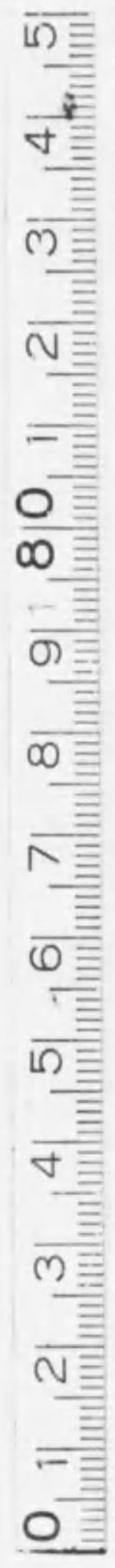




始



工業初等化學



大日本工業學會編纂

特237  
26



# 工業初等化學

工學博士 淺川 權八  
理學博士 山本 勇 監修  
理學博士 竹内 時男

大日本工業學會編纂



東京

大日本工業學會

## は し が き

近時工業生産力の擴充に對する國策が決定せられ、政府並に工場管理者は各種技術工員の養成に大童となつて居るにも拘らず、世上未だ之等技術教育に適する平易明解なる良書を得られない事は洵に遺憾とする處であります。

本學會は斯かる現狀に鑑み、今回本學會關係の權威ある教育者數名の御協力と工場實際家の御忠言を得て、茲に本書を刊行した次第であります。

本書は徒に理論に走る事を避け、直に活用し得る様實際的に編纂し、その叙述は平易を旨とし、特に説明圖を豊富に挿入して初學者にも容易に分り得る様にし、また一方用語説明様式にまで細心の注意を拂つたから、工場青年學校、工業學校等の教科書として適當である事は勿論、一般實務者の手携書、見習工員の獨習參考書として適する事と確信するものであります。

は し が き

因みに本學會は本書の編纂と同一趣旨に基き今回下記の如く工學綜合書を刊行しました。本書は其の一部をなすものでありますから、本書を閲讀せられる諸彦は之等の書を併用して廣く智能を進めるの資とせられる事を希望して已まない次第であります。

昭和十二年十二月

大日本工業學會

工 學 綜 合 書

工業初等物理	工業初等化學
工業初等數學	工業初等英語
.....	
機械工作實習指導	水力學及水力機械
機械材料及工作法	金 相 學
機構學(機械のからくり)	工 場 管 理
機 械 力 學	電 氣 通 論
機械材料強弱學	電氣材料及工作法
蒸氣原動機及内燃機	交流理論及電氣機械

工業初等化學

— 目 次 —

序 論.....	頁 1
第一篇 非金屬.....	5
第一章 空氣、窒素、アルゴン.....	5
1 空氣の所在及び性質.....	5
2 空氣の成分.....	7
3 空氣の成分の割合.....	8
4 窒 素.....	9
第二章 酸素、燃焼、酸化、オゾン.....	11
1 酸素の所在.....	11
2 酸素の製法.....	12
3 酸素の性質.....	14
4 酸素の用途.....	16
5 オゾン.....	16
第三章 水.....	17
1 水の所在.....	17
2 水と生物.....	19
3 水の性質.....	20
4 水の精製.....	21
5 水の組成.....	23
第四章 質量不變の定律、定比例の定律、單體 と元素及び同素體.....	25

工業初等化学

1 質量不変の定律	25
2 定比例の定律	26
3 単體の元素及び同素體	27
第五章 水素	28
1 水素の所在	28
2 水素の製法	28
3 水素の性質及び用途	29
4 水素の還元作用	31
第六章 炭素	32
1 炭素の所在	32
2 炭素の同素體	32
(A) 結晶炭素	33
(B) 無定形炭素	36
第七章 炭酸ガスと酸化炭素	40
1 炭酸ガス(二酸化炭素又は無水炭素)	40
2 酸化炭素	43
第八章 鹽酸、硫酸、硝酸	45
1 鹽酸	45
2 硫酸	47
3 硝酸	50
第九章 ハロゲン元素	52
1 鹽素	52
2 臭素	54
3 沃素(沃度)	55
4 弗素及び弗化水素	56
5 ハロゲン元素	58

目次

第十章 珪素、硼素及びその化合物	59
1 珪素及びその化合物	59
2 硼素及びその化合物	61
第十一章 分子説、原子量、分子量	63
1 分子説	63
2 原子量及び分子量	66
第十二章 化学記號及び化学方程式	67
1 分子式及び原子價	67
2 化学方程式	71
第十三章 磷、窒素及びその化合物	73
1 窒素の化合物	73
2 磷及びその化合物	74
3 砒素及びその化合物	75
第十四章 硫黄及びその化合物	76
1 硫黄の所在と成因	76
2 硫黄の同素體及び性質と用途	77
3 硫黄の化合物	79
第十五章 酸、鹽、鹽基、基及び電離	81
1 酸と鹽	81
2 酸基	81
3 基	82
4 電離	82
第二篇 金屬	85
第一章 金、銀、銅及びその化合物	85
1 金	85

工業初等化学

2 銀及び硝酸銀 .....	86
3 銅及び硫酸銅 .....	87
第二章 金属のイオン化傾向及び水銀、アルミニウム .....	89
1 金属のイオン化傾向 .....	89
2 水銀及びその化合物 .....	90
3 アルミニウムとその化合物 .....	92
第三章 週期律、稀有元素 .....	94
1 週期律 .....	94
2 稀有元素 .....	97
第四章 鐵、ニッケル、コバルト及びその化合物 .....	101
1 鐵の冶金 .....	101
2 鉄鐵、鋼 .....	102
3 鐵の化合物 .....	105
4 ニッケル、コバルト .....	106
第五章 亜鉛、錫、鉛 .....	107
1 亜鉛 .....	107
2 錫 .....	109
3 鉛 .....	110
第六章 アルカリ土金属及びアルカリ金属 .....	113
1 マグネシウム .....	113
2 カルシウム及びその化合物 .....	115
3 ナトリウム及びカリウム .....	118
4 カリウム及びその化合物 .....	121
第三篇 有機化合物 .....	123

目次

第一章 有機化合物、メタン、石油 .....	123
1 有機化合物 .....	123
2 メタン及びアセチレン .....	124
3 石油 .....	126
第二章 アルコール、エーテル、アルデヒド .....	128
1 アルコール .....	128
2 エーテル .....	131
3 アルデヒド .....	132
第三章 有機酸とそのエステル .....	132
1 有機酸 .....	132
2 脂肪酸のエステル、石鹼 .....	134
第四章 石炭の乾溜、コールター製品 .....	136
1 石炭の乾溜 .....	136
2 コールタールの蒸溜、ベンゼン .....	137
3 ナフタレン、青藍、アリザリン .....	139
4 石炭酸、爆薬 .....	140
第五章 天然有機物 .....	141
1 炭水化物(含水炭素) .....	141
2 蛋白質、栄養物及びビタミン .....	144
3 天然特殊有機化合物 .....	145

# 工業初等化学

## 序論

ある事柄<sup>ことごと</sup>を理解するには、それを傳へるところの言葉の表す意味をしつかり理解<sup>りかい</sup>しておく必要がある。それ故先づ講義を始める前に化学で度々使用する術語を説明しておかう。

我々の周囲には種々の「物」がある。即ち箱、本、ナイフ、鉛筆などがある。通常これらは單に「物」といつてゐるが、この箱、本、ナイフなどを構成してゐる材料、即ち木、鐵、紙等について考へた場合を物質<sup>ぶつしつ</sup> (Substance) といひ、その定まつた形大きさなどの方から見た場合を物體<sup>ぶたい</sup> (Body) といふのである。即ちナイフといふ物體は鐵といふ物質から出来てゐるといふことが出来る。

尙實例をあげて説明すると、鋸<sup>のこぎり</sup>、錐<sup>こ</sup>、鋸<sup>のこぎり</sup>、洋服、帽子、マントなどは、大きさ、形などによつてつけられた名稱であるから物體であるが、これをそれらを構成してゐる材料に就いていへば、鋸<sup>のこぎり</sup>、錐<sup>こ</sup>、鋸<sup>のこぎり</sup>等は何れも形、大きさが違ふが皆鐵といふものから出来てゐることは共通である。この鐵といふのが物質の名稱である。同様に洋服、帽子、マントなどの物體は何れも羊毛<sup>あひらき</sup>といふ物質から作られてゐる。こんな具合に一つの物質から、形、大きさなどによつて色々な名稱の異なる物體が作られてゐる。

従つていひかへると、物とは空間に於て一定の場所を占め、かつ我々の感覺でその存在を知ることが出来るものである。それ故目に

見えない空気やガスや、或はまた眼に見えても色々な形の變る水や油のやうなものも物質といふことが出来る。そこでかうした色々な物質を考へるのに、我々は便宜上<sup>きんたい</sup>氣體、<sup>えきたい</sup>液體、<sup>こたい</sup>固體といふ三つのものに大別してゐる。即ち木や鐵のやうに一定の形と體積を保つてゐるものを固體といひ、水や油のやうに一定の體積を持つが、その形は容器で變るものを液體といひ、また空気やガスのやうに形も體積も容器によつて變るものを氣體と稱してゐる。尙この氣體及び液體は流動性を持つので、これを總稱してまた<sup>りゅうたい</sup>流體ともいつてゐる。

物質は皆一定の空間を占めてゐるから、同時に同所を二つの物質が占めることは出来ない。即ち水の中へ手を入れるには水を押しつけて入れなくてはならない。これに反して電氣は銅線の中を、また光はガラスの中を通つて來るから、何れも物質とはいはれない。音なども同様に物質ではない。

以上で大體物質のことは明らかになつたと思ふが、我々の周圍を取巻く無数の物質は絶えず種々な變化をしてゐることに氣付くであらう。即ち空気は動いて風を生じ、時計の針は動いて時を刻み、爐の中の炭は燃えて灰を残し、植物は生長し、ガスは燃えて熱と光とを放つ。家屋や器具なども久しく経つと消耗し、木材、石材などは腐朽し、金屬は銹を生ずる。このやうに物質界の變化は實に千差萬別であるが、これも物理的變化 (<sup>フイジカル</sup> Physical change) と化學的變化 (<sup>ケミカル</sup> Chemical change) との二つに大別して考へることが出来る。物理的變化とは、電球内のフィラメント(線條)が電流が通る間は光を放つがこれを絶つと元の状態にかへり、また水は冷えて氷となるが溫度

が昇ると元の水となるといふやうに、その變化が一時的で物の實質には及ばない場合をいひ、これに反して化學的變化とは、炭が燃えて性質の全然別な灰を残し、木材が腐朽してその質が變り、金屬が銹びて別な物質となるやうに、その變化が永久的で然もその實質まで變つてしまふやうな變化をいふのである。即ち物理的變化はその原因がなくなれば舊態に復すが、化學的變化は舊態に復さない。さうしてこの物理的變化を研究するのが物理學(<sup>フイジクス</sup> Physics)で、化學的變化を研究するのが化學(<sup>ケミストリー</sup> Chemistry)である。我等の生活の必需品で自然物中に得られないもの(セルロイド、セメント、ガラス等)、また得られてもその産額が我等の需要を充たさぬ物(肥料、絹絲、ゴム等)がある。化學の應用によつて他の自然物を材料とし、かくの如き物質を造り、また種々の模造品を造るやうになつた。人造絹絲、人造ゴム、化學肥料はその例である。我が國の如く天然の資源に乏しい國では、この意味に於て化學の任務も極めて重大なわけであり、また我々の日常生活にも密接な關係がある。随つて化學變化の理を知ることは、どんな業務につく人でも常識として缺くことが出来ないものである。殊に工業に従事する人は、その職場に於て直に化學知識を必要とし、また専門の學術を研究するとともに、基礎の知識となるものであるから十分覺悟して勉強してもらひたいものである。



# 第一篇 非金屬

## 第一章 空氣 窒素 アルゴン

### 1. 空氣の所在及び性質

空氣 (Air) はこの地球を包んでゐる氣體で、眼にも見えないし、臭を嗅ぐことも、味ふことも出来ないものである。しかしその存在は容易に認められる。

試みに手を強くふりまはして見ると異様な感じがする。これは手に空氣の動搖があたるためである。また第1圖のやうにコップを倒にして水中に押しこんでみると、水はコップ内には侵入しない。これは明かにコップ中に或る物質 (一定の空間を占め吾人の感覺によつてその存在を知る事が出来るものを物質といふ) が存在することを示すものである。

また第2圖のやうにコップに水を充した後、紙で蓋をすれば、倒にしても水はこぼれない。この實驗によつても、眼には見えないが何ものか下からおさへてゐることが想像される。この下からおさへてゐるものが即ち空氣

である。空氣1立の重さは水の $\frac{1}{773}$ で、更にこれを委しくいへば、水1立の重さは1000瓦であるから、空氣1立は1.293瓦になるわけである。



第1圖 空氣があるために水はコップの中へ侵入しない



第2圖 空氣が下からおしてゐるから水はこぼれない

空気は我々生物の呼吸には缺くことの出来ないものであるばかりでなく、薪炭、油、木等すべて物質が燃えるのにはなくてはならないものである。魚類などは水中に溶けこんでゐる空気を吸つて生きてゐるのである。

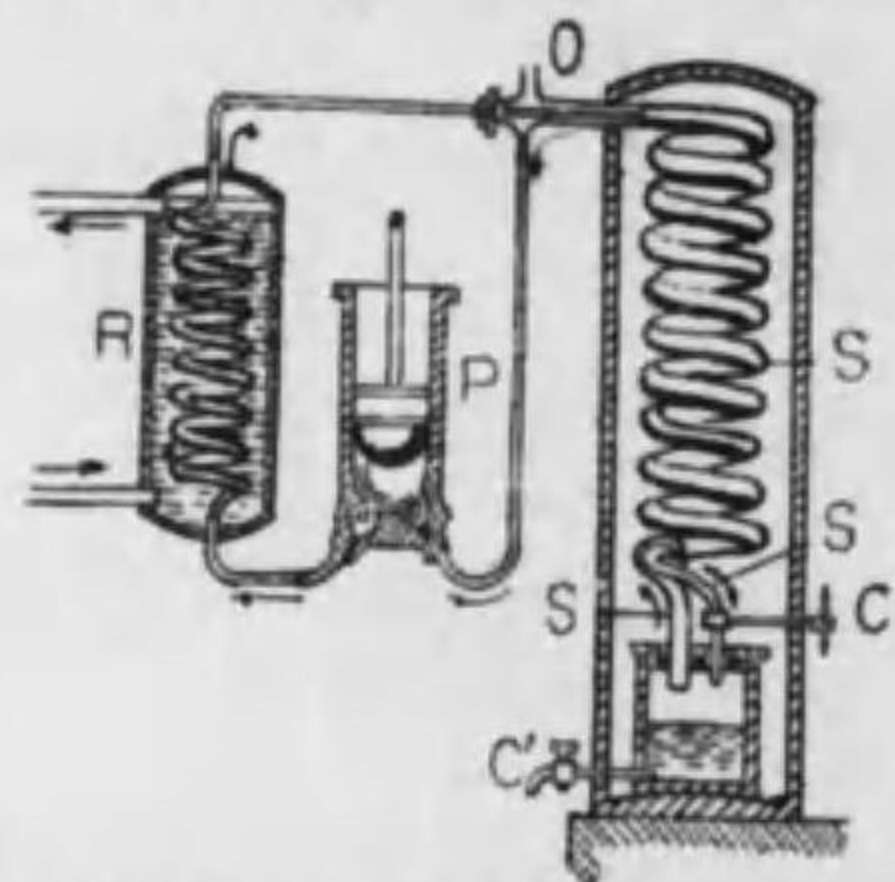
空気を極めて低い温度に冷却し、強い壓力を加へて壓縮すると、容易に液體にすることが出来る。これを液態空氣(liquid air)といふ。

液態空氣は淡青色であつて、 $-190^{\circ}\text{C}$  (攝氏零下190度、 $^{\circ}\text{C}$ は攝氏の略記號)で沸騰するから貯藏するには、第4圖のやうに壁を二重にした壺の中に入れておく。

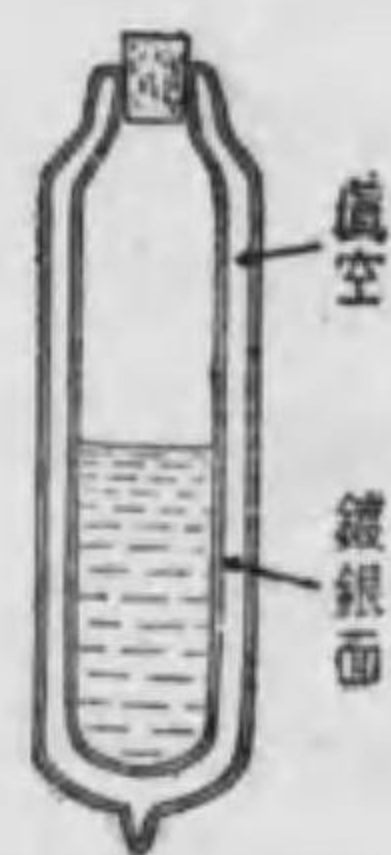
第4圖に示すやうな容器のことをデューワーの容器といふ。これは硝子で作られたもので、内面には銀を鍍金し、二重壁の内部を眞空にしたものである。従つて周圍の空氣の熱は内部へは傳はらない。

註 沸騰及び沸騰點 液體を熱すると、温度の上昇するにつれて液面からの蒸發は盛んになり、或る温度に達すれば、液體の内部からも蒸氣泡を發生し液中を昇り、液面に出る。このことを沸騰といひ、液が沸騰してゐる間は温度は上昇しない(一定である)。このときの温度のことを沸騰點といふのである。

冷いものであるから、色々な物を冷却するのに使用する。またこれを急に熱すると膨脹して容積が非常に大きくなるから火薬の一種とし



第3圖 リンデの空氣液化法  
Dなるポンプにより空氣を壓縮し、R槽中に於て低温度の鹽水で冷却した空氣を突然Cのバルブを開いて膨脹させる時は、空氣の温度は急降する。この空氣を再び壓縮し、冷却し、膨脹させれば尙一層冷たくなるから、この作用を繰返せば遂に液化する。



第4圖 液態空氣を容れる器

て用ひられる。液態空氣は、常溫 ( $15^{\circ}\text{C}$ ) に於てはまづ窒素が蒸發し酸素が残る。かやうな性質を應用して工業的に酸素及び窒素を作るのである。液態空氣は淡青色だが、ただの空氣は無色である。だから空氣の層で出來てゐる空も無色である筈なのに空が青いのはなぜかといふと、太陽光線中の青色光線が空氣中の塵埃等に衝突して反射されるためである。

空氣存在だけは違ひむかしからいはれてゐたが、その本體が明かになつたのは今から僅か200年程前のことである。

## 2. 空氣の成分

ある密閉した器の中で木、紙等のやうな燃える物を燃やしてみると、初めの間は盛んに燃えるが次第に衰へ、全部燃えきらずに消えてしまふ。また鉛を空中で強熱した後、その重さをはかつてみると初めの重さよりは却つて重くなつてゐる。これは、前の木、紙が全部燃えきらないのは何か大切な物質が減少したためであり、また後の強熱した後の鉛には何か加はつたためであると考えられる。この物質が即ち後に説明する酸素である。前の木の場合は、木を燃やすに必要な酸素がなくなつたために火が消え、後の鉛の場合は酸素が加はつたために重くなつたのである。

空氣中に酸素がどれ位あるかを知るためには次の實驗を行ふ。

黄燐の一片を小皿に入れて水に浮べ、この



第5圖 空氣の $\frac{1}{5}$ の容積が酸素で $\frac{4}{5}$ の容積が窒素なることを知る實驗

皿を圓のやうな硝子鐘(釣鐘の形をした硝子製の器)で覆ひ、その上の口から真赤に熱した針金をつゝこんで黄燐に点火し、直に上の栓を閉ぢると、黄燐は鐘内の酸素を得て盛んに白煙を上げながら燃焼するが、次第に弱り、やがて鐘内の白煙は水に溶け、その水は徐々に鐘内に昇り、硝子鐘の $\frac{1}{5}$ 位の處で停止する。この $\frac{1}{5}$ の體積は燐の燃焼に費された酸素の體積であるから、この實驗によつて空気中には約 $\frac{1}{5}$ の酸素が含まれてゐることがわかる。次に鐘内に残つた氣體中に、点火したマッチを入れるとすぐに消え、また小動物を入れると窒息して死んでしまふ。それ故この残留した氣體を窒素と名づけてゐる。以上の實驗で空気が単一な物質でなく、その容積の $\frac{1}{5}$ に當る酸素と、 $\frac{4}{5}$ に相當する窒素との混合物であることがわかる。

しかしこのとき鐘内に残留した窒素は純粋なものではなく、よくしらべると、中にはアルゴン(Argon)、ヘリウム(Helium)、ネオン(Neon)、クリプトン(Krypton)、クセノン(Xenon)などいふ物質が含まれてゐる。

### 3. 空気の成分の割合

すでに空気は混合物であることを述べたが、その成分の割合は時と場所とによつて一定しない。しかし多くの實驗によれば大略次のやうな割合である。

	酸素	窒素	アルゴン等	計
體積	21.00	78.10	0.90	100.00
重量	23.20	75.50	1.30	100.00

上の表に於て「アルゴン」等とあるのはアルゴン、ヘリウム、ネオン、クリプトン、クセノン等の總稱した意味である。その中でも

アルゴンは一番多量に含まれ、空気の約 $\frac{1}{100}$ あるが、その他は何れも極めて微量である。殊にヘリウムに至つては、空気の0.002%に過ぎない。そしてその性質は何れも窒素に似たものである。

アルゴンはラテン語であつて、これは怠け者といふ意味である。名の通り不活潑で全然化學變化を起さない氣體である。近頃この性質を利用して電球内に封入したり、或はネオンサインに使用したりする。

ヘリウムは水素に次いで軽い氣體で不燃性(燃えない性質)であるから、飛行船、輕氣球の氣體と満すに利用される。アメリカに産する天然ガス(石油地方の地中から自然に噴き出す氣體)中に多量に含有されてゐる。

ネオンは電氣をよく導くため近頃ネオンサインに利用したり、またはトーキー、テレヴィジョン、寫眞電送等に使用するネオンランプ中に封入されてゐる。ネオンサイン(Neon sign)といふのは、細い管の中にネオンガスを入れたもので、それに電流を通すると非常に綺麗な光を發する。トーキー(Talkie)といふのは、聲を出す映畫即ち發聲映畫のことである。テレヴィジョン(Television)といふのは、遠方の景色、或は人の動作などが映畫のやうに寫眞と音響とが同時に放送されるものである。



第6圖 ネオンランプ

クリプトン、クセノンはまだその利用方法が研究されてゐない。この外空気中には水蒸氣、炭酸ガス等も含まれてゐるし、また大氣の下層殊に都會地では塵埃、微生物なども相當多く混つてゐて、空気はいちぢるしく汚れてゐる。

### 4. 窒素

窒素(Nitrogen)を製するには硝子鐘の中で燐を燃焼させるか、或は灼熱した銅の上に空氣を通じて銅と酸素とに化學變化を起させて、空氣中の酸素をなくし、残る窒素をとることも出来るが、これらの方法によつて得た窒素は何れも不純である。純粹の窒素を得る

には、亞硝酸アンモニアを熱すればよい。また液態空気から酸素を分離して取ることも出来る。

窒素は無色、無味、無臭の氣體で、重さは空氣の約 0.97 倍である。水には酸素よりも溶解し難く、他物の燃えるのを助けることも又自ら燃えることも出来ない。動物がこの氣體中では窒息するので窒素の名があることは前に述べた通りである。

しかし窒素そのものが有毒なわけではなく、動物が生存するに必要な酸素が無いためである。もし窒素が有毒であるならば、我々は毎日多量の窒素を肺に送つてゐるのだから中毒する筈である。

窒素は常温では、その性、不活發で、化學變化を起すことは極めて少いが、高温度に於て或る方法を用ひると、水素、酸素と結びついて全く異つた物質を作る。(水素と結びつくとアンモニアとなり、酸素の場合は酸化窒素となる。)

註 このやうに、化學的變化を起して、他の異なる物質と結びつき、全く異つた物質を作ることを化合といひ、その物質を化合物といふのであるが、そのことは酸素のさころでよく説明するにしよう。

また他の物質の燃焼を支へる力がないから空氣中では酸素の助燃性(または支燃性ともいひ、他物の燃えるのを助ける性質である)を緩和し、また電球に封入すればフィラメント(電球内の纖維)の光度を増し壽命を長く保たせることが出来る。

眞空中ではフィラメントは蒸發して切れ易くなるから、氣體を入れてそれを防ぐのである。

窒素の用途は電球製造の外、肥料、染料、爆發物製造の原料として近年では著しくその用途を増して來た。

我々人類及び動物は空氣中より酸素をとり、炭酸ガスを出して生存してゐる(呼吸作用)。植物は動物と反對で、空氣中より炭酸ガスを吸収して炭素をとり酸素を出す。(これを同化作用といふ)これと同じやうに肥料としての窒素は植物に吸収されて蛋白質となり、この蛋白質を動物は植物より取る。これ等は面白い自然界の循環である。

### 空中窒素の固定

人口が増加するにつれて食料品も需要を増すのは當然のことであるが、しかし農耕地はこれに比例して増加するものでもなく、又使用するにしたがつて、その肥料分が段々缺乏してくるものである。

従つて各國では人造肥料によつて自給自足をしようと研究しつゝあつたが、最近では資源無盡藏な空氣中から、孤光法、合成法、アンモニア法、石灰窒素法などによつて人工的に窒素固定(窒素だけをとること)が成功するに到つた。従つて世界市場へ獨占的に供給せられつゝあつたチリ硝石も安價な固定窒素によつて、その範圍を狭められつゝあることは注目に値することである。

近來液態空氣から多量の窒素を取り、これを高温度で水素と化學變化を起させ、アンモニアを作り、或は酸素と窒素の混合氣中に電氣の火花を飛ばし、これに水を作用させて硝酸を造る方法などが考案されてゐる。このやうに窒素は直接の用途は少いが間接の用途は益々多くなつて來た。

## 第二章 酸素、燃焼、酸化、オゾン

### 1. 酸素の所在

前章で述べたやうに酸素(Oxygen)は空氣の約 $\frac{1}{5}$ を占めてゐるので、地球上に最も多量にあるのは實にこの酸素である。我々が地球上に生存する爲には片時も缺くことが出来ない。この最も多い酸

素が生物にとって最も必要であるといふことは、自然はよくしたものである。もし反対に最も少いラヂウムのやうなものが、我々にとって無くてならないものであつたとしたらば、どうであらう。簡単に空気中から酸素をとり暢氣のんきに生活することの出来る今日と違って、定めし物凄ものすげい生存競争の世界を現出することであらう。

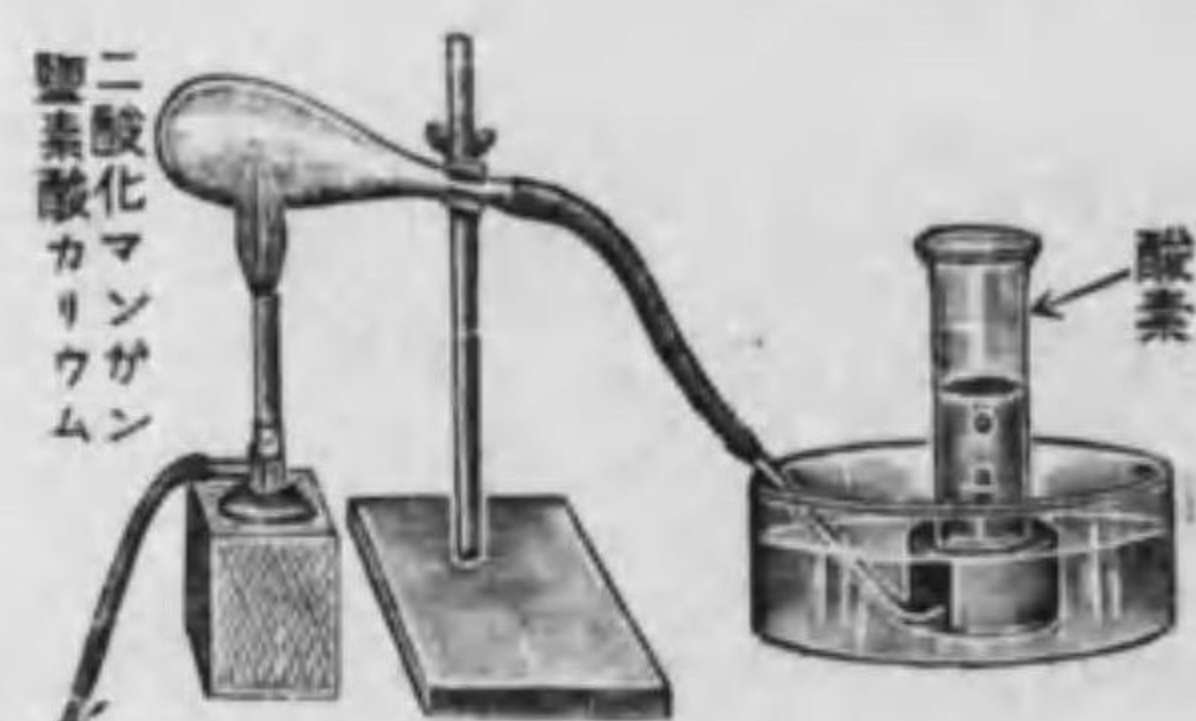
更に酸素はこの外、水をはじめその他あらゆる動植物質の重要な成分にもなつてゐるのである。

## 2. 酸素の製法

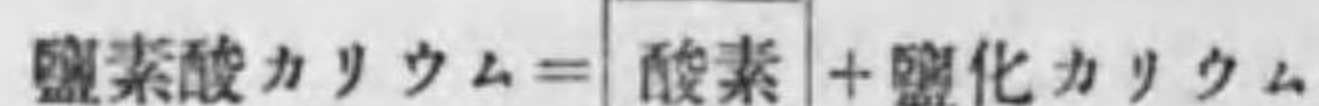
酸素は空気中に存在してゐるから勿論空気から多量に製造出来るのである。即ち空気を前章に述べたやうな方法で液化し、それより沸騰を利用して窒素を分離すればよい。液体窒素の沸騰點は  $-194^{\circ}\text{C}$  (攝氏零下194度)で、酸素の沸騰點は  $-183^{\circ}\text{C}$  であるから、液態空気が蒸發するときは、まづ窒素がさきに氣體になり、後に酸素が残るのである。

しかしこゝでは先づ實驗室で簡単に作れる方法を一二述べよう。

第7圖のやうな装置により、鐵製のレトルト(壺)或は磁製のフラスコ中に鹽素酸カリウム(白色の結晶)を入れ強熱すれば酸素が得られる。



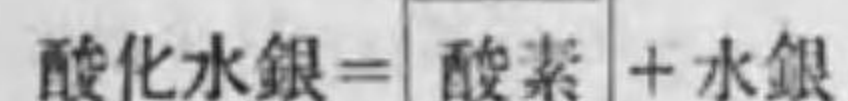
第7圖 酸素の製法



このとき鹽素酸カリウムの約半量の二酸化マンガンを加へて熱すれば、低温で酸素が発生する。この際二酸化マンガンは單に酸素の發生を促進させるだけで、二酸化マンガンそれ自體には何の變化も起さない。このやうに自らは變化せず他物質の化學變化を媒介(仲立ち)する物質を觸媒しよくばい (Catalyser) といひ、その仲立ちする作用を、接觸作用カタリシス (Catalysis) といふ。

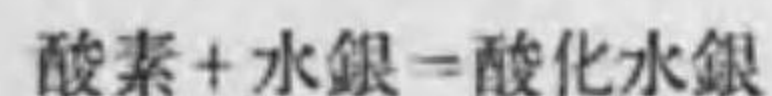
化學變化に於て觸媒は大切な事であるから、知つておいて欲しい。

酸化水銀を強く熱する時も酸素を發生する。しかしこの際は前のやうにたやすくしないから、多量の酸素を造るには適しない。



以上のやうに一物質が變化して、二種或は二種以上の全く性質の異なつた物質を生ずることを、化學的分解ケミカル デコンポジション (Chemical decomposition) 或は單に分解デコンポジション (Decomposition) といふのである。

またこれに反して次のやうな化學變化も起す事が出来る。即ち酸素を水銀と作用させると酸化水銀が出来る。



このやうに二種或は二種以上の物質が化學的變化をなし、全く異なつた他の一物質を生ずることを化合コンビネーション (Combination) といひ、化合によつて生じたものを化合物コンパウンド (Compound) といふ。酸化鐵、酸化水銀は化合物である。このとき酸素と鐵は酸化鐵の成分コンポネント (Component) といひ、また酸素及び水銀も酸化水銀の成分といふのである。またこの際に酸素及び水銀が化合して酸化水銀が合成シンセシス (Synthesis) されたといふのである。

次に食鹽と砂とを如何に細かく粉碎し混合しても、顕微鏡で見ると明かに見分けられる。またこれを水中に入れるときは、砂は溶けずに残り、食鹽は水に溶け込んでしまふ。かういふものを(この場合食鹽水)混合物(Mixture)といふのである。

後章の水の組成のところでも述べるが、酸素を多量に作るには水を電流によつて分解してもよいが、電力を多量に要するので経済的ではないから、工業的には前に述べたやうに液態空気から酸素をとり、鐵製の圓筒に強く壓縮して詰め込み、販賣してゐる。

註 このやうに氣體を壓入した圓筒をポンプといふ。これは極めて丈夫な鋼で造り、破裂などの危険の無いやうにし、一定の規格検査を官廳で行つた後、使用を許可してゐる。

### 3. 酸素の性質

酸素は空氣中に存在してゐるが、我々の五官をもつては直接知ることには出来ない。それは酸素が無色、無味、無臭の氣體だからである。(然し液體酸素は淡青色で、強壓し冷却すれば固體となる)。空氣中で色々なものがよく燃えるのはこの酸素があるためである。たゞ空氣中では窒素があるために、純粹の酸素中で物が燃える程熾んではない。次に純粹の酸素中で種々の物質を燃やしたときの有様を述べよう。

#### 實驗

(イ) 木炭の一片を少し赤く熱したのち、酸素の入つた圓筒中に入れると空氣中にあるときよりも強い電光のやうな激しい光を發して燃焼し、炭酸ガスを生ずる。請を追つて述べるが炭酸ガスが



第8圖 (A) 酸素中、硫黄の燃焼する實驗 (B) 酸素中で鐵線の燃焼する實驗

發生した證據には、石灰水を圓筒中に注ぐと白く濁る(石灰水は炭酸ガスにあふと白濁する性質をもつてゐるからである)。

(ロ) 燃えてゐる硫黄を酸素中に入れると、空氣中よりも一層熾に燃え、強い青い光を放つて亞硫酸ガスといふ物質を發生する。

(ハ) 鐵線を灼熱して酸素中に入れると、火花を散らして激しく燃え、黒褐色の酸化鐵といふ粉末となる。

炭酸ガス、亞硫酸ガス、酸化鐵のやうなものは、それぞれ酸素と炭素、硫黄、鐵の化合したものであるが、このやうにある物質と酸素とが化合することを酸化(Oxidation)といひ、その化合物を酸化物(Oxide)といふ。上に述べた三つの變化はみな酸化の例である。ところが酸化には二種あつて、上例のやうなのはどれも激しい酸化で常に強い熱と光を伴ふ。これを特に燃焼(Combustion)といふ。他の一種は緩慢に酸化(Slow oxidation)するもので、空氣中で磨いた刃物、鐵器が次第に銹を生ずる場合やまた我々の呼吸などはこの例の中に入る(銹は酸化鐵でこれも酸化物である)。動物の呼吸は呼吸器を介して得た酸素と、胃に入つた食物とが血液中にあるヘモグロビン(Hemoglobin)といふ物質により化合し、炭酸ガスと水蒸氣とを體外に發散する。このとき熱を發し動物に體温を與へる。即ち呼吸も一種の酸化作用である。物質が燃焼を起すには或一定温度以上に熱せられなければならない。この燃焼を起す最低温度をその物質の發火點(Ignition point)といふのである。

燃焼といふことに関しては、長い間化學者を悩ませた。即ち1774年ブリーストレーが酸素を發見してゐた(酸素發見者は一般にブリーストレーとされてゐる)にも拘らず、スタールは物が燃えるのはフロジストン(燃素)といふものを放出するからだといつた。だがその後ラヴァジエーは金屬を空氣中で焼くと、金屬中のフロジストンを失

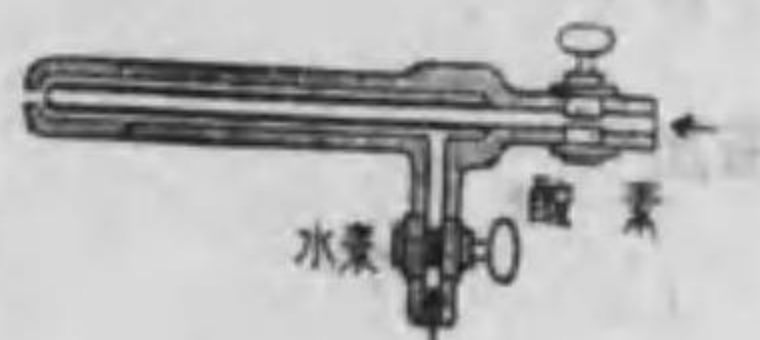
ふといはれるにも拘らずその重量が増すのを発見したので前説は覆へされ、空気中の金属の變化は空気中の酸素の化合に歸し、その他空気中に於ての物質の燃焼は、燃體と空気中の酸素との作用だといふ今日の解釋となつた。

#### 4. 酸素の用途

酸素は水素、またはアセチレンといふ氣體と混合して點火すると、非常な高温度(2000°C以上)の焰を得る。第9圖のやうな器械にこれを應用して鐵板の鎔接、切斷など

に使用してゐる。前者の焰を酸水素焰(Oxyhydrogen flame)、後者を酸素アセチレン焰といふ。

壓縮した酸素は、爆發した炭坑内に入る救助隊に携行させたり、或は疲勞した運動者や、呼吸困難な病人に吸入させる。エベレスト山のやうな高山の探險、或は高空飛行、深海作業のときなどにも携行する。



第9圖 酸水素吹管

#### 5. オゾン

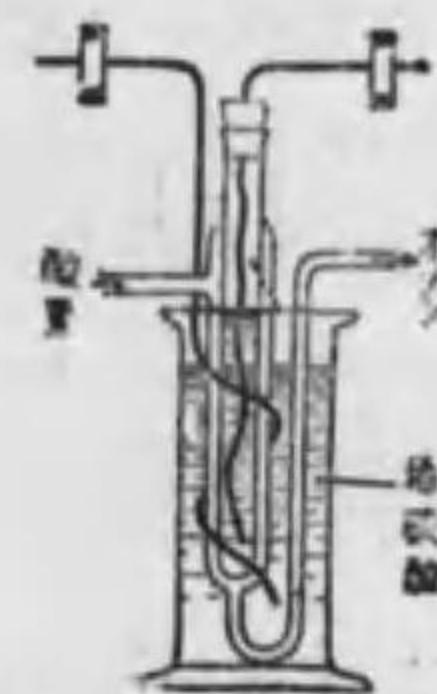
病弱な者が海岸、山林地方に轉地すると非常に健康になる場合が多いのは、煩雜な都會生活から逃れて靜かな生活を送るので、のんびりするためだらうと思はれてゐるが、科學的に考へればこれらの地方の空氣はオゾン(Ozone)といふものを多量に含んでゐるため、空氣が殺菌されて清淨になり、また病人の呼吸を助けるためである。随つて多人數集合する場所、例へば映畫館内等に、第10圖のやうなオゾン發生器を置けば衛生上非常によい。

酸素中で電氣の火花を飛ばすと、一種異様な臭氣(生ぐさい)を發

する。これはオゾンが多量に發生したためである。極めて多量の時は惡臭であるが、少量のときは寧ろ爽快を感じる。沃化カリ澱粉紙がこの氣體に觸れると青變する。この變化はオゾンの有無をたしかめることが出来る。

このやうに或る物質によつて、他の物質の存在を検することを鑑識(Judgment)または檢出といふ。

オゾンは酸化力が酸素より一層強いため、活性酸素と呼ばれることがある。酸化力が強いのでそれを利用して、纖維、澱粉等の漂白及び飲料水の精製殺菌等に使用される。



第10圖  
オゾン發生器  
上部にある二つの導線に強い電流を流し、稀硫酸中でガラスの圓筒をへだて、電氣を通じるとオゾンが發生する。

### 第三章 水

#### 1. 水の所在

水(Watar)は空氣に次いで動植物に缺くことの出来ないものである。全地球上に存在する量も非常に多く、廣々とした海洋や、細々と流れる谷川の清水に至るまで、この全地表面の $\frac{3}{4}$ を占めてゐる。

すべて液體は温度の如何に關係なく、絶えず蒸發して氣體となるものであるから、海岸、河川、湖沼等の水もまた絶えず水蒸氣となつて蒸發してゐる。そして大氣の上層に昇ると次第に冷却し、水滴となつて浮んでゐる。これが雲(Cloud)である。雲の水滴が集まり更に大きな水滴となれば、雨(Rain)となつて地表に落下する。地表に落下した雨は野といはず、山といはず、あらゆる地表一面を潤しつゝ、

一緒に静止するものは池(Pond)、沼(Lake)となり、流れては河(River)となり、次第に低い所に流れ、數多の河川は集合して海(Sea)に至るのである。また落下した雨の一部分は地表に止まらず地下に浸潤して所謂地下水となる。

また水が冷えると氷(Ice)となる。(純粹の水は零度で固狀に變じ氷となる)普通の物質は液狀より固狀に變るとき、一般に收縮してその密度(單位體積内に含まれる質量)を増すものであるが、水から氷になる場合は、普通の物質と趣を異にする。(冬期密閉した水を入れた壺の壊れる事がその一例である。)往々外力で妨げられるから明かではないが、水が氷に變ずる時は規律正しい形を具へる。このやうに一定の形を呈し得る物質を結晶性の物質といひ、その一定の形を有する物體を結晶體(Crystal)といふ。

#### 註1 密度と比重

密度や比重といふことは化學や物理學を研究する上に、是非必要であるから、今こゝで簡単に説明しておかう。

鉛と綿とは何れが重いか?といふと、鉛が重いといふ人が出て来るが、これは相等しい體積の場合の考へであつて、綿も澤山にあれば、鉛よりも重くなることは明かなことである。即ち鉛が綿より重いといふことは、理化學上でいふ鉛の密度が綿の密度より大なりといふのと同じ意味のことである。

密度とは單位體積内に含まれる或る物質の質量で、今或る物質の質量を  $m$  とし、その體積を  $v$  とすれば、密度  $d$  は次のやうな式で表される。

$$d(\text{密度}) = \frac{m(\text{質量})}{v(\text{體積})}$$

およそ物質は、熱に遇つて膨脹し、冷却するときに收縮するのは普通のことであるが、水はこれと少し異なつた性質をもつてゐる。水は冷却するとき攝氏4度までは漸次收縮するが、4度を降るときは再び漸次膨脹し、零度に到り氷となれば、更に著しく膨脹する。故に水の標準容積を定めるときは、密度の最大なる4°Cのときである。

物體の輕重(密度)を定めるには、同體積の水を標準とし(氣體の場合は空氣を標準とする)その重さを比較したものを比重といふ。例へば金の比重 19.3 といふと、金の重さが同體積の水より19.3倍重いといふことである。しかし水自身が温度により變化があるから、攝氏4度の水を標準とするのである。(攝氏4度の水1立方寸の重さを1瓦とす)しかしこれに比べる物質もまた温度によつて密度を變ずるから、その標準の温度を定めて比較しなければならない。

#### 註2 氷點及び融點

水は攝氏零度で凝固して氷となる。この點を氷點(Freezing point)といふ。

また氷塊を熱すると、一定温度(零度)に達する迄は形態の上に何等の變化を認めないが、しかし零度に達すると突然融解して水(液體)となる。このときの温度を融點(Melting point)といふ。

水は如何なる状態にあつても、常に廣く人類文化に利用されるが一番多く利用されるのは地下水である。即ち井水は人工的に土地を深く掘り、地下を流れる水を汲み出すものであり、泉水は地下水の壓力のために自然に地上に湧き出したものである。

水は物をよく溶かす性質があるが、地下水のやうな天然水は色々な礦物質を溶かしてゐる。礦物質を殊に澤山溶かしてゐる泉水を礦泉(Mineral spring)といひ、その冷たいものを冷泉、温かいものを温泉(Hot spring)といふ。

地表下に於ける水は地上に見る河のやうに、右に曲り左に折れる水脈を形成してゐるもので、場所によつては地下でありながら、地上の瀧のやうに高所から低所に落下するものさへある。鐵道のトンネル工事等の際、この水脈のため非常に難工事になることがある。丹那トンネルの工事の如きはその例である。

## 2. 水と生物

印度の或る行者に 30 日から 40 日の斷食の行をする者があるさ



うだが、食物は一切とらないでも水だけは毎日必ず相當の量を飲んでゐる。なぜなら第一我々の肉體を構成する要素の75% ( $\frac{75}{100}$ のこと) は水であり、この水のおかげで消化、呼吸、排泄その他の生理作用が行はれてゐるからである。我々の肉體は、實に精巧な恒温器械である。即ち體温が四季を通じて37°C内外であるのも水のおかげであるし、暑いときは流汗淋漓として體内の水を蒸發してこれにより體熱を發散させ、また寒いときのやうに急に外氣の温度が下降しても、身體に水があるため急激に冷えることがない。

このやうに水は重要であるから、三日も水を飲まないときは忽ち體内の諸機關は破壊されてしまふ。

水は動物に必要なばかりでなく、植物にとつてもまた最も必要なものである。夏の眞晝の太陽に照りつけられた草花が夕べの打水にどんなに生々と甦へることであらうか。切花でさへ水につけて置けば、二日や三日の壽命があることはよく知られてゐることである。

### 3. 水の性質

水は無色透明、無味無臭の液體であつて種々の物質を溶す性質を有してゐる。天然水は種々の場合、カルシウム、マグネシウムなどを溶解してゐる。

また物理學で學ぶ比熱 (Specific heat) でいへば、水は物質中で最大である。即ち水は温め難く冷し難い。

註 比熱

1g の水の温度を 1°C (攝氏 1 度) だけ高めるに要する熱の量を 1 カロリーといひ

或る物質 1g の温度を 1°C だけ高めるに要する熱の量をカロリーで表した數を、その物質の比熱といふ。

### 4. 水の精製

天然水 (Natural water) 即ち地下水、河水等は種々な礦物質、有機物(後篇参考)、塵埃、細菌などを含んでゐるから、勿論そのまま飲用に供するのは危険である。またそれを化學用、工業用、醫用等に使用するときも、色々の障害を來すから適當な方法により水を淨化しなくてはならない。

淨化をするには次のやうな方法がある。

a 沈澱法 これは最も簡単な方法で、薬品を使用しないときはただそのまま静置した後、上澄を靜かに取ればよい。薬品を使用するときは、なほ完全に淨化することが出来る。即ち明礬と石灰の少量を天然水に投じてよくかきまぜた後、靜置し、適當な時間後、器を傾けて上澄液を取ればよい。用ひる薬品はこの外に硫酸アルミニウム、硫酸鐵、鹽化鐵のうちどれか一つと生石灰とを混じて使用する。この方法は簡單であるからキャンプ(露營)等に出かけたとき應用すればよい。

b 濾過法 濾過法といふのは物を通して液體をこす方法で、化學では多く液體と固體とを分離するときに用ひる。例へば水中に存在する塵埃又は固形物を除くには、濾紙、液體を濾すのに使用する紙)を四つ折りにし、漏斗内にあてはめ不純の水を濾紙内に注げば固形物は濾紙上に残り、水は通過する。然しこの方法では水中に溶解した物質を取り除く事は出来ない。

田舎を旅行するに、第11圖のやうな桶を見うけることがある。これは水を濾過して清淨にする一つの方法である。即ち木炭、砂、礫、粘土、棕櫚を層にして水を通すときは、木炭によつて色素、惡臭ある氣體(アンモニア、硫化水素等)が除かれ、砂、礫等によつて塵埃が取り去られるから下から出る水は清淨となつてゐる。これを大規模にしたものが都會地の水道淨水場である。



第11圖 水の濾過装置

o 殺菌法 以上の二つは水中に溶解してある物質や固形物を除去するだけの方法であるから、バクテリアや微生物は殺されない。従つて殺菌のためには、次の薬品を使用する。コレラなどはやるべき漂白粉、(塵素参照)、次亜塩素酸質または液體塵素などを水中に溶解すると、塵素を発生し、その殺菌力によつてバクテリアや微生物は殺される。

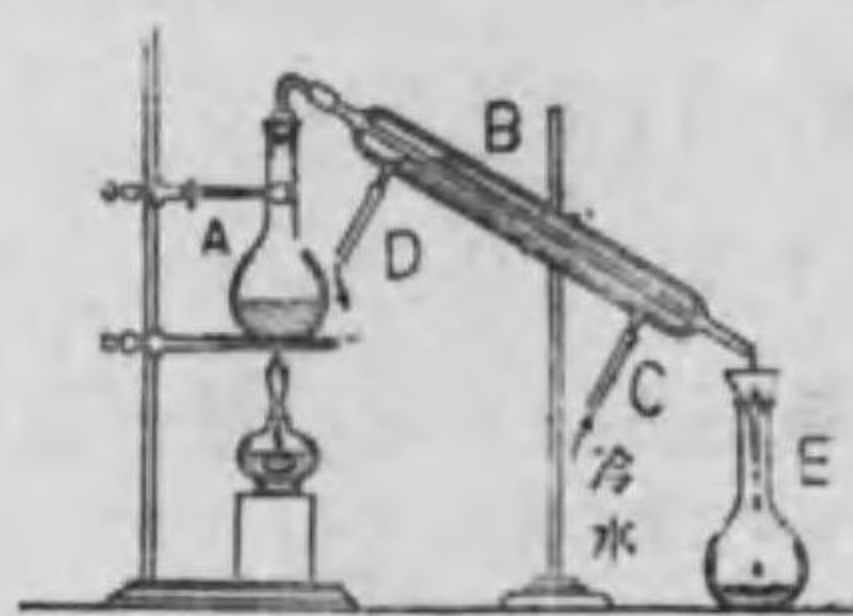
その外オゾンの強力なる酸化力を應用する方法もあるが、オゾン発生装置が廉價でない。従つて大工場、大病院で設備してある所はあるが、まだ一般には普及されてゐない。なほまた人工太陽燈による紫外線(物理學参照)殺菌法もある。

d 蒸溜法 水を煮沸して出て来る蒸気を第12圖のやうな装置により、外部から冷水で冷却すると、最も純粋な水即ち蒸溜水が得られる。

蒸溜水は純粋ではあるが飲料水としては適當さはいへない。何故かといへば、水中に何も溶解してゐないから味も無く、また養分もないからである。蒸溜水は化學實驗及び醫師が薬を調合するさきなどに使用される。

飲料水の條件 完全な飲料水は無色透明無臭で適當な分量の鹽分を溶解して、一種いふにいはいはれない快味をもつて冷いものがよい。温度は6-7度から15度迄を宜しとする。數日放置しても混濁、沈澱物を生じないものがよい。微生物及び遊離アムモニア、蛋白質、亞硝酸鹽、硝酸鹽等を含むものは避けた方がよい。

病菌以外の細菌類は一立方厘100以下は差支へないが、300以上は不適當である。水道(Water works) 濾過池と濾過槽とに二別される。前者は煉瓦、石またはコンクリートで池を作り、最下底には縦横に排水管を設置し、その上に拳大の石塊、砂礫を敷き、順次微細な砂を積み重ねて1米乃至2米の層を作る。この上部に水を通ずるさ水の重量で砂層を通過し同時に淨水となり底部の溝から次の濾過池又は貯水池に入る方法で、東京市上水道はこの式である。後者はコンクリート製の圓塔で底部に有孔の排水管が有つて砂礫層を装置し、濾過せんとするさき、先づ水にアルミニウム鹽類または鐵鹽類、石灰水等を加へて不純物を凝固させ、沈澱池で沈澱させ、それを濾過槽にて濾過させる方法で、京都、朝鮮の龍山等の上水道はこの式である。



第12圖 實驗室用蒸溜装置

フラスコAより出た水蒸気はB管中にてCよりDに出る冷水にて冷却されて、器Eに凝縮して溜る。

## 5. 水の組成

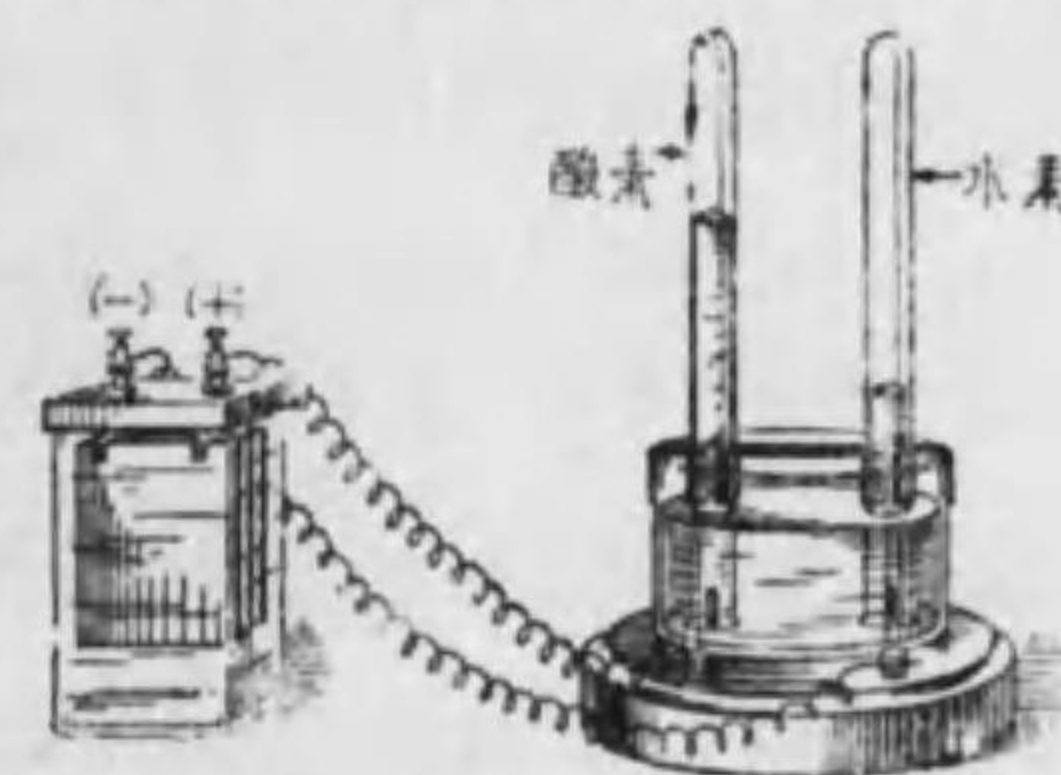
實驗(1) 第13圖に示すやうな硝子製の器に水を入れ、少量の硫酸、或は苛性ソーダを加へて白金板を極とし、電流を通ずると、兩極より氣泡を生ずる。そのとき試験管に水を充たしたものを、白金板の上に倒立すれば管中に氣體が集まる。この氣體をとつて試験すると、陽極板上の管中の氣體はマッチの燃えさしを燃え上らせる。この氣體は前章で説明した酸素である。また陰極の板上の氣體は自ら弱い焰をあげて燃え上る。(このやうに自ら燃える性質を可燃性といふ) この氣體は後章で説明するところの水素(Hydrogen)である。

註 このとき使用する硫酸或は苛性ソーダは水中を電氣が流れ易くするためであるから、その量には増減がない。その詳しい理由は後に電解の所で説明する。

このとき倒立した試験管を目盛りを付けておくと、陰極の方に集る水素の體積が陽極に集る酸素の體積の二倍になることがわかる。

このやうに電流によつて物質をその成分に分解(この場合のやうに陰極する端を電極といふ)することを電氣分解(Electrolysis)或はただ單に電解といふ。

實驗(2) 第14圖のやうに水銀を入れた硝子器中に目盛りのある丈夫な硝子管を倒立し(この硝子管を Eudiometer といふ)その中に水素20ccと酸素10ccを入れ、この混合氣中に電火を飛ばすときは兩



第13圖 水の電氣分解

氣體は化合して水を生じ混合氣體の體積が全く消失したやうに水銀は上昇して管を充たす。この時外部から100°Cの水蒸氣を以て硝子管を熱すると、水銀は20ccの水蒸氣を残して停止する。

この實驗によつても水は水素と酸素の體積の比2:1より成ることを知る。そして生ずる水蒸氣の體積は水素の體積に等しい。

要するに、酸素一體積と、水素二體積とが化合して二體積の水蒸氣が出来るのである。

このやうに物質をつくつてゐる成分の割合を組成 (Composition) といひ、(1) の場合は體積組成を知るものである。

酸素と水素とが化合して水を生ずる時、その重量の割合は前の體積の比より算出することが出来る。

同温同壓の下では酸素の密度は水素の密度の16倍になるから、水素一容積の重量を1とすれば、酸素一容積の重量は16である。

$$\text{水素一の容量} : \text{酸素一の容量} = 2 \times 1 : 1 \times 16 = 1 : 8$$

$$\text{水素} : \text{酸素} : \text{水} = 1 : 8 : 9$$

このやうに、物質の重量の割合を重量組成といふ。

#### 第一、第二、第三章の問題

1. 窒素を電球内に封入することあり、何故なるか。
2. 觸媒とは如何なるものか。(昭和四年度實験)
3. 窒素の用途を記せ。(昭和五年度實験)
4. 水の簡單なる濾過方法を圖示せよ。(同上)
5. 水素と酸素の混合氣體20ccに、電氣の火花を通じたるに5ccの酸素が残つた。

初めの氣體中に在りし酸素と水素の量各々如何。

(解答) 1 電球の中に酸素がある、フィラメントが燃えてしまふ。それで真空にする、電球は壊れ易く又フィラメントの壽命が短くなる。それ故化合力の弱い窒素を封入するのである。2 第二章の2参照 3 第一章の4参照 4 第三章の4の(b)参照 5  $20\text{cc} - 5\text{cc} = 15\text{cc}$   $15\text{cc} \times \frac{2}{3} = 10\text{cc}$  水素の量 } 第三章の5参照  
 $15\text{cc} \times \frac{1}{3} = 5\text{cc}$   $5\text{cc} + 5\text{cc} = 10\text{cc}$  酸素の量

### 第四章 質量不變の定律、定比例の定律、單體と元素及び同素體

#### 1. 質量不變の定律

前章まで大體化學變化といふことが解つたことと思ふ。

すなはち物質間に種々の化學變化が起ると、全然別個の物質を生ずるといふことである。然しこの變化といふことを、もう一步進んで仔細に觀察すると、次のやうな關係が成り立つてゐることが解る。

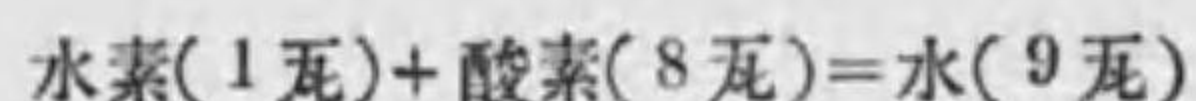
物質と物質との間に如何なる化學變化を起しても、變化前と變化後の質量の總和は變らない。

このことを質量不變の定律 (Law of conservation of mass) といふ。

例へば薪が燃えると全然別個の灰といふ軽い物質になるから、初めの薪の質量の一部が無くなつたやうに見えるが、このとき眼に見えない水蒸氣や炭酸ガスが発生したことを考へに入れれば、次に示す式のやうになり、明かに變化前の質量の和は變化後の質量の和に等しいことが分る。

$$(\text{薪の重さ}) + (\text{化合した空中の酸素の重さ}) = (\text{灰の重さ}) + (\text{水蒸氣の重さ}) + (\text{炭酸ガスの重さ})$$

目に見えない気体である水素と酸素に電火を通ずるや、<sup>たしよ</sup>忽ち水が出来のを見ると、如何にも不思議に思はれるが、この變化に於ても次の関係がある。



即ち自然界に於ては新たに物質を生じ、または物質を消滅することはない。それ故質量不變の定律は物質不滅 (Law of conservation of matter) の事實をも述べたものである。

## 2. 定比例の定律

前章で述べた水の分解、合成の實驗により、水素と酸素とは體積に於て 2:1, 重さに於て 1:8 の割合で化合するものであつて、もし兩者のうちどちらかがこの割合より多い時は、それだけの水素或は酸素は化合しないで残つてしまふ。例へば水素 2g と酸素 18g に電火を通ずる時は、水の場合水素 1 に對し酸素 8 であるから、水素 2 に對して酸素は (2g×8) となり、

$$18g - (2g \times 8) = 2g$$

2g の酸素はそのまゝ残り 2g×9=18g の水が出来る。

これは水の場合を示したものであるが、<sup>ひよ</sup>獨り水ばかりでなく種々物質が互に化合するときの量の割合は一定不變である。

これを定比例の定律 (Law of definite proportion) といふのである。

例	水素+酸素=水	炭素+酸素=炭酸ガス
	1    8    9	3    8    11

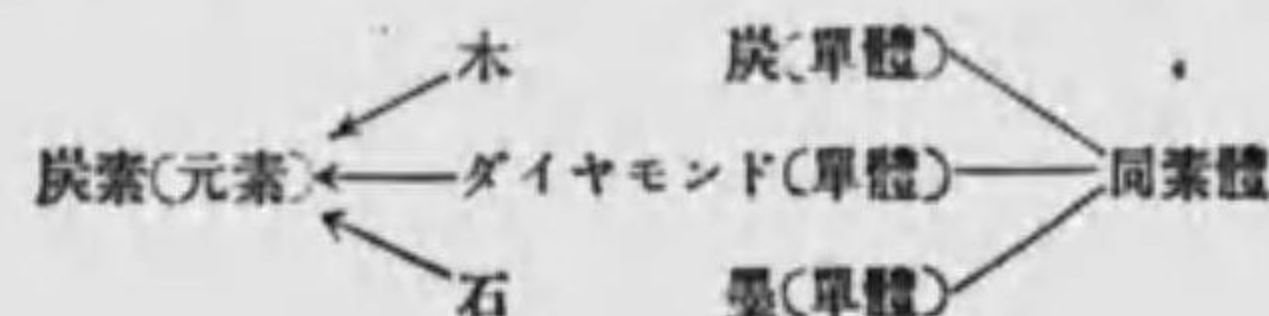
## 3. 単體と元素及び同素體

前に述べたやうに、水に電流を通ずると酸素と水素とに分解される。しかし酸素も水素も如何なる別種の物質を化合させても合成することは出来ず、またこれ以上どんな手段方法を用ひても、更に異なつた他の物質に分解することは出来ない。

このやうに、もうこれ以上、二種或は二種以上の他の物質に變ずることの出来ない物質を元素 (Element) といふのである。いひ換へれば物質の**おほもと** (根元) となつてゐるものが元素なのである。そして一種の元素同志が互に團結し合つて出来てゐる物質を**單體** (Simple substance) といふのである。

例へば石墨も、木炭も、ダイヤモンド (金剛石) も、皆それぞれ**炭素といふ元素**が互に結合して出来てゐるものである。即ちこれ等はそれぞれ單體である。

しかし同一の元素がいくら互に團結して出来てゐても、このやうに木炭といふ單體と、ダイヤモンドといふ單體と、石墨といふ單體とを比較して見るといふと、その性質は皆異なつてゐる。かういつた場合、即ち同一元素から出来てゐる性質の異なつたそれぞれの單體を總稱して、**同素體 (Allotrope)** といふのである。



またゴム状硫黄、針狀硫黄、斜方錐硫黄なども同素體である。その他種々な同素體があるがその例は省く。

註 元素と單體とは混同し易く、初學者をよく迷はせるものである。しかしこのことは、章を追ふに従つて次第に解つて來ることであるから、決して化学(鼓が噴ふ)位に恐れることはない。

## 第五章 水素

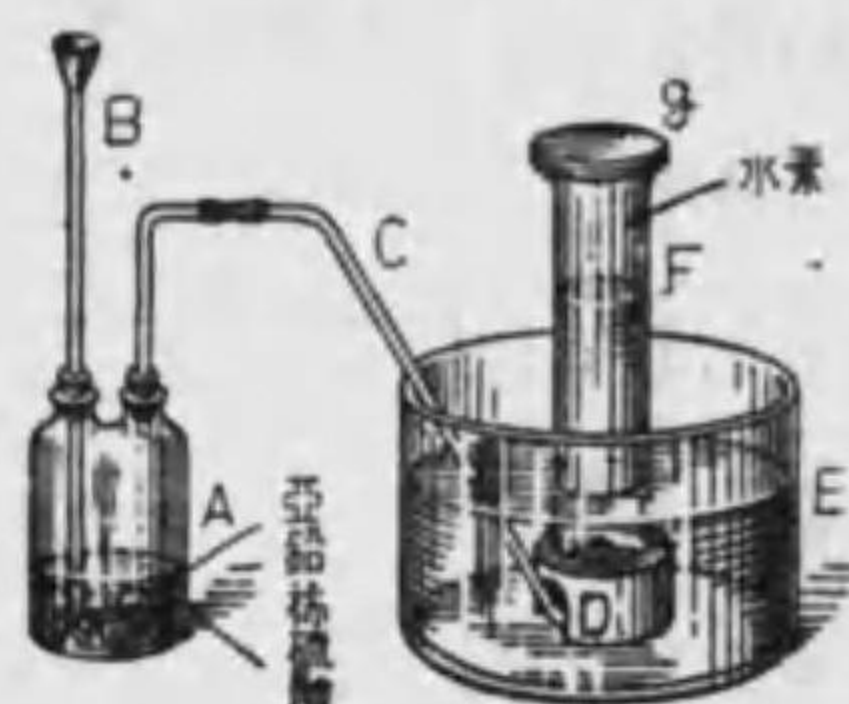
### 1. 水素の所在

水素 (Hydrogen) は化合力が甚だ強いから、<sup>たんたい</sup>單體となつては我々の周圍に存在しないが、<sup>うちう</sup>宇宙に於ける新しい<sup>てんたい</sup>天體 (例へば星雲のやうに進化の過程が餘り進んでゐないもの) や、地球の上層には水素が多量に存在するといはれてゐる。また火山の<sup>ふんえん</sup>噴煙、或は石油井等より出る<sup>てんねんがすちう</sup>天然瓦斯中に含まれてゐる。しかし化合物としては多くの物質中に含まれてゐる。水は水素化合物中、最も多量に存することは既に知るところであるが、その外、動、植、礦物體の主成分を構成してゐる。

### 2. 水素の製法

實驗室で簡単に水素をつくるには、「ナトリウム」を水中に入れればよい。しかしこの方法は危険であるし、また不經濟でもあるから、普通には第 15 圖のやうな装置で<sup>あ</sup>亞鉛に稀硫酸を注いでつくる。

亞鉛 + 稀硫酸 = 硫酸亞鉛 + 水素  
また水素を多量に作る方法、即ち工業的な製法としては、現今廣く用ひられてゐるのは前に述べたやうに



第 15 圖 水素の製法

水を電氣分解するのである。この外、赤熱した鐵に過熱した水蒸氣を作<sup>じ</sup>させてもよいし、或はまたコークスに水蒸氣を吹きつけて、水素と酸化炭素といふ<sup>こんがふぶつ</sup>氣體の混合物、即ち水ガス (Water Gas) といふものを發生させて、これを冷却して製造する方法もある。



第 16 圖 水ガス發生爐

左端の塔下から水蒸氣及び空氣が交互に送られ、發生したガスは上から出て油の蒸氣と混じ右の二つの塔中の煉瓦を温めながら出て行く。次に空氣を送入する時は温まつた煉瓦の熱を取つて右端の塔に來る。

### 3. 水素の性質及び用途

水素は水に溶解難い無色透明無味無

臭の氣體である。水素の特徴とするところは、諸物體中で最も軽いといふことである。1 立<sup>リットル</sup>の重さは 0.0899 瓦で空氣の重さの約 100 分の 7 である。従つてその<sup>ふわりよく</sup>浮揚力も非常に大きい。

註 浮揚力といふのは浮き揚る力のことで、この場合でいへば空氣の重さと水素の重さとの差である。

空中で水素の入つた圓筒から、他の圓筒に水素を移し入れるときは、水を注ぐときとは反對に、圓筒を第 17 圖のやうに上に向けて<sup>うつ</sup>移すのである。この軽いといふ特質を利用して發明したものが輕氣球や飛行船である。また子供の玩具のゴム風船が空中をよく上昇するのも、これと同じわけである。その外、近時流行してゐる空の怪物ともいふやうな廣告球 (Ad balloon) な



第 17 圖 水素の軽いことを知る實驗

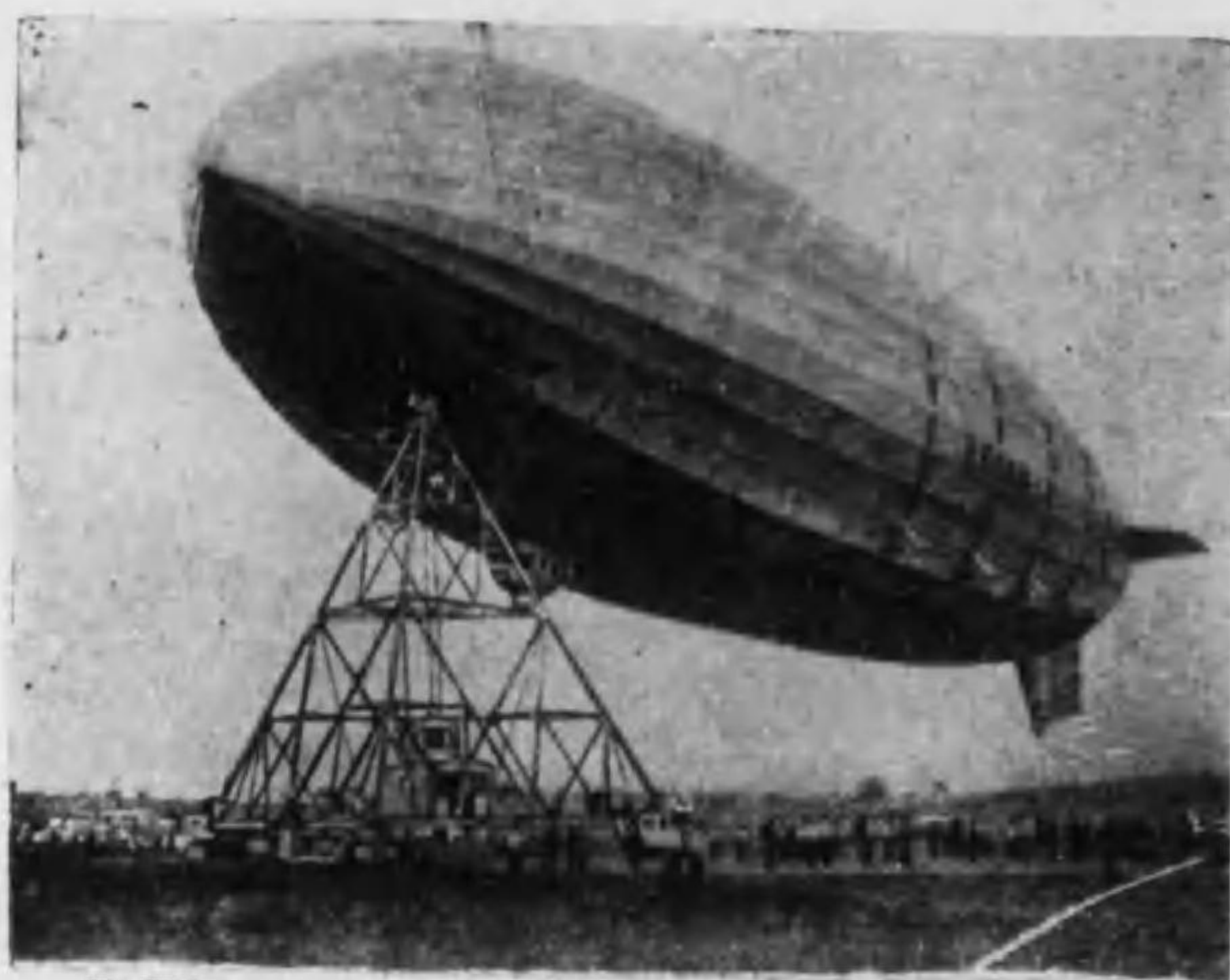
ども水素が詰めてある。

また水素は空気中では弱い光を放つてよく燃焼する。しかし水素は助燃性の氣體ではない。

空気の混つた水素に火を近づけると劇しい爆發を起す。

最近ではかういふ水素の危険性を恐れて、前に述べたやうに不燃性(燃えない性質)のヘリウムといふ瓦斯を使用する航空船が作られるやうになつた。ヘリウムの浮揚力は水素の約半分ではあるが、危険がないのが特長である。

しかし我國に産しないのが残念である。



第18圖 ヘリウムを詰めたアメリカ海軍の飛行船

また酸素と水素の混合氣體に點火すると、はげしい爆發の結果、水を生じる。

従つてこの混合氣體のことを爆鳴氣 (Detonating gas) といふ。即ち前に述べた酸水素焰(酸素参照)は、この爆鳴氣を利用したものである。これは 2000°C もある高熱を發するから、金属の鋸接、切斷

または、白金その他熔け難い寶石等の細工用としてつかはれる。

註 最近では水素の代りにアセチレンといふ瓦斯を使用したもつと高熱の出る酸素アセチレン焰の方を多く使用するやうになつた。

この外、水素は空中の窒素と化合させてアンモニアをつくり、または硬化油工業も近時盛んになり、水素の需要も甚だ廣くなつた。

註 硬化油工業といふのは魚油や大豆油などのやうな液體油を脂肪即ち牛脂、豚脂のやうな固體のものに變化させる工業である。

魚油や大豆油は産額も非常に多くて、そのまゝでは餘り用途がないから價も安い。それでこれを何とかして固體のものとし、需要を増さうと色々研究した結果、やつと成功した。即ち油と脂肪とでは、たゞ油の方が水素の含有量が少し足りないだけであるから、水素を作用することによつて、液體が固體になり、同時に悪臭などもされて白色となり、非常に都合よくなる。このやうにして出來た脂肪を硬化油といひ、石鹼をつくつたり、食用にしたり、その他用途は各方面に開けて來た。

#### 4. 水素の還元作用

鐵線を螺旋狀に巻き、これを強熱して酸化鐵に變化したものを、試験管中に挿入し、これに水素を通じ徐々に熱すると、次第に酸化鐵中の酸素は水素と化合して水を生じ、純粹の鐵となる。(第19圖参照)



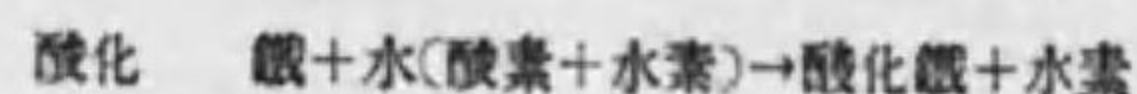
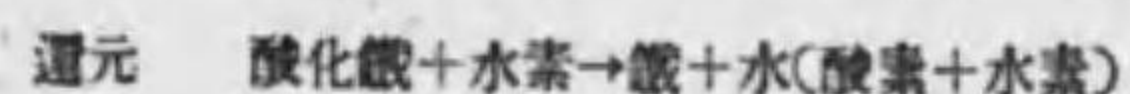
第19圖 水素の還元作用

このやうに化合物を單體に分つことを遊離 (Isolation) といふ。また一般に酸化物から酸素を取り除くことを還元 (Reduction) といひ、還元作用をするものを、

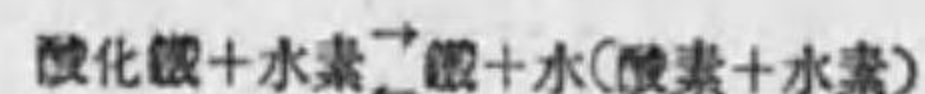
還元劑 (Reducing agent) といふ。従つて水素は酸素と化合し易く、

種々の金属酸化物から金属を遊離するから、還元剤の一つである。

酸化と還元 酸化は還元の反対である。酸化物から酸素を除くことを還元、或る物質に酸素を化合させることを酸化といふのである。いまこの関係を数學的に式で示す。



これを一式で表すと



## 第六章 炭素

### 1. 炭素の所在

炭素(Carbon)は天然に単體として存在したり、または複雑な化合物となつて動物や植物の主成分をなしてゐる。炭素は全地球上に存在する元素中で、酸素に次いで多量に存在してゐる。

金剛石、石墨、コークス、木炭などは単體としての炭素であり、石灰石、大理石、珊瑚、貝類等は炭素の化合物である。またどんな植物でも必ず炭素を含む物質からなつてゐるから、これに空気を通じないで蒸し焼きにすると、水その他の揮発性の物質は飛散し、炭及び灰の如き不揮発性の物質だけが残る。このやうな變化を炭化(Carbonization)といふ。即ちこれによつて炭素は植物の主成分であることが分る。炭素はまた空気中に酸素と化合して、炭酸瓦斯となつて多量に存在してゐる。

### 2. 炭素の同素體

天然に遊離して存在する炭素には、金剛石、石墨、石炭等があるが、前の二つは(金剛石、石墨)何れも一定の結晶となつて産出するから結晶炭素(Crystalline carbon)といひ、その他のものは、一定の結晶を有しないから、無定形炭素(Amorphous carbon)といふ。

天然金剛石



天然金剛石

磨き上げた金剛石

第 20 圖

アモルファスカーボン (Amorphous carbon)といふ。

### (A) 結晶炭素

(1) 金剛石(Diamond)はアフリカのキンバーレーに最も多く産するが、その他、印度、ブラジル、オーストリアなどからも産出し、純粋のものは無色透明である。しかし採掘したまゝでは、主として汚ない正八面體の結晶をなしてゐるから、これを磨き上げると、光をよく反射屈折し、燦然として極めて美麗となる。寶石としては第一位を占めてゐる。また金剛石を太陽光線に暫くあてたのち、これを暗所におくと光る性質があるから、昔は夜光石ともいはれてゐた。

金剛石の比重は3.5で、電氣の不良導體であり、また物質中で最も硬いから質の悪いものは他の寶石を磨いたり或は紙織(Sand paper)布織(Sand cloth)等に利用され、金属類の研磨に用ひられる。

不純物を含むものは黄色、或は黒色をなしてゐるから、裝飾品としては價値のないものである。

その他鑛山用の鑿としてたり、硝子切りなどに用ひられる。

また金剛石は殆ど總ての化学作用を受けない。即ちどんな強い酸でも、これを溶かすことは出来ない。しかし酸素中で  $800^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$  に強熱すると燃焼して遂に炭酸ガスといふ氣體になる。(このことによつて金剛石の成分は木炭と同じやうに炭素であることが分る。)

むかしオーストリアの王様が小さいダイヤモンド(金剛石)を澤山集めて、これを坩堝(金屬を溶かす壺)に入れて強熱し、大きな金剛石を作らうと思つて數日間熱し、さて壺を開けて見ると、影も形もなくなつてしまつてゐたといふ愉快な話がある。

人造金剛石

金剛石も木炭も同じ炭素で出来てゐるのであるから、何等かの方法を用ひれば、木炭から金剛石が出来さうなものであるといふことに着眼して、佛國の「モアサン」さいふ人は色々研究した結果、圖のやうな電氣爐を用ひ、鐵に純粹の炭素(砂糖を熱して得た炭素)を加へ  $3000^{\circ}\text{C} \sim 3500^{\circ}\text{C}$  に強熱して融解し、これを少しづつ

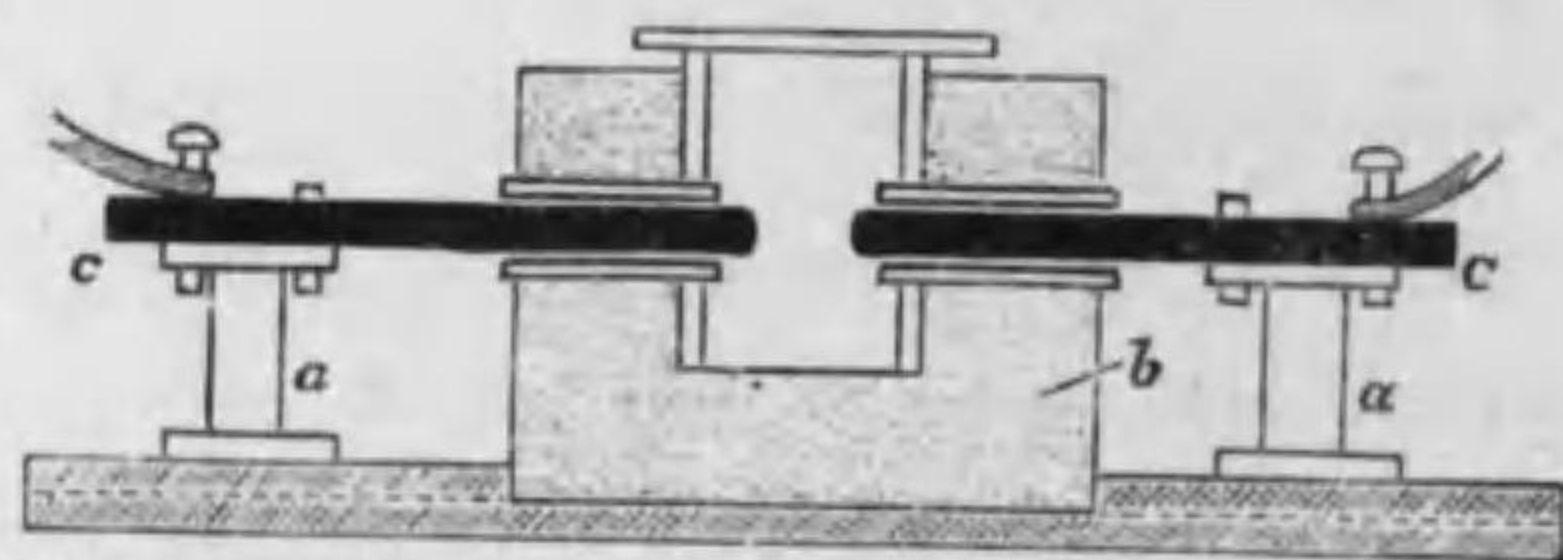
冷水に落し急に冷却すると鐵の凝固と共に炭素が強い壓力を受けて、その一部分は金剛石となるから、後、鹽酸で鐵を溶解し去り、金剛石を得ることに成功した。

しかしそれによつて出来た金剛石は非常に粒が小さく、大きなものでも蟲眼鏡で見なくてはならない程であるから、實用にはならなかつた。しかし學術上には眞に興味ある、有益な實驗であつた。



第21圖 ダイヤモンドを燃す實驗

丈夫なガラス瓶に酸素を入れ、圖の如く装置しダイヤモンドに強い電氣を流すと忽ち燃えて炭酸ガスになる。



第22圖 電氣爐 a. 電極 b. 石灰石 c. 炭素棒

金剛石の成因(出来た原因)

金剛石の成因に就ては色々の説があるが、いまその一つを述べれば、火山岩が地殼の内部から噴き出して來たとき、その途中にある炭素分を溶かし込んで、それが冷却するときに非常に高い壓力を受けたいめ、炭素が結晶して金剛石となつたといはれてゐる。

(2) 石墨(黒鉛)

金剛石の外に結晶炭素としては石墨(Graphite)がある。これは黒色不透明で金屬光澤を呈してゐる。肉眼では見えないが、虫眼鏡で見ると滑かな六角の小結晶(鱗片狀)をなしてゐる。比重は2.3で電氣の良導體で、金剛石と同じやうに酸に侵され難い。

世界に於ける石墨の産地は、セイロン島、北米、マダガスカル等で、我國では岐阜山口等に産出し、また人造によつても得ることが出来る。

石墨の人造

天然産の石墨は不純だから、次のやうな方法を用ひて人造してゐる。熔解した鐵に炭素を熔解し、これを冷却すれば石墨を得ることが出来る。しかし最近では、無煙炭を電氣爐に入れて強熱し多量に生産してゐる。

諸君が日常使用してゐる鉛筆の心は、石墨と粘土とを混合して、これを固着剤でおし固めたものである。

石墨はまた滑かで、強熱を受けても質を變じないから、機械の減摩劑(摩擦を減ずるもの)として使用されたり、鐵器の錆止めともなつてゐる。また電氣をよく導く性質があるから、電氣分解、電氣爐等の電極としても用ひられる。

その他強熱に耐へるから粘土と混ぜ合せて坩堝を製するに使用される。なほ金屬を熔解するときは酸化を防ぐために石墨の粉末をよ



りかけたりする。

### (B) 無定形炭素

次に述べるコークス(骸炭)、獸炭、木炭、石炭等は何れも炭素から出来てゐるが、一定の形をもたないから無定形炭素といふ。

### 石炭

石炭(Coal)は今から何千萬年といふ大昔、地球が非常に暖か、つた時代に繁茂してゐた植物が土中で高壓と、高熱のために徐々に分解、變化して生じたものであつて、水素、炭素、窒素、硫黄、土等を含んでゐる。しかし年代の長短によつて種々に區別される。

#### (1) 無煙炭

これは最も炭化の完全なもので、90%以上の炭素を含み、黒色の光澤を有してゐる。燃焼するときは煙を出さないから軍艦の燃料に用ひられる。

#### (2) 煙膏炭

光澤ある黒色の塊で、これをまた黒炭(Black coal)ともいふ。炭素の含有量は80%内外である。本邦産の石炭は大體この種のものに屬する。

#### (3) 褐炭

褐炭は泥炭よりも少し炭化の進んだもので、炭素の含有量は約70%である。

#### (4) 泥炭

これは生成年代の最も若いもので、植物の形跡を認めることが出来る。炭素の含有量は60%位で、黄色、黒褐色を呈して泥土、及び瀝物を多量に含有するために燃焼するときは火力弱く灰分を多量に残す。

石炭はそのまゝ燃料とするばかりでなく、石炭ガス、コークス(骸炭)を製したりする。その他、清涼飲料製造用の炭酸ガス發生のために用ひられたりする。

### 骸炭

石炭を窯に入れて空気を不十分にして熱すると、揮發性の物質はみな發散し、窯の中にはただ多孔質(小孔を多量に有するもの)の塊がのこる。これがコークス(骸炭←Cokes)である。

コークスは灰白色の硬い金屬狀の塊で、石炭よりも炭素の含有量が多い。従つて發熱量も大きく、燃焼するときは餘り煙を出さないから、燃料として多く用ひられる。殊に製鐵、冶金、鑄物(金屬を鑄かして作つたもの)の製造に使用され、重要である。また酸によく耐へるから氣體洗滌(塵埃を取る事)などにも使用される。

註 コークスは石炭ガス製造の副産物としても得られる。

### 木炭

木炭(Wood charcoal)は我國でも古くから製せられてゐる。その方法は圖のやうな土窯或は石窯に木材を適當に切つて積み重ね、窯の口から空気を送り木材の一部に點火し、燃焼し始めたら口を塞ぐと中の木材は分解して、水その他の揮發性の物質は飛散し蒸し焼きとなり、後に大部分の炭素が残る。これが木炭である。



第23圖 我國の炭焼き窯  
(左) 土窯軟炭用 (右) 石窯堅炭用

この際取り出して消し粉をかけ、急に冷却すると堅炭(白炭)が得られる。また窯の中で冷却すると軟炭(黒炭)が出来る。

一般に黒炭は白炭より軟かで火つきがよいから、火鉢用の切り炭として用ひられ、

白炭はその質堅く火のつきが悪いが、火力が強く、火持ちしよいかから特殊の用途がある。

木炭はその大部分が炭素で、普通その $\frac{1}{100} \sim \frac{4}{100}$ は灰分である。なほその外、少量の水素及び酸素を含んでゐる。

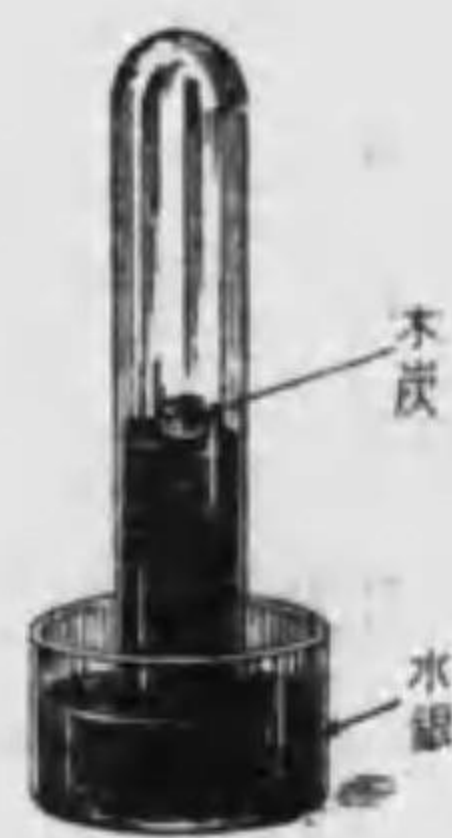
比重は1.5—2.0であるから、水よりは重いわけであるが、多孔質であるために水上に浮ぶ。またこの多くの細かい孔があるために種々のガス體(氣體)、液體、色素、芥、バクテリア等をよく吸収する特性があるから、これを利用して動植物の腐敗から生ずる悪臭の氣體を取りのぞくのに用ひたり、または前に述べたやうに水の濾過装置もこの性質を利用したものである。

古くなつた木炭を火鉢に入れると、悪臭を放つて盛んに跳ねることがあるのは、木炭が吸収したアンモニアなどの氣體が、暖められて急に膨脹すること、炭の内部に不整状態が出来てゐるためである。

このやうに固體がその表面に、他の物質を吸収する作用を、吸着作用(Adsorption)といふ。

註 液態空氣で冷却した木炭は、高度の真空をつくるのに用ひ、1容の木炭は、171容のアンモニア、68容の炭酸ガス及び18容の酸素を吸収する。また吸着作用は木炭ばかりでなく、總ての固體にある性質であるが、木炭は殊にそれが著しいのである。

吸着作用の最も大きいものに活性炭素といふものがある。その作り方には色々あるが、例へば胡桃の核(普通果實中にある)を炭化して、これに高熱の水蒸氣を吹きつけるか、または木炭に鹽素ガスを通じながら熱すると出来る。



第24圖 木炭の吸着作用

水銀槽中に試験管を立て、この管中にアンモニアを入れて木炭を置くと、管中に水銀が昇つてゆく。

活性炭素は毒ガスの防禦用マスクに詰めたり、或はドライクリーニング(乾燥洗濯)をするとき空中に揮發した油を回収するとき、セルロイド工場でアルコールの蒸氣を空氣中から取り戻すなどの用途がある。

### 獸炭

獸炭(Animal charcoal)は、また骨炭(Bone-black)ともいひ、動物の骨、血液、皮等を炭化して作つたものであつて、極めて多くの細孔を有し、木炭よりも強い吸着性をもつてゐるから、砂糖を精製するのに使用される。

註 甘蔗、または甜菜などから絞つた砂糖液は、汚ない色をしてゐるから、獸炭で濾せば無色の液となる。

### 油煙

油や樹脂が、空氣の不十分なところで燃やすとき生ずるものであつて、黒色の細かな粉末で殆ど純粹に近い無定形炭素である。墨はこれに膠を混ぜて固めたものである。その他油と混ぜて印刷用インキにしたり、または砂糖蜜とで靴墨を製したり用途は非常に廣い。

### ガス炭

これは石炭ガスをつくる時分解によつて生ずるものである。質は緻密で、しかもよく電導性を有するから、電池、電燈、電氣爐などの電極に使用される。

一般に炭素は後章にて説明する弗素さいふ氣體以外の物質には侵されないから、重要書類等に署名するには必ず墨(炭素)を使用する。また木が腐つても、墨書きした字のこころだけが高くなつて變化しないのも同じわけである。また板扉の面を焼いたり、油煙を塗り、鐵道線路の橋に焼いた木材を使用するのも同じ理由である。

- (1) 水素 5g と化合する酸素の重さは何程か、またこのとき生じたる水の重さ如何。  
 (2) 日常我々の周囲に起る物理的變化と、化学的變化の例を擧げよ。  
 (3) 板餅の面を焼く理由を問ふ。  
 (4) 飛行船の近くで火氣を嚴禁するのは何故か。  
 (5) 便所に木炭を置けばよいといふのは如何なる意味であるか。

(解答) (1)  $1:8=5g:xg$   $xg=\frac{5g \times 8}{1}=40g$  酸素  
 $1:9=5g:xg$   $xg=\frac{5g \times 9}{1}=45g$  水

- (2) 物理的變化 (イ) 棚の上から皿が落ちる。(ロ) 風で木の枝が折れる。  
 (ハ) 銃砲の弾丸が飛ぶ。(ニ) 自動車が進む。  
化学的變化 (イ) 石炭、ガスが燃える。(ロ) 食物が腐る。(ハ) 植物が成長する。(ニ) かなものが錆びる。  
 (3) 炭素にして化学的抵抗を持たせる。(腐らない)  
 (4) 水素に火が近づくと危険であるから。  
 (5) 便所に炭を置くと、炭が臭いガスを吸つてしまふから臭気が無くなる。

## 第七章 炭酸ガスと酸化炭素

### 1. 炭酸ガス (二酸化炭素、又は無水炭酸)

ろうそく ぼのぼ  
 蠟燭の焰をガラス圓筒で覆ひ、數分の後、圓筒中に石灰水を注ぐと白く濁る。これは蠟燭が燃えて炭酸ガス (Carbonic acid gas) が出来たためである。

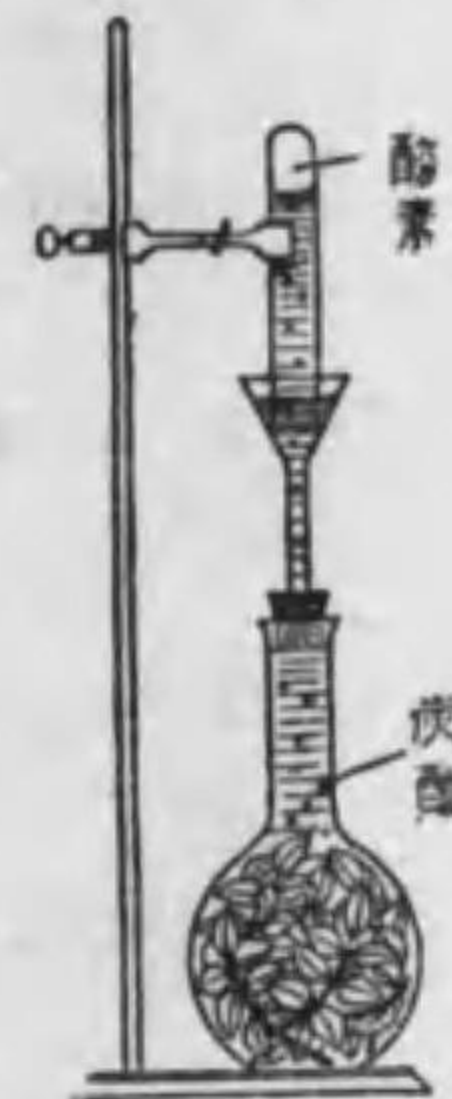
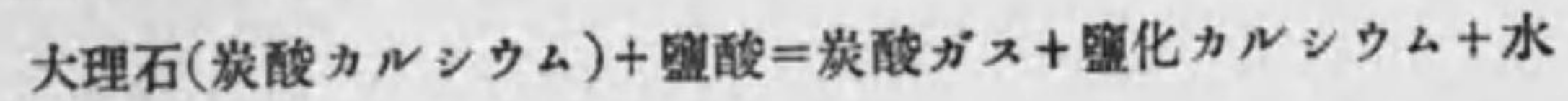
註 炭酸ガスによつて、石灰水が白く濁るのは石灰水が炭酸ガスと作用して炭酸カルシウムをつくるからである。

このやうに炭素を含んだ物質が空気中で、燃焼すると炭酸ガスが出来る。その外、火山の爆發、動物の呼吸、物の腐敗などにより絶えずこのガスは生成されてゐる。しかし空気中にある分量は、ほぼ  $\frac{3}{10000} \sim \frac{4}{10000}$  位である。これはなぜかといふと絶えず植物が同化

作用を行つて調節してゐるからである。

空気中に炭酸ガスの量が多くなり  $\frac{1}{100}$  以上になると人體に害となる。

炭酸ガスを實驗室で簡単につくるには大理石か、または石灰石に稀鹽酸を注げばよい。



第25圖 植物の同化作用

植物を炭酸中(炭酸ガスを薄山溶かし、液)に入れて、日光がしばらく當てるに植物は炭酸ガスを吸収し、酸素を發生する。圖のやうな装置にすると上の試験管に酸素が溜る。



第26圖 炭酸ガスの重いこと、及びその消火作用を示す。



第27圖 消火器の原理を示す

瓶中に重曹水を入れておき、試験管中には濃硫酸を入れる。使用するときは瓶を一旦倒して、兩液を化合させると、炭酸ガスが發生し、その壓力で水と共に噴出する。

炭酸ガスは、また、二酸化炭素 (Carbon dioxide) ととも無水炭酸 (Carbonic acid anhydride) と

ともいはれ、支燃性も可燃性もない無色の氣體であつて、かすかな酸味と弱い刺戟性の臭をもつてゐる。空気よりも 1.5 倍も重いから、第 26 圖のやうに上から下へ水を注ぐやうにして、蠟燭の火を消すことが出来る。これを應用したのが炭酸ガス消火器である。

炭酸ガス中では動物は窒息してしまふが、有毒ではないから  $\frac{1}{10000} \sim \frac{4}{10000}$  位空気中に存在してゐてもなんでもない。

しかし餘り多人数が密閉した室に集合すると、炭酸ガスと共に悪臭ある氣體を發散し、また炭酸ガスの増加と共に温度も上昇し、湿度(しめりけ)も増すから頭痛、眩暈などを起し學校劇場などでは換氣につとめなくてはならない。

炭酸ガスは苛性曹達によく吸収され、また水にも溶け易く、常温(15°C)に於て常壓(氣壓—物理學參照)の場合、同體積の水に溶解する。

しかしこのとき壓力を加へれば加へる程、益々溶解する。

このやうに氣體は一般に温度が一定のときその溶解度は壓力に比例するといふことをヘンリーの法則(Henry's law)といふ。

清涼飲料水はこれを利用し炭酸ガスを強い壓力によつて水に溶かしたもので、平野水、ブレンソーダ等は即ちこれである。味をつけたものがサイダー、ソーダ水である。

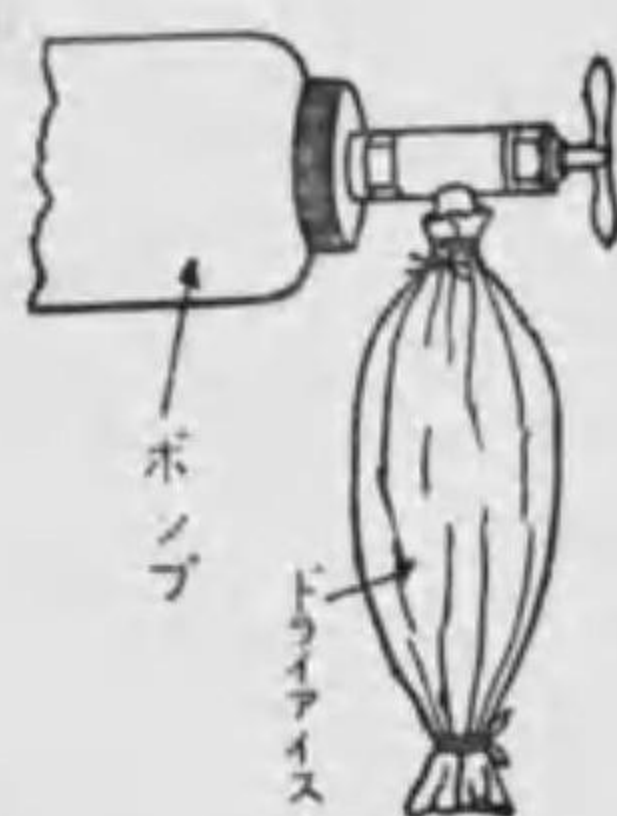
炭酸ガスは 31 度以下に冷却し、壓力は 73 氣壓以上の高壓でなければ液化しない。この壓力を臨界壓力といふ。また前記の 31 度以上では如何に壓力を加へても液化しない。この温度を臨界温度といふ。

註 氣壓 (Atmospheric pressure) とは大氣の目方のために起る壓力をいふので、その強さは 1 平方糎につき 1033.6 瓦である。このやうな強さの壓力を 1 氣壓といふ。(物理學參照)

ビール、サイダー、ラムネ等の栓を抜くと泡が出るのは壓力が無くなつて、水中に溶けてゐた炭酸ガスが出て來るからである。

近時ドライアイス (Dry ice) といふ約 -78°C の雪の周りのやうなものを販賣してゐる。これは炭酸ガスを低温で高壓をかけて液化し、これを小さな孔から急に噴き出させるさ、なほ一層冷却され、液態炭酸は雪狀の固形炭酸となる。これを壓縮して塊にしたのがドライアイスである。魚や肉類の冷蔵用、或は即席ソーダ水製造用等に使はれてゐる。解けても水にならないから、ドライ(乾)、アイス(氷)といはれ

てゐる。



第 28 圖  
固體炭酸の製法

上にあるのが液體炭酸の入つたポンプである。ポンプの栓を急に開くと液體炭酸は蒸發し、そのさき一部分は結晶するから、これを袋に容める。



第 29 圖  
ドライアイスの製造されたところ

### 炭酸ガスの組成

金剛石とか石墨とかいふやうな純粹の炭素を酸素中で燃焼すると、炭酸ガスを生ずるだけであるから、炭素と酸素の化合したものが炭酸ガスであることが分る。またその化合する重量の割合は炭素 3 酸素 8 で 11 の無水炭酸(炭酸ガス)をつくる。

### 2. 酸化炭素

酸化炭素 (Carbon monoxide) はまた一酸化炭素ともいひ、炭酸ガスは炭素が充分空気を供給されて燃えたとき出来るものである。これに反して酸化炭素は空気が不充分で燃焼した場合に出来るものであり、無色、無味で水に溶け難い軽い氣體である。また燃焼すると

きは青い光を放つ。

火鉢に炭を澤山ついださき出る煙は、酸化炭素が燃えてゐるのである。

ストーブの中でもこの現象が起る。即ち

ストーブの下の方では、次の變化が起る。

炭素+酸素=炭酸ガス

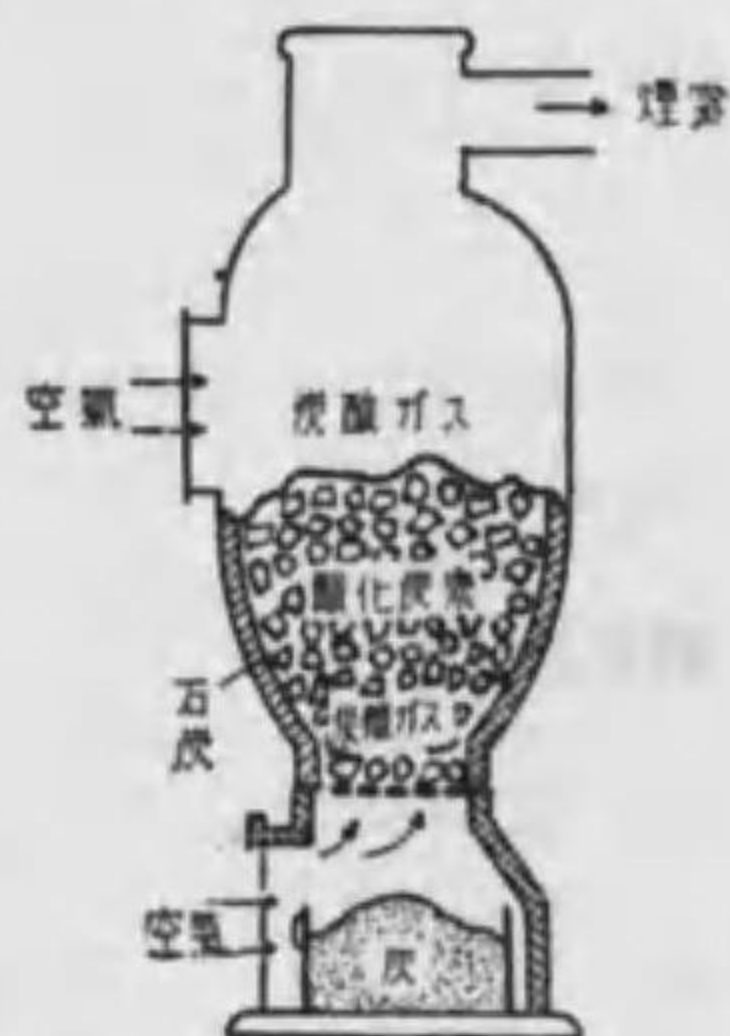
中間では

炭酸ガス+炭素=酸化炭素

上部では

酸化炭素+酸素=炭酸ガス

また酸化炭素は炭坑の爆發の後によく残つてゐるこゝがある。即ち普通炭坑の爆發は、石炭の細かい粉末が自然發火をするのであつて、空氣の供給が不充分であるから、このガスが出来るのである。



第30圖 ストーブ内の變化

酸化炭素は血液中のヘモグロビンといふ重要な物質と化合して、酸化炭素ヘモグロビンとなり、血液が行ふ酸素運搬の働きを無くしてしまふから有毒である。

また空氣中に $\frac{1}{40000}$ の酸化炭素を含むと、激しい頭痛を起し $\frac{1}{1000}$ では、次第に感覺を失ひ、遂に斃れ、更に $\frac{1}{100}$ となると2分間を待たないで死ぬといはれてゐる。

酸化炭素を作るには蓆酸に硫酸を加へて熱する。

蓆酸が分解して、

蓆酸=酸化炭素+炭酸ガス+水

となるから、炭酸ガスを苛性ソーダ(曹達)に吸収させると、酸化炭素が分離する。

酸化炭素の成分は炭酸ガスと同じやうに、炭素と酸素であるが、酸素の割合が丁度炭酸ガスの場合の半分であるから、他物から酸素

を取る性質、即ち還元作用がある。従つて製鐵、製銅の冶金に用ひられ、また近年では有名な「フオスゲン」といふ窒息性毒ガスを作るのにも使用せられる。

酸化炭素+酸素=フオスゲン

註 酸化炭素は炭酸ガスと異なり石灰水を白濁することはない。また苛性曹達にも吸収されない。

酸化炭素の組成

酸化炭素は重量に於ては、3(炭素)對4(酸素)の割合で7の酸化炭素をつくる。

## 第八章 鹽酸、硫酸、硝酸

### 1. 鹽酸

食鹽に濃硫酸を加へて熱すると、刺激性の臭氣ある無色の氣體が発生する。これを鹽化水素(Hydrogen chloride)といふ。

この氣體を水に溶解したものを鹽酸と稱へるのである。鹽化水素は水に溶け易く(常溫に於て1容の水には約450容の鹽化水素が溶ける)、可燃性も支燃性もない氣體で、空氣よりも約1.27倍重いから(1立の重さは1.640瓦)圖のやうに下方置換によつて捕集される。

註 氣體を上方から捕集する方法を上方置換といふ。またこれに反して下方より捕集する方法のことを下方置換といふ。水素、酸素の場合は前者の方法を用ひる。

炭酸ガス、鹽素ガスは後者の方法による。



第31圖 鹽化水素の製法

また鹽化水素は無色であるが、空気中に出ると、白煙のやうになる。これは空気中の水蒸氣に溶けて鹽酸の霧となるからである。

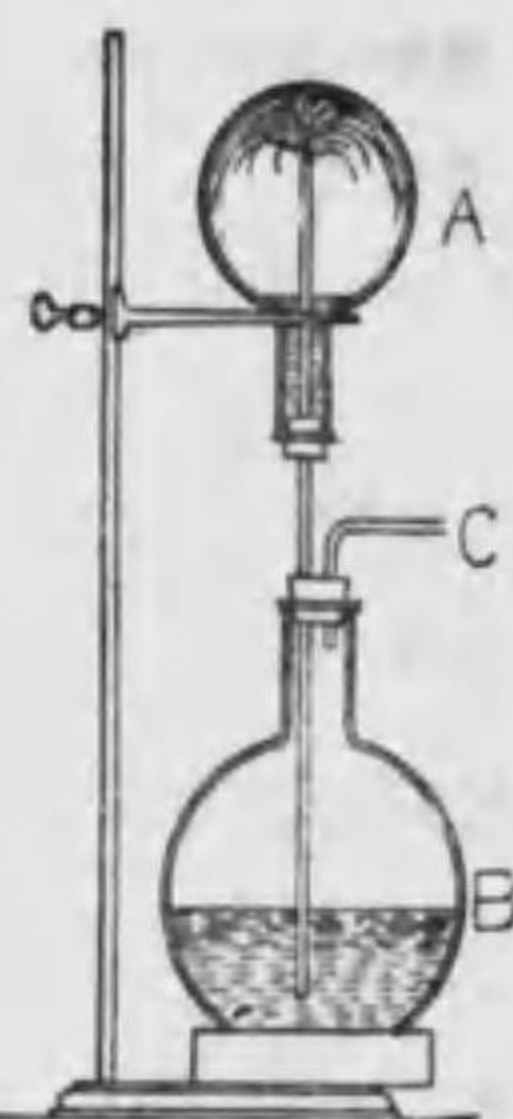
次の実験によつて水によく溶けることが分る。

第 32 圖のやうに B なるフラスコに水を入れて置き、それに鹽化水素を満したフラスコ A を圖のやうに連結し、ガラス管 C を吹くと B 中の水は A に昇る。吹くのを止めても水は盛んに噴き昇る。このとき上のフラスコに溜つた液は鹽酸である。もしこのとき B のフラスコに青色リトマス液(試験液のこと)を混ぜておけば、水が A 中に昇ると共に赤變する。このやうに青色リトマス液(または青色リトマス試験紙)を赤變する作用を酸性反應(Acid reaction)といふ。

また亜鉛、アルミニウム、鐵等の金屬と作用すると水素を發生する。このやうな物質を一般に酸(Acid)といふ。

鹽酸、硫酸、硝酸は酸の代表的なもので、すべて酸はすっぱい味を有してゐる。梅や林檎の汁、または蜜柑などのすっぱいのは、みな酸を含んでゐるからである。

鹽酸はこのやうに水素を發生させるに使用せられる外、「味の素」製造などにも多量に使はれるし、染料、蠶の人工孵化、金屬のはんだづけ(鉛と錫の混合物をはんだといひ、これで金屬を接合することをはんだづけといふ)或は清涼飲料水に數滴これを落し込んで殺菌したり、その他化学實驗室、藥局等に廣く使はれてゐる。また鹽酸は動物の體中にもあつて、消化作用に必要な一成分である。



第 32 圖 鹽化水素が水に溶解する實驗

分である。

鹽酸の比重は鹽化水素の溶けてゐる分量が多い程大きい。

濃鹽酸といはれるものは 35% 位鹽化水素が溶け込んでゐるものであつて、稀鹽酸はこれを 3 倍乃至 4 倍の水に薄めたものである。

## 2. 硫酸

硫酸(Sulphuric acid)は酸の中で最も多く使はれてゐる。即ち硫酸を少しも使はない化学工業は殆どないといつてもよい位で、或人などは、『その國の文化は、硫酸の製造高で知られる』とさへいつてゐる。

純粋な硫酸は無色透明で油状不揮發性(鹽酸は絶えず鹽化水素を蒸發してゐるから揮發性である)の重い液體で常溫(15°C)に於て比重は 1.84、沸騰點は 338°C であり、冷却すると結晶となる。また水溶液は強い酸性反應を表す。

硫酸を稀めるには、水をかきまぜながら、徐々に濃硫酸を注ぐのである。もし反對に濃硫酸の中へ水を加へると甚だしく熱を生じ、時には器を破壊することがある。

また紙、砂糖等に濃硫酸を觸れると、水を作る割合で水素及び酸素を奪つて、炭素ばかりを残して黒變してしまふ。皮膚に觸れると火傷となるのもこの理由である。

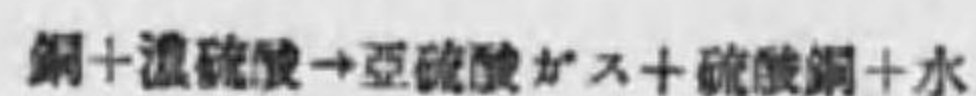
註 普通濃硫酸は比重 1.83~1.84 位のもので、硫酸を 93.5% 位を含む水溶液である。

また硫酸は水分をよく吸収するから、この性質を利用して種々の物質を乾燥するのに使はれる。

即ち第 33 圖に示すものは硫酸液を使用する一種の乾燥器(Desiccator)である。

濃硫酸を銅、銀、水銀などと共に熱すると溶解して亜硫酸ガスを発生する。

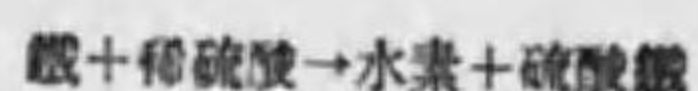
例へば銅に作用すれば



しかし冷たい濃硫酸は一般に作用しても変化が起り難い。

稀硫酸は亜鉛、鐵、アルミニウム等を溶かして水素を発生する。

例へば鐵に作用すれば



また金属の酸化物、水酸化物(後章参照)、硫化物(硫黄と他の元素との化合物)、を溶解する。

前に述べたやうに硫酸はあらゆる工業に用ひられるが、殊に肥料(過磷酸肥料、硫酸肥料)、鹽酸、硝酸の製造、石油の精製、爆發物の製造、氣體及び固體の乾燥、炭酸ソーダの製造、その他蓄電池などに多く使用される。

### 硫酸の製法

#### A 鉛室法

これは觸媒として硝酸を用ひ、巨大な鉛室内で反應を行はせる方法で、第 34 圖のやうな装置を用ひる。

(A) の爐で硫黄または黄鐵礦を焼くさ、亜硫酸ガスが発生する。それが多量の空氣と混合して、(C) のグローバー塔に入つてゆく。また(B) の杯形の所では硝石に硫酸を注いで加熱し、分解して窒素の酸化物を作りこれも(C)へ入つてゆく。

(C) のグローバー塔及び(D) の鉛室内では分解されて来る窒素の酸化物で亜硫酸ガスを酸化して無水硫酸を作り、(D) の上部から噴き出す水蒸氣でこれを吸収し、硫酸とするのである。

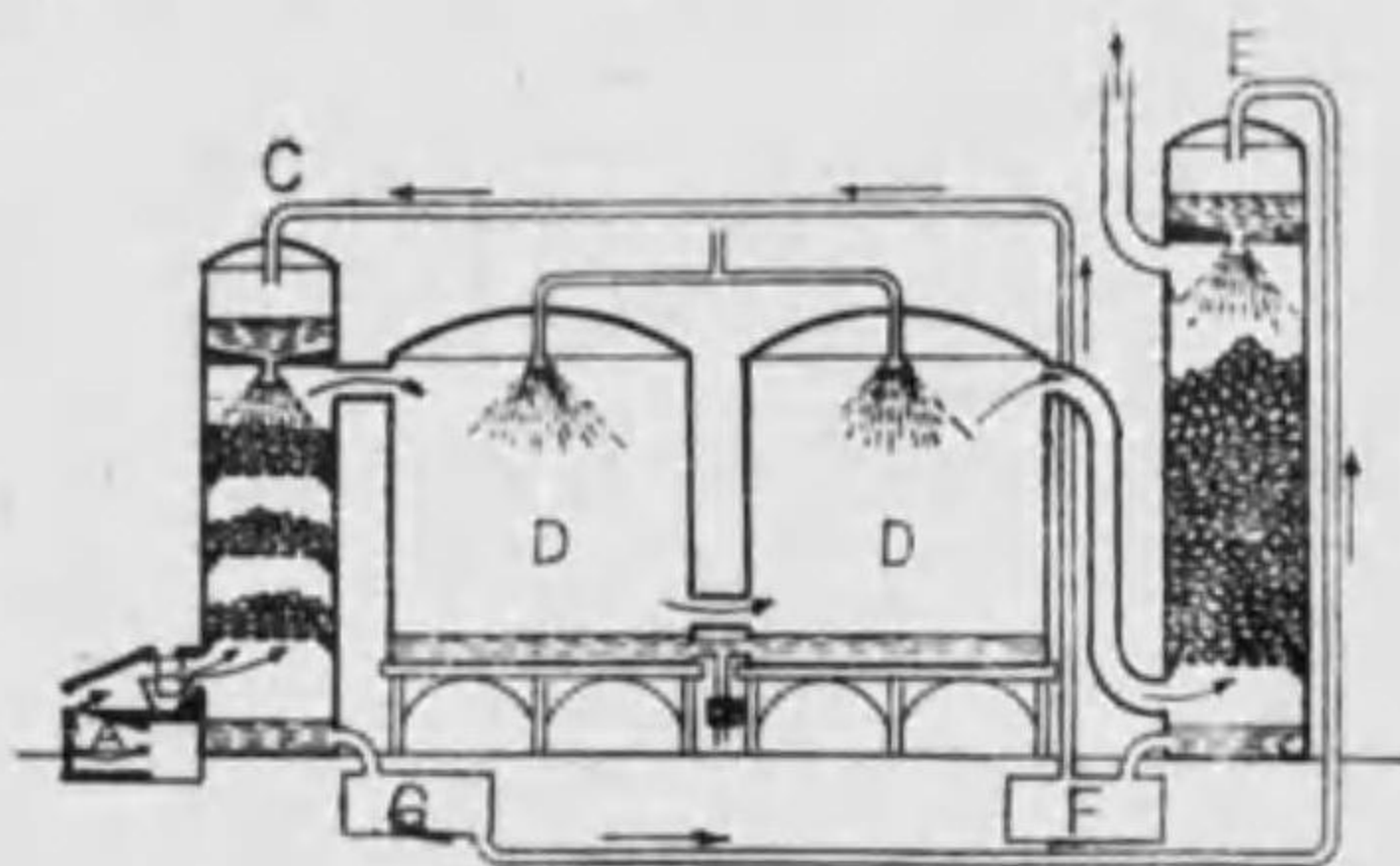


第 33 圖  
デシケーター

また(E) のグローバー塔には磁器片を詰め、上部から(C) の下の(G) に集つた濃硫酸を流下させ、鉛室を逃げて来る窒素の酸化物を捕へてこれと化合させる。

また吸収されない窒素は上部から抜け出るから、これを取つてアンモニアを作る。

この方法によつて出來た硫酸は約 35% の水を含んでゐるから、鐵製の鍋(珪素と鐵の合金)で蒸發させ、濃硫酸を製する。



第 34 圖 硫酸の製造 (鉛室法)

この硫酸は餘り純粋でないが、しかし廉價に出來るから今なほ盛んに造られてゐる。

註 グローバー塔といふのは各部は鉛板で作られて、その内部は耐酸性の煉瓦を張つた塔である。その大きさは底徑が約 3 米高さは約 9 米もある。

グローバー塔はグローバー塔と構造が甚だ似てゐるが、此の塔に來る前記のガスは温度低下してゐて侵蝕作用は烈しくないから内部は耐酸性の煉瓦を張る必要はない。また内部の充填物は骸炭である。

#### B 接觸法

まづ爐で硫黄または黄鐵礦を焼き、亜硫酸ガスを発生させて、塵埃等の不純物を取り除き、純粹の亜硫酸ガスをつくる。これを酸素と混合し、熱して化合させ、無水硫酸といふものに變化し、出來た無水硫酸を濃硫酸に吸収させると、發煙する硫酸を得られる。

發煙硫酸は、そのまま使用するか、またはこれを適當に水で稀めて用ひるのである。

註 亜硫酸ガスを酸素と化合させる際、ただ熱しただけでも化合するが、白金または白金黒といふものを觸媒として使用すると、より速かに化合され、亜硫酸ガスが 96~98% まで酸化することが出来る。(この場合第二酸化鐵を使用すれば 60~66%

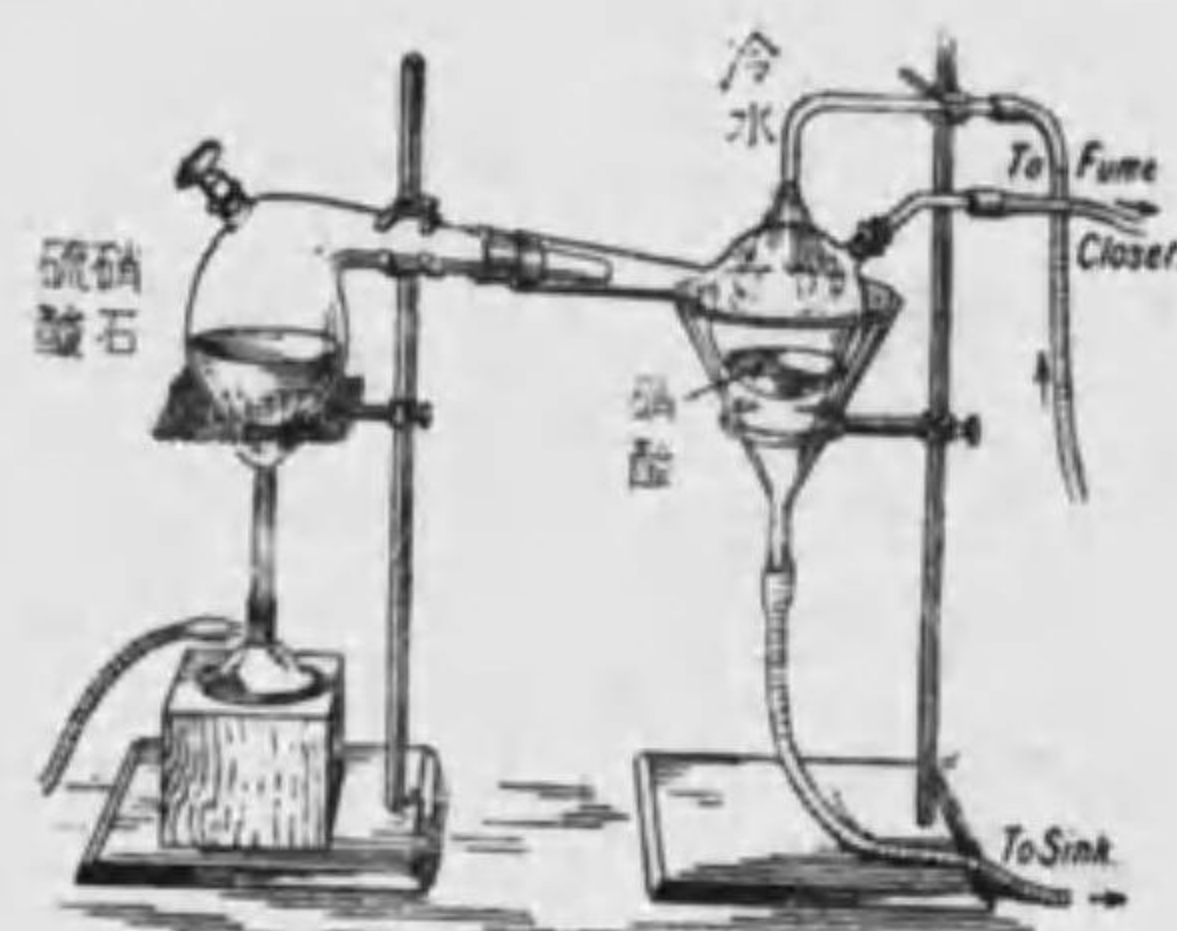
位である。)

この方法では白金が高價であるが、白金は觸媒の働きをするのみであるから、その量には少しも變化はなく、速かに濃硫酸が出来るから都合がよい。

### 3. 硝酸

硝酸 (Nitric acid) を実験室で作るには第 35 圖のやうな装置を

使用し、ガラス製のレトルト中に硝石 (或はチリー硝石) と濃硫酸を入れて強熱し、發生した蒸氣を受器に導き、外から水で冷せば凝縮 (こりかたま) して硝酸が出来る。このとき出来た



第35圖 硝酸の製法

硝酸は、過酸化窒素 (Nitrogen peroxide) といふ褐色の氣體を溶かし込んでゐるから、黄褐色を帯びてゐる。またこの氣體を澤山含んだ硝酸は發煙するから發煙硝酸 (Fuming nitric acid) といはれてゐる。

註 發煙硝酸は工業上強烈な酸化劑として用ひられてゐる。

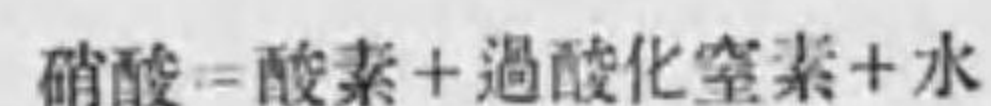
硝酸は戦時に於て、火薬を造るに最も重要である。

この世界大戦でドイツではチリー硝石の輸入が杜絶したために、種々の方法で硝酸を造ることを考案した。

その一つは、電氣の火花を應用して空中の酸素と窒素とを化合させ酸化窒素をつくり、その酸化窒素を空氣中の酸素と化合させ過酸化窒素とし、これを水に溶解して硝酸を得る方法である。

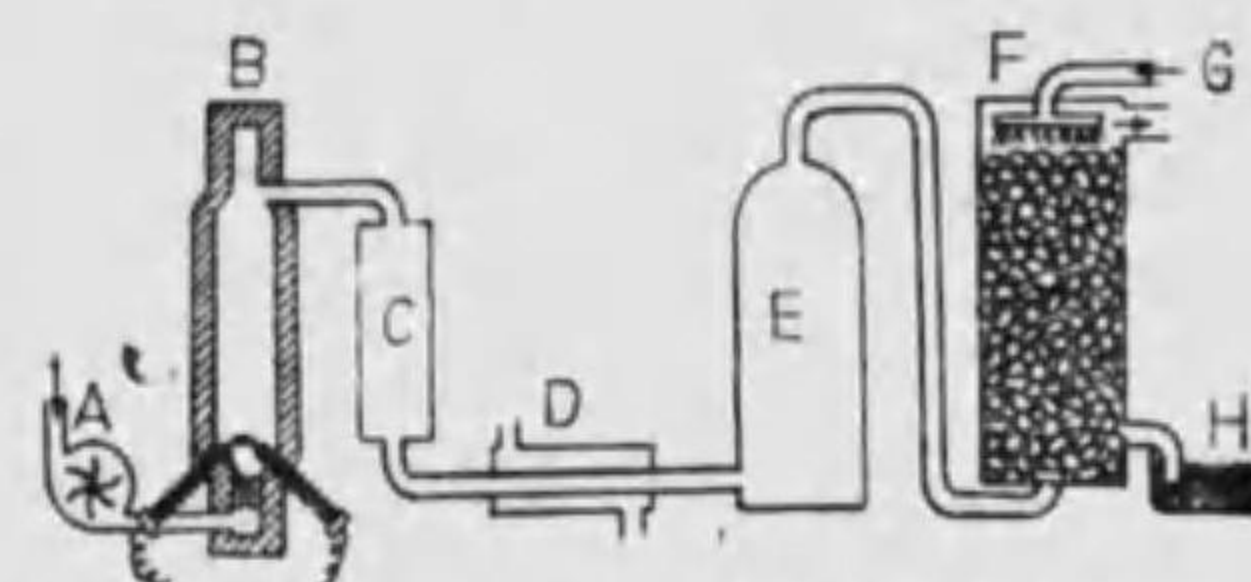
その外窒素と水素とを觸媒の作用で結びつけ、アンモニアとし、これを酸化して硝酸を得る等の方法もある。

硝酸は常溫に於ては無色で刺激性の臭氣ある液體である。比重は68%を含むもので1.41であり、また沸騰點は86°Cである。濕つた空氣中で發煙し、日光などでよく分解して酸素及び有害な過酸化窒素を發生する。硝酸は鹽酸、硫酸に比較すると、その酸化作用が著しく強く、熱すると次のやうに分解する。



即ちこのとき出来る酸素が種々なものを強烈に酸化するのである。

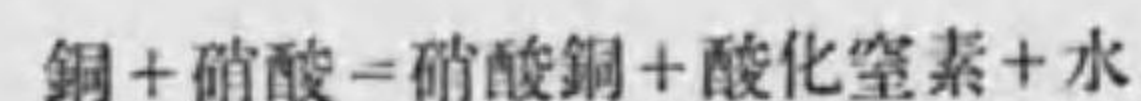
例へば木炭と硝酸を熱すれば、炭酸ガスを生じ、また硫黄と熱すれば、亞硫酸ガスとなる。硝酸が皮膚につくと、黄色くなるのは皮膚中の蛋白質が酸化されるからである。また卵白 (卵の自身)、木材、藍など熱すれば、黄變して腐爛 (やぶれたただれる) し、褪色するのやはり同じ理由である。



第36圖 電火を用ひて硝酸を作る方法

A なる送風器により空氣を B なる電氣罐に送り、電火にて酸化窒素をなし、C, D (冷却室) にて冷し E なる室で、おほ酸化して過酸化窒素となす。F (吸收塔) 塔内にはコークスが詰めてあつて、G より流れる水にて過酸化窒素を吸收し、硝酸となす。これをそのまゝ用ひるか或は石灰石の入つた H に導き、硝酸カルシウムとして使用する。

硝酸は酸化作用が強いので金屬をよく溶かす。しかしその際水素は發生しないで、過酸化窒素、或はアンモニアが出来る。例へば銅を硝酸で溶かすと



また亞鉛のときは、



亜鉛+硝酸=アンモニア+硝酸亜鉛+水

となる。

金、白金は鹽酸、硫酸、硝酸等の強酸でも溶かすことが出来ないが、濃硝酸(1容)と濃鹽酸(3容)とを混合した王水(Aqua regia)といふものには溶解する。

硝酸の用途は火薬、染料、セルロイド、人造絹糸等広く用ひられることは硫酸と同様である。

## 第九章 ハロゲン元素

### 1. 鹽素

世界大戦でドイツがベルギーを攻撃したとき、最初の毒ガスとして使用したのが鹽素(Chlorine)である。

鹽素は強い刺戟臭のある黄緑色の氣體であつて、空氣よりも2倍も重く、この氣體の少量を吸入しても咳が出る。多量に吸入すれば窒息して死んでしまふ。

また鹽素は化合力も非常に強く、約3倍容の水に溶解して鹽素水を造る。單體としては存在しないが、金屬と化合して多量に存在する。

食鹽(鹽化ナトリウム)、ニガリ(鹽化マグネシウム)等はその例である。

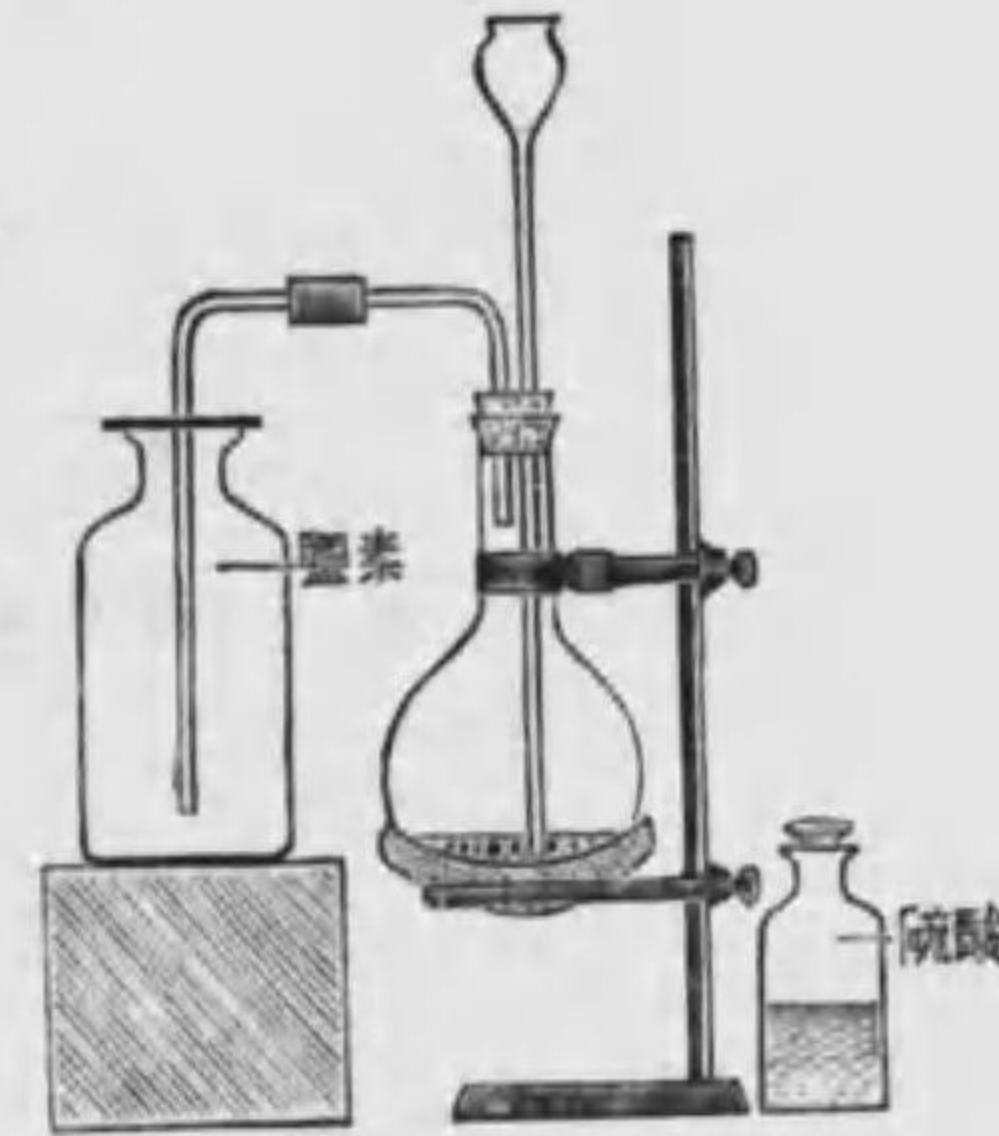
實驗室で鹽素をつくるには、食鹽に二酸化マンガンと濃硫酸とを加へて熱すればよい。

或はまた食鹽水を白金の電極を用ひて電氣分解すると得られる。工業的にはこの方法によつてつくられる。

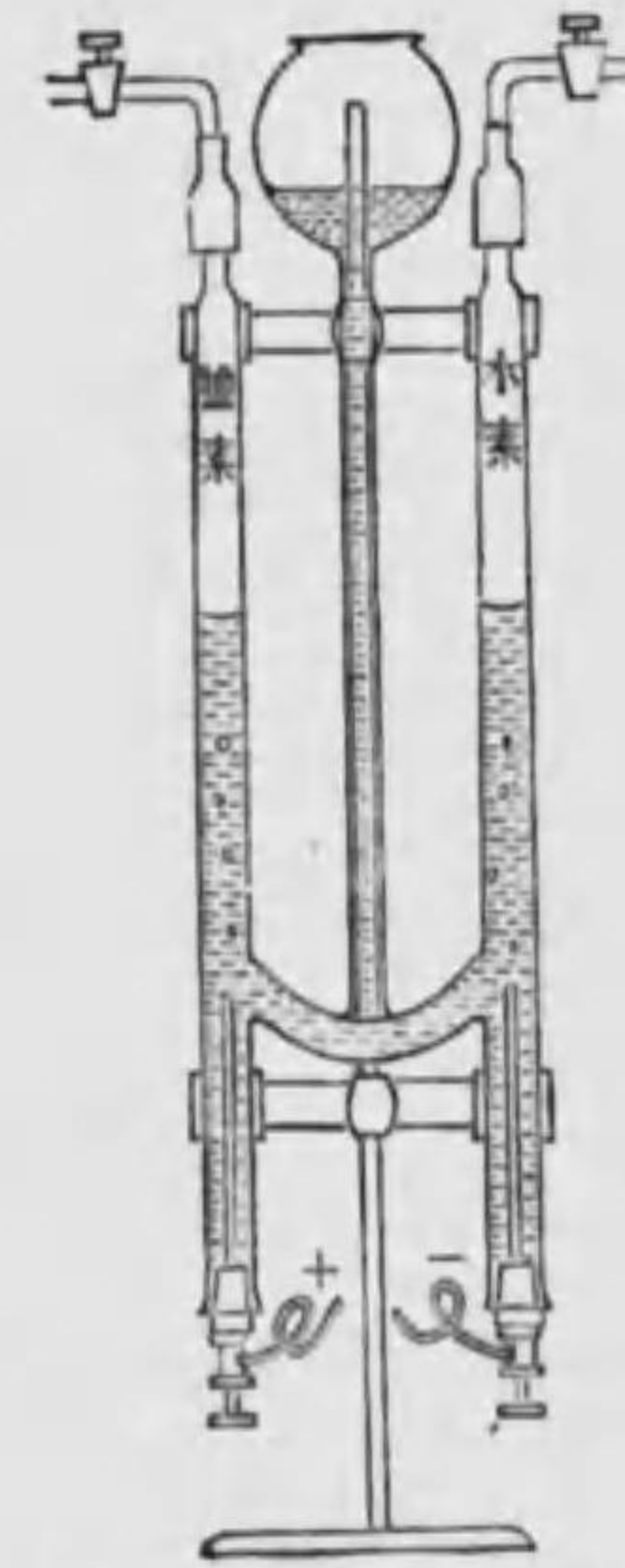
このとき陰極には苛性ソーダ(曹達)が出来るから、大抵は苛性ソーダ製造が主となり、鹽素はその副産物となる。

鹽素を冷却して $-34^{\circ}\text{C}$ にすれば、凝結して、濃厚な黄緑色の油状に変化する。これを液態鹽素といふ。

(またこれを更に冷却すると固体となる。)液態鹽素は飲料水の殺菌に用ひられる。



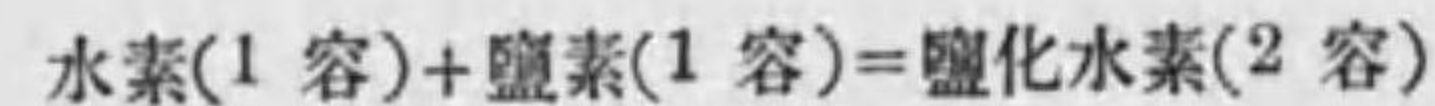
第37圖 鹽素の製法



第38圖 食鹽水の電解

鹽素はまた水素と非常によく化合する。

即ちこの二つの氣體を混合して太陽の光線に当てると、爆發的に化合し、鹽化水素を造る。



鹽素はまた水素と直接に化合するばかりでなく、化合物中の水素をも奪つて化合する。點火した蠟燭を鹽素中に入れると、蠟(水素炭素を含む)中の水素は鹽素と化合して、炭素は遊離し盛んに煤を揚げる。また濕つた植物、或は染色した布を鹽素中に入れれば、暫

くすると褪色してしまふ。この作用を漂白作用(Bleaching action)といひ、漂白作用するところの物質を漂白剤(Bleaching agent)といふ。

水+鹽素=鹽化水素+酸素

このとき出來た酸素が、特別に普通の酸素と異なり、激しい性質があるため色素と結びついて、無色の化合物とするのである。

またこの酸素は微生物を撲滅する。即ち鹽素は水の存在に於て(水がないとこの酸素が出來ない)殺菌作用を生み出す。しかし鹽素は氣體であるため、持ち運びに不便であるから、消石灰に吸収させて漂白粉(これをカルキといふ)として使用する。

また鹽素は水素と化合するばかりでなく、銅、アンチモン、錫などとも激しく化合するから、これらを粉末或は針金にして、鹽素中に入れると火花を散らして燃焼する。このことによつて物質の燃焼は、必ずしも酸素中に限るとはいへない。

## 2. 臭素

臭素(Bromine)は鹽素と同じやうに化合力が強い(鹽素よりは弱い)から、天然に遊離しては存在しない。金屬と化合し、臭化カリウム、臭化マグネシウムとなつて、岩鹽中に含まれ、ドイツのスタツフルトの鑛床から産出する。また海水中にも臭化ナトリウムとなつて僅かに含まれてゐる。製法は殆ど鹽素と同様であるが、ただ食鹽の代りに臭化カリウムを使用すればよい。

鹽素は氣體であつたが、臭素は常溫に於て、暗褐色の液體であつて、揮發し易く、刺激性の惡臭氣體を發生する。従つて臭素と名附

けられたのである。比重は 3.12, 沸騰點は 61°C であつて水に溶解し易く、その水溶液を臭素水(Bromine water)といふ。

また化學的性質は鹽素と類似してゐるが、その作用が唯弱いだけである。臭素と他の元素との化合物を臭化物(Bromide)といふ。

註 常溫に於て液體である元素は水銀と臭素である。

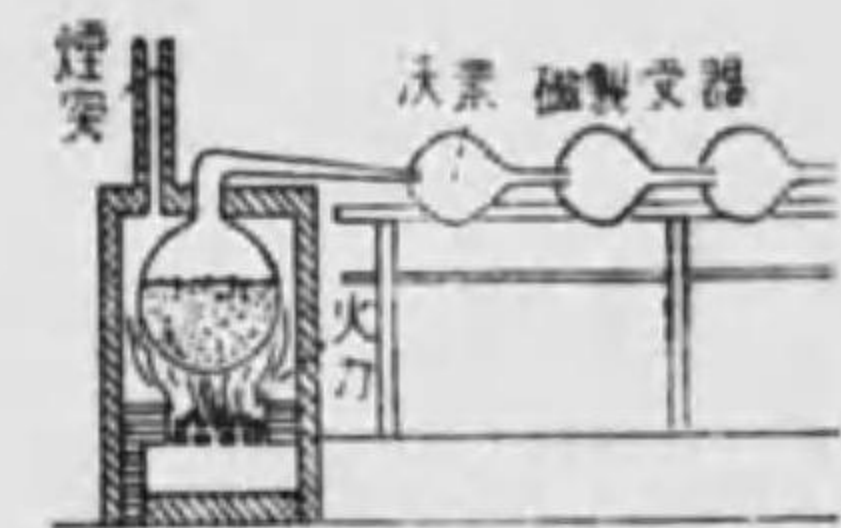
また臭素は化學的變化が鹽素よりも弱いといふことは水素の化合物を日光に當ても化合し難く、白金の接觸によつてはじめて化合することを見ても分る。

## 3. 沃素(沃度)

沃素(Iodine)は沃化ナトリウムといふ化合物となつて、海水中に含まれてゐるし、また海藻中にも稍、多量に含有せられてゐる。

昔から昆布、若布、鹿角菜などを食べると、身體に良いといはれてゐるのは、海藻中の沃化ナトリウムが動脈硬化症などの適應藥であるからである。

沃素は紫黒色で金屬光澤ある結晶をなしてゐて、水よりも5倍も重く沸點は 185°C である。常溫に於ては表面から多少揮發し、蒸氣となつて刺激性の臭氣を發する。また熱すると、沃度は液體とならずに、直に美麗な紫色の氣體となつて蒸發する。



第39圖 沃素の製法

左方のレトルト中に海藻の灰汁と硫酸、二酸化マンガンを入れ下から熱し、出て來る蒸氣を梨形の陶器に導き冷却する。

このやうに固体が熱せられて液體とならずに直に蒸氣に變じ、冷却するとまた直に固体となることを昇華(Sublimation)といふ。

樟腦、ナフタリンなども昇華性の物質である。

また沃度は殆ど水には溶解しないが、「アルコール」、「エーテル」、

「クロロホルム」、二硫化炭素には溶ける。

アルコールに溶解したものは、<sup>ヨードチンキ</sup> 沃度丁幾 (Tincture of iodine) といひ、醫藥に多く使用される。

日本藥局法では沃素を 12 倍のアルコールに溶解すべしと定められてゐる。

この沃度丁幾を<sup>でんぷんのり</sup> 澱粉糊に一滴加へると、<sup>のうせいしよく</sup> 濃青色を呈する。(この際熱すると無色となり、冷却すればまた濃青色となる) 従つてこれを應用して、不純牛乳中に入つてゐる米の<sup>しろ</sup> とき汁を検出することが出来る。

註 0.0001 匙の沃度が、1cc 中に含まれてゐても鑑識することが出来る。

沃素の化學的性質は、<sup>しうそ</sup> 臭素に甚だしく似てゐるが、その作用が臭素よりもなほ一層弱く、他の元素と化合したものが<sup>アイオダイド</sup> 沃化物 (Iodide) である。

沃度は沃度丁幾として<sup>たはくしやう</sup> 打撲傷などの際使用する皮膚刺戟劑、或は切り傷の<sup>きつぎ</sup> 殺菌等に使はれる。その外ヨードホルム、沃化カリなどの製造にも多く使用される。

沃素の製法は<sup>かいかうるゐ</sup> 海藻類を焼き、灰にしてこれを水で<sup>しんしゆつ</sup> 浸出し、それに二酸化マンガと硫酸を加へてよく熱し、發生する蒸氣を冷却結晶させるのである。

四面海に圍まれた我國ではこの方法を用ひて製造し、外國へも輸出してゐる。

また沃素は智利硝石内に沃素酸ナトリウムとなつて<sup>しんしよく</sup> 硝子多量に含まれてゐる。

#### 4. 弗素及び弗化水素

<sup>フッ素</sup> 弗素 (Fluorine) は、<sup>フルオウーリン</sup> 鹽素、臭素、沃度等の元素よりも<sup>はげ</sup> 劇しい性質をもつてゐる。即ち化合力が甚だ強いから、鹽素、臭素のやうに、

弗素化合物に二酸化マンガと硫酸を作用しても作ることは出来ない。

勿論單體としては存せず、天然に化合物(螢石、氷晶石等)となつて存在する。しかし 1886 年に佛人「モアツサン」(Moisson) は初めて弗化水素を電氣分解して弗素を<sup>いりう</sup> 遊離した。

弗素は淡い黄綠色の氣體である。單體としての弗素は餘り用途がないが、水素との化合物である弗化水素は廣く用ひられてゐる。

註 人間の齒及び骨の中にも少量の弗化カルシウムが含まれてゐる。

#### 弗化水素

螢石(弗化カルシウム)に硫酸を加へて熱すると弗化水素 (Hydrogen fluoride) が發生する。これを冷却して液體とするか、或は水に溶かして種々使用する。

弗化水素は無色發煙性の氣體で常溫に於て揮發し易く、劇臭を有し、極めて有毒である。また水に溶け易く、その水溶液は弗化水素酸といひ、酸性をもち、<sup>ひん</sup> 皮膚に觸れると火傷する。

また沸騰點は 19°C であるから、夏は氣體で冬は液體となる。

弗化水素の重要な性質は、<sup>しんしよく</sup> 硝子を侵蝕することである。

<sup>ろう</sup> 蠟を塗つた硝子板に尖つた金屬棒で、書重をかき、弗化水素を作用すると蠟の取れた部分が<sup>くさ</sup> 腐蝕する。次に硝子板を温めて蠟を取り除けば、書重が<sup>くさ</sup> 腐蝕される。この理を應用して硝子器具の目盛り、或は<sup>くさ</sup> 曇り硝子の製造等に使用される。



第40圖 弗化水素を用ひて硝子圓筒に目盛りをする

これは硝子の主成分である無水珪酸に作用して弗化珪素を生ずるからである。

また弗化水素を貯へるには、硝子壺は腐蝕されるから、グツタペルカ(ゴムの一種)または鉛、或はパラフィン製の瓶を使用する。

### 5. ハロゲン元素

以上述べたことによつて解るやうに塩素、臭素、沃素、弗素の四元素は互に性質が類似してゐるから、この元素を特にハロゲン元素(Element of halogen)と名付けてゐる。

註 ハロゲンとはギリシヤ語であつて、ハロとは塩(硫酸銀、硫酸亜鉛などのやうに酸と金属と化合して生じたものをいふ)のことで、ゲンは置くといふ意味になる。即ちハロゲン元素は造鹽元素といふことになる。

### 第七章、第八章、第九章の問題

- (1) 澱粉の鑑識法を問ふ。(大正 15 年度實檢)
- (2) サイダーは何故冷所に貯へるがよいか。
- (3) 古井戸や深い船底に入る時の注意如何。
- (4) 硫酸は木材の焼盡に用ふるにあり何故か。
- (5) 酸化銅より銅を得る方法を述べよ。

【解答】(1) 第九章の 3 参照

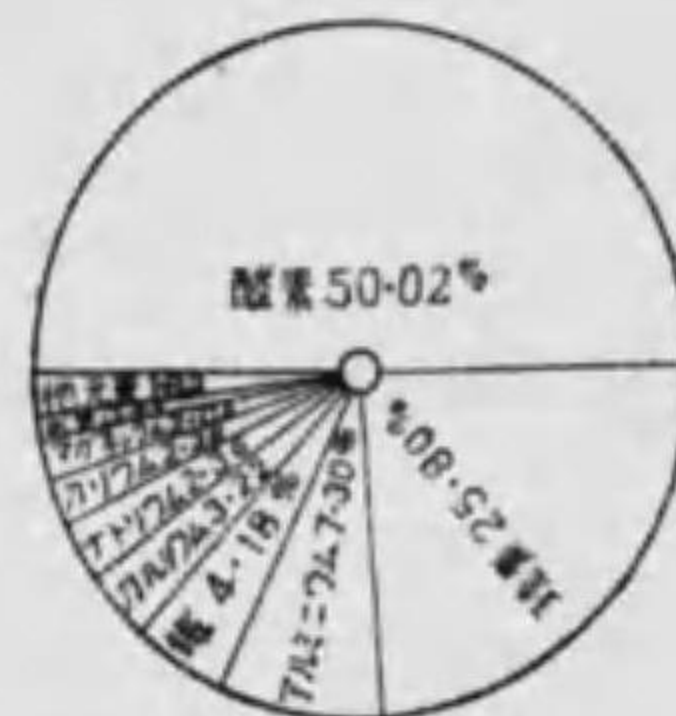
- (2) 氣體が液體に溶ける量は温度が低い方が大であるから、サイダー中の炭酸ガスを澤山溶かして置くため冷所に貯へる。
- (3) 第七章の 1 参照
- (4) 硫酸は木材中の水素と酸素を水を作る割合で奪つて、炭素を残すから木材に硫酸のついた所だけ黒くなるためである。
- (5) 酸化銅に木炭を混じて熱すると、木炭は酸化銅の成分である酸素と化合して炭酸ガスとなり銅を後に残す。

## 第十章 珪素、硼素及びその化合物

### 1. 珪素及びその化合物

地殻を構成してゐる總ての元素の中で、珪素(Silicon)は酸素に次いで多量に存在してゐる。しかし天然に遊離して存在することはなく、酸素と化合してゐる。水晶、石英はその純粹なものであつて、化学上ではこれを無水珪酸(Silicic acid anhydride) または二酸化珪素といふ。

不純な無水珪酸は、色水晶、砂、瑪瑙、蛋白石、玉髓、燧石及び珪藻土などであるが、これらは種々の金属化合物を含んでゐるから着色してゐるのである。



註 砂(Sand)は「ガラス」の製造原料として多量に使用される。

水晶(Rock crystal)は、多くは六角柱をなして柱の端には六個の三角形が集まり、錐状の結晶をなすもので、無色透明で純粹のものはレンズ、水晶球として尊重され、有色、美麗なものはまた色々な装飾用とされる。

また水晶は非常に硬く、硝子をも傷けることが出来る。また高温度まで熱しなければいけない。しかし弗化水素には直ちに侵されてしまふ。

瑪瑙(Agate)、蛋白石、燧石及び珪藻土等は組成に於て水晶と似たものである。これ等を熱すると水分を出す。瑪瑙の美しいものは装飾品となり、または分析用の乳鉢を造るのに用ひられる。

珪藻土はニトログリセリンをよく吸収するから、ダイナマイトの製造に用ひられる。

無水珪酸は弗化水素を除く外の酸には耐へ、また非常に融解し難く膨脹率が小さい。従つて温度の激變によく耐へることが出来るか

## 工業初等化学

ら、電気爐で石英を融解して造つた石英ガラスは坩堝、または蒸發皿等を製す。

一般に珪素の化合物は複雑なものが多いが、岩や土の主成分をなしてゐる。長石、雲母 (Mica) などはその例である。

長石、雲母はカリウム、アルミニウム、酸素、水素と珪素の化合物である。

このやうに金属(カリウム、アルミニウム等)と珪素、酸素、水素などの化合物を珪酸鹽 (Silicate) といふ。

註 石灰石を除く外の岩石はみな珪素の化合物である。

珪酸鹽は水には溶解し難いが、珪酸曹達(ソーダ)、珪酸カリは水に溶解し、これを水ガラス (Water glass) といつて常温に於て透明な粘り液体(丁度飴のやうなもの)である。

これを薄く層にして空中に放置しておけばガラスのやうな膜をつくる。このことを應用して木材または布等に塗ればその光澤を増し、防蝕、防火性を與へる。また水ガラスは電氣の絶縁體であるから、石綿と混じて電熱器の製造にも使用される。その他セメントや砂を混ぜて人造石を製したり、下等な石鹼にも入れる。

この外珪素の化合物にカーボランダム (Carborundum) といふものがある。これは化学上、炭化珪素 (Silicon carbide) といはれてゐるもので、炭素と珪素の化合物である。

これは金剛石を人造せんとしたとき偶然に得たものであつて、その性質も金剛石によく似てゐる。

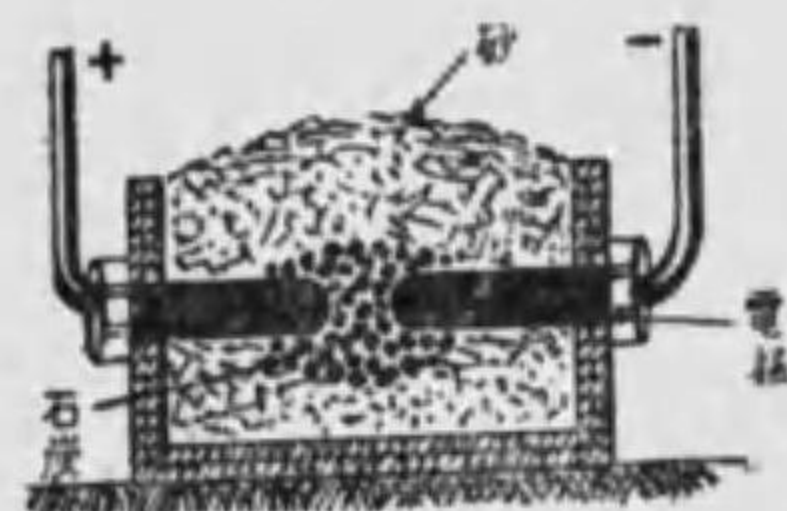
即ち硬度は金剛石に匹敵し薬品に対する抵抗も強い。

これを作るには第42圖のやうな電気爐で砂とコークス(或は無煙炭)を混ぜ、強熱(3500°C)して製する。

カーボランダムの純粹なものは無色透明の結晶であるが、普通の

## 第一篇 非金属

ものは不純物のために黒色、青色、または紫色を呈してゐる。硬いから大理石の切断、レンズや刃物の研磨、板ガラスの切断などに使用せられる。



註 珪素は礦物の主成分をなす外、植物にも多く含まれてゐる元素である。殊に禾本科植物(稻、竹、麥等)に多く含まれる。

第42圖 カーボランダム製造爐

竹の葉が強靱なものも、全く珪酸を含むからである。その外動物の體內にも少量は含まれてゐる。

### 2. 硼素及びその化合物

硼素 (Boron) は單體として天然に存在しない。しかし硼酸 (Boric acid) といふ化合物となつて火山地方に産出する。イタリアのタスカニー地方で噴出する水蒸氣に多量に含まれてゐるから、その水蒸氣を冷水中に導いて凝縮し、これを蒸發すると、粗製の硼酸が得られる。

純粹のものを取るには、これを再び水に溶かし、蒸發すればよい。

箱根湯本温泉や能子温泉にも少量の硼酸が含まれてゐる。

硼酸は滑かな白色板状の光澤ある結晶であつて水には溶解し難いが、温湯には溶解し易い。その溶液は弱い酸性であり、殺菌、防腐の性質をもつ



第43圖 硼酸の採取

てゐるから、洗眼、吸入、含嗽などの醫藥として用ひられたり、或は魚肉貯藏等に使用される。その他工業上の用途としては硝子製造として用ひられ、殊に次に述べる硼砂を造るのに多量に使用される。

註 硼酸をアルコールとの混合したものに點火すれば、緑色の焰を揚げて燃焼する。この反応は硼酸の鑑識となる。

また硼酸は強熱すると、磷酸のやうに水分を失つて他の酸類に變化する。

100 度に於てはメタ硼酸、140 度に於ては二價四重硼酸になり、更に強熱すると硝子のやうな三二酸化硼酸さいふものになる。

硼砂 (Borax) は硼酸に炭酸ソーダを加へて熱し、これを冷却すると水と化合し結晶して得られる。これは硼酸と同じやうに水には溶解し難いが、温湯にはよく溶解する。

註 硼砂のやうに溶質が溶液中より晶出(結晶して分離すること)する際に水と化合して出来るものを水化物 (Hydrate) さいふ。またその化合する水の量を、結晶水の割合 (Water of crystallization) さいふ。

白金線の一端を輪にして、この所に少量の硼砂をのせて熱すれば、水分を放出して膨脹し、海綿状となり、更に熱すれば溶けてガラス状の透明な物質となる。これを硼砂球 (Borax bead) といふ。

この中へ種々の金属の酸化物を加へて熱すると、融け合つて、様々の色が着く。このことを硼砂球反應 (Borax bead reaction) といひ、この變化は金属の検出に利用される。

註 硼砂の濃溶液に鹽酸を加へると、硼酸が白色鱗状の結晶となつて析出する。この反應は硼砂より硼酸を製するのに利用される。

また硼砂は高温度に於て金属の酸化物、即ち銹を融かすから、金属を接合する場合に銹を除去するのに使用したり、或は金属の粉末

と混ぜて鑲付けに使用される。

註 鑲付けさいふのは種々の金属の粉末に硼砂を混ぜたものを熱して、金属を接合することである。これには真鍮、銀鍮等がある。

また硼砂は融解し易き釉薬及びエナメル製造に多量に利用され、また生糸の精練にも使用される。

第 1 表

金属酸化物	焰の色
銅	青色
鐵	褐色
ニッケル	黄褐色
亜鉛	無色
クロム	緑色

## 第十一章 分子説、原子量、分子量

## 1. 分子説

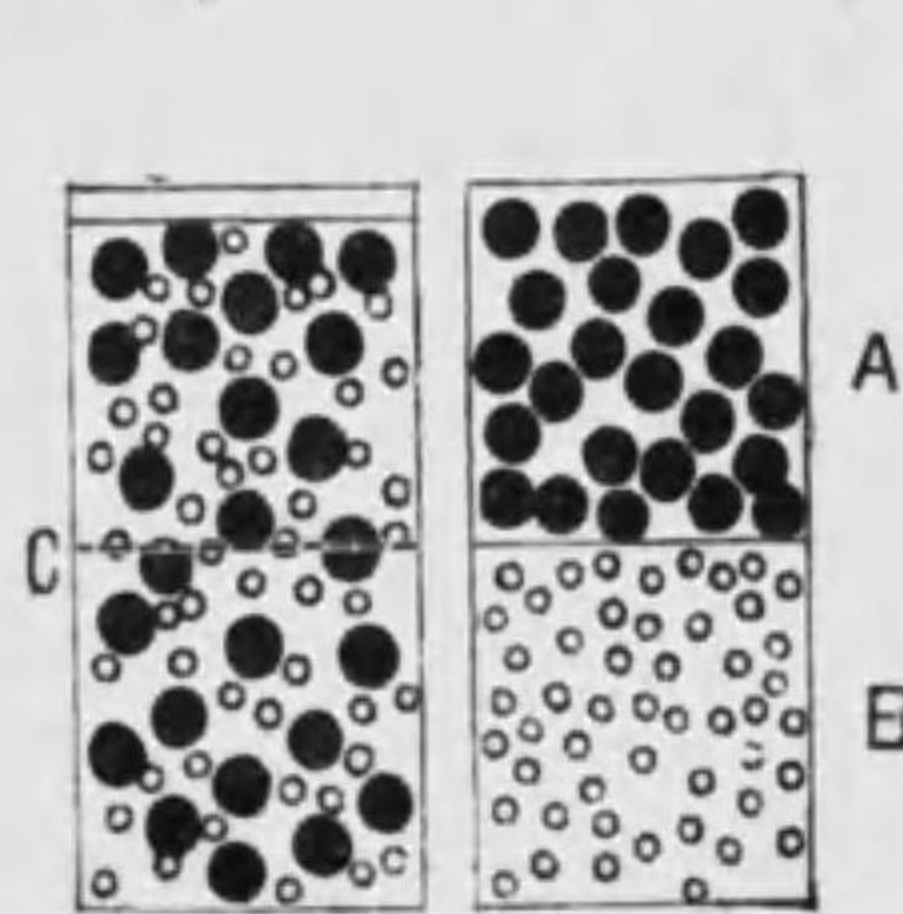
水をコップになみなみと注いだとき、コップに水が完全に充ちてゐるといつても普通の場合は差支へないが、今嚴密に考へてこの水が丁度砂をコップに充たしたやうに、隙間がないかどうか調べて見よう。試みに水 50cc とアルコール 50cc を別々のメートルガラス(調合用コップ)に正確に取り、これを他の一方に混ぜてみると、混合液は 100cc となるべきものが 97cc 位になる。この事實により水やアルコールにも、隙間があることになる。即ち水やアルコールも(肉眼や顯微鏡では見えぬ)極く細かな粒の集りであり、その細かな粒と粒の間に、隙間があることが解る。そのことは第 44 圖のやうに、A B の細粒がの細粒に隠れるからである。この水またはアルコールの如くその性質を保有しながら、存在し得る極限の最小粒を考へて分子 (Molecule) と名づける。

例へば食鹽を段々細かく砕いて行き、舌に載せて味を知る事が不可能になつたさ

しても、食鹽には食鹽の本性を失はない。併しこれみな無限に細かになし得るさす  
るさ、食鹽の本性を失ふさきがあると想像することが出来る。この食鹽の本性を失は  
ざる最小微粒を考へて分子といふのである。

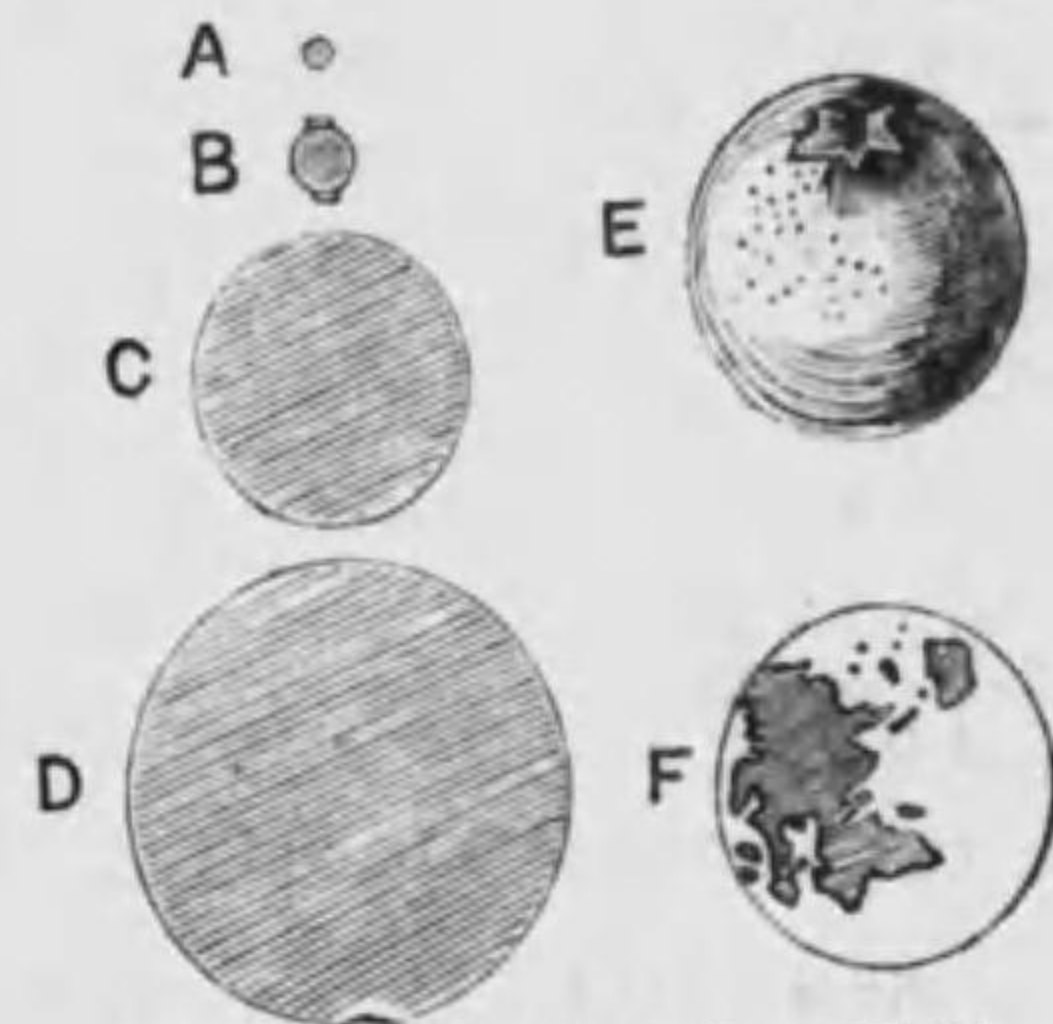
即ちすべて物質は形、大きさ、重さ、性質等が全く相等しい分子  
のより集つたものであるとし、さういふ假設（實驗して證明するこ  
とは出来ないが、かうでなくてはならないと假に設けた想像説）を  
分子説（Molecule theory）といふのである。

物質が何んな構造であるか、古くから考へられて来た。ギリシヤの哲人ロイテブ  
スやアモクリトスなども、物質を次第に分割して行けば、遂にこれ以上は分割出来な  
い小さい粒になるさ想像してゐた。これを科學的に説いたのは英國の化學者ジョンド  
ルトンであるが、ゲールサツク(Gay-Lussac)やアヴオガドロ(Avogadro)等が種々  
研究して、今日の完全な分子説を確立したのである。ゲールサツクやアヴオガドロ  
の説を綜合した分子(或は原子)説に依るさ、非常に小さな微粒は顯微鏡で見ることが  
出来るが、分子は細菌より小さく何十萬倍の顯微鏡でも見えない。さうして同じ物質



第 44 圖

アルコールと水の混合  
A アルコールの分子  
B 水の分子  
C 水とアルコールを混  
じた場合の分子の状態



第 45 圖 分子の大きさの比較

A 水素の分子  
B 水の分子  
C 或る染料の分子  
D 澱粉の分子  
E 蜜 柑  
F 地 球

の分子は大きさ、重さ、形、及び性質は等しく、異なる物質の分子はそれらが等しく  
ない。またその分子は絶えず運動するもので、温度を上昇すればその運動の速度は大  
さなるさいふ。

例 蜜柑を地球の大きさに擴大したさすれば、水素の分子は、やつさ本物の蜜柑の  
 $\frac{1}{20}$ 位の大きさである(第 45 圖参照)。そして 1 氣壓で  $0^{\circ}\text{C}$  のとき、水素ガス 1cc  
中に存在する分子の数は、 $2.7 \times 10^{19}$  個であるとされ、また水素分子 1 個の重さは

$$3.3 \times \frac{1}{10^{21}} \text{g}$$

と學問上から計算出来る。

水に電流を通ずると、水素ガスと酸素ガスが出来る。この事實か  
ら考へてみるに、水といふ物質の中から、それと全然性質の違ふ、  
水素と酸素が発生するのであるから、水の分子は物理的方法では、  
どうしてもそれ以上分割することは出来ないが、化學的の手段によ  
れば、その分子は全く破壊されて、性質の全く違ふ、もつと小さい  
粒となることが考へられる。その小さな粒を原子(Atom)と名づけ  
る。またこのやうに考へることを原子説(Atomic theory)といふ。

この説によればすでに學んだ質量不変の定律や、定比例の定律などもよく説明が  
出来る。原子も分子と同じやうに、一定の大きさ、重さがあつて、同じ種類の原子では  
それらが全く等しく、異なる種類の原子では等しくない。また單體(27 頁参照)の  
分子は、同じ種類の原子が集つて出来てゐるもので、化合物の分子は色々な原子が集  
まつて出来てゐる。即ち酸素原子 2 つで酸素分子をつくり、3 つ集つてオゾンとな  
る。

水の分子は酸素 1 原子と、水素 2 原子から成立ち、炭酸ガスの分子は炭素原子 1  
つと酸素原子 2 つから出来てゐる

参 考 水素原子 1 個の重さ  $0.1663 \times 10^{-23} \text{g}$   
酸素原子 1 個の重さ  $2.64 \times 10^{-23} \text{g} \dots \dots 10^{-23} = \frac{1}{10^{23}}$

## 2. 原子量及び分子量

學者の研究によつて分子よりも、もつと小さい原子の重さも測定されてゐるが、餘り小さくて化学上の計算に不便であるから、實際には色々の原子の重さを表すのに、酸素原子 1 個の重さを 16 としたとき、それに比較して他の原子 1 個の重さの割合を定め、それで原子の重量を表し、それを原子量 (Atomic weight) と名づける。即ち普通には酸素の原子量を 16 と定め、これと比較して他の原子の重量をきめるのである。

例へば水素の原子量を求めるには次のやうにすればよい。

酸素原子 1 個の重さ : 水素原子 1 個の重さ = 酸素の原子量 : 水素の原子量

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

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

前に述べたやうに、単體 (27 頁参照) や化合物の分子の重さも、一定不変で固有の重さ (變らない重さ) を持つてゐるが、矢張り小さくて實用上不便であるから、比較上の數を用ひる。即ち酸素原子 1 個の重さを 16 としたとき、これに對して單體化合物の分子 1 個の比較上の重さを定め、それをその分子量 (Molecular weight) といふ。

例へば水素の分子 1 つは水素原子 2 つから出来てなり、水素原子の比較上の重さ即ち原子量は 1.008 であるから水素の分子量は

原子量、分子量を實際に測るには、アヴォガドロの定律によつて分子量を計算し、それより實驗にて原子量を出すことが出来る。またアヴォガドロの考によれば、すべての氣體の 1 瓦分子の體積は、22.4 立であることが説明出来る。(委しい説明は稍、新しいから省略するが、このこと (22.4 立) は後で計算に必要なだから是非記憶して置いて貰ひたい。)

アヴォガドロの定律 すべての氣體は同じ温度、同じ壓力のとき同じ體積中に同數の分子を含む (0°C 1 氣壓に於て 1cc 中に含む分子數は等しい)。

$$1.008 \times 2 = 2.016 \quad \text{である}$$

また水の 1 分子は、水素原子 2 つ酸素原子 1 つより成立つてゐるから、水の分子量は

$$1.008 \times 2 + 16 = 18.016 \quad \text{である。}$$

分子量は無名數であるがこれを瓦單位で表したものを、瓦分子量或はモル (Mol) といふ。

即ち水素の 1 分子量は 2.016 であるから、1 モルは 2.016 瓦で、水の 2 モルは  $18.016 \times 2 = 36.032$  瓦 である。

## 第十二章 化学記號及び化学方程式

## 1. 分子式及び原子價

化学は日本だけの學問でなく、世界の學問であるから、研究の便宜上、原子、分子を表すのに萬國に共通する一定の符號を用ひてゐる。現今では原子を表すにはラテン語の頭文字をとつて符號としてゐる。例へば水素はラテン語で Hydrogenium といふから、その頭文字 **H** で水素原子を表すのである。

しかし頭文字だけで區別のつかない場合には、次の字或は 3 番目、4 番目の字を頭文字に加へて表すのである。

例へば炭素 (Carbonium) と鹽素 (Chlorum) とカルシウム (Calcium) の場合は、いづれも頭文字が C であるから、鹽素とカルシウムは炭素と區別するため、3 番目及び 2 番目の字を頭文字につけていひ表すのである。即ち炭素 **C**、鹽素 **Cl**、カルシウム **Ca**、また白金と燐の場合を示せば、燐 (Phosphorus) **P**、白金 (Platinum) **Pt**

そしてこれを元素の化学記號 (Symbol of element) といふ。



工業初等化学

第 2 表  
萬國原子量表 (1926)

Ag	銀	107.88	In	インヂウム	114.8
Al	アルミニウム	26.97	Ir	イリヂウム	193.1
Ar	アルゴン	39.91	K	カリウム	39.096
As	砒素	74.96	Kr	クリプトン	82.9
Au	金	197.2	La	ランタン	138.90
B	硼素	10.82	Li	リチウム	6.940
Ba	バリウム	137.37	Lu	ルテシウム	175.0
Be	ベリリウム	9.02	Mg	マグネシウム	24.32
Bi	蒼鉛	209.00	Mn	マンガン	54.93
Br	臭素	79.916	Mo	モリブデン	96.0
C	炭素	12.00	N	窒素	14.008
Ca	カルシウム	40.07	Na	ナトリウム	22.999
Cd	カドミウム	112.44	Nb	ニオブウム	93.1
Ce	セリウム	140.25	Nd	ネオヂウム	144.27
Cl	塩素	35.457	Ne	ネオン	20.2
Co	コバルト	58.94	Ni	ニッケル	58.69
Cr	クロム	52.01	Nt	ニトン(ラヂウ ムエマナチオン)	222.4
Cs	セシウム	132.81	O	酸素	16.00
Cu	銅	63.57	Os	オスミウム	190.8
Dy	ジスプロシウム	162.52	P	燐	31.027
Er	エルビウム	167.7	Pb	鉛	207.20
Eu	ユーロピウム	152.0	Pd	パラヂウム	106.7
F	弗素	19.00	Pr	プラセオヂウム	140.92
Fe	鐵	55.84	Pt	白金	195.23
Ga	ガリウム	69.72	Ra	ラヂウム	225.95
Gd	ガドリニウム	157.26	Rb	ルビヂウム	85.44
Ge	ゲルマニウム	72.60	Rh	ロヂウム	102.91
H	水素	1.008	Ru	ルテニウム	101.7
He	ヘリウム	4.00	S	硫黄	32.064
Hg	水銀	200.61	Sb	アンチモン	121.77
Ho	ホルミウム	163.4	Sc	スカンジウム	45.10
I	沃素	126.932			

第一篇 非金屬

Se	セレン	79.2	Tu	ツリウム	169.4
Si	珪素	28.06	U	ウラン	238.17
Sm	サマリウム	150.43	V	ヴァナヂン	50.96
Sn	錫	118.70	W	ワルフラム	184.0
Sr	ストロンチウム	87.63	X	クセノン	130.2
Ta	タンタル	181.5	Y	イトリウム	88.90
Tb	テルビウム	159.2	Yb	イテルビウム(ネ オイテルビウム)	173.6
Te	テルル	127.5	Zn	亜鉛	65.38
Th	トリウム	232.15	Zr	ジルコニウム	90.6
Ti	チタン	48.1			
Tl	タリウム	204.39			

原子が集つて分子となるのであるから、前表に示したやうな、原子の記號を組合せて分子を示すことが出来る。例へば水素の1分子は水素原子2つから成立つてゐるから  $\overset{\text{エフチフ}}{\text{H}_2}$  で表し、また水の1分子は水素原子2つと酸素原子1つより出来てゐるから、 $\overset{\text{エフチフ}}{\text{H}_2}\overset{\text{エフチフ}}{\text{O}}$  で示すのである。(表参照)

また水素の化學記號は、その原子量をも表すことになつてゐる。例へば  $\overset{\text{エフチ}}{\text{H}}$  と書けば、これは水素1原子を示すと同時に、その原子量をも意味してゐるのである。従つて  $\overset{\text{エフチフ}}{\text{H}_2}\overset{\text{エフチフ}}{\text{O}}$  は  $1.008 \times 2 + 16 = 18.016$  のやうに 18.016 を表す。

また  $\overset{\text{エフチフ}}{\text{H}_2}$  は  $1.008 \times 2 = 2.016$  となつて水素の1分子量を表す。このやうに  $\overset{\text{エフチフ}}{\text{H}_2}\overset{\text{エフチフ}}{\text{O}}$  は水素分子、水の分子を表すと共に、その1分子量をも意味してゐる。このやうな式を分子式(Molecular formula)と名づける。次にその例を示さう。 $\overset{\text{シーチフ}}{\text{CO}_2}$ —炭酸ガス、 $\overset{\text{エフチフ}}{\text{HCl}}$ —鹽酸、 $\overset{\text{エフチフ}}{\text{NH}_3}$ —アンモニア、 $\overset{\text{シーチフ}}{\text{CuO}}$ —酸化銅 この例によつてみると窒素原子  $\overset{\text{エフチ}}{\text{N}}$  は、水素原子  $\overset{\text{エフチ}}{\text{H}}$  3つと結びついてをり、鹽素原子  $\overset{\text{エフチ}}{\text{Cl}}$  は  $\overset{\text{エフチ}}{\text{H}}$  1

つと結合してゐる。また  $H_2O$  についてみるに、酸素原子  $O$  は水素原子  $H$  2つと結びついてゐる。このやうに元素の種類が違ふに従つて、水素  $H$  との化合する力が、まちまちであることが解る。即ち各元素はそれぞれ違つた化合力があることを知る。それ故各元素には特有の價があつて、その價につれて化合するやうに考へられる。この價を原子價(Valency)といふ。

原子價は水素を標準にして定める。 $H$  (水素原子) 1つと化合する  $Cl$  (塩素) のやうなものは1價元素といひ、 $H$  2つに結びつく、 $O$  (酸素) を2價元素、 $H$  3つに結合する  $N$  (窒素) を3價元素といふ。

水素と化合しない元素の原子價は、その元素の原子價の既に知れてゐる元素との化合物から推定することが出来る。

例へば  $CuO$  に於て  $Cu$  の原子1つは、 $O$  1つと結びついてゐるから、その原子價は酸素と同じであることが想像される。尙詳しくいへば  $O$  は、 $H_2O$  から2價元素であることがわかり、 $Cu$  もまた2價元素であるといふことになる。要するに甲元素と乙元素と化合する場合には、分子式に於て次の関係があるから、どちらか1つの元素の原子價が知れてゐると、他の元素の原子價が直ちに計算出来る。

$$\text{甲元素の原子價} \times \text{原子数} = \text{乙元素の原子價} \times \text{原子数}$$

例へば  $Al_2O_3$  (酸化アルミニウム) に於て  $Al$  の原子價を  $x$  とし、それを求めてみよう。

$$x \times 2 = 2 \times 3$$

$$\text{故に } x = \frac{3 \times 2}{2} = 3$$

これによつて  $Al$  の原子價は3價であることが分る。

次に重要な元素の原子價を示さう。

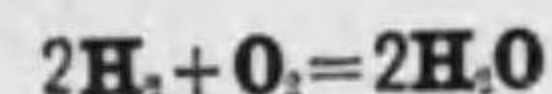
1 價元素	H (水素), F (弗素), Cl (鹽素), Ag (銀), K (カリウム), Na (ナトリウム), Hg (水銀)
2 價元素	O (酸素), S (硫黄), Ca (カルシウム), Cu (銅), Pb (鉛), Zn (亜鉛)
3 價元素	N (窒素), P (燐), Al (アルミニウム), As (砒素), Au (金), Fe (鐵)
4 價元素	C (炭素), S (硫黄), Si (珪素), Sn (錫)
5 價元素	N (窒素), P (燐), As (砒素)

## 2. 化学方程式

今までは色々の化学變化を示すのに次のやうな式を用ひた。



この式のやうに表したのでは單に水素と酸素が化合して、水が出来るといふ言葉の代りになるだけであるが、これを



と書くと、次のやうな面白い意味を表すことになる。

- (a) 水素と酸素とが化学反応(化学變化)を起して水を生ずる。  
 (b) 水素分子2箇と酸素分子1箇との割合で化合し、水分子2箇を生ずる。  
 (c) 水素  $2H_2 = 2 \times (1.008 \times 2) = 4.032(g)$  が  
 酸素  $O_2 = 16 \times 2 = 32(g)$  と化合して  
 水  $2H_2O = 2 \times (1.008 \times 2 + 16) = 36.062(g)$  を生ずることを示す。

即ちこの式は質量不變の定律をも表してゐる。

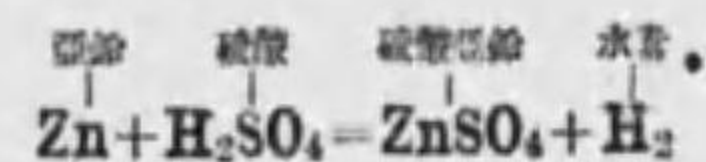
式の左邊の原子数と、右邊の原子数を比較することによつて原子数が等しいことが解り、質量不變の定律を示してゐるのは明らかである。 $H_2 + O_2 = H_2O$  この式をみると、式の左右の  $H$  はよいが、 $O$  は左邊に2つあるのに、右邊に1つになつてゐる正

## 工業初等化学

しくないことが解る。

このやうに反応する物質と、出来る物質の分子式を用ひて、化学反応を示した式を<sup>くわがくほうていしき</sup>化学方程式<sup>ケミカル エクウエーション</sup>(Chemical equation)といふ。化学方程式を用ひると、反応前と反応後との重さの関係が計算出来る。

例へば亜鉛 130g を全部硫酸で溶かしたとき、発生する水素の重さを出すには、次の方程式を應用して計算する。



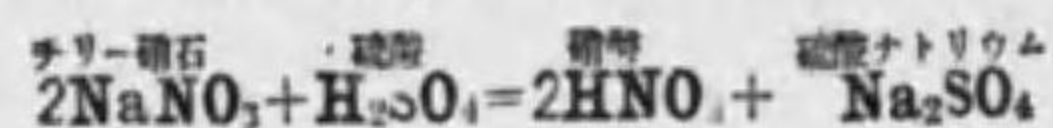
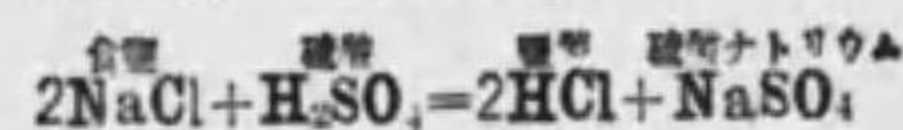
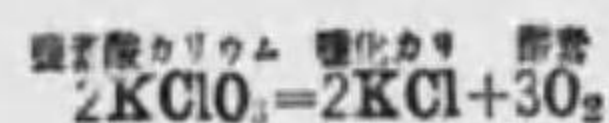
Zn の原子量=65 水素 H<sub>2</sub> の分子量=1.008×2=2.016 であるから、上の方程式から亜鉛の 65g より生じる水素の重さは 2.016g であることを知る。それ故次の比例式が成立つ。

$$65 : 130 = 2.016 : x \quad \therefore x = \frac{130 \times 2.016}{65} = 4.032(\text{g})$$

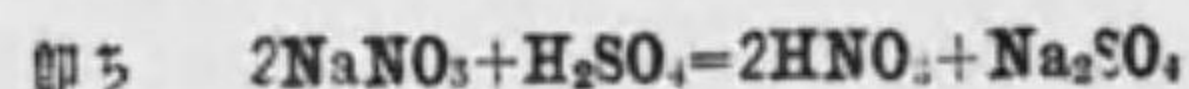
すべての気体の 1 瓦分子(第十一章 2 参照)は標準状態では 22.4<sup>ワットル</sup>の體積を持つてゐるから、水素 4.032g の體積は

$$65 : 130 = 22.4 : x \quad \therefore x = \frac{130 \times 22.4}{65} = 44.8(\text{L}) \text{ となる。}$$

次に今まで述べた化学變化の中二つ三つを方程式で表してみよう。



これらの式の變化は、第十五章に述べられてある性質と、第十二章中の資格<sup>しやく</sup>に依つて起る化学變化を示すものである。



に就いて考へてみるに、1 價原子は 1 原價子或は 1 價の基と化合し、2 價原子は 2 價原子或は 2 價の基と化合してゐる。即ち



等の資格によるのである。第十二、十五章を読んで諸君自ら試みるこゝい。

## 第一篇 非金属

### 第十章、第十一章、第十二章の問題

- 1 窒素 N<sub>2</sub> の重さは 1.25g 炭酸ガス CO<sub>2</sub> の重さは 1.96g なり、各分子量を求め。
- 2 次の物質の分子式を書け。(昭和六年實檢)

硝 酸                  食 鹽

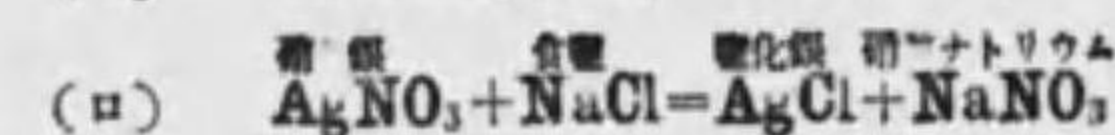
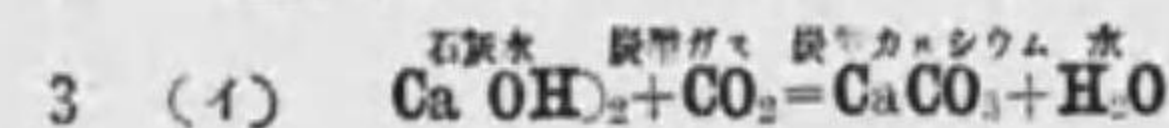
- 3 次の場合に起る反応を方程式にせよ。(昭和二年度實檢)
  - (イ) 石灰水に炭酸ガスを通じたとき。
  - (ロ) 硝酸銀に食鹽溶液を加へたとき。

(解答)

$$1 \quad \text{N}_2 \text{ は } \frac{1.25}{1.43} \times 32 = 28 \quad \text{CO}_2 \text{ は } \frac{1.96}{1.43} \times 32 = 44$$

[注意] 1.43 は酸素 O<sub>2</sub> の重さなり。

- 2 硝酸 (HNO<sub>3</sub>)      食鹽 (NaCl)



### 第十三章 燐、窒素及びその化合物

#### 1. 窒素の化合物

窒素(N)のことは第一篇第一章に於て既に説明したから、こゝではその化合物に就いてのみ説明する。

窒素の酸化物としては、亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O)、酸化窒素(NO)、過酸化窒素(NO<sub>2</sub>)、アンモニア(NH<sub>3</sub>)などがある。

亜酸化窒素は硝酸アンモニウムを熱すると得られる無色の氣體であり、酸化窒素は銅に硝酸を注ぐと生ずる無色の氣體である。過酸化窒素は酸化窒素が空気と作用して出来る赤褐色の氣體であつて、硝酸鉛を熱しても得られる。

しかしこれらの氣體は餘り必要でないから、次にアンモニアに就いて詳しく説明しよう。

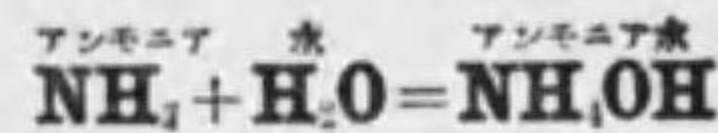
#### アンモニア

實驗室でアンモニアを製するには、圖のやうな装置で鹽化アンモニウム (NH<sub>4</sub>Cl) と消石灰 [Ca(OH)<sub>2</sub>] とを混ぜて熱すればよい。

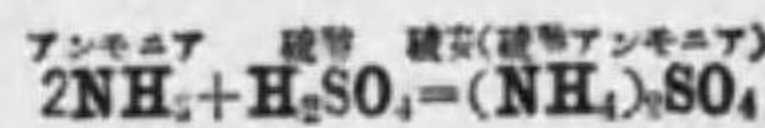
空氣より軽いから(空氣に對する比重 0.59) 捕集瓶を上にして集める。(上方置換による)

工業的には最近發明されたアンモニア合成法が廣く行はれてゐる。これは空氣中の窒素を水素と混じてニッケルまたは鐵のやうなものを特別に加工したものを觸媒として直接アンモニア (NH<sub>3</sub>) を作る方法である。この外アンモニアは石炭ガスを取るさきの副産物としても相當得られる。

アンモニアは水によく溶けるから、水溶液として多く使はれる。

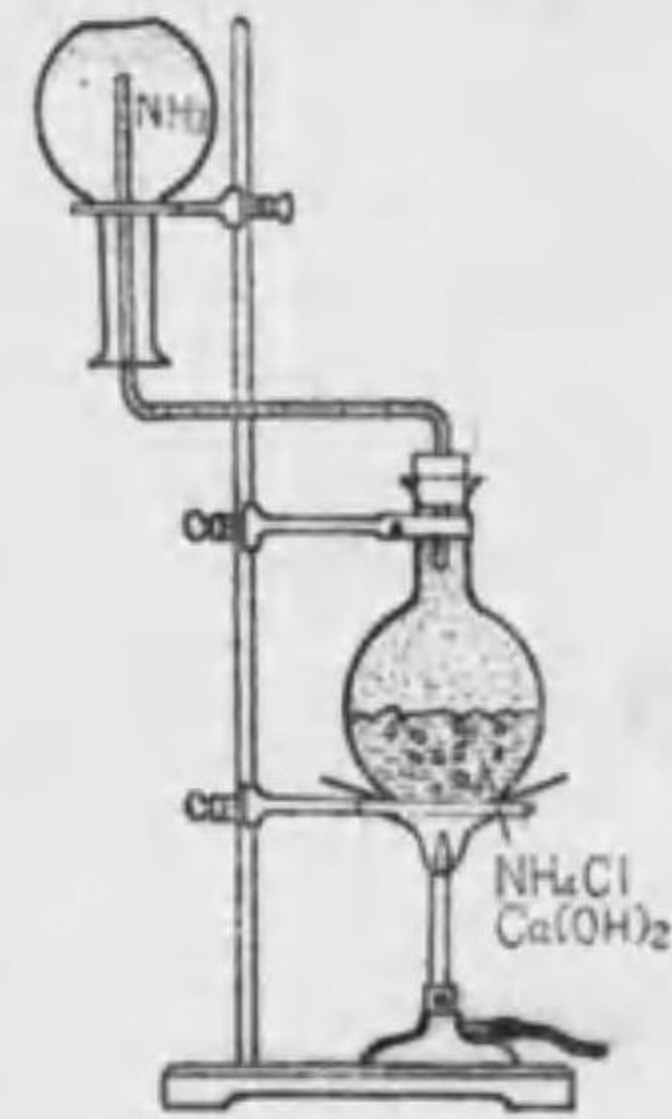


アンモニア水は毒虫などに刺されたとき、虫の酸を消すために皮膚に塗るのは諸君のよく知つてゐることであらう。近頃大抵の農村で使つてゐる白い粉末の硫酸アンモニア肥料は、アンモニアを硫酸と化合させて作つたものであつて、貴重な肥料である。



## 2. 燐及びその化合物

燐(P)には黄燐と赤燐の二種類があるが、普通に燐(Phosphorus)といへば黄燐(Yellow phosphorus)のことである。黄燐は黄色半透明



第46圖  
アンモニアの製法  
鹽化アンモニウムと消石灰をフラスコに入れて熱する。

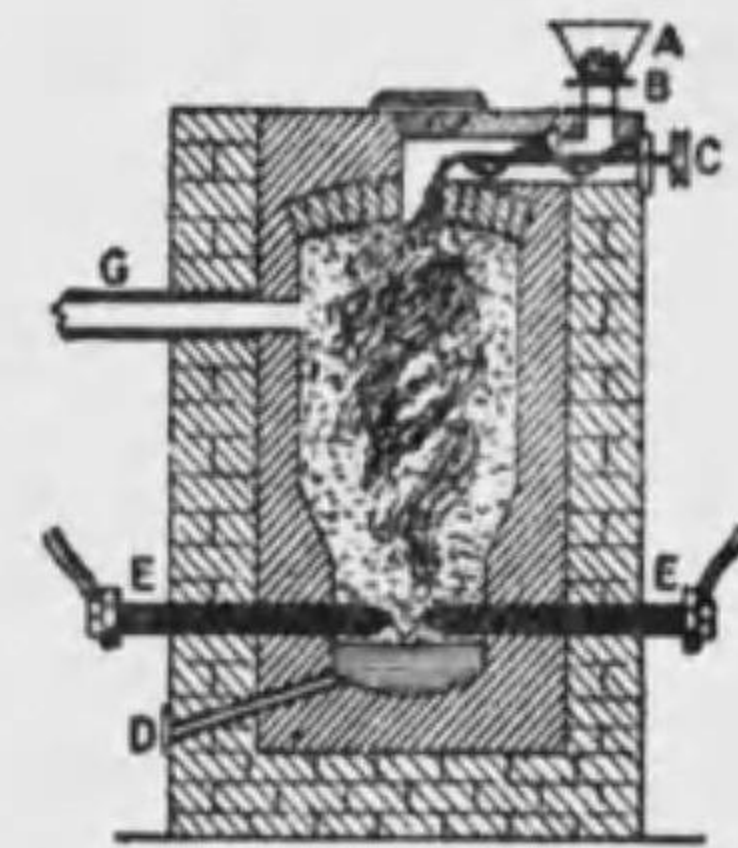


第47圖  
アンモニアの検出法  
圖のやうにアンモニアのはいつてゐる瓶の栓をさつてアンモニアガスを鹽化の瓶に吹きつける。NH<sub>3</sub>とHClは化合してNH<sub>4</sub>Clの白煙を生ずる。これはNH<sub>3</sub>の簡単な検出法である。

の蠟状の固體でよく燃えるから、これを貯へるには水中に入れて置く。またハロゲン元素とは殊に烈しく化合する。

酸素とも化合し易く空氣中で自然に發火して五酸化燐となる。

黄燐は極めて有毒であつて昔は黄燐をマッチの代りに使つてゐた。しかし今日では無毒で、すこしの熱では燃えない赤燐の方を用ひてゐる。



第48圖 燐の製法  
Aから原料の燐鐵砂、コークスを入れネジCで爐の中に押し込むEは炭素の電極でこれに電流を通じ強熱する。生じた燐はDから取り出す。Gは變化のさき出来る酸化窒素の逃げ口である。

燐の化合物には燐酸カルシウム [Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]

燐化水素 (PH<sub>3</sub>) などがある。燐酸カルシウムは動物の骨や南洋に産する鳥の糞などの主成分であるから、これを碎いて適當の硫酸を加へ、水に溶かして肥料にする。所謂過燐酸石灰といふのはこれである。

燐の製法 燐灰石或は骨灰やうな燐酸カルシウムに砂とコークスを混じて、電氣爐で強熱すれば黄燐は蒸氣となつて發生するから、これを水中に導いて凝縮させれば黄燐が得られる。

黄燐は空氣を絶つて約 250°C に熱すると、暗赤色の粉末が得られる。これが赤燐である。

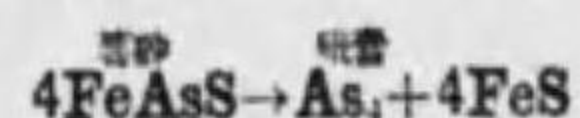
## 3. 砒素及びその化合物

砒素 (Arsenic) (As) は天然に遊離して存在することがあるが、多

マッチの箱には砒化アンチモン、ガラス粉、赤燐を膠で塗りつけ、軸の頭には窒素酸カリウム、砒化アンチモンを膠で塗つてある。

くは硫黄や鐵と化合して鑛石となつて出て来る。鷄冠石 ( $As_2S_2$ )、雄黄 ( $As_2S_3$ )、毒砂 ( $FeAsS$ ) 等に含まれてゐる。黄鐵鑛などには相當含まれてゐるから、これから製造した硫酸中にはかなりの砒素を含んでゐる。

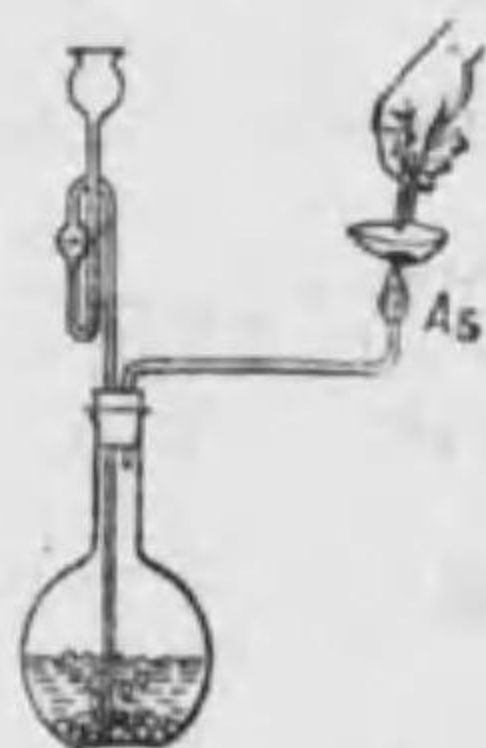
砒素を工業的に製するには毒砂 (砒鐵鑛ともいふ) ( $FeAsS$ ) を粘土製の長い管に入れて、空気に觸れないやうに熱し、出て来る蒸氣を昇華 (55 頁参照) させる。



砒素は灰白色の脆い固体で、金属光澤をもつてゐるが錆び易い。空气中で熱すると、燃えてにんにくに似た悪臭ある白い粉末となる。

これは無水亞砒酸 ( $As_2O_3$ ) である。単体の砒素は餘り用途がないが、金属の中に入れると硬度を増す性質があるから、僅かに鉛にまかせてその硬さを増し、また鉛の熔ける温度を下げるから、散弾 (破裂を必要とする弾丸) 製造に用ひる。砒素の化合物中で一番知られてゐるものは、無水亞砒酸である。(俗に亞砒酸ともいふ。)

砒素の化合物は大抵有毒であるが、これも極めて有毒であり、0.006g を飲めば死んでしまふ。従つて鼠や蠅などを殺すのに用ひられる。



第49圖 砒素の檢出法 (マーシュの法)

砒素の化合物と亞鉛及び稀硫酸をフラスコに入れると砒化水素  $AsH_3$  が發生するから、これに點火しその焰の中に冷たい蒸發皿を入れると底に灰色の砒素を析出する。

## 第十四章 硫黄及びその化合物

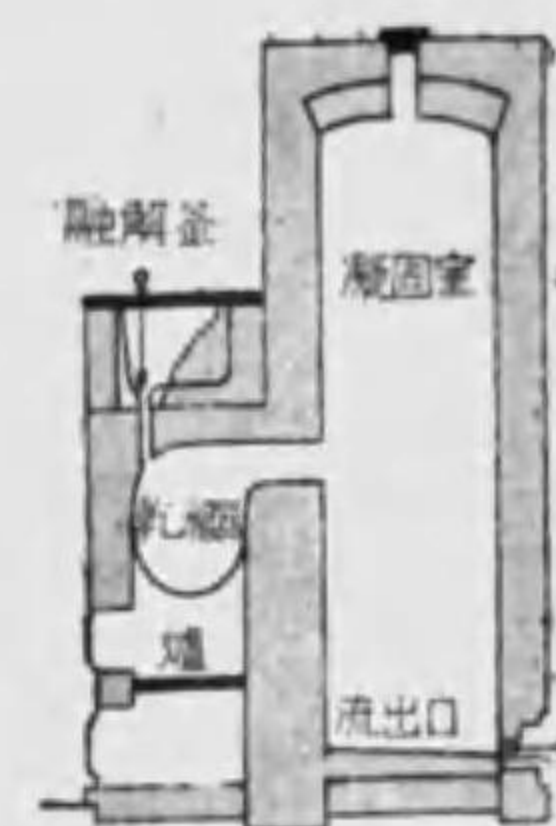
### 1. 硫黄の所在と成因

硫黄 (Sulphur) (S) は硫酸カルシウム (石膏) ( $CaSO_4$ ) となつて存

在してゐるので、それが有機物 (のちに説明する) のために、還元 (酸化の反對) せられて遊離の硫黄となつて噴き出すものである。

しかしこの硫黄の成因 (出来る原因) に関しては外に色々違つた説があるが、とにかく火山地方に最も多く単體硫黄として出て来る。また化合物となつても多量に存在する。黄銅礦、黄鐵鑛、方鉛礦などは何れも硫黄と銅、鐵、鉛などの化合物である。その外水銀も亞鉛もカルシウム (Calcium) もストロンチウム (Strontium) なども硫黄と化合したものである。動物にも蛋白質となつて平均 16% ばかり含まれてゐる。

硫黄は火口に堆積してゐるものを採取し、或は鑛床となつてゐるものを採掘する。しかしそれでは土砂が混じつて不純だからこれを精製するには、積み重ねて火をつけ、その燃える熱で硫黄を融かし砂や石などを分離し、その粗製の硫黄を更に圖のやうな装置で蒸溜し、蒸氣を冷たい煉瓦の室に導いて冷すのである。



第50圖 硫黄の精製  
乾溜器に硫黄を入れてこれを蒸溜する。

このとき硫黄は、はじめの間は煉瓦の壁に細かい粉末になつてついてゐる。これを硫黄華といふ。しかし次第に煉瓦の室があたゝまり遂に融けて床の上にならぬから、これを室の外に流し、鑄型に入れて棒状にする。これを棒状硫黄といふ。

### 2. 硫黄の同素體及び性質と用途

硫黄は温度によつて物理的性質が非常に異なり、普通の温度では黄色の脆い固体であるが、段々熱してゆくと、次第に融けて ( $120^\circ C$  あたりから) 黄色から褐色に変化して来る。液も粘つこくなつて

160°C 附近では試験管をさかさまにしても流れ出ないやうになる。それから次第に温度が昇つてゆくに從つて、また粘り氣が減り、300°C ぐらゐになると流れ出すやうになる。色は暗黄色である。この状態の硫黄を徐々に冷すと内部に針のやうな硫黄が出来る。これを針狀硫黄 (Monoclinic sulphur) といふ。針狀硫黄は常温では不安定で變化し易いから、長らく放置すれば、次第にはじめの硫黄になつてしまふ。

天然の硫黄は圖のやうな八面體の細かい結晶が澤山集つてゐるも

ので、美しい結晶

を見るには、天然

産硫黄を粉末にし

これを二酸化炭素

に溶かし、時計皿

(硝子製の實驗用

皿) の上に放置しておけば、二酸化炭素は蒸發し、美しく結晶した

八面體の硫黄が残る。これを八面硫黄或は斜方錐硫黄 (Rhombic

sulphur) と呼ぶ。

硫黄は 445°C で沸騰する。この沸騰した硫黄を冷水の中に流し込むと、硫黄はゴムのやうに弾力を持つ。即ち引くと伸び、たゞけは弾むやうになる。この状態の硫黄をゴム狀硫黄 (Plastic sulphur) といふ。しかしこの硫黄は最も不安定(變化し易い)で少したゞけば八面硫黄となる。

八面硫黄、針狀硫黄、ゴム狀硫黄は形狀を異にするが何れも燃やすと亞硫酸ガスと



第 51 圖 硫黄の同素體

なるから同素體である。

硫黄は電流を導かないから電氣の器具類の絶縁材料(電氣を通さない材料)としたり、硫酸、火薬、マッチ、その他ゴム製造にも使用する。

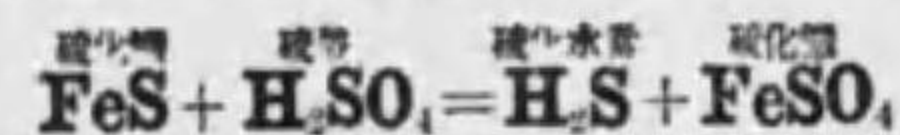
天然のまゝのゴムは弾力も粘り氣も少いからこれに硫黄を加へて、普通我々が使つてゐる弾性ゴムとするのである。この弾性ゴムより更に澤山硫黄を加へたものが、萬年筆の軸等に使はれてゐるエボナイト (Ebonite) である。

### 3. 硫黄の化合物

(a) 硫化水素 (H<sub>2</sub>S) 鹽原や那須の温泉へ行くと獨特の臭氣があるが、あれは硫化水素 (Hydrogen sulphide) の臭ひである。卵が腐つたときに臭ふのも硫化水素である。

即ち蛋白質が腐つたときに發生するものであるから、我々が胃や腸の調子が悪い場合に出るガスの中にも含まれてゐる。しかしこのガスが甚だしく悪臭をもつてゐるのはインドール (Indol) とスカトール (Skatol) などの悪臭氣體が出来るためである。

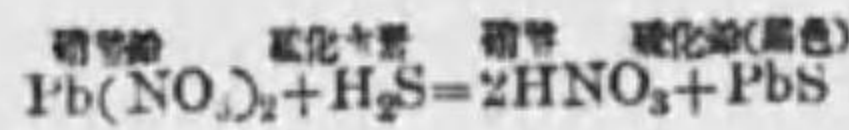
硫化水素を製するには、硫化鐵 (FeS) に稀硫酸を注げばよい。



硫化水素は無色、毒性の氣體で、その中で鼠や雀などの小動物は直ちに死ぬ。

硫化水素を色々な金屬化合物の溶液に通すと、沈澱が出来るものと出来ないものがある。またその沈澱も黒色、黄色等があるのでこれを利用して金屬をしらべるのに使はれる。これは化學分析上最も必要なものである。

例へば鉛の場合は



となり、黒い沈澱が出来るから、白粉の中に鉛があるかないかは硫化水素をあててみれば、直ちに検出(しらべて明らかにする)することが出来る。

(b) 亜硫酸ガス(二酸化硫黄)(SO<sub>2</sub>) 色々なものを漂白するために硫黄を燃やして出て来るその氣體を使ふことは、随分昔から知られてゐた。この氣體が即ち亜硫酸ガス(Sulphureous acid gas)である。

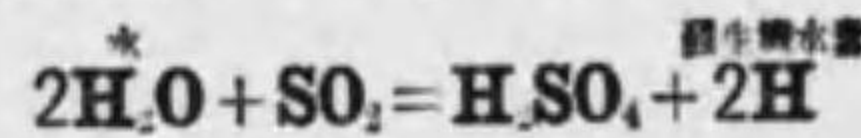
亜硫酸ガスは無色で刺戟性の悪臭を持ち、水に溶解して酸性反應を呈する。

亜硫酸ガスは火山地方、温泉地方に存在して、工業都市、鑛山地方の空氣中にも含まれてゐる。これらの地方の雨は空氣中の亜硫酸ガスを溶かして、地上に降つて来るから附近の草木はみな枯れる。

亜硫酸ガスを多量に製するのには、硫黄を燃すのは不經濟であるから、普通は黄鐵礦(FeS<sub>2</sub>)を焼いて作る。實驗室では銅に濃硫酸を注いで製する。



亜硫酸ガスが麥稈や絹を晒すことが出来るのは、次の式のやうに亜硫酸ガスが、水と働いて水素を生ずるからである。



この水素(H)は普通の水素と違つて性質が大變激しく、色素と結びついて、無色にするからである。このやうな水素(H)を發生機の水素或は原子狀水素と呼ぶ。亜硫酸ガスが殺菌性のあるのもこの水素(H)のためである。



第52圖

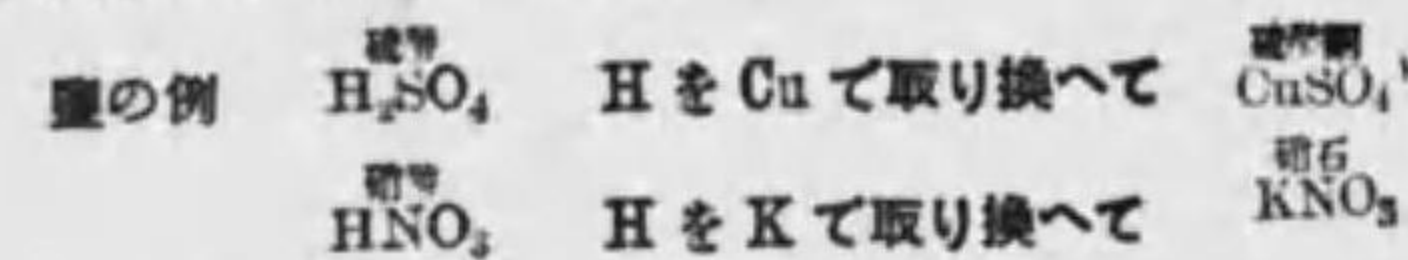
亜硫酸ガスで漂白ガラス鐘の中に花を入れてSを燃やすと、花の色が消えて白つぼくなる。

亜硫酸ガスの大部分は硫酸製造に使はれるが、その他絹や麥稈のやうに素地のいたみ易いものを(亜硫酸ガスは他の漂白劑より素地を痛めぬ)漂白したり、近頃では亜硫酸ガスを液體にし、蒸發するとき他のものゝ熱を奪ふのを應用して、電氣冷蔵庫などに用ひる。

## 第十五章 酸、鹽、鹽基、基及び電離

### 1. 酸と鹽

鹽酸と硫酸の薄めたのをなめてみるに酸つばい味がある。またソーダ水や酢なども酸つばいが、青色リトマス試験紙をぬらせば、忽ち赤く變る。このやうなものをすべて酸(Acid)といひ、分子式からみると、何れも式中に水素(H)を持つてゐる。即ち鹽酸(HCl)、硼酸(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)、硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)、炭酸(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) (CO<sub>2</sub>を水に溶かしたものの)の如きものである。これらの酸で式中にHが1つあるものを1鹽基酸、2つあるものを2鹽基酸、3つあるものを3鹽基酸といふ。(この1,2,3……などの數のこゝを酸の鹽基度といふ)鹽酸は1鹽基酸で、硫酸は2鹽基酸である。而して酸のHは金屬元素と置き換へ(置換)ることが出来る。例へばHClのHをNaといふ金屬で置き換へると、NaClとなる。このやうに酸の分子式中のHを、金屬元素に置き換へて、出来たものを鹽(salt)といふ。



硫酸から出来た鹽を硫酸鹽、硝酸からのものを硝酸鹽といふ。

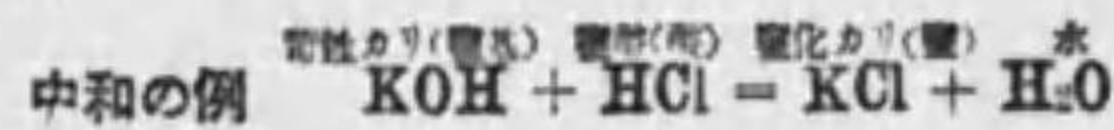
### 2. 鹽基

鹽基(Base)といふのは、金屬とOHなる原子の集まりと結合したもので、例へば苛性ソーダ(NaOH)、苛性カリ(KOH)、消石灰[Ca(OH)<sub>2</sub>]、水酸化銅[Cu(OH)<sub>2</sub>]のやうなものである。鹽基はその式中含んでゐるOHの數で1酸鹽基、2酸鹽基と呼ぶ。Ca(OH)<sub>2</sub>は2酸鹽基である。

鹽基の中で水に溶けるものを、特にアルカリ(Alkali)といふ。苛性ソーダ、苛性カ

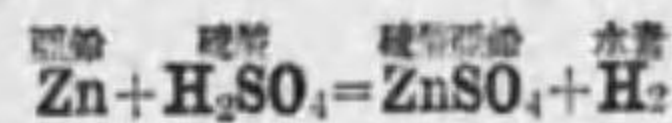
りのやうなものはそれである。これらのものは刺激性の辛いやうな味を持つてゐて、赤いリトマス試験紙を青く變へる性質があり、また皮膚に觸れるとぬらぬらして水で洗つてもおちにくい。

酸とアルカリを混ぜると、リトマス試験紙にちつとも感じない物質が出来る。これは前に説明した鹽である。このやうに酸と鹽基と相互應して鹽と水が出来る變化を中和 (Neutralization) といふ。



3. 基

稀硫酸で亜鉛を溶かしたときの變化をしらべてみる。

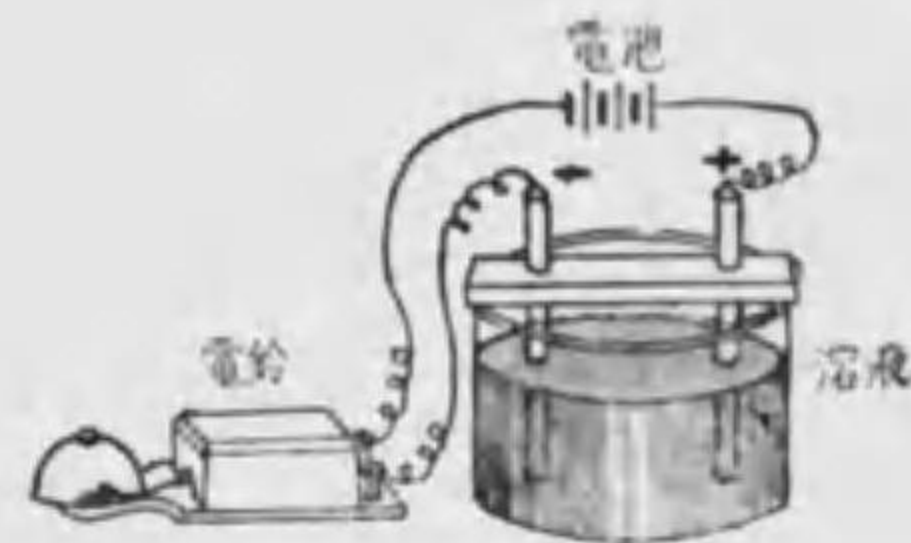


となり、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  (硫酸) の H は Zn で置き換へられて、 $\text{ZnSO}_4$  (硫酸亜鉛) となり、 $\text{H}_2$  は遊離 (單體が他と化合せず存在すること) される。この場合  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の中の S と O とは相變らず  $\text{SO}_4$  の割合で結びついて移つてゐる。このやうに  $\text{SO}_4$  なる原子の團體は、大抵の變化の場合、いつも變らず一つの化合物から他の化合物に移つて行く。その原子の團體を基 (Radical) と名づける。基は恰も原子のやうに働くが、單獨で存在することは出来ないで、いつも他原子か或は他の基と結びついて化合物を作つてゐる。基は原子と同じやうに働くから、原子價があり、( ) で圍む。次に最も普通の基とその價を示さう。

記 號	水素基 OH	硝基 NO	硫酸基 $\text{SO}_4$	炭酸基 $\text{CO}_3$	アンモニア基 $\text{NH}_4$
原子價	1	1	2	2	1

4. 電 離

圖のやうに電池と電鈴をつないで輪道 (電線の道) を、鹽を溶かした液に入れると、電鈴は鳴り出す。もし鹽の代りに砂糖を溶かした液に入れると、電鈴は鳴らない。この實驗によつて液體には電氣をよく通すものと、通さないものがある。



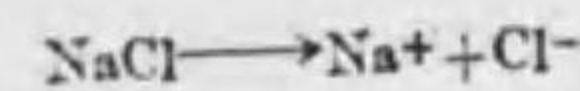
第53圖 電池と電鈴で溶液の電導性を試験する。

ることが解る。それで電氣をよく導く液體を電解質といひ、導かないものを非電解質といふ。

一般に酸やアルカリ、鹽などは電解質で有機化合物即ちアルコール、石油などのやうなものは非電解質である。

何故電解質が電氣を導き、非電解質が導き得ないかといふ問題は、スウェーデン (Sweden) の物理學者アルレニウス (Arrhenius) によつて説明された。この説が電離説 (Theory of electrolytic dissociation) である。

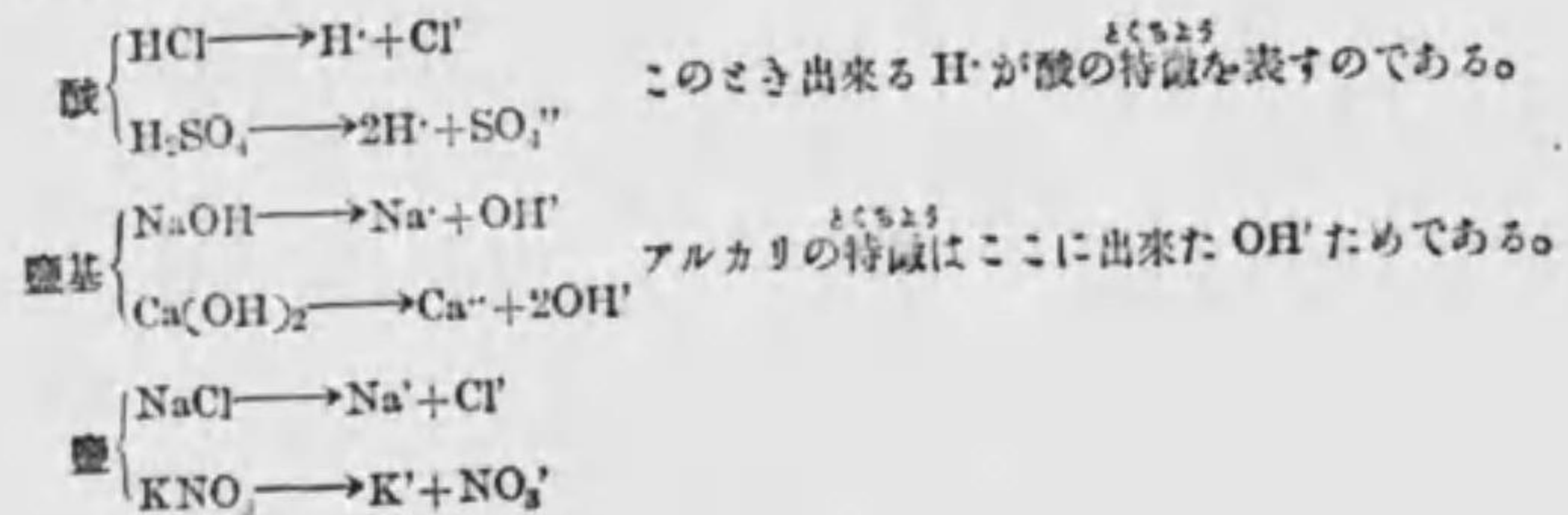
この説明によれば食鹽 ( $\text{NaCl}$ ) のやうなものは、水に溶けるとすぐに食鹽の分子 ( $\text{NaCl}$ ) が二つの原子に分れ、しかもその原子が陽電氣または陰電氣を帯びることになる。即ち



のやうに分れるのである。而してこのとき出来た電氣を帯びる原子をイオン (Ion) といふ。イオンに分れることを電離 (Electrolytic dissociation) といふ。

このイオンの陽電氣を持つた  $\text{Na}^+$  (ナトリウムイオンといふ) が電池の陰極の方に動くため、食鹽の液中に電氣が流れることになるのである。(陽電氣を持つたイオンを陽イオンといひ、陰電氣を持つたものを陰イオンといふ。) 非電解質のもの例へば砂糖 ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) のやうなものは、水に溶かしても砂糖の分子は少しも原子に分れることなく、前の通り  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  のまゝ液の中に存在し、電氣に關係ないから電氣は流れないのである。

一般に陽イオンとなるものに水素、金屬及びアンモニア基で、陰イオンとなるものは非金屬元素、アンモニア基を除いた一般の基である。各イオンが帯びる電氣の量は各々の原子價によつて決まるものである。次に色々の物質が溶液中でイオンに分れる状態を式で示さう。(陽電氣を表すに  $+$ 、陰電氣を表すに  $-$  を以てし、その数は原子價と同じである。)

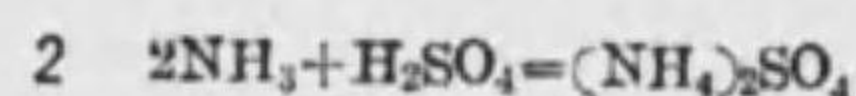




## 第十三章、第十四章、第十五章の問題

- 1 硫酸アンモニアの製造法及び用途を問ふ。(大正十四年度試験)
- 2 アンモニアを硫酸に通じたる場合の變化を問ふ。(昭和三年度試験)
- 3 アンモニアの工業的製法及び用途を述べよ。(昭和三年度試験)
- 4 指示薬とは如何なるものか。(昭和三年度試験)
- 5 酸とは如何なるものか。(昭和五年度試験)
- 6 銀貨を硫化水素に<sup>△</sup>觸れさせると黒變するは何故か。またこの變化を方程式にて示せ。(昭和五年度試験)
- 7 骨を原料とする化学製品を挙げよ。(昭和六年度試験)

(解答) 1 第十三章の 1. アンモニアの項参照



3 (1) と同様

4 酸とアルカリの中和の境目<sup>きりめ</sup>を示す薬品で、次のやうなものがある。

	リトマス	フェノールナフタレン	メチルオレンジ
酸	青→赤	赤→無色	橙→赤色
アルカリ	赤→青	無色→赤	赤色→橙

5 第十五章の 1. 酸と鹽参照

6  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 + 4\text{Ag} = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Ag}_2\text{S}$  となりて  $\text{Ag}_2\text{S}$  (黒色)を生ずるため表面が黒くなる。

7 黄燐、赤燐、過燐酸肥料

## 第二篇 金属

## 第一章 金、銀、銅及びその化合物

## 1. 金

金(Gold)(Au)は外のものと化合する力が弱く、自然金として石英の中に存在してゐたり、或は河底の砂中等にあつて、人目につき易かつたので、古くから知られた貴重な金属である。

大昔は實用的器具を金でこしらへてゐた。穂や斧のやうなものまで作つたらしい。それは金が軟かで細工がし易いので、すぐ手に入り易かつたためであらう。しかし次第に鐵や銅などが發見されると、金は實用品から遠ざかつて重に<sup>くわい</sup>貨<sup>きん</sup>品や装飾品に使はれるやうになつた。

純粹の金は軟かすぎるので、銅か銀を少し混ぜ、合金として使はれる。

14 金と 18 金とをいふのは、24 分中に純金 18 分或は 24 分を含むことである。我が國の金貨は金 90 銅 10 の割合になつてゐる。

比重は普通の金属中白金に次いで大で、熔ける温度も甚だ高い。(1063°C) また金は打ち延ばして薄い箔(青緑色の光線を通す)となる性質即ち展性、延性即ち延びる性質は金属中で最大である。

箔の厚さは 1mm の  $\frac{1}{9000}$  位に迄も出来るし、また 1g の金は 4000m の長さにする事が出来る。

金銀から金を採るには、粒の大きいときには、金銀を碎き粉末にし、それを流水に入れると、金は砂より 6 倍も重いから、軽い土や砂は流れ去つて、後に金だけ残る。(これを<sup>たうたひふ</sup>淘<sup>たう</sup>汰<sup>ふ</sup>といふ)

粒が小さいのは、金が水銀に溶け易いのを利用して、アマルガム(Amalgam)(水銀

この合金をすべてアマルガムといふ。)とし、土や砂と分ける。(これを混濁法といふ)

金は化学的抵抗力が甚だ弱くて酸化せず、普通の酸には溶けないが、王水(硝酸と塩酸を混ぜたもの)には溶けて鹽化金となる。鹽化金は、黄色の結晶で、寫真術及び金メッキ(鍍金)に用ひる。

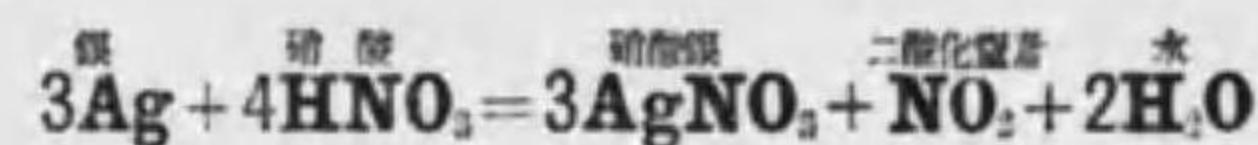
金はまたシアン化カリウム(青化カリ)といふ薬にも溶けるから、金銀から金を採るとき、これで溶かし去ることもある。(青化法)

## 2. 銀及び硝酸銀

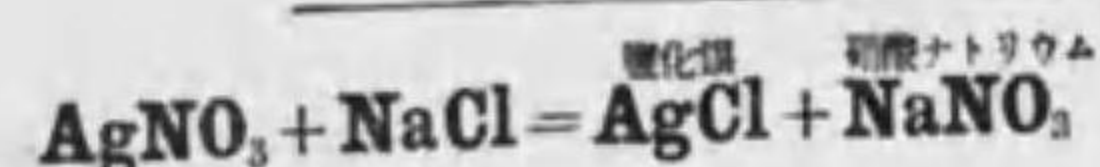
銀(Silver)は主に硫黄と化合し、硫銀礦(Ag<sub>2</sub>S)として産してゐる。またその微量は鉛の礦物即ち方鉛礦の中にも含まれてゐるからこれから採ることもある。

銀は美しい白色の光澤ある金属で、強く熱してもなかなか錆びないのと、鹽酸や稀硫酸にも溶解しないから、貴金属とし貨幣や裝飾品などを作るに用ひられる。(然し硫黄と化合し易く硫化銀(Ag<sub>2</sub>S)となつて黒色を帯びることが多い。)銀は金に次いで展性も延性も大で、電気と熱を傳へる度は金属中で一番大である。鎔融點(鎔け始める最低温度 960°C)もかなり高い。

銀に硝酸を作用すると、溶けて硝酸銀(Silver nitrate)(AgNO<sub>3</sub>)を生ずる。



この液體を蒸發すると、透明な平たい硝酸銀の結晶が得られる。硝酸銀は腐蝕性があるから、眼や咽喉などの治療に使はれる。またこの溶液と食鹽(NaCl)の溶液と混合すると、次のやうな變化が起り



AgClの白色沈澱が出来るから、これを應用して飲料水中に鹽分があるかどうかを検べる事が出来る。

鹽化銀は白色であるが、しばらくすると紫がかつた灰色になるから、これを應用して寫眞の乾板を作る。

## 3. 銅及び硫酸銅

銅(Copper)(Cu)も金と同じやうに天然に遊離して存在してゐるから、古くから知られてゐた。

鐵は黒いから「くろがね」といふに對して、銅は赤いから「あかがね」ともいはれる。(銀は「しろがね」)

銅は自然銅として存在するが、多くは黄銅礦(CuFeS<sub>2</sub>)、赤銅礦(Cu<sub>2</sub>O)、硫銅礦(Cu<sub>2</sub>S)となつて産出する。

赤銅礦(Cu<sub>2</sub>O)のやうな酸化銅から銅(Cu)を採るのは簡單で、木炭がコークスで酸化銅中の酸素(O)を炭素で除けばよい。即ち炭素の還元作用を應用するのである。

銅の比重は 8.9 で、展性延性は金及び銀に次ぐ。軟かい金属であるが展延すると硬くなり、これを赤熱すればまた軟かくなる。鎔融點は金よりも高く 1084°C である。また電氣を導くことは、銀に次いで大であるから電線に用ひ、熱を導くことも大であるから鍋などを造るに用ひられる。しかし銅を濕氣のある空氣中に長らく放置すれば、水と炭酸ガスのために、所謂綠青(鹽基性炭酸銅)[Cu(OH)<sub>2</sub>·CuCO<sub>3</sub>]が出来る。

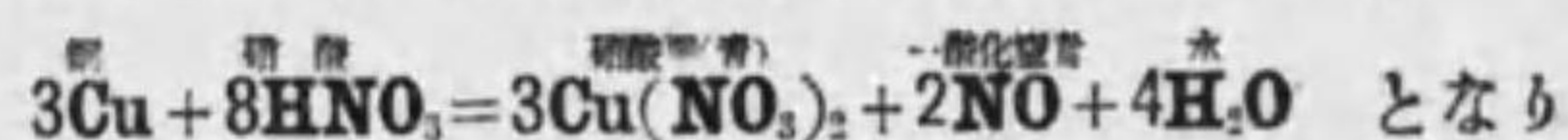
綠青は非常に有毒であるから、食器類は絶えずよく磨いておくか鉛などでメッキしておかなくては危険である。

銅はまた合金としても使はれる。即ち真鍮は亞鉛との合金であり

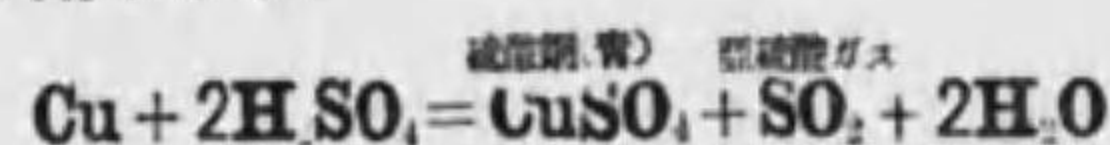
青銅は錫との合金である。

何れも家庭用器具、装飾品などに広く用ひられてゐる。

硫酸銅(CuSO<sub>4</sub>) 銅は鹽酸や稀硫酸には侵され難いが、硝酸や熱い濃硫酸には容易に溶かされる。即ち硝酸と作用すれば



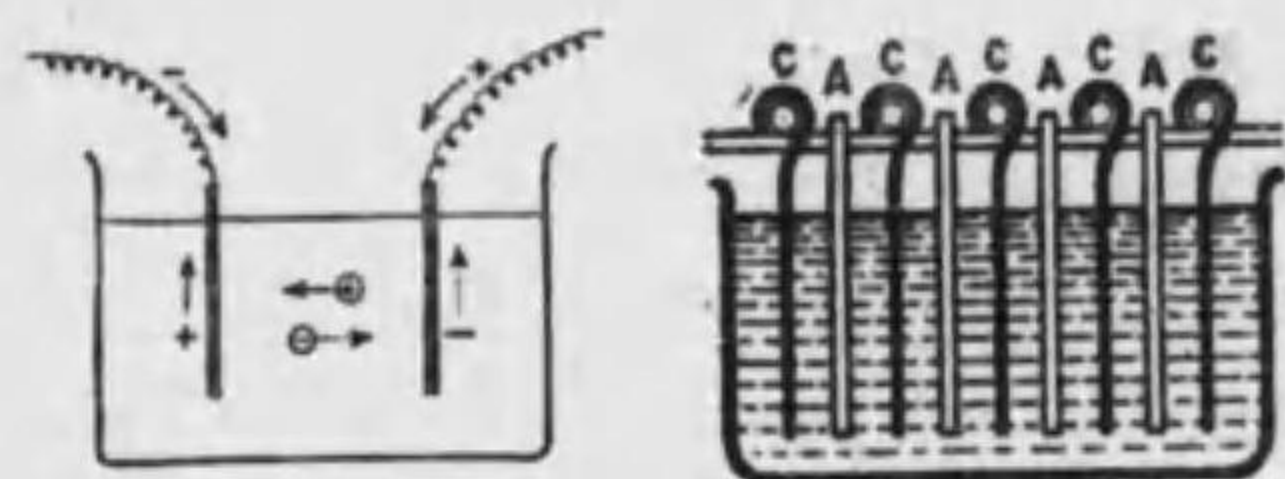
硫酸を作用すれば



となつて硫酸銅(CuSO<sub>4</sub>)が出来る。硫酸銅は青い綺麗な結晶で、熱すると結晶水を失ひ白色となり、水に遇ふと再び青くなる。

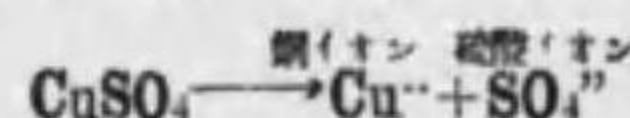
色々の用途があるから銅の化合物中最も重要である。その中でも電気精銅(後條参照)や電気銅メッキ(鍍金)に最もよく使はれる。その他園藝方面の殺菌剤として消石灰と混ぜてボルドー液(Bordeaux)といふものを作つたり、木材の防蟻にも使はれる。

電気精銅 銅石から採つたばかりの銅は不純であるから(約9割の銅を含む)圓のやうな槽に硫酸銅液を入れ、液中に純銅の薄い板と粗銅をた立て、純銅を電池の(-)に、粗銅を(+)

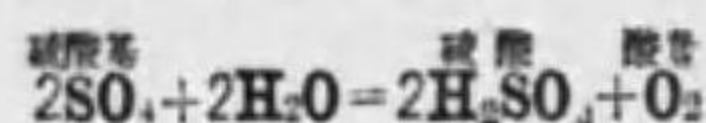


第54圖 イオンの移動  
電気精銅 A陽極(粗銅) B陰極(精銅)

を通ずると、硫酸銅は次のやうにイオンになつてゐるから、



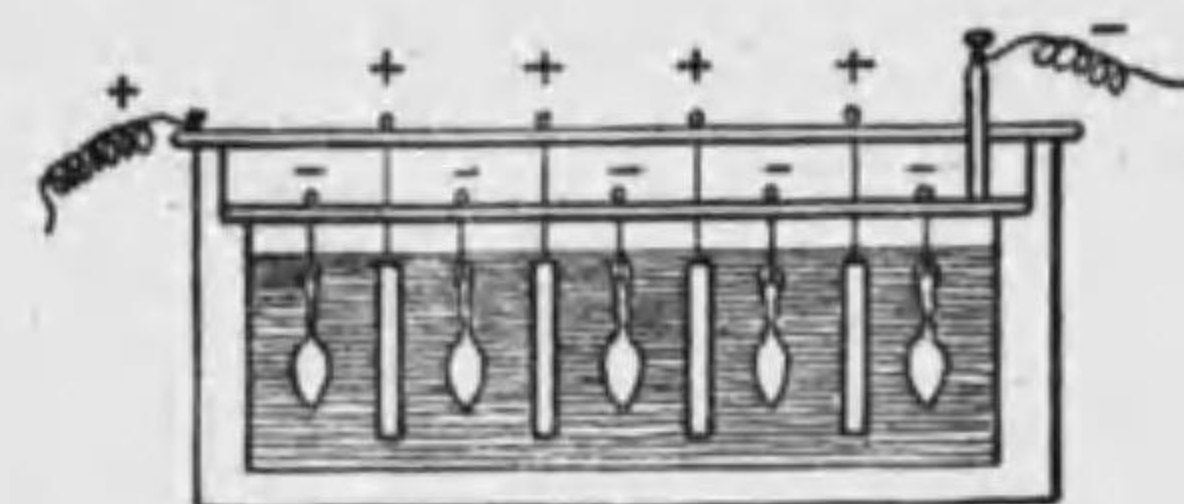
Cu<sup>2+</sup>(銅イオン)は陰極に動いて行き、極の陰電氣を消し合ひ、Cu<sup>2+</sup>はCuとなつて純銅に附着する。一方SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(硫酸イオン)は陽極に動いて行き、陽電氣と陰電氣は消し合つて、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>はSO<sub>4</sub>となり、液中のH<sub>2</sub>Oも動き



となり、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>が出来るから、これがCuを溶かして、Cu<sup>2+</sup>(銅イオン)の不足を補ひ再び液中にCu<sup>2+</sup>(銅イオン)が出来る。而してこれがまた陰極に動いて行き純銅に附

着する。このやうにして段々陽極の方の粗銅が薄くなつてゆくのに反し、陰極の純銅は厚くなつて来るから、適度の時間後これを出せばよい。

電気メッキ これも大體前述のやうな方法を用ひメッキしたものを陰極につなぎ、純銅を陽極につないで電流を流せばよい。

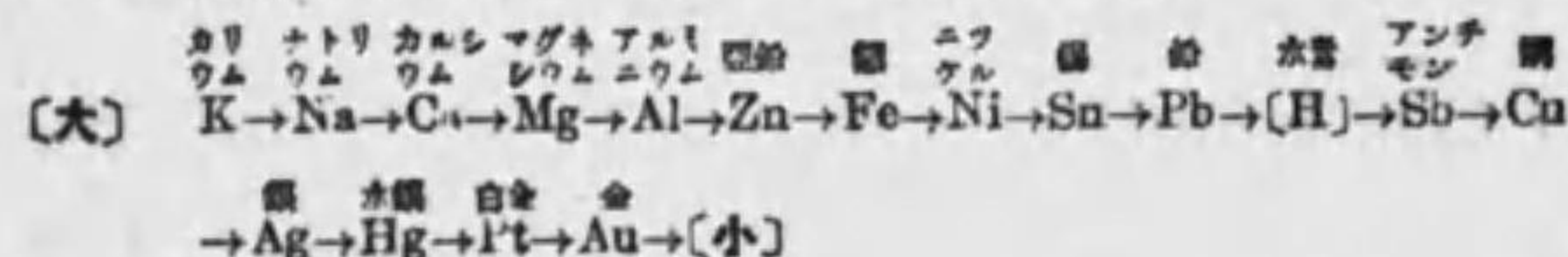


第55圖 電気メッキ  
+ 純銅板  
- メッキされる物(スプーン)

## 第二章 金属のイオン化傾向及び水銀、アルミニウム

### 1. 金属のイオン化傾向

硫酸銅の溶液に銀貨を入れても何等變化がないが、磨いた鉄釘を浸すと、鐵の表面に銅がメッキ(鍍金)される。また硝酸銀の中に銅線を入れると、銀の黒い粉末が水垢のやうにつくると同時に、液は稍、青味がかつて来る。これらの變化は何故起るかといへば、すべての金属はイオンになり易いものと、なり難いものがあるからである。上の例では銅よりは鐵の方がイオンになり易いから、硫酸銅の溶液中の銅イオン(Cu<sup>2+</sup>)の陽電氣を奪つて鐵(Fe)から鐵イオン(Fe<sup>2+</sup>)となり、電氣を失つた銅(Cu)が鐵につくのである。このやうに金属がイオンにならんとする傾向をイオン化傾向といふ。併しそのイオン化傾向には強弱あり、次にその順序を示さう。



この中の下の方にある金属イオンを含む液に、上の方にある金属を入れると、この金属が溶けてイオンとなり、下の方の金属イオンは、電氣を失つて普通の金属となつてしまふ。即ち前に述べたやうに、硝酸銀に銅を入れるとCuがCu<sup>2+</sup>となつて、AgNO<sub>3</sub>(硝酸銀)のAgがAgとなつて銅につくのである。

前の表でHが中にはいつてゐるのは、Hは水に溶けてH<sup>+</sup>即ち陽イオンとなるが

ら、イオンとしては金属と同じやうに働くのである。それ故 H より上にある金属なら、どれをとつても酸に入れると酸中に水素を発生させることが出来るが、下の方の金属ではどんなに薄山入れても水素は出て来ないことが分るであらう。即ち酸は何でも水素イオン(H<sup>+</sup>)を液中に含んでゐるから、H よりイオン化傾向の大きな金属例へば、亜鉛(Zn)を入れると、すぐに Zn が Zn<sup>2+</sup> になつて H<sup>+</sup> が H になつて単體の水素を発生する。



またこのイオン化傾向の順序は金属が酸素その他の非金属と化合する性質の大小をも表してゐる。即ち Na や K は酸素と合つて最も錆び(酸化)易く、Au や Pt のやうなものは強く熱しても錆びず、Cu などはその中間である。

## 2. 水銀及びその化合物

水銀(Mercury)(Hg)は金、銀、銅などと同じやうに、可成り古くから知られてゐた金属である。

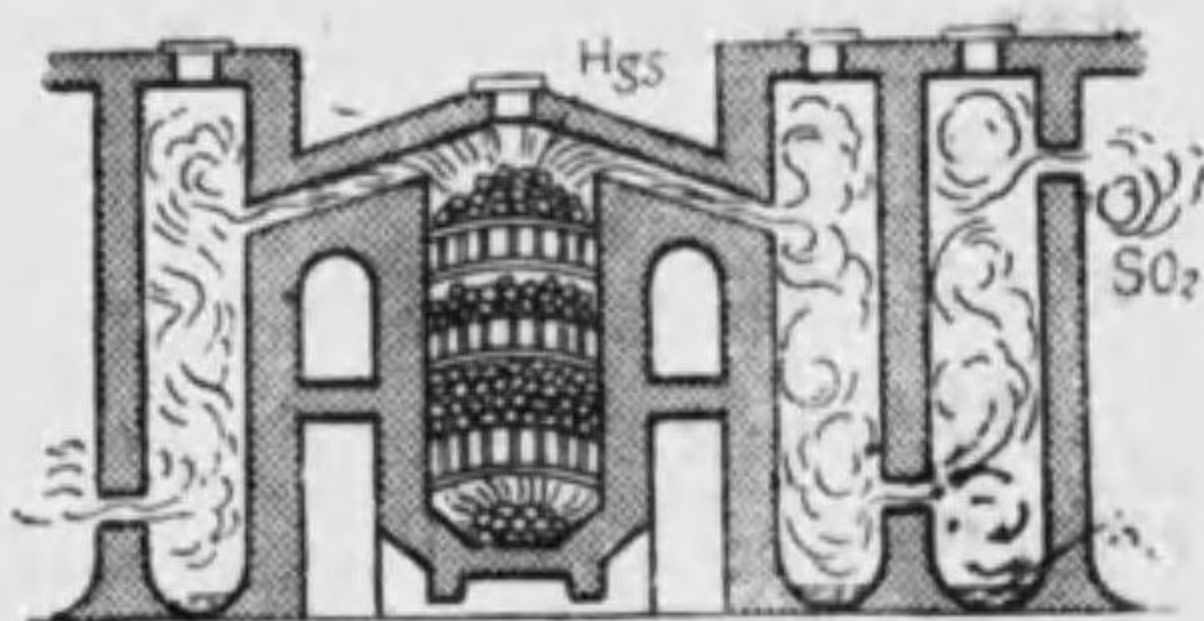
古い時代にはすべての金属には天體の名を付けてゐたが、水銀のことは今でもマールキュリイ(Mercury→水星)と呼ばれてゐるのもこの例である。

水銀は大抵の金属と合金即ちアマルガム(Amalgam)を作るので、昔の人は大變不思議なものと思つたらしく、硫黄と水銀とを合すればどんな物質でも作る事が出来ると思つた時代もあつた。

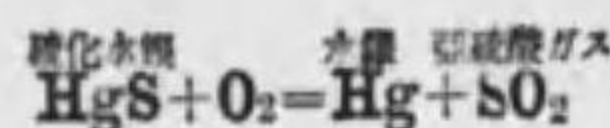
水銀は天然に単體となつて出て来ることもあるが、普通は硫化水

銀(HgS) (辰砂ともいはれる)となつて産出する。

辰砂から水銀を採るには、圓のやうな煉瓦の爐で礬石を焼いて硫黄を亜硫酸ガスとして除去發生する水銀の蒸氣を冷たい室に導いて凝縮させる。

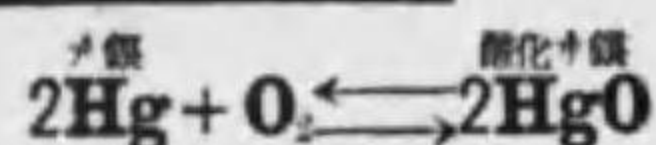


第56圖 水銀の冶金  
辰砂を爐に入れて強熱する。



水銀は常温(15°C)に於て液體で(常温で液體の金属は他にない)比重が大(13.596)であるから、氣壓を測る器械に用ひたり、熱による膨脹が規則正しいから寒暖計に使つたりする。その他色々な醫藥の原料にしたり、アマルガムを造るから、金や銀の冶金に用ひ、また近頃は水銀燈といつて、紫外線(物理學參考)に富んだ電燈に用ひたり、なかなかその用途は多い。

水銀は常温では空氣中で少しも酸化しないが、300°C 以上に熱すると、酸化して赤い酸化水銀(HgO)といふものが出来る。しかし段々これを熱して、500°C ぐらゐにすると、こんどは逆に酸素を出して元の水銀が出来る。このやうに一度或る變化が起り、再び適當な方法を加へると、元のものになるやうな化學變化を可逆反應(Reversible reaction)といふ。



水銀の化合物 水銀の重要な化合物は、鹽化第二水銀(昇汞)(HgCl<sub>2</sub>)と鹽化第一水銀(甘汞)(HgCl)、硫化第二水銀(朱)(HgS)である。

昇汞は諸君のよく知つてゐる通り、傳染病の消毒劑に使はれる桃色の液體であるが、色は染料でつけたもので、實際は白色の結晶の鹽化第二水銀といふものを水で極く薄くすめた(2000倍から10000倍)ものである。昇汞は恐しい毒性があるから、そんなに薄めても、消毒殺菌の效がある。鹽化第一水銀は毒性がないから、醫藥として下劑や、利尿劑(尿をよく出させるもの)などに使はれる。しかし光に觸れると、昇汞に變るから、貯へるのに注意が必要である。硫化第二水銀は、天然に辰砂となつて出て来る。古來から繪具として用ひてゐる朱はこれである。

## 3. アルミニウムとその化合物

**アルミニウム** (Aluminium) (Al) は極く最近になつて発見された金属である。

一般に軽い金属程発見の歴史の新しいので、その発見の順序は大體前に説明したイオン化傾向の順序と反対であると思へばよい。何故イオン化傾向の大きなもの程発見されなかつたかといふと、それは化合する力が強いから、分離し単體とすることが困難であつたからである。

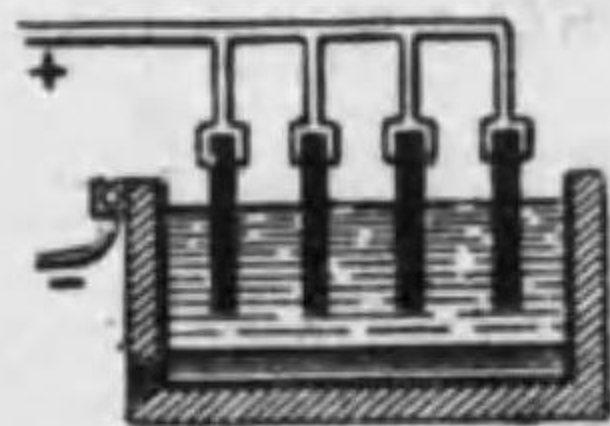
アルミニウムが地球上に存する量は、酸素、珪素に次ぎ、岩や土の成分となつて、多量に存在してゐるが(地球上に最も多く存在する金属) 18世紀の中頃まで採り出すことが出来なかつたのである。

アルミニウムを発見したのはドイツのウエーレル (Wöhler) (1827年) であるが、工業的に澤山作る方法を考案したのはアメリカのホール (Hall) といふ一青年であつた。この方法が発見されるまでは、アルミニウムは非常に高價なものであつた。

我が國ではアルミニウムの原料であるボーキサイト (Bauxite) ( $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ ) が無いから粘土から採る方法を色々研究してゐるが未だ完成しない。もしこれが完成すれば、もつと廉くなり、使用も盛になり、アルミニウム時代が出現するだらう。

アルミニウムは色々の特長を有してゐる。即ち軽くて空気中で錆が出来ず、電氣や熱をよく導くから電線や鍋にも使はれる。(比重 2.6)

展性延性も金銀に次いで大であるから、針金や箔にも出来る。また化学的性質は硫酸には少し溶け、鹽酸にはよく溶ける。しかし硝酸には溶けない。面白いことにはアルカリにもよく溶ける。



第57圖

アルミニウムの冶金

ボーキサイトを水晶石とを鐵の箱に入れ、この鐵を陰極とし、トから下げた黒い棒、即ち炭素を陽極として電流を通じる。ボーキサイトは電流のために Al と  $O_2$  に分れ Al は陰極に析出し箱の下に液體になつて集まる。 $O_2$  は陽極の炭素棒の所で遊離する。

アルミニウムの器具を使用するときは酸やアルカリに注意が必要である。

アルミニウムはまた色々な金属と合金を作る。

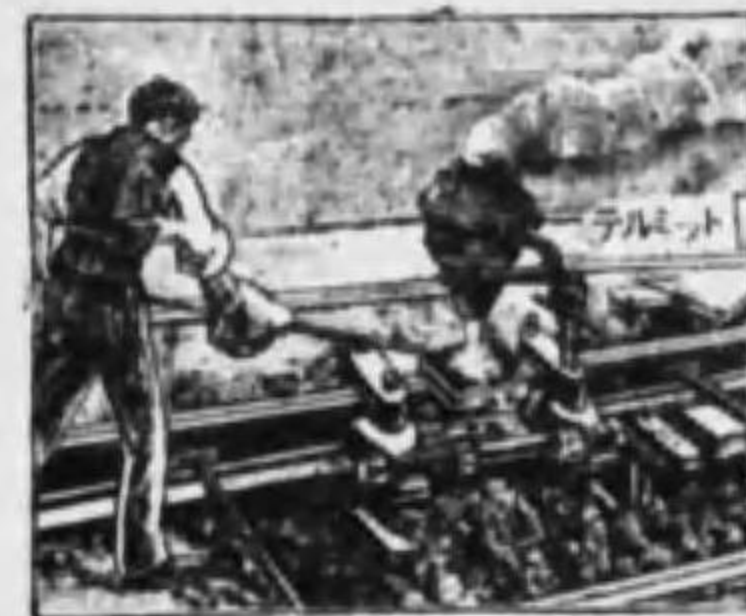
例へば銅、マンガン、マグネシウムなどと混ぜて**デュラルミン** (Duralumin) といふ輕合金を作る。これは輕い上に強く粘り氣があつて、鑄物になるから、航空機の機械器具などに用ひられる。その他アルミニウムとマグネシウムの合金である**マグナリウム** (Magnalium) なども、デュラルミンと同じやうな性質があるから、航空方面に使はれる。

アルミニウムはイオン化傾向が大であるから酸素との化合力が強い。それ故これを應用して種々の酸化物から酸素を除くことが出来くばい還元作用をする。**テルミット** (Thermit) といつて鐵道線路をつな繼ぐのに用ひるのはアルミニウムの還元作用を應用したもので、酸化鐵とアルミニウムの粉末とを混ぜたものである。

即ちマグネシウムでテルミットに點火すれば、強い熱 (3000°C) と光を出して次の變化が起る。



こゝに生じた鐵 (Fe) が溶けて流れ出すから、これをレール (Rail) や鐵管、鐵板のつぎめに流しこみ、それを接合するのである。



第58圖

テルミットによる軌道の溶着

このやうにアルミニウムが燃えると強い熱と光を出すから、戦争に使ふ焼夷彈しょういだんなどを作つたり、また近頃では寫眞を夜撮るときマグネシウムをたく代りに、閃光球せんくわうきゅう或は閃光板といつてアルミニウムを燃やす器具が出来てゐる。

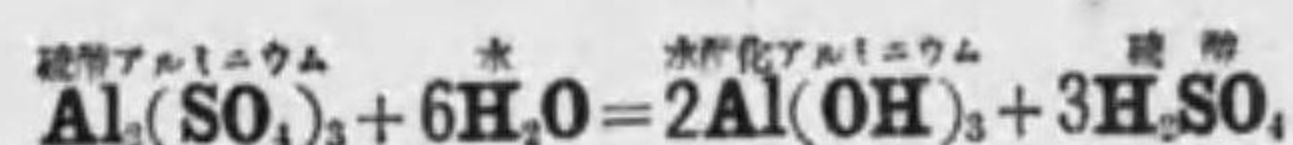
**明礬** (硫酸アルミニウムカリウム)  $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$  明礬は普通明礬石 (Alum) といふ鑛物から作るが、實驗室でこれを製するには、硫酸アルミニウム [ $Al_2(SO_4)_3$ ] に硫酸カリウム ( $K_2SO_4$ ) を

## 工業初等化学

加へて結晶させると出来る。

明礬みやうばんを焼くと、白い粉になる。これは結晶してゐるときは結晶水といつて、或る一定量の水を含んでゐるが、熱すると水が蒸發してしまふからである。この結晶水のない明礬みやうばん  $[K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3]$  を焼やき明礬みやうばんといふ。

明礬は水より温水によく溶けて、澁くて幾分酸味のある液になる。これに青色リトマス試験紙を入れると赤くなる。即ち酸性反應を表すのである。これは明礬の一成分である  $Al_2(SO_4)_3$  が水と働いて



上の式のやうになり、硫酸 ( $H_2SO_4$ ) が出来たためである。このやうに水と働いて或る物質が分解されることを加水分解はいすいぶんかい (Hydrolysis) といふ。

明礬みやうばんは濁つた水を清浄にしたり、染め物に使つたり醫藥、製紙工業などに使はれる。

## 第三章 週期律、稀有元素

### 1. 週期律

現在知られてゐる元素の数は約 90 であるが、これらの元素を原子量の順番に列べて見ると、面白い関係があることが分る。即ちヘリウム (He) からはじめて次のやうに列べると

## 第二篇 金属

	ヘリウム He	リチウム Li	ベリウム Be	硼 B	炭素 C	窒素 N	酸素 O	弗素 F
原子量	4	7	9	11	12	14	16	19
	ネオン Ne	ナトリウム Na	マグネシウム Mg	アルミニウム Al	珪素 Si	リン P	硫黄 S	塩素 Cl
原子量	20	23	24	27	28	31	32	35.5

9 番目のネオン (Ne) が He と似てゐるので、He の下に置くと、次にくるナトリウム (Na) が性質のよく似てゐるリチウム (Li) の下に來ることになる。次第に列べて行くとみんなそれぞれ性質の似たものゝ下に列ぶやうな關係になる。即ち諸君のすでに學んだものでは弗素 (F) の下に鹽素 (Cl) が來たり、炭素 (C) の下に珪素 (Si) が來たりしてゐることに氣がつくであらう。このやうにすべての元素を列べると 9 つ目毎に性質の似てゐる元素が現はれる。これはあたかも日曜から 7 日たてばまた日曜が來ることによく似てゐる。それ故このやうな元素の關係を元素の週期律しゅうきりつ (Periodic law of elements) と呼んでゐる。そしてこのやうに列べた表を元素の週期表といふ。

この關係はロシア (Russia) の化學者メンデレーフ (Mendeleff) が發見したので、この法則が分つてからはじめて化學が推理的に學べるやうになつた。

次に元素の週期表を示さう。

週期	列	族	アルゴン族	アルカリ金属	銅	アルカリ金属	亜鉛	土金属	炭素族	(稀金属)	窒素族	酸素族	ハロゲン族	三組元素
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	a	b	a	b	a	b	
1	2He 4.00	3Li 6.94	4Be 9.02	5B 10.82	6C 12.00	7N 14.01	8O 16.00	9F 19.00						
2	10Ne 20.18	11Na 22.99	12Mg 24.32	13Al 26.97	14Si 28.06	15P 31.08	16S 32.06	17Cl 35.467						
3	18Ar 39.91	19K 39.10	20Ca 40.07	21Sc 45.10	22Ti 48.1	23V 50.96	24Cr 52.01	25Mn 54.93	26Fe 55.84	27Co 58.94	28Ni 58.69			
4		29Cu 63.57	30Zn 65.38	31Ga 69.72	32Ge 72.60	33As 74.96	34Se 79.2	35Br 79.92	36Kr 83.80	37Rb 85.44	38Sr 87.62	39Y 88.91	40Zr 91.22	41Nb 92.91
5		37Rb 85.44	38Sr 87.62	39Y 88.91	40Zr 91.22	41Nb 92.91	42Mo 95.94	43Tc 98.906	44Ru 101.07	45Rh 102.91	46Pd 106.42	47Ag 107.87	48Cd 112.41	49In 114.82
6		47Ag 107.87	48Cd 112.41	49In 114.82	50Sn 118.71	51Sb 121.77	52Te 127.6	53I 126.905	54Xe 131.29	55Cs 132.91	56Ba 137.33	57La 138.91	58Ce 140.12	59Pr 140.91
7		55Cs 132.91	56Ba 137.33	57La 138.91	58Ce 140.12	59Pr 140.91	60Nd 144.24	61Pm 144.91	62Sm 150.36	63Eu 151.96	64Gd 157.25	65Tb 158.93	66Dy 162.50	67Ho 164.93
8		68Er 167.26	69Tm 168.93	70Yb 173.05	71Lu 174.97	72Hf 178.49	73Ta 180.95	74W 183.85	75Re 186.21	76Os 190.23	77Ir 192.22	78Pt 195.08	79Au 196.97	80Hg 200.59
9		79Au 196.97	80Hg 200.59	81Tl 204.38	82Pb 207.2	83Bi 208.98	84Po 209	85At 210	86Rn 222	87Fr 223	88Ra 226	89Ac 227	90Th 232	91Pa 231
10		86Rn 222	87Fr 223	88Ra 226	89Ac 227	90Th 232	91Pa 231	92U 238	93Np 237	94Pu 244	95Am 243	96Cm 247	97Bk 247	98Cf 251
高酸化物の形式														
原子價														

第 4 表

週期表の0からⅢまでの縦行の諸元素は同じやうな性質を持つてゐるから、同族元素といふ。上の表で一番上にその名前が書いてある。同じ族の元素では下の方にあるもの種化学作用が弱く金属性が強い。例へばハロゲン族では弗素(F)が一番上で、沃素(I)が一番下になつてゐるが、すでに學んだ通りハロゲン元素の中では弗素が一番化合力が強くこれを製すにも困難であつた。沃素は外のハロゲン元素が氣體或は液體であるのに、このものだけは固體であつて金属に近い性質がある。

またこの表の横の方の關係を見るに、左から右に移るに従つて原子價が増して行き且つ左の方には強いアルカリを作る元素例へばカリウム(K)やナトリウム(Na)などがあるが、右の方には強い酸を作る元素即ち弗素(F)や燐素(P)などがあるところに氣がつくであらう。丁度中程では弱い酸を作る元素即ち炭素(C)や硼素(B)などがある。

週期律の應用 このやうに週期表で元素の間の色々な關係が系統だつて學べるから未だ學ばない元素の性質もその元素の週期表に於ける位置から想像することが出来る例へば珪素(Si)の性質を知るには左にあるアルミニウム(Al)右にある磷(P)上にある炭素(C)などの性質を参考にして、前に述べたことをあてはめれば珪素(Si)の大體の性質が分る。即ち珪素は炭素(C)と同じやうに弱い酸を作るが、炭素よりは稍、金属に近い性質があるからその酸も炭酸(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)よりも弱い酸で、分子式はH<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>であらうといふやうに推定出来る。これを應用して、今までに澤山の元素を發見したのである。

なほまだ週期表で空欄になつてゐる所にあてはまる元素の性質も想像出来る。現在まだ發見されない元素は 85 番目のものと 87 番目のものであるが、これ等の大體の性質は週期表によつて豫言することが出来るから、早晚發見されることであらう。

## 2. 稀有元素

稀有元素 (rare element) といふのは、餘り澤山産出しない元素のことである。これらの元素の中で比較的有益なものや學術的に價値のあるものを説明しよう。

まづ非金属ではアルゴン(Argon)、ネオン(Neon)、ヘリウム(Helium)のやうな

空氣中に極く微量に存在してゐるものがあるが、これはすでに述べたから省略する。

金屬では白金、イリヂウム(Iridium)、オスミウム(Osmium)、モリブデン(Molybdenum)、タングステン(Tungsten)、セリウム(Cerium)などがあり、その他放射性元素といふものにウラニウム(Uranium)、ラヂウム(Radium)などがある。

**白金(Pt)、イリヂウム(Ir)、オスミウム(Os)** これらのものはよく似た金屬であつて、互に合金となつて僅かに産する。

ロシアのウラル(Ural)地方は最も有名な産地であるが、我國の北海道石狩川附近にも少しは出る。

白金は銀白色の金屬で、**熔融點**高く、展性、延性に富んでゐる。色々の藥品にも侵されないが、王水や熱した苛性アルカリには溶かされる。白金とイリヂウムの合金は硬いから、万年筆のペン先や、**度量衡原器**などを作るのに用ひられる。その他白金は**坩堝**、**蒸發皿**などの化學用器具にしたり、色々加工して**觸媒**(13頁参照)に用ひたりする。

**モリブデン(Mo)、タングステン(W)、セリウム(Ce)** モリブデンは**水鉛**ともいはれ、鋼に混ぜて特殊鋼を製したり、**X光線**用の管などに用ひられる。

タングステンは**熔融點**が非常に高いから(3200°C)電燈のフィラメント(Filament→線條)として使はれてゐるのは、諸君も知つてゐることであらう。近頃**發火合金**といつて一寸摩擦すると、火花が出る金屬が發明されて、煙草のライター(火つけ)だとかガスの點火器として用ひられてゐるものがあるが、あれは**セリウム**といふ南米に産する**モナザイト**(Monazite)砂から採つた金屬と鐵との合金である。

**放射性元素** X光線が発見された後フランスの物理學者ベクレル(Becquerel)といふ人がウラニウム(U)といふ原子量の大きな元素を色々研究してゐる中に、ウラニウムからも自然にX光線と同じやうな光線を出してゐることを發見した。即ちウラニウムを空氣中に放置しておくと、その廻りの空氣分子が電氣を帯びて来る。また寫眞の乾板を黒い紙で包んでこれをウラニウムの近くにおくと、あだかも光に曝したやうな作用を受ける。即ち黒い紙を通して光がすつかり乾板に作用するから、もしこのとき乾板の上に何か密度の大きな**不透明體**を置くと、その所だけ光に感じないから、**現像**するとその像が現はれる。このやうに空氣分子を帶電(電氣をもつこと)したり、**不透明體**を通過する光線を出す性質を**放射能**(Radioactivity)といひ、放射能を持つ元素を**放射性元素**といふ。



第 59 圖  
ラヂウムのγ線で撮影した寫眞

フランスの化學者キュリー夫人(Curie)はウラニウムの鑛物**ピッチブレンド**(Pitchblend)の純粹なものを研究してゐる中にウラニウムより、はるかに大きな放射能(300萬倍)を持つ元素**ラヂウム**(Ra)を發見した。ラヂウムはカルシウム(Ca)といふ金屬に似てゐて、化學的の性質は週期律中の位置から想像したのと同じである。しかしラヂウムに就いて研究してゐる中に、今までの元素にない不思議な現象を發見した。

ラヂウムは空氣中に放置しておくと次第に**崩壊**してヘリウム(He)



とラドン(Radon)(Rn)(ラヂウムエマネーションともいふ)に變化しラドンはまた分解してヘリウムとラヂウム A といふものになり、次第にこのやうに分解して遂には鉛のやうなものになつてしまふ。こ

これらの分解の間に出るヘリウム原子は、陽電氣を帯びた粒で光の $\frac{1}{10}$ 乃至 $\frac{1}{100}$ の速さで飛び出して行く。この粒のことを $\alpha$ 線といふ。この線はラヂウムの放射能の原因となるもので、主として空気を帯電させる作用がある。また硫化亜鉛(ZnS)などにぶつかるると綺麗な光を出す。これを螢光(Fluorescence)といふ。これはスピンスコープ(Spintlariscope)といふ装置で見ることが出来る。



第60圖  
スピンスコープ  
Aにラヂウムの化合物をおき、それより出る放射線がBなるZnSにぶつかつて螢光を出すから、Cなるレンズを通して見る。

この $\alpha$ 線の外に、 $\beta$ 線と $\gamma$ 線といふものを出してゐる(三線とも分離して出る)。 $\beta$ 線は電子(Electron—陰電氣を帯びてゐる原子より小さな粒)の集まりで、光の9倍位の速さで飛び出す。螢光作用及び露眞の乾板に作用する性質がある。 $\gamma$ 線は前の二つと違つて粒の集りでなく、また電氣も帯びてゐない。丁度 X 光線と同じやうなものである。それ故不透明なものを通する性質は三つの線の中で一番大である。ラヂウムがこのやうに崩壊(Di-integration)して新しい元素に變ることから、原子の構造に就いての研究が盛になつて、物理學や化學の一大革命を起した。(原子の構造については工業初等物理(大日本工業)に詳しく述べてある。)

第一章、第二章、第三章の問題

- 1 例を擧げて可逆反應を説明せよ。(大正十五年實檢)
- 2 粘土を原料とする化學製品を擧げよ。(昭和六年度實檢)
- 3 硫酸銅の溶液にアンモニア水を加へると如何になるか。

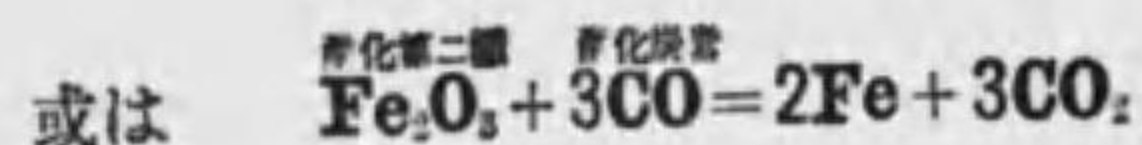
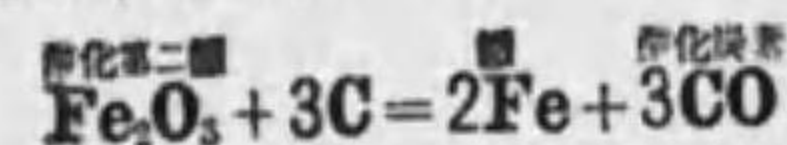
4 或る萬年筆用のペンに 14 金なりこれを重量百分比にて示せ。

- (解答) 1 第二章の 2. 参照
- 2 明礬(粘土)を硫酸にて溶かしこれに  $K_2SO_4$  を加へ結晶せしめる。陶磁器・瓦 煉瓦・セメント(Cement) (粘土と生石灰との混合物を約  $1400^\circ C$  に焼き半融解の状態にしたるものを冷却して、粉碎したるものなり。)
  - 3 硫酸銅溶液中の  $Cu^{++}$  (銅イオン) がアンモニア水中の  $NH_4^+$  (アンモニアイオン) に遭ひ、深青色の  $Cu(NH_3)_4^{++}$  なるイオンを生ずる。これは  $Cu^{++}$  銅イオンの檢出法である。
  - 4  $\frac{14}{24} \times 100 = 58.33$

第四章 鐵、ニッケル、コバルト及びその化合物

1. 鐵の冶金

磁鐵礦( $Fe_3O_4$ )、赤鐵礦( $Fe_2O_3$ )、褐鐵礦( $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ )を炭素で還元すると鐵が遊離する。



上に述べたやうに鐵は、普通酸化鐵を成分とする礦物となつて産するが、その外菱鐵礦( $FeCO_3$ )などの碳酸鐵もある。

また天から降つて来る隕石は鐵が主成分でその他ニッケル、コバルトといふ金屬を含んでゐる。

現代の製鐵法も大昔自然におぼえた冶金法と、その原理は少しも違はない。唯大規模にやるので熔け易くするため煉錳劑といつて、石灰や石英などを礦物に混ぜて、熔鑪といふ大きな爐で行ふのである。

2. 鉄、鋼

鑄鐵爐から取出した鐵は**銑鐵**(Pig iron)、或は**鑄鐵**(Cast iron)といつて、炭素2.3%乃至4.5%と珪素、硫黄、磷などを含んでゐる。

含有炭素の一部が鐵と化合して炭化鐵(一名セメントイト—Cementite)( $Fe_3C$ )となつてゐるものは色が白から**白銑**といふ。

また含有炭素が黒鉛の形で存在するものは色が灰色だから、**灰銑**或は**黒銑**といふ。

銑鐵は他の鐵に比べて熔點が低いから鑄物に適する。(鐵管や機械などを作る)しかし脆いのが缺點である。

銑鐵を熱して熔かし、これに空氣を吹きこんで炭素や他の雜り物を酸化させて除き去つたものを**軟鋼**(Mild steel)もしくは**鐵**といふ。

鐵を強く熱すると熔點以下で軟かになり、いろいろ鍛へることが出来るから**鍛鐵**(Wrought iron)もしくは**錬鐵**ともいはれる。

軟鋼(鐵)は展性や延性があるから、鐵板とか鐵線のやうなものを作ることが出来る。また質の脆くない鑄物も出来るが、このやうなものは**鑄鋼**(Cast steel)といふ。

**鋼(硬鋼)** 銑鐵を酸化して一旦炭素を除き、さらにこれに適量の



第61圖 鑄鐵爐

酸化鐵と石灰石、コークスを爐の上から代る代る投入して爐の下から熱した高壓の空氣を吹き入れて、コークスを燃やす。原礦の成分である酸化鐵はコークスと、それが燃えて生ずる酸化炭素のために還元せられて鐵となり爐底に集る。石灰石は原礦に含まれてゐるまじり物を融解して除くのに役立つ。

炭素を加へると、**鋼**(Steel)を得る。普通用ひられる鋼は0.5%乃至1.5%の炭素を含んでゐる。そして一般に鐵元素に炭素が加はれば、質が硬くなるから、炭素含有量の多少から**極軟鋼**、**軟鋼**、**硬鋼**、**極硬鋼**等の名で區別してゐる。

それらの炭素含有量の大概を示す次のやうである。

第 5 表

名 稱	極軟鋼	軟 鋼	半硬鋼	硬 鋼	極硬鋼
炭素含有量	0.2%以下	0.2—0.4	0.4—0.6	0.6—0.9	0.9%以上

鐵

鋼

通常には軟鋼、極軟鋼のこゝを單に**鐵**といひ、半硬鋼、硬鋼、極硬鋼のこゝを**鋼**といふ。即ち學術的に鋼といはれるものは、炭素含有量0.035%乃至1.7%のものをいふのであるが、この鋼の中に軟鋼(鐵)と硬鋼(鋼)とが含まれてゐるわけである。

眞赤に焼いた**硬鋼**(鋼)を水か油の中に入れて急に冷すと、非常に硬いものになる。この操作を**焼入れ**(Hardening)といふ。次にこれを再び200°C乃至300°C位に熱して、こんどは徐々に冷すと、硬い上に弾力のあるものになる。これを**焼戻し**(Tempering)といふ。

よく切れる小刀などを誤つて火の中に落したのを取り出してみるとき、刃が軟かくなつて少しも切れなくなつてしまふことがある。これなどは**焼戻し**が過ぎて、焼入れしないう前の状態に歸つてしまつたものである。これを**焼戻し**(Annealing)といふ。

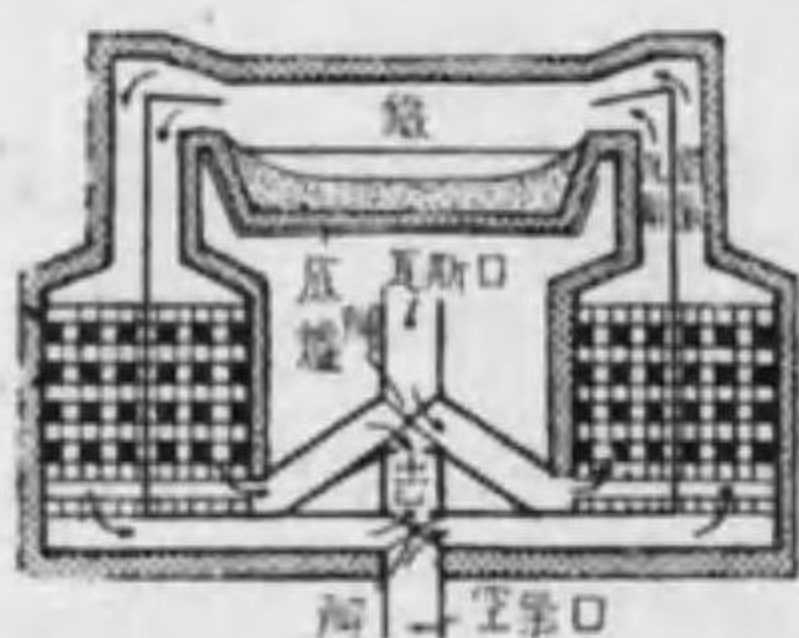
鋼は昔から刃物として一番よく使はれるが、現代は鋼鐵時代といはれる程、あらゆる方面の道具はこれで作られてゐる。例へば**鐵砲**(硬鋼)、**ゼンマイ**(焼戻した硬鋼)、**鐵道線路**(半硬鋼)、**機械**等。

**鋼の製法** 鋼を作る工業は金屬を作る工業で一番重要である。鋼の製法には**轉爐法**、**平爐法**、**電氣爐法**などがある。

## 工業初等化学

**轉爐法** (Converter process) は英人ベッセマー (Bessemer) が發明したもので、この方法の考案以後世界の鋼の産額は俄に増加して、鐵道建設の大發展をなさしめたものであるが、今日では餘り用ひられなくなつた。約 20 噸の鐵鑪を圓のやうな回轉する爐に入れて、約 20 分間ばかり空氣を底の方から吹きこんで熱すると、鐵鑪の中の炭素は空氣中の酸素と化合して燃えて無くなる。これに特種材料を入れて再び炭素の含有量を適當に加減して鋼にするのである。

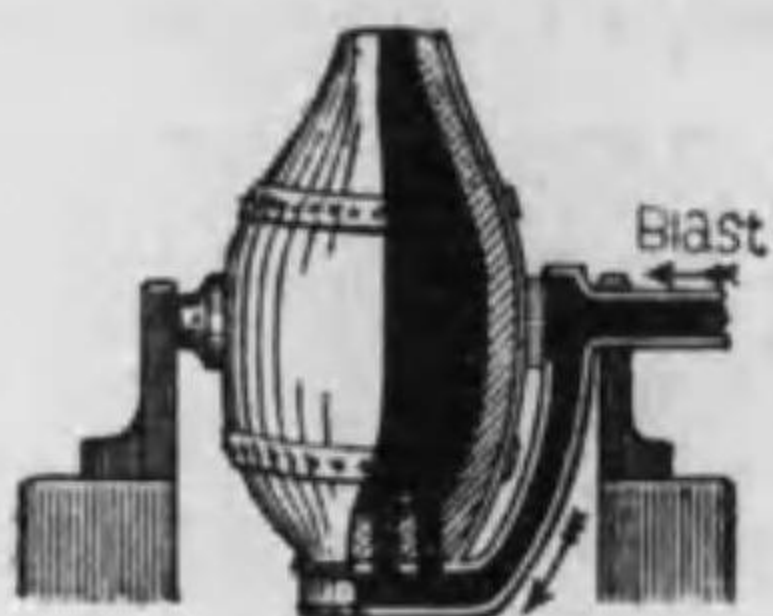
**平爐法** (Open hearth process) この方法はシーメンス (Siemens) 氏とマルチン (Martin) 氏によつて考案されたもので、平均一回約 80 噸の鋼を製するのには、約 8 時間かかる。現在の製鋼事業の大部分はこの方法による。



第 63 圖 平 爐

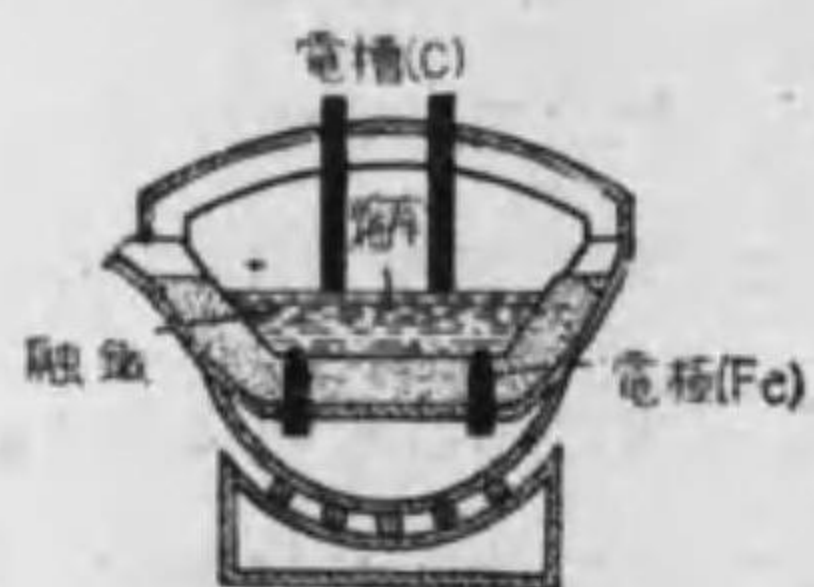
ガスと空氣が下の口から入り右の耐火煉瓦層を経て豫熱せられ上つて燃える。爐の天井の所に鐵鑪を置き爐の反射熱でまじり物が溶かれるから炭素の含有量を適當にして鋼にする。燃えてしまつたガスは左の煉瓦を温め乍ら煙突に逃げる。次に左の煉瓦室からガスと空氣を入れて豫熱する。このやうに 20 分毎に中央の鋼の方向を轉換する。

**電氣爐法** (Electric furnace process) 二本の大きな炭素棒の間に電氣(電氣の火花)を作つて、鐵鑪を強く熱し、鐵鑪中の不純物を燃やす方法である。しかし經費がか



第 62 圖

右の口から来る空氣は底の方に廻つて下の孔から吹き込まれ、溶けた鐵を通過してまじり物を燃し去る。



第 64 圖 電氣製鋼法

二本の炭素電極に電流を通じその間に起る電弧で鐵鑪を強熱し、不純物を燃やして去つて鋼にする。

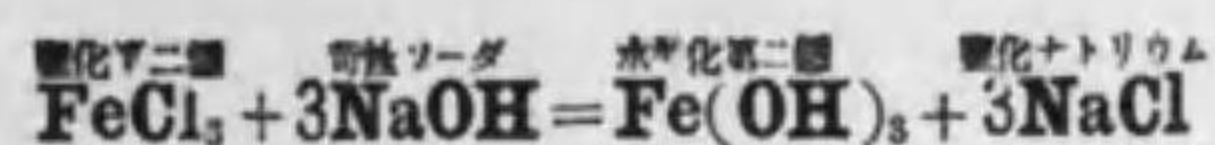
## 第二篇 金 屬

るので、平爐法のやうには廣く行はれないが、將來發展の見込みのある方法である。  
**特殊鋼** (Special steel) 鋼の中に僅かのクロム、マンガン、ニッケル、タンゲステン、モリブテンなどを加へて出來た合金には特殊の性質が加はる。例へば 3.5% のニッケルのはいつた鋼は硬くて強靱だから、軍艦の裝甲板、砲壁などに用ひ、クロム 12% 乃至 15% を含むものは、錆びない鋼となるから、刃物や色々の器具を製するに用ひる。

### 3. 鐵の化合物

鐵は化合物としてもなかなか重要なものが多い。中でも一番普通なものは**綠礬**といふ淡い綠色の結晶のものである。これはタンニン酸といふものに加へて青インキを作る。

鐵を濕つた空氣中に放置しておくと、空氣中の酸素や炭酸ガスのために赤錆が出來て次第に表面から内部に廣がつて行く。この錆の主成分は**水酸化第二鐵** [Fe(OH)<sub>2</sub>] である。その純粹なものを作るには**鹽化第二鐵** [FeCl<sub>2</sub>] といふものにアルカリを加へるとよい。例へば苛性ソーダを加へたときの變化を示すと



となつて水酸化第二鐵 [Fe(OH)<sub>2</sub>] が出來る。

**鹽化第二鐵** (FeCl<sub>2</sub>) は鐵を鹽酸に溶かして鹽化第一鐵 (FeCl) を製し、これに鹽素を通したときに出來るもので、血止めの藥として用ひることがある。

### 鐵の酸化物

鐵を真赤に燒いて水蒸氣を吹きかけると、鐵の表面が黒くなり見る方向によつて青く光つたり紫色に光つたりするやうになる。これ

が所謂鐵の青錆で四三酸化鐵 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) といふものである。

鐵の酸化物とし四三酸化鐵の外にべにがら〔酸化第二鐵 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )〕がある。これは暗赤色の粉末で油に混ぜて色々なものに塗つたり、また金屬や硝子等を磨いたりするに使はれる。天然に産する赤鐵礦はこのものが主成分である。

#### 4. ニッケル、コバルト

ニッケル(Nickel)(Ni)とコバルト(Cobalt)(Co)は互によく似た金屬で、主に合金として用ひられる。ニッケル鋼や五錢白銅などは皆ニッケルを含む。銀色の綺麗な金屬であるから、色々な金屬にメッキするのに使はれる。また近頃ではコバルトも鋼にメッキするやうになつた。

ニッケルはコバルトよりはるかに用途が多いが、我國には殆ど産しない。しかしオーストラリア(Australia)にはガーニエライトといふ礦石があつて澤山製造されてゐる。

ニッケルの化合物の中で最も多く用ひられてゐるものは、硫酸ニッケル ( $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) といふ青色の結晶である。これはニッケルメッキのときに使はれる。

コバルトは幾分赤味を帯びた、白いニッケルに似た金屬である。

コバルトの化合物に鹽化コバルト ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) といふ赤色の結晶がある。これを水でうすく溶かして白紙に字を書くと、液がうすいから字は殆ど讀めないが、これを火で炙ると字が青く現はれる。

それ故これはあぶり出しとして秘密通信などに用ひられる。

この理由ははじめ鹽化コバルトの結晶水 (Water of crystallization) ( $6\text{H}_2\text{O}$ ) があるときは、色が桃色であるから一見解らないが、熱すると結晶水を失つて  $\text{CoCl}_2$  となるので青く變るのである。



この變化は可逆であるから、青く現はれた字も長い間放置すると、再び濕氣を吸つて元の  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  になるから字が見えなくなる。

### 第五章 亞鉛、錫、鉛

#### 1. 亞鉛

亞鉛(Zinc)(Zn)の礦石は、澤山あるが、その中でも菱亞鉛礦 ( $\text{ZnCO}_3$ )、 $\alpha$  亞鉛礦 ( $\text{ZnS}$ ) (一番多い)、紅亞鉛礦 ( $\text{ZnO}$ ) が最も重要なものである。亞鉛は一寸鉛に似てゐるが、大變脆いことが鉛と違つてゐる點である。併し  $120^\circ\text{C}$  ばかりに熱すると軟かくなるから、ローラー(壓延機)にかけて薄い板にしたり、のばして針金にすることが出来る。一般には純粹の亞鉛は使はれないが、合金にしたり、トタンを作つたりする。

トタンは鍍けた亞鉛の中に稀硫酸でよく洗つた鐵板を浸し、鐵の表面に亞鉛を被覆したものである。従つて錆を防ぐことが出来、また耐久力が大である。

即ち亞鉛は常温では空氣中に於て少しも變化がない。しかし空氣中に炭酸ガスと水分とを含んでゐると表面に鹽基性炭酸亞鉛 (Basic zinc sulphate) [ $\text{ZnCO}_3 \cdot \text{Zn}(\text{OH})_2$ ] といふいたつて質の細かい白い膜が出来る。その膜が内部の鐵板を保護することになる。

前に述べたとほり亞鉛だけの用途としては、僅かに電池の極板に使ふぐらゐのものであるが、合金としては重要なものがある。眞鍮

ブラス (Brass) は銅と亜鉛の合金であり、洋銀 (German silver) といふ外觀が銀のやうな金属は銅、亜鉛、ニッケルの合金である。これは食器や装飾品などをこしらへるのに用ひられる。

### 亜鉛の化合物

亜鉛の化合物で一番必要なものは亜鉛華 (Zinc white) (ZnO) と酸化亜鉛 (Zinc oxide) である。これは天然に紅亜鉛礦としても出て来るが、普通は亜鉛を焼いて製する。白い粉末で無害であるし、硫化水素 (H<sub>2</sub>S) に遇つても鉛白 (鉛の化合物で昔の白粉) のやうに黒くならないから、白粉として化粧用に使はれる。

しかし昔の白粉のやうに延びがよくないのが缺點である。即ち被覆力が小である。

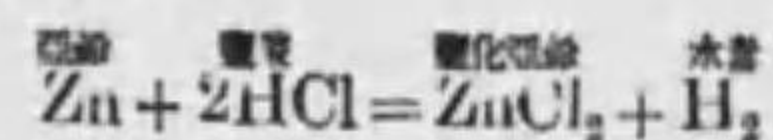
亜鉛華は白粉となるばかりでなく醫藥としては皮膚病に用ひて效がある。

あせしらすかか或はシッカロールさかはこの亜鉛華が主で、それに香料や澱粉などを混ぜたものである。

工業用には自動車のタイヤ (Tire) を作るときゴム (Gum) の中に混ぜたりその他白いペンキなどに用ひる。

タイヤの重量の半分は亜鉛華 (ZnO) であるといつてもよい程である。またこのものがはいつてあるとタイヤの耐久力や強さを増す。

その他亜鉛の化合物には眼藥として使ふところの硫酸亜鉛 (Zinc sulphate) (ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O) やハンダづけのとき用ひる鹽化亜鉛 (Zinc chlorid) (ZnCl<sub>2</sub>) などがある。鹽化亜鉛は亜鉛を鹽酸に溶かしたとき出来るもので



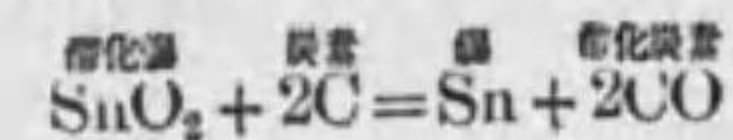
このときの溶液を蒸發すると白色の固體として得られる。このも

の不思議な性質は木綿を溶かすことで、これを應用して人造絹糸の製造に使つたり、炭素線電球のフィラメント (電球内の線條) を作つたりする。

### 2. 錫

錫 (Tin) (Sn) は紀元前から知られてゐた金属で紀元前 1000 年頃既に錫で作つた指輪などが今日發見されてゐる。一般に冶金の簡單なもの程發見が早いのである。

錫は自然錫としては産出しないで、錫石 (SnO<sub>2</sub>) となつて馬來半島に多く産する。その産出量は丁度我國の銅の 2 倍餘である。この錫石を木炭或は無煙炭で還元すれば錫 (Sn) がとれる。



錫は空気中では、いつまでもびかびかした光澤を保ち、且つ軟かいから展ばして箔にする。

煙草や菓子を包んである銀紙はすなはちこれである。しかしこの箔は純粹の錫箔ではなく、鉛の箔を錫で包んだものである。

錫は熔融點が低いから (232°C) 銅に次いで多くの合金を造る。

青銅 (Bronze) は (昔はからかねと呼んでゐた) 銅と錫との合金で、その割合も使はれる目的によつて違ふ。

大砲などを作つたものは砲鋼 (Gun metal) といひ、銅 90% 錫 10% である。

白鐵 (ハンダ鐵) は鉛と錫の合金で、これは二つの金属を鍛づけするの用に用ひるものである。

錫は合金にするばかりでなく、銅の表面にメッキ (鍍金) して、緑青が出来るのを防ぐことが出来るから、食器などをつくつたり、鐵の表面にメッキし、フリキ (鋳力) とするなど却々その用途は廣い。

ブリキは食品の罐詰などに多く用ひ、使つた後は棄ててしまふが、これでは餘り不経済なので近頃はブリキに鹽素を作用させて錫を鹽化第二錫(Stannic chloride)( $\text{SnCl}_4$ )といふものにして再び利用するやうにしてゐる。

錫の化合物には二つの系統、即ち第一錫鹽と第二錫鹽とがある。

原子價の大きな方、即ち4價の方が第2、小さな方即ち2價の方が第1である。[例へば鹽化第一錫( $\text{SnCl}_2$ )、鹽化第二錫( $\text{SnCl}_4$ )のやうなものがある。] 錫を濃鹽酸に溶かすと、鹽化第一錫(Stannous chloride)を生じ、錫に鹽素を作用させると鹽化第二錫が出来る。鹽化第二錫は無色の液體であるが、空氣に觸れると發煙する性質があるので煙幕(敵の目をさける煙)として用ひられる。

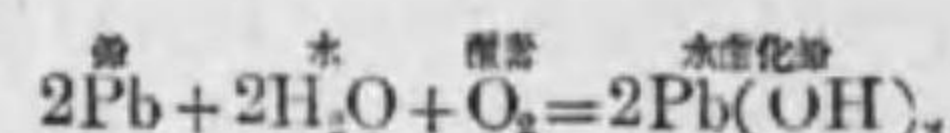
### 3. 鉛

鉛(Lead)(Pb)は錫と同じやうに古くから人間に知られてゐた金屬でローマ人は水道の管として用ひてゐたさうである。

鉛は單體として産することもあるが、普通は硫黃と化合して産する。ラヂオの鑛石として用ひてゐる方鉛鑛( $\text{PbS}$ )はその例である。

その他炭酸鹽として白鉛鑛( $\text{PbCO}_3$ )、硫酸鹽として硫酸鉛鑛( $\text{PbSO}_4$ )などがある。

純粹の鉛は青白色の軟かい金屬であるが、しばらく空氣中に置くと、光澤がなくなり表面が灰色になる。これは空氣中の水分と酸素が鉛に作用して水酸化鉛(Lead hydroxide)[ $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ]が出来たためである。



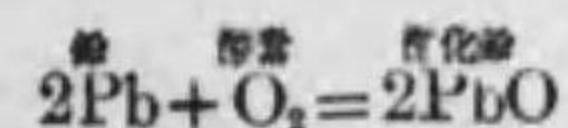
この水酸化鉛は水に溶け易い。それ故純粹な水中に鉛を入れると水中に溶けてゐる酸素が作用して水酸化鉛( $\text{Pb}(\text{OH})_2$ )が出来、次第に溶かされることになる。鉛イオ

$\text{Pb}^{2+}$ は有毒であるから、水道管として鉛管は不適當のやうに思はれるが、實際には水道の水の中には色々な硫酸鹽( $\text{SO}_4^{2-}$ を含むもの)や炭酸鹽( $\text{CO}_3^{2-}$ を含むもの)を含んでゐるから、それらが鉛イオン( $\text{Pb}^{2+}$ )と結合して鉛の表面に硫酸鉛(Lead sulphate)( $\text{PbSO}_4$ )、炭酸鉛(Lead carbonate)( $\text{PbCO}_3$ )の薄い層を作り、この硫酸鉛や炭酸鉛は水に溶けないから、内部の鉛が水酸化鉛( $\text{Pb}(\text{OH})_2$ )となつて溶けるのを防ぐことになる。従つて水道管として鉛が用ひられるのである。

鉛は産額が多く従つて價が安く且つ軟かで融點( $326^\circ\text{C}$ )が低いから、水道管の外ガス管や銃丸、ハンダ、活字金などに用ひられる。その他工業上には硫酸製造の鉛室、弗化水素の製造、蓄電池の極板などその用途はなかなか廣い。

### 鉛の化合物

鉛を空氣中で熱すると淡い黄色の酸化鉛(Lead oxide)( $\text{PbO}$ )が出来る。



酸化鉛は俗に密陀僧(Litharge)と呼ばれて、レンズのガラスやエナメルなどの製造原料となる。この密陀僧を更に熱すると赤い粉末の鉛丹(Red lead)(四三酸化鉛)( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ )を生ずる。鉛丹は光明丹ともいはれて、油と混ぜて赤いペンキとなし、鐵の錆止めなどに使はれる。一寸見ると朱(硫化第二水銀)( $\text{HgS}$ )と間違へられるが、硝酸を加へると朱はなんともないのに、鉛丹は褐色の過酸化鉛(Lead peroxide)( $\text{PbO}_2$ )といふものになるから區別出来る。

廉い朱肉には鉛丹を使つたものがあるが、この方法でたしかめることが出来る。

過酸化鉛( $\text{PbO}_2$ )は鉛蓄電池に多く用ひられる。

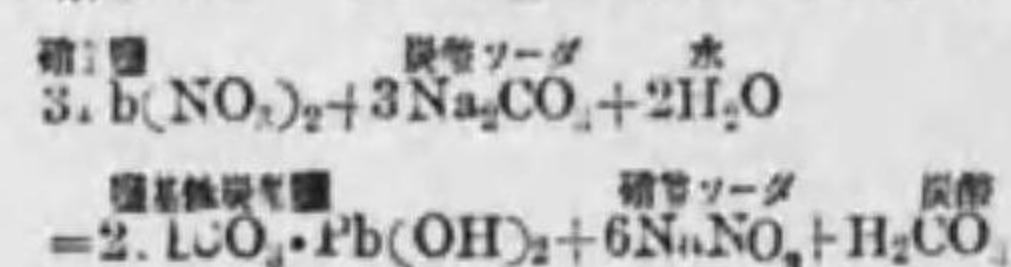
鉛の化合物にはこの外硝酸鉛、醋酸鉛、鹽基性炭酸鉛などがある。

前の二つは鉛か酸化鉛を硝酸或は醋酸で溶かすと生ずる。

**醋酸鉛** (Lead acetate) は  $[Pb(C_2H_3O_2)_2]$  甘いから鉛糖ともいひ、  
醫藥として腸出血の際に使はれる。

**鹽基性炭酸鉛** (Basic lead carbonate)  $2Pb(OH)_2 \cdot PbCO_3$  は俗に  
**鉛白** (White lead) といはれてゐるもので、昔は白色顔料(白粉)とさ  
れた。これは被覆力、即ち延びが大變よいが、鉛の化合物であるから  
有毒で、また硫化水素( $H_2S$ )にあふと**硫化鉛** (Lead sulphide) ( $PbS$ )  
といふ黒いものを生ずるから、今日顔料(白粉)としては餘り使はれ  
なくなつた。しかしこの被覆力の大きいのを  
利用して、白色塗料としてゐる。これは今日  
なほ重要なものである。

實驗室でこの鉛白をつくるには、鉛鹽の溶液に炭酸ソ  
ーダの溶液を加へると白色の沈澱として得られる。



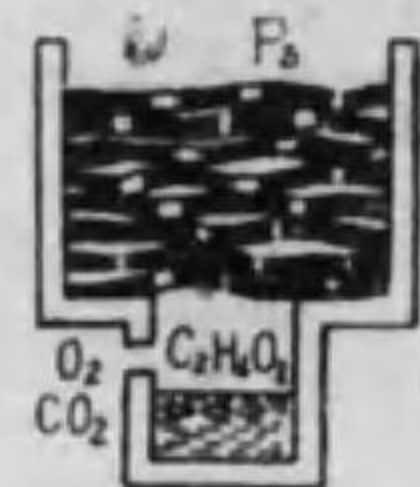
工業的に多量に製するには圖のやうな装置を用ひる。

**易鎔合金**

易鎔合金といふのは低い温度でとける合金  
で電燈に使つてあるヒューズ(Fuse—可鎔線)  
などはこの例である。

一般に合金は單獨の金属よりも鎔ける温度が低くなるものである  
から、これを應用してなるべく低い鎔融點を持つた金属を集めて合  
金を作れば易鎔合金が出来ることになる。

それ故普通に用ひる金属は鉛、錫、蒼鉛などで、その外カドミウムといふ金属もよ



第 65 圖 鉛白の製法

上に巻いた鉛の板を入れ  
その下に酢を入れた器を  
置く。そして、この器を  
弱い炭火でゆつくりと熱  
する。この器から發する  
醋酸の蒸氣は鉛板の面に  
到り、こゝに醋酸鉛を生  
ずる。尙この際に炭から  
發生する炭酸ガスが作用  
するさ、鹽基性炭酸鉛(鉛  
白)となつて、その板の面  
を覆ふものである。

く使はれる。次に易鎔合金の配合の割合を示さう。

第 6 表

合金名	金属の成分				合金の融點
	蒼鉛	鉛	錫	カドミウム	
ローズメタル	50%	25%	25%	.....	93.7°C
ウッドメタル	50%	25%	12.5%	12.5%	60.5°C
純金属の融點	271°C	326°C	232°C	321°C	

これらの合金はヒューズの外近頃ではビルヂングなどに取附けてある防火水栓の部  
分品に使用する。或は防火扉といつて、鐵板などで火事の時き廊下を仕切り、  
他の室に及ぶのを防ぐものがあるが、その扉を止める部分などに使用する。

また諸君が日常よく使つてゐるハンダも易鎔合金の一種で、鉛と錫を色々な割合に  
混ぜたものである。

第六章 アルカリ土金属及びアルカリ金属

1. マグネシウム

週期表でII族の左行にあるマグネシウム (Magnesium) (Mg) カル  
シウム (Ca) などはいづれもその水酸化物が弱  
いアルカリ性を呈するので、アルカリ土金属  
(アルカリ土類金属)と總稱する。しかしマグネ  
シウム (Mg) だけは他のカルシウム、ストロン  
チウムなどとすこし違つた性質がある。

カルシウム、ストロンチウム、バリウムは互  
によく似てゐる。即ち何れも原子價が2價で、  
その水酸化物である  $Ca(OH)_2$ ,  $Sr(OH)_2$ ,



第 66 圖  
スプリングラー  
自働防火栓  
圖のAは瓣であつて、  
Fなる易鎔合金が鎔け  
るとA瓣は開きTなる  
管から水が噴出する。

Ba(OH)<sub>2</sub>は何れもアルカリ性を呈し、それらの化合物の少量を、焰の中に入れると焰に特有の色を着ける。

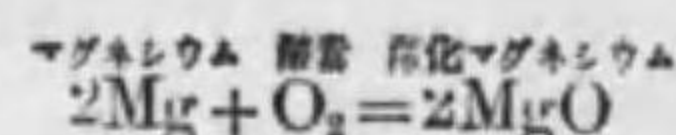
(ストロンチウムは赤紅色、バリウムは緑色、カルシウムは橙黄色なる。この反応を焰色反応といつて、これらの元素をしらべるのに應用される。)

マグネシウムはアルミニウムよりも軽い金属で、イオン化傾向が大であるから、化合力も強く、單獨では天然に存在しない。しかし化合物となつて廣く地球上に散布してゐる。

滿洲に産する白雲石(MgCO<sub>3</sub>·CaCO<sub>3</sub>)や菱苦土(MgCO<sub>3</sub>)はその例で、石棉や滑石などはマグネシウムの珪酸化合物である。また海水中には鹽化マグネシウム(Magnesium chloride)として多量に含まれてゐる。

粗製の食鹽を空氣中にしばらく放置しておくまじりになるのは鹽化マグネシウム(MgCl<sub>2</sub>)がこの食鹽中に含まれてゐて、空氣中の水分を吸收する性質があるからである。俗ににがりといふ褐色の液體はこのやうにして出來た鹽化マグネシウムの溶液のこじである。

金属マグネシウムはカルナリット(MgCl<sub>2</sub>·KCl)といふ鹽物を電氣分解して造ることが出来る。銀白色の綺麗な軽い金属であるが、空氣中では次第に酸化して酸化マグネシウム(MgO)に變る。強く熱すると急激に酸化し、同時に眩しい光を放つて燃える。



このとき出る光は紫外線を多く含んでゐるから、寫眞の乾板によく働き、暗い所で撮影するに使はれる。寫眞屋が使つてゐるフラッシュライト(Flash light)といふのはこれで、マグネシウムと鹽素酸カリウムの粉をセリウム鐵合金の火花で點火させるものである。

マグネシウムはアルミニウムよりも軽いので、近頃では輕合金の材料として益々重要視されるやうになり、色々な合金が作られる。

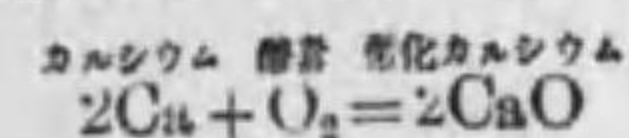
即ちマグナリウム(Magnalium) (アルミニウムとマグネシウムの合金) やデュラルミン(Duralumin) (アルミニウム、銅、マグネシウムの合金)などがそれである。

マグネシウムの化合物には前に述べた鹽化マグネシウム(MgCl<sub>2</sub>)の外に硫酸マグネシウム(Magnesium sulphate)(MgSO<sub>4</sub>) (硫酸)といつて、下劑に用ひられてゐるものがある。また鹽基性炭酸マグネシウム(Basic magnesium carbonate) [3MgCO<sub>3</sub>·Mg(OH)<sub>2</sub>·3H<sub>2</sub>O] (炭酸苦土ともいはれる)は齒磨粉の主成分である。

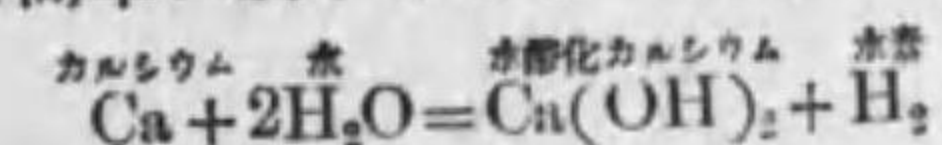
## 2. カルシウム及びその化合物

カルシウム(Calcium)は非常に酸化し易い金属であるから、遊離して存在せず、主として炭酸鹽(CaCO<sub>3</sub>)或は硫酸鹽(CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) 磷酸鹽[Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]となつて産出する。

金属カルシウムは銀白色の光澤を持つてゐるが、空氣中では直ちに酸化して白つぼくなる。これは酸化カルシウム(Calcium oxide) (CaO)が生じたためである。



カルシウムは水に入れると次第に分解して水素を出すから、實驗室で水素を簡単に製するとき利用することもある。



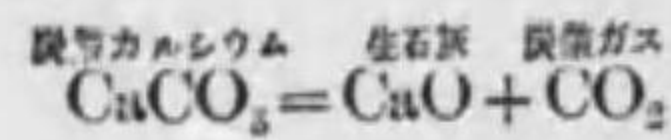
## カルシウムの化合物

カルシウムの化合物中で最も普通のもは炭酸カルシウム(Calcium carbonate)で、天然には大理石、石灰石、貝殻、珊瑚として産出する。最も純粋な炭酸カルシウムは方解石といふ鹽物で、透明で

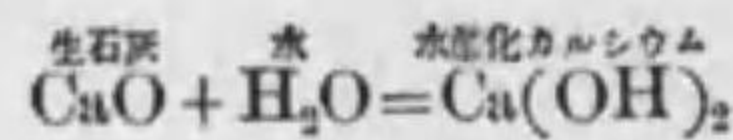


綺麗な結晶をしてゐる。(マッチの箱をおしつぶしたやうな形)

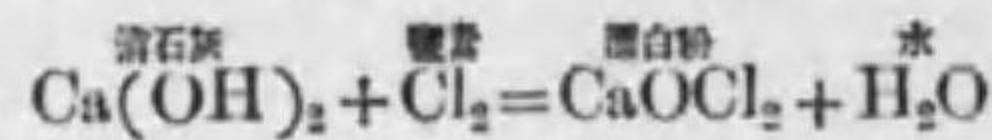
炭酸カルシウムを圖のやうな爐で焼くと、次の變化が起り白い灰が後に残る。



この白い灰を俗に生石灰(Quick lime)といふ。これに水をかけると大變に熱が出てときには火を發することもある。それが次第に膨れて消石灰[Slaked lime (Ca(OH)<sub>2</sub>)]になる。

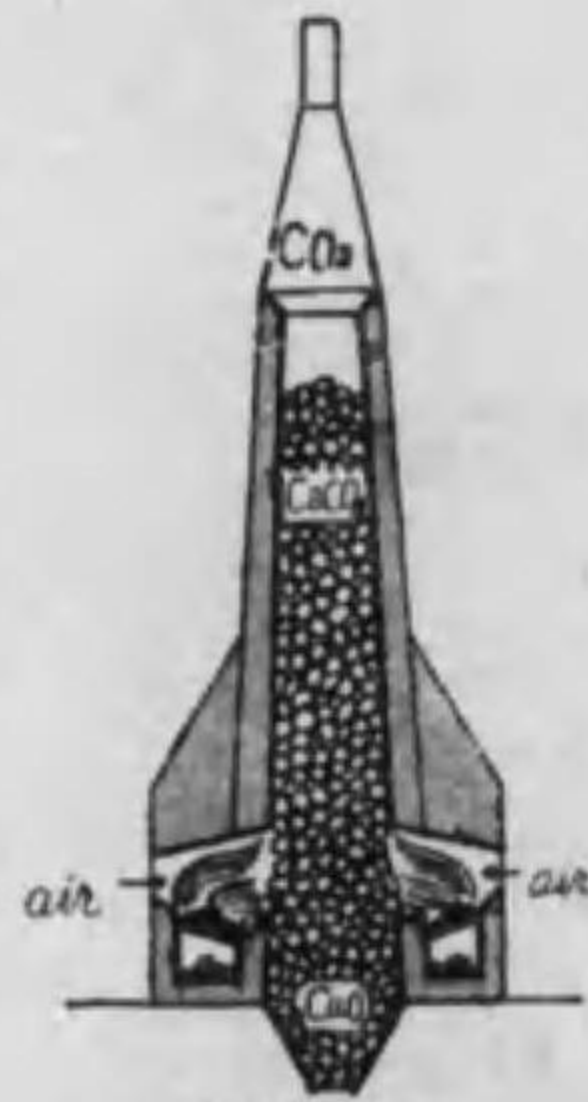
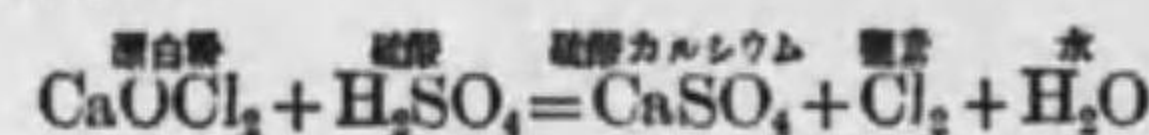


消石灰は白色の粉末で、普通いしばひといひ、消毒に使つたり、麻屑と混ぜ、つのもたといふ海草の汁で練り漆食にしたり、砂と混ぜてモルタルなどを作つて石や煉瓦などを接合するのに使ふ。また消石灰に鹽素を作用させるとそれが吸収されて漂白粉(Bleaching powder)が出来る。



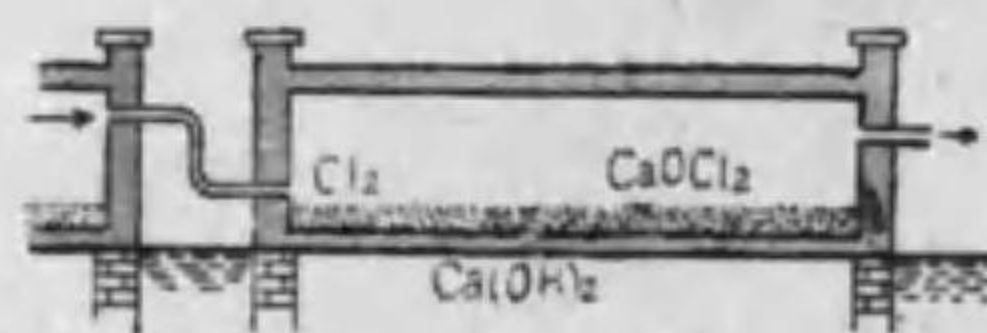
消石灰に澤山の水を加へて、しばらく放置すると、乳狀になる。この状態の消石灰を石灰乳とい

漂白粉に酸を加へると次のやうに、鹽素を發生するから、木綿や紙の原料の漂白に澤山使はれる。



第67圖

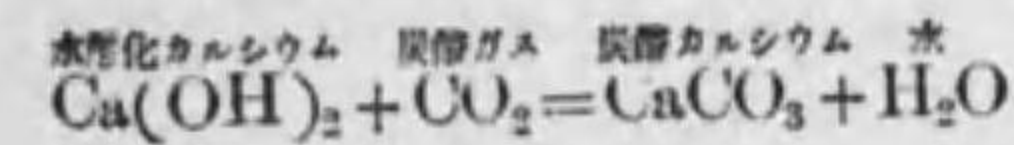
石灰石、大理石、貝殻などの炭酸カルシウムを主成分とする物質を焼く爐



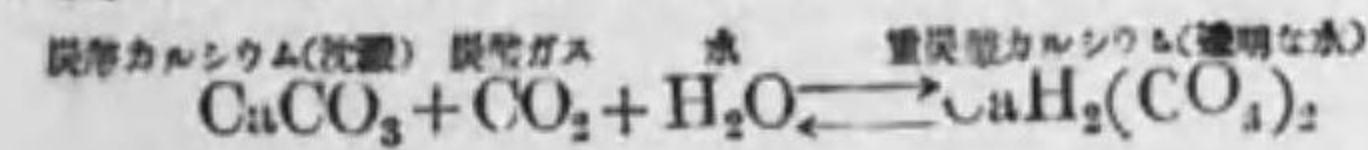
第68圖 漂白粉の製造

煉瓦で密閉した大きな室を澤山管でつないである。そして床上には消石灰を敷いて、この上を鹽素を通過させると吸収されて漂白粉が生ずる。

ふ。これにもつと水を加へてその上澄みを取つたものが石灰水である。石灰水に炭酸ガスを吹きこむと次の變化が起り、白く濁つて来る。この濁りは炭酸カルシウム (CaCO<sub>3</sub>) である。



更についで炭酸ガスを通ずると、再び元の透明な液になる。これは次の變化が起るからである。



この變化は可逆變化であるから熱すると、また炭酸カルシウム (CaCO<sub>3</sub>) が生じて白く濁る。

井戸水を鐵瓶で沸かすと、鐵瓶の中に湯垢が附いて来る。同様な現象が汽罐の中でも起る。鐵瓶の場合はすこしも危険なことがなく却つて風流であるなど、いつて喜ぶ人さへあるが、汽罐の方では熱の傳導が悪くなるため罐底が加熱されて往々にして破裂する。この理由は井戸水中に重炭酸カルシウム (CaH<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) を含むため、上の方程式で逆の變化が起り、汽罐や鐵瓶の壁に炭酸カルシウム [CaCO<sub>3</sub>] が附くためである。故にこのやうな物質を含む水を使ふのは、工業上危険であるから、注意しなくてはならない。

硬水と軟水

上述したやうに水中に含んである物質によつて、工業上では色々な影響を來すことがある。従つて水中に含んである物質によつて、水を硬水 (Hard water) と軟水 (Soft water) とに分ける。硬水といふのはカルシウム化合物や、マグネシウム化合物を比較的多く含んだ水ないひ、さうでない水を軟水といふ。硬水の中でも特に重炭酸カルシウム [CaH<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] や重炭酸マグネシウム [MgH<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] を含むものを一時硬水といひ、硫酸カルシウム (CaSO<sub>4</sub>) や硫酸マグネシウム (MgSO<sub>4</sub>) を含んである水を永久硬水といふ。重炭酸カルシウム [CaH<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] を含む水を煮沸すると炭酸カルシウム [CaCO<sub>3</sub>] が沈澱し水の中からカルシウムの化合物が除かれるが、硫酸カルシウム (CaSO<sub>4</sub>) を含んだ水は熱しただけでは除かれないから、永久硬水の名があるのである。しかし適當な方法を用ひれば、軟水にすることが出来る。

3. ナトリウム及びカリウム

週期表で1族の左行にあるリチウム(Li)、ナトリウム(Na)、カリウム(K)などは何れも1價の陽イオンとなり、その水酸化物は苛性ソーダ(NaOH)のやうにアルカリ性であるから、これらの元素をアルカリ金属(Alkali metals)と總稱する。アルカリ金属は皆軟かく水より軽い金属で、本来は銀白色の金属光澤を有するが、酸化し易いので直ちに灰色に曇つてしまふ。水に入れると分解し、水素を發生して爆發する。それ故これらを貯へるには石油の中に入れて置く。

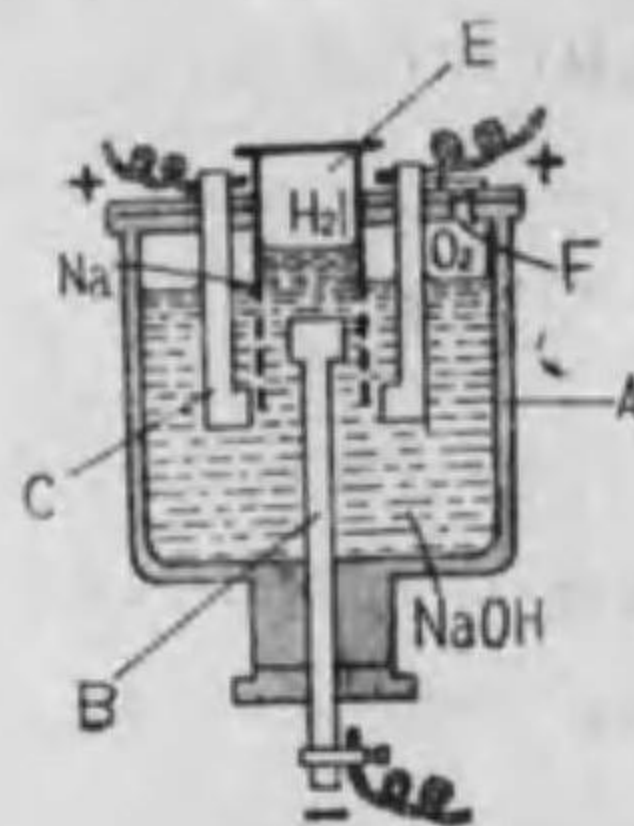
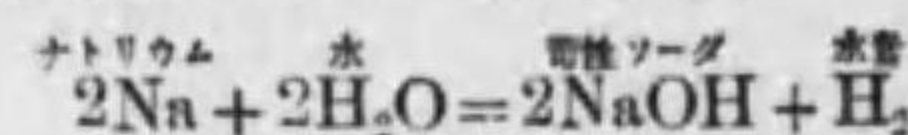
アルカリ金属の中で最も大切なものはナトリウムとカリウムで、化合力が強いから遊離しては存在しないが、化合物となつて廣く地球上に存在する。

ナトリウムとカリウムの化合物は大變よく似てゐるからお互に代用される。實驗室では主としてカリウム化合物を使ふが工業上では廉いナトリウム化合物を使つてゐる。

ナトリウム (Sodium) (Na)

金属ナトリウムを製するには食鹽(NaCl)から苛性ソーダ(Caustic soda) (NaOH)を作り、それを圖のやうな装置で電氣分解して得られる。

金属ナトリウムの性質はすでに述べたとほり、水を分解するので、實驗室で水素製造に使はれることもある。



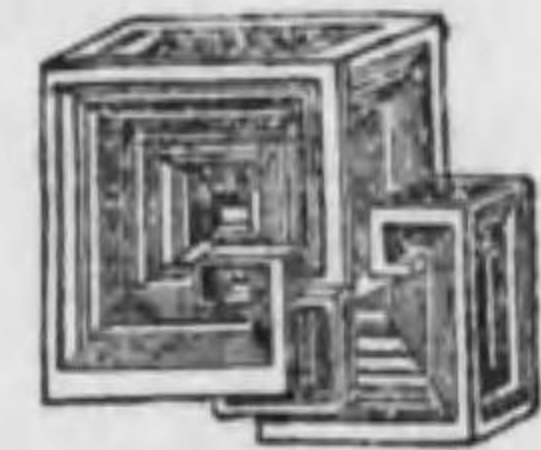
第69圖

固體の水酸化ナトリウムを鐵製の圓筒Aに入れ、外部より温めて融解せしめたのち、B(陰極)、C(陽極)より電流を通ずるにナトリウムは陰極に析出するから無底の小圓筒Eに集る。陽極にはO<sub>2</sub>が集りFなる孔から逃げ去る。

しかし多量に用ひるのは過酸化ソーダ(Sodium peroxide) (Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)の製造のときで、その他有機化合物合成の際にもかなり使はれる。

ナトリウムの化合物で最も人間にまつて必要なものは食鹽(NaCl)で、すでに諸君の知つてゐるさほり食鹽は海水中に約3%を含んでゐるほか、ドイツやその他の地方では岩鹽(Rock salt)といつて純粋の食鹽が地中に厚い層をなして存在してゐる。海水から鹽を採るのに我が國內地では鹽田法によつてゐるが、關東州、臺灣、朝鮮などの暑い地方ではもつと能率のよい天日法といつて海水を直接太陽熱と風とで蒸發させ食鹽の結晶を生ぜしめる方法を用ひてゐる。

食鹽は食料とするほか、防腐劑として肉類の貯藏に使つたり、苛性ソーダ、炭酸ソーダ、鹽素、鹽酸などの重要な化學藥品製造の原料として使用する。



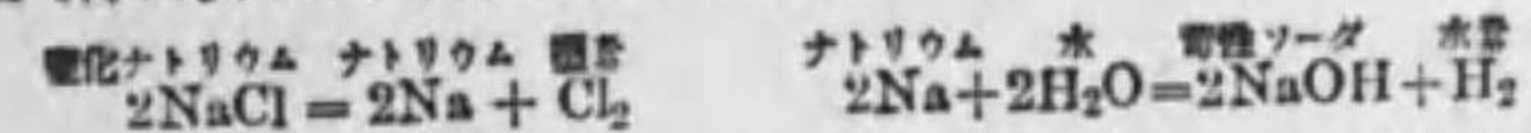
第70圖 食鹽の結晶

食鹽は圓のやうな立方體の結晶をなしてゐる。

苛性ソーダ(Caustic soda) (NaOH)は化學上では水酸化ナトリウム(Sodium hydroxide)

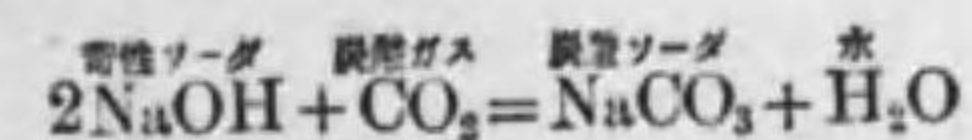
といはれるもので、ナトリウムに水を入れると生ずる。

工業上で澤山製するには、食鹽を電氣分解するのである。



このとき鹽素(Cl<sub>2</sub>)は、陽極に發生するから、これを集めて漂白粉の製造に用ひる。苛性ソーダは陰極に水素(H<sub>2</sub>)と一緒に溶液となつて生ずるから、蒸詰めて固體とする。

苛性ソーダは白色の潮解性(自然に空氣中の濕氣を吸收して溶液となる性質)がある固體で、その水溶液は強いアルカリ性を表し空氣中に置くと潮解するとともに、炭酸ガスを吸收して表面が白い粉末になる。これは炭酸ソーダ(Sodium carbonate)である。

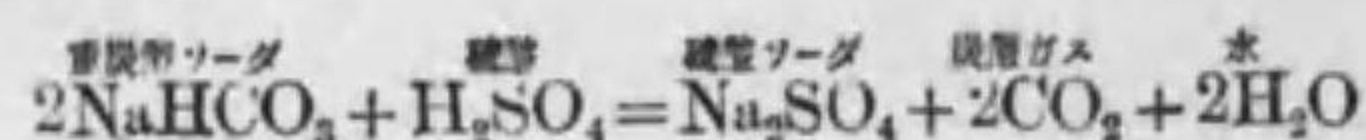


苛性ソーダを皮膚につけるとねばつくのは、苛性ソーダが動物質を腐蝕する性質があるからである。

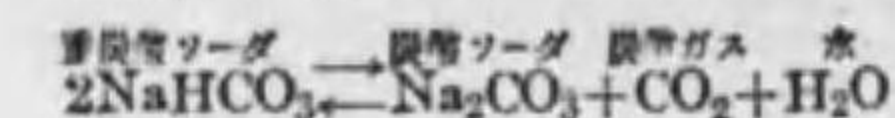
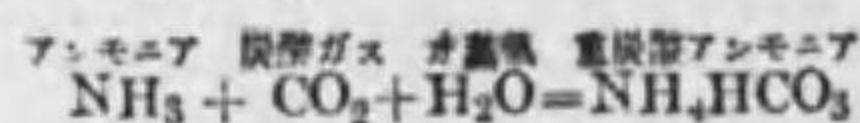
炭酸ソーダ(NaCO<sub>3</sub>)と重曹(NaHCO<sub>3</sub>) 炭酸ソーダは単にソーダといはれてゐるものである。

洗濯に使う洗濯ソーダは結晶水のついた炭酸ソーダで Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O といふ分子式を持つたものである。

重曹は正しくは重炭酸ソーダ(Sodium bicarbonate)と呼ばれるもので、色々な胃腸薬はこのものが主成分となつてゐる。またこれに酸を加へると炭酸ガスが出来るので、消火器に使はれることは既に述べた通りである。



炭酸ソーダも重曹もアンモニアソーダ法でつくられる。即ち先づ食鹽の溶液にアンモニア(NH<sub>3</sub>)と炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)を吹き込むと、重曹(NaHCO<sub>3</sub>)が出来るから、これが目的のときは作業を止めて取り出せばよい。もし炭酸ソーダを製するならば、この重曹(NaHCO<sub>3</sub>)を熱すると分解して炭酸ソーダとなる。



炭酸ソーダは洗濯に用ひられるほか、工業上では苛性ソーダ、石鹼、硝子などの原料になり、重曹は醫藥、消火器、パン焼き粉などを作るのに使はれる。

また重曹が料理に使はれることは諸君もすでに知つてゐること、思ふ。即ち物を煮るときこれを入れて煮るとよくゆだ



第71圖 消火器の原理  
Aなる重曹水とB壺中の濃硫酸と作用して炭酸ガスを生じ、その壓力で重曹水が噴出してゐる光景。

るので豆を煮るときなどに用ひる。

#### 4. カリウム及びその化合物

カリウム(Potassium)は物理的性質はナトリウムと非常によく似てゐる。化学的性質もよく似てゐるが、ただナトリウムに比べて、稍、その性質が激しい。例へばナトリウムを水に入れると水の上を動きまはつて分解するのみであるが、カリウムは直ぐ分解して燃え出す。

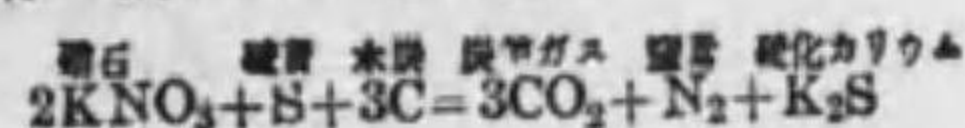
カリウムの製法は全くナトリウムと同じであるが、ただ原料として苛性カリ(カウスティックポタッシュ)(KOH)を使ふだけが違つてゐる。その化合物の製法、性質もナトリウムの場合と殆ど同じであるから、ナトリウムの化合物から想像すればよい。それ故こゝではナトリウム化合物のところで述べなかつた硝酸カリウム、鹽素酸カリウム、シアン化カリウムに就いて述べよう。

硝酸カリウム(Potassium nitrate)(KNO<sub>3</sub>)は單に硝石といはれ、東印度諸島、セイロン島より天然に産出する。高温度に熱すると分解して酸素を發生するから木炭、硫黄と混ぜて黑色火薬を作るので、昔からよく知られてゐる。

鹽素酸カリウム(Potassium chlorate)(KClO<sub>3</sub>)は鹽利ともいはれるもので、白色の結晶で熱すると容易に分解して酸素を生ずるから酸化力が甚だ強い。これを應用して爆發物、マッチなどの製造に用ひられる。また3%位に稀めて含嗽劑(うがひ藥)となる。

シアン化カリウム(Potassium cyanide)(KCN)は俗に青酸カリといつて、猛烈な毒性があるから昆蟲採取用の毒壺に入れるのに使はれる。また金を溶かす性質があるので金鑛から金を採取するとき

黑色火薬が爆發したときの變化



多く使はれる。そのほか金メッキ、銀メッキなどにもかなり用ひられる。

## 第四章、第五章、第六章の問題

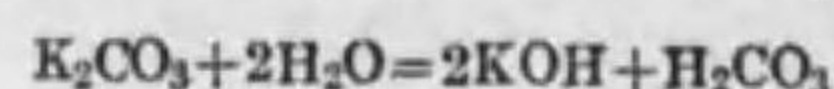
- 1 硬水を軟水に変ずる方法を述べよ。(大正 15 年度實檢)
- 2 電氣に用ひるヒューズに就いて記せ。(同 實檢)
- 3 生石灰を水中に投ずるときの変化を述べよ。(昭和 3 年度實檢)
- 4 炭酸カリの加水分解を説明せよ。(昭和 3 年實檢)
- 5 生石灰を下記の如く處理するとき起る化學變化を述べ、かつその變化の方程式を記せ。(昭和 6 年度實檢)

(イ) 水を混じ (ロ) 炭酸を強熱す

(解答) 1 第六章の 2. 参照 (2) 第五章の 3. 参照

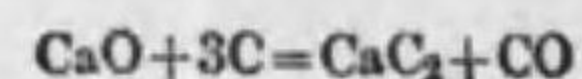
3 生石灰(CaO)を水に投ずるときは、熱を發して膨大し、CaOは次の如く消石灰[Ca(OH)<sub>2</sub>]となる。 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$

4 炭酸カリ(K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)が加水分解するときは次の如く炭酸(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)と苛性加里(KOH)を生ず。然るに KOH は強アルカリにして(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)は弱酸なる故、溶液は微弱なるアルカリ性を呈するに至る。



5 (イ) は問題 (3) と同じ。

(ロ) は次の如くなり炭化カルシウム(CaC<sub>2</sub>) (カーバイド)となる。



## 第三篇 有機化合物

## 第一章 有機化合物、メタン、石油

## 1. 有機化合物

これまで學んだ物質は無生物、即ち礦物から取られるもので、無機化合物(Inorganic compound)といはれるものである。しかるに炭素を含むものは、一般に生物から取れるもので、これを有機化合物(Organic compound)といふ。しかし炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)や色々な炭酸鹽(CO<sub>3</sub>の基を有するもの)などは習慣上及び便宜上から無機化合物の中で説明するのを普通としてゐる。

昔は有機化合物は生物の生活力に依つてのみ出来るもので、さても人工では出来ないものとされてゐたから、礦物から取れる無機化合物とばかり區別が出来たが、約 100 年前ウェーレル(Wöhler)といふドイツの學者が動物の排泄物である尿素(Urea) [(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO]を、人工的に造つて以來有機化合物は生活力に依つて出来るもので、礦物から取れたものが無機物であるといふ區別は正しくなくなつた。それ故上に述べたやうに現在では炭素を含むものを有機化合物といふことになつた。

有機化合物はそれを構成してゐる元素が僅かに四つか五つ位である。即ち主に炭素、水素、酸素、窒素で稀には硫黄や磷を含んでゐることもある。しかし全體の化合物の數は何萬何千といふ莫大な數で無機化合物(80 余の元素で作られてゐる)の數よりはるかに多い。

有機化合物はその數が非常に多いが、比較的無機化合物より系統だつてゐるから、研究し易い。且つ我々の生活にまつて必要なものが多いから無機化合物と分けることになつてゐる。數が甚だ多いので、その一つ一つに就いて述べることは出来ないから、その重要なものを述べよう。

2. メタン(CH<sub>4</sub>)及びアセチレン

溝または池の中を棒でかきまはすと、ぶくぶく泡が出るが、あの泡を圖のやうにして硝子の圓筒に集め、それに点火すると弱い光を出して燃える。このガスがメタン(Methane)(CH<sub>4</sub>)で、溝や沼の中の有機物がバクテリアのために腐つて出来たものである。沼の中から出来るから沼氣ともいわれるが、また炭坑の中などにも発生するから坑氣ともいわれる。



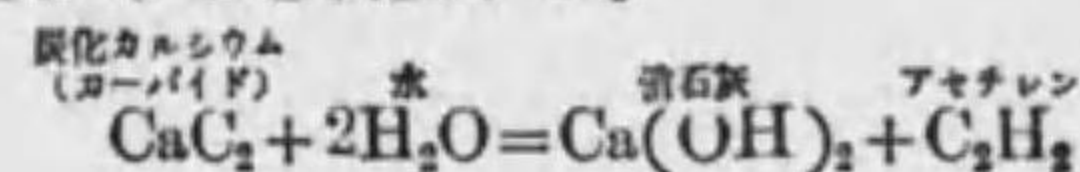
第72圖

溝の中からメタンを採取する方法

炭坑の爆發の原因は主にこのものが引火するからである。

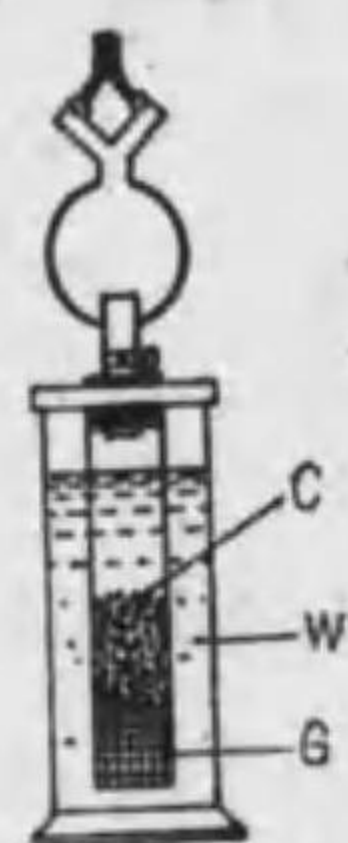
石油の出る地方で噴き出す天然ガスは90%もメタンを含んでゐるし、家庭で使ふ石炭ガス中にも35%内外のメタンを含んでゐる。メタンは本来無臭であるが、色々のものが含まれてゐるので大變な悪臭のやうに思はれてゐる。花店の燈火として重寶がられてゐるアセチレン(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)も實は無臭のガスなのであるが、メタン同様不純物のため不快な臭氣がある。

アセチレン(Acetylene)(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)は炭化カルシウム[俗にカーバイド(Carbide)といはれてゐる灰色塊]に水をかけると発生する。



アセチレンは燈用にする外、酸素と混ぜて酸素アセチレン焰(Oxy acetylene flame)にして鉄板などを切るのに使用することは既に述べた筈である。

メタンにしるアセチレンにしる、



第73圖  
アセチレン發生器  
C 炭化石灰  
W 水  
G 金網の栓



第74圖

アセチレンを燃やすときの火口

何れも炭素と水素の化合物であるが、このやうなものは他に何百もあつてすべて炭化水素(Hydro-carbons)と總稱されてゐる。次にそれらのものを示さう。

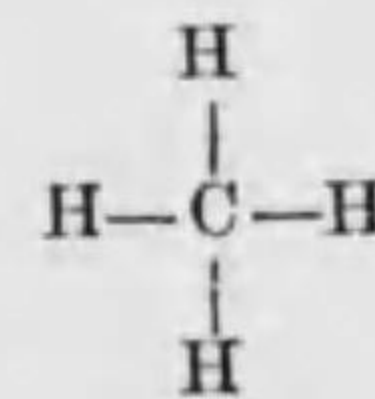
メタン系炭化水素		一般式	C <sub>n</sub> H <sub>2n+2</sub>
分子式	名 稱	n	沸騰點
CH <sub>4</sub>	メタン	n=1	-165°C
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	エタン	n=2	-93°C
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	プロパン	n=3	-45°C
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	ブタン	n=4	-0.1°C
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	ペンタン	n=5	36.3°C

上表で n といふのは C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub> の式に適當な數を入れるとそれぞれの物質の分子式になるのである。例へば n=1 のときは、C<sub>1</sub>H<sub>2×1+2</sub> となつて CH<sub>4</sub> と書かれるからメタンの分子式になる。

アセチレン(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)はメタン(CH<sub>4</sub>)とは違つた系統の炭化水素でその一般式は C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub> である。n=2 とすれば C<sub>2</sub>H<sub>2×2-2</sub> 即ち C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> となる。

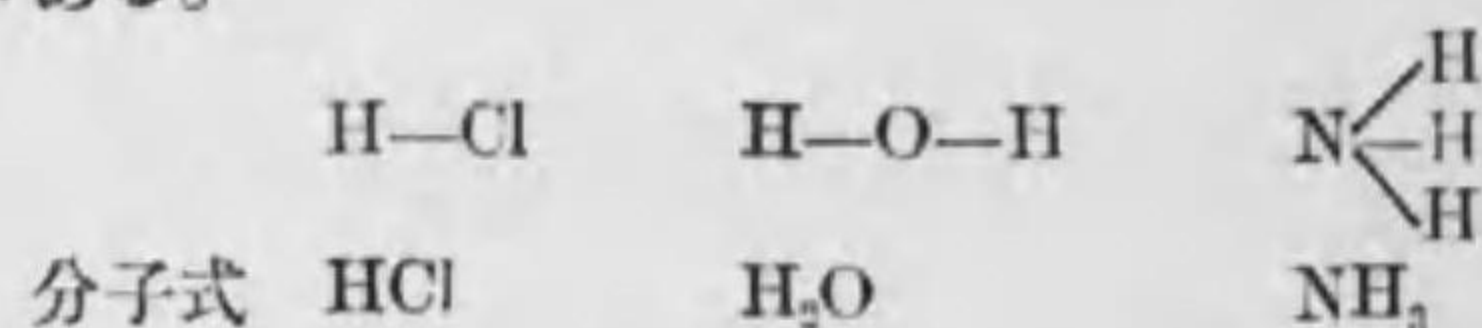
構造式(Constitutional formula) コンスティテューショナル フォーミュラ メタンはその分子式 CH<sub>4</sub> によつてわかるやうに炭素の1原子と、水素の4原子と結びついてゐるから、炭素は4價として働いてゐることを知る。そこで今炭素の記號即ち C から短かい線を原子價と同じだけ出して、水素の記號即ち H を結びつけて次のやうに書くと、1分子内の原子が、どんな風に結びついてゐるかがよくわかつて、色々なことを研究するのに便利になる。このとき C と H とを結びつける短かい線を化合手(Combination bond) コンビネーション ボンド といふ。

このやうに各元素の原子は、その原子價と同數の化合手をもつてゐるものと考へ、その記號から



短かい線を引いてそれを示し、他の原子の記號と結びつけて表した式を構造式といふ。

例へば次のやうな式はすでに無機化合物として學んだ物質の構造式である。



アセチレン( $\text{C}_2\text{H}_2$ )の構造式は  $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$  と書かなくては化合手が餘ることになる。このやうに二つの原子の間に化合手が二本以上並んでゐる(即ち $\equiv$ )やうな構造式を持つもの、即ち原子の化合手が一本他の違つた原子に結びつけられてゐない構造式を持つものを**不飽和化合物**(Unsaturated compound)といふ。メタンは全部化合手が一本一本になつてゐるから**飽和化合物**(Saturated compound)である。

### 3. 石油

石油(Petroleum)は地中にある有機物質が地熱と地壓とによつて分解して出来たもので、地層間に溜り普通は井戸を掘つて汲み出すが時として天然ガスの壓力のために噴き出すこともある。

地中から掘り出したまゝのものは黒い汚ないどろどろしたものでこれを**原油**(Primitive oil)といふ。原油は蒸溜釜に入れて蒸溜し、次の表に示すやうに沸騰點の差によつて種々に分け、これを硫酸及び苛性ソーダで洗つて各々適當な方面に使はれる。

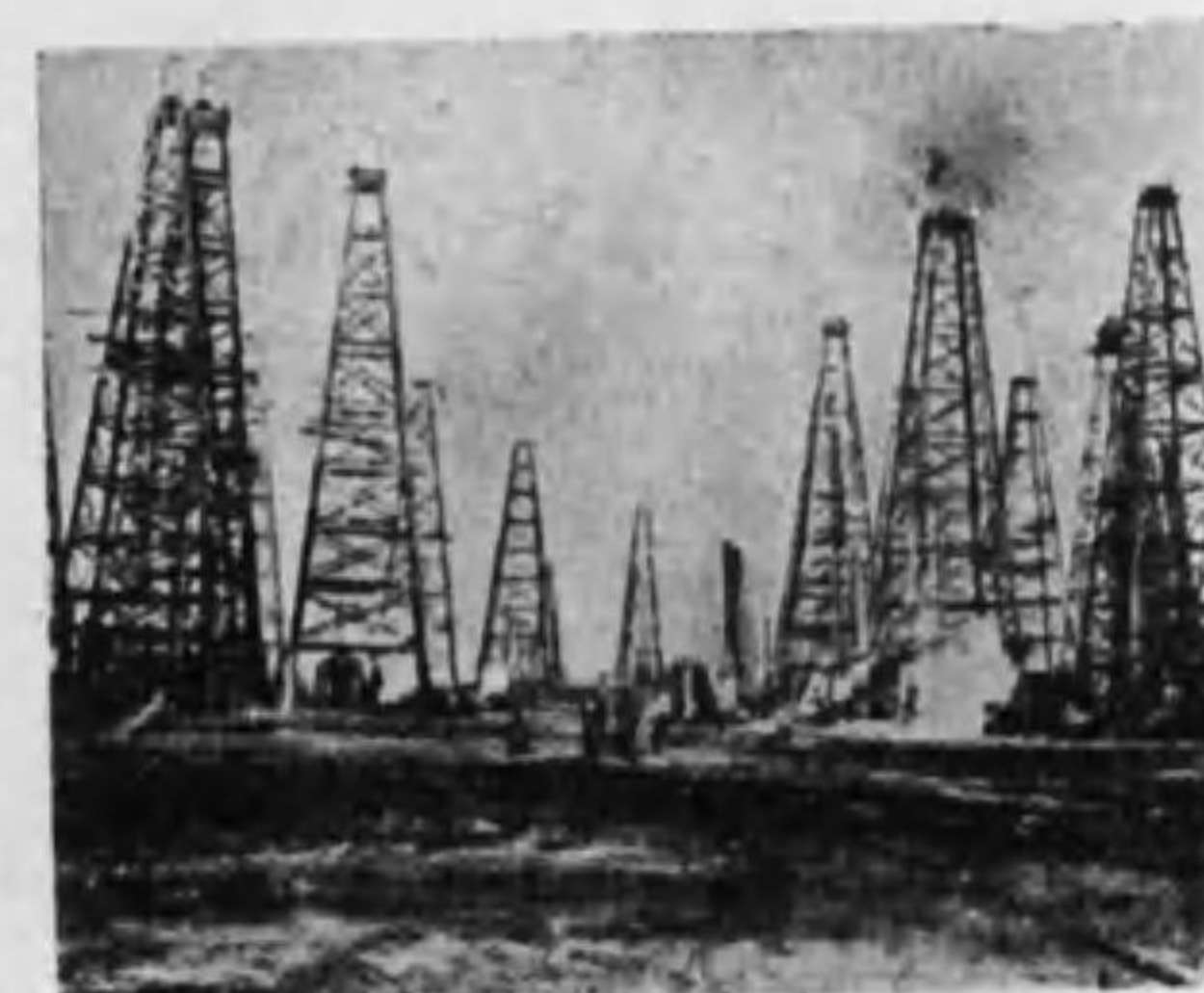
第7表

種類	蒸溜温度	用途
揮發油	石油エーテル(ガソリン) 40°—70°	樹脂、ゴムを溶かし、防水布などを作る
燈油	石油ベンゼン 70°—120°	發動機用、乾燥洗濯用、脂肪溶出用
軽油	リグロイン 120°—150°	假漆、ペイント用
重油	油 150°—300°	ランプ用
	油 250°—300°	漁船などの石油發動機用
	油 300°以上	艦船の燃料とした機械油、グリセリン、パラフィン蠟などを製する

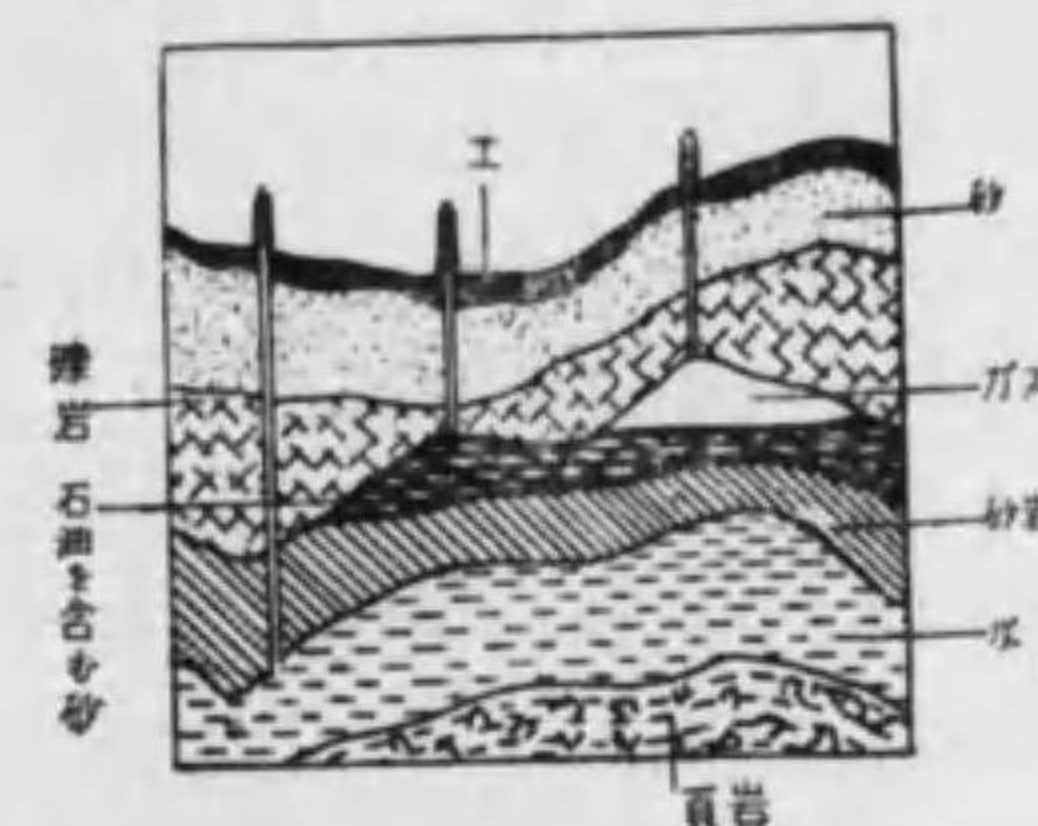
これらの蒸溜して出来たものは何れも炭化水素の混合物で、その分子量は蒸溜温度の高い程大きい。

石油の成分は産地によつて幾分違ふが、アメリカ産のものは大體メタン系炭化水素で、揮發油は  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  乃至  $\text{C}_9\text{H}_{20}$  の範圍のものを含み、燈油は  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$  乃至  $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$  で、重油は  $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$  以上のものを含んでゐる。

揮發油は近頃自動車や飛行機に盛に用ひられて、重



第75圖 アメリカのカルフォルニアに於ける油田



第76圖 石油井を掘るための構

要であるから原油からの揮発油だけでは足りない。それで天然ガスを冷してその中の一部分を液化したり、また重油を更に強熱して分解して[クラッキング(Cracking)といふ。] <sup>じゆえう</sup>需要を満たしてゐる。

重油は汽罐の燃料として石炭よりはるかに勝れてゐるので、石油は現代の文明國にとって、必要<sup>きん</sup>欠くことの出来ないものとなつてゐる。

我が國では残念ながら餘り油田がないから近頃では滿洲國に産する<sup>しゆつがん</sup>油頁岩<sup>しゆつがん</sup>を空気を断つて熱し(乾溜<sup>かんりゅう</sup>といふ)、石油を取つたり、また我が國では魚油が澤山採れるから、これに<sup>さんせい</sup>酸性白土<sup>さんせい</sup>をいふもの<sup>いふもの</sup>を加へて石油に似た油を得たり様々な工夫をしてゐる。

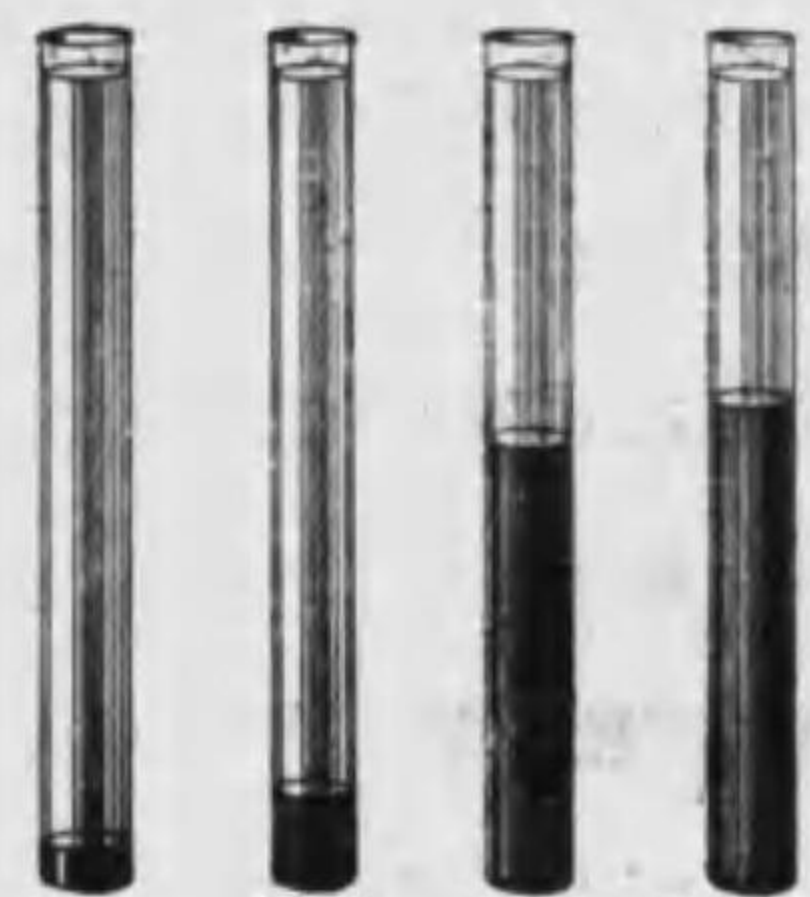
## 第二章 アルコール、エーテル、アルデヒド

### 1. アルコール

アルコール(Alcohol)( $C_2H_5OH$ )といふとすぐ酒を思ひ出すが、アルコール即ち酒ではなくアルコールは酒の中に含まれてゐるのである。即ち日本酒では約20%、ビールに至つては4%-5%、葡萄酒は少し多く8%-13%がアルコール分であつて、あまは大部分水である。そのほか酒の風味であるところの<sup>こほくさん</sup>琥珀酸<sup>こほくさん</sup> (succinic acid) <sup>サクレニツク</sup>といふやうなものを極く少し含んでゐるものである。

アルコールなる化合物は動物の<sup>しんじけい</sup>神経系統<sup>しんじけい</sup>を麻痺させるもので、身心の<sup>せいざん</sup>制薬作用<sup>せいざん</sup>を停止させる。

アルコールと一口にいふが、酒の



第77圖

種々のアルコール飲料のアルコールの含有量を比較した圖

中に含まれてゐるアルコールでもその種類は色々あつて悪い酒程含まれてゐる数が多い。上等の酒ではエチルアルコール (Ethyl alcohol) といふアルコールだけであるが、どぶろくなどといふ酒になるとメチルアルコール (Methyl alcohol) やプロピルアルコール (Propyl alcohol)、ブチルアルコール (Butyl alcohol)、アミルアルコール (Amyl alcohol) といふやうなものまで含まれてゐることがある。即ちアルコールといふものは一般に  $C_nH_{2n+1}OH$  なる公式で示され、 $n$  に適当な数を入れて得られる分子式を持つものをいふのである。

次にアルコールの分子式と名稱を示さう。

n=1	$CH_3OH$	メチルアルコール
n=2	$C_2H_5OH$	エチルアルコール
n=3	$C_3H_7OH$	プロピルアルコール
n=4	$C_4H_9OH$	ブチルアルコール
n=5	$C_5H_{11}OH$	アミルアルコール

### エチルアルコール

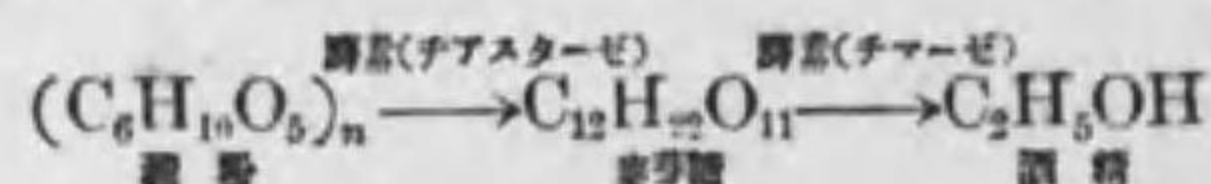
普通にアルコール(酒精)といへば、エチルアルコールのことで、アルコール類の中で一番主なものである。

酒精を製造するには糖類からとるのと澱粉からとるのと二つの方法がある。糖類からとる場合は、<sup>じゆうほ</sup>醸母<sup>じゆうほ</sup> (Ferment) <sup>びせいぶつ</sup>といふ微生物を加へて、その中に含まれてゐる<sup>かうそ</sup>酵素<sup>かうそ</sup> (チマーゼ<sup>チマーゼ</sup>—<sup>酵素にはこの外種々なるものがある</sup>) といふものゝ作用で糖類を分解させるとアルコールが出来る。



<sup>でんぷん</sup>澱粉<sup>でんぷん</sup>から造る場合は、米、麥、馬鈴薯などに<sup>かうそ</sup>麴<sup>かうそ</sup> といふもの<sup>かうそ</sup>を加へると、その中に含まれてゐる<sup>かうそ</sup>酵素<sup>かうそ</sup> (チアスターゼ) に依つて、まづ澱

粉が糖類になり(甘酒はこのものである)更に酵素(チマーゼ)も麴の中にあるから、これによつてエチルアルコールになるのである。



このやうに酵素の作用で物質が分解することを**醗酵**(Fermentation)といひ、特に生成物がアルコールであるやうなものを**酒精醗酵**(Alcohol fermentation)と呼ぶ。

### メチルアルコール

悪い酒を飲むと、頭痛がしたり吐いたりするが、それはこのメチルアルコールが含まれてゐるためで、餘り度々飲用してゐると、**視神経を侵し盲にさへなる**。

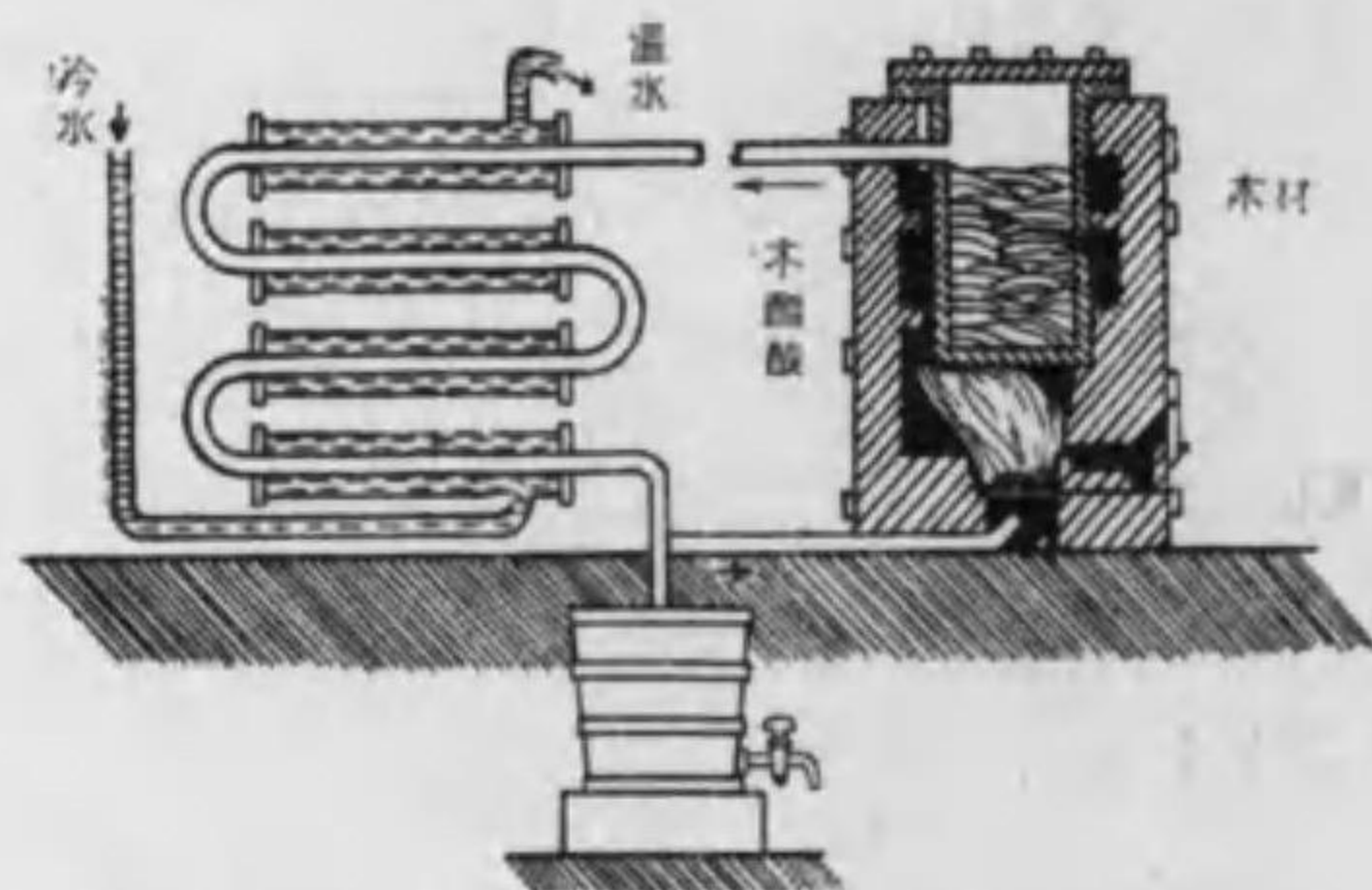
アメリカではかつて禁酒令のため下層社会の人々は酒が飲めないで、乗屋で工業用酒精を買つて来て飲むため、視神経系統の病人が多くなつたことがある。

メチルアルコールは木材の乾溜によつて得られるから、**木製**(Wood spirit)の名

がある。その用途は**ホルマリン**(消毒薬)や染料の製造などである。

### 木材の乾溜

木材を鐵製のレトリットに入れて熱し出て来るガスを水で冷



第78圖 木材の乾溜  
右方の鐵製レトリット中に、木材を適當に切つて入れ外部より強熱する時、木酢酸を生ずるから冷水にて冷却し、下のタンクに貯へる。

工業用酒精はエチルアルコールばかりでなくメチルアルコールを特に入れてある。

すと、その部分は液化し一部分はそのまゝ出て行く。これが石炭ガスに相當するもので、燃えるから**木ガス**(Wood gas)といひ再びレトリットを熱するのに用ひる。液化したものは二層の液となつて溜る。

下層のものは真黒いごろごろしたもので、**木タール**(Wood tar)といつてコールタールのやうに、木材の防腐剤にしたり、燃料になつたり、または分溜して色々の薬品を採る。

木タールの上に溜るものは**木酢酸**といつて醋酸とメチルアルコール(木精)などをこれから製造する。即ちこの液に消石灰を加へると醋酸は醋酸カルシウムとなつて不揮發性になるが、木精は依然變化しないから、これを蒸溜して別けられる。

### 2. エーテル

エーテル(Ether)といふのはアルコールと同じやうに澤山の化合物の總稱で、一般に $(C_nH_{2n+1})_2O$ の形を持つてゐるものであるが特に必要なものは $n=2$ の $(C_2H_5)_2O$ なる分子式を持つもので、これを**エチルエーテル**(Ethyl ether)といふ。

單にエーテルといへばこのことである。

エーテルは常温(15°C)に於て無色の液體であるが、極めて揮發し易く、**沸點**は35°Cである。

夏などこれを入れた瓶の栓は、餘程しつかりしめて置かないと、一夜の間に皆蒸發してなくなつてしまふことがある。

快香を有するが餘り長くこれを吸ふと、一時氣を失ひ**感覺**が無くなることある。従つて**痲醉劑**として使はれる。

エーテルは氣化するときに周囲の熱を多量にうばふからこれを皮

痲醉劑にこのほか**クロロフォルム**(Chloroform $(CHCl_3)$ )といふものがあるが、これは不純である副作用があるので、危険だから近頃では餘り使はれない。



膚につけると寒冷を感じる。また引火し易いから取扱ひには細心の注意を要する。エーテルは脂肪や樹脂そのほか色々な有機物を溶かすのに多く使はれる。

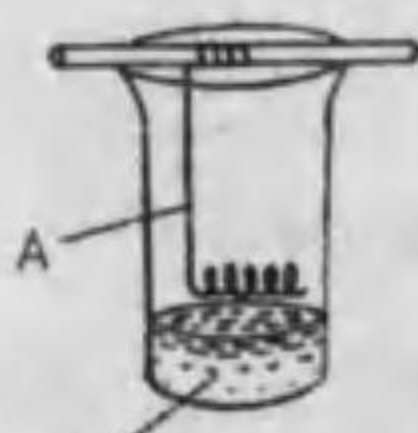
### 3. アルデヒド

アルデヒド(Aldehyde)といふのはアルコールやエーテルと同様に澤山の化合物の名前で、アルコールを酸化すると酸になるが、その途中で一度アルデヒドといふものになるのである。

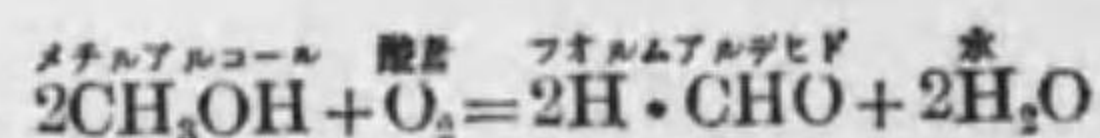
アルデヒドの一般式は、 $C_nH_{2n+1}CHO$  で、その有名なものには  $n=0$  の**フォルムアルデヒド**(Form aldehyde)( $H \cdot CHO$ )がある。

普通**フォルマリン**といつて、病室または蠶室などの消毒、動物、植物の標本貯蔵等に用ひられてゐるものは、このもの、40% 位の水溶液である。

アルデヒドは圖のやうにピーカーにメチルアルコールを入れた上に白金線を赤熱して下すと、白金線は引續いて赤熱せられ同時に刺戟性の臭氣を發する。これは白金が觸媒として作用し、メチルアルコールを酸化してフォルムアルデヒドを生じたのである。



第79圖 フォルムアルデヒドの製法  
A 白金線  
B メチルアルコール



## 第三章 有機酸とそのエステル

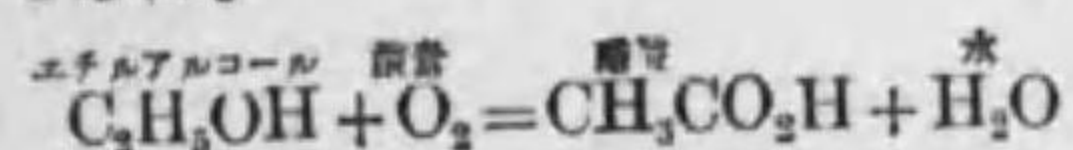
### 1. 有機酸

有機酸(Organic acid)といふのは分子式中に炭素(C)を持つてゐ

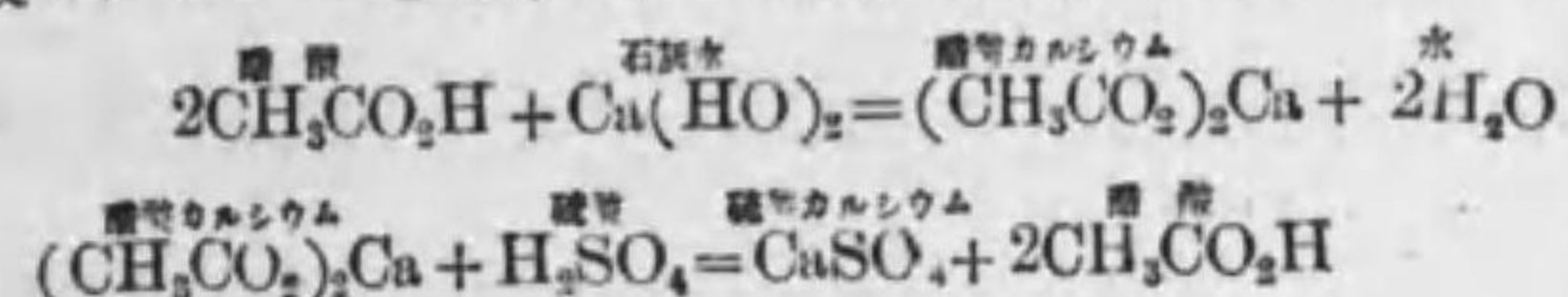
る酸で、酢の成分である**醋酸**( $CH_3CO_2H$ )や、麥稈帽子の洗濯に用ひる**蔞酸**( $CO_2H$ )<sub>2</sub>などの酸はこの例である。

**醋酸**(Acetic acid) 酢がすつばいのは醋酸を約3% 含んでゐるからである。

昔は酒類のアルコールを醋酸バクテリアといふ微生物の作用で酸化して造つてゐた。



しかし今日では木材乾溜によつて得られた木醋酸に、消石灰を加へて**醋酸カルシウム**とし、これを硫酸で分解して醋酸を造つてゐる。



鋭い刺戟性の臭氣がある液體で、純粹なものは、融點が  $16.5^\circ C$  であるから、冬は凝結して氷のやうになる。それ故このやうなものは**氷醋酸**といはれる。

無機の酸に比較すると酸性が稍、弱いが、色々な金属と鹽を造りその鹽は重要なものが多い。**醋酸鐵**(Ferric acetate)、**醋酸クロム**(Chromium acetate)などは媒染劑として廣く使はれてゐる。

醋酸の分子式を  $CH_3CO_2H$  と書いて  $C_2H_4O_2$  のやうに書かないのは、 $CO_2H$  が一つの**基**で、有機酸はどれでも皆この基を持つてゐるからで、即ち  $CO_2H$  といふものが有機酸であることを表す一つの**特徴**をもつためである。而してこの  $CO_2H$  (**カーボキシル基** Carboxyl radical といふ)を一つ持つた酸を一鹽基酸、二つ持つた酸を二鹽基酸といひ、三つの場合は三鹽基酸といふ。一般に二つ以上持つ

たものを多塩基酸といふ。

醋酸( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ )は  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{CO}_2\text{H}$  なる一般式にあてはまるものでこの系統に属する酸を脂肪酸(Fatty acid)といふ。

それはこの一般式で  $n$  の大きなもの即ち高級な酸が動物や植物の脂肪の中に含まれてゐるからである。例へば**パルミチン酸**(Palmitic acid) ( $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{CO}_2\text{H}$ )、**ステアリン酸**(Stearic acid) ( $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{CO}_2\text{H}$ ) などである。これと反対に多塩基酸即ち**蓚酸**、**酒石酸**、**枸橼酸**のやうなものは、植物に多く含まれてゐるから**植物酸**(Vegetable acid)ともいわれる。

**植物酸** 蓚酸は**酸模**、**かたばみ**といふやうな草の汁に**蓚酸カリウム**(Potassium oxalate)として含まれてゐる。蓚酸を工業的に多量に製するには鋸屑を苛性ソーダ或は苛性カリと共に熱すればよい。染料に用ひまた**眞鍮**などを磨いたりインキ消しなどに使はれる。

**酒石酸**(Tartaric acid)、**枸橼酸**(Citric acid)は何れも重曹と混ぜてラムネなどをこしらへたりするもので、酒石酸は葡萄酒を醸造するとき樽の底に沈澱する**酒石**から製するのでこの名がある。

**枸橼酸**はレモン、橙、蜜柑などの成分で、それがすっぱいのはこのものためである。

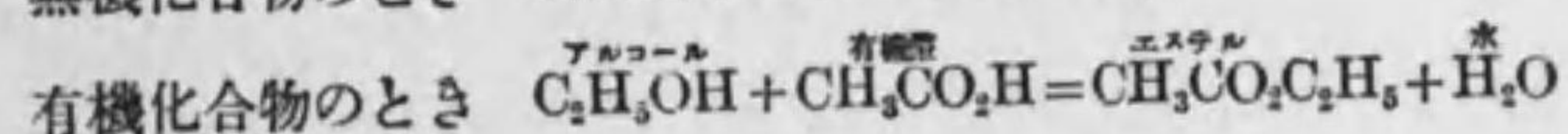
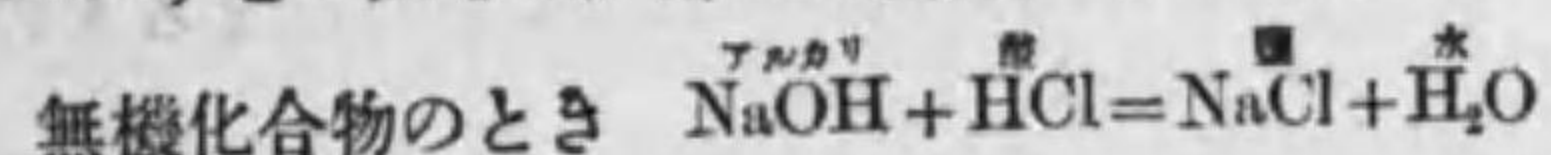
## 2. 脂肪酸のエステル、石鹼

### エステル

酸とアルカリが中和して、鹽と水が出来るとやうな變化が有機化合

上の一般式で  $n=0$  に相當するものに  $\text{H}\cdot\text{CO}_2\text{H}$ (**蟻酸**) (Formic acid) といふ酸がある。これは初め赤蟻を蒸溜して得たから**蟻酸**といはれる。蟻、蜂などの有する毒は大抵このものである。

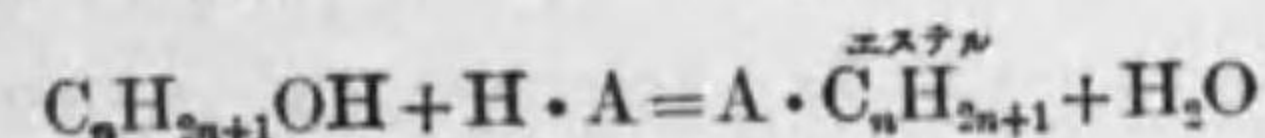
物に於ても行はれる。即ち有機酸とアルコールが作用して**エステル**(Ester)といふものが出来る變化がそれである。



この二つの式を比較すればわかるやうに、アルコールは無機化合物のアルカリに相當するもので、分子式中に OH なる基を持つてゐる所はよく似てゐる。エステルは鹽に相當するもので、難かしくいへば次のやうにいふことが出来る。

有機酸のカーボキシル基の H を  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  なる基で置換したものをエステルといふ。

即ち今酸を  $\text{H}\cdot\text{A}$  で示し、アルコールを  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$  で表して、エステルを生ずる變化を、式で示せば次のやうになる。



エステルは一般に無色の揮発性液体であつて、何か果物の香でも思ひ出すやうなよい香氣がある。それ**故果實エキス**として菓子や飲料の香料として使はれる。例へば**アミルアルコール**( $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ )と、**醋酸**( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ )のエステルであるところの**醋酸アミル**(Amyl acetate) ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_5\text{H}_{11}$ )はバナナの香があり、また**酪酸エチル**(Ethyl butyrate) はパイナップルの香がある。

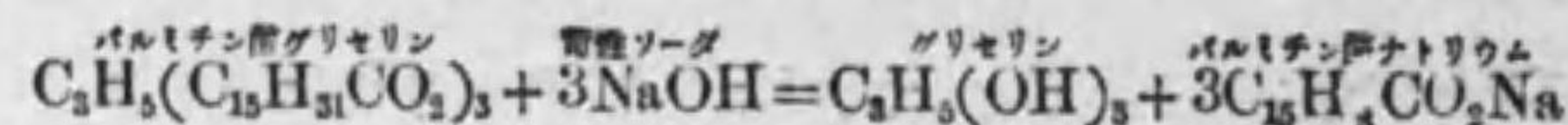
### 脂肪と石鹼

動物の**脂肪**(Fat)は化学的にいふと、エステルであつて前に述べた**醋酸アミル**や**酪酸エチル**などと違ふのは、**醋酸アミル**が低級脂肪酸即ち**醋酸**などのやうに、炭素(C)の数が少い酸のエステルである

のに反し、脂肪は高級脂肪酸即ちパルミチン酸(C<sub>16</sub>H<sub>31</sub>CO<sub>2</sub>H)や、ステアリン酸(C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>CO<sub>2</sub>H)など一種のアルコールであるところのグリセリン[C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(OH)<sub>3</sub>]とのエステルである点である。

植物の油即ち桐油、落花生油、桐油、椰子油なども動物の脂肪と大體同じ成分である。

脂肪や油(化粧石鹼には牛脂と椰子の油を用ひる。しかし牛脂は高價だから硬化油を使ふときもある。)を苛性ソーダの液と共に釜で煮ると、次の式のやうに分解してパルミチン酸ナトリウムまたはステアリン酸ナトリウムとグリセリンが出来る。この變化を鹼化(Saponification)といふ。即ち一般にエステルを分解して酸(又はその鹽)とアルコールに變ることを鹼化といふ。



こゝに出來たパルミチン酸ナトリウムまたはステアリン酸ナトリウムが石鹼(Soap)である。グリセリンと石鹼を別けるには、これらの混合した温い液に鹽を入れると、石鹼は鹽水に溶けないから上に浮んで來る故これを取つて色や香料その他澱粉などの混合物を加へて乾かし、適度の大きさに切り、型に入れて製品とするのである。

石鹼で洗ふと綺麗になるのは石鹼が水に溶けてアルカリを生じ



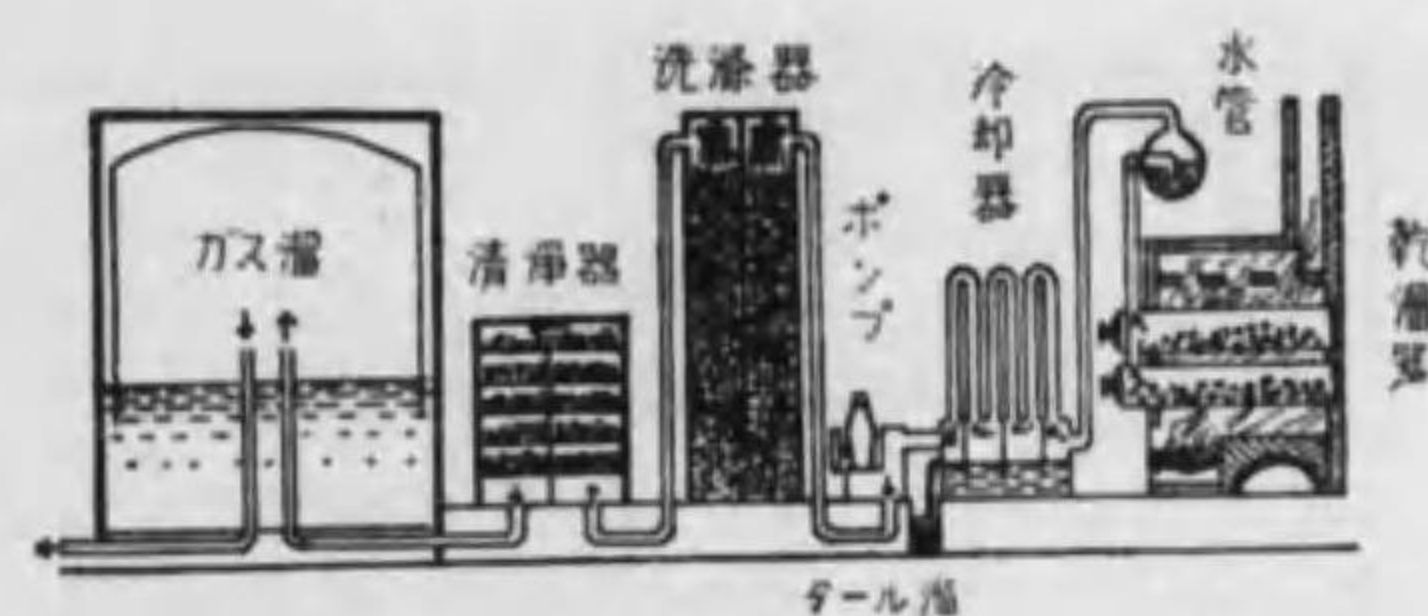
この NaOH が脂肪質の垢を乳状にし、また石鹼の粘り液が皮膚や衣服について塵埃を吸着する力でこれを取り去るのである。

## 第四章 石炭の乾溜、コールタール製品

### 1. 石炭の乾溜

グリセリン(Glycerin)は赤リズリンといはれて化粧水などをこしらへてゐるもので OH 基を持つてゐるから一種のアルコールである。

石炭の主な成分は炭素であるが、その外に水素や酸素の化合物も多少含んでゐる。それ故石炭を蒸し焼きにすると、水素やメタンガスを含んだ氣體が得られる。



第80圖 石炭の乾溜

これが日常我々が使つてゐる石炭ガスである。尙この氣體中には少量のアンモニア、硫化水素、亞硫酸ガスなどを含んでゐるから、水で洗ひ、石灰、酸化鐵などに吸収させて精製する。

まづ石炭を乾溜器に入れ約 1000°C 位に熱して、出て來るガスを水管に導き水によつて約 70°C—80°C 位まで冷せば大部分のタールや水分は除かれる。それからガスは冷却器に導かれ、まだ残つてゐたタールや水分及びアンモニアが凝縮される。次にポンプによつてガスは洗滌器に行き、こゝで大部分のアンモニアが除かれ、それから清浄器で石灰、酸化鐵のため硫化水素などが除かれて、はじめてガス溜に精製石炭ガスとして貯へられる。

石炭ガス製造の際に副産物として生ずるアンモニアガスは、水に吸収させ硫酸を加へ、硫酸アンモニアとして肥料に用ひる。また石炭ガスと共に出るコールタール(Coal tar)といふ眞黒い粘性の液は、昔は處分に苦しんだものであるが、今日では鮮麗な染料や有効な藥品などを造る重要な原料になつた。

精製した石炭ガスの組成は大體次のやうである。

窒素 N <sub>2</sub>	水素 H <sub>2</sub>	メタン CH <sub>4</sub>	酸化炭素 CO	エチレン C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	ベンゼン C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	炭酸ガス CO <sub>2</sub>
3%	5%	32%	8%	3%	1%	2%

### 2. コールタールの蒸溜、ベンゼン

コールタールは黒色粘性で、數多の有用な化合物を含んでゐる。これ(有用な化合物)を分ち取るには鐵の大きな釜に入れて、低い溫度から次第に溫度を上昇させながら蒸溜する。そして出て來る色々

な物質を温度によつて次のやうに別ける。

第 8 表

溜出液の名	溜出温度	成分及び用途
軽油	170°C 以下	ベンゼン、トルエン、ゼイレン
中油	170°C—230°C	石炭酸、ナフタレン
重油またはクレオソート油	230°C—270°C	石炭酸、クレゾール、ナフタレン、アントラセンなどの混合物でそのまゝ電性などの防蝕剤にする
アベトラセン油	270°C 以上	ナフタレン アントラセン等
ピツチ	残滓	煉炭などに用ひる

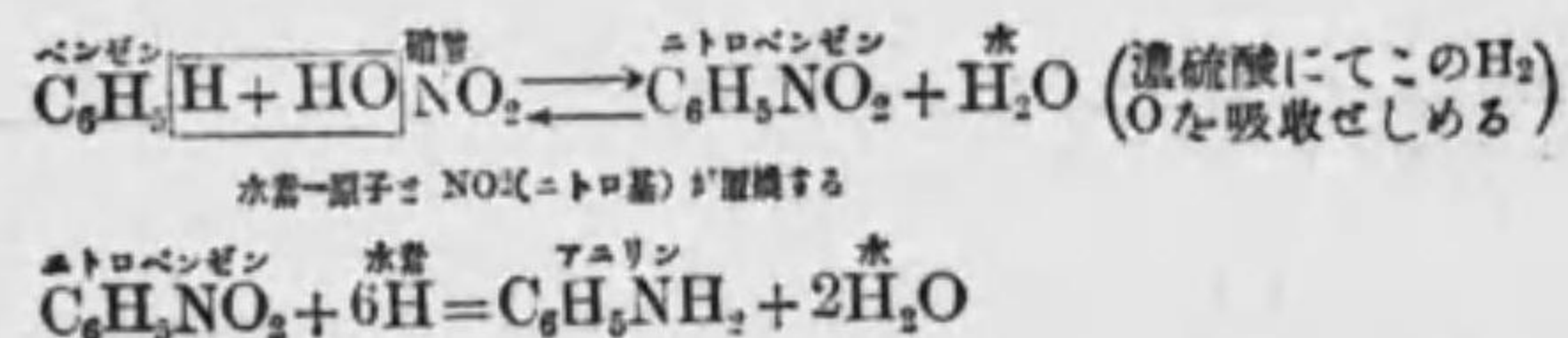
コールタールを蒸溜して得られるベンゼン (Benzene) やナフタレン (Naphthalene)、アントラセン (Anthracene)、石炭酸 (Carbolic acid) などはそれらだけでも色々な用途があるが、寧ろそれらが原料となつて製造せられるものゝ方に有用なものが多い。それではまづベンゼンに就いて述べよう。

### ベンゼン及びアニリン

ベンゼン (Benzene) は無色の液体で、一種の臭氣を有して燃え易く、石油から採れる揮発油のやうなものである。しかし揮発油と違つてゐることは分子式が  $C_6H_6$  であるのを見てわかるとほり、分子式中の H に比べて C が多いため、燃えるとき煤を多く揚げる。脂肪、樹脂をよく溶かすので不純なベンゼンはしみ抜きとして用ひられる。また揮発油と混じて自動車の燃料にすることもある。

ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸を作用させると、ニトロベンゼン (Nitro benzene) ( $C_6H_5NO_2$ ) といふものが出来、これを鐵と鹽酸で

還元するとアニリン (Aniline) ( $C_6H_5NH_2$ ) となる。



純粋なアニリンは無色の液体であるが、空気に觸れると暗赤色になる。アニリンからは綺麗な色素を作ることが出来る。即ち真赤なフクシンといふ染料は粗製のアニリンを酸化したものであり、その他マラカイトグリーンといふ緑色の染料やエオシン(赤)などもこれから作られる。一般にアニリンから製した色素をアニリン色素といふ。またアニリンはベンゼンから製したものであり、ベンゼンはコールタールから取つたものであるから、アニリン色素を大きくいへばコールタール色素ともいわれる。後に述べる靑藍 (Indigo) やアリザリン (Alizarin) もコールタール生成物から人造するので、コールタール色素の中に含まれる。

### 3. ナフタレン、靑藍、アリザリン

ナフタレン (Naphthalene) ( $C_{10}H_8$ ) は筆筒などの中に入れて衣服に虫がつくのを防ぐのに使つてゐる白い玉(粉末のものもある)のことである。これはコールタールを蒸溜するとき、中油の中から採れるもので、一種の臭ひがあるところから驅虫剤(虫よけ)とし、または便所などに置いて防臭剤とするのもあるが、主な



第 81 圖 靑草

用途は青藍を人造することである。

青藍 ( $C_{16}H_{10}N_2O_2$ ) といふのは紺屋が染め物に使つてゐる紺のことである。

昔は印度や我が國などで藍草といふ一種の植物を栽培し、それを醗酵して製してゐたが、今ではナフタレンやアニリンを原料とし、純粹の色を廉く造るやうになつたので藍草栽培は駄目になつてしまつた。

青藍は青い粉末で水やアルカリには溶けないが、適當な還元剤で還元すると白藍 (Indigo white) ( $C_{16}H_{12}N_2O_2$ ) といふ無色の化合物になつて、アルカリに溶けるやうになる。

この溶液に布を浸して空氣に曝すと、白藍は酸化して布の纖維の間に青藍となつて沈澱する。これが所謂紺染である。

白藍は青藍と同じやうに昔は天然の植物から取つてゐたが、人造法が發明された今日、昔の方法が殆ど影を没してしまつた。

また染料に、アリザリン (Alizarin) といふものがある。これは茜といふ草を栽培して、その根から取つてゐたものであるが、現在ではコールタールから出て来るアントラセンから廉くつくられる。アリザリンは綺麗な赤い結晶でカルシウム、鐵、クロームなどの金屬の水酸化物と化合してあざやかな青色、紫黒色、紫褐色の不溶性化合物を作るので布を種々の色に染めるに使はれる。



第82圖 茜

#### 4. 石炭酸、爆薬

石炭酸 (Carbolic acid) はコールタールを蒸溜してとり、その外べ

ンベンからも澤山製する。純粹のものは無色針狀の結晶で特別な臭ひがあり、皮膚につくと強く腐蝕する。空氣にしばらく觸れると赤くなる。

石炭酸の稀い溶液は消毒用に多く用ひられる。またホルマリンと化合させてベークライトといふ、琥珀のやうなものを製し、エポナイトの代用として電氣の絶縁物等に用ひる。その外石炭酸からサルチル酸 (salicylic acid) といふ防腐劑を作つたり、濃硝酸と濃硫酸まで處理してピクリン酸 (picric acid) ( $C_6H_2(NO_2)_3OH$ ) (三ニトロ石炭酸ともいふ) といふ黄色の結晶のものを作つたりする。ピクリン酸は染料に用ひる外、これを急に熱すると爆發するので有用な爆薬 (Powder) の主成分とされてゐる。しかし近年はコールタールから取れるトルエン (Toluene) から三ニトロトルエン (Tri-nitro toluene) ( $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ ) といふ爆薬を製してピクリン酸の代りに使つてゐる。

## 第五章 天然有機物

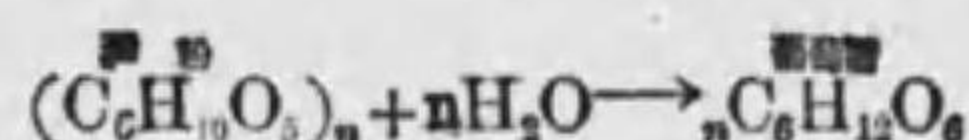
### 1. 炭水化物(含水炭素)

炭水化物 (Carbohydrate) といふのは炭素、水素、酸素の三つの元素から成立つてゐて、その水素と酸素とが水の割合に化合し、あたかも炭素と水の化合物であるやうな分子式を持つてゐるもので、蔗糖 (Cane sugar) ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )、澱粉 (Starch) ( $(C_6H_{10}O_5)_n$ ) のやうなものである。即ち蔗糖 (俗に砂糖) は  $C_{12}H_{22}O_{11}$  であるから  $C_{12}(H_2O)_{11}$  と書かれるし、澱粉は  $C_6H_{10}O_5$  だから  $C_6(H_2O)_5$  と書かれる。それ故一般にいふと炭水化物は  $C_n(H_2O)_m$  なる一般式にあてはまるものをいふのである。上の式のやうに水と炭素とが結びついてゐるやうな形

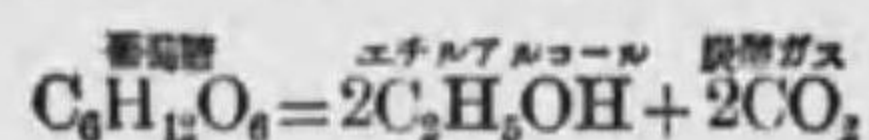
サルチル酸に醋酸を加へると有名な熱さましアスピリン  $C_6H_4 \begin{matrix} \text{OCH}_3\text{CO} \\ \text{CO}_2\text{H} \end{matrix}$  が出来る。

であるから含水炭素とも呼ばれる。砂糖、澱粉の外に葡萄糖 (Grape sugar) とかセルロース (Cellulose) といふやうなものがある。これは生理上、工業上重要なものである。

炭水化物の一般式  $C_n(H_2O)_m$  に於て  $n=m-6$  なる式を持つたものに葡萄糖がある。これは名前からわかるやうに葡萄や、柿などの甘味をなしてゐるもので、工業的に作るには澱粉を稀硫酸と共に熱すると加水分解を起してこのものが出来る。



酵素の作用でアルコール酸酵を起すから、酒精の原料になることは前述した通りである。これを式で示すと次のやうになる。



炭水化物の一般式で  $n=12, m=11$  即ち  $C_{12}H_{22}O_{11}$  なる分子式を

持つてゐるものに砂糖 (Sugar)

麦芽糖 (maltose)、乳糖 (Milk sugar)

などがある。砂糖は諸君

もよく知つてゐるとほり多くの

植物中に含まれてゐるが、殊に

甘蔗や甜菜(砂糖大根)の中に澤

山あるからこれ等から作られ

る。

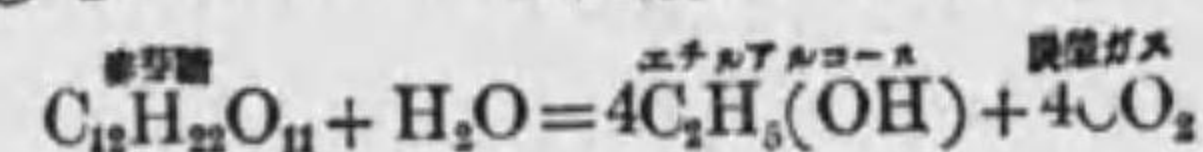
即ちまぐろーラーで汁を搾つてそれに石灰乳を入れ、不純物を除いて清浄にした液を真空釜で蒸發して結晶を取る。この結晶はまだ汚ない色をしてゐるから炭で脱色し精製するのである。

麦芽糖 ( $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$ ) は飴の中に含まれる糖分で、乳糖は哺乳動物の乳汁中に存在する特種の糖類である。麦芽糖は酸酵によつて



第83圖 甘蔗 第84圖 甜菜

酒精酸酵をしてアルコールと炭酸ガスになる。



乳糖 ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) もまた乳酸酵素によつて酸酵して乳酸 (Lactic acid) といふ酸が出来る。

しかるに蔗糖は酵素によつて何等變化しない。このやうに同じ分子式を持つてゐて性質の違ふものを異性體 (Isomers) といふ。異性體は分子式は同じであるが構造式でそれぞれ區別が出来る。

澱粉やセルロースはまだ分子式がはつきりしないが、 $C_6H_{10}O_5$  の倍数であることだけは確かであるから、やはり炭水化物で、普通は  $(C_6H_{10}O_5)_n$  として示される。

澱粉は米、麥、馬鈴薯などの中に含まれてゐるから、これらの植物を碎いて取れる。その最も著しい性質は沃素によつて青くなる。

この性質を應用して牛乳などに米のさき汁を混じたのを検出することが出来る。

セルロースといふのは纖維素ともいはれるもので、植物の細胞膜をなしてゐるから、すべての植物體の主成分となつてゐる。

醫師がよく使ふ脱脂綿は殆ど純粋なセルロースである。また紙はセルロースを薄く排列したものである。

セルロースを濃硫酸と濃硝酸との混合液に浸す、その浸してゐる時間の長短または酸の強さや温度によつて三ニトロセルロース (Tri nitro cellulose) [ $C_6H_7O_2(NO_3)_3$ ] 或は二ニトロセルロース (Di nitro cellulose) [ $C_6H_8O_3(NO_3)_2$ ] などが出来る。はじめのものは所産綿火藥 (Gun cotton) で強力な爆發性がある。後者をアルコールとエーテルに溶かせばコロヂオン (Collodion) といふものになり、寫眞の乾板やフィルムなどを製したり、樟腦と混じてセルロイド (Celluloid) を作つたりする。

牛乳などが古くなるさすつばくなるのは自然に乳糖の酸酵により變化が行はれて酸が生じたためである。

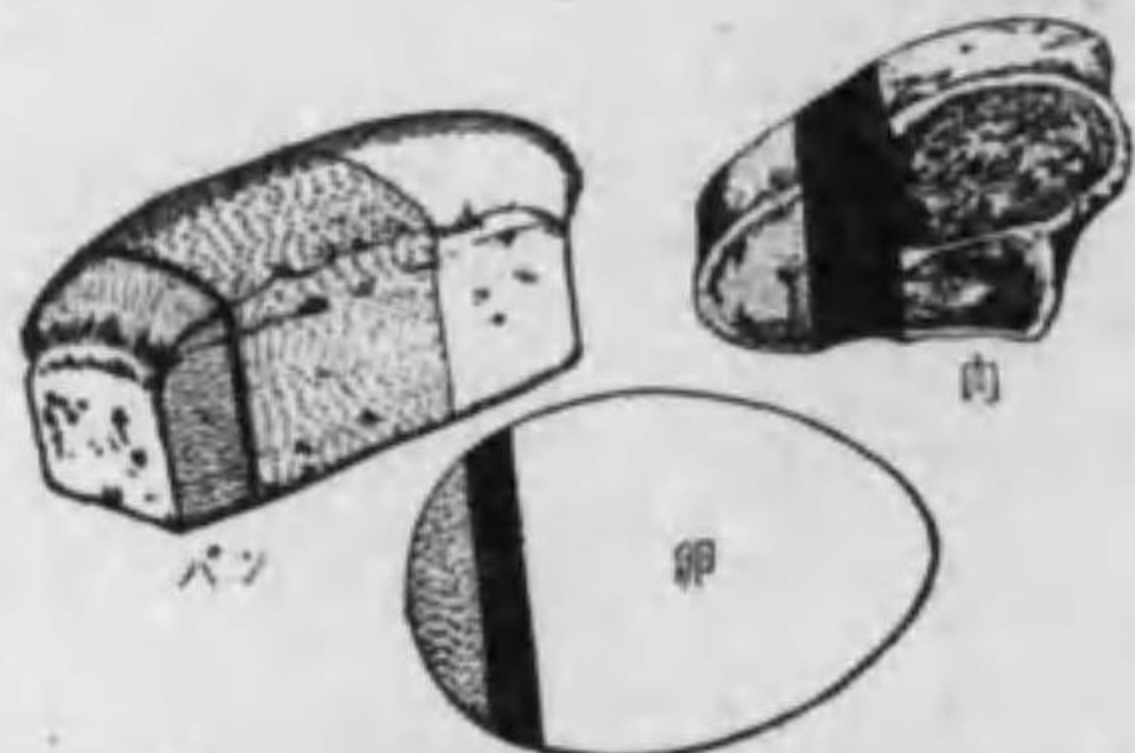
## 2. 蛋白質、養分及びビタミン

蛋白質 (Protein) は動物の食物としてなくてはならないもので、動物の肉體は大部分蛋白質で出来てゐる。しかし蛋白質の構造が餘り複雑なので、現在では未だ分子式が明らかでない。しかし大體炭素 53%、酸素 23%、窒素 16%、硫黄 1% の化合物であることだけはわかつてゐる。

卵白 (Albumin) は蛋白質の一種であり、熱すれば凝固し、適當の方法で蛋白質を結晶せしめる。豆腐の成分であるレグミン (Legumine) や、動物の骨、皮などから採る膠 (Gelatin) や、さては鯉の餌になる穀 (Gluten) などは皆蛋白質である。

我々の肉體は蛋白質が主成分であるからといつて、蛋白質ばかり食べては生きてゆかれない。

即ち日常の食物はすべて蛋白質の外に脂肪、炭水化物、礦物質及び水の五要素を含んでゐるものである。



第85圖 養分含有率比較圖  
 黒線→脂肪 縦點線→蛋白質  
 横點線→澱粉 白→水

これらの作用は複雑であるが、一般に蛋白質は身體の成長を助け、脂肪及び炭水化物は身體のエネルギーを出し、また體温を保つ因となる。

運動をして疲勞したとき砂糖水が如何に元氣づけることや、また寒いときは特に豚肉などを好むのも、脂肪をとつて體温を増さんがための自然の要求である。

礦物質は主として骨格を形作り、水は體内の物質を運搬し、且つ化學作用を助けるのである。

以上述べた食物の五大要素の外に、ビタミン (Vitamins) といふ

## 第三篇 有機化合物

ものが需要で、これがなくてはいくら蛋白質や脂肪を澤山食べても健康上十分でないことが近年になつて知られた。ビタミンは現在知られてゐるものは A, B, C, D, E の五つである。

ビタミン A はアルコール、エーテルに溶け易く、牛乳、バター、肝油などのやうなものの中に含まれてゐる。動物は食物中にこれが無いと成長が妨げられ、一種の眼病になる。即ち俗に鳥眼といふ病氣はこのビタミン A の缺乏である。

ビタミン B は水溶性といつて水に溶けるが、熱には A と同様に 100°C 位までは變化しない。米糠、米の胚芽などの中に含まれてゐる。動物がこれを欠くと脚氣病に罹る (糠が脚氣に効あることは諸君の知る所であらう。)

ビタミン C は A, B と違つて熱に弱く新鮮な野菜、レモンの汁、ミカン汁などに多く含まれ、食物中にこれがないと壞血病になる。

ビタミン D は肝油中に A と共にあつて、これを攝らないとせむし病を起す。

ビタミン E は生殖に必要なビタミンと信じられてゐる。

## 3. 天然特殊有機化合物

炭水化物、脂肪、蛋白質などはどんな植物にも含まれてゐるが、ゴム (Gum)、テルペン (Terpenes)、樟腦 (Camphor)、薄荷 (Mentol)、アルカロイド (Alkaloid) などは特殊の植物に限つて含まれてゐる有機化合物である。

ゴムは熱帯地方に産するゴム樹の幹に傷をつけて、それから分泌する乳狀液ラテックスの凝固したもので、 $(C_5H_8)_n$  が主成分である。と考へられてゐる。生ゴムは色々缺點があるので、硫黄を混ぜ、所謂加硫ゴムとして用ひられる。

ゴムの用途は非常に廣く、建築材料、電氣器具、車輪 (タイヤ) を初め、防水具、靴、醫療器具、器械、日常の器具、玩具等に至る迄

## 工業初等化学

で年々擴大するのみである。

ゴム製品の需要範圍は年々擴大せられると共に、その廢物も増加する。この廢物ゴムは製造工場に集收して再生使用するのである。多く製造工場に於ての使用ゴムの半は廢物ゴムの再生に依るものと見て差支へない程この廢物ゴムの再生法は重要なことである。その方法には機械的回收法と化學的再生法とあるがこれは専門的なことだから略す。

エポナイトはゴムに多量の硫黄を混じて高温度で長時間作用せしめた硬質のゴムである。そしてその混合割合の一例を示せば、ゴムに25%以上の硫黄を加へて、140°C~150°Cに熱するのであるが、種類によつてその割合は一定して居ない。

硫黄の分量が多いから恰も角質で象牙に類し、黒色である。金剛砂、軽石、油、フランネル等で表面を研磨すれば光澤を出し、鋸、鑿等で細くし得、沸騰水中では軟化して屈撓し冷却後は又この形を保つものである。

エポナイトは絶縁性が大きいので、電氣器具に用ひられ、硝酸、アルカリ等に堪へるから特種の化學器具製造に用ひられる。

テルペンといふのは  $C_{10}H_{16}$  なる分子式を持つてゐる數多の異性體の總稱で、松、杉などの皮に傷けて出て來る樹脂を水蒸氣と共に蒸溜すれば、色々のテルペン類の集りである**テレピン油** (Terpentine oil) が採れる。これはワニスや、ペンキの製造に廣く用ひられる。

樟腦、薄荷は樟樹の葉、或は薄荷の葉を、水蒸氣と共に蒸溜して得られるもので、いづれも特有な香氣がある。殊に薄荷は清涼な味

## 第三篇 有機化合物

があるから、香料や醫藥の原料になる。樟腦は諸君もすでに知れるやうに防虫用或は藥用にするが、その多くはセルロイド製造に用ひられるのである。分子式から考へると樟腦はあたかもテルペンの酸化物のやうなもので、即ち  $C_{10}H_{16}O$  なる式を持つてゐる。薄荷は樟腦に更に H 二つが加はつた形  $C_{10}H_{18}O$  なる分子式で表される。

アルカロイドは特殊の植物中に存在する窒素を含む**鹽基性有機化合物** (Basic organic compounds) である。一般に強い苦味を持つてゐて、極めて有毒だが微量に用ふると特殊の生理作用をするから、醫藥として重要なものが多い。次にその主なるものを表で示して置く。

第 9 表

アルカロイド	所 在	特 効
コカイン $C_{17}H_{21}O_4N$	コカ樹の葉	局部麻痺作用
モルフィン $C_{17}H_{19}O_3N$	未熟の罂粟から取つた阿片	麻酔作用
ニコチン $C_{10}H_{14}N_2$	煙草の葉	有毒で殺虫作用
テーイン $C_8H_{13}N_2O_2$	茶及びコーヒー	興奮作用
キニン $C_{20}H_{21}N_2O_2$	規那樹皮中	解熱劑
ストリキニーネ $C_{21}H_{23}N_2O_2$	番木鱈の果實中	衝動劑

### 第三篇有機化合物の問題

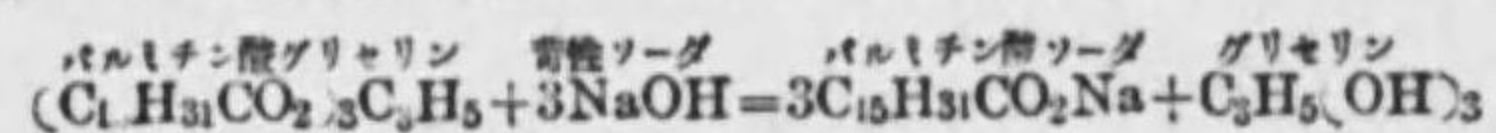
- 1 酸化的意義を説明し、その例を挙げよ。(大正 14 年度實檢)
- 2 變性酒精とは如何なるものか。(大正 15 年度實檢)
- 3 アルカロイドとは如何なるものか。(同 實檢)
- 4 有機酸五つを列記せよ。(昭和 2 年度實檢)
- 5 次の各物質に就いてその製法、特性及び用途を記せ。  
(イ) アセチレン (ロ) アルコール (昭和 3 年度實檢)



工業初等化學

- 6 炭水化物とは如何なるものか。(昭和3年度實檢)  
 7 蛋白質とは如何なるものか。(昭和4年度實檢)  
 8 ヴイタミンとは如何なるものか。(昭和5年度實檢)  
 9 アセチレン、ニトロベンゼンの分子式を記せ。(昭和6年度實檢)

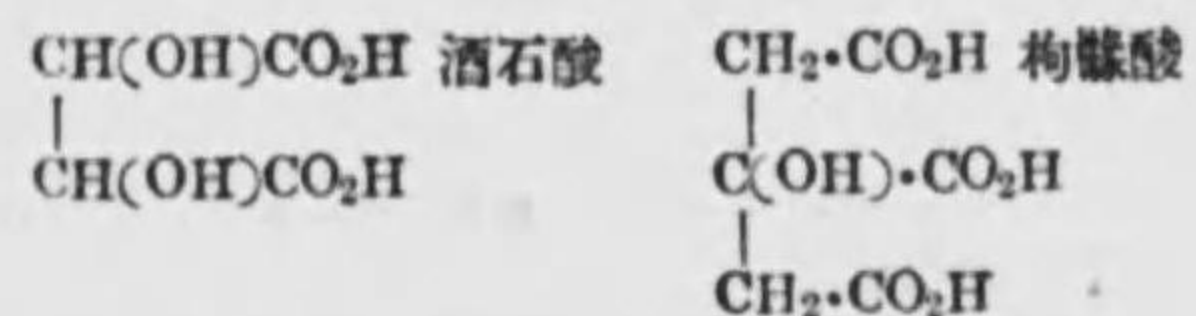
(解答) 1 鹼化とは一般に脂肪を苛性アルカリ或は水蒸氣にて分解して、脂肪酸のナトリウム鹽、カリウム鹽または脂肪酸を生ずることをいふのである。即ち例へば牛脂に苛性ソーダを加へたときの變化の如きものである。



2 酒精(エチルアルコール)に木精(メチルアルコール)を加へて飲用に供することが出来ないやうにしたものを變性酒精と言ふ。

3 第五章の3参照

4 H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 炭酸 CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>H 醋酸 (CO<sub>2</sub>H)<sub>2</sub> 巻酸



5 第一章の2参照 (6) 第五章の1参照 (7) 第五章の2参照

8 第五章の2参照 (9) アセチレン C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> ニトロベンゼン C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>

工業初等化學

不許複製

定價金 八拾錢

昭和十二年十二月十日印刷

昭和十二年十二月三十日發行

東京市神田區一ツ橋教育會館内

著者 大日本工業學會

代表者 高田直乾

東京市牛込區市谷臺町二十二番地

印刷者 小川義一

東京市牛込區市谷臺町二十二番地

印刷所 成武堂印刷所

發行所

東京市神田區一ツ橋  
教育會館内

大日本工業學會

電話東京 六一八〇番  
自四一五番  
室四一五番

# 最新機械工業圖書

大日本工業學會發行

大阪鐵工所技師 山中秀男著	日本製圖の指針	菊判 240頁 ¥1.80 千.16
大阪鐵工所技師 山中秀男著	最近實施日本標準實用機械製圖法	菊判 250頁 ¥2.50 千.16
工學博士 關口八重吉著	關實用機械學	菊判 314頁 ¥2.00 千.14
木塚大吉著	實際鋼の焼入法	菊判 200頁 ¥2.00 千.14
工學博士 河合匡著	金屬材料	菊判 1406頁 ¥9.50 千.24
前廣松高工教授 吉川玉吉著	化學理論と實際	菊判 419頁 ¥4.50 千.13
前廣松高工教授 吉川玉吉著	化學機械の計算法	菊判 233頁 ¥2.50 千.14
前東京高工教授 米村健一著	齒車の計算法	菊判 162頁 ¥1.50 千.10
前長岡高工教授 飛永甚治著	齒車の設計並齒切法	菊判 332頁 ¥3.00 千.18
和田誠一著	職長を中心とした工場管理法	菊判 198頁 ¥1.50 千.14
前長岡高工教授 桐潤勲著	酸素アセチレン 銲接及截斷法	菊判 388頁 ¥3.50 千.18
前東京高工教授 田島義造著	機械工作便覽	菊判 179頁 ¥1.20 千.06
桐潤勲著 七條實信共著 古澤萬氣集	メートル換算早見表	ポケット判53頁 ¥.50 千.04

前東京高工教授 田島義造著	齒車表	菊判 41頁 ¥.40 千.04
大日本工業學會編	機械構學 (機械のからくり)	菊判 136頁 特1.50 千.各.12 普.8
同上	機械工作實習指導	菊判 508頁 特3.50 千.特.22 普2.50 千.普.16
同上	機械材料及工作法	菊判 278頁 ¥1.60 千.12
同上	蒸汽原動機及內燃機	菊判 284頁 ¥1.60 千.14
同上	電氣通論	菊判 298頁 ¥1.60 千.14
同上	機械力學	菊判 200頁 ¥1.20 千.14
同上	機械材料強弱學 (附—光彈性學・材料試驗法)	菊判 172頁 ¥1.20 千.14
同上	水力學及水力機械	菊判 144頁 ¥1.00 千.12
同上	金相學	菊判 96頁 ¥.80 千.12
同上	工場管理	菊判 135頁 ¥1.00 千.12
同上	電氣材料及工作法	菊判 92頁 ¥.90 千.12
同上	交流理論及電氣機械	菊判 162頁 ¥1.20 千.12
同上	工業初等化學	菊判 148頁 ¥.80 千.12

大日本工業學會 工業初等物理 菊判 166頁  
編 纂 ¥.80 千.12

同上 工業初等數學 菊判 235頁  
¥1.00 千.14

同上 工業初等英語 菊判 136頁  
¥.80 千.12

前長岡高工教授 改訂實用工業數學 (卷1) 四六判 210餘頁  
桐淵勘藏著 (卷2) ¥各1.00 千.06

小野千代太著 簡易工業英語讀本 (卷1) 四六判 100餘頁  
(卷2) ¥各.60 千.05

前東京高工 新工業英語讀本 (卷1) 四六判 111餘頁  
英語教官編 (卷2) 卷1.65  
(卷3) ¥各2.75 千.06  
卷3.80

小野千代太著 改訂工業國語新讀本 (上卷) 菊判 140餘頁  
(中卷) ¥各.50 千.03  
(下卷)

## 最・新・工・業・講・義

→・全國各會社工場より教科書として續々採用・←

### 工業豫科

明解

豐富

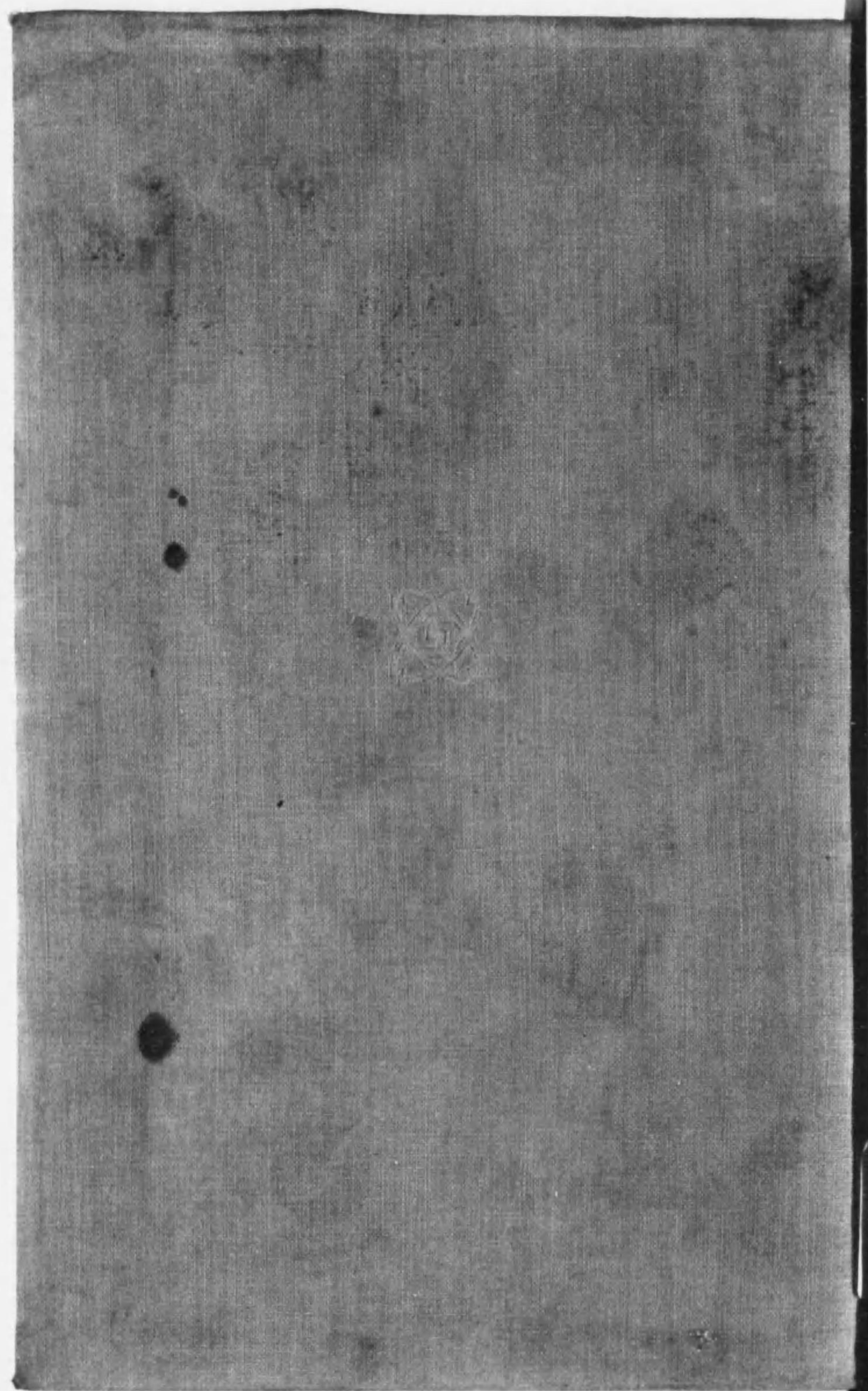
見本進呈 4ヶ月修了・1ヶ月 80錢

### 機械科

平易

懇切

見本進呈 12ヶ月修了・1ヶ月 1圓20錢



終