の點を指摘せよ。
27. 黄磷 15.5g を燃焼して 35.5g の無水磷酸を生じたとして、これから無水磷酸の化學式を求めよ。
28. 酸及び塩基の強弱について論ぜよ。
29. 食塩が水溶液中で電離してゐるものと考へられる理由を説明せよ。
30. 原子とイオンとの差別を明瞭に説け。
31. 次の物質を水に溶解するとき生ずる物質の名を記せ。
CO₂, NH₃, CaO, P₂O₅, SO₂
32. 次の諸物質がその水溶液中で出すイオンを示せ。
(a) 臭化カリ (b) 硝酸銀 (c) 硫酸亜鉛

33. 次の諸反応をイオン式で表はし、且説明せよ。
 (a) 炭酸ソーダと塩酸との作用。
 (b) 苛性ソーダで硫酸を中和する際の反応。
34. 次の諸物質の1モル溶液100cc中に含まれてゐるその量は各幾瓦か。
 (a) 硫酸 (b) 苛性ソーダ (c) 硝酸銅
35. Na_2CO_3 , NaOH , Na_2SO_4 , NaCl の順に變はる有様を化學方程式で示せ。
36. 次のやうな稀硫酸がある。
 (a) 1N溶液1l (b) $\frac{1}{2}$ N溶液50cc (c) $\frac{N}{6}$ 溶液25cc
 この中に含まれる硫酸の量を求めよ。
37. $\frac{N}{10}$ 塩酸 25cc は 21cc の炭酸ソーダ溶液を中和した。後者の濃度を正確に $\frac{N}{10}$ にするには、この溶液1lに對し何程の水を加へるべきか。
38. 次に答へよ。
 (a) 一塩基酸1モルを中和すべき一酸塩基のモル數
 (b) 二塩基酸1モルを中和すべき二酸塩基のモル數
 (c) 一酸塩基2モルを中和すべき一塩基酸のモル數
 (d) 一酸塩基2モルを中和すべき二塩基酸のモル數
 (e) 二塩基酸2モルを中和すべき三酸塩基のモル數
 (f) 中和が起る時には酸の塩基度とモル數及び塩基の酸度とモル數との間にはどんな關係があるか。
39. 65%の硫酸は比重1.5である。その濃度をモルと規定とを以て表はせ。
40. 窒素化合物1.32gを濃硫酸と共に熱して窒素の全部を硫酸アムモニウムに變じた上、それに強アルカリを加へ熱してアムモニアとして逐ひ出して之を50ccの1規定硫酸に吸収せしめた後、過剰の硫酸を0.5規定の苛性ソーダを以て

- 中和したのに70ccを要したといふ。その化合物中の窒素の含量を百分率で示せ。但し窒素の原子量を14とする。
41. 酸を加へても水素を生じない金屬は如何なる種類の金屬であるか。
42. 次の物質間に如何なる反應が行はれるかを述べ、それ等の事實からCu, Zn, Hg, Hのイオン化傾向の大小を決定せよ。
 (a) 亜鉛と稀硫酸との間。
 (b) 銅と稀硫酸との間。
 (c) 銅と昇汞水との間。
43. 塩化ナトリウム・炭酸ナトリウム・重炭酸ナトリウム及び生石灰の各が粉末状で與へられたとき、如何にすればそれ等を一々正しく指名することができるか。
44. 塩素酸カリの溶液に硝酸銀溶液を加へても何等の變化がないのに、塩素酸カリを充分に熱した後、その水溶液に硝酸銀溶液を加へると白色の沈澱を生ずる。その理由を説明せよ。
45. 銅50gを硫酸に溶解して何程の膽礬が得られるか、又この際生ずる無水亞硫酸の重量は何程か。
46. 次の場合に生ずる變化を説明せよ。
 (a) 硝酸を銅に注ぐ。
 (b) 沃化カリウムの水溶液に塩素を通ずる。
 (c) 塩化カルシウムの結晶を空氣中に曝して置く。
 (d) 炭酸ソーダの結晶を空氣中に曝して置く。
47. 次の式に於ける矢の方向に従ひ順次に各物質が生成せられる化學反應を記せ。
 (a) 銅-硫酸銅→銅。
 (b) 銅→硝酸銅→酸化銅→銅。

48. 銀と金との合金をその成分金属に分つ方法を説明せよ。
 49. 次記の物質へ濃硫酸を加へて熱したときに起る化学變化を化学方程式で示せ。

(a) 銅 (b) 食塩 (c) 硝石

50. 食塩水 10.00cc を取り、これに硝酸銀の溶液を十分に加へたところが、5.50g の塩化銀を沈澱した。この食塩水の濃さは何程か。
 51. 金属カルシウムから順次右方の化合物を経て再び金属カルシウムに還さうとする。如何にすればよいか。式を用ひてその方法を説明せよ。

カルシウム→消石灰→炭酸石灰→生石灰
 →塩化カルシウム→カルシウム

52. 石灰水に炭酸ガスを通すれば一旦白濁するも尙これを止めなければ逆に透明な液となる。次にこれを煮沸すれば白濁する。これ等の變化を説明し、且それを化学方程式で示せ。
 53. 或る塩化バリウムの溶液に、稀硫酸を十分に加へて硫酸バリウムの沈澱 9.32g を得たといふ。その溶液中には幾瓦の塩化バリウムが存在してゐたか。
 54. アルミニウムの用途を挙げ、且各用途がその如何なる性質に基づくものなるかを述べよ。
 55. テルミットの反應を例として酸化と還元との關係を説明せよ。
 56. 下の諸金属を空气中で強熱する時の現象及び化学變化を問ふ。
 金, 銀, 銅, 鉄, 錫, 鉛, 亜鉛, アルミニウム,
 マグネシウム
 57. 下記の諸物質の化学名、並びに分子式を問ふ。

鉛丹, 皓礬, 鉛白, 密陀僧, 亞鉛華

58. 白鐵 5.00g を酸化して酸化鉛(PbO)及び酸化第二錫(SnO₂)の混合物 5.80g を生じた。この白鐵の組成を求めよ。
 59. 複塩と錯塩との區別如何。
 60. 相等しい重さの鉄と硫化第一鉄とがある。これを夫々稀硫酸で處理したのに前者から發生したガスの重さは xg で、後者からは yg であつた。然らばそれ等のガスの同一狀況に於ける容積の比は幾何となるか。
 61. 6本の試験管に下記の6物質の水溶液が各別に入れてある。それらを手際よく檢別する方法を述べよ。
 塩化第二鉄, 過マンガン酸カリ, 硫酸ニッケル, 硫酸第一鉄, 重クロム酸カリ, 塩化コバルト
 62. 同位元素とは何か。例を重い水と鉛とにとり説明せよ。
 63. 次の各項に就き物質二つづつを挙げよ。(名稱・分子式)
 (a) 昇華し易いもの。
 (b) 酸化し易いもの。
 (c) 加水分解し易いもの。
 (d) 濕氣をよく吸収するもの。
 64. 次の物質は化学上如何なる物質なるか。又その主要成分を記せ。
 (a) 鉛丹・亞鉛華・朱・甘汞・真鍮
 (b) 鉄の銹・綠青・膽礬・明礬
 (c) 青銅・ブリキ・石灰・金剛石
 (d) 鉄瓶の湯垢・大理石・植物の灰・漂白粉・粘土
 (e) 智利硝石・方解石・鋼玉・錫石
 65. 次の場合に起る化学變化を化学方程式にて記し、且各分子式の下に物質の名稱を附記せよ。
 (a) 鉄に稀硫酸を作用させる。

- (b) 鉄及亜鉛を塩酸に溶す。
- (c) ナトリウムを水に投ずる。
- (d) 赤熱せる鉄に水蒸氣を通ずる。
- (e) 赤熱せる酸化銅に水素を通ずる。
- (f) 赤熱された木炭(コークスまたは石炭)に水蒸氣を通ずる。
- (g) 苛性ソーダの水溶液に炭酸ガスを通ずる。
- (h) 食塩・硫酸・二酸化マンガンの混合物を熱する。
- (i) 沃化カリウムの水溶液に塩素を通ずる。
- (j) 螢石の粉末に硫酸を加へて熱する。
- (k) 過酸化バリウムを稀硫酸に加へる。
- (l) 硝酸鉛の水溶液に硫化水素を通ずる。
- (m) 硫化水素を空氣中で燃す。
- (n) 塩化アムモニウムに水酸化カルシウムを加へて熱する。
- (o) 硝石に硫酸を加へて熱する。
- (p) 空氣中で燐に點火する。
- (q) 燐酸石灰に硫酸を作用させる。
- (r) 無水燐酸を水に投じて熱する。(又は溫湯に投ずる。)
- (s) 金屬(亜鉛)及び金屬酸化物(酸化亜鉛)に酸(稀硫酸)を注ぐ。
- (t) 食塩の水溶液に硝酸銀の水溶液を加へる。
- (u) 塩化第二鉄の溶液に黃血塩の溶液を加へる。
66. メタン 1l を完全に燃焼させるために要する空氣の容積を問ふ。
67. 炭化水素の一般式とその例を記入した表をつくれ。
68. 異性體を區別するには分子式では表現が不可能である。

- それではどんな表はし方をするか。
69. 同素體及び異性體とは如何なる物か。
70. アルコール・アルデヒド及び酸は互に如何なる化學的關係を有するか。
71. エチルエーテルの示性式を水・エチルアルコールなどの示性式と比較せよ。
72. エチルアルコールを原料としてこれを次の諸物質に誘導する方法を述べ、且各物質の化學式並に特性を附記せよ。
(a) エチルエーテル (b) アセトアルデヒド
(c) 醋酸 (d) 醋酸エチル
73. 馬鈴薯を原料として醋酸エチルを造るには、どのやうな化學的原理と手續とを必要とするか。
74. 石鹼が硬水では泡立たないのは何故か。又如何に處理すれば石鹼が泡立つやうになるか。
75. 澱粉から順次に葡萄糖・酒精を生ずる變化を記せ。
76. 羊毛と絹絲とは共に動物纖維である。これ等を如何にして化學的に識別し得るか。
77. コールタールを分溜して得られる主なる物質四つを挙げ、それ等の分子式及工業的用途を記せ。
78. ベンゼン・ナフタレン・アントラセンの構造を記せ。
79. 石炭酸からピクリン酸及びサリチル酸を製する方法を述べ、且それ等の構造式及び用途を記せ。
80. 牛乳が酸敗する時白い沈澱が出来るのは何故か。
81. 鑛油脂油及び香油は化學的に同種類の物か或は全く別種の物かを説明せよ。
82. 膠質溶液と普通の溶液との主な差異について説け。
83. 防腐劑として用ひられる有機化合物三種の名稱と化學式と性状とを記せ。

84. 我々の食品中に含まれる諸要素を述べ、また混食を必要とする理由を述べよ。
85. 六箇の壺に酸素・窒素・炭酸ガス・塩素・水素・アセチレンが別別に入れてある。これを手際よく検別する実験方法を述べよ。
86. 次の基を含む化合物各二つ宛挙げ、且その構造式を記せ。
 (a) CHO (b) CH₂OH (c) COOH
 (d) C₆H₅ (e) C₂H₅
87. H·OH, B(OH)₃, NaOH, CH₃·OH, C₂H₅·OH, C₃H₅(OH)₃ なる化学式を有する物質の名称を記し、それ等に於ける水酸基の性質の相違を述べよ。
88. 次の化学方程式に誤あらば訂正せよ。なほこれ等の方程式の意味を説明せよ。
 (a) C₂H₅·COOCH₃ + H₂O = C₂H₅·OH + CH₃·COOH
 (b) C₆H₆·NO₂ + 6H = C₆H₆·NH₂ + 3H₂O
 (c) C₆H₁₂O = 2C₂H₆O + 2CO₂
 (d) CaC₂ + 3H₂O = C₂H₄ + Ca(OH)₂
 (e) CH₃OH + O = CH₃·CHO + H₂O

の週期律表

(第一表)

第零属										
1 水素 H 1.0078										
2 ヘリウム He 4.002										
第四属		第五属		第六属		第七属				
6 炭素 C 12.00		7 窒素 N 14.008		8 酸素 O 16.0000		9 弗素 F 19.000		10 ネオン Ne 20.183		
14 珪素 Si 28.06		15 燐 P 31.02		16 硫黄 S 32.06		17 塩素 Cl 35.457		18 アルゴン Ar 39.944		
第八属		① 副族	② 副族	③ 副族	④ 主族	⑤ 主族	⑥ 主族	⑦ 主族		
鉄 Fe 55.84	コバルト Co 58.94	ニッケル Ni 58.69	銅 Cu 63.57	亜鉛 Zn 65.38	ガリウム Ga 69.72	ゲルマニウム Ge 72.60	砒素 As 74.91	セレン Se 78.96	臭素 Br 79.916	クリプトン Kr 83.7
ルテチウム Lu 174.967	ロジウム Rh 102.91	パラジウム Pd 106.7	銀 Ag 107.880	カドミウム Cd 112.41	インジウム In 114.76	錫 Sn 118.70	アンチモン Sb 121.76	テルル Te 127.61	沃素 I 126.92	キセノン Xe 131.3
タリウム Tl 204.39	イリジウム Ir 193.1	白金 Pt 195.23	金 Au 197.2	水銀 Hg 200.61	タリウム Tl 204.39	鉛 Pb 207.22	蒼鉛 Bi 209.00	ポロニウム Po (Ab)	アラバミン (Ab)	ラドン Rn 222
ガドリウム Gd 157.3	ガドリウム Gd 157.3	テルビウム Tb 159.2	ジスプロシウム Dy 162.46	ホルミウム Ho 163.5	エルビウム Er 167.64	ツリウム Tm 169.4	イテルビウム Yb 173.04	ガソビウム Lu 175.0		

元素の週期律表

第零属														
第一列		¹ 水素 H 1.0078												
		第一属	第二属	第三属	第四属	第五属								
第二列	² ヘリウム He 4.002	³ リチウム Li 6.940	⁴ ベリリウム Be 9.02	⁵ 硼素 B 10.82	⁶ 炭素 C 12.00	⁷ 窒素 N 14.008	⁸							
第三列	¹⁰ ネオン Ne 20.183	¹¹ ナトリウム Na 22.997	¹² マグネシウム Mg 24.32	¹³ アルミニウム Al 26.97	¹⁴ 珪素 Si 28.06	¹⁵ 燐 P 31.02	¹⁶							
		① 主族	② 主族	③ 主族	④ 副族	⑤ 副族	⑥ 副族	⑦ 副族	第八属			① 副族	② 副族	③ 副族
第四列	¹⁸ アルゴン Ar 39.944	¹⁹ カリウム K 39.096	²⁰ カルシウム Ca 40.08	²¹ スカンジウム Sc 45.10	²² チタン Ti 47.90	²³ ヴァナヂウム V 50.95	²⁴ クロム Cr 52.01	²⁵ マンガン Mn 54.93	²⁶ 鉄 Fe 55.84	²⁷ コバルト Co 58.94	²⁸ ニッケル Ni 58.69	²⁹ 銅 Cu 63.57	³⁰ 亜鉛 Zn 65.38	³¹ ガリウム Ga 69.7
第五列	³⁶ クリプトン Kr 83.7	³⁷ ルビジウム Rb 85.44	³⁸ ストロチウム Sr 87.63	³⁹ イットリウム Y 88.92	⁴⁰ ジルコニウム Zr 91.22	⁴¹ ニオブ Nb 92.91	⁴² モリブデン Mo 96.0	⁴³ マスリウム Ma 	⁴⁴ ルテチウム Ru 101.7	⁴⁵ ロジウム Rh 102.91	⁴⁶ パラジウム Pd 106.7	⁴⁷ 銀 Ag 107.880	⁴⁸ カドミウム Cd 112.41	⁴⁹ インジウム In 114.7
第六列	⁵⁴ キセノン X 131.3	⁵⁵ セシウム Cs 132.91	⁵⁶ バリウム Ba 137.36	⁵⁷ ランタン La 138.92 <small>Ce ↓ Pr</small>	⁷² ハフニウム Hf 178.6	⁷³ タンタル Ta 180.88	⁷⁴ ツルコニウム W 184.0	⁷⁵ レニウム Re 186.31	⁷⁶ オスマニウム Os 191.5	⁷⁷ イリジウム Ir 193.1	⁷⁸ 白金 Pt 195.23	⁷⁹ 金 Au 197.2	⁸⁰ 水銀 Hg 200.61	⁸¹ タリウム Tl 204.4
第七列	⁸⁶ ラドン Rn 222	⁸⁷ ウェーゼリウム (Vi) 	⁸⁸ ラチウム Ra 226.05	⁸⁹ アクチニウム Ac 	⁹⁰ トリウム Th 232.12	⁹¹ プロタチウム Pa 231	⁹² ウラン U 238.14							
		⁵⁸ セルジウム Ce 140.13	⁵⁹ プラセオジム Pr 140.92	⁶⁰ ネオジム Nd 144.27	⁶¹ エルビウム Er 	⁶² サマリウム Sm 150.43	⁶³ ユーロピウム Eu 152.0	⁶⁴ ガドリニウム Gd 157.3	⁶⁵ テルビウム Tb 159.2	⁶⁶ ディスプロシウム Dy 162.46	⁶⁷ ホルミウム Ho 163.5	⁶⁸ エルビウム Er 167.3		

必要
が別
を述
を記せ。
なる
酸基
の方

元素の週期律表

(第一表)

第零屬																		第零屬		
第一列		¹ 水素 H 1.0078																² ヘリウム He 4.002		
		第一屬	第二屬	第三屬	第四屬	第五屬	第六屬	第七屬												
第二列	² ヘリウム He 4.002	³ リチウム Li 6.940	⁴ ベリリウム Be 9.02	⁵ 硼素 B 10.82	⁶ 炭素 C 12.00	⁷ 窒素 N 14.008	⁸ 酸素 O 16.0000	⁹ 弗素 F 19.000	¹⁰ ネオン Ne 20.183											
第三列	¹⁰ ネオン Ne 20.183	¹¹ ナトリウム Na 22.997	¹² マグネシウム Mg 24.32	¹³ アルミニウム Al 26.97	¹⁴ 珪素 Si 28.06	¹⁵ 燐 P 31.02	¹⁶ 硫黄 S 32.06	¹⁷ 塩素 Cl 35.457	¹⁸ アルゴン Ar 39.944											
		① 主族	② 主族	③ 主族	④ 副族	⑤ 副族	⑥ 副族	⑦ 副族	第八屬	① 副族	② 副族	③ 副族	④ 主族	⑤ 主族	⑥ 主族	⑦ 主族				
第四列	¹⁸ アルゴン Ar 39.944	¹⁹ カリウム K 39.096	²⁰ カルシウム Ca 40.08	²¹ スカンジウム Sc 45.10	²² チタン Ti 47.90	²³ ヴァネジウム V 50.95	²⁴ クロム Cr 52.01	²⁵ マンガン Mn 54.93	²⁶ 鉄 Fe 55.84	²⁷ コバルト Co 58.94	²⁸ ニッケル Ni 58.69	²⁹ 銅 Cu 63.57	³⁰ 亜鉛 Zn 65.38	³¹ ガリウム Ga 69.72	³² ゲルマニウム Ge 72.60	³³ 砒素 As 74.91	³⁴ セレン Se 78.96	³⁵ 臭素 Br 79.916	³⁶ クリプトン Kr 83.7	
第五列	³⁶ クリプトン Kr 83.7	³⁷ ルビジウム Rb 85.44	³⁸ ストロンチウム Sr 87.63	³⁹ イットリウム Y 88.92	⁴⁰ ジルコニウム Zr 91.22	⁴¹ ニオブ Nb 92.91	⁴² モリブデン Mo 96.0	⁴³ マスリウム Ma 101.7	⁴⁴ ルテチウム Ru 102.91	⁴⁵ ロジウム Rh 106.7	⁴⁶ パラジウム Pd 107.880	⁴⁷ 銀 Ag 112.41	⁴⁸ カドミウム Cd 114.76	⁴⁹ インジウム In 118.70	⁵⁰ 錫 Sn 121.76	⁵¹ アンチモン Sb 127.61	⁵² テルル Te 126.92	⁵³ 沃素 I 126.92	⁵⁴ キセノン X 131.3	
第六列	⁵⁴ キセノン X 131.3	⁵⁵ セシウム Cs 132.91	⁵⁶ バリウム Ba 137.36	⁵⁷ ランタン La 138.92	⁷² ハフニウム Hf 178.6	⁷³ タンタル Ta 180.88	⁷⁴ ヲルファム W 184.0	⁷⁵ レニウム Re 186.31	⁷⁶ オスミウム Os 191.5	⁷⁷ イリジウム Ir 193.1	⁷⁸ 白金 Pt 195.23	⁷⁹ 金 Au 197.2	⁸⁰ 水銀 Hg 200.61	⁸¹ タリウム Tl 204.39	⁸² 鉛 Pb 207.22	⁸³ 蒼鉛 Bi 209.00	⁸⁴ ポロニウム Po (Ab)	⁸⁵ アラバミン (Ab) (Ab)	⁸⁶ ラドン Rn 222	
第七列	⁸⁶ ラドン Rn 222	⁸⁷ ヴァーヂウム (Vi) (Vi)	⁸⁸ ラチウム Ra 226.05	⁸⁹ アクチニウム Ac Ac	⁹⁰ トリウム Th 232.12	⁹¹ プロトアクチン Pa 231	⁹² ウラン U 238.14													
		58 セル Ce 140.13	59 プロセチウム Pr 140.92	60 ネオチウム Nd 144.27	61 イリニウム II II	62 サマリウム Sm 150.43	63 ユーロピウム Eu 152.0	64 ガドリニウム Gd 157.3	65 テルビウム Tb 159.2	66 ジスプロシウム Dy 162.46	67 ホルミウム Ho 163.5	68 エルビウム Er 167.64	69 トゥリウム Tu 169.4	70 イテルビウム Yb 173.04	71 カシオビウム Cp 175.0					

元素の分類圖






















































第零屬															
第一列	1 (2.5) H														
	第一級金屬			第二級金屬			第三級金屬			非金屬					
		第一屬	第二屬	第三屬	第四屬	第五屬									
第二列	2 He	3 (0.009) Li [0.53]	4 (0.001) Be [1.84]	5 (0.0001) B [1.73]	6 (0.05) C [2.26(石墨)]	7 N									
第三列	10 Ne	11 (2.6) Na [0.97]	12 (1.7) Mg [1.74]	13 (6.3) Al [2.69]	14 (20.5) Si [2.33]	15 (0.09) P [2.2(赤磷)]									
		①主族	②主族	③主族	④副族	⑤副族	⑥副族	⑦副族	第八屬			①副族	②副族	③副族	
第四列	18 Ar	19 (1.4) K [0.86]	20 (1.9) Ca [1.55]	21 Sc [2.5]	22 (0.27) Ti [4.51]	23 (0.009) V [6.0]	24 (0.015) Cr [7.0]	25 (0.04) Mn [7.2]	26 (1.9) Fe [7.86]	27 (0.0001) Co [8.9]	28 (0.006) Ni [8.9]	29 (0.0007) Cu [8.93]	30 10 ⁻⁵ Zn [7.14]	31 Ga [5.9]	
第五列	36 Kr	37 Rb [1.53]	38 (0.004) Sr [2.60]	39 Y [4.57]	40 (0.006) Zr [6.51]	41 Nb [8.56]	42 Mo [10.2]	43 Ma [11.5]	44 Ru [12.3]	45 Rh [12.3]	46 Pd [12.0]	47 10 ⁻⁷ Ag [10.5]	48 10 ⁻⁶ Cd [8.65]	49 In [7.3]	
第六列	54 X	55 Cs [1.9]	56 (0.007) Ba [3.6]	57 Ce ↓ Cp [6.15]	72 Hf [13.3]	73 Ta [16.6]	74 10 ⁻⁷ W [19.3]	75 Re [21.2]	76 Os [22.5]	77 Ir [22.4]	78 10 ⁻⁹ Pt [21.4]	79 10 ⁻⁸ Au [19.3]	80 10 ⁻⁶ Hg [13595]	81 Tl [11.85]	
第七列	86 Rn	87 (Vi) (Vi)	88 Ra (5)	89 Ac	90 Th [11.5]	91 Pa	92 U [18.7]								
	非金屬														
	重金屬	58 Ce [6.8]	59 Pr [6.5]	60 Nd [7.0]	61 II [6.8]	62 Sm [7.7]	63 Eu [7.7]	64 Gd [7.7]	65 Tb [7.7]	66 Dy [7.7]	67 Ho [7.7]	68 Er [4.8]			
	輕金屬														

元素の分類圖

(第二表)






















































































第零屬																	第零屬		
第一列	1 H (2.6)																2 He		
	第一級金屬				第二級金屬			第三級金屬			非金屬								
	第一屬		第二屬		第三屬		第四屬		第五屬		第六屬		第七屬						
第二列	2 He	3 Li (0.009) [0.53]	4 Be (0.001) [1.84]	5 B (0.0001) [1.73]	6 C (0.05) [2.26(石墨)]	7 N	8 O (60.3)	9 F (0.08)	10 Ne										
第三列	10 Ne	11 Na (2.6) [0.97]	12 Mg (1.7) [1.74]	13 Al (6.3) [2.69]	14 Si (20.5) [2.33]	15 P (0.09) [2.2(赤燐)]	16 S (0.034) [2.07(斜方)]	17 Cl (0.03)	18 Ar										
		①主族	②主族	③主族	④副族	⑤副族	⑥副族	⑦副族	第八屬				①副族	②副族	③副族	④主族	⑤主族	⑥主族	⑦主族
第四列	18 Ar	19 K (1.4) [0.86]	20 Ca (1.9) [1.55]	21 Sc (2.5)	22 Ti (0.27) [4.51]	23 V (0.009) [6.0]	24 Cr (0.015) [7.0]	25 Mn (0.04) [7.2]	26 Fe (1.9) [7.86]	27 Co (0.0001) [8.9]	28 Ni (0.006) [8.9]	29 Cu (0.0007) [8.93]	30 Zn 10^{-5} [7.14]	31 Ga (5.9)	32 Ge (5.4)	33 As 10^{-5} [5.73]	34 Se 10^{-8} [4.8]	35 Br 10^{-8}	36 Kr
第五列	36 Kr	37 Rb (1.53)	38 Sr (0.004) [2.60]	39 Y (4.57)	40 Zr (0.006) [8.51]	41 Nb (8.56)	42 Mo (10.2)	43 Ma (11.5)	44 Ru (12.3)	45 Rh (12.3)	46 Pd (12.0)	47 Ag 10^{-7} [10.5]	48 Cd 10^{-8} [8.65]	49 In (7.3)	50 Sn 10^{-6} [7.28]	51 Sb (6.69)	52 Te 10^{-9} [6.25]	53 I (4.95)	54 X
第六列	54 X	55 Cs (1.9)	56 Ba (0.007) [3.6]	57 La Ce Pr ↓ Ce ↓ Pr ↓ Ce ↓ Pr	72 Hf (13.3)	73 Ta (16.6)	74 W 10^{-7} [19.3]	75 Re (21.2)	76 Os (22.5)	77 Ir (22.4)	78 Pt 10^{-9} [21.4]	79 Au 10^{-8} [19.3]	80 Hg 10^{-6} [13595]	81 Tl (11.85)	82 Pb 10^{-5} [11.34]	83 Bi 10^{-7} [9.8]	84 Po	85 (Ab)	86 Rn
第七列	86 Rn	87 (Vi)	88 Ra (5)	89 Ac	90 Th (11.5)	91 Pa	92 U (18.7)												
	非金屬																		
	重金屬	58 Ce (6.8)	59 Pr (6.5)	60 Nd (7.0)	61 II	62 Sm (7.7)	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er (4.8)	69 Tu	70 Yb	71 Cp				
	輕金屬																		
		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 15px; height: 15px; margin-right: 5px;"></div> 地殻ニ於ケル元素ノ原子百分率 </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 15px; height: 15px; margin-right: 5px;"></div> 比重 </div>																	















元素の電子配置圖

I 初年準位		1										
第一列												
	第一屬	第二屬	第三屬	第四屬	第五屬	第六屬	第七屬	第八屬	第九屬	第十屬	第十一屬	第十二屬
第二列	3 	4 	5 	6 	7 	8 	9 	10	11	12	13	14
第三列	11 	12 	13 	14 	15 	16 	17 	18	19	20	21	22
	① 主族	② 主族	③ 主族	④ 副族	⑤ 副族	⑥ 副族	⑦ 副族	第八屬	① 副族	② 副族	③ 副族	
第四列	19 	20 	21 	22 	23 	24 	25 	26	27	28	29	30
第五列	37 	38 	39 	40 	41 	42 	43 	44	45	46	47	48
第六列	55 	56 	57 	72 	73 	74 	75 	76	77	78	79	80
第七列	87 	88 	89 	90 	91 	92 						
	58 	59 	60 	61 	62 	63 	64 	65 	66 	67 	68	

元素の電子配置圖

(第三表)

	工初半單位															第零屬				
第一列		1 														2 				
		第一屬	第二屬	第三屬	第四屬	第五屬	第六屬	第七屬												
第二列		3 	4 	5 	6 	7 	8 	9 	10 											
第三列		11 	12 	13 	14 	15 	16 	17 	18 											
		①主族	②主族	③主族	④副族	⑤副族	⑥副族	⑦副族	第八屬	①副族	②副族	③副族	④主族	⑤主族	⑥主族	⑦主族				
第四列		19 	20 	21 	22 	23 	24 	25 	26 	27 	28 	29 	30 	31 	32 	33 	34 	35 	36 	
第五列		37 	38 	39 	40 	41 	42 	43 	44 	45 	46 	47 	48 	49 	50 	51 	52 	53 	54 	
第六列		55 	56 	57 	72 	73 	74 	75 	76 	77 	78 	79 	80 	81 	82 	83 	84 	85 	86 	
第七列		87 	88 	89 	90 	91 	92 													

58 	59 	60 	61 	62 	63 	64 	65 	66 	67 	68 	69 	70 	71 
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

—— 答 ——

[22頁]

問 3. 90g 問 4. 59.8g(弱), 41.1(強)

[67頁]

問 4. 100g 問 5. 13.2 規定(弱) 問 6. 6.69 規定(強)

問 7. 9.99 モル

[69頁]

問 8. $\frac{1}{4}$ 規定, 1% 問 9. 1.25 モル

[181頁]

問 消化率を1とすれば 2364 カロリー

消化率を1とし, 所要栄養は體重に比例すとすれば 2688 カロリー

練習問題

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 2. 水素 2.36cc 窒素 45cc | 5. (a) 16 (b) 9 (c) 16.4 (d) 15.6 |
| 14. 2割3分4毛(弱) | 17. 20.4g |
| 18. 5.85l(弱) | 20. 19.4g(弱), 108.6g(弱) |
| 24. 1.25kg | 34. (a) 9.8g (b) 4g (c) 18.8g |
| 36. (a) 49g (b) 1.225g (c) 0.204g(強) | |
| 37. 190cc(強) | 39. 10 モル, 20 規定 |
| 40. 15.9%(強) | 45. 125g, 50g |
| 50. 3.8 モル(強) | 53. 9.28g(弱) |
| 58. 56.8%(強) 43.2%(弱) | 60. 11:7 |
| 66. 10l | |

昭和十二年十月一日 初版印刷
昭和十二年十月五日 初版發行
昭和十二年十一月一日 訂正再版印刷
昭和十二年十一月五日 訂正再版發行

最新中學化學

〔要目乙準據〕

定價 金壹圓拾錢



著者 柴田榮一

發行者 東京開成館
株式會社
代表者 松本繁吉

印刷者 大壁早治
東京市京橋區湊町三丁目12

發行所 東京開成館
株式會社
東京市小石川區小日向水道町84
(振替貯金口座)東京5322番

販賣所 林平書店
東京市日本橋區吳服橋2丁目5

販賣所 三木佐助
大阪市東區北久寶寺町心齋橋筋角





一年
弘本達初