

40286

教科書文庫

4
430
21-1905
20000 66228.

Kodak Gray Scale



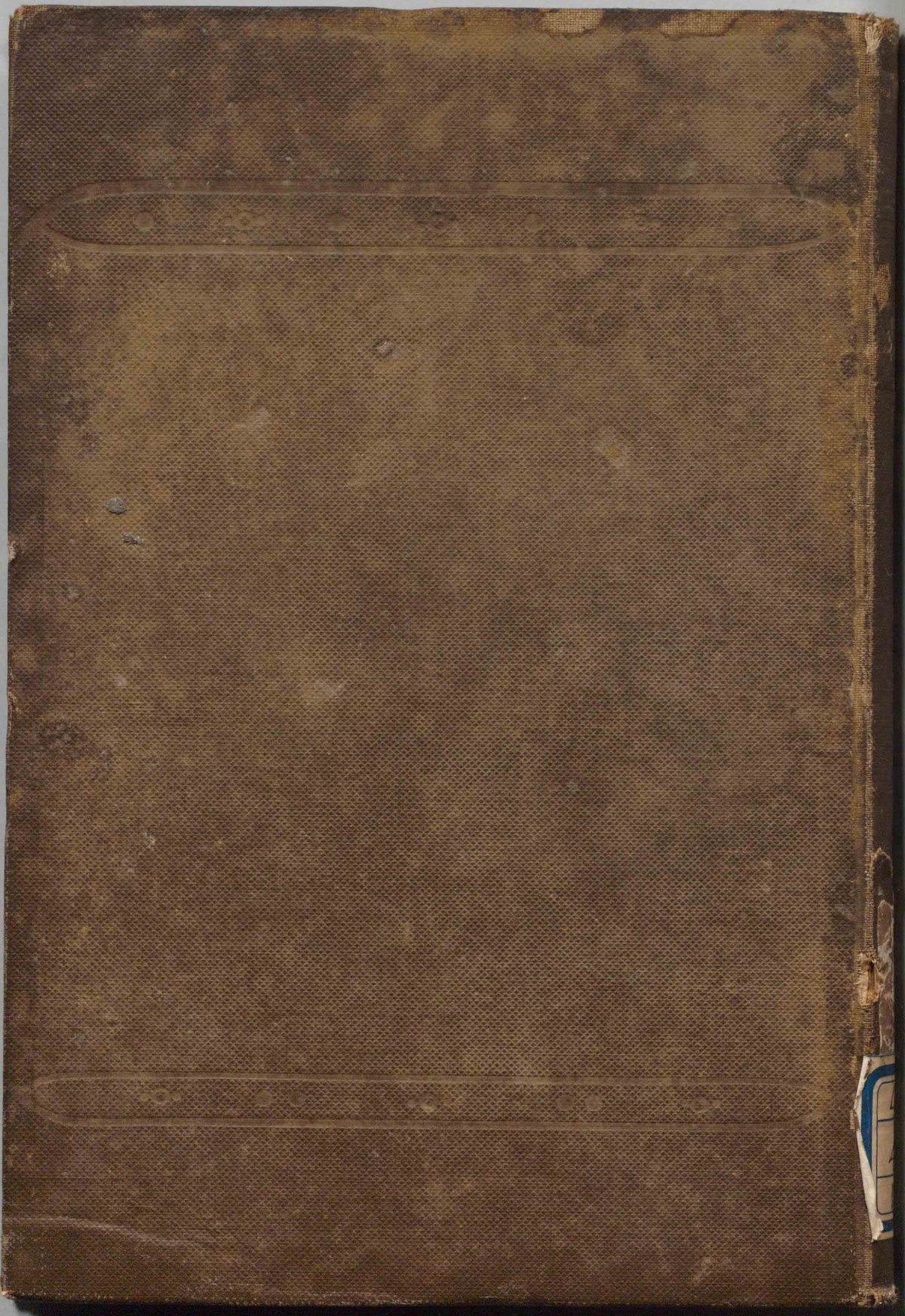
© Kodak, 2007 TM: Kodak

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

Kodak Color Control Patches

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black

© Kodak, 2007 TM: Kodak



資料室



4a

430

AA38

浜本純逸寄贈

文部省檢定濟

明治三十三年四月六日 中學校化學科用

近世
化學教科書

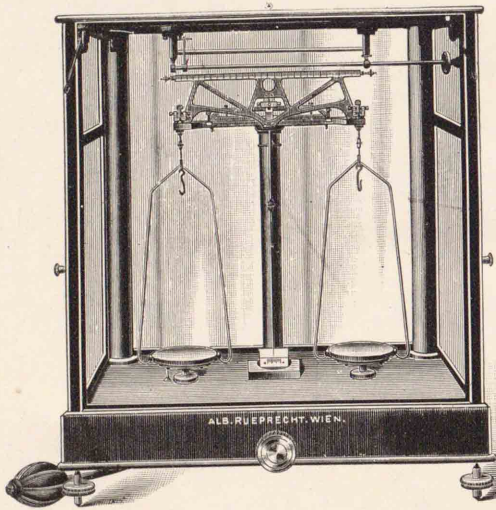
東京帝國大學理學科大學教授

理學博士

池田菊苗

著

能く、
一分の一の
差を示す



本圖に示す天秤は
最も精確なるものにして

東京関成館藏版



緒言

本書第一版を刊行してより既に二年を経て、修正を要する個所を發見すること少からざれば、爰に改刪補添を斷行して殆ど其の面目を一新せり。然れども是れ固より排列及び體裁の變化に止まり、本書の精神に至りては毫も改更すべき必要を認めざるなり。前版の一章を別ちて長短略相等しき數章と爲したるは授業に便なるを疑はず。有機物に關する事項を増加したるが爲に、前版の排列を襲用する能はざるに至りたれば、之を篇末に移せり。紙數の増加したるは主として解説を詳にしたるに因り、教授事項の増加は比較的多からず。他學科との連絡は特に意を致したる所に於て、第三十四及び第四十六の兩章の如きは其の適例なり。數學及び物理學的事項中化學の初歩を教授するに須要なるものは之

を附録に掲げたり。其の第一第二及び第三は第二章と第三章との間に、其餘は第七章と第八章との間に挿入して授くるを好しとす。勿論附録の本文を授くるを要せず、生徒をして其の大意を解せしむるを以て足れりとす。

明治三十七年十二月

池田菊苗識

和文

海軍兵學校圖書印

6131
六廿八

目次

普
化普
98

第一章 水……………一

水。金屬に對する作用。水素。水の成生。

第二章 酸素……………六

水の分解。酸素。水の合成。定比律。

第三章 溶液……………二三

水の溶解作用。溶解の速さ。溫度と溶解度。曲線の應用。溶液の性質。

第四章 精製法……………一八

蒸溜。結晶。濾過。

第五章 相……………二三

三態。相。相の變化。純粹なる物質。浴體。融點。沸點。

第六章 成分と組成……………二九

成分 組成 化合物 元素 化學

第七章 空氣……………三二

空氣 窒素 空氣中に於ける酸素の測定 液態空氣
アルゴン

第八章 炭素……………三七

木炭 石墨 金剛石 石炭 骸炭

第九章 二酸化炭素其の一……………四三

二酸化炭素 重量の保持 二酸化炭素の製法及び性質
二酸化炭素の組成

第十章 二酸化炭素其の二……………四七

空氣中の二酸化炭素 呼氣中の二酸化炭素 二酸化炭素の水溶液 氣體の溶解度 植物によれる二酸化炭素の分解

第十一章 エネルギー……………五三

仕事と熱 エネルギー 相とエネルギー エネルギーの保持
燃焼熱 太陽と生活

第十二章 酸化炭素……………五九

酸化炭素 酸化炭素の組成 倍比律 體積律

第十三章 化學記號……………六三

分子量 原子量 元素の符號 化學方程式 分子及び原子

第十四章 硝酸……………七〇

硝酸 濃度 中和 硝酸鹽 酸化窒素 二酸化窒素

第十五章 硫黃其の一……………七六

硫黃 硫化物 硫化水素 硫化水素の分解 化學平衡
反抗律

第十六章 硫黃其の二……………八三

二酸化硫黄。二酸化硫黄の液化。亜硫酸。三酸化硫黄。硫酸。硫酸の化学作用。硫酸鹽。

第十七章 燐……………九一

燐。赤燐。燐寸。燐酸。砒素。無水亜砒酸。砒酸。

第十八章 鹽素……………九五

鹽化水素。鹽酸。鹽素。鹽化水素の合成。鹽化物の合成。次亜鹽素酸。鹽素酸鹽。

第十九章 電離……………一〇一

イオン。電離。陰イオンと陽イオン。イオンの價。イオンの符號。解離度。中和。一鹽基酸及び多鹽基酸。中和熱。電解質。

第二十章 ハロゲン……………一一〇

臭素。臭化水素。沃素。鹽化物臭化物及び沃化物の比較。元素の分類。弗素。弗化水素。イオン化の難易。

第二十一章 金屬……………一二五

金屬。展性。延性。強韌性。硬度。融點。密度。重金屬と輕金屬。

第二十二章 合金……………一三二

合金。合金の融點。金屬相互の化合物。金屬の混合結晶。合金の應用。

第二十三章 貴金屬……………一三八

貴金屬。金。白金。銀。水銀。

第二十四章 銅及びニッケル……………一三四

銅。銅の合金。酸化銅。硫酸銅。銅イオン。ニッケル。

第二十五章 亜鉛……………一四〇

亜鉛。酸化亜鉛。亜鉛の鹽類。イオン化の難易。水素と水素イオン。電鍍。

第二十六章 鉛 錫 アンチモン……………一四七

鉛。酸化鉛。鉛鹽。錫。アンチモン。……………一五二

第二十七章 鐵……………一五二

鐵。鐵の冶金。鑄鐵。鋼。鍊鐵。銹。亞鉛鍍鐵とブリキ。鐵の化合物。……………一五二

第二十八章 アルミニウム。マグネシウム……………一六一

アルミニウム。アルミニウムの鹽類。マグネシウム。マグネシウムの化合物。……………一六一

第二十九章 カルシウム……………一六五

カルシウム。石灰。炭酸カルシウム。硫酸カルシウム。磷酸カルシウム。……………一六五

第三十章 ナトリウム……………一七一

ナトリウム。食鹽。炭酸ナトリウム。炭酸水素ナトリウム。水酸化ナトリウム。爾餘のナトリウム鹽。過酸化ナトリウム。過酸化水素。……………一七一

第三十一章 カリウム……………一七八

カリウム。鹽化カリウム。水酸化カリウム。炭酸カリウム。硝酸カリウム。火藥。明礬。……………一七八

第三十二章 アムモニヤ及びアムモニウム鹽……………一八四

アムモニヤ。アムモニヤの組成。水酸化アムモニウム。鹽化アムモニウム。窒素肥料。……………一八四

第三十三章 珪素……………一八八

珪素。二酸化珪素。珪酸鹽。硝子。珪瑯。陶磁器。漆灰及びセメント。……………一八八

第三十四章 鑛物界の化學……………一九六

偉大なる化學變化。可溶性の鹽類及び沈澱。生物の作用。元素の配布。……………一九六

第三十五章 有機物 炭化水素……………二〇三

有機物。有機物の組成。石油。パラフィン族。テレピン油。……………二〇三

弾性ゴム。……………

第三十六章 石炭より製する諸物質其の一……………二一〇
石炭瓦斯。瓦斯燃料。アムモニヤ液。

第三十七章 石炭より製する諸物質其の二……………二二四
コールタール。ベンゼン。ニトロベンゼン。アニリン。石炭酸。ナフタリン。藍青。アリザリン。

第三十八章 炭水化物其の一……………二一九
澱粉。糊精。麦芽糖。葡萄糖。蔗糖。蔗糖の加水分解。

第三十九章 炭水化物其の二……………二二七
セルロース。製紙。火綿。

第四十章 酒精及び其の誘導體……………二三一
酒精。エーテル。醋酸。アルデヒド。醋酸エチル。

第四十一章 脂油及び有機酸類……………二三七
脂肪酸。グリセリン。油。石鹼。ニトログリセリン。漆酸。

酒石酸。林檎酸。枸橼酸。

第四十二章 含窒素有機物其の一……………二四三
シヤン化物。尿素。有機物の合成。アルカロイド。ニコチン。モルフィン。キニン。

第四十三章 含窒素有機物其の二……………二四七
蛋白質。蛋白質の通性。蛋白質の種類。蛋白質の加水分解。准蛋白質。

第四十四章 溶液の性質……………二五三
溶液の結水點。沸點の上昇。鹽類の水溶液。膠狀物。吸著。

第四十五章 化學變化の速度……………二五九
化學變化の速度。濃度の影響。温度の影響。接觸反應。光線の化學作用。寫眞術。

第四十六章 生物の化學……………二六六

植物の類化作用。炭水化物相互の變化。化學エネルギーの利用。醸造。醱酵。動物の化學。溫度との關係。結論。

附録

第一 測定……………一

第二 三態……………七

第三 熱量……………一

第四 氣體の性質其の一……………一四

第五 氣體の性質其の二……………一八

第六 空氣中の水分……………二三

近世化學教科書

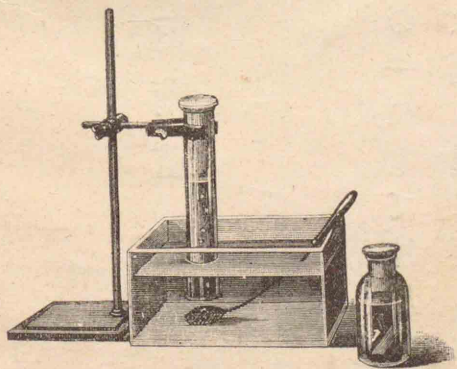
理學博士 池田菊苗 著

第一章 水

一 水。水は最も多量に存在する物質の一にして、地球の表面の四分三を覆ふのみならず、陸地には到る處に存し、大氣中にも水蒸氣として含有せられ、氣象學上及び地質學上の大運爲に與りて最も力あるものなり。動植を問はず生物は皆多量の水を含み、其の割合少きも五割を超え、多きは九割以上にも達せることありて、水の存在は生活に缺くべからざる條件なり。されば水が如何なる物質にして如何なる作

用を呈するかを知るは、極めて肝要なりとす。
 三 金属に對する作用。鐵を水中に措けば鏽を生ずるは、人の熟知せる所にして、水が金属に對して著しき作用を呈すること明なり。唯此の變化は極めて緩なるが故に、實驗に便ならざるのみ。カリウムと稱する金属の小片を水上に投ずれば、忽ち發火し、紫色の焰を揚げて燃ゆ。然れども、其の作用劇烈に過ぎ、観察し易からず。

ナトリウムはカリウムに類したる軟き白色の金属なるが、其の小片を切りて水に投ずれば、一種の音を發しつゝ、水面に廻轉游泳し、須臾にして消失す。第一圖に示せる如く金網に



第一圖
 ナトリウムと
 水との作用

て造れる匙を倒にしてナトリウムの小片を水中に壓下せば、氣泡の陸續として昇騰するを見るべし。水を滿して倒に立てたる硝子筒下に之を持すれば、容易に此の氣體を捕集するを得べし。其の無色なること空氣に異ならざれども、之に點火すれば殆ど光輝なき焰を揚げて燃燒す。其の空氣に比して甚だ輕きことは、注上に由りて一器より他器に移し得るを視て知るべし。此の氣體を名けて水素といふ。

如上の實驗にて、ナトリウムが水素に化したるにあらざる以上は、水中にも多少の變化なかるべからず。今其の水に赤色なるリトマス液を加ふれば、忽ち青色に變ず。斯の如くリトマスを青色に變ずるをアルカリ性の反應といふ。又其の水を嘗むるに石鹼水若くは灰汁の如き味あり。之をアルカリ性の味といふ。且つ此の液を蒸發すれば甚だ水に溶け易き白色

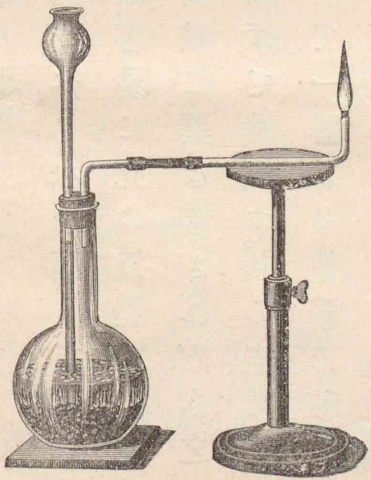
の固體を留む。是れ苛性曹達と稱する物なり。故に前文の變化は次の如き方程式にて書き表すを得べし。



カリウムの水に對する作用も全く同様にして、水素を發出し、苛性加里の水溶液を生ずるなり。苛性加里は苛性曹達に類したる白色の固體にして、其の水溶液は均しくアルカリ性の反應を呈す。カリウムの作用は過劇なるがために、發生する水素が發火したるなり。

斯の如く或種類の物質が消失して全く新規なる他の物質を生ずるを化學變化と稱す。

三 水素。 第二圖の如き装置



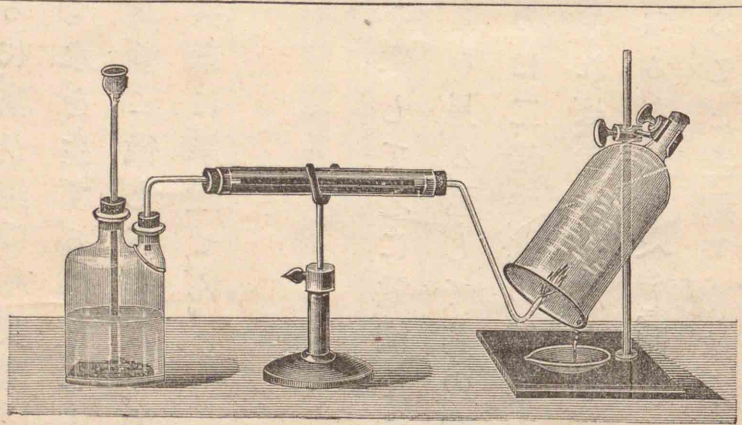
第二圖
水素の製法

第三圖
水素燃焼して
水を生ず

にて亞鉛に稀硫酸を注加する時は、泡沸して多量の氣體を發出す。其の無色なること、空氣より輕きこと、及び善く燃焼することに徴して、水素なるを知るべし。通常水素を製するには、右の方法によるを便とす。

全く純粹なる水素は臭味なく、諸氣體中の最も輕きものなり。此の氣體は風船の氣球を滿すに用ふ。

四 水の成生。 上文の装置より發する水素を乾燥管(粒狀の苛性曹達等の如く水濕を吸收する性ある物質を滿したる管)を通じて水蒸氣を除去したる後、之に點火し、



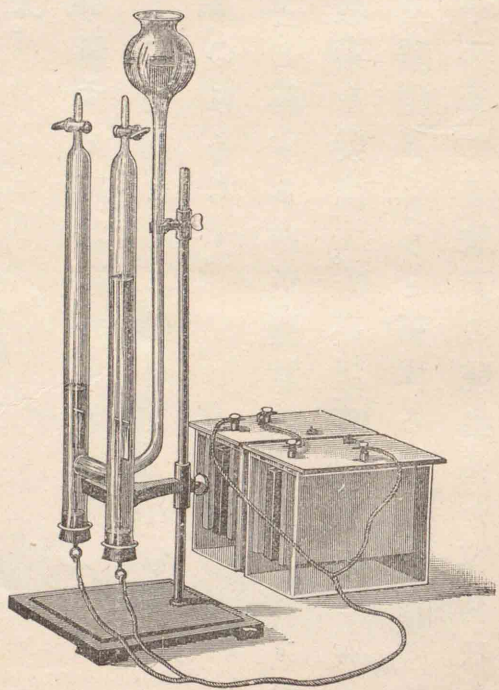
硝子鐘を其の上に持すれば、次第に露滴を生ずるを見るべし。其の露滴の集溜せるものを検するに、無色、無味、無臭なる純水なり。是れ水素が燃焼するに當つて水を生ずる確證にして、水素が水の一成分たること此の實驗に徴して明なり。水が更に他の成分を有するか否やは次章に解説せん。

第二章 酸素

水素の分解 水に少許の苛性曹達を溶して之に電流を通ずれば、其の兩極より氣體を發出するを見る。而して其の體積を検するに、一方のは正しく他方のに二倍す。其の體積大なるものを流出せしめて之に點火すれば、殆ど光輝なき焰を揚げて燃焼するが故に、其の水素なるを知るべし。體積小なりし氣體を検するに、無色、透明なること空氣若くは水素

第四圖
水の分解

に異ならず。然れども木片に點火したる後之を吹き消して猶餘燼あるものを此の氣體に觸れしむれば忽ち再燃し、光輝の強き焰を揚ぐるが故に、其の燃焼を促す性あるを知るべし。此の氣體を酸素と名く。



右の實驗にて、電流を通ずること久しければ、多量の水素及び酸素を得べく、同時に水は次第に減少すべし。苛性曹達の量は容易に精密に測定し得べきものなるが、此の實驗にては毫も増減することなし。又右の裝置に用ひたる針金は

電流を通ぜしめたれども、何等の物質をも通過せしむることなし。故に此の際水が消失して水素と酸素とを生じたること明なり。



斯の如く一種の物質が消失して二種以上の物質を生ずる化学變化を分解といふ。

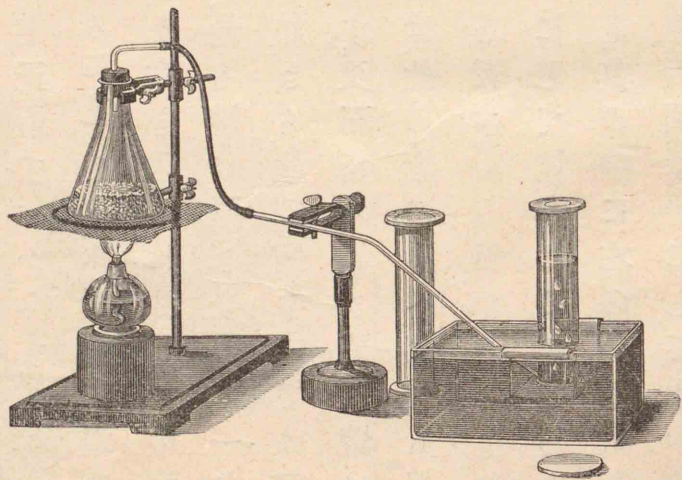
電流に依りて水を分解する方法は、多量の水素及び酸素を製するため工業上に使用せらる。然れども小仕掛の製法としては便利なるものにあらず。

六 酸素。 鹽素酸カリウムと稱する白色、鹽狀の固體を熱すれば、融解して純粹なる酸素を發出す。唯高溫度を要するを不便とす。然れども之に二酸化マンガンを稱する黒褐色なる物質の粉末少許を和して熱すれば、酸素の發出甚だ容易なり。

第五圖
酸素の製法

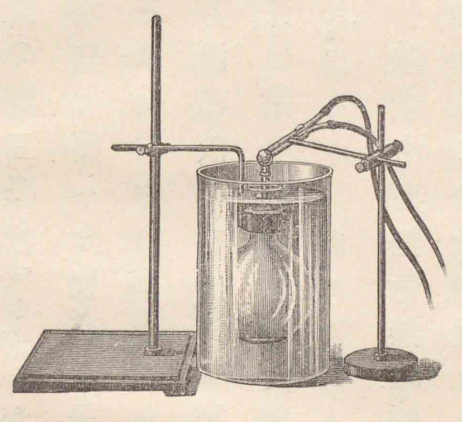
此の際二酸化マンガ人が始終檢知し得べき變化を呈せざるは奇異なる事實なり。此の方法に依りて酸素を製するには、第五圖の如き装置を用ふ。

酸素も亦無色、無味、無臭なる氣體にして、空氣より少し重く、水素に比すれば遙に重し。酸素中にての燃焼は甚だ盛なるものにして、硫黄、木炭等を其の中に燃せば此の事實を目撃するを得べし。鐵線の如きは空氣中にては殆ど燃



燒し難き物なれども、酸素中には燦爛たる火花を散して燃ゆ。燐は空氣中にも燃燒盛なるものなるが、之を酸素中に燃せば強き白色の光を放ち、殆ど正視すべからず。

七 水の合成。空氣中にて燃燒するに當つても、水素焰の温度は頗る高けれども、其の中に酸素を吹き入るれば非常の強熱を發し、最も熔け難き金屬の一なる白金の如きも此の焰中にては容易に融解す。又石灰の如き更に熔け難き物質は、此の焰に遇へば最も強烈なる光を發す。



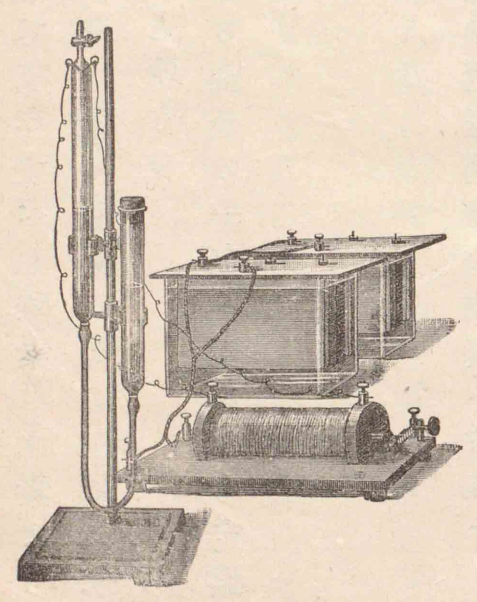
第六圖 水の成生

今清淨にして乾燥せるフラスコを水中に降し、其の中に右の焰を吹き入るれば第六圖、暫時にして水の集

第七圖 定比律を示す 實驗

溜するを見る。是れ水素と酸素とが結合して水を生ずるものにして、水が此の二氣體より成ること明なり。斯の如く二種以上の物質が合して一種の物質を生ずるを化合といふ。

八 定比律。酸素と水素との混合氣は、火焰に接すれば強烈なる爆發をなすが故に、之を爆鳴氣と呼ぶことあり。第七圖に示す如き装置を用ひ、水銀上に水素二容と酸素一容とを入れ、之に火花を通ずれば、氣體の全く消失するを見る。是れ兩氣體が右の割合にて化合するが故なり。若し二者孰か右の割合より超過せば、其の過剩



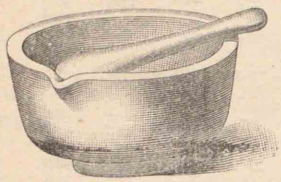
に屬する部分は化合せずして殘存すべし。酸素は水素より重きこと殆ど一六倍なれば、一六量の酸素が殆ど二量の水素と化合して水を生ずること明なり。

斯の如く諸物質の化合する割合の一定不變なるを定比律と稱す。

第三章 溶液

水の溶解作用。 水が食鹽砂糖等種々の物質を溶解するは、人の善く知れる所なり。此等の場合に水の如き作用ある液體を**溶媒**といひ、食鹽砂糖の如き物を**溶質**といふ。一定の溫度にて水が食鹽等を溶解し得る量には自ら制限あり。例へば一〇〇瓦の水は常溫にては三六瓦の食鹽を溶解するを得。斯の如く、成るべく多量の溶質を溶したるを**溶液の飽**

第八圖
乳鉢及び乳棒



和といひ、**溶媒**一〇〇量中に溶解し得べき**溶質**の量を**溶解度**といふ。即ち食鹽の水に於ける溶解度は三六なり。
二、溶解の速さ。 固體に對する水の作用は唯固體の表面にのみ行はるゝものなれば、其の表面愈大なれば、溶解の速さ愈大なり。固體を粉碎すれば、大に其の表面を増加するを得べし。故に溶解を迅速ならしめんには、豫め固體を粉碎するを良しとす。此の目的には第八圖に示せる如き乳鉢と乳棒とを使用す。

溶解は又溫度の上昇によりて大に促進せらる。すべて此等の變化は溫度愈高ければ愈速なるを通則とす。

二、溫度と溶解度。 獨り溶解の速さのみならず、溶解度も亦溫度の上昇に隨つて増加するを

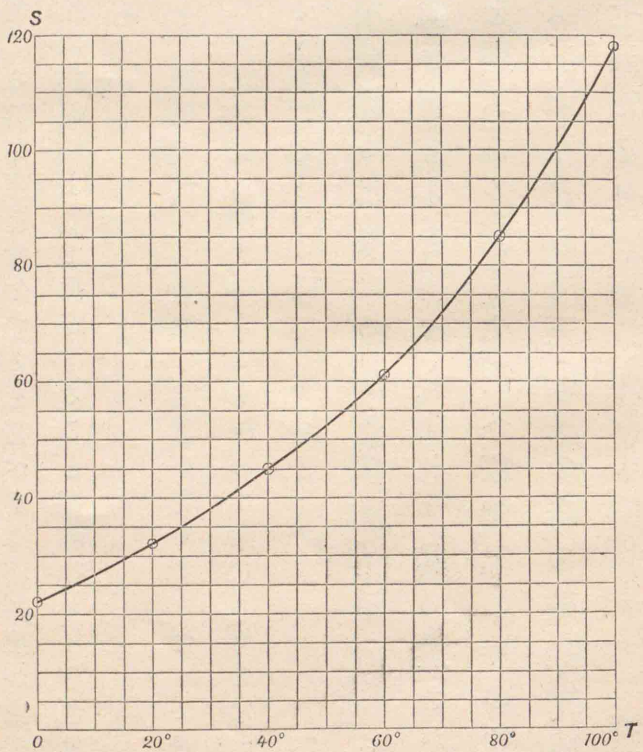
常とす。但し其の影響は物質に随つて大なる差等あり。硫酸銅(膽礬)は美麗なる深青色の結晶をなせる物なるが、其の水溶液も亦青色なり。而して高温度にて製したる飽和溶液の色は、低温度にて製したる液に比すれば遙に濃厚なるが故に、溶解度に大差あるを知るべし。種々の温度にて測定せられたる硫酸銅の溶解度は、左表に示すが如し。

温度	0	20	40	60	80	100
溶解度	3.3	3.3	4.4	6.1	8.5	12.8

三、曲線の應用。右に掲げたる表は温度と溶解度との關係を表出すること甚だ不完全なり。何となれば記載以外の温度に對する溶解度は直に之を知るを得ざればなり。特殊の計算に依りて此の缺を補ひ得ざるにあらざれども、其の方法頗る複雑なるを常とす。然れども適當なる畫法を用ふれば、頗る明瞭に其の關係を表出するを得べし。第九圖に示せる如く縦横

第九圖
硫酸銅の溶解度の曲線

線を書きたる紙片を執り、一横線OTを選びて之を温度の軸と名け、又一縦線OSを選びて之を溶解度の軸と名く。今紙面上の一點のOS線よりの距離を温度に等しからしめ、OT線よりの距離を溶解度に等しからしむれば、其の點は温度と溶解度との間に存する一定の關係を示すべし。例へば二〇度に於ける硫酸銅の溶解度を代表すべき點を求むるには、二〇の點よりOTに垂線を立て、次にOS線上なる32の點より水平線を引くべし。兩線の交叉點は即ち求むる點なり。此の圖に〇

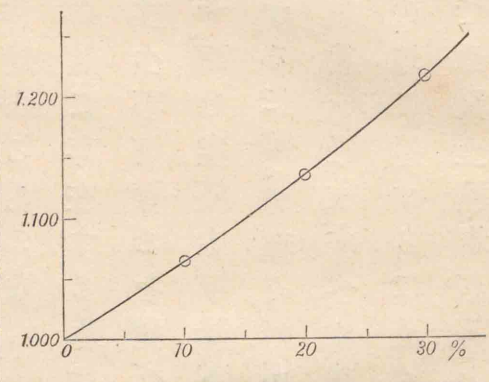


を附したる諸點は右の方法に依りて選定したるものにして、前項の表を代表せり。今此等の諸點を通じて曲線を引けば、零度と一〇〇度との間なる硫酸銅の溶解度を表出するを得るなり。此の曲線を用ふれば右の範圍内なる任意の温度に對する溶解度を推知するを得べく、又溶解度が或價を有すべき温度をも此の曲線によりて推定すること容易なり。之を名けて溶解度の曲線といふ。

斯の如き曲線は種々に變化すべき二量間の關係を表出するため、廣く學術上に使用せられ、推定論究の助となること極めて大なるものなれば、早く其の使用に慣るゝを良しとす。

三、溶液の性質。 溶液の濃さは零より始り、飽和溶液の濃さに至るまで任意の値を有するを得べし。而して其の濃さを表するには百分率を用ふるを常とす。例へば常温の時の飽和食鹽溶液の濃さは二六・%にして、三〇度の時の硫酸銅飽和溶液の濃さは二七・五%なり。

第十圖
硫酸銅溶液の
密度を示せる
曲線



溶液の性質は濃度の増加するに隨つて次第に變化するものにして、硫酸銅溶液の色の如きは其の濃さと相伴うて増減すること一見して明なり。次の表は一八度の時の硫酸銅溶液の濃度と密度との關係を示せり。

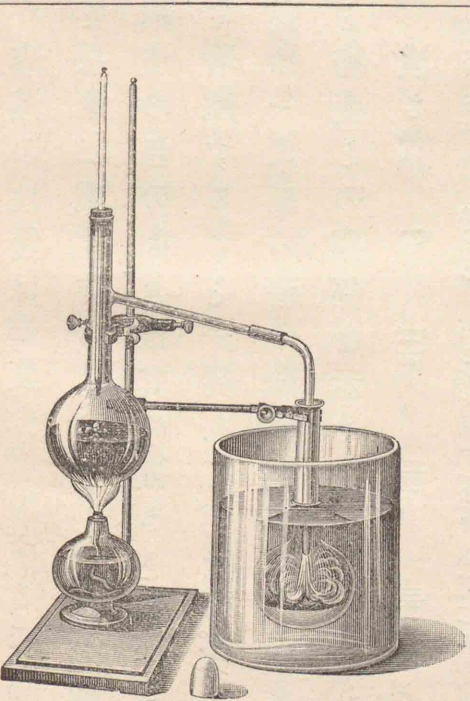
濃さ %	密度
0	1.000
10	1.065
110	1.135
120	1.215

第十圖の曲線は右の表に據りて畫きたるものなり。但し圖面を節約するため、密度の値より一・〇〇〇を減じたり。斯の如き曲線を用ふれば、密度より濃度を推定すること容易なり。例へば或硫酸銅溶液の密度を測定して一・二〇〇を得たりとせば、一五・%の硫酸銅を含めるを知るべし。密度等と同じく溶液の沸騰する温度も亦濃さの増加するに隨つて上昇するものなり。次の表は食鹽の水溶液に就きて此の關係を示せり。

濃さ %	〇	五	一〇	一五	二〇	二五
沸騰の溫度	一〇〇	一〇二	一〇四	一〇三	一〇五	一〇七

第四章 精製法

一、蒸溜。前章に説きたる如く、水は種々の物質を溶解する作用あるものなれば、自然に存在する水は多少不純なるを免れず。雨は空氣中を降下するに當って、種々の不純物を吸収すべく、其の地に達するに及んでは、又土壤、岩石等よ



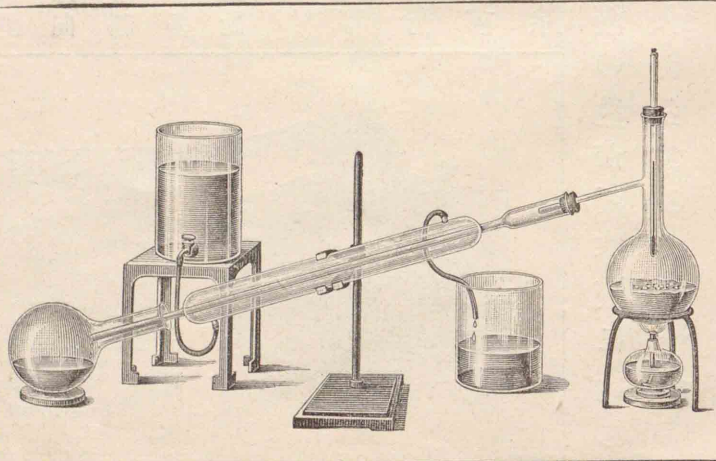
第十一圖 最も簡單なる蒸溜装置

第十二圖 普通の蒸溜装置

り種々の物質を溶解すべし。故に吾人が日常使用する水は純粹ならざれば、學術其の他特別の用途には更に之を精製する必要あり。蒸溜は此の目的を達するに最も適當なる方法にして、水を沸騰して蒸氣に變じ、之を他所に導き、冷却して再び液化せしむるに在り。斯の如くすれば、揮發性の混淆物は盡く蒸發器中に殘留すべし。

第十一圖に寫せるは最も簡單なる装置

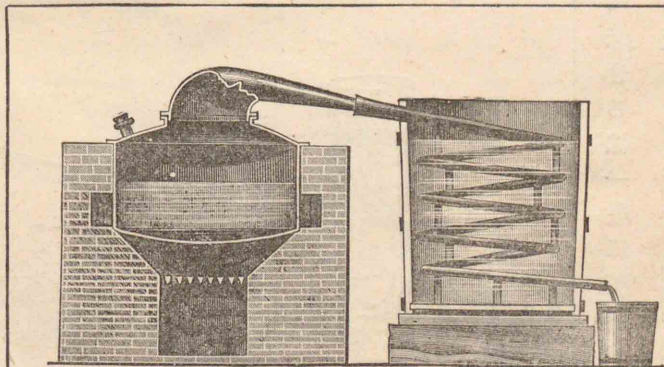
にして、唯蒸溜の理を示すに過ぎず。第十二圖に示せるは一般に液體の蒸溜に使用するものにして、一二立以下の液を處理するに適せり。此の装置



第十三圖
蒸溜装置

にて蒸氣を凝集冷却するに用ふる水は、冷却器の下部より昇り、蒸氣は反對に上部より降るなり。是れ最少量の水を用ひて冷却の目的を完うする所以にして、斯の如く反對の方向に兩物質を運動せしむるを對流の原理と稱し、工業上屢用ふるものなり。第十三圖は稍多量の蒸溜水を要する場合に使用すべき装置を示せり。

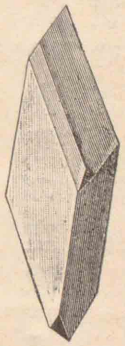
二五、結晶。結氷も亦純水を得る一法なり。今硫酸銅溶液を冷却し、其の一部氷となりて析出するに及んで、残留する溶液即ち母液を成るべく完全に除去し、其の氷を融解すれば、生じたる液の色が原溶液に比して遙に薄きを見るべし。新液體が純水ならざるは母液が結



晶の間隙に残留したるに因る。若し全く之を除去するを得ば、純粹の水を得べかりしなり。蓋し溶液の如何を論ぜず、析出する氷は極めて純粹なるを常とす。寒冷なる海上を航する舟人は此の方法によりて海水より飲料水を製す。

斯の如く結晶は純粹に析出するものなれば、此の方法は廣く物質の精製に應用せらる。且つ溶解度が溫度に伴ひて大に増減すること多ければ、其の實行亦容易なり。例へば不純なる硫酸銅を精製せんには、之を熱湯に溶して殆ど飽和せる溶液を作りたる後、之を冷却すべし。精製の目的には冷却の急速なるを宜しとす。又絶えず攪拌すべし。斯の如くすれば、極めて細微なる結晶を生ずるなり。蓋し大なる結晶は其の内部の空隙に母液を含む虞あるが故に、精製の目的に適せざるなり。

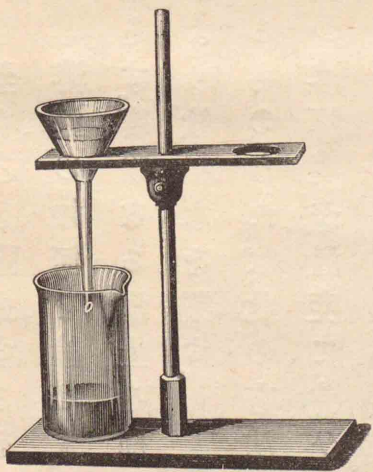
第十四圖
硫酸銅の結晶



之に反して、大なる結晶を得んとせば、小結晶を
絲に繋ぎ、常温にて飽和せる溶液中に懸け、之を放
置すべし。斯の如くすれば水の蒸發するに隨つて、結
晶は次第に生長し、遂に長大にして諸面具備せるものを得べし。第十四圖
は此の方法に依りて得たる硫酸銅の結晶を示せるなり。

溶解度が温度の昇降に伴うて變化すること少き物質にては、沸騰せし
めて水を除去し、以て結晶の成生を促すを要す。食鹽の如きは此の方法に
よりて製するなり。

一六、濾過。 結晶より母液を除
去する如く、固體と液體とを
分離するには濾過法を用ふ。
第十五圖に示せるは普通の
漏斗に濾紙を嵌めたるもの
なり。



第十五圖
濾過

第五章 相

一七、三態。 或種の物は一定の體積と形とを有す。此等を**固體**
と稱す。固體には結晶體多し。

或種の物は一定の體積を有すれども、一定の形を有する
ことなし。之を**液體**と稱す。液體の形は其の容器に隨ひ、唯上
方にのみ水平面を呈す。

或種の物は一定の體積及び一定の形を有することなし。
之を**氣體**といふ。氣體の體積及び形は通常之に隣接する固
液體によりて界限せらるゝものにして、氣體は固液體なき
空間を盡く填充せんとする傾向あるものなり。氣體は目撃
し難きもの多けれども、有色のものも亦少からず。

一八、相。 全部を通じて諸性質均一なる物を相といふ。水の如

きは一種の相なり。何となれば其の孰の部分を検すとも、密度其の他の諸性質全く同一なればなり。食鹽の水溶液も亦一種の相なり。何となれば其の孰の部分にも性質上些の差違を發見すること能はざればなり。此等を稱して**液相**といふ。

金屬ナトリウム、氷、食鹽、硫酸銅等は**固相**の例にして、其の諸部分の性質全く均一なるを視るべし。食鹽の如きは數多の結晶粒より成れども、猶之を一相と認むるは諸片の性質全く同一なればなり。各片の大小相異なれども、是れ任意に變化し得べき性質のものなれば、之を度外視するを當然なりとす。

水蒸氣、空氣、酸素若くは酸素、水素の混合物の如きは**氣相**の例にして、此等も亦各其の全部を通じて諸性質均一なる

物なり。

自然に存在する物體は概ね數種の相を集めて成るものなり。例へば花崗石の一片を執りて之を検すれば、石英、長石及び雲母より成れるを見るべし。而して此等の礦物は別々の相を成せるなり。筋肉若くは草葉の如きも亦一相にあらざること勿論なり。何となれば此等は細胞の集合體にして、細胞は細胞膜、原形質、細胞核等より成りて諸部分各其の性質を異にすればなり。斯の如く數種の相より成れる物を**多相體**といひ、之に反して一相より成れる物を**單相體**といふ。**元相の變化**。前數章に論じたる所は主として相の變化に外ならず。例へば氷の融けて水となるは固相の液相に變ずるものにして、蒸發は液相の氣相に變ずるなり。硫酸銅の水に溶解するは、一種の固相が一種の液相に入りてその形を

變ずるなり。水に對するナトリウムの作用も、亦一種の固相の一種の液相に入りてその形を變じ、同時に一種の氣相を生じたるに外ならず。電流を用ひて水を分解する時、水素と酸素とを別々に捕集する場合には一種の液相を變じて二種の氣相となせるものにして、酸水二素を一處に集めたる場合には一種の液相を一種の氣相に變じたるなり。

三、純粹なる物質。水に熱を加へて沸騰せしむれば、氣相は次第に増加し、液相は次第に減少す、然れども其の殘留せるものの性質は終始變更することなし。又水に電流を通じて之を分解すれば、次第に酸素と水素とに變ずれども、殘留する水の性質は嘗て變更することなし。斯の如く他相を化成するに當て、毫も其の性質を變ずることなき相を、純粹なる物質と稱す。水、氷、水蒸氣の如きは純粹なる物質の例なり。

食鹽及び硫酸銅も亦純粹なる物質なり。何となれば水を加へて其の一部分を溶解する時、殘留する部分は完全に其の性質を維持すればなり。

前章に説きたる精製の方法は皆一相として純粹なる物質を分離するを目的とせるなり。

三、溶體。然れども一部分が他の相に變ずるに當り、殘餘の部分が次第に其の性質を變化する相なきにあらず。例へば硫酸銅の溶液を蒸發すれば、其の色次第に濃厚となり、密度も之に準じて増加す。斯の如き相を溶體と名け、其の液狀をなせるものを溶液といふ。溶體にも亦固態及び氣態なるあり。

三、融點。固相が液相に變ずる溫度を融點と名く。零度は氷の融點なり。固相が純粹の物質なる場合には融解に際して

其の性質變化せざるが故に、其の温度も亦一定不變なり。故に不變の融點は純粹なる物質の特徴と見做すを得べし。凝固點とは液相が固相に變ずる温度にして、純粹なる物質にては融點と一致せり。

溶液の凝固點は斯の如く不變なる能はず。例へば食鹽溶液が結氷する時には次第に其の濃さを増加するが故に、凝固の温度も亦漸次降下するが如き是れなり。

三、沸點。沸點とは液相が氣相に變ずる温度にして、液體が純粹なる物質なる時は、其の一定不變なること明なり。諸種の純粹なる液體は各一定の沸點を有するが故に、之を其の鑒識に用ふるを得べし。

之に反して溶液の沸點は沸騰を繼續するに従つて次第に上昇す。

第六章 成分と組成

二、成分。二種以上の純粹なる物質の合して一相となれる場合には前者を後者の成分といふ。例へば食鹽と水とは鹽水の成分なり。

鹽水を作るには必ずしも水を用ふるを要せず。水蒸氣若くは氷が食鹽に遇ふに當つても亦鹽水を生ず。故に水、水蒸氣及び氷は別々の相にして、全く性質を異にすれども、之を一成分と見做すなり。通常此の三者を同一物質が形態を異にするものと思ふは之がためなり。

氣狀の水素及び酸素は化合して水を生ず。故に此等の氣體は水の成分にして、水は亦酸素及び水素に分解し得べきこと前に説きたるが如し。然れども此の二氣體が水中にて

其の儘に存在するものと思考すべからず、何となれば水には酸素の性質をも水素の性質をも認め得べからざればなり。酸素及び水素は又爆鳴氣の成分なり、然れども此の場合には此等の成分が其の儘新相中に存在するものと思考せらる。蓋し爆鳴氣の性質は主として兩成分の性質を合せたるものなればなり。

三、組成。 一相を集成する諸成分の割合を組成といふ。或鹽水が食鹽一〇・五と水九〇・五とより成るといふが如き是れなり。斯の如きを**重量組成**といふ。又水は水素二容、酸素一容より成るといふが如く、體積の割合を示す時は之を**體積組成**といふ。

三、化合物。 二種以上の成分より成れる相が純粹なる物質なる時は之を化合物と稱す。水の如きは化合物の好例なり。

化合物の組成は常に一定不變にして、定比律に従へること前に説きたるが如し。之に反して溶體にては其の成分の割合を任意に變化するを得べし。是れ化合物と溶體との相異なる要點なり。

三、元素。 二種以上の成分を合せて造るを得ず、又二種以上の成分に分解するを得ざる純粹なる物質を元素と名く。水素及び酸素の如きは或は最高の溫度に熱し、或は強烈の電流を通ずる等百方之を試みたれども、未だ二種以上の成分に分解するを得ず。故に之を元素と見做すなり。

之に反して、諸種の純粹なる物質は、概ね元素の化合して生じたるなり。故に元素は諸物質の成分なり。

既に發見せられたる元素の數は大約八十にして、其の多數は金屬なり。此等の中、日常の生活上常に親炙せるもの少

からず、金、銀、銅、鐵、錫、鉛、水銀、アルミニウム、硫黄、木炭の如き是れなり。曩に實驗に供したるナトリウム及びカリウムも亦元素なり。

三、化學。化學は相の學にして、元素化合物及び溶體の性質と其の相互の變化とを論ず。生物界と礦物界とに論なく、吾人が目撃する物は皆相より成れるが故に、化學は自然界の全般に亙れるものなるを知るべし。

溶體は概ね化合物を成分とし、化合物は元素より成れるが故に、化學にては主として諸元素と其の化合物とを論じ、更に種々の溶體に及ぶなり。

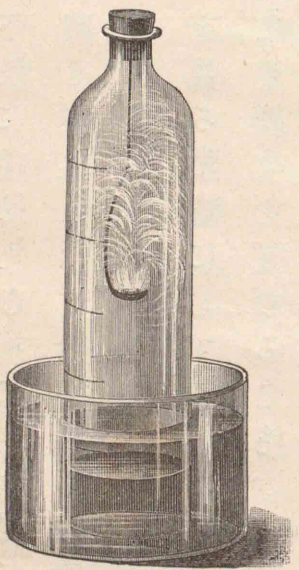
第七章 空氣

元、空氣。吾人は空氣中に棲息するのみならず、吾人身邊の

第十六圖
空氣の組成を
定む

變化は概ね空氣中に起るが故に、空氣の何物なるかを知るは極めて緊要なることなりとす。水素が空氣中に燃燒する時、水を生じたるを見れば、空氣が酸素を含有すること明なり。然れども空氣中の燃燒は純粹なる酸素中の燃燒の如く盛ならざれば、空氣は酸素の外に他の物質を含めるを知るべし。

三、窒素。磷は空氣中にも盛に燃燒して、酸素と化合して水に溶解易き白色の粉末を生ず。故に之を用ふれば容易に酸素を除去するを得べし。第十六圖に示せるが如く線を畫して五等分したる硝子鐘を執り、之を



外器中に立て、水を注ぎて最下線に達せしむ。次にコルクに鐵匙を附し、之に燐の小片を載せ、點火したる後手早く右の硝子鐘中に下し、コルクにて其の口を塞ぐべし。燐は燃焼を繼續して、白烟の鐘に滿つるを見る。暫時にして煙消ゆるに及んで之を觀察するに、顯著なる變化を認むることなく、鐘内の透明なること前に異ならず。唯水の昇りて第四線に達せるを見るのみ。故に空氣の五分一が酸素なるを知るべし。更に水を注ぎて鐘の内外の水面を平均せしめたる後、コルクを去り、點火せる燭火を鐘内に下せば直に消滅す。茲に残留せる氣體は無臭、無味、無色にして、其の外觀、空氣若くは酸素に異ならざれども、燃焼を支ふる能はず。動物を此の氣中に入れば窒息して死するに至る。是れ窒素の名ある所以なり。然れども其の毒性なきは、吾人が常に之を呼吸せるに

よりに知るべし。

窒素は之を空氣に比すれば少し輕し。其の化學作用甚だ鈍ければ、空氣は窒素にて稀釋したる酸素なりと見做すべき場合多し。

三、**空氣中に於ける酸素の測定。** 第七圖の裝置に二〇C.C.の空氣を入れ、更に一〇C.C.の水素を加へ、之に火花を通ずれば酸素は盡く水素と化合して水となる。残留せる氣體の體積を測るに一七・四C.C.なれば體積の減少は一・二六C.C.なり。然るに酸素一容は水素二容と化合して水を生ずるが故に、此の減少の三分一即ち四・二C.C.は二〇C.C.の空氣中に存在したる酸素の體積にして、二割一分に當る。此の方法に依れば空氣中の酸素の割合を精密に測定するを得べし。此の割合は全く一定ならず。時と所とに従ひ些少の差異あり。故に空氣は

定比律に従はざるものなれば、其の化合物にあらずして混合物なるを知るべし。

三、液態空氣。甚だ低き温度に冷却すれば、空氣は液化せらる。然れども其の最初に液化せられたる部分は、空氣に比すれば酸素を含むこと遙に多し。是れ液態酸素の沸點が窒素の沸點より高きに因れり。此の事實も亦空氣が一種の溶體にして、化合物にあらざるを證するなり。

液態空氣は大約零下一九〇度にて沸騰するが故に、強烈なる冷却劑として使用せられ、現今多量に製造せらる。其の青色を帶ぶるは液態酸素の色なり。純粹なる液態酸素の沸點は零下八一一度にして、純粹なる液態窒素の沸點は零下一九四度なり。液態窒素は無色なること水の如く、零下二一四度に至れば凝固して氷狀の固體となる。

水素も亦液化せられ、其の沸點は零下二五三度にして、其の凝固點は零下二五九度なり。之を現今到達し得たる最低の温度とす。

三、アルゴン。第十六圖に示せる如き方法に依りて空氣より分離したる窒素は全く純粹ならず。アルゴンと稱する氣體一%以上を含めり。此の氣體は臭味色なく、又化學作用の鈍きこと窒素に異ならざれども、稍重し。此の外化學作用なき他の氣體の甚だ微量に空氣中に存在するもの數種あれども、茲に説述せず。

第八章 炭素

三、木炭。空氣を杜絶して木材を熱すれば、氣體及び蒸氣を發出し、木炭を留む。木炭は主として炭素と稱する元素より成れども、猶少許の水素及び酸素を含むが故に、全く純粹な

らず。且つ多少灰分を含めることは其の燃焼後に残留するにて知るべし。然れども適當なる方法を用ふれば、全く純粹なる炭素となすこと難からず。木炭は非結晶性即ち無定形の物質なり。然れども之を製するに用ひたる木材の構造は、細微の點に至るまで保存せらるゝを常とす。其の用途は主として燃料として熱を發せしむるにあることを俟たず。動物體の諸物質は之を熱すれば概ね炭化す。動物質を燒きて製したるを獸炭といふ。精製したる砂糖を用ふれば、最も純粹の炭を得べし。

炭は水に溶解することなく、又常溫の時に空氣中に放置すとも何等の變化を呈することなし。煤は細微なる炭の粉末にして、之を強熱して揮發物を去れば、頗る純粹なる炭素となる。通常空氣の供給不十分なる處にて樹脂若くは油を

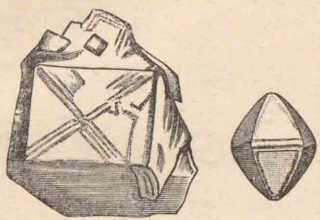
燃焼して製す。墨、活版用インキ等を作るに用ひらる。墨は右に説きたる如き不變のものなれば、紙片の腐朽するに及んでも、文字は猶現存すべし。故に永久に保存すべき書類は通常の墨にて書寫するを良しとす。之に反して、インキは概ね久しからずして變色する虞あり。

三、**石墨**。木炭は強熱に遇ふとも熔融することなし。然れども溫度愈高ければ次第に硬度を増し、稍金屬的性質を呈するに至る。而して最も強烈なる熱電氣爐の(に)遇へば、石墨に變ず。石墨は現今此の方法に依りて多量に製せらる。石墨は又鑛物として産す。亞金屬光ある灰黑色の物質にして、結晶状を呈せることあり。

石墨を摩擦すれば、極めて細微なる鱗片狀の粉末を生ず。是れ其の鉛筆の心を造るに用ひらるゝ所以なり。鉛筆の心

は石墨末と粘土とを混じ、穩に熱して製したるものにして、粘土の割合及び加熱の度によりて、硬軟の度を異にす。此の混合物は又坩堝を造るに用ひらる。石墨が熱の良導體なるが故に、此の坩堝は能く温度の劇變に耐ふ。石墨をば尙摩擦を減ずるに用ひ、且つ鐵器の表面に塗附して鏽を防ぐにも用ふ。

三、**金剛石**。裝飾品として貴重せらるゝ、金剛石も亦殆ど純粹なる炭素にして、之を強熱すれば石墨に變ず。近年に至りて人工的に製せらるゝに至れり。其の一法は炭素を含める熔鐵を急速に冷却し、鹽酸を用ひて鐵を熔し去るものにして、金剛石は極めて細微なる結晶をなして殘留す。第十七圖は其の結晶を廓大



第十七圖
人造金剛石
(顯微鏡にて
見たるもの)

したるものなり。

木炭、石墨及び金剛石は炭素の三相にして、恰も水、氷及び水蒸氣が水なる一成分の三相たるが如し。然れども其の間に顯著なる差異あり。氷の水に變じ水の蒸氣に變ずるは又之を逆にするを得べし。此の關係は左の如く表出せらる。



之に反して、木炭及び金剛石は石墨に變ずるを得べけれども、石墨は直接に金剛石若くは木炭に變ずるを得べからず。故に此の關係は左の如く表出せらるべし。



石墨は木炭若くは金剛石に變ずるを得べからざるにあらざれども、甚だ迂回なる方法に依らざるを得ざるなり。

水の諸相間に於けるが如き變化を可逆の變化といひ、炭素の諸相間に於

けるが如き變化を不可逆の變化といふ。

三、石炭。石炭は皆多少の水素及び酸素と微量の窒素とを含める化合物なれども、其の主成分は炭素なり。灰分の量にも亦甚しき差等あり。石炭は元來古代に繁茂せし植物の殘骸が次第に變化して生じたるものにして、其の炭化の程度一様ならず。泥炭の如きは今尙炭化しつつあるものにして、其の度極めて不十分なり。褐炭は之に次ぎ、炭素の量大約七割に上り、更に古きは瀝青炭にして、炭素の量八割以上に達し、無焰炭は炭化の最も進みたるものにして、炭素の量九割以上に及ぶ。

三、骸炭。空氣を杜絶して石炭を熱すれば、氣狀及び液狀の物質を發生す。其の利用は後章に説述すべし。殘留せる物質を骸炭若くは、コークスと稱し、灰色にして亞金屬光ある物質なり。コークスは石炭中に含有せる灰分

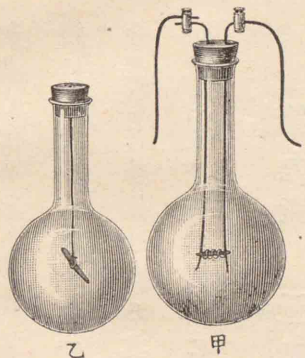
を盡く含めども、水素若くは酸素を含むこと甚だ少し、無焰炭と同じく燃焼に當りて多く焰を生ずることなく、極めて強き熱を生ずるが故に廣く冶金術等に使用せらる。其の燃焼に際して烟を發することなく、又臭氣少きが故に、人家日常の用にも供するを得べし。

第九章 二酸化炭素 其の一

三、二酸化炭素。精製したる木炭を燃焼すれば、全く消失して、毫も痕跡を留むることなし。此の際一種の新氣體を生ずることは容易に檢知するを得べし。酸素を充したる壘中にて木炭を燃し、透明なる石灰水(石灰の水溶液)を其の中に注入すれば、忽ち白濁して乳狀に變ず。是れ白色の粉末を生ずるがためにして、此の物は石灰石及び大理石と同物質なり。茲に生じたる新氣體を二酸化炭素と稱す。

四、重量の保持。右の實驗にて、炭素と酸素とが化合して二酸化炭素を生ずること勿論なり、而して此の際毫も重量の増減を來すことなし。第十八圖甲に示せる如く、酸素を充したる壇中に木炭片を懸け、其の口を密閉して精密に秤量したる後、電流を通じて木炭を巻ける細き白金線を強熱すれば、木炭は燃燒して完全に消失すべし。冷却後再び其の重量を權るに毫も増減あることなし。

第十八圖
炭素の燃燒に
際して重量不
變なるを示す
實驗



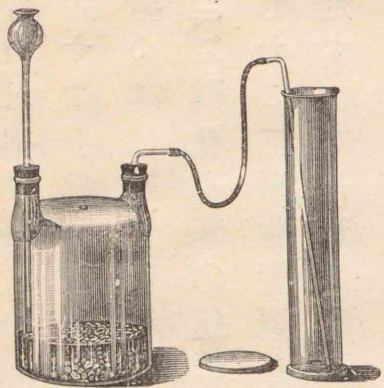
直射の日光を用ひ得べき日には此の實驗更に簡單なり。第十八圖乙に示せる如く針金にて木炭片を酸素氣中に懸け、レンズを用ひて日光を木炭上に集むれば、容易に燃燒を起すを得べし。

右に掲げたるは普遍の定律の一例

にして、變化の何たるを問はず、重量(天秤を用ひて測りたる)は毫も増減することなし。之を重量保持の定律といふ。

三、二酸化炭素の製法及び性質。水素の發生に用ひたると同様なる装置(第十九圖)に大理石を入れ、之に鹽酸を注加すれば、盛に二酸化炭素を發出す。此の氣體は無色、無臭にして、空氣より重きこと一倍半なり。故に開放せる器中に之を捕

第十九圖
二酸化炭素の
製法



集するを得べし。但し發生器に附したる導管を収容器底に下すを要す。二酸化炭素は燃燒を支ふる能はず、故に燭火を其の中に下せば忽ち消滅す。此の氣體は又水の如く一器より他器に注ぐを得べし。

二酸化炭素を苛性曹達溶液に通

ずれば、盡く吸収せらる。此の事實は二酸化炭素の定量に應用するを得べし。何となれば實驗前後の苛性曹達溶液の重量の差は、即ち吸収したる二酸化炭素の量なればなり。

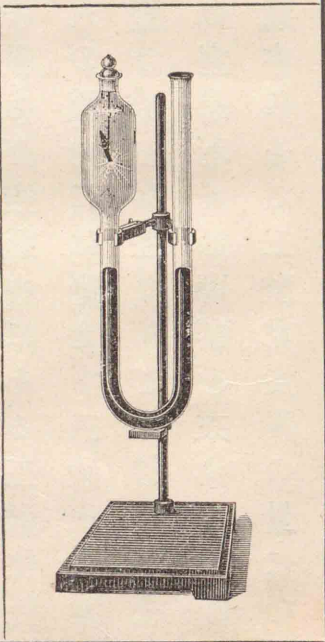
三、二酸化炭素の組成。酸素氣流中にて木炭を燃焼して生じたる二酸化炭素を、盡く苛性曹達に吸収せしめて之を測定すれば、一瓦の木炭が三・六六七瓦の二酸化炭素を生ずるを知る。故に二酸化炭素は〇・二七三の炭素と〇・七二七の酸素とより成ること明なり。

木炭の代に金剛石若くは石墨を用ひても、亦全く同一の結果を得るなり。是れ此の三物質が同一の元素より成れる確證なり。

二酸化炭素と之を生ずるに要する酸素との體積の割合は、第二十圖に示せる如き實驗に徴して知るを得べし。器の

第二十圖
二酸化炭素の
成生に要する
酸素の體積を
測る

胴部に酸素を充し、次に針金に附したる木炭に點火して手早く之を其の中に降し、同時に其の口を塞ぎ、燃焼完了の後、氣體の體積を検するに、殆ど増減あることなし。故に生じたる二酸化炭素の體積は消失したる酸素の體積に等しきを知るべし。生じたる二酸化炭素の體積は苛性曹達溶液を送上して之を吸収せしむれば、容易に知ることを得べし。



第十章 二酸化炭素 其の二

三、空氣中の二酸化炭素。石灰水の白濁するは二酸化炭素の反應にして、石灰水は二酸化炭素を検出する試薬なり。然

るに石灰水を空氣中に放置すれば、次第に白濁するが故に、空氣が二酸化炭素を含めること明なり。此の氣體が石炭、木炭、其の他動植物質の燃焼によりて生ずるを思へば、其の空氣中に存するは固より怪むに足らず。然れども其の量頗る微にして、平均空氣の體積の一萬分三四に過ぎず。唯密閉せる室内等にては千分一以上に上ることあり。

四、呼吸中の二酸化炭素。 肺より呼出する空氣が二酸化炭素を含むことは之を石灰水中に吹き入るれば直に白濁するにて明なり。故に動物の呼吸も亦空氣中にある二酸化炭素の源たるを知るべし。吾人の體內には絶えず二酸化炭素の生じつゝあれば、此の氣體の殆ど毒性なきこと勿論なり。唯其の甚だ濃厚なる時には窒息若くは麻酔を來すことあるのみ。然れども室内の空氣中にある二酸化炭素の量にて

其の空氣の純否を卜するは、故なきにあらず。吾人は肺及び皮膚より二酸化炭素と同時に極めて微量なる有害物を排泄す、而して二酸化炭素の量によりて其の多少を推知し得るなり。故に室内の空氣に存する二酸化炭素の量は千分一以上に上らしめざるを良しとす。但し本邦固有の家屋は虧隙多ければ、洋風の家屋に比すれば、換氣は自然に行はれ易し。

五、二酸化炭素の水溶液。 水中に二酸化炭素を通ずること少時なれば、其の飽和溶液を得べし。此の液は青色のリトマスを紫赤色に變じ、又之を味ふに少し酸味を呈し且つ刺戟性あり。青色のリトマスを赤色に變ずるを**酸性の反應**といひ、此の反應を呈し且つ酸味あるものを總稱して**酸**といふ。蓋し此の水溶液中には一種の酸を含有し、之を名けて**炭酸**

といふ。二酸化炭素をも普通に炭酸と稱すれども、素より正當なる名稱にあらず。此の溶液の酸性は甚だ微弱なれば、酸に關する事柄は後に好例を得るに及んで説述すべし。

気體の溶解度。 常溫の時に水は殆ど等容の二酸化炭素を溶解す。此の關係は壓力によりて變ずることなし。然れども二酸化炭素の密度は壓力に比例するものなれば、壓力愈大なれば、溶液も亦愈濃厚なり。ラムネは強壓を用ひ二酸化炭素を水に吸収せしめて製したるものなれば、之を注出すれば壓力の減少すると同時に泡沸して、二酸化炭素の逃逸するを見る。麥酒の如きも亦醱酵に際して生じたる二酸化炭素を含むこと多ければ、同様の現象を呈す。

右の如く液體中に溶解する氣體の體積が壓力の如何に關せざるをヘンリーの定律と稱し、溶解度の甚だ大ならざ

る氣體にはすべて適合す。左表は常溫の時一容の水が諸氣體を溶解する割合を示す。

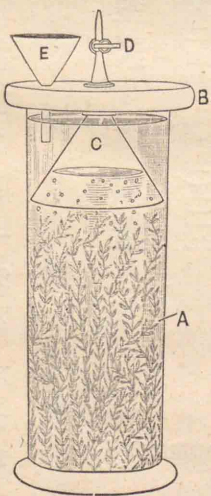
二酸化炭素	酸素	窒素	水素
1.0	0.0110	0.014	0.019

水中に於ける氣體の溶解度は溫度の上昇するに隨つて減少す。井水は通常空氣中の窒素及び酸素にて飽和せるものなり。故に之を汲み出して放置すれば、溫度の上昇するに隨つて次第に氣泡を生ずるを見る。之に熱を加ふれば氣體の發出すること更に多し。

酸素の水に於ける溶解度は右の如く小なれども、呼吸は全く之に依頼するものなれば、極めて重要な事實なり。酸素が肺細胞の膜を通過して血液中に吸収せらるゝは、全く其の水中に溶解するが故なり。二酸化炭素が血液より出でて肺内に入るも亦同様の事實に由る。水中に棲息する動物の呼吸が之に溶解せる酸素及び二酸化炭素に依れること勿論なり。空氣が一立中に含有する酸素の量は〇・二五瓦に過ぎざれば、十分に空氣

と接觸せる水にても、其の一立中に含有する酸素の量は〇・〇〇八瓦以下なり。これによりて魚類が如何に稀薄なる酸素を呼吸しつゝ、あるかを知るべし。

四、植物によれる二酸化炭素の分解。 植物が光線の作用を藉りて二酸化炭素を分解し酸素を遊離する事實は諸子が既に植物學にて學びたる所なるが、左の如き實驗によりて之を徵證するを得べし。第二十一圖に示せる如く、炭酸を含める水中に發育の盛なる水草を入れ、漏斗を倒にして之を蔽ひ、數日間日光に曝せば、氣體が次第に漏斗内に集るを見るべし。今餘燼ある木片を用ひて之を検するに、能く再燃するによりて其の酸素な



第二十一圖
植物は二酸化炭素より酸素を發出す
A 水草
B 蓋
C E 漏斗
D 活栓

ること明なり。植物體中にて二酸化炭素より分離したる炭素は水の元素即ち酸水二素と化合して、植物體の大部分を構成する種々の物質を生ずるなり。

第十一章 エネルギー

一、仕事と熱。 物體を摩擦すれば熱を生じ、之を打撃すれば亦熱を生ず。摩擦及び打撃には人の勞力を要す。故に勞力によりて熱を生じ得べきこと明なり。勞力即ち仕事を計るには、扛舉せられたる重さを用ふるを最も簡單なりとす。一〇・一〇の物體を一米の高さに舉ぐる仕事は、一〇の物體を一米の高さに舉ぐる仕事に等し、而して一砵を一米の高さに舉ぐる仕事を單位とし、之を砵米(キログラムメートル)といふ。一カロリの熱を生ずるには〇・四二六砵米の仕事を作す

を要す。即ち一砵の物體が〇・四二六米の高所より墜落して地を打つに當つて生ずる熱量は、一カロリーなり。

兎、**エネルギー**。すべて仕事に變じ得べきもの及び仕事によりて生ずるものをエネルギーといふ。故に熱は一種のエネルギーにして、熱を消費すれば仕事を作すを得べし。蒸氣機關は實に熱を變じて仕事となす装置にして、石油發動機、瓦斯發動機も亦同様の目的に用ひらるゝものなり。

打撃は運動の急速に止まるものにして、摩擦も亦運動を減ずるものなれば、運動する物體は靜止せる時よりエネルギーを有すること多きを知るべし。之を運動のエネルギーといふ。光も亦一種のエネルギーなり、何となれば黒色の物體が光を吸収する時に其の溫度上昇すればなり。又熱を光に變じ得べきことは水素焰中に石灰片を持すれば強度の光を發

するにて明なり。電流にも亦エネルギーあることは電燈によりて光熱を發し、或は電氣發動機によりて電車等の運動するを見て知るべし。諸種のエネルギー相互の變化は主として物理学にて講ずる所なり。

吾、**相とエネルギー**。水蒸氣と水とは其の諸性質全く相異なるのみならず、エネルギーの量にも亦著しき差異ありて、蒸發熱は之を熱として量りたるものなり。同様に水と氷との間にもエネルギーに大差あり。水素及び酸素は之を水に比すればエネルギーを有すること遙に多く、炭素及び酸素のエネルギーも亦之を二酸化炭素に比すれば遙に多し。故に化學變化の前後に於ける諸相間のエネルギーに大差あるを知るべし。斯の如きエネルギーを化學エネルギーと總稱す。

吾、**エネルギーの保持**。水蒸氣が凝集して水となる時に發生

する熱量は、水が蒸發する時に吸収する熱量に等し。孰の場合にも、一種の變化に伴うて發生するエネルギーの量は其の變化を逆行する時に吸収するエネルギーの量に等し。又熱體が冷却して熱を失ふ時には周圍に在る物體は同量の熱を受くべし。熱の光に變ずる時に若し其の光を吸収せば、消失したると同量の熱を回収するを得べきなり。故に一種のエネルギーが減少すると同時に必ず他種のエネルギーを生ず、而して共通の單位にて之を計れば、其の損益は正しく相償ふものなり。此の事實は最も綿密なる測定によりて確定せられたるものにして、實に自然學の基礎たり。之をエネルギー保持の定律と稱す。

三、**燃燒熱**。吾人が石炭を燃すは二酸化炭素を生ぜしめんがためにあらずして、實に熱を得んがためなり。故に一定量

の石炭が幾許の二酸化炭素を生ずべきかを知るは、素より重要なれども、其の燃燒によりて幾許の熱を發すべきかを知るは更に肝要なることなりとす。石炭は其の組成全く一定したる物質にあらざれば、其の燃燒熱にも亦多少の差異あるを免れず。一瓦の石炭を燃燒すれば、大約七千カロリの熱を發するなり。此の熱を用ふれば石炭の重量より十倍以上なる冷水を一〇〇度の蒸氣に變ずるを得べし。一瓦の木炭は二・六六七瓦の酸素と化合して八一四〇・カロリの熱を發し、又一瓦の水素は七・九四五の酸素と化合して八・九四五の水を生ずるに當り三三九三〇・カロリの熱を發す。

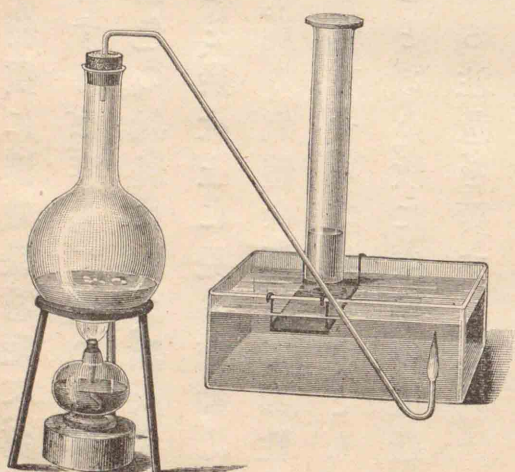
第六圖に示したる實驗にて、豫め外器の水量を量り、之に極めて鋭敏なる寒暖計を立てて温度の上昇を測定し、且つ生じたる水量を秤量すれば、容易に水素の燃燒熱を計ることを得べきなり。精密なる測定を行はんに

は種々の注意を要すれども、燃燒熱測定の方法は大畧斯の如きに過ぎざるなり。

吾、太陽と生活。吾人は種々の仕事をなすためにエネルギーを要し、又吾人の身體は絶えず周圍に熱を放散しつゝ、あるが故に、體温を維持するためには多量の熱を要し、又肺及び身體の諸部分より水蒸氣を發散するためには少からざる熱量を要す。斯の如く多量に消費するエネルギーは實に營養物の體內にて燃燒するに由りて生ずるものにして、呼氣中の二酸化炭素は此の燃燒の果成物の主なるものなり、獨り人類のみならず、動物の生活上に要するエネルギーは皆之を營養物の燃燒熱に仰ぐ、而して動物の營養物は直接若くは間接に植物界より取るなり。然るに植物は太陽の光線が輸送するエネルギーを利用して、二酸化炭素を分解し、其の炭素と水の元素とより種々の物質を造り、之によりて生長するものなり。故に動物も亦間接に其のエネルギーを太陽に仰ぐものといふべし。獨り生物界のみならず、無生物界の種々の變化も亦太陽のエネルギーに基因するもの多ければ、地球上の諸般の活動は殆ど皆太陽の賜なりといふべし。

第十二章 酸化炭素

吾、酸化炭素。炭火の甚だ盛なる時に青色の焰が其の上にて燃燒するを見ること多し。是れ蓋し炭素と酸素とが二酸化炭素以外の化合物を生ずるに因る。此の化合物が氣體なること疑を容れず。何となれば氣體ならざる物質は燃燒に際して焰を生ずることなければなり。炭素を強熱して其の上に二酸化炭素を通ずれば、此の氣體を生ずれども、之を實驗するには稍手数を要するが故に、更に他



第二十二圖
酸化炭素の製法

の方法を用ふべし。蟻酸と稱する物質に濃硫酸を加へ、第二十二圖に示せる如く穩に之を熱すれば、容易に此の氣體を得べし。之を水上に捕集するに、無色の氣體にして、點火すれば青色の焰を擧げて燃燒すること、炭火上に見るが如し。此の氣體を名けて酸化炭素といふ。此の氣體は極めて毒性あるものにして、僅に其の千分一を含有せる空氣なりとも、久しく之を呼吸すれば死に至ることあり。故に空氣の流通悪しき室内にて炭を燃す時には頗る注意を要す。

五、酸化炭素の組成。酸化炭素を燃燒したる器中に石灰水を注入すれば、忽ち白濁するが故に、二酸化炭素を生じたるを知るべし。故に酸化炭素は炭素と酸素との化合物にして、酸素を含有すること二酸化炭素より少きを知るべし。今第七圖に示せる装置に二〇・C.C.の酸化炭素と一〇・C.C.の酸素と

を入れ、之に電氣の火花を通ずれば、混合氣の忽ち燃燒するを見るべし、而して其の體積は減じて二〇・C.C.となる。此の時苛性曹達溶液を管内に輸送すれば、生じたる氣體は盡く吸収せらるゝが故に、其の二酸化炭素に外ならざること明なり。第二十圖に示せる如く、二酸化炭素は等容の酸素を有するが故に、二容の酸化炭素は一容の酸素を含めるを知るべし。故に二酸化炭素は同量の炭素に對して酸素を有すること、酸化炭素の二倍なること明なり。

酸化炭素は之を空氣に比すれば少し軽くして、零度、一氣壓の時に一立の重量一・二五五なり。然るに二酸化炭素一立の重量が一・九六五五にして、酸素一立の重量が一・四二九五なるは右に説きたる所と一致す。

二酸化炭素にては炭素一瓦が二・六六七五の酸素と化合

したるに、酸化炭素にては同じ重量の炭素が一・三三三三瓦の酸素と化合せるなり。

互、倍比律。 一般に甲、乙の二種の成分が化合して二種以上の純粹なる物質を生ずる時には、甲の一定量に對する乙の量は或量の整数倍なり。上記の例にて一瓦の炭素と化合したる酸素の量が共に一・三三三三瓦の整数倍なるが如き是れなり。之を名けて倍比律といふ。

互、體積律。 酸水二素の化合する時にも、又酸化炭素と酸素との化合する時にも、其の體積の割合甚だ簡單なるは決して偶然の事柄にあらず。孰の場合にも氣體が化合し若くは分解する時は同様の關係を存するなり。概括して之を言へば、化學變化によりて同時に消失し若くは發生する諸氣體の體積は孰も同一體積の整数倍なり。上記の實驗にて酸化

炭素、酸素、二酸化炭素及び酸素の體積が共に一〇c.c.の整数倍なるが如き是れなり。

第十三章 化學記號

互、分子量。 前章の末項に説きたるが如くなれば、同一體積を有する氣體の重量は甚だ大切なる量なり。氣體の體積は溫度及び壓力の高低に從つて著しく増減すれども、其の變化は孰の氣體にても同一なれば、一定の體積を有する諸氣體の重量の比は如何なる溫度及び壓力の下にも不變なるべし。此の比を定むるには或氣體を標準とせざるべからず。通常酸素より三二倍輕き假設的氣體を標準とす、即ち水素より殆ど二倍輕きものなり。故に酸素の數は三二にして、水素の數は二(精密にいへば二〇一五)なり。又窒素竝に酸化炭素

は此の標準氣體より二八・倍重く、二酸化炭素は四四・倍、水蒸氣は一八・倍精密にいへば一八・〇一五倍重し。此等の數を各物質の分子量といふ。

一物質(氣體)の分子量は其の重量を同温同壓の下に同體積を有する酸素の重量と比較すれば、容易に定むるを得べし。例へば酸化炭素の分子量を二八・とするは、其の密度が酸素の密度に對して七と八との割合なるが故なり。常温にて氣體ならざる物質は之を熱して氣化したる後其の密度を測れば、分子量を定むるを得べし。

酸素三二・五、二酸化炭素四四・五等を一瓦分子若くは一モルと稱す。

瓦、原子量。水、二酸化炭素、酸化炭素及び酸素各一モル中に存在する酸素の量は次の如し。

物質	水	二酸化炭素	酸化炭素	酸素
一モル	一八	四四	二八	三二五
酸素	一六	三二	一六	三二五

諸物質の一分子量中に存する酸素の量は孰も一六・若くは其の二倍にして、之を數百千の酸素化合物に徴するに、各一分子量中に含まるゝ酸素の量は一六・の整数倍ならざるはなし。故に一六・を酸素の原子量となす。一元素の原子量は諸物質の一分子量中に含まるゝ其の元素の量を整除すべき最大の量をいふ。水素の原子量は一・審にいへば一・〇〇八、炭素の原子量は一二・、窒素の原子量は一四・と推定せられたり。

各元素の符號。諸元素の一原子量を代表するに符號を用ふ。即ち酸素の符號はO、水素の符號はH、炭素の符號はC、窒

素の符號はNにして、共にラテン名の首字なり。又ナトリウムの符號Naは其の首二字を取れるなり。種々の物質の一分子量は元素符號を用ひて之を表出するを得べし。

酸素

若くはO₂

水素

H₂

窒素

N₂

酸化炭素

CO

二酸化炭素

CO₂

水

H₂O

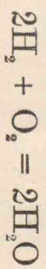
此等を分子式と稱す。O₂は酸素の一分子量が二原子量より成れるを示し、CO₂は二酸化炭素一分子量が炭素一原子量と酸素二原子量とより成れるを示せるなり。

左表は諸元素の符號及び其の原子量を示す、但し重要な諸元素は之を大書して判別し易からしむ。

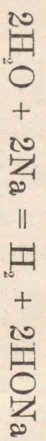
諸元素原子量表

水	素	H	1.008	シ	ル	コ	ニ	ウ	△	Zr	90.6
ヘ	リ	ウ	4	ニ	オ	ビ	ウ	△	Nb	94	
ヘ	リ	ウ	Li	7.03	モ	リ	ア	テ	△	Mo	96.0
ベ	リ	ウ	Be	9.1	ル	テ	ニ	ウ	△	Ru	101.7
硼			B	11	ロ	バ	ウ	△	Rb	103.0	
炭			C	12.00	ラ	ザ	ウ	△	Pd	106.5	
窒			N	14.0	銀				Ag	107.93	
酸			O	16.000	カ	ド	ミ	ウ	△	Cd	112.4
弗			F	19	イ	ン	ザ	ウ	△	In	114
ネ			Ne	20	錫				Sn	119.0	
ナ	オ		Na	23.05	ア	ン	チ	モ	△	Sb	120.2
マ	リ	ウ	Mg	24.36	沃				I	126.96	
ア	グ	シ	Al	27.1	テ		ル		Te	127.6	
珪	ネ	ウ	Si	28.4	キ		ノ		X	128	
磷	ミ	ウ	P	31.0	セ		ウ	△	Cs	133	
硫			S	32.06	バ		ウ	△	Ba	137.4	
鹽			Cl	35.45	ラ		タ	△	La	138.9	
カ	リ	ウ	K	39.15	セ		ウ	△	Ce	140	
ア	ル	ゴ	A	39.9	ア	ラ	セ	ウ	△	Pr	140.5
カ	シ	ウ	Ca	40.1	ネ	オ	ウ	△	Nd	143.6	
ス	ン	ウ	Sc	44.1	サ	マ	ウ	△	Sm	150	
チ	カ	ウ	Ti	48.1	ガ	ド	ウ	△	Gd	156	
タ	ナ	ウ	V	51.2	エ	ル	ウ	△	E	166	
ク	ナ	ウ	Cr	52.1	ツ	リ	ウ	△	Tu	171	
マ	ロ	ウ	Mn	55.0	イ	ッ	ウ	△	Yb	173.0	
鐵	ン	ウ	Fe	55.9	ッ	テ	ウ	△	Ta	183	
ニ	ケ	ウ	Ni	58.7	タ	ン	ウ	△	W	184.0	
コ	ル	ウ	Co	59.0	チ	ル	ウ	△	Os	191	
銅	バ	ウ	Cu	63.6	オ	ス	ウ	△	Ir	193.0	
亞			Zn	65.4	イ	リ	ウ	△	Pt	194.8	
ガ			Ga	70	白金				Au	197.2	
ゲ	リ	ウ	Ge	72.5	水				Hg	200.0	
砒	マ	ウ	As	75.0	タ				Tl	204.1	
セ	ニ	ウ	Se	79.2	鉛				Pb	206.9	
臭			Br	79.96	蒼				Bi	208.5	
ク			Kr	81.8	ラ				Ra	225	
ル	ブ	ウ	Rb	85.4	ト				Th	232.5	
スト	ザ	ウ	Sr	87.6	ウ				U	238.5	
イト	ロ	ウ	Yt	89.0							

六、**化學方程式**。化學變化をば亦分子式を用ひて表出するを得べし。例へば



は二分子量即ち四量の水素が一分子量即ち三二量の酸素と化合して、二分子量即ち三六量の水を生ずることを示し、



は水とナトリウムとが相互作用して水素と苛性曹達とを生ずることを示せるが如き是れなり。

諸氣體一モルは同一の體積を有するが故に、上記の方程式は二容の水素が一容の酸素と化合して、二容の水蒸氣を生ずることを示せるなり。故に化學方程式は體積律を表出するものといふべし。

化學方程式の兩側を(=)等符にて連接するは、反應化學變

化の畧稱の前後に於て物質の重量相等しきを示す、即ち重量保持の定律を表現せるなり。又化學方程式の兩側に於て各元素の量が同一なるは、所謂**元素保持の定律**を示せるものにして、例へば水素を用ひて造れる物質より再び水素を發生し得べく、他の物質より此の元素を得べからざることを示すが如し。

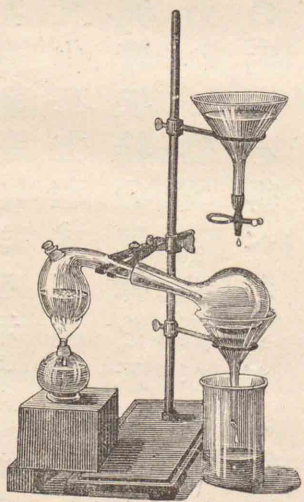
三、**分子及び原子**。諸物體は非常に細微なる分子の集りて成れるものなりとの假定説ありて、頗る化學者及び物理學者の間に行はる。此の説に據れば、一物質の分子は悉く同様にして、同一の形重さ等を有す、而して物質異なれば分子も亦異なるなり。化學變化をなすに當ては舊物質の分子は破壊せられて新物質の分子を生ぜざるべからず、故に分子は更に微小なる原子より成れりと假定するなり。而して一元素の分子は同一の原子より成り、化合物の分子は二種以上の原子より成るものと想像せらる。

同容の氣體中に在る分子數は孰の物質を問はず同一なりとすれば前

に説きたる分子量は一分子の重さに比例すべく、而して一元素の原子量は一原子の重さに比例すべきなり。故に元素の符號は原子を代表し、分子式は分子を代表すといふべし。原子が化學變化のために破壊せらるゝことなしといふは、元素保持の定律に相當せるなり。

第十四章 硝酸

三、硝酸。 チリ硝石と稱する白色、鹽狀の物質をレトルト(第二十三圖の左方に示せる器)に入れ、之に過量の硫酸を加へて蒸溜すれば、淡黄色の液體の受器に集るを見る。之を硝酸といふ。空氣中に出せば發烟し、コルク、紙等を其の中



第二十三圖
硝酸の蒸溜

に投ずれば忽ち糜爛し、皮膚に觸るれば之を黄染す。其の作用斯の如く劇烈なれば、取扱には頗る注意を要す。

硝酸は窒素酸素及び水素の化合物にして、其の分子式は NO_3H なり。

今硝酸少許を多量の水に溶して之を味ふに、強き酸味を呈す、而して此の液に青色リトマスを加ふれば、其の忽ち赤色に變ずるを見る。硝酸は酸の好例にして、其の最も強きものなり。

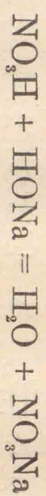
濃度。 硝酸の水溶液一立中に純硝酸六三・五を含める時は其の濃度を一モルといふ。すべて溶液一立中に溶質一モルを含めるを濃度の單位とし、之をも一モルと稱するなり。同様に一立の水溶液中に二・二五の二酸化炭素を含める時は、その濃度は半モルなり。

歪中和。酸とアルカリとは其の作用全く相反するものなるが、此の二者を混合すれば如何なる變化を呈すべきか。今苛性曹達の溶液若干を取り、リトマスを加へて青色となし、ビュレットより濃度一モルの硝酸溶液を注入すれば、或量を加ふるに及んで、其の色青赤の中間に位する紫色に變ずるを見るべし。其の液を検するに、酸味若くはアルカリ性の味を呈することなく、又之にリトマス紙を浸すに青赤共に其の色を變ずることなし。斯の如きを**中性**の反應といひ、酸とアルカリとが相消殺するを**中和**といふ。若し硝酸を加ふること一滴を過ぎば、紫色は忽ち赤色に變ずべし。故に其の反應は最も鋭敏なるものなり。

右の實驗によりて得たる中性液を蒸發すれば、白色にして水に溶け易き固體を留む。是れ即ち硝酸ナトリウムにして、

實に硝酸を製するに使用したる物なり。斯の如く酸とアルカリとの中和によりて生ずる物質を總稱して**鹽**といふ。

右の反應を方程式にて表せば、



即ち一分子の硝酸が一分子の苛性曹達と反應して、一分子の硝酸ナトリウムと水とを生ずるなり。此の際濃度一モルの硝酸溶液を使用したるが故に、若し中和に五〇.〇を要し、りとせば、硝酸の量は二〇.〇分の一モルにして、苛性曹達の量も亦二〇.〇分の一モルなるが故に、使用したる溶液中に含有したりし苛性曹達(分子量四〇)の重量は二.五なりしを知るべし。

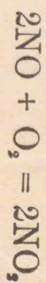
故に濃度の知られたる酸を用ふれば容易にアルカリの量を測定するを得べく、又濃度の知られたるアルカリを用

ふれば、酸の量を測定するを得べし。
六、硝酸鹽 前記の方法によりて得たる濃硝酸に少し水を加へ、之を三器に分ち、銅、鉛及び銀を投入すれば、赤色の氣體を發生して溶解するを見る。此の際、銅は青色の溶液を生じ、之を蒸發すれば青綠色の結晶を留め、鉛は白色の細微なる結晶を生じ、銀は無色の溶液を生ずれども、之を蒸發すれば無色、板狀の結晶を留む。即ち硝酸銅、硝酸鉛及び硝酸銀を生じたるものにして、其の溶液は中性なり。此等を稱して硝酸鹽といふ。種々の金屬の硝酸鹽は其の數甚だ多けれども、皆善く水に溶解す。之を熱すれば、往々分解して酸素を發生するが故に、盛に諸物質の燃焼を促すことあり。炭火上に硝酸ナトリウム、其の他の硝酸鹽を投ずれば、急劇の燃焼を起すを見て知るべし。故に硝酸鹽は多く烟花術に使用せらる。火藥

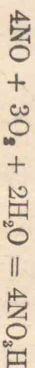
も亦硝酸化合物を主成分とす。

七、酸化窒素 フラスコに銅屑を入れ、之に硝酸少し水を加へたるを注加すれば、盛に反應すること前に説きたるが如し。此の際發生する氣體を水上に捕集すれば、其の無色なるを見る。此の氣體は之を酸化窒素と稱し、零度、一氣壓の時一立の重量一・三四〇五なり。其の分子式はNOにして、右の密度と一致す。酸化窒素は強熱に遇へば窒素及び酸素に分解す。故に盛に發火せる燐を此の器中に下せば、能く其の燃焼を繼續す。

八、二酸化窒素 酸化窒素が空氣と混ざる時は赤色の氣體を生ず。是れ酸素と化合して二酸化窒素を生ずるによるなり。二酸化窒素の分子式は NO_2 にして、其の成生の反應は次の如し。



酸化窒素四容に酸素三容を混じて之を熱湯中に送れば硝酸を生ず。



此の實驗は硝酸が窒素酸素及び水素より成るを示すものなり。

第十五章 硫黄其の一

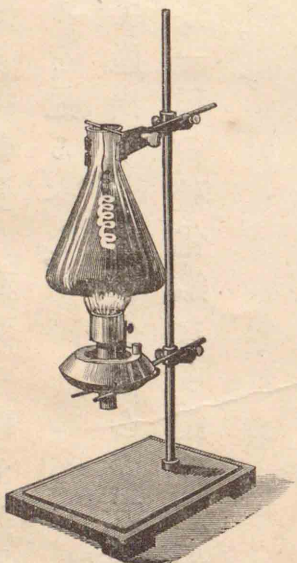
六、**硫黄**。S = 32.06 硫黄は配布頗る廣き元素にして、鑛物中硫黄の化合物少からず。火山地方には遊離して(化合せずして)存在す。本邦には其の産出量殊に多し。硫黄は黄色の固體にして、往々美麗なる結晶を成し、之を熱すれば容易に熔融して(融點一二〇度)黄色の液となり、溫度更に上れば次第に黒褐色に變じ、遂に沸騰するに至る(沸點四四五度)。

斯の如く熱したる硫黄を冷水中に注げば、ゴムの如く柔軟なる物質を

生ず。然れども時を経るに従ひ、自然に黄色なる普通の硫黄に復歸す。蓋し硫黄には種々の相ありて、柔軟硫黄も亦其の一なり。柔軟硫黄は高溫度の時は安定の物なれども、低溫度に至れば不安定にして、自然に安定なる普通の硫黄に變ずるなり。然るに柔軟硫黄が常溫にて暫く成立し得るは、其の變化の甚だ遅緩なるに因れり。斯の如く高溫度にて安定なる相を急速に冷却する時は、低溫度にて不安定なるに拘らず、尙多少の時間に互りて成立し得るもの極めて多し。

七、**硫化物**。沸騰せる硫黄の蒸氣中に銅線を下せば、白熱して化合し、黑色なる硫化第一銅 S_2Cu_2 を生ず。強熱せる鐵も亦直に硫黄と化合して、硫化鐵 SFe を生

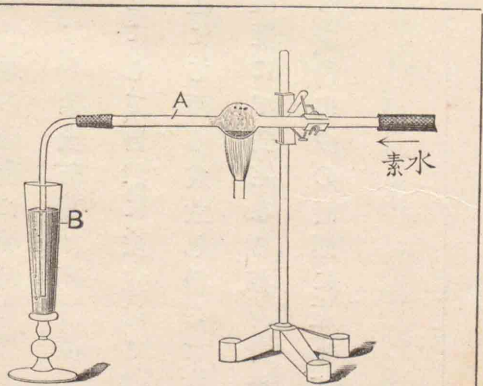
第二十四圖
銅と硫黄との
化合



ず。銀も亦極めて硫化物を生じ易し。銀貨に硫黄を載せて之を熱すれば、忽ち黒色に變ずるを見るべし。

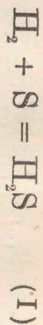
金屬の硫化物は礦物として産出するもの少からず。方鉛礦は硫化鉛にして、黄鐵礦も亦一種の硫化鐵なり。銅の主要なる礦石は銅鐵の硫化物なり。

七、**硫化水素**。水素も亦容易に硫黄と化合して硫化水素を生ず。第二十五圖に示せる如く、硝子管の球部に少許の硫黄を沸騰せしめ、之に水素を通じ、發出する氣體を硝酸鉛溶液に通ずれば、忽ち黒色に變ず。是れ硫化水素の生じたるに因る。此の氣體は又腐敗せる卵の如き惡臭あるが故に、容易に識別す



第二十五圖
硫化水素の成立
A 硬硝子管
B 硝酸鉛の溶液

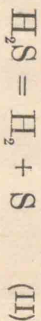
るを得べし。硫化水素の分子式は H_2S にして、之を水素の分子式に比すれば、硫黄の一原子量が酸素の一原子量に代れるを見るべし。硫化水素成生の反應は次の如し。



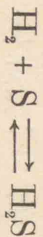
硫化鐵に稀硫酸を注加すれば、容易に且つ多量に硫化水素を發生す。此の氣體は無色にして、燃燒し易く、種々の金屬鹽の溶液と反應して有色の沈澱を生ず。例へば硝酸銅、硝酸鉛の溶液に此の氣體を通ずれば、黒色の沈澱を得るが如き是れなり。故に硫化水素は分析術上種々の金屬を検出するに使用せらる。

八、**硫化水素の分解**。高溫度に至れば、硫化水素は容易に水素及び硫黄に分解す。今第二十六圖に示せる如く、硬硝子管の一部分を熱し、之に硫化水素を通ずれば、其の冷部に硫黄

の附著するを見るべし。此の反應を方程式にて表せば

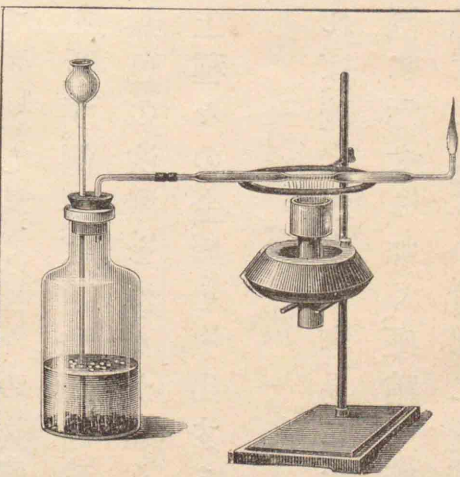


故に(I)の化學變化は逆行し得べきこと明なり。斯の如きを**可逆反應**といひ、之を表出するには左の如き式を用ふ。



化學變化の多數は實に逆行し得べきものなり、而して右の如き可逆の分解を**解離**と名く。

三、化學平衡。 右の如き反對せる兩反應が同時に行はれ、其の速度相等しき時は、變化は孰の方向にも進行することなく、隨つて水素硫黄及び硫化水素の三物質の量は増減するこ



第二十六圖
硫化水素の分解

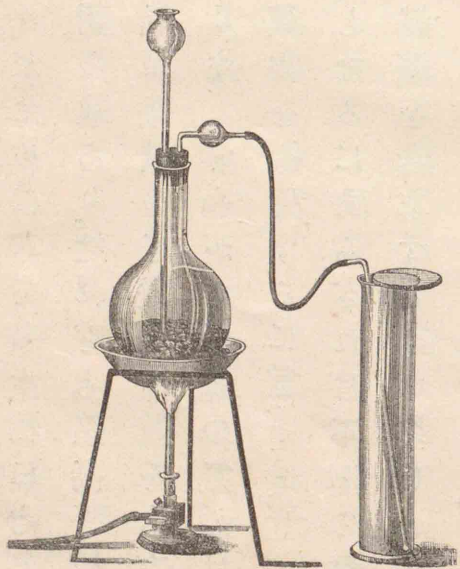
となかるべし。斯の如く變化せずして永續する状態を平衡といふ。平衡の状態は水を論ずるに當つても既に遭遇したる所にして、零度にては水と氷とは相平衡す。之に熱を加へ若くは熱を奪ひて、其の温度を上下せしめんとすることなくば、二相の量永く變化することなかるべし。一定の温度に於ける水の蒸氣壓は水蒸氣と水との平衡を保つに必要なる壓力なり。此等は二相間の平衡なるに反し、硫化水素の解離する時は水素及び硫化水素が氣體なるのみならず、温度高ければ硫黄も亦氣狀をなして之と混淆するが故に、一相内の平衡なり。

四、反抗律。 平衡状態にある物に或強迫を加ふれば、其の物は成るべく強迫の影響を減少すべきやうに自ら變化して之に應ず。例へば氷と水とが平衡を保つに當り、熱を加へて

其の温度を上らしめんとすれば、氷の一部分は水に變じ、其の熔融熱によりて熱を吸収して温度の上昇を防ぐ。又之に壓を加ふれば、氷は熔融して水となり、體積を減少して壓力の増加を減ぜんとす。故に高温度の時に安定なる相は低温度の時に安定なる相よりもエネルギーを有すること多く、高壓の下にて安定なる相は低壓の下にて安定なる相よりも體積小なり。一相内の平衡も亦同様の關係を呈す。水素と硫黄の蒸氣とが化合して硫化水素を生ずるに當つては熱を發するが故に、温度の上昇するに隨つて硫化水素が水素と硫黄とに解離する割合増加す。水素と酸素とも亦多量の熱を發して化合するものなれば、水蒸氣も亦高温度に至れば著しく解離す。又二酸化炭素も甚だ高き温度に至れば酸化炭素と酸素とに解離す。

第十六章 硫黄其の二

五、二酸化硫黄 SO_2 。硫黄が容易に空氣中にて燃燒して惡臭を發するは、人の知れる所なり。是れ二酸化硫黄と稱する無色の氣體を生ずるに因るなり。此の氣體を純粹に製せんとせば第二十七圖に示せる如く銅屑を濃硫酸と共に熱すべし。二酸化硫黄は空氣より重きこと二、二倍(酸素より重きこと正しく二倍なれば、下方置換によりて捕集するを得べし。二酸化硫黄が噓を催さ



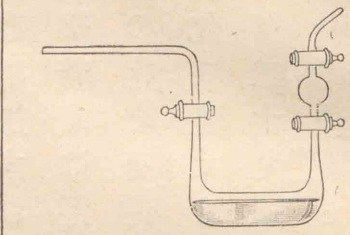
第二十七圖 二酸化硫黄の發生

しむるは其の強き刺戟性あるがためにして、微生物にも劇しく作用するが故に、最も殺菌の效あり。然れども又高等植物にも同様の作用を呈し、空氣が微量の二酸化硫黄を含有するに當つても、猶害を田圃に及すこと少からず。此の氣體は硫化金屬より成れる種々の鑛物を煨焼するに當つて發生するが故に、務めて之を吸收せしむるにあらざれば、不測の禍を醸すことあり。石炭も亦黄鐵鑛を含有するもの多ければ、其の燃焼に際して多少二酸化硫黄を生ずるを常とす。

二酸化硫黄は又麥藁等を漂白するに用ひらる。燃焼せる硫黄を有色の花に近づくれば、其の忽ち白色に變ずるを見るべし。

六、二酸化硫黄の液化。二酸化硫黄は又頗る液化し易し。碎氷と鹽とを混合したる起寒劑にて第二十八圖に示せる如

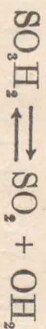
第二十八圖
二酸化硫黄の
液化



き装置を包みて冷却し、其の中に二酸化硫黄を通ずれば、盡く集溜して無色の流動し易き液となる。此の液體の沸點は零下 10° 。度なり。常溫の時にも高壓を加ふれば容易に二酸化硫黄を液化するを得べく、之を鋼鐵製の圓筒に蓄ふ。

七、亞硫酸。二酸化硫黄を充したる硝子筒を倒に水中に下して其の口を開けば、水は忽ち昇りて筒に滿つるを見るべし。此の氣體は甚だ水に溶解し易く、常溫にては水は體積四五十倍の二酸化硫黄を吸收す。其の溶液は酸味を呈し、青色リトマス を赤色に變ずる等すべて酸の性質を具備す。是れ二酸化硫黄が水と化合して亞硫酸(分子式 SO_2H_2)を生ずるに因るなり。然れども其の溶液を熱すれば、二酸化硫黄は盡

く驅出せらるゝが故に、此の反應は可逆なること明なり。



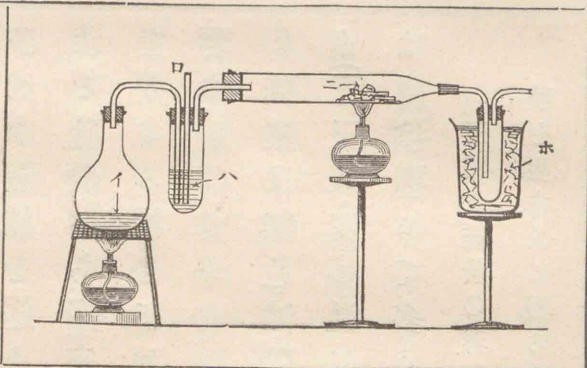
二酸化硫黄は亞硫酸が水を失ひたるものと思考するを得べきが故に、又無水亞硫酸とも稱せらる。又俗に亞硫酸瓦斯とも稱す。

其、三酸化硫黄 SO_3 。二酸化硫黄と酸素とは常温にても化合すれども、其の速度極めて微なり。温度上昇すれば化合の速度亦増加すれども、猶製造の目的に適せず。然れども白金末(石綿若くは浮石に附著せしめて用ふ)の存在する時は、大に其の化合を促進す。斯の如く自ら變化せずして他物の化學變化を促すを接觸作用といひ、其の物を觸媒といふ。

第二十九圖に示すが如く、乾燥したる(濃硫酸を通過して)二酸化硫黄と乾燥したる酸素とを混合し、白金浮石を容れ

第二十九圖
三酸化硫黄の
試製

- イ 二酸化硫黄
- 發生装置
- ロ 酸素送入管
- ハ 乾燥用濃硫酸
- ニ 白金を附したる浮石
- ホ 氷にて冷却せる受器



て加熱せる管中に送れば、發出する氣體の甚しく發烟するを見るべし。冷却せる受器を用ふれば、無色の液となりて集溜す。是れ即ち三酸化硫黄にして、揮發し易し。然れども之を放置すれば往々絹絲狀の固體に變ず。

三酸化硫黄は又無水硫酸と稱し、右に記したると同様の方法によりて多量に製造せらる。但し二酸化硫黄は通常黄鐵礦の燃焼によりて造り、之を乾燥せる空氣と混じて五六百度に熱したる白金浮石上に送るなり。

其、硫酸 SO_3H_2 。三酸化硫黄を水に投ずれば、熱鐵に水を注ぎたる如き響を發して溶解し、硫酸を生ず。現今硫酸は此の法

によりて甚だ多量に製造せらる。

舊法にては二酸化硫黄の酸化を促すために酸化窒素を觸媒として使用する。此の場合には反應の進行稍遅緩にして、混合氣體の體積大なるが故に、巨大なる鉛室内にて之を行ひ、尙水蒸氣を送りて其の作用を助く。此の法によりて製したる硫酸即ち鉛室硫酸は稍稀薄なるが故に、濃厚なる硫酸を要する場合には更に之を熱して水分を蒸發せしむるを要す。

硫酸は無色、油狀なる重き(密度一・八四)液體にして、沸點高く(三三八・度)、常溫にては殆ど蒸氣を發生することなし。硫酸は用途極めて多く、化學工業上重要な物質なり。

三酸化硫黄の蒸氣が濕氣に遇うて發烟するは、其の水蒸氣と合して硫酸を生ずるに因る。すべて氣體が水蒸氣に遇うて蒸氣壓小なる溶液を生

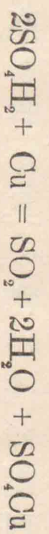
ずる場合には、發烟の現象を呈す。濃硝酸が空氣中に發烟するが如きも亦同理なり。

濃硫酸は好んで水分を吸收するが故に、之を空氣中に放置すれば、次第に其の重量を増加す。空氣其の他の氣體を乾燥せんと欲する場合には、濃硫酸を使用すること多し。

△**硫酸の化學作用。** 三酸化硫黄と水とが化合して硫酸を生ずるに當つて、多量の熱を發す。此の反應は可逆なるが故に、溫度上昇すれば硫酸は次第に水と三酸化硫黄とに分解す、而して沸騰せる濃硫酸より發出する蒸氣は主として三酸化硫黄及び水より成れり。

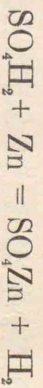
濃硫酸は紙、砂糖の如き有機物に遇へば、之を炭化して黒色に變ず。溫度高き時は其の作用殊に劇烈なり。熱濃硫酸は又銀、銅等の諸金屬に作用して之を溶解す。銅を用ひたる場

合には、其の作用は次の方程式に示すが如し。

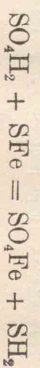


にして、 SO_4Cu は硫酸銅なり。

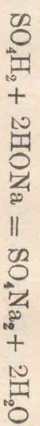
稀硫酸は殆ど銀、銅等に作用することなけれど、鐵、亞鉛等の金屬に遇へば盛に水素を發生して、之を溶解す。是れ曩に水素を製するに用ひたる反應なり。



右の方程式は亞鉛一原子量が硫酸の水素二原子量と置換することを示す。但し硫酸亞鉛は無色の鹽にして、水に溶解易し。又硫化鐵より硫化水素を發生する反應は左の如し。



硫酸がアルカリに遇へば相中和すること勿論にして、苛性曹達を用ふれば硫酸ナトリウムを生ず。



硫酸ナトリウムは硫酸の水素をナトリウムにて置換したるものなり。

稀硫酸は紙、布片等を即時に侵すことなけれども、時を経るに隨ひ次第に之を腐蝕す。且つ硫酸は低温度にては蒸發せざるが故に、其の作用は久しく繼續す。故に之を取扱ふに當つては衣服書籍等に附著せざるやう注意すべし。

二、硫酸鹽。 硫酸銅、硫酸亞鉛等の如く硫酸の水素を金屬にて置換したるものは、皆鹽狀の物質にして、其の水溶液は殆ど中性なり。此等を總稱して硫酸鹽といひ、其の數頗る多く、實用上重要な物少からず。

第十七章 燐

一、燐。 $\text{P} = 31$ 。燐は自然には甚だ多量に存在する元素にあらず。然れども、其の配布頗る廣く、生物體に必須なるが故に、重

要なる元素の一なり。其の化學的性質は硫黄に類する點少からず。

普通の燐は淡黄色なる蠟の如き物質にして、極めて酸化し易し。之を暗所に置けば青色の微光を發するを見る。是れ常溫にても徐々に空氣中の酸素と化合するに因るなり。溫度少し昇れば忽ち白煙を揚げて燃燒すること既に實驗したるが如し。故に常に之を水中に貯ふ。燐は又頗る毒性あれば、其の保存及び取扱には最も注意を要す。

燐は四四度に至れば融け、二九〇度に至れば沸騰す。

三、赤燐。燐を熱して二五〇乃至三〇〇度に至れば、變じて赤色の物質となる。之を赤燐と稱す。此の物は常溫にて酸化することなく且つ毒性なければ頗る安全なる物質にして、燐寸の製造に多量に使用せらる。赤燐を稍高き溫度に熱す

れば、燐と同一なる蒸氣を發して燃燒す。

四、燐寸。安全燐寸の頭に附したる調合物は主として鹽素酸カリウムと硫黄とより成り、糊にて之を固著せるものなり。蓋し鹽素酸カリウムは酸素を供給して、硫黄の燃燒を容易ならしむるなり。之を發火せしむるには特別なる摩擦面通常箱の兩側及び背にありを要し、之には赤燐、二酸化マンガン、硝子末等の混合物を塗る。發火の理由は、摩擦の際に赤燐の微量が燐寸頭の一點に附著し、摩擦熱が此の點に集るが故に、赤燐の蒸氣が發火し、燐寸頭の調合物に燃燒を傳ふるに在り。燐寸頭に黄燐を加へたるものは孰の粗糙面にて摩擦すとも發火するが故に、一見甚だ便利なるが如くなれど、却つて危険多し。

五、燐酸。燐を燃燒すれば輕き白色の粉末を生ず。之を無水

磷酸と呼ぶ。此の物は三酸化硫黄と同じく盛に水と化合して酸を生ず。之を磷酸といひ、其の式は PO_4H_3 なり。磷酸は稍弱き酸にして、用途多からざれども、其の鹽類には重要なもの少からず。生物體の諸液中には常に多少の磷酸鹽を含み、其の諸組織中亦磷酸化化合物を含むこと少からず。殊に脊椎動物の骨格は磷酸鹽を主成分とす。

無水磷酸の式は P_2O_5 なれば、又之を五二酸化磷と稱す。

六、砒素。 $As = 75.0$ 此の元素は遊離して存在することなけれども、硫砒鐵鑛等の種々の鑛物中に含有せらる。硫砒鐵鑛は砒素硫黄及び鐵の化合物にして、之を熱すれば硫化鐵を留め、砒素を發生す。砒素は灰色の亞金屬光ある物質にして、空氣中にて之を熱すれば、酸化して無水亞砒酸を生ず。

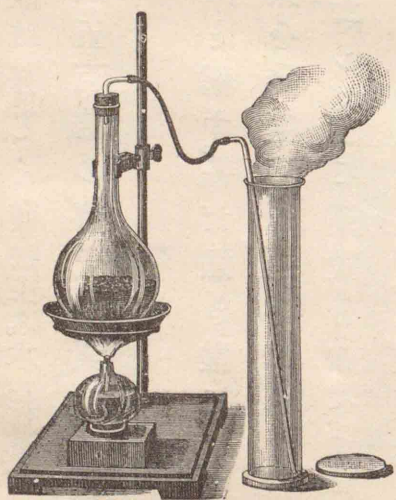
七、無水亞砒酸。無水亞砒酸は又三二酸化砒素と稱し、其の符號は As_2O_3 なり。砒素を含有する種々の鑛石を煨焼するに當て生ずるが故に、冶金場の副産物なり。白色の粉末若くは硝子様の塊をなし、僅に水に溶解するに過

ぎず、最も猛烈なる毒物なり。

六、砒酸。無水亞砒酸を硝酸と共に熱すれば、酸化窒素及び二酸化窒素を發出して砒酸を生ず。此の物は AsO_4H_3 の式を有し、甚だ磷酸に類せり。其の鹽類も亦磷酸の鹽類と相似たるもの多し。

第十八章 鹽素

八、鹽化水素。食鹽に濃硫酸を加へて之を熱すれば、一種の氣體を發生す(第三十圖)。其の密度は空氣の一・二六倍なれば、下方置換によりて捕集するを得べし。此の氣體を鹽化水素といひ、無色にして刺



第三十圖
鹽化水素の發生

戟性の臭を有し、濕氣中に在りては甚しく發烟す。水に溶け易く、常溫の時に水は其の體積四五百倍の鹽化水素を溶解す。

九〇、鹽酸。此の溶液を普通に鹽酸と稱す。甚だ強き酸にして、鐵、亞鉛の如き金屬に遇へば、水素を發生して、之を溶解す。

九一、鹽素。Cl = 35.46 粒狀の二酸化マンガンを鹽酸を加へて熱すれば、淡綠色にして惡臭ある重き氣體を生ず。之を鹽素と稱し、一種の重要な元素なり。

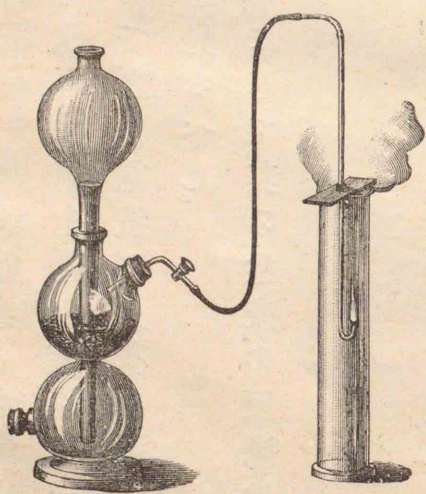
鹽素氣の一分子量は二原子量より成る。即ち其の分子式はCl₂にして、酸素より重きこと二・二倍餘なるを知るべし。

鹽素は稍能く水に溶解し、其の水溶液は淡綠色を呈す。鹽素の最も顯著なる性質は能く種々の色素を漂白するに在り。今墨にて紙片に書し、インキにて之を塗抹したるも

第三十一圖
鹽化水素の成生

のを此の氣中に下せば、墨にて書きたるものの再び現るゝを見るべし。是れ鹽素が能くインキを漂白すれども其の作用を炭素に及すことなきが故なり。故に鹽素は多量に木綿、麻等の如き纖維及び織物を漂白するに使用せらる。然れども鹽素氣は毒性あるのみならず、取扱極めて不便なれば、通常之を石灰に吸收せしめたるものを使用し、之を漂白粉といふ。漂白粉を水に溶し、之に酸を加ふれば、随時に鹽素の水溶液を得るなり。鹽素は又殺菌作用甚だ強し。

三、鹽化水素の合成。鹽素氣中に水素焰を下せば、能く燃

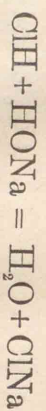


燒を繼續して鹽化水素を生ず(第三十一圖)。又鹽素と水素との混合物に點火すれば爆鳴して化合す。第七圖の裝置に一容の水素と一容の鹽素とを入れて之に電氣の火花を通ずれば、二容の鹽化水素を生ずるを見るべし。
故に鹽化水素の分子式は ClH にして、其の生成の反應は左の如し。



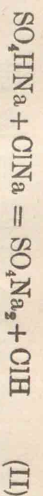
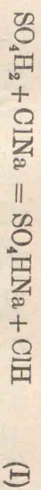
三、鹽化物の合成。鹽素氣中に銅箔を下せば、青色の焰を揚げて燃燒し、鹽化銅を生ず。又硝子管中にて細き鐵線を熱し、之に鹽素を通ずれば、燃燒して鹽化鐵を造る。鹽素が金屬に對する作用の甚だ強きを見るべし。ナトリウムを細に剪截して鹽素氣中に置けば、次第に之と化合して鹽化ナトリウム ClNa を生ず、即ち食鹽なり。又鹽酸にて苛性曹達液を中和し

て食鹽を造るを得べし。



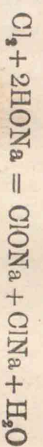
其他鹽化物の數甚だ多く、重要な物亦少からず。鹽素は最も多量に自然に存在する元素の一なり。

硫酸が食鹽に作用して鹽化水素を生ずる反應は左の如し。



過量の硫酸を使用したる場合には常に(I)の反應を呈す。硫酸の量多からざる場合には、高温度を用ふるに及んで始めて(II)の反應を呈するなり。

尚、次亞鹽素酸。苛性曹達の冷溶液に鹽素を通ずれば、淡綠色の液を生ず。其の反應は



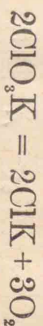
にして、 ClONa は次亞鹽素酸ナトリウムと稱するものなり。適當なる方法を用ふれば殆ど純粹なる次亞鹽素酸ナトリウムを製するを得べく、其の水溶

液に硝酸を加へて蒸溜すれば、次亜鹽素酸 ClOH の水溶液を得べし。此の溶液は酸化作用頗る盛なり。鹽素は水溶液中にて一部分水と反應して鹽酸及び次亜鹽素酸を生ず。



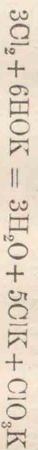
鹽素水が能く漂白作用を呈するは、斯の如く次亜鹽素酸を生じて色素を酸化するに由る。全く乾燥せる鹽素氣は漂白作用なし。漂白粉の水溶液も亦次亜鹽素酸鹽を含めり。

叁、鹽素酸鹽。 苛性加里の濃溶液を熱し、之に鹽素を通じた後冷却すれば、多量に板狀の結晶を生ずるを見る。是れ即ち鹽素酸カリウム ClO_2K なり。此の鹽は酸素を製するに使用せらるゝのみならず、多量に燐寸の製造に用ひられ、又酸化劑として用途多し。蓋し容易に酸素を放出して、鹽化カリウムに變ずるが故なり。



鹽素酸鹽より鹽素酸 ClO_2H を製するを得べけれども、重要なものにあらず。

右に説きたる鹽素酸カリウム生成の反應を方程式に表せば次の如し。



但し苛性加里は極めて苛性曹達に類したるものなり。唯ナトリウムの代にカリウムを含めるのみ。

第十九章 電離

叁、イオン。 硝酸、硫酸、鹽酸等の諸酸は水溶液にて皆同じく酸性の反應を呈し、酸味を有し、アルカリを中和す、而して其成分は種々に相異なれども、水素を有する點は一致す。故に酸の諸性質は水素に原因すること疑なけれども、水素化合物は必ずしも皆酸にあらずれば、酸として作用する水素は特別のものならざるべからず。

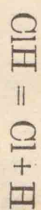
苛性曹達及び苛性加里がHOを有するが如く、アルカリは皆此の原子團即ち水酸根を有し、其の作用相一致せり。

鹽酸、食鹽其他種々の鹽化物の水溶液に硝酸銀を加ふれば、孰も白色凝乳狀の沈澱を生ず。又鹽化物は食鹽と同じく鹹味を呈するもの多し。鹽酸に此の味を發見する能はざるは、酸味強きがためなるべし。故に種々の鹽化物も亦同一の性質及び反應を呈するを知るべし。

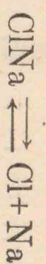
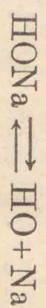
此等の例に徴すれば、水溶液中にて酸、アルカリ及び鹽の成分は互に獨立の作用を呈すること疑なし。即ち鹽酸にては水素は其の特殊の作用をなして酸の諸性質を顯し、鹽素は又其の特異の反應を呈す。故に若し鹽化水素が水溶液にて鹽素と水素とに分解すと假定せば、此の現象を了解するを得べし。但し其の水素は普通の水素にあらずして特殊の

ものならざるべからず、何となれば普通の水素氣には酸の性質なければなり。又其の鹽素も特殊のものならざるべからず。斯の如く水溶液に於ける酸、アルカリ及び鹽の成分にして各獨立して特殊の性質作用を呈するものをイオンと稱す。即ち酸は水素イオンを有し、アルカリは水酸イオンを有し、鹽化物は鹽素イオンを有すと認定するなり。

電離。 故に鹽化水素は水溶液に在っては左の如く解離し居らざるべからず。

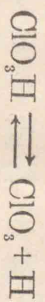
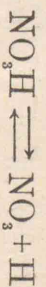
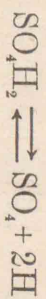


又苛性曹達及び食鹽の解離は次の如くなるべし。



斯くイオンに解離するを電離と稱す。

硫酸、硝酸及び鹽素酸の電離は、左式にて示すを得べし。

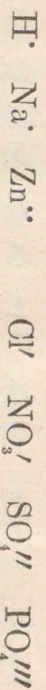


六、陰イオンと陽イオン。酸類の溶液にて水素イオンの對手たる諸種のイオンを陰イオンと總稱す。鹽素イオン Cl^- 水酸イオン HO^- 硝酸イオン NO_3^- 硫酸イオン SO_4^{2-} の如きは陰イオンの例なり。水素イオン及び酸類の水素イオンと置換して鹽を生ずるイオンを陽イオンと總稱す。食鹽溶液に於けるナトリウムイオンは鹽酸に於ける水素イオンに代れるものなれば、一種の陽イオンなり。又硫酸亞鉛の溶液に於ける亞鉛イオンも亦水素イオンと交代したるものなれば、一種の陽イオンなり。すべて陽イオンは鹽類の溶液にて陰イオンの對手たるものなり。先イオンの價。陽イオン一原子量が水素イオン一原子量と置換する時は之を一價といひ、水素イオン二原子量と置換す

る時は之を二價といふ。其の他之に準じて稱呼す。ナトリウムイオンは一價の陽イオンの例にして、亞鉛は二價の陽イオンの例なり。

陰イオンの價は其の對手たる水素イオンの量に依りて之を定む。鹽素イオン一原子量は水素イオン一原子量に匹敵するが故に一價なり。硫酸イオン SO_4^{2-} は 2H と相當るが故に二價なり。磷酸イオン PO_4^{3-} は 3H と相當るが故に三價なり。

一〇、イオンの符號。陽イオンの價は其の符號の右肩に附したる () の數にて示し、陰イオンの價は () の數にて示す。此の符號を用ふればイオンの陰陽と價とを同時に明示するを得るなり。其の例左の如し。



一〇、解離度。上文に説きたる如く、酸の作用は水素イオンに

あるが故に、其の解離する割合即ち解離度大なるものは強き酸にして、其の小なるものは弱き酸なり。鹽酸、硝酸の如きは稍稀薄なる水溶液にては大部分解離すれども、硫酸は五六割に過ぎず。炭酸の如きに至りては千分一にも及ばざるなり。されば硝酸及び鹽酸は最も強き酸にして、硫酸は之に亞ぎ、炭酸は最も弱き酸なり。

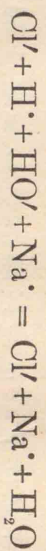
苛性曹達、苛性加里の如きは、稍稀薄なる溶液に在つては大部分解離せるものにして、最も強きアルカリなり。解離度小なる弱きアルカリの例は後に示すべし。

鹽類は概して解離度大なるものにして、食鹽、硝酸ナトリウム、硫酸ナトリウムの如きは稍稀薄なる溶液に在つては大部分解離せり。

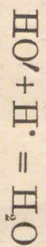
孰の溶液にても水を加へて稀薄にすれば、一般に解離度を増加す。然れ

ども弱酸及び弱アルカリを除きては其の差大ならず。

二二、中和。酸とアルカリとの中和する時は、水素イオンの特性も水酸イオンの特性も共に消失するが故に、其の化合して水を生ずること明なり。例へば鹽酸と苛性曹達との中和をイオン方程式にて示せば



にして、鹽素イオンとナトリウムイオンとは變化せずして殘留するなり。故に強酸と強アルカリとの中和する時は其の反應は次の如きに過ぎず。



水は微に水素イオンと水酸イオンとに解離し得べきものなれども、其の解離度極めて小なるが故に、酸若くはアルカリの作用を呈することなし、而して水素イオンと水酸イオンと

が相遇ふ時は合して水となるなり。

一〇三、一鹽基酸及び多鹽基酸。硝酸若くは鹽酸の如く、一分子量より水素イオン一原子量を生ずる酸は、苛性曹達の如き鹽基(鹽基は酸を中和して鹽を生ずる物質の總稱にしてアルカリも其の中なり)一分子量を中和するが故に、之を一鹽基酸と稱す。硫酸の如きは一分子量より水素イオン二原子量を生じ、能く二分子量の苛性曹達を中和するが故に、之を二鹽基酸と呼ぶ。其の他之に準じて稱呼す。

一〇四、中和熱。硝酸鹽酸鹽素酸の如き一鹽基酸の一モルが強きアルカリと中和するに當て發生する熱量は常に同一にして、一三七〇〇・カロリーなり。故に此の熱量は水素イオンと水酸イオンとが相合して一モルの水を生ずるに當て發する熱量と見做すを得べし。

一〇五、電解質。電氣の良導體に二種の別あり。一は金屬の如く物質の變化なくして電流を通ずるものにして、一は電氣の通過に際して分解せらるるものなり。後者は之を電解質と名く。熔融せる鹽類及び酸アルカリ鹽の水溶液の如き是れなり。電解質は皆イオンを有するものにして、電流を通ずる

に當り其の一部分は陽極に至りて發現し、他の一部分は陰極に至りて發現す。之を電解といふ。今鹽酸に電流を通ずれば陽極には鹽素を發し、陰極には水素を生ず。蓋し陽電氣は陰電氣と相引き、相遇ふに及んでは互に消殺するものなり。而して陽極には陽電氣あり、陰極には陰電氣あるが故に、鹽素イオンの如く陽極に向へるものは陰電氣を帶び、水素イオンの如く陰極に向へるものは陽電氣を帶ぶと假定するを得べし。鹽素イオンが陽極に達するに及んでは、其の陰電氣は陽極の陽電氣と相消殺するが故に、其の電荷を失ひ、普通の鹽素となりて發現し、水素イオンは陰極に至れば其の陽電氣を失ふが故に、普通の氣狀水素となりて發現するなり。陰イオン及び陽イオンの名稱は實に斯の如き見解に基くなり。

第二章に説きたる如く、苛性曹達の水溶液に電流を通ずるに當ては其の分解稍複雑なるものなり。蓋し苛性曹達の水酸イオンは陽極に至りて電荷を失ふと同時に、 $2\text{HO} = \text{O} + \text{H}_2\text{O}$ の如く水と酸素とに分解し、ナトリウムイオンは陰極に至りて電荷を失ふと同時に、水に作用して水素を發し、再び苛性曹達に變ずるものと思考せらる。斯の如く苛性曹達は再生せらる、

が故に、其の結果水が直に酸水二素に分解せられたるに異ならず。

第二十章 ハロゲン

10K、臭素。Br=79.96 臭素の化合物は海水中に存在するが故に、之を蒸發して食鹽を去りたる母液より製するを得べし。遊離せる臭素は暗赤色の液體にして、褐赤色の蒸氣を發し、強き悪臭を呈す。種々の色素を漂白し、直接に金屬と化合する等、其の化學作用は頗る鹽素に類すれども、稍弱し。

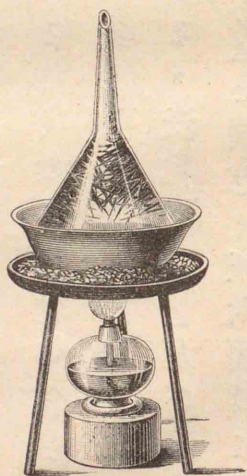
10H、臭化水素 Br.H 臭化カリウムを硫酸と共に熱すれば臭化水素を生ず。重き無色の氣體にして、甚だ水に溶け易し。其の水溶液は鹽酸と同じく極めて強き酸なり。臭化水素の水溶液を二酸化マンガんと共に熱すれば、臭素を得べし。

10A、沃素。I=126.96 此の元素も亦甚だ鹽素に類し、其の化合

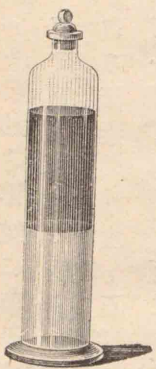
第三十二圖
沃素の昇華

物は海水中に存在す。海産の植物は此等の化合物を蒐集する性質あるが故に、其の灰より沃素を製す。

沃素は亞金屬光ある褐黑色の結晶をなし、之を熱すれば熔融す。固體及び液體の沃素は、共に美麗なる紫色の蒸氣を發す、而して其の蒸氣を冷却すれば、直に凝集して結晶を生ず(第三十二圖)。斯の如く固體より直に氣體を生じ又氣體より直に固體を生ずるを昇華といふ。



第三十三圖
石油と水との間に於ける沃素の分配



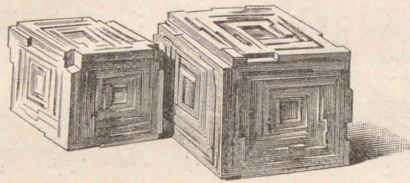
といふ。

沃素は僅に水に溶解して之に褐色を附す。酒精には稍溶解し易し。其の褐色溶液は沃度丁幾にして、藥用に供せらる。沃素をクロ、フ

ルムの如き溶媒に溶せば蒸氣と同じく美麗なる紫色を呈す。沃素の石油溶液を水と共に振盪すれば其の小部分は水中に遷る。而して水溶液に於ける沃素の濃度と石油に於ける沃素の濃度との比は常に不變なり。すべて一種の溶質が互に混和せざる兩液相の間に分配せらるゝに當ては、其の濃度の比は一定せるものなり。之を分配率といふ。

沃化水素 H_2 も亦無色の氣體にして、水に溶解して強酸を生ずること鹽化水素及び臭化水素に異ならず。

二〇九、鹽化物、臭化物及び沃化物の比較。鹽化水素臭化水素及び沃化水素の相類似することは前項に説きたる如くなるが、他の化合物も亦酷似するもの多し。貴重なる藥劑として多く醫療に供せらるゝ沃化カリウム及び臭化カリウムは鹽化カリウムと同じく正六面體に結



第三十四圖
沃化カリウムの結晶

晶す(第三十四圖)。但し水に對する溶解度及び密度は、沃化カリウム最も大にして、臭化カリウム之に次ぎ、鹽化カリウム最も小なり。又沃化カリウムの溶液に硝酸銀を加ふれば黄色の沈澱を生じ臭化物の溶液には淡黄色の沈澱を生ず、而して鹽化物が白色の沈澱を生ずるは既に説きたるが如し。此等の沈澱は沃化銀 IAg 、臭化銀 BrAg 及び鹽化銀 ClAg にして、其の色相異なるれども、皆凝乳狀をなし、其の性質頗る相類したるものなり。

二〇、元素の分類。元素は其の金屬狀をなせると否とによりて之を金屬元素と非金属元素とに大別す。水素、酸素、窒素、炭素、硫黄、燐、鹽素、臭素及び沃素の如きは非金属元素にして、ナトリウム、カリウム、その他金、銀、銅、鐵の如きは金屬元素の例なり。而して此等の元素は又類似の程度に應じて分類せら

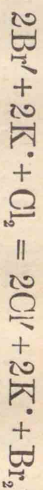
る。鹽素臭素及び沃素は上文の如く甚だ相類するが故に、之を一族となし、ハロゲンと稱す。ハロゲンとは鹽を生ずる元素の義なり。

酸素及び硫黄は其の化合物相類するもの多く、共に一族に屬し、磷及び砒素も亦一族に屬す。

二二、**弗素**。Fluorine. 此の元素も亦通常ハロゲン中に算入すれども、其の性質頗る上記の三元素に異なり。弗化物の最も熟知せられたるは螢石即ち弗化カルシウムにして、美麗なる礦物として産出す。動物の齒牙中に弗素の存するは注目すべき事實なり。遊離せる弗素は無色の氣體にして、其の化學作用は鹽素よりも劇烈なり。

二三、**弗化水素**。Hydrofluoric acid. 螢石の粉末に濃硫酸を加へて熱すれば、弗化水素は無色の氣體として發生す。其の水溶液は所謂弗化水素酸にして、能く硝子を溶解するが故に、硝子器に彫刻するに用ひらる。弗化水素氣も亦同様の目的に供せらるゝことあり。

二三、**イオン化の難易**。臭化カリウムの溶液に鹽素を加ふれば、直に臭素を遊離して鹽化物を生ず。



是れ鹽素がイオンに變ずると同時に臭素イオンが普通の臭素に復歸したるなり。故に鹽素のイオン化せんとする傾向は臭素より強きを知るべし。又沃化カリウムの溶液に鹽素若くは臭素を加ふれば沃素を遊離す。故に三元素中沃素がイオン化の傾向最も弱きこと明なり。之に反して弗素は其の傾向極めて大なるものにして、能く鹽化物より鹽素を遊離するなり。故にイオン化の難易に隨つて、ハロゲンを次第すれば、原子量と同一なる順序をなせるを見るべし。

第二十一章 金屬

二四、**金屬**。前に説きたる如く、元素の多數は金屬にして、其

の中には實用上極めて重要なもの少からず。金屬には共通の性質ありて、之を他の物質より判別すること難からず。其の最も顯著なる性質は不透明なること及び研磨すれば金屬光を呈すること是れなり。

熱及び電氣の良導體たることも亦金屬に通有の性質にして、此の二者は相並行す。即ち熱を導くことの良否によりて諸金屬を次第するとき、其の順序は電氣を導く良否の順序と一致す。普通の金屬にありては其の順序次の如し。

銀。銅。金。アルミニウム。亜鉛。ニッケル。鐵。白金。鉛。水銀。

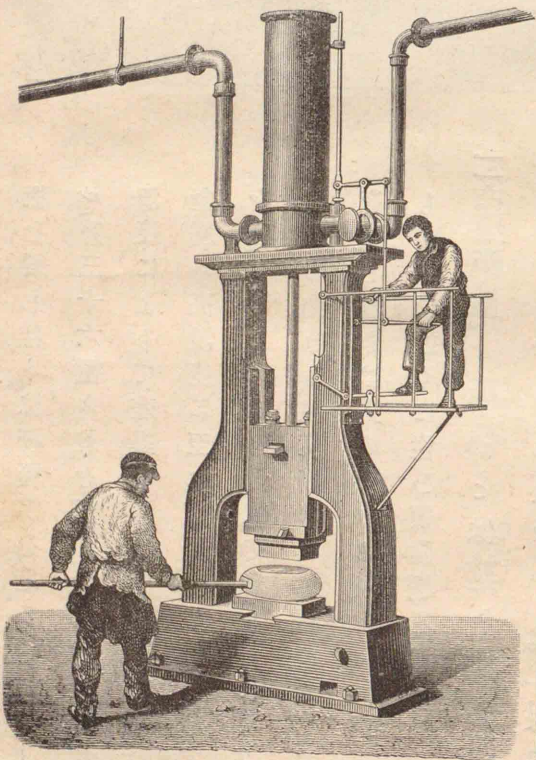
金屬の硫化物中には不透明にして金屬光を呈するものあり。方鉛礦輝アンチモン礦の如き是れなり。然れども此等は眞正の金屬に比すれば電氣の傳導度遙に小なり。

二五、展性。金屬中には錠打して形を變ずるを得べきあり、又脆くして破壊し易きあり。錠若くはロールに由りて薄板

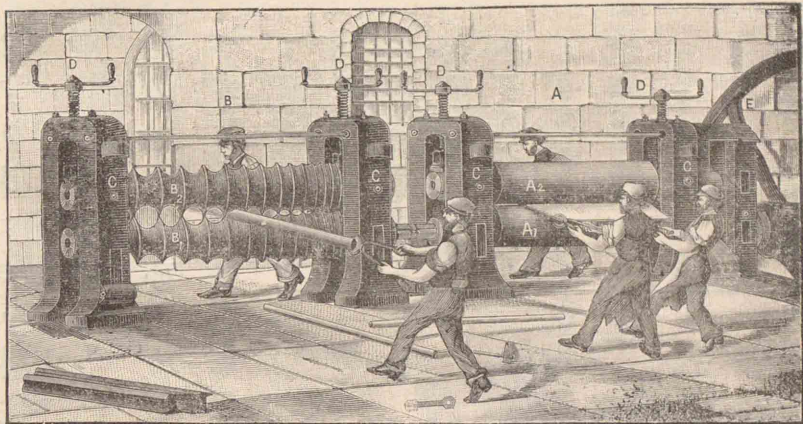
第三十五圖 蒸氣錠

となすを得べきを展性といふ。金、銀、銅、アルミニウム、錫の如きは展性多き金屬にして、極めて薄き箔となすを得べし。鉛、鐵、亞鉛の如きも亦薄板となすを得べし。

大なる金屬の塊を撃ちて之に形を付するには、蒸氣錠第三十五圖を用ふ。蒸氣錠は蒸氣の壓力を用ひて巨大なる鐵錠を扛舉し、之を墜落せしめて錠打するものにして、鐵槌の重さ五十噸（五萬斤）に達するものあり。金屬を展べて



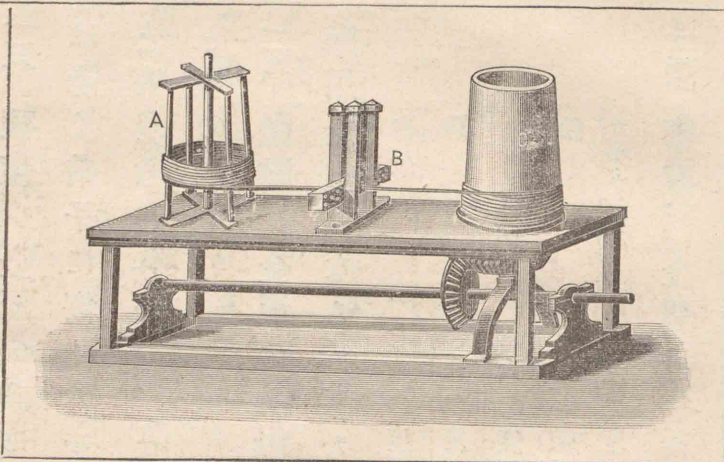
第三十六圖
 A 鐵板を造る口
 B 鐵杆を造る口
 C ロール
 D ロールの軸受
 E 離れ定むる螺
 力輪



板を製し若くは杆管等を造るには、ロール(第三十六圖 A B)を用ふ。金屬の展性は温度によりて差異ありて、常温にて脆き金屬も高温度に至れば展べて板となすを得べきものあり。亞鉛の如きは是れなり。又鐵の如きも、温度高ければ軟にして形を變じ易きは人の知れる所なり。然れども融點に近くに從ひ復脆弱となる。

二六、延性。延性とは延きて針金となし得べき性質をいふ。金、銀、白金の如きは延性甚だ大にして、頗る細き線を造ることを得べく、鐵、銅之に亞ぎ、亞鉛、錫、鉛の如きは展性少し。

第三十七圖
 針金を造る器械
 A 針金を巻きたる框
 B 大小種々の孔を穿ちたる鋼板



二七、強靱性。強靱性とは牽引に對する抵抗にして、金屬の應用上最も重要な性質の一なり。金屬の強靱性を計るには一平方耗の截斷面を有する針金を引き切るに要する重さを以てす。

鐵	六二斤	銅	四二斤
白金	三四斤	銀	二九斤
金	二七斤	アルミニウム	二〇斤
亞鉛	五斤	鉛	二斤

アルミニウム以上の金屬は諸物質中最も強靱なるものにして、動植物の纖維の如きは之に及ばざること遠し。例へば直徑一分の鐵線を用ふれば、

大人七人の重さを支ふるを得べし。是に由りて亦金屬が他物に比して如何に丈夫なるかを知るべし。

二八、**硬度。** 金屬の硬度には大なる差等あり。鐵の硬きものは能く硝子に傷くるを得べく、鉛の如きは小刀にて削るごと容易なり。ナトリウム、カリウムの如きに至りては軟なること蠟の如し。

二九、**融點。** 金屬の融點も亦其の高低種々にして、製作及び應用上重要な性質なり。

白金	一七八〇度	鐵	一六〇〇度	ニッケル	一五〇〇度
銅	一〇八〇度	金	一〇五〇度	銀	九六〇度
アルミニウム	六六〇度	アンチモン	六三〇度	亜鉛	四二〇度
鉛	三二六度	錫	二三二度	ナトリウム	九六度
カリウム	六二度	水銀	零下三九度		

三〇、**密度。** 金屬は密度大なるもの多し。然れども水より輕

きもの亦數種あり。

白金	二一四	金	一九三	水銀	一三六	鉛	一一四
銀	一〇五	銅	九〇	ニッケル	八三	鐵	七九
錫	七三	亜鉛	七二	アルミニウム	二七		
マグネシウム	一八	ナトリウム	〇九七	カリウム	〇八八		

三三、**重金屬と輕金屬。** 密度四以上なる金屬を重金屬と稱し、密度之より小なるを輕金屬と稱す。右の表に徴して明なる如く、日常使用せらるゝはアルミニウムを除きては皆重金屬なり。抑金屬を右の如く二大別するは、其の輕重に由りて化學作用に顯著なる差異あるが故なり。即ち輕金屬は化學作用すべて甚だ盛にして、濕氣中に在っては容易に酸化するが故に、到底日常の器物を造るに適せざるに反し、重金屬は化學作用比較的鈍く、常溫にては空氣中にて急速に變化す

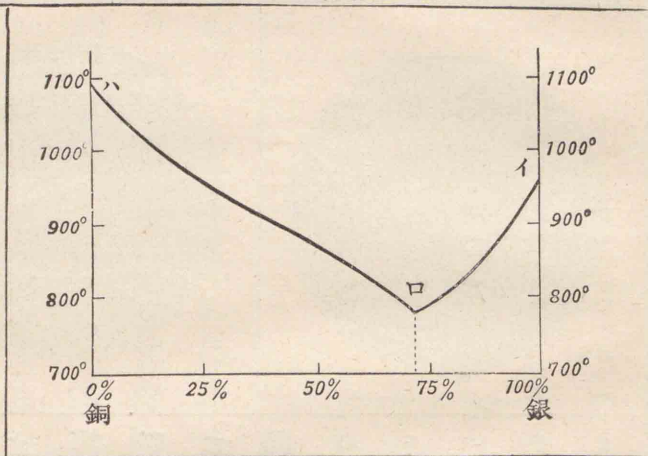
ることなきが故なり。

第二十二章 合金

三、合金。金属は鹽状の化合物を生ぜずして、非金属的溶媒のために融解することなけれども、融解せる金属は能く他の金属を溶して之と混和するもの多し。液状若くは固状の混合金属を總稱して合金といふ。合金は頗る良好なる性質を具備することありて、實用上重要なもの少からず。

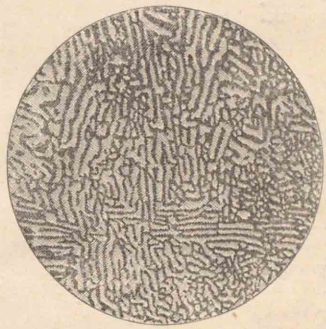
三、合金の融點。ナトリウム及びカリウムは常温の時には共に固態なり。然れども此の兩金属を相接觸せしむれば水の如き外觀を呈せる液状の合金となる。此の事實は合金の融點が其の成分の孰よりも低きことあるを示せるものにして、如何なる金属にても之に他の金属を加ふれば其の

第三十八圖
銀銅合金の融點

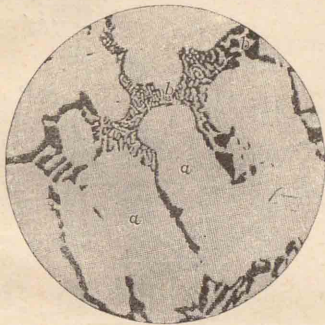


融點降下するなり。第三十八圖のイ口線は銀に銅を和したる合金の融點を示せるものにして、銅の量増加するに隨つて融點の次第に降下するを視るべし。此の合金の凝固する時は、銀は純粹なる結晶となりて析出す。故に液状をなして殘留する部分は次第に銅分を増加すべし。隨つて其の凝固する温度は次第に降下するなり。銅に銀を加へたる場合にも亦全く同様の現象を呈するものにして、其の融點若くは凝固點と組成との關係はハ口線にて示せるが如し。但し結晶となりて析出するは純銅なり。イ口、ハ口の二線は口點にて交

第三十九圖
銀銅の共融合
金(六五〇倍)

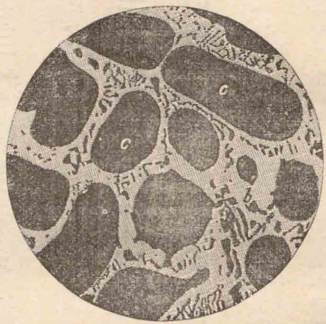


第四十圖
銀八五%銅
一五%の合
金、aは銀、b
は共融合金な
り(四〇〇倍)



又す。故に此の點に至れば純銀は純銅と同時に結晶となりて析出すべし。されば口點は銀銅の合金が液状をなすべき最低の温度を示せるなり。此の温度(七七八度)を名けて銀銅の共融點といふ。其の組成は銀七二%、銅二八%なり。此の混合物の凝固する時は、兩金屬の極めて細微なる結晶が相交錯すること第三十九圖に示せるが如し。之に反して銀が此の割合より多き時は、先づ銀を析出し、共融點に達するに及んで銅が銀と共に細微の結晶を生ずること第四十圖に示せるが如し。之に反して銅の割合多き時

第四十一圖
銀三五%銅六
五%の合金、
oは銅、bは
共融合金、但
し白きは銀、
黒きは銅なり
(四〇〇倍)



知るなり。合金には此の類のもの多し。

は銅は先づ結晶し、共融混合物が其の間に凝固すること第四十一圖に示せるが如し。

肉眼にて之を視れば右の合金は全く均一なるが如くなれども、顕微鏡的觀察によれば其の二相より成れるを

三、**金屬相互の化合物。**然れども二種の金屬が化合して

結晶することあり。例へばナトリウムと水銀との合金の融點頗る高きは化合物を生ずるに由るなり。ナトリウムが軟なるに反し、此の化合物が硬くして脆きは顯著なる事實なり。銅と錫と及び銅とアルミニウムとの合金の如きも亦頗る硬き化合物を含有す。其の他此の類例頗る多し。

三五、**金屬の混合結晶**。合金が凝固するに當つて必しも二相に分離せざることあり。金銀の合金の如きは其の一例にして、高度の顯微鏡を使用すとも全く均一なるを視るなり。斯の如き場合には兩金屬が混和したる儘均一なる結晶を生じたるなれば、其の相一なり。

曩に説きたる如く、結晶は純粹なる一物質より成るを常とすれども、又右の如く混合結晶を生ずることなきにあらず。自然に産する鑛物の如きには混合結晶をなせるもの少からず。

三六、**合金の應用**。合金中には融點の低きを利用するものあり。通常金屬の接合に用ふる白鐵は鉛と錫との合金にして、其の融點が錫よりも低きを利用するなり。三種若くは四種の融け易き金屬を合せたる合金には、百度以下にて融解

するものあり。

合金の展性及び延性は純粹なる金屬に及ばざるを常とす。然れども硬度は之より勝れるもの多し。銅に亞鉛を和して造れる眞鍮が銅の如く軟ならずして、工作に便なるが如きは其の一例なり。又合金中には諸種の化學作用に抵抗すること遙に其の成分より勝れるものあり。例へばアルミニウム及びマグネシウムは共に濕氣中にては次第に酸化して光澤を失へども、此の兩金屬の合金たるマグナリウムを研磨して造りたる鏡は耐久の性あるが如き是れなり。

合金は電氣及び熱の傳導度純金屬に及ばず、而してたとひ少許の夾雜物なりとも其の影響頗る大なるものあり。是れ電線に使用する銅の最も純粹なるを貴ぶ所以なり。然れども電力を調節するに用ふる抵抗器等を造るには務めて傳導度小なる合金を使用するなり。

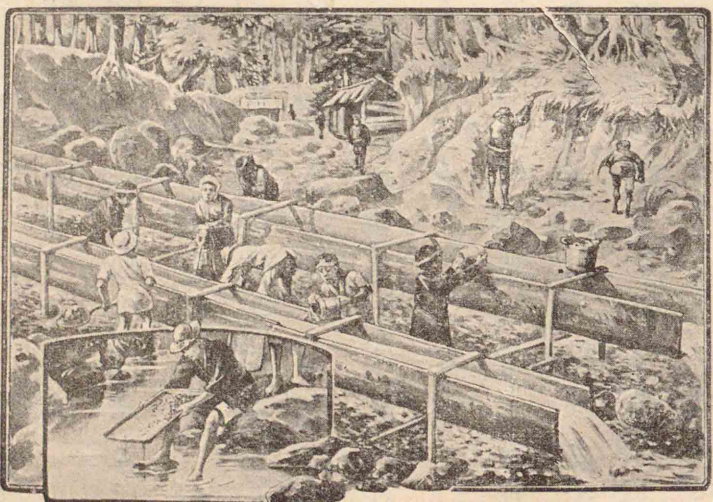
第二十三章 貴金屬

二七、**貴金屬**。貴金屬とは温度の高低、空氣の乾濕に論なく、容易に酸化せざる金屬をいふ。右の定義に合する金屬は其の數少からざれども、普通なるは金、白金、銀及び水銀にして、此等は一般に化學作用頗る鈍きものなり。

二八、**金**。Au = 197.2 金は遊離して自然に産し、或は砂中に混濁し、或は岩石中に含有せらる。砂金を採集するには主として淘汰法に依れども、其の非常に細微なる場合には化學的方法を用ひて溶解して収集す。金の重なる産地は合衆國及び英領コロンビヤ、トランスヴァール、濠洲、露領ウラル地方等なりとす。本邦にては北海道の夕張、枝幸、薩摩、佐渡等に砂金を産すれども、其の量多からず。

第四十二圖
北海道枝幸の
金坑

金は黄色を呈する唯一の純金屬にして、光澤美麗なれば裝飾用として貴重せらるゝのみならず、價頗る貴きが故に貨幣の材料として最も重要なものなり。純金は餘り軟なるが故に、箔を造る外常に多少の銅若くは銀を和して使用せらる。銅を加へたるは其の色赤を帯び、銀を加へたるは微し緑を帯ぶ。合金中に含有する金の割合を示すには千量中に存する量に據る。貨幣の金位は九〇〇にして、餘の一割は銅なり。又裝飾



品の金位を示すには二四量中に含める金の量に據る。例へば二十二金とは二四量中二二量の金を含めるをいひ、十八金とは二四量中一八量の金を含めるをいふ。

硝酸、鹽酸、硫酸の如き強酸も單獨にては其の冷と熱とに論なく金を溶すこと能はず。然れども硝酸と鹽酸との混合物は能く金を溶解して、鹽化金 Cl_2Au を生ず。鹽化金は水に溶け易く、鍍金、寫眞術等に使用せらる。

硝酸と鹽酸との混合物を王水と稱す。蓋し金は諸金屬の王にして此の混合酸が能く之を溶解するが故に、古人が斯く命名したりしなり。

三九、白金。Pt = 194.8 白金の重なる産地は露領ウラル地方にして、遊離して産出す。白金は銀の如き光澤ある稍硬き金屬にして、融點甚だ高く、酸化し難く且つ酸、アルカリ等にも能く抵抗するが故に、埴塙等を造るに用ひ、且つ化學上及び

電氣化學的工業上に多く用ひらる。硫酸の製造に白金を觸媒として使用するは既に説きたる所にして、他にも此の種の用途少からず。

白金を王水と共に煎れば徐々に溶解して鹽化白金を生ず。寫眞術等に使用せらる。

一〇〇、銀。Ag = 107.93 銀は遊離して自然に産出すれども、其の量多からず。多くは輝銀礦(硫化銀)等より之を製す。合衆國及びメキシコは其の重なる産地にして、本邦にては羽後、但馬、佐渡より之を出す。

銀は白色の光澤ありて美麗なれども、硫化水素等の硫黃分を含める空氣中にては黒色に變じ易し。銀も亦軟なる金屬なれば、通常銅を和して使用せらる。銀貨は二割の銅を含み、諸器物、裝飾品等の地金には更に多量の銅を含めるもの

あり。然れども銅の割合頗る大なるにあらざれば赤色を帯ぶるに至らず。

銀は容易に硝酸に溶解して**硝酸銀** NO_3Ag を生ず。硝酸銀は無色板状の結晶をなし、水に溶解し易し。寫眞術鍍銀等に使用せらる。又鹽素化合物等の試薬として重要なり。

三三、**水銀**。 $\text{Hg} = 200.0$ 水銀は主として硫化物即ち辰砂として自然に産す。辰砂を氣流中に熱すれば、硫黄分は燃え去りて水銀のみ溜出す。此の金屬は常溫の時に液體なるが故に、氣壓計、寒暖計等を造るに用ひらる。理化學等の實驗には必須の物なり。其の凝固點は零下三九度、沸點は三五八度にして、常溫にての密度は一三・六なり。

水銀は能く金銀錫鉛亜鉛ナトリウム等を溶して合金を生ず。水銀を含める合金を總稱して**アマルガム**といふ。アマルガムには液體なるあり、又固體な

るもあり。銅はアマルガムを生じ難く、鐵及び白金は水銀に侵さるゝことなし。

水銀は甚だ硫黄と化合し易くして、此の兩物質を乳鉢にて磨れば黒色、無定形の硫化水銀を生ず。空氣を杜絶せる器中にて之を熱すれば赤色の昇華物を得べし。是れ即ち繪具として多く使用せらるゝ**朱**にして、辰砂と同物質なり。

水銀は硝酸に溶解して硝酸鹽を生じ、又容易に王水に溶けて鹽化物 Cl_2Hg を生ず。此鹽化物は**昇汞**又は**猛汞**と稱する重き白色の固體にして、水に溶解し、最も猛烈なる毒物なり。其の水溶液は甚だ稀薄なるものも猶強き殺菌力あり。

昇汞の水溶液に沃化カリウムを加ふれば鮮麗なる赤色の沈澱を生ず。是れ即ち沃化第二水銀にして、頗る水に溶解し難き物なり。之を熱して一二六度に至れば忽ち黄色に變ず、而して一二六度以下に冷却すれば再び赤色に復す。此の二物は色のみならず結晶形密度其の他すべての性質を異に

し、全く別種の固相なり、此の二相が一六度を界して相變化するは、恰も水と水とが零度を界して相變化するに異ならず、固體の物質には右の如き關係を呈するもの極めて多し。

昇汞を水銀と共に熱すれば $CuHg_2$ なる鹽化水銀を生ず、之を甘汞と稱す。甚だ水に溶け難く、藥劑として使用せらる。蓋し水銀化合物の水に溶解するものは皆劇毒にして、甘汞の毒性少きは水に溶け難きに由れり。

第二十四章 銅及びニッケル

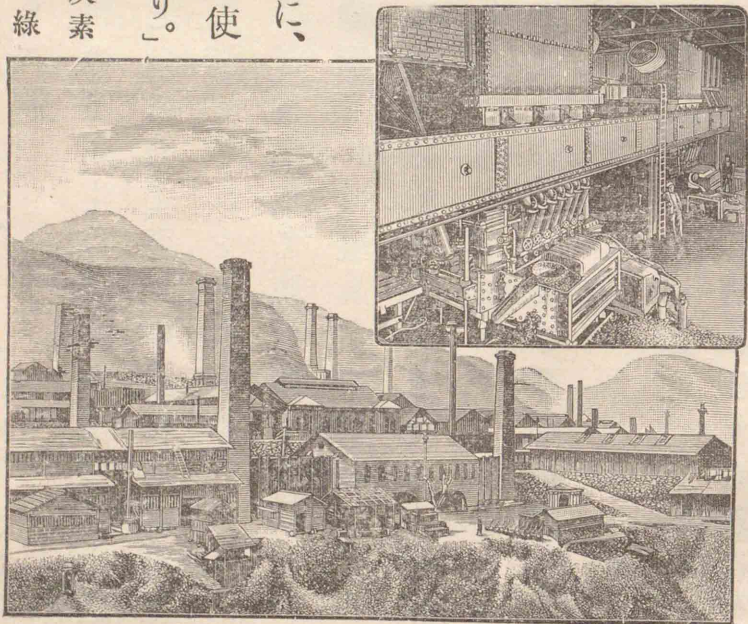
一三、銅。Cu = 63.6 銅は遊離して産出するのみならず、赤銅鑛(酸化物 Cu_2O)、黄銅鑛、斑銅鑛共に銅、鐵の硫化物等種々の鑛物となりて産出す。カナダ及び合衆國は重なる産地にして、本邦も亦此の金屬を産すること甚だ多し。殊に下野の足尾及び伊豫の別子の銅山は著名なるものなり。

銅は淡赤色の光澤ある金屬にして、延性及び展性に富み、

第四十三圖 足尾銅山

濕氣中にては其の表面に暗赤色なる酸化物を生ずれども、其の層極めて薄くして酸化の内部に及ぶことなく、且つ頗る耐久性あるが故に、日常の器物を造るに用ひらるゝこと多し。又電氣の良導體なるが故に、電線等として電氣工業に使用せらるゝ量極めて大なり。

銅及び其の合金は二酸化炭素を含める濕氣中にては次第に綠色の錆を生ず。是れ炭酸銅酸化銅及び水より成るものにして、其の組成一



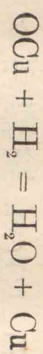
定せず従つて其の色にも亦多少の差異あり。銅器の古色は此の錆に由るなり。

二三、銅の合金。銅の合金には實用上重要なるもの多し。眞鍮は銅に亞鉛を和したるものにして、亞鉛の量は二割乃至四割の間にあり。銅は鑄造に適せざれども、眞鍮は之に適し且つ其の價も稍廉なるが故に、日常多く使用せらる。銅に一割の錫を和したる合金を砲銅といふ。蓋し其の質硬く且つ甚だ強硬なるが故に、往時砲を鑄るに用ひられしなり。鐘銅に在つては錫の量二割五分に達す。其の質硬くして鐘を鑄るに用ひらる。銅貨に用ふる銅は少許の錫及び亞鉛を加へて硬度を増したるものなり。

二四、酸化銅。銅を空氣中にて強熱すれば、黑色の酸化銅 OCu を其の表面に生ず。之を鎚撃すれば粉末となりて剥落す。

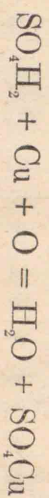
又銅を硝酸に溶して生じたる青色の硝酸銅を強熱すれば、容易に分解して黑色なる酸化銅を留む。

硝子管に酸化銅を入れ、之を熱して水素を通ずれば、酸化銅は酸素を失ひて銅となり、水素は酸化せられて水を生ず。



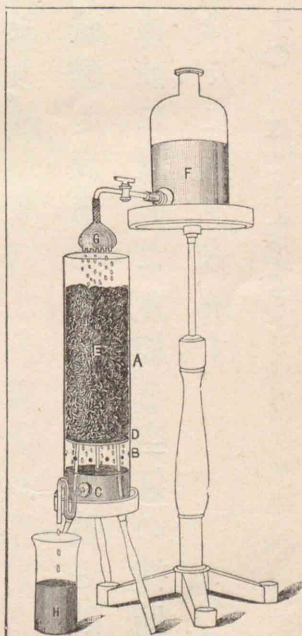
斯の如く酸化物が酸素を失ふを還元と稱す。酸化銅は炭素若くは酸化炭素と共に熱するも亦容易に還元するを得べし。銅の冶金法は先づ硫化物を煨きて酸化物となし、更に之を還元して銅を得るなり。

二五、硫酸銅。銅が熱濃硫酸と反應して二酸化硫黄と硫酸銅 SO_4Cu とを生ずることは、前に説きたる如し。空氣の援助ある時は稀硫酸も亦能く徐々に銅を溶解す。



第四十四圖 硫酸銅製造の模倣實驗
A 圓筒
B 空氣を流通せしむる小孔
C 濾溜液
D 金網(銅製)を載せたる三脚臺
E 銅屑
F 稀硫酸
G 數多の小孔を穿ちたる漏斗

此の反應は硫酸銅の製造に利用せらる。第四十四圖に示せる如く、銅屑に稀硫酸を滴下すれば硫酸銅の溶液を得るが



故に、之を蒸發すれば美麗なる青色の結晶を得るなり。俗に之を膽礬と稱す。此の結晶を熱すれば、水を放失して白色の粉末を生ず、而して之に水を加ふれば再び青色に復す。蓋し膽礬は單純なる硫酸銅 SO_4Cu にあらず、更に水と化合したるものにして、其の組成は $SO_4Cu \cdot 5H_2O$ なる式にて表すを得べし。故に其の學名は五水硫酸銅なり。斯の如く結晶相の成分たる水を結晶水と稱す。されば二種以上の化合物が互に化合して新物質を生ずること、毫も元素相互の化合と異なる

ることなくして、定比及び倍比の兩定律に従へるを知るべし。膽礬を熱するに當つて生ずる白色の粉末は、眞正の硫酸銅 SO_4Cu なり。

膽礬は銅鹽中最も重要なるものにして、銅の精煉及び鍍銅等に使用せらる。頗る殺菌作用あるが故に木材の保存等にも使用せらる。

三六、銅イオン。鹽化銅 Cl_2Cu 、硝酸銅 $(NO_3)_2Cu$ 等の如き種々の銅鹽の水溶液は、硫酸銅の水溶液と同じく、孰も同一なる青色を呈す。故に銅イオンが青色を有せるを知るべし。又此等の溶液は皆同一の不快なる味を有せるは、即ち銅イオンの味なり。硫化水素に遇へば黑色の硫化銅 CS_2 を沈澱し、苛性曹達を加ふれば淡青色の水酸化銅 $(HO)_2Cu$ を生ずるは、すべての銅鹽の溶液に共通せる反應にして、其の銅イオンの反應なることを言を俟たず。銅イオンは二價なれば、其の符號は Cu^{++} なり。

斯の如くなれば、各種の金屬イオンの性質は其の鹽の水溶液を検すれ

ば知るを得べし。硝酸銀の水溶液は無色なれば、銀イオン Ag^+ の無色なるを知るべく、又此の溶液が頗る殺菌作用あるに由りて其の毒性あるを知るべし。鹽化物の溶液に遇うて白色凝乳狀の沈澱を生ずるは銀イオンの反應なり。

二三、**ニッケル**。Ni = 58.7 ニッケルは強靱にして美麗なる白色の金屬にして、多く合金として使用せらる。白銅貨はニッケル一量と銅三量との合金なり。又**洋銀**は銅、亞鉛、ニッケルの合金にして、其の色白く、光澤ありて、鍍を生じ易からざるが故に、諸器物を造るに用ひらる。

ニッケルの主なる鹽は硫酸ニッケル $SO_4Ni \cdot 6H_2O$ にして、鐵器、眞鍮器等にニッケルを鍍するに用ひらる。

第二十五章 亞鉛

一六、**亞鉛**。Zn = 65.4 亞鉛の鑛石は閃亞鉛鑛(硫化物)菱亞鉛鑛(炭酸鹽)等にして、之を煨焼すれば酸化亞鉛となるが故に、炭と共に強熱すれば、還元せられたる亞鉛は蒸發して溜出するなり。亞鉛は蒼白色の金屬にして、鑄たるものは結晶粒粗大にして稍脆けれども、一〇〇度乃至一五〇度の温度の時には頗る展性ありて薄き板となすを得べく、且つ之がために大に強靱となる。亞鉛は元來甚だ酸化し易き金屬なれども、濕氣中にて生ずる銹の薄層は緻密にして能く酸化の内部に及ぶを防ぐが故に、亞鉛は頗る耐性ありて諸般の用に供するを得るなり。

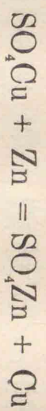
一七、**酸化亞鉛**。亞鉛を強熱すれば蒸氣を發し、空氣中にては帶青白色の光輝強き焰を揚げて燃燒し、純白の粉末を生ず。是れ即ち酸化亞鉛 OZn にして、繪具として使用せられ、**亞**

鉛華と稱す。

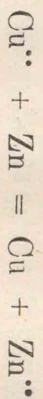
一四〇、亞鉛の鹽類。亞鉛は酸類に溶け易くして、鹽酸に溶解すれば鹽化亞鉛 Cl_2Zn を生ず。鹽化亞鉛は水に溶け易き白色の固體にして、其の水溶液は木材の保存に使用せらる。蓋し亞鉛イオンに殺菌作用あるに由るなり。亞鉛を稀硫酸に溶解すれば硫酸亞鉛を生ずることは前に説きたるが如し。其の水溶液を蒸發すれば七分子の結晶水を含める結晶 $\text{SO}_4\text{Zn} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を生ず。俗に之を皓礬と稱す。

一四一、イオン化の難易。ハロゲンがすべて陰イオンを生ずる如く、金屬はすべて陽イオンを生ずるものなり。而して各種のハロゲンのイオンを生ずるに難易あるが如く、金屬がイオン化する傾向にも亦強弱の差あり。今硫酸銅の溶液に亞鉛を浸せば、其の忽ち銅にて被覆せらるゝを見る。而して

之を放置すれば亞鉛は遂に全く溶解し、銅は之に代りて生ずるなり。此の反應は左の方程式にて表すを得べし。



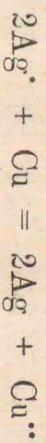
然れども硫酸銅も硫酸亞鉛も水溶液にては硫酸イオンと金屬イオンとに解離し、前者は反應の前後に差異なきが故に之を省けば、此の變化を表出する方程式は左の如し。



即ち銅がイオン状態より金屬状態に變じたと同時に、亞鉛が金屬状態よりイオン状態に變じたるなり。金屬の水に溶解するに當つては常に先づイオンに變ずるものなれば、亞鉛の水に溶解せんとする傾向は銅より強きを知るべし。

硝酸銀の溶液に銅を浸せば、液は次第に青色を呈して銅の溶解したるを示すと同時に、銀が細微なる結晶となりて

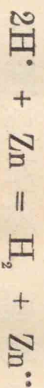
析出するを見るべし。此の場合には實に



なる反應を呈するものにして、銀のイオン化の傾向は銅にも及ばざること明なり。故に硝酸銀液に亞鉛を浸せば銀を析出すると同時に亞鉛の溶解すべきこと勿論にして、之を實驗に徴するに其の果して然るを見るなり。

貴金屬は一般にイオン化の傾向少く、金、白金の如きは銀よりも尙イオン化し難し。普通の重金屬中にて亞鉛は最もイオン化し易きものなり。

四、水素と水素イオン。亞鉛を稀硫酸に浸す時に水素を發する反應をイオン方程式にて示せば、左の如し。



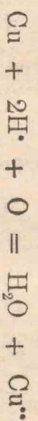
即ち亞鉛がイオン化したるがために水素イオンは普通の

水素となり、氣體として發生したるなり。水素も亦イオン化の傾向を有するものにして、其の強さは亞鉛に及ばざるを知るべし。然れども白金の存在する時は水素は能く硫酸銅溶液より銅を析出せしむるが故に、水素のイオン化の傾向は銅と亞鉛との中間にあるを知るべし。

前に説きたる如く、イオンが電氣を帶ぶるものとすれば、 $Cu^{\cdot\cdot} + Zn =$

$Cu + Zn^{\cdot\cdot}$ なる方程式は銅イオンが陽電氣を失うて普通の金屬に變ずる

と同時に、亞鉛が此の陽電氣を得てイオンに變ずるものと認むべきなり。水素イオンが其の陽電氣を金屬に與へてイオン化せしむるは、即ち酸類が金屬を溶解する反應なり。故に普通の酸類が貴金屬及び銅を溶解する能はざるは當然なりといふべし。酸素の存在するに當りて銅が稀硫酸に溶解したるは、水素が酸化せられて水となるが故なり。



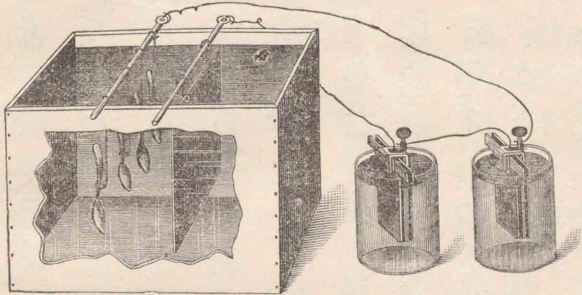
銀、銅等が硝酸に溶解するに當りても、亦水素を發せずして酸化窒素を發

生ずるは、硝酸の一部が酸化作用を呈するに由るなり。

二、電鍍。イオン化の傾向餘り強からざる金屬は、電鍍法に依りて之を導體(金屬類及び石墨末を塗布したる石膏型等)に附著するを得べし。硫酸銅の溶液(硫酸を加へて酸性を附したる)に鐵眞鍮等にて造れる物體を浸し、之を電池の陰極に繋ぎ、更に銅板を浸し、之に陽極を連絡して電流を通ずれば、銅板は次第に溶解して陰極に繋ぎたる物體は銅にて被はるゝを見るべし。

此の場合には陰極にある金屬は溶解することなし。而して附著せる銅の層は任意に厚からしむるを得べし。此の法は木版より銅版を製し、又は石膏像を模して銅像となし、若くは銅管等を造るに用ひらる。銅の精煉にも亦此の方法を使用す。是れ陰極に附著する銅の甚だ純粹なるに由るなり。

銅鹽の溶液の代に金銀、ニッケル等の適當なる溶液を用ひ、陽極の銅板の代に金銀、ニッケル等の板を用ふ



第四十五圖
電鍍

れば、容易に金銀、ニッケル等を鍍するを得べし。是れ現時一般に使用せらるる電鍍法なり。

第二十六章 鉛 錫 アンチモン

一、鉛。鉛 $Pb = 206.9$ 鉛の主なる鑛石は方鉛鑛(硫化鉛 PbS)なり。鉛は甚だ軟なる金屬にして、新に截りたる面は蒼白色の金屬光を呈すれども、濕氣中にては久しからずして鈍灰色に變ず。是れ酸化して銹の薄層を生ずるに由る。然れども其の酸化は此の薄層に止るが故に、鉛は頗る耐久性あり。鉛は管及び板に造らるゝのみならず、銃丸として使用せらる。

二、酸化鉛。融けたる鉛は空氣中より酸素を吸収して酸化鉛 PbO を生ず。此の物は淡黄色の粉末若くは黃赤色の粗粒にして、硝子製造及び鉛鹽製造の原料なり。鉛丹も亦酸化

鉛の一種にして、酸素を含むこと普通の酸化鉛より多し。赤色の繪具等として使用せらる。

一六、鉛鹽。鉛を硝酸に溶して生ずる硝酸鉛は、白色の鹽にして、其の水溶液は甘味を帶ぶ。是れ蓋し鉛イオンの味なり。此の溶液に鹽酸を加ふれば、鹽化鉛 $PbCl_2$ を白色の粉末として沈澱し、硫酸を加ふれば硫酸鉛 $PbSO_4$ を沈澱す。此の物も亦白色の粉末にして、甚だ水に溶け難し。

鉛白は炭酸鉛と水酸化鉛との化合物にして、其の色純白なるのみならず、甚だ不透明なれば、繪具として使用せられ、且つ古來専ら官粉として使用せられたり。然れども鉛白も亦他の鉛化合物と同じく毒性あり。

方鉛礦より製したる鉛は少し銀を含むを常とす。故に之を取り出すこと肝要なり。其の法先づ鉛を融して之を冷却すれば、純鉛は結晶となりて

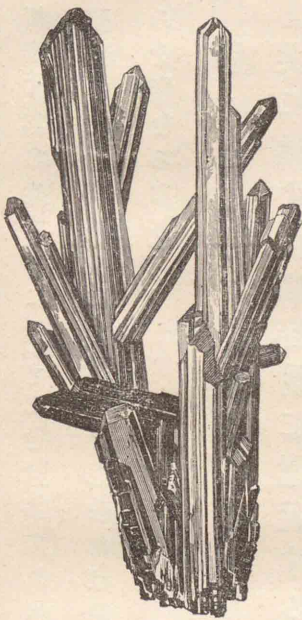
析出す。其の生ずるに従つて之を除去すれば、比較的銀分に富める混合物を殘留す。之を氣流中にて酸化せしむれば、鉛は悉く酸化鉛となり、終に銀のみを留むるなり。

一七、錫。Sn = 119.0 錫の鑛石は錫石と稱する酸化物にして、炭と共に熱すれば容易に還元するを得べし。其の主なる産地は印度群島なり。錫は濕氣中にも酸化することなく、従つて其の白色、銀様の光澤を失ふことなし。展性多きが故に薄葉となすを得べし。濕氣を避け若くは乾燥を豫防するため、に烟草等を包むに用ひらるゝもの、是れなり。食品の調理に用ふる銅器の内面に錫を布くは、銅の溶解を防ぐがためにして、銅鹽は前に説きたる如き毒性あればなり。

錫の合金には頗る有用なるもの少からず。錫器を造るに用ふる地金には多少鉛を加ふるを常とす。金屬を接合する

に用ふる白鐵も亦同様の合金にして、錫三、鉛二の割合より成れるものは最も融け易し。銅との合金も亦既に前章に説きたり。

一六、**アンチモン**。Sb = 120.2 此の金屬の鑛石は輝アンチモン鑛（硫化アンチモン）にして長門及び伊豫に産し、蒼白色の金屬光ある結晶をなす。輝アンチモン鑛を煨焼すれば、硫黄は燃え去りて酸化物を留むるが故に、木炭を加へ、強熱して還元す。アンチモンは銀白色の光澤ありて、美麗なる結晶をなせども、



甚だ脆ければ單獨に使用するを得ず。然れども其の合金には有用なるもの少からず。蓋しアンチモンを和す

第四十六圖
輝
アンチモン
鑛

れば幾分か合金の展性を減ずると同時に、著しく其の硬度を増加するなり。

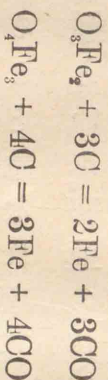
活字を鑄造するに用ふる地金は、鉛に一割乃至二割のアンチモンを和したるものなり。アンチモンの融點は六三二度、鉛の融點は三二六度なれども、鉛八五%、アンチモン一五%より成れる合金は其の融點二二八度に過ぎざれば、鑄造甚だ容易なるのみならず、凝固するに當って少し膨脹するが故に精密に鑄型を寫す。且つ其の質硬くして磨滅し易からざれば、活字金として最も適當なる合金なり。アンチモンは又鉛の硬度を増加するため、少し之に混和せらるゝことあり。錫にアンチモン一割餘と銅及び亞鉛少許とを加へたるものをブリタニア金と稱し、種々の日用の器物を鑄造するに用ひらる。

第二十七章 鐵

一九、鐵。Fe = 55.9 鐵は最も廣く自然界に配賦せる元素の一にして、種々の鑛物中に含有せられ、土壤中にも存生し、又生物體にも其の微量を含めり。製鐵に用ふる鑛石を赤鐵鑛(酸化鐵 O_2Fe_2)、磁鐵鑛(酸化鐵 O_2Fe_3)、菱鐵鑛(炭酸鐵 CO_2Fe_3)、黃鐵鑛(硫化鐵 S_2Fe_3)等とす。此等の鑛石は最も多量に産出し、其の産地も亦頗る多し。然れども製鐵の業は器械的技術の最も發達したる國にて始めて其の盛大を期し得べく、現今多量の鐵類を産出するは、合衆國を最とし、獨、英二國之に亞げり。我邦の製鐵業が猶其の初程に在るは遺憾なりと謂ふべし。

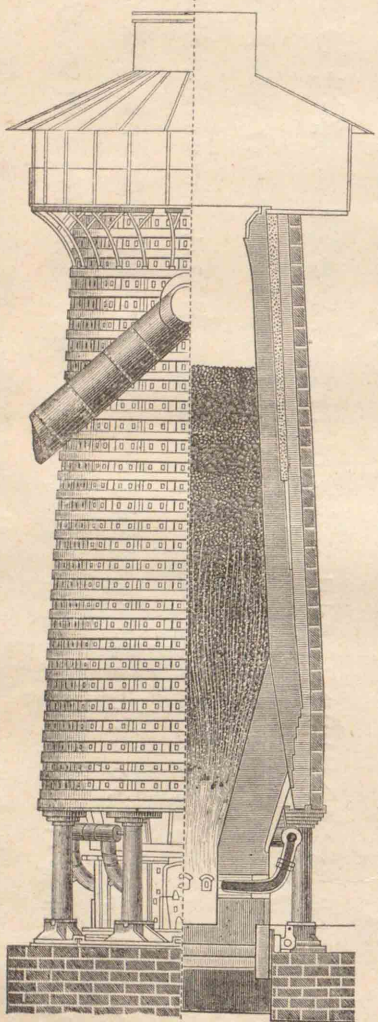
二〇、鐵の冶金。鐵鑛は之を煨燒すれば孰も酸化鐵となるが故に、製鐵の重なる化學變化は酸化鐵を炭素骸炭等と共

に強熱して還元するに在り。



斯の如く還元したる鐵を熔解せしむるには頗る高き溫度を要するが故に、第四十七圖に示せるが如き高大なる爐を用ふ。之を熔鑛爐と稱す。

第四十七圖
熔鑛爐
右側は断面を示す



熔鑛爐は晝夜の別なく鐵を製出するものにして、其の上部より鐵鑛骸炭及び石灰石石灰石は鐵鑛に混淆せる石類を熔滓として除去するために加ふるなりを順次に装填し、其の下部より熱したる空氣を吹き込み、燃燒を盛ならしめて、所要の高溫度を維持す。斯くすれば熔滓と融けたる鐵とは間斷なく爐底より流出するなり。

右の方法に由りて得たる鐵は三%乃至六%の炭素を含有し、之を**銑鐵**と稱す。

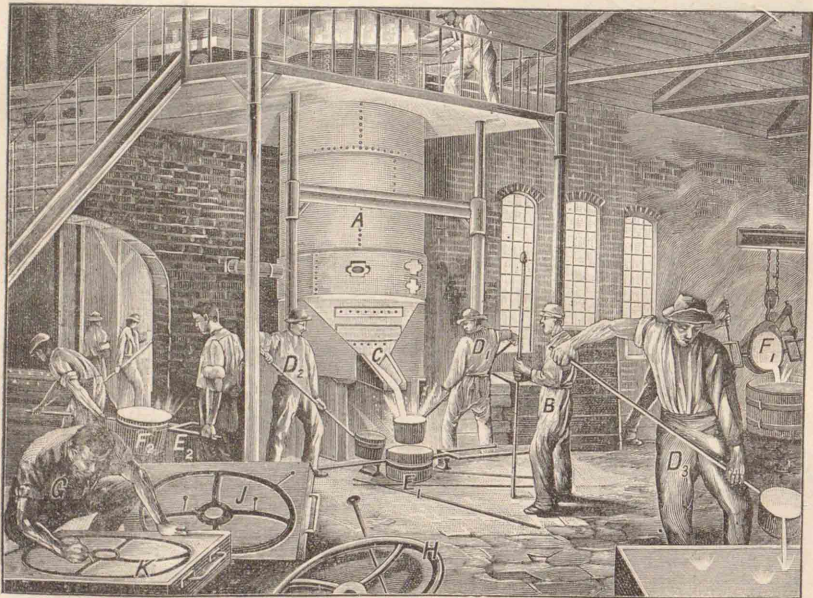
三五、**鑄鐵**。銑鐵を再び熔融して夾雜せる熔滓等を去りたるものを鑄鐵と稱す。鐵類中にて炭素を含むこと最も多く従つて最も熔け易きものなれば、之を鑄造に用ふ。鑄造物を冷却凝固せしむること急なれば、其の色白く、其の質硬くして脆し。之を**白鑄鐵**といふ。普通の鍋釜の如きは其の例なり。冷却凝固緩徐なるときは灰色を呈す。稍軟にして、鑪を用ひて

第四十八圖

鑄造
 BA 熔鐵爐
 熔鐵を掌る職工(鐵杆を以て爐底の孔を穿つ)
 C 流出口
 DE 鑄造を掌る職工
 F₁ F₂ クレーン
 稍多量の熔鐵を運搬する職工
 G 砂型を修繕する職工
 H 木型
 JK 砂にて造れる型

削ることを得べし。之を**灰鑄鐵**といふ。鐵管の如きは是れなり。

一五、**鋼**。鐵が炭素を含有すること千分五以上十五以下なる時は之を鋼といふ。鋼の特性は高溫度より冷却すること急速なれば甚だ硬くして脆く、冷却すること緩徐なれば展性ありて甚だ強靱なるにあり。故に鋼にて刃物を造るには先づ其の展性あるもの

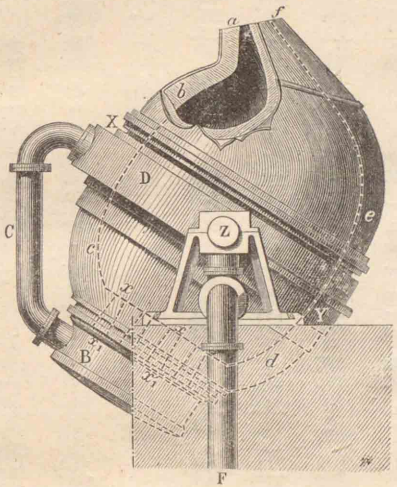


を用ひて之に適當なる形を付したる後、強熱し、急速に冷却せしめて、硬化せしむるなり。然れども斯くすれば脆に過ぎ、折れ易ければ、更に少時適度の温度に熱して幾分か強靱性を復せしむるを要す。

鋼を製するには第四十九圖に示せる如き巨大なる壺に融けたる銑鐵を移し、其の底より空氣を吹き入る、なり。炭素は先づ燃焼し、温度大に昇

進す。炭素の畧燃え去るに及んで多量の炭素を含める銑鐵を加ふれば、任意量の炭素を含める鋼を得るなり。

右の如き方法を用ふれば、炭素を含むこと頗る少き鐵をも製するを得べし。造船に用ふる鐵板、鐵道の鐵軌の如きは概ね此の方法に由りて製したる鐵を用ひて造るなり。



第四十九圖
ベッセマー製
鋼器
a b c d e f 製
鋼器の内面を
覆へる石灰マ
グネシヤ混合
物
X Y 製鋼器の兩
半を結束せる
鐵帶
Z 製鋼器の廻轉
軸
F Z D C B 空氣
を鼓入する通
路
x z 鋼器底に
穿てる孔

一五三、**鍊鐵。** 炭素を含有すること最も少き鐵を鍊鐵といふ。甚だ強靱にして展性多く、融點も亦甚だ高し。薄き鐵板及び鐵線を造るに用ひらる。

鐵類は又之を粗鐵と鍛鐵とに二大別することあり。銑鐵及び鑄鐵は前者に屬し、鋼及び鍊鐵は後者に屬す。而して炭素一五%以下を含める鐵の一旦熔融せるものを熔鐵と稱す。

鋼が硬化する理由は近時に至りて漸く解明せられたり。蓋し純鐵は温度の高低に従ひ全く別種の固相を生ずること、恰も沃化水銀の如し。而して其の低温度の時に安定なるものは、軟にして展性多き普通の鐵なり。鐵が炭素を含むこと少き場合には、兩相間の變化は或温度に至れば急速に行はる、が故に、常に軟鐵を得るなり。之に反して鐵が炭素を含むこと〇・五%乃至一五%なるときは、之を急速に冷却すれば高温度の時に安定なる状態が低温度に至るまで繼續して存するなり。白鑄鐵も亦硬化せる鋼と同様の相より成れども、炭素と鐵との化合物を含むこと多きが故に、其

の性質に多少の差あるなり。硬化せる鋼に在っては炭素は鐵と合して均様なる混合結晶をなし、灰鑄鐵其の他徐々に冷却したる鐵類には主として石墨として存在するなり。

二五、**銹** 鐵は諸金屬中最も堅牢なるのみならず、其の價も亦低廉なれば、用途極めて多けれども、銹を生じ易きは一大缺點なり。銹は主として水酸化鐵 $(HO)_2Fe$ より成るものにして、鐵が濕氣中に酸化して生ずるものなり。空氣中の二酸化炭素は殊に鐵の銹鑄を促す作用を有す。鐵は少量の炭酸を含める普通の水中にては速に銹を生ずれども、アルカリを加へて炭酸を除去したる水中にては久しく其の光澤を損することなし。鹽分が鐵の酸化を促すは、蓋し空氣中の水分を吸収して鐵面に附著せしめ、二酸化炭素を溶解せしむるに因るならん。銹を防ぐには油にて製したるペイントを塗るを最も好しとす。又鐵を熱して緻密なる酸化物の薄層(普通に黒紫色を呈す)を生せしめて、酸化の内部に及ぶを防ぐことあり。銹は多孔性にして水分を吸収する性あれば、一旦銹を生ずる時は酸化は大に促進せらる。故に防鏽塗料を施さる鐵器は常に清拭を怠るべからず。

二五、**亞鉛鍍鐵とフリキ** 鐵の銹を防ぐために之に他の酸化し難き金屬

を鍍することあり、ニッケルを鍍するは其の一例にして、甚だ美麗なれども、費用多きが故に廣く行はれず。最も有效なるは亞鉛を鍍したるものにして、清淨なる鐵板若くは鐵線を融けたる亞鉛中に入れば、亞鉛の薄層は之に密著す。前に説きたる如く亞鉛は濕氣中にも耐久性あれば、能く鐵を庇保するのみならず、其のイオン化の傾向は鐵より大なれば、酸類等に遇ふとも猶能く鐵を保護す。是れ亞鉛を鍍したる鐵が絶えて銹を生ぜざる所以にして、其の用途の廣きこと洵に故あるなり。

フリキは鐵葉に錫を布きたるものにして、其の外觀美なるのみならず、鐵附し易ければ、鐘類等を造るに多く使用せらる。然れども錫は鐵よりもイオン化し難ければ、亞鉛の如き保護作用なし。故に錫の剝落することあれば、鐵の酸化は却て甚だ速なり。

二六、**鐵の化合物** 鐵は頗るイオン化し易き金屬にして、水素と亞鉛との中間に位す。故に之を稀酸に浸せば水素を發

して溶解す。硫酸鐵 $\text{SO}_4\text{Fe}_2\text{TH}_2\text{O}$ は俗に綠礬と稱し、鐵を硫酸に溶して製するを得へし。淡綠色の結晶にして、染色術等に使せらる。

鐵の酸化物に數種あり。磁性酸化鐵 O_2Fe は空氣中にて鐵を高度に熱するに當て生ず。重要な鐵の鑛石にして、磁鐵鑛と稱す。赤鐵鑛も亦酸化鐵 O_2Fe にして、其の結晶は灰色の金屬光を呈すれども、粉末は赤色を呈す。綠礬を燒きて造れる酸化鐵も亦赤色を呈し、繪具及び研磨料として使用せらる。水酸化鐵は褐鐵鑛として存するのみならず、粘土等と混渾して存在し、之に赤色或は黄色を附す。

黄鐵鑛は S_2Fe の式に相當する硫化物にして、黄色の金屬光ある結晶をなして多量に産出す。之を燃焼すれば、二酸化硫黃を生じ、酸化鐵を留む。故に硫酸製造及び製鐵の原料と

して使用せらる。

第二十八章 アルミニウム マグネシウム

一七、アルミニウム。Al = 27.1 アルミニウムは最も多量に存在する元素の一にして、土壤は常に之を含み、岩石も亦之を含めるもの多し。遊離せるアルミニウムは電氣爐の高温にて熔融せる適當の熔劑中に酸化アルミニウムを溶し、電氣を通じ、分解して製す。白色の光澤ある金屬にして、密度僅に二・七なれば、銅鐵の三分一に過ぎず。濕氣中にては其の表面に酸化物の薄層を生ずれども、緻密にして能く酸化の内部に及ぶを防ぐのみならず、白色にして半透明なれば、多く光澤を損することなし。且つ展性に富み、頗る強靱なるが故に、諸種の器物を造るに用ひらる。アルミニウム箔は多く銀箔に代用せ

られ、アルミニウム粉は顔料として用途多し。又アルミニウム粉の酸化する時は最も高度の熱を發するが故に、之を利用することあり。

アルミニウムと銅との合金はアルミ銅と稱し、アルミニウムの量五分乃至一割を含めるものは、黄色若くは赤黄色にして稍硬く、極めて強靱なり。

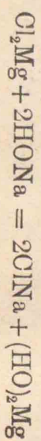
二五、**アルミニウムの鹽類**。アルミニウムはイオン化の傾向亞鉛より大なれば、之を稀硫酸等に投ずれば盛に水素を發生して溶解す。アルミニウム鹽類中重要なるは**硫酸アルミニウム**にして、成るべく鐵を含まざる粘土を稀硫酸と共に煮て製す。此の鹽は媒染劑として多量に使用せらる。アルミニウム鹽の溶液に苛性曹達を加ふれば、白色糊状の**水酸化アルミニウム** $(\text{HO})_3\text{Al}$ を沈澱す。俗に之を**礬土**といふ。

二五、**マグネシウム**。 $\text{Mg} = 24.36$ マグネシウムも亦頗る多量に存在する元素の一にして、岩石の成分たること多し。又海水中にも鹽として含有せらる。遊離したるマグネシウムは熔融せる鹽化物を電解して製す。輕き白色の金屬にして、其の外觀稍アルミニウムに似たり。之に點火すれば燦爛たる光輝を發して燃燒するが故に、暗所にて寫眞を撮るに用ひらる。マグネシウムとアルミニウムとの合金はマグナリウムと稱す。空氣中にて酸化することなく且つ甚だ軽くして、最も有用なる合金なり。

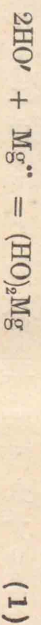
二六、**マグネシウム化合物**。マグネシウムはアルミニウムよりも更にイオン化し易き金屬なれば、最も容易に諸酸に溶解す。海水を蒸發して食鹽を採集したる後に殘留する母液(ニガリ)は、多量の**鹽化マグネシウム** Cl_2Mg を含有す。**硫酸マグネシウム**

SO₄Mgは七分子の水を含みて結晶す。俗に**瀉利鹽**と稱して下劑として使用する。

マグネシウム鹽の溶液に苛性曹達を加ふれば、白色糊状の水酸化マグネシウムを沈澱す。

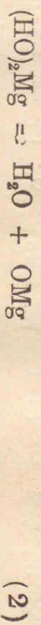


イオン方程式を用ふれば



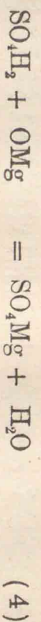
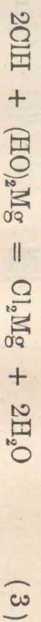
是れ水酸化マグネシウムが水に溶解し難きがために水溶液中にて水酸イオンとマグネシウムイオンとが兩立し得ざるに由るなり。

水酸化マグネシウムを熱すれば容易に水分を失ひて、**酸化マグネシウム**に變ず。



酸化マグネシウムは輕き白色の粉末にして、之を**マグネシヤ**と稱し、又俗に**苦土**と呼ぶ。水酸化マグネシウム及び酸化マグネシウムは酸に遇へば共に之を

中和して鹽を生ず。



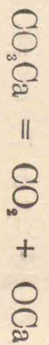
(1)(2)(3)(4)の如き反應は第二十三章以下に記述せる諸金屬の化合物に均しく見る所なり。金屬の酸化物及び水酸化物は斯の如く酸を中和して鹽を生ずるが故に、之を**鹽基**と總稱するなり。

第二十九章 カルシウム

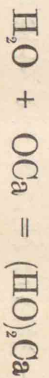
二六、**カルシウム**。Ca = 40.1 此の元素も亦極めて多量に自然界に存在す。遊離したる元素はマグネシウムと同様なる方法に依りて製し得べき白色の金屬にして、イオン化の傾向はマグネシウムより強く、水に遇へば水素を放出して水酸化物を生ず。此の金屬は目下猶用途なし。然れども其の化合物に

は重要なるもの多し。

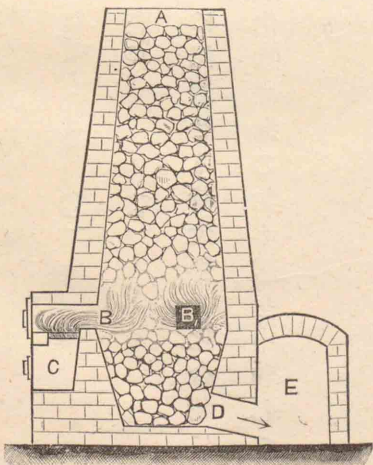
二三、石灰。石灰石即ち炭酸カルシウムを強熱すれば、二酸化炭素を發して酸化カルシウムを留む。是れ即ち生石灰なり。



生石灰は白色の固塊にして、水を加ふれば少時にして之と化合し、熱を發し、膨脹して白色の粉末に變ず。之を消石灰といふ。



消石灰は少し水に溶解するに過ぎざれども、其の溶液は強きアルカリ性の反應及び味を呈す。之を石灰水といふ。石灰は強きアルカリにして、甚だ廉價なれば、

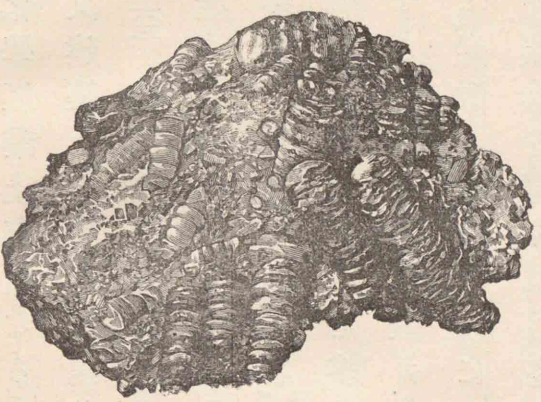


第五十圖
石灰窯
A 鑿窯の口
B 窯の下部處に設けたる口
C 灰落石灰を取出す口
D 石灰を冷却する場所

化學工業上有用なるのみならず、消毒劑として使用せられ、又建築、土木等に用途甚だ多し。

二三、炭酸カルシウム。炭酸カルシウム CO_2Ca は方解石として産するのみならず、結晶不分明なる大理石、石灰石等として多量に存在し、全山之より成れるものあり。土砂中にも此の物質を混ざること多く、酸を注げば泡沸し、二酸化炭素を發するを常とす。炭酸カルシウムは極めて水に溶解し難けれど、炭酸を含める水には稍溶解す。今清徹なる石灰水に二酸化炭素を通ずれば、忽ち白濁して炭酸カルシウムの生じたるを示せども、其の送入を繼續する時は再び透明となるを見るべし。空氣は常に微量の二酸化炭素を含むが故に、雨水は少量の炭酸を有するのみならず、土壤中なる有機物の燃焼等は常に二酸化炭素を生ずるが故に、泉水、河水は皆多少の

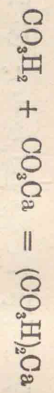
炭酸を含み、従つて到る所に存在する炭酸カルシウムを幾分か溶解すべきなり。軟體動物其の他種々の下等動物は其の外殻若くは骨格を形成するに必要な炭酸カルシウムを河海の水中より攝取す。且つ白堊、大理石、石灰石等(第五十一圖に



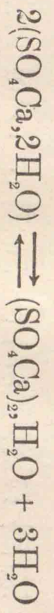
第五十一圖
美濃の錢石

示せる錢石の如き是れなり)は太古に生存せし此等動物の遺骸の積集して成れるものなれば、炭酸カルシウムの自然界に於ける循環は長き歲月に亙りて最も大仕掛に行はるるものといふべし。

炭酸カルシウムが炭酸を含める水に溶解するは、蓋し次の如く炭酸水素カルシウムを生ずるに由る。



二四、硫酸カルシウム。硫酸カルシウム SO_4Ca は二分子の結晶水を含みて多量に産出し、之を石膏と稱す。石膏を熱して一〇七度以上に至れば、容易に含水量四分三を失ひて白色の粉末となる。焼石膏是れなり。焼石膏に水を加へ、軟糊状となしたるものは暫時にして凝固す。是れ再び水と化合して石膏を生ずるに由る。故に焼石膏は諸物の形を模し若くは鑄型を造るに廣く使用せらる。普通の白墨は石膏にて造れるものなり。石膏の用は實に左の可逆反應に基くを知るべし。



二五、磷酸カルシウム。磷酸カルシウム $(\text{PO}_4)_2\text{Ca}$ は水に溶解難き白色の物質にして、燐灰石等として自然に産出す。又脊椎動物の骨格の主要なる成分にして、高等動物の骨の半は磷酸

カルシウムより成る。燐酸鹽も亦動物體の諸部分に微し存するのみならず、植物に在っても生活機能の盛なる部分には必ず燐酸化合物ありて、種子も亦之を含めり。故に燐酸化合物は生物に必要なこと明にして、動物は直接若くは間接に其の供給を植物に仰ぎ、植物は亦之を土壤より攝取するなり。然れども土壤中に含有する燐酸鹽は甚だ微量なることあり。又たとひ微量ならずとも、水若くは弱酸に溶解難きが故に、植物の容易に之を吸収する能はざることあり。斯の如き土地にて、穀類等に含める燐酸化合物を累年奪ひ去りて之を其の土壤に還附せざる時は、次第に肥沃の度を減ずべきが故に、燐酸肥料の必要なるは觀易き理なりとす。普通に肥料として使用せらるゝ尿、尿、油槽、乾鰯の如きは皆多少燐酸化合物を含めども、猶殊に此の成分を主とせる肥料あり。

骨粉、骨灰の如き是れなり。鑛物として産出する燐酸カルシウム(燐灰石等)は植物の之を攝取するに便ならざれば、之を粉末として硫酸にて處理したるものを用ふ。之を過燐酸石灰と稱す。此の燐酸鹽は水に溶解易きが故に、肥料として即效あり。

燐酸カルシウムに硫酸を加ふれば $(\text{PO}_4)_2\text{Ca}_3 + 2\text{SO}_4\text{H}_2 = (\text{PO}_4\text{H}_2)_2\text{Ca} + 2\text{SO}_4\text{Ca}$ なる反應に由りて燐酸水素カルシウムを生ず。此の物は水に溶解易し。

製鐵業にて鐵中に含有せられて最も有害なる磷を除去するために、之を酸化し、石灰と化合せしめて燐酸カルシウムとなすことあり。是れ所謂トーマス肥料にして、害を轉じて利となせる一例なり。

第三十章 ナトリウム

二六、ナトリウム。Na = 23.05 ナトリウムは最も多量に自然界に

存在する元素の一にして、其の最も普通なる化合物は食鹽なり。金屬ナトリウムは熔融せる苛性曹達に電流を通じ、分解して製す。白色の光澤ある金屬にして、軟なること蠟の如し。其のイオン化せんとする傾向は上來列記せる諸金屬よりも強烈にして、之を水に投ずれば苛性曹達を生ずること第二節に説きたるが如し。



濕氣中には速に酸化するが故に、之を石油中に貯ふ。ナトリウムは金屬として用に堪へざること勿論なれども、化學工業上に種々の用途ありて、頗る多量に製造せらる。

二七、食鹽。食鹽即ち鹽化ナトリウム ClNa は多量に海水中に存す。大洋の水は大約三・五%の鹽類を含有し、其の八割は食鹽として獲取するを得べし。海水より食鹽を製する法は蒸

發して水分を去り、食鹽を結晶せしむるに過ぎざれども、燃料を節減するために種々の手段を用ふ。

本邦にては鹽田の砂上に海水を撒布し、日熱に藉りて蒸發せしめ、食鹽の結晶が砂と共に混淆して存在するものを更に海水に溶して濃溶液を造り、石釜を用ひ之を蒸發して食鹽の結晶を得るものにして、多年の經驗の結果鹽田の構造の如き多少見るべきものなきにあらざれども、勞力及び燃料を要すること多くして、良法なりとは稱すべからず。

歐米諸國には山鹽を産すること多く、其の純なるものは碾り碎きて直に用に供せられ、土等を混じて不純なるものも、水を加ふれば直に飽和溶液を得るが故に、製鹽業の簡易なること本邦の比にあらず。山鹽は鹹湖の蒸發涸竭して生じたる物なり。

食鹽は無色にして正六面體に結晶す。其の用途甚だ多くして、食物の調理及び貯藏に用ひらるゝのみならず、化學工

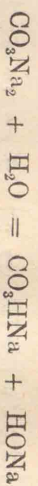
業上ナトリウム及び鹽素の原料たり。

二六、**炭酸ナトリウム**。炭酸ナトリウム CO_2Na_2 は普通に**炭酸曹達**と稱し、ナトリウム化合物中頗る重要なものにして、稍迂回せる數種の方法に依りて食鹽より製せらる。白色の粉末にして、水に溶け易し。濃水溶液を冷却して結晶せしむれば、十二分子の水を含める結晶を生ず。之を**結晶曹達**若くは**洗濯曹達**と稱す。炭酸曹達は洗滌用として日常人家に使用せらるゝのみならず、化學工業の諸部分に原料若くは助藥として供用せらるゝ量甚だ多し。

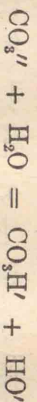
二九、**炭酸水素ナトリウム**。炭酸水素ナトリウムは普通に**重炭酸曹達**と稱せられ、 CO_2HNa の組成を有す。結晶曹達に二酸化炭素を通じて之を造る。白色の粉末にして種々の用途あり。

炭酸曹達の水溶液はアルカリ性の味及び反應を呈す。是れ其の水と反應

して少許の水酸イオンを生ずるに由る。



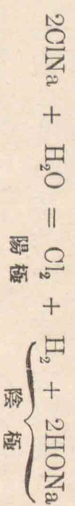
若くは



すべて弱酸のナトリウム鹽は斯の如く水と反應して微量のアルカリを生ずるを常とす。

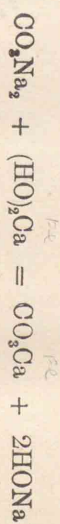
二七、**水酸化ナトリウム**。水酸化ナトリウムは普通に**苛性曹達**と稱す。極めて水に溶け易き白色の固體にして、強きアルカリなり。石鹼の製造、製紙其他化學工業上に用途多し。之を製するに數法あり。

食鹽の水溶液に電流を通すれば一方には鹽素を發し、一方には水素を發すると同時に苛性曹達を生ず。蓋し食鹽が鹽素とナトリウムとに分解せられ、ナトリウムが更に水に作用して水素と苛性曹達とを生ずるものと思考するを得べし。故に其の結果は左の方程式に示せるが如し。



斯の如くにして陰極に生じたる苛性曹達溶液を蒸發すれば其の固體を得るなり。此の方法は水力に依りて廉價に電氣エネルギーを得べき地方には最も適當にして、現今漸く盛に行はれんとする兆あり。苛性曹達として十分の販路なきときは、更に二酸化炭素を加へて炭酸曹達を製す。

炭酸曹達の水溶液に石灰を加へて熱すれば、石灰が炭酸カルシウムに變ずると同時に苛性曹達を生ず。是れ舊來の方法にして、今日にても猶盛に行はる。

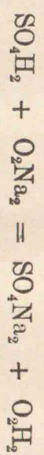


二七、爾餘のナトリウム鹽。硝酸ナトリウム NO_2Na は多く南米に産するが故に、智利硝石と稱す。硝酸及び硝酸イオンの原料として重要なものなり。白色の結晶にして、水に溶解易し。硫酸ナトリウム SO_4Na_2 は普通に十分子の水を含みて結晶

し、之を芒硝といふ。粗悪なる硝子を製するに用ひらるゝのみならず、醫藥としても亦使用せらる。其の他、種々のナトリウム鹽の實用に供せらるゝもの甚だ多し。然れども此等は寧ろ陰イオンを主とするものにして、ナトリウムは單に其の鹽の水に溶解易く且つ結晶し易きがために使用せらるゝに過ぎず。

二七、過酸化ナトリウム O_2Na_2 ナトリウムを乾燥せる空氣中にて熱すれば、燃燒して帶黄白色の粉末を生ず。之を過酸化ナトリウムといふ。此の物は酸化作用甚だ盛にして、之を紙片の上に置けば火を發す。

二七、過酸化水素 O_2H_2 過酸化ナトリウムを稀硫酸に溶解すれば、硫酸ナトリウムと過酸化水素とを生ず。



過酸化水素は粘稠なる無色の液にして、濃厚なる時は容易に水と酸素とに分解す。其の水溶液は頗る酸化作用あるが故に、絹羽毛等の如く鹽素に

遇うて變質する諸物質を漂白するために使用せらるる過酸化水素の微量は種々の物質が空氣中にて酸化するに當て生ず故に其の痕跡は所々に存在す。

第三十一章 カリウム

一七四、**カリウム**。K = 39.15 カリウムも亦多量に存する元素の一にして、種々の岩石の重要なる成分なり。ナトリウムと同様なる方法に依りて製するを得べし。蒼白色の軟き金屬にして、イオン化の傾向はナトリウムよりも強ければ、水に對する作用の更に劇烈なること第一章に説きたるが如し。濕氣中にありては速に酸化するが故に、之を石油中に貯ふ。

一七五、**鹽化カリウム**。鹽化カリウム OK がカリウム化合物の原料たるは、恰も食鹽がナトリウム化合物に於けるが如し。白色の鹽にして肥料として使用せらる。

鹽化カリウムは海水より食鹽を結晶せしめたる母液より製するを得べし。鹹湖の涸れて山鹽を生じたる處には此の分離も亦自然に行はれて、山鹽の上層に多量の鹽化カリウムを含める鹽層を造りしならん。然れども此等は雨水に滌ひ去られ易きが故に、獨逸國 *スタッスフルト* にあるもののみ。其の上に粘土層を生じて、水の浸入を防げる場所にのみ保存せられたるなり。此の地方より産出する鹽化カリウムの量は甚だ多く、諸國に輸出する量も亦少からず。

一七六、**水酸化カリウム**。水酸化カリウムは又**苛性加里**と稱す。苛性曹達と同様の方法に依りて製せられ、其の性質相類す。用途も亦相似たり。

一七七、**炭酸カリウム**。炭酸カリウム CO_2K は又**炭酸加里**と稱す。草木の灰に水を加へて浸出したる液を蒸發すれば之を得べし。又食鹽より炭酸曹達を製すると同様の方法に依りて

鹽化カリウムより之を造るを得べし。此の物は甚だ水に溶け易き白色、鹽狀の物質にして、其の水溶液はアルカリ性の反應を呈す。其の用途は炭酸曹達に似たり。

草木がカリウム化合物を含めるは其の灰より炭酸加里を得べき事實に徴して明にして、草木の生長にカリウム化合物を要することも亦直接の實驗によりて證明せられたる所なり。故に土壤中に

存在するカリウム分

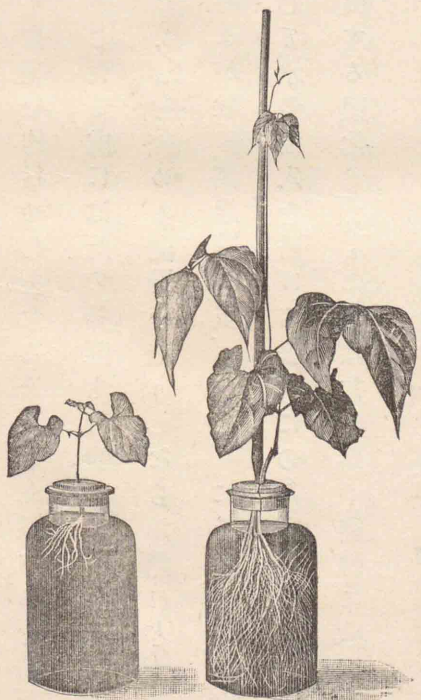
(植物が攝取し得る)

が減耗する時は、肥

料として之を施す

必要あり。灰を肥料

として使用するは



第五十二圖

右、カリウム

並に他の必要

養分を供せる

試養植物

左、必要なる

養分中カリウ

ムを缺きたる

試養植物

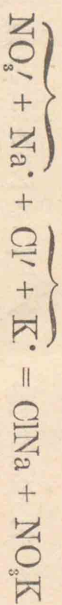
其の一例にして、鹽化カリウム其の他のカリウム鹽も亦多量に使用せらる。土壤はナトリウム鹽を保持する能力なけれども、カリウム化合物をば溶液中より吸収し、久しく貯藏して植物の生長に資するなり。

動物も亦カリウム化合物を必要とし、直接若くは間接に其の供給を植物に仰ぐなり。

一、**硝酸カリウム**。硝酸カリウム KNO_3 は普通に**硝石**と稱す。

之を製するに二法あり。往古より傳れる方法に依れば、有機物及び尿等の土中にて腐敗し酸化するに當りて生ずる硝酸カルシウムに、炭酸カリウムを加へて硝石を得るなり。此の法に就きて記憶すべきは硝酸鹽が土壤中にて成生する事實なり。第二の方法にては鹽化カリウムと智利硝石とを各一分子の割合に熱湯に溶解す。 NO_3 、 Cl 、 K 、 Na の四イオンより生じ得べ

き四鹽の中にて、食鹽は溶解度最も小なるが故に先づ結晶となりて析出するにより、溶液中には自ら硝酸カリウムを残留す。



而して其の液を冷却すれば硝石の結晶を得べきなり。硝石の主なる用途は火薬の製造に在り。

一七九。火薬。舊來の火薬は木炭、硫黄、硝石の三物質を混淆したるものにして、硫黄は發火を容易ならしめ、硝石は多量の酸素を供給し、木炭は燃燒に由りて二酸化炭素及び酸化炭素を生ずるが故に、多量の氣體を發生するなり。銃砲内にて火薬の爆發するに當っては、狹隘なる筒腔内に多量の氣體を生じ、且つ其の温度高きが故に強大なる壓力を生じて、彈丸を壓出するなり。

一八〇。明礬。硫酸カリウム BO_3K は無色の鹽にして、特に言ふべき用途なけれども、其の水溶液を硫酸アルミニウムの水液溶に加ふれば明礬を生ず。明礬は硫酸アルミニウム、硫酸カリウム及び水の化合物にして、其の組成は $(\text{BO}_3)_2\text{Al}_2\text{BO}_3\text{K}_2 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 若くは $(\text{BO}_3)_2\text{Al}_2\text{K} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ の式にて表すを得べし。斯の如く二種の鹽が化合して生ずるを複鹽といひ、其の例極めて多し。明礬は無色、正八面體の結晶をなし、善く水に溶解す。此の物は結晶法に依りて精製し易きが故に、鐵等を含まざるアルミニウム化合物を要する場合に使用せらる。其の重なる用途は染色術に在り。

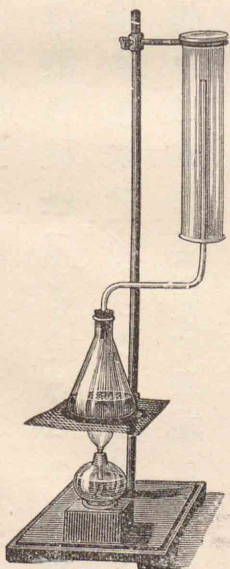
ナトリウム鹽が多く結晶水を含めるに反し、カリウム鹽は無水の物多く、概ね結晶し易く、從つて純粹に製し易きが故に、多く使用せらる。然れども其の多數に在っては實用上要する所はカリウムにあらずして、陰イオンなり。例

へば沃化カリウムにて重要なるは沃素にして、硝石にて主要なるは NO_3 團なるが如き是れなり。

第三十二章 アムモニヤ及びアムモニウム鹽

一六、アムモニヤ。鹽化アムモニウムと稱する鹽を石灰と共に熱すれば、一種の異臭ある無色の氣體を發生す。之を名けてアムモニヤといふ。此の氣體は空氣より軽きが故に、上方置換に依りて捕集するを得べし(第五十三圖)。

アムモニヤは極めて水に溶解易くして、常溫の水は其の體積七八百倍のアムモニヤを吸収す。此の溶液をアムモニヤ水と稱す。

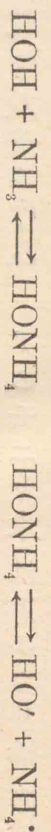


第五十三圖
アムモニヤ氣
の製法

一八、アムモニヤの組成。酸化銅を熱し、其の上アムモニヤ氣を通ずれば、水に溶解ざる氣體を發生す。集めて之を検するに純粹の窒素なり。此の際、酸化銅は還元せられて銅となり、同時に水を生ず。故にアムモニヤは窒素と水素とを含めるを知るべし。且つ生じたる水と窒素との量を測定すれば、窒素一原子量に對し、水素三原子量あるを知るなり。然るにアムモニヤ氣は零度、一氣壓の時一立の重量〇・七六瓦にして、水素より重きこと八・五倍なれば、其の分子式が NH_3 なること明なり。

一九、水酸化アムモニウム。アムモニヤ水はアルカリ性の反應を呈す。然れども苛性曹達の如き強きアルカリにあらざれば、工業上にも化學實驗上にも弱きアルカリを要する場合には多く之を使用す。アルカリ性の反應は水酸イオン HO^- の

存在を示すが故に、水溶液中にては、アムモニヤが水と化合して水酸化アムモニウムを生じ、此の物が更に解離して水酸イオンを生ずること、殆ど疑を容れず。



アムモニヤ水を沸騰すれば完全にアムモニヤを驅逐し得べきが故に、右の兩反應が可逆なること明なり。

三四、鹽化アムモニウム CNH_5 濃アムモニヤ水と濃鹽酸とを別に鍾に盛り、硝子鐘にて之を覆へば、白霧を生ずるを見るべし。是れ此の兩液より發生する鹽化水素とアムモニヤとが化合して鹽化アムモニウムを生ずるに由る。



又鹽酸にてアムモニヤ水を中和するも亦此の物を得べし。鹽化アムモニウムは白色の鹽にして、其の水溶液は稍鹹味を帶

ぶ。之に硝酸銀を加ふれば直に白色の鹽化銀を沈澱するが故に、鹽素イオンとアムモニウムイオンとに解離すること明なり。蓋しアムモニヤが水素イオンと化合して一價の陽イオンの生ずるに由るなり。

種々の酸はアムモニヤと化合して數多の鹽を生ず。此等は概ね水に溶け易くして、其の性質甚だカリウム鹽に似たり。故に NH_4^+ が金屬と同様の化學的官能あるを知るべし。アムモニウム鹽の特性は之を強熱すれば分解して飛散するに在り。例へば鹽化アムモニウムを熱すれば鹽化水素とアムモニヤとに解離して氣化するが如き是れなり。されば他の鹽類とアムモニウム鹽と混淆して存在せるものを強熱すれば、後者をば盡く除去するを得べし。又アムモニウム鹽を石灰若くは苛性曹達の如き鹽基と共に熱すればアムモニヤを發生す。是

れ此の氣體の製法に用ひたる所なり。

二五、窒素肥料。アムモニウム鹽殊に硫酸アムモニウムは硝酸ナトリウムと同じく、肥料として多量に使用せらる。蓋し動物體の主要部は多量の窒素化合物(蛋白質類)を含み、植物は之を合成するに必要な窒素を要す、而して荳科植物等の如く、特殊の微菌の媒助に依りて空氣中に存する遊離の窒素を利用するものなきにあらざれども、多くは窒素化合物を需要するが故に、最も廉價なる硝酸鹽若くはアムモニウム鹽を肥料として施すなり。

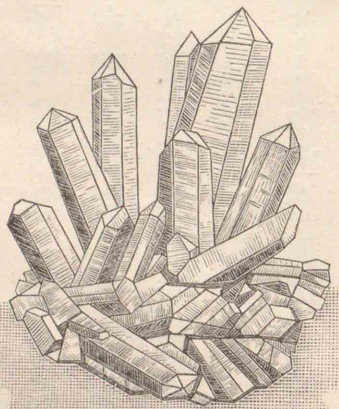
第三十三章 珪素

二六、珪素。Si = 28.4 珪素は最も多量に自然に存在する元素の一にして、岩石、土壤等皆之を含み、優に地殻重量の半を占

第五十四圖
石英の群晶

む。然れども遊離して存在することなし。珪素には種々の形態あり。其の結晶狀をなせるものは通常灰色にして、甚だ硬く、光澤ありて金剛石に類する點少からず。

二七、二酸化珪素 SiO_2 。二酸化珪素は又無水珪酸とも稱し、石英、玉髓等となりて多量に自然に存し、或は單獨に産し、或は岩石中に混着して存在す。其の質硬くして(硬度七酸、アルカリ等にも容易に犯さるゝことなきが故に、岩石を構成する他の諸礦物の次第に分解せらるゝに際しても、依然として殘存し、海濱河底等の白砂となるなり。酸類の内にて唯弗化水素のみは能く之を腐蝕す。又苛性曹達の熱濃溶液若



くは熔融せる炭酸曹達の如きは能く之を溶解して、珪酸鹽を生ず。然れども斯くして造れる珪酸鹽は結晶し難く、従つて純粹なるものを得ること難し。所謂水硝子は斯くして製したる珪酸ナトリウムの水溶液にして、人造石の製造等種々の用途に供せらる。

二六、珪酸鹽。 礦物として自然に産せる輕重金屬の珪酸鹽は概ね分明なる結晶形をなして、其の組成一定せるもの少からず。此等は水に溶解せずして、其の質堅牢なるもの多し。

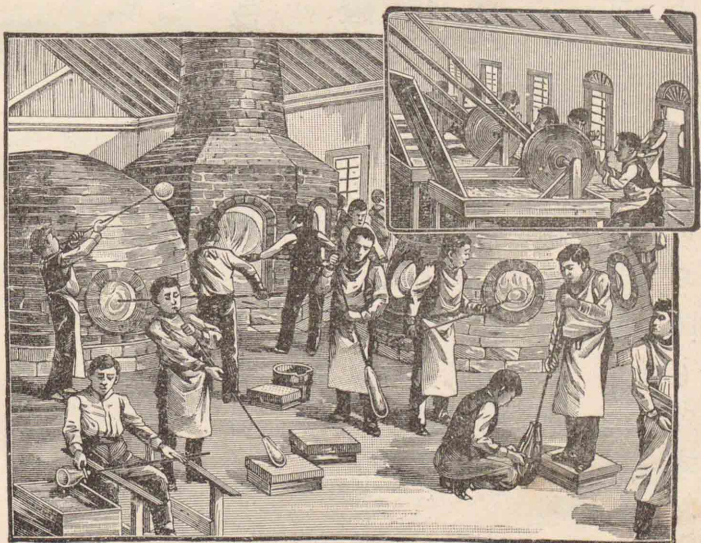
礦物の組成の稍不定なるものは所謂混合結晶なり。例へば長石の純なるものは珪酸アルミニウム・カリウム $\text{Si}_2\text{O}_7\text{Al}_2\text{K}$ なるが、同一の結晶形を呈する珪酸鐵カリウム $\text{Si}_2\text{O}_7\text{FeK}$ が、多少混合して結晶すること多く、又珪酸アルミニウム・カルシウム若くはナトリウム $(\text{Si}_2\text{O}_7\text{Al})_2\text{Ca}$ $\text{Si}_2\text{O}_7\text{AlNa}$ を混ざることあるべし。故に其の組成は純長石に於けるアルミニウムの一部分を鐵にて置換し、

カリウムの一部分をカルシウム・ナトリウムにて置換したると其の結果相等し。然れども混合結晶にては、溶液に對する場合と同じく諸成分間に一定不變の比なきが故に、アルミニウムと鐵若くはカリウムとカルシウムとの比は種々に變化するを得るなり。又純粹なる角閃石は珪酸マグネシウム $\text{Si}_2\text{O}_7\text{Mg}$ 珪酸カルシウム $\text{Si}_2\text{O}_7\text{Ca}$ なれども、珪酸鐵 $\text{Si}_2\text{O}_7\text{Fe}$ 等を混ざるを常とす。同一なる礦物の色が標品毎に多少相異なるは之がためにして、長石が鐵を含むこと愈多き時は愈褐黄色を呈し、角閃石は通常鐵分多きがために黒色を呈するなり。

二七、硝子。 通常の硝子は珪酸ナトリウムと珪酸カルシウムとの混合物にして、過量の二酸化珪素を含めり。石英若くは白砂(共に無水珪酸、大理石若くは石灰石(共に炭酸カルシウム、及び炭酸曹達を熔融して造らる。此の際、炭酸鹽は皆二酸化炭素を放散して、珪酸鹽に變ずるなり。一旦強熱し、流動し易き液體となして、泡を去りたる後、少し溫度を降して水飴の

第五十五圖
硝子製造所

如き状態となさしめて、器物を製す。其の法二様ありて、皿鉢等の如き肉の厚きものは壓して造り、壺類、ホヤの如きは吹きて造る。板硝子も、鏡板の如き厚きものは前法に依り、普通の窓硝子の如き薄きものは後法に依る。ナトリウムの大部分若くは全部をカリウムにて置換したるは、加里硝子にして、甚だ熔融し難く、製器堅牢なるものなり。硝子製造の原料中の炭酸カルシウムに代ふるに酸化鉛を以てすれば鉛硝子を得。鉛硝子は熔融



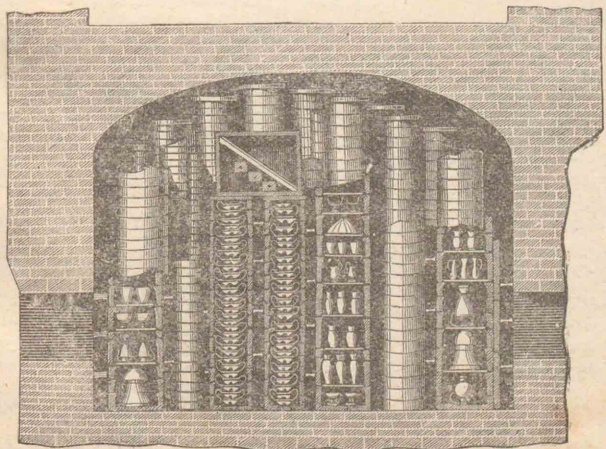
し易く、光澤強くして美麗なれば、裝飾的器物を鑄造するに用ひらる。又レンズ、プリズム等を造るに適せり。

硝子に着色するには、主として種々の金屬の酸化物を用ふ。例へば青色には酸化コバルト、紫色には酸化マンガ、赤色には酸化第一銅 Cu_2O 、綠色には酸化第二銅 CuO 、黄色には酸化アンチモンを用ふるが如き是れなり。又微量の金は硝子に美麗なる紅色を附す。白色には二酸化錫若くは磷酸カルシウムを用ふ。

一九、**珪瑯**。珪瑯は着色したる熔け易き硝子にして、之を金屬に施すを得べし。珪瑯鍋等は其の最も普通なる例なり。七寶燒は銅を木地として、之に珪瑯を施し、彩畫を現せるものにして、畫の輪廓を金線にて造れるもの多し。

二〇、**陶磁器**。或種類の岩石の風化に由りて生じたる**陶土**

は含水珪酸アルミニウムにして、之を強熱すれば、水分を放散して硬化す。然れども容易に熔融せざるが故に、多孔性にして、猶脆弱なるを免れず。故に陶土に長石、石灰石の如き物質の粉末を和し、十分練捏したる後、之に適當の形を附して、器物を造る。其の方法、轆轤細工、型細工、鑄込細工等の數種あり。塑造終りたるものは乾燥したる後、之を窯に入れ、熱して素焼となす。素焼は其の質猶疎なるが故に、釉藥を施すを要す。即ち長石等の粉末をアルカリ液に懸け、之に素焼を浸せば、粉末は一様



第五十六圖
磁器を焼くに
用ふる窯

に其の面に附著するが故に、再び強く之を焼けば滑澤ある外被を生ずると同時に、長石等も十分に融和するが故に、木地も亦甚だ堅牢となるなり。藍色の模様を附するには、酸化コバルトを含める顔料にて塑造せる木地に畫くを常とす。釉藥を施すに及んで其の色鮮明に現る。是れ所謂染附なり。又他の彩色は熔け易き色硝子の粉末にて釉藥の上に畫き、稍低き温度にて焼附くるものにして、之を上繪といふ。

土器煉瓦の如きは釉藥を施さざるものにして、不純なる粘土を用ふるが故に、酸化鐵のために其の色赤し。

一九、**漆灰及びセメント**。漆灰は漆灰土と稱する一種の粘土に石灰と水とを混じたるものにして、四五週間を経れば硬化す。是れ蓋し粘土の主成分なる**含水珪酸アルミニウム**が次第に石灰及び水と反應して、複雑なる化合物を生じ、種々の

結晶をなすに由るならん。

セメント(ポルトランドセメント)は粘土と石灰とを熟混し、灼熱したる後粉碎し、風化せしめて製するものにして、水を加ふれば次第に硬化す。此の際頗る收縮するが故に、砂を混じて使用するを常とす。セメントの硬化は漆灰に比すれば遙に速なるのみならず、水中にても久しきを経れば甚だ堅牢なる物質に變ず。硬化の理由は蓋し漆灰と同様なるべし。

第三十四章 礦物界の化學

一九、偉大なる化學變化。吾人が實驗場裏にて觀察せるものと同様なる化學變化は、極めて大仕掛に自然界に行はれつゝあるなり。唯其の進行極めて遲緩なるが故に、人の視聽を惹くこと少けれども、其量にも又其の結果にも甚だ偉大

なるものあり。蓋し、太古地球の溫度が極めて高かりしことは種々の研究の其の歸結を一にする所にして、當時岩石が猶熔融して存せしこと疑を容れず。溫度の漸く降るに従ひ、種々の礦物は恰も鹽若くは氷が水溶液より結晶するが如く、順次に其の熔塊より析出し、終に全く凝固して岩石を生じたるなり。此等は所謂原始岩即ち火成岩にして、花崗石の如きは其の適例なり。火山より流出したる熔塊の凝固して成れる岩石も亦之と相似たり。此等の岩石は炭酸鹽を含むことなし。是れ高溫度にては、多量に存在する二酸化珪素が炭酸鹽を分解して、二酸化炭素を發生すること、恰も硝子窯中に於けるが如くなるが故なり。故に當時の大氣は多量の水蒸氣と二酸化炭素とを含みたりしこと疑なし。

火成岩既に成り、地面の溫度大に降るに及んでは、水と二

酸化炭素とは漸く其の化學作用を逞しうし、此等の岩石を集成する礦物中、長石、雲母等の如きアルカリ金屬（カリウム、ナトリウム等）若くはアルカリ土金屬（カルシウム、マグネシウム等）を含めるものは次第に分解せられ、其の果成物は炭酸カリウム、炭酸ナトリウム、炭酸カルシウム等にして、此等は水に溶解して、次第に海洋に入りしなり。又此の分解によりて成れる物質の一部分なる含水珪酸アルミニウムは水に溶解難きが故に、流水と共に遷徙しつゝ、其の靜止する處に到りて沈澱して、陶土、粘土を生じ、其の更に凝固したるは所謂粘板岩なり。又マグネシウムを多く含める岩石は、水及び炭酸に對して極めて耐性ある含水珪酸マグネシウムを殘留せり。蛇紋石の如きは是れなり。

右の化學作用の外、寒暑の變化、結氷の膨脹等、岩石の破壊を促すもの少

からず、而して破壊は面積を増加して化學作用を容易ならしむること勿論なり。斯の如くにして生ぜし砂礫が堆積凝結せるを砂岩礫岩等と稱す。斯の如くなれば大氣中の二酸化炭素は太古より次第に減少し來れること明なり。

一五四、可溶性の鹽類及び沈澱。 鹽化物の如き溶解し易きものは、其の成生の如何に論なく、雨水中に溶けて終に海洋に入る。而して海洋の水は絶えず蒸發して、更に雨水となり再び可溶性の物質を齎して歸り來るが故に、鹽分が次第に海水中に集積するに至るなり。且つカルシウム鹽も亦海水中に存在するが故に、前記の如く炭酸アルカリの流れ入るに當っては、炭酸カルシウムを沈澱すべきこと明なり。

硫黃の大部分は酸化して硫酸鹽となる。此等も亦溶解し易きが故に、流れて海に入るなり。而して海水が乾涸するに

際して石膏となりて析出するなり。

種々の硫化金屬等より成れる諸金屬の礦石も、亦岩石の虧隙中に沈澱して生じたるものなるべし。此等は空氣に遇へば酸化して、多少可溶性の鹽を生ずるが故に、空氣の流通不十分なる處にのみ永く存在し得べきこと勿論なれば、地表に之を發見することなきは當然と言ふべし。

通常硫化水素等を用ひて沈澱せしめたる硫化金屬は無定形にして、自然に存する礦石は結晶狀なれば、全く其の性質及び外觀を異にす。然れども無定形の沈澱は之を放置すること久しければ、終に結晶狀に變ずるが故に、二者成生の方法を異にすと思考する必要なきなり。

一九五、生物の作用。 生物も亦礦物界の變化を助成するに與りて力あるものなり。植物が如何に土壤の變化を促すかは諸子が既に學べる所なり、而して太古の植物が埋没し炭化

して生じたる石炭は、現今吾人が需用するエネルギーの最大源なることも亦既に説きたる所なり。海洋の底に棲息する下等動物が水中の炭酸カルシウムを攝取して骨髄若くは介殻を造り、此等が次第に集積して白堊となり、更に變化して石灰石となり、高大なる山嶽を形成することは第二十九章に説きたるが如し。其他二酸化珪素の如きも生物の作用に由りて集積することあり。

一九六、元素の配布。 地球上に於ける重なる元素の配布を簡單に記述すれば、次の如し。

珪素は極めて多量に存在し、石英及び種々の珪酸鹽を形成す。此等は岩石を構成する要素なれば、珪素が礦物界最要の元素なるを知るべし。珪素よりも多量に存在するは酸素にして、鹽化物硫化物等少數の礦物を除けば、皆酸素化合物にあらざるはなし。アルミニウム、マグネシウム、鐵等も亦多量

に存在し、其の珪酸鹽は岩石の主なる成分なり。カルシウム、カリウム、ナトリウムも亦珪酸鹽として多量に存在す。然れども此等は水及び炭酸の作用を受くれば、比較的容易に分解するなり。鐵以外の重金屬は其の量多からず。多くは硫化物、酸化物、炭酸鹽等となりて種々の鑛石を形成するなり。鹽素は概ねナトリウムと共に食鹽となり、硫黄は主として硫酸鹽となり、炭素は重に炭酸鹽となりて存在す。其の量よりいへば生物體の炭素及び石炭の如きは論ずるに足らざるなり。水素は主として水となりて存す。

ナトリウム化合物を酒精の燈火中に入れば、焰色濃黄に變じ、銅鹽を入るれば綠色を呈す。故に或物質を焰中に置きて特別の裝置にて之を視察すれば、其の含有する元素を確定し得るなり。此の方法をスペクトル分析と云ひ、物理學にて解説する所なり。地上にても此の方法を用ひて發見したる元素少からず。太陽及び恒星の如き天體中に存する諸元素をも此の方法に依りて確定するを得たり。其の結果は地上に存在する諸種の元素が此等の天體にも配布することを示し、宇宙を通じて同様の物質の存在することを明にせり。

第三十五章 有機物 炭化水素

一七、**有機物。** 動植物の體軀を組成する諸物質及び其の生活作用に由りて化成せらるゝ諸物質は、概ね炭素化合物にして、之を總稱して**有機物**若くは**有機化合物**と云ふ。吾人の飲食品、衣服、什器、家屋の材料等も亦此の類に屬するもの多し。有機物は又人工に由りて製出せられたるもの極めて多く、其の中には最も美麗なる染料、最も卓效ある藥劑等、種々有用なるもの少からず。

一八、**有機物の組成。** 斯の如く有機物の種類は萬を數ふべく、其の性質も亦千差萬別なれども、之を組成する諸元素は極めて少數にして、主として炭、水、酸、窒の四元素に過ぎず。有機物中最も多數なるは炭、水、酸の三元素より成れるものに

して、右の外に窒素を含めるものも頗る多し。而して炭水二元素より成れるものも亦少しとせず。

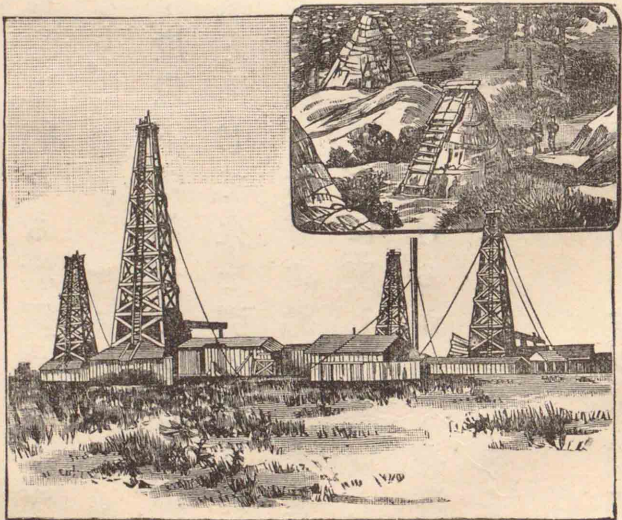
有機物を強熱すれば往々炭を留め、之を燃せば煤を揚げ、又必ず二酸化炭素を生ずるが故に、其の炭素を含めるを知るべし。水素が殆ど常に有機物中に存在することは、其の燃焼に際して水を生ずるによりて明なり。若し適當なる装置にて有機物を完全に燃焼し、生じたる二酸化炭素と水とを定量せば、其の含有する炭、水二素の量を推定するを得べし。斯の如く完全に燃焼する時は、窒素は遊離して氣體となるが故に、其の體積を測るを得べく、酸素は通常直接に測定することなく、有機物の重量と炭水、窒素諸元素の重量との差より推定するなり。

一九、石油。炭水二素より成れる有機物を炭化水素と稱す。

第五十七圖
石油井

石油は其の好例なり。本邦にては越後、北海道等に産す。殊に越後の石油含蓄地層は幅員頗る大にして、其の採取額亦年を逐うて増加す。海外なる産地は米國ペンシルヴァニア州及び露領カウカスを其の最とす。

石油井より汲み出せる原油は黒褐色にして、綠色なる螢光を呈し、種々の炭化水素の混合物なり。之を蒸溜すれば、沸點低き液體は先づ溜出し、沸點高き液體は後に溜出するが故に、之を種々の部分に分つを得べし。其の大要左の如し。



三十度と百五十度との間に溜出するもの **揮發油**
 百五十度と三百度との間に溜出するもの **燈用石油**
 三百度以上にて溜出するもの **重石油**

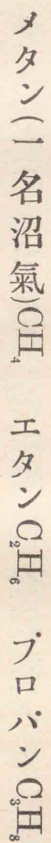
斯の如く分溜して得たる液體は猶單純なる物質にあらずして種々の炭化水素の混合物なり。

燈用石油を造るに沸點百五十度以下の部分を去るは、揮發分多きときは、其の蒸氣が空氣と混じて火を引く虞あればなり。又沸點三百度以上のものを除くは、其の粘性過大にして石油の燈心に昇るを妨ぐればなり。之に反して蒸發し易き燃料を要する場合には石油機關に於けるが如く揮發油を供用し、器械の摩擦を減ずる等の目的にて粘性多きを欲する場合には重石油を用ふ。

重石油を冷却すれば、白色、晶狀の物質を析出す。之を**固形**

パラフィン若くは**石蠟**といふ。蠟燭を造る外種々の用に供せらる。

三〇、パラフィン族。 石油を産する地方にては往々可燃性の氣體を發生す。種々の炭化水素の混合物にして、其の主なるものは



等にして、孰も無色、可燃性の氣體なり。其の分子式は皆 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ なる公式に合す。此の類の化合物は其の數頗る多し、而して分子量最も小なるものは常溫にて氣體をなし、分子量大なるものは固體をなし、其の中間に在るものは液體をなせり。其の沸點及び融點は、分子量の増加に従ひ規則正しく上昇するなり。 C_1H_4 、 C_2H_6 、 C_3H_8 までは揮發油の主成分にして、 C_4H_{10} より $\text{C}_{15}\text{H}_{32}$ 若くは $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ までは燈用石油中に存在し、分子量最も

大なるは固形パラフィン中に含有せらる。且つ此等の物質は液體としては孰も無色にして、水に溶解難く、石油に類したるものなり。此等を總稱してパラフィン族といふ。

斯の如く諸性質が相酷似し、而して其の分子式の差が CH_2 の倍数なる化合物の例は頗る多し。此等を稱して同族體といふ。同族體の沸點及び融點は分子量の増加に従つて上昇するを常とす。

三〇二、**テレピン油**。テレピン油は松柏科の樹より滲出する脂狀の物質を蒸溜して製する無色の流動し易き液にして、沸點-五六度なり。能く樹脂類を溶解するが故に、ワニス等を造るに用ひらる。其の分子式は $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ なり。之と同一なる分子式を有する種々の化合物**テルペン**は廣く植物界に分布し、種の香油の主成分たり。橙皮油、樟腦油、山椒油の如き、其の例

なり。

三〇三、**弾性ゴム**。

弾性ゴムは熱帯地方に産する數種の樹より滲出する液汁を乾して造りたるものにして、其の組成は $(\text{C}_5\text{H}_8)_n$ の式に合せり。柔軟にして弾性に富み、屈伸自在なるのみならず、水に溶解することなく、能くアルカリ及び酸の作用に抵抗するが故に、其の用途甚だ廣し。然れども純粹なるゴムは夏時には粘著性を呈し、嚴冬には硬くして脆き弊あり。之に少許の硫黃を和すれば、殆ど寒暑の影響を蒙らざるものとなる。之を含硫ゴムと稱し、普通に使用する所なり。ゴムに稍多量の硫黃を加へて熱すれば、黑色の硬き物質に變ず。之をエボナイトと稱す。其の質緻密にして弾性あり、製作に便なるが故に、種々の小器物を造るに用ひらる。

第三十六章 石炭より製する諸物質 其の一

三〇三、石炭瓦斯 石炭を磁製若くは鐵製のレトルトに入れて熱すれば、骸炭を殘留し、種々の揮發物を發生す。其の一部は集溜してコールタールとなり、他の一部分はアムモニヤ等を含める水溶液となり、大部分は氣體として發出す。此の氣體は所謂石炭瓦斯にして、適當なる裝置を通過せしめて硫黃化合物及び無水炭酸を除去したる後、之を巨大なる貯氣槽に蓄へ、鐵管に由りて使用者に配賦するなり。其の諸成分の割合一定せざれども、大約其の體積二分一は水素、三分一はメタン、十分一はエチレン C_2H_4 、アセチレン C_2H_2 等の炭化水素。其餘は酸化炭素、窒素等なり。水素、メタン、酸化炭素の三氣體は燃燒の際に多量の熱を發するものなれば、熱を利用す

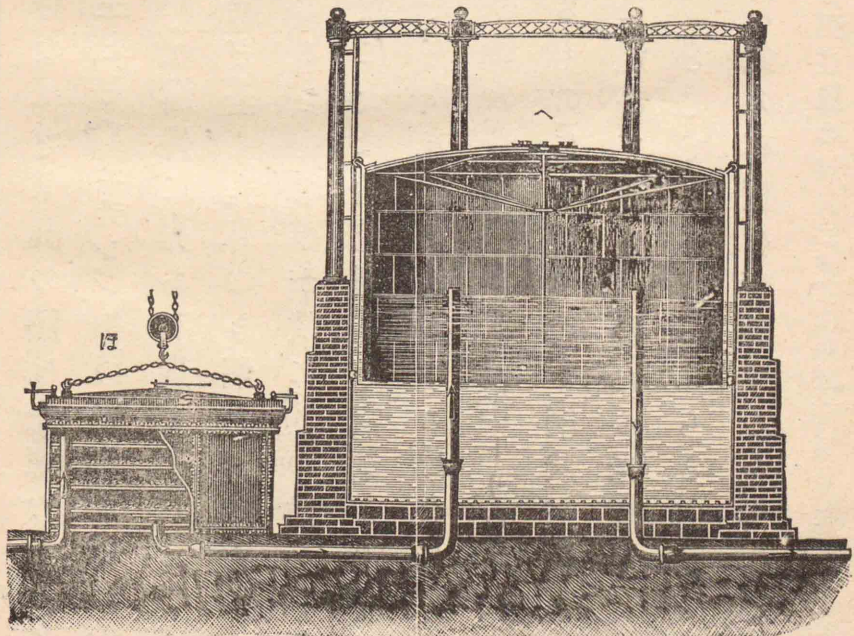
る場合には有效なる成分なれども、其の焰は光輝なきが故に、燈用としての効力は主としてエチレン等の炭化水素に存するなり。ブンゼン燈の如く、燃燒に先ち石炭瓦斯に適量の空氣を混和せしむれば、殆ど全く光輝なき焰を得べし。斯の如き焰は毫も煤烟を擧ぐることもなきが故に、其の熱を利用するには殊に利便多し。故に大は冶金、製陶の窯爐より、小は日常庖厨の用に至るまで、石炭瓦斯を使用する場合には、皆此の方法に依る。加之、或金屬の酸化物、殊に酸化トリウムに少量の酸化セルを混じたるものにて造りたる網狀灰即ち白熱套は斯の如き無煤焰に遇ひて最も燦爛たる光輝を發するが故に、所謂白熱瓦斯燈として多く使用せらる。白熱套にて水素焰を覆へば、容易に此の事實を實驗するを得べし。

三〇四、瓦斯燃料 瓦斯燃料は固液態の燃料に比すれば利便殊に多し。燃燒

第五十八圖
石炭瓦斯製造
装置

イ レトルト
ハ 半水を容れ
たる圓筒に
して、ロイ
管の端は其
の水中に開
く
導管
冷却装置
スクラップ
（洗濯装
置）

の強弱を隨時任意に加減
するを得ること、窯爐内の
諸部分に於ける燃焼の均
一なること、空氣と瓦斯と
の割合を自由に變化し得
るが故に酸化焰若くは還
元焰を任意に生じ得るこ
と、灰を生せざるが故に清
潔にして坩堝等の毀損少
きこと等其の利益の重な
るものなり。且つ瓦斯燃料
に空氣を混じ圓筒内にて
点火すれば、其の爆發の力
を利用するを得べし、瓦斯
發動機は此の理に基ける

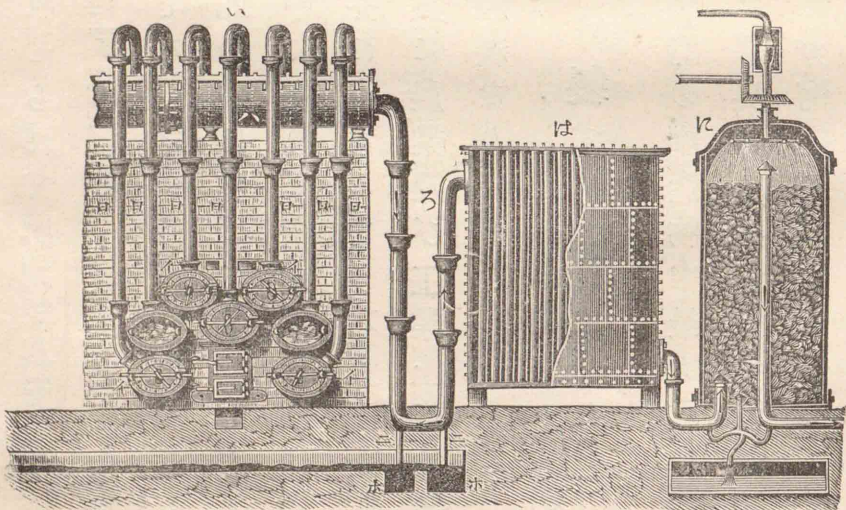


ほ 清淨装置
（硫化水素、
二酸化炭素
等を吸收
す）
ヘ 瓦斯槽
ニ 管
ホ ター

ものにして、燃焼熱を利用
する點は遙に蒸氣機關に
勝れり。石油發動機は石油
の霧に点火して爆發せし
むるものにして、其の作用
は瓦斯發動機に類せり。

三五、アンモニヤ液。 古代

の植物體中に存せし蛋
白質等は其の炭化する
に従ひ、種々の窒素化合
物に變じて、石炭中に遺
留す。而して石炭を蒸溜
するに當つて、窒素の一部
分はアンモニヤとなりて



發生し、集溜せる水液中に吸収せられて所謂**アムモニヤ**液を生ず。此の液を熱すれば容易に**アムモニヤ**を發出し、之を水に吸収せしむれば**アムモニヤ**水となり、之を硫酸に吸収せしむれば**硫酸アムモニウム**を生ず。此の鹽は多量に肥料として使用せらる。即ち古代の植物體中に在りし窒素化合物は、幾千萬年の後に至りて再び植物界に復するなり。石炭瓦斯製造の副産物たる**アムモニヤ**液は、實に農業及び工業上に使用する**アムモニヤ**及び其の鹽類の原料なり。

第三十七章 石炭より製する諸物質 其の二

三〇六 コールタール。石炭瓦斯製造の副産物中最も重要なものは**コールタール**にして、此の物は惡臭ある黒色の半流動體なり。種々の物質を含有し、此等は分溜等の方法に依りて分別

するを得べく、更に此等の物質より美麗なる染料、卓效ある藥劑等、無数の有用品を製するを得るなり。今其の一斑を左に掲ぐ。**コールタール**は此等諸物質の原料たるのみならず、又防腐性の塗料として多く使用せらる。

三〇七 ベンゼン C_6H_6 。ベンゼンは**コールタール**を分溜する時最も低き温度にて發出する物質にして、 80° 度の沸點を有する無色の液體なり。種々の有機物を溶解するに當りて溶媒として、使用せらるゝのみならず、又實に左の諸物質の原料たるなり。

三〇八 ニトロベンゼン $NO_2C_6H_5$ 。ベンゼンは容易に濃硝酸(濃硫酸を混じたる)と反應して、**ニトロベンゼン**を生ず。



淡黄色、油狀の液體にして、一種の香氣を有す。

三〇、**アニリン** $C_6H_5NH_2$ アニリンはニトロベンゼンを鐵と稀鹽酸にて處理して製す。蓋し鐵と稀鹽酸とは水素を發生するものなれば、其の反應は左の如くなるべし。



一八四度にて沸騰する油狀の液體にして、微弱なるアルカリ性を呈し、酸に遇へば鹽を造る。アニリンの水溶液に漂白粉の溶液を加ふれば、美麗なる紫色を呈す。此の反應はアニリンが容易に有色の物質を化生するを示せり。アニリン及び其の類似體より製せらるる染料甚だ多く、之を總稱して**アニリン染料**といふ。紫粉、唐紅の如きは其の好例なり。

三〇、**石炭酸** C_6H_5O 石炭酸はコールタールの一成分にして、其の分溜に依りて得らるるのみならず、ベンゼンを原料としても多量に製せらる。惡臭を有する白色、針狀の結晶をなし、

融點は四〇度、沸點は一八〇度なり。其の水溶液は殺菌劑として多く使用せらる。濃厚なるものは皮膚を侵蝕するが故に、取扱に注意を要す。

石炭酸に水を加ふれば、通常二つの液相を生ず。其の下なるは油狀の液にして、主として石炭酸より成り、含水量三乃至四%に過ぎず。上なるは主として水より成れるものにして、六%の石炭酸を含有す。石炭酸の溶液を造るに當ては此の事實を記憶するを要す。消毒用に供するは一乃至二%の石炭酸を含める水溶液なり。

三二、**ナフタリン** $C_{10}H_8$ ナフタリンも亦コールタールを分溜して製する物質の一にして、惡臭を有する白色、板狀の結晶をなし、融點は八〇度、沸點は二一八度なり。有效なる防腐劑たるのみならず、種々の染料の製造に供せらる。

三三、**藍青** $C_{16}H_{10}NO_2$ 藍青は古來染料として使用するものに

して、山藍、蓼藍の葉より製せらる。藍青は水に溶解せざれば、或方法に依りて之に水素を加へ(還元して)藍白 $C_{16}H_{12}NO_2$ となし、其の溶液に浸したる布を空気に曝せば、酸化して復藍青となるなり。近時又ナフタリンを原料として多量に藍青を製するに至れり。其の品質純良にして價亦廉なるが故に、人造藍は殆ど天然藍を壓倒する勢を示せり。

二三、アリザリン $C_{14}H_{10}O_4$ コールタールを分溜する際に最も高き温度に至りて溜出する部分に、アントラセンと稱する白色板状の結晶體あり。アリザリンは之を原料として多量に製せらる。アリザリンは橙黄色にして、針状なる結晶をなし、水に溶解難し。之を苛性曹達溶液に溶せば、濃紫色を呈す。今明礬溶液に浸したる布片を右のアリザリン液中に投ずれば、紅色に染るを見るべし。アリザリンは元洋茜根アカネより製したるものに

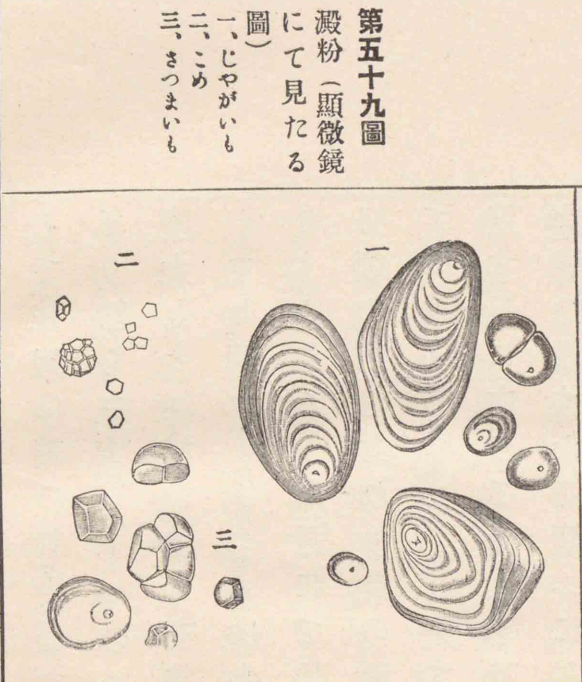
して、往時は其の栽培甚だ盛なりしが、今は殆ど其の跡を絶てり。即ちコールタールの一成分が利用せられたるがために廣大なる地域は他の有益なる目的に轉用せらるゝに至りしなり。抑、コールタールは半世紀前には全く無用視せられたるものなるが、今日にては重要なる諸種物質の原料として、必須の物となれり。此の種の製造業の最も盛なる獨逸國にては、コールタールより製する染料の價額毎年七八千萬圓に達す。是に由りても、化學工業の進歩が如何に世界の經濟に影響を及すかを窺ふに足るべし。

第三十八章 炭水化物 其の一

三四、澱粉。澱粉は廣く且つ多量に植物界に存在し、殊に米、麥の如き穀類、甘藷、馬鈴薯、葛根、百合根の如き球根塊莖、鱗莖

類、栗、橡栗の如き果實等に多量に含有せらる。澱粉は水に溶け難き細微の粉末にして、其の製法は全く器械的なり。即ち其の原料を破碎し、水中にて之を攪拌すれば、澱粉は纖維より分離して水に懸り、白濁液を生ず。之を鎮靜すれば泥土の如き状をなして器底に沈澱するなり。

澱粉を顯微鏡にて觀察すれば、原植物の種類に従つて形狀を異にす(第五十九圖)而して往々重環層をなせるものあり。澱粉は冷水に浸しても殆ど何等の變化を認めず、然れども熱湯に遇へば多量の水分を吸収して膠狀に變じ、其の



膜を破壊し、且つ幾分か水に溶解す。

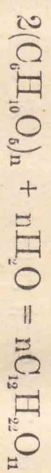
澱粉は沃素に遇へば濃藍色を呈す。此の反應は極めて鋭敏なるが故に、微量の澱粉をも検出するを得べし。

すべて此の類の試法は相互に行ひ得べきものなれば、澱粉を用ひて微量の沃素を検出し得べきこと勿論なり。

澱粉は炭、水、酸の三元素より成り、其の割合は $C_6H_{10}O_5$ の式にて表出するを得べし。但し分子量の未だ測定せられざるがために分子式を知るに由なし。右の如く一物質に對する諸元素の割合をのみ示せるを**實驗式**といふ。右の實驗式にて水、酸二素の割合は水の場合と同一にして、澱粉は恰も炭素と水との化合によりて生じたるが如き觀あり。斯の如き組成を有する化合物頗る多く、其の性質も亦相類せり、故に之を總稱して**炭水化物**といふ。

三五、糊精 $C_6H_{10}O_5$ (實驗式)。澱粉を稀硝酸にて潤し、之を熱すればアラビヤゴムに類したる物質を生ず。之を糊精といふ。水に溶け易くして、封筒、印紙等を糊するに用ひらる。

三六、麥芽糖 $C_6H_{12}O_6$ 。大麥が發芽する時、**ジアスターゼ**と稱する一種の物質を生ず。此の物は頗る奇妙なる作用を有し、其の微量を煮沸したる澱粉に加ふれば、須臾にして之を液化し、終に**麥芽糖**と稱する一種の糖と糊精とを生ず。普通の飴は即ち此の混合物なり。純粹なる麥芽糖は白色の結晶體にして、其の澱粉より化成せらるゝ反應は左の如し。

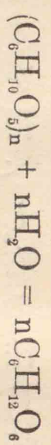


ジアスターゼは此の變化のために消耗することなきが故に、其の一定量は殆ど無限の澱粉を糖化するを得るなり。

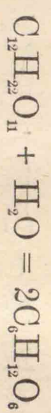
右の方程式に示せる如く、水の加るがために或物質の一

分子量より他の物質の數分子量を生ずるを**加水分解**と稱し、有機化合物並に無機化合物に屢見る所なり。

三七、**葡萄糖** $C_6H_{12}O_6$ 。葡萄糖は最も廣く植物界に存し、甘味ある果實の類には殊に多量に含まる。稀酸にて澱粉を煮れば此の糖を生ず。



麥芽糖を稀酸と共に煮れば、亦容易に之を得べし。



右の加水分解に際して酸は消費せらるゝことなし、故に其の作用は澱粉を糖化する**ジアスターゼ**の作用と同じく、一種の接觸作用なること疑を容れず。

葡萄糖は細微なる白色の結晶をなし、水に溶け易くして、甘味を帶び、酒類の醸造等種々の用に供せらる。此の糖は生

物の營養には最も重要な物質の一なり。

三六 蔗糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 此の物質も亦廣く植物界に分賦せられ、殊に甘蔗及び甜菜には多量に含まる。甘蔗を壓搾して得たる液汁を煮沸すれば、蛋白質は凝固して渣滓となりて浮ぶ。之を除去したる後、成るべく低温度にて蒸發せしむれば、褐色なる砂糖の結晶を析出し、糖蜜を殘留す。尙特別の方法に依り糖蜜より幾分の砂糖を採取し得べく、又之を醱酵せしめて酒を製するを得べし。右の法に依りて得たる砂糖は猶不純にして褐色を呈するのみならず、潮解し易きが故に、更に之を精練するを要す。其の方法は粗製糖を水に溶解し、適當なる方法を用ひて色素を除去したる後、眞空罐にて蒸發せしむるにあり。眞空罐は氣密なる大銅罐にして、其の内より空氣を抽出し得るが故に、低温度にて蒸發を行ひ得るな

り。糖汁十分濃厚なるに至れば、之を冷却して結晶せしむ。此際冷却急なれば、結晶粒細微にして、三盆白の如き普通の白糖を生じ、緩なれば、結晶粒粗大なるザラメ糖を得べし。甜菜より砂糖を製する方法も亦大同小異なり。

砂糖は無色の結晶體にして、頗る水に溶け易く、味極めて甘美なるが故に、重要な食用品として多量に製造せらる。之を適度に熱すれば融解し、結晶性を失ひて飴の如き透明なる物質に變ず。之をアリヘイ糖といふ。美麗なる干菓子を作るに用ひらる。然れども時日を経れば次第に結晶して不透明となる。蓋し飴の如き無定形の物質は液體の屬にして、温度の降下するに當りて非常に粘性を増加したるがために殆ど固體の如き性質を呈するに至れるなり。故に再び之を熱すれば次第に柔軟となりて終に液化するに至る、而して其

の間に劃然たる區別をなすを得ざるなり。すべて粘性多き液は結晶し難ければアリヘイ糖が結晶糖に變ずるに頗る長き時日を要するは恠むに足らず。飴は麥芽糖の外に糊精を含むが故に其の結晶更に困難なり。無機物にては硝子は無定形物質の好例にして、其の熱に對する性質が甚だ飴及びアリヘイ糖に類するを見るべし。

三九、**蔗糖の加水分解**。蔗糖を稀酸と共に放置すれば、加水分解をなして葡萄糖と菓糖とに變ず。



蔗糖と麥芽糖及び葡萄糖と菓糖とは同一の分子式を有す。斯の如き物質を**異性體**と名く。有機物中に此の類の化合物極めて多し。

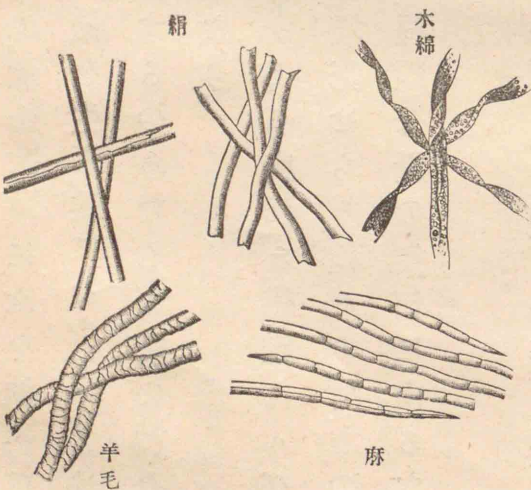
果糖も亦稍廣く植物界に存し、強き甘味を有して、結晶し

難き糖なり。

第三十九章 炭水化物 其の二

三〇、**セルロース** $C_6H_{10}O_5$ (實驗式)。セルロースは植物界にては極

めて重要な物質にして、主として植物細胞の外膜をなせり、而して延長せる細胞膜に外ならざる植物纖維は殆ど純粹なるセルロースより成れるもの少からず。例へば木綿及び漂白したる麻の如き是れなり。セルロースは水、アルコール、稀酸、稀アルカリ等の如き普通の溶媒には



第六十圖 纖維

溶解せざれども、濃硫酸には溶解す。此の溶液に水を加へて煮れば葡萄糖若くは之に類する糖を生ず。故にセルロースは常に澱粉と同一なる實驗式を有するのみならず、其の加水分解の果成物も亦相似たるものなり。

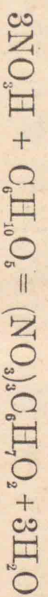
植物體の組織にありて、セルロースより成れる纖維はリグノース、樹脂等種々の物質に圍繞填塞せらる。種々の材木の差異は主として此の填塞物質の種類、分量の如何に由るなり。

三、製紙。セルロースは比較的堅牢なる物質にして、此等の填塞物を破壊すべき化學的及び器械的作用に耐ふるが故に、種々の植物の組織よりセルロース纖維を分離するを得るなり。楮三椶の如き樹皮より纖維を製するは圍繞物少きが故に特に容易なり。即ち薄きアルカリ液と共に煮沸するにて足れりとす。此等の纖維は日本紙を造るに用ひらる。西洋紙を作るに

は古木綿及び木纖維を用ふ。木纖維を製するには木材を細く截りて、之を酸性亞硫酸カルシウム ($\text{SO}_2\text{H}_2\text{Ca}$) の溶液に投じて熱す。斯くすれば填塞物は悉く分解して、純白なる纖維を留む。纖維を水に懸けて稀薄なる粥状をなせる液即ちパルプを篋上に流し、一様に配布したる後水を去れば、紙の形をなすが故に、之を板に張りて乾燥せしむ。之を手漉といふ。西洋紙を漉くには篋の代に金網を用ひ、パルプを其の上に流して紙形をなさしむ。而して金網は絶えず廻轉するが故に、之を離れたる紙は更に幾多のロールの間を過ぎ、或は壓搾せられて水を失ひ、或は熱せられて乾燥し、更に平滑なる面に摩擦せられて光澤を生ずるが如く、其の作業は連続せらるゝなり。日本紙にては纖維を密著せしむるに植物性の糊を用ひ、西洋紙にては樹脂をアルカリに溶して造れる石鹼と硫酸アルミニウムとを用ふ。又纖維間を填塞して紙面を平滑ならしむるためには白色の粘土及び其の他の粉末を加ふ。

三三、火綿。濃硝酸と濃硫酸との混合液に清淨なる木綿を

浸せば、左の如き化學變化に由りて火綿を生ず。



火綿は其の外観殆ど木綿に異ならざれども、之に點火すれば急速に而も穩に分解して無水炭酸、酸化炭素、水蒸氣及び窒素を生じて固體を殘留することなし。此の分解は火綿内の他の成分が酸素に依りて燃燒するものと思考するを得べし。通常火綿の燃燒は斯の如く穩にして、其の取扱は甚だ安全なれども、雷薬を用ふれば爆發す。其の力極めて猛烈なれば、水雷の裝填等に使用し、又鑛山等の爆開にも多く使用せらる。目下盛に製造せらるゝ無烟火薬も火綿を其の主成分となせり。

象牙等の代用品として廣く使用せらるゝセルロイドは火綿の類似物と樟腦との混合物なり。其の質緻密にして稍彈

性あり、製作に便なれば種々の用途に供せらるれども、頗る火を引き易きは一大缺點といふべし。

第四十章 酒精及び其の誘導體

三三、酒精 $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$ 葡萄糖の溶液に麥酒の酵母を加へて放置すれば、徐々に無水炭酸を發生して甘味を失ふ、而して此の溶液を蒸溜し、其の先づ溜出する部分を捕集して、之に點火すれば青色の焰を揚げて燃ゆるを見るべし。此の變化に由りて生じたる揮發液は酒精即ちエチルアルコールにして、其の成生は左の如く表出するを得べし。

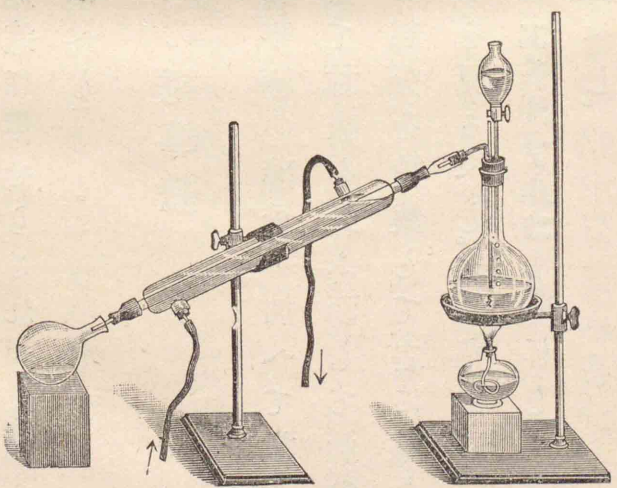


酒精は七八度にて沸騰する無色の液にして、一種の臭氣と辛味とを有せり。水とは任意なる割合に混合す。

第六十一圖
エーテルの製
取

酒精は屢溶媒として使用せられ、又燃料として頗る便利なるものなれども、其の最多量は酒類として飲用せらる。即ち清酒は酒精一割二分乃至一割五分を含み、麥酒は三分乃至七分、葡萄酒は七分乃至一割五分、燒酎、ブランデー等は三割乃至五割を含めり。酒精の含量一割五分以下なる酒類は醱酵に依りて直に製し得べけれども、其の他は醗を蒸溜して製し、若くは酒精を加へて作る。

三四、**エーテル** C_2H_5O 酒精を同容の濃硫酸に混じ、徐々に酒精を注入せしめつゝ、蒸溜第六十



一圖すれば、佳快の臭氣を呈して、極めて流動し易き無色の液體エーテルを生ず。エーテルは沸點僅に三五度なれば、非常に蒸發し易し。溶媒等として使用せられ、又藥用に供せらる。

三五、**醋酸** CH_3COOH 酒精を燃焼すれば悉く無水炭酸と水とに變ずれども、低溫度にて強く之を酸化せしむれば醋酸を生ず。例へば酒精の蒸氣と空氣との混合物を白金粉上に送れば、次第に此の酸液を生ずるが如き是れなり。此の場合には白金粉は一種の觸媒たるに過ぎず。微生物中にも能く斯の如き接觸作用を呈し、空氣中の酸素に由りて稀薄なる酒類を酸化して醋酸を生ずるものあり。木を乾溜して木炭を製する時、溜出する水液中には、少からざる醋酸を含有するが故に、工業上に要する多量の醋酸は此の原料より製せらる。

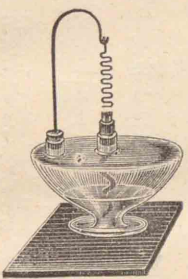
純粹なる醋酸は無色の液にして、刺戟性の臭氣あり。一一

八度にて沸騰し、一七度にて凝固す。頗る弱き酸にして、工業上弱酸を要する場合には常に使用せらる。其の稀薄水溶液は快美なる酸味を呈す。

食醋は腐敗酒若くは酒糟を醱酵せしめて造らる。三四%の醋酸の外に種々の物質の少量を含めり。

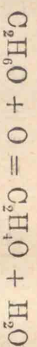
醋酸は一鹽基酸にして、四原子量の水素中一原子量のみ金屬にて置換するを得べし。例へば醋酸ナトリウムの分子式は $C_2H_3O_2Na$ なり。醋酸鹽中多く使用せらるゝは、醋酸鉛 $(C_2H_3O_2)_2Pb$ 醋酸アルミニウム $(C_2H_3O_2)_3Al$ 等なり。

三六、アルデヒド C_2H_4O 酒精と醋酸との中間に尙一種の物質ありて、アルデヒドと稱し、穩に酒精を酸化せしむれば生ず。第六十二圖に示せる如く、酒精燈火上に白金螺旋を懸け、其の強熱せらるゝに及んで火を吹き消せば、一種の奇異なる臭氣を放つべし。而して白金線は久しく暗赤熱を維持すべし。是れ燈心より發生する酒精の蒸氣が白金の媒助に依



第六十二圖
アルデヒドの
成生

りて空氣中の酸素に酸化せられ、アルデヒドを生ずるに因るなり。



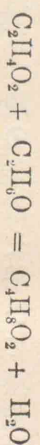
アルデヒドは揮發し易き(沸點二二度)無色の液體にして、甚だ酸化し易く、且つ容易に醋酸に變ず。



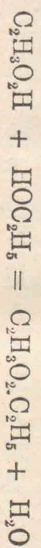
アルデヒドは斯の如く酸化し易きが故に還元作用甚だ盛なり。硝酸銀の水溶液にアムモニヤを滴加して、當初生じたる沈澱の再び溶解するに至り、之に少許のアルデヒドを加へて温むれば、暫時にして器の内面に銀鏡を生ずるを見るべし。普通の硝子鏡を造るも之と同様なる方法に依る。但し保存し難きアルデヒドの代に葡萄糖の如き物質を用ふ。葡萄糖は化學的の性質アルデヒドに類したるものなり。

三七、醋酸エチル 醋酸と酒精とを一分子量づゝの割合に混和し、之に硫酸を加へて第六十一圖の装置を用ひて蒸溜すれば、一種佳快の臭ある無色の液體と水とを溜出す。此の液體を醋酸エチルと稱し、其の分子式 $C_4H_8O_2$ にして、沸點七二度なり。硫酸は其の成生を促せども、之がために消耗する

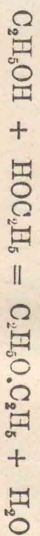
ことなければ、徐に右の混合液を追加すれば、一定量の硫酸を用ひて無限量の醋酸エチルを製し得るなり。故に其の反應は左の如し。



醋酸エチルは全く中性の物質なれば、此の反應は酸とアルカリとの中和に比するを得べし。従つて酒精はアルカリと同じく水酸根を有すと假定せらる、なり。此の關係は左の兩方程式を比較すれば明瞭なるべし。



酒精に C_2H_5OH なる式を與ふれば、其の化學變化を容易に解明し得べき場合多し。 C_2H_5 をエチル根と名く。故に右の式は酒精を水酸化エチルとしてあらはすものなり。エーテルの成生の如きも、此の式を用ふれば簡明に表出するを得べし。



故にエーテルをば酸化エチルと見做すべく、水の水素を兩ながらエチル根にて置換したるものといふべし。 C_2H_5OH $C_2H_5OC_2H_5$ $C_2H_5O_2C_2H_5$ 等の如く

一化合物中に如何なる根の存在するかを示す式を示性式といふ。エチル等の如き根は其の數甚だ多し。斯の如き有機根が酸の水素と置換して生じたるものをエステルといふ。醋酸エチルの如きはエステルの一例なり。

第四十一章 脂油及び有機酸類

三六、脂肪酸。

醋酸の同族體は其の數甚だ多く、孰も $C_2H_5O_2$

なる分子式を有するものなるが、其の多數は脂肪中に存在するが故に、脂肪酸の稱あり。此等の中最も重要なものは **パルミン酸** $C_{18}H_{34}O_2$ 及び **スチアリン酸** $C_{18}H_{34}O_2$ にして、共に白色、結晶狀の固體なり。此等は水に溶解せざれども、容易にアルカリに溶解して鹽を生ずるが故に、其の酸なるを知るなり。西洋蠟燭は主として此の二酸の混合物より成れり。 **オレイン酸** $C_{18}H_{34}O_2$ は又油酸と稱せられ、油狀の液にして、亦脂肪より製

するを得べし。スチアリン酸に比すれば水素を含むこと稍少ければ、真正の脂肪酸にあらざれども、其の性質甚だ相似たり。但し融點低きを異なりとす。

三九、**グリセリン** $C_3H_5O_3$ 。グリセリンも亦脂肪より製せらるるものにして、無色粘稠の液なり。水に溶解易く、甘味を帶ぶ。頗る水濕を引く性あるが故に、諸物體の乾燥を防ぐに用ひらる。之を塗布して皮膚を柔軟ならしむるが如き其の一例なり。

三〇、**脂肪**。脂肪は牛蠟、豚脂の如く動物性なると、木蠟の如く植物性なるとを問はず、略同様の化學的組成を有するものにして、種々の脂肪酸及び油酸がグリセリンと結合し、水を放出して生じたるものなり。すべてオレイン酸を含むこと多き脂肪は、融點低くして軟なれども、分子量大なる脂肪酸に

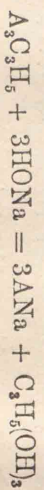
富めるものは融點高くして硬し。牛酪は牛乳より分離して製する脂肪にして、酪酸 $C_7H_{13}O_2$ と稱する一種の脂肪酸のグリセリン化合物を含めり。脂肪は食用に供せらるゝのみならず、化粧品を造るに用ひられ、又石鹼、蠟燭等の原料として用途多し。

三一、**油**。油とは水に混和せざる液體の總稱にして、揮發性と不揮發性との別あり。石油、テレピン油等の如きは前者の例にして、菜種油、胡麻油等の如きは後者の例なり。揮發性の油は其の化學的性質種々なれども、不揮發性の油は脂肪と相似たるものにして、其の融點低く、常溫にて液状をなせるを異なりとするのみ。されば不揮發性油は種々の有機酸とグリセリンとの化合物なり。又之を乾性油と不乾性油とに區別す。乾性油は、空氣中の酸素を吸収して酸化すると同時に、稍

彈性あるゴム状の物質に變ずるものにして、桐油、荏油、亞麻仁油等其の適例なり。此等は防濕用の塗料として使用せらるゝのみならず、ペイント及び印刷用インキを作るに用ひらる。乾性油中には油酸よりも水素の量更に少き有機酸を含めり。不乾性油は摩擦を防ぐために器械油として使用せらるゝのみならず、或は燈用に供せられ、或は食用となる。菜種油、胡麻油、綿實油の如きは其の例なり。魚油も亦脂肪に類したる不乾性油なり。

三三、石鹼 脂肪及び油を苛性曹達溶液と共に煮れば、次第に溶解す。之に食鹽を加ふれば、石鹼は溶液より分離して浮游す。石鹼はパルミチン酸、スチアリン酸、オレイン酸等のナトリウム鹽の混合物なり。石鹼を分離したる殘液中にはグリセリンを含有す。

今AHにて脂肪酸オレイン酸等を代表すれば、脂肪及び油は $A_2C_3H_5$ なる公式を有する物質の混合物なり。之を苛性曹達液と共に煮れば左の如き反應に由りて石鹼とグリセリンとを生ずるなり。

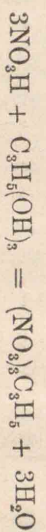


C_3H_5 はグリセリンと稱する三價の有機根にして、グリセリンは實に三水酸化グリセリンなり。又脂油は種々の有機酸のグリセリルエステル混合物なり。石鹼の洗濯作用は一部は器械的にして、一部は化學的なり。蓋し石鹼の水溶液は甚だ粘稠なるが故に、石鹼を施して擦り或は揉めば、垢埃は纖維等の間より器械的に除去せらるゝなり。又石鹼の水に溶解する時は



なる反應に由りて、少し遊離のアルカリを生じ、此のアルカリが更に污垢中の脂肪分に作用して其の溶解を促すものの如し。

三三、ニトログリセリン。グリセリンに濃硝酸及び濃硫酸の混合物を作用せしむれば



なる反應に由りてニトログリセリンを生ず。油狀の液にして、極めて強烈なる爆發物なり。ニトログリセリンを珪藻土微生物の殘骸にして、二酸化珪素より成れる細砂なりに吸収せしめたるものはダイナマイトと稱し、鑛山の爆開等に爆發藥として多く使用せらる。又火綿をニトログリセリンと共に温むれば飴狀の物質を生ず。之を細截して無烟火藥を造る。

三三、**蓚酸** $\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2$ 。此の酸は廣く植物界に存し、**酸模**、**酢漿草**の類は比較的少量に之を含めり。蔗糖を硝酸と共に熱すれば赤色の氣體**酸化窒素**及び**二酸化窒素**を發生して之を生ず。又他の炭水化物例へば主としてセルロースより成れる**鋸屑**を酸化せしめても亦之を造るところを得べし。蓚酸は二分子の水を含みて白色柱狀の結晶をなす。染色術等に使用せらる。

三四、**酒石酸** $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ 、**林檎酸** $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ 、**枸橼酸** $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ 、此の三酸も

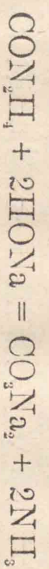
亦廣く植物界に存し、種々の果實に少量に含まる。共に白色の結晶體にして、其の水溶液は純良なる酸味を呈す。

第四十二章 含窒素有機物 其の一

三六、**シアン化物**。非常に高き温度に至れば、炭素と窒素とは直接に化合してシアンと稱する物質を生ず。而して金屬の存在する時は更に之と化合してシアン化物を生ずるなり。製鐵熔鑛爐の極熱部にては鑛石等に伴へるカリウム化合物よりカリウムを生じ、此の元素が更に炭素及び窒素と化合して、シアン化カリウム CNK を生ず。而して温度高きがために氣化し、爐の上部に至りて集積するなり。シアン化カリウムは白色の鹽にして、水に溶け易し。金鑛より金を溶出するに用ひられ、又鍍金銀等にも用ひらる。

シヤン化カリウムに酸を注げば特異の悪臭あるシヤン化水素 CNH を發生す。此の物は又青酸とも稱し、二七度にて沸騰する無色の液にして、猛烈なる毒物なり。然れども其の稀薄水溶液は醫藥として使用せらる。シヤン化水素は極めて弱き酸なれば、シヤン化カリウムの如きは空氣中の炭酸のため分解して、シヤン化水素の臭を發す。故に可溶性のシヤン化物には毒性あるもの多し。

三七、尿素 CON_2H_4 尿素は哺乳動物の尿中に存する物質にして、尿を蒸發して濃厚ならしめ、之に硝酸を加ふれば硝酸化合物として沈澱するが故に、之より純粹に製するを得べし。白色柱狀の結晶をなし、水に溶解易し。尿素をアルカリと共に煮れば容易にアムモニヤを發生して、炭酸鹽を生ず。

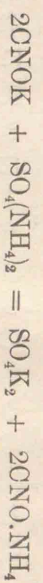


又尿の腐敗する時は、尿素は黴菌の作用に由りて水と反應して炭酸水素アムモニウムとアムモニヤとを生ず。



是れ便所にアムモニヤの臭の發することある所以なり。又尿が肥料として有效なるも斯の如くアムモニヤを生ずるにによるなり。

三八、有機物の合成 シヤン化カリウムを空氣中にて熱し若くは酸化鉛等と共に熔融すれば、容易に酸素を取りてシヤン酸カリウム CNOK に變ず。其の水溶液に硫酸アムモニウムを加ふれば、硫酸カリウムとシヤン酸アムモニウムとを生ず。



シヤン酸アムモニウムは尿素の異性體にして、容易に變じて尿素となるなり。 $\text{ONONH}_4 = \text{CON}_2\text{H}_4$ 尿素は今を距ること殆ど八十年前に始めて此の方法に依りて人工的に製せられたり。當時の學者は動植物體中の化學變化

は特異なるものにして到底人力にて模し得るものにあらずと思考したるが、右の實驗は此の謬想を打破するに與りて大に力ありたり。爾來化學の進歩に伴ひ、生物體中に存する數多の有機化合物を人工的に造り得るに至れり。前數章に説きたる有機物の如きは概ね既に合成せられたり。動物體を組成する複雑なる物質中に未だ合成せられざるもの少からざれど、研究の進むに従ひ此等も亦人工的に製せらるゝに至らん。且つ自然界に存在せざる物質を人工的に造り出したるもの極めて多し。近時の美麗なる染料の如きは其の適例にして、香料藥品にも其例少からず。

三九、**アルカロイド**。種々の植物中に存する含窒素有機物にして特殊の生理作用を有し、概ね強き苦味を呈し、貴重なる藥劑として使用せらるゝもの少からず。之を總稱してアルカロイドと云ふ。アルカロイドとはアルカリに似たるをいふ。蓋し其の微弱のアルカリ性を呈し、酸を中和して鹽を生ずるが故なり。左に一二の例を擧ぐ。

二〇、**ニコチン** $C_{10}H_{14}N_2$ 。ニコチンは烟草中に存するアルカロイドにして、烟脂の惡臭を呈す。猛烈なる毒物なり。

二一、**モルフィン** $C_{17}H_{19}NO_3$ 。未熟の罌粟に傷けて滲出する乳狀液を集めて乾燥すれば、阿片を生ず。褐色、脂狀の物質なり。阿片が麻酔劑として效力あるは種々のアルカロイドを含めるに由る。而してモルフィンはその主なるものなり。此の物は普通に鹽酸鹽として使用せらる。

二二、**キニン** $C_{20}H_{21}NO_2$ 。キニンは幾那皮中に存するアルカロイドにして、貴重なる解熱劑なり。普通に硫酸鹽として使用せらる。近年人工的に製したる含窒素有機物にして、解熱藥として效驗あるもの少からず。

第四十三章 含窒素有機物 其の二

二三、蛋白質。鯉節の削り屑を試験管に入れて強熱し、之より發生する氣體中に赤色の試験紙を置けば、青色に變ずるを見る。是れアムモニヤ氣を生ぜしによるなり。乾燥したる蛋白を用ひても、全く同一なる結果を得べし。肉類、蛋白等の主成分を蛋白質といふ。其の種類頗る多けれども、皆炭、水、酸、窒の四元素より成り、尙少量の硫黄を含むを常とす。又微量の燐を含むものあり。諸元素の割合は左の如し。

炭素 五割餘。 酸素 二割餘。

窒素 一割半内外。 水素 七分餘。

蛋白質は動物體の主成分なるのみならず、植物體に在りても生活機能の盛に行はるゝ部分は孰も比較的少量に此の物質を含有せり。蛋白質は實に生活の現象と相離るべからざるものにして、其の重要なること、固より論を俟たず。

二四、蛋白質の通性。蛋白質中には水に溶解せざるものあれども、能く水分を吸収して膨脹し、半流動の状態をなすを常とす。其の水に溶解せるものは之を熱すれば五〇度乃至七〇度の溫度に至りて凝結するもの多し。蛋白にて見るが如き其の好例なり。生活機能を司る蛋白質は概ね此の性質を有するが故に、動植物を論ぜず、長時間五〇度以上の溫度に耐ふるは稀なり。種々の黴菌の如きも、六〇度に熱すると數時間なれば斃死す。唯或種類の胞子の能く之に抗するものあり。

蛋白質には結晶するものなきにあらざれども、鑛物界にて見るが如き分明なる形體をなせるものなし。其の分子量は甚だ大にして、水溶液は多く粘性を有せり。又蛋白質の多數は動物膜を通過する性なし。

蛋白質に濃硝酸を加ふれば黄色に變ず。而して之にアルカリを加ふれば更に其の色を深くす。濃硝酸が皮膚を黄色に染むるは是れがためなり。又蛋白質に硫酸銅液を加へ、更にアルカリを注げば紫色を呈す。此等の反應は蛋白質を識別するに適す。是に由りて其の生物界に配布する事の如何に廣くして且つ多量なるかを容易に視察するを得べし。

二四五、**蛋白質の種類**。蛋白質の主成分たる蛋白質は**アルブミン**と稱せらる。水に溶解する性あれども、之を乾燥すれば大部分は不溶性に變ず。血液にも亦之に類したるものありて、**血漿アルブミン**と稱す。又血液が動物體を出づるに及んで凝結するは、一種の蛋白質が變じて**纖維素**と稱する纖維狀の物質を生ずるに由れり。筋肉細胞中に存する**ミオシン**は頗る蛋白質に類したるものなり。

哺乳動物の乳の中に存する蛋白質を**カゼイン**（酪素）とい

ふ。酸に逢へば忽ち凝固す。大豆、蠶豆等は多量に**レゲミン**と稱する蛋白質を含有す。其の性質は甚だカゼインに類せり。豆腐湯葉の如きは實に此の蛋白質を主成分とせる食品なり。穀類も亦多少の蛋白質を含有せざるはなし。小麦粉の澱粉を洗ひ去りて製する麩は蛋白質にして、通常之を**グルテン**若くは麩質と稱す。

二四六、**蛋白質の加水分解**。蛋白質を稀酸と共に熱すれば、加水分解をなして種々の物質を生ず。同様の變化は食物消化の際にも行はる。其の果成物を**アルブモースペプトン**等と稱す。此等の物質は蛋白類の通性を備ふれども、滲透性あるが故に能く營養管壁を通過して、血液中に吸収せらる。

二四七、**准蛋白質**。動物體を組成する物質中、其の性質殆ど蛋白質と一致すれども、加水分解の成生物等多少相異なるが

故に之と區別して准蛋白質と稱するものあり。ゼラチン、フィブリン、ケラチン等是れなり。皮革、腱、結締組織蹄等を水と共に煮れば膠を生ず。之を精製したるものはゼラチンにして、無色、透明の固體なり。熱湯には容易に溶解し、冷却すれば凝固す。其の溶液にタンニンの如き收斂性の物質を加ふれば麩質に似たる沈澱を生ず。蓋し生革を變じて鞣皮となすは、同様の化學作用に由るならん。フィブリンは蠶絲の主成分にして、水、稀酸等に溶解することなく、頗る堅牢なる品なり。ケラチンは羽毛、表皮等の成分にして、比較的少量の硫黄を含み、更に堅牢なり。

蠶絲と羊毛とは動物纖維中量も多く、織物に使用せらるゝものなるが、前者は細く長くして滑なるに反し、後者は其の表面松皮の如き痕ありて遙に太し。又木綿麻の纖維とも大に其の外観を異にす。故に顯微鏡にて檢

察すれば之を辨別すること容易なり。第六十圖参照。羊毛は其の表面の粗なるが故に、揉み合すれば密著する性質ありて、織物の外にフェルトとなすべし。普通の冬帽子はフェルトの好例なり。此等の纖維は孰も堅牢なれども、殊にケラチンより成れる毛類は耐性多し。

第四十四章 溶液の性質

二四、**溶液の結氷點。** 稀薄なる溶液の諸性質と濃度との間に甚だ簡明なる關係あり。前にも説きたる如く、溶液より氷の生ずる温度は水の結氷點より低きものなるが、其の差即ち結氷點の降下は其の濃度に比例す。例へば蔗糖の一モル液(水溶液一立中に蔗糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 一モル即ち三四二・五を含めるもの)の結氷點は零下一・八六度にして、二モル液の結氷點は零下三・七二度なり。獨り蔗糖のみならず、孰の溶質を用ふ

とも、一モル液の結氷點は常に同一にして、零下 1.86 度なり。此の定律は酒精、グリセリン等無數の物質に就きて檢せられたるが、其の結果常に同一なり。故に水に溶解する物質の分子量は容易に此の方法に依りて推定するを得べし。

例へば尿素三瓦を水に溶して 100°C .となして其の結氷點を測るに零下 0.93 度なり。故に尿素の分子量は 60 にして、其の分子式 CO_2NH_2 に合するが如き是れなり。

凝固點の降下は水以外の液體を溶媒としたる場合にも認められ、其の降下が濃度に比例し且つ同濃度の溶液が同一の凝固點を有することは水溶液に異ならざれども、一モル液の凝固點降下は各溶媒其の價を異にす。種々の金屬の分子量は水銀溶液(アマルガム)等の結氷點に徴して測定せられたるものなるが、其の多數は原子量と一致せり。

二、沸點の上昇。溶質が不揮發性の物なる時は、溶液の沸點は常に溶媒の沸點よりも高し、其の差を沸點の上昇といふ。是れ亦溶質の如何に關せ

ず濃度に比例するものにして、一モルの水溶液の沸點は 100.52 度なり。沸點の上昇も亦濃度及び分子量の測定に用ふるを得べし。

三五、鹽類の水溶液。

鹽類の水溶液は其の結氷點の降下は右の定律に據りて計算したるより遙に大なり。食鹽 ClNa 、硝酸カリウム NO_3K の如き鹽の極めて稀薄なる溶液にては其の降下は殆ど計算の二倍に達す。故に此等の鹽が各二つのイオンに解離するを知るべし。又鹽化カルシウム Cl_2Ca 、硫酸ナトリウム SO_4Na_2 の如き鹽の極めて薄き溶液にては計算の三倍に達するが故に其の三つのイオンに解離すること明なり。一原子量の鹽素若くは一原子量のナトリウムはイオンとして各一分子量の作用をなすなり。鹽化カルシウムにては二原子量の鹽素と化合するカルシウムの量がイオンとして一分子量の作用をなすが故に、此の元素の二價なるを知るべ

きなり。同様の理に由りて硫酸根の SO_4 も亦二價と認定するなり。

極めて稀薄ならざる溶液にては、食鹽一分子量の作用は計算の二倍より稍小なり。例へば一モル溶液の結氷點は零下三・四二度なれば、計算量の一・八四倍に過ぎず。若し此の溶液にて食鹽が八四%解離すとせば其の結氷點は實驗數と一致すべきなり。故に結氷點を測れば鹽の解離度を推定し得るなり。

酸及びアルカリの水溶液も亦鹽類の溶液と同様にして、其の結氷點より解離度を推知し得るなり。此の如き推定に據れば鹽酸、硝酸の如き強酸は一モル液にて八割餘解離し、頗る弱き酸なる醋酸は一モル液にては解離の割合僅に一・%に過ぎざるなり。

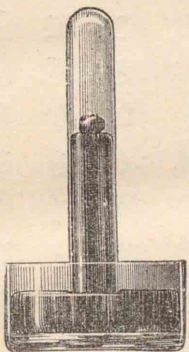
三、**膠狀物。** 蛋白、膠糊精、石鹼等の溶液の結氷點は殆ど純水に異なることなし。蓋し此等の物質は眞正の溶液を生ずることなく、極めて細微なる状態となりて水中に浮遊せるなるべし。其の殆ど動物膜を通過する能はざる事實、此の見解と一致す。此の類の物質を名けて膠狀物といふ。其の溶液に多量の鹽を加ふれば、分離すること曩に石鹼の條下に説きたるが如し。膠狀物は又往々熱に遇ひて凝固する性あり。蛋白の如き其の適例なり。膠狀物は結晶し難きものにして、たとひ結晶することありとも、鹽類の如く分明なる形を呈することなし。

膠狀物中には又水に溶けざるものあり。普通の澱粉、セルロース、凝固せる蛋白、ケラチン等の如き其の例なり。此等を膠狀物と見做すは其の諸性質が可溶性の膠狀物と一致す

るが故なり。

右に掲げたる例に徴して明なるが如く、生物體を組成する諸物質は概ね膠狀物なれば、其の性質、作用は生活の現象と密接の關係あるを知るべし。

三五、**吸著**。水銀上にアムモニヤを捕集し、乾燥せる木炭一片を其の中に送上すれば、アムモニヤの體積大に減ずるを見る。是れ多孔性なる木炭の表面にアムモニヤの凝集するに因る。斯の如く物體の表面に他物質の凝集するを吸著と稱す。此の現象は溶液中にも行はるゝものなり。今赤葡萄酒に骨炭



第六十三圖
木炭がアムモニヤを吸著する試験

(骨を焼きて造れる炭を投じて攪拌し、之を濾過すれば殆ど無色の液を得べし。是れ骨炭が色素を吸著したるに由る。骨炭は吸著作用盛なるが

故に、種々の液を脱色せしむるに用ひらる。

不溶性の膠狀物は一般に吸著作用強く、又可溶性の膠狀物には甚だ吸著せられ易きものあり。色素の多數は後者の例にして、織物に用ふる繊維の如きは前者の例なり、而して染色術は實に此の現象に依ること多し。今赤インキ(イオシンの溶液)を稀釋し、之に絹絲を浸す時は、絲の色が液の色に比して遙に濃厚なるを見るべし。顯微鏡下にては其の差殊に顯著なり。絹及び毛は木綿若くは麻に比すれば吸著作用遙に強きが故に、染色すること容易なり。

第四十五章 化學變化の速度

三五、**化學變化の速度**。種々の化學變化の速度には大なる差等あり。酸とアルカリとの中和の如きイオン反應は一般

に極めて迅速にして、殆ど其の速さを測定し難し。之に反して、電離の現象を呈せざる有機化合物間の反應の如きは、甚だ遅々たるを常とす。諸種の製造業は勿論、苟も化學變化を利用する場合には、其の遅速は經濟上至大の關係あるが故に、之に影響を及すべき諸事情を詳にするを要す。

三四、濃度の影響。 亞鉛に稀鹽酸を注入して水素を製するに其の始は氣體の發生甚だ盛なれども、時を経るに従つて次第に衰へ、終に全く休止するに至る。其の理由は勿論鹽酸が消費せらるゝに従ひ水素イオンの濃度が減少するに在り。同一の面積を有する亞鉛板を用ふれば、一分時毎に發生する水素の量は水素イオンの濃度に比例す。今一モルと二モルとの鹽酸を用ひて之を實驗すれば、同時に發生する水素の量は後者にては殆ど前者に二倍するを見るべし。すべて

化學變化の速さは、反應物質の濃度に従つて増減するなり。

右の例に於けるが如く、固體が化學變化に與るに當つては反應は専ら表面に行はるゝものなれば、或は薄板となし或は粉碎して其の表面を増加する時は、大に其の變化を速ならしむるを得べし。

三五、温度の影響。 水素を製するに、冷なる鹽酸と温なる鹽酸(同濃度)とを用ひて之を比較すれば、温度の上昇が化學變化の速さを増加することの如何に大なるかを知るべし。温度が十度昇る毎に、反應の速度は二倍乃至三倍するを常とす。故に温度の上昇百度なれば反應の速度は千倍(2¹⁰ = 1024)乃至數萬倍(3¹⁰ = 59049)すべし。故に零度にて九割九分九厘まで進行するに一個年を費すべき反應は、百度にては僅に數時間を要するのみ。是れ化學變化を促進せんと欲する場

合には、事情の許す限り温度を上昇せしむる所以なり。又化學變化の進行を抑止せんと欲する場合には成るべく低温度を用ふ。

三六、接觸反應。然れども温度を上昇せしめずして化學變化を促進する方法あり。觸媒の應用是れなり。鹽素酸カリウムの分解に對する二酸化マンガ、酸素と二酸化硫黃との化合に對する白金の如きは其の好例なり。又酒精を酸化せしめてアルデヒドを生ずるにも、白金を觸媒として使用するを得べきことは、既に實驗したり。斯の如き接觸反應の類例は枚舉に違あらずして、工業上にも廣く應用せらる。種々の有機物の加水分解は酸若くはアルカリに由りて大に促進せらるゝを常とす。澱粉を稀硫酸と共に煮れば葡萄糖を生ずるが如きは是れなり。

反應が兩方向に行はれて平衡の状態に達する場合には觸媒の存在は其の平衡状態に影響を及ぼるを常とす。従て兩反應をば同様に促進せしむるなり。例へば醋酸エチルを水に溶して久しく放置すれば過半加水分解をなして醋酸と酒精とを生ず。又酒精と醋酸とを水に溶して久しく放置すれば、一部分醋酸エチルに變じ、全く同一なる平衡状態に達す。鹽酸若くは硫酸の如き強酸少許を加ふれば反應の進行は遙に速なれども、平衡状態に達するに及んでは、醋酸、酒精及び醋酸エチルの割合は強酸を加へざる場合と毫も異なることなし。

水も亦觸媒として種々の反應を促進す。乾燥せる酸化炭素は乾燥せる酸素中にて燃焼することなし。又極めて注意して乾燥せしめたる鹽化水素とアムモニヤとは化合して鹽化アムモニウムを生ずることなし。通常鹽化アムモニウムを熱して氣化せしむれば、鹽化水素とアムモニヤとに分離すれども、注意して乾燥せしめたる鹽化アムモニウムは分離せずして氣體に變するなり。此の事實は反對せる兩反應に對する觸媒の影響の同一なる一好例といふべし。

三五七、光線の化學作用。光線は熱と同じく化學變化の速度を増進する場合多し。鹽素と水素との混合物は暗き所にては久しく貯藏するを得べけれども、之を明き所に移せば徐に化合し、之を直射の日光に曝せば忽ち爆發して化合す。種々の色素の酸化は極めて遲緩なるを常とすれども、光線に曝せば久しからずして褪色するもの少からず。衣服の久しく光線を受けたる部分と然らざる部分とを比較すれば、容易に此の事實を確むるを得べし。

右に掲げたる例にては、光線の作用は觸媒に比すべきものにして、遲緩ながらも自然に進行すべき化學變化を促進したるに過ぎざれども、又エネルギーを輸入して自然に行はれざる變化を起さしむること往々あり。

三五八、寫眞術。寫眞術は實に光線の輸送するエネルギーに依

りて起る化學變化を利用するものなり。寫眞の種板は臭化銀と膠(ゼラチン)との混合物を硝子板に塗布したるものにして、暗函の中にて光線の作用を受けたる部分の臭化銀は其の臭素の一部分を失ふなり(遊離したる臭素は膠に吸収せらる)。通常暗函にて光線に曝す時間甚だ短ければ其の化學變化は極めて微少にして、種板を精査すとも何等の變化を認むることなし。然れども之を強き還元作用ある液に浸せば、光線に感じたる銀鹽は先づ還元せられて銀となる。而して此の銀が接觸作用を呈して爾餘の臭化銀の還元を促すが故に、暫時にして畫像は發現するなり。但し強く光線に感じたる部分には、銀の還元多く、光線の作用弱かりし部分には還元銀少きは自然の數なり。斯くして生じたる還元銀は褐黑色を呈するが故に畫像は明と暗とを顛倒せるもの

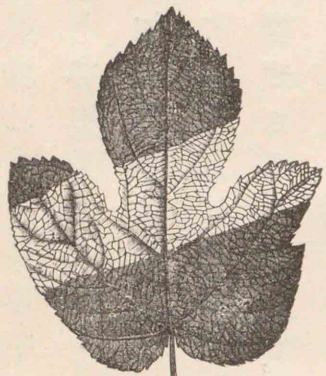
にして、之を陰畫ネガチフと稱す。臭化銀を溶解すべき液通常チオ硫酸ナトリウムの水溶液を用ふに浸して、其の變化せざりしものを除去すれば陰畫を保存するを得べし。鹽化銀を塗布したる紙を右の陰畫にて覆ひ、光線に曝せば明と暗との正當なる陽畫ポジチフを得るなり。但し普通寫眞畫の褐黑色は還元金の色にして、右の如くして得たる陽畫を金鹽の溶液に浸せば、銀は溶解して金を沈澱するなり。變化せざりし銀鹽を除去すること前に同じ。

硝酸銀を塗りたる紙若くは鹽化銀を施したる紙片を日光に曝せば、容易に其の感光性を實驗するを得べし。

第四十六章 生物の化學

三五九、植物の類化作用。植物の類化作用は光線のエネルギー

第六十四圖
綠葉の類化作用に由りて澱粉を生ず



を利用して化學變化を喚起する最好例にして、又實に生物界のエネルギーの一大本源なり。光線のエネルギーが如何にして利用せらるゝか其の手續は未だ明瞭ならざれども、二酸化炭素及び水を原料として炭水化物を生じ、酸素を發生するは疑を容れず。綠葉が強い光線を受けて類化作用盛なる時には澱粉を生ず。故に黒紙にて葉の一部分を覆ひ強き日光に曝したる後、之を酒精に浸して葉綠素を除去し、更に沃

素溶液に浸せば、光線を受けたる部分に青色を呈して澱粉の生じたるを示すべし。此の化學變化は左の方程式にて示すを得べし。



三六〇、炭水化物相互の變化。然れど

も澱粉は多く葉の中に集ることなくして、其の貯蓄營養物として集積せらるゝは他の部分にあること前に説きたるが如し。且つ澱粉は殆ど水に溶解せざるが故に、之を葉より他に移すには、加水分解をなして糖類の如き可溶性の物質に變ぜざるべからず。葉其の他生活機能の盛なる部分は植物體にても主として蛋白質より成り、蛋白質は高温度にも強酸等にも耐ふること能はざれば、此の加水分解を促すは専ら溫和なる觸媒の作用に依らざるべからず。生物體の諸部分には種々の化學變化を促進すべき觸媒ありて、多くは蛋白質の如き組成及び性質を具備し、之を名けて酵素といふ、而して葉中にては實際澱粉を糖化する酵素存するなり。球根、果實等にて再び糖類を澱粉に復歸せしむるにも亦同酵素の作用に依るべきこと前章に説明したる所に徴して

明なるべし。植物の形體を構成するに最も肝要なるセルロースも亦同様の作用に由りて糖類より造らるゝこと疑を容れず。されば糖類は植物の生活に必要な流動資本といふべし。

種子の發芽する時にも、亦澱粉等の貯蓄營養物を可溶性の物質に變ずる必要あるは勿論にして、此の場合にも亦種種の酵素ありて各特殊の作用を呈す。發芽せる大麥より浸出し得べき酵素ヂアスターゼが澱粉を麥芽糖と糊精とに變じ得べきことは前に説きたる所なり。

三六、**化學エネルギーの利用。**植物も亦動物と同じく呼吸するものにして、空氣中の酸素を取りて或有機物を燃焼し、炭酸を發生するは、諸子の既に學びたる所なり。唯類化作用の盛なる時に發生する酸素の量が遙に其の消費に超過する

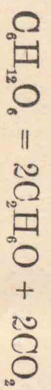
のみ。植物の呼吸に由りて遊離するエネルギーは、種々の化學的及び物理的仕事をなすに用ひらる。硝酸鹽若くはアムモニヤの如き簡單なる窒素化合物と炭水化物の如き物質とより蛋白質を造り出すには、頗る多量のエネルギーを要すべきなり。又植物體中には炭水化物に比すれば酸素を含むこと遙に少き物質を生ずることあり。是れ亦多量のエネルギーを加ふるにあらざれば製するを得ず。故に糖類の如き物質の燃燒に由りて發生するエネルギーを利用して植物の生活及び生長に必要な數多の物質を合成すること明なり。實に植物體は複雑なる化學的製造場と見做すを得べし。

下等なる植物中には種々の他の化學變化に際して發生するエネルギーを利用するものあり。土壤中にはアムモニヤを酸化して硝酸鹽となす微菌ありて、窒素肥料の應用上重要

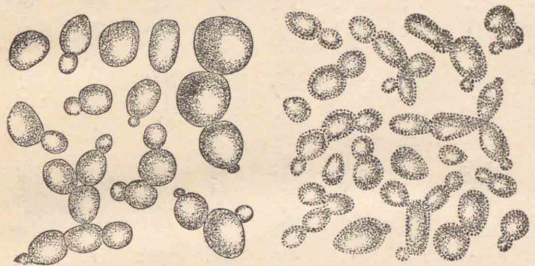
なるものなるが、此の微菌は其の酸化に伴うて發生するエネルギーを利用して生活するなり。又硫黄微菌とて硫化水素を酸化して硫黄と水とに變じ、其のエネルギーに依りて生活するものあり。此等の微生物にてはエネルギーを供給する物質と身體を構成する物質とが全然相異なるが故に、其の關係却つて明瞭なり。

三六、醸造。微生物がエネルギーを得るために惹起する化學變化を工業上に利用する場合少からず。其の最も顯著なる一例を酒類の醸造とす。日本酒の醸造にては先づ麴を造り、次に蒸米と水とを加へて熟混するなり。麴は麴菌と稱する一種の絲狀菌が米粒に蕃殖したるものにして、其の澱粉を加水分解して葡萄糖を生ずるは、一種の酵素(タカヂアスターゼ)を分泌するに由る。斯くして生じたる糖分を分解して酒

精となすは釀母と稱する一種の細菌の掌る所なり。其の化學變化は



にして、釀母の體中に存する一種の酵素(チマーゼ)が右の分解を促進するなり。此の反應は頗るエネルギーを發するものにして、釀母は之を利用して生活すること勿論なり。日本酒の釀母は酒精に對して耐性あるが故に、釀液に於ける酒精の量一五%に達することあり。麥酒の釀造には大麥を用ひ、麥芽の酵素を利用して澱粉を糖化し、更に釀母甚だ清酒の釀母に類すを加へて醱酵せしむるなり。葡萄



母 釀 酒 麥 母 釀 酒 葡 萄

第六十五圖
釀母

酒の釀造は理論上最も簡易なり、何となれば葡萄糖は果中にて既に成り、釀母は其の皮に附著せるが故なり。

三三、醱酵。酵素に由りて促進せらるゝ有機化合物の化學變化を總稱して醱酵といふ。生物體中に起る化學變化及び微生物が誘起する諸種の化學變化は、酵素に依るもの多ければ、醱酵は生理上極めて重要なこと勿論なり。今化學變化の種類に由りて之を分類すれば左の如し。

加水分解をなす酵素は、其の種類極めて多し。然れども各種の酵素が其の作用を及す物質は頗る局限せらる。例へばヂアスターゼは澱粉を糖化すれども、セルロースを溶解する能はず。セルロースを糖化する酵素(チターゼ)は澱粉に其の作用を及すことなし。然るに植物體にて加水分解をなすべき物質極めて多きが故に、酵素の種類極めて多きは自然の數に

して、蓋し生理上必要の設備たるべし。加水分解酵素が又反對の化學變化を誘起すること勿論なり。

酸化及び還元を掌る酵素も亦植物體中に存せり。茄子、牛蒡の如きものを切りて空氣に曝せば、須臾に變色するは酸化酵素の作用に由りて空氣の酸素が或物質を酸化するに由る。植物の呼吸も亦斯の如き作用に依るにあらざるか。分解を惹起する酵素の例は多からざれども、釀母中に存するチマーゼの如きは其の顯著なるものなり。

三六、動物の化學。動物は複雑なる有機化合物を營養物とし、直接若くは間接に之を植物界より取るが故に、大體にては其の化學作用は酸化及び分解にして、植物の化學作用が主として、還元及び合成なるとは正しく相反せり。然れども動物體中にも極めて複雑なる合成的化學變化行はれざ

るにあらず。

動物體の諸部分にも亦種々の酵素を藏し、或は時に之を分泌して化學變化を營む。胃液にペプシンと稱する酵素ありて、稀鹽酸の助を藉りて蛋白質を加水分解し、腸に注入する膵液中にトリプシンと名くる酵素ありて、アルカリ性の液の中に同様の作用を呈して消化を行ふが如き是れなり。蛋白質の加水分解の果成物が血液に入るに及んで、一部分は諸組織構成の用に供せらるべけれども、其の餘は更に分解せられ且つ酸化せらるゝなり。而して其の窒素の大部分は尿素として身體より退謝するなり。炭水化物及び脂肪の消化は主として腸に至りて行はる。其の加水分解の果成物が血液に入るに及んでは概ね燃燒せられ、炭酸及び水となりて排泄せらるゝなり。此の酸化に際して發出するエネルギーは

動物が其の活動に利用する所なり。

三五、**温度との關係。** 化學變化が一般に温度の上昇に従って大に其の速度を増すこと前章に説きたるが如し。然るに生活の現象は化學變化と密接の關係あるものなれば、温暖なる時候に盛にして、寒冷なる時候に衰ふべきは當然なりといふべし。且つ温度が三四十度を超えざる限り、毎十度上昇の影響が無生物界の化學變化に於けると略同様なるも亦必然の結果にして、惟むに足らざるなり。高等動物が外界の温度如何に關らず自ら其の體温を調節して一定不變ならしむるは、此の點より見て如何に重要なるかを知るべし。

三六、**結論。** 化學は主として物質の變化及び之に伴ふエネルギーの變化を講究する科學なれども、其の廣く關係する所を列擧すれば、實に上文に述べたるが如きものあり。蓋し

自然に於ける種々の現象は互に相關聯し、極めて錯綜したるものなれば、之を研究するは元來唯一の自然學あるべき筈なれども、人智に限あるが故に之を專攻する便利を謀りて、生物學、化學、物理學の諸科學及び其の諸部分を生ずるに至れるなり。されば學に志すものは其の將來の職業の如何を論ぜず、此等の諸科學は成るべく偏頗なく之を修め、且つ成るべく其の知識を綜合統一して自然を了解すること、力をめざるべからず。何となれば人生に關する研究にても自然の知識は實に其の基礎たるべきものなればなり。

近世化學教科書終

附錄

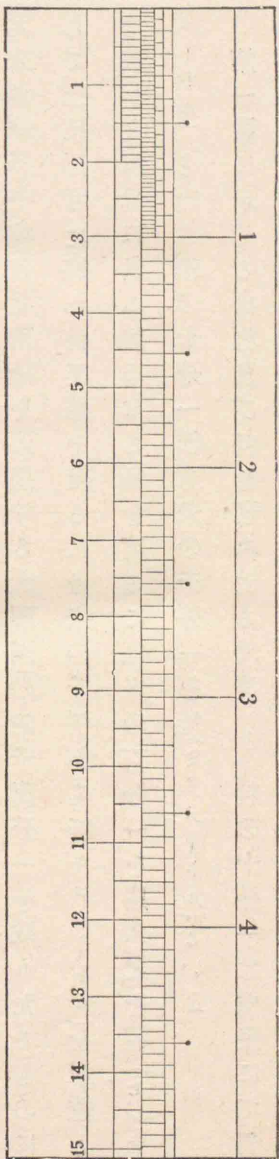
第一 測定

一、水と度量衡 水是一種の標準物質として、度量衡の制度と密接なる關係あり。實際物質を測定し且つ其の量に就きて明瞭なる觀念を得んと欲せば、此の關係を熟知するを要す。

二、長さ、面積及び體積 現今萬國共通に行はれ且つ學術上専ら使用せらるゝ度量衡制度即ちメートル法にては、長さの單位を一米（メートル）とす。此の長さは元來地球子午線（南北兩極を通過する大圓圈）の四千萬分一を取りたるものにして、三尺三寸に等し。長距離を度るには米の千倍即ち千米（キロメートル）を單位とす。我が九町餘に當る、細小なる物を度るには米の百分一を用ふ。之を厘（センチメートル）といふ。厘の十分一即ち米の千分一を毫（ミリメートル）といふ。

第一圖に示せるは、厘及び毫を刻みたる尺度なり。毫の十分一は肉眼にて判別するを得べし。故に右の如き尺度の使用に慣るれば、一厘の長さを百分の一、

第一圖
寸と糧との對
照



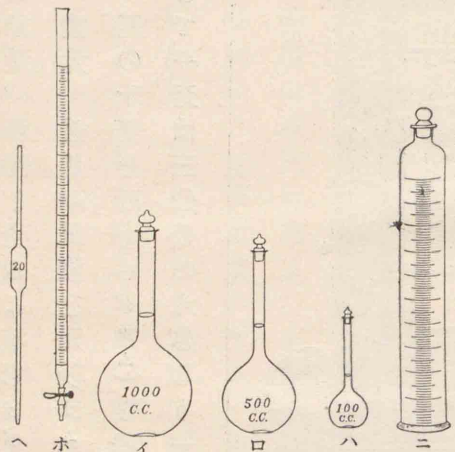
二まで、十糧の長さを千分の一二まで測定するを得べきなり。此の尺度の使用には、早く練熟するを要す。

面積を度るには、平方籽平方米及び平方糧を用ふ。

體積を度るには、立方米及び立方糧を用ふ。然れども、普通の用途には前者は大に過ぎ、後者は小に過ぐるが故に、其の中間に位する體積を單位とす。即ち十糧立方にして、之を立リットルと稱し、千立方糧に等し。立方糧を示すには、C.C. (Cubic Centimeter) の畧符を用ふることあり。

三、量器。液體の體積を量るには、量器を用ふ。一升樹は長さ、幅共に四寸九分にして、深さ二寸七分なれば、其の容積一八〇四立に當る。故に一立は五合五勺四

第二圖
量器

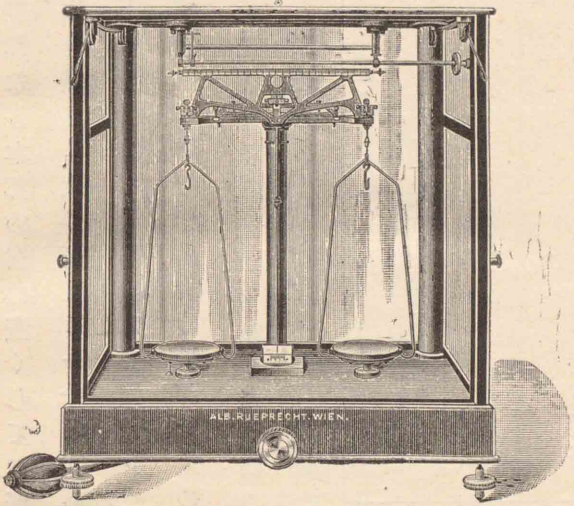


撮餘なり。本邦の樹は淺くして口廣ければ、使用上誤差多し。例へば一升樹にて酒を量るに、液の高さに一分の差あらば三勺餘の誤を來すべきなり。故に學術上に使用する量器は第二圖(イロハ)に示せるが如き形を有す。之を容量壘と稱す。頸部に線を刻み、液の表面が此の線に達する時、器に記せる體積を有するものとす。

任意なる體積を量るには、同圖(ニ)に示せるが如き容量筒を用ふ。此の類の量器は甚だ精密ならざれども、頗る便利なるものなり。少量の液體を精密に量るには、ピュレット及びピベットを用ふ。前者は(ホ)に示すが如く、劃度筒の稍細きものにして、其の下端には活栓若くは挾止ありて、液體の流出に便す。ピベットは(ハ)に示せるが如き上下共に開きたる管にして、中部を膨めたるを常とす。上部の管に一線を刻す。此の線まで液を満して、之を流出せしむるなり。ピュレットは

任意量の液體を量るに適し、ピペットは一定體積の液體を量るに用ふ。
 四、重量。重量の單位を瓦(グラム)といふ。一立方糎の水溫度四度の重量に等し。
 一瓦の千倍を斤(キログラム)と稱す。水一立の重量なり。一斤は三〇分の八貫に
 して、一瓦は三〇分の八分なり。一瓦の百分一を厘(センチグラム)といひ、一瓦の千
 分一を眊(ミリグラム)といふ。此等は極めて輕微なる物の重さを計るに用ふる單
 位なり。

重量を測定するには衡器を用ふ。天秤
 (第三圖)は最も精確なる衡器にして、精良
 なるものは能く一眊若くは一眊の十分
 一の差を示す。故に百瓦内外の物を權る
 に當つては其の重量を十萬分一若くは百
 萬分一まで精密に知ること難からず。此
 の如く精密なる測定は他に多く類例を
 視ざる所なり。



第三圖 天秤

容量壺、ピペット、ビュレット等の容積を定むるには其の收容し若くは流出する
 水の重量に由る。是れ此の類の量器の目盛を頗る精密になし得る所以なり。
 五、密度。鉛は重く、コルクは輕しといふ。然れども多量のコルクは少許の鉛よ
 り重量大なること勿論なり。故に此の性質の差異を明にせんには、同一體積の
 重量を比較するを要す。諸物質一立方糎の重量を其の密度といふ。故に水の密
 度は一なり。

液體の密度を測定するには、適當なる量器を用ひて一定の體積を量り、而し
 て其の重量を測るを以て足れりとす。例へば水銀一〇C.C.の重量一三六瓦なれ
 ば、其の密度一三六なるが如し。
 固體の密度を測るにも亦其の體積と重量とを知るを要す。固體の形は概ね
 不規則なれば、求積法にて其の體積を算出すること難し。故に其の排除する液
 體の體積を量るを常とす。例へば容量筒(第二圖ニ)に水を容れ、之に石片を投入
 し、水面の上昇に徴して其の體積を知り得るが如き是れなり。
 密度は又比重と稱す。是れ其の數が水に比して幾倍重きかを示すが故なり。
 六、測定の誤差。如何なる測定も全く正確なるものにあらずして、必ず多少の

誤差あるを免れず。故に測定の術は務めて其の誤差を少からしむるに在り。精密なる器械を使用する目的も之に外ならず。

例へば二點間の距離を度るに當り、糲づゝに目盛りしたる尺度を用ひば、推定に由りて一二耗まで測定し得けれども、之より精密なるを望むべからず。若し耗まで目盛りしたる尺度を使用せば、其の誤差は十分の一二耗に過ぎざるが如きは是れなり。

然れども測定之難きは概ね器械の不良なるがためにあらずして、對象の不定なるに因ること多し。故に測定之精粗を論ずるに當ては對象の不變なるか否やを考へざるべからず。極端なる例を擧ぐれば、綿の體積の如く種々の事情のために變化し易き量は固より精密に量り得べき限にあらざるなり。又布片の如く伸縮多きものは其の長さを度るに精密なる尺度を用ふとも其の效なかるべし。

Wを一物質の重量とし、Vを體積とすれば、密度dは $d = \frac{W}{V}$ なる式にて計算す。故に重量を測るに百分一の誤差あるも、體積を量るに百分一の誤差あるも、密度の推定を不精密ならしむるは同一なり。通常體積測定之誤差は重量

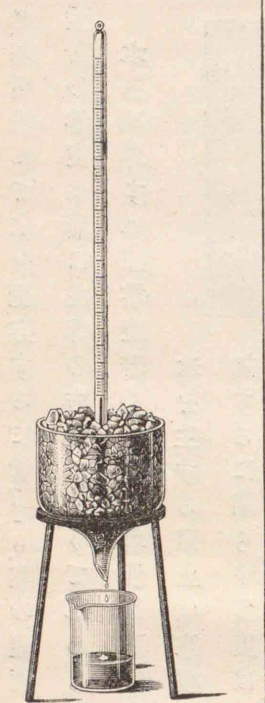
測定之誤差より遙に大なれば、重量のみ精密に測るとも其の效なし。

七、數字之適用。測定之結果を表出するに當り、數字は其の精密之度を表するを限とし、無意味之數字を列記する弊を避くべし。

例へば本書之長さを度るに七寸五分なり。之を糲に換算すれば $\frac{7.5}{0.33} = 22.72727\dots$ となる。然れども測定上一二厘之誤差あるを免れざれば、小數第二位以下は全く信憑すべからず。故に二二七糲とすべし。

第二 三態

八、氷と水。嚴冬に至れば水は凝固して氷となり、氣候溫暖となれば水は復融解して水となる。此等之變化と溫度との關係如何。今氷を碎き、其の中に寒暖計



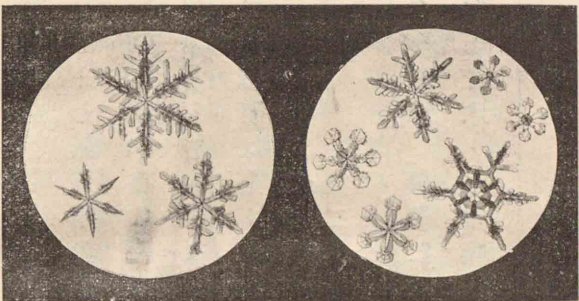
第四圖 寒暖計之零點を定む

を立つれば、水銀線は零度と記せる點まで降る。然れども之より以下に降ることなくして、氷の全く融くるに至るべし。又碎きたる氷を水に投

じ、寒暖計にて之を攪拌するに當つても、其の温度が全く同一なるを見るべし。寒暖計の零度は實に此等の方法に由りて定められたるものなり。

水を冷却すれば零度若くは少し零度以下に至つて氷を生ず。而してその既に氷を生ずる以上は寒暖計は零度を表し、氷の次第に増加するに關らず温度は一定不變にして、水の全く盡くるに至るべし。

されば水と氷との共存するときは、其の温度が常に零度なるを知るべし。氷の全く盡くるに及んで、水の温度は始めて零度以上に昇るを得べく、水の全く消失したる後、氷の温度は始めて零度以下に降るを得るなり。氷。氷が水より輕きことは其の水上に浮ぶを見て知るべし。氷の密度は〇・九一七なり。氷は水と同じく殆ど無色なれども、其の層厚ければ青色を呈す。然れども細に碎きたる氷は、他の無色なる物質の粉末と同じく白色を呈す。氷が結晶體なるは薄氷を検すれば容易に

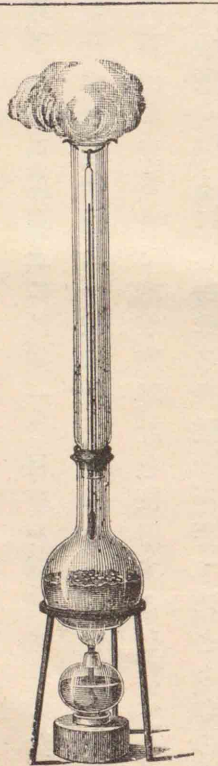


第五圖 雪の結晶形

知るを得べし。其の結晶形の分明なるものは之を雪に視るを得べし。霜も亦細微にして不分明なる結晶をなせり。

二、水蒸氣と水。 フラスコに水を容れ、其の中に寒暖計を置きて之を熱すれば、温度の次第に上昇するを視るべし。然れども其の上昇には限ありて、水蒸氣が液の内部より發生して沸騰の現象を呈するに至れば温度は復昇ることなく、寒暖計は百度を表すべし。又沸騰せる水より盛に發出する蒸氣中に寒暖計を懸くる時にも同じく百度を示すべし。寒暖計の

第六圖 寒暖計の百度點を定む



第二の標準點たる百度は實に此の方法に由りて定められたるなり。此の場合にも、一定の温度を維持するには水蒸氣と水との共存を要す。而して水蒸氣中に懸けたる寒暖計の球より絶えず水滴の下るを見るべし。

二、寒暖計。 物體は温度の上昇するに隨つて膨脹す、而して寒暖計は此の事實を利用して造れるものなり。普通の寒暖計は硝子にて造り、毛細管の端に球を附

第七圖
寒暖計



したるものにして、之に水銀を満す。水銀の膨脹は硝子の膨脹より大なるが故

に、温度上昇すれば水銀線は毛細管中に昇り、其の高さに由りて温度の高低を知るなり。如上の方法に由りて零度と百度とを定め、其の間(毛細管の太さ一様なる時)を百分分す。零度以下及び百度以上には同一の目盛を繼續す。斯の如く目盛したるは攝氏の寒暖計にして、學術上一般に使用せらるゝものなり。下は零下四十度より上は五六百度に至るまで水銀寒暖計を使用するを得べし。甚だ低き温度及び甚だ高き温度を計るには、特殊の寒暖計を要すれども、其の構造等は爰に解説すべき限にあらず。但し其の目盛法は攝氏の寒暖計と同一なり。

日常室内の温度を計るに多く使用せらるゝ、華氏の寒暖計は水の結氷する温度を三二度とし、其の沸騰する温度を二一二度とす。故に \bullet を攝氏の温度とし、 f を華氏の温度とすれば、二者の換算には左の式を用ふべきなり。

$$f = \frac{9}{5}c + 32$$

$$c = \frac{5}{9}(f - 32)$$

健康なる人の體温は攝氏三七度なれば、華氏九八六度なり。本書には専ら攝氏の寒暖計を用ふ。

第三 熱量

三、熱量 五〇度の水一盞と二〇度の水二盞とを混合すれば三〇度の水三盞を生ず。蓋し一盞の水が五〇度より三〇度まで冷却するに當て發出する熱量は、二盞の水が二〇度より三〇度まで熱せらるゝに必要なる熱量に等しく、其の關係は $1000 \times (50 - 30) = 2000 \times (30 - 20)$ なる式にて表出せらるゝなり。故に熱量は温度の差と水量との相乗積に等しきを知るべし。一瓦の水の温度を一度上昇せしむるに要する熱の量を熱量の單位とし、之を**カロリー**と名く。

三、蒸發熱 蒸氣を冷水中に送れば其の盡く凝集せらるゝを見る、而して水の温度は著しく上昇す。今、二〇度の水六一五瓦に蒸氣を通じ、温度の一度上昇せる時、再び其の重量を權れば、正しく一瓦増加したるを見る。此の場合に發生したる熱量は六一五カロリーなり。然れども一瓦の水が一〇〇度より二一度まで冷却する時、七九カロリーを出すべきが故に、一〇〇度の蒸氣一瓦が液化して一

〇〇度の水となるには、五三六・カロリの熱を發するを知るべし。

一瓦の水を蒸發するに當てて吸収すべき熱量も、亦容易に實驗に依りて推定するを得べし。先づ五三六瓦の水を入れたるフラスコの重量を權り、酒精燈にて之を熱し、一〇〇度許に至れる時に、溫度の一度上昇するに要する時間を計るべし。更に其の水が沸騰し始めたるより同時間を経たる後之を冷却して、再び其の重量を權るに、蒸發し去りたる水の重量は正しく一瓦なるべし。斯の如き方法に依りて、水が蒸發に際して吸収する熱量は其の液化に際して發生する熱量と正しく相匹敵する事實を確定するを得べし。一瓦の水の蒸發するに當てて吸収する熱量を其の蒸發熱と稱す。

水と水蒸氣とが共存せる時には溫度が全く不變にして常に一〇〇度に止る事實は蒸發熱に基くものなり。熱を加ふる時には水の蒸氣に變じて熱を吸収するがために溫度の上昇を防ぎ、熱を除去する時には水蒸氣の液化するがために熱を發して之を補ひ、是に依りて溫度の不變なるを致すなり。

四、應用 蒸氣の液化する時に發生する熱量の斯の如く大なるのみならず、蒸氣は鐵管に由りて容易に輸送し得べきが故に、廣く加熱の目的に使用せらる。

冬季暖房に蒸氣を用ふるが如き是れなり。又蒸氣を用ふれば溫度が沸點以上に昇ることなきは其の特色にして、過度の熱のために物體を毀損する虞なし。故に工業上蒸氣を使用すること甚だ多し。日常の生活にも食物の調理及び殺菌等に蒸氣を用ふるは屢見る所なり。

五、熔融熱 碎きたる氷一盃を取り、之に八〇度の水一盃を注加すれば、氷は盡く融解して零度の水二盃を得べし。故に零度の氷一瓦を融解して一瓦の水となすには八〇カロリの熱を要すること明なり。之を氷の熔融熱といふ。水の凝固する時にも亦同量の熱を發する事實は蒸發熱の場合と同様に實驗するを得べし。

水と氷との共存せる時には其の溫度が一定不變にして常に零度なることも、亦熔融熱に依りて説明せらる。何となれば之に熱を加ふとも、氷の溶解するため、盡く消費せらるべく、又之を冷却すとも、熱を除去すとも、氷の凝固は熱を發出して之を償ふべければなり。

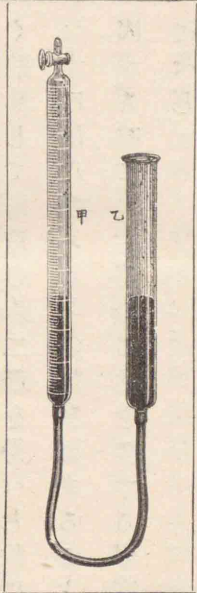
氷の融解する時に多量に熱を吸収する事實は廣く應用せられ、魚肉の保存、酒類の冷却より病室の使用等に至るまで、枚舉に遑あらず。又水の凝固に際し

て多量の熱を發する事實は冬季の寒威を緩和するに與りて力あること明なり。

第四 氣體の性質 其の一

二、大氣の壓力。氣體の體積は壓力の強弱に由りて大に増減す。然れども此の事柄を論ずるに先ち、大氣の壓力に關して解説する所なかるべからず。

第八圖 氣體の壓力測定



第八圖に示せる装置は、此の壓力を測定するに用ふるを得べし。(甲)は活栓を有する硝子管にして、丈夫なるゴム管にて之を硝子管(乙)に連接す。此等の管には半ば水銀を充す。(乙)管を舉ぐれば、水銀は(甲)管中に上り、其の中の空氣を驅逐すべし。然る後、活栓を閉ぢ、(乙)管を降下して或る位置に達せしむれば、(甲)管内の水銀も亦降りて其の上部に眞空を生ずべし。更に(乙)管を降せば、(甲)管の水銀は之に準じて降下す。然れども兩管内水銀面の高さの差は終始同一なるを見る。之を測定するに大約七六糎なり。(乙)管にては大氣が水銀上に作用するに

反し、(甲)管の水銀の上部は眞空なれば、素より何等の作用を呈すべき物なし。故に大約七六糎の水銀柱を支ふるものは大氣の壓力ならざるべからず。此の壓力は時々多少増減す。又所に由りて差異あり。其の差は空氣の運動即ち風の原因にして、空氣は常に壓力大なる處より壓力小なる處に移動するなり。

通常大氣の壓力を測定するに用ふる装置即ち氣壓計は爰に解説すべきにあらざれども、其の基く所は第八圖に示せる装置と同一なり。大氣の壓力は平均水銀柱七六糎の壓力に等し。之を名けて一氣壓といひ、壓力の單位として使用せらる。小なる壓力を計るには高さ一糎の水銀柱の壓力を單位とす。

液柱が作用する壓力は物理學にて論ずるが如く高さと密度とに比例し、管の廣狹に關することなし。水は水銀より輕きこと一三六倍なれば、水銀の代に水を用ひんには前記の装置は一〇米以上の長さを有するを要す。モホイルの定律。壓力を加ふれば氣體の體積は大に減少す。此の關係は次の如き實驗によりて證するを得べし。

今第八圖の(甲)管に一定量の空氣を入れ、活栓を閉ぢ、兩管の水銀の高さを等

しくしたる後、空氣の體積を測定すべし。此の場合には空氣の壓力は外氣の壓力に等し、之を水銀柱七六糎に等しと假定し、又空氣の體積は五〇C.C.なりと假定す。今(乙)管を降せば(甲)管内の水銀も之に準じて降り、(乙)管を上ぐれば(甲)管内の水銀も亦上昇し、空氣の體積が壓力の増減に伴うて變化することを示すべし。若し(乙)管に種々の位置を與へて空氣の體積を測定せば、左表の如き數を得べし。

h	0	-38	-57	-26	+24
$p = 76 + h$	76	38	19	50	100
v	50	100	200	76	38

h は兩管の水銀面の高さの差にして、(乙)管が(甲)管より低き場合には(甲)管内に作用する壓力は七六糎より此の差を減じたるものに等し、故に之を負數とす。之に反して(乙)管の水銀が(甲)管の水銀より高き場合には其の差を加へざるべからず、故に之を正數とす。 p を甲管の氣體の壓力とすれば $p = 76 + h$ なり。右の表にて、 p が當初の値の二分一に減すれば體積は二倍となり、 p が四分一に減すれば體積は四倍となるを見るべし。

斯の如くなれば、空氣の體積は壓力に反比例すること明なり、之をボイルの定律といふ。

此の關係は $p \cdot v = c$ なる式にて表すを得べし。 c は不變の數にして、右の例にては $c = 3800$ なり。若し當初使用したる空氣の體積が一〇〇C.C. ならば、體積と壓力との相乗積は右の二倍にして、七六〇〇なること明なり。故に c が空氣の量に比例するを知るべし。

右の關係は甚だ簡單なれば、方程式を用ひて之を表示するを得べくして、曲線を使用する必要なきなり。然れども第三章第一五頁に説きたる方法に依り、體積及び壓力の兩軸を設け、上記の數を用ひて圖を作れば、大に彎曲せる一個の曲線を得べし。而して其の形は常に逆比例を代表するものなり。

獨り空氣のみならず、酸素、水素、窒素の如き他の氣體も亦皆同一の定律に従ふ。故にボイルの定律は諸氣體に普遍なるものなり。

二、壓力と體積との一般の關係。獨り氣體のみならず、他の諸相も亦皆壓力の増加するに隨つて其の體積を減ず。然れども固液體にては、壓縮の量各相異なりて、氣體に於ける如く簡單なる定律に従ふことなし。唯其の收縮極めて微少なる

が故に、通常之を度外視するを妨げざるなり。然れども地層深き處にある礦物の如き、強壓を受くる物の變化を論ずるに當つては之を顧慮する必要あるなり。

第五 氣體の性質 其の二

一、温度の影響 前章にてボイルの定律を論せし時に温度は不變なりと假定したり。然れども温度が氣體の體積に及す影響甚だ大なれば、固より之を度外視するを得ず。而して其の關係極めて簡單なれば、之を算定すること容易なり。即ち壓力の不變なる時には諸氣體は温度の上昇に比例して、均しく膨脹す。之をゲリーリヤックの定律といふ。

此の定律は次の如き實驗に依りて實際に微證するを得べし。第九圖に示せる如く、内徑一分以下にして長さ半米許なる硝子管の一端を閉ぢたるを執り、

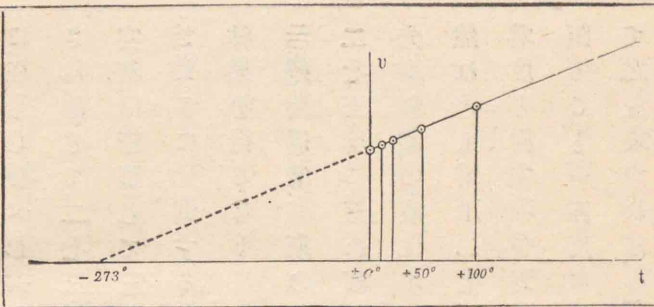
短き水銀柱にて其の内に空氣を密閉すべし。之を暖むれば空氣は膨脹して水銀柱を押し上げ、之を冷却すれば空氣の收縮するに隨つて水銀柱の降下するを見

第九圖
氣體の膨脹率
の測定

る。故に大氣の壓力にして變化せざる限は之を寒暖計として使用するを得べし。此の管内に密閉せる空氣の量は温度 t なる時に其の長さ $273+t$ 耗ならしむる如くすべし。例へば温度二二度なれば、水銀柱は閉端より二九五耗の高さに在らしむべし。次に耗を刻したる尺度を附して碎水中に立つれば、空氣の長さは減じて二七三耗となるべく、更に之を沸湯より發する蒸氣中に立つれば、空氣は膨脹して三七三耗に達すべし。故に此の管中なる空氣の體積は常に $273+t$ に比例するを知るべし。空氣の代に他の氣體を用ふるも全く同一なる結果を得るなり。

二、絶對温度 斯の如く一定量の氣體の體積は $273+t$ に比例するが故に、零下二七三度に至れば、其の體積は零となるべきなれども、此の低温度に達するに先ち、氣體の液化するため、ゲリーリヤックの定律は亦適用すべからざるに至る。然れども零下二七三度は最低の温度なりと思考すべき理由ありて、之を絶對零度と稱す。現今到達し得たる最低の温度は零下二五九度にして、絶對零度を距ること一四度なり。絶對零度より起算したる温度を絶對温度といふ。今 T にて之を表すれば、 $T = t + 273$ なり。ゲリーリヤックの定律は

第十圖
氣體の體積と
溫度との關係



なる式にて表すを得べし。 a は不變數にして、氣體の量に比例するものなり。此の方程式を言葉にて表せば、次の如し。

氣體の體積は、絕對溫度に比例す。

右の定律を代表する圖は、殊に簡單なり。溫度を横軸とし、體積を縦軸とすれば、氣體の體積は零下二七三度にて横軸と交叉する直線に依りて表出せらる。而して氣體の量愈大なれば、其の横軸に對する角度亦愈大なり。

二量の増減が互に相比例する時は、其の關係は常に直線にて表出するを得べし。而して其の増減が畧相比例する場合には、其の線は第三章第十圖に示せるが如き僅に彎曲せるものなるべし。同圖の示せる所に據れば、溶液の密度の増加は畧百分組成の増加に比例するなり。

三、溫度及び壓力共同の影響 溫度及び壓力が同時に變化する場合にも、其の

$$pv = at$$

影響は容易に推定するを得べし。即ち先づ溫度のみ變化したりと假定して體積の膨脹を計算し、更に壓力の増減に伴ふ體積の變化を計算するなり。

壓力不變なる場合には、ゲーリュサックの定律に従ひ、 pv の積は絕對溫度に比例すべし。故に r を氣體の量に比例する不變數とすれば、 $pv = rT$ なり。然るにボイルの定律は孰の溫度にも適合するが故に、此の方程式は任意なる溫度及び壓力に對する一定量の氣體の體積を計算するに用ひ得べきこと明なり。此の式に於ける r の値は或溫度 T 、壓力 p に對する體積 v より $r = \frac{pv}{T}$ なる式にて算出するを得べし。例へば零度七六種の時、 100°C. の體積を有する氣體あれば $r = 27.8T$ なるが如し、而して此の氣體の壓力、溫度、體積の關係は $pv = 27.8T$ にて表出し得るなり。

氣體の體積は溫度及び壓力の影響を受くること斯の如く大なれば、種々の氣體を比較するには常に同一の溫度及び壓力の下にてすべし。然らざれば前記の式を用ひて之を改算するを要す。

三、氣體の密度 氣體が重量を有する事實は、容易に實驗するを得べし。第十一圖に示せる如く、活栓を備へたるフラスコを執り、重量を測定したる後、其の内

第十一圖
氣體の重さを
測るフラスコ



の空氣を吸出して再び秤量すれば其の重量が著しく減少せるを見るべし。又第八圖に示せる装置を用ふれば、吸出したる氣體が一定の壓力の下に有する體積を測定するを得べし、而して重量の減少を右の體積にて除すれば其の密度を打算し得べきなり。氣體は概ね甚だ輕きものなれば、一立の重さを掲ぐるを常とす。唯溫度及び壓力の影響甚だ大なれば、氣體の密度を掲ぐるに當ては、必ず其の溫度及び壓力を示すを要す。第三章までに説きたる諸氣體一立の重量は、零度一氣壓の時に左表に示すが如し。

空氣	水素	酸素	窒素
一・二九二 _五	〇・〇九〇〇 _五	一・四二九 _五	一・二五〇 _五

酸素の密度は正しく水の七分の一にして、窒素の密度は其の八百分の一なり。諸種氣體の密度に對する溫度及び壓力の影響は同一なれば、同溫同壓の下に之を比較すれば、氣體密度の比は常に同一ならざるべからず。密度は一定重量の氣體が有する體積に反比例するが故に、壓力に比例し、絶

對溫度に反比例すること明なり。故に或溫度及び壓力の變化が密度に及す影響を推定すること容易なり。例へば一五〇度（一氣壓）の時一立の重量〇・五一九瓦なる氣體ありとすれば、零度の時一立の重さは〇・八〇四瓦なるべし。水蒸氣の密度は實に此の數に相當す。水素二容は酸素一容と化合して水蒸氣を生ずるが故に、若し體積の變化なしとせば、零度一氣壓の時一立の重量は〇・五三六瓦ならざるべからず。然るに實際の密度は其の二分の三倍なり。故に水素二容、酸素一容が水蒸氣二容を生ずるを知るべし。若し第二章第七圖に示せる装置の（甲）管を一〇〇度以上に熱したらんには、此事實を實驗し得べかりしなり。

第六 空氣中の水分

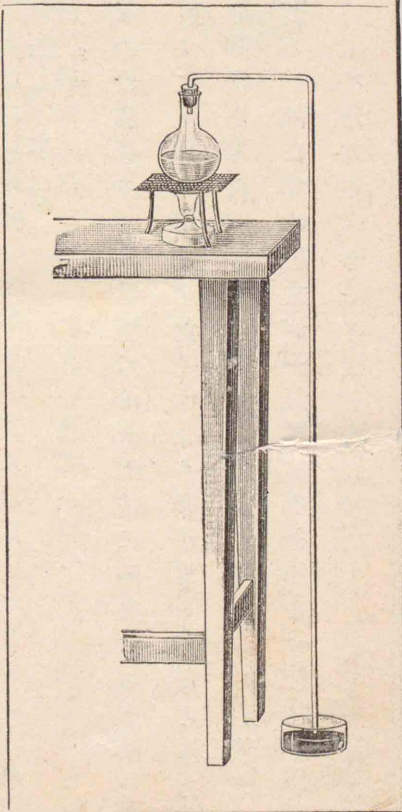
三、蒸發と溫度。水を空氣中に放置すれば、常溫にても次第に消失するが故に、水が百度以下にて蒸發すること明なり。斯の如く水より發出する蒸氣の壓力と溫度との間には一定の關係あり。百度にて沸騰する水より發出する水蒸氣は能く空氣を排して出づるが故に、其の壓力が一氣壓なるを知るべし。之より低き溫度にては、其の壓力も亦小なるべきこと疑を容れず。

第十二圖
水の蒸氣壓を
檢定する装置

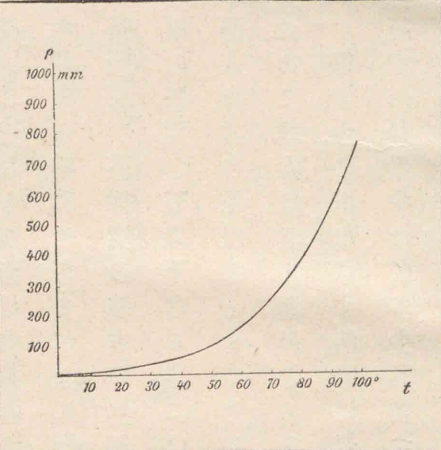
第十二圖に示せる如くフラスコに水を容れ其の口を塞げるコルクに再度直角に曲げたる長き硝子管を附し其の下端を水銀中に降したる後水を熱して沸騰せしむれば器中の空氣は悉く水蒸氣のために驅出せらるべし。是に於て火を去りてフラスコを冷却せしむれば水銀が次第に長管内に昇るを見る。此の際水蒸氣の壓力 f は大氣の壓力 p より水銀柱の高さ h を減じたるものなり。今其の溫度 t を測定すれば左の如き數を得るなり。

t	0°	10°	20°	30°	40°	60°	80°	100°
f (mm)	0.5	0.9	1.7	3.2	5.5	9.2	35.5	76.0

百度以上に至れば水の蒸氣壓は更に大に増加し、一二度にては二氣壓に昇り、一五〇度に至れば一〇氣壓に達するなり。故に水を百度以上に熱せんと



第十三圖
水の蒸氣壓の
曲線



するには蒸氣罐の如き堅牢なる密閉器中にてせざるべからず。孰の液體も其の發生する蒸氣の壓力は溫度の上昇するに隨つて増加すること水に異ならず。第十三圖は水の蒸氣壓と溫度との關係を示せるなり。

すべて蒸氣壓が外氣の壓力に均しき溫度に至れば蒸氣は液の内部に發生し、茲に沸騰の現象を呈するなり。されば高山の巔等氣壓の小さな處にては、水の沸騰する溫度低きが故に米を炊ぐに困難を感じるなり。化學上沸點と稱するは液の蒸氣壓が水銀柱七六糎に均しき溫度なり。

一定の溫度の時に壓力が蒸氣壓以下に降れば水は蒸發す。之に反して壓力が蒸氣壓以上に達すれば蒸氣は液化す。故に蒸氣壓とは其の溫度にて水と蒸氣とが共存し得べき壓力なり。茲に肝要なるは水蒸氣の壓力にして之を混在する自餘の氣體の壓力は殆ど關係せざるなり。

二、空氣中の水蒸氣。斯の如くなれば、二〇度の時に空氣中に含有する水蒸氣

の壓力が一七糎に達するまで、水は空氣中に蒸發すべし、故に一定の溫度の時に空氣中に含有する水蒸氣の量に限ありて、其の最多量の水蒸氣を含めるを飽和といふ。飽和せる空氣一立方米中に含有せる水蒸氣の量左の如し。

溫度	0	5	10	15	20	25	30
濕分(瓦)	四九	六八	九四	一二七	一七一	二三八	三〇〇

實際空氣中に存する水蒸氣の量が右に掲げたる極量に對する比を濕度といふ。即ち飽和せる空氣の濕度は一にして、其の半量の濕氣を含める空氣の濕度は〇・五なり。海面は勿論陸上にも、殆ど到る所に水あるが故に、空氣は常に水蒸氣に飽和せらるべきに似たれども、其の然らざるは濕分少き寒冷なる所(高所及び高緯度の地方)の空氣が絶えず溫暖なる所に移り來るがためなり。空氣の濕度〇・五以下なる時には皮膚より水分の蒸發すること急激なるために吾人は其の乾燥なるを感じ、濕度が〇・九に達すれば蒸發の大に阻止せらる、ために吾人は其の濕潤なるを感ず。特に夏日には鬱陶しさを覺ゆるなり。獨り水のみならず、液體は皆一定の溫度にては一定の蒸氣壓を有し、之を空氣中に放置すれば多少蒸發す。

不許漢譯

著作權所有



本書中の
原圖は轉
載を禁ず

明治三十六年二月七日發行
 明治三十六年四月廿日訂正再版發行
 明治三十七年一月廿日修正第四版印刷
 明治三十七年一月廿日修正第四版印刷
 明治三十八年三月十八日訂正第五版印刷
 明治三十八年三月廿一日訂正第五版發行

近世化學教科書

賣價金八拾錢

著者 池田菊苗
 發行所 東京市小石川區小日向水道町七十三番地
 西野虎吉
 發行所 大阪市東區北久寶寺町四丁目百六番屋敷
 三木佐助
 發行所 東京市京橋區築地三丁目十五番地
 野村宗十郎
 發行所 東京市小石川區小日向水道町七十三番地
 東京開成館
 發行所 大阪市東區心齋橋通北久寶寺町角
 大阪開成館
 (振替貯金口座) 第五參貳貳番
 (振替貯金口座) 第貳壹六〇番

近世理科叢書

東京帝國大學理科大學講師 理學博士 本多光太郎著
世近 物理學教科書

全壹册 正價金八拾錢

東京帝國大學理科大學教授 理學博士 池田菊苗著
世近 化學教科書

全壹册 正價金八拾錢

東京帝國大學農科大學助教授 理學士 脇水鐵五郎著
世近 鑛物界教科書

全壹册 正價金五拾錢

第六高等學校教授 理學士 大渡忠太郎著
世近 植物學教科書

全壹册 正價金五拾錢

東京高等師範學校教授 理學博士 丘淺次郎著
世近 生理學教科書

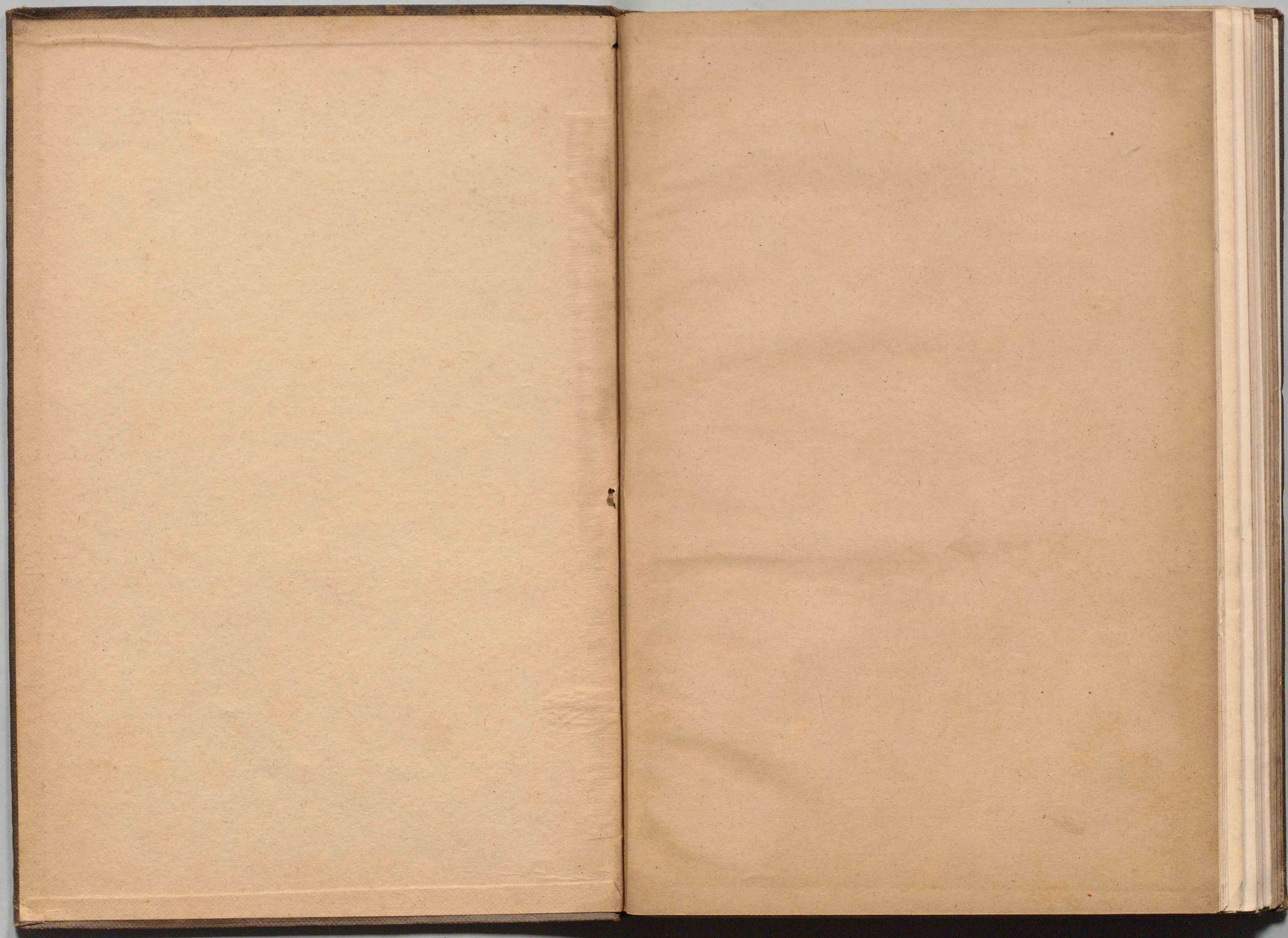
全壹册 正價金五拾錢

東京高等師範學校教授 理學博士 丘淺次郎著
世近 動物學教科書

全壹册 正價金六拾錢

東京帝國大學理科大學助教授 理學士 藤井健次郎著
世近 博物學教科書

全壹册 正價金參拾五錢



6490

海軍學校
圖書館藏書

函 號 番 號

和
一

九
三
一