

理解教科書



寶應盧壽錢編輯

誦習  
適用  
理科教科書

理化篇  
中華書局印行

民國二十二年十二月  
民國二十二年四月十六日  
發行



總發行所  
分發行所

編者

閱者

發行者

印刷者

印刷所

上海河南路轉角

北京天津奉天廣州長沙開封溫州長春  
漢口南昌南京杭州濟南保定武昌太原  
常德福州成都重慶雲南徐州西安油頭  
香港蘭州衡州貴陽吉林潮州安慶桂林  
東昌廈門蘭谿邢台綏化煙台鄭州梧州  
石家莊黑龍江張家口哈爾濱新加坡

(講習  
適用) 理科教科書 全二冊

每冊定價銀五角

寶應盧壽鏡

桐鄉陸費達

杭縣姚漢章

中華書局

中華書局

中華書局

中華書局

中華書局

上海靜安寺路一九二號

# 編輯大意

一本篇大旨。專就博物範圍。提綱挈領。與學者以普通知識。而期合於小學教員講習之用。

一本篇參考多書。合爲四編。所取材料。皆與人類日常生活。有密切之關係。既可增長其學識。且期將來之實用。

一本篇所分編次。首植物。次動物。次生理。次礦物。皆按科學之性質。而順序排列之。

一本篇於插圖之外。尤多列表式。不獨使學者便於記憶。卽將來出而教授時。亦不至茫無頭緒。

講習  
適用  
**理科教科書**  
理化篇

目  
錄

第五編 物理之部

第一章 力學

第一節 運動

第三節 仕事及勢力

第五節 固體

第七節 氣體

第二章 熱學

第一節 溫度及熱

第二節 力及質量

第四節 剛體

第六節 液體

第二節 熱之效果

目  
錄

第三節 熱與仕事之關係

第三章 音學

第一節 波動

第二節 發音體之振動

第四章 光學

第一節 光之直進

第二節 光之反射

第三節 光之屈折

第四節 光之分散

第五節 光之波動說

第五章 磁氣學

第一節 磁石

第二節 磁場

第三節 地球磁氣

第四節 磁氣分子說

第六章 電學

第一節 電氣之現象

第二節 電學器械

第三節 電位

第四節 電流

第五節 電解

第六節 歐姆之法則

第七節 電氣與磁氣之關係

第八節 電流與熱

第九節 感應電流

## 第六編 化學之部

第一章 無機化學 非金屬

第一節 空氣

第二節 養素

第三節 淡素 亞素附

第四節 水及輕素

第五節 質量不變與定比例之定律

第六節 化學成分之分解



第七節 無水炭酸及養化炭素倍數比例之定律

第八節 鹽化輕素及鹽素

第九節 安母尼亞及鹽化安母尼姆

第十節 氣體反應之定律及氣體之通性

第十一節 分子量及原子量 第十二節 化學記號

第十三節 原子說分子說原子價構造式

第十四節 造鹽元素及其化合物

第十五節 養素硫黃及其化合物

第十六節 淡素磷砒素銻及其化合物

第十七節 酸鹼及鹽

第十八節 炭素矽素硼素及其化合物

第十九節 溶液論

第二十節 電解及電離

第二章 無機化學 金屬

第一節 金屬之物理性及合金

第二節 銅銀金白金

第三節 鐵鎳鈷錳鉻

第四節 鎂鋅水銀

第五節 錫鉛蒼鉛

第六節 鋁鈣鎳銀

第七節 鉀鈉

第八節 金屬之化學性及週期律

第三章 有機化合物

第一節 酒精類

第二節 依的兒及愛斯透

第三節 有機酸

第四節 高級之脂肪酸

第五節 多鹼性酸

第六節 有機酸之愛斯透

第七節 清化物及尿素

第八節 炭水化物

第九節 盆純及其透導體

第十節 那富他倫安提賴賽音及其透導體

第十一節 亞爾加羅以特 第十二節 太爾并類及其腦

第十三節 蛋白質

講習適用  
理科教科書 理化篇

第五編 物理之部

第一章 力學

第一節 運動

一、運動 物體變更其位置。謂之運動。在物理學上所論者。常以一物體對於他物體之變位。稱爲物體之運動。故甲物體對於乙物體。其位置變時。則甲物體對於乙物體爲運動。反之其位置不變時。則甲物體對於乙物體爲靜止。運動時必有一定之方向。如西向之人。東行之汽車。下落之雨滴。斜投之彈子。其運動之方向。時時變化。而所經之路。有直線曲線之差。運動方向不變者謂之直線運動。否則爲曲線運動。即對於速度之變化。亦有關係。如運動之速度不變時。謂之等速運動。運動

之速度常變時。謂之不等速運動。

二、速度及加速度 論物體之運動。不特考其遲速。尤必考其運動方向。如併考此二者之量時。謂之速度。速度在字義上并非含方向在內不過從物理學上之便宜方向之意亦含有之但物體運動之速度。時而急劇。時而遲緩。其變化之數值。在一秒間究有幾何乎。此不可以不知也。而表示此變化之數值。謂之加速度。通常測速度及加速度。皆取單位時間內所生速度之變化為準。今命時間為 $t$ 。距離為 $S$ 。速度為 $V$ 。經 $t$ 秒後 $V$ 變為 $V'$ 。加速度為 $\alpha$ 。因得二者之公式如下。

$$(1) V = \frac{S}{t} \text{ (速度公式)} \quad (2) \alpha = \frac{V' - V}{t} \text{ (加速度公式)}$$

三、物體之落下 物體為地球所引。向下墜落。由實驗上知此等運動。各有一定之加速度。無論其自然落下。或因外力而突然落下。或向上拋擲轉而落下。其加速度或有不同。然以普通之落體論之。殆為等加速度運動。每一秒增九

百八十秒。若以物體向上擲去。其初加速度亦大略相同。達於一定高處。其速忽變爲零。急改其方向而自然落下。亦與其初加速度相等。不過其方向相反耳。

四、運動之法則 英國物理學者牛端 (Newton) 從多數實驗之結果。知一般物體之運動。有三種法則。此三法則。雖至今日。未曾修改。其勢力依然增盛。實爲物理學全部中基本之法則。固不獨力學已也。

(第一則) 物體各因其慣性。不受外力之作用。則靜止之物體。始終不變其位置。運動之物體。始終以等速運動。向一直線而進行。

(第二則) 於某時間物體受外力之作用。所生運動量 運動量爲質量與速度之相乘積 之變化。正比例於作用力之大小。與時間之相乘積。

(第三則) 二物體間相互力之作用。其大相等。其方向相反。

上三則中。第一則與第三則爲力之定義。第二則爲測力之規則。

## 第二節 力及質量

一、力 二個物體。使之互相引合。其間生力之作用。例如地球與地上各物體之間。或二個磁石之間。皆有力之作用。此等力之作用。至少須二個物體。方能顯出。然同時取二個物體。不勝其繁。故從便宜上任取一物體。以推究其力之作用。如甲之力作用於乙。或乙受甲力之作用。或某力作用於乙。其實不外甲乙兩體間之作用也。

二、質量 物體中所含有物質之量。卽其物體之質量。欲測知物體之質量時。須明下之二定義。

(1) 以等大之力作用於二物體。生等大之加速度時。則此二物體之質量相等。

(2) 以或力作用於甲物體。更以  $n$  倍之力作用於乙物體。兩體所生之加速度相等時。則乙之質量。必為甲之質量之  $n$  倍。

上記之定義 (1)。證明二物體質量之相等。(2) 比較二物體質量之大小。以理推之。(2) 當然含 (1) 在內。但比較二物體時。必任取其一。以為基本物體之質量。此質量即為單位質量。在物理學上以一瓦之體量為單位。依此方法。原可測知物體之質量。實際上物體之質量。非以天秤測之不可。其方法俟下論之。

三、力之單位 以種種之力。作用於種種物體。生種種之加速度。若以單位質量之物體。生單位加速度。此力亦必為力之單位。在 C G S 式單位中。C 即厘 G 即瓦 S 即秒 為長之單位。三者為基本之單位。稱為 C G S 單位。一般多用之。每以質量一瓦之物體。生一秒秒之加速度時。所作用之力為單位。稱為一瓦恩。(Dyne)

以下揭單位之名稱。但用法及諸種單位之關係。



長之單位

{ Kilometre Metre Centimetre Millimetre 耗	Kilometre	米	耗
	Metre	米	
	Centimetre	厘	
	Millimetre	毫	

質量之單位

{ Kilogram Gram Centigram Milligram 砵	Kilogram	瓦	砵
	Gram	瓦	
	Centigram	厘	
	Milligram	毫	

時間之單位

{ Hour Minute Second 秒	Hour	時
	Minute	分
	Second	秒

長之單位		
1丈 = 10	尺寸	
1尺 = 10	尺寸	
1寸 = $\frac{1}{10}$	尺寸	
1分 = $\frac{1}{10}$	寸	
1厘 = $\frac{1}{10}$	分	
1籽 = 1000	米	
1米 = 1	米	
1厘 = $\frac{1}{100}$	米	
1耗 = $\frac{1}{10}$	厘	

質量之單位		
1砵 = 1	砵	
1瓦 = $\frac{1}{1000}$	砵	
1厘 = $\frac{1}{100}$	瓦	
1毫 = $\frac{1}{10}$	厘	

時間之單位		
1日 = 24	小時	
1時 = 60	分	
1分 = 60	秒	

以上記之三種基本單位稱為CGS單位理論上之計稱多用之

四、引力及重力 存在於宇宙間之物體。皆互相牽引。此牽引之力。稱為引力。從實驗之結果。知二質點間之引力。恆作用於二點相連之直線上。其力之大

小。正比例於二者質量之相乘積。逆比例於距離之平方。此爲宇宙引力之法。則具此引力。能使二物體間起相互之作用。在地球上之物體。既爲地球所引。同時地球亦似爲物體所引。何也。蓋引力之外。尚有物體及於地球之重力作用。此重力正比例於物體所有之質量。與物質之種類。殆無關係。故單位質量所作用之重力。卽爲重力單位。

### 第三節 仕事及勢力

勢力二字其原文爲 Energy 或譯爲能力儲蓄力等皆未確當因勢力二字多通用之

一、仕事 以力作用於物體。使物體隨力之方向而運動。此力之對於物體。卽爲仕事。仕事之量。等於力之大小。與距離之相乘積。若以單位之力。作用於單位距離之物體。亦卽爲仕事之單位。同一仕事。有以器械爲之者。其時間有長短。工業上之器械。於單位時間所爲仕事之量。謂之工率。工率之單位。謂之馬力。每一馬力。在英制爲每秒五百五十呎磅之仕事。在法制爲每秒七五瓦米

之仕事。

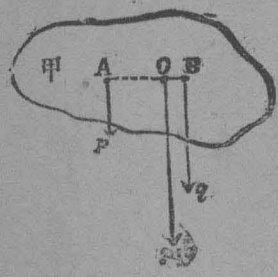
二勢力 仕事之物體。不獨有相當之仕事。并可增其仕事之能。例如地上之水。升至高處。其間不可不有仕事。迨流下之際。可以迴轉水車。并可爲其他種種之仕事。故知一般物體。因他物體所爲之仕事。將來必多增其仕事之能。如此者。蓋有一種勢力之量。由此物體而移於彼物體。其量無所增減。所謂勢力不滅者此也。

#### 第四節 剛體

一、作用於剛體之力 通常物體。受力之作用。不獨變其位置。卽全體改變。萬難復其原形。此等現象謂之歪。(Stress)吾人假設以簡單之力。作用於不生歪之物體。此物體稱爲剛體。其所作用之。力作爲在物體中之一點。此一點稱爲作用點。作用點與力之大小及其方向。稱爲力之三要素。沿力之方向。通過

作用點。而引一直線。此直線稱為作用線。在作用線上。任使作用點移至何處。其結果全無差異。故作用於剛體之力。可由其力之大小。及作用線之二者定之。

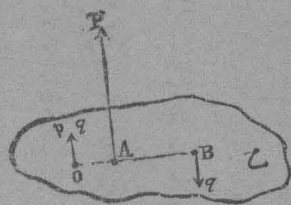
二、平行力之合成 如甲圖作用於剛體之二力。若為平行時。可引一直線。使



與之成直角。而交於 A B 二點。設想此二力之着力點。在於 O 點。則 P q 二力。向同一方向進行。二力之合力。亦與二力平行。而方向相同。其強等於二力之和。著力點 O 在 A B 二點之間。分爲次之比例式。

$$P:q = OB:OA$$

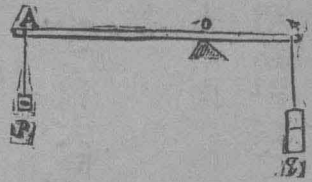
如乙圖 P q 二力之方向。互相反對。則其合力。與力之大者同方向。其強等於二力之差。着力點 O 在 A B 二點之外。其式與上相同。



三、重心 物體各部。受地球引力之作用。此等  
 引力。皆作爲鉛直而互相平行。其平行力。合成  
 爲一個合力。無論物體置於如何位置。此合力  
 常通過物體一定之點。稱此定點爲物體之重  
 心。重心之位置。因物體之形狀而異。在同一組

織之物體。適合於幾何學上之形者。於理論上容易求之。例如棒之中心。卽爲  
 中點。三角形之重心。在三中線之交點。圓輪之重心。卽在中心。圓板之重心。在  
 軸之中點。若扁平之物體。求其重心之法。可取其物體。以絲吊之。沿絲之方向。  
 畫一垂直線於其體上。再換一位置。以絲吊之。亦如前畫一垂直線於其體上。  
 兩線相交之點。卽爲該物體之重心也。

四、槓桿 圖中之棒。可由一定之支點以迴轉。此裝置謂之槓桿。B 爲繫重量



槓 桿

Q 物體之處。A 爲 P 力作用之處。A B O 三點之位置。可以互換。而有三種之裝置。或 A 在 B O 二點之中。或 B 在 A O 二點之中。或 O 在 A B 二點之中。如圖所示者。爲槓桿之一種也。

五、秤 秤即應用槓桿之理而作。爲測知物體重量之器。有天秤。桿秤。臺秤三種。天秤之桿。由輕金屬棒製成。不易屈撓。中央有支點。支點爲鋼鐵三角壻之一稜。其柱固定不搖。兩端有皿。一方載以欲測之重物。一方載以分銅。（即法碼）秤桿水平時。則可由分銅測知物體之重量。桿秤即通常所用之秤。近桿之一端。設以支點。復於其近端。置一皿以載物體。他端以定量之分銅。繫於桿上。可以移動。桿上刻有數目。可於桿之水平時。視其分度。以知物體之重量爲何。臺秤者。即載重物於臺上。臺側支一桿

秤。分銅亦可轉移。桿秤之桿呈水平時。物體之重量。可從桿秤上之分度知之。

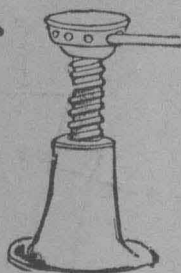
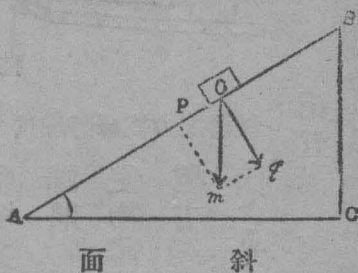
六、滑車 滑車即自由迴轉之輪。能變力之方向。或以小力而起重物。其種類有動滑車。定滑車。或動定合成之滑車。數者。如圖為滑車之一種。q為物體之



滑重P為引上之力。引起q時。用四條細絲。此一條絲之牽引力 $P \parallel \frac{1}{4}q$ 。故用力比

推。稍大時。即能將q之物體引起。但滑車之數。多少不定。應用此理。可以類

七、斜面 傾斜於水平面之面。謂之斜面。如圖之AB為斜面。與水平面為A角。稱為斜面之傾斜角。今於斜面AB上。有m瓦之重物。沿斜面而作用於O點。在斜面上可分解為平行之分力P。與直角之分力q。則因 $\triangle OMP \sim \triangle ABC$ 。故



螺旋

$\frac{p}{m} = \frac{BC}{AB}$   $p = m \times \frac{BC}{AB}$  由此可知  $q$  分力直角於斜面與

$O$  點之運動。殆無關係。 $P$  分力與斜面為平行。可由  $O$  點而落下。故欲使  $m$  瓦之質點。沿斜面上。亦必要有相當於  $p = m \times \frac{BC}{AB}$  瓦之重力。上既知斜面之傾斜角為  $A$ 。則  $p = m \sin A$ 。故  $A$  角愈小。則  $\sin A$  亦小。即  $AC$  之高漸減。舉起重物。用力必省可知矣。

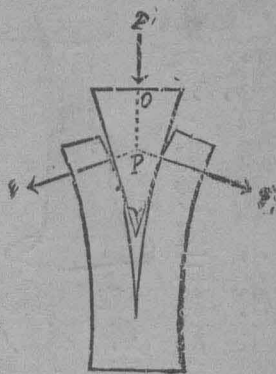
八、螺旋 螺旋為斜面之應用。於圓柱之周。卷以三角形（斜面）之紙片。即成螺旋形。刻以陽紋。復以圓柱刻成適合之陰紋。使用此物。可以起重。

九、尖劈 尖劈由三角形之木片而成。為劈開物體之器。如斧、鑿等即應用此理者也。如圖有  $P$  力由上面垂直沿。押下同時二邊分為  $q$   $q$  之二分力。與





試驗靜摩擦之力之器械



尖劈

物體之抵抗力爭勝。終至二分力能勝過物體之抵抗力。則物體自然劈開。

十、摩擦 靜止之物體。置於平面或斜面上。其接觸面生反抵抗力。此謂之靜摩擦力。物體移動之時。亦生反抵抗力。此謂之動摩擦力。動摩擦力。常比靜摩擦力小。如圖為試驗靜摩擦力之簡單器械。一端將物體置於平面上。一端用分銅測之。分銅達於極限之數。能使物體移動。分銅之重。即其摩擦力最大之數。從實驗上知靜摩擦力與兩體之壓力有正比例。與接觸面之大小無關係。而與其面之光糙有關係。稱為冒蘭 Molen 氏之法則。

第五節 固體

一、彈性 物體表面受外力之作用。則生反抗之內力。若取去外力時。能復其初之狀態。此爲物體之彈性。有彈性之物體。謂之彈性體。所生反抗之內力。謂之彈力。通常之物體。受外力作用之後。有全復原形者。亦有不能全復原形者。富有彈性之物體。雖不易超過彈性之極限。然受外力之作用已久。則不能不生彈性之疲勞。吾人假設有一物體。全無彈性之極限。與疲勞之現象。稱之爲完全彈性體。實際上此種物體。殆不多見也。

二、賀楷氏之法則 (Hook's Law)

從實驗知物體在完全彈性範圍之內。其生歪之狀態。與使之生歪之力爲正比例。此稱爲賀楷氏之法則。例如銅絲。以或力延長之。其長爲 $\frac{1}{100}$ 。若以二倍之力延長之。亦應爲 $\frac{2}{100}$ 。由此法則。對於各種生歪物體之彈性。可得知也。

三、比重及其測法 比重云者。卽以同容積之水爲標準。而比其密度之謂也。

比重測定之法。爲「阿其美狄」法之應用。阿其美狄氏，因人在水中，常覺身體浮動，因發明固體在液體中，其所失之重量，與所壓開同容積液體之重相等。試取一種固體，設其在真空中之重爲  $W$ 。在汽水中之重爲  $w$ 。則  $W - w$  卽爲與固體同容積汽水之重。故比重爲  $\frac{W - w}{W}$ 。行此實驗時，氏四度，否則不能精確。訂正之法，最好以不在  $4^\circ\text{C}$  時之重，與在  $4^\circ\text{C}$  之重之比乘之，卽得。

水	銀	13.596
水	硫酸(濃)	1.84
	硝酸	1.54
	鹽酸	1.21
	海水	1.02
	石油	0.89
	酒精	0.79
	依兒	0.74

第六節 液體

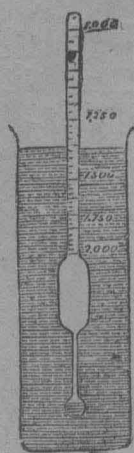
一、液體之壓力 液體與汽體。共稱爲流體。可知液體卽流體之一種。以之盛

於容器之內。加壓力於其一部。則壓力傳至全體。且垂直於器面。其壓力之大小。與面積之大小為正比例。稱為「貝慈考」氏之定例。其後「白來馬」氏應用此理。遂製成精密之壓水機。

二、密度 含於某物質單位體積中之質量。稱為其物質之密度。今設某物質之全質量為  $m$  瓦。其體積為  $V$  厘。平均一。厘之密度為  $d$ 。則 
$$d = \frac{m}{V} \quad (\text{密度的公式})$$

（質量）  
（體積）

三、比重及其測法 比重略如上述。其測法則任取一液。以固體入之。其所失



浮秤

之重。等於同容積液體之重。命此所失之重為  $W_1$ 。又以此固體入於汽水中。其所失之重。亦等於同容積汽水之重。命

此所失之重為  $W_2$ 。故比重為  $\frac{W_1}{W_2}$ 。最精之比重器為浮秤。浮秤全部為玻璃

所成。上部細長。刻以度數。中部較大。下部盛以水銀或鉛。置液體中。其所壓開液體之重。等於浮秤之重。而所壓開液體之容積。視度數可知。

比 重 表	
鈹.....	22.4
白金.....	21.5
金.....	19.4
鉛.....	11.4
銀.....	10.5
銅.....	8.8
鐵.....	7.2
鋅.....	7.1
鋁.....	2.7
金剛石.....	3.5
大理石.....	2.8
水晶.....	2.7
硫黃.....	2.0
象牙.....	1.9
石蠟.....	0.97
冰.....	0.92

四、表面張力及毛管現象 液體表面。如張薄膜。常呈收縮之現象。此現象稱

爲表面張力。乾燥之針。能浮水面。下落之雨滴。多爲球形。玻璃板上之水銀。亦略爲球形。殆皆因有表面張力之故。在液體中水之表面張力頗大。油及依的兒酒精等皆不如之。試以油一滴落於水面。則油忽擴開。水面急爲所蔽。因其

表面張力之差也。毛管現象。則起於液體與固體接觸之間。如以細玻璃管插入水中。則水令管濕。水自上升。其與管相接之液面。呈隆起狀。反之以管立於水銀中。不令管濕。管內之液面陷下。此等現象。皆謂之毛管現象。管中液面高下之差。與管之半徑成逆比例。以上二種現象之所以起。實因液之表面各分子。所受液之內外二部力之不同也。

## 第七節 氣體

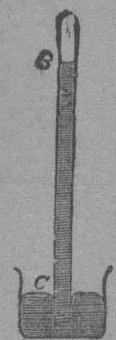
一、氣體 氣體亦流體之一種。與液體之所異者。以比較的小壓力。容易變其形體。故無一定之體積。其他與液體適合之點。列舉於下。

- (1) 靜止氣體之壓力。常直角於壓力所作用之面上。
- (2) 靜止氣體。一部所作用之壓力。無所增減。而傳播於四方。
- (3) 受重力作用之靜止氣體內諸點之壓力。有二規則。(甲)在同一水平面上

諸點之壓力皆相等。(乙)在相異水平面上二點壓力之差等於以兩水平面之距離為高單位面積為底之氣柱之重。

(4) 氣體內之物體受浮力之作用。此浮力等於為物體所排斥氣體之重。

二、空氣之壓力 氣體之密度極小。故人不覺其重。然地球四圍之空氣如此其多。不得謂之無重量。重量既大。地面之壓力亦大。故「禿里賽離」氏曾實



禿里賽離驗空氣之壓力。以一細長之玻璃管。一端閉塞。一  
空管端開口。其中滿貯水銀。倒立於水銀槽內。管中水

銀。漸至低下。迨管中水銀之重。與槽內水銀面所受空氣之壓力相等時。則水銀不復下降。視其管上之度數。因而知空氣之壓力為何也。管之上部無水銀為禿里賽離之真空。但空氣之壓力。因天時之陰晴而有變更。用晴雨表可以測之。

其裝置亦略與禿里賽離氏之真空管同理。

三、薄以耳之法則 (Boyle's Law) 英人「薄以耳」就氣體容積與壓力之

關係而發見一法則曰：「有一定質量一定溫度之氣體。其容積與壓力成反比例。」此稱爲「薄以耳」之法則。法人馬彙太同時亦發見此理，或稱爲馬彙太之法則。若壓力爲  $P$ ，則容積爲  $V$ 。壓力爲  $P'$ ，則容積爲  $V'$ 。故

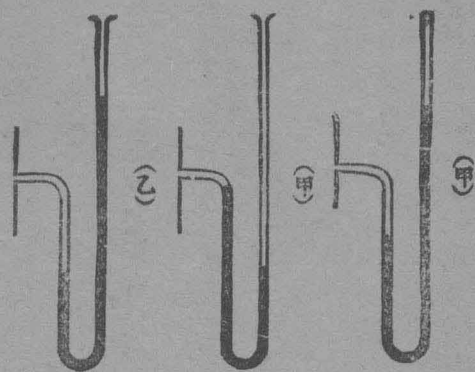
$$P:P' = V':V \quad \text{或} \quad PV = P'V'$$

由此可知一定量之氣體。其容積與壓力之相乘積。恆有一定之數。

四、應用氣體性質之器械 此等器械甚多。試舉其重要者。分述於下。

(一) 測壓器 測壓器有三種。即開管測壓器。閉管測壓器。與金屬測壓器是也。如下之甲乙二圖。爲開管測壓器。可用以測密閉器中氣體之小壓力。由  $U$  字形之曲玻璃管而成。其中注以水銀。短管之口。以皮管聯於所欲測之氣體。視水銀兩面之差。即知氣體壓力之大小。若氣壓較大。則用如丙圖之閉管測壓





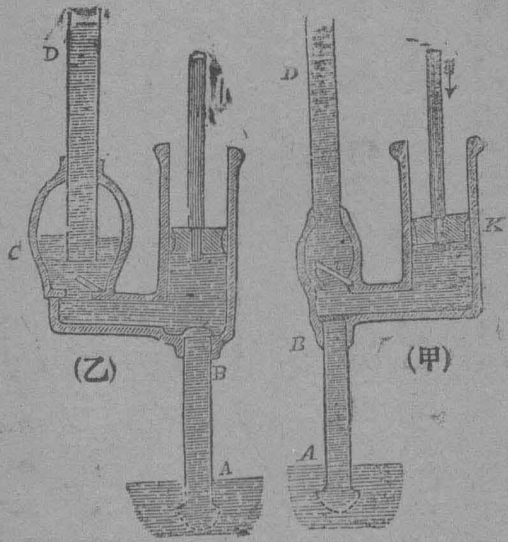
器壓測管閉

器壓測管開

器管內之水銀柱。爲空氣所壓。其壓力與容積有一定之數。以皮管聯開口之一端。接於他種氣體。如他氣體之壓力大。則閉口之水銀上升。而空氣容積減少。反之則空氣容積增多。可應用「薄以耳」之法以測之。至金屬測壓器。卽晴雨表之一種。測蒸氣壓力時用之爲便。

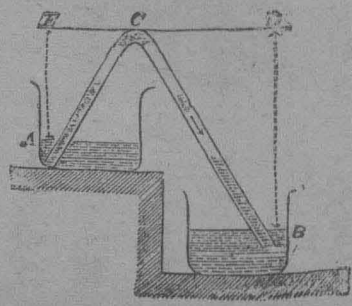
(二) 押水機 此種裝置。由活塞將井水吸上。押下活塞。則壓開筒中之水。由側面管中之瓣。送水於高處。如甲圖所示。但水之昇於高處。僅押下活塞時。管之上端有水流出。不能永續使用。故於側管之處。另設一空氣室。使水之流出無

由管中流出。故乙較甲為優也。  
 (三) 吸管 乃一彎曲之管。兩脚一長一短。置短脚於上器。長脚伸下。比液



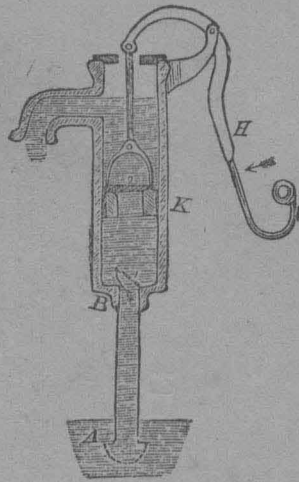
機 水 押

間。如乙圖所示。押下活塞時。水將瓣壓開。先入其中。乘勢以壓縮空氣。進占室中。活塞引起時。水既不入室內。且不斷



吸 管

面低。而置於他一器內。管中之液充滿時。水即不絕流入於下器。此為利用空氣之壓力。使高處之水。移於低處。如圖所示是也。



(四) 吸水桶 如圖為吸水桶之裝置。

吸 可以吸井水上昇。A 為圓桶。桶內有

水 活塞。B 之內部有瓣。K 之內部更有

桶 一瓣。兩瓣皆向上開。H 為柄。將 H 押

下。則上瓣閉而桶內全空。水乃由下

瓣而上昇以補之。由是屢次將 H 推動。則上瓣開而下瓣閉。水自出於活塞之

上。由桶口流出。亦氣壓之使然也。

(五) 排氣機 如圖為排氣機之裝置。右方有唧筒。筒內有活塞。上下有二瓣。中

方為壓力表。有 U 字形之曲管。一端閉口。中有水銀。可以表示氣壓之大小。左



排氣機

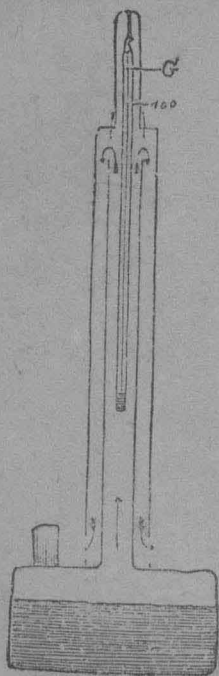
方為排氣鐘。活塞移動時。則筒內之空氣稀薄。故鐘內之空氣。押開下瓣。流入筒內。次第流出於外界。而鐘內之空氣。被排除而出。雖不能近於真空。然所餘甚少。而壓力表之水銀柱。可以表示而出。

## 第一節 溫度及熱

一、溫度 表示寒暖之度。謂之溫度。吾人以手觸物。而有寒暖之感覺者。因其溫度高低之不同也。然但憑吾人之感觸。評定溫度之高下。其中差誤甚多。通常多借用精確之器械以為之助。此器械即寒暑表是也。

## 第二章 熱學

二、寒暑表 通用之寒暑表。為水銀寒暑表。其中貯以水銀。水銀在定溫度定氣壓時。有一定之體積。若溫度有所增減。體積亦因之增減。故利用其有膨脹性質。藉以測定溫度之高下。其形狀不一。有為直玻璃管者。有末端成球狀者。其製造之法。即取一毛細玻璃管。熱其末端。驅逐其中空氣。倒立於水銀槽內。



水銀寒暑表  
表刻度時  
所用之器械

槽內水銀。受空氣之壓力。故水銀入毛細管中。而升於上部。然後取出封閉其口。於

其兩端定標準點。一為冰點。一為沸點。但定冰點與沸點之法。亦頗不易。先將此已實水銀之玻璃管。入於貯冰器中。使水銀收縮至極限之處。則齊其面而畫之。即為冰點。復將此已定冰點之水銀管。置於沸騰之水中。是時外圍之氣

壓。却在六百七十耗。若非六百七十耗，宜有適當之補正，須以測壓器測之。於水銀上昇之處，刻爲沸點。冰點與沸點之間，平均其長度，分爲若干等分，分度之多少，又因其種類而異。計其種類，分爲三者。卽攝氏、華氏、列氏，是已。攝氏爲百度，華氏爲二百十二度，以三十二度爲冰點，實則一百八十度。列氏爲八十度。今命攝氏所表之度爲C。華氏所表之度爲F。列氏所表之度爲R。則得比較之公式如下。

$$C = \frac{5}{9}(F-32) = \frac{5}{4}R$$

$$F = \frac{9}{5}C + 32 = \frac{9}{4}R + 32$$

$$R = \frac{4}{5}C = \frac{4}{9}(F-32)$$

此外尚有諸種寒暑表。或以酒精爲之。或以空氣爲之。或以白金爲之。其種類不同。其名稱亦異。卽其使用之途亦別。本書概從省略。不復贅言矣。

(備考) 水銀之沸點，爲攝氏三百五十度，冰點爲零下三十九度或四十

度，故欲測  $35.0^{\circ}\text{C}$  以上及  $39.0^{\circ}\text{C}$  以下之溫度，水銀寒暑表即不適用，故宜另用他種寒暑表以測之。

三、熱 同一物體而溫度有高低者，因含於物體中之熱量有多少之不同也。但熱不能離物體而存在。即使物體溫度有變化，而重量無所增減。由此可知熱非一種物質明矣。古時學者以熱為一種物質，含於物體之內，稱為熱素。然以之說明摩擦生熱之理，窒礙頗多。故後之學者創為分子振動之學說，經種種實驗，足以證明此說之不誤。故一般多信用之。

四、熱量之單位 物體受熱，則溫度上昇。從其溫度之上昇，可以測知熱量之多少。以一瓦之水，每昇高一度時，攝氏溫度所要之熱量為單位，稱為一「加羅利」。

五、熱容量及比熱 某物體之溫度，上昇攝氏一度所需熱量，稱為其物體之「或以一砵之水，每昇高一度時，所要之熱量為單位，稱為一「砵加羅利」。

## 比 熱 之 表

固 體	
玻璃.....	0.19
鐵.....	0.11
鎳.....	0.11
洋銀.....	0.095
鋅.....	0.094
黃銅.....	0.093
銅.....	0.093
銀.....	0.056
錫.....	0.053
金.....	0.032
白金.....	0.032

液 體	
水.....	1
酒精.....	0.58
依的兒.....	0.54
硫酸.....	0.33
水銀.....	0.033

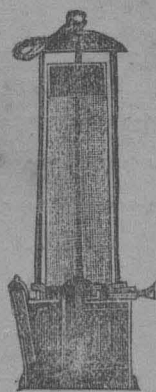
氣 體	(定壓)(定積)	
輕素.....	3.41...	2.41
水蒸氣...	0.48...	0.37
養素.....	0.22...	0.15

熱容量。其單位質量之熱容量。稱爲比熱。通常質量之單位。以瓦表之。熱量之單位。以「加羅利」表之。若氣體受熱時。則增加其體積與壓力。但某氣體之溫度。上昇一度所要之熱量。當體積不變。壓力不變時。其值不無差異。而體積不變時之比熱。稱爲定積比熱。壓力不變時之比熱。稱爲定壓比熱。定壓比熱。常比定積比熱大。其比爲一、四一。即定壓比熱。爲定積比熱之一、四一倍也。



六、熱之傳播 以溫度不同二物體。使之互相接觸。則高溫度之物體。必向低溫度之物體而移動。即在一物體之溫度。亦因其部分而有差異。此溫度之移動。稱爲熱之傳播。然傳播之狀況。各有不同。可區分爲傳導、對流、輻射三種。試取火箸之一端。入於火中。他端亦次第溫暖。殆由物體一端之熱。傳於他端。如此者稱爲熱之傳導。然物體之中。如金屬類之善傳熱者。謂之良導體。有不善傳熱者。如材木、綿、絹、毛布、及液體氣體。謂之不良導體。液體既不易傳熱。則加熱於水之上部。雖不容易溫暖。然加熱於水之下部。則接於器底之水。先因傳導而受熱。減其密度而上升。上部之冷水。降於器底而代之。次第循環。上下流動。若以木屑和於水中。其現象特著。如此者謂之對流。又從太陽所發出之熱。達於地上。其間無傳熱之物質以爲之導。却如輪狀直射於四周。如此者謂之輻射。合傳導、對流、與輻射三者。總稱爲熱之傳播。

(備考) 煤礦中常發生沼氣。(詳化學部中) 遇火爆發。故礦坑中所用



安之燈爲安全燈。(如圖) 燈焰之周覆以全銅絲網。銅絲傳熱發散於空氣。網內氣體雖遇高溫度而爆發。網外之熱悉爲銅絲

傳去。不至達於爆發之高溫度也。

## 第二節 熱之效果

一、膨脹 通常物體。每因溫度上昇而膨脹。其膨脹之現象。又因物體之形狀而異。例如取銅絲熱之。而增加其長。如此者謂之線膨脹。取金屬薄板熱之。而增加其面積。如此者謂之面膨脹。取立體熱之。而增加其容積。如此者謂之體膨脹。線與面與體之三者。每因溫度上昇。時則膨脹若干。以所昇溫度。除所增之長與面積與體積。爲每一度所增之長與面積與體積。再以原長或原

面積與原體積除之。爲線與面與體之膨脹係數。從實測上知線之膨脹係數。如左表所示。

線 膨 脹 係 數 表

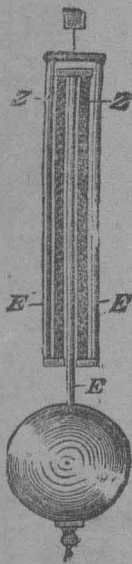
鋅	0.000029
鉛	0.000029
錫	0.000023
黃銅	0.000019
銀	0.000019
洋銀	0.000018
銅	0.000017
金	0.000015
鐵	0.000012
水晶(平行於主軸)	0.0000074
水晶(直角於主軸)	0.0000137
檜(縱)	0.0000049
檜(橫)	0.000054

( 0°—100°c )

面膨脹係數。爲線  
 膨脹係數之二倍。  
 體膨脹係數。爲線  
 膨脹係數之三倍。

物體受熱而膨脹。自不待言。但固體液體氣體三者。其膨脹之現象。不能一致。試分別言之。

(甲) 固體之膨脹 一般物體。溫度上昇時則膨脹。溫度下降時則收縮。知其膨脹之數。即可逆推其收縮之數。固體中有線膨脹與體膨脹二者之關係。知其一即可知其二。由上所述。既知體膨脹係數為線膨脹係數之三倍。則由線膨脹係數。可測知體膨脹係數。即由體膨脹係數。亦可逆測線



子振正補

膨脹係數。蓋物體之膨脹與收縮。為相應而生之現象。故鐵道建築上

所用之鐵。其兩軌接續之處。必留一空隙以防其脹縮之變化。鐵之膨脹係數為○知四百里之軌道其間必留○一六〇三里之間隙。從計算上。時計用之補正振

子。由三根鐵棒<sup>之E</sup>如圖二根鋅棒<sup>之B</sup>如圖製成。當鐵膨脹時。振子之球下墜。同時鋅亦膨脹。振子之球又上升。一升一降。以劑其平。是亦膨脹應用上所當注意者也。

(乙) 液體之膨脹 固體之膨脹。有線膨脹與體膨脹之二者。液體則但有體膨脹。而無線膨脹。其體常收容於器內。故欲測其體膨脹時。不可不注意於容器。蓋液體膨脹。容器亦隨之膨脹。若不除去容器之膨脹。則其膨脹係數。必不真確。最好以連通器測之。於同液中比較其異溫度之密度。以爲推算。實際液體之膨脹係數。比之固體則甚大。

通常物體之膨脹。恆以溫度上升爲準。而水有特異之點。因水於 $4^{\circ}\text{C}$ 時。其密度最大。由零度升至四度。其容積反減小。過此則隨溫度之上升而膨脹。若溫度漸低。初因表面受冷。由對流作用。而使全體之溫度降下。達

## 液體膨脹係數表

酒精	.....	0.00111
依的兒	.....	0.00171
硫酸	.....	0.00049
硝酸	.....	0.00111
克里弁油	.....	0.00071
水銀	.....	0.00018
( c° — 40°c )		

## 水於膨脹時比重之變化

0°...0.99988	5°...0.99999
1°...0.99993	6°...0.99997
2°...0.99997	7°...0.99994
3°...0.99999	8°...0.99988
4°...1.00000	9°...0.99982

賴以生活。

(丙) 氣體之膨脹 氣體之體積。不獨因溫度而有變化。即對於壓力亦有關係。

故論膨脹時。其壓力常宜保持一定之狀態。凡氣體壓力一定。除易變體 爲液體變體之氣。其膨脹係數皆同一。溫度每升一度。其容積增。1 反之則溫度每

於四度之後。則對流停止。上層之水。溫度益低。故湖河之水。結冰自表面始。又爲不傳導體。其下部之溫度。常保持一定。故魚類

降下一度。其容積必減 $\frac{1}{273}$ 。若溫度減至零下 $273^{\circ}$ 。則容積必減盡而無遺。此爲事實上所必無者。蓋各種氣體。除輕素淡素空氣等爲永久氣體。不易液化外。其他多變爲液體或固體。而容積不至爲零。故零下二百七十三度之溫度。可名之曰極限零度。

二、融解及凝固 固體加以高熱。則變爲液體。謂之融解。由固體變爲液體之間。有急激變化者。如冰與鉛之類。有徐徐變化者。如玻璃與鍛鐵之類。其融解時之溫度。謂之融解點。凡物體必至融解點之溫度。始行融解。故物體當融解之時。無論加如何高熱。而溫度不見上昇。因其間變化形狀時。需有一種熱量。謂之其物體之融解熱。或謂之潛熱。反之溫度低下。物體冷卻。則仍變爲固體。此變化謂之凝固。其時之溫度。謂之凝固點。通常一物體之凝固點與融解點相等。凝固時則仍發生與融解熱同量之熱。

### 融 解 點 表

白金	.....	1800°C
鎳	.....	1470
鐵	.....	1200—1400
玻璃	.....	800—1400
銅	.....	1070
金	.....	1060
洋銀	.....	1000許
銀	.....	960
黃銅	.....	900許
鋅	.....	420
鉛	.....	325
錫	.....	230
冰	.....	0
水銀	.....	-39
酒精	.....	-110
依的兒	.....	-118

### 融解熱表(就一瓦言)

水	.....	80.0	加
銀	.....	21.1	羅
錫	.....	14.3	利
鉛	.....	5.4	
水銀	.....	2.8	

多數之物體。凝固時體積收縮。然水、鐵、蒼鉛等。反而膨脹。此為特異之點。在凝固時膨脹之物體。適於鑄造之用。故活字之合金。即此類也。若凝固時收縮之物體。如金、銀、銅等。則不適於鑄造之用。故貨幣之紋章。必由鋼鐵之印形打出也。

三、氣化及液化 無論溫度之高下。液體表面。常發生蒸氣。謂之蒸發。固體表面間亦



有蒸氣者其蒸發之量。達於一定之溫度而有際限。故蒸氣之壓力。至一定之值。而蒸發停止。稱此壓力爲最大張力。達於最大張力時之蒸氣。稱爲飽和蒸氣。試貯水於密閉之容器內。以驗其蒸發之形狀。不問器內空氣之存在與否。而水面之蒸發。繼續不絕。迨水蒸氣之壓力。達於最大張力時。即停止其蒸發。於此而再高其溫度。則水面復行蒸發。至溫度降下。水蒸氣之一部。復凝集而爲水。故容器內之蒸氣。常保持相當於其時溫度之最大張力。蓋由氣體變爲液體。通常謂之液化。液化時必要其溫度降下。及其壓力增加。氣體之壓力。達於其溫度之最大張力時。則氣體成飽和之狀態。於此時少變其溫度及壓力。氣體旋即液化。然各種氣體。均有一種特性。即其氣體達於某一定溫度以上時。雖用如何強壓。亦決不液化。如此之溫度。稱爲臨界溫度。對於臨界溫度之最大張力。稱爲臨界壓力。如輕素、淡素、空氣之稱爲永久氣體者。在常溫時雖用十

分強大壓力。亦不能使之液化。後經種種實驗。始知此等之臨界溫度。非常之低。若令其溫度降至該氣體臨界溫度以下。即可壓之使成液體。於是永久氣體之謬說。遂打破而無餘矣。

物體	臨界溫度	臨界壓力
鹽素	141°C	83.9 氣壓
阿母尼亞	131	114
鹽酸	52	86
炭酸氣體	32	77
養素	—118.8	50.8
空氣	—140	39
淡素	—146	35
輕素	—234.5	20

溫度	最大張力 (最大張力)
10°C	9.17 (Millimetre) 水蒸氣
20°C	17.39
30°C	31.55
40°C	54.91
50°C	91.98
60°C	148.70
70°C	233.09
80°C	354.64
90°C	525.45
100°C	760.00

地面之上。亦時時發生蒸氣於空中。若空氣中之溫度。次第降下。則水蒸氣成飽和狀態。而達於露點。若比露點之溫度更低。則其一部凝爲水滴。空中之雲霧。地面之雨露。皆此無數小滴集合而成者也。他若冰雹霜雪。亦由空中蒸氣液化之形成。水蒸氣之含於空中者。既如此之多。則置食鹽於空氣中。旋卽潮解。然空氣乾燥時。所含水蒸氣之量不多。雖此時溫度下降。亦不易生水滴。空氣既有乾濕之差。則表示此空氣乾濕之度者。謂之濕度。測濕度之法。以「達紐耳」之濕度表爲最善。此表由U字形曲管而成。兩端有二真空球。一端盛以依的兒液體及寒暑表。一端外面以麻布包之。中間支柱之上。更置一寒暑表。包麻布之一端。頻頻滴以依的兒液體。使之奪取球內之熱量。他端球內之蒸氣。至此端球內而液化。他端球內之溫度。亦漸低下。而球外之空氣。遂成露點。此時視球內寒暑表之溫度。再俟其露點消失後。取其溫度而平均之。與球

外寒暑表之溫度相比較。即與空氣溫度之最大張力比較。而得濕度是也。如所生之露點爲三十度。空氣之溫度爲三十五度。據前表三十度之最大張力爲三一·五五。而三十五度之最大張力爲四三·二三。故  $\frac{31.55}{43.23}$  若液體加以大熱。則液面發生氣泡。而起沸騰現象。沸騰時之溫度。謂之沸騰點。沸騰點因作用於液面之壓力而有變化。壓力大則沸騰點高。壓力小則沸騰點低。高山煮水。其沸騰點低。因其壓力小也。各種物體。皆有固有之沸騰點。以混合液熱之。其沸騰點之最低者。順次氣化。可將其各成分分出。此謂之蒸溜分析法。工業上屢用之。液體沸騰之後。無論加以如何高熱。其液體之溫度。終不能超過沸騰點。其故由於氣化時。需有多量之熱。即蒸發之際亦然。一般於某溫度時。一瓦之液體。變爲同量之蒸氣。所要之熱量。稱爲其溫度時之蒸發熱。反之氣體變爲液體時。亦發生與蒸發時所要熱量之同量之熱。

沸騰點表

鋅	.....	930°
水銀	.....	350
水	.....	100
酒精	.....	78.4
依的兒	.....	34.9
(在一氣壓)		

蒸發熱表

水	.....	536	加
酒精	.....	202	羅
依的兒	.....	91	利
水銀	.....	62	
(在沸點時一瓦之量)			

下。物體混合。使之溶解。其溫度即降下。稱爲寒劑。此寒劑之混合物。配置之比如  
 固體變爲液體。或液體變爲氣體時。常奪取他物體之熱量。利用此理。故以二

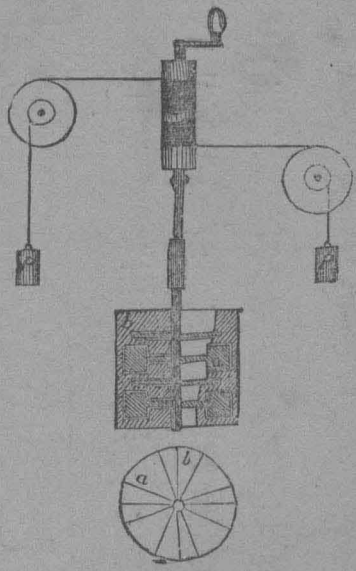
混合物

配合量

混合前之溫度

混合後之溫度





喬巍兒實驗之器械

程之關係也。

二、蒸汽機關 依喬巍兒之法則。發見工程得變為熱。且知二者之間。有密切

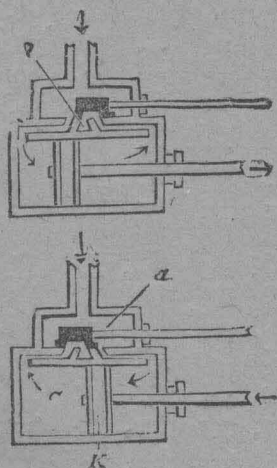
之關係。又可從一定之熱量。逆測相當之工程。應用此理。遂成種種器械。在西

曆千七百年間。始有蒸汽機關之創造。後經英之物理學者「華德」大加改

良。乃適於用。其主要部分為複動機關。如圖所示。為主要之一部。C為圓筒。圓

量繫之。附於滑車。另有刻  
 度之尺。及寒暑表。攪動器  
 轉動時。兩翼亦隨之旋動。  
 由是器內之水。因運動生  
 熱。而溫度上升。可視寒暑  
 表與刻度尺。而知熱與工

筒之旁有配分器。器中分爲二路。其一管與圓筒之口相聯通。配分器中有名



部右左之關機汽蒸

滑瓣之U字形之蓋。能左右運動。而使筒內活塞K爲反對之運動。水蒸氣從管口入於配分器。通過其中。而集於圓筒之下部。使活塞押上。而在活塞上之水蒸氣。又經過通路。而入於凝結器中。若滑瓣向下。而變換其通路。其運動之方向相反。如是一上一下。活塞運動不已。從此運動以傳於車軸。又賴有調節器之調節。以防急激之變化。近日所用之蒸汽機關。蓋卽此也。

### 第三章 音學

#### 第一節 波動



一、波之各部之名稱。水面所生波形。有高低之二部。所示波之曲線。謂之波線。次將關於波之各部之名稱。列舉於下。

- (1) 波線中最低之處爲波之谷。
- (2) 波線中最高之處爲波之山。
- (3) 自此波之谷。復至於相鄰之谷。其間之部分。謂之單波。
- (4) 各單波中諸點之位置。謂之位相。凡同文字所表之諸點。謂之同位相。
- (5) 同位相之相鄰二點間之直線距離。謂之波長。
- (6) 一個單波之時間。謂之波之週期。
- (7) 山與谷之垂直距離。謂之波之幅。或謂之全振幅。
- (8) 單波進行之速度。謂之波之進行速度。
- (9) 由最下點出發。而再達於最下點。其間之運動。謂之一振動。一振動之時

間。謂之振動之週期。在單位時間所爲振動之回數。謂之振動數。

由上可知 波之週期 = 振動之週期 在單位時間所生單波之數 = 單位時間之振動數 又由上可知由此谷向彼谷進行。卽一週期間之波爲一波長。其速度之大。等於以時間除其所通過之距離。故

前進之速度  $(V) = \frac{\text{波長}(L)}{\text{週期}(T)}$  卽  $V = \frac{L}{T}$  或  $L = VT$

若一秒間之振動數爲  $n$  回。則一回所振動之時間卽週期爲  $\frac{1}{n}$  秒。故

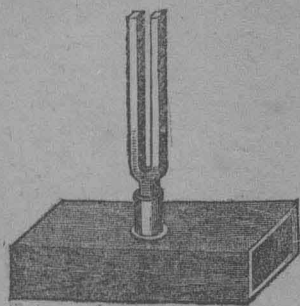
$$V = \frac{L}{\frac{1}{n}} \therefore V = Ln \quad \text{或} \quad L = \frac{V}{n}$$

二、波動之現象 沿波線而次第前進。其運動之形。謂之波動。波動時各質點以等距離而併爲一列。其直角於列而振動者。謂之高低波。或謂之橫波。其沿列之左右而振動者。謂之疎密波。或謂之縱波。疎密波之密部。相當於高低波之山。疎密波之疎部。相當於高低波之谷。自密部或疎部以再至次之密部或

疎部之距離爲一波長。每一波長前進時所要之時間。卽爲一週期。故疎密波前進之速度。與上式相同。以週期除波長卽得。

三、音波 物體激烈振動時。其振動傳於周圍之空氣。而生縱波。其疎密之狀。却如球形。傳播於四方。稱之爲音波。音學上實驗所常用者爲音叉。如圖爲U字形之鋼鐵棒。以胡弓之弦。摩擦其臂。則發生嘹亮之音。其音波之形狀。疎密相間。傳於空氣之內。尙有彈性之物體。以爲之媒介。若真空中殆不聞有音響。其傳播之速度。在溫度十五度時約爲三百四十秒米。每上昇溫度一度。則增加〇·六米。然亦因物體之種類而異。以表明之如下。

又 音



音波之速度  
(0° 秒 米)

鐵	.....	5000
玻璃	.....	5000
銅	.....	3700
銀	.....	2700
金	.....	2100
水	.....	1450
輕素	.....	1270
空氣	.....	331
炭酸氣	.....	259

音波由此一媒體而入於他一媒體。至境界面而反射。且生屈折之波。而入於他一媒體中。故發音時。設有障碍物在其前面。則音依反射之理。而得復聞於耳。此現象謂之反響。若發音時二個橫波相重。則波之山與山。或谷與谷相合。而山愈高谷愈低。此一方之山。與他方之谷相合。則波形打消。而振幅減少。二個縱波相重。亦生同一之現象。如此者稱為音波之干涉。兩波互相干涉時。其各部常以同一之狀態。而反復振動。稱此波為定常波。在定常波中。振動最激

烈之部分。謂之腹。其靜止不動之部分。謂之節。

四、樂音 物體振動。入於吾人之耳鼓。而起音之感覺。若爲有規則之振動。則

所發之音。謂之樂音。令人聞之。頓生愉快。若爲不規則之音。則謂之噪音。如大礮之聲。車輪之聲。令人聞之。生厭。在學術上。無音之價值。此所以與樂音異也。

樂音有三種要素。(一)音之強弱。(二)調子之高低。(三)音色。例如擊鼓之時。用力強

則其音強。用力弱則其音弱。此爲音之強弱。樂器之絃有粗細。粗者其音高。細

者其音低。此爲調子之高低。又樂器之音互異。卽其音色亦異。若使二種樂音。

同時並發。則音波互相干涉。其振動數相同。兩音殆不能區別。若以振動數不

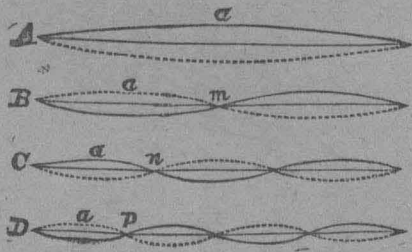
同之二音相合。其振動數爲簡單之比。其波爲有規則之形。則此音令人聞之。

亦生愉快之感。此二音謂之互相調和。否則其振動數既不相同。其波形又不

規則。雖爲二種樂音之合音。其與噪音無以異也。

## 第二節 發音體之振動

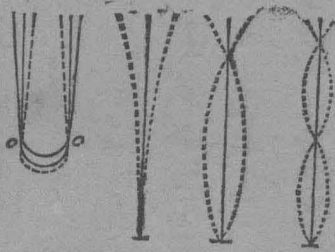
一、絃之振動 固定系之兩端。而彈其中點。則系之振動。如A圖所示。若押其中點。則m之位置。不復振動。而分爲二區。而振動。如B圖所示。由是再押其全長之 $\frac{1}{3}$ 之處。如C D所示。分爲三區四區。而振動。此等之振動。波形不克前進。所謂定常波之振動是也。由上述之理。可知a爲振動最烈之處。即定常波之腹。m n p爲全不振動之處。即定常波之節。A之振動。以系之全長爲一區。謂之原振動。其所發之音。謂之原音。B C D之振動。分爲二區以上。謂之倍振動。其所發之音。謂之倍音。即其振動數B爲A之二倍。C爲A之三倍。D爲A之四倍。通常發音體之振動時。一個振動數。必有數個倍音相



絃 之 振 動

伴而生。故其波形複雜。依實驗之結果。知絃之振動數。有種種關係。(一)逆比例於絃之長。(二)逆比例於其單位長之質量平方根。(三)正比例於其張力之平方根。

二、棒之振動 固定棒之一端。其振動略與絃之振動相同。亦得分全體為一

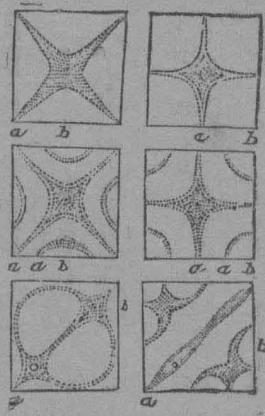


棒之振動

區或二區以上。而使之振動。其振動之數。正比例於其厚。逆比例於其長之平方及密度之平方根。幅比長小故振動數與幅無關係。若棒之中央彎曲。其節近於中央。如音叉之振動。有二節與中央相近。如圖之C與C'。音叉之振動時。其倍振動早已消滅。只剩原振動。故聞其音為單純之音也。

三、板之振動 固定板之一點而振動。則板之振動。可分為數區。相鄰之區。向

互相反對之方向而振動。其間全不振動之部分。謂之節線。欲明此理。可布散



圖砂之尼朵那苦

砂於板上。而使之振動。則砂集於節線。而現出振動之形。及其節線之所在。此稱爲「苦那朵尼」之砂圖。（即 Chladni's dust

Figure）如圖所示。上四板皆固定其中心。下二板乃固定其左方之下角。以手指押其 a

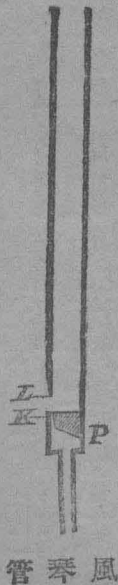
以胡弓之絃。摩擦其 b。其砂圖大略如此。至鐘之振動。雖與板不能全然相同。然可視鐘爲彎曲之板。打鐘時得分爲四區或六區而振動。若盛水其中。以胡弓試之。可明見其振動之形狀焉。

四、共鳴 併列二個振動數相同之音。鳴其甲。則其乙亦暫時發生微音。急以手押甲。止其振動。而乙之微音如故。此現象謂之共鳴。蓋發音體感受有與



自己同振動數之音波。則自然鳴出。故立音叉於臺箱之上。箱及箱內之空氣。因音叉之振動而共鳴。可使其音強大。耳之鼓膜。因發音體所發之音波而共鳴。而有音之感覺。亦同一理也。由共鳴所得音之振動數。每一秒約為十六至三萬六千回之間。

五、空氣柱之振動 簫笛等物。其發音純由竹管中空氣之振動。空氣柱之振動。即此類也。如圖為風琴管。空氣由管之 P 端而入。經過狹孔 K。而激動 L 之



風琴管

薄鏢。生疎密波。氣急則原音與

倍音同發。氣緩則只發原音。不

發倍音。在空氣柱中。管之種類有二。一為開管。一為閉管。其振動時皆生腹節。與節。鏗特氏 (Kuntz) 常實驗氣柱振動時。所生腹與節之位置。用一端閉塞之玻璃管。其中布輕粉末少許。另取一棒。固定其中央。一端附以軟木圓板。以為

管蓋以浸濕之布沿短棒摩擦而使之振動生波。管內粉末羣集於節之部分。



鏗特氏之實驗明節與腹

之所在。蓋二節或二腹間之距離。爲半波長。依此實驗。所得腹與節之位置。即可定其波長。以所知之波長。除空氣中音之速度。則可得棒之縱振動數。又以棒振動所生之波長。乘振動數。則得棒中傳音之速度。如用玻璃棒。則由此實驗。可得玻璃中傳音之速度。如不用玻璃棒而用各金屬或木棒。則亦可求得金屬或木質中傳音之速度。故鏗特氏之實驗。不特可測知管中節與腹之位置。即於求音波速度之方法。亦有絕大之關係也。

六、蓄音機（即留音機器）西曆一八七七年美之物理學者「愛狄生」（Edison）氏發明蓄音機。其構造之要部。即爲蠟筒。中貫以金屬棒之軸。此外

爲富有彈性之薄片。用雲母製成。附於喇叭筒之底部。而能顫動。其薄片上附有細針。針尖接觸於蠟筒之面。軸之一端。附以飛輪。可以節制螺旋。而平均其速度。蓄音時旋轉其軸。使蠟筒由漸進行。而音波入於喇叭筒底。觸動雲母薄片。於是針尖在蠟筒面上。刻成螺旋紋。音低者其紋疎。音高者其紋密。音強者其紋深。音弱者其紋淺。且皆有副音之附著。欲使發音。即將尖銳之針。易以光滑之針。以針端切於蠟筒之紋內。蠟筒旋轉時。針循螺旋而進行。因紋之疎密深淺。故擊動彈力薄片亦有強弱。所生之音波。遂有高低強弱之分。又令音色不減。而與蓄音時之音無異。近時於此種裝置。又大加改良。深恐圓筒旋轉之速度不均。故用時計裝置。以使之回轉。改蠟筒爲圓板。使蠟板如磨旋轉。而刻紋其上。喇叭口之圓徑加大。俾傳出之音益強。此機之作。雖於實際上無甚利用。僅爲文明國之玩具。然近來泰西各學校。藉以練習外國語言。亦未可以輕忽。

視之也。

## 第四章 光學

### 第一節 光之直進

一、發光體 發光體即發光之物體。對於不發光體以示區別也。有自體發光者。如太陽恆星等是。有人造之發光體。如洋燭、火柴、電燈等是。亦有數種物質本不發光。一經空氣之變化。即能發光。俟下化學部中言之然此類不必深論。茲就光體之種類。分別言之如次。

(一) 自光體 不借他光之助而能自發光者 (二) 被照體 (或曰借光體) (三) 透明體 借光體之能通過光

線者 (四) 不透明體 與透明體相反

不發光體亦稱曰暗體。雖不能自體發光。或被他人光體所照。而能發光。亦可稱之為被照體。或借光體。但其質有透明不透明之分。故自(二)以下。可總名之為

借光體。光體所發出之光。謂之光源。與眼連絡。成一直線。於此直線內。置以不透明之物體（即阻光體）則光源殆爲物體所蔽。而不能見。由是可知光之進行。本爲一直線。以放射於四周。當光源爲物體所蔽時。物體之背面。生有黑暗之部。稱爲陰影。陰影有種種形狀。由發光體與阻光體面積之不同。所生陰影亦有差異。如發光體比阻光體大。則所生陰影小。發光體比阻光體小。則所生陰影大。若發光體與阻光體皆爲球形。則陰影中有全暗部分。亦有一部分不全然黑暗者。試從兩體之周。各引切線於其體上。則全黑之部。爲全不受光之處。謂之本陰影。全陰影之周圍。尙有一部分。稍受光源之光。謂之半陰影。本陰影之範圍。距發光體愈近。則愈大。月球上本陰影之長。爲地球半徑之五十七。乃至五十九倍。地球與月球之距離。爲地球半徑之五十五。乃至六十二倍。故當新月時。月在太陽與地球中間。其本陰影尖端。有時能達地球。遂起日。

蝕之現象。如地球某點。居於本陰影之界內。則見日爲皆既蝕。若某點居於半陰影之界內。則見日爲部分蝕。若本影之尖端。不及地球。則於地球上見日。如圓環狀。所謂金環蝕也。又地球本陰影之長。爲地球半徑之三百十六倍。遠出月之軌道之外。故滿月時。月入地球陰影中。則起月蝕現象。僅有皆既蝕與部分蝕之二種。而無所謂金環蝕也。

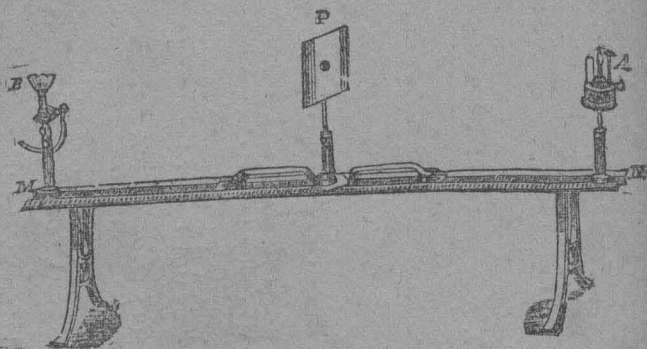
二、小孔之投像 暗室之壁。穿有小孔。光線射入。常成倒影。其故因物體所發之光。皆通過此孔。而以直線進行。故一過此孔。則影之位置。與物體之位置相反。遂成倒影。若光爲一點。而孔爲三角形。則孔內之影。亦爲三角形。樹陰之下。因木葉參差。有多數空隙。日光通過。常使地面生多數太陽圓影。亦小孔投像之一種也。

三、光度 光度之強。因光源之種類及其距離而異。某單位面積所受光源之

光量稱爲其面之照度。某面之照度與光源距離之自乘成反比例。即距離愈大則照度愈小。距離愈小則照度愈大。其光度之強弱又各因其種類而異者。譬如囊螢之光不及燈燭。而燈燭之光不及白熱電燈。此人所易知者也。至光度之單位各國所定不同。英國以鯨油所製成之蠟燭。每一時間燃燒一百二十格林所得之光度爲單位。稱爲一燭光。一般多用之。德國用直徑二厘之鯨油燭而焰長五十厘者。之光度爲單位。法國所用之光度單位約九倍於英國。在一八八四年美國電學會議定。當白金一平方厘米而將至凝結時所生之光爲光度之單位。如是者有十六燭光。

測光度簡單之裝置爲「本生」氏之光度計。(即 Bunsen's photometer)

其構造如圖所示。兩方有比較的兩光體。中間立一塗蠟之紙屏。紙屏之位置可以移動於刻度之尺上。至紙屏上明暗之度相等時。則紙屏前後面之照度相等。故命兩光體之光度爲 A 及 B。紙屏兩面之距離爲 a 及 b。則  $\frac{A}{a^2}$  及



計度光之氏生本

$B$  爲表示此二光度一定之比例式故

$$\frac{A}{a^2} = \frac{B}{b^2}$$

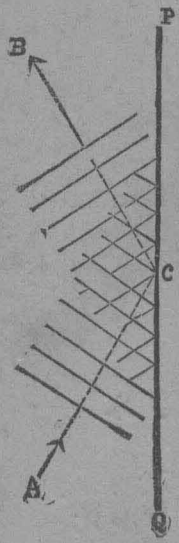
四、光之速度 始測光之速度者爲丁抹之星學者「羅美爾」(Romer) 其測法由木星旁之衛星以一週期間之光速爲測定之標準。當地球與木星爲最近之距離時。衛星爲木星之影所蔽。其理與月蝕同。至再蝕之時間。測定衛星之週期。爲四十二時三十分。由是繼續觀測。其再蝕之時刻。比豫定之時刻少遲。至半年之後。地球離木星漸遠。其等速度前進之光。所費



時刻相差可增至十六分三十六秒。此時地球遠於木星之位置。即與地球軌道之直徑相等。此後之時間。即光通過地球軌道直徑之距離所要之時間也。以此時間除地球軌道之直徑三〇五八四四〇〇〇。得三一〇〇〇〇。為光之速度。其後「菲左」氏 (Fizeau) 直接測定光之速度。復經「符課」氏 (Foucault) 於實驗室內。測得光之速度。每秒為三億米。

第二節 光之反射

一、反射之現象及其法則 光線由此一媒體。即光線所通過之而於他一

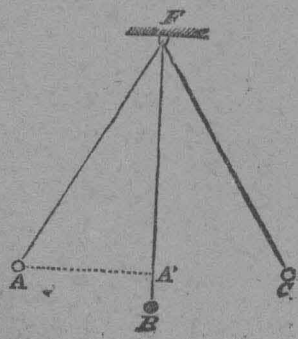


象現之射反(甲)

媒體中。至境界面。即反射面即變其方向。而復歸於其始之媒體中。此種現象。稱為光之反射。如甲

圖之A為發光點。PQ為境界面。由A投射於C。至C點復反射於B。稱CA為投

射線BC爲反射線。此反射線極有規則。若PQ之面爲不甚平滑。則其面上生不規則之反射線。稱爲亂反射。或稱散光。



(乙)

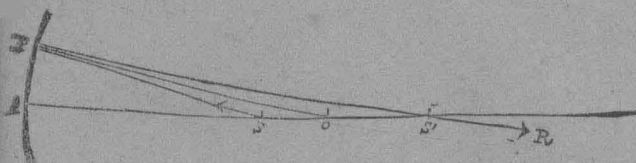
又如乙圖於境界面上。引一垂直線BF稱爲法線。此線分投射線AF。反射線CF爲二個角度。若 $\angle AFB$ 爲投射角則 $\angle CFB$ 爲反射角。反之 $\angle CFA$ 爲投射角。即 $\angle AFB$ 爲反射角。由是得二種之法則。

(甲) 投射線、反射線、及法線、在同一平面上、

(乙) 投射角與反射角相等、而不關於投射角之大小、亦大投射角大則反射角小、角亦小、

二、平面鏡及凹面鏡 置光點於鏡面之前。其光雖向四方發散。而當於鏡面

之一部。有反射光線。由是向逆行方向而延長之。必交於一點。即光點所生之



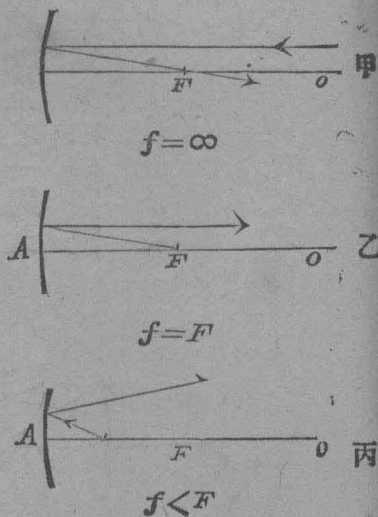
凹 面 鏡

像。若光線不為一點。而為一種物體。則依同理。而記其各點。可於對稱之位置。得其物體之像。若以二平面鏡使之成種種角度。則生種種之像。其數不等。若二鏡平行。則生無數之像。至凹面鏡為球之截面。與平面鏡稍異。如圖AP為凹面鏡。O為球之中心。自O向鏡之中央聯成一直線AO。謂之鏡軸。S為發光點。投射於P。其反射線為S'。切於鏡軸。R為所生之像。其S與S'之二點。稱為共軛點。今命AS為a。AS'為b。AO為r。則依幾何學上之定理。得 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{r}$

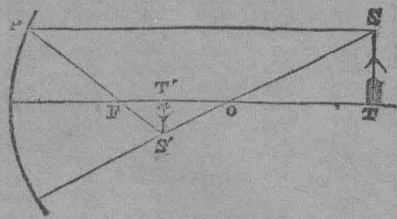
共軛點之位置。各有不同。若所生之像。在鏡面與球心

之中點。則此點稱爲主焦點。如下圖之F點。此AF之距離。稱爲焦點距離。若光點來自無限遠之距離。則光線在鏡面反射後。所生之像。即會合於主焦點F。如甲圖所示是

也。反之。若光點自F出發。則生像亦在無限遠之距離。而反射之光特甚。如乙圖所示。探海燈之製。即應用此理也。若光點在焦點以內。則生虛像於鏡之背後。總之光在球心以外。則像在球心以內。光在球心以內。則像在球心以外。光在焦點以內。則像即在鏡之後面而爲虛像無疑。若光源不爲一點。而爲一種物體。則此物體。可視爲由無數之光點集合而成。其所生之像。恆爲倒立。如圖



置位之點鏡共



物體倒立之像

所示。又由上理知物體在焦點以內。則所生之像。亦在鏡之背後。雖為虛像。但非倒立而為直立也。

三、凸面鏡 中央突出之鏡曰凸面鏡。於鏡軸上置

一光點。至鏡面而反射。從

前理由反射線向反面引

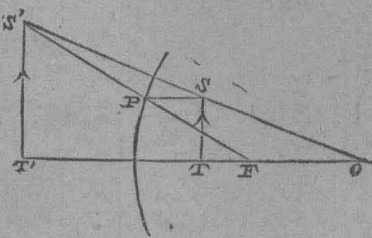
長。交於鏡軸上之一點。此

點為虛焦點。又由前圖既

知。AS 為 a AS' 為 b。AO 為 r。則依幾何學上之關係。得

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{r}$$

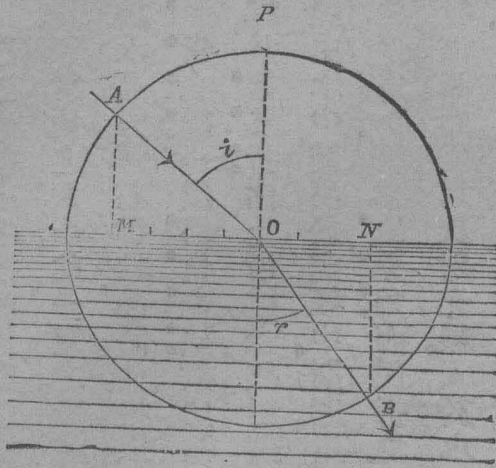
若置物體於凸面鏡之前。則生並立之虛像。在鏡之背後。其大應比實物小。圖如



凸面鏡

### 第三節 光之屈折

一、屈折之現象及其法則 光之直進。上既論之。但光線入於他物體之中。則



光 之 屈 折

因其密度之差。而生屈折之現象。如圖 $\Delta O$ 為投射線。OB為屈折線。 $i$ 為投射角。 $r$ 為屈折角。OP為法線。凡光線因媒體之不同。所生屈折亦異。大概由密入疎。則屈折線遠於法線。而屈折角大。反之由疎入密。則屈折線近於法線。而屈折角小。依種種實驗。得屈折之法則有二。

(甲) 投射線、屈折線、法線、同在垂直於境界面之一平面內、而投射線與屈折

線。則在法線之兩側。

(乙) 二光媒中之投射角與屈折角，其正弦之比，恆有一定之數，而不關於投

射角之大小，此一定之數名屈折率。

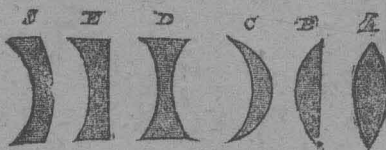
$$\frac{\sin i}{\sin r} = n \quad (\text{屈折率})$$

於水晶方解石等結晶體。使投以光線。則屈折線分爲兩途。向兩方進行。一爲通常光線。一爲異常光線。故照物體於此等結晶體上。則見二像相重。此現象稱爲複屈折。由上所述。光線由疎入密。則屈折角小。由密入疎。則屈角大。若光線由水中發出於空氣中。則應用由密入疎之理。其投射角達於一定之大。其角度爲 $48^{\circ}5'$ 。稱爲臨界角。而屈折角爲 $90^{\circ}$ 。若投射角再令增大。則屈折光線。全行消滅。而變爲反射光線。入於水中。故此現象。稱爲全反射。

二、光之曲進 入濃厚之鹽水於容器中。更靜注清水於其上。兩者互相擴散。液之濃度。漸由下向上。使光線透入。必向屈折率大之處。而次第屈曲。一旦取

水平方向。而更向下方屈曲。此現象稱爲光之曲。進海上靜穩之時。空氣漸次上昇。故上層空氣之密度較小。從遠山船舶等所出之光線。入於空氣。漸取彎曲之道。而達於人目。成直立或倒立之像。所謂蜃氣樓也。又熱帶沙漠之地。地面空氣。因熱上昇。故下方空氣稀薄。遠方樹木。經光線之屈曲。而次第現出。却如倒立於水中。亦光之曲進之一作用也。

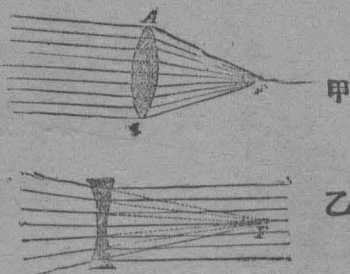
三、靈視 (Lens) 以玻璃製成圓形之扁平體。如圖 A、B、C、D、E、F 六種。其中厚者。如 A B C 三種。稱爲凸靈視。中央薄者。爲 D E F 三種。稱爲凹靈視。通過靈視之中心。而作與其兩面成直角之線。爲靈視之軸。試就凸凹二者而論之。如甲圖之凸靈視。有光線平行於軸。而射入靈視之體內。其光線皆向厚處屈折。屈折後復



視 靈



生屈折而集於軸上一點F。此點名爲焦點。然取凹靈視試之。其屈折之光線。與前悉異。而向四方發散。非全無規則也。逆其屈折線而引長之。皆會合於F



視靈凹與視靈凸

光點在何處。而常爲虛像。今命此靈視之焦點距離爲f。由光點至靈視之距離爲a。由像點至靈視之距離爲b。從實驗或理論上。得如左之關係。

之一點。其發散之光線。却如在此點發出。名爲凹靈視之焦點。凸靈視之焦點常實。凹靈視之焦點常虛。此其所以不同。其焦點與靈視中心之距離。名爲焦點距離。光點在焦點以外。則生實像於反對之側。光點在焦點以內。則生虛像於同側。此就凸靈視言之。若爲凹靈視時。無論

(1) 凸靈視... (光點在焦點以外時)  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$  (若光點在焦點以內)

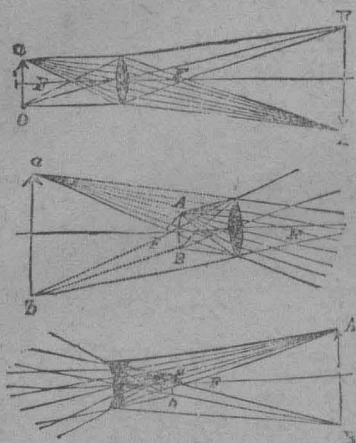
$$\text{(時)} \quad \frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

(2) 凹靈視... (無論光點之位置如何常為虛像) ...  $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = -\frac{1}{f}$

故  $a$  常為正。  $b$  於實像時為正。 虛像時為負。  $f$  於凸靈視為正。 凹靈視為負。 上之三式。 可總以一式表之。

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

若變光點為一物體。 則經光線屈折以後。 生直立或倒立之虛像或實像。 其作

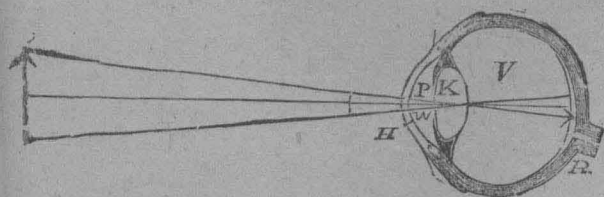


靈視之虛實像

圖法略與鏡同。 如圖所示。 可知凸靈視之實物。 在焦點以外。 則生倒立之小實像於其後。 實物在焦點以內。 則生直立之大虛像於其前。 凹靈視之實物。 任置何處。 常得直立之虛像比原形小。

四、眼之構造 其構造既詳於前編。生理衛生部中茲更約略言其關於構造之理。夫

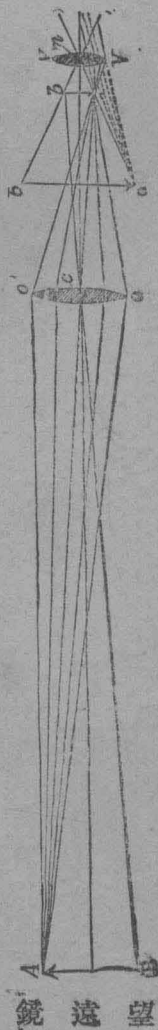
光線從外而入。射於網膜之上。通過水晶體。由瞳孔之伸縮。以加減其光之強度。而報告於視神經。乃起光之感覺。若水晶體過於扁平。則因屈折之理。雖能見遠方之物。而見近方之物。反不十分明瞭。如此者稱為遠眼。若水晶體過於彎曲。則悉與上相反。而稱為近眼。近眼之前。宜用凹靈視以減其彎曲之度。遠眼之前。宜用凸靈視以增其彎曲之度。如此則能明見物體。而稱此明見物體之距離。為明視距離。健全之眼。其明視距離。約為二十五纏或三十纏。



造	構	之	眼		
(R)	(V)	(K)	(W)	(P)	(H)
視神經	玻璃液	水晶體	瞳孔	角膜	白膜

五、光學器械 光學器械有數種。即望遠鏡、顯微鏡、照相器、及幻燈、是也。

望遠鏡之裝置。即於粗圓筒之底口。配以凸靈視。名曰對物靈視。其上端又套入小圓筒。筒之上口。亦配以凸靈視。名曰對眼靈視。如圖有物體AB。由對物靈



視之屈折。而生真像於圓筒內。至對眼靈視。更擴大其像。使ap變為ab。但所生之像。恆為倒立。欲避此病。則宜於對眼靈視之前。更配一凸靈視。使物體之像正立。或以對眼之凸靈視。換為凹靈視。（如世所用之雙眼鏡）則對眼靈視之前。即不多配以凸靈視。亦可免物體倒像之弊也。

顯微鏡之理。與上略同。其裝置略如圖所示。蓋望遠鏡能使遠方之大物體。擴

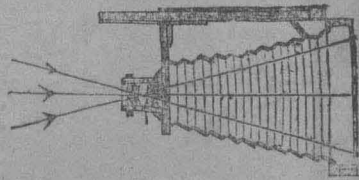
大其像。顯微鏡能使近處之小物體。擴大其像。但此鏡之對物靈視。其焦點距



顯 微 鏡

離極短。置物體於其焦點以外時。則生擴大之實像。更由對眼靈視之擴大。則雖極微之物。可以見之。通常所用之對物靈視。恆在二個或三個以上。可以增其擴大之度。

照相器者。即將靈視所生之倒像。使之印出之器械也。如圖爲暗箱。前端嵌一金屬圓筒。圓筒中有二個凸靈視。後面嵌一縹玻璃板。其四面張以不令透光之布或革。略成蛇腹狀。可以任意伸縮。令物體之倒像。映於縹玻璃之上。更以塗有易於受光藥品之玻璃板入之。此板稱爲種板。其藥劑隨光之強弱。瞬時

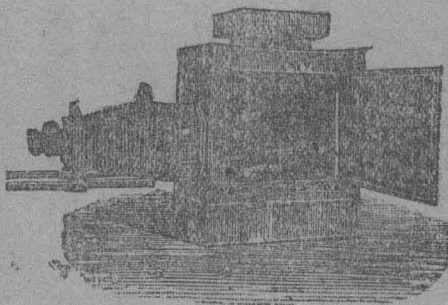


照相器

可生化學的變化。次洗以現像之藥水。使物像現出於板上。名曰陰畫。更以塗有藥品之紙。顯物像於其上。即為陽畫。而成通常之相片也。

幻燈之主部。為凹面鏡。與靈視二者。大略如圖所示。於凹面鏡之前。置

以燈火。反射其光。而通過中間之凸靈視。遂生屈折。更於凸靈視之前。置以異樣之畫板。而使其映出之像。復經過蛇腹之暗箱。蛇腹箱之口。嵌以凸靈視。借以擴大其像。其像照出。映於白布或粉壁之上。大有可觀。（所用



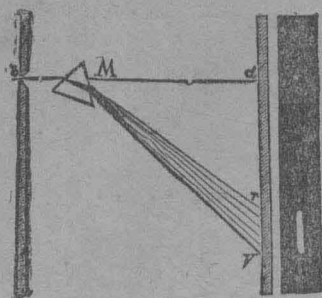
幻燈

之燈。以弧光電燈爲佳。口端之凸靈視。易以凹者亦可。

#### 第四節 光之分散

一、分散 光線投射於三稜鏡即三稜之玻璃柱之第一面時。其一部分反射。一部分

屈折而入三稜鏡之體中。此屈折光線之一部。更向第二面而反射。又一部分屈折而出於體外。試以三稜鏡當暗室之壁孔。使光線通過三稜鏡上。則因屈



光之分散

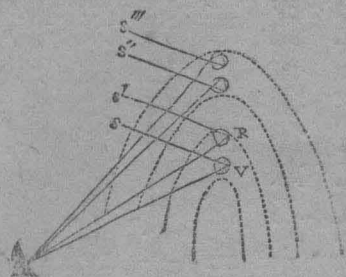
折而分爲無數之光。呈種種美麗之色。如虹帶之排列。且順次排成赤、橙、黃、綠、青、藍、堇之七色。此現象稱爲光之分散。但此七色。乃由日光中所分出。因其屈折之度不同。赤之屈折最少。堇之屈折最多。故最上爲赤色。最下爲堇色。此七色稱爲太陽之光質影。(Spectrum) 若以此

等分散之光。再當於靈視。而可集於一處。爲原來之白色。稱爲複色。其七色中之一色。稱爲單色。〔牛端 Newton〕氏因太陽光爲七色。而深爲研究。遂有七色板之裝置。卽於圓板上塗以七色之繪具。而迴轉之。則七色卽合爲白色。若從太陽光質影中。取適宜之二色相混時。亦可成爲白色。如赤與帶綠青色。橙與青色。黃與藍色。堇與帶黃綠色。是二者互爲餘色。餘色之外。又可合赤綠堇之三色爲白色。稱此三色爲原色。此三色混合得宜時。非但可生白色。亦可生其他種種任意之色。

二、虹 陰雨之後。空氣中含有無數水滴。當於日光。生反射及屈折之現象。而達於人目。呈美麗之色彩者。所謂虹是也。蓋從太陽所射出之光線。至水滴之表面。卽生屈折而入於水滴中。又於其內面生反射。反射後再生屈折。而出於空氣中。經此二次屈折。光線向種種方向發散。同時亦分散而成各色。因各色



所生屈折之度不同。故其光線達於地面。所生角度之值亦異。從實測所知者。赤色之光線。(如圖中R)與地平面所成之角度。為四十二度二分。堇色之光線。(如圖中V)與地平面所成之角度。為四十度十六分。故觀測者在此



虹

地點觀虹。可見赤色及堇色之強光。其餘各色。仍順次排列於赤堇之中間。虹之位置。皆在太陽反對之側。故朝見虹在西。夕見虹在東。可知虹為太陽光所反射。屈折而生。此虹之外。有所謂第二虹者。蓋因太陽光線。經二次屈折。而出於水滴。遂於同時可見數虹。即第一虹之外。有第二及第三第

四等虹。但第二虹第四虹。在太陽之方向。與第一虹第三虹之位置相反。為人目不能見。就所見者論之。即以第三虹作為第二虹可耳。又因此光線。多經一

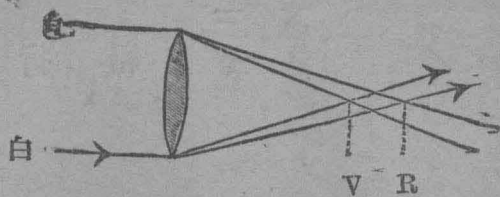
次反射或屈折之後。光之強度必減。所以第二虹之光較第一虹弱也。

## 屈折率

(在水中)

赤(A)	...	1.329
橙(C)	...	1.332
黃(D)	...	1.334
綠(E)	...	1.336
青(F)	...	1.338
藍(G)	...	1.341
堇(H)	...	1.344

三、靈視之色收差 如前所述。日光既由屈折率不同之各色合成。故以之透過靈視。使生屈折時。則見屈折率大之堇色。所生之焦點。近於靈視。屈折率小之赤色。所生之焦點。遠於靈視。故以白紙置於焦點以內時。則見像之周圍帶堇色。置於焦點以外時。則見像之周圍帶赤色。此現象稱為靈視之色收差。欲避此弊。宜用色消靈視。此靈視乃由屈折率小之「克蘭」(Crown) 玻璃凸



靈 視 之 色 收 差

靈視。與屈折率大之「傅林」( Flint ) 玻璃凹靈視配  
 合而成。推原其理。蓋因赤堇兩光線。通過凸靈視時。則堇  
 較赤之屈折率大而收斂。次令兩光線通過凹靈視。而堇  
 又較赤之屈折率大而發散。於是兩靈視以適當之屈折  
 率。集光色於一點。而不生收差。故近來之精良光學器械。  
 多用色消靈視者此也。

四、分光器 分光器亦為三稜鏡之一種。(如圖)其下  
 為刻度之圓盤。盤上附有L圓筒。筒口有細隙。近於盤之  
 一端。嵌一凸靈視。使細隙却在靈視之焦點上。盤之他方。置一望遠鏡。可以任  
 意迴轉。其度數可視盤上而知。盤之中央。置一三稜鏡。試以太陽或其他之光。  
 通過細隙。使光線由L筒之靈視。變為平行光線。通過三稜鏡。而照於望遠鏡

中。故人自望遠鏡中觀之。可見太陽之光質影。此器可以查考太陽及各星球中原質。一般之天文家及化學家恆用之。

五、太陽光質影之種類 太陽光質影中。有無數

黑線之存在。本爲英人「烏那司通」(Wollaston)

所發見。後經德人「傅賴賀富耳」(Fraunhofer)

就此等黑線而研究之。舉其重要者。各加以A B

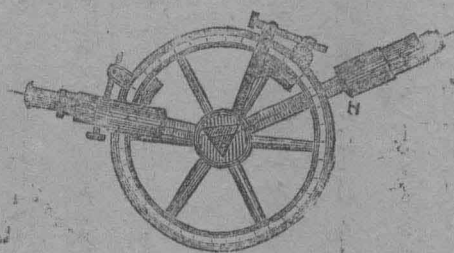
C D E F G H等之名稱。此卽爲傅賴賀富耳之

黑線。或稱爲吸收光質影。在通常之固體或液體

中。雖有光質影之發出。而無黑線之存在。概稱爲

連續光質影。若太陽或其他天體所發出之光質影。有黑線之存在者。稱爲不

連續光質影。又由各種氣體。以考其中之光質影。其中有輝線數條。稱爲輝線。



分 光 器

光質影。化學家往往取諸種物體。於無色焰中熱之。令其生光。以檢其中物質所含之諸元素。此爲光質影之分析法。究竟太陽光質影中之黑線。從何而生。此不可以不辨。蓋太陽所發之光。爲位於太陽中間各物體所吸收。而光不顯出。成爲黑線。欲知相當於黑線部之物體。可檢取地上某物體能吸收某光。以之考察太陽。即可知太陽近傍。相當於某黑線之處。有某物體存在也。

太陽光質影中。各部之作用不同。如黃色之光最強。其餘各色。較黃色之光漸減。故黃色光線。稱爲普通光線。用精良之驗溫器。以測各部熱之作用。以赤色爲最大。由黃色至堇色。其熱之作用漸減。堇色以外。殆無熱之作用。反而測之。至赤色以外部分。尙有熱之作用。故赤色光線。稱爲熱線。又以塗有硝酸銀之紙片。驗其各部化學之作用。以堇色爲最著。堇色以外之部分。尙有化學之作用。故堇色光線。稱爲化學線。故依太陽之光質影而順序排列。赤色部分以外

之光線稱爲赤外線。亦可稱爲熱線。堇色部分以外之光線稱爲堇外線。亦可稱爲化學線。要之普通光線、熱線、化學線。皆與黑線吸收之性質相反。可統稱爲輻射線。

六、物體之色。以光當於各種物體。其光色爲所吸收。其不能吸收者。反射而出。所謂物體之色也。物體之色。各因其種類而異。通常所謂物體之色者。爲太陽之光。卽由白色而生之色。物體被太陽光所照。若將其光質影中之各色光線。全行反射。則可見爲白色。若反射之度稍減。則見爲灰色。再減則變爲黑色。故白、灰、黑之三色。因反射之度之差。物理學上認爲同一之色。由此可知物體之色。全由反射而生。但世界上除太陽光質影之外。殆無天然之色。而全爲繪具之色。繪具之混合。與光之混合。大異其趣。譬如互爲餘色之二色。以黃色之光與藍色之光。適當混合時成爲白色。若以黃色之繪具與藍色之繪具。二者

混合。則成綠色。其原因在黃色之繪具。吸收青藍莖之光。藍色之繪具。吸收赤橙黃之光。除綠之外。其他光色。皆爲所吸收。故獨呈綠色也。

七、燐光及螢光 燐與空氣化合。遂發生薄青色之光。是爲燐光。或以硫化鈣

及硫化鋁。曝於日光中。亦發燐光。以金剛石曝於日中。移暗室視之亦可。至螢光則雖爲螢之自

身所發出之光。若以石油充於玻璃瓶內。當於暗室之小孔。亦反射而生青藍色之光。稱爲螢光。但此螢光不如燐光之久。故以手遮其入射光線。則螢光隨卽消滅。

### 第五節 光之波動說

一、關於光之學說 古時學者。以光爲一種微細之物體。稱爲光素。卽微塵說。

之所主張也。其後「牛端」更以之說明關於光之諸現象。最爲簡便。故當時之學者皆贊同之。其時有名「哈以蓋音司」者。甚反對微塵之學說。而獨唱

波動說以爲宇宙全體有一種依的兒（Ether）之物體。瀰滿其間且存在於各物體中。故發光體之分子振動時。傳至依的兒而生波動。遂能發光。其狀却如發音體之振動。傳於周圍之空氣。因空氣之波動而起音之感覺。依此學說可以說明反射屈折等諸現象。然於光之直進不能十分說明。故「牛端」氏固守微塵說。而決不主張波動說。經百年後。又發見光之迴折干涉等現象。而波動說復興。自是微塵說殆全歸消滅矣。

二、光波之波長 因依的兒之波動。傳於吾人之眼。而生光之感覺。其波長在一定範圍內。可以見之。若赤外線及堇外線。殆不可以肉眼鑑識其存在也。依實驗之結果。由波動說以計算種種之波長如下表。即按太陽光質影中諸色之排列。以示波長之順序。從赤色至堇色。其波長次第減少。而赤外線之波長。比赤之波長尤大。堇外線之波長。比堇之波長尤小。此一定之理。但一般光波



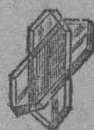
之波長。比之音波則甚小。而其振動數極大也。

A.....	0.0007600
B.....	0.0006867
C.....	0.0006563
D.....	0.0005893
E.....	0.0005270
F.....	0.0004861
G.....	0.0004309
H.....	0.0003969

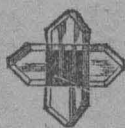
三、偏光 光之進行。限於一定之方向者。是爲偏光。欲試驗此現象時。可取二枚電氣石之薄片。依主軸平行互相重疊。以之通過光線。即生偏光。但因其主軸之方向不同。而其光亦異。使此二主軸互相平行。則光線全然通過。如甲圖所示。若二主軸之方向成若干角度時。則其光漸暗。如乙圖所示。至互爲直角



甲



乙



丙

電

氣

石

## 第五章 磁氣學

### 第一節 磁石

一、磁石 通常所稱爲磁石者。皆富有吸引鐵之性質。但磁石有二種。一爲天

時。其光全不通過。而成黑暗。如丙圖所示是也。今欲說明此種現象。則設光波內依的兒之振動。對於光波進行之方向成直角。故光波爲一種橫波。此說由法之一「富賴耳」所假定。在通常之光。依的兒之振動。皆在直角於光波進行方向之平面內。向種種方向振動。然在電氣石時。其直角於主軸方向之振動。全爲電氣石所吸收。而唯有通過主軸方向之振動。故隨主軸之方向如何。而變更其明暗之度也。以下光之干涉光之迴折等從略

然磁石。一爲人造磁石。所謂天然磁石。卽磁鐵礦之一種礦物。或爲人面體。或爲粒狀塊狀。有金屬光澤。并帶有磁氣。所謂人造磁石者。卽以鋼鐵長棒。使之



磁石與磁針

感受磁氣。其製法詳下。因人之目的所在。而造出種種之形。或爲棒狀磁石。或爲馬蹄磁石。或爲磁針。如上圖所示之三種。此種磁石之吸引力。各部不同。大都磁

石之兩端。其力最強。命此兩端之部分。稱爲磁石之極。試以絲懸弔磁石之中央。使之自由迴轉。則磁石略取南北之方向。而靜止不動。其向北之一端常指南。向南之一端常指南。由此知磁石之兩端。具有相異之性質。而稱此磁石向北之端爲北極。通常以N代之。而向南之端爲南極。通常以S代之。以此兩極任意使之接觸。則生吸引或排斥之現象。以甲之北極。近於乙之北極。或以甲之南極。近於乙之南極時。則兩者之極。互相排斥。若以甲之北極。近於乙之南

極。或以甲之南極。近於乙之北極時。則兩者之極。互相吸引。因此而得次之法。則曰。「兩磁石同名之極相斥。異名之極相引。」

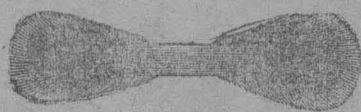
二、磁氣量 如上所述。以甲磁石之兩極。與乙磁石互相作用時。生反對之現象。就此等作用而研究之。可想像磁石之內。必含有一種磁氣量。今命任一磁石之北極。含有若干正磁量。其南極含有若干負磁量。欲比較二個磁石兩極間磁氣量之多少。可用第三磁石之一極。使之作用。而測其力之大小。若二者之力相等。則所含之磁氣量亦等。若作用於甲之一極之力。爲乙之若干倍。則甲之磁氣量。亦爲乙之若干倍。依同樣之方法。可以考驗任一磁石兩端之磁氣量均相等。而方向相反。故知一磁石之兩極。含有正負反對之等量磁氣在也。其和等於零

三、哥倫布之法則 (Coulomb's Law) 哥氏研究兩磁極間之作用。從精密

實驗之結果。而得一法則曰。「兩磁極互相作用之力。(引力或斥力)正比例於兩極磁氣量之相乘積。逆比例於距離之平方。」今以兩極之磁氣量各爲  $m$  及  $m'$ 。其距離爲  $r$ 。互相作用之力爲  $F$ 。則  $F \propto \frac{mm'}{r^2}$  (  $\propto$  常數 ) 故知磁力既逆比例於距離之自乘。其距離愈大。則磁力愈小。設此兩極間所含有之磁氣量相等。而於一纏之距離。以一互恩之力作用之。所得二極之磁氣量。爲磁氣量之單位。稱此磁極之磁氣量。爲磁極之強。又從「法那代」(Faraday) 之實驗。知二極間之力。因存在於其間物質之種類而異其值。如此所謂磁氣量之單位者。乃從空氣中所定之磁力也。

四、磁氣之感應 以磁石近於鐵屑。則鐵屑被磁石吸引。依磁力之方向。順次排列。是卽感應之現象。(如圖) 鐵屑被吸後。其附著於磁石之一端。生與磁極異性之極。而其他一端。生與磁極同性之極。但如木片玻璃等物。雖接近磁

石無此作用。而鎳、鈷等與鐵有同一之性質。故以此等物體懸置於兩磁石之間。則此等物體被磁石吸引。而取與磁石之軸平行位置而靜止。此外如蒼鉛、磷、銅等物。置於兩磁石之間。則於兩極顯出被排斥之狀。故名前者爲常磁性體。後者爲反磁性體。雖



磁石感應之現像

於磁石與銅鐵之間。插入木片、銅片、玻璃等物。其磁力及於鐵之作用不變。例如將鐵粉敷於木板或玻璃板上。以磁石在板下移動時。則鐵粉隨磁石之方向而移動。其感應有如

此者。

五、磁石之製法

以軟鐵近於磁石。雖容易感受磁氣。然遠於磁石時。其磁氣

旋即消失。若以鋼鐵近於磁石。雖不容易感受磁氣。而一旦帶有磁氣。亦不易消失。故製磁石時。以用鋼鐵爲佳。其製法有二種。(一)摩擦法。即取一磁石之極。

與鋼鐵互相摩擦時。或向唯一之方向。或左右摩擦之。均可使鋼鐵變爲磁石。  
(二)通電流法。卽以電流通過鋼鐵之外部。則生感應作用而成磁石。以下電學中更詳言之。  
此磁石能久帶磁氣。稱爲永久磁石。若軟鐵等之磁氣易於消失者。稱爲一時磁石。然軟鐵之磁氣消失後。尙帶有幾分磁氣。稱之爲剩餘磁氣。

## 第二節 磁場

一、磁場及磁場之強 磁場在磁石之近傍。爲磁力所及之處。或稱磁場夫磁力

之所及。其方向原無一定。但因逆比例於距離之平方。其距離大時。則磁力殆

不能及。設以單位之正磁極。持至磁場內之一點。其作用於此點之力。謂之在

其點之磁場之強。而磁力之方向。謂之在其點磁場之強之方向。可略稱爲磁

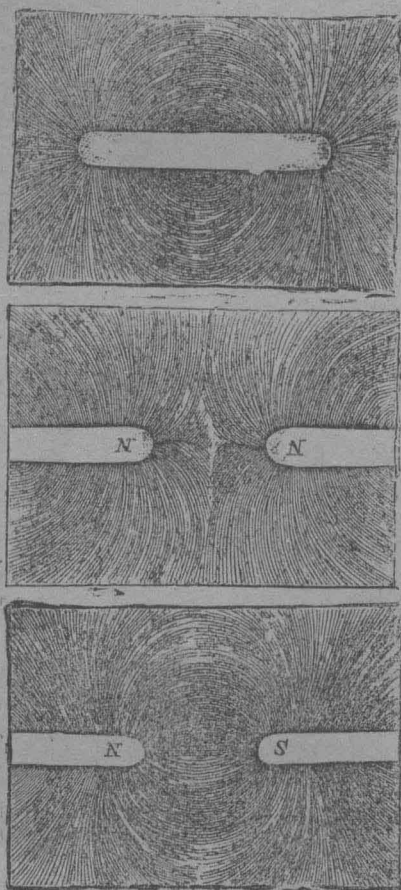
場之方向。若以他一磁石。持來於磁場內時。則磁場之強及磁場之方向。不無

少變。設此持來之磁石。其磁極之強爲極小。則磁場內可視爲無甚變化。由此

理想可於實際上測定磁場之強。

二、指力線 磁石既有吸引排斥之作用。則凡磁場內磁力之所及。以曲線表示之者。即為指力線。欲明指力線之形狀。可於玻璃板上置一磁石。四圍敷以

指 力 線



鐵粉。將板微叩之。則指力線即從板

上現出。但指力線常從正極N處出發。向負極S處進行。故指力線可視為從

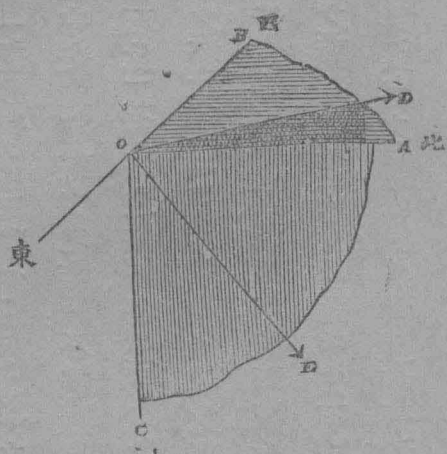


磁石之N出而入於S。其近於兩極之處。指力線較密。遠於兩極之處。指力線較疎。大略如圖所示。至磁石之位置與形狀有變化時。而所生指力線亦異。例如同名之極與異名之極。所生指力線之形各異。棒狀或線狀磁石與馬蹄磁石。所生指力線之形。亦微有不同。要之指力線之方向。不外相引相斥之二途。無論位置與方向如何變更。而N及S之兩極。其出入之方向不改也。

### 第三節 地球磁氣

一、地球磁氣 地球本帶有磁氣。其表面即為地磁氣之磁場。有地磁氣之作。故磁針能常指南北。然地球磁石之磁力。其方向并非正指南北。蓋磁針依水平位置。指如圖之OD方向。其指力線方向。實為OE（即地球之磁力）此OE即由水平分力OA與垂直分力OC所生之合力。與OA成俯角。或曰伏角。OD即星學之子午線。名磁氣子午線。與OA成偏角。偏角各處不同。即磁氣子午線。或偏

在子午線之東。或偏在子午線之西。故測定偏角時。稱爲東若干度。西若干度。



以上所論之水平分力。俯角。偏角。三

者爲研究地球磁氣之三要素。以偏

地角相等之各地點。聯爲曲線。名等偏

球角線。俯角相等之各地點。聯爲曲線。

磁名等俯角線。而磁力相等之各地點。

氣聯爲曲線。名等磁線。又於俯角零度

之各地點。聯爲曲線。名磁氣赤道。俯

角九十度之地點。名地球磁極。地球

磁氣之變化。不獨因地而異。且因時而有變遷。如一年之中有一變化。而偏角

及俯角之差若干。或一日一時之中有一變化。遂成地磁嵐之現象。此現象因地球磁氣

生急激變化。數日之後，其變化之原因。至今尙未能確知也。漸復元形。稱爲地磁嵐。

#### 第四節 磁氣分子說

一、「紀爾罷脫」氏 (Gilbert) 之學說 磁石吸鐵之作用。以兩端爲最著。其中央雖有磁力之作用。不能顯出。然將此磁石切斷其中央。分爲二個獨立磁石。此二磁石之兩端。各生異名之極。任切斷爲若干部分。其兩端均各爲異名之極。英人「紀爾罷脫」就此事實之研究。而立一學說曰。「磁石之各分子。皆爲一小磁石。而N與S兩極。均排列整然。有一定之方向。」由此可知磁石之兩端。其作用特著。而中央不顯出其作用者。因磁石中央相鄰之各分子。雖爲異名之極。而磁氣量互相平均而打消。其在兩端者。無直接之異極。故磁力得以顯出也。

二、「愛詠」氏 (Ewing) 之學說 此學說爲改造前之學說。以說明磁氣之作

用。其說曰。

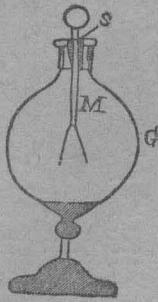
- (1) 凡不帶磁氣之磁性體。其分子各爲分子。故兩極之方向。甚爲錯雜。一旦帶有磁氣。而全體分子之作用平均。而不能顯出磁性。
- (2) 鐵鎳等之磁性體。無論其分子帶有磁氣與否。均可視爲一個小磁石。
- (3) 凡不帶磁氣之磁性體。其分子各取錯雜之方向。而保持平均位置。若受感應之作用。則全體顯出磁性。
- (4) 磁場之磁氣量甚大時。則磁性體之磁力。亦因磁場之強而增加。若磁場之強再增加時。而磁石之力。增加甚少。此爲飽和磁氣。
- (5) 鋼鐵持出於磁場外。其各分子所含磁氣。不易消失。此殆磁氣保存性之一原因也。

## 第六章 電學

第五編 第六章 電學

第一節 電氣之現象

一、帶電 試取封蠟或玻璃棒。以乾燥之弗蘭絨摩擦之。摩擦之後。以之近於紙片或木稟等輕細之物體。即生吸引之作用。吸引後又生排斥之作用。稱此為帶電之現象。欲驗物體之帶電與否。可用驗電器以測之。驗電器之最簡單者為電擺。即以絲懸一木心球。以帶電體近之。則生吸引或排斥之現象。其次為金箔驗電器。如圖之裝置。較電擺易於驗電。即於玻璃瓶內。如圖插一金屬



器 電 驗

棒。如圖棒之上端成球形。下端懸二片金箔。取發電體接近於上端之球。則下端金箔分開。視其所開角度之大小。可知所含電氣之多少。

二、傳電 以封蠟或玻璃等物。可以摩擦生電。上既論之。若以金屬棒摩擦之。使近於驗電器。則毫無帶電之證。何也。古之論電者。分物質為能發電與不能

發電二種。其後經種種之試驗。知物體皆可摩擦生電。惟封蠟等物。其發電僅在摩擦之部分。決不散開。至金屬所生之電。散布全體。或從人手逃至地下。其理與傳熱同。稱此現象謂之傳電。若以金屬之物體。一端以玻璃隔斷之。防止



玻電氣之擴散。亦可用以發電。即如圖所示。棒之一部分為金屬。棒之一部分為玻璃。金屬棒之一部分為玻璃。以絨布摩擦其金屬。使近於驗電器。亦生吸引或排斥之作用。凡能傳電之物體。稱為導

體。不傳電之物體。稱為非導體。而導體與導體之間。以非導體隔之。稱為絕緣體。如金屬、木炭、酸類、及鹽類溶液。或水與動植物等。均為導體。如冰、紙、絹、封蠟、玻璃、硫黃、及樹脂等。均為非導體。而乾燥之空氣。亦為非導體。冬日空氣乾燥。夏日則否。故行電氣實驗時。以冬為易。且玻璃等物。其表面有濕氣凝集。行電氣實驗時。宜以火乾燥之。方易生電。否則雖摩擦而電氣不易顯出也。

三、正負二種電氣 如上行電擺之試驗。而生吸引或排斥之現象者。因其中含有正負不同之二種電氣也。電氣正負。可以代數記號表之。如(+)及(-)。電氣之有正負。猶磁石之有兩極。磁石同極相斥。異極相引。電氣亦同號相斥。異號相引。磁石兩極相重。而失其作用。電氣兩號相併。而互相中和。故電學與磁學。有密接之關係。以下論之或稱正電爲陽電。負電爲陰電。依此等事實。而得一法則曰。「帶同電氣（正或負）之二物體。則互相排斥。帶異電氣（一正一負）之二物體。則互相吸引。」

四、電氣量 欲說明電氣之現象。可假設電氣有一種之量。卽帶正電之物體。必含有若干之正電氣量。帶負電之物體。必含有若干之負電氣量。二物體所含之電氣量。有多少之差。所生引力或斥力。亦因之而異。故「哥倫布」氏研究二個帶電體之間。所有之引力或斥力。與二者之距離自乘爲反比例。與其

電氣量之相乘積爲正比例。稱爲哥倫氏之電氣法則。此法則與上磁氣學同。若其二物體含等量之正電氣。以單位之距離。同置空氣中。則其所生之力爲單位之力。而各物體之電氣量。亦必爲單位量也。

五、電氣之分配。通電於導體。而使之散布全體。至全體之分配適當後。則電氣不復傳導。其分配之情形。「卡昔胥」氏 (Cavendish) 曾實驗之。卽以金屬球之表面。更包圍以二個金屬半球。通以電氣。將半球引開。而以驗電器驗內部之球面。毫無帶電之證。故知電氣之分配。在導體之表面。而不在導體之體中也。但導體表面之形式各異。電氣之分配亦異。如導體爲圓球形。則電氣平均分配於全體。如爲橢圓形。則電氣之集於兩端者較多。如爲四方形。則集於四角者較多。導體之表面。每平方糎之電氣量。稱爲電氣密度。但導體表面上之電氣密度。因形式之異。不能各處皆等。其彎曲愈甚者。所含電氣必多。若

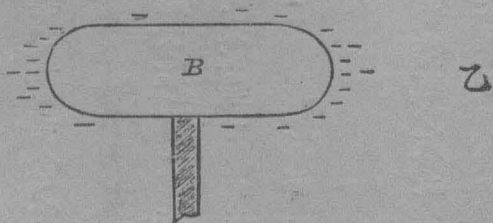
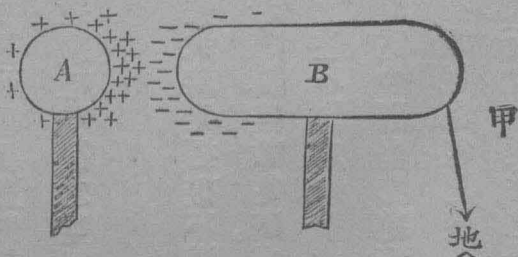
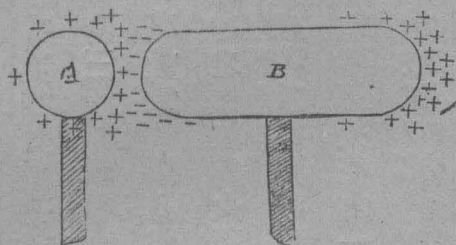


以物體製爲尖端。比之彎曲之面。所含電氣尤多。尖端近傍之物體。因感應之作用。爲所吸引。迨受有同號之電氣。復行排斥。而又吸引他物。遂起電氣對流之現象。

由「卡昔胥」氏之實驗。既知電氣之分配。僅在導體之表面。同時「法那代」(Faraday)亦發見此理。但氏之發見。乃獨立研究。與卡昔胥之實驗無關。氏欲考此事實之確否。因作一每邊十二呎之立方空室。四圍塗以錫箔。通以強大之電流。氏乃携驗電器入此空室。驗電器毫無作用。可知電氣之分配。在導體表面。而其中間無有也。

六、電氣感應 帶電體之周圍。凡其作用所能及者。名之曰電場。電場所示之曲線。名電氣指力線。故電場與磁場相似。磁場之作用。爲磁氣之感應。而電場之作用。爲電氣之感應。如圖A爲帶正電體之電場。以絕緣體之B接近之。其

電氣感應之現像



近A之端生負電氣。遠A之端生正電氣。若將遠A之端以導線聯於地球。則如次圖所示之甲。B之正電由導綫逃至地下。所餘者為近A一端之負電氣。

更將導線切斷之。移出於A之電場外。其表面之負電氣。即分配於全體。如次圖所示之(乙)而永遠帶有負電氣。此稱爲感應授電。

七、放電 凡兩種異號電氣。互相中和。而電氣消失者。名曰放電。放電時能發光及音響。其由於兩帶電體之接近。押破中間之空氣。而互相引合。以成中和。其種類有三。

(甲)火花放電 兩導體之張力甚大時。乃打破不導體之抵抗。而生火花。空氣中之塵埃。爲火花之媒介。若在真空放電時。其火花呈一種特異之象。蓋火花放電。因種種媒介物而生不同之狀。普通用兩球形之導體。取其集電多而火花爲一直線。若集電少則呈曲線形。

(乙)對流放電 導體之尖端。帶有電氣。則包圍於四面空氣之分子。同爲帶電體。其同性之分子。反撥而去。而他處異性之分子。來補其缺。或起衝突。

或生感應。逐次回環。遂起對流現象。故稱爲對流放電。

(丙) 簾狀放電 用球狀導體。帶有極多電氣。則表面放電。其形如簾。故曰簾狀放電。或名電氣簾。

如上所述。但就導體言之。若空氣中之電氣。其放電時有電光或雷鳴之現象。

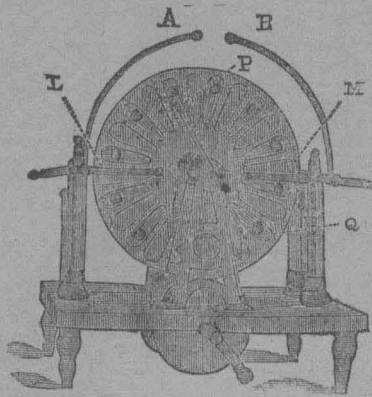
經「傅蘭琳」(Franklin) 之研究。傅蘭琳於雷鳴時。用極大之紙鳶。放於

視之。其銅絲上帶有電氣。因知上層之雲。帶有多量電氣。此帶電之雲。與他雲相感應。因而

雲與雲之間。能起放電作用。又經多數學者之研究。知空氣中之電氣。天晴時下層濃厚之空氣爲絕緣體。上層稀薄之空氣。帶有正電氣。地球帶有負電氣。若天陰時其狀態全變。又空中電氣之變化。一年或一日中。均有最大最小之時。每於晚間見南北兩方。均發有電光。蓋由南極圈及北極圈所顯出者。稱爲南光及北光。大概由兩極空氣之正電。與地面之負電接觸。故放電而生光也。

第二節 電學器械

一、發電機 發電機為發生多量電氣之器械。分摩擦發電機及感應發電機二種。通用者為「渾迓士脫」(Wimshurst)之感應發電機。大略如圖所



機電發擦摩

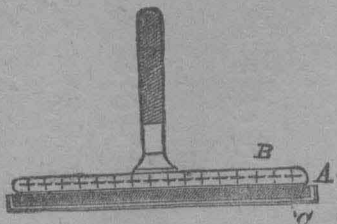
使之接觸於錫箔。以摩擦生電。又以金屬製之齒櫛。如L與M。使稍接觸玻璃

示。以距離極近之二玻璃圓板。同貫於水平軸上。而兩面各貼以細長之錫箔。使之兩兩相對。其下面之滑車旋轉時。此兩圓板各向反對之方向而旋轉。一即向右旋。一軸之兩邊。各附一金屬長棒。棒之兩端。附有細軟之銅絲各一束。形如毛刷。如P與Q。圖上只能表示正面。背面亦各有一束。

圓板之兩邊復連接於金屬製之兩球。如A與B一帶正電。一帶負電。能起放電現象。而生火花。欲明此機感應生電之理。可假設兩玻璃圓板。其後板靜止不動。而前板由左向右旋轉。又設後板對毛刷之任一端。觸於錫箔上帶正電氣。此電氣使毛刷生感應。則此端反生負電氣。而彼端生正電氣。其所觸前板之二錫箔。亦帶有正負電氣。但前板屢向右旋。毛刷屢與錫箔接觸。每接觸一雙錫箔。皆可使之一帶正電。一帶負電。錫箔旋至齒櫛所對之處。更與齒櫛相感應。而齒櫛尖端。因相距錫箔極近。而異號兩電。變成中和。經過齒櫛後。則毛刷上之電氣。悉與前反。即正變為負。負變為正。而皆傳至兩球之上。如是屢屢旋轉。錫箔屢由毛刷得電氣。電氣屢由齒櫛變中和。而兩球之電氣。一正一負。其量與板之旋轉次數俱增。名此兩球為發電機之兩極。此機之裝置。頗為簡單。或於齒櫛之下處。附以二個來頓瓶。以儲蓄電氣。傳至兩球。遂能放電而發

聲光。其下座又有金屬活桿。以加減放電時之電阻。若將此活桿移遠。則火花漸弱。

二、電氣盆 電氣盆之裝置。乃感應生電各器中之最簡便者。如圖以金屬圓盆。中盛樹脂。以玻璃柄連接於金屬板。取弗蘭絨摩擦盆內之樹脂。則樹脂帶負電氣。因感應作用。盆底之上層帶正電氣。若載圓板於樹脂上。其外形似相適合。實則接觸之處。不過數點。中間尙隔有一層空氣。故亦生感應作用。圓板之下面生正電氣。圓板之上面生負電氣。以手指觸於圓板之上面。使負電氣由指逃於地面。再將圓板離開。則正電氣散布於圓板之上。



電氣盆

第三節 電位

一、電位 導體帶電之狀態。高低不同。往往由高者移於低者。則欲表示此高低之度。不可不定電位。電氣之傳達。亦如水之流動。熱之傳播。必至高低之度。互相同一而止。設甲乙二導體。帶有正負電氣。其間以導線聯之。使電氣移動。則兩體必達於同電位。但正電氣由高電位向低電位流動。負電氣亦由低電位向高電位流動。至同一之電位。其流動乃止。此正電氣之電位名正電位。負電氣之電位名負電位。若電體與地球相聯時。電氣旋即消失。而電位變爲零。故論電位。恆定地球表面之電位爲零。而以正電位爲比地面之電位高。負電位爲比地面之電位低。實用上定電位之單位。稱爲弗打。(Volt)測電位高低之器械。多用電壓表或電氣表。

二、電氣容量 電氣容量云者。卽導體所受電氣之量也。導體之形狀。大小不同。卽與以同一之電量。而其電位不無差異。亦如注水於容器。因容器之大小。



而水面有高低。加熱於物體。因物體之大小。而溫度有高低。由此二者。足以說明電氣容量之理。通常測電氣容量之單位。以導體之電位。每昇高一單位時。所需之電氣量定之。若導體之形狀。爲距離極近之二平行板。其電氣容量必大。其中更置以絕緣體。亦能使其電氣容量增大。從實驗知二平行板之電氣容量。與面積之大小成正比例。與其間距離之大小成反比例。與其間絕緣體之性質有關係。而與板無關係。故面積小則電氣容量亦小。面積大則電氣容量亦大。距離小則電氣容量反大。距離大則電氣容量反小。以金箔驗電器試之。足以證明此理。其容量大者金箔閉小。容量小者金箔放大。若於其間置以絕緣體。如樹脂等。較之空氣可增電氣容量三倍。硫黃板可增電氣容量四倍。玻璃可增電氣容量五六倍。可知二板之間。與絕緣體之性質有關係。而與板無關係也益明。

三、蓄電器 蓄電器爲應用上說於二板之間置以絕緣體。可使其電氣容量增大。故有此種蓄電之器械。但蓄電器之種類不一。通用者爲來頓瓶。(Leyden Jar) 此器創始於荷蘭。卽於玻璃瓶之內外。貼以錫箔。約占全體四分之三瓶口有木蓋。中插銅桿。桿之上端爲球形。下端有銅鏈。連於瓶底。通正電於球。則電由球而積於裏面之箔。同時外面之箔。亦因感應而生負電。積之既久。以放電又近之。則起放電現象而發火花。放電又爲金屬製之又其上有二球其柄附以絕緣體放電時以球近導體以手持玻璃柄電氣爲玻璃所隔不能傳至人身可免危險之虞若以多數來頓瓶相連。則錫箔之面積增多。而蓄電之量亦大。往往以數百個來頓瓶連爲一組。放電時其聲光之大。却如空中雷電交作。試驗者最宜注意。其他如蓄積驗電器石蠟蓄電器。其裝置雖異。其理則同也。

#### 第四節 電流

一、電流 以導線連接電位不同之二導體。則高電位向低電位而流動。反之

則低電位亦向高電位而流動。因此事實。可稱之爲電流。若兩導體之電位互相平衡。則電氣之流動乃止。苟用適當之裝置。使兩邊導體之電位。常保持一定之差。則電流永無停止之理。故前者稱爲瞬時電流。後者稱爲不斷電流。但瞬時電流。有週期變化。交互流動於一方或他方者。稱爲交番電流。

二、電池 以品質不同之二導體。使之互相接觸。則導體之一方帶正電氣。而他一方帶負電氣。此兩導體因電位之差。而生接觸電氣之現象。從實驗知兩導體電位之差。全由其品質而定。與其形狀大小及接觸面之廣狹無關。稱爲接觸電氣之法。則如前所論。以兩導體相連絡。則兩者之電位同一。此但就品質相同之兩導體言之。若其品質不同之導體。應各生一定電位之差。因接觸電氣。所生電位之差極小。以蓄積驗電器驗之可知。試以數種相異之金屬。使之互相接觸。則各金屬之間。雖生電位之差。而不生電氣之流動。若此數金屬

中。以一種液態導體置換之。則於液中生化學變化。同時遂生電流。沿導體而流動。如此裝置。即所謂電池是也。

三、弗打電池 (Volta's Cell) 此電池之裝置。以容器盛水。加少量之硫酸。

其內有對立之銅板及鋅板。銅板帶正電氣。鋅板帶負電氣。此二板以精良之驗電器驗之。知其

電位有一定之差。以導線連之。遂生電流。同時鋅與硫酸互起作用。變為硫酸鋅。銅板

面上發生輕素。其化學之變化。以次式表之。  $Zn$  (輕素) +  $H_2SO_4$  (硫酸) =



電池內用之銅及鋅。稱為電池之極。此兩極一正一負。故銅為正極。其電位高。

鋅為負極。其電位低。從上接觸電氣之法則。得下之二條件。

- (1) 兩極電位之差。因銅、稀硫酸、鋅之品質而定。與接觸面之大小無關。
- (2) 銅及鋅電位之差。等於銅、稀硫酸、電位之差。與稀硫酸及鋅電位之差之

和。即  $(\text{CuZn}) = (\text{Cu}, \text{H}_2\text{SO}_4\text{aq.}) + (\text{H}_2\text{SO}_4\text{aq. Zn})$  (aq. 爲 aqua 水之略即水溶液之意)

此一定電位之差。稱爲電池之電動力。從實驗知此種電池之電動力。約爲一弗打。又從電流之方向。分電池爲內外二部。外部由正極向負極流動。內部由負極向正極流動。如是則電流所通之路。成一輪道。或稱之爲電路。於單位時間內通過電路之電氣量。即稱爲電流之強度。電流之單位稱爲安培。(ampere)

四、電池之衰弱 電池兩極電位之差。雖有一定。實際上有種種原因。而使電池生衰弱之弊。試說明於下。

(1) 局部電流 純粹之鋅甚少。往往含有鐵質在內。與硫酸起化學作用時。則鋅鐵與硫酸成一輪道。於不通電流時。生局部電流。而鋅遂爲無益之

消耗。欲防此弊。可塗水銀於鋅之表面。使鋅與水銀成一合金。而鐵自分離。因鐵不溶於水銀。故由表面出而溶解為硫酸鐵。

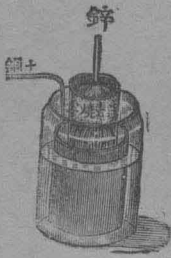
(2) 分極作用 通電流時。硫酸與鋅作用。發生輕素。附著於銅板。不但礙電

流之通路。且與電池起反對之作用。而生出逆送電流之小電動力。此為分極之現象。能使電流漸次衰弱。欲防此弊。須用別種溶液為防衰劑。以下

之論

五、二液電池 電池內用二液為防衰劑者。其種類甚多。述之於下。

(1) 達紐耳電池 (Daniell's Cell) 此電池以硫酸銅為防衰劑。使與輕素



達紐耳電池

作用。以防電池之衰弱。其外部為玻璃圓筒。內放素燒之土器。土器內放硫酸與鋅。土器外放硫酸銅之濃厚溶液與銅板。此電池內之銅板

爲正極。鋅爲負極。所生之電動力爲一·〇七弗打。

(2) 本生電池 (Bunsen's Cell) 此電池以硝酸爲防衰劑。其正極不用銅



本生電池

板。而用炭素棒。負極仍爲鋅。硫酸與鋅起作用時。發生輕素。此水素再與硝酸作用。而生水與硝酸。此二種混合物。一部溶解於硝酸。一部爲

亞硝酸氣體。而發散於外。其電動力爲二弗打。鍍金及物理實驗時多用之。

(3) 賴果蘭諾電池 (Leclanche's Cell) 此電池內部之裝置。與本生電池同。但負極之鋅。以礬砂 ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 之濃液浸之。其防衰劑爲炭末與二養化錳之粉末。其正極亦用炭素。所生之電動力爲一·五弗打。此電池中礬砂之溶液。若浸入如木髓等多孔質之物中。則成一種便於攜帶之蓄電

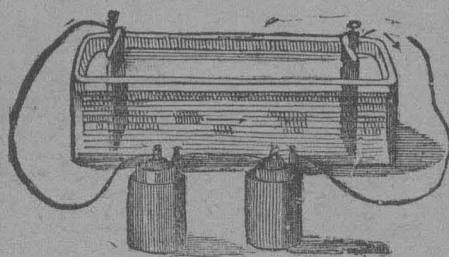
池。通常稱爲乾電池。

4、重鉻酸電池 此電池用重鉻酸鉀 ( $K_2Cr_2O_7$ ) 之溶液爲防衰劑。不用素燒之土器。而於重鉻酸鉀與硫酸之混合液中。插入鋅板及炭素板。爲電池之兩極。通常多用二片炭素板。而鋅棒在其中央。通電流時將鋅棒插入。不用時引出液上。其電動力在二弗打以上。因有分極作用。而電動力次第減少。

### 第五節 電解

一、電解 通電流於物體。而物體因之起分解者。謂之電解。試驗電解之法。卽於容器內充以水及少量之硫酸。更插入二片金屬板。以連接於電池之極。電流沿矢之方向而流動。器內之水。乃分解爲輕素與養素。養素從正極發出。輕素從負極發出。正極或稱陽極。負極或稱陰極。分解時從陽極發生之物質。稱





爲陽伊洪。(Anion) 從陰極發生之物質。稱爲  
陰伊洪。(Cation) 總稱則爲伊洪。(ions)  
英人法那代從實驗之結果。而得關於電解之二  
法則。

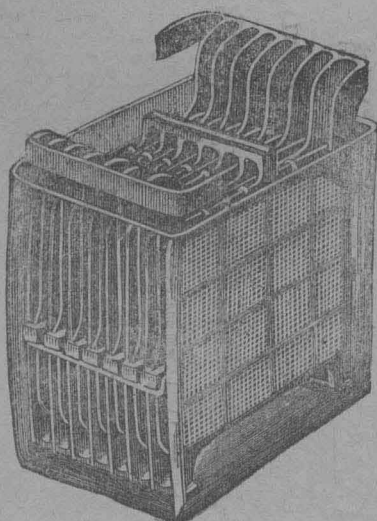
- 1、因電解所分解之伊洪之量、與通過電解質  
即電氣所分  
解之物質 之電氣量成正比例、
- 2、由同一之電流所分解諸伊洪之量、與其伊

洪之化學當量成正比例、  
化學當量詳  
下化學部

二、電鍍術 電鍍之術。卽以其所可鍍之金屬爲陽極。以其所被鍍之金屬爲  
陰極。無論欲鍍何種金屬。可於其鍍金槽中。用某金屬之鹽類。如鍍銅則用硫  
酸銅之溶液。鍍鎳則用硫酸鎳阿母尼姆之溶液。鍍銀則用青化銀鉀之溶液。

鍍金則用青化金鉀之溶液是也。

三、蓄電池 電解時所生之電動力。稱爲分極電動力。蓄電池即應用此理而



蓄電池

作。取格子形之鉛板數枚。開

有多數小孔。其表面以養化鉛塗之。此二板入於稀硫酸之液中。使互爲平行而對立。先以鉛板爲兩極。送入強大電流。則因硫酸之分解。故陽極之養化鉛。變爲過養化鉛。

而陰極之養化鉛。還元爲鉛之粉末。若電流送入愈多。則其作用愈大。而兩極間生反對之電動力。迨二鉛板經十分變化後。絕其電流。使鉛板之電位差。達

於二弗打以上。而過養化鉛附著之鉛板爲正極。其他一種鉛板爲負極。故稱此爲電池之蓄電。更將此已蓄電之兩極。以導線結之。其電位差漸漸減少。遂起放電現象。放電以後。再送入強大之電流。使之蓄電。則兩極又起變化。而復於其初之狀態。此種電池。比較通常電池爲便。但常使放電。而不使蓄電。則電池受損。故使用數次。必須蓄電一次以補助之。實際言之。蓄電池如本圖所示。用數鉛板并列於器中。使電池之容量增大。而抵抗減小。行蓄電時多用代那模 *Dynamo* 發電機。詳下

### 第六節 歐姆之法則 (*Ohm's Law*)

一、抵抗 電池之兩極。以不同之導線連結之。則因導線之品質長短粗細不同。而所生電流。亦有強弱之異。此殆由導線對於電流有相異之抵抗。却如水流於管內。亦因管之品質大小長短不同。而於同一時間內。其所流之水量亦

有差異。德人「歐姆」從實驗之結果，發見一法則曰：「導線兩端之電位差與通過導線電流之強互為正比例。」今命其電位差為  $E$  弗打，電流之強為  $C$  安培，則導線之抵抗為  $R$ 。因得次式  $C \parallel R$ 。式中  $R$  為比例之常數。在同一導線，其兩端之電位差若變時，則電流亦因之而變。然兩者之比，常保持一定之值。若導線兩端之電位差為一弗打，所通過電流之強為一安培，則其導線之抵抗亦為一歐姆。但抵抗與溫度亦有關係。金屬之抵抗，常因溫度上昇而增加。炭素之抵抗，反因溫度上昇而減少。

二、比抵抗 品質相同之物體，其抵抗亦因長短粗細而異。從精密之實驗，知抵抗之大小，與導線之長短為正比例，與其粗細為逆比例。故欲比較各種導線之抵抗，以同一之形狀為便。通常以長一米切口面積一耗之平方物體之形，稱為其物體之比抵抗。比抵抗之逆數，稱為其物體之傳導度。次表揭溫度

零度時之比抵抗及傳導度。以水銀為標準者也。

長1米 粗1 <sup>號</sup> 2	比抵抗	傳導度	比抵抗	傳導度	
水銀	0.913歐姆	1	白金	0.091	10.3
洋銀	0.267	3.5	金	0.0206	45.8
鉛	0.196	4.8	銅	0.0160	59.0
鎳	0.124	7.6	銀	0.01506	62.6
鐵	0.097	9.7	炭素	約5.000	

三、全抵抗 取數種導線。順次連結。而通以電流。欲測其全抵抗時。命各導線之抵抗為  $R_1, R_2, R_3, \dots$  而連結 C 諸點之電位。各為  $E_A, E_B, E_C, E_D, \dots$  所通過此等導線電流之強為 C。則從歐姆之法則。  $\frac{E}{C} = R$  或  $E = RC$  得左之關係。

命全抵抗爲  $R$  則  $R = R_1 + R_2 + R_3$

此導線爲行之連結。其全抵抗等於各導線抵抗之和。次以導線之各端連爲一束。通過電流時。導線兩端電位之差。各線同一。可命之爲  $E$ 。各導線電流之強命爲  $C_1, C_2, C_3$  則

$$E = R_1 C_1 = R_2 C_2 = R_3 C_3$$

即各導電流之強。逆比例於其導線之抵抗。從上既知抵抗爲  $R$ 。而全電流亦可命爲  $C$ 。則

$$E = RC \quad C = C_1 + C_2 + C_3 \quad \therefore \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

此導線爲列之連結。其全抵抗之逆數。等於各導線抵抗逆數之和。

四、電池之抵抗 電池內部。可作一導體觀。故電氣流動於內。亦生抵抗。此謂

之內抵抗。其外部連結於兩極之導線。所生抵抗。謂之外抵抗。今命電池之電動力為  $E$ 。電流之強為  $C$ 。外抵抗為  $R$ 。內抵抗為  $r$ 。則得左之關係。

$$E = C(R + r)$$

此際兩極電位之差。等於  $CR$  而比  $E$  尤小。

五、電池之連結 取  $n$  個相等之電池。以一電池之正極。與他電池之負極。順次為行之連結。其全內抵抗及全電動力。等於各電池之內抵抗及電動力之  $n$  倍。故各電池之抵抗及電動力。各為  $r$  及  $E$ 。電流之強為  $C$ 。外抵抗為  $R$ 。由上理得次之關係。
$$C = \frac{nE}{R + nr}$$
 次以各電池之正極與負極。各成一束。順次為列之連結。其全電動力與各電池之電動力無異。其全內抵抗等於各電池內抵抗之  $\frac{1}{n}$ 。則 
$$C = \frac{R + \frac{r}{n}}{E} = \frac{nE}{nR + r}$$
 次以  $P$  個電池為行之連結。共為  $q$  組而列結之。則與電動力  $PE$  弗打內抵抗

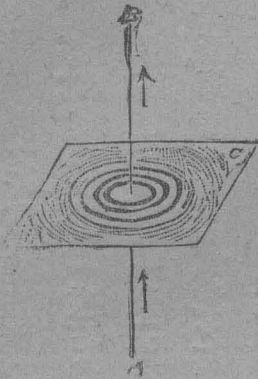
Pr 歐姆之  $q$  個列結電池無異。故  $C$

$$= \frac{p}{R + \frac{p}{q}} = \frac{qp}{qR + p} = \frac{nE}{qR + pr} \quad (n \text{ 爲電$$

池之總數)

### 第七節 電氣與磁氣之關係

一、電流之磁氣作用 電流之周圍有磁氣作用。亦可稱爲磁場。法之學者「安培」常研究電氣之作用。而以磁氣說明之。遂發見電流之方向與磁針所偏方向之關係。如圖以電流之導線。通過厚紙之中心。紙上敷以鐵粉。其指力線之方向。平行於紙面。垂直於電流。與螺旋之運動無異。其螺旋進行之方向。即爲電流之方向。螺旋迴轉之方向。即爲指力線出入之方向。此稱爲安培之法。則應用此理。遂有種種度電圈之作。度電圈即用



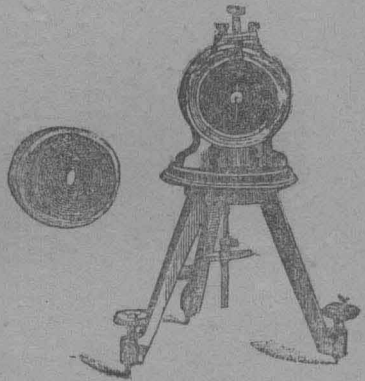
電流與磁器之關係



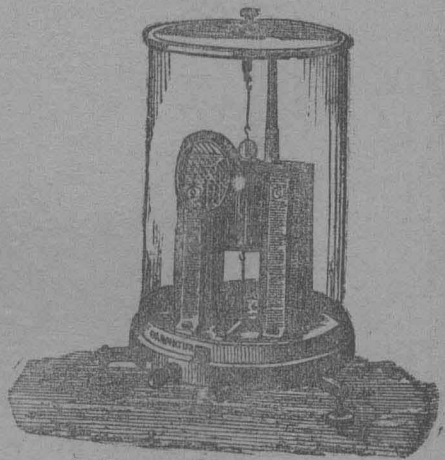
導線卷爲螺形之圓圈。其作用與磁石無異。由此事實。故「安培」氏又創爲分子電流說。其說曰、「一磁石各分子之周圍。有同強之電流。以同方向而流動。然於磁石之內部。凡一分子之電流。與相鄰分子之電流。互消其作用。而磁石之表面。却如一圓筒電流之流動。」故磁石亦可作一度電圈觀也。

二、電流表 電流所生之磁力。正比例於電流之強。應用此理。遂有測電流之強之器械。稱爲電流表。電流表有數種。如下第一圖。爲絲卷之絕緣銅絲。稱爲廓衣耳。(Coil) 其中心弔以磁針。此磁針之方向。與廓衣耳之平面成一。致。通電流於廓衣耳。則磁針忽偏。而直角於廓衣耳之平面。從此偏角之大小。可測知電流之強。又如第二圖。以細銅絲弔一廓衣耳。置於蹄形磁石兩極之間。使廓衣耳之平面。與磁氣之指力線成一。致。通電流於廓衣耳。則廓衣耳遂直。角於磁氣之指力線。而懸弔廓衣耳之銅絲。亦因之迴轉。故由此廓衣耳偏角

電 流 表



第 一 圖

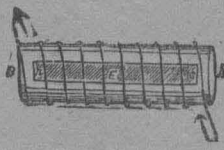


第 二 圖

之大小。亦可測知電流之強。二種之外。又有所謂正切電流表者。其實測之結果。爲電流之強。與磁針偏角之正切成正比例也。

三、電磁石 於度電圈之內部。置一鐵棒。因感應作用而成磁石。即上所謂

電磁石

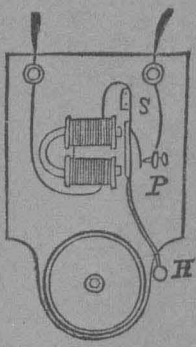


稱爲電磁石。此電磁石以鐵爲心。周圍裹以導線。通以電流。遂生強大之磁力。凡電鈴、電信、電話及其他之諸器械多利用之。

四、電鈴 電鈴之構造略如下圖。左方爲蹄形磁石。使觸於

右方之軟鐵片。與磁石之兩極相近。鐵片之端。附於彈條。彈條一端。附以螺旋。軟鐵片爲彈條所支。而螺旋輕觸於彈條。使用時以電池連結於導線。導線中

電鈴



又置一電鑰。以啟閉電流之通路。將電鑰押下。則電流乃通。軟鐵片爲電磁石所吸引。使且錘擊鈴一次。是時彈條從螺旋離開。斷其電流。故電磁石失其作用。軟鐵片因彈條之力。而復其原來位置。由是彈條復與螺旋接觸。又成一輪道。而通電

流且錘又擊鈴一次反復行之則電流屢斷屢續鈴亦屢鳴不已。

五、電信機 此為應用電磁石而作。由電流之作用。能於極遠之距離。以傳達

音信。其主要部分為電池、

發信機、受信機、及連結於

兩地間之導線。如甲圖為

發信機、受信機、及電池等、

連續之裝置。乙圖為發信

機。ab為挺子。x為彈機。依

彈機之作用。雖能使導線

與受信機連續。若甲局或

電 信 機

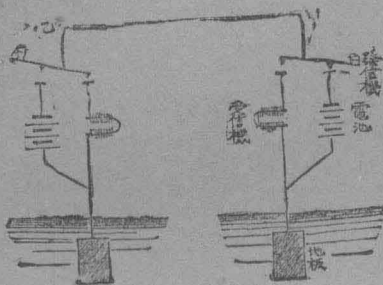


圖 甲

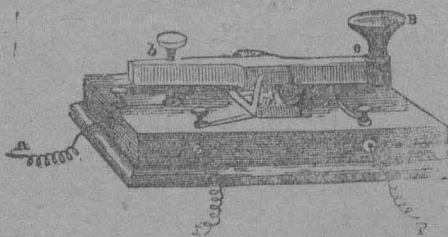


圖 乙

乙局壓其一端。則導線與受信機斷絕。而連續於電池。故電流經過導線。至於

乙局。乙局之受信機即動。由地中而復歸於甲局。受信機之裝置略如丙圖。E

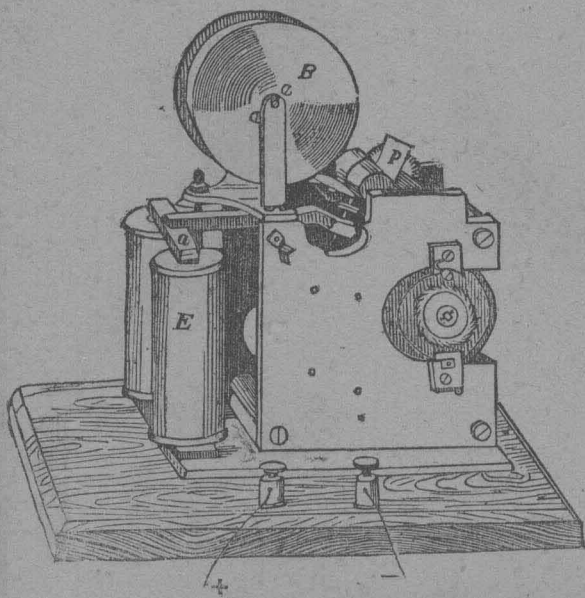


圖 丙

爲電磁石。a 爲附於挺子一端之軟鐵片。s 爲附於他端之鋼筆。P 爲卷於 B 之細長紙片。亦如時計之裝置。而徐徐引出。通信時一方壓其發信機。則電流送入。軟鐵片爲磁石所吸引。同時鋼筆亦觸於紙片。而現出符號。由此符號。可

知其何字。而音信遂可通矣。

## 第八節 電流與熱

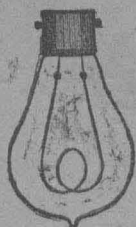
一、喬巍兒之法則 有電位差之發電體。原蓄有位置之勢力。以導體連結之。則電氣流動。電位至於同一。而位置之勢力。變爲運動之勢力。由運動之勢力而生熱。即通電流時成輪道之各部。其抵抗不同。抵抗大者生熱多。抵抗小者生熱少。依「喬巍兒」之研究。於輪道之各部。在單位時間內所發生之熱量。正比例於電流之強之自乘。與其部分抵抗之相乘積。設電流之強爲C 安培。抵抗爲R 歐姆。於一秒時間內所生之熱量爲H 加羅利。則  $JH = CR^2$

式中之J。爲比例之常數。又因熱量與時間亦爲正比。設H 爲T 秒時間所發生之熱量。則應變上式爲  $JH = CR^2T$

二、電燈 電燈即利用抵抗生熱之理。其種類有二。一爲白熱電燈。一爲弧光

電燈。如甲圖爲白熱電燈。於真空玻璃球內。入以細炭素或白金絲。通以電流。

(甲)



電 燈

(乙)



十

流電。次將兩棒引開。其火花飛出。而炭素之一部。發生蒸氣。電流由此通過。又因炭之抵抗大。故棒之兩端溫度。達於三千度以上。從炭素所發出白色之光。焰成爲弧狀。故稱爲弧光電燈。此電燈之抵抗爲五歐姆。必有四十或五十

因炭素抵抗大而發生高熱。能放強大之白光。故稱爲白熱電燈。通常所用十六燭光之白熱燈。發光時須一百零三弗打之電動力。與零七六安培之電流。斯時炭素之抵抗。約爲一四十歐姆。如乙圖爲弧光電燈。以二炭素棒使之互相接觸。通以強大之

弗打之電動力。及九或十安培之電流。

三、熱電流及熱電堆。取二種相異之金屬。連結而成輪道。則於其合點之處。熱之或冷之。因溫度之差。遂生電流於輪道間。稱此電流爲熱電流。其電流之強及方向。各因導體之種類而異。若以相同之二導體。互相接觸。兩結合點間之溫度。其差甚小時。則電流之強。與溫度之差爲正比例。其電流之方向。則因結合點溫度之差。而方向正相反對。例如蒼鉛與銻相結合。其電流從溫度高處之結合點。經過蒼鉛而向銻流動。但此一對之金屬。互相接觸。所生熱電流之強甚小。若以數對金屬。使之互相接觸。則電流之強可以增大。故用此裝置。可以測極微小溫度之差。稱爲熱電堆。熱電堆卽由蒼鉛及銻交互併列。兩端聯以導線。中間置一電流表。因兩側溫度之差。而生熱電流。同時電流表之針亦動。則從其輪間之熱電動力。可測知其微小溫度之差。又此器械之最良者。



能計算溫度之差一度之千分之一。寒暑表雖能測溫度之高下。然最高或最低之溫度。有時不能測之。熱電堆可以測定。故從熱電堆測高溫時。可用白金及銻<sup>(Rh)</sup>測低溫時可用銅及鐵。

### 第九節 感應電流

一、感應電流 以導線卷爲螺旋狀。而製成廓衣耳。急入強磁石於其中。更於輪道內置一電流表。當磁石插入時。廓衣耳之輪道內。卽生瞬時之電流。此電流稱爲感應電流。一八三一年「法那代」所發見者感應電流。僅因輪道間磁力之變化而起。其變化停止時。而感應電流亦共爲消滅。

二、林慈 (Lenz) 之法則 林氏就磁石運動之方向。與感應電流之方向。而深爲研究。遂發見次之法則曰。「由感應作用所起電流之方向。與對於輪道間磁石運動之方向。恰如互相妨礙而流動。」此爲林慈之法則。

三、感應電流之電動力 從「法那代」之實驗。則由廓衣耳所生感應電流之電動力。欲使其十分強大時。必令廓衣耳內之磁場。生急劇變化。又此感應電流之電動力。與廓衣耳之截面積及導線之卷數爲正比例。故欲得大電動力時。廓衣耳電流之強。其變化宜速。且其截面宜大。導線之卷數宜多。

四、電話機 此電話機或稱德律風。乃利用磁力變化所生感應電流之作用。與電流之抵抗。而能將人之語言。傳至遠方。其主要之部分。爲送話器受話器及電線三者。如甲圖爲受話器之裝置。乙圖爲送話器之裝置。送話器中。利用炭素棒之抵抗。其上爲喇叭口。卽送話之處。M爲炭素圓板。E爲絕緣體。C爲許多甚小之炭素球。以導線連結電池。與受話器成一輪道。受話器之中。於棒狀磁石之一端。連續以粗軟鐵棒。其上以導線卷之。使成廓衣耳。又置軟鐵片於其前。使用時卽以送話受話之兩器。同連結於電池之輪道內。送話之人。向

喇叭口發音。鐵板應聲振動。而炭素小球。相當於其聲之振動。變其接觸部之

抵抗。而生電流之強弱。此電流之變化。能

變受話機之廓衣耳內之磁力。而使其前

鐵板亦應聲振動。與送話機鐵板之振動

一致。以耳受之。可得聞其語言也。距離近時送話

機與受話機可通用

五代那模 (Dynamo) 發電機 此發電

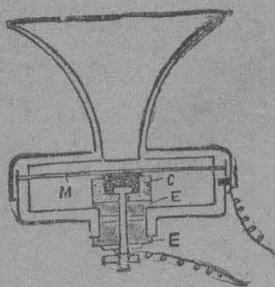
機為利用感應作用。而得强大電流之裝

置。法人「葛蘭」 (Gramme) 所創造

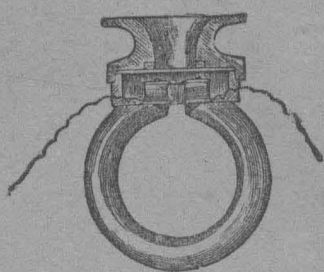
之代那模。將其廓衣耳卷於環狀之軟鐵

上。稱為葛蘭環。略如圖所示。N S 為電磁

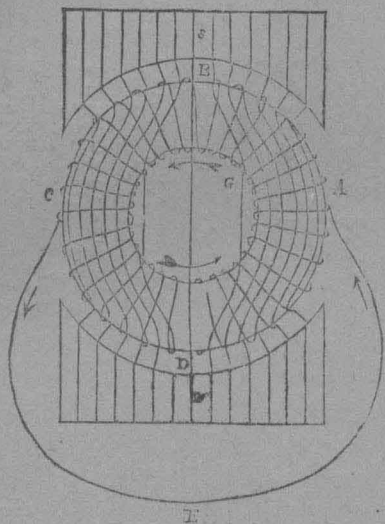
(乙)



(甲)



石之兩極。葛蘭環迴轉時。因感應作用。而生電流於廓衣耳之上。今假設葛蘭



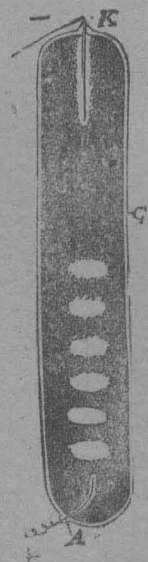
葛 蘭 環

廓衣耳達於B之一部。亦生感應電流。由「林慈」之法則。可知AB間電流之方向。與CD間電流之方向適相反對。故使接觸於E之導線。使成輪道。所生之感應電流。一似由此端出而後入於彼端者。實際上軟鐵環與廓衣耳。雖同時

環不動。但由廓衣耳沿矢之方向而迴轉。則環因磁氣感應之作用。使對於N極之處生s極。對於S極之處生n極。廓衣耳A之一部。沿矢之方向運動時。漸近於環之n極。却如妨其運動之方向。而生感應電流。其次

迴轉。然關於感應電流之發生。與理論上毫無差異。環之迴轉愈速。則廓衣耳內磁力之變化亦愈形急激。而電流與磁氣互相補助。因此所生電流。益見強大。永無衰弱之候。故工業上多用之。

六、真空管與愛克司(X)線之實驗 如甲圖於玻璃管之兩端。附以白金線。其中入以稀薄之空氣。以白金線連於感應器之兩端。而通以電流。則管內之空氣。發出鱗狀之光。光(甲)

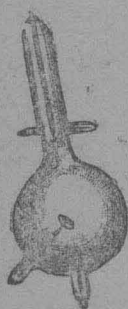


蓋司  
來爾  
管

之色。因氣體之種類而異。依分光器而分析之。

可顯出各氣體特有之輝線。稱此管為蓋司來爾管。(Gissler's tube) 若管內空氣漸次逐出。則

鱗狀之光。亦次第至於消滅。但見對於陰極之



苦路  
楷管

玻璃板上。現有青綠色之螢光。行此實驗時。所用之管。別稱之爲苦路楷司管。  
(Crookes's tube) (如乙圖)德人「林達根」(Röntgen)就苦路楷司管之實驗。發有螢光。遂於玻璃板之外。發見一種輻射線。稱之爲愛克司線。此愛克司線。究爲何物。在發見之當時。尙不能十分詳明。至近日大加研究。知此線亦與光同爲一種依的兒之橫波。其波長比之化學線尤小。考其性質。與化學線有同一之作用。以之當於種種之物體。可使之發螢光。如木片、紙、肉等物。其光可以通過。至金屬、玻璃、骨、革等物。其光不能通過。蓋以密度大者難於通過也。

## 第六編 化學之部

### 第一章 無機化學 非金屬

#### 第一節 空氣

一、空氣 包圍地球四周之氣體。稱爲空氣。此空氣無色、無味、無臭。爲人目所

不能見。有一定之重量。空氣一立約重一、二九三瓦，當於水之重量之七七三分之一。與他種物體同占一定之空間。於低溫時加以強壓，亦能變為液體或固體。參看上物理部熱學中。為人類生活上所不可少之一種物體。故與人身有極大之關係。其供給吾人之呼吸者，固不待言。即徵之日常經驗，其有賴於空氣者，亦復不少。譬如炭薪油類之燃燒，無一非空氣所助。試觀洋燈罩之下圍，通以小孔，能發明瞭之光。若此小孔為塵埃閉塞，其光即弱。或於酒精燈之上，以蓋覆之，其焰旋即消滅。此人人所熟知者也。

二、空氣之成分 空氣雖為一種氣體，然其中含有多數物質。欲知其中所含者，究為何物，及其成分之多少，不可不行種種之實驗。實驗之法如何，即先取一磷片浮於水上之皿中，點火後急以玻璃鐘覆之。因鐘內所有之空氣，能助磷之燃燒，發生白烟，經瞬時而消滅。迨其冷却，鐘內之水上昇，約占鐘之內容

五分之一。即鐘內空氣。因燐之燃燒。而消費去五分之一。此部分謂之養素。空氣中金屬之變化。蓋由此也。如鐵之生鏽是其次以燭火入於鐘內所剩之氣體中。其火即滅。此氣體殆與空氣中之養素異。而不能助燭火之燃燒。置動物於其中。遂起窒息作用。稱之爲淡素。可知空氣非單純之物質。其體積約爲五分之一之養素。與五分之四之淡素而成。但此五分之四之淡素中。尤非純粹之淡素。其中尚混有極微量之亞素、銻素等。且空氣之成分。亦因時與地而有多少之異。然徵之多數實驗。知其百分中之成分大略如左。

養素

二一、〇分

淡素

七八、一分

亞素等

〇、九分

空氣中亦含有少量之水蒸氣及碳酸氣。其下層之空氣。近於街市之處。常混



入塵埃及微生物之萌芽等。最有害於人身者也。

## 第二節 養素

一、養素之化合 於空氣中燃燐。減去其中養素五分之一。此養素并非消滅。實則與磷結合。同溶於水中。法之化學者「賴波昔耳」(Lavoisier) 以水銀在定量空氣中熱之。亦減其空氣體積之五分之一。使水銀變爲赤粉。再將此赤粉熱之。發生一種氣體。有燃燒之性。知爲養素之特徵。由是可知養素一物。易與他物結合。而變爲與前性質全異之一種物質。稱爲化學的結合。或單稱化合。此化合之一物質爲養素時。稱爲養化。因養化所生之物質。稱爲養化物。卽此所述由水銀所養化之赤粉。稱爲養化水銀。由養化水銀加熱。而復變爲水銀與養素。稱爲化學的分解。或單稱分解。分解與化合。同時而起者。稱爲複分解。

二、養素之製法 養素雖可由養化水銀分解而生。然欲得多量之養素時。可取鹽素養鉀 ( $KO_2O$ ) 之白色固體。加以溫度。再混入黑色之二養化錳。卽易將養素取出。因養化錳能促進鹽素養鉀之反應。雖低溫度亦可。

三、養素之性質 試驗養素之純否。可以火柴之餘燼。放入充滿養素之瓶中。則見其有復燃之象。或以蠟燭硫黃與磷試之亦可。蓋養素爲無色無臭無味之氣體。難溶於水。易與種種物質化合。而生熱及光。所謂燃燒之現象。彼夫薪炭油等之燃燒。必賴有空氣之助者。實因其中含有五分之一之養素。但在空氣中之燃燒。比之養素中爲弱。又因空氣中養素之體積。不過五分之一。而爲四倍之淡素所掩。此燃燒之現象而外。尙有其他作用。例如鐵在空氣中生鏽。鉛之切口。原有金屬光澤。觸於空氣。則生灰白色之表皮。是等皆養化之結果也。其重量約爲空氣之一。一倍。在常溫時任加以如何之高壓。不能變爲液

體。故爲完全氣體。若於低溫時加以高壓。亦可使之液化也。

### 第三節 淡素 亞素附

一、淡素及亞素之性質 淡素及亞素共爲無色無臭無味之氣體。與他物混合之力極弱。故自體不能燃燒。亦不能助他物之燃燒。淡素比空氣稍輕。（對於空氣之比重與〇·九七）亞素比淡素約重一倍半。

二、淡素及亞素之製法 製淡素時可取亞硝酸阿母尼姆（ $\text{NO}_2\text{NH}_2$ ）之白色固體。加熱即得。此淡素之化合力雖弱。然以之通於熱鎂之上。亦可與之化合。而使之吸收。若亞素則無此等之性質。故利用其差異。而可於淡素中分取亞素也。

三、空氣之混合物 空氣中養素與淡素各具固有之性質。若此二者混合得宜時。與空氣混同。由是知空氣之成分。以淡素養素爲主。即空氣爲淡素與養

## 素之混合物。

### 第四節 水及輕素

一、水之性狀 水之爲物。隨處皆有。其物理的性質與形狀。爲盡人所知。卽在通常之溫度。爲無色透明之液體。熱之則發爲水蒸氣。冷之則凝爲冰霰霜雪等之固體。其固體有一定之規則。而成結晶形。參看礦物部之沈澱礦物

二、水之種類 分別水之種類。卽在純與不純之間。天然之水。含有雜質。卽雨水一種。其中亦含有塵埃及諸種氣體。其他若海水。鑛泉等。更含有多量之物質。故化學上製成純粹之水。用蒸溜法。以普通之水。入於釜而熱之。使與夾雜物分離。而變爲水蒸氣。通過蛇管。而以冷水減其溫度。復由管中流出。卽所謂蒸溜水也。此蒸溜水爲藥用及化學實驗用之必要。然其中不含氣體及鹽類。食之無味。故不適於飲料之用。

三、水之分解 以倒立圓筒。其中滿貯以水。而倒立於水槽內。更送鈉(Na)片於筒中。瞬時發生氣泡。集於圓筒之內。後取出圓筒。以燭火入其中。其火即滅。而筒內氣體。升至筒口。放出黃色光焰。蓋鈉能使水分解。而發生輕素。是水含有輕素可知。次以少量之硫酸。加入水中。通以電流。則兩電極。白金板之面。發生氣泡。用倒立之管捕集之。知從陰極所發生氣體之體積。約為從陽極所發生氣體之二倍。檢此二種氣體。其多量者為輕素。其少量者為養素。而其初加入之硫酸。毫無增減。故知此二氣體為從水之分解而生。參看物理部電學中之電解

四、水之合成 凡由二物或二物以上之化合。而生成為一物者。謂之合成。由上既知水為輕素養素所合成。則取出輕素。即可使與空中養素化合。而為水。製輕素時。以鋅加入硫酸稀液為便。其所得輕素。含有水蒸氣在內。故宜通過易於吸水之鹽化鉀固體。使其氣體乾燥。然後更點以火。而覆於玻璃鐘內。旋

卽凝成水滴。是卽輕素與空氣中之養素化合。而發生水蒸氣也。

四、水之組成 由以上分解及合成之二法。知水爲輕素與養素之化合物。又由前之電氣分解法。知水之輕素與養素體積之比。爲二與一之比。證以種種實驗。確知水爲輕素二體積與養素一體積所化合而生。此養素之重量。殆爲輕素之十六倍。從上之體積之比。可知水之重量組成。卽爲輕素一與養素八之一定之比。欲測定其重量之比。卽以輕素通過赤熱養化銅之上。使輕素與養化銅之養素化合而成水。集於適當之受器。以比較其前後之重量。益知輕素之重量爲一。養素之重量爲八。無絲毫之差異也。

五、輕素之性質 輕素爲無色、無臭、無味之氣體。其重約爲空氣百分之七。實諸氣體中之最輕者。以輕素吹入石鹼球時。能上昇於空中。彼之所謂輕氣球者。卽以經緞絹製之袋。使其中充滿輕素而成。故此輕素能由下而上注於空

氣中以火點之。爲輕素之焰。其光度雖弱。而溫度極高。再加入養素之混合氣體。其高溫能熔化白金。稱之爲養輕素焰。以此焰吹石灰時。則發生白熱之光。幻燈上多用之。

### 第五節 質量不變與定比例之定律

一、質量不變之定律 物質不滅之說。久爲世人所共認。當物體燃燒時。如蠟燭之衰殘。石油之減少。似顯然爲物質之消滅。而與前說相矛盾。然加以仔細觀察。而知其不然。試於燃蠟之際。以圓筒覆其上。遇冷則凝成水滴。以是知燃蠟時亦生蠟時能生水。或以石灰水在此圓筒內振盪之。卽成乳濁。以是知燃蠟時亦生炭酸氣。其飛散於空中之灰燼。則爲炭素。經種種之實驗。知物質無論如何變化。而前後之質量。毫無增減。故得一定律曰。一經化學變化諸物質之量。或重量之總和。常一定不變。一此稱爲質量不變之定律。

二定比例之定律 既知輕素與養素化合而生水則其初混合時無論其量之多少而其體積常爲一與二之比其重量常爲一與八之比若其中有過量之存在時則依舊殘留而不與之化合故水之生成與生成法及其輕素養素之量無關而常有一定之比由此可知諸種物質之生成其成分與生成物及其相互之間各有一定不變之比故又得一定律曰「諸種物質互相作用而生一種或數種之新物質其各物重量之間皆有一定之比」此稱爲定比例之定律。

### 第六節 化學成分之分解

由諸種物質化合而成一種新物質此新物質謂之化合物而諸種物質即謂之成分此成分更能分解爲各物質至不能分解之物質爲止此物質稱爲元素如水與養化銅養化水銀等爲化合物而輕素養素水銀銅等爲元素



之能分解與否。尙未十分確定。不過絕對的表示其不能分解而已。如苛性曹達。即輕養化鈉自昔稱爲不能分解之物質。其後通以電流。更分解而得鈉之元素。

可知其爲化合物無疑。蓋天地間相異之物質雖多。而發明之元素甚少。就吾人所確知者。不過七十餘種。參看下表通常分元素爲金屬與非金屬二種。例

如金銀銅等有金屬光及展延性。而爲熱與電氣之傳導體。故稱爲金屬。其他則屬於非金屬。二者皆無共通之物理性質。但此二者之間。無明確之差別。僅從便宜上而定以相當之名稱耳。

### 第七節 無水炭酸及養化炭素倍數比例之定律

一、無水炭酸 無水炭酸。即炭酸氣體。(或稱二酸化炭素)當木炭、石油、蠟

燭等之燃燒。常發生無水炭酸。人類呼出之氣。亦爲無水炭酸。以石灰水試之。變爲乳濁。如

是則空氣中之養素。漸次變爲無水炭酸。而生物遂至不能生活。然空氣中無

水炭酸之量。略有一定。其因植物之葉。吸收空氣中之無水炭酸。常藉日光之

力。助其分解。以構成自體炭素之實質。詳見前植物部葉綠素而放還養素於空氣中。以

供生物之呼吸。化學上之製法。以大理石即炭酸鈣加稀鹽酸。即發生多量之無水

炭酸。此氣體爲無色無臭之氣體。帶有少許酸味。比空氣約重一倍半。不能助

他物之燃燒。點火即滅。故近來所用之消火器。即利用無水炭酸之發生。在通

常溫度及壓力。能溶解於同體積之水。然因氣體之溶解量。正比例於壓力。故

壓力愈增。其溶解之量愈多。若去其壓力。更發散爲氣泡。在嚙嚙水及啤酒中。

常發生此種現象。故飲用此等之水。頓覺清涼。且助消化。然空氣中若有多量

存在時。則有害人之健康。故學校劇場中。人類羣集之處。無水炭酸之量甚多。

空氣體積百分中若含有三則起窒息則宜行換氣法。以防止窒息之作用。若以此氣體。加以低

溫度高壓力。零度時三五氣壓容易變爲液體。再由液體使之結冰。亦可得結晶形。

二、無水炭酸之組成 欲知無水炭酸之體積組成。則宜燃木炭於一定量體積之養素中。以觀其體積之變化。其生成時所要養素之體積。與所生無水炭酸之體積相等。若重量之組成。則宜燃一定量之純粹炭素於養素中。使生無水炭酸。通過苛性加里之溶液。而測其重量。從實驗之結果。知炭素十二量與養素三十二量化合。而生無水炭酸四十四量。炭素十二量者。即自無水炭酸量所得之數也。

三、養化炭素之生成及製法 木炭燃燒時。其下部發生無水炭酸。觸於赤熱之木炭。而成養化炭素。故製養化炭素時。即以木炭裝入細鐵管中。赤熱之後。徐通以無水炭酸。使變為養化炭素。而木炭之一部。被其養化。而無水炭酸之養素減少。是為還元作用。蓋養化與還元之兩作用。為同時并起者也。或以濃硫酸。使生無水炭酸。與養化炭素之混合物。通過苛性加里液。除去其無水炭酸。即得。

四、養化炭素之性質 養化炭素爲無色無臭無味之氣體。有猛烈之毒性。比空氣稍輕。不溶解於水。故可於水上捕集之。

五、倍數比例之定律 由養化炭素與無水碳酸之組成相比較。知同量之炭素與養素化合之量。正如一比二。但此事實。并不限於炭素與養素之二種。其他可以類推。故一般言之。可爲一定律曰。「凡乙元素對於甲元素之一定量。其配合量互爲簡單之倍數。」此稱爲倍數比例之定律。

#### 第八節 鹽化輕素及鹽素

一、鹽化輕素 以食鹽加濃硫酸熱之。則生鹽化輕素之氣體。易溶於水。其水溶液稱爲鹽酸。帶有酸味。以「里地母司」之試驗紙入之。能變色。即青紙變爲赤色。稱爲酸性反應。凡呈此反應者。總稱爲酸。若以鋅鐵等入於鹽酸中。能發生輕素。或與養化錳共熱之。則發生鹽素。鹽素亦鹽化輕素之一成分。鹽素與輕素化合

之力最強。其生成物即鹽化輕素。觸於濕氣。即發白煙。但鹽素對於輕素之比。重約爲二五·五。而輕素一量與鹽素二五·五量化合。而生鹽化輕素之二六·五量。因其化合之力最強。故鹽素不獨與空中遊離之輕素化合。且奪取諸化合物成分中之輕素而與之化合。例如以鹽素之水溶液。曝於日光中。其鹽素與水中之輕素化合。爲鹽化輕素。并同時發生養素。此養素有急劇之養化作用。能使有機色素。變爲無色之物。黴菌遇之。忽然死滅。因此理由。故利用鹽素爲漂白及殺菌之用。又能直接與種種元素化合。故成爲各種鹽化物。

第九節 安母尼亞及鹽化安母尼姆

一、安母尼亞 (Ammonia) 以食鹽狀之鹽化安母尼姆。加入二倍之生石灰熱之。發生一種無色有臭味之氣體。是即安母尼亞。易溶於水。常溫之水。能溶八百倍體積之安母尼亞。加以強壓。則變爲液體。蒸發之則復行氣化。此際能吸收多量之熱。應

用此理。而製成人造冰。其水溶液稱爲安母尼亞水。醫藥及化學上多使用之。能使赤色試驗紙變爲青色。稱爲鹼性反應。凡呈此反應者。總稱爲鹼類。從精密實驗之結果。知二體積之安母尼亞。能分解爲輕素三體積與淡素一體積。但淡素比輕素約重一四倍。故知十七量之安母尼亞。由十四量之淡素與輕素之三量所組成。

二、鹽化安母尼姆 (Ammonium Chloride) 以濃鹽酸與安母尼亞化合。則發生白煙。而成鹽化安母尼姆之固體。以青赤兩色之試驗紙。考其變化與否。殆全不變色。稱爲中性之物質。試取酸及鹼之二物質。以適當混合。而共爲溶液時。可得中性物質之水溶液。故稱爲中和。若以鹽酸與苛性曹達之溶液相中和時。可得食鹽之結晶。但中性之物質。雖不能使試驗紙變色。苟以鹽化安母尼姆熱之。而使爲氣體。則其一部分分解爲鹽化輕素與安母尼亞。此鹽化

輕素。比安母尼亞重二倍餘。故安母尼亞首先飛散。而能使赤色紙變青色。最後使青色紙復變赤色。此爲鹽化安母尼亞之解離。其原因由熱而起者。或稱爲熱解離。

第十節 氣體反應之定律及氣體之通性

起化學變化  
謂之反應

一、氣體反應之定律 由前所述。輕素二體積與養素一體積化合。而生水蒸氣二體積。經素一體積與鹽素一體積化合。而生鹽化水素二體積。淡素一體積與輕素三體積化合。而生安母尼亞二體積。鹽化輕素一體積與安母尼亞一體積化合。而生鹽化安母尼亞若干。(因此二者爲等體積化合成固體不得與氣體比較容積) 一般言之。則凡氣狀之諸物質。互相反應時。其反應之諸體積。互爲簡單整數之比。又因反應而生之氣體。其體積亦與反應諸氣體之體積。爲簡單整數之比。稱爲「蓋留殺若」(Gay-Lussac) 氣體反應之定律。

二、氣體之通性 溫度及壓力與氣體之體積均有一定之關係而與氣體之化學成分無關。若以一定量之氣體有一定之溫度其體積反比例於壓力（即「薄依耳」之定律）若壓力不變而溫度變時其氣體之體積每由零度上昇一度而增加體積二百七十三分之一（即「蓋留殺苦」之定律）

### 第十一節 分子量及原子量

一、分子量 氣體互相反應常為同一體積之整數倍之比。既如上所述故欲知諸氣體反應時重量之關係宜定同一體積所有諸氣體重量之比。謂之比重。今以養素對於諸氣體比重之三十二倍（對於輕素比重之二倍）稱為各氣體之分子量。故養素之分子量為三二。而養素一立之重量為一。四二九五。故一氣體之零度溫度七六厘壓力時一立之重量（以瓦為單位）以一。四二九除之。以三二乘之。則得其氣體之分子量。若以瓦表分子量者稱為瓦。



分子。養素之三十二瓦。爲其一瓦分子。約有二·四立之體積。與各氣體之一瓦分子。皆有同一之體積。如此則一氣體之分子量。卽二·四立之重量。以瓦表之之數也。茲就諸氣體之分子量。及其中所含有各元素之量。表示之如次。

物質	分子量	一分子量所含有元素之量			
		輕素	養素	淡素	鹽素
輕素	二〇·一六	二〇·一六			
養素	三二·〇〇		三二·〇〇		
淡素	二八·〇八			二八·〇八	
鹽素	七〇·九〇				七〇·九〇
水	一八·〇一六	二〇·一六	一六·〇〇		
鹽化輕素	三六·四五八	一〇〇·八			三五·四五
安母尼亞	一七·〇六四	三〇·二四		一四·〇四	
無水炭酸	四四·〇〇		三二·〇〇		
酸化炭素	二八·〇〇		一六·〇〇		

二、原子量 由上表觀之。可知各物質之一分子量中所含有輕素之量常爲一·〇〇八之整數倍。養素之量常爲一六·〇〇〇之整數倍。其他元素亦有同樣之關係。故諸氣體各一分子中所含有元素之量皆爲其元素之一定量之整數倍。此等元素之一定量之數稱爲其元素之原子量。即輕素之原子量爲一·〇〇八。養素之原子量爲一六·〇〇〇。淡素爲一四·〇〇四。鹽素爲三五·四五。炭素爲一二·〇〇〇。各有其原子量也。

欲定某元素之原子量。須先取含有其元素及可爲氣化之諸種物質。各測定其分子量。以求含有其中該元素之量。然後可就此以求其最大公約數。

## 第十二節 化學記號

一、元素之符號 表示元素之名稱。及其一原子量者。各有一定之符號。此符號通常用其元素之臘丁名首字以表之。其首字相同者。則附記他字以區別。

之。例如H爲輕素 (Hydrogenium) 之一原子量。卽以之表示  $1 \cdot 008 \cdot 0$  爲養素 (Oxygenium) 之一原子量。卽以之表示  $16 \cdot 000 \cdot N$  爲淡素 (Nitrogenium) 之一原子量。Na爲鈉 (Natrium) 之一原子量。C爲炭素 (Carbonium) 之一原子量。Cl爲鹽素 (Chlorum) 之一原子量。以下就重要之各元素。以表示之。

元素	記號	原名 <small>騰丁語</small>	原子量	考得之期
輕素 (水素)	H	Hydrogenium	1.008	一七六六
養素 (酸素)	O	Oxygenium	16.000	一七七四
淡素 (育)(窒)	N	Nitrogenium	14.004	一七七二
鹽素 (綠)	Cl	Chlorum	35.45	一七七四

銻 銹 鋸 鋁 鎂 鈉 弗 炭 硼 鐀 銹

(銻) (銹) (鋸) (鋁) (鎂) (鈉) (弗) (炭) (硼) (鐀)

He Li Be B C F Na Mg Al Si P

Helium  
Lithium  
Beryllium  
Borum  
Carboneum  
Fluorum  
Natrium  
Magnesium  
Aluminium  
Silicium  
Phosphorus

四〇〇  
七〇三  
九・一〇  
一一・〇〇  
一一・〇〇  
一九・〇〇  
一二三・〇五  
一二四・三六  
二七・一〇  
二八・四〇  
三一・〇〇

新發明  
一八一七  
一八二八  
一八〇八  
上古  
一七七一  
一八〇七  
一八二九  
一八二八  
一八二三  
一六六九

第六編 第一章 無機化學 非金屬

鎳 鐵 錳 鉻 鈦 鈦 鈹 鈣 亞 鉀 硫

(鎳) (鐵) (錳) (鉻) (鎳) (鈦) (鈦) (鈹) (鈣) (鈣) (鉀) (硫)

Ni Fe Mn Cr V Ti Sc Ca A K S

Nickel  
 Ferrum  
 Manganium  
 Chromium  
 Vanadium  
 Titanium  
 Scandium  
 Calcium  
 Argon  
 Kalium  
 Sulfur

五八·七〇  
 五六·〇〇  
 五五·〇〇  
 五二·一〇  
 五一·二〇  
 四八·一〇  
 四四·一〇  
 四〇·〇〇  
 四〇·〇〇  
 三九·一五  
 三二·〇六

一七五·一  
 上吉  
 一七七·四  
 一七九·七  
 一八三·〇  
 一七八·九  
 一八七·九  
 一八〇·八  
 一八九·四  
 一八〇·七  
 上吉

鈦 鎳 鉀 溴 硒 砒 銻 鏷 鋅 銅 鈷

(鈹)(鐳)

(銻)

(碲)

(鉍)(鏷)

(銻)

(鎳)(鈷)

Y Sr Rb Br Se As Ge Ga Zn Cu Co

Yttrium

Strontium

Rubidium

Bromum

Selenium

Arsenicum

Germanium

Gallium

Zincum

Cuprum

Cobaltum

八九〇〇 八七六〇 八五四〇 七九九六 七九〇〇 七五〇〇 七二〇〇 七〇〇〇 六五四〇 六三六〇 五九〇〇

一八二八 一八〇八 一八九〇 一八二九 一八一七 一六九四 一七一 一八七五 一五二〇 上古 一七三三

銻 銻 銻 銻 銀 鈳 銻 釘 鉬 銻 銻

(銻) (銻) (銻) (銻) (銻) (銻) (銻) (銻) (銻) (銻)

Sb Sn In Cd Ag Pd Rh Ru Mo Nb Zr

Stibium  
Stannum  
Indium  
Cadmium  
Argentum  
Palladium  
Rhodium  
Ruthenium  
Molybdenum  
Niobium  
Zirconium

九〇・六〇  
九四・〇〇  
九六・〇〇  
一〇一・七〇  
一〇三・〇〇  
一〇六・〇〇  
一〇七・九三  
一一二・〇〇  
一一四・〇〇  
一一八・五〇  
一一一〇・〇〇

一八二四  
一八〇一  
一七八二  
一八四五  
一八〇四  
一八〇四  
上古  
一八一七  
一八六三  
上古  
一四五〇

鉛 鎳 鈦 鈹 鈹 錯 銀 銀 銻 碲 碘

(沃) (碲) (鎧)(銅) (鏷) (鈾)(鐳)

Tb Gd Sa Nd Pr Ce La Ba Cs Te I

Iodum  
Tellurium  
Caesium  
Baryum  
Lanthanum  
Cerium  
Praseodymium  
Neodymium  
Samarium  
Gadolinium  
Terbium

一二六·八五	一二七·〇〇	一三三·〇〇	一三七·四〇	一三八·〇〇	一四〇·〇〇	一四〇·〇〇	一四四·〇〇	一五〇·〇〇	一五六·〇〇	一六〇·〇〇
一八一	一七八二	一八六	一八〇八	一八三九	一八〇三	未詳	未詳	未詳	新發明	一八四三

第六編 第一章 無機化學 非金屬



鉛	水銀	黃金	白金	銻	銻	鎢	鉭	釷	鈳	鉀
(錫)	(汞)	(鑽)(金)	(鉑)(鈦)	(銀)	(鏷)(鉕)	(鑛)		(銻)		
Tl	Hg	Au	Pt	Ir	Os	W	Ta	Yb	Tu	Er
Thallium	Hydrargyrum	Aurum	Platinum	Iridium	Osmium	Wolfram	Tantalum	Ytterbium	Thullium	Erbium
一一〇四・一〇	一一〇〇・三〇	一九七・二〇	一九四・八〇	一九三・〇〇	一九一・〇〇	一八四・〇〇	一八三・〇〇	一七三・〇〇	一七〇・〇〇	一六六・〇〇
一八九二	上古	上古	一七四一	一八〇三	一六〇三	一七八一	一八〇二	一八七八	新發明	一八四三

鈾 (鏷)	鈷 (鉺)(鈳)	蒼鉛 (鉍)	鉛
U	Th	Bi	Pb
Uranium	Thorium	Bismuth	Plumbum
一三三九·五〇	一三三三·〇〇	一〇八·五〇	一〇六·九〇
一七八九	一八二八	一四五〇	上古

二、分子式 表示各物質之一原子量。則記其中所含有元素之符號。若在同一元素中含有數原子量時。則於符號右邊之下方。以數字附記之。此記號稱為分子式。例如輕素養素淡素鹽素之一分子量中。含有二個原子量。故其分子式為  $H_2O$ 、 $N_2$ 、 $Cl$  又從上所已知者。舉例如左。

水  $H_2O$  鹽化輕素  $HCl$  安母尼亞  $NH_3$

無水炭酸  $CO_2$  養化炭素  $CO$

三、化學方程式 諸氣體之一分子量。皆有相同之體積。分子式者。乃表示氣體之同體積也。故輕素二體積與養素一體積。化合而生水蒸氣二體積。由此事實。可以次之化學方程式表之。



### 第十三節 原子說分子說原子價構造式

一、分子說及原子說 從關於物質構造之假說。假說由想像而生。藉以說明諸定律之事實。以為各物質之間。皆由形狀性質相均之分子。集合而成。若其物質異。而分子亦異。此分子用物理的方法。殆為不可分割之細粒。然用化學的方法。決非不可分割者。由分割所得之最小部分。稱為原子。故元素之分子。由一個或數個同種之原子而成。化合物之分子。由一個或數個異種之原子而成。

二、原子價 取鹽化輕素  $\text{HCl}$  水  $\text{H}_2\text{O}$  安母尼亞  $\text{NH}_3$  等之分子式。以互相比

較。知鹽素一原子與輕素一原子。化合而成鹽化輕素。養素一原子與輕素二原子。化合而成水。淡素一原子與輕素三原子。化合而成安母尼亞。今以輕素爲標準。稱爲一價元素。而與其一原子或二原子三原子之元素化合者。稱爲一價元素。或二價元素。三價元素。故鹽素爲一價元素。養素爲二價元素。淡素爲三價元素。如此之數。稱爲原子價。其不能直接與輕素化合之元素。欲知其原子價時。可從其已知原子價之元素。與之化合者定之。例如鈉之一原子與鹽素一原子。化合而成鹽化鈉  $\text{NaCl}$  故知鈉爲一價元素。因鹽素對於輕素以代表輕素。是爲間接測知原子價之法。餘可依此類推之。

三、構造式 各原素之原子。與其原子價有同類之結合。從其符號向外方畫以同數之短線。以連接於他原子之符號。例如



如上式所示一分子內所有原子結合之關係。稱爲構造式。

#### 第十四節 造鹽元素及其化合物

一、造鹽元素 鹽素、溴素、碘素、及弗素之四元素。其化學上之性質相似。皆與金屬化合而生鹽。故稱爲造鹽元素。試分述之。

(1) 鹽素  $\text{Cl}_2$  其製法及性質等。上既述之。近時又有工業的製法。即通電流於食鹽之溶液。可得鹽素之氣體。此氣體在零度三、七氣壓時。則液化爲黃綠色之油狀體。可供漂白及其他工業上之用。

(2) 溴素  $\text{Br}_2$  溴素易與金屬化合。雖有少量存於海水及鑛泉中。而不如存於德之巖鹽鑛中之多。如溴化鎂之一物。通鹽素於其溶液中。可使溴素遊離而出。

$\text{Br}_2\text{Mg} + \text{Cl}_2 = \text{MgCl}_2 + \text{Br}_2$  此溴素爲赤褐色之液體。有刺戟性之惡臭。故

亦名臭素。

(3) 碘素  $I_2$  碘素有微量存於海水中。爲海藻所攝取。故海藻之灰。加入硫酸與二養化錳蒸溜時。可得碘素。但其初必先使海藻灰中所含鈉等之碘化物。與硫酸作用。發生碘化輕素。然後再加入硫酸與二養化錳。其反應式如下。



碘素有金屬光。爲黑紫色之板狀結晶。又有臭氣。常溫時易於揮發。熱之則生紫蒸氣。冷之則成結晶體。雖不溶於水。而可溶於酒精。稱爲碘酒。日即人所謂沃度丁幾。其極微量。亦能使澱粉之冷溶液變爲濃青色。故碘素易於檢出。醫藥及工業上多用之。

(4) 弗素  $F_2$  弗素爲黃綠色之氣體。易與輕素及金屬等化合。天然產出者。

多存於螢石及晶石中。參看鑛物部一般之物質。亦易與之起劇烈作用。故不能得其遊離之形。然近來電氣學發明。往往取弗化輕素。於白金器中行電氣分解而得。

二、造鹽元素與輕素之化合物 此等化合物。由造鹽元素所生出。故有四種。

(1) 鹽化輕素  $\text{HCl}$  工業上製多量之鹽酸時。以食鹽與硫酸共入鐵製之巨

釜。使生鹽化輕素。溶解於水中。即成鹽酸。鹽酸中所含鹽化輕素愈多。則其比重愈大。故以比重表測定鹽酸之比重。得由一定之表以知其濃度。

(2) 溴化輕素  $\text{BrH}$  及碘化輕素  $\text{IH}$  二者與鹽化輕素相似。為無色發烟性之氣體。易溶於水而帶酸性。

(3) 弗化輕素  $\text{FH}$  此物在夏時為氣體。若冷之則易為無色發烟性之液體。極有毒性。又有腐蝕玻璃之性。參看鑛物部若以螢石之粉末。與硫酸共熱之。

則得弗化輕素。其反應式爲  $F_2Ca(\text{燧石}) + H_2SO = CaSO_4 + 2HF$

由式中所所得之  $HF$  通於水則爲溶液。

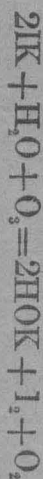
以上之化合物。其水溶液有酸性。故稱爲造鹽元素之輕素酸。此酸與鹼性化合。則成中和之鹽類。故爲造鹽元素之化合物。或稱爲造鹽元素之鹽。

三、食鹽  $NaCl$  煮海爲鹽之說。由來已久。故後世利用海水蒸發。而有鹽田之製。歐洲德國。廣產巖鹽。多爲長方形之結晶。從海水中所製出者。其中含有鎂之鹽類。且在空氣中有吸收濕氣之性。而易於潮解。又從化學上之製法。鹽酸與苛性曹達中和。或投鈉於鹽素之氣中。共爲食鹽之物質。可知食鹽之組成。必爲鹽化鈉也甚明。若以食鹽之溶液。行電氣分解時。則陽極發生鹽素。陰極發生輕素。其中之鈉。雖可自液中析出。然直與水作用。而爲苛性曹達。故近來工業上依電氣分解法。而製出鹽素及苛性曹達者多也。



第十五節 養素硫黃及其化合物

一、阿坐音 (Ozone)  $O_3$  在養素中行無聲放電時。則生一種特臭之氣體。即爲阿坐音。此氣體比養素之養化力尤大。而可以從碘化鉀之溶液中。析出碘素。故



此碘素能變澱粉爲青色。故碘化鉀澱粉紙以加碘化鉀於澱粉之溶液中可以檢出阿坐音之存在。若置此紙於空氣中。雖有微量之存在。亦可知之。阿坐音之與養素。雖其性質各異。然由同一之元素而成。稱爲同素體。

二、過養化輕素  $OH_2$  於過養化鉍中注以稀硫酸。則起反應。而生過養化輕素與硫酸鉍之沈澱。



將此沈澱濾過。則得過養化輕素之溶液。此物易分解爲水與養素。其養化力

甚大。可用爲象牙羽毛等之漂白劑。

三、硫黃S 硫黃一物。火山地方雖有之。然多產出於金屬之硫化物。或硫酸鹽中。其天然產出者。宜用精製之法。先以硫黃入於鐵鍋中。加熱熔解。使其蒸氣聚於廣大之室。急冷之則變爲細粉。稱爲硫黃華。再加熱於室之四壁。使硫黃變爲液體。集於室之底部。而注於木製之模型中。卽爲棒狀硫黃。其色黃。其質脆。不溶於水。易溶於二硫化炭素。其溶液可得斜方錐之結晶。與天然產出者無異。若置熔解之硫黃於坩堝中。俟其冷卻。則得針狀之結晶。其化學上之性質。類於養素。可直接與各種金屬化合。而成硫化金屬。在空氣中燃之。則生青色之弱光。而有刺戟性之臭氣。雖可用爲火柴及火藥之製造。然不如用於硫酸之製造者多也。

四、硫化輕素HS<sub>2</sub> 此物多含於鑛泉中。腐敗之蛋白質亦含有之。其味却如腐

卵之惡臭。化學上之製法。卽以稀硫酸注於硫化第一鐵。而得硫化輕素。



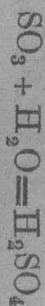
硫化輕素爲無色氣體。帶有毒性。常溫時以水之一體積。可溶解此氣體之三體積。而生硫化輕素水。殆呈弱酸性之反應。若通此氣體於金屬鹽類之溶液中。則生硫化金屬之沈澱物。故化學實驗上。利用此沈澱之色及其反應。以鑑別各種金屬也。

五、無水亞硫酸 $So_2$ 。此物由硫黃燃燒時所生。一稱爲亞硫酸氣體。或二養化硫黃。實驗時之製法。卽以銅屑與硫酸共熱之。其反應式爲

$$Cu + H_2SO_4 =$$


中則成無色之液體。又此氣體有漂白之性。故草花及其他色素。遇之卽脫色。且其殺菌之力亦強。故當釀造葡萄酒啤酒時。藉此氣體以防其腐敗。

六、無水硫酸  $\text{SO}_3$  無水亞硫酸。易與養素化合。故以此二氣體之混合物。加以微熱。通於白金粉上。而使之化合。則生無水硫酸之蒸氣。冷之集於受器。可得長針狀之結晶。此氣體在空氣中。善吸收水分。又可發烟。投於水則發音而溶解。是爲硫酸。



從上之製法。白金粉不生化學反應。但爲二氣體接觸化合之媒介。此作用稱爲接觸作用。其媒介物稱爲觸媒。

七、硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  工業上硫酸之製法有二。一爲接觸法。卽最新之法。由上述之接觸作用。所製無水硫酸。導入於水中。卽可得之。一爲鉛室法。雖爲舊法。然尙有多行之者。其法以無水亞硫酸、空氣、硝酸之蒸氣、及水蒸氣。導於廣大之鉛室內。而製成硫酸。其純粹之硫酸。爲無色油狀之重液體。與水化合之力最強。故

觸於皮膚。則生火傷。觸於衣類。則易損壞。遇溼氣體則吸收其水分。而使之乾燥。除白金及金而外。與銅銀鉛水銀等共熱之。則溶解而生硫酸鹽。及無水亞硫酸。例如

$$2Ag + 2H_2SO_4 = Ag_2SO_4 + 2H_2O + SO_2$$

硫酸於硝酸、鹽酸、碳酸、曹達、磷酸肥料等製造時廣用之。實為化學工業上所不可缺之原料。故世界各國。每以此種消費額之多少。視一國化學工業之盛衰焉。

八、硫酸鹽 此鹽在天然產出者甚多。例如石膏  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  重晶石  $BaSO_4$  芒硝  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  舍利鹽  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  等皆是。化學上之製法。即以金屬及其養化物輕養化物或碳酸鹽等。使之作用於硫酸。但硫酸原稱為二巰性酸。若以金屬元素與其中輕素一原子置換。則得酸性及中性之鹽。例如





### 第十六節 淡素磷砒素銻及其化合物

一、硝酸



硝酸由輕素淡素養素之三元素化合而成。其製法以硝石與濃

硫酸共蒸溜之即得其反應式爲

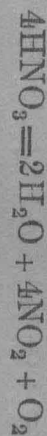


工業上製硝酸時以廉價之智利硝石即NaNO<sub>3</sub>產於南美之智利故有智利硝石之名以代硝石之用。

則變上式爲



其所得之硝酸純粹者爲無色含有養化淡素者爲黃色有腐蝕之性不可觸於皮膚及衣類加熱時則起分解



由其分解所得之O<sub>2</sub>可用爲強養化劑以硝酸與鹽酸混合稱爲王水雖極難溶解之白金亦易使之溶解故硝酸爲工業上重要之品可用爲爆發物及染料之製造照相用之硝酸銀即銀之溶解於硝酸者也

二、硝酸鹽 以金屬及其養化物輕養化物碳酸鹽等作用於硝酸。則生硝酸鹽。硝酸中僅有輕素一分子與金屬置換。故稱一鹼性酸。與同一之金屬而生一種之鹽。如硝石與智利硝石皆是。人工製造之法。於富有碳酸石灰之土壤。中混以糞尿及動植物質之鉀鹽等種種廢物。使空氣流通。經長久時期之後。即生硝石。以此硝石浸於水中。更使之結晶而出。此類之分子。含養素之原子甚多。故熱之則易於發生養素。其養化之力強大。與硝酸同。若以硝石與硫黃木炭三者。共為細末。則能發多量之強熱。與巨額之氣體。而有爆發之性。是為火藥。其配合之量及反應式示之如下。



三、淡素之循環 地中所散布之硝酸鹽及安母尼亞。為植物營養上所不可缺。植物之根。吸收此等之養料。而變為複雜之淡素化合物。如蛋白質等。而動

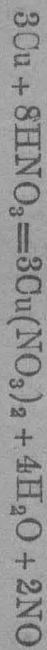
物又從而攝取之以爲食料。而遂其生活作用。復變爲簡單之淡素化合物。以供植物之吸收。可知淡素一物。循環於動植礦三界而不息也。

四、淡素與養素之化合物 其重要者如下之三種。

(1) 亞養化淡素  $\text{N}_2\text{O}$  取硝酸安母尼姆。加以溫度即得。 $\text{NO}_2\text{NH}_4 = \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$

○ 通常爲無色之氣體。人類乍吸之則近於酒醉。而令人笑。故有笑氣之名。若久吸之則一時失其感覺。齒科醫生多用之爲麻醉劑。

(2) 養化淡素  $\text{NO}$  以銅屑入於硝酸。則起劇烈作用。而生養化淡素。

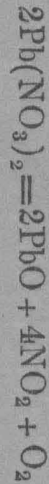


養化淡素爲無色之氣體。若觸於空氣。則生赤褐色之氣體。此爲其特有之性質。因其與空氣中之養素化合。而變爲二養化淡素故也。





(3) 二養化淡素  $\text{NO}_2$  此物亦稱過養化淡素。通常以硝酸鉛熱之即得。

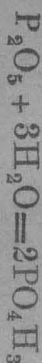


以此氣體冷之。則其色漸薄。其密度則與  $\text{N}_2\text{O}$  之分子式相近。再熱之則其色漸濃。同時密度亦復於其初之狀態。故其分子式仍為  $\text{NO}_2$ 。

五、磷  $\text{P}_4$  磷在空氣中易起養化作用。其游離存在者甚少。然磷酸石灰中多含有之。植物攝取之以為養料。而貯於其果實等。以供動物之食用。在動物之骨中。磷實為其主成分。故製磷時。即以硫酸使骨灰分解。再加木炭熱之。所得之物。稱為黃磷。於養素缺乏之處。加以二百五十度之熱。遂變黃磷為赤磷。以此二物燃之。共生無水磷酸。然赤磷之性。不及黃磷之活潑。今比較之如下。

黃磷	黃白色蠟狀	比重一、八	熔點四四度	熔於二流化炭素	暗處發光	空氣中急養化	發火點六〇度	有毒
赤磷	赤色粉狀	比重二、一	不熔於熱	不熔於二流化炭素	不發光	空氣中徐養化	發火點二三〇度	無毒

磷之用途。以製造火柴爲主。取黃磷與鹽酸鉀、細砂等之混合物。塗於極細木棒之一端。用粗糙之面摩擦之。卽能發火。稱爲黃磷火柴。此火柴甚爲危險。不如赤磷之佳。由赤磷製出者。稱爲安全火柴。此火柴卽赤磷與鹽酸鉀、硫黃或硫化銻。以膠和之。塗於木棒之端。其火柴之箱。兩面塗以赤磷及過氧化錳。是爲摩擦面。更以膠和細砂。塗於其摩擦面上。摩擦時則磷及錳之一部分。附著棒端。因摩擦熱而發火。使鹽酸鉀分解。而供給養素。以助硫黃或硫化銻之燃燒。最適於日常之用。若以磷燃於空氣中。則生白色雪狀之無水磷酸 $P_2O_5$ 。其吸溼性極大。能使通過之氣體乾燥。此無水磷酸與水化合。則因水之多少而生種種之化合物。通常如次式。



六、磷之化合物 磷與輕素化合。爲磷化輕素 $PH_3$ 之氣體。觸於空氣則發火。而

生如輪狀之白烟。有惡臭及毒性。若與鹽素化合。則生三鹽化磷  $P\text{Cl}_3$  之液體。若含多量之鹽素。則為五鹽化磷  $P\text{Cl}_5$  之固體。又由上述磷與養素化合為無水磷酸。無水磷酸與種種之水化合。為種種之磷酸。而磷酸與同一之金屬元素化合。可生三種鹽類。故稱三鹼性酸。其三種鹽類。例如鈉之一物。可生  $\text{PO}_4\text{Na}_3\text{H}$ 、 $\text{PO}_4\text{Na}_2\text{H}_2$  及  $\text{PO}_4\text{Na}_3$  之三種是也。在磷酸鹽中之最重要者。惟磷酸石灰一種。不特為礦物之主成分。亦且為植物之肥料。動物又取植物食之。攝取其磷酸鹽。以構成骨骼。迨其死後。磷酸復入於地下。由此可知磷之循環於動植礦三界中者。與淡素相同也。

七、砒素  $\text{As}_4$  砒素常與金屬及硫黃等化合。故多含於雞冠石  $\text{S}_2\text{As}_2$  雄黃  $\text{S}_8$

$\text{As}_2$  砒鐵礦  $\text{SAsFe}$  等之礦物中。以砒鐵礦灼熱之。則砒素直接昇華。由

體直變為固體。而殘留硫化第一鐵於其內。



氣

砒素爲灰白色之固體。其質甚脆。在空氣中熱之。則生青白色之焰。有蒜氣之惡臭。而爲無水亞砒酸  $As_2O_3$ 。極有毒性。冷之則變爲白色粉末。難溶於水。而溶於鹽酸。通常所謂砒石白砒等卽此也。砒雖有毒。然日常食其少量。則可生大力而美貌。故與人多食之。但不可斷間砒素與輕素化合。則爲砒化輕素。砒素檢出之法。卽加熱而使砒化輕素分解。以磁片入之。其面上生黑色光輝之鏡。遇有毒殺之疑案。則以此法鑑別之。八。銻  $Sb$  銻與硫黃化合。多存於硫銻礦中。以此礦物熱之。則鐵與硫黃化合。而銻自游離而出。其色灰白。其質極脆。有金屬光。可作種種合金。活字金。卽銻一分。鉛四分之合。在常溫時於空氣中不生變化。若加以高熱。則生灰白色之養化物  $As_2O_3$ 。與砒素之化合物  $O_6As_4$  相似。故銻化輕素之性質及製法。亦與砒化輕素相似。若插入磁片於其焰中。亦生黑點。但此黑點爲無光輝之暗黑色。遇漂白粉之溶液。決不溶解。爲區別砒與銻之要點。二者不可不辨。

### 第十七節 酸、鹼及鹽

一、酸 凡呈酸性反應者。總稱爲酸。若帶有酸味。且含有可與金屬置換之輕素元素者。亦由其置換之數。而稱爲一、二、三、鹼性酸等。如鹽酸、硝酸、硫酸、磷酸之溶液。雖爲極強之酸。然如食醋中之醋酸。無水碳酸之水溶液。以及碳酸液。硫化輕素液等之弱酸。亦呈極微之酸性反應。

二、鹼 鹼爲金屬之輕養化物。如苛性曹達  $\text{NaOH}$  苛性加里  $\text{KOH}$  輕養化鈣  $\text{Ca(OH)}_2$  輕養化銅  $\text{Cu(OH)}_2$  等溶於水。殆呈鹼性反應。故稱爲鹼。然其中之輕養化銅一物。不溶於水而溶於酸。故失其酸性。而使之中和。此外如安母尼亞水。亦呈鹼性反應。因其中含有輕養化安母尼亞。故知鹼類。各從其所含輕養根  $\text{H}$  之數。而定其一、二、三、酸性鹼等之名稱。又由此輕養根之數。而可知與之結合金屬之原子價。但苛性加里（或曹達）之鹼性甚強。而安母

尼亞之鹼性甚弱。

三、鹽 所謂鹽者。即以金屬元素。置換酸之輕素元素。其外觀與食鹽相似。製法即以鹼金屬及其養化物等。使之作用於鹽而得。例如



由上式觀之。可知鹼及養化金屬與酸作用。生鹽之外。尚含有水。金屬與酸作用。生鹽之外。尚有輕素。若以酸與鹼使之互為當量。則所生之鹽。謂之中性鹽。或曰正鹽。若酸與鹼不為當量時。則必偏於一方。其所生之鹽。非酸性之鹽。即鹼性之鹽。此等之鹽。果能呈酸性及鹼性與否。尚未敢必。姑就其形式上名之可也。

### 第十八節 炭素矽素硼素及其化合物

一、炭素之狀態 炭素C爲種種複雜化合物。其天然存在者。卽無定形炭素。其黑色塊全不結晶。若金剛石及石墨。各具固有之結晶形。在礦物中金剛石之硬度最高。含有微量之不純物。故有諸種相異之色。其純粹者無色透明。而石墨之質最軟。帶有不透明之灰黑色。其物理的性質。相差甚遠。殆不可以比較。此其間密接之關係。非人所能想像。然由同一之炭素而成。故稱爲同素體。若以同量之物質。燃燒於養素中。則生同量之無水炭酸。然金剛石一物。極爲人所寶貴。可供裝飾之用。其小片可以切玻璃。磨玉石。以及其他各種之用。石墨一物。可製鉛筆之心。敷於機械。可減摩擦之力。混以黏土。可耐強大之熱。人遂取爲坩堝之用。此二物性質雖異。其用途甚多。故近世創爲人工製造之法。卽以炭熔於熔解之鐵中。俟其冷却。則石墨可以析出。或以鐵入於電氣爐中。加以極高之溫度。使炭素熔解其中。純粹之炭。達於飽和狀態。急以其全體冷

之。則因鐵之凝固。同時使炭受非常之壓力。而其一部分結晶。是爲金剛石之細粒。殆不可以爲裝飾之用。

二、無定形炭素 無定形之炭素。其種類甚多。由木材燃燒而得者爲木炭。木炭之外。尚有石炭、骸炭、獸炭、油煙等。石炭之中。又各因其炭化程度之不同。而分爲黑炭、無焰炭、褐炭、泥炭等。此等之炭。皆非純粹之炭素。其中含有夾雜物甚多。彼木炭等燃燒之後。所殘留之白灰。卽夾雜物之明證也。且其用途各異。如木炭善於吸收各種氣體。故以之防止惡臭。獸炭善於吸收各種色素。故以之精製砂糖。此等共同之性質。在空氣中不易養化。遇水及藥品。皆不能侵犯。其爲甚堅牢之物質可知矣。

三、炭素之還元作用 炭素在通常之溫度。雖不與養素作用。然加熱則易於養化。而生無水炭酸。或養化炭素。且炭素不獨與單獨遊離之養素化合。若與



金屬之養化物共熱之。往往奪取金屬之養素。與之化合。使金屬游離而出。故各種金屬。常利用炭素之養化。而行其還元作用。如木炭、石炭等。用於冶金術上。鍊取鑽石中之金屬是也。

四、二硫化炭素  $CS_2$  此物之成分。即無水炭酸之養素。代以硫黃。其製法以硫黃之蒸氣。通過赤熱木炭之上。使其所生之氣體。十分冷却。則變爲透明之液體。此液體帶有惡臭。極易揮發。其蒸氣有毒。易於引火。而生青色之焰。又有屈折光線之力。可使脂肪、油、硫黃、磷等溶解。

五、沼氣  $CH_4$  沼氣原名爲美代恩 (Methane) 爲無色無臭之氣體。多生於沼澤之中。故名沼氣。其生成之原因。實由植物質之腐敗時。所發生一種之氣體。煤坑中亦含有之。化學上之製法。以醋酸鈉與曹達石灰之混合物。入於硬玻璃管中。熱之即發生沼氣。此氣體燃燒時。生青色之焰。與空氣混合。急點以

火則起急烈之爆發。英之學者「代威」(Davy)發明安全燈以防其危險。故沼氣不至爆發。此物之構造式爲  $\text{H}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{H}$  其諸元素之結合力頗爲滿足。故稱爲飽和化合物。其與沼氣相同之炭輕化合物稱爲炭化輕素。其他類似於沼氣之物質者如「愛代恩」(Ethane)  $\text{C}_2\text{H}_6$  布羅帕恩 (Propane)  $\text{C}_3\text{H}_8$  等。其一般式可以  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  表之。若固形之「帕那夫音」(Paraffin) 其中含有多數之炭素原子。爲一種之炭化輕素之混合物也。

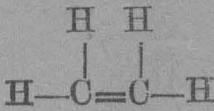
六、石油 石油或稱爲石腦油。首從油井所汲出者。稱爲原油。含有揮發性之炭化輕素。其引火點甚低。易有危險。故因其沸點之差。而分溜爲數部。以供適當之用。沸點最低者爲揮發油。能溶解脂肪及油類。又可除去衣類之污點。沸點稍高者。一五〇至三〇〇度。即吾人日用之燈油。沸點最高者。約三百度以上。爲重油。可供燃料。又可製爲器械油。以爲防止摩擦之用。

七、愛其賴音 (Ethylene)

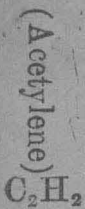


加濃硫酸於酒精而熱之則生無色之氣體。

稱爲愛其賴音。與鹽素化合則爲油狀之液體。稱爲生油氣。此愛其賴音之氣體。燃之則生強大光輝。與空氣中養素混合。遇火即爆發。其分子式比愛代恩之式  $C_2H_6$  却少輕素二原子。與鹽素化合所生之  $C_2H_4O_2$  稱爲飽和化合物。故  $C_2H_4$  稱爲不飽和化合物。其構造式如下。

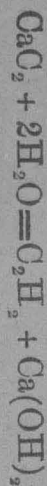


八、愛賽太賴音 (Acetylene)



此爲無色之氣體。帶有不快之臭氣。燃之則

生強光。故可爲燈用。室內及自轉車上之燈卽此也。製法則以炭化鈣加水。其反應如下。



此氣體與空氣混合。點火則爆發。亦不飽和之炭輕化合物也。其構造式如下。



九、石炭氣體 以鋸屑及石炭之細末。入於金屬製之器中熱之。發出蒸氣。點火則燃。是爲石炭氣體。此氣體含有種種之混合氣體。以輕素及美代恩爲最多。燃燒時卽由此等氣體使之生熱。又由愛其賴音及愛賽太賴音等使之發光。故此等混合氣體。爲石炭氣體之主成分。工業上製造石炭氣體之法。甚爲複雜。製造之際。所生之石炭他耳。(Coal tar) 爲暗黑色之黏液。帶有惡臭。可造成最鮮之色素。及有功之藥劑。與他耳同時發生者。尙有含安母尼姆之

水液。可爲製造人工肥料。及各種鹽化物。硫化物之原料。

十、火燄 物質燃燒。則發生氣體。而有火燄。就火燄以仔細觀察之。有三種相異之部分。中心之周圍。爲暗黑之部分。殆不觸於空氣。而尙未燃燒之處。其次爲光輝最強之部分。空氣之供給。亦未十分充足。炭素變爲細粒。而析出。被火燄之薰灼。而大放光明。其最外之部分。空氣充足。炭素全然燃燒。而變爲無水炭酸。故其部分。熱度最高。而光燄微弱。此中心之燄。稱爲燄心。中層稱爲內燄。或還元燄。外層稱爲外燄。或養化燄。故化學實驗時。行吹管分析之法。卽利用此二燄以鑑定金屬也。

十一、矽素 Si 矽素一物。單獨游離而存在者甚少。常與養素化合。而成無水矽酸。或矽酸鹽等。其製法卽以無水矽酸  $\text{SiO}_2$  與別種金屬共熱之。則矽素游離而出。例如



矽素與炭素相似。有種種之同素體。其與養素化合物。實爲諸種礦物之主要成分。（如水晶、蛋白石等皆是）及製造玻璃之原料。（如水玻璃、鈉玻璃、鉀玻璃、鉛玻璃等皆是）

參看礦物部

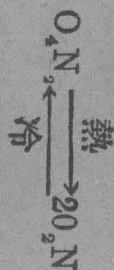
十二、硼素 B 硼素與矽素同。亦存於硼酸及硼酸鹽中。其一種爲褐色無定形。又一種爲有金屬光之結晶。從火山所噴出者。多爲硼酸。其溶液呈弱酸性之反應。檢定硼酸之法。卽以硼酸加酒精與濃硫酸熱之。使發生蒸氣。點火時呈綠色之燄。硼酸鹽之最普通者。爲硼砂。以此硼砂。附於白金線輪狀之一端。製爲硼砂球。使種種金屬之養化物。熔於此球中。而著各異之色。故化學實驗上。屢用之以鑑定金屬也。

## 第十九節 溶液論

一、**溶液** 凡物質溶於液體。謂之**溶液**。例如以食鹽溶於水。此食鹽水爲**溶液**。水爲**溶媒**。食鹽爲**溶質**。溶質溶於溶媒中。除氣體外。凡液體及固體。溶解於水之量。常隨溫度之上昇而增。然以一定之溫度。溶解一定之物質。至一定之界限爲止。此**溶液**謂之**飽和溶液**。通常以溶質之溶解於溶媒百分中已飽和之量。謂之**溶解度**。但溶質溶解於溶媒中之量。因物質而異。其溶解量之多少。謂之**溶液之濃度**。表示濃度最便之法。卽據溶液一立中所溶解某溶質之瓦分子之數。以其有一瓦分子時之濃度爲單位。謂之**摩耳** (MOL) 濃度之逆數。謂之**稀釋度**。

二、**可逆反應** 飽和溶液中。入以過量之固體。不能再使溶解。若加水則其固體之一部。復行溶解。反之則從飽和溶液。蒸發其水分。溶質之一部。變爲結晶而析出。此變化稱爲**可逆反應**。如由固體變爲溶液。由溶液復歸於固體。雖爲

物理的可逆變化。然化學上亦有多數可逆反應。例如過養化淡素。溫度高時分解爲 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 。溫度低時復於原來之狀態。仍爲 $\text{O}_4\text{N}_2$ 。此反應可以左式表之。



飽和溶液。與過量之固體接觸時。固體不見溶解。蓋因飽和溶液與固體。常保持平衡之狀態。卽以上述之過養化淡素。置於密閉器中。加以一定之溫度。其二種分子。亦常保平衡之狀態。故可逆反應。達於平衡之狀態而後。其作用乃止。

三、沸點上昇及冰點下降 水之一物。熱至百度而沸騰。冷至零度而結冰。若其中和以砂糖。雖熱至百度以上。仍未沸騰。冷至零度以下。仍不結冰。此現象



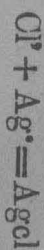
謂之沸點。上昇及冰點下降。但沸點上昇與冰點下降之度。比例於砂糖之濃度。從多數實驗。知諸物質之一瓦分子。溶於千瓦之水中。其冰點下降之數爲一、八五度。若用水以外之溶媒時。亦各有一定之恆數也。

## 第二十節 電解及電離

一、電解 電氣分解。前編既述其概略。茲更言之。其因電解所生之物質。稱爲電解質。無機酸、鹼、及鹽類。均屬之。若砂糖酒精等之有機化合物爲非電解質。凡電解質通電流時。其輕素及金屬。移送於陰極之方向。其殘餘成分。則至陽極之方向。或與溶媒作用而生他物。例如食鹽之溶液。行電氣分解時。則分解爲鈉與鹽素。鈉由陰極分出。與水作用。發生輕素。而鹽素則由陽極分解而出。

二、電離 行電氣分解時。溶液中所生之陰伊洪與陽伊洪。各帶有陰陽二電氣。更以此二種伊洪。使之分解時。稱爲電離。通常表示伊洪之狀態。按原子價

之數。而於其右肩加以(•)之符號者爲陽伊洪。加以(◌)之符號者爲陰伊洪。例如H.NaCl<sup>(•)</sup>稱爲一價二價陽伊洪或陰伊洪。但帶有陽電之陰伊洪。常與陰極之電氣中和。帶有陰電之陽伊洪。常與陽極之電氣中和。因此中和作用。而至失其電氣。其伊洪與伊洪之間。每起一種反應。化學分析上。常利用此種反應。以檢取各物。如鹽素與銀。其伊洪間所起之反應。以伊洪式表之。



據此則檢出鹽化物時。必用銀鹽之水溶液。若以銀鹽爲試藥時。必用鹽化物之水溶液可知矣。

## 第二章 無機化學 金屬

### 第一節 金屬之物理性及合金

一、物理性 金屬之物理的性質。在實用上最重要之點。分述於下。

(1) 金屬之色 金屬近於白色。例如鐳帶青白色。鐵爲灰白色。然黃金及赤銅其特別者也。

(2) 金屬之比重 金屬概比水重。在比重表中。凡在四以上者爲重金屬。在四以下者爲輕金屬。比重表見上  
物理部力學

(3) 金屬之融點 各物體之融點不同。茲舉其主要之金屬各融點之次第如下。水銀↓鉀↓錫↓蒼鉛↓鉛↓鋅↓銻↓鋁↓銀↓銅↓金↓鑄鐵  
鎳↓白金 (以上之融點皆由低至高者)

(4) 金屬之沸點 金屬熱之至相當之溫度。達於其沸點時。遂由液體變爲氣體。如水銀之沸點最低。鉀鈉鋅等之金屬。則容易使之氣化。故製鍊各金屬。卽利用此性質。

(5) 展延性 打擊金屬。可以展爲箔片。稱爲展性。又可引長之爲細絲。稱爲

延性。就主要之金屬。次第舉之於下。

展性 金—銀—鋁—銅—錫—白金—鉛—鋅—鐵—鎳

延性 金—銀—白金—鋁—鐵—鎳—銅—鋅—錫—鉛

(6) 熱及電氣之傳導度 熱及電氣之傳導度。以銀爲最大。由次之順序而

漸減少。

熱傳導度 銀—銅—金—鋅—錫—鐵—鉛—白金

電氣傳導度 銀—銅—金—鋅—白金—錫—鐵—鉛

(7) 比熱 一物體之溫度。每上昇一度時所要之熱量。與同量之水之溫度

使上昇一度時所要之熱量相比。謂之比熱。從實驗知金屬及其他固體元素之比熱。以其元素之原子量乘之。其積常近於六、四之數。此數即原子熱。稱爲「笛羅音」(Dulong) 及「派梯」(Petit) 之定律。若以

各金屬比熱之數。除原子熱六、四之數。即得原子量之概數。列表如下。

鉛	金	錫	銀	鐵	原子量	比熱	原子熱
二〇七	一九七	一一九	一〇八	五六	〇、一一二	六、三	
〇、〇三一	〇、〇三二	〇、〇五四	〇、〇五六	〇、〇五六	六、〇	六、四	
六、四	六、三	六、四	六、〇	六、三	六、三	六、三	

二、合金 以二種或二種以上之金屬。使之相合。謂之合金。普通合金之成分如下。之百分比

- 黃銅 { 銅 六七  
          { 錫 三三
- 鐘銅 { 銅 八〇  
          { 錫 二〇
- 砲銅 { 銅 九〇  
          { 錫 一〇
- 洋銀 { 銅 五〇  
          { 錫及鎳共五〇
- 鋁銅 { 銅 九〇  
          { 鋁 一〇
- 鏡銅 { 銅 六七  
          { 錫 三三
- 赤銅 { 銅 九四  
          { 金 四  
          { 銀 一
- 四分一 { 銅 五〇  
          { 銀 五〇

活字金〔鉛 七五  
錫 二〇〕  
錫五

## 第二節 銅銀金白金

一、銅 Cu 銅之自然存在者雖多。然多與硫黃及養素化合。如黃銅礦  $CuFeS_2$ 、赤銅礦  $Cu_2O$ 、硫銅礦  $Cu_2S$  皆主要之銅礦也。若由養化銅加炭末共熱之。則可使銅還元。銅可爲日用之器具。及電氣器械。在乾燥空氣中。雖不易生變化。然在濕空氣中則生綠青。食之有毒。故食器內塗以白蠟爲要。加熱則變爲黑色養化銅。若與硫酸共熱之。則可得硫酸銅之結晶。或名膽礬其成分爲  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 。此銅之化合物中之最重要者。其他亦可與硝酸硫黃等化合。此等銅鹽之水溶液。通以硫化氫。則生硫化銅黑色之沈澱。是爲銅伊洪之檢出法也。

二、銀 Ag 銀多產於硫銀礦中。取此礦物。以混汞之法。可以製出純粹之銀。卽

先加食鹽於銀鑛。熱之使成鹽化銀。再和水。水銀及鐵屑。則鐵屑奪取鹽素。而銀自游離而出。其反應如下

$$2AgCl + Fe = FeCl_2 + 2Ag$$

銀在空氣中不易養化。亦貴金屬之一種。若遇硫黃。即變黑色。而生硫化銀。與硝酸化合。成硝酸銀之結晶。此為銀鹽中之最要者。有腐蝕性。外科家多用以塗創傷。有感光性。照相時多用為感光板。若加鹽化物之溶液。於此銀鹽中。則生鹽化銀之白色沈澱。不溶於水及稀酸。故依此可以檢出銀。伊洪與鹽素伊洪微量之存在也。

三、金  $Au$  山金則產於石英中。砂金則產於河底。從此以製純金。仍以混汞之法為佳。金質過軟。普通多用合金。用電鍍法亦可鍍成類似純金之物品。因其含有一價及三價之金屬元素。故與鹽素作用。則生鹽化第一金  $AuCl_3$ 。微熱之則生鹽化第一金。通常之金。不溶於酸。而溶於王水。以此溶液蒸發之。則得

黃色針狀之結晶。 $\text{AuCl}_4\text{H}_4\text{H}_2\text{O}$  是即俗所謂鹽化金也。

四、白金Pt 白金與類似此金屬之銱Ir 銻Os 鉍Prd等成合金。多混於河流之土砂中。熔點甚高。不與酸類作用。化學實驗上。多用以製坩堝及蒸發小皿。工業上亦用以爲蒸發硫酸之器具。與王水遇則溶解。蒸發其溶液。可得赤褐色之結晶。即所謂白金鹽。化輕素酸。 $\text{PtCl}_6\text{H}_2$  以此溶液。加安母尼姆鹽或鉀鹽。則生黃色之鹽。不溶於水。故可用以檢出安母尼姆伊洪及鉀伊洪之存在。此安母尼姆鹽。熱之則殘留海綿狀之白金。有接觸之特性。故化學上多用之爲觸媒。

### 第三節 鐵 鎳 鈷 錳 鉻

一、鐵Fe 鐵之游離而存在者。於隕石中或見之。然其重要之原礦。如磁鐵礦 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  赤鐵礦 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  褐鐵礦 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  菱鐵礦 $\text{FeCO}_3$  等。皆可用冶金



術而製出。其方法頗爲複雜。不如理論上之簡單。卽先變原礦爲養化物。再加木炭以使之還元。其所得之鐵。僅爲生鐵一種。其中含炭素多。故不適用於。必須幾經煉製。使之變爲鋼鐵。而後可爲諸種器械之用。但其表面易於生鏽。爲養化之一原因。溶於酸類。則生結晶。第一鐵伊洪之色爲綠色。第二鐵伊洪之色爲黃色。綠色之結晶體。普通稱爲綠礬。例如  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。黃色之結晶塊。普通用爲止血藥。例如  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 。其他之化合物。與硫黃或養素化合者居多。

二、鎳 Ni 及鈷 Co 此等與硫黃及砒素化合者甚多。亦有少量存於隕石中。常溫時鎳在空氣中不易養化。故以之鍍於銅鐵等之器上。亦可與他金屬爲合金。與二種之鹽化合。則生一種複鹽。鈷與鹽酸化合爲鹽化鈷  $\text{CoCl}_2$ 。與硝酸化合爲硝酸鈷  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 。此二物殆爲最普通之化合物。使與玻璃共熔解。則得青色之矽酸鹽。碎爲粉末。可爲青色之顏料。

三、錳  $Mn$  錳多存在於種種養化物中。如二養化錳是也。其重要之化合物。則二養化錳與輕養化鉀及硝石共熔解時。所生綠色之塊。即錳酸鉀。  $MnO_4K_2$ 。為錳鹽之檢出法。

四、鉻  $Cr$  此物存在於鉻鐵礦 ( $Cr_2FeSO_4$ ) 中。其粉末與炭酸鉀及硝石共熔解之。則生黃塊之鉻酸鉀 ( $CrO_4K_2$ ) 是為鉻鹽之檢出法。

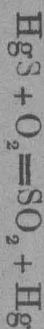
#### 第四節 鎂 鋅 水銀 (汞)

一、鎂  $Mg$  鎂之一物。與炭酸鹽等廣布於地上。或存在於水中。熱之則放強光。變為白色灰狀之養化鎂  $MgO$ 。故其化學之變化最著。夜間又可用以照相。混於食鹽中則帶有苦味。為鹽化鎂  $MgCl_2$ 。與硫酸化合。則為硫酸鎂  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 。此結晶稱為舍利鹽。可用為下劑。

二、鋅  $Zn$  閃鋅礦、菱鋅礦等。皆為鋅之原礦。於空氣中熱之。則為養化鋅。即鋅

華。以木炭使之還原即得。鋅在空氣中不生變化。可為種種器具。及電池之極。與硫酸化合。則得白色之結晶。即硫酸鋅  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 。稱爲皓礬。可爲防腐劑。與鹽酸化合。則爲淡黃色之溶液。在金工上附著白鐵。可代松脂之用。

三、水銀  $Hg$ 。水銀之天然存在者。惟辰砂一種。製法即以辰砂熱之。遂得水銀。

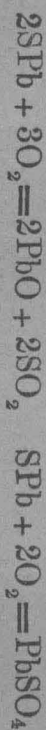


水銀在常溫時爲液體。與他之金屬元素異。色銀白。質甚重。能溶解多數之金屬。其用途極廣。最著者爲寒暑表及冶金術二者。加熱至三百度以上。則爲赤色。養化第二水銀  $Hg_2O$ 。雖不溶於鹽酸。然遇熱濃硫酸及硝酸。則能使之溶解。通常之水銀化合物。如鹽化第一水銀  $Hg_2Cl_2$ 。稱爲昇汞。鹽化第一水銀  $Hg_2Cl$ 。稱爲甘汞。甘汞由昇汞製出。可爲利尿劑及下劑。而昇汞有殺菌消毒及防腐之諸功用。

## 第五節 錫鉛蒼鉛

一、錫 Sn 錫天然存在於錫石中。與木炭共熱之。則還元而得。不易養化。可爲種種合金。又可用爲食器。其化合物有二種。例如以錫溶於鹽酸。則成鹽化第一錫。可爲還元劑之用。以鹽素通於熔解之錫中。則成鹽化第二錫。可爲媒染劑之用。

二、鉛 Pb 鉛之產地。以方鉛礦  $\text{PbS}$  爲最多。其製法卽以原礦於空氣中熱之。其一部分經養化爲養化鉛。稱密陀僧。又其一部分爲硫酸鉛。



次絕其空氣。再熱之。與此等未經變化之硫化鉛作用而生鉛。



鉛不易爲種種藥品所侵犯。故製造硫酸之鉛室。水道之鉛管。以及銃丸白鐵

活字金等之合金。取材於鉛者甚多。其重要之化合物爲鉛丹、鉛白二種。鉛丹由養化鉛 $PbO$ 加熱而成。爲赤色之粉末。故稱鉛丹。 $PbO_4$ 若鉛白則由鹼性炭酸鉛而成。爲白色之粉末。故稱鉛白。二者皆爲有用之顏料。

三、蒼鉛Bi 蒼鉛雖單獨而產出。然精製時必使之熔解。而去其夾雜物。此物之熔點甚低。故可與鉛錫等在極低之溫度而熔爲合金。溶於硝酸則爲硝酸蒼鉛 $Bi(NO_3)_3$ 之溶液。若加少量之水。則生鹼性鹽 $Bi(OH)_3$ 之白色沈澱。稱爲次硝酸蒼鉛。爲止痢之貴藥品。

### 第六節 鋁鈣鋇銀

一、鋁Al 鋁之元素。廣布地球。爲長石雲母等礦物之成分。帶銀白色。其質堅固。而富於展延性。比重二·六。融點七百度。比普通金屬爲甚輕。在空氣中不生變化。其初祇用爲裝飾用品。以及理學器械等。近由電解法得多量之鋁。故

普通之器具亦用之。與銅製成合金。稱爲鋁銅。有美麗之色。類於黃金。純粹之養化物。卽爲鋼玉石  $Al_2O_3$ 。其質甚堅。故粉末可爲研磨之用。其中含有夾雜物。呈美麗之赤色者爲紅寶石。呈青色者爲青玉。皆貴重之寶石。可爲製造黏土明礬磁器之原料。其輕養化物。又可以之爲媒染劑。

二、鈣  $Ca$  鈣之元素。散布地球者尤廣。如碳酸鹽。石灰石及大理石 硫酸鹽。石膏 磷酸鹽。

磷灰石 弗化物。螢石 及矽酸鹽皆是也。近來又以鈉作用於碘化鈣。而得結晶狀之

鈣。加熱於碳酸鈣之化合物。則分解爲無水碳酸及養化鈣。此養化鈣卽生石灰  $CaO$ 。生石灰加水。則生熱而變爲輕養化鈣。卽消石灰  $Ca(OH)_2$ 。再加水則爲石灰乳。其用途最廣。如石膏白墨漂白粉之製造而外。又可用爲肥料及消毒劑。

三、鎂  $Sr$  及鋇  $Ba$  二者與鈣共稱爲鹼土金屬。多產於碳酸鹽及硫酸鹽中。但

不如鈣鹽產出之多。養化銀。普通稱為重土。溶於水則為重土水。在空氣中加熱。則為過養化銀。至溫度加高。復行分解。可製出多量之養氣。鋇與銀與鈣之化合物。在無色之火焰中。各呈特有之色。如鈣鹽呈黃赤色。鋇鹽呈深紅色。銀鹽呈綠色。故此等之鹽。可製為烟火。

### 第七節 鉀鈉

一、鉀 K 鉀為正長石雲母等之一成分。土壤中到處有之。其製法以炭酸鉀  $K_2CO_3$  加木炭熱之。使生鉀之蒸氣。冷却即得。  $K_2CO_3 + 2C \rightleftharpoons 2K + 3CO$

鉀能使水分解。故投鉀於水中。則生輕素。鉀入水時。不獨在水面上旋轉。且因發熱之故。使輕素燃燒。而發紫色火焰。其水溶液即輕養化鉀。稱為苛性加里。KOH於此溶液中通以鹽素。則生鹽酸加里。混以他物。可為烟火爆發物及火柴之用。

二、鈉 Na 鈉之一物。廣布地上。海草灰中含之甚多。而食鹽中尤多。投於水中。

與鉀有同一之現象。其水溶液爲苛性曹達<sup>NaOH</sup>。卽輕養化鈉。與苛性加里共爲製造石鹼之原料。其化合物之最要者爲碳酸曹達。卽碳酸鈉<sup>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></sup>。由食鹽所製出。其純粹之結晶。卽爲洗濯曹達。以之曝於空氣中。失其結晶水。而表面生白粉末。稱此現象爲風化。

以上所述鉀與鈉之二種。與稀有之元素鋰Li 銣Rb 銻Cs 共稱爲鹼金屬。有互相類似之性質。其化合物亦多爲可溶性。其輕養化物之水溶液。皆呈有強鹼性之反應。

#### 第八節 金屬之化學性及週期律

一、化學性 單獨之金屬。皆爲陽伊洪。其所游離之金屬。入於水中。亦有幾分溶解。而生伊洪化之傾向。此傾向。因金屬之度而異。如鹼金屬爲最大。貴金屬爲最小。今就普通之金屬。記其伊洪傾向之順序如左。



鉀—鎂—鋁—鋅—鐵—鉛—(輕素)—銅—水銀—銀—白金—金

此伊洪化傾向之大小。即金屬對於種種物質所示反應之強弱也。例如鉀之反應力最強。在空氣中急即養化。故鉀多貯於石油中常溫時亦能使水分解。而發生輕素。自鎂以下。其反應漸弱。若非沸騰之水。則鎂不能使之分解。鐵至赤熱之際。始能分解水為蒸氣。故貴金屬在空氣中。不起養化作用。亦不能分解水也。

二、週期律 以上之諸元素。其性質與原子量間有親密之關係。既一一言之。然為便於說明起見。不得不合數元素為一族。以比較其性質之異同。凡同族中之元素。必其化學之性質相同。或生出分子式及化學性相類之化合物。且按原子量之增減。順次以變更其物理及化學的性質。如左表以左方為起點。順原子量之次序。以橫行排列諸元素。其相類之元素。則在同一之縱列中。如斯則各元素順次隔以一定之元素。經一週期回歸於同性質之元素。故稱之

爲週期律。由此表以觀。即未知之元素之性質。亦可由同列中既知之元素以推知其性質也。

養素族	造鹽元素	原子量相近之三組元素
V I	V II	V III
O 16.00	F 19	
S 32.06	CL 35.45	
Cr 52.1 Se 79.2	Mn 55.0 Br 79.96	Fe Co $\longleftrightarrow$ Ni 55.9 59.0 58.7
Mo 96.0 Te $\leftarrow$ 127.6	— $\longrightarrow$ I 126.97	Ru Rh Pd 101.7 103.0 106.5
Nd 143.6 —	Sa 150.3 Tu 171.	
W 184.0 —	— —	Os Ir Pt 191 193.0 194.8
U 238.5		
RH <sub>2</sub>	R H	
O <sub>3</sub> R	O <sub>7</sub> R <sub>2</sub>	O <sub>4</sub> R
6 2	7 1	8

銅 族 金屬	鋅 族 金屬	造明鑾之金屬 稀有金屬	炭素族 稀有金屬	淡素族 稀有金屬
I	II	III	I V	V
H 1.008				
Li 7.03	Be 9,1	B 11	C 12.00	N 14.01
Na 23.05	Mg 24.36	Al 27.1	Si 28.4	P 31.0
→K 39.15 Cu 63.6	Ca 40.1 Zn 65.4	Sc 44.1 Ga 70	Ti 48,1 Ge 72.5	V 51.2 As 75.0
Rb 85.5 Ag 107.93	Sr 87.6 Cd 112.4	Y 89.0 In 115	Zr 90.6 Sn 119.0	Nb 94 Sb 120.2
CS 132.9 Gd 156	Ba 137.4 —	La 138.9 Tb 160	Ce 140.25 —	Pr 140.5 Er 166
— Au 197.2	— Hg 200.0	Yb 173.0 Tl 204.1	— Pb 206.9	Ta 183 Bi 208.5
—	Ra 225	—	Th 232.5	—
XR	X <sub>2</sub> R	X <sub>3</sub> R	X <sub>4</sub> R Rh <sub>4</sub>	R H <sub>3</sub>
O R <sub>2</sub>	O R	O <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> R	O <sub>5</sub> R <sub>2</sub>
1	2	3	4	5.3

在空氣中  
不活潑之元素

	屬	○
列		
1		
2		He 4
3		Ne 20
4		A <sup>&lt;</sup>
5		39.9
6		Kr
7		81.8
8		X
9		128
10		—
11		
12		—
造鹽元素(X)化合物及輕素化合物		0
高級酸化合物		0
原子價		0

(表中↑↓示性質之關係)

第三章 有機化合物  
含有炭素之化合物、概稱爲有機化合物、炭素之  
外、尙含有輕養淡之三元素、故其化合物、甚多、茲

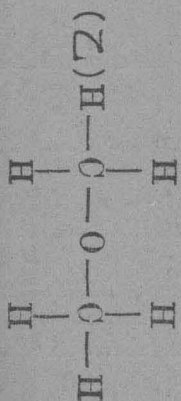
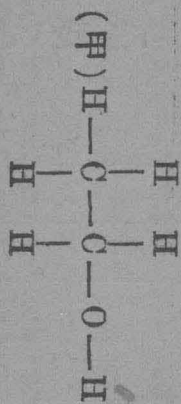
第六編 第三章 有機化合物

二二七

但舉其重要者言之，未及詳述。

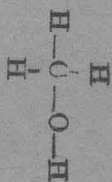
### 第一節 酒精類

1. 酒精  $C_2H_5O$  酒精原名愛既兒亞爾科兒。(Ethyl Alcohol) 或單稱為亞爾科兒。其製法即加釀母於蔗糖或葡萄糖之水溶液中。置於溫處。則發生無水炭酸。經數日後蒸溜其液。得八〇%之酒精。此液體有香無色。在七八度沸騰。零下一三〇度凝固。點火則生青焰。其熱極高。可溶種種有機物。故以之製造假漆、香水、碘酒詳前等。由其分子式  $C_2H_5O$  以觀。則構造式應有二種。



此二式之中。究以何者爲其構造式。尙不能定。徵以種種反應。知輕素之五原子。直接與炭素原子結合。始終不能分離。故H爲一原子團。稱爲愛既兒根。與輕養根(OH)相合。而成爲愛既兒亞爾科兒。其構造式應爲(甲)式無疑。而(乙)式則與美既兒依的兒 (Methyl ether) 之分子式相合。其性質相異。稱爲酒精之異性體。

一、木精  $\text{CH}_3\text{OH}$  木精原名爲美既兒亞爾科兒。 (Methyl Alcohol) 其性狀反應。與普通之酒精相似。製法卽以木材。入於鐵製曲頸蒸溜器中熱之。則木精與水及醋酸混合。從其中分取之。卽得木精。其分子式含有美既兒根  $(\text{CH}_3)$  與輕養根  $(\text{OH})$ 。故構造式如左。



此物亦可爲假漆及染料之製造。工業所用之酒精。往往混以木精。故其用途甚廣。

三、富賽兒油 (Fusel oil) 以馬鈴薯穀類等製酒精時。其生成物除普通酒

精之外。尚有數種沸點較高之混合物。此混合物有一種惡臭。爲油狀之液體。

稱爲富賽兒油。大半由愛美兒亞爾科兒 (Amyl Alcohol)  $C_5H_{11}OH$  而成。

飲之有害於人身。凡含有此等之酒類。人偶飲之。則有頭痛目眩之患。

四、格列舍林 (Glycerin)  $C_3H_8(OH)_3$ 。以上各物。皆含一個輕養根 $(OH)$ 。此物

含三個輕養根。故其構造式爲  $CH_2OH-CHOH-CH_2OH$ 。其製法卽以牛

脂、豚脂等與苛性加里共熱之。其後通以水蒸氣。使之蒸溜而出。通常爲無色

之黏液。帶有甘味。在空氣中有吸收濕氣之性。醫藥上及石鹼之製造多用之。

若加以濃厚之硝酸。與硫酸之混合物。則成重油狀之液體。稱爲立提怒格列

舍林 (Nitro Glycerin)  $C_3H_5(NO_3)_3$  有猛烈性。故急熱之。或打擊之。則立見爆發。按立提怒即硝酸之義。凡有用此等名稱者。其式中必含有硝酸根 ( $NO_3$ ) 以下做此。

### 第二節 依的兒及愛斯透

1. 依的兒 (Ether) 美既兒  $C_2H_5$  愛既兒  $C_3H_7$  之公式  $C_nH_{2n+1}$  稱為亞爾楷兒根  $Alkyl$ 。凡有一個亞爾楷兒根與養素結合之構造者。通稱為依的兒。其有愛既兒根之養化物。稱為愛既兒依的兒 ( $C_2H_5$ )<sub>2</sub>O。性易流動。液狀無色。且易揮發。沸點甚低。<sup>三五</sup> 發有香氣。久吸之則失其感覺。故外科手術。用為麻醉劑。其蒸氣易於引火。混以空氣。點火則爆發。又能吸收熱量。觸於皮膚則覺寒冷。多數物質。悉被其溶解。故可以之為溶媒。此外若含有美既兒根之養化物。稱為美既兒依的兒 ( $CH_3$ )<sub>2</sub>O。又可用適當之方法。使成美既兒愛既兒依的兒  $CH_3-O-C_2H_5$ 。



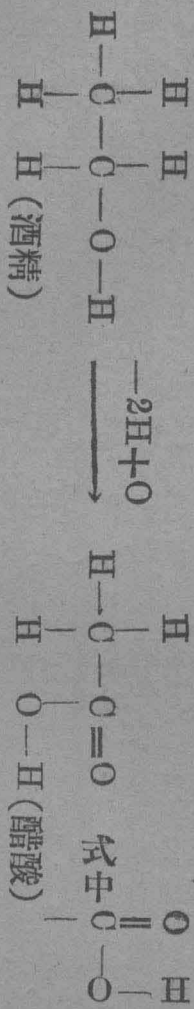
1. 愛斯透 (Ester) 酒精與酸作用。則酒精之輕養根  $\text{OH}$  與酸之輕素原子化合而生水  $\text{H}_2\text{O}$ 。亞爾楷兒與養素根化合而生愛斯透。却如金屬之輕養化物與養素作用而生鹽。故二鹼性酸之硫酸與一價亞爾科兒作用。則生中性及酸性之二種愛斯透。若以造鹽元素使與炭化輕素作用。則其先輕素一原子與造鹽元素置換。而生  $\text{CH}_3\text{Cl}$  及  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ 。但炭化輕素久與造鹽元素作用。則輕素之數原子。次第減少。皆與造鹽元素置換。例如美代恩  $\text{CH}_4$ 。其因置換而得者。為  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ 。此數種之中。  $\text{CHCl}_3$  一物。稱為苦怒羅福姆 (Chloroform) 為帶有香味之液體。性易揮發。與依的兒同為一種麻醉劑。若以造鹽元素中之鹽素  $\text{Cl}$  換一碘素  $\text{I}$ 。則其分子式為  $\text{CHI}_3$ 。別稱為愛朶福姆 (Iodoform) 為黃色結晶。有特殊之臭氣。可用為防腐劑。

### 第三節 有機酸

1. 醋酸  $C_2H_4O_2$  以酒類久置有空氣中。則帶有酸味。而變為醋。酒類中之酒精。因醋母之作用。奪取空中之養素。遂起反應而生醋酸。



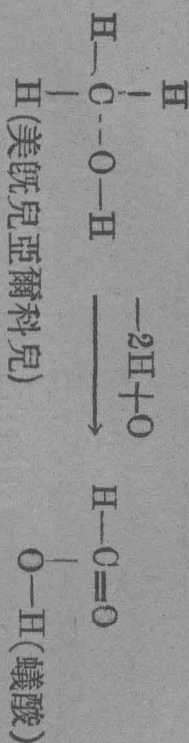
醋酸為無色液體。冬期凝固為冰醋酸。其構造式由酒精之分子式中去其輕素二原子。加入養素一原子即得。



之原子團。稱為加兒暴克西兒根。(Carboxyl group) 有機酸多含有之。其

中之輕素原子。亦有多少解離。故有機酸呈弱酸性。

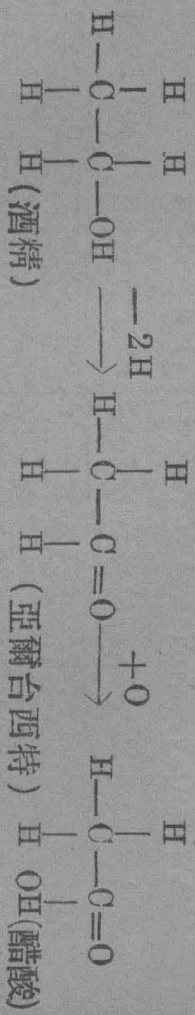
一、蟻酸  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$ 。此酸存於蟻之體內。故稱蟻酸。或存於蕁麻之毛中。大概由美既兒亞爾科兒之養化而生。其變化與醋酸相同。故其構造式如下。



蟻酸為無色液體。有刺戟性之臭氣。觸於皮膚則腫脹。故蜂蟻蚊等之毒。即此物也。欲免此毒。即以安母尼亞水洗之。使與酸中和可也。

三、亞爾台西特 (Aldehydes) 以某種之亞爾科兒。使之養化則生酸。若其養化之度不足。則生中間之物質。稱為亞爾台西特。由美既兒亞爾科兒所生之臭氣體。稱為福姆亞爾台西特 (form aldehyde)  $\text{CH}_2\text{O}$ 。其水溶液可為消毒及殺菌之用。由愛既兒亞爾科兒所生之液體。通常單稱為亞爾台西特。沸點

甚低。經養化而變為醋酸。故其還元性大。能使銀鹽之溶液。生出銀鏡。此為一般亞爾台西特之特徵。其構造式對於酸及酒精之關係。為



故  $\text{C}=\text{O}$  之原子團。為亞爾台西特所特有者。

#### 第四節 高級之脂肪酸

一、脂肪酸 如蟻酸醋酸等有  $\text{O}^{\text{H}}\text{H}^{\text{H}}\text{COOH}$  之一般公式者。總稱為脂肪酸。此類之中。含炭素原子甚多。故稱為高級酸。存於動植物之脂肪中。

一、酪酸  $C_2H_3O_2H$  此酸存於新牛酪中格列舍林之愛斯透中。爲含有臭氣之液體。牛酪腐敗時。則此酸游離而存在。發有一種惡臭。

三、脂肪 帕爾米丁酸 (Palmitic acid)  $C_{15}H_{31}CO_2H$  (軟脂酸) 斯太亞林

酸 (Stearic acid)  $C_{17}H_{33}CO_2H$  (硬脂酸) 及不飽和之阿來陰酸 (Oleic acid)  $C_{17}H_{33}CO_2H$  (油酸) 之三者。爲格列舍林之愛斯透。以生成動物之脂

肪。但帕爾米丁酸與斯太亞林酸。皆爲白色蠟狀之固體。阿來陰酸及其愛斯透爲液體。故牛脂中含此等液體少而硬。豚脂中含此等液體多而軟也。

四、石鹼 以脂肪與苛性曹達共煮之。則三種之愛斯透起下之變化。



(帕爾米丁酸之格列舍林愛斯透) (苛性曹達) (格列舍林) (帕爾米丁酸鈉)

由此變化而生三種酸之鈉鹽混合物。卽爲普通之石鹼。其變化稱爲鹼化。行

此鹼化時。若用苛性加里。則得加里石鹼。使用石鹼時。所以奏清潔之功效者。因石鹼中之脂肪酸極弱。故起加水分解。而游離其中之亞爾加里。使脂肪質之污點。經鹼化而溶解。但在硬水中之夾雜物甚多。石鹼中之脂肪酸。易與硬水中之鈣伊洪及鎂伊洪化合。而生難溶之沈澱。至使石鹼不得顯其功用。故使用石鹼時。必選擇軟水為宜。

五、蠟燭及蠟 如牛脂之固形脂肪。以過熱之水蒸氣。使之鹼化。則得帕爾米丁酸。斯太亞林酸及阿來陰酸之混合物。用壓榨之法。去其液體之阿來陰酸。則得白色之固塊。由此固塊加以拍若芬 (Paraffin) 可製成斯太亞林蠟燭。若蜜蠟鯨蠟等。通常稱之為蠟。為脂肪酸與一價高級亞爾科兒之愛斯透。非如脂肪之格列舍林之愛斯透也。

六、植物性油 亦由種種高級酸之格列舍林愛斯透而成。有乾性不乾性二

種。如菜子油。在空氣中不易乾涸者。故稱爲不乾性油。亞麻仁油。及桐油等。徐乾涸者。故稱爲乾性油。乾性油善吸收空氣中養素。而變爲固形物。如漆等。可以製器。而不乾性油可爲食料及燈油之用。

### 第五節 多鹹性酸

一、多鹹性酸 有機酸中因加兒暴克西兒根之數。而有種種之多鹹性酸。

二、蔘酸  $\text{H}_2\text{O}_2\text{C}-\text{CO}_2\text{H}$  此物廣布於植物界中。如酢醬草之有酸味者。實含有此酸之酸性鉀鹽。故以鋸屑與苛性加里（或曹達）共熱之。則得蔘酸。可爲染料。但有毒性。與強硫酸共熱之。則生無水炭酸。與養化炭素之等體積。



三、林檎酸  $\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2\text{H}$   
 $\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$

此酸亦廣布於植物界中。凡未熟之林檎、梅等皆含

有之。易溶於水而得結晶塊。林檎即蘋果

四、酒石酸  $\text{CH}(\text{OH})\text{C}_6\text{H}_5$   $\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2\text{H}$  此酸存於種種果實中。或為酸性鉀鹽。此酸性鉀鹽

難溶於水及酒精中。故以之製葡萄酒時。多生沈澱於器底。稱為酒石。是為酒

石酸之原料。其結晶甚堅。無色透明。有強酸味。易溶於水。可以之製檸檬水及

沸騰散。

五、拘攣酸  $\text{H}_2\text{C}-\text{CO}_2\text{H}$   $\text{H}_2\text{C}-\text{CO}_2\text{H}$  此酸多存於檸檬、青梅、橙子、柚子等之果實中。

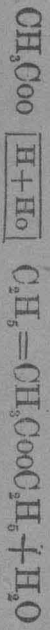
通常從檸檬之液汁製出。無色結晶。易溶於水。帶有酸味。可以製檸檬水及染

色之用。

第六節 有機酸之愛斯透

一、醋酸愛既兒 以醋酸與愛既兒亞爾科兒作用。則生愛斯透。稱為醋酸愛

既兒。





上式之反應。爲可逆反應。但由醋酸與亞爾科兒作用。生少量之愛斯透與水時。此等之生成物。互相作用。漸有復於前二物之傾向。此傾向因生成物之量而同時增加。遂至與正反應之傾向同一。而達於平衡之狀態。故欲得愛斯透之完全生成物時。宜加以如濃硫酸之吸水劑。而除去水分。或蒸溜愛斯透之生成物。以防逆反應之起。

二、醋酸美既兒 以醋酸與美既兒亞爾科兒作用。則生醋酸美既兒之愛斯透。

三、有機愛斯透之性質 以上所述之愛斯透。皆爲無色有揮發性之液體。難溶於水。而比水輕。在脂肪酸中。如酪酸之有臭味者雖多。然此等之愛斯透。則皆有類於果實之芳香。故可爲稀薄亞爾科兒之溶液。菓子及飲料之香。皆林檎、梨等之所以與之也。

## 第七節 青化物及尿素

一、青化物 在高溫度時。以炭素與淡素化合。則生青 $(CN)_2$  (Cyanogen) 之氣體。此物極有毒性。點火則放赤紫色之光焰。青根 $CN$ 酷似於鹽素原子 $Cl$ 。故鹽素之化合物。亦酷似於相當之青化物。以青化鉀加濃硫酸熱之。使發生氣體。冷卻後則變為青化輕素 $CNH$ 。為無色之液體。有極弱之酸性。通常稱為青化輕素酸。其誘導體從第二鐵鹽生出深青色之沈澱。故亦有青酸之名。為極劇之毒物。

二、黃血鹽  $Fe(CN)_2 \cdot K_4$  以含有炭素及淡素之化合物。(如血液角蹄毛髮等) 與炭酸加里及鐵屑共熱之。使之溶解。復浸於水而蒸發其溶液。則得黃色之結晶。稱為黃血鹽。其組成為  $Fe(CN)_2 \cdot K_4 \cdot 3H_2O$ 。可視為青化鉀  $4KCN$  與青化第一鐵  $Fe(CN)_2$  之複鹽。此溶液中加入鹽化第二鐵之溶液。則生

深青色之沈澱。是為第二鐵伊洪之檢出法。其沈澱可為顏料。以黃血鹽強熱之。則發生青化鉀與炭化鐵及淡素。



青化鉀  $\text{K}_4\text{C}_2\text{FeN}_6$  為白色固體。易溶於水。在空氣中有潮解之性。此種溶液。鍍金及鍍銀時多用之。

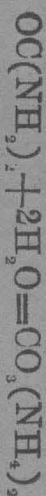
三、尿素  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 。以青化鉀  $\text{K}_4\text{C}_2\text{FeN}_6$  與養化鉛  $\text{PbO}$  共熱之。使之養化。則生青酸

鉀  $\text{K}_2\text{OCN}_2$ 。此溶液再加硫酸安母尼姆蒸發之。則生青酸安母尼姆  $\text{OCN}(\text{NH}_2)$ 。

直接起構造之變化。而生尿素。

$$\text{OCN}(\text{NH}_2) \rightarrow \text{OC} \backslash \text{NH}_2^+$$

此尿素之合成法。在化學歷史上。為有名之發見。由是而存於動物體中之尿素。亦可由人工製造之。大致為無色針狀之結晶。因黴菌之媒介。與水作用。則生炭酸安母尼姆。

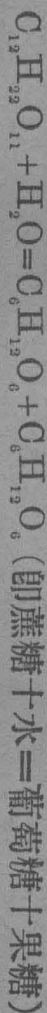


更使此物分解。則生安母尼亞。故尿爲一種肥料。便所中所發之臭氣卽此也。

### 第八節 炭水化物

一、炭水化物 葡萄糖、蔗糖、澱粉等。皆由炭素輕素養素而成。一般有  $\text{C}_x\text{H}_y(\text{H}_2\text{O})_z$  之公式。却爲炭素與水之化合物。故總稱爲炭水化物。或稱爲含炭素。

二、葡萄糖  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  此糖有多量存於（如葡萄等）果實之中。故以蔗糖與稀硫酸共熱之。則生同量之葡萄糖與果糖。



工業之製法。以澱粉與稀硫酸共煮沸之卽得。此糖易解於水爲結晶體。但其甘味不及蔗糖。亦可由釀母之作用。而生無水炭酸與酒精。



三、果糖  $C_6H_{12}O_6$  果糖與葡萄糖同存在於果實及蜂蜜中。其結晶甚難。

四、蔗糖  $C_{12}H_{22}O_{11}$  蔗糖即日常食用之砂糖。多存在於植物體中。可由甘蔗

及甜菜等製出。

五、乳糖  $C_4H_8O_4$  此物在哺乳動物之乳中。約含4%。為白色甚堅之結

晶。稍有甘味。易生乳酸  $CH_3CH(OH)CO_2H$ 。而使乳汁酸敗。

六、麥芽糖  $C_{12}H_{22}O_{11}$  當大麥發芽之際。其中生打司他司 (Diastase)

之無生酵素。以之作用於澱粉。則成麥芽糖與糊精之混合物。即飴是也。

七、澱粉  $(C_6H_{10}O_5)_n$  植物借日光之力。起同化作用。而生澱粉。此澱粉多存

於果實及塊根中。其形似白色粉末。以顯微鏡窺之。其形狀之大小。因植物之

種類而異。雖不溶於冷水。然與水共熱之。則粒子膨脹而破裂。即所謂糊也。遇

碘液則呈濃青色。此為碘素與澱粉之檢出法。

八、纖維素 ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> 此為植物細胞膜之主成分。如麻綿等以酸類除去少量之無機物。始為純粹之纖維素。雖通常之溶劑。不易使之溶解。然遇濃硫酸則使之溶解。以此溶液。加水煮沸之。遂變為葡萄糖。因釀母之作用。生亞爾科兒。故木材紙等亦可製為酒精。若以綿浸於硝酸與硫酸之混合物中。則因時間之長短。而生種種硝酸愛斯透。通常稱之為立提怒賽兒羅司 (Nitro-Cellulose) 按賽兒羅司 (Cellulose) 即此稱之纖維素也。其組成為  $C_{12}H_{14}O_4(NO_2)_6$  即綿火藥。其外觀與綿無異。點火則急劇爆發。

### 第九節

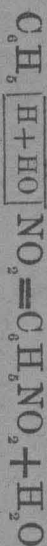
盆純及其誘導體

炭化輕素中之輕素原子。與他種之根相置換。所生之物體。稱為誘導體。餘仿此。

一、盆純 (Benzene)  $C_6H_6$ 。盆純即分溜石炭他兒 (Tar) 時最初所得之物。以此精製之。則得無色之液體。有一種臭氣。易於燃燒。其光甚大。油煙甚多。

易使脂肪及樹脂等溶解。故可用之爲溶劑。石炭他兒即分溜石炭時所得黑色濃液一名媒膠。

二、立提怒益純  $C_6H_5NO_2$  使益純作用於硫酸與硝酸。則其中輕素一原子與立提怒根  $(NO_2)$  置換。即生一種誘導體。稱爲立提怒益純。



此物爲淡黃色油狀之物質。可以用爲香料。及安里尼音 (Aniline) 之製造。

三、安里尼音 (Aniline)  $C_6H_5NH_2$  取立提怒益純。以鐵與鹽酸使之還元。即可製出安里尼音。其純粹者爲無色液體。然帶褐色者多。而稍有特臭。加漂白粉之溶液。於其水溶液中。則呈濃紫色。

四、石炭酸  $C_6H_5OH$  此物即分溜石炭他兒時。從其沸點稍高之部分所得者。多爲無色針狀之結晶。有一種特臭。難溶於水。其稀薄之溶液。可爲消毒濟。

五、安息酸  $C_6H_5COOH$  安息酸一名安息香酸。安息香原爲一種樹脂。徐徐

熱之。則昇華而成白色板狀之結晶。置於白金板上熱之。所生蒸氣。刺戟咽喉。而令人咳嗽。此酸之誘導體。有所謂甘精者。或稱殺苦林 (Saccharin)。其成分  $C_6H_4 \cdot \overset{CO}{\vee} \overset{CO}{\vee} NH$  爲無色結晶體。溶於水時。其甘味數百倍於蔗糖之溶液。

六、殺立昔兒酸 (Galicylic acid)  $C_6H_4 \cdot \overset{OH}{\vee} \overset{CO_2H}{\vee}$  此物存於楊或柳等樹皮之中。由一種之亞爾科兒養化而得。多爲針狀結晶。有防腐性。

七、沒食子酸  $C_6H_2(OH)_3CO_2H$  此酸與單寧 (Tannins) 等同存於沒食子及茶葉中。卽其他之植物中亦有之。加熱則發生無水炭酸。而變爲焦性沒食子酸  $C_6H_2(OH)_3$ 。此一物還元之力最強。在養氣中養化成褐色。故焦性沒食子酸。可用爲照相之現像藥。沒食子酸可用爲墨水之製造。

八、單寧 (Tannins)  $C_{14}H_{10}O_9$  單寧一名鞣酸。凡櫟及其他樹皮。或茶珈琲等皆含有之。以此等浸於水中。卽得純粹之酸。爲淡黃色無定形之粉末。帶有澀



味。遇第一鐵鹽。則生青黑色之沈澱。故可用爲墨水之製造。及染色術之應用。與膠質及蛋白質等化合。可以製爲鞣皮。故稱鞣酸。

第十節 那富他倫安提賴賽音及其誘導體

1、那富他倫 (Naphthalene)  $C_{10}H_8$  及安提賴賽音 (Anthracene)  $C_{14}H_{10}$

分溜石炭他兒時。其沸點較高之部分。有二種重要結晶之炭化輕素。其一爲那富他倫  $C_{10}H_8$ 。其一爲安提賴賽音  $C_{14}H_{10}$ 。那富他倫帶有臭氣。可以防腐。又可爲色素製造之原料。而安提賴賽音。只可用爲染料之製造。

1、青藍  $C_{16}H_{10}N_2O_2$  藍葉中之色素。爲近世人造那富他倫之原料。以至與天產品相競爭。此物爲青色粉末。雖不溶於水及鹼類。然以之還元時則爲白藍  $C_{16}H_{12}N_2O_2$ 。能溶於鹼類。此白藍之溶液。以布帛浸之。曝於空氣中。則白藍養化而變爲青藍。遂生沈澱於布帛之纖維間。以爲紺染之用。

三、亞利查里 (Alizarin)  $C_{14}H_8O_4$  此物爲美麗赤色之結晶。由茜根所製出。故古時栽培頗盛。以爲染料之用。至化學研究之結果。乃知爲安提賴賽音之誘導體。與種種金屬養化合物化合。則生美麗不溶性之化合物。故以此等之養化合物爲媒染劑時。可使布帛染出各種之色。

### 第十一節 亞爾加羅以特

一、亞爾加羅以特 (Alkaloids) 此爲植物中含有鹼性有機物之總稱。與酸類結合。能造成可溶性之鹽。多有劇毒。爲貴重之藥劑。以下就其重要者舉之。除尼可青 (Nicotine) 之外。皆爲有結晶性之固體。

二、尼可青 (Nicotine)  $C_{10}H_{14}N_2$  此爲林檎酸或枸橼酸之鹽。含於煙葉中者。雖爲無色液體。然在空氣中則變褐色。極有毒性。飲數滴則死。普通之煙草。含尼可青之量。約爲一至八%。

三、因寧 (Quinine)  $C_{20}H_{24}N_2O_2$  此物存於規那樹印度及南美洲均產之之皮中。爲無色針狀結晶。其鹽酸或硫酸之鹽類。均爲貴重之解熱劑。

四、斯脫力克寧 (Strychnine)  $C_{21}H_{22}N_2O_2$  此物存於番木鱉之子實中。有劇毒。食其少量則生痙攣之病。

五、嗎啡 (Morphine)  $C_{17}H_{19}NO_3$  割開未熟罌粟之果殼。使其中之乳狀液汁流出。乾之卽爲阿片 (Opium) 阿片中約含一〇%之嗎啡。與少量之亞

爾加羅以特。有一種鹽酸嗎啡。可爲重要之定痛劑及催眠劑。

六、科加音 (Cocaine)  $C_{17}H_{21}NO_4$  此物與他種之亞爾加羅以特。共存於科加樹之葉中。其鹽酸鹽。可用爲局部之麻痺劑。

七、亞脫羅派音 (Atropine)  $CH_{23}NO_3$  此物爲茄科植物所特有之亞爾加羅以特。其硫酸鹽能使人之瞳孔擴大。故眼科上用之。

八、他音 (Theine) (茶葉)  $C_8H_{10}N_4O_2$  此物或稱珈芬 (Caffeine) 即從珈  
球所得  
苦味之白色  
結晶物體，存於茶及珈球中。有奮興之作用。含有一分子之結晶水。其結晶  
有如絹之光澤。殆呈針狀。

九、安既派林 (Antipyrine)  $C_{11}H_{12}N_2O$  此物殆無天然存在者。爲人造之  
亞爾加羅以特。其結晶多係無色。可爲解熱劑。能代困寧之用。

### 第十二節 太爾并類及樟腦

一、太爾并油 (Turpentine oil) 以松杉等針葉樹所生之樹脂。與水蒸氣共  
蒸溜之。則得太爾并類  $C_{10}H_{16}$  之混合物。即太爾并油。此油能溶解樹脂及脂  
肪。故可以之製爲假漆顏料等。彼植物之花及果實。有馥郁之芳香者。多含有  
太爾并類之物質。浸出此等之物質。則爲如薔薇油等之香料。可供人之使用。  
二、彈性橡皮 ( $C_5H_8$ )<sub>x</sub> 此物由熱帶地方所產植物之分泌液中所製出。不

溶於水及酸類。其應用頗廣。若遇寒氣則硬化而易斷。故混以少量之硫黃。稱爲含硫橡皮。卽海底電線之絕緣體。亦多用此。

三、樟腦  $C_{10}H_{16}O$  由其成分觀之。可知此物爲從太爾并類之物質。經養化而得者。其製法卽以樟腦樹之幹根枝葉之細片。與水蒸氣共蒸溜之。可以製出。爲白色之結晶。帶有香氣。可爲興奮劑及防臭劑。

四、薄荷腦  $C_{10}H_{20}O$  以薄荷之葉。與水蒸氣共蒸溜之。卽得薄荷油。冷却其一部分。則爲無色針狀之結晶。更分析出之。卽爲薄荷腦。有刺戟性之香氣。可供醫藥之用。

### 第十三節 蛋白質

一、蛋白質 蛋白質爲一種之營養素。動物之體。除水、脂肪、及無機成分而外。殆全爲蛋白質所成。其成分極複雜。故其分子式尙不能詳。吾人所知者。僅知

其爲炭素<sup>五〇至五五%</sup>輕素<sup>六至七%</sup>淡素<sup>一八至一九%</sup>養素<sup>二四至二九%</sup>及硫黃<sup>〇三至〇四%</sup>之化合物。試舉其一二類如下。

二、卵白 卵白之水溶液。實爲諸種蛋白質之標本。熱之至七五度左右則凝固。與重金屬之鹽類。共爲不溶性之化合物。如昇汞中毒之際。飲用卵白。可有解毒之效。卽應用此理者也。

三、乾酪素 加稀薄之酸於牛乳中。則生白色之沈澱。稱爲乾酪素。爲一種之蛋白質。卽乳汁中極滋養之部分也。

四、荳素 此爲類於乾酪素之蛋白質。荳類中含有之。吾人日用之豆腐。卽荳素中之最主要者。此豆腐加以鹽滷則凝固。

五、麩質 此物多含於小麥粉中。故以水揉洗小麥粉。溶去其中之澱粉。僅留淡黃色之黏塊。卽麩質也。此麩質亦爲一種蛋白質。

六、膠質 以動物之皮骨等。煮沸於水中。蒸發其溶液。則生膠質。再精製之。爲無色透明之固體。類於蛋白之成分。冷之則凝爲固體。其溶液中加以單寧。則生沈澱。此膠質可供食用。亦可爲照相之乾板。