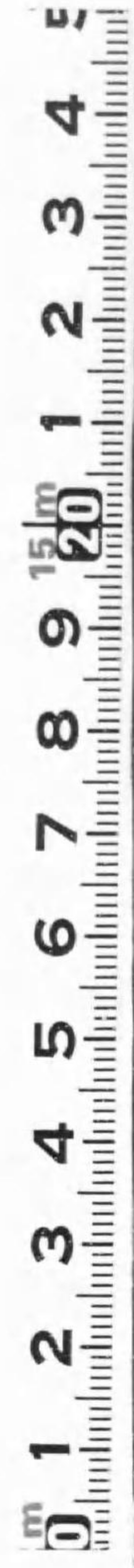


始



實用工業理科
化 學 編



斯文書院版

449
197

特220
595

實用工業理科
化學編

日本技能教育研究會

第八分科研究部

著



斯文書院版



日本技能教育研究會略歴

昭和十七年十一月創立し、大阪府立堺高等工業學校長中野益利を會長に關西に於ける技能教育權威者を顧問に實際家並に研究家五十餘名を以つて組織し、綜合研究部の外に第一乃至第十三分科研究部を設け機械工業化學工業並に鑛業に於ける技能教育の調査研究機關として活躍今日に至る。主なる業績としては斯教育に関する資料及び技能養成工用の各種教科書等等五十數點を編纂し、その發行冊數は三十餘萬に及べり。

序 言

技能者養成は時局下に於ける重要國策の一つであつて、生産力の増強、大東亞戰爭完遂の基本條件として、全國工場事業場に課せられた喫緊の國家的要請である。従つて政府に於ては夙に之が萬全を期するため、諸種の法令規則を制定公布し、その徹底強化を圖ると共に、具體的な養成指針をも示して極力指導を講じて居り、工場事業場も亦之に即應して各般の施設を整備し、鋭意その實施に努力しつつあるは周知の事である。

然しながら現在全國工場事業場に於ける技能者養成の實情は未だ必ずしも満足すべき状態に達してゐるとは言はれない。國家的要請の觀點から論じて、教育的態度から批判しても、養成方法論の見地からしても、又實際養成の效果に徴しても、尙幾多の研究餘地があるやに見受けられる。抑々技能者養成は高度國防國家建設の必要に基き實施せんとする根本對策であつて、國防國家の力源をその根基に培はんとする高遠なる理想に立脚するものであり、單に非常時局を切り抜けるための臨機的措置ではないのである。この大いなる意義が工場事業場

の経営者や養成擔當者に十分把握されない限り技能者養成の徹底は勿論その充實強化は期し得ないと思はれる。

従つて技能者養成をして一大國策としてその實施に萬全を期する爲には、此の際経営者や養成擔當者が技能者養成の國家的意義と工場教育の實相に透徹した立場に立つてその教育内容・教育施設・教育方法に就いて周到なる計畫の下に綿密なる調査研究をなすべきであると信ずる。

本會は微力ながら此の問題に就いて多年研究するところあり、今茲にその結實をもつて技能者養成教科書の編纂を企て上梓する事とした。

これ偏に技能者養成の徹底強化充實に微力を致さんとする本會の目的によるものである。

此の意味に於て本書が技能者養成の目的達成に些少なりとも資するところとなれば本會の幸これに過ぎない。

日本技能教育研究會識

序

本書は皇國技能教育の確立を目標とする本會の趣旨に基き、技能者養成に於ける科學教育を振作する意圖の下に編纂したるものにして、これによつて刻下最大且つ喫緊の國策たる戦力增強の根基に培ひ、以つて決戦下の必勝態勢確立に寄與せんとするにある。従つてその念願とするところは、大東亞戦争完遂に資する以外に何物も存しない。正しくは米英撃滅の科學指導書である。

著作に當り特に留意せる點は、

1. 單なる趣味的科學書に墮することを戒め、隨所に檄文を挿入して、戦意の昂揚と勝ち抜く意志の振起に努め米英撃滅の科學書とするに腐心した。
2. 科學研究に對する所見を適所に配し、科學が皇國の使命達成に緊要なる所以を説き、科學研究への熱意を振作することに留意した。
3. 科學と技術の關聯を強調し、科學は技術の段階を経て初めて有效なることを知らしむるに努めた。
4. 生活・文化・産業・軍事・國防等と科學が密接然も重大なる關係をもつ點を力説し、科學の偉大なる效用を悟らしむるやう努力した。

- 5. 観察推理し、これを體系化する過程を重視し、科學的態度の涵養強化を圖り、併せて科學精神の把握に資した。
- 6. 單位の取扱ひを疎にせず、量的觀念の把握に努めると共に、極力數式を取扱ひ、科學の理解並に驅使には數學の極めて必要なる所以を知らしむることとした。
- 7. 教育の決戦型への轉換を目的とする非常措置に即應し、教材の配置とその解説に格段の工夫を凝らし、教授の簡素化と能率増進を計つた。

以上企圖したところは實に高遠であつたが、實現し得たところは決して満足すべきものではない。宜しく教授者に於いて補足活用されんことを希ふ次第である。

昭和十九年四月三日

日本技能教育研究會
第八分科研究部識

實用工業理科 化學編

目次

第1章 化學と工業	1
(1)物理的變化と化學的變化 (2)化學 (3)化學と工業	
第2章 空氣の化學	3
2.1 空氣	3
(1)空氣の性狀 (2)空氣の組成	
2.2 酸素	5
(1)酸素の製法 (2)酸素の性狀 用途 (3)分解と化合 (4)接觸作用 觸媒	
2.3 酸化と燃焼	8
(1)酸化 (2)燃焼 (3)發火點 (4)焰 (5)燃料 (6)完全燃焼	
第3章 水の化學	11
3.1 水	11
(1)水の性狀 (2)水の精製 (3)硬水 軟水 (4)	

飲料水 工業用水 (5)水の成分	
3.2 水素	15
(1)水素 (2)合成	
第4章 炭素に関する化学	17
4.1 炭素	17
(1)二種の炭素 (2)木炭 (3)石炭 (4)コークス (5)油煙 炭 (6)金剛石 (7)黒鉛 (8)炭素の 化学的性質 (9)還元	
4.2 炭素化合物	21
(1)炭酸ガス (2)一酸化炭素 (3)有機物と無機 物	
第5章 化学の基礎知識	25
5.1 元素 単体 同素体	25
(1)元素 (2)単体 (3)同素体	
5.2 化学の基礎定律	27
(1)質量不変の定律 (2)定比例の定律 (3)倍数 比例の定律 (4)気体反応の定律	
5.3 分子 原子	29
(1)物質の成立 (2)分子量 原子量 (3)分子量 の定め方 (4)原子の構造	
5.4 化学記号	32
(1)学術記号 (2)元素記号 (3)分子式 (4)化学 方程式	

第6章 酸 アルカリ	38
6.1 酸	38
(1)塩酸 HCl (2)硫酸 H_2SO_4 (3)硝酸 HNO_3 (4) 醋酸 $C_2H_4O_2$ 又は CH_3COOH	
6.2 アルカリ	48
(1)苛性ソーダ NaOH (2)電離 (3)苛性カリ KOH (4)消石灰 $Ca(OH)_2$	
第7章 化学の基礎知識(その2)	52
7.1 原子價 根	52
(1)化合の規則 (2)原子價 (3)根(又は基)	
7.2 構造式 示性式	55
(1)構造式 (2)示性式	
第8章 酸 塩基	59
(1)酸の總括 (2)酸根 (3)酸の分類 (4)塩基 (5)塩基の分類	
第9章 中和 塩	60
(1)中和 (2)塩 (3)中和の利用(酸 アルカリの定量)	
第10章 溶液の化学	64
(1)溶液 溶媒 溶質 (2)飽和溶液 溶解度 (3)溶液の濃度 (4)電気分解(電解) (5)イオン間 の反応 (6)酸 塩基の強弱 (7)加水分解	
第11章 金属元素と非金属元素	70
(1)元素の非金属性 (2)元素の金属性 (3)非金	

4 目 次

屬元素と金屬元素

第12章 酸化と還元..... 71

(1)意義 (2)酸化剤と還元剤 (3)酸化 還元の
利用

第13章 週期律..... 73

(1)週期律 (2)週期表 (3)週期表の價值

第14章 理科への道..... 76

(1)理科 自然科學 (2)二つの本能 (3)科學の
性格 (4)科學の方法 (5)科學の分科 (6)科學
技術 産業 (7)理科の學習 (8)科學 技術の
振興

—目次終り—

實用工業理科

化 學 編

第1章 化學と工業

1. 物理的變化と化學的變化

凡そ萬物に見る變化はその様相によつて二種に大別される。一つは形・大小・状態等の變化であつて、これを物理的變化といふ。例へば水の凝固、氷の融解、ゴムの伸縮等である。今一つは物質がその實質を變へる變化であつて、これを化學的變化といふ。例へば燃焼・腐敗・腐朽等である。即ち物理的變化は實質に影響を及ぼさない變化で、化學的變化は實質の變化である。

2. 化 學

化學は化學變化を攻究して人生を利する學問である。即ち物質間に物質相互間の變化を攻究して、物質の本質を窮め、その適正なる利用を圖ると共に更に進んで所望の性質を持つ物質を創造し、人生に寄與し國家に貢獻することを目的とする科學である。化學に對立する今一つの科學は物理學である。これは物理的變化を攻究する學問である。化學と物理學とは相並んで理

科に屬する學科の大宗で、これを基礎にして百般の應用科學(技術)が建設される。

3. 化學と工業

化學研究が工業の充實發展に資することの如何に大きいかは化學を直接應用する所謂化學工業の例に徴するまでもなく、凡百の工業の例に徴して明白である。即ちアルミニウム・マグネシウム等の所謂輕金屬製造法の完成は今日の航空機工業の礎石となつた。卓抜した強靱性を持つニッケルクロム鋼の出現は酸素アセチレン焰の發明と相俟つて造船艦業界に革命を招來し、高速度鋼の登場は機械工作能率の増進に驚異的效果を齎し、機械工業に寄與したところは實に偉大なるものがある。

更に又鉛粉電池の發明は潜水艦に新機軸を産み、卓絶せる絶縁性を持つ特種碍子の出現は超高壓送電の基礎を確立し、高能率燃料の研究と相結んで高速度内燃機關の完成を促す等工業の發展に貢献するところ甚大である。嘗つては自然力による以外に得る途の無かつたゴム・石油・纖維等も、今日に於ては水・空氣・石炭等の極めて簡單なものから容易に、然も多量に且つ安價に作る事が出来る。

尙又一彈よく數万噸の巨艦を轟沈せしむる強力なる彼の火藥、鋼板にも比すべき強靱性を持つ安全ガラス、一瞬にして大厦高樓を灰燼に歸する燒夷彈、一滴よく數十馬力を出す高能率航空燃料、絢爛目を奪ふ人造寶石、一塊にて數千反を染め盡す

人造染料、一滴一塊よく万人の生命を護る醫藥、一拭以つて茅屋を金殿玉樓と化する塗料等々いづれも新時代の工業の所産であつて、化學研究の賜物である。

これを想ふとき化學の意義は極めて深くその效用が人生に寄與し、國家に貢献することの偉大さを知ることが出来やう。従つて化學研究は獨り學術として興味あるばかりでなく、その知識は凡ゆる文化生活に、産業の振興に、將又國防力の増大に必要缺くべからざるものである。

故に將來化學工業に従事するものは勿論、機械工業・造船業・土木建築業・發送電業等化學を直接利用することの少ない業務に従事するものと雖も、化學知識なくては到底完全な技術活動をなし得ないのである。化學知識は物理學の知識と共に工業人には不可缺のものである。化學知識を持たない工業人は武器の使用法を知らない兵士に等しい。最後に前大戰後一時滅亡に瀕した獨逸が、化學研究によつて今日世界の工業國としてその國力を誇るに到つたことを附記して諸君の注意を喚起したい。

第2章 空氣の化學

2.1 空氣

1. 空氣の性狀

地球をとり巻く氣體を大氣と呼び、その地球に近い部分を空氣と呼ぶ。空氣は色・臭・味の無い氣體で、その重さは水の $\frac{1}{100}$

に相當し、一立に就き 1.292 瓦の重さを有する。密閉した室内では呼吸困難を感じ、空氣の供給なしに燃焼を續けることは出来ない。又空氣を抜いた容器中には永く食物を貯へることが出来、金屬も亦永くその光澤を失ふことはない。このやうに空氣は動・植物の呼吸、物質の燃焼・腐敗・腐朽、金屬類の銹の發生に深い關係がある。

2. 空氣の組成

水面にガラス鐘を伏せ、その中に點火した燐の小片を置くと最初は燐の燃焼によつて白煙を生ずるが、その白煙が次第に水に溶けて行くに従つて水が鐘内に昇る。鐘内が全く冷え切つたときこれを觀察すると、空氣がその容積の $\frac{1}{5}$ を減じたことが分る。

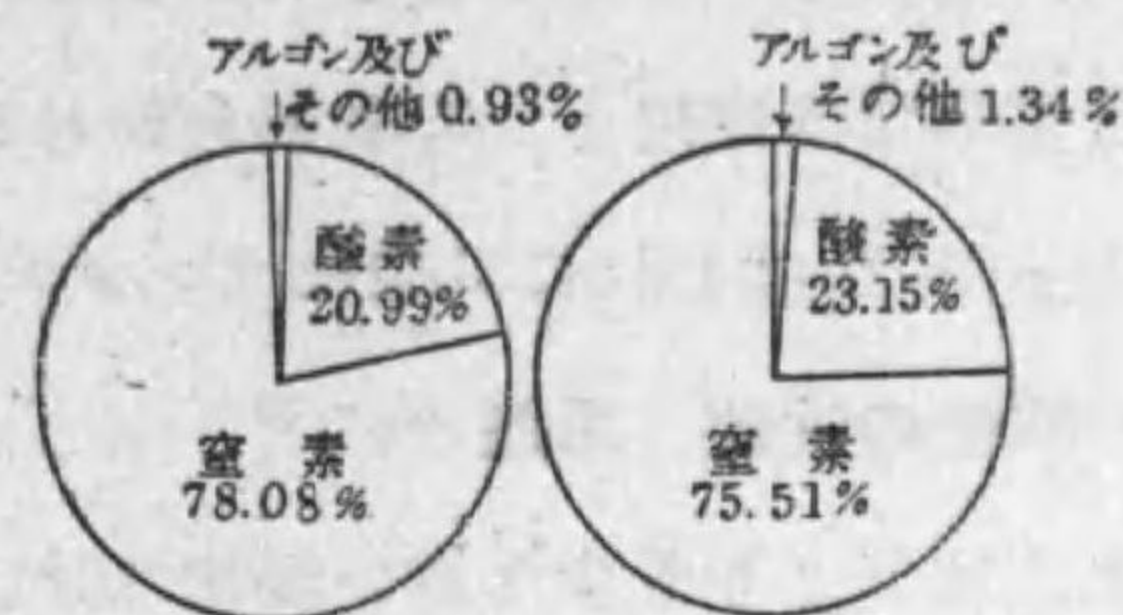
その残つた氣體の中に燭火を入れると直ちに消え、動物を入れると死ぬ。このことから空氣は均一な氣體であるが、主として二つの部分から成ることが知られる。

即ちその $\frac{1}{5}$ 容は動物の呼吸、物質燃焼に必要な部分で、これを酸素といふ。残り $\frac{4}{5}$ 容はこれに不必要な部分でこれを窒素といふ。

今日精密な實驗によつて空氣の成分として知られてゐるものは酸素・窒素の外にアルゴン・ネオン・ヘリウム・クリプトン・クセノン等である。その組成は酸素 20.99%、窒素 78.08%、ア



ルゴン 0.932%、ネオン 0.0015%、ヘリウム 0.0005%、クリプトン 0.000005%、クセノン 0.0000006% といはれる。

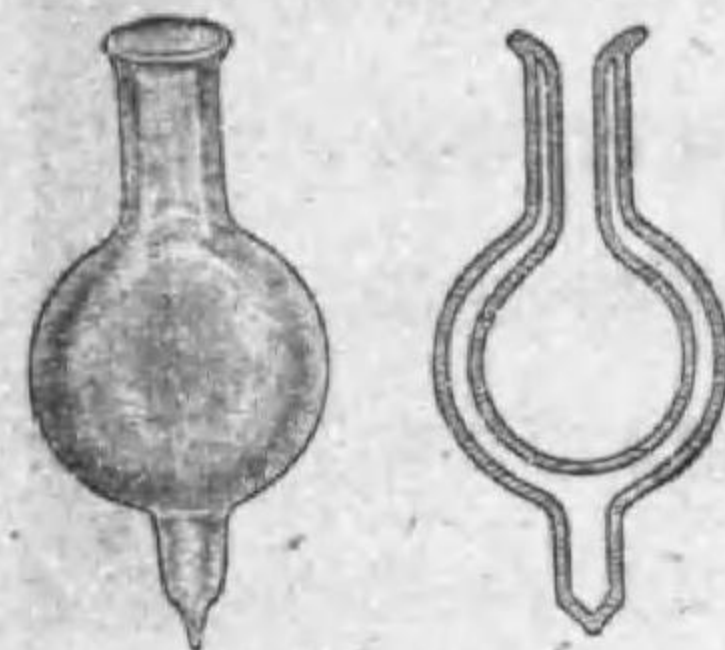


體積 重量
空氣の組成

2.2 酸素

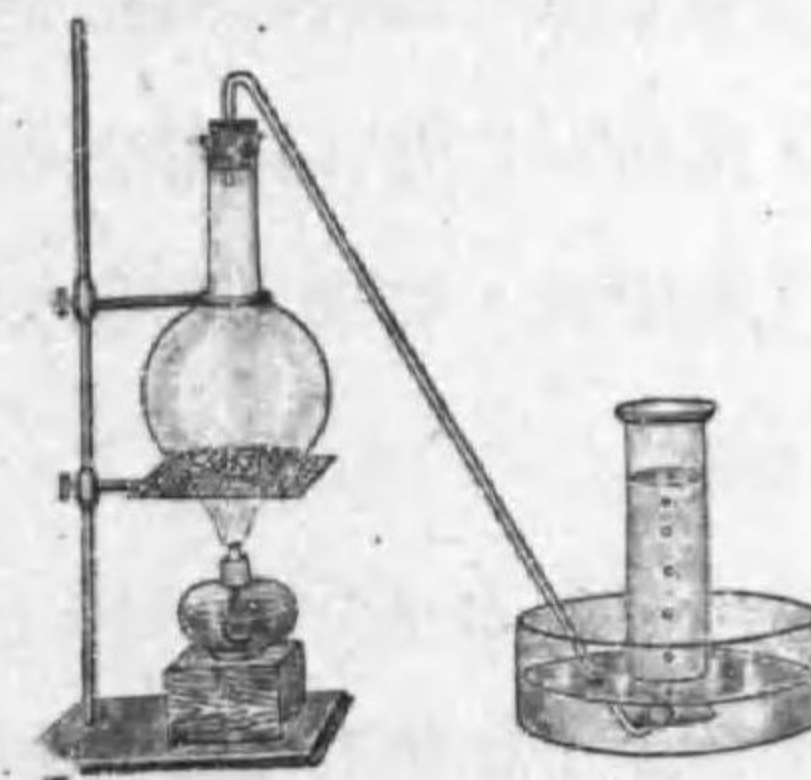
1. 酸素の製法

酸素は空氣中に多量に存在するからこれを原料とすれば無盡藏に得られる。即ち空氣に低温と強壓を適用すると遂に液體となる。これを液體空氣といふ。液體空氣(沸點 -185°C)は放置すると先づ窒素を揮發し去り後に酸素を残すから、



デュワー壺

工業的にこの方法によつて多量に作られる。液體空氣は極めて低い温度でないと存在しないから、その保存は甚だ困難である。これには上圖のやうな二重壁の器の兩壁間を真空にしたもの



酸素の製取

を使ふ。これをジュワー壺といふ。

實驗室等で研究用として酸素を簡易に製するには塩素酸カリを熱するか、又はこれに二酸化マンガンを加へて熱すればよい。

2. 酸素の性状 用途

酸素は空気よりも少し重い氣體(1.1倍)で、その一立は標準状態(0°C, 一氣壓)に於て1.429瓦である。僅かに水に溶ける(水100容中に約3容)。その特性は物質の燃焼を助ける作用の強いことである。可燃物例へば燐・硫黄等は酸素中では空気中よりも一層盛んに燃え、空気中では殆んど燃えない鉄線の如きものも火花を散らして燃える。又呼吸等も酸素中では容易で、金屬の錆びることも亦著しい。空氣の主な働きは酸素の作用に基くのであるが窒素のためにその働きが抑制されてゐる。



酸素の容器

水素・アセチレン等と混じて燃すと甚だ高温

- 度を生ずるから熔融の困難な水晶・白金等の加工或は鋼鉄板の切断・熔接等に盛んに用ひられる。又呼吸を助けるから高層飛行士・潜水夫・坑夫・重病人等の吸入用等その用途は極めて廣い。

3. 分解と化合

塩素酸カリを熱して酸素を製する場合の變化は、塩素酸カリが變化して酸素と塩化カリを生ずる變化である。即ち

塩素酸カリ → 酸素+塩化カリ

このやうな變化つまり一つの物質が變化して數種の異つた物質になることを分解といふ。この反對の變化つまり數種の物質が結合してこれ等の物質と全く性質を異にした他の物質を生ずることを化合といふ。物質の燃焼・金屬の錆びること等はいづれも化合に屬する。但し液體空氣を分けて酸素と窒素にすることは分解ではない。これは分離である。且つ又香水は數種の物質を合して製するのであるが、これは化合とはいはない。これは混合である。化合によつて生じた物質は化合物と呼ばれる。

4. 接觸作用 觸媒

塩素酸カリを熱して酸素を得るには、相當の高温を必要とする。この際二酸化マンガンを添加すると酸素の發生が容易となり、温度も低くて済む。然し不思議なことにはこの場合二酸化マンガンは何の變化も受けないのである。ただ塩素酸カリに接觸するのみでその分解を容易ならしめるのである。かやうに自ら變化しないで他の物質の化學變化に影響を與へる物質を觸媒といひ、觸媒の示す作用を接觸作用といふ。

觸媒を適當に選ぶことによつて實用にならない化學變化が有用な化學變化として工業上に用ひられるやうになる。硫酸製造に於ける酸化窒素並に白金黒、硬化油製造の還元ニッケル、人造石油の製造に用ひられる酸化鉄等は代表的の觸媒であつて、それが工業に及ぼす効果は實に偉大である。近代の化學工業は

觸媒によつて進められるといつても過言ではない。

2.3 酸化と燃焼

1. 酸化

動植物の呼吸、物質の燃焼・腐敗・腐朽、金属の錆びること等はどれも酸素の關係する化學變化である。酸素の關係する化學變化を特に酸化といふ。即ち酸化とは或物質が酸素と化合することである。鉄が空氣中で錆びるのは鉄と空氣の成分である酸素が化合して酸化鉄(これが錆)を生ずる變化であつて、酸化の一つである。凡そ空氣中にある物質は變化しないものもなく、大なり小なり變化を受ける。この變化は多くの場合酸化と考へられる。

2. 燃焼

酸化には緩急二つの場合がある。金属が錆びる場合のやうに酸化が緩漫に起こる場合には、光は勿論熱の發生を伴はないが、炭が燃えるときのやうに急激に起こる場合には光と熱を發するものである。従つて燃焼は酸化の急激に起こる場合を指すのである。かやうに燃焼とは酸化の特別な場合をいふのであるが、一般にはこの考へを擴げて、酸化に限らず凡そ熱と光を發する化學變化をすべて燃焼を稱へる。

3. 發火點

普通空氣中で起こる燃焼はそのものが或溫度以上に熱せられないと始まらない。黄磷は凡そ 60° 硫黄は 260° で燃焼を始め

る。物質が燃焼を始めるに必要な溫度を發火點といふ。俗に火が付き易いといふことは、その發火點が低いといふ意味である。

物質の發火點

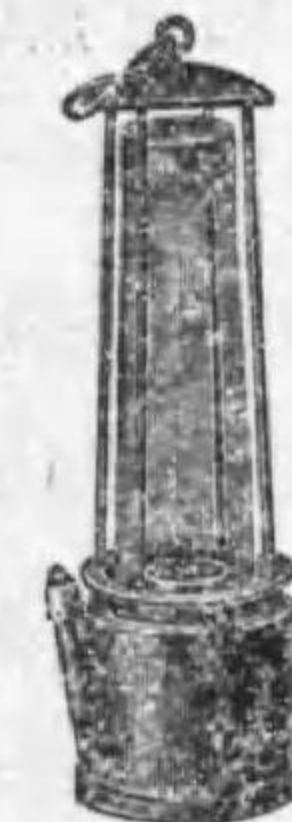
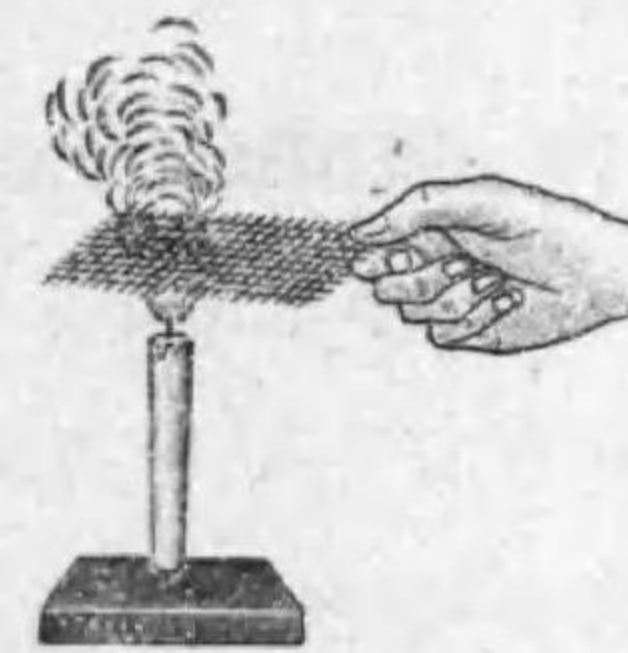
黄	磷	60°C
赤	磷	230°
硫	黄	260°
薪		300°—400°
木	炭	250°—350°
石	炭	400°—450°
半成コータス		約 350°
ガスコータス		400°—600°

燃焼してゐる物質の溫度をその發火點以下に下げると燃焼を停止する。點火した蠟燭の火焰

を金網で覆ふと焰は金網の上に出ない。これは金網が熱をよく導くために網より上

の部分が發火點に達しないからである。

炭坑内に用ひる安全燈はこの理を應用したものである。



安全燈

4. 焰

氣體の燃焼してゐる部分を焰といふ。炭は固體のまま燃焼するから焰は生じない。然し石油・蠟燭・薪等は一旦氣體に化して燃えるから焰を生ずる。

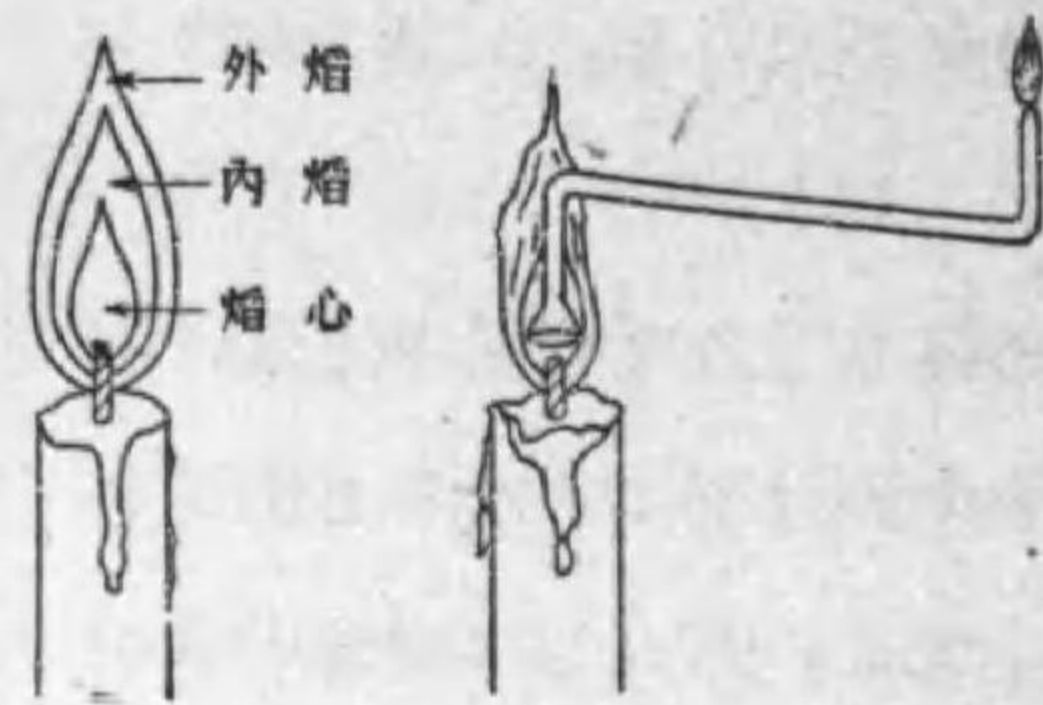
焰の構造 焰は三つの部分より成る。即ち外焰・内焰及び焰心である。外焰は焰の最も外側に當る部分で空氣の供給十分なため燃焼が盛んに行はれ、溫度最も高く光輝に乏しい。これは

又酸化焰と呼ばれる。

内焰は光輝の最も強い部分で外側より少し内側に入った部分に當る。この部分は空氣の供給十分でないため、燃燒成分の一部が微粒となつて現れ、

灼熱せられて光を放つのである。これは又還元焰ともいふ。

焰心は焰の中心部で暗黒な部分である。空氣の供給が殆んど無いため燃燒は起つてゐない。従つて温度は最も低い。



焰の構造

上圖の如く焰心部に當る氣體は管で導きこれに點火すれば焰を上げて燃える。

5. 燃 料

燃燒は熱を得る重要な一方法であつて工業上極めて大切な手段である。燃燒によつて生ずる熱を熱源として利用し得る物質を燃料といふ。燃料はその状態によつて氣體燃料・液體燃料・固體燃料の三種に分類され、用途によつて加熱用燃料と動力用燃料の二種に分たれる。

燃料としての有効成分は炭素・水素・硫黄等である。燃料としての價値は有効成分の含有量によつて決まるのであるが、普通その價値を評價するには、その一疋或は一立方呎が燃燒によ

つて發生する熱量(單位疋カロリー)を用ひる。これを發熱量といふ。今主要燃料の發熱量を示せば次の如くである。

石炭ガス.....5200	石 炭.....7200
重 油.....10800	木 炭.....7500
薪.....4800	

6. 完 全 燃 燒

燃料の燃燒に於て煤煙を立てることが往々ある。煤煙は燃料の有効成分である炭素の微粒が飛散して生ずるものであるから、煤煙を生ずる燃燒は燃料の浪費で、極めて不經濟のことといはねばならない。我國に於て毎年二億圓の燃料を煤煙として浪費してゐるといはれる。燃料の使用に際しては煤煙の發生防止のために一層の工夫研究を凝らさなければならない。

燃料を完全に燃燒させる根本條件として ①空氣の供給を十分にすること。 ②空氣と燃料との接觸を完全にすること。が數へられる。尙燃料の取扱に於て特に注意すべきことは、燃料が不完全に燃燒する場合人體に極めて有毒なガス(一酸化炭素)を發生することである。この注意を怠つたために致死した例は甚だ多い。

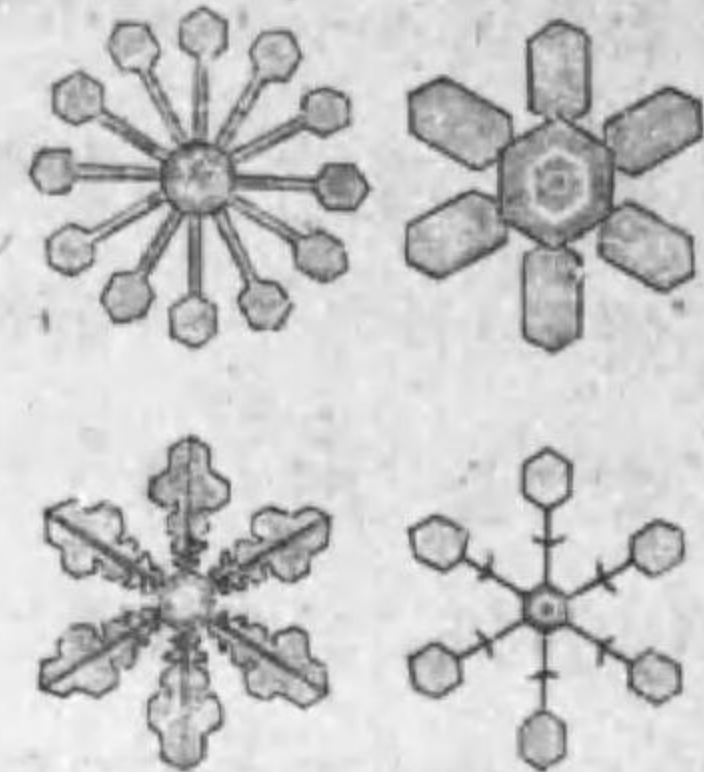
第3章 水 の 化 學

3.1 水

1. 水 の 性 狀

水は地上到る所に存在する。温度によつて三態に變化すると共に雲・霧・靄・霜・雪・氷等千種萬態の様相を表す。

雪を蟲眼鏡で見ると規則正しい形をしてゐる。一般に多くの純粋な物質が固體として現れるときはその物質特有の規則正しい形状をなすものである。これを結晶といふ。



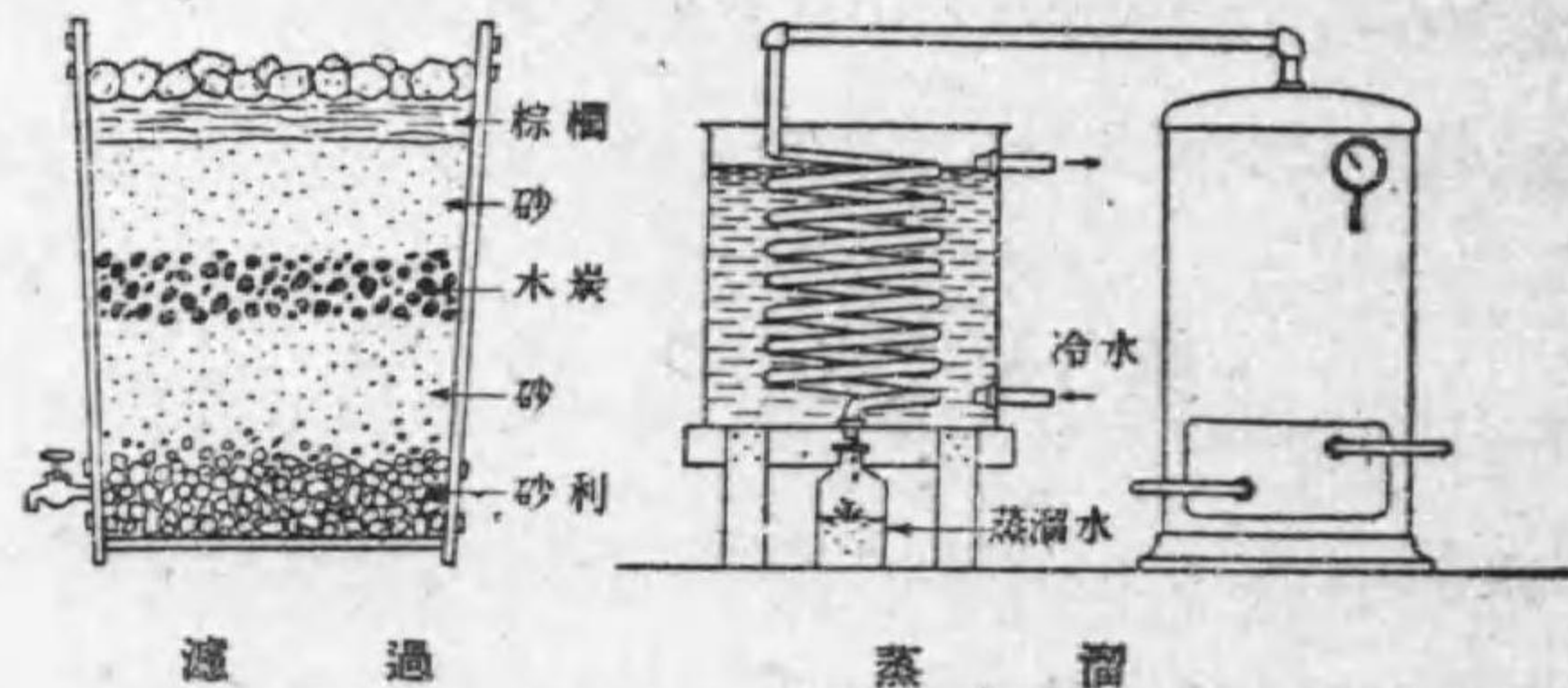
雪の結晶

水はよく物を溶かす性質があるから自然の水即ち天然水は種々の物質を溶合してゐる。

純粋な水は無色・無味・無臭で 0°C で氷となり、100°C で沸騰して氣體となる。4°C のときは最大の密度を示し、その 1 cc は重さ 1 瓦である。

2. 水の精製

井水・泉水・河水・海水等天然水は種々の有機質・礦物質等を含み殆んど純粋なものはない。飲用として又工業用として



使用するにはこれ等の不純物を除去する必要がある。飲料水として忌むべきものは有機質と細菌である。工業用としては礦物質が有害である。水の精製法として浮游物を除くには濾過法により、溶存する不純物の除去には蒸溜法を用ひる。

蒸溜といふのは液體を熱して一旦氣體に變へ、これを冷却して再び液體に戻すことである。

蒸溜は物質を精製純化する手段としてその利用價値は極めて大きい。化學工業に於ては最重要操作として大規模に實施されてゐる。

蒸溜によつて得た水即ち蒸溜水は、特に純粹であることを必要とする注射液の製造、蓄電池・化學實驗用として用ひられる。無味で、飲料水としては不適當である。

3. 硬水 軟水

礦物質特にカルシウム塩・マグネシウム塩を多量に含有する水を硬水といひ、然らざるものを軟水といふ。地下水(井水・泉水)は概ね硬水であり、河水は軟水である。硬水中の礦物質の量を表す方法として硬度を用ひる。これには水 1 立中に含有せられる礦物質の厩數を以てする。

硬水は醸造用水としては寧ろ有用であるが工業用水、殊に洗濯・漂白・染色等に使用すれば石鹼・染料等を浪費するばかりでなく染斑を生じ、手觸り・光澤を害する等種々の障害を惹起する虞がある。又これを汽罐に用ひれば罐石を生じ汽罐破裂の

原因となる。然し實際に於いては工業用水として所要の軟水を得ることは不可能であるから、硬水を軟水に變へて使用してゐる。これを硬水の軟化法といふ。硬水の軟化法として

- ① 硬水を一旦煮沸する法
- ② アルカリ類を加へる法
- ③ パームチットによる法

等がある。就中パームチット法が廣く採用されてゐる。

4. 飲料水 工業用水

飲料水としては有機質殊に有害菌の含有を忌む。従つて天然水をそのまま使用することは危険を伴ふから、市街地に於ては保健衛生的立場から大仕掛の方法で淨化を行ふ。これが上水道である。これには多く河水を貯水池に導き大仕掛の装置或は施設によつてこれを濾過・殺菌して給水場を経て各家庭に送る。

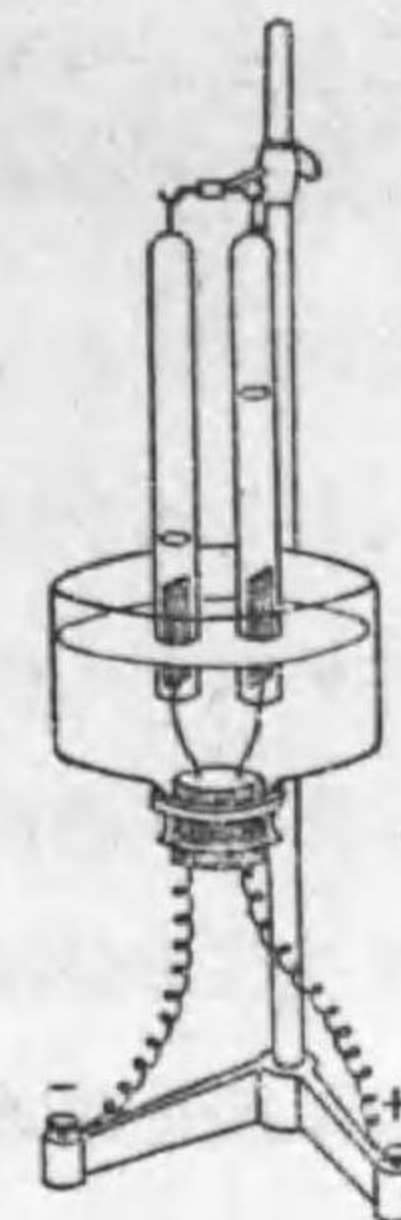
水は又凡ゆる工業に用ひられる。工業の種類によつて水質よりも水量を所望する場合もあり、或はこの逆の場合もあらう。作業用としては質を、冷却用としては量を望む。工業殊に化學工業に於ては水利は立地の重要な要素である。良質の水が豊富に得られるところに工業は發達する。

5. 水の成分

少し硫酸を加へた水に電流を通すると分解して陽極に酸素、陰極に水素を生ずる。このことから水の成分は酸素と水素であることが知られる。

電流によつて物質を分解することは化學工業上極めて重寶な手段として盛んに採用されてゐる。これは電氣分解、略して電解と稱へられる。

アルミニウムの製造、銅の精練、苛性ソーダの製造、電氣メッキ等に電解が利用されてゐる。

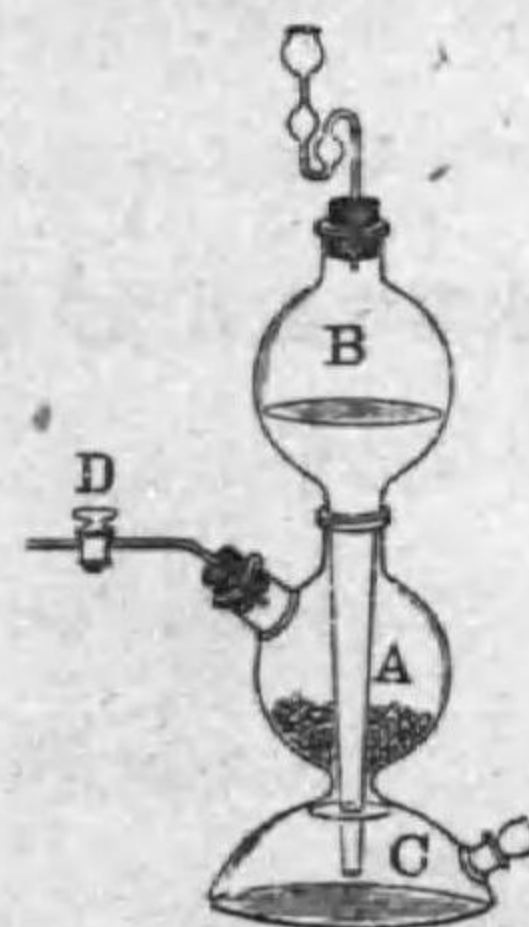


水の電解

3.2 水素

1. 水素

水素は水を電氣分解して多量に作られる。實驗室で簡易にこれを得るには亞鉛に稀硫酸を作用させる。これには普通下圖の如き装置を用ひる。



簡易ガス發生装置

水素は無色・無味・無臭の氣體で水に溶け難く、又極めて軽く空氣の $\frac{1}{14}$ に過ぎない。1立の重さは僅かに0.0899 瓦であり物質中最も軽い。水素は空氣中で點火すれば淡いが極めて高温度の焰を上げて燃える。酸素の供給を十分にすれば 2500°C に

も達する高温の焰が得られる。これを酸水素焰といふ。

酸水素焰を得るには次頁上圖のやうな吹管が用ひられる。

白金・水晶の如き熔融し難い物質も酸水素焰によつて忽ち融



酸水素吹管

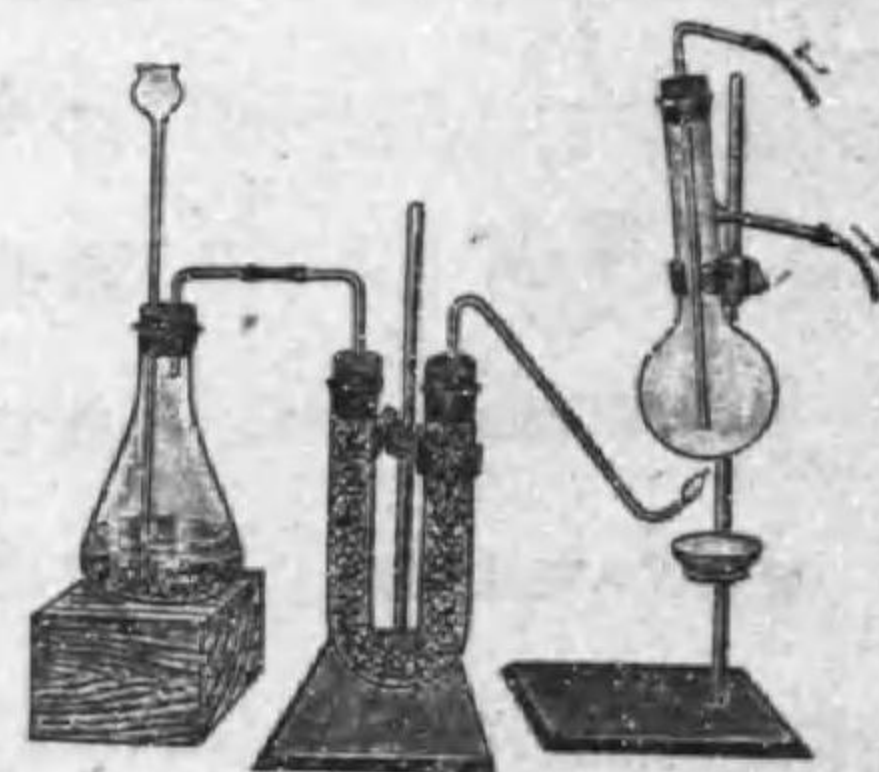
される。

水素と空気殊に酸素との混合氣體の燃焼は爆發的である。特に水素2容と酸素1容の混合に於いて最も烈しく爆發する。この混合氣體を爆鳴ガスといふ。このことは水素を取扱ふ上に極めて注意すべきことである。

水素は有用な物質で、輕氣球・飛行船の充填用、アンモニア・塩酸・石油等の合成、硬化油の製造等工業上・軍事上の用途は甚だ廣い。

2 合 成

圖のやうな装置を用ひ細管より噴出する水素に點火し、その焰を冷たいガラス球に觸れさせると多量の水滴を生ずることが認められる。これによつて水素と酸素と化合すれば水を生ずることが知られる。このやうに二つ以上の單純な物質を化合せし



水の合成

めて更に複雑な物質を創造することを一般に合成といふ。

解されるから、これ等の加工に用ひ、又寶石の人造等特に高温度を必要とする方面に利用

合成は今日化學工業に採用されてゐる最も嶄新な手段であつて、簡單な物質から複雑な物質を創造するには是非ともこれによらねばならない。非常時局に直面して凡ゆる資源の利用厚生を叫ばれてゐるとき、合成の工業的價値は極めて大きい。天然品に求められない性能と性質とを持つ航空燃料・醫藥・ゴム・樹脂・纖維等が合成によつて創造された。合成こそ人間が自然を征服する強力な武器である。この意味に於いて合成を利用する工業は益々發展するものと想像される。

第4章 炭素に関する化學

4.1 炭 素

1. 二種の炭素

木炭・石炭・コークス・油煙・獸炭・金剛石・黒鉛等は多少性質を異にしてゐるが、その基本物質はいづれも炭素である。従つてこれ等は同じ基本物質より成る性質の異なる物質と考へられる。即ち木炭・コークス・石炭・油煙・獸炭は特定の結晶形を有しないが、金剛石・黒鉛は夫々一定の結晶形を有する。學術上前者を無定形炭素と呼び、後者を結晶形炭素と稱する。

2 木 炭

木炭は木材を密閉器(窯)に入れて蒸焼して製する。このやうに固體を密閉器中で加熱することを乾溜といふ。乾溜は工業上重要な手段で、化學工業に於いて古くから採用されてゐる。石

炭ガス・コークスの製造に大仕掛に行はれてゐる。

木炭の燃焼熱は利用し易いから燃料とし盛んに用ひられる。その質疎鬆で種々の氣體・有機質を吸着する性質が強いから、脱臭・脱色・消毒等に用ひられる。この吸着性は製造法の工夫によつて著しく向上する。特に強力な吸着性を持たせるやうに作られたものを活性炭といふ。活性炭は砂糖の脱色劑・毒ガスの消毒劑、飲料水の濾過劑として賞用される。

3. 石 炭

石炭は太古の植物が地中に埋もれ、地壓と地熱を受け長年月の間に自然に分解して出来たといはれる。極めて不純な無定形炭素で、尙幾分酸素・水素・窒素等が化合のまま残つてゐる。その炭素含有量は普通黒炭と呼ばれるもので80%、無煙炭で90%、褐炭・泥炭になると更に少く60~70%である。その用途は主に燃料であつたが、近年合成化學工業の發達に伴ひ炭素資源として新しい用途が拓かれた。乾溜すれば石炭ガス・コークス竝に染料・醫藥品等の原料であるコールタールを得る。

4. コ ー ク ス

石炭を乾溜して得る硬くて強靱な物質で、極めて多孔質である。燃料として用ひられる外、優れた反應性を利用し種々の化學手段に活用されてゐる。銑鉄の製造に、發生炉ガスの製造に、將又鍛冶作業にその工業的用途は廣い。

5. 油 煙 獸 炭

油煙は俗にいふ煤であつて、樹脂・油等比較的炭素分の多い物質が不完全燃焼をするとき出来る炭素の粉である。膠で練り固めて墨を作り、油と練つて印刷用インキを作る。又ゴムの配合劑とする。

獸炭は一種の活性炭で特に色素の吸着性に富む。砂糖の脱色に缺くことの出来ないものとされてをり、動物の骨・血を乾溜して作る。

薄い染料液の少量又は黒砂糖の薄い液を獸炭と共に熱し、これを濾過すると無色の液となる。一度使用して吸着性を失つた獸炭は焼けば再びその吸着性を回復する。



獸炭による脱色試験

6. 金 剛 石

純粹なものは無色透明の八面體の結晶である。物質の内最も硬く、光線を屈折する性質に富む。磨くと素晴らしい光輝を放つから寶石として珍重される。不純で不透明なものはその優れた硬度を利用し、鑿岩機・ガラス切・研磨劑として用ひる。

金剛石の人造 純粹な炭を融解した鉄の中に溶かし、これを水中に投じて急冷すると、鉄の凝固のために炭が強大な壓力を受けて結晶し、金剛石に變ずる。これによつて得る金剛石は小

粒で到底裝飾用にはならないけれども、この事實のうちに化學研究に對する偉大なる教訓を汲み取ることが出來やう。

7. 黒鉛

光澤ある黒色の滑かな結晶で、その質は軟かい。天然に産するけれども、石炭又はコークスを電氣炉で強熱して作る。機械に塗つてその摩擦を減じ、鉄器に塗布してその銹を防ぐ等相當廣い用途がある。又高温度に於ても融解しないからルツボを製し、軟くて紙面によくのびるから鉛筆の芯として用ひる。

8. 炭素の化學的性質

以上述べた七種の炭素はその状態によつて夫々異なる性質を示すけれども、次に列擧する化學的性質については全く共通である。即ち

① 常温では變化し難い、又種々の藥品にも侵されず甚だ耐久性に富む。(例へば墨で書いた字はいつまでも變らない。木材も表面を焼いて炭にして置けば腐朽が防げる。)

② 金屬酸化物と熱すると酸素を奪つてこれと化合し、金屬を遊離する。(例へば鉄の酸化物である赤鉄礦を木炭・該炭等と共に強熱すれば鉄を遊離する。これが今日盛んに行はれてゐる製鉄法の原理である。)

③ 燃焼に當つて常に炭酸ガスを生ずる。(この場合酸素の供給が十分でないとき酸化炭素と稱する極めて有毒なガスを生ずる。)

9. 還元

炭素の反應性即ち酸化物の酸素を奪ふ性質は、或種の炭素に見られる吸着性と共に極めて興味あることで、工業的に廣く利用せられるところである。例へば赤熱したコークスに水蒸氣を觸れさせると、水の酸素は炭素によつて奪ひ取られ水素を遊離する。

従つてこの方法によつて水素を多量に含むガスが得られる。これを**水性ガス**と稱へ、燃料或は合成工業用ガスとして用ひられる。

このやうに酸化物の酸素を奪ふ變化は工業上重大な意義を持つもので、これを**還元**と呼んでゐる。還元とは酸化物から酸素を奪ふ變化のことであつて、従つて必ずしも炭素によつて惹起される變化に限らない。金屬の精鍊、麥稈類の漂白、藍の染色浴調製等工業上の化學手段としてその利用價値は頗る大きい。

尙ここに注意すべきことは、酸化と還元とが表裏一體の關係にあることである。即ち前例に於て酸素を奪ふ變化、つまり還元をうけたのは赤鉄礦であり、水である。コークス自身は酸素と化合、つまり酸化してゐる。このやうに酸化と還元とは相伴つて起り、決して別個に獨立して行はれるものではない。酸化の起る反面必ず還元が起つてゐる。

4.2 炭素化合物

1. 炭酸ガス

炭酸ガスは木炭・石炭は勿論、石油・アルコール・木材・蠟

炭火を起こすとき発生し易く、換氣の悪いストーブ・炬燵・炭坑内等に発生するから注意せねばならない。都市ガスとして家庭に用ひる石炭ガス中には8%、工業用屢々用ひる水性ガス中には30%含まれてゐる。

3. 有機物と無機物

今日知られてゐる物質の数は二十數萬といはれる。その内8~9割まで炭素を成分とする所謂炭素化合物である。即ち物質は炭素を成分とするものと然らざるものとの二つに大別されるのである。近代に到るまで物質を分類して、動・植物體に隨伴して生ずるもの(換言すればその成生に生命力を必要とするもの)と然らざるものに分ち、前者を有機物、後者を無機物とした。

然るに化學の進歩に伴ひ、有機物と雖も生命力を俟たず、全く人爲的手段によつて成生し得ることが確證されるに到つて、既往の分類はその意義を失つた。加へて嘗つて有機物質と稱へられたものは悉く炭素を成分とすることが明かとなり、有機物に對する觀念が革められ、ここに新しい意義を持つやうになつた。

即ち今日有機物とは炭素化合物のことである。従つて物質を研究の對象とする化學も自ら、炭素化合物を取扱ふ有機化學とその他の化合物を對象とする無機化學とに分けられる。油脂・澱粉・蛋白・纖維・ゴム等動・植物に起源を持つものは有機化學領域の主要題目である。これに對して金屬・ガラス・セメン

ト・肥料等礦物に起源を持つものは無機化學の領域に屬する。但し石炭・石油等は礦產品として礦物に起源するがその成分より見て明かに有機化學のものである。

要するに有機化學は動・植物資源の化學、無機化學は礦物資源の化學といふことになる。

第5章 化學の基礎知識

5.1 元素 單體 同素體

1. 元素

宇宙間に存在する物質の種類は、その數何十萬か何百萬か殆んどこれを知ることが出来ない。これ等の物質の本質について、又相互の關係について、これを明瞭にするのが化學の任務である。既に述べた物質についてその本質を探究して見やう。

水は酸素と水素から成り、木炭・石炭は炭素より成る。この水の成分である水素・酸素、木炭・石炭の成分である炭素は何より成立するか。水素は水素より、酸素は酸素より、炭素は炭素より成ると答へるより方法はない。即ち水素・酸素・炭素はいづれも二種以上のものに分解することが出来ないもので、物質を構成する根本要素と考へられる。かやうに數十萬、數百萬を數へる物質について、これ等を構成する根本要素があると考へてこれを元素といふ。即ち元素は萬物を形作る根本の物質である。

今日知られてゐる元素の数は90である。數へ切れない程あるといはれてゐる物質が、僅か90種類の元素から形作られてゐることは誠に興味あることといはねばならない。

2. 單體

水素ガスは水素元素のみより成り、酸素ガスは酸素元素のみより成る。又木炭・石炭はいづれも炭素元素のみより成る。かやうにただ一種の元素より成る物質を單體といふ。これに對して二種以上の元素より成る物質が化合物である。但し二種以上の元素より成る物質でも空氣の如きものは化合物ではない。これは混合物である。

化合物は製法或は採取の場所に關係なく、その組成(成分の割合)が常に一定である。尙又成分の個々の性質が認められない。例へば水の組成は一定で、その成分である水素酸素いづれの性質も認めることが出来ないが、これに反して空氣は採取の場所日時によつて組成を異にするのみならず、成分である酸素並に窒素の性質を認めることが出来る。

3. 同素體

木炭・石炭・金剛石・黒鉛等は炭素と稱へる同一元素より成る異なる單體である。かやうに同じ元素より成り、互に異なる單體を同素體といふ。硫黄には〔斜方硫黄・針狀硫黄・ゴム硫黄〕酸素には〔酸素ガス・オゾン〕磷には〔赤磷・黄磷〕等夫夫同素體がある。

5.2 化學の基礎定律

1. 質量不變の定律

物質が變化するとき、一見すると消失するかに見え、又或場合には目方が増加するかに思はれる。例へば蠟燭が燃えるときは消失するかに見え、鉄が錆びるときは目方が増すやうに思はれる。然しこれを細かに觀察すると、物質の消失は勿論、目方に何等の變化も起らないことが知られる。即ちこの變化を一定の容器中で起らせ、外から他の物質が進入することを防ぐと、變化の前後に於て目方は少しも變らない。



右圖のやうに互に變化する液を別々の容器に入れて、混合前の目方と混合して變化させた後の目方とを秤つて見るとこのことが確められる。従つて次のことがいへる。

物質は眞に生ずることも、亦消失することも無い。然も化學變化に於て、物質は種々に變化するが、これ等の質量の總和は變化の前後に於て何等變らない。

これを質量不變の定律といふ。

2. 定比例の定律

水・炭酸ガス・一酸化炭素等その他凡ゆる化合物は、それを

如何なる方法で合成しても亦如何なるものから採取しても、その成分の重量比即ち重量組成は常に夫々一定してゐる。要約すれば化合物の重量組成は一定不変である。これを定比例の定律といふ。これは又化合の根本原理を教へてゐる。

化合物の重量組成

化合物 \ 元素	水素	酸素	炭素
水	1	8	
過酸化水素	1	16	
一酸化炭素		16	12
炭酸ガス		32	12

3. 倍數比例の定律

水と過酸化水素は共に水素・酸素を成分とする化合物である。そしてその成分の重量比は水の場合は1:8, 過酸化水素については1:16である。(上表参照)

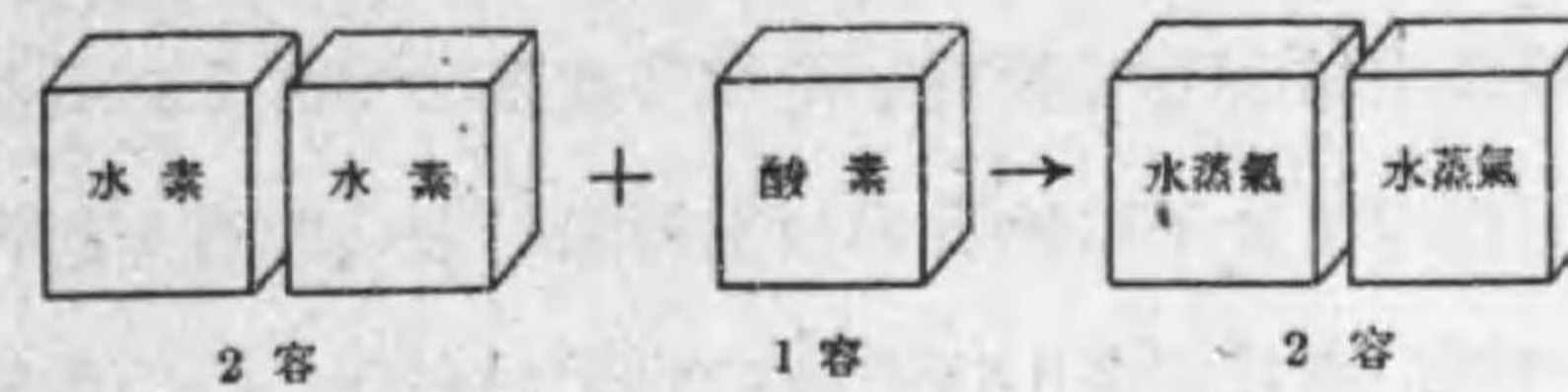
今水素の同一量に對する酸素の量について、その比を求めて見ると8:16即ち1:2である。又一酸化炭素と炭酸ガスについて炭素の同一量に對して化合する酸素の重量比を求めて見ると16:32即ち1:2となる。これと同じことが成分元素を同じくする異種の化合物の間に例外なく認められる。従つてこの事實から次のことがいへる。

一般に甲乙二元素を成分とする數種の化合物について、甲元素の一定量と化合する乙元素の重量は相互に簡單なる整數比をなす

これを倍數比例の定律といふ。

4. 氣體反應の定律

水素と酸素とが化合して水蒸氣即ち水が氣體として生ずるとき、それ等の體積の關係は次に示される。



即ち簡單な整數比をなしてゐる。このことは獨りこの例に止まらず、すべての氣體が相反應する場合に適用せられる事柄である。従つて次のことがいへる。即ち

一般に化學變化に關係する氣體の體積の間には簡單なる整數比が成立し、決して分數比をなすことがない

これを氣體反應の定律といふ。勿論ここにいふ體積は同温同壓の下にあることを條件とする。以上四つの定律はすべての化學變化に適用される重要な關係で、化學の基礎をなすものである。

5.3 分子 原子

1. 物質の成立

物質の成立について古くから分子説・原子説が行はれてゐる。物質は分子と稱へる粒子の集合で、分子は原子と呼ぶ更に小さい粒子から成るといふのである。既に述べたやうに物質は元素

の結合によつて成立するのであるが、それには原子といふ粒子の状態で結合が行はれるのである。

然もいづれの元素の原子もそのまま存在することは稀で、必ず二箇以上結合して物質を作つてゐるのである。これが分子である。従つて分子は物質の最小極限のものである。例へば酸素1立方糎の中には 2.9×10^{11} 個の分子が存在し、この分子中には酸素原子2個を含む。水の分子の直径は凡そ 4×10^{-8} 糎で、この中に水素原子2個と酸素原子1個を含む。

このやうに物質の分子は非常に小さいもので、同種の原子のみから成るものと異種の原子から成るものがある。単體の分子は同一種の原子から成り、化合物の分子は異種の原子から成つてゐる。

2. 分子量 原子量

分子・原子は共に一定の大きさと重量がある。極めて微小なものであるから直接秤量することは不可能である。然し化學上の目的では比較的の重量を知るのみで十分であるから、これを以てその重量としてゐる。今日分子量・原子量として用ひられてゐるのはこれである。その比較の基準には酸素を採つてゐる。これは酸素が非常に多くの物質の成分となつてゐるからである。

即ち酸素原子の重さを16とし、その分子の重さを32として他の元素の原子量及び他の物質の分子量を定める。

分子量・原子量は上述の如く比較的に定めたものであるから單位のない無名數である。但し實用上の便宜のために^{グラム}瓦を添へて呼ぶことがある。これを瓦分子或はモルといふ。例へば酸素の32瓦はその一瓦分子である。

3. 分子量の定め方

同温同壓の下に於てはすべて等體積中に同數の分子を含有する。これは實驗上の事實から推論した學說であつて、アボガドロの假説と稱へ、化學上極めて重要な原理である。これによると氣體の等體積の重さの比、即ち比重は分子の重量比となる。今等體積の甲・乙氣體の重さを W, w それが含まれる分子數を夫々 N, n 分子1個の重さを各々 M, m とすれば

$$W = N \times M, \quad w = n \times m \quad \text{よつて}$$

$$W : w = N \times M : n \times m$$

然るに上の假説によつて

$$N = n \quad \text{故に} \quad W : w = M : m$$

となり、比重は分子の重量比となる。従つて酸素に對する比重を求め、これを32倍すればその分子量となる。

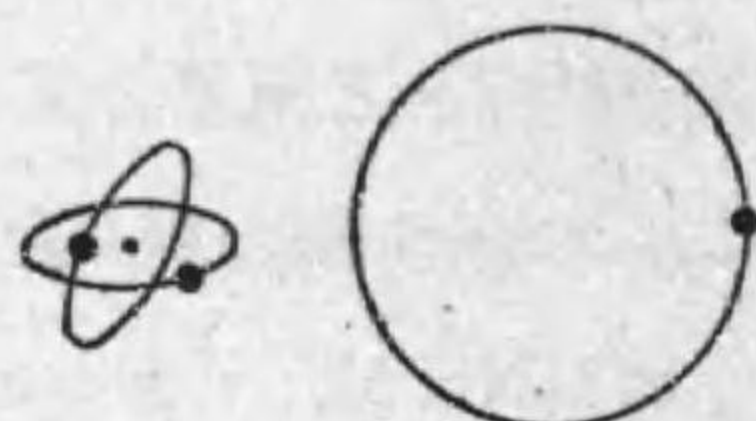
氣體並に氣體にすることが出来る物質の分子量はかうして求める。例へば酸素1立は1.429瓦、水素は0.0899瓦であるから、水素の分子量は $0.0899 \div 1.429 \times 32 = 2.016$ となる。又酸素の32瓦即ち一瓦分子は標準状態に於て22.4立を占めるから、標準状態に於ける凡ゆる氣體の22.4立の重さはその一瓦分子である。

従つてその數値を採れば氣體の分子量となる。例へば水蒸氣・窒素・炭酸ガスは標準状態に於てその 22.4 立は夫々 18.016 瓦、28.016 瓦、44瓦の重さを有する。従つてその分子量は夫々 18.016, 28.016, 44 となる。

4. 原子の構造

永い間原子は不可分のものと考へられてゐた。然し眞摯にして倦むことを知らない多くの學者の苦心研究の結果、原子も亦幾つかの要素から成ることが明かにされた。即ち原子は陽電氣をもつた原子核と、陰電氣を帯び且つ核の周りを回轉してゐる

若干の電子と稱するものから成立してゐるといふのである。我國の理學者長岡半太郎先生・湯川秀樹先生はこのことについて



ヘリウム 水素
原子の構造説明圖

顯著な功績を残された偉大な學者である。殊に湯川先生は三十臺の若さを以て文化勳章を賜つた人で、後世まで不世出の學者として仰がれることと思ふ。このことは我等日本人としてこれ以上の誇りはなく我等をして感奮振起せしむるに足るものである。

5.4 化學記號

1. 學術記號

學術研究に於て文字或は符號に或意味を持たせて使ふことが甚だ多い。かくすれば知識の整理、思想の交換が容易である。

萬國原子量表 (2600)

化學記號	元 素	原子番號	原子量	化學記號	元 素	原子番號	原子量
A	アルゴン	18	39.944	N	窒素	7	14.008
Ag	銀	47	107.880	Na	ナトリウム	11	22.997
Al	アルミニウム	13	26.97	Nb	ニオブ	41	92.91
As	砒素	33	74.91	Nd	ネオヂム	60	144.27
Au	金	79	197.2	Ne	ネオン	10	20.183
B	硼	5	10.82	Ni	ニッケル	28	58.69
Ba	バリウム	56	137.36	O	酸素	8	16.0000
Be	ベリリウム	4	9.02	Os	オスミウム	76	190.2
Bi	蒼臭鉛素	83	209.00	P	燐	15	30.98
Br	臭素	35	79.916	Pb	鉛	82	207.21
C	炭素	6	12.010	Pd	パラヂウム	46	106.7
Ca	カルシウム	20	40.08	Pr	プラセオヂム	59	140.92
Cd	カドミウム	48	112.41	Pt	白金	78	195.23
Ce	セシウム	58	140.13	Ra	ラヂウム	88	226.05
Cl	塩素	17	35.457	Rb	ルビヂウム	37	85.48
Co	コバルト	27	58.94	Re	レニウム	75	186.31
Cr	クロム	24	52.01	Rh	ロヂウム	45	102.91
Cs	セシウム	55	132.91	Rn	ラドン	86	222.
Cu	銅	29	63.57	Ru	ルテニウム	44	101.7
Dy	ジスプロシウム	66	162.46	S	硫黄	16	32.06
Er	エルビウム	68	167.2	Sb	アンチモン	51	121.76
Eu	ユーロピウム	63	152.0	Sc	スカンジウム	21	45.10
F	弗素	9	19.00	Se	セレン	34	78.96
Fe	鉄	26	55.85	Si	珪素	14	28.06
Ga	ガリウム	31	69.72	Sm	サマリウム	62	150.43
Gd	ガドリウム	64	156.9	Sn	錫	50	118.70
Ge	ゲルマニウム	32	72.60	Sr	ストロンチウム	38	87.63
H	水素	1	1.008	Ta	タンタル	73	180.88
He	ヘリウム	2	4.003	Tb	テルビウム	65	159.2
Hf	ハフニウム	72	178.6	Te	テルル	52	127.61
Hg	水銀	80	200.61	Th	トリウム	90	232.12
Ho	ホルミウム	67	163.5	Ti	チタン	22	47.90
I	沃素	53	126.92	Tl	タリウム	81	204.39
In	インヂウム	49	114.76	Tm	ツリウム	69	169.4
Ir	イリヂウム	77	193.1	U	ウラン	92	238.07
K	カリウム	19	39.096	V	バナヂン	23	50.95
Kr	クリプトン	36	83.7	W	ワルフラム	74	183.92
La	ランタン	57	138.92	Xe	キセノン	54	131.3
Li	リチウム	3	6.940	Y	イトリウム	39	88.92
Lu	ルテシウム	71	174.99	Yb	イテルビウム	70	173.04
Mg	マグネシウム	12	24.32	Zn	亜鉛	30	65.38
Mn	マンガン	25	54.93	Zr	ジルコニウム	40	91.22
Mo	モリブデン	42	95.95				

これを學術記號といふ。學術記號には全學術に互つて共通のもの又或學に限つて用ひるその學獨特のものがある。次に化學に於て用ひられるものについて述べる。

2. 元素記號

元素はそのラテン名の首位の文字で表す。首位の文字が同じものは更に語中の一字を添へて區別する。元素記號は次の意味を含む。① 元素の種類を示す。② 原子1個を示す。③ 原子量を表す。例へばCは炭素であること、炭素原子1個であること、原子量12であることを意味してゐる。

元素記號の例

日 本 名	ラ テ ン 名	元 素 記 號
酸 素	Oxygenium	O
窒 素	Nitrogenium	N
硫 黄	Sulfurum	S
炭 素	Carboneum	C
銅	Cuprum	Cu

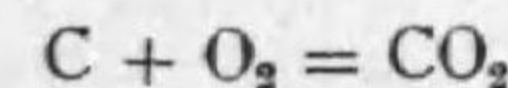
3. 分子式

單體・化合物等所謂物質を表示し、その組成をも示す記號である。これには成分元素の記號を並べて書き、その原子数を示す數字を夫々の元素記號の右側下方に小さく書き添へる。例へば水素 H_2 、酸素 O_2 、水 H_2O 、炭酸ガス CO_2 、砂糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 等の如くである。

分子式によつて次のことが表示される。① 單體・化合物の區別、② 物質の分子1個、③ 成分元素とその原子數、④ 組成と分子量、例へば CO_2 によつて炭酸ガスであること。化合物であること。炭素・酸素を成分とし、その原子數は炭素1個、酸素2個であること。及びその重量組成は $12:32$ 即ち $3:8$ 、分子量は44であることが知れる。即ち CO_2 から $C:O_2=12:16 \times 2=12:32$ 、故にその分子量 $12+32=44$ となる。尙物質を表示する記號として分子式の外に實驗式・示性式・構造式等がありこれ等を總括して化學式と稱へる。

4. 化學方程式

どんなに複雑な化學變化でも、その變化に與つた物質を知れば化學式を用ひて一目瞭然に表すことが出来る。通常これを化學方程式といふ。例へば炭素が酸素と化合して炭酸ガスを生ずる變化は、炭素・酸素及び炭酸ガスの分子式は夫々 C 、 O_2 、 CO_2 であるから



となる。

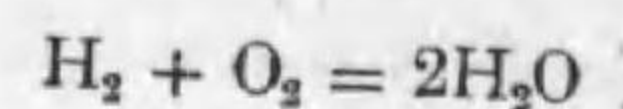
化學方程式の建て方

- ① 變化に與つた物質を確實に知る。
- ② 變化以前の物質の化學式を左辺に、變化後生成した物質の化學式を右辺に置く。
- ③ 各元素の原子數の和が左右兩辺に於て相等しくなるやう

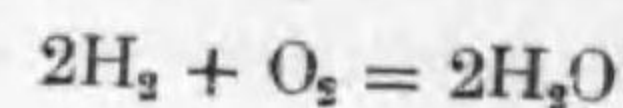


に適當に各化學式の係數を定める。

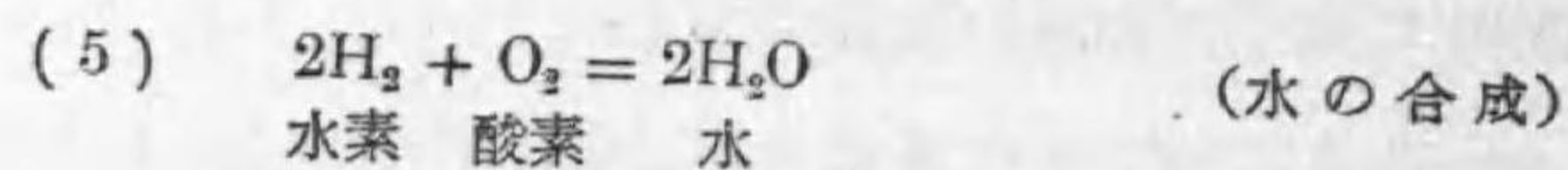
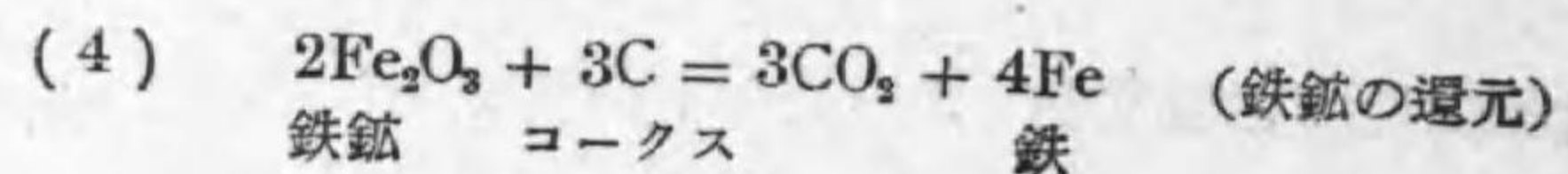
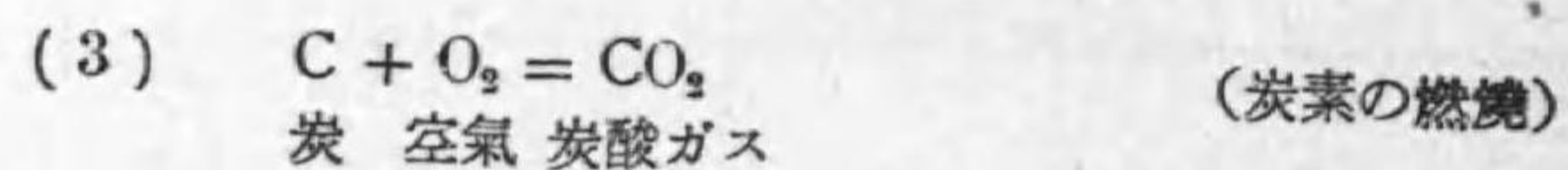
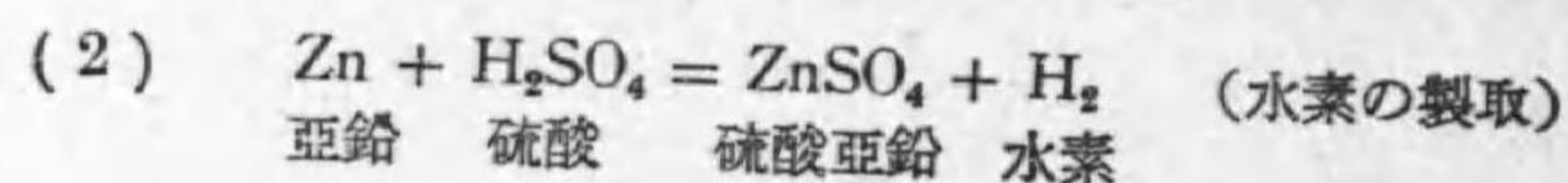
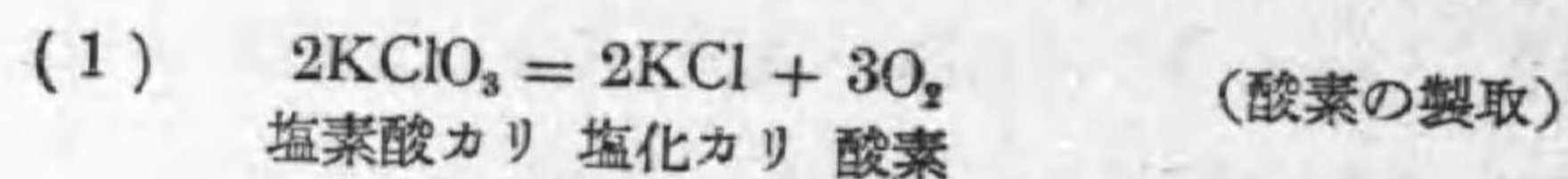
例へば水素と酸素と化合して水を生ずる變化を表す化學方程式は、水素・酸素・水の化學式は H_2 , O_2 , H_2O で、變化前の物質の化學式を左辺に、變化後の生成物質の化學式を右辺に書く



これでは左右兩辺の元素の原子數が等しくないから、これが等しくなるやうに各化學式の係數を定めると



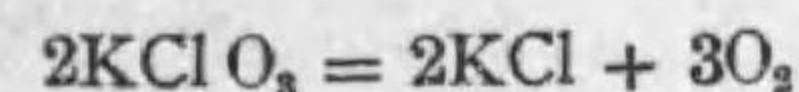
となり、これが求める方程式となる。但し化學方程式では物質を示す化學式のうち分子式を採用するのが一般である。既に學んだ化學變化を化學方程式を用ひて示すと次のやうになる。



化學方程式に依る計算

化學方程式中の各記號は、いづれも皆原子量を表してゐるか

ら、變化に關係する物質の重量の關係を示してゐることは勿論である。従つて化學方程式を用ひれば變化前後の物質の重量を容易に求めることが出来る。例へば塩素酸カリを熱分解して酸素を得る變化は



$K = 39.10$, $Cl = 35.46$, $O = 16.00$ 故に

$$KClO_3 = 39.10 + 35.46 + 16 \times 3 = 122.56$$

$$2KClO_3 = 122.56 \times 2 = 245.12$$

$$KCl = 39.10 + 35.46 = 74.56$$

$$3O_2 = 3 \times 16 \times 2 = 96$$

即ち塩素酸カリ 245.12 瓦より塩化カリ 149.12 瓦、酸素 96 瓦を得ることとなる。

〔問題1〕 塩素酸カリ 10 瓦から幾瓦の酸素を發生するか。

解答 方程式に於ける重量關係より

$$245.12 : 96 = 10 : x$$

これより $x = 3.916$ 答 3.916 瓦

〔問題2〕 酸素 16 瓦を得るには塩素酸カリ幾瓦を必要とするか。

解答 方程式に於ける重量關係より

$$96 : 245.12 = 16 : x$$

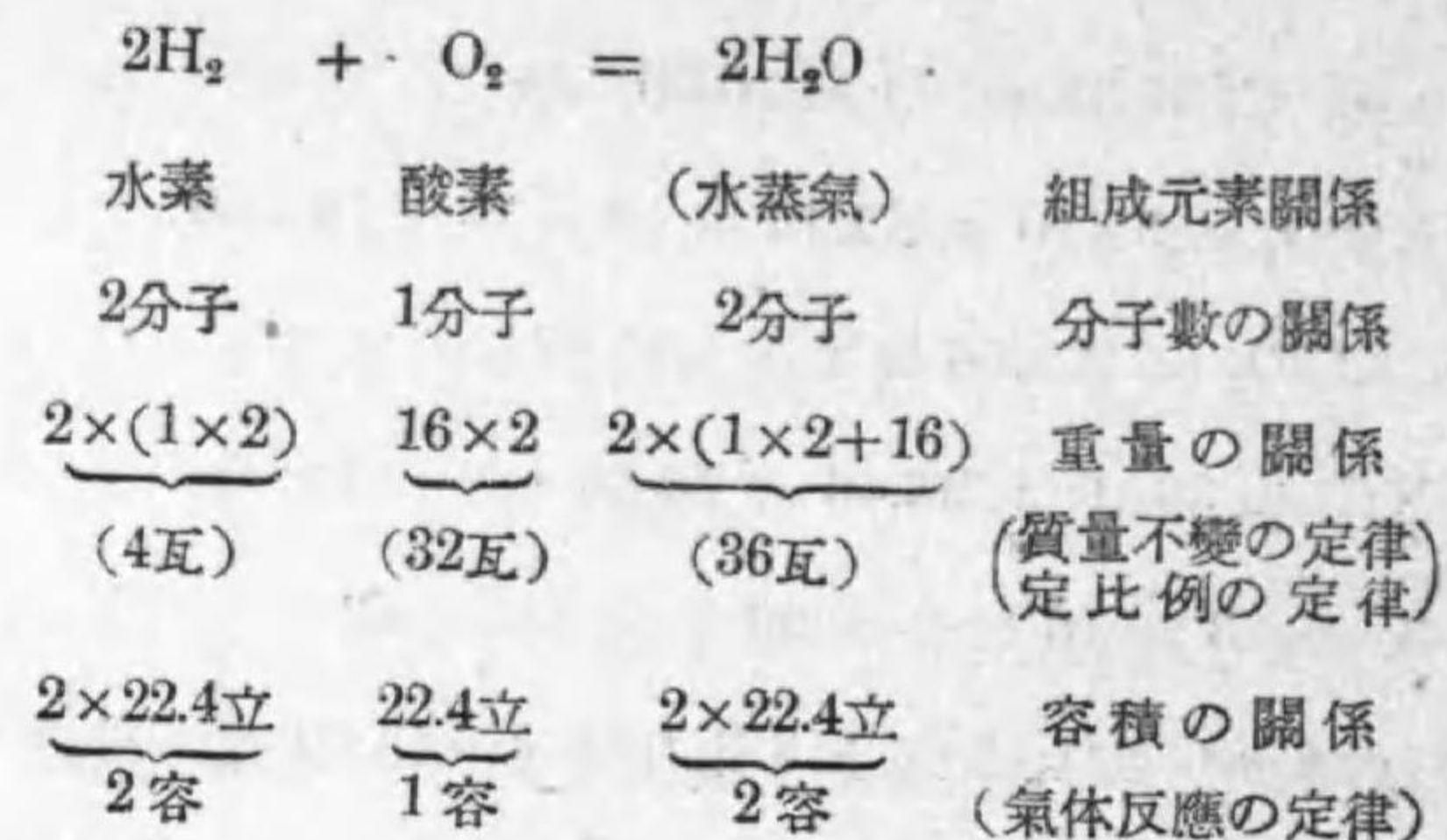
これより $x = 40.85$ 答 40.85 瓦

〔問題3〕 硫黄 16.03 瓦を空氣中で燃やすとき亞硫酸ガス幾

瓦を生ずるか。

但しその化學方程式は $S + O_2 = SO_2$ である。

上述のやうに化學方程式について變化に與かる物質の重量關係が知られる外に組成元素の關係、分子數の關係、容積關係等が知れる。即ち



第6章 酸 アルカリ

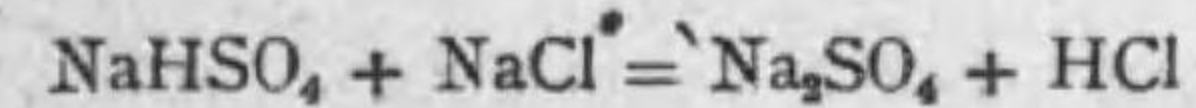
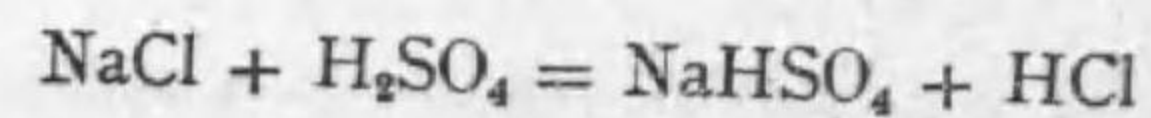
6.1 酸

1. 塩酸 HCl

塩化水素 HCl を水に溶かして製する。塩化水素の製法に二通りあるから、従つて塩酸の製造法は二通りになる。

(1) 食塩と硫酸による方法

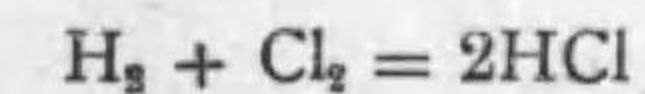
食塩 NaCl に濃硫酸 H_2SO_4 を加へて熱して塩化水素を製し、これを水に溶かして(吸収させて)塩酸とする。



この方法は舊法に屬し、染色に盛んに使用される硫酸ソーダ Na_2SO_4 の製造法として發達したもので、塩酸の製造は寧ろ副生物の利用と見られる。

(2) 合成法

塩素 Cl_2 の氣流中で水素を燃焼させて生ずる塩化水素を水に吸収させるのである。



今日盛んに採用されてゐる方法で、原料の水素及び塩素は食塩水を電解して苛性ソーダを製造する際に副生するものを使用する。比較的純粹な塩酸が得られることと、副産物を利用する點に大いに意義がある。副生物の利用度の高い方法程工業的價値に富むといへる。市販の工業用塩酸は微量の塩化鉄を含むため、稍、黄色を帯びてゐるが、合成塩酸は無色である。濃塩酸と稱へられるものは比重1.19 約36%の塩化水素を含んでゐる。濕つた空氣中で發煙する。殊にアンモニアガスに遭ふと白煙を生ずるからよくこの方法で判別する。

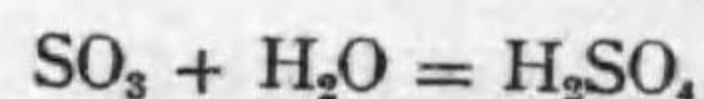
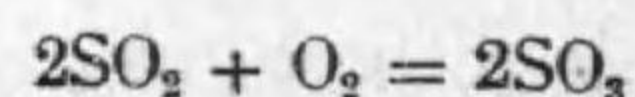
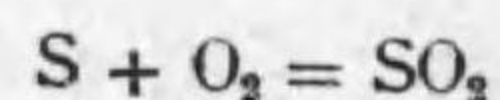
強い酸で、相當に水で稀めたものについても酸味を有し、リトマス紙を赤變させ、鉄・錫・亜鉛等の金屬を溶かす。この際水素を發生し、後に塩化鉄・塩化錫・塩化亜鉛等塩化物と呼ばれるものを留める。又金屬の銹を溶かし、蛋白質その他種々の物質を分解する作用が強い。胃液中には約0.5%含まれ、消化作

用を助け、兼て殺菌作用をするといはれる。

又反應性(他の物質を變質・分解する性質)に富んでゐるから、工業上の用途が甚だ廣い。紡織業に多量に用ひる塩化鉄は鉄屑に塩酸を作用させて製する。調味料として重要な味の素は小麥の蛋白質を塩酸で分解して作る。又トタン・ブリキは鉄板の表面に亜鉛・錫をメッキしたもので、これには鉄板を塩酸で洗滌して、その銹を落してから行ふのである。

2. 硫酸 H_2SO_4

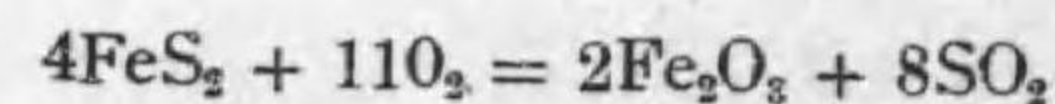
硫酸は硫黄Sを燃して得る亞硫酸ガス SO_2 を酸素と化合させ、無水硫酸 SO_3 とし、これを水と作用させて作る。



亞硫酸ガスと酸素との化合は容易に起らないから、觸媒を使用してその變化を促す。従つて使用する觸媒の種類によつて製造法が幾つかに分れる。

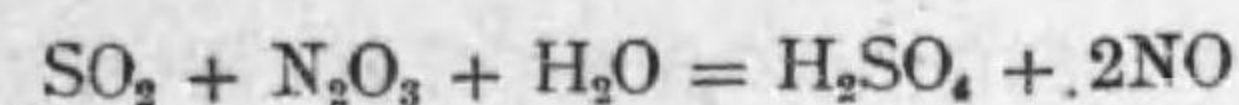
(1) 鉛室法

觸媒として窒素の酸化物 N_2O_5 を使用する手法である。先づ硫黄を多く含んだ鉍石(一般に黄鉄鉍 FeS_2) を焼いて亞硫酸ガスを製し



これを精製して不純物を除いた後適當量の空気を混じ、更に硝

酸を熱して作つた N_2O_5 を加へ、この混合ガスを鉛張りの大きい室(鉛室と呼ぶ)に導いて、その上方から水蒸気を吹き込むと鉛室内で複雑な變化が起つて硫酸を生じ、鉛室の底に溜る。これを鉛室硫酸と呼んでゐる。



茲に副生する NO は空氣で酸化して N_2O_5 とし再び觸媒として使ふ。従つて鉛室法では鉛室の外に觸媒を回収する役目をする装置が附屬してゐる。グローバー塔・ゲールサツク塔と呼ばれるものが即ちこれである。

(2) 接觸法

觸媒として白金黒・酸化鉄・ワナヂウム化合物等を用ひる方法である。即ちよく精製した亞硫酸ガスを空氣と混じ、觸媒を充たした接觸室に導いて無水硫酸とし、これを吸収塔内で水に吸収させて硫酸とする。但し實際には吸収に水を使用せず、濃硫酸を使ふ。これによつて硫酸中の水分が全部硫酸となり極めて濃厚な硫酸が得られる。尙過剰の SO_3 を吸収した所謂發煙硫酸をも得る。

鉛室硫酸は 60~70% の硫酸を含み、肥料(過磷酸石灰)の製造その他一般工業用にはこのままでよいが、染料製造の場合のやうに濃いものを要求するときはこれを煮詰める。これには珪素鉄の鍋を使ふ。これによつて 96% 位のもので出来る。これが濃硫酸である。

以上に對して接觸法による硫酸は比較的純粹で且つ濃度も吸収の加減によつて任意のものが得られ、又極めて濃厚なものが容易に得られるので近頃では盛んに行はれるやうになつた。製造装置も鉛室法に較べて簡単な利點がある。

硫酸は純粹なものは無色油狀の液體で揮發し難い。(沸點317) 比重は約 1.8 である。水を吸収する力強く、有機物質はこの脱水作用によつて炭化する。硫酸が皮膚・衣服等を焦がすのはこのためである。水とは任意の割合に混合し、この際烈しく發熱する。強い酸で、極めて稀い水溶液でも酸味を有し、リトマス紙を赤變させる。

硫酸が金屬を溶解する作用に二通りの場合がある。亜鉛・鉄等化合力に富む金屬は稀硫酸に溶解して水素を發生し、銅・鉛・水銀等化合力の弱い金屬は稀硫酸に溶解し難く、熱濃硫酸に溶けて亞硫酸ガスを生ずる。但し白金・金は硫酸に溶解しない。

吸濕性の強いことを利用して氣體の乾燥に、反應性に富むことを利用して各種化學製品の製造に用ひられる等その用途は化學工業は勿論百般の工業に及んでゐる。従つてその消費量を以て工業股賑の程度を論じ得るとさへいはれる。特に石油の精製、肥料の製造、火藥・セルロイド・人絹の製造に莫大な需用がある。

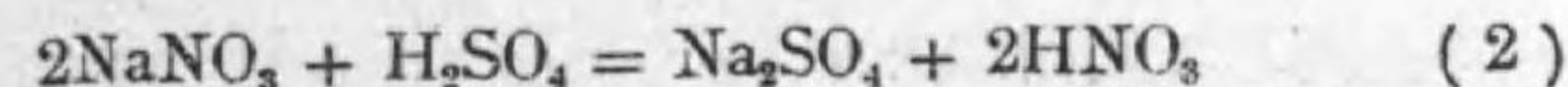
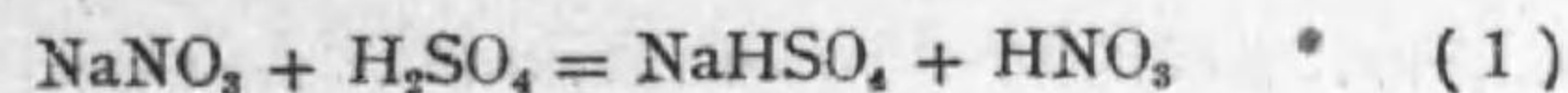
3. 硝 酸 HNO_3

硝酸の製法には古く行はれた硫酸法と、今日盛んに行はれて

ゐるアンモニア酸化法との二通りある。

(1) 硫酸法

智利硝石 NaNO_3 (これは南米智利國に於て天然に多量に産する。)に硫酸を加へて蒸溜する方法で、嘗つては盛んに行はれたけれどもアンモニア酸化法の出現によつて次第に用ひられなくなり、今日では歴史的の價値しかない有様である。



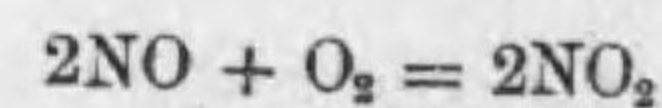
比較的高温度の場合に(2)の變化、低温度のとき(1)の變化が起る。高温で行ふと一旦生じた硝酸が分解するから低温で行ふ方が硝酸の收率がよい。よく化學上では製造に於いて温度を定め、これを守ることに留意するのは、この例に見るやうに深い理論の上から割り出した根據に基くもので、單なる習慣・型式によるものでは決してない。科學性に乏しい作業位無價値なものはない。技術に關與するもの特に味ふべきことである。

(2) アンモニア酸化法

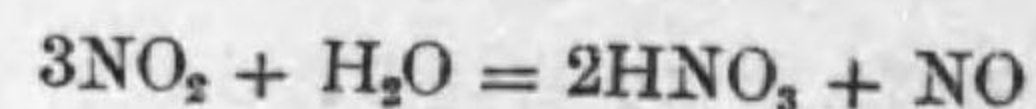
アンモニアガスを空氣に依つて酸化して過酸化窒素 NO_2 とし、次にこれを水に吸収させて硝酸とするのである。これにはアンモニアガス $[\text{NH}_3]$ と空氣 $[\text{O}_2 + 4\text{N}_2]$ の混合ガスを白金網を納めた酸化室に導く。ここではアンモニアガスが白金の接觸作用によつて空氣酸化して酸化窒素 NO となる。



ここに生じた NO を一旦冷却して過剰の空気を混すると、更に酸化されて過酸化窒素 NO_2 となる。

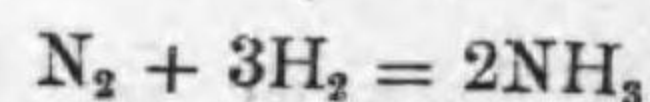


次にここに生じた NO_2 を吸収塔に導き、上方から水を滴下させ、これに吸収させると硝酸となる。



ここに得た硝酸は60~65%の所謂稀硝酸であるから、濃硫酸を加へて蒸溜して濃硝酸とする。

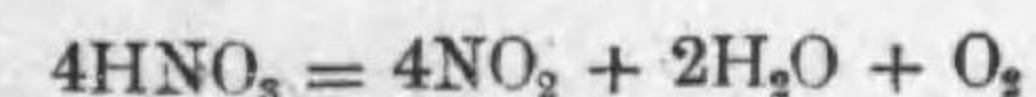
原料アンモニアガスは空気と水を原料として合成される。即ち液體空気より分け採つた窒素と、水を分解して得た水素との混合ガスを、高温・高壓の下に觸媒の上を通す。



結局硝酸は空気と水から得られることになる。硝酸は平時は勿論國家有事の際には火薬製造の不可缺物質として國家の安危のかかるものである。原料を智利硝石に依存してゐた時代と、空気・水を原料として無盡蔵に製造し得る今日の時代とを比べると、合成法の威力は正に驚歎に値する。第一次世界大戰に於て、獨逸が重圍の内に在つて四ヶ年の長い間よく戦ひ得たのは、實にこの合成法の賜物である。以つて科學研究が國力を養ふ所以を學ばねばならない。

硝酸の純粹なものは無色で、その沸點は 86°C 、濕つた空氣中では強く發煙する。市販のものは約65%で比重は凡そ 1.4 であ

る。一部分分解して過酸化窒素を生じ、これを溶かしてゐるため通常多少黄味を帯びてゐる。水とは任意の割合に混合し、その溶液は強い酸味がある。リトマスを赤變させることは硫酸・塩酸と變らない。腐蝕性が大で特に動物質(絹・毛・皮膚)を侵し易い。分解し易く、殊に日光・熱によつて容易に分解して酸素・二酸化窒素を生ずる。



従つて酸化力が非常に大である。亜鉛・鉄は勿論、銅・銀・鉛・水銀等溶解し難い金屬をも容易に溶かす。このやうに硝酸は金屬を溶解する力に富んでゐる。これはその強い酸化力によると考へられる。濃塩酸3容と濃硝酸1容との混合液は金・白金をも溶かす力がある。これは王水と稱へられる。

硝酸の特性はその強力な酸化作用と、有機物質に作用してニトロ化合物と稱へる有用な化合物を生ずることである。従つてこれ等の性質を利用し、酸化劑として又硝酸塩・ニトロ化物の製造に用ひる。ニトロ化合物は染料・爆發物として重要である。

4. 醋 酸 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ 又は CH_3COOH

醋酸の製法は次の三つに大別される。

- ① 木材の乾溜に依る法 (木材乾溜法)
- ② 酒精の酸化法 (酸酵法)
- ③ 合成法

木材乾溜法 木材の乾溜によつて生ずる木醋液と稱する褐

色の液は多量の醋酸を含む。故にこれを原料として醋酸を製するのである。即ち木醋液に石灰を加へて一旦醋酸石灰に變へて分離し、次にこれを鑄鉄製容器に入れて濃硫酸を加へて蒸溜する。

この方法によつて得たものは普通木醋と呼んでゐる。従來は大仕掛に行はれたが、合成法の出現によつて醋酸の製法としては稠落の現状にある。然し木材の乾溜によつて木ガス・メタノール・木炭(いづれも燃料)・アセトン(溶劑)・クレオソート(防腐劑)等有用な物質が得られるから、別の意味に於て大いに價值がある。

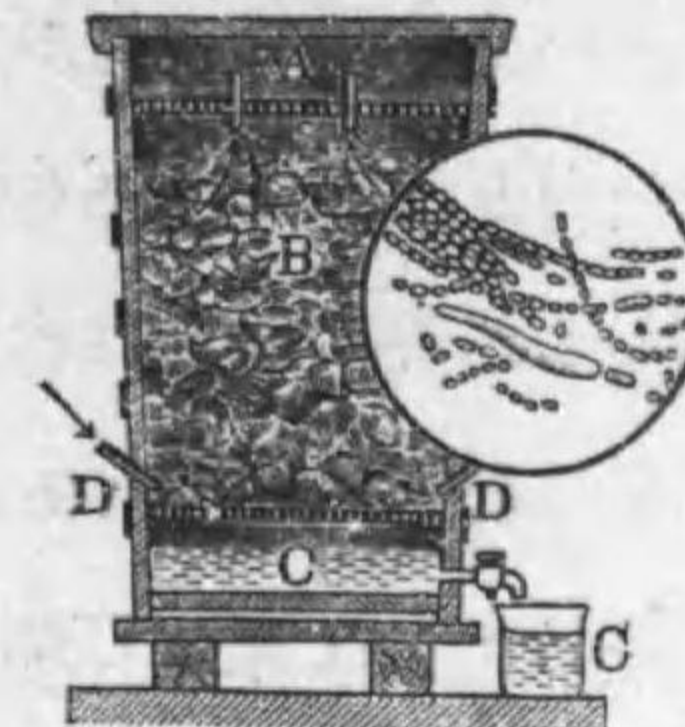
醱酵法

酒類を空氣中に放置すると次第に酸味を帯びて來る。これは酒の中のアルコールが空氣によつて酸化されて醋酸を生ずるためである。この酸化は簡單なものではなく、醋母と稱する細菌の接觸作用によつて行はれる複雑且つ微妙な變化である。ここに生ずる醋酸は極めて稀薄で2~6%程度のものである。食用に供する酢は醋酸約3%の外に少量の窒素化合物・色素を含んでゐる。従つてこの方法は酢の製法として盛んに行はれてゐる。

即ち酒粕等の安價な含アルコール質を原料とし、これに醋母と稱へる細菌を作用させる。由來細菌の接觸作用によつて行はれる變化即ち醱酵は工業上の一手段として利用されることが甚だ多い。酒類の製造を始め味噌・醤油・飴の製造等所謂醸造工

業は實に醱酵を利用する工業である。

醱酵は細菌といふ一つの生活體に依つて管まれるものであるから温度・濕度・營養物等變化を管理する條件が甚だ多く、その實施に優れた技術と熟練を必要とする。



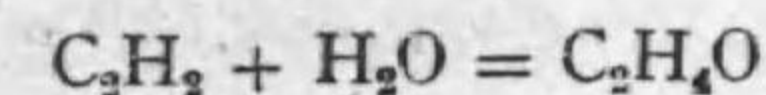
食酢製造

A. アルコール液 B. 醱母
C. 食酢液 D. 空氣入口
圓内は醱母(約100倍)

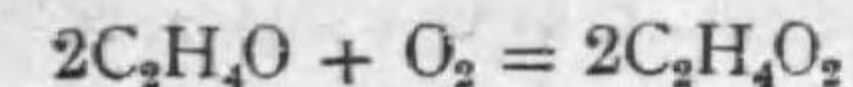
我國は地理的に氣温濕度が細菌の繁殖に適するから醱酵を取り扱ふ技術に長じてゐるといはれる。高

度國防國家建設のために外國依存の模倣技術より脱却して、日本的性格を持つ獨特の技術を打ち建てることが絶叫されてゐる今日、醱酵の研究こそ我等の採るべき最も意義深きことのひとつといへる。醱酵法によつて有要な物質を製出することは、合成法と共に近代化學技術の二大傾向である。高能率航空燃料の原料であるブタノールの製造は醱酵によつて開拓された新興化學工業の代表的なものである。

合成法 アセチレンガス・水・空氣を原料として醋酸を製造する方法である。即ち適當な觸媒(水銀化合物)を用ひてアセチレンガス C_2H_2 と水を化合させ、アセトアルデヒド C_2H_4O を作り



更にこれを空氣によつて酸化して醋酸とするのである。



醋酸は鋭い臭氣を有する無色の液體で、純粹なものは冬期水結するから**氷醋酸**の名がある(沸點118°, 融點16.8°)。その水溶液は酸味があり、リトマスを赤變させる。金屬を侵す作用がある。

然しこれ等の性質は塩酸・硫酸等と比べると甚だ弱い。極めて有用な酸で、溶劑(硫黄・沃素等を溶かす)として化學實驗に、工業藥品として重要な醋酸鉛・醋酸銅・醋酸鉄等の製造、醋酸纖維素(人絹)、アセトアニリド(解熱藥)等の製造に用ひられる。

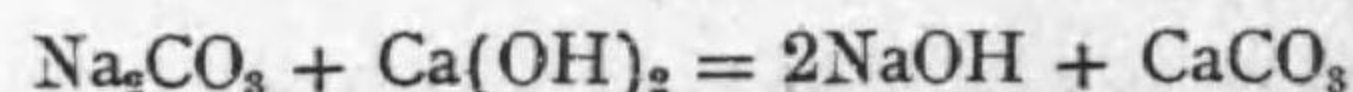
6.2 アルカリ

1. 苛性ソーダ NaOH

苛性ソーダの製法には二通りある。

- ① 石灰法 ② 電解法

石灰法 この方法は現在殆ど行はれてゐない。要點は次の通りである。炭酸ソーダ Na_2CO_3 の溶液に石灰乳 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を加へると次の變化が起る。



炭酸カルシウム CaCO_3 は溶けないから沈澱となつて容器の底に溜る。依つてその上澄液を分取して煮詰める。

電解法 苛性ソーダの製造は専らこれに依る。即ち食塩の水溶液に電流を通ずると陽極附近より塩素ガス、陰極附近より水素ガスを發生し、後に苛性ソーダの溶液を残す。依つてこれを煮詰めて濃厚液とするか、更に煮詰めて固形體とする。

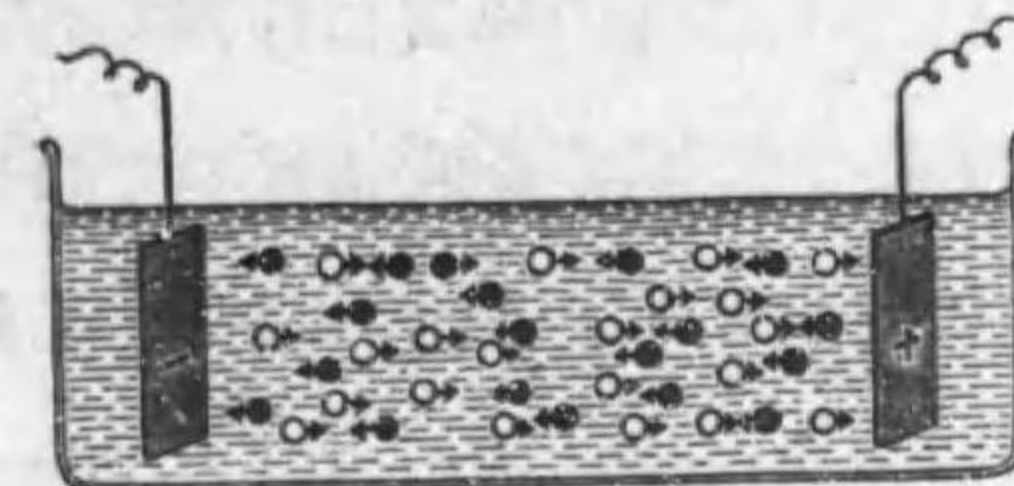
今この電解の狀況を詳細に考察して見る。食塩を水に溶解す

るとその分子は陽電氣 \oplus を帯びたナトリウム原子と陰電氣 \ominus を帯びた塩素原子に分れて存在するといふ。これを式で示すと



従つてこの水溶液に電極を浸して電池に連絡すると Na^\oplus は

陽極(+)に反撥されて陰極(-)に吸引され+極より-極へ移動し、反對に Cl^\ominus は-極に撥かれて+



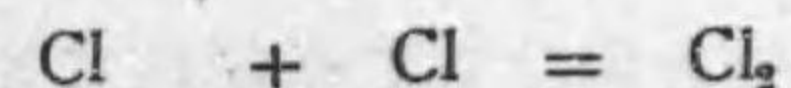
極に吸引され-より+へ移動する。その結果兩極に化學變化が起る。即ち-極では Na^\oplus が持つてゐる陽電氣が放電(中和)して金屬ナトリウムを生ずる。



ここに生じた Na が-極附近の水と作用して水素と苛性ソーダを生ずることになる。



+極では Cl^\ominus が陰電氣を失つて塩素原子となり、これが直ちに結合して塩素分子(塩素ガス)となるものと考へられる。



苛性ソーダは白色の脆い固體で極めて吸濕性に富み、空氣中に放置すると水分を吸収してこれに溶解し液滴を生ずるばかりでなく、終には全部が溶液に化す。即ち潮解性がある。又炭酸

ガスを吸収し易く、その結果炭酸ソーダに化する。故に保存には容器に密閉することを要する。極めて水に溶解易く、その水溶液は舌を刺す苛味があり、リトマスを青變させる。濃厚液はその性質苛烈で動物質に激しく作用してこれを糜爛させる。

このやうに他の物質に作用してこれを變化させる性質に富んでゐるから工業の全般に互つて用ひられ、化學工業原料として硫酸に對應する。石油の精製、石鹼・人絹・紙等の製造、纖維類の精練漂白等はその主なる用途である。

2. 電 離

上述の食塩溶液について考へ得たやうに、分子がその水溶液中で帶電した部分に分けられることを電氣解離又は略して電離と稱へる。そして Na^{\oplus} , Cl^{\ominus} のやうに電離によつて生ずるもの即ち帶電した原子又は原子團をイオンと呼ぶ。イオンのうち陽電氣を帶びた方を陽イオン(+又は・を附して表す)、陰電氣を帶びた方を陰イオン(-又は,を附して表す)といふ。水溶液中で電離する物質を電解質といひ、電離しないものを非電解質といふ。

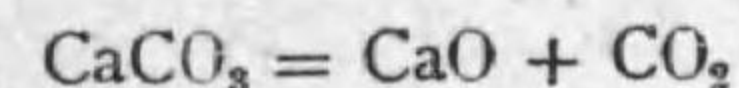
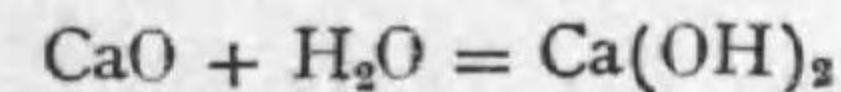
3. 苛性カリ KOH

製法・性質・用途は苛性ソーダと大體同じである。即ち原料として相當するカリ化合物を用ひる。電解法によるときは塩化カリを、石灰法による場合は炭酸カリを用ひればよい。塩化カリは岩塩と共に多量に産出し、炭酸カリは木灰の成分となつてゐるからこれから製取する。この性質はすべての點に於て苛性

ソーダよりも劇しい。ただ價格が幾分高いからその用途が限定される。軟石鹼・塩素酸カリの製造に大なる用途がある。塩素酸カリは含嗽料として又マツチ・煙火・爆發物等の製造に用ひられる。

4. 消石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$

生石灰 CaO に水を加へて製する。生石灰は石灰石・貝殻等炭酸カルシウム CaCO_3 を主成分とするものを強熱して分解させて作る。



消石灰は白色の粉末で僅かに水に溶解し、その溶液は苛味があり、リトマスを青變させる。炭酸ガス・塩素ガスを吸収しこれと化合する等反應性に富んでゐる。主としてモルタル・漆喰・晒粉・苛性ソーダ・苛性カリ等の製造に用ひられ又肥料・防疫薬・制毒薬等として用ひられる。

モルタルは消石灰と砂との混合物を水で練つたもので、漆喰は消石灰と麻屑をつのまたの汁で練り合せたもので、共に空氣に曝せばその中の消石灰が炭酸ガスを吸収して炭酸カルシウムとなつて硬化するから、壁の上塗り、石材・煉瓦の接合剤として用ひられる。

晒粉は塩素を消石灰に吸収させて作る。消石灰の肥料としての役目は土壤中の酸性分の中和にある。制毒剤としての作用は

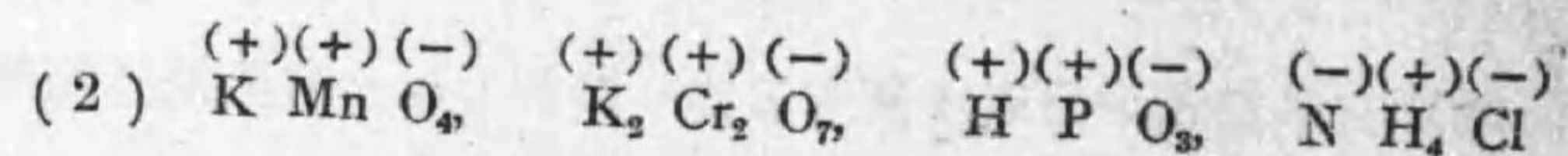
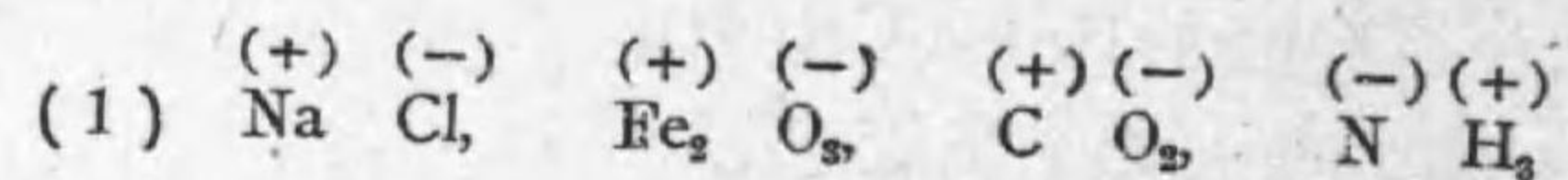
有毒ガスの吸収・分解にある。

第7章 化學の基礎知識(その2)

7.1 原子價 根

1. 化合の規則

すべて化合は陽性元素と陰性元素との間に起るものと考へられる。従つて化合物について陰(-)、陽(+)二つの部分に分けて考へられる。即ち



この例に見るやうに二種の成分元素を含む化合物に於ては、最初に書かれたものは陽性で、後に書かれるものは陰性である。但し NH_3 のやうな例外もある。又三種の元素を成分とする化合物については(2)の例の如く(+)(+)(-)の順序となる。但し NH_4Cl のやうな例外がある。

2. 原子 價

すべて化合は上述のやうに陰陽の間に起るのであるが、この際原子数の間に一定の関係があり、然もその数は各元素に固有である。例へば或元素の1原子と化合する水素原子の数を求めて見ると HCl , H_2O , NH_3 , CH_4 より

塩素の場合は……………1個

酸素の場合は……………2個

窒素の場合は……………3個

炭素の場合は……………4個

である。

従つて化合に於ける原子数の関係を知るには各元素の原子に夫々固有の價を定めて置けば便利である。即ち上の場合水素原子の價を1と假定すれば酸素原子の價は2、窒素・炭素は夫々3,4となる。この考へから各元素の原子に與へられた固有の價を原子價と稱へる。

化合(又は化合物)に於て原子價と原子数との間に次の式が成立する。即ち

陽性元素の原子價×原子数=陰性元素の原子價×原子数

例へば ① Al_2O_3 ② C O_2 ③ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ に於て

$$\textcircled{1} \text{ について } \begin{array}{ccc} \text{Al}_2 & \text{O}_3 \\ 3 \times 2 & = & 2 \times 3 \end{array}$$

$$\textcircled{2} \text{ について } \begin{array}{ccc} \text{C} & \text{O}_2 \\ 4 \times 1 & = & 2 \times 2 \end{array}$$

$$\textcircled{3} \text{ について } \begin{array}{ccc} \text{K}_2 & \text{Cr}_2 & \text{O}_7 \\ 1 \times 2 + 6 \times 2 & = & 2 \times 7 \end{array}$$

従つて原子價未知のものについてもこれを含む化合物の化學式よりこの關係式を利用して求めることが出来る。例へば Mn の原子價は K Mn O_4 より次の式を得る。即ち

$$\begin{array}{ccc} \text{K} & \text{Mn} & \text{O}_4 \\ 1 \times 1 + 1 \times x & = & 2 \times 4 \end{array}$$

これより $x=7$ 、依つて Mn の原子價はこの場合 +7 である。

表にも示される通り各元素の原子價は必ずしも一定してゐな

主要元素 原子價一覽表

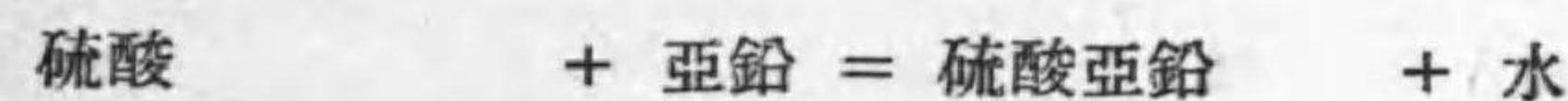
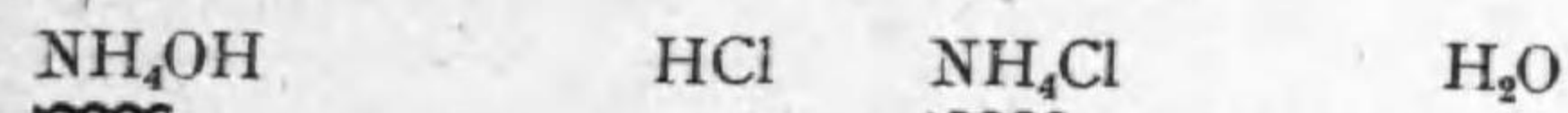
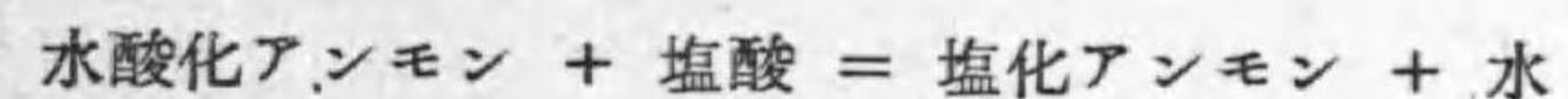
元 素	原子價	元 素	原子價
* Al	3	Pb	2,4
Sb	3-5	Li	1
As	3-5	Mg	2
Ba	2	Mn	2-3-4-6-7
Bi	3(5)	Hg	2-1
B	3	Mo	2-3-4-5-6
Br	1(3,5,7)	Ni	3-2
Cd	2	* N	2-3-5
* Ca	2	* O	2
* C	4	P	3-5
* Cl	1(3,5,7)	Pt	2-4
Cr	3-2	* K	1
Co	3-2	Si	4
Cu	2-1	Ag	1'
F	1	* Na	1
Au	3-1	Sr	2
He	0	* S	2-4-6
* H	1	Sn	2-4
I	1(3,5)	W	2-4-6
* Fe	3-2	* Zn	2

* 特に記憶して置くべきもの

い。従つて同じ元素が異つた原子價で化合物を作ることが屢々見受けられる。例へば鉄の化合物に FeCl_2 , FeCl_3 がある。この場合原子價の小さい化合物を第一化合物、大きい方の化合物を第二化合物といふ。それで FeCl_2 は塩化第一鉄、 FeCl_3 は塩化第二鉄と呼ばれる。

3 根(又は基)

化合物のうちにはその分子中に二種以上の原子が強固に結合して一團となり、恰も一原子の如く作用する特殊の原子團を有すると考へられるものがある。例へば硝酸・硫酸・苛性ソーダ・水酸化アンモン等は夫々その分子中に NO_3 , SO_4 , OH , NH_4 等の原子團を持つてゐる。而してこれ等の原子團は強固に結合してゐるから、化學變化に於ても分離しないでそのまま一つの化合物から他の化合物に移つて行く。



かやうな原子團を根(又は基)と稱へる。そしてこれ等を一個の原子と見做して原子價が與へられてゐる。

7.2 構造式 示性式

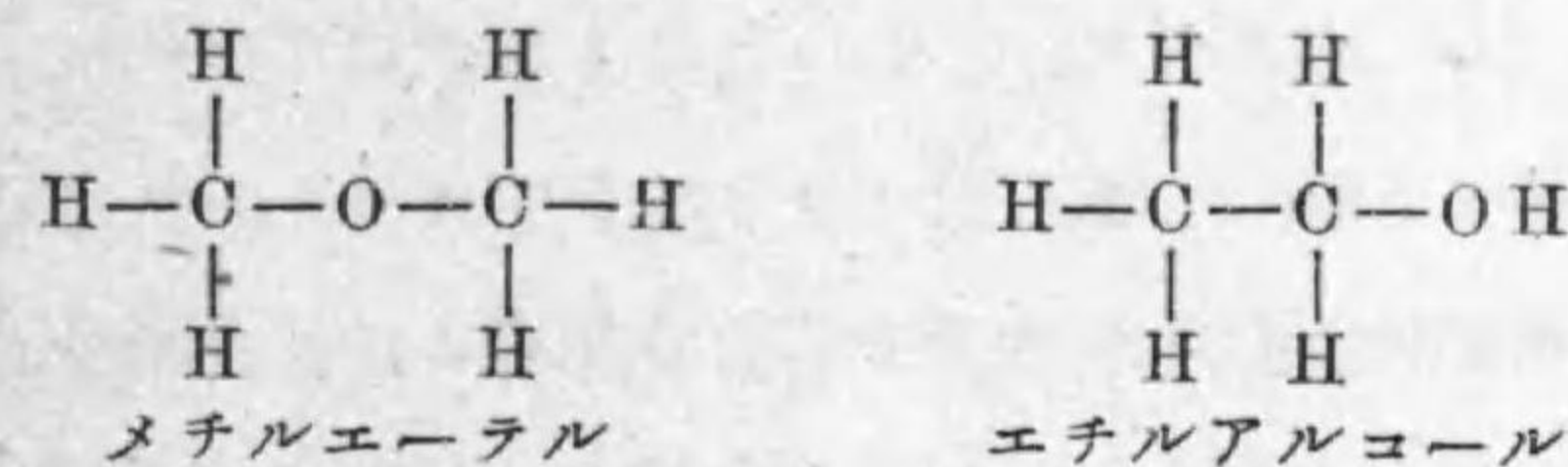
1. 構造式

物質の記號として分子式では未だ十分ではない。それはただ

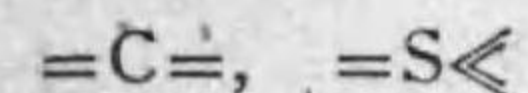
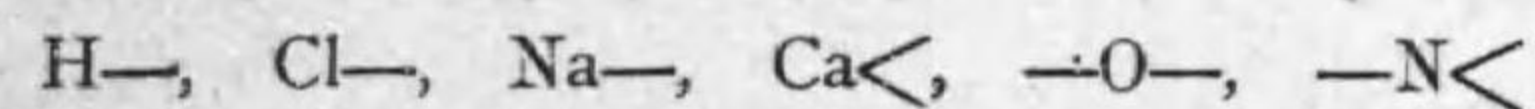
根(又は基)及その價

名 稱	記 號	價
ア ン モ ニ ウ ム 根	NH ₄	+ 1
醋 酸 根	CH ₃ COO	- 1
砒 酸 根	AsO ₄	- 3
亞 砒 酸 根	AsO ₂	- 1
酸 性 炭 酸 根	HCO ₂	- 1
酸 性 硫 酸 根	HSO ₄	- 1
臭 素 酸 根	BrO ₃	- 1
炭 酸 根	CO ₂	- 2
塩 素 酸 根	ClO ₃	- 1
亞 塩 素 酸 根	ClO ₂	- 1
ク ロ ム 酸 根	CrO ₄	- 2
青 酸 根	CN	- 1
重 ク ロ ム 酸 根	Cr ₂ O ₇	- 2
フ エ リ シ ャ ン 根	Fe(CN) ₆	- 3
フ エ ロ シ ャ ン 根	Fe(CN) ₆	- 4
水 酸 根	OH	- 1
沃 素 酸 根	IO ₃	- 1
モ リ フ テ ン 酸 根	MoO ₄	- 2
硝 酸 根	NO ₃	- 1
亞 硝 酸 根	NO ₂	- 1
蓚 酸 根	(COO) ₂	- 2
過 マ ン ガ ン 酸 根	MnO ₄	- 1
磷 酸 根	PO ₄	- 3
珪 酸 根	SiO ₃	- 2
硫 酸 根	SO ₄	- 2
亞 硫 酸 根	SO ₃	- 2
チ オ シ ア ン 根	SCN	- 1

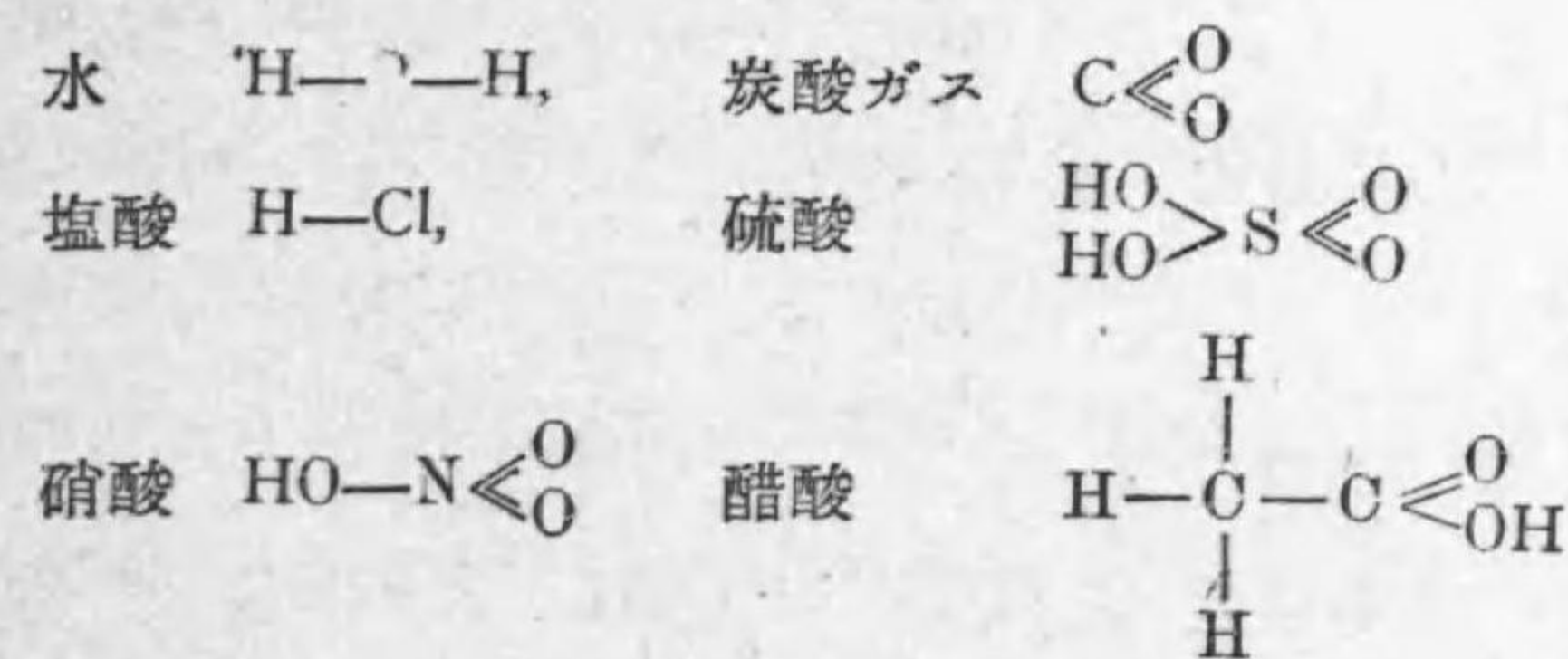
分子中に含む元素の種類とその原子数を示すに過ぎないから、分子式で示すと同一のものも多数出来てくる。例へばメチルエーテルとエチルアルコールは共に分子式で示すと C₂H₆O である。従つてこれのみでは両者を區別することが出来ない。そこで両者を正しく區別するには更に進んで原子と原子との結合の状態を示す必要がある。上に示したメチルエーテル・エチルアルコールは夫々次の如くなる。

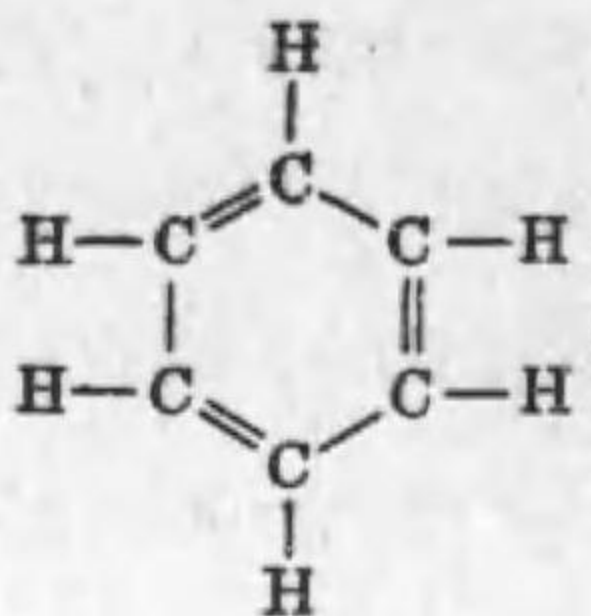
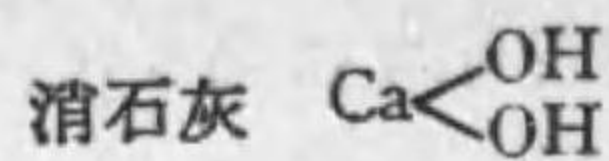


このやうに分子中の原子の結合する様子即ち分子の構造を明示する記號を構造式といふ。構造式では原子間の結合を表すに「—」を用ひる。この符合を價標(又は結合手)と呼ぶ。すべて元素の原子は原子價に相當する數だけ價標が與へられてゐる。

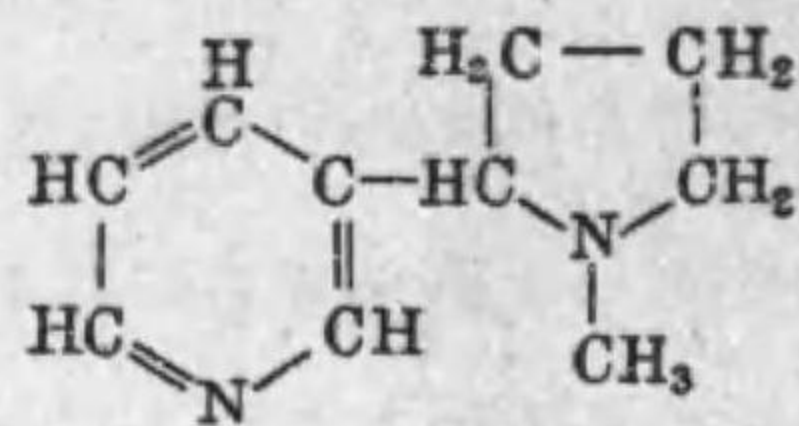


次に二三の物質につきその構造式を示す。





ベンゼン

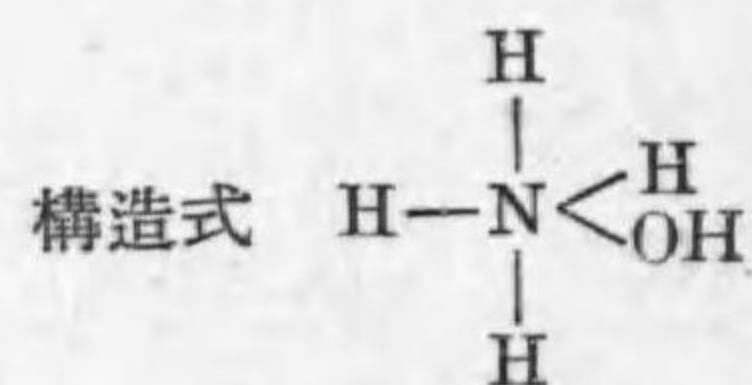
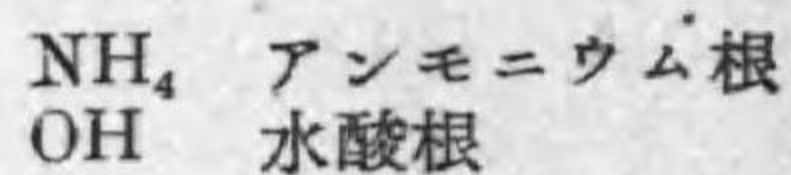
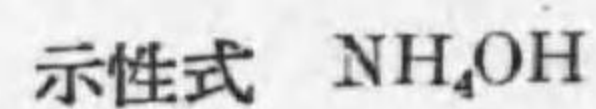
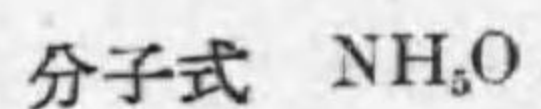


ニコチン

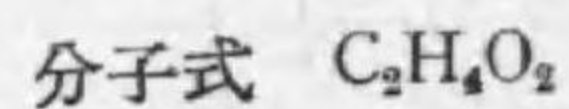
2. 示性式

化合物の性質はその分子中にある根によつて決まるといはれる。即ち根の種類を知ればその性質を大體推量することが出来る。従つて物質を示す記號としてその分子中に含む、根を明示するものを採用すれば、その記號は即ち物質の性質を示すこととなる。このやうな意味を持つた記號を示性式と呼ぶ。

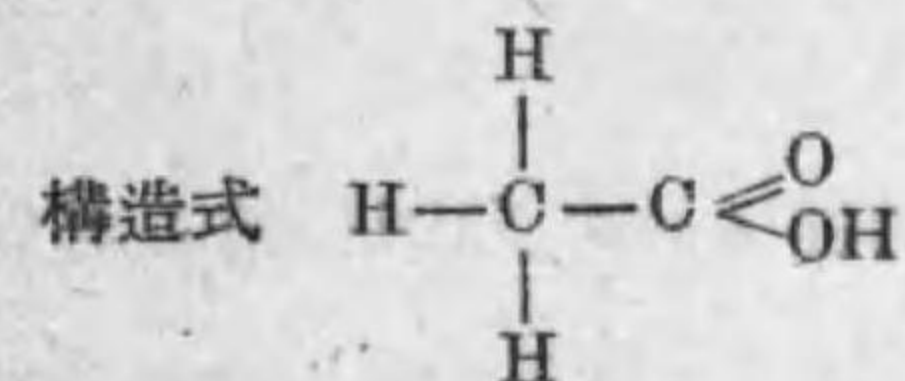
① 水酸化アンモンについて



② 醋酸について



示性式 CH_3COOH , COOH カルボキシル基



第8章 酸 塩基

1. 酸の總括

硫酸・塩酸の水溶液はすつばい味(酸味)があり、青色リトマス試験紙を浸すとこれを赤變させる性質(これを酸性といふ)がある。又金屬例へば鉄・亜鉛等を溶かして水素を生ずる作用もある。このやうに酸性があり、金屬と置き換へられる水素を含んでゐるものを酸と總稱する。塩酸・硫酸・硝酸・炭酸・磷酸・硼酸・醋酸・乳酸等は皆酸である。酸の性質はその分子中に含む陽性の水素原子によるといはれる。

2. 酸根

酸の分子から陽性の水素を除いた残りの原子團を酸根といふ。酸根は陰性である。(56頁の表参照)

3. 酸の分類

酸は分子中の陽性水素の数によつて種類が分けられる。

水素原子1個を含むもの…一塩基酸 HCl , HNO_3

水素原子2個を含むもの…二塩基酸 H_2CO_3 , H_2S , H_2SO_4

水素原子3個を含むもの…三塩基酸 H_3PO_4 , H_3BO_3

尙二塩基酸以上を總括して多塩基酸といふ。

4. 塩 基

水酸化アンモン NH_4OH , 苛性ソーダ NaOH , 消石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等はいづれも金属元素と水酸根より成る。即ち金属の水酸化物である。かやうな化合物を塩基といふ。塩基の水溶液は(水酸化鉄のやうに溶けないものもある) 苛味があり, 赤色リトマス試験紙を青變させる性質(これをアルカリ性といふ)がある。又酸と適當に混合すると双方の性質が相殺される。

アルカリ NH_4OH , NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等は塩基のうちでも水に溶けるものである。このやうに塩基のうち水に溶けるものは特に**アルカリ**と呼ばれる。これに對して $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等は水に溶けないから塩基であるがアルカリとはいはない。即ちアルカリとは塩基のうち特殊のものを指すのである。塩基やアルカリの特性は共にその分子中に含む陰性の水酸基に因るのである。

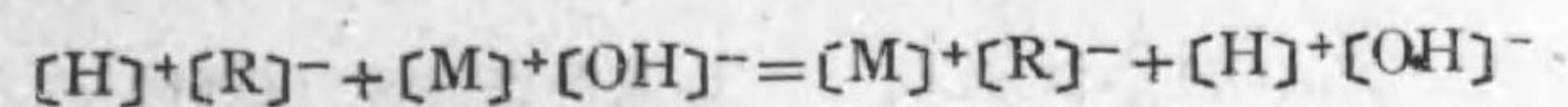
5. 塩基の分類

塩基はその分子中に含む水酸根の數によつて一酸塩基 (NH_4OH , NaOH), 二酸塩基 ($\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$), 三酸塩基 ($\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$) 等と呼ばれる。二酸塩基以上は多酸塩基といふ。

第9章 中 和 塩

1. 中 和

酸と塩基或はアルカリを適當に混合すれば酸性, アルカリ性いづれの性質も示さなくなる。この理由は次の如く説明される。即ちこの混合に於て酸の水素(陽性)とアルカリの水酸根(陰性)とが結合して水を生じ, 兩者の特性を表すべき原子並に原子團が消失するためである。これを式で示すと



酸	アルカリ 又ハ塩基	塩	水
但し $[\text{H}]^+$	水素原子(陽性)	$[\text{M}]^+$	金属原子(陽性)
$[\text{R}]^-$	酸根(陰性)	$[\text{OH}]^-$	水酸根(陰性)

従つて別に残りの金属原子と酸根と結合した化合物を生ずる筈である。上式では $[\text{M}]^+ + [\text{R}]^-$ で示される。この型の化合物を塩といふ。即ち酸と塩基の混合に於ては塩と水を生ずるのである。かやうに酸と塩基が作用して塩と水を生ずる變化を**中和**と稱へる。

2. 塩

中和の項で述べたやうに塩とは酸根と金属原子との結合した化合物である。いひかへれば酸の陽性の水素を金属原子で置換した化合物の總稱である。その種類は**中性塩**(正塩)・**酸性塩**・**塩基性塩**に分れる。中性塩は酸の水素を全部金属で置き換へたものである。陽性の水素を持たないから中性である。一部水素を残すものは酸性であるから酸性塩といふ。塩のうち OH を含む

ものは塩基としての性質を留めるからこれを塩基性塩といふ。炭酸ソーダ Na_2CO_3 は中性塩(正塩)、重曹 NaHCO_3 は酸性塩であることは一見してわかると思ふ。酸性塩は又重といふ名稱を冠することがある。 NaHCO_3 酸性炭酸ソーダは重炭酸ソーダ略して重曹といふ。次に塩基性塩を例示する。

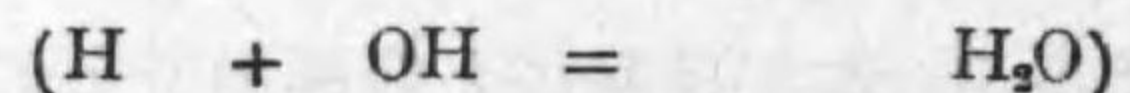
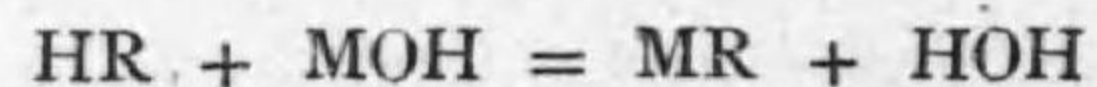


この例に示す如く塩基性塩は塩基と中性塩との結合したものであるといへる。これに對して酸性塩は酸と中性塩の結合したものと考へられる。即ち



3. 中和の利用 (酸・アルカリの定量)

イ. 當量 中和に於ける酸と塩基の重量關係は中和の方程式から容易に推知することが出来る。



即ち水素原子1箇を含む酸の量と、水酸根1箇を含む塩基の量とは完全に中和する酸と塩基の量である。従つて酸・塩基について H, OH を夫々1箇含む量を用ひれば凡ゆる場合の中和の重量關係は一目瞭然となる。よつてこの量を酸・塩基の當量といふ。即ち

一塩基酸の當量はその1分子量

二塩基酸の當量はその $\frac{1}{2}$ 分子量

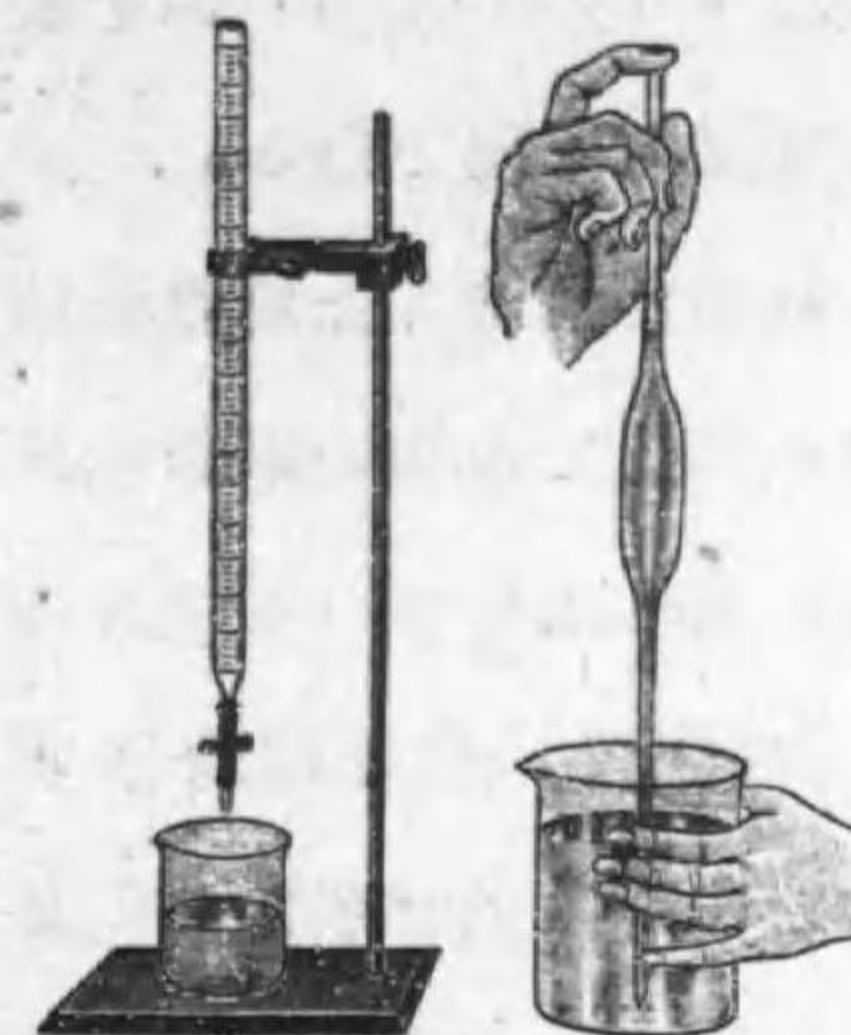
三塩基酸の當量はその $\frac{1}{3}$ 分子量

又塩基の當量は酸の場合と同様に

一酸塩基はその1分子量

二酸塩基はその $\frac{1}{2}$ 分子量

三酸塩基はその $\frac{1}{3}$ 分子量



となる。例へば塩酸の當量は HCl から $1+35.46=36.46$, 硫酸は H_2SO_4 から $98 \div 2=49$, 苛性ソーダは $\text{NaOH}(40)$ から 40, 消石灰は $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $40+(17 \times 2)=74$ から $74 \div 2=37$ となる。

ロ. 瓦當量 當量には單位がない。實際に取扱ふ場合にはこれに瓦の單位を與へる。これを瓦當量といふ。例へば H_2SO_4 , HCl, NaOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の1瓦當量は夫々49瓦, 36.46瓦, 40瓦, 37瓦となる。又これより H_2SO_4 の0.3瓦當量は $0.3 \times 49=14.7$ 瓦, NaOH 5瓦は $5 \div 40=0.125$ 瓦當量となる。

ハ. 中和の法則 中和に於ける酸と塩基の重量關係は當量によつて示される。即ち N 瓦當量の酸を中和するに要する塩基の量は N 瓦當量である。このやうに互に中和する酸と塩基の當量

數は等しいのである。例へば H_2SO_4 0.5 瓦當量を中和するには $NaOH$ 0.5 瓦當量を要する。従つて H_2SO_4 $0.5 \times 59 = 24.5$ 瓦を中和するには $0.5 \times 40 = 20$ 瓦の $NaOH$ を要する。 $Ca(OH)_2$ ならば $0.5 \times 37 = 18.5$ 瓦を要することとなる。これが中和による定量法の原理である。

二. 定量法 上述の法則によつて既知當量を含む一定濃さの酸を用ひて未知の塩基の量、従つてその濃さを知ることが出来る。例へば

〔問題〕 1 瓦當量を 1000 cc 中に含む硫酸を用ひて濃さ未知の苛性ソーダ 50 cc を中和するのに硫酸 25 cc を要した。苛性ソーダの量及び濃さを求む。

〔解答〕 1 瓦當量を 1000 cc 中に含む硫酸 25 cc 中には $1000 : 1 = 25 : X$, $X = 0.025$, 即ち 0.025 瓦當量の硫酸を含む、従つて中和の法則より 0.025 瓦當量の硫酸を中和する苛性ソーダの量は 0.025 瓦當量となる。依つて苛性ソーダの量は $0.025 \times 40 = 1$ 瓦, その濃さは 1 瓦/50 cc となる。

第10章 溶液の化學

1. 溶液 溶媒 溶質

食塩を水に入れて混ぜると塩は溶け去つて全部が均一な液體となり食塩水が出来ゝ。この現象を溶解と稱へ、この際水を溶媒、食塩を溶質といふ。溶媒が水であるとき水溶液、アルコー

ルであればアルコール溶液といふ。溶質は固體に限らない。液體・氣體の場合がある。溶質が液體のときはいづれを溶媒・溶質と呼んでもよいが、普通は多い方を溶媒、少い方を溶質とする。

2. 飽和溶液 溶解度

一定量の溶媒に溶ける溶質の量には限度がある。例へば $20^\circ C$ の水 100 cc に溶ける食塩の量は 36 瓦を限度とする。これ以上加へると溶けずにそのまま残る。溶媒に溶質が溶け得る限度が即ちその溶質の溶解度である。溶解度を示すには溶媒 100 量に溶解する溶質の最大限度を以つてする。溶解度は温度によつて變るから、これを正しく表すには温度を附記する必要がある。例へば食塩の溶解度 $36(20^\circ C)$ の如くである。

飽和溶液 溶質の量が溶解の最大限度に達してゐる溶液を飽和溶液といふ。

結晶の析出 飽和溶液の温度が低くなると溶解度を減ずるから、溶質の一部は溶け得ずに結晶となつて現れる。結晶は物質としては最も純粋な状態であるから、この理を應用して物質の精製を行ふ。

溶解度と壓力の關係 (ヘンリーの定律)

氣體の溶解度は固體・液體の場合と異り、温度が昇ると反對に減少する。又壓力をかけるとこれに比例して増加する。例へばサイダー・ラムネ等の栓を抜けば泡が盛んに出るのはこのた

めである。氣體の溶解度と壓力との關係について一つの法則がある。即ち

一定溫度に於いて、氣體の水に對する溶解度はその壓力に正比例する。

3. 溶液の濃度

溶液の濃さを表すには濃度といふ語を用ひ、次の方法による。

イ. 百分率 (パーセント) % 溶液 100 量中に含む溶質の量を以てする方法である。百分率を求めるには次の式による。

$$\frac{\text{溶質の量}}{\text{溶液の量}} \times 100 \quad \text{但し溶液の量} = \text{溶質の量} + \text{溶媒の量}$$

例へば 10 瓦の食塩を 90 瓦の水に溶かした食塩水の濃度は $\frac{10}{10+90} \times 100 = 10$ 即ち 10% である。

ロ. モル 化學研究に用ひる濃度で、溶液 1000cc 中に含む溶質の瓦分子數即ち 1000cc の溶液の中に溶質幾瓦分子を含むかを示す數を用ひて濃度とする方法である。例へば H_2SO_4 の溶液について、その 1000cc 中に 98 瓦を含む溶液の濃度は一モルである。又 49 瓦を含めば $\frac{49}{98} = \frac{1}{2}$ 、即ち $\frac{1}{2}$ 瓦分子を含むことになるから $\frac{1}{2}$ モル (0.5) モルとなる。又 196 瓦を含むものは $\frac{196}{98} = 2$ 即ち 2 モル溶液である。

ハ. 規定 化學分析に使用する濃度である。溶液 1 立中に含む溶質の瓦當量數を用ひる方法である。例へば 1 立中に 1 瓦當量を含む酸の濃度は 1 規定 (1N と記す) である。又 $\frac{1}{10}$ 瓦當量な

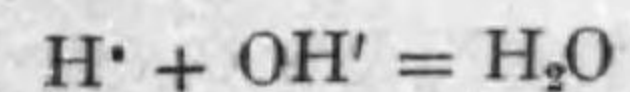
らば $\frac{1}{10}$ 規定即ち ($\frac{1}{10} N$) である。

4. 電氣分解 (電解)

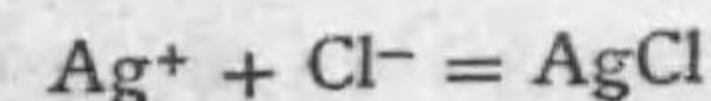
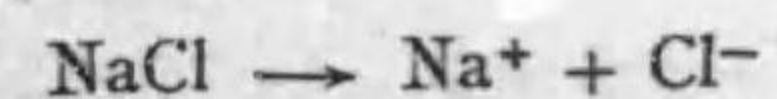
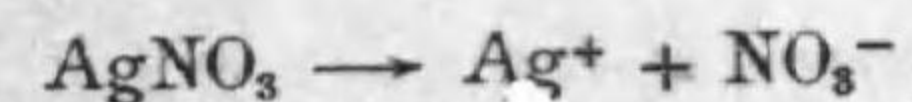
電解質の水溶液に電流を通ずれば、その兩極に必ず化學變化が起る。この現象を電氣分解略して電解といふ。(第 6 章アルカリ・苛性ソーダの項参照) 電解は化學工業上極めて大切な化學變化でこれを利用する工業は少くない。例へば、水より酸素・水素の製造、食塩を原料として苛性ソーダ・塩素の製取、銅・アルミニウム・ナトリウムの精練、メッキ・電氣鑄造等である。

5. イオン間の反應

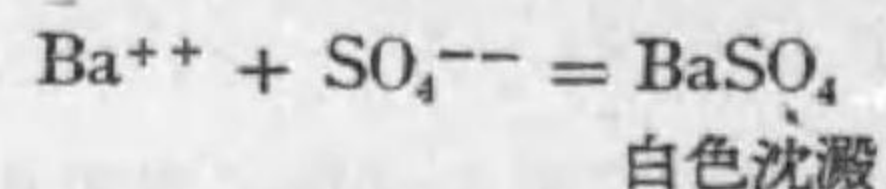
電解質の水溶液は常にそのうちにイオンを生じてゐるから、電解質の水溶液相互に起る變化はイオンとイオンとの間に起る變化である。これをイオン反應といふ。中和をイオン反應として表すと次の如くなる。



即ち水素イオンと水酸イオンが結合して水を生ずる變化となる。硝酸銀の溶液に食塩水を加へると白色の沈澱が出来る。これは硝酸銀溶液中の Ag^+ と食塩水中の Cl^- とが結合して $AgCl$ (塩化銀) を生じ、これが水に溶け難いためである。この場合のイオン反應式は



すべてのイオンは皆夫々特有のイオン反應を呈する。



このイオン反應は Ba^{++} , SO_4^{--} に特有である。従つて Ba^{++} を含む液を加へて白色沈澱を生ずる液は SO_4^{--} を含むことが知られ、又逆に SO_4^{--} を含む液を加へて白色沈澱を生ずる液は Ba^{++} を含むことが知られる。即ちこの原理を應用して電解質の成分を知ることが出来るのである。化學分析は正にこの原理の利用に外ならない。

6. 酸 塩基の強弱

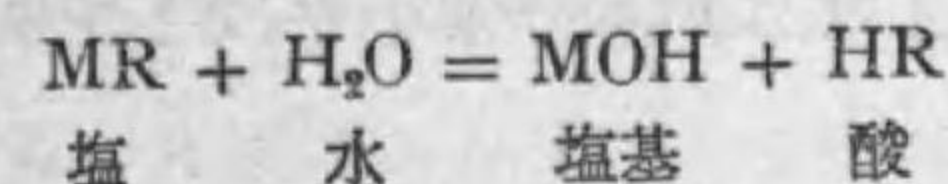
酸の酸性はそれが水溶液中で電離して生ずる H^+ に基き、塩基のアルカリ性は OH^- による。故に電離する度が大で、水溶液中にイオンを多く生ずるものはその性質が強い筈である。塩基の場合には苛性ソーダ・苛性カリは電離度が大きく、従つてその性質は強く、消石灰・水酸化アンモン等は電離度が小さいから、その性質は弱い。

酸では塩酸・硫酸・硝酸等は大きい電離度を示し、強酸と呼ばれ、炭酸・磷酸の電離度は小さいから弱酸といはれる。

7. 加 水 分 解

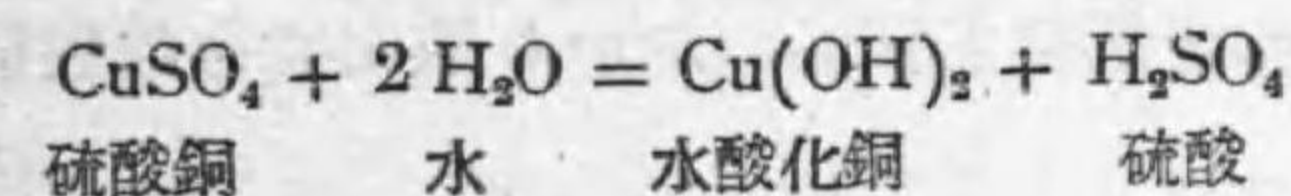
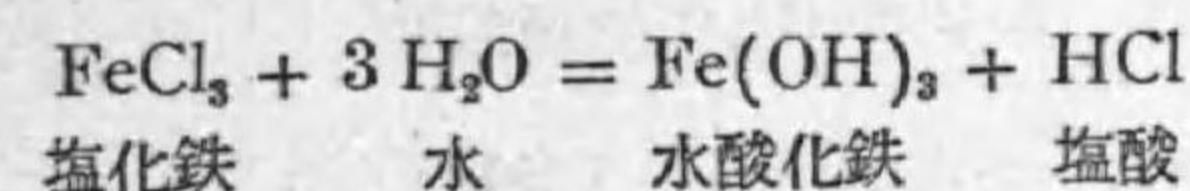
正塩（即ち中性塩）の水溶液は中性であるべきである。然るに Na_2CO_3 , KCN 等の水溶液はアルカリ性を呈し、 FeCl_3 , CuSO_4 等の水溶液は酸性を呈する。この理由はイオン説によつて十分

説明することが出来る。即ち

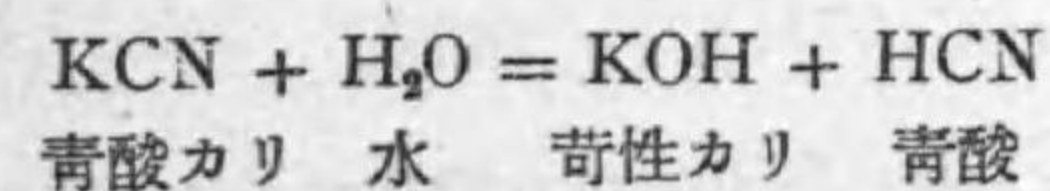
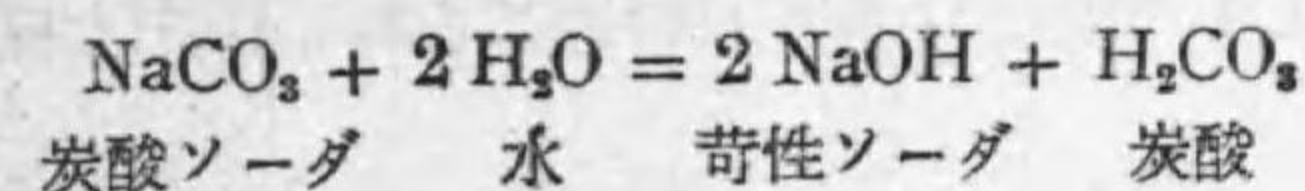


これは中和の逆の變化で、この際生じた塩基・酸の電離度の大きい方の性質を示すのである。即ち塩が強酸と弱塩基によつて生じたものであればその水溶液中には強酸と弱塩基を生ずるため、水溶液中の H^+ の濃度は OH^- の濃度より大である。故に溶液は酸性を呈することとなる。又塩が強塩基と弱酸で出来たものであれば、その水溶液中の OH^- の濃度は H^+ の濃度より遙かに大となる。依つて液はアルカリ性を示すこととなる。

水溶液が酸性を呈する場合



水溶液が塩基性（アルカリ性）を呈する場合



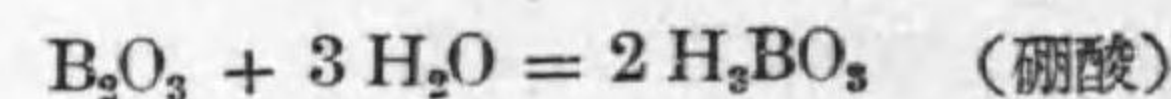
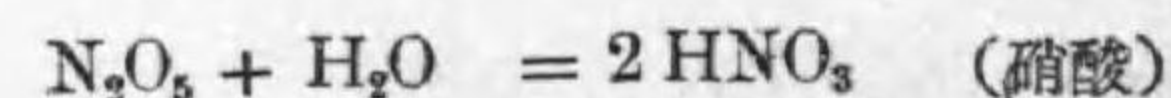
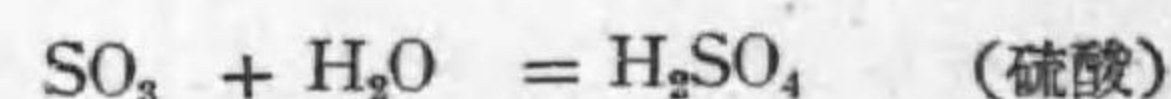
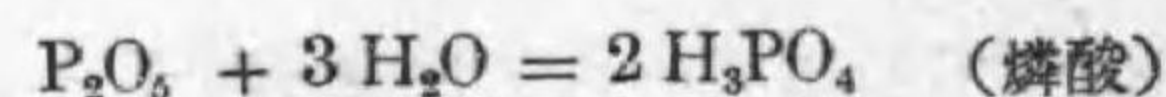
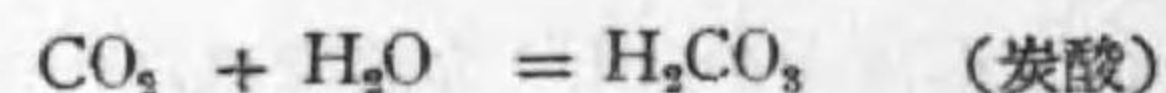
以上例示した如く塩が水と作用して元の酸と塩基に分解する變化を加水分解と稱へる。加水分解の工業への利用は極めて廣

く、化學工業上の手段として、酸化・還元等と共に最重要の地位を占めてゐる。油脂分解工業は加水分解を手段とする工業の代表と見做される。

第11章 金属元素と非金属元素

1. 元素の非金属性

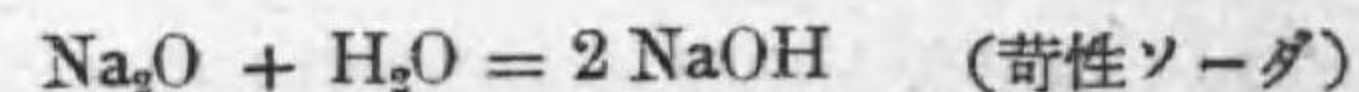
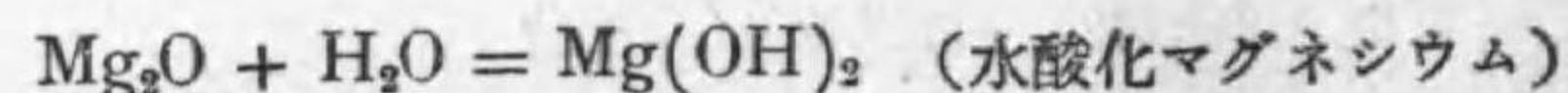
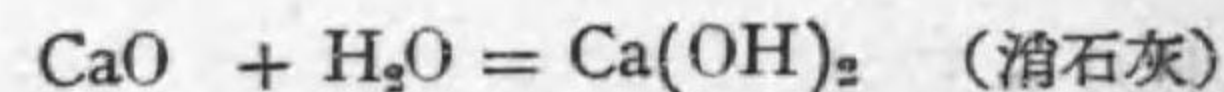
C, P, S, N, B 等の元素の酸化物は水と作用して酸を生ずる。



これを元素の非金属性と稱へ、かかる酸化物を酸性酸化物といふ。

2. 元素の金属性

これに對して Ca, Mg, Na 等の酸化物は水と作用して塩基を生ずる。



これを元素の金属性といふ。水と作用して塩基を生ずる酸化

物は塩基性酸化物と稱へられる。

3. 非金属元素と金属元素

すべての元素は非金属性と金属性の両性質を備へてゐるのであるが、比較的非金属性に富むものと、又これと反對に金属性の強いものとに分たれる。非金属性の強いものは非金属元素と呼ばれ、金属性の強いものは金属元素と呼び慣してゐる。次に各々の主要なるものを掲げる。

非金属元素

Br, I, Cl, F, O, S, N, P, As, Sb, C, Si, B, H

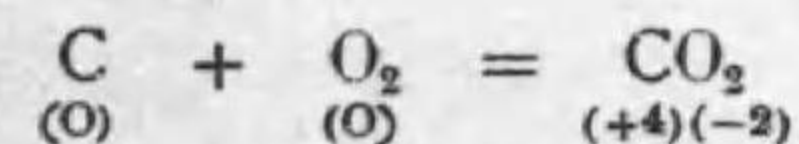
金属元素

Na, K, Ca, Ba, Sr, Mg, Zn, Al, Sn, Pb, Bi, Fe, Ni, Co, Mn, Cr, Cu, Hg, Ag, Au, Pt

第12章 酸化と還元

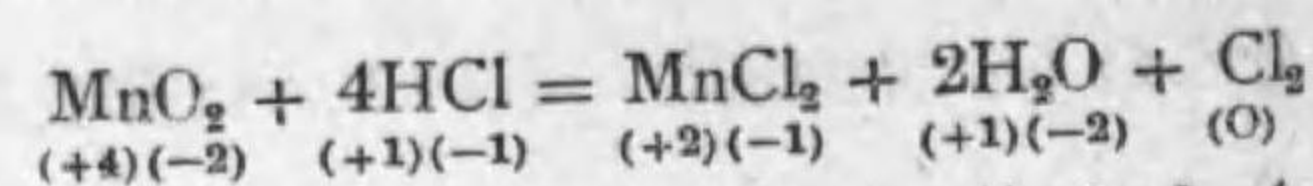
1. 意義

元素の原子價について化學變化を考へて見ると二つの場合がある。即ち原子價の増加する場合と減少する場合である。例へば



この變化はCの原子價が0から(+4)に増加し、Oの原子價は0から(-2)に減少してゐる。即ちCについては原子價の増加する變化、Oについては原子價の減少する變化である。

化學上原子價の増加する變化を廣義の酸化、減少する變化を廣義の還元と稱へる。依つて上の變化は炭素の側より見ると酸化となり、酸素の側より見ると還元となる。又二酸化マンガンと塩酸を共に熱して塩素を得る變化は



より考察して、Mn については (+4) から (+2) へ原子價の減少を來してゐるから還元となり、Cl については (-1) から (0) へ増加してゐるから酸化となる。

以上二つの例で理解したやうに酸化と還元は同時に起る。而して酸化あるところ必ず還元を伴ふもので、決して別々に生起するものではない。尙この定義に従へば元素と酸素との化合、及び化合物より水素を奪ふ變化は酸化となり。これに反して元素と水素との化合及び化合物より酸素を奪ふ變化は還元となり、既説の酸化・還元の定義を犯すことはない。

2. 酸化剤と還元剤

元素の原子價を増減する作用のある物質として次のものが著名である。このうち、原子價を増加させる作用のあるものを酸化剤、減少させる作用のあるものを還元剤といふ。例へば

酸化剤として

塩素水・臭素水・二酸化マンガン・過マンガン酸カリ・

重クロム酸カリ・オキシフル・晒粉・硝酸

還元剤として

イオン化傾向の大きい金屬(例へばアルミニウム・亜鉛) 赤熱炭素・亜硫酸・沃化水素酸・硫化水素酸・水素

3. 酸化 還元の利用

酸化・還元は工業上頗る重要な化學變化で、冶金・漂白・寫眞術、硫酸・硝酸・アンモニア・塗料・染料・醫藥品等の製造は勿論殺菌・消毒等保健衛生方面までその利用が及んでゐる。

第13章 週 期 律

1. 週 期 律

今日知られてゐる元素の數は九十二種である。これ等の元素をその原子量の小さいものから順次大きいものの順に並べて見ると七つの元素を経て八つ目には又初めの元素と性質の似た元素が來るやうになる。即ち元素の性質は週期的に變遷する。この事實を元素の週期律といふ。

2. 週 期 表

週期律を表示して一見に便にしたものを週期表といふ。今日使用されてゐるものはメンデレエフ氏の考案したものを基礎にして、これに修正を加へたものである。

3. 週 期 表 の 價 値

化學は元素の性質や又元素の化合物について研究することを主目的としてゐる。然し化合物の數は二十五萬種を超えてゐるからこれ等を一つ一つ關係なしに研究することは非常な努力を

要するばかりでなく、極めて無味乾燥なものとなる。然るに週期表を使へば極めて組織的に能率的に且つ愉快に化學研究を進めて行くことが出来るのである。化學の上では週期表は寶典とされてゐる。週期表に表れた重要事項を列記すると次の如くなる。

- (1) 週期表の屬の番號をあらはす數と、酸素に對する元素の原子價つまり元素の陽の原子價とは全く一致する。
- (2) 水素に對する原子價つまり陰の原子價は第七屬より始まり、屬の番號の減少と共に増し第四屬に終る。
- (3) 元素の金屬性・非金屬性はその原子價と週期表での縦列に於ける位置(屬を示す列)とによつて定まる。即ち金屬性はその陽の原子價が小さい程、又縦列に於ける位置が下位にある程(原子量の大きなるもの程)強い。又非金屬はこれと反對に陽の原子價が増加する程同じ縦列に於て上位のもの程(原子量が小である程)強くなる。

要約すると週期表に於いては金屬元素は左方に、非金屬元素は右方に配列分布してゐることになる。大體に於いて陽の原子價 1, 2, 3 までは金屬元素と見てよく原子價 5 以上のものは非金屬元素である。原子價 4 のものは金屬・非金屬の兩性を有してゐる。尙非金屬性の大きい元素は強い酸を作り、金屬性の大きい元素は強い塩基を生ずる。

元 素 週 期 表

() の内數字は原子番號, 記號の下の數は原子量の概數

屬	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
0		(1) H 1									
1	(2) He 4	(3) Li 7	(4) Be 9	(5) B 11	(6) C 12	(7) N 14	(8) O 16	(9) F 19			
2	(10) Ne 20	(11) Na 23	(12) Mg 24	(13) Al 27	(14) Si 28	(15) P 31	(16) S 32	(17) Cl 35.5			
3	(18) Ar 40	(19) K 39	(20) Ca 40	(21) Sc 45	(22) Ti 48	(23) V 51	(24) Cr 52	(25) Mn 55	(26) Fe 56	(27) Co 59	(28) Ni 58.7
		(29) Cu 63.6	(30) Zn 65.4	(31) Ga 70	(32) Ge 72.6	(33) As 75	(34) Se 79	(35) Br 80			
4	(36) Kr 84	(37) Rb 85.4	(38) Sr 87.6	(39) Y 89	(40) Zr 91	(41) Nb 93	(42) Mo 96	(43) (Ma)	(44) Ru 101.7	(45) Rh 103	(46) Pd 106.7
		(47) Ag 108	(48) Cd 112.4	(49) In 115	(50) Sn 119	(51) Sb 122	(52) Te 127.6	(53) I 127			
5	(54) Xe 131	(55) Cs 133	(56) Ba 137.4	(57)-(71) * L	(72) Hf 178.6	(73) Ta 181	(74) W 184	(75) Re 186	(76) Os 191	(77) Ir 193	(78) Pt 195
		(79) Au 197	(80) Hg 200.6	(81) Tl 204	(82) Pb 207	(83) Bi 209	(84) Po	(85) —			
6	(86) Rn 222	(87) —	(88) Ra 226	(89) Ac	(90) Th 232	(91) Pa 231	(92) U 238				
原子價	0	1	2	3	4	5,3	6,2	7,1	8~2		
ハロゲン (X)化合物 水素化合物	作らない	RX	RX ₂	RX ₃	RX ₄	RH ₄	RH ₃	RH ₂	RH		
高級酸化物	作らない	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄ ~RO		

* (57)-(71) { (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71)
L Ce Pr Nd P Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu
139, 140, 141, 144, 150, 152, 157, 159, 162.5, 163.5, 167.6, 169.4, 173, 175.



第14章 理科への道

1. 理科 自然科学

理科とは自然科学に関する學科である。自然界に存在するものは一つとしてそのままで在るものではない。時々刻々變化してゐる。日月の運行、季節の移り、萬物の生育・死滅・枯死・腐朽等自然界に見る變化は枚舉にいとまがない。一見して變化しないやうに見えるガラス・石等も實は徐々に變化してゐるのである。

而してこれ等、我々の感覺に觸れる自然界の變化を自然現象といふ。自然現象の本質を究明し、その成果を凡ゆる人間活動に利用し、その充實發展に資する學問を自然科学と稱へる。自然科学は又略して單に科學と呼ばれる。ここに感覺とは五官(目・耳・舌・鼻・皮膚)の働き即ち五感を指してゐる。

我々はこの五感によつて自然界に種々の物質が存在することを知り、これに關して種々の知識を得ると共に千種萬態の自然現象を促へることが出来るのである。従つて科學者・技術家等苟くも自然科学の領域に活躍するものは五感が鋭敏であることを必要とする。而して五官の働き(機能)は訓練によつて高められて行くものであるから、將來有能な科學者・技術家たらんとする者は平素から五官を大切にすると共にその訓練を怠つてはならない。

2. 二つの本能

宇宙つまり我々の周圍の世界について感得する事象の素因を知りたいといふ欲求は人の本能である。そして更にここに得た知識(宇宙の眞理)を日常生活その他凡ゆる人類の活動に應用することによつてその基礎を強固にし且つ愉快なもの、意義あるものとなし得ることを體驗するに及んで唯單に眞理の究明のみに満足せず、更に一步進んで凡ゆる人間活動の上に如何に役立たせるかを研究しやうとする新たな欲求を生むに到つた。以上二つの本能によつて今日の科學は創められ築かれて來たのである。

3. 科學の性格

科學には二つの性格、換言すれば面が考へられる。その一つは知識として我々が認識する面である。他の面は生活即ち技能的活動に結び附く面である。第一の面は學術の性格、第二の面は技術の性格と呼ばれる。今日盛んに使はれる科學技術といふ語の科學は第一の面を指し、技術は第二の面を指してゐる。

従つて科學には二通りの解釋が下される。學術の性格と技術の性格を含める場合(廣義の科學)と、學術の性格のみについていふ場合(狹義の科學)である。依つて又科學には基礎と應用の二つの面があるともいへる。一般に技術に對して科學といふ場合は狹義のものを指すことを忘れてはならない。

4. 科學の方法

科學は一體どんな方法で進められて行くか。それは先づ第一に自然についての知識を得ることから始められる。これには自然界に起る現象を観察して、正確に記載するのである。観察とは我々人間が持つてゐる感覺を働かして知ることである。自然の變化を観察するにもそれが起るのを待つてゐては甚だ不便であり且つ限られた範圍しか知ることが出来ないから、便宜上自然現象を人工的に起して観察する方法を採る。これを實驗と名づける。今日實驗によつて簡繁・精粗大小等種々雑多な自然現象の観察が行はれてゐる。

このやうに科學は觀察から出發するのであるがここにいふ觀察は獨善的であつてはならない。普遍のものであることを要する。感覺で知るのみでは得た知識は必ずしも普遍性のあるものとは限らない。それは感覺が人によつて違ふかも知れないからである。例へば時間を測るのに感覺のみでは長い、短い、といふただ漠然とした區別しかつかない。長いといふも、短かいといふも測つた人の感覺次第である。然るにこの際豫め約束を決めて、つまり時間の單位を定めて置いて觀察した結果を數値で表すことにすれば(例へば15秒)測る人の感覺の相違が結果に影響することなく、従つてその結果は普遍性のあるものとなる。

かやうに科學に於ては觀察の結果は常に數値或は記號によつて表される。尙今一つ關係の形式で表す場合がある。關係の形式とは例へば水とアルコールとの相違を普遍の知識として表す

のに火に對する關係を求めて、水は燃えないがアルコールは燃えるといふが如きである。上述の如く自然現象の知識は數値或は記號乃至關係の形式として記載され、ここに初めて科學の要素として價值あるものとなり更にこれ等が整理されて秩序ある體系に組み上げられて一つのまとまつた科學が築き上げられるのである。

従つて科學の要素として普遍化された知識を如何に體系化して行くかといふことが科學を進めるいひかへれば建設して行く第二の問題である。この事は科學の成立上最も大切な事柄であり且つ科學の應用の面即ち技術を發展させるにも甚だ重要なことである。知識は人の感覺に訴へて獲得するのであるが、かくして得た知識は何によつて體系化されるか。それは最早人の感覺に依るのではない。人の思惟(考へを運ぶこと)によるのである。今日科學を成立させる思惟に因果性・相對性・相補性の三つの形式があるといはれてゐる。

因果性とは原因があつて初めて結果が生ずるといふ考へ方である。即ち或る結果には必ずその結果をもたらす特別な原因となるものがあるといふのである。従つて原因となるべき條件を知悉すればその結果を豫想し、又豫知することが出来るといふ考へ方である。この考へ方だけで科學を組織して行くやり方を決定論と呼んでゐる。日々の天氣豫報や天文學上の豫言又機械の故障の發見等は凡てこの考へ方から見究めてゐるのである。

然し科學のうちでも原因となるべき條件が極く少ない場合はこの考へ方で満足な結果を得るけれども、原因が餘りに多い場合はそれ等を知悉することが困難であるから結果の豫想は必ずしも的中しない。答は確實ではないが確からしいといふことで満足せねばならない。この場合は因果性といはず蓋然性と呼んでゐる。

相對性は天體とか宇宙とか無限に大きい空間についての知識を處理するに役立つもので、相補性はこれと反對に原子といふやうな無限に小さい空間の問題を處理するに必要な考へ方である。いづれも稍と高尚に互るから詳しい説明は略する。

5. 科學の分科

學術の面に屬する分科として物理學・化學・生物學・礦物學・天文學・地質學等が數へられ、技術の面に屬する分科として醫學・鉦山學・農業學・林學・水産學・工業學等が數へられる。これ等は更に小さい分科に分れてゐる。例へば物理學の分科として物性學・熱學・光學・音學・力學・運動學・電磁氣學等、化學の分科として有機化學・無機化學・理論化學等、生物學の分科として動物學・植物學・人類學・細菌學等、工業學の分科として機械學・造船學・建築學・土木學・紡織學・染色學・窯業學・醸造學等が擧げられる。

6. 科學 技術 産業

氣體を小さい孔から噴出させ、少し膨脹するやうにすると僅

かであるが周囲の温度が下る。これを繰返して行ふと終に著しく低い温度が得られる。今日の製氷法・冷凍法・液體空氣・ドライアイス等の製造法は實にこの原理に基くもので、この出現によつて冷凍工業・空中窒素固定工業等前代未聞の工業が今日その盛大を誇り得るのである。ここに法と稱するのは技術を指すのであつて、この短かい行文の中に科學・技術・産業三者の關係が察知されるのである。即ち科學は技術を産み出す(創造する)母體であり、且つそれが技術化されて初めて人類に貢獻し、國家に寄與することが出来るのである。科學を生産に結び付けるものは實に技術である。換言すれば技術の基礎の上に産業が成立するのである。

近代兵器の驚異的威力も、近代産業設備の躍進的發達も凡て技術の賜物である。従つて近代國防も、近代産業も優秀なる技術なしには絶対に成り立たないのである。技術は正に人・物と共に國家の力源である。民族の興亡を賭けて戦つてゐる大東亞戦争、これに勝ち抜くためには卓抜せる技術を絶対必要とする。

科學と技術の優秀によつて國家の運命が決せられることは正に青史に明かである。科學を學び技術に従ふものは特にこの點を銘記して貰ひたい。今は大戦争の真只中である。切に諸子の奮起を望んで止まない。

7. 理科の學習

世の中に繪や文學に興味を持つ者は多くあるが、凡そ理科の

こととなると關心を持つ者は少ない。難解且つ無趣味なものとして頭から毛嫌ひしてしまふやうである。物理學にしても化學にしても理科の學科を近付き難いものと考えてゐる人達は、日常家庭に將又職場に在つて何氣なくやつてゐることが一つの理科であることに氣附かないのである。つい手の届くやうな身近いところに在りながらそれを採り上げやうと努めない人達である。

理科の學習は至極容易である。どう近づか、どう學ぶか思案することは少しも要らない。ただ日常の家庭生活に又仕事の場所に出遭ふ事柄を率直に考へきへすればよいのである。若し諸君が職場で取扱ふ事象についてこれを考察してその真相を究明し得たとすれば、仕事に關する科學の一つを征服したことになる。家庭に職場に日々出會ふ事象の凡ては恐らく諸君にとって疑問の連続であらう。然もその真相を究明しやうとせず見逃してゐる場合が甚だ多いに相違ない。そのやうな際にこれを見逃さずその真相を究明しやうとする努力が欲しい。この努力こそ理科の門を開く唯一の鍵である。

8. 科學 技術の振興

科學と技術とを列べて呼ぶ場合には、科學といふのは純正科學、技術といふのは應用科學とこの二つに區別して考へることが必要である。自然をありのままに研究する、囚はれない態度で研究する、これが純正科學である。さうして純正科學に依つ

て究明された法則や理法を應用して人類の利便或は社會・國家の繁榮を圖るのが應用科學即ち技術である。随つて自然科學といふものは純正科學の段階に於ては人類に幸福を與へ國家に貢獻することが出來ない。應用科學即ち技術といふ段階に達して初めてそれが人類に幸福を齎し、國家・社會に寄與することとなるのである。

そこで技術を發達させるためには先づ第一にその根底であり基礎である科學を發達させねばならないことになる。技術は科學なしには決して發達しないのである。今日所謂科學振興といふ意味も、結局科學から發展して行く技術を發達させるといふことにあるのである。優秀なる兵器を作り、又精銳な機械化兵器を製し、或は又銃後生活の刷新、合理化を圖るといふやうな刻下喫緊の技術を確立するためにその基底となる科學を振興しやうといふのである。そこに自ら意識された目的がある。

今までのやうに科學・技術が自由に輸入された時代は何もこれを殊更振興する必要がなかつた。外國で研究され、試験済になつた優秀な技術を輸入して、その上に國防や産業を築き、文化や生活を建設して行けば何等不安がなかつたのである。然し今日はこれが絶対に許されない許りでなく、専ら自國の科學・技術に依存して未曾有の難局に處して行かねばならない正に危急存亡の秋である。大東亞戰完遂に必要とする技術はどうしても我等自らの手で創り上げなければならない。

而してこのためには科學者・技術者が自己の利慾・榮達を圖るといふやうな利己的な考を絶對に起してはならない。日本のために日本の科學・技術を進歩、發達させるのである。國難に殉ずる信念を以て、技術の發展のために一身を犠牲にすることになければならぬ。今日の科學振興を、一國の興亡を決し隆替を決する所の科學・技術の振興としてこれを把握しなければならぬ。積亂雲湧き立つ南溟の彼方、今日も苛烈凄慘なる決戦が展開されてゐる。科學者・技術者たるもの今こそ一切の邪念を捨てて日本的技術の創造が大東亞建設の根本條件であることを的確に把握し、必死の覺悟と熱意とを以て、その進歩發展に力を致すべきである。科學・技術の振興に一身を捧げる心掛け、これこそ今日國家が期待するところの科學精神である。

— 終 —



昭和19年10月10日 初版印刷
昭和19年10月15日 初版發行
(2,000部)

定價金 70 錢 | 合計金 81 錢
特別行爲 金 11 錢 | 稅相當額

著作者 ニッポンキノウケイケンキョウカイ 日本技能教育研究會
第八分科研究部
發行者 宮部 富三郎
東京都牛込區市ヶ谷加賀町2ノ9
印刷者 塚田 十五郎
東京都神田區神保町3ノ23

發行所

斯文書院

東京都牛込區市ヶ谷加賀町2ノ9
電話口區東京53229番・電話牛込7428番
(日本出版會會員番號112161番)

配給元

日本出版配給株式會社
東京都神田區淡路町2ノ9

青年學校及技能者養成所

教科用圖書目錄

日本技能教育研究會

第1分科研究部著		第2分科研究部著	
工場精神教本(全一册) ¥ .50		技能工業國語(全三册)(巻1,2,3) ¥ 40	
第4分科研究部著		第5分科研究部著	
新工業算術代數學 ¥ .50		技能者養成	
實用工業幾何三角法 ¥ .55		工業算術代數學 ¥ 1.50	
		實用工業高等數學 ¥ 1.00	
第6分科研究部著		第7分科研究部著	
ザ・プラクティカル・テクニカル・リーダーズ 巻1.2 各 ¥ .45		簡明工場管理 ¥ .70	
ザ・コンサイス・テクニカル・リーダーズ 巻1.2.3 各 ¥ .55		簡明工場安全教本 ¥ .75	
第8分科研究部著		第9分科研究部著	
簡明工業要項 ¥ .35		簡明工業材料 ¥ .60	
同初等力學及材料強弱學 ¥ .50		同蒸氣原動機 ¥ .65	
同機械の要素 ¥ .50		同機械材料 ¥ 1.30	
同電氣工學 ¥ .60		同機械工作法(改訂版) ¥ 1.30	
同水力原動機及ポンプ ¥ .75		技能機械製圖 ¥ 1.50	
同工作機械 ¥ 1.20		短期養成機械工業常識 ¥ 1.70	
技能材料及工作法 ¥ 2.00		簡明機械工業要項 ¥ 2.00	
第10分科研究部著		第11分科研究部著	
實用工業理科物理編 ¥ 1.00		簡明火藥學 ¥ .70	
簡明定量分析 ¥ .85		同測量製圖 ¥ 1.60	
第12分科研究部著		第13分科研究部著	
簡明木型作業法 ¥ .60		簡明炭山作業法(總論) ¥ 1.50	
同旋盤作業法 ¥ 1.20		簡明電氣材料 ¥ .85	
技能仕上作業法 ¥ 1.30		同電氣通信機械 ¥ .60	
同旋盤作業法(各論) ¥ 1.50		簡明電氣機械 ¥ 1.00	
技能旋盤ダレット旋盤ボール盤中ダリ盤フライス盤平創機工作法(總論) ¥ 1.00		簡明電氣材料 ¥ .85	
簡明仕上機械組立作業法(總論) ¥ 1.80		同電氣通信機械 ¥ .60	

持 220

595

賣價 ¥ 81

終