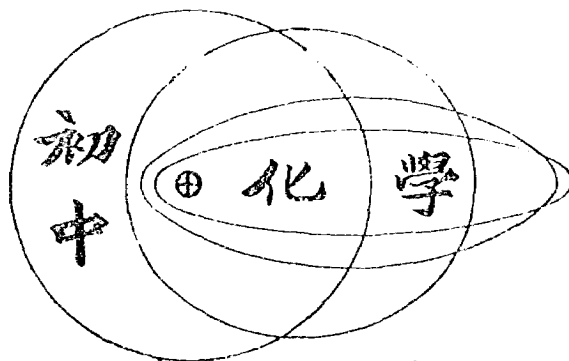
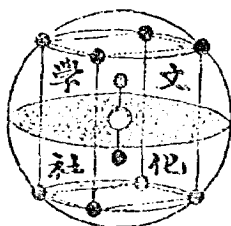


新
標
準



王鶴清著



新 標 準
初 級 中 學

化學教科書

王 鶴 清 著

北平文化學社印行

1 9 3 4

修訂版 編 輯 大 意

一. 本書編制，以青年日常習見之事物或現象爲經，以科學之系統爲緯，使學生由常識進入科學之正軌，以增進其研究科學之興趣。

二. 本書內容，依據教育部最近頒布初中化學課程標準，參酌實際經驗，編輯而成。上承小學自然科之基礎教材，下接編者同閻玉振君合編之高中化學，以收聯絡貫串之功，而矯重複扞格之弊。

三. 本書注重實驗，每述一事理，多先由實驗觀察，推出論斷，令學生獲得實際之經驗使新舊觀念相聯絡，以養成其研究科學之習慣。

四. 本書注重民生問題，關於衣食住行四者，本書第十五，十六，十七，三章中，敘述特詳。農林事業，爲吾國民生建設之基礎，故本書特闢土壤與農業一章(第十四章)，以應特殊之需要。

五. 本書插圖百餘幅，爲實物教學之補助；每章附有問題，以便隨時練習。書末另附總復習題，以

收融會貫通之效。且習題取材，注重實用，使學者樂於運算。

六. 本書敘述文字，力求淺顯，便於學者之預習或自修。

七. 本書取材新穎，現代化學上新發明之事項而為青年常識所應有者，如食物中生活素，放射性元素，及原子之構造等，均擇要採入，俾學者得明瞭現代化學之新趨勢，以增進其研究科學之興趣。

八. 全書分十八章，步驟緊湊，脈絡貫通。全書材料，每週教學二小時，適可於一學年內授畢（共四學分）。此外應使學生有各項自動的或在教師指導下的作業（如筆記，繪圖，實驗記錄，旅行參觀，課外閱覽科學雜誌及書報等），以養成其研究科學之良好習慣。

九. 編者學識淺陋，謬誤掛漏之處，自知不免；尙望海內賢達，不吝指教！

編者識於國立北平師大附中

民國十九年元月初版，民國二十年六月一日再版。

本 書 目 次

		頁數
第 一 章	空氣	1
第 二 章	氧	9
第 三 章	氮	15
第 四 章	水；氫	19
第 五 章	鹽酸	33
第 六 章	二氧化碳 一氧化碳	43
第 七 章	分子與原子	53
第 八 章	化學計算法	71
第 九 章	鐵	75
第 十 章	硫黃	85
第 十 一 章	食鹽	97
第 十 二 章	金屬與合金	103
第 十 三 章	應用礦物	111
第 十 四 章	農業與土壤	126
第 十 五 章	衣服與染料	143
第 十 六 章	食物與飲料	151

第十七章	居住與窯業	173
第十八章	鑛及原子構造	187

初中化學教科書

第一章

空氣

§ 1. 空氣之存在. 手指拂面則生風，是為空中有氣之明證。今再以簡單試驗，證明之如下：

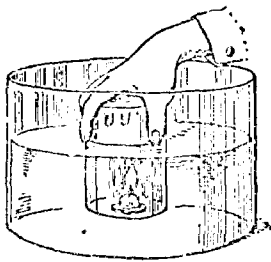
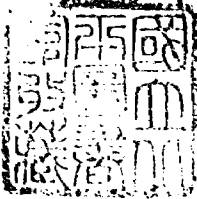


圖 1 水中燃燭

試驗1. 置燃燭於木片，浮之水面，覆以玻璃杯，並用力壓入水底，則見杯內水面下凹，而火仍不熄(圖1)。

空氣包圍地球，高達地表300里至1500里，係無色無臭無味之氣體。

§ 2. 空氣與燃燒. 吾人習見薪炭燃燒時，用火管或風箱吹入空氣，則見火焰熾盛；反之掩蔽爐口，則火勢頓衰，竟至消滅。又酒精燈焰上覆以蓋，則焰即熄。今再為下之試驗：



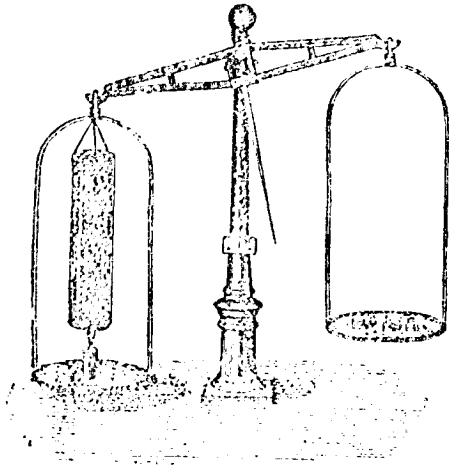


圖 2 燭燃燒後加重

試驗2. 取煤油小燈罩一，內盛苛性鈉，懸於天平之一端(圖 2)，其下置蠟燭一。他端載重，使達平衡。燃燭少時，則天平失其平，而燃燒之端，反向下墜。

試驗3. 取鉛或錫一小片，入磁鍋內而權

其重，灼熱之(圖 3)，即變成灰色物質。放冷再稱，便見比前較重。

由此可知蠟燭，或鉛，錫等，或在空氣中燃燒，或受高熱後，所增加之重量，其必仰給於空氣也明矣。然其所取者，即為空氣本身乎？抑其中之某物質乎？欲解決此疑問，特先介紹化學史上一有名試驗：

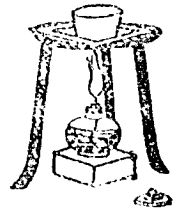


圖 3 鉛受高熱後加重

1777年法國化學家拉服西氏 (Lavoisier 圖 4) 灼熱水銀(銻)於曲頸甌內(圖 5)，並將甌頸伸入於倒



圖 4 拉服西像

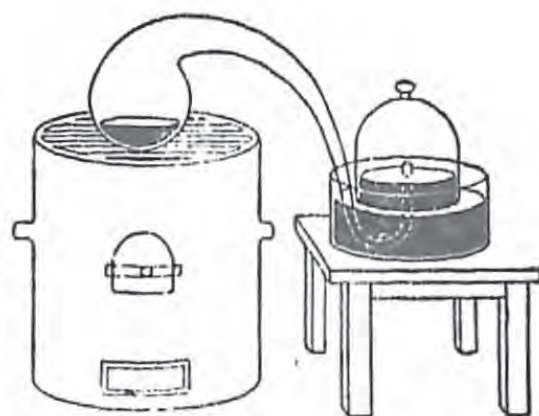


圖 5 銻之灼熱

置水銀槽之玻璃鐘內，見甌內銻面生成紅灰，而甌與鐘內空氣全體積減小五分之一。後灼熱紅灰，則仍放出氣體，其體積與前所失者相等。同時水銀恢復原狀。

拉氏試驗由紅灰放出之氣體，其性質與通常空氣不同，而為燃燒及呼吸所必需者，特名之曰養氣（Oxygen）。

以上所述變化，可用下式表示其作用：



§ 3. 空氣之成分. 空氣中除氧外，是否含有他種物質，茲試驗之如下：

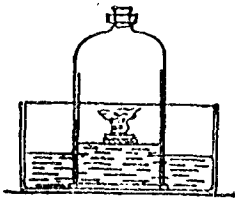


圖 6 酒精燃燒

試驗4. 如圖 6 磁皿內盛酒精多量，令浮於水面，點以火，隨以玻璃罩蓋之。少頃，火熄而水升入鐘內，約占其體積五分之一。次將玻璃頂塞，以燃著之火柴入之，即熄

何故？

據此試驗，可知空氣中有五分之一氣體為燃燒所必需之氧，其餘五分之四不能供燃燒者，大部分為淡氣（氮 Nitrogen），並含有少量之氫（Argon）氦（Helium）等惰性氣體。

曠野間之空氣，除含有變量之水蒸汽外，其成分常為一定。茲將乾淨空氣之成分表示如下：

空氣 100 體積內含有：

氧 21

氮 78

氫 0.94

二氧化碳 0.04

氮等 微量

試驗5. 取澄清石灰水一杯，露置空氣中，稍久變濁。何故？

城市間之空氣雜有塵埃，微生物等，以之供吾人之呼吸，甚有害於衛生也。

§ 4. 空氣與呼吸。吾人呼吸空氣，藉以維持生活，當氧呼入肺內時，暫與血球素 (Haemoglobin) 化合成氧化血球素 (Oxyhaemoglobin)，入動脈管內，流行周身；遇有廢物，則氧化血球素即起分解作用，其析出之氧與廢物起氧化作用，一部分生成二氧化碳隨同血球素入靜脈管運回心臟，經過肺臟呼出。而血球素仍恢復運輸氧之功用；同時因氧化所生之熱可以保

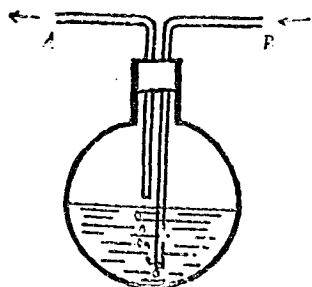


圖 7 呼氣試驗

持體溫。

試驗6. 如圖 7 燒瓶內盛澄清石灰水適量，緊塞以附有兩導管之木塞，用口向 A 端吸入空氣，石灰水不生變化；次由 B 端呼出氣體，則石灰水立呈混濁。

空氣經呼吸後其組成之百分數，據生物學家報告

如下表：

	氮	氧	二氧化碳	水分
吸入空氣	79.05	20.92	0.03	不定
呼出空氣	79.58	16.04	4.38	充分

吾人住室內之空氣，因呼吸作用，漸次污濁，故有交換新鮮空氣之必要。

§ 5. 空氣之液化。 空氣受高壓力 (39氣壓)，遇低溫度 (-140°C)，可使液化 (圖 8)，存保於迪華氏

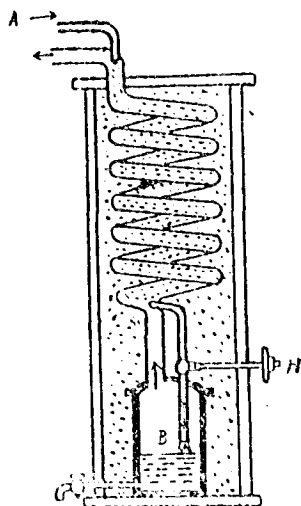


圖 8 液化空氣裝置

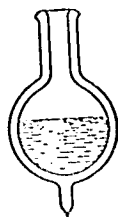


圖 9 迪華氏瓶

(Dewar) 瓶中 (圖 9)。當液體空氣蒸發時，氮先逸出，氧後繼之，故工業上利用之以製造氧與氮。

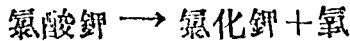
習 題

1. 試另設計證明空氣之存在。
2. 設計證明水中有空氣之存在，並繪圖說明之。
3. 鳥獸魚類及植物等各用何種器官呼吸？
4. 試驗 2 所用之苛性鈣有何作用？
5. 何謂化合？分解？另舉一實例。
6. 用扇煽燭，火竟熄滅，何故？
7. 試另設計由空氣中去氧留氮之法。
8. 室內換氣之法如何？試繪圖以明之。
9. 設計證明空氣中含有水蒸汽，及呼出空氣中含有多量之水蒸汽及二氧化碳氣體。

第二章

養氣(氧 Oxygen)

§ 6. 製法。氧化錒受熱分解，為歷史上製氧之一法；蒸發液體空氣或水受電解，為工業上製氧之法。通常實驗室中係用氯酸鉀與二氧化錒混合加熱即得。其變化如下式：



此法所用之二氧化錒，不過促進氯酸鉀之分解，而其本體終無變化：謂之觸媒 (Catalyser) 此作用謂之接觸作用 (Catalysis)

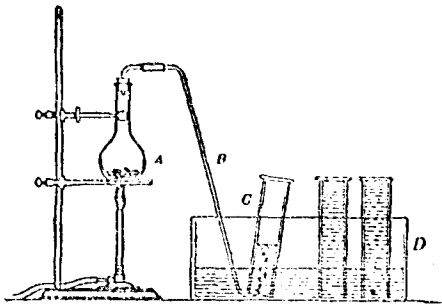


圖 12 製氧

試驗7。取氯酸鉀之白色粉末二十公分，和以同量之黑色二氧化錒粉末，入燒瓶A內加熱，則發生養氣，可用滿水之玻璃瓶C倒立於水槽D中，由導管B通入而捕集之(圖12)，以備試驗其

性質。

§ 7. 性質。氧為無色無味無臭之氣體，其重要性質，可試驗如下：

試驗8。取本圖蠟燭插於鈎形之鐵絲上（圖13），點火少時吹滅之，使帶殘燭，速入氧氣瓶中，何如？

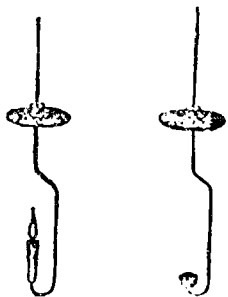


圖 13 鐵鈎



圖 14 燒匙

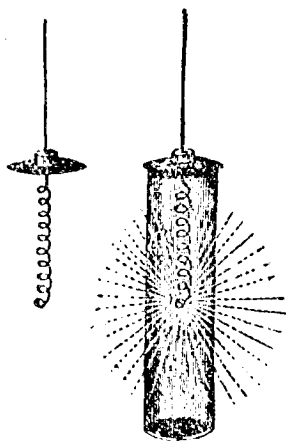


圖 15 鐵絲燃燒

試驗9。取木炭或硫黃一小塊，置於燒匙（圖14）引火入氧瓶中，何如？

試驗10。取細鐵絲捲成螺旋形，於其下端綴火柴一枝，點火入氧瓶中（圖15），何如？

由上試驗結果，知氧有助燃性，故物質在氧中燃燒較在空氣中為烈。

氧與他物化合時稱曰氧化 (Oxidation) 其化合物稱曰氧化物 (Oxide)。氧化作用劇烈時則發熱與光，稱曰燃燒 (Combustion)

又氧畧能溶解於水，以供水中生物之呼吸。

§ 8. 用途。氧可供呼吸及燃燒之用，可治肺炎，窒息等症，又可助燃而生強熱如氬氧焰(圖16)或氧炔(即電石氣) 焰(圖17)，用以接合或切斷鐵板等。又壓縮於鋼筒內之氧，可供潛水艇及飛行機內之用。

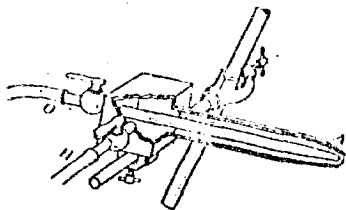


圖 16 氬氧焰



圖 17 氧炔燬

習 題

1. 試舉出第一第二兩章內氧化物之名稱。
2. 呼吸與燃燒兩作用之異同若何?
3. 木屑較木棒易燃，何故?
4. 衣服上著火，應用何法撲滅之?
5. 鐵器何故生銹，防銹之法若何?
6. 玻璃瓶內裝有空氣或純氧，試設計鑑別之。
7. 錫 100 分能與氧 26.89 分完全化合而成氧化錫若干?

今欲令錫 5 公分，完全變成氧化錫，應需氧若干？

8. 氯酸鉀 122.5 公分，可生氧 48 公分，問欲製氧 10 公升（氧一公升之質量為 1.429 公分），須用氯酸鉀若干公分？

9. 解釋圖 16 及圖 17 之作用。

第三章

淡氣 (氮 Nitrogen)

§ 9. 製法. 蒸發液體空氣，為工業上取氮之法，試驗 4 為實驗室內由空氣中取氮之一法。今再用他法試之如下：

試驗 11 如圖 18 裝置，玻管 A 內置銅絲網，加熱。水流逐漸由水管入 B 瓶內，令空氣進逼 A 管，則氧與銅化合而生黑色之氧化銅。殘餘之氮，流經導管，用排水取氣法捕集之。

註：實驗室製取純氮，常用亞硝酸銨加熱分解如圖 12 裝置捕集之。

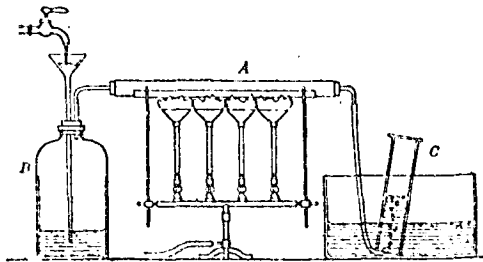


圖 18 製氮

§ 10 性質. 氮亦係無色，無臭，無味之氣體，其主要性質，可試之如下：

試驗 12 (a) 入燭火於盛氮之瓶中，何如？

(b) 將小鳥投入之，何如？

試驗13 如圖19裝置，玻璃中兩極，放電火花，少時，瓶內起何現象？

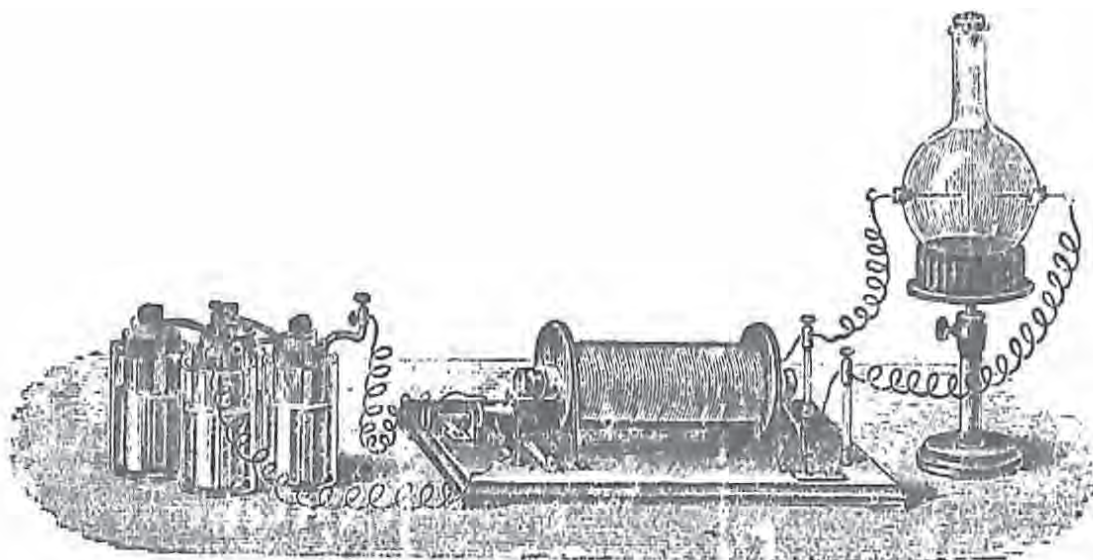


圖 19 製氧化氫

由上試驗結果，得知氮無助燃性，並不易與他物質化合，平常在空氣中，僅令氧淡薄，使其作用不劇烈而已，故有淡氣之名。但當電火通過時，能生成氧化氮氣體，工業上常利用之以製造硝酸。

§ 11 用途。氮為動植物生長之要素。空中之氮，能和緩氧化作用，並為製造硝酸，礮精，人工肥料，炸藥等之原料。

習 題

1. 氮對於動，植，礦物界有何關係？試繪圖以明之。
2. 動物及植物攝取氮素之法若何？
3. 何種食物，富有氮素？
4. 黑色火藥之成分為何？何者含有氮素？
5. 試驗 11 所得之氮，是否純淨？欲得純氮，其法若何？（教師指導！）
6. 圖18之A 管前後重量，有無變化？何故？此種變化，稱為何種作用？

第四章

水：輕氣(氫 Hydrogen)

§ 12 存在。水在自然界中，分佈甚廣；地球表面，水居其七，動植物體內，水亦強半。空氣中亦含有變量之水汽；冰雪（圖20）霜電等，是其固體之變形也。

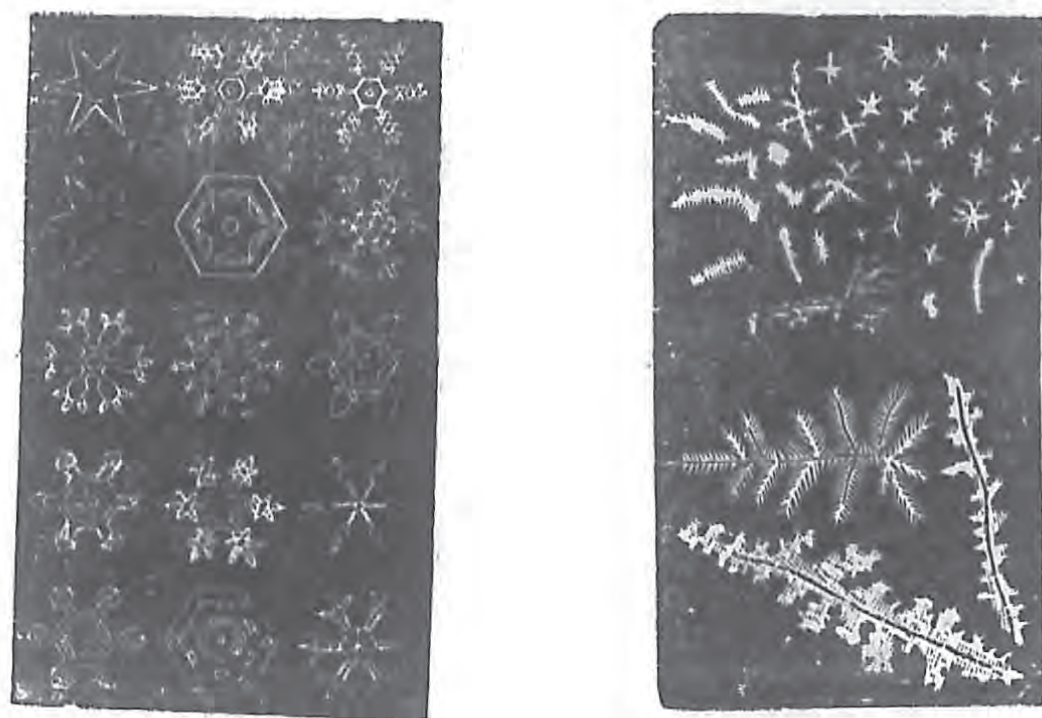


圖 20 雪

冰

§ 13 性質。純水係無臭無味之透明液體，其冰點

爲 0°C ，沸點爲 100°C 。水當 4°C 時密度最大，其一立方公分（即1c.c.）之質量，定爲一公分（Gram），爲比重之標準。以一公分之水使其溫度上昇 1°C 所需之熱，定爲熱量之標準，名之曰級（Calorie）。水能溶解許多物質（溶質）而成溶液，故水爲常用之溶媒。

§ 14 天然水。雨水，井水，河水，海水等統稱曰天然水。天然水殆無純粹者；雨水爲天然水之最純者，但仍含有空中細塵，微生物及其他可溶性氣體。海水溶有多量食鹽，井水及河水含有鈣鎂等之礦物質及有機物質。礦物質無害於人體，或且足供人體組織所須之礦物成分。至有機方面之微生物（Bacteria），則多種爲傳染病菌（圖21）如霍亂症（Cholera），傷寒症（Ty-

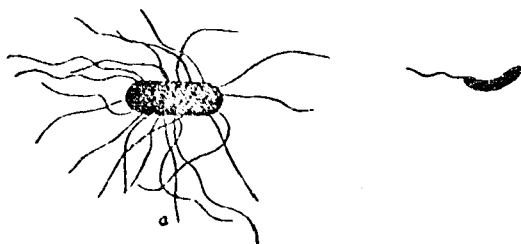


圖 21 a 傷寒菌。b 霍亂菌。（放大40000倍）

phoid fever 及痢症 (Dysentery) 之傳染，其病菌係由水傳播。故飲料水之清潔與否，對於公眾衛生所關至鉅，不可不注意也。

§ 15 硬水與軟水。含有鈣鎂等礦物質之水，稱為硬水，反是稱為軟水。硬水雖無害於人體，但如湯罐內之水垢，汽罐內之罐石，均係硬水經煮沸後所析出之礦物質堆結而成，既耗燃料，並損盛器。又以硬水洗滌衣服，往往多費肥皂，因生成白色沉澱，不起泡沫，失却肥皂之去垢功用，直至鈣鎂等全部沉澱後方起泡沫。工業上利用此種性質，可用肥皂水以測定天然水之硬度。

試驗14。取試管二枝，分盛河水及井水約滿半試管，各加入肥皂水少量，起何變化？

硬水軟化之法，係加入石灰水與碳酸鈉溶液，令鈣鎂等完全沉澱，即得軟水。

試驗15 取試管二枝，各盛井水半試管，分別加入石灰水及碳酸鈉溶液何如？

§ 16. 飲料水。近水居民家庭中淨水方法有三

種：一爲膠結（用明礬瀝入）二爲濾過（圖22），三爲煮沸。前二者所以除去雜質，後者所以消滅細菌。故適於飲料。

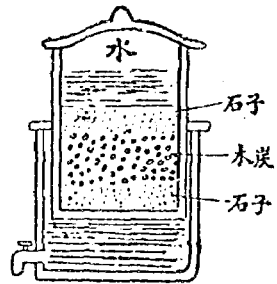


圖 22 水之濾過

至於城市居民，多仰給於自來水。故自來水工廠淨水設備亦較爲周到。茲將此種重要設備圖示於下（圖23），學者試解釋之。

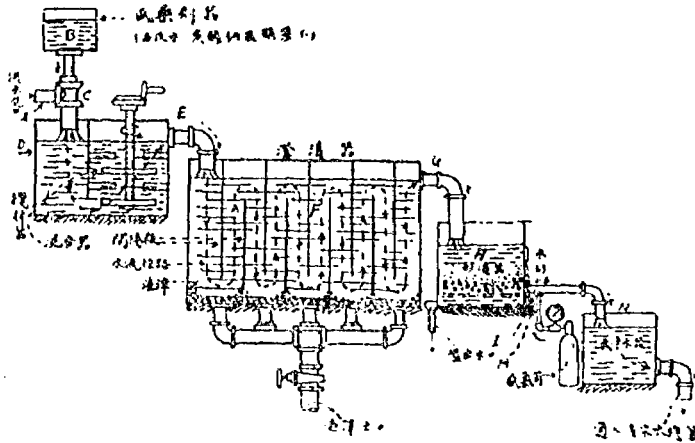


圖 23 自來水設備

§ 17. 蒸餾水。欲得極純粹之水，可將水煮沸化汽，再冷而凝之（圖24）。所得之水，名曰蒸餾水。化學試驗及調劑藥品常用之。

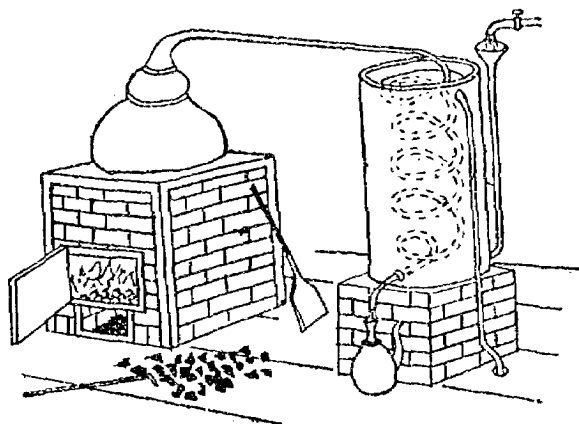


圖 24 水之蒸餾

試驗18。如圖 25 取天然水，溶以食鹽及顏料少許，置燒瓶A內煮沸，使其蒸氣通過凝結管B（側管C通入冷水，側管D流出溫水），復凝為水流入盛器E內。試觀察蒸餾水之色，並

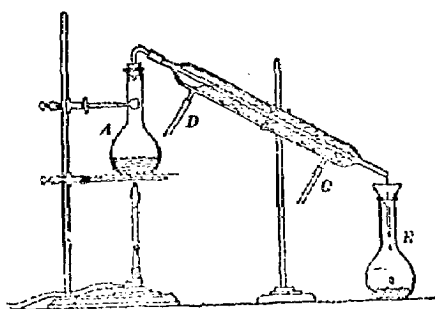


圖 25 水之蒸餾

嘗其味。

§ 18. 水之分解.

試驗17 取分水器(圖26), 盛水半滿, 滴入硫酸少許, (何用?)

並於器內二白金片上, 倒立滿貯以水之玻管二。通入電流, 則見白金片面上, 發生氣泡, 漸升至玻管中, 而陰極所生氣體之體積, 常為陽極之二倍。待集氣稍多, 即斷絕電流。入燭火近二管口試之, 陽極管口之燭火, 較前明亮, 知其氣為助燃性之氧。陰極管口爆生藍色之火焰而燭火反熄。此種具自燃性之氣體, 其質甚輕, 故名之曰氫氣 (氫Hydrogen)。

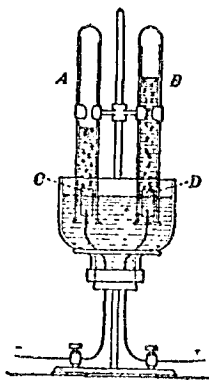
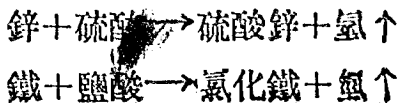


圖 26 水之電解

由上試驗, 知水為氧一體積與氫二體積所組成。

§ 19. 氫之製造及性質, 上法為製氫之一。實驗室內最便利之法, 常用鋅粒或鐵片加稀硫酸或稀鹽酸製取之。



試驗13 取燒瓶盛錫粒約 10g, 以插有漏斗及導氣管之木塞, 密閉瓶口 (圖27)。次由漏斗注入稀鹽酸, 即盛發氣, 隨以倒置試管三枝輪流集氣移開而燃點之, 初發爆聲, 至數次後發音甚微, 乃用排水取氣法捕集氣體二瓶備用;

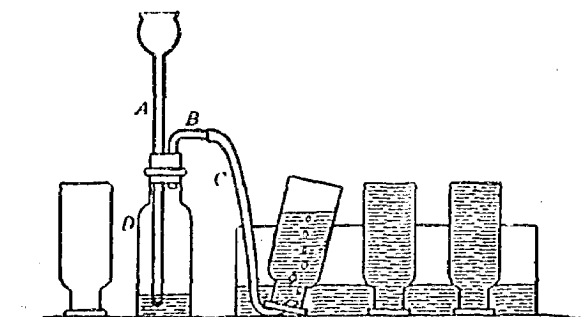


圖 27 製錫

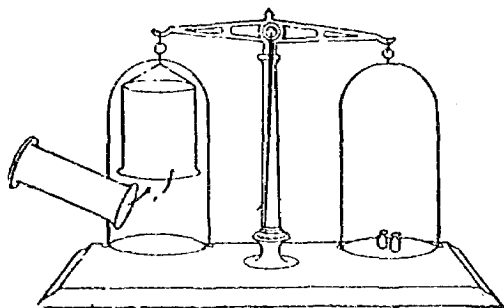


圖 28 錫比空氣輕

1. 倒載玻璃杯於天秤之一端(圖28)，加砝碼於他端，使之平衡，導氫入杯內，結果何如？

2. 將盛氫之瓶口向下，插入燭火，則氫自然成青焰，而燭火反熄。(圖29)。

由上試驗知氫較空氣輕(僅及空氣百分之七，故氣球飛艇，均利賴之)，能自燃而不助燃。燃燒時生成何物，可以下法試之。



圖 29 氫之燃燒

§ 20. 水之合成.

試驗19 如圖30以純淨之氫，通過盛有氧化鈣管(何用?)而燃點之，用冷玻璃罩於焰上，則玻璃罩內壁生成水珠而滴下。

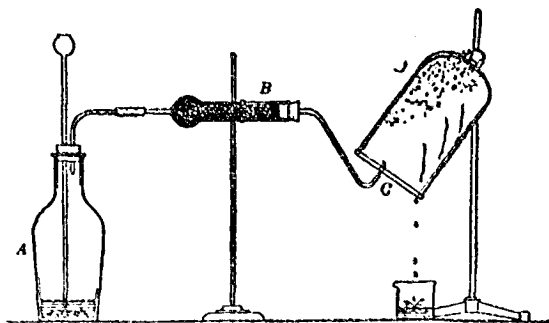


圖 30 燃氫成水

由此可知氫當燃燒時能與氧化合而成水。亦可推知水係氫氧所合成。

21. 水之重量組成。 水係氫二體積與氧一體積所組成，已如上述；二者重量之比，可用下法測定之：

試驗20 裝置如圖 31，玻管B內盛有氧化銅，由導管A通入乾淨輕氣。灼熱B部，則氫與氧化銅內之氧化合成水，經過U管C為氯化鈣所吸收，(D管內之氯化鈣，係防止外界濕氣，侵入C管。)由B、C兩管前後重量之變化，即可測定氫氧重量組成之比。何故？

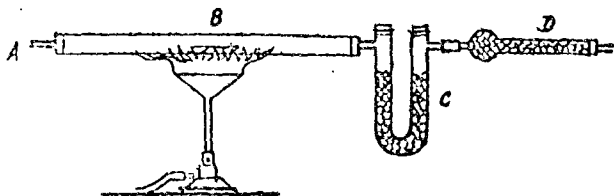


圖 31 水之重量組成

化學家經精密測定結果，得知水所含氫氧重量組成之比為 1 : 7.98。

§ 22. 定數比例定律。 凡物質當化合時，其重量組成之比，恒為一定：是為定數比例定律。例如水之

組成，其氫氧重量此之恒爲 1 : 7.98，固不限於空間與時間也。

§ 23 化合物與混合物 數種物質化合而成一種性質全異之新物質，此新物質謂之化合物 (Compound)。如彼此相混並存，各不失其固有性質者，此謂之混合物 (Mixture)。二者之區別，觀下表便可瞭然。

化 合 物	混 合 物
1. 其組成有一定之比例。	1. 無
2. 製成時有收發熱量或放光。	2. 無
3. 僅能用化學方法分解之。	3. 常用機械方法分離之。

試驗 21。取鐵粉及硫黃華各少量在紙片上混合，並不起何種變化。以磁石近之，則鐵粉悉被吸引，與硫黃分離。如將此種混合物入試管內加熱少時，則管內發熱放光。俟冷卻後，管內生成黑色之硫化鐵，以磁石近之，何如？

§ 24. 化合物與元素。水受電解作用而分爲氫與氧，但現尚無法可使氫或氧再分爲較簡單之新物質。氧化錒受熱分解而爲氧及錒，現亦無法可使錒再

分爲較簡之新物質。某種物質能分解而成二種以上之新物質者，是曰化合物。水與氧化銻等是也。凡物質不能以已知之法，分解而成較簡之新物質者，謂之元素(Elements)。如氫，氧，銻等是也。

元素之已經發見者，約計九十種，其能獨立存在於自然界者，約計二十種，餘悉存於化合物中，須用化學方法製取之。茲將重要元素名稱。舉之如下：

氫，氧，氮，氟，溴，碘，碳，硫，磷，矽，
 硼，銅，銀，金，鉑，鐵，錳，鉻，鎂，
 鋅，銻，錫，鉛，鋁，鈾，鋇，鈣，鈉，鎂，

§ 25. 物質之變化。 物質變化之現象，至爲繁
 頤；例如水受熱則化汽，遇寒則結冰；橡皮球受壓則
 扁，去壓重圓。此等現象，其變化僅及於物質之形
 狀，而不及於其組成；是爲物理的變化 (Physical
 Change)。反之，如薪炭之燃燒，魚肉之腐敗，鐵釘之
 生鏽，諸如此類，其變化不僅及於物質之形狀，而且
 影響於其組成；是爲化學的變化 (Chemical change)。

試驗22 試管內盛白糖少量，滴入濃硫酸少許，微熱之，立見有

黑色泡沫上昇，另成一種新物質，即磷是也。

試驗23 取硫黃華與錒粉等體積混合，入砂勺蓋上，加熱少時，則起閃光，並見有白色粉末之新物質，飛揚空中，即硫化錒是也。

§ 26. 物質不滅之定律。物質經化學變化後，其前後之性質既異，而其重量。有無變更，可試之如下：

試驗24 取一小玻璃瓶，內盛濃硫酸約 20c.c.，另以盛有白糖之試管置入此瓶內。以木塞密閉瓶口，而權其重量（圖32）。次將兩種物質混合，則生成黑色之磷，而再權之，其重量仍不變。

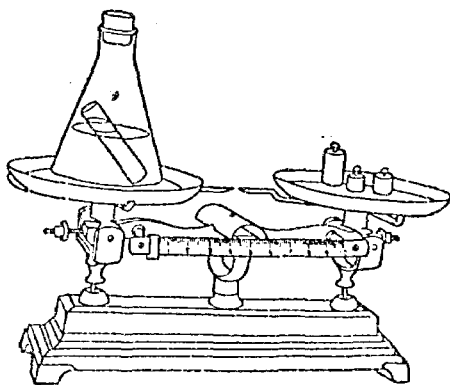


圖 32 物質不滅之試驗

由各種實驗結果，得知在各種化學變化時，其所

用物質之量，與所生物質之量恒相等，是爲物質不滅之定律 (The law of Conservation of mass)。

§ 27. 何謂化學？ 化學爲研究物質化學變化之學科。如水，空氣，氫，氧，金，銀，銅，鐵等之無機物質，澱粉，蔗糖，蛋白質等之有機物質，皆爲化學上所研究之對象，而與吾人之日常生活，無不有密切之關係者也。

習 題

1. 雨水爲天然水之最潔者，何故？
2. 硬水與軟水之差別。飲料水與蒸餾水之差別。
3. 蒸餾水可充爲飲料否？何故？
4. 汽船航行海洋中，如何取得飲料水？
5. 有無色液體於此，用何法證明其爲水？
6. 工業上有用紅熱鐵屑除去水蒸汽中之氧以製氫者，其法若何？試繪圖以明之。(參考圖18)
7. 試述氫與氧性質上異同之點(列表)。
8. 設由試驗 20 測定 U 管內所得水重爲 945.439g，B 管內氧化銅所失氧重爲 840.191g。試求水之重量組成之比。

9. 氫一公升之重爲 0.08987 公分。氧一公升之重爲 1.429 公分，試由此兩值，算出水之重量組成（參考 § 18）。

10. 試舉出自然界物理變化及化學變化之實例各三種。

11. 辨別下列各物質何者爲化合物？混合物？原質？

空氣	水	鹽	白糖	牛奶	鹽水
礫	鐵	鐵銹	明礬	砂	泥
水泥	玻璃	金剛石			

12. 密度與比重之區別。

13. 水當 4°C 時，一公升之質量爲何？所含熱級幾何？今熱至沸點時，問需若干熱級？

第五章

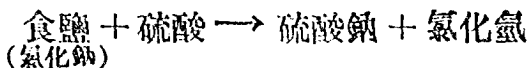
鹽酸 (Hydrochloric acid)

§ 27. 鹽酸之性狀。 鹽酸為製氫原料之一種，其純粹者，為無色溶液，含雜質者，畧帶黃色。有酸味，能令藍色石蕊試紙變紅：是為酸性反應 (Acid reaction)。凡能呈酸性反應之物質，統稱曰酸 (Acid)。

鹽酸受熱，則發生刺激性之氣體，是為鹽酸氣，或稱氯化氫 (Hydrogen chloride)，鹽酸主要之成分也。

試驗25 試管內盛鹽酸少量，加熱少時，以手向管口排氣入鼻，何如？ () 以濕潤藍試紙接近管口，何如？
以口噓氣經過管口，何如？

§ 28. 氯化氫之製法及性質。 將食鹽與濃硫酸加熱，即得。



試驗26 取約等量之食鹽及濃硫酸，同入燒瓶 A 內，裝置如圖33。逐漸加熱，即發生氯化氫氣體，因其較空氣重，可用下方置換法，捕集氣體滿三廣口瓶及一燒瓶(圖34)，預備以下試驗，其餘氣體，由導

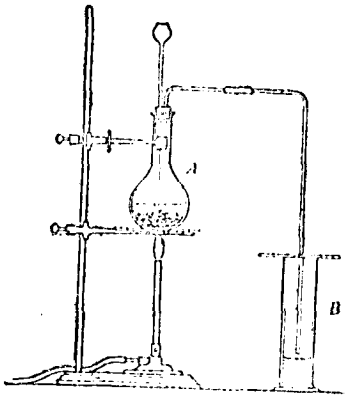


圖 33 製鹽酸氣

管通入盛水之瓶中，令溶成鹽酸。

試驗27 (1)入燭火於氯化氫瓶

內，何如？

(2)以紙片溼潤鹵精水投入

之，何如？

(3)將氯化氫瓶倒置水槽中何

如？

(4)如圖 34 於上方之燒瓶中

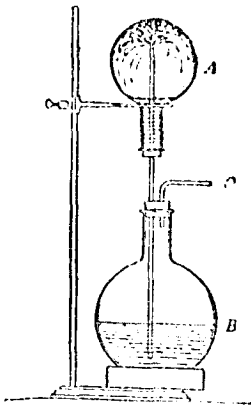


圖 34 噴水

滿盛氯化氫，下方之燒瓶中，滿盛藍色石蕊試液，兩瓶由一長玻璃管互通，管之上端為尖口，今於下瓶之側管口略吹之，使水上昇管中，水即自尖口噴出，且變紅色，甚為美觀。

由以上試驗結果，得知氯化氫為無色而有刺激性之氣體，遇濕氣則生白霧，遇鹵精則成鹵砂。極易溶解於水而成鹽酸。

§ 29. 工業上製鹽酸法。如圖35用食鹽與濃硫酸共置於煨燒爐內，加熱，則發生氯化氫氣體，先經

過冷卻塔，使氣溫降低，並排除雜質。次通過多數水罐（圖36），而被溶解。其所殘餘之氣體，再導入吸收塔，塔中貯有砂石及焦煤，並有水自上部不絕流下，令氯化氫盡量溶解，而成鹽酸。

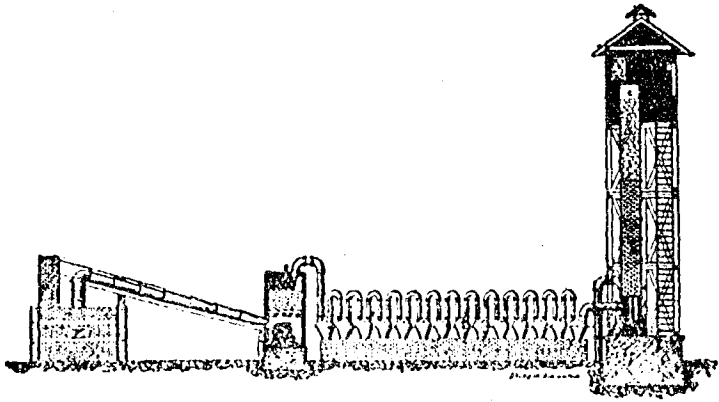


圖 35 工業上製鹽酸

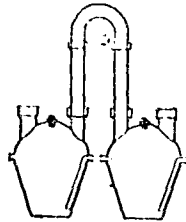
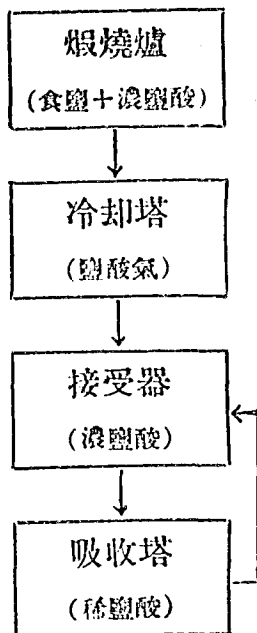


圖 36 水罐

茲將工業上製造鹽酸程序圖示於下：



鹽酸為工業化學上之重要藥品，可供綠氣，染料等之製造及洗淨金屬表面之用。又鹽酸為胃液主要成分，故醫藥上亦用之。

§ 30. 氯化氫之組成。鹽酸能與鋅，鐵等金屬作用發生氫氣，但水在常溫與此等金屬不起作用，故知其所生之氫，非由水析出，而為溶於水中之氯化氫

之成分也。又鹽酸與二氧化錳共熱之，則發生有惡臭之黃綠色氣體，是即綠氣（氯 Chlorine）。可知氯者，亦氯化氫之一成分也。

試驗28 試管盛二氧化錳少量，加濃鹽酸數滴，徐熱之起何變化？

§ 31. 氯之製法。 將鹽酸與二氧化錳混合加熱即得。

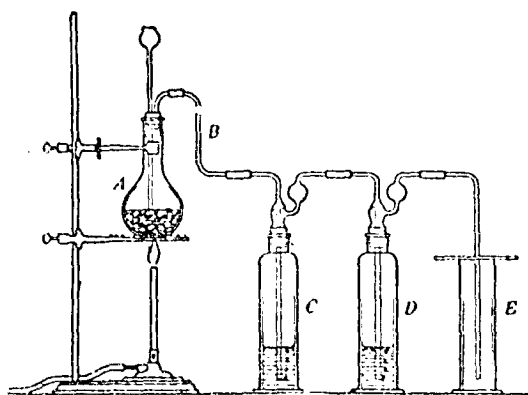
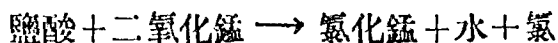


圖 37 製氯

試驗29 如圖 37 裝置，A 瓶盛二氧化錳 10 公分，C 瓶盛水，D 瓶盛硫酸，E 為集氣瓶。自漏斗注入濃鹽酸 25cc，而熱之，則發生氯氣；使經過

C 瓶，去其同時蒸出之氯化氫；再經過 D 瓶，去其水汽；然後用 E 瓶捕集，可得乾燥之氯。俟取集四瓶後，可將氯通入水瓶，以得氯水。

§ 32. 氯之性質，氯為黃綠色而有劇臭之氣體，其重要性質，可試之如下：

試驗30。取鈉一小片，置燒匙內加熱，入氯瓶中，則生白色固體，即食鹽是也（食鹽成分之證明）。

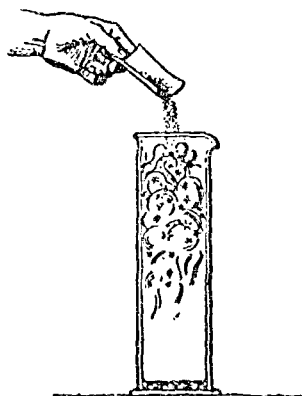


圖 38 氯與鈉之作用

試驗31。如圖38，將錫粉散入氯瓶中，立即燃燒，或以銅絲加熱投入之，亦然（是為氯化合力強之證。）。

試驗32。將導氣管端點火入氯瓶中，仍繼續燃燒（圖39）。少時，取出，另以玻璃棒蘸硝酸精水插入之，則發白煙，是為瓶內氯與氫直接化合而成氯化氫之證（氯化氫之合成。）。

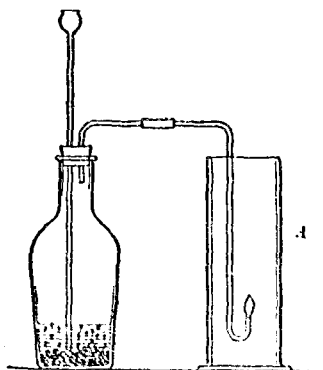


圖 39 氫與氯之作用

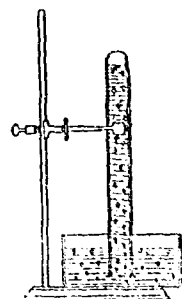


圖 40 氯水之分解

試驗33。取試管滿盛氯水，倒立於氯水中（圖 40），曝於日光下，少頃，見管中有氣泡上升。因氯能與水中之氫化合而將氧放出故也。

試驗34。以乾燥之紅紙片及藍布條入氯瓶中。少時，不起變化。次各沾以水再投入之，立即褪色。

由上知氯性活潑，易與金屬化合而成氯化物 (Chloride)，其與氫之化合力甚強。又氯有漂白作用，然必須有水之存在，此何故乎？蓋氯遇水與其中之氫化合，而將氧放出。此初放出以氧，其化性比尋常之氧為強，色質遇之，立受氧化而褪色。故此種漂白，表面為氯之作用，實則為氧之作用。

凡元素自化合物分離之一瞬間，其作用每較強，特名之曰發生機 (Nascent state) 元素。

氯除用於漂白外，尚有消毒殺菌之功，故自來水工廠常利用之。但通常漂白與消毒，多不直接用氯而用含氯之漂白粉。取其便利故也。

§ 33. 漂白粉。通氯氣於熟石灰中，（圖41），則成漂白粉 (Bleaching powder)。

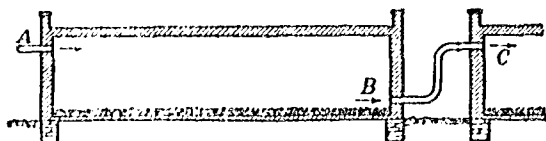


圖 41 製漂白粉

試驗35。用石灰漿粘塗廣口瓶內壁，通入氯氣，並用玻片覆蓋，此時石灰吸收氯氣，即成漂白粉。

將此漂白粉取出少量入試管中，滴加稀鹽酸或稀硫酸，則仍放出氯氣。

試驗36。用市購漂白粉少許，溶入水內，以藍布條浸入之，少頃取出，復浸於稀鹽酸中，而察其效。

棉與麻之漂白，可用漂白粉，若羊毛絲等，則易為氯毀壞，當用他種適當之漂白劑。

又不潔之處，可用漂白粉洒之，則此粉徐徐與空中濕氣及二氧化碳起作用，放出氯氣，以殺滅微生物，完成消毒之功用。

習 題

1. 食鹽之成分為何？由食鹽製造鹽酸之法若何？
2. 鹽酸與氯化氫之區別安在？

3. 有無色液體一瓶，用何法可以證明其為鹽酸？
4. 有無色氣體一瓶，試證明其為氯化氫。
5. 燃燭入氯瓶中，則盛生煙埃何故？
6. (a) 乾燥綠氣，何以不起漂白作用？(b) 家庭中用漂白粉漂白之程序如何？
7. 實驗室內盛氯水之瓶，常用黑紙包圍，何故？
8. 歐戰時，軍中所用防氯面具（圖42），其盒中盛有鈉石灰 (sodalime)，收效甚著。試言其理。



圖 42. 防氯面具

第六章

二氧化碳 一氧化碳

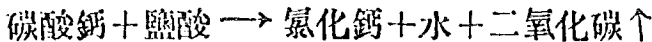
(Carbon dioxide; Carbon monoxide)

§ 34. 二氧化碳之生成。薪炭蠟燭之燃燒，生物之呼吸(試驗6)。動植物質之腐敗，皆發生二氧化碳。

試驗37。取一空瓶，立燃燭於其中，少時，取出，注入澄清石灰水而振盪之，則成白濁狀；此為蠟燭燃燒，發生二氧化碳之證。

自然界既不絕生成二氧化碳，然空氣中含量仍有限者，何耶？蓋因植物吸收空中之二氧化碳，藉日光及葉綠素之作用，分離養氣(試驗42)，留其碳以構成體質。故二氧化碳可稱為植物必需之食品，而植物可稱為空氣成分之調人也。

§ 35. 二氧化碳之製法及性質。通常製二氧化碳之法，係用大理石(碳酸鈣)加稀鹽酸或稀硫酸即得。



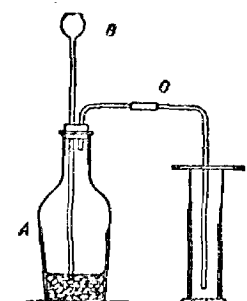


圖 43 製二氧化碳

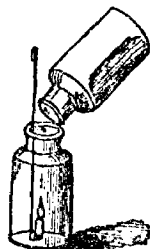


圖 44 滅火作用

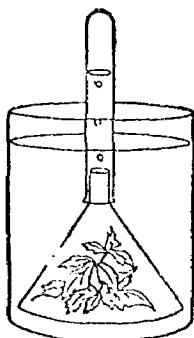


圖 46 綠葉與二氧化碳之作用

試驗38。如圖43取大理石碎片20公分入瓶中，自漏斗漸次注加稀鹽酸約40c. c. 即發生二氧化碳氣體，用下方置換法收集氣體三瓶後(氣體滿瓶與否，可用燃着火柴向管口試之，熄則氣滿)，將導管C通入盛水之玻璃杯內，以備如下之試驗。

試驗39。以澄清石灰水少量，傾入二氧化碳瓶內密閉而振盪之，何如？(此為檢查二氧化碳之法)

試驗40。燃燭於瓶中，另以二氧化碳傾入(圖44)，何如？

試驗41。另取二氧化碳氣一瓶，注入水少量，並投入藍色試紙，隨閉瓶口而振盪之，如何？此為何種反應？

試驗42。如圖46玻璃器內盛有二氧化碳溶液，用漏斗蓋覆綠葉而浸入之。另取水滿試管，倒置於漏斗柄上，曝於日光之下，歷一時許則見葉面漸發氣泡，昇入試

管中，待集氣稍多，嚴閉管口，取出順置，而以火柴殘燼入之，則見復燃：此為植物經同化作用，吐出發氣之證。

由上知二氧化碳為無色無臭而有酸味之氣體，較空氣重（約重1.5倍），遇石灰水則生白色之碳酸鈣沉澱。當常溫常壓時，畧溶於水而生碳酸（Carbonic acid），壓力愈大，則容量愈多。蓋一切氣體之溶解度，恒隨溫度之昇高而減小，隨壓力之增高而增大。汽水，啤酒，即利用高壓，使多量二氧化碳溶於液中，

有爽口之酸味，可助消化，且感清涼，故用作夏時飲料。

又二氧化碳無助燃性，故利用之以製消火器（Fire extinguisher），但器中初非預藏二氧化碳氣體，不過儲入臨時能生此氣之藥品而已。如圖 46 A 為重碳酸鈉之水溶液，B 瓶中盛硫酸，此二藥品，因彼此隔絕，故平時不起變化。一遇

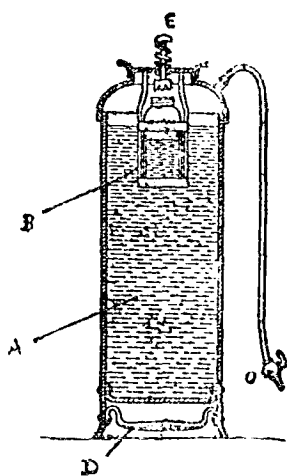


圖 46 消火器

火警，提起手柄D，倒置消火器而擊之於地，則B瓶為E撞破硫酸立與重碳酸鈉起作用，而盛生二氧化碳。同時壓力增大，故溶入於水者甚多。而所餘氣體，強壓此水溶液自C口射出。一經出口，二氧化碳大部自水中逸出，遂得收滅火之效。

試驗43。取一小玻璃瓶，配以具有尖口長玻璃管之橡皮塞。注入重碳酸鈉溶液，約滿瓶 $\frac{2}{3}$ 。次加入稀硫酸少量，隨緊閉瓶口，即生噴水現象。

§ 36. 一氧化碳之生成及性質。 爐火初燃之際，每見其上發青色之燄。是因爐碳在下部燃燒，生成二氧化碳。及經過上部之紅熱碳中，遂為熱碳奪去一部分氧氣，而成為一氧化碳。迨至爐面復遇空氣，遂燃燒而發青色之燄。

試驗44。如圖 47 將二氧化碳經過內盛木炭粉之熾熱鐵管，導入苛性鈉溶液中，藉以除去殘餘之二氧化碳，至新發生之氣體由導管通入水槽，用排水取氣法捕集之。

試將盛一氧化碳氣體之瓶，點以火，則燃燒而發青色火燄。此氣仍與氧化合而成二氧化碳。

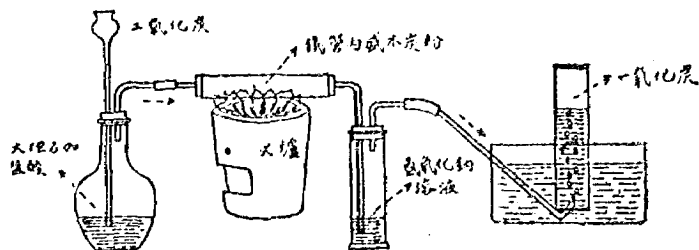


圖 47 製一氧化碳



一氧化碳有劇毒，人吸之則暈眩，甚且致死。此因人用肺吸入氧氣，全賴血球素運輸於體內各部。但血球素遇一氧化碳氣即化合成一種櫻紅色物質，此時即失去運氧之功用。故空氣中混有 4% 體積之一氧化炭，即足致命。冬日室內燒爐，窗戶嚴閉，養氣不足，往往發生此氣。我國北地居民，常有烘爐睡坑而中毒死者，職是故也。

又一氧化碳在高溫度時，能使金屬氧化物還原，故工業上常用為燃料及還原劑。

§ 37. 二氧化碳及一氧化碳組成之比較。 二者

同為碳之氧化物，其組成可用以下試驗比較之。

試驗45。如圖48裝置，盛一定體積之氧於右側管而密塞之，塞中插入銅絲二條，兩端以白金匙，或以捲成螺旋形之白金絲連結之，其內置木炭一塊。通以電流，則白金灼熱木炭而燃燒，氧與碳化合物成二氧化碳，而其體積仍不變。(管內水銀為調節氣體體積及壓力之用)。

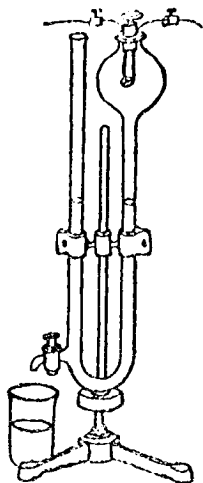


圖 48 碳與氧之化合

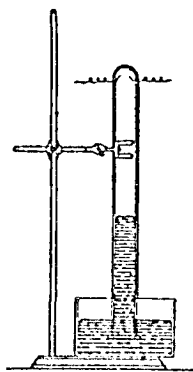


圖 49 一氧化碳與氧之化合

試驗46。如圖49裝置通入氧一體積與一氧化碳二體積於倒立水銀槽上之測氣管中，通電火花，則化合而成二氧化碳二體積(水銀昇高一體積)。

由上試驗結果，等體積之二氧化碳與一氧化碳

其中含有同量之素。二氧化碳與一氧化碳之組成，曾經化學家精密測定如下表：

	碳	氧
二 氧 化 碳	1	2,66
一 氧 化 碳	1	1,33

即等體積之二氧化碳與一氧化碳其中含有同量之碳素，而其氧則為二與一之比。

凡物質在某物中化合之量為某數，則在他物中其化合之量必為某數之簡單整數倍（如 1;1;1;2;2;3 等）；是為倍數比例之定律（Law of multiple proportion）。

水由氫二體積氧一體積化合而成，二氧化碳二體積，由氧一體積與一氧化碳二體積化合而成。因此知凡氣體起化學變化時，其反應前後各氣體體積之比，必為簡單整數之比：是曰氣體反應之定律（Law of gaseous reaction）。

§ 38. 氣體體積與壓力溫度之關係。以上所述一定量氣體之體積，常隨溫度之高低與壓力之大小而發生變化，故須同在一標準狀態（當溫度 0°C ，壓力一氣壓 = 760mm. 時），後然可引以為比也，茲分述之：

I. 氣體體積 (Volume) 與壓力 (Pressure) 之關係。凡氣體增壓則縮，減壓則漲。當溫度一定時氣體

體積與其時絕對溫度成正比例。

問題3. 有氫在 0°C 時其體積為 100c.c. 。問加熱至 20°C 時，其體積當為若干？

問題4. 有氧在 17°C 時，其體積為 500c.c. 。問在標準溫度時，其體積應為幾何？

III. 氣體體積與壓力溫度之關係。 設氣體之壓力與溫度同時變化，則求其體積之法，可舉一例解明之。

某氣體當 17°C ， 740mm. 時其體積為 200c.c. 。求其在標準狀態時 (Standard conditions, 0°C ， 760mm.) 之體積(V_s)

解 用複比例法 $\begin{matrix} (273^{\circ}+17^{\circ})\text{C} \downarrow & 740\text{mm} \uparrow & 200\text{c.c.} \downarrow \\ (273^{\circ}+0^{\circ})\text{C} \downarrow & 760\text{mm} \uparrow & V_s \downarrow \end{matrix}$

$$\left. \begin{matrix} 273+17 : 273 \\ 760 : 740 \end{matrix} \right\} = 200 : V_s$$

$$\therefore V_s = 200 \times \frac{740}{760} \times \frac{273}{273+17}$$

以公式表之， $V_s = V_t \times \frac{P_t}{760} \times \frac{273}{273+t}$

由上式可知氣體之壓力與體積相乘積與絕對溫度成正比例。是曰波，查合律 (Boyle and Charles' law)，此定律為氣體改算為標準狀態時體積之依據，學者宜

熟記之。

習 題

1. 如何辨別二氧化碳與一氧化碳兩種氣體?
2. 如何辨別一氧化碳與氫兩種氣體?
3. 二氧化碳有稱無水碳酸，何故?
4. 空氣中含有無水碳酸，試設法證明之。
5. 圖47由鐵管放出之氣體，須經過錳氧化鈉溶液，有何作用?
6. 汽水瓶去塞時，何以盛發氣泡？此氣為何?
7. 試舉出兩種還原劑。
8. 測量氣體體積之法若何?
9. 有氫 350c.c. 其壓力為 73cm.，問當標準壓力時，其體積應為若干?
10. 有氧在 20°C 時，其體積為 500c.c. 問在標準溫度時，其體積當為若干?
11. 某氣體當 16°C ，736 mm. 時，其體積為10公升，求其標準狀態時之體積。
12. 試舉出本書第一章至第六章所有定律，能述其所以然否?

第七章

分子與原子

§ 39. 分子與原子學說。前六章中所述物質不滅定律，定比定律，倍比定律，及氣體反應諸定律，僅指明已然之事實，並未說明其所以然，故科學家創立分子與原子學說，以闡明之如下：

凡一種物質，皆由性質，重量相同之微粒所成，此微粒曰分子 (Molecule)。物質既殊，分子亦異。但此微粒之分子，仍有可用化學方法再分裂為較小之微粒者，是曰原子 (Atom)。凡同種原子之性質與其平均重量均相同，異種原子則否。

由同種原子所成之分子，爲元素之分子，由異種原子所成之分子，則爲化合物之分子。例如氧，氫及氮之分子，各由同種二原子結合而成；水之分子，則由氫二原子與氧一原子化合而成；氯化氫之分子，則由氫氯各一原子化合而成是也。要之物質既殊，則分子有別；元素既異，則原子亦不同也。

§ 40. 已習定律之說明，各種物質之分子及原子，在化學變化中各保其固有之重量，故變化後其物質之總量仍不變（物質不滅之定律）。

同一化合物之分子，其組成元素之原子數，各有一定，各原子又自有定量，故其成分中元素質量之比，亦應一定（定比定律）。例如一氧化碳之分子由碳氧各一原子結合而成，則集合多數分子所成若干量之一氧化碳中，此兩元素重量之比，必為氧一原子之重與碳一原子之重之比，而一定不變。

更就倍比定律言之，如碳與氧化合而生一氧化碳與二氧化碳兩種化合物；前者為碳氧各一原子結合而成，後者為碳一原子與氧二原子結合而成。故在此兩種化合物中，碳量一定，而氧量則為1：2，恰與倍比定律相符。

§ 41. 亞佛加特羅學說 (Avogadro's hypothesis)。物質不滅及定比倍比等定律，與原子學說之關係，已如上述；至氣體反應定律則將何以解釋之？據意大利物理學家亞佛加特羅學說謂：“同溫度同壓力同體積

之氣體中，含有同數之分子”。化學變化，既起於分子與分子之間，故互相反應之氣體，其體積間成簡單之比，亦為當然之事（氣體反應定律）。

§ 42. 分子量 (Molecular weight). 依據亞氏學說，同體積之二種氣體，其重量之比，等於其中所有同數分子重量之比，亦即等於其分子量之比。故欲測定某氣體之分子量，可任取一種氣體為標準（利便上取氧為標準），並定其分子量為任何數（利便上定氧之分子量為32），然後求得該氣體對於此標準氣體之比重（比重者同溫同壓同體積兩種氣體重量之比也），而以標準氣體之分子量（即32）乘之即得：

$$\text{某氣體之分子量} = \text{比重} \times 32.$$

茲將已習各種氣體在標準狀態時，一公升之重量列表於下，學者試一一求其分子量，填入表內：

名 稱	一公升之重量	分 子 量
氧	1.4290 公 分	32
氮	0.08987	
氫	1.2506	

氮	3.214	
氯化氮	1.6398	
一氧化碳	1.2604	
二氧化碳	1.9768	

又氧一公升之重為 1.429 公分，則氮 32 公分（此謂之公分分子量 G. M. W.），應占有 22.4 公升之體積（此謂之公分分子體積 G. M. V. 圖 50）。據亞氏學說，則某氣體 22.4 公升之重量，即為該氣體之公分分子量。

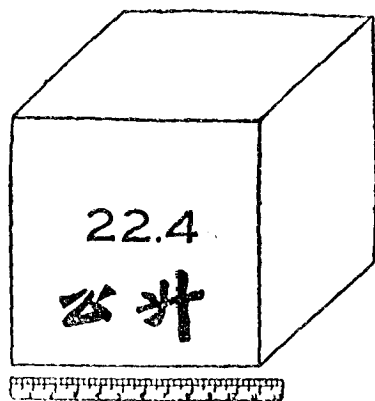


圖 50

試就上表所示各氣體一公升之重量，直接求得其

分子量，而比較之。

§ 43. 原子量 (Atomic weight). 在多種化合物之分子量中所含某元素之最小量，稱為該元素之原子量。試觀察下表所示實驗結果；

名 稱	分 子 量	分子量中所含氧之量
氧	32.00	32.00
水	18.016	16.0.
一氧化碳	28.00	16.00
二氧化碳	44.00	32.00

則知氧之原子量為16。其他元素之原子量，亦可依法測定。

§ 44. 元素符號. 元素之名稱及其原子量，化學家用一種簡單符號表明之。其符號係用西名之首字，例如以O表氧 (Oxygen) 之原子量 (16.00)；H表氫 (Hydrogen) 之原子量(1.008) 是也，若首字相同者，則再附記其他一字，以示區別。例如碳(Carbon)之符號為C (原子量為 12.00，而氯 (Chlorine) 之符號為Cl (原子量為 35.457) 是也。

元素之已發見者計九十種，列舉其名稱符號及原子量如下表。

元 素	符號	原子量	元 素	符號	原子量
鋁 Aluminum	Al	26.97	鉻 Chromium	Cr	52.01
銻 Antimony	Sb	121.77	鈷 Cobalt	Co	58.94
氬 Argon	A	39.94	鈾 Columbum	Cb	93.1
砷 Arsenic	As	74.96	銅 Copper	Cu	63.57
鋇 Barium	Ba	137.36	鎬 Dysprosium	Dy	162.46
鈹 Beryllium	Be	9.02	鐳 Erbium	Er	167.64
鉍 Bismuth	Bi	209.00	鐳 Europium	Eu	152.00
硼 Boron	B	10.82	氟 Fluorine	F	19.00
溴 Bromine	Br	79.916	釷 Gadolinium	Gd	157.26
鎘 Cadmium	Cd	112.41	鋁 Gallium	Ga	69.72
鈣 Calcium	Ca	40.07	銻 Germanium	Ge	72.60
碳 Carbon	C	12.000	金 Gold	Au	197.20
鈰 Cerium	Ce	140.13	氦 Helium	He	4.002
銫 Cesium	Cs	132.81	釹 Holmium	Ho	163.5
氯 Chlorine	Cl	35.457	氫 Hydrogen	H	1.008

銦 Indium	In	114.8	氧 Oxygen	O	16.000
碘 Iodine	I	126.932	鈷 Palladium	Pd	106.7
銥 Iridium	Ir	193.1	磷 Phosphorus	P	31.02
鐵 Iron	Fe	55.84	鉑 Platinum	Pt	195.23
氬 Krypton	Kr	82.9	鉀 Potassium	K	39.10
釷 Lanthanum	La	138.90	鐳 Praseodymium	Pr	140.92
鉛 Lead	Pb	207.22	鐳 Radium	Ra	226.97
鋰 Lithium	Li	6.940	氣 Radon	Rn	222.0
鋤 Lutecium	Lu	175.00	銻 Rhodium	Rh	102.91
鎂 Magnesium	Mg	24.32	銣 Rubidium	Rb	85.44
錳 Manganese	Mn	54.93	鈳 Ruthenium	Ru	101.7
銻 Mercury	Hg	200.61	釷 Samarium	Sm	150.43
鉬 Molybdenum	Mo	96.00	鈾 Scandium	Sc	45.10
釷 Neodymium	Nd	144.27	硒 Selenium	Se	79.2
氖 Neon	Ne	20.183	硅 Silicon	Si	28.06
鎳 Nickel	Ni	58.69	銀 Silver	Ag	107.880
氮 Nitrogen	N	14.008	鈉 Sodium	Na	22.997
銻 Osmium	Os	190.80	銣 Strontium	Sr	87.63

硫 Sulfur	S	32.06	鎢 Tungsten	W	184.0
鎢 Tantalum	Ta	181.5	鈾 Uranium	U	238.14
碲 Tellurium	Te	127.5	釩 Vanadium	V	50.98
鈿 Terbium	Tb	159.2	氙 Xenon	Xe	130.2
鉛 Thallium	Tl	204.39	鐳 Ytterbium	Yb	173.6
鈷 Thorium	Th	232.12	鈦 Yttrium	Y	88.92
鐳 Thulium	Tm	169.40	鋅 Zinc	Zn	65.38
錫 Tin	Sn	118.70	鈷 Zirconium	Zr	91.22
鈦 Titanium	Ti	47.90			

§ 45. 分子式. 以元素符號表明物質一分子中所含各原子之數者，曰分子式(Molecular formula)。如氧，氫，氮，氯等元素，其一分子中各含有相同之二原子，則將其數附記於符號之右下，如 O_2 , H_2 , N_2 , Cl_2 等是也。至於水，氧化銻，氯酸鉀，二氧化錳，鹽酸，硫酸，氯化鈉，碳酸鈣，一氧化碳，二氧化碳等化合物，其一分子中含有二種以上之元素，其原子數亦各不同，然皆得以分子表式明之：

名 稱	分 子 式
水	H_2O
氧化 錄	HgO
氯 酸 鉀	$KClO_3$
二 氧 化 錳	MnO_2
鹽 酸	HCl
硫 酸	H_2SO_4
氯 化 鈉	$NaCl$
碳 酸 鈣	$CaCO_3$
一 氧 化 碳	CO
二 氧 化 碳	CO_2

§ 46. 化學方程式. 符號與分子式爲表示物質之質與量之精巧方式，故可利用之以表示化學變化之前因與後果。按物質不滅之定律，每元素之量，對於化學變化之前後恆相等，故化學變化之歷程可以方程式表示之。

吾人在寫方程式以前，須明瞭：

- (1) 應起之變化；

- (2) 所用之物質；
- (3) 所得之物質；
- (4) 所用及所得物質之分子式。

§ 47. 方程式之作法。 初學作方程式時，須分爲四步。

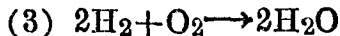
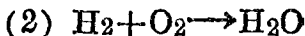
(1) 將作用物質之分子式，列在左方，以(+)連結之；並以矢號(→)表示化學作用之方向。

(2) 將所得物質之分子式，列在矢號之右方。

(3) 修正左右方分子式之倍數。

(4) 覆核雙方各元素之原子總數，務求相等。

茲舉氫與氧化合成水方程式之步驟：



(4) 左方氫2分子含有氫4原子，右方水2分子所含氫原子之數亦如之。左方一分子氧所含原子之數。適與右方二分子水中所含者相等。故成完足方程式。

注意:

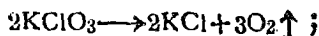
(1) 化學方程式，不過用以表明某種已知之化學變化，而不可以方程式推測某種未知之化學變化。例如氧化汞加熱，可分解為汞及氧，故可以 $2\text{HgO} \longrightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$ 表之，然萬不可因此而推測鐵之氧化物，加熱亦有同樣之分解，而以 $2\text{FeO} \longrightarrow 2\text{Fe} + \text{O}_2$ 表之，因實際上 FeO 並無此作用也。

(2) 據亞氏之學說，凡氣體之分子數同，其體積必等。故方程 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 亦可表明氫二體積與氧體積化合而生二體積之水蒸汽也。

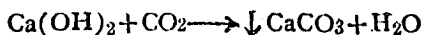
(3) 分子式前數字，係表示全分子之倍數， $2\text{H}_2\text{O}$ 式與 $2(\text{H}_2\text{O})$ 相同，即兩分子水中含有氫4原子，氧二原子之謂也。

(4) 當平衡方程式時，切不可改易分子式之內容，而強求適合。

(5) 化學變化時所生之物質如為氣體，可於其分子式之右標一↑號。例如



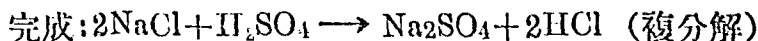
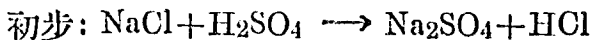
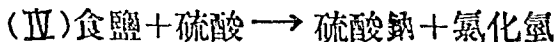
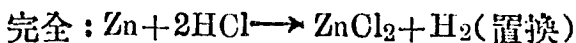
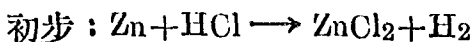
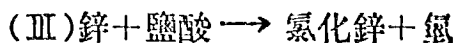
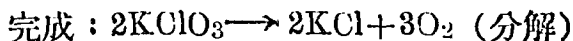
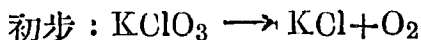
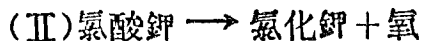
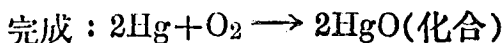
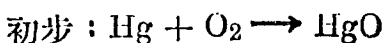
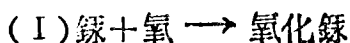
倘係沈澱，則於其分子式左標一↓號。例如：



若為液體或成溶液則無庸標明，如上例之 KCl 與 H_2O 是也。

(6) 元素之分子，有即為一原子所成者，該元素之符號，即可以表示其分子式，如 Na, Hg, Zn 等是。

茲將前六章中各種化學反應，擇其種類不同者，用分子式代表其文字方程，取其利便與精密也。



§ 48. 原子價. 初學者對於分子式中元素之原子數，常覺無法填註。今欲解決此項困難問題，須先

瞭解原子結合之性質。

凡元素互相化合之分量，各不相同；如就下列各分子式研究之，

HCl ， H_2O ， NH_3 (鹵精)， CH_4 (沼氣)，
一氯原子，僅能與一氫原子化合；一氧原子，能與二氫原子化合；鹵精為氫三原子與氮一原子化合而成；沼氣為氫四原子與碳一原子化合而成。其他化合物之元素，亦有相類之性質。各種元素之原子互相化合時，其應需配合之數，謂之原子價 (Valence)。化學家定氫一原子為原子價之單位。藉以測定其他原子之原子價。例如氯與氫各得一原子互相化合而成 HCl ，其互相化合之力已足。故氯亦稱為一價元素。氧一原子必需氫二原子始成一分子水，是氧必與氫二原子結合，其化合之力始足。故氧之原子為二價。同理鹵精中氮之原子為三價，沼氣中碳之原子為四價。餘可類推。原質之不能與氫直接化合者，亦可間接以求之。例如鈉能與氯直接化合而成氯化鈉 (NaCl)，氯既為一價原質，故知鈉亦為一價原質，餘亦可類推。

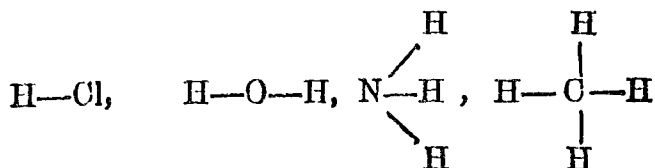
又 SO_4 , CO_3 , NH_4 , OH , ClO_3 , NO_3 等為化合物中常見之原子團，特名曰根 (Radical)。亦如上法定其原子價。

茲將重要元素及根之原子價，列表於下，學者宜熟記之。

一 價	二 價	三 價	五 價
H	Ca	Al	$\text{N}(\text{N}_2\text{O}_5)$
Cl	Ba	Fe(高鐵)	$\text{P}(\text{P}_2\text{O}_5)$
Br	Mg	Cr	$\text{As}(\text{As}_2\text{O}_5)$
I	Zn	Sb	六 價
F	Pb	Bi	$\text{S}(\text{SO}_3)$
Na	Ni	As(As ₂ 價 ₃)	W
K	Co	B(B_2O_3)	七 價
Ag	Mn	$\text{N}(\text{NH}_3, \text{N}_2\text{O}_3)$	$\text{Cl}(\text{Cl}_2\text{O}_7)$
Hg(低銻)	Cu(高銅)	P(PH_3)	八 價
Cu(低銅)	Hg(高銻)	(PO_4)	$\text{Os}(\text{OsO}_4)$
(NH_4)	Fe(低鐵)	四 價	$\text{Ru}(\text{RuO}_4)$
(OH)	Sn(低錫)	$\text{C}(\text{CH}_4; \text{CO}_2)$	
(NO_3)	O	Sn(高錫)	
(ClO_3)	(SO_4)	Mn	
	(CO_3)	Pt	
	O_2 (過氧化物)	Si(SiO_2)	

原子價應用於寫分子式或方程式，甚為重要。因化合物中原子或根互相化合時，雙方原子價之總量，應互相等。例如氯化鋅中之鋅為二價，而氯為一價，故氯須有二原子方能與鋅一原子化合而成 $ZnCl_2$ ，又如硫酸鈉中之硫酸根為二價，而鈉為一價，故鈉亦須有二原子方能與硫酸根化合而成 Na_2SO_4 也。餘可類推。

§ 49. 構造式。分子式中各原子之原子價，通常表以短線，稱為價標 (Bond)。化學上常以價標表示分子式中各原子之結合，例如



等式，稱為構造式 (Constitutional formula)，此不過表示分子內原子結合之關係，並非表示其真正結構之位置也。

習 題

1. 符號與分子式有何區別?

2. O_2 與 $2O$ 何別?
3. 書出水及食鹽之分子式, 分子量及其組成之百分數。
4. 依據原子價表書出下列各物質之分子式及其構造式。

(1) 氧化銻	(2) 氧化鋁
(3) 氫氧化鈉	(4) 氫氧化鈣
(5) 二氧化碳	(6) 磷酸
(7) 三氧化硫	(8) 硫酸
5. 何謂化合? 分解? 置換? 複分解? 各另舉一例。
6. 試用分子式代替下列各文字方程:
 - (a) 氯 + 氫 \longrightarrow 氯化氫
 - (b) 鐵 + 鹽酸 \longrightarrow 氯化低鐵 + 氫
 - (c) 二氧化碳 + 氧 \longrightarrow 一氧化碳
 - (d) 一氧化碳 + 氧 \longrightarrow 二氧化碳
 - (e) 二氧化錳 + 鹽酸 \longrightarrow 氯化錳 ($MnCl_2$) + 水 + 氣
7. 試由一體積氫與一體積氯化合而生二體積氯化氫之事實, 證明氫, 氫一分子均係二原子所成。
8. 試根據 § 43 表內 (a) 說明倍比定律 (b) 氧一分子係二原子所成。

9. 化學家何以定氧之原子量為 16 ?

10. 氫之公分分子量為若干? 此重量能佔若干體積? 又此氣一公升之重為何?

11. 某氣體在標準狀況時其一公升之重量為 3.1674g。求其分子量。

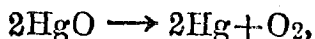
12. 某氣體當 18°C ，750mm 時，其 250c.c.之重量為 2.5g。求其分子量。

第八章

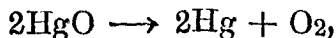
化學計算法

§ 50. 計算之重要。 化學方程式，對於工業化學家，甚關重要：蓋製造物質時，關於應需之原料及應得之產品，均得藉化學方程式，而算出各種應有之重量。庶幾原料不致虛糜，而產品之額，亦可以預算矣。

§ 51. 化學方程之涵義。 化學方程，既表定性，且示定量。例如



就定性言，氧化汞受熱分解為汞及氧；就定量言，氧化汞二分子分解而成汞二分子與氧一分子。今已知汞之原子量為 200.6. 氧之原子量為 16. 故此方程式中各物質之重量，可註明如下：



$$2(200.6 + 16) \quad 2 \times 200.6 + 32$$

$$\text{或 } 216.6 \quad 200.6 + 16$$

故此方程可讀爲 216.6 分之氧化汞，分解後可得銀 200.6 分及氧 16 分也。

§ 52. 計算問題之程序。通常計算問題時，須經過下列程序：

- (1) 書出完全方程式；
- (2) 註明每關係分子式所表之量；
- (3) 註明已知者及所求者之量(後者以X代之)；
- (4) 審題，列式。

例題1. 氧化錫 100 公分受熱完全分解後，問可得氧若干公分？



$$(2) 216.6 \qquad \qquad 16$$

$$(3) 100 \qquad \qquad X$$

$$(4) 216.6 : 100 = 16 : X$$

$$\therefore x = \frac{16 \times 100}{216.6} \approx 7.38 \text{公分。}$$

例題2. 問上題可得氧若干公升？

第一法: $7.38 \div 1.429 = 5.2$ 公升(何故?)

第二法: (1) $2\text{HgO} \longrightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$

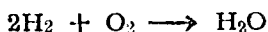
$$(2) 2 \times 216.6 \qquad 22.4 \text{公升(何故?)}$$

$$(3) 100 \qquad X$$

$$(4) 2 \times 216.6 : 100 = 22.4 : X$$

$$\therefore X = \frac{22.4 \times 100}{2 \times 216.6} = 5.2 \text{ 公升。}$$

例題3. 問水蒸汽組成時，應需氫，氧體積各若干？



$$\text{體積：} 2 \times 22.4 \quad 22.4 \quad 2 \times 22.4$$

$$\text{分子：} \quad 2 \quad 1 \quad 2$$

因等數分子之氣體，占有同大之體積。故氫與氧分子數之比為 2:1 亦即所以示其相對體積之比也。

習 題

1. 水 200 公分中，含有氫，氧之量各幾何？
2. 氧化錒 5 公分完全分解後，應得錒，氧各幾何？
3. 今欲得 20 公分之氧，問應須水若干公分。
4. 今有一公升之瓶，欲盛滿氫氣，問應須若干重量之鐵與適量鹽酸相作用？
5. 今欲得氧 5 公升（在 15°C 755mm. 時）問應須氯酸鉀若干？
6. 有氯 500c.c.（在 0°C. 76 cm. 時）與鈉完全化合，應需鈉若干？

-
7. 根據本章例題 3, 證明氧之分子係二原子所組成。
8. 空氣 22.4 公升之重為 28.95 公分, 試求下列各物質對於空氣之比重:
- 氯; 氮; 二氧化碳; 一氧化碳; 鹽酸氣; 水蒸汽。
9. 今欲得鹽酸氣 300 公分, 問應需食鹽若干公分與適量硫酸相作用?
10. 大理石 2 公斤與適量鹽酸相用, 能發生二氧化碳若干公升?

第九章

鐵

§ 53. 用途及存在。 鐵爲製氫之一種原料。其他用途，小則日用之器具，大則航海之巨艦，綿亘之鐵道，架河之橋梁，偉大之建築，精巧之機械，無不惟鐵是賴。鐵也者，實物質文明之基礎也。又植物之葉綠素，動物之血球，均含有鐵質。故鐵亦爲生命所不可缺之元素也。

鐵之主要礦物爲磁鐵礦(Fe_3O_4)，赤鐵礦(Fe_2O_3)及黃鐵礦(FeS_2)等。

§ 54. 冶鐵術， 由鐵礦提鐵之法，可爲冶金術之模範。其要點有二：

- (1) 原礦如爲氧化物，則用焦煤還原；
- (2) 原礦如非氧化物，須先煨燒使成氧化物，然後用焦煤還原。

冶鐵所用之原料有四，卽 (1) 鐵礦，(1) 焦煤，(3) 熱空氣，(4) 熔劑是也。其還原作用，常於高大

之鼓風爐 (Blast Furnace 圖 51) 中之。將氧化鐵 (如赤鐵礦等) 石灰石 (熔劑) 焦煤三者由爐頂交互傾入，自爐之下部鼓入高壓之熱空氣，使焦煤燃燒。由所生之一氧化碳將氧化鐵還原為鐵，熔化而集於爐底。石灰石吸收礦石中多量雜質，熔成玻璃狀礦滓 (Slag)，覆於表面，以防鐵再受氧化。

熔化之鐵，可轉入開爐 (圖 53) 內以造鋼，或流入砂型內以鑄器，是曰鑄鐵。

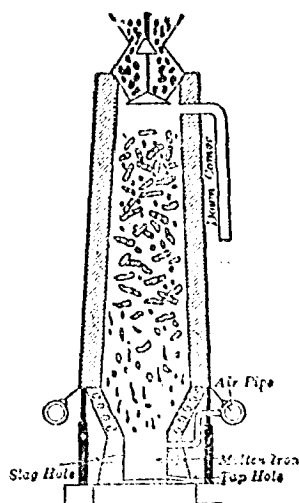
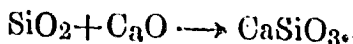
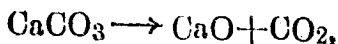
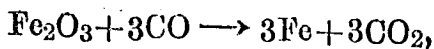
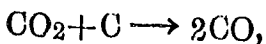
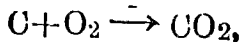
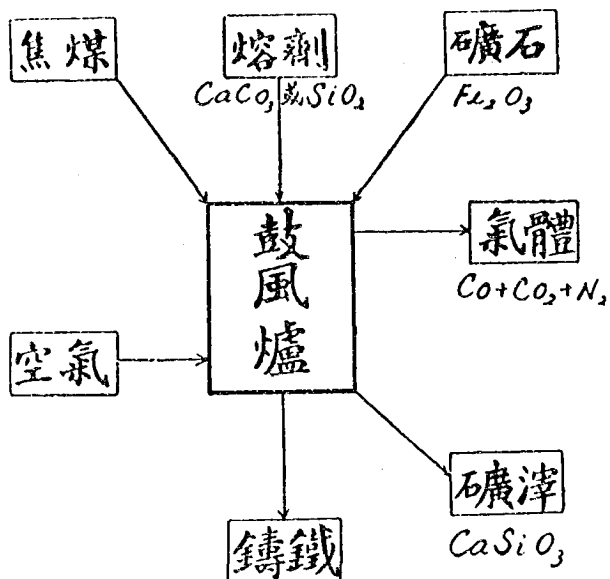


圖 51 鼓風爐

茲將冶鐵程序，圖示於下，並用方程表示其化學反應：



§ 55. 鑄鐵 (Cast iron) 鑄鐵含碳約 3—5.5% 硅

無定量，並含磷與硫少許。質硬而脆，無延展性，不能鍛接。但適於鑄器，常用以鑄造機械，鐵管，火爐等。

§ 56. 鍛鐵 (Wrought iron). 將鑄鐵在反射爐 (Reverbratory furnace 圖 52) 內加熱使熔，通入空氣，使雜質受充分之氧化，而所含碳量約 0.05-0.2% 是為鍛鐵。富延展性，可以鍛接，常用以製鐵版，鐵絲及各種器具。

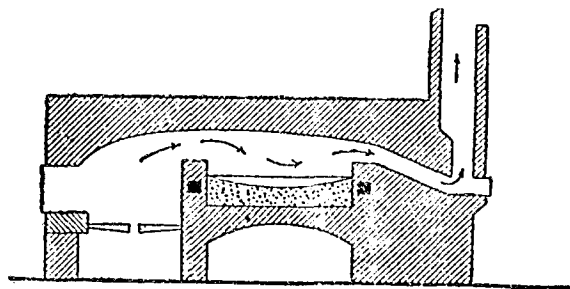


圖 52 反射爐

§ 57. 鋼 (Steel) 鋼所含碳在鋼鐵與煨鐵之間 (0.8-1.6%)。故將鑄鐵氧化，以減少其碳分，或將鍛鐵和碳加熱，以增多其碳分，均可製鋼。

製鋼之法不一，最常用者為開爐法 (Open-hearth

process)。開爐 (圖53) 爲一裸形鑊，內襯以石灰及苦

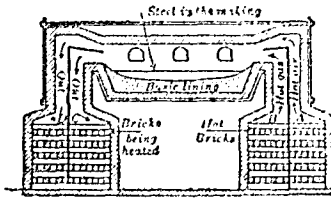


圖 53 製鋼開爐

土。置熔態鑄鐵及適量赤鐵礦於其中。由A 通入熱空氣與由B 通入熱燃氣，二者在爐內相遇而燃燒，鑄鐵中含

碳之一部分乃受氧化而除去。至燃燒生成物由C,D 逸出。同時硅，磷，硫等雜質與襯於爐底之石灰及苦土。化合而成熔滓，浮於表面。

開爐法易於管理，其產品可隨時化驗。故無論如何成分之鋼，均可製得。

鋼兼有鑄鐵與鍛鐵之特長，既可鑄造，亦能鍛接。受強熱後而遽冷卻，則硬度增高，若徐凝冷，則彈力加大。鋼之用途甚廣，可以製刀劍，砲，鐵軌，鐵版及各種機械與建築材料。又各種鋼合金（含有鎳，鈦，鉻或鎢等）質尤強韌，常用以製鐵甲板，火車，汽車，保險箱，鋼軌及鋼模等。現代工業上及軍事上之利器，幾無一不用鋼爲原料。

茲將鑄鐵，鍛鐵及鋼鐵之比較，列表於下：

名 稱	含碳百分數	組 織	硬 度	磁 化	用 途
鑄 鐵	3—5.5	結晶狀	脆	難化磁	鑄 造
鍛 鐵	0.05—0.2	纖維狀	軟	易化磁而 易失磁性	鐵絲，水管，汽 管，馬蹄鐵，鉸 釘等
鋼 (含碳較少者)	0.05—0.8	細粒狀	頗軟	難化磁而 有保磁性	建築鋼，機軸， 釘等
鋼 (含碳較多者)	0.8—1.6	細粒狀	硬	同 上	器具，彈簧， 磁石等

§ 58. 鐵之化合物。

(1) 鐵銹。鐵在空氣中因受濕氣及氧之作用，次第生赤褐色之銹，是為三氧化二鐵與三氫氧化鐵之混合物。故鐵器表面，常塗以油漆或石墨，或鍍以錫（馬口鐵）或鋅（鋅鍍鐵），以防生銹。

(2) 綠礬 溶鐵於硫酸，蒸發放冷，其結晶($\text{Fe-SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)呈綠色，俗稱綠礬 (Green Vitriol) 為製造墨水之原料。

試驗47。藍墨水之原料及製法如下：

綠 礬	1g
五倍子	8g
清 水	50c.c.
樹 膠	1g.
藍 錠	0.2g
稀硫酸	二滴

先將五倍子研細加水 30c.c. 煮沸約十分鐘，濾過，次將樹膠加水 5c.c. 調和，另以綠礬溶解於水 10c.c. 又藍錠溶解於水 5c.c. 中，後混合諸液而拌攪之，並加稀硫酸二滴，即成藍墨水。

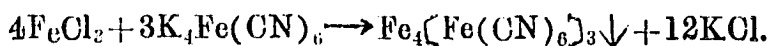
(3) 氯化鐵。 溶鐵於鹽酸，則生綠色之二氯化鐵 (FeCl_2 或稱氯化低鐵) 溶液。此液如通入氯氣，則生黃色之三氯化鐵 (FeCl_3 或稱氯化高鐵)。其酒精溶液，可爲止血劑。



鐵之原子價有二種，故生兩種鐵鹽類。二價者稱爲低鐵鹽，三價者稱爲高鐵鹽。

(4) 普魯士藍。 加高鐵鹽於黃血鹽，(K_4Fe

(CN)₆) 之溶液則生美麗青色沈澱，俗稱普魯士藍 (Prussian blue) 爲重要之顏料。在我國訓政時代，尤廣用之。



試驗-8. 普魯士藍之製法如下:

綠化高鐵 (FeCl ₂ ·6H ₂ O)	9g•
黃血鹽	4g•
清水	100cc.

將氯化高鐵、黃血鹽分別溶解於盛水 50c.c. 之杯，逐漸混和攪拌則生美麗之普魯士藍沈澱。過濾烘乾研細即成。

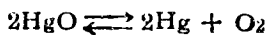
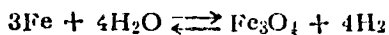
習 題

1. 油漆何以能防銹?
2. 試述鐵素與人身之關係。
3. 用墨水寫字，初時色淡，少頃始濃何故?
4. 試述“氧化”，“還原”，之另一解釋。
5. 試書方程表示氯化低鐵氧化成氯化高鐵，及氯化高鐵還原成氯化低鐵。
6. 試書出方程表示下列各種鐵化合物如何由鐵製得:

氯化低鐵， 氯化高鐵， 硫酸低鐵， 硫酸高鐵

三氧化二鐵， 四氧化三鐵。

7. 試述下列方程式之意義：此爲何種反應？



第十章

硫 黃

§ 59 存在 硫黃為黃鐵礦之主要成分，他如黃銅礦 (FeCuS_2)，方鉛礦 (PbS)，閃鋅礦 (ZnS)，及石

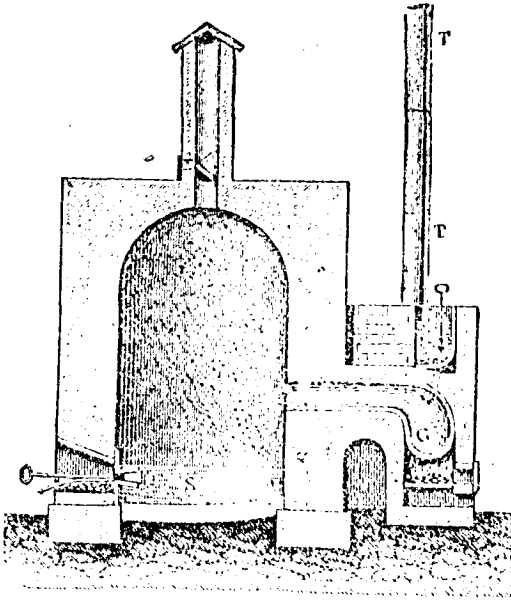


圖 54 煉硫設備

膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 等含硫之礦物，亦廣佈於天然界。火山周圍，常發見遊離硫黃之巨大礦藏。又動植物體

內之蛋白質，亦含有硫黃。

§ 60 製法 天然產出之硫黃，每含有砂土等雜質。欲精製之，須置於曲頸甌中（圖54）蒸餾，導其蒸氣於煉磚室內，先凝結於四壁而成硫黃華（Flowers of Sulfur）；迨磚室漸熱，融成液體，硫入圓筒模型中而成棒硫（Rolled sulfur）。

§ 61 性質 試驗49 試細察硫黃之色態。取硫黃華少許，入試管內加水振盪，能否溶解？另取少許，加入二硫化磷液體約 5cc. 而振盪之，瀝入一小玻璃（或鈹玻璃）內，移置室外，令自行蒸發乾涸，析出何物（圖55）？

試驗50 取乾淨磁杯一，盛硫黃華約滿三分之一，放置砂盤上面徐加熱，至硫熔融為度。放冷，俟液面凝成晶粒，將達中心時，立即傾出杯內餘液而察其效（圖56）。

試驗51 取硫黃約 5 公分，置小燒瓶內，熔融至沸，將液迴旋傾入盛水之玻璃杯內（圖57），而察其結果，並與前二者比較之。

由上觀察與試驗結果，硫黃為色黃質脆之固體，不溶於水而能溶於二硫化碳中。由二硫化碳中析出之結晶體與天然產出者，均為斜方晶硫（圖55）熱硫使

熔 (114°C) 逐漸冷却則凝成單斜晶硫 (圖56)。又熱硫至沸 (448°C) 急行傾入冷水中，則凝成褐色有彈性之橡皮硫 (圖57)。

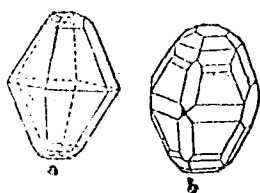


圖 55 斜方晶硫

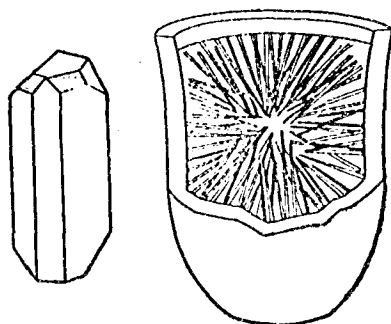


圖 56 單斜晶硫

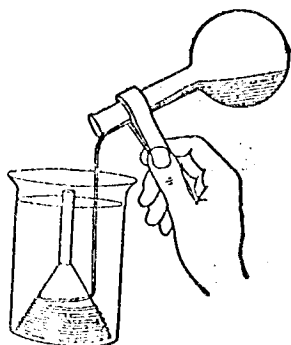


圖 57 橡皮硫

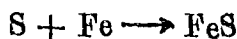
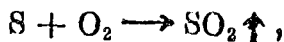
試驗52 燒勺盛硫黃少許，燃之，其色臭若何？（ ）以有色花瓣觸之，何如？（ ）

試驗53 取硫黃華及鐵粉各少量混合入試管內加熱而察其效（參考試驗21）。

俟放冷後，滴加鹽酸少量，以手指向管口微拂氣體入鼻，何如？

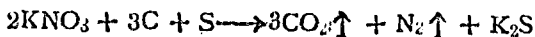
由上可知硫黃在空氣中燃燒，則發青色火焰而生

二氧化硫氣體，有刺激性之臭，常用以漂白羊毛麥桿等物質。又硫能與金屬化合而生硫化物，如硫化鐵等是也。



§ 62 用途 硫黃為製造火藥之要品（硫10%，木炭15%，硝酸鉀75%），又為製造硫酸及橡皮之原料。

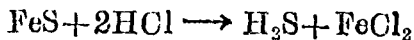
試驗54 按上之比例，製火藥少許，（須混和均勻），置木板上，移在室外，點火何如？



硝酸鉀

硫化鉀

§ 63 硫化氫 試驗 53 所發生之氣體為硫化氫（ H_2S ），



無色而有惡臭，性劇毒。尸體及蛋白質腐爛時常發生此氣，多種化合物之溶液通入硫化氫，常生色澤不同之硫化物沈澱，故分析化學上用以鑑別各種原素。

試驗55 如圖 58 裝置，A 爲硫化氫發生器，B 盛硝酸鉛溶液，C 盛氯化銻溶液，D 盛砒霜之鹽酸溶液，E 盛硫酸鋅溶液，由A 器通入 H_2S ，而錄其結果，並書其反應方程。

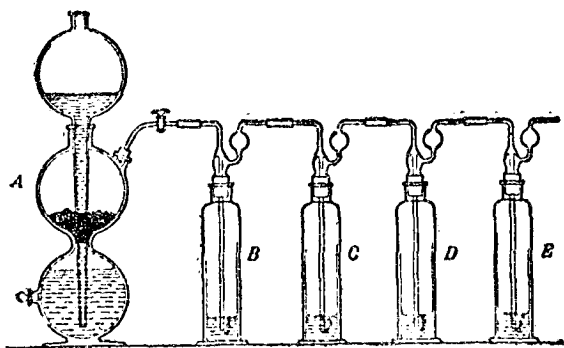
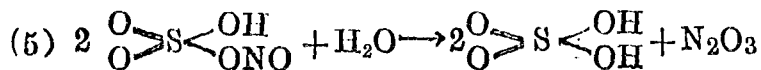
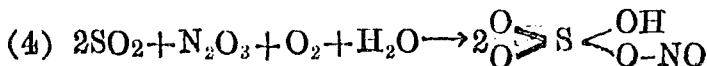


圖 58 硫化物之沉澱

§ 64 硫酸 硫酸爲工業上最重要之酸，其製法有二：一曰鉛室法 (Lead Chamber Process)，二曰接觸法 (Contact Process)。茲分述之。

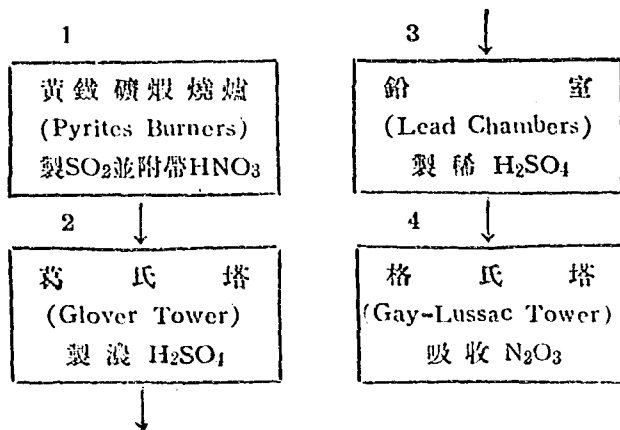
鉛室法 此法係將二氧化硫（由黃鐵礦煨燒而得），硝酸氣（由硝石混和硫酸加熱而得），水蒸氣及空氣等導入鉛室而製成硫酸。茲將其反應方程及製造程序表示如下：

A. 反應方程：



B. 製造程序：

1. 二氧化硫之製備（煨燒爐）
2. 硫酸之製成（葛氏塔，鉛室，格氏塔）
3. 硫酸之蒸濃（蒸發）



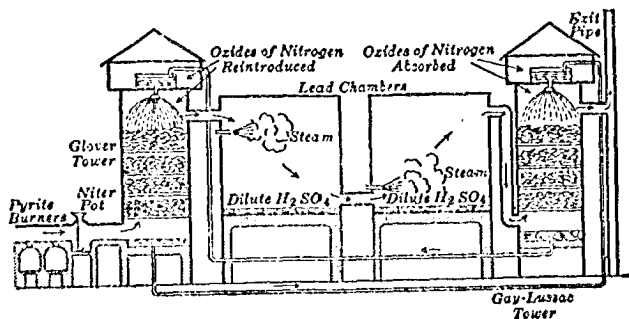
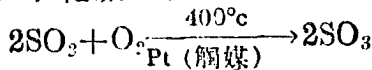


圖 59 鉛室法設備

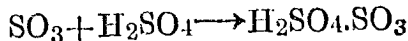
接觸法 此法可分為五步 (圖60) :

1. 燃硫成 SO_2 並混合空氣 (硫黃燃燒爐)
2. 混合氣體之潔淨 (去塵室, 洗滌塔, 乾燥塔)

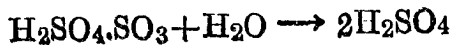
3. 三氧化硫之製成 (接觸塔)



4. 吸收 SO_3 於濃硫酸 (吸收塔)



5. 於此濃硫酸中加水



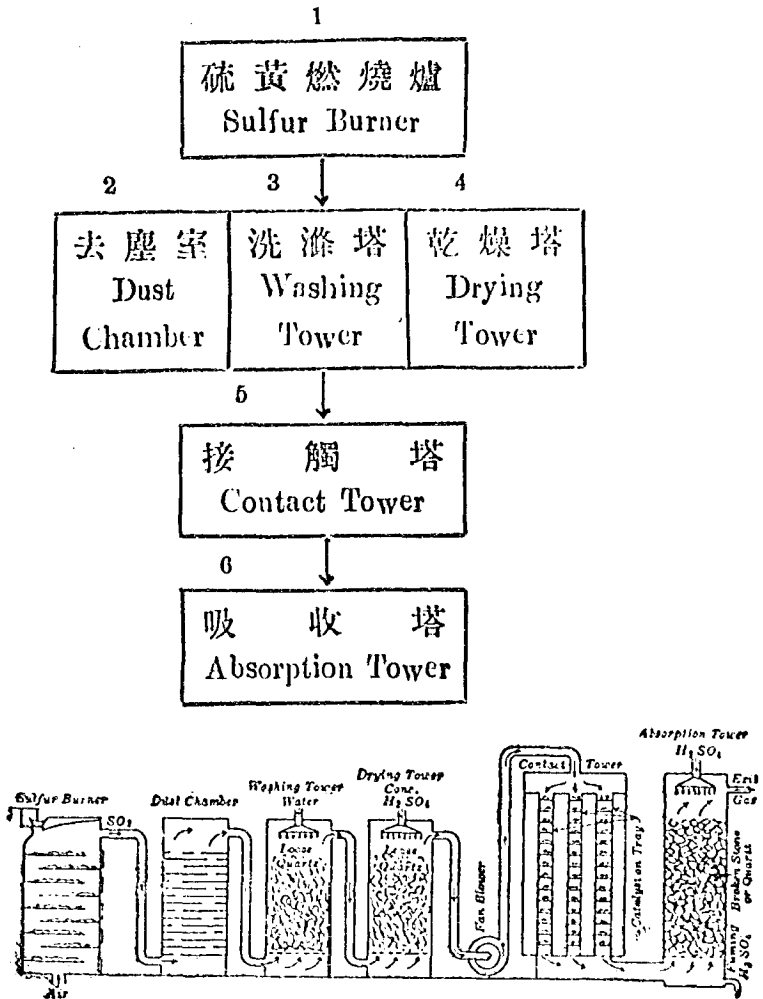


圖 60 接觸法設備

§ 65 鉛室法與接觸法產品之比較 由鉛室法所得之硫酸，含有雜質，於製造肥料工業上適用之。由接觸法所得之硫酸，較爲純潔，於染料工業適用之。前者濃度約在70%左右，如得濃酸，須費蒸發手續且不無消耗燃料。後者視加水之多寡，可得任何之濃度；但事前仍須多費潔淨混合氣體之手續。

要之兩種產品，各有其特殊用途，故兩法不可偏廢也。

§ 66 硫酸之性質

試驗56 細察純硫酸之色態。用試紙驗之何如？

試驗57 取水半試管，徐徐注入濃硫酸，溫度起何變化？

注意！硫酸與水混合時，必須將酸傾入水內，切不可將水傾入酸內。

試驗58 滴濃硫酸於木片及布條上，少時各若何？

回憶濃硫酸與白糖作用之現象。

試驗59 稀硫酸加鋅粒或鐵片，何如？（ ）濃硫酸加銅片熱之，又何如？（ ）用紅色鮮花接近管口，何如？

純硫酸爲無色油狀之液體。與水愛力甚強，故常用爲乾燥劑。其水溶液呈強酸性反應。動植物質遇硫酸時則因抽出水分而焦爛。故滴於衣服立遭破碎，沾於皮膚，痛若火傷，不可不慎也。多種金屬能溶解於硫酸中而成硫酸鹽，惟鉑及金不受侵蝕。

§ 67. 硫酸之用途 硫酸爲化學工業上重要之原料；製造鹽酸，硝酸，碳酸鈉，肥料，染料及炸藥等皆用之。故由硫酸消費之多寡，即可知一國化學工業之盛衰。

習 題

1. 試用兩種方法，製造二氧化硫，並書出其反應方程。
2. 舉出二氧化硫之重要用途。
3. 舊草帽欲以 SO_2 漂白之，其法如何？並試驗之。
4. 銀箸接觸某種食物，變成黑色，何故？其消除之法如何？
5. 室中懸掛水彩圖畫，其白色部分，有時變黑何故？其補救之法如何？
6. 書出三種金屬硫化物及其相當氧化物之分子式。硫與氧之性質，有何相似之點？

7. 完成下列各反應方程，並註明硫化物之名稱與色態。



8. 有液體一瓶(1)用何方法證明其為酸(2)用何方法鑑別其為鹽酸或硫酸?(教師指導試驗之)

9. 試述硫酸乾燥器(圖61)之用法。

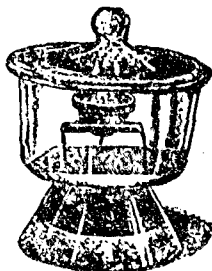


圖 16 硫酸乾燥器

10. 何謂接觸作用? 試舉二例說明之。

11. 今用接觸法製成濃硫酸(含水2%)100公斤, 問需硫黃若干?

12. 今用鉛室法製成稀硫酸(含 H_2SO_4 70%)2000公斤, 問需二氧化硫若干?

13. 黃鐵礦煅燒後生成 Fe_2O_3 其用途若何?

第十一章

食 鹽

§ 68 種類及製法 食鹽爲吾人日常必需之調味品，且爲工業上重要之原料；大別爲巖鹽，海鹽二種。巖鹽乃天然產之食鹽，海鹽即由海水中製取之。其製法有二：一曰曬法；二曰煎法。

曬法 曬法宜於海灘當風向陽之處，設貯水池，蒸發池及結晶池三區。乘滿潮時導海水於貯水池，漸流經蒸發池蒸散水分；最後引入結晶池，使鹽澱出。

煎法 吾國南方多雨之區，不適用曬法，則煮海水以得鹽。有經晒灰，淋滷，熬乾三種工作，使結晶成鹽。

我國產鹽區域。分爲長蘆，東三省，山東，河東，兩淮，兩浙，四川，福建，雲南，兩廣等處；其中以蘆鹽，川鹽，淮鹽，閩鹽，爲最著名。各區製海鹽之法，因氣候而異致，茲列表如下：

產地	遼	蘆	魯	蘇	淮	浙	閩	川	滇	粵
製法	曬	曬	曬	曬	煎曬	煎曬	曬	煎	煎	曬

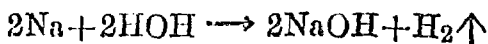
§ 69 性質及用途 食鹽爲無色透明之立方晶體，爲一種調味品，可以增進吾人之食慾；促進消化滋養素之吸收。有防腐性，故鹹魚，鹹肉，鹹菜等，能久貯不壞。醬及醬油俱以食鹽和豈製之。此外化學工業上製造鹽酸，漂白粉，苛性鈉，碳酸鈉，肥皂等，皆以食鹽爲原料。

又食鹽融液，通入電流。則陽極發生氯氣，陰極發生鈉素，故食鹽又可爲製氯及鈉之原料。

§ 70 鈉 (Sodium)

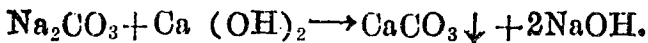
試驗60 切取鈉一小片，注意切面之色()，放置少時，起何變化？() 投入水中，何如？() 隨用燃着火柴接觸之，焰色何若？() 作用既畢，以試紙驗其溶液何如？() 回憶試驗30，證明何事？()

鈉質軟而具銀白色之金屬，化性活潑，易與氧或氯化合而成氧化鈉或氯化鈉，能分解水而生氫與氫氧化鈉（即苛性鈉）：



§ 71 氫氧化鈉

試驗61 取結晶碳酸鈉10公分，溶解於水70 cc. 加熱煮沸，漸次投入同量之熟石灰粉末隨時攪拌。靜置少時，濾過。沈澱用鹽酸試之何如？（ ）以玻璃棒沾濾液一滴，嘗之何味？（ ）以食指沾液少許，與拇指摩擦起何感覺？（ ）用試紙驗之，何如？（ ）最後蒸乾濾液，即得白色固體之氫氧化鈉。



試驗62 取製得或市售之氫氧化鈉少量，暴露於空氣中，少時，起何變化？（ ）

又取毛織物投入苛性鈉溶液，煮沸而察其效。（ ）

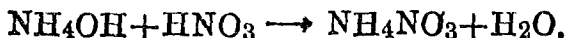
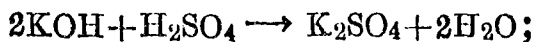
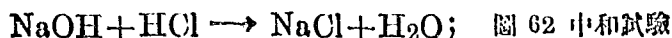
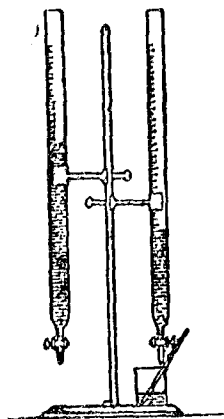
）此種作用，其應用安在？（ ）

氫氧化鈉甚易吸收水分及二氧化碳；有腐蝕性；且溶於水，含有鹼味，能將紅色石蕊試紙變為藍色；是為鹼性反應。

§ 72 中和 (Neutralization) 凡呈鹼性反應之物質，總稱鹽基類 (Bases)。例如氫氧化鈉，氫氧化鉀，氫氧化銻等是也。凡呈酸性反應之物質，總稱酸類 (Acids)。例如鹽酸，硫酸，硝酸等是也。鹼性物質

與酸性物質互相作用時之反應，可試之如下：

試驗63 用刻有度數且一端有磨閉活塞之玻璃滴管 (burettes) 兩個 (圖62)，一管盛滿酸類之溶液，令液面至零點。他管盛滿氫氧化鈉溶液，亦令液面至零點。然後將酸類滴入杯中少許，加石蕊溶液數滴，則液呈紅色。次將氫氧化鈉溶液滴入杯內，俟紅色恰褪而止。如溶液已成鹽基性，須用他一滴管滴入微量稀酸，至紅藍兩色試紙入之全不變色而止。將最後所得之溶液蒸乾，可得鹽類。如所用之酸為鹽酸，即得氯化鈉；如用硫酸，則得硫酸鈉。

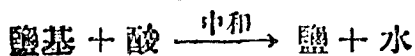


即 鹽基 + 酸 \longrightarrow 鹽 + 水

此種反應，謂之中和。由中和而得之中性物，一為水，一為鹽 (Salt)。如上之食鹽，硫酸鉀，硝酸銣等，化學上統稱曰鹽。鹽者即酸中之氫為金屬替代而得之化合物也。

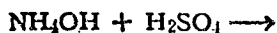
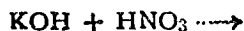
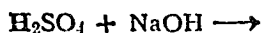
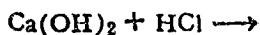
茲將本章綱要提示於下：

- | | | | |
|-----|---|-------|---|
| 食 鹽 | { | a. 種類 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 燧鹽 2. 海鹽 |
| | | b. 製法 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 曬 2. 煎 |
| | | c. 用途 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 調味 2. 防腐 3. 製造鹽酸苛性鈉碳酸鈉，肥皂。 4. 製鈉，氯。 |
-
- | | | | |
|---------------|---|-------|---|
| 氫氧化鈉
(苛性鈉) | { | a. 製法 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 碳酸鈉與熟石灰混和加熱； 2. 食鹽水電解。 |
| | | b. 性質 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 白色固體，溶液呈鹼性反應； 2. 吸收水分及二氧化碳； 3. 有腐蝕性。 |
| | | c. 用途 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 製皂 2. 製紙 3. 精煉石油 4. 洗滌器皿 |



習題

1. 試用兩種方法，證明食鹽之成分。
2. 家用食鹽，常易受潮解，何故？
3. 書出食鹽水電解時之化學方程。
4. 略述製皂及製紙之原理。
5. 用何法可以鑑別酸與鹼。
6. 何謂中和？書出下列各方程：



7. 試用中和法製成氯化鈣10公分；問需鹽酸氣及苛性鈉重量各若干？
8. 今有苛性鈉溶液內含 NaOH 4公分，中和時應需硫酸量之重量若干？

第十二章

金屬與合金

§ 73 金屬與非金屬之區別

食鹽係鈉與氯之化合物，鈉為苛性鈉（鹽基）之主要成分；氯為鹽酸（酸）之主要成分。故鈉可稱為成鹽基之元素（Base-forming element）；氯可稱為成酸之元素（Acid-forming element）。凡能成鹽基之元素，統稱曰金屬（Metals）；凡能成酸之元素，統稱曰非金屬（Nonmetals）。茲將金屬與非金屬之區別，表示如下：

金 屬	非 金 屬
1. 係成鹽基之元素	1. 係成酸之元素
2. 有金屬光澤	2. 無
3. 熱與電之良導體	3. 非良導體
4. 富延展性	4. 無

§ 74 金屬所在 銅，銀，金，鉑，在天然界，

有單體之存在；其他金屬皆成氧化物氫氧化物，硫化物，或各種鹽類而存在。凡能由一種礦物中，煉取有用之物質者，謂之礦石 (Ores)。

§ 75 冶金術 (Metallurgy) 冶金之術不一，然有數法可以通用。茲分述之。

1. 用碳還元法 金屬氧化物之礦石，加熱至高溫度，則氧與碳化合，而金屬還元。例如由赤鐵礦之冶鐵，由赤銅礦之煉銅等是也。



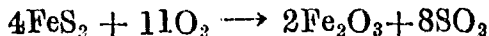
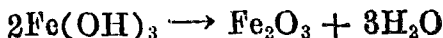
赤鐵礦



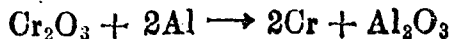
赤銅礦

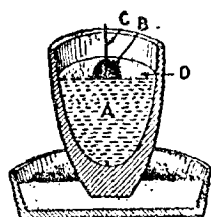
許多礦石，雖非氧化物，但可先使煨燒 (Roasting)

變成氧化物，然後加碳還元。例如：



2. 用鋁還元法 氧化物有不能為碳所還元者，可以鋁代之。冶鋁其一例也 (圖63)



A: Cr₂O₃ 和 Al 粉B: BaO₂ 和 Al 粉

C: 鐵條

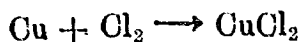
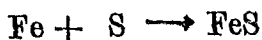
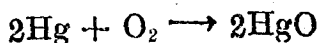
D: 螢石粉

圖 63 冶鑄

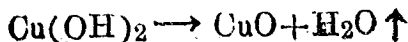
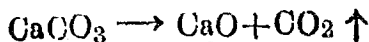
3. 電解法 電解金屬鹽類之溶液，則金屬常沉積於陰極。或電解熔融之金屬氯化物，或氫氧化物，亦可析出金屬。

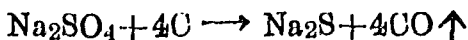
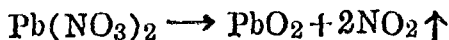
§ 76. 金屬化合物之普通製法

1. 化合 金屬與他種元素共熱即得。例如氧化物，硫化物及氯化物之製法屬之



2. 分解 金屬化合物有僅受熱分解，有須另加還元劑促成之。例如



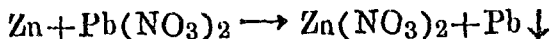
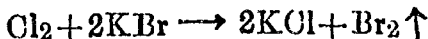
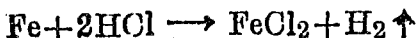
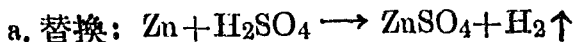


試驗64 試管盛硫酸銅溶液少量，滴加苛性鈉溶液少許，何如？

() 加熱又何如？ () 此為何物？

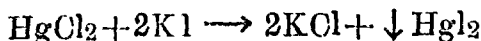
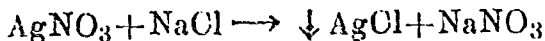
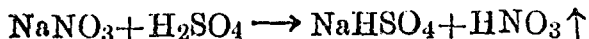
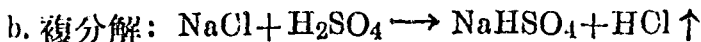
另取固體硝酸鉛少量入試管中，徐徐加熱，而察其效。

3. 替換或複分解 此種作用所成之金屬化合物甚多，而應用亦最廣，茲舉數例如下：



試驗65 取溴化鉀溶液約5cc。滴加氯水少許，而察其效。

另取硝酸鉛溶液約5cc。加入鋅粒一大顆，而察其效。



試驗66 取試管盛硝酸鈉約1g滴加濃硫酸約3cc. 徐徐加熱，用濕潤藍試紙接觸管口何如？

試管盛氯化高錳溶液 (HgCl₂) 約2cc. 加入等量之碘化鉀溶液，何如？

試管盛醋酸鉛溶液約2cc. 加入等量之鉻酸鉀溶液何如？

§ 77 合金 各種金屬之性質，有不足供實際之用者。故有熔合兩種以上之金屬而成合金以應特殊之需要。茲將重要合金之成分及用途，表示如下：

合金之成分及用途表

合 金	組 成 百 分 數	用 途
黃 銅	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Cu} \quad 73-66 \\ \text{Zn} \quad 27-34 \end{array} \right.$	器具，機械
青 銅	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Cu} \quad 88 \quad \text{Sn} \quad 8 \\ \text{Zn} \quad 2 \quad \text{Pb} \quad 2 \end{array} \right.$	堅韌活門
鋁 銅	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Al} \quad 95.5 \quad \text{Cu} \quad 3.0 \\ \text{Mn} \quad 1.0 \quad \text{Mg} \quad 0.5 \end{array} \right.$	飛機
活 字 金	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Pb} \quad 60-85 \\ \text{Sb} \quad 8-20 \\ \text{Sn} \quad 5-33 \end{array} \right.$	活字

鉛彈金	{ Pb 99 As 1	鉛彈
鎳鋼	{ 鋼 97—95 Ni 3—5	鐵甲板
錳鋼	{ 鋼 90—85 Mn 10—15	保險箱
錫鋼	{ W 8—24 Cr 3—5 鋼 (餘量)	高速車床
鎢鋼	{ Ti 0.1 鋼 99.9	車軌, 鋼模
中國銀幣	{ Ag 90 Cu 10	銀幣
武德合金 (融點60°C)	(Bi, Pb, Sn, Cd)	防火安全栓(圖64) 電流保險絲 自垂防火帽(圖65)
焊藥	{ Sn 50 Pb 50	接合劑用

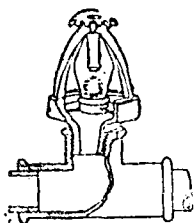


圖 64 防火安全栓

註：噴水管口，塞以武德合金，安置室內。倘遇失火，則管塞受熱立融，水即噴溢。



圖 65 自垂防火機

習題

1. 下列元素，何者為金屬？何者為非金屬？

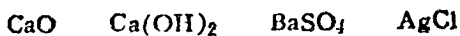
Na Mg Al Si P S Cl

2. 書出上列元素之鹽基類或酸類化合物之分子式。



黃金用途之一（參閱本章習題 5）

3. 下列各化合物之製法若何？並以方程式表示之。



4. 食鹽水電解後，應得何種物質？並以方程式表示之。
5. 試歷舉黃金與白金（鉑）之用途。
6. 試另舉出兩種合金之名稱及其用途。
7. 試舉出金屬礦物與非金屬礦物各三種。

第十三章

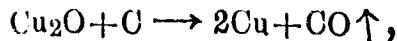
應用礦物

§ 78 礦物之分類 地球內所含無生機之物質，通稱爲礦物。礦物大別爲金屬與非金屬兩類：例如赤鐵礦，黃銅礦等，是金屬之礦物也；長石，石英煤炭，石油等，是非金屬之礦物也。茲將日常重要礦物分述於下：

普通金屬礦物

§ 79 銅 銅有天然產出者，然普通之銅，皆由赤銅礦 (Cu_2O)，黃銅礦 (CuFeS_2) 等礦石 (我國銅礦以雲南，四川產量最富) 製取之。

由赤銅礦製銅之法，最爲簡單，即與木炭共熱使之還元而得銅：



但在黃銅礦，先須煨燒礦石，使一部分之銅，與全部分之鐵變爲氧化物。次加木炭與砂共熱熔融，則鐵之氧化物與砂化合變成硅酸鐵爲熔滓而除去之。剩

留銅之化合物，更受還元作用而成粗銅



粗銅須用電解法精煉之（圖66）。法以純銅爲陰極，以粗銅爲陽極，同置於硫酸銅溶液中，而通以電流，則陰極上逐漸積聚純銅；陽極之粗銅，漸次溶解，其中之雜質如金銀等均成泥狀之沈澱而積聚於電池底部，且由此沉澱，可得金銀。

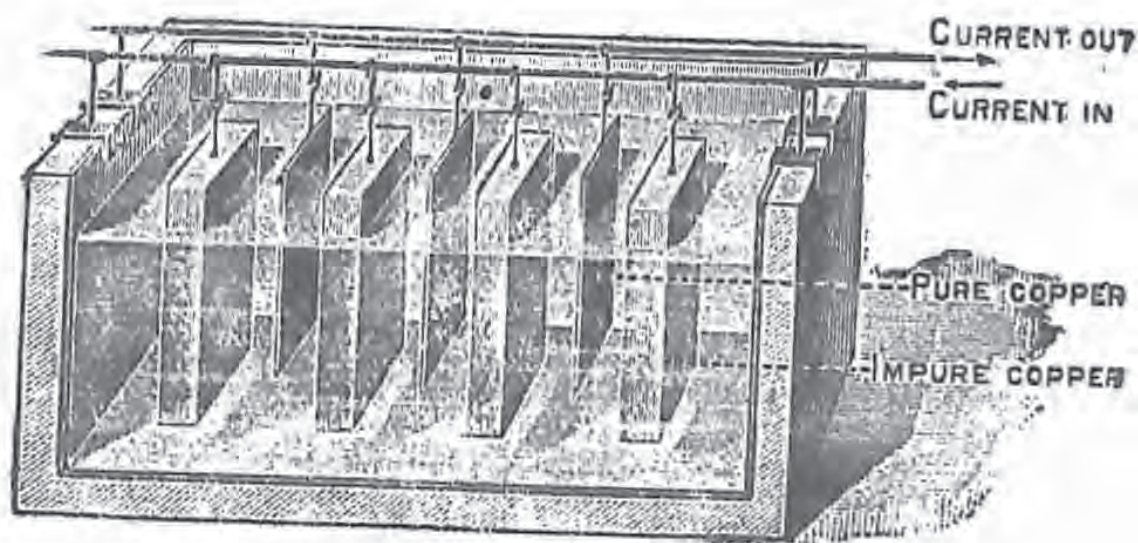
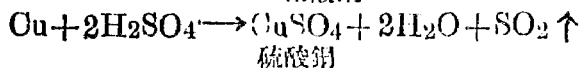


圖 66 銅之精煉

銅爲赤色而有光澤之金屬，富延展性，爲熱及電之良導體，可製日用器具及電業機械；並爲貨幣之主要成分。茲將國幣成分，列表於下：

幣名	銀	銅	總重量
一圓銀幣	90	10	7.2 錢
五角銀幣	70	30	3.6
二角銀幣	70	30	1.44
一角銀幣	70	30	0.72

銅在空氣中熱之，初生成赤色氧化低銅，再強熱之，則變為黑色氧化高銅。銅不受鹽酸及稀硫酸之作用，但能為硝酸及熱而且濃之硫酸所溶解而成銅鹽溶液：



試驗67 試管置小銅片二枚，滴加濃硝酸少許，而察其效。（此

試驗在室外行之）

試驗68 取長約二寸寬一寸之銅片一枚，以肥皂水或擦銅油擦淨另取漆片（或稱淨乾漆 Shellac）之酒精濃溶液（先用漆片5公分，浸入酒精25cc.內，放置一晝夜，即成稀漿狀），用毛筆蘸取寫字或繪畫於銅片上。俟其凝乾後，塗敷稀硝酸於銅片表面上。少時用熱水沖

洗，則顯所刻之字畫。

試驗69 取圓底燒瓶一，配以具有安全漏斗及導管之橡皮塞，裝入細銅片 20 公分及濃硫酸 40cc。徐徐加熱，導管通入苛性鈉溶液（30cc）中。俟銅片全溶後，瓶內加水 100cc 濾過，蒸發少時而靜置之，則析出藍色透明之硫酸銅美麗結晶。

硫酸銅在工業上供鍍銅，製電池及作媒染劑之用，農業上用作殺菌劑（圖67）醫藥上用為嘔吐劑。

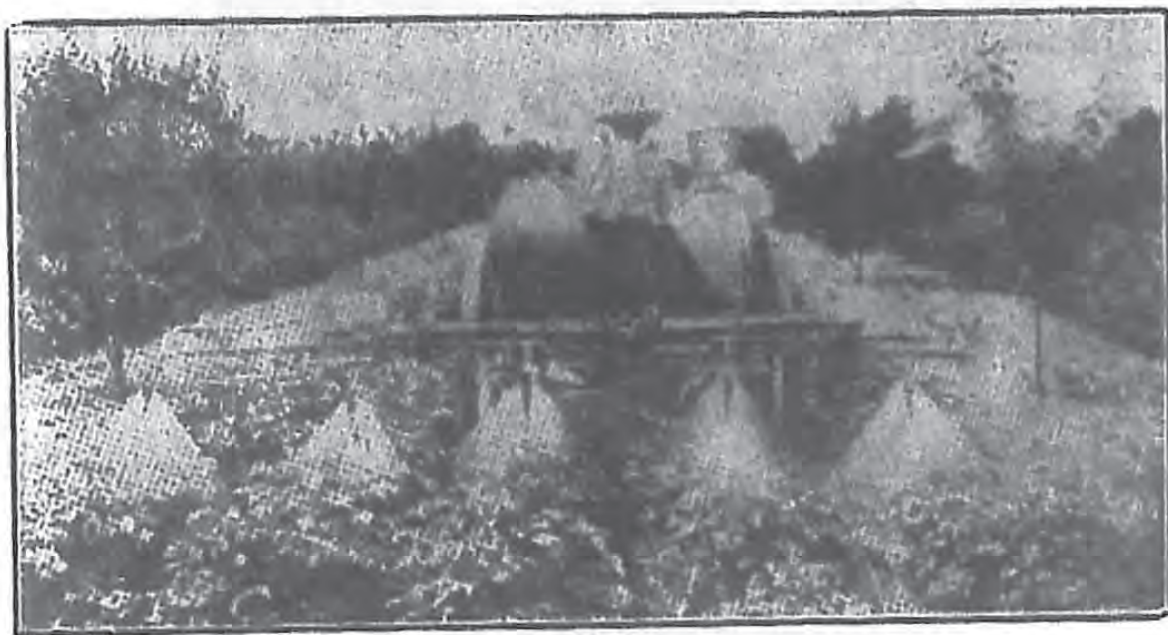
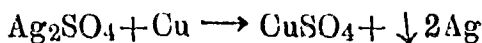


圖 67 硫酸銅與石灰乳混液噴射果樹或馬鈴薯植物上。

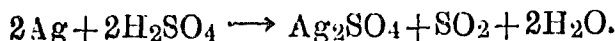
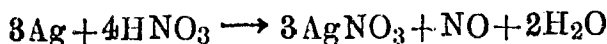
§ 80 銀 輝銀礦 (Ag_2S) 為含銀最富之礦，此種礦石煨燒後，變成硫酸銀，令溶於水，加入銅屑，則析出銀質，同時可得寶貴副產品之硫酸銅。





銀爲白色而有光澤之金屬，富延展性，爲熱及電之最良導體，不受水與空氣，或鹽酸及鹼類之作用，常供裝飾品及食具之用。

銀遇硝酸或熱濃硫酸則溶解而生成銀鹽：



試驗70 試管盛銀絲或銀粒少許，滴加稀硝酸約 3cc. 起何變化？

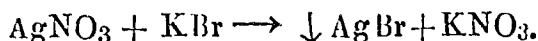
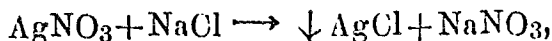
() 以手指向管口微拂氣體入鼻，何如？

另用銀絲加濃硫酸約 3cc. 共熱之，以濕潤紅色鮮花接觸管口，而察其效。何故？

將兩試管內溶液，各加入食鹽或溴化鉀溶液少量，何如？(

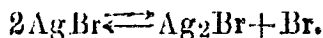
) 移置日光之下，而察其效。

銀鹽（如硝酸銀）溶液，與食鹽，或溴化鉀溶液相作用，生成氯化銀或溴化銀之白色沈澱：



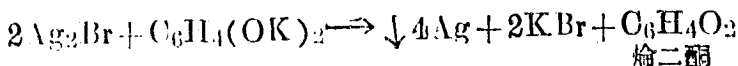
此種沈澱特異之點在觸光線，漸起分解，而呈黑

色，如

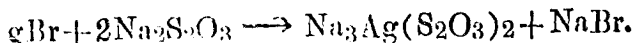


若有能吸收溴素之物質如膠等存在，則其作用尤為顯著。攝影術 (Photography) 卽利用此理也。

§ 81 攝影術 攝影用之玻片或膠片，係以溴化銀與膠相混，塗於玻璃或膠片而成。溴化銀感光後，卽應光之強弱而起變化，惟表面初不可見，須用還原劑處理之，使受光處銀質析出，而像始現：是為顯影 (Developing)。尋常之顯影劑為醌二醇 (Hydroquinone, $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$) 之鉀鹽，其與 Ag_2Br 之反應式如下：



再用抱硫硫酸鈉 (俗稱“海波”，Hypo, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)，將未感光之溴化銀洗去，是為定影 (Fixing)。其化學反應式如下：



如上所得玻片或膠片上之像，其明暗恰與實物相反，即實物之黑處為片上之白處，實物之白處，為片

上之黑處，故曰陰畫(Negative 圖68)，俗稱底片。再用一種溴化銀之感光紙置陰畫下，在日光或燈光中晒



圖 68 陰 畫



圖 69 陽 畫

之，則紙上亦起化學作用，如前法顯影定影，即得明暗與實物一致之畫稱為陽畫 (Positive 圖69)，即通常所謂像片 (Photograph) 是也。

§ 82 鏡 硝酸銀溶液，加入還元劑，則仍可析出銀質。鏡及反射玻璃常以此法製之。

試驗71 取乾淨試管一枝，內盛硝酸銀溶液約 5cc. 滴加硼精水至所生沈澱，全行溶解為度。另加入葡萄糖溶液(還元劑)數滴而振盪之。將試管插入盛有熱水之玻璃杯內靜置少時，取出視之，即成極亮之鏡。

§ 83 鍍銀 銀不受濕氣及空氣作用，且外觀美麗，故電鍍上多用之。

試驗72 取硝酸銀 (AgNO_3) 8g. 青化鉀 (KCN) 10g. 各溶於 250cc 水內，次將青化鉀溶液，逐漸注入硝酸銀溶液中何如? (

) 再加入適量，至沈澱全溶為止，即成鍍銀液。

將欲鍍銀之器具，順次用稀鹽酸，稀苛性氫溶液及清水洗滌乾淨後用線接於電池之陰極，並用銀條接於陽極 (電流強度，以較弱為宜)，一併懸入鍍銀液內，(圖70)，起何變化? 歷一時取出，以石膏或粉筆末摩擦鍍面。

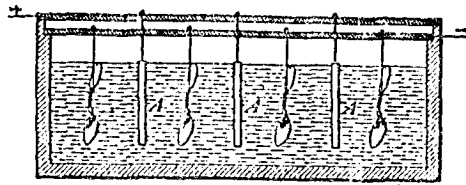


圖 70 鍍銀

§ 84 鋁 鋁在地球上分布甚廣，黏土岩石，無不含鋁。鋁之主要礦石為礬土($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，將此礦石，置於電解爐中與冰晶石(Na_3AlF_6)共熔，(圖71)則礬土電解為鋁，集於池底，收集即得。

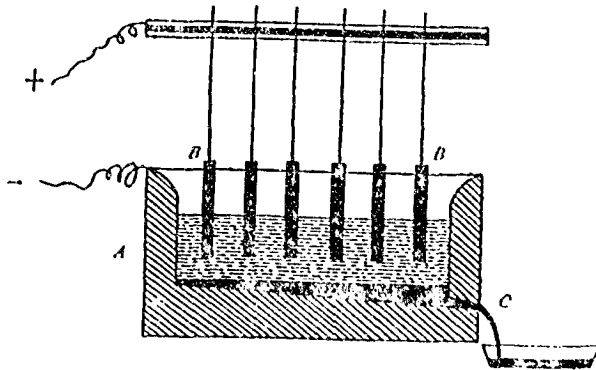


圖 71 電解法製鋁

鋁為銀白色輕金屬，質強韌，富延展性，在空氣中生成透明而緊密之薄層，足以防止氧化向內進行，

不致腐化。鋁之用途甚廣，可為飛機，自動機，軍用器具及理化器械之材料，並多用以製造日常用具。又鋁為極強之還元劑，冶金上多用之，並可為融接劑以鍛接鐵軌(圖72)。

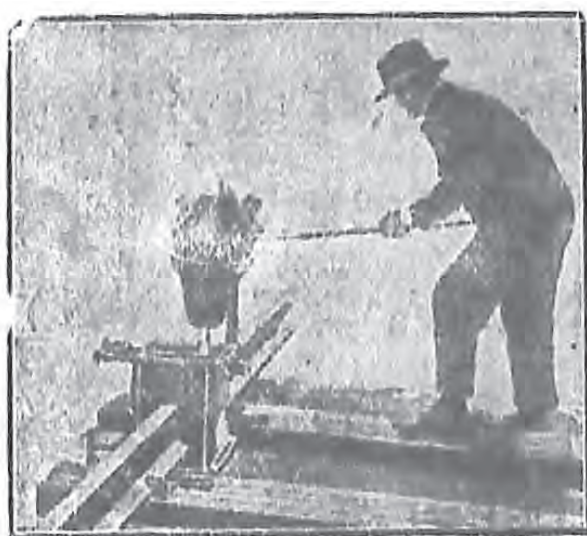


圖 72 用鋁融接劑鍛接鐵軌

試驗73 取硫酸鋁 18g，硫酸鉀9g同入玻璃杯中加水約 60cc 沸煮歷五分鐘後，放置冷卻，並用線繫明礬品粒，浸入液內，而靜置之，並察其結果(圖73)

鋁化合物中，常見者為明礬 (Alum, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$)，係硫酸鋁與硫酸鉀的複鹽，成八面結晶體。通常用作製紙，澄水與媒染劑等。

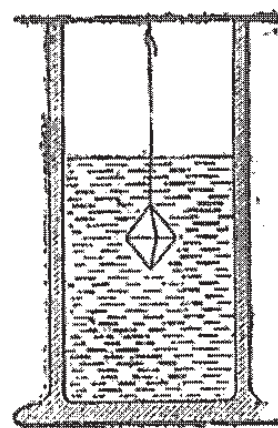
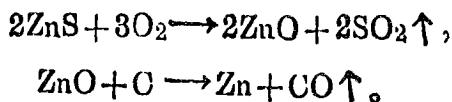


圖 73 製明礬

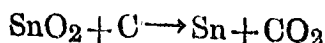
用二玻璃筒各盛濁水，其一加明礬少許，其他則否。由明礬所生之膠狀氫氧化鋁，黏住濁質，同時下降。歷時稍久，比較二玻璃筒內水之清濁。

§ 85 鋅 鋅之主要礦石爲閃鋅礦 (ZnS)。煨燒此種礦石，令成氧化鋅 (ZnO)，再加碳共熱，鋅即還元而出：



鋅爲青白色金屬，有展性，遇濕空氣，生成鹽基性的碳酸鋅薄層。此層緻密，可防內部之變化，故用製鋅鍍鐵及各種器具。又鋅可製多種合金並爲電極之原料。其化合物如氧化鋅用製白色顏料，並爲製造自動車輪之原料。氯化鋅 (ZnCl₂) 與硫酸鋅 (ZnSO₄) 均用爲防腐劑及醫藥。

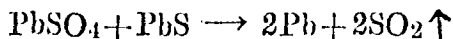
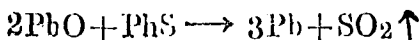
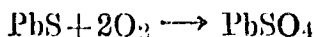
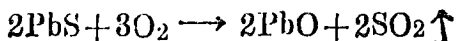
§ 86 錫 錫之主要礦石爲錫石 (SnO₂)，與碳共熱，則還元而成錫



錫爲銀白色質軟金屬，可展成錫箔。在空氣中不受氧化，如將薄鐵板浸於方熔之錫中，則錫被鐵面而得馬口鐵，可製日常器具。

§ 87 鉛 鉛之主要礦石爲方鉛礦 (PbS)。取方

鉛礦煨燒後，隔絕空氣而強熱之則生鉛：



鉛係青白色之金屬，在濕空氣中。表面生薄銹而不侵入內部，遇硫酸亦不易侵蝕，故用製水管及鉛室。又活字金鉛彈金及武德合金等，皆為鉛之合金，用途頗廣。

鉛在空氣中受熱時，生成淡黃色之一氧化鉛（俗稱密陀僧 PbO ），可製鉛玻璃。更將密陀僧在空氣中強熱，則生紅色之四氧化三鉛（俗稱鉛丹 Pb_3O_4 ），可為防鐵生銹之塗料。

非金屬礦物

§ 88 石英 石英(SiO_2)之種類甚多，結晶完全者稱為水晶。瑪瑙，貓眼石，虎睛石，玉髓等，色相美麗，用作裝飾品。平常河砂，海砂，均以石英為主要成分，用為製造玻璃之原料。

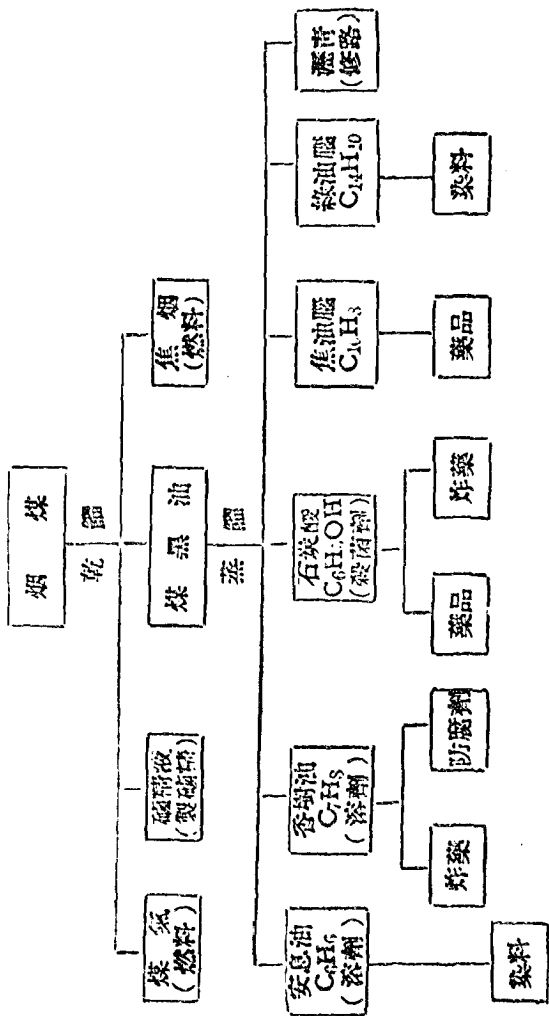
§ 89 長石 長石色白有光澤，種類甚多，含鉀者爲正長石(KAlSi_3O_8)含鈉者爲斜長石($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$)，爲岩石之主要成分。後經風化作用，分解剝落即成陶土 ($\text{Kaolin Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，不溶於水耐火性強，爲瓷器之原料。不純之陶土，稱爲黏土 (Clay) 爲磚瓦水泥之原料。

§ 90 煤 煤是古代植物因地殼變遷，或水流作用，湮沒土中，年代長久，在高溫之下，分解所成，爲現代重要燃料，並爲許多染料，香料及藥品之原料，

我國山西，河北，河南，安徽，江西，山東，四川，福建，雲南等省皆產煤，而以山西儲量爲最富。我國產煤總量，居世界第三位(1美國，2坎拿大)。

煤因湮沒年代有長短，炭化程度有深淺，大別爲泥煤，褐煤，煙煤，無煙煤四種。

煤除直接用爲燃料外，可用乾餾方法(密閉加熱圖 74)，產生各種重要物質，圖示於下：



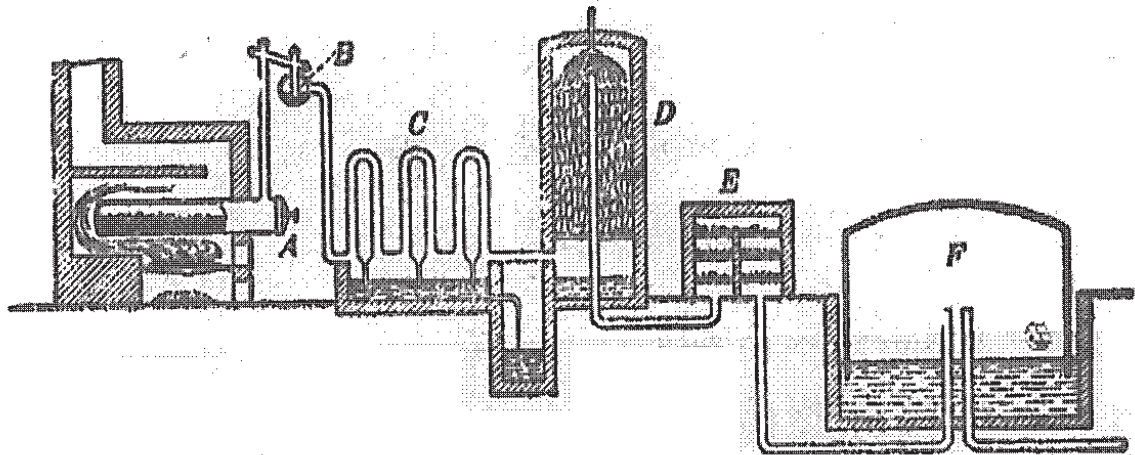


圖 74 製造煤氣



圖 75 煤焦油修路

§ 91 石油 石油是由古代動植物埋藏地下，所餘脂肪受壓力分解而成，聚於地層中間，通常開井

汲取。(圖76)。

全世界石油產量，美國居第一位。我國石油產地以陝西延長縣為最有名。

石油經分餾(圖77)後，可得各種重要物質，列表如下：



圖 76 汲取石油

名 稱	主 成 分	沸 點	用 途
石 油 醚 Petroleum ethor	$C_6H_{12}—C_6H_{14}$	$40^{\circ}—70^{\circ}$	溶解樹脂，樹膠 製防水布等。
汽 油 Gasoline	$C_6H_{14}—C_7H_{16}$	$70^{\circ}—90^{\circ}$	溶劑，燃料
揮 發 油 Naphtha	$C_7H_{16}—C_8H_{18}$	$90^{\circ}—120^{\circ}$	溶劑，燃料
石 油 燭 Benzine	$C_8H_{18}—C_9H_{20}$	$120^{\circ}—150^{\circ}$	製假漆，油漆等。 燃料
燈 用 石 油 Kerocene	$C_9H_{20}—C_{17}H_{36}$	$150^{\circ}—300^{\circ}$	燃料

在 300° 以上所得者稱為重油用作機械油，並製石油脂 (Vaseline) 及石蠟 (Paraffin) 為膏藥及蠟燭之原料。最後留於蒸餾器內者為瀝青。

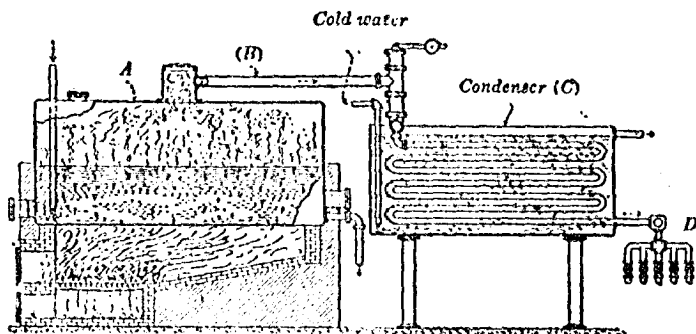


圖 77 石油之分餾

習 題

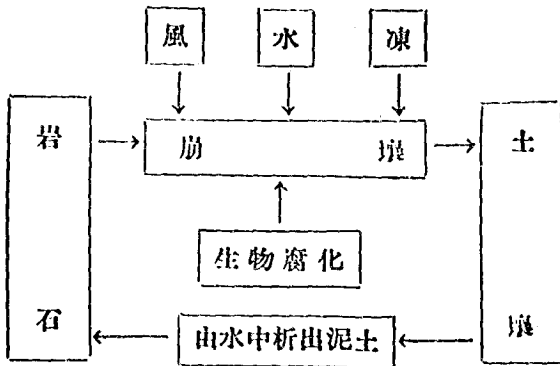
1. 略述礦物之通性
2. 煉金之法若何？何謂十八開金？吾人所稱九成金，合算為若干開？
3. 略舉銻之製煉法及其用途。
4. 試舉石英的種類，並述其用途
5. 試舉長石的種類，並述其用途。
6. 試述煤及石油之成因與其用途。

-
7. 明礬有淨水之功用，其理安在？
 8. 試用方程表示燃燒鋁融劑之反應。
 9. 取銀礦 1 公分溶解於硝酸後，加適量鹽酸令完全析出氯化銀沈澱，權其重量為 0.788 公分。求此礦石含銀之百分數。

第十四章

土壤與農業

§ 92 土壤之成因 地表岩石，因風雨侵蝕，逐漸崩壞：初起疎鬆，漸化微粒，終成土壤，僅由風化所成之土壤，不能生長植物，稱為瘠土。可種植物之肥土，必須含有生物所成的腐泥。茲將岩石與土壤之關係，圖示於下：



農業所稱土壤須含有下列各種物質：

1. 風化的岩石
2. 水分
3. 空氣
4. 腐化的生物
5. 微生物

§ 93 土壤之肥瘠 土壤之肥瘠，視其所含之

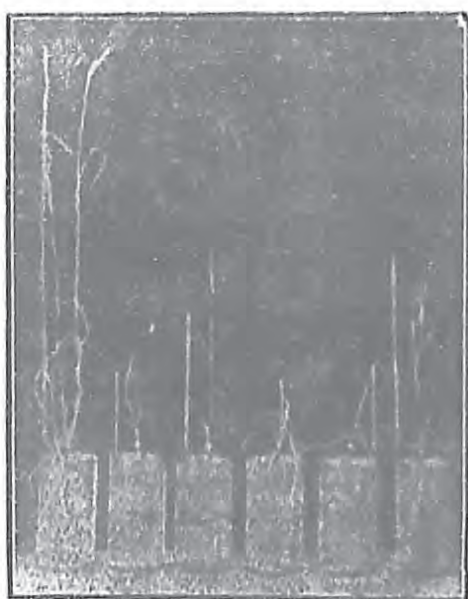
水，氮，鉀，磷酸，及石灰五種物質之多少而定。此五種最易缺乏，其主因有三：

1. 失含水力。 救治之法在灌溉。
2. 由於連種。 救治之法在施肥並改植他種植物。
3. 由於酸性。 救治之法在加石灰。

腐泥是肥土之重要成分，土壤中含有腐泥，則含水力增加，且所生含氮腐液，足以溶解礦物質。故腐泥之功用，不但供給植物之必需成分，且能使土壤之成分，易被植物吸收。

§ 93 植物生長之要素 氫，碳，氧，氮，磷，鉀，硫，鎂，鈣，鐵等，為植物生長之十大要素。碳素取自空氣中之二氧化碳；氧取之於水與空氣，氫亦取之於水。豆科植物，能由空氣攝取氮素。其他所需六種元素，皆須取給於土壤；倘供不應求，則植物不易生長，(圖78)對於農業收穫上立受影響，故有施肥之必要。

1. 肥料完全
2. 缺少氮素
3. 缺少磷素



4. 缺少鉀素
5. 缺少鈣素
6. 缺少鎂素

1 2 3 4 5 6

圖 78 大麥之培養

§ 95 何謂肥料？土地失肥，必須應各種植物之所需，與土壤成分之所缺，自外補充相當之物質。此種外加之物質，稱為肥料 (Fertilizers)。肥料之主要成分為含有鉀，磷，氮三種元素之化合物。因三者土壤中易缺乏故也。

§ 96 肥料之種類 肥料大別為天然及人造兩種。茲分述之。

(甲) 天然肥料

1. 腐草 腐草是一種極佳的肥料，不僅含植物所需之各物質，並且含有一種腐液，可以促進土壤內



圖 79 豆科根瘤

礦物質之分解，變為可溶性物質。豆科植物根上有瘤(圖 79)，瘤內寄生一種裂殖菌，能直接吸收空中的淡氣，變為化合物，即成肥料。所以種豆科植物以作肥料，較為有益。

2. 動物排泄物 動物糞便，含有氮，鉀，磷三種元素，是一種很好肥料。

3. 草灰與骨灰 草灰是含鉀的肥料，骨灰是含磷的肥料。

4. 油滓與豆餅 油滓，豆餅均係含氮的肥料。

5. 石灰 (CaO) 石灰加在土裏，能使所用的肥料，變為可溶性物質。土壤變成酸性，不適於種植時，可用石灰中和。

6. 硝石 (KNO_3) 硝石係含鉀與氮的肥料，因價昂不能廣用，其次為智利硝石 (NaNO_3)，因產多價廉，

應用較廣。

7. 魚肥 是動物肥料，俟腐化後施用。

B 人造肥料

1. 過磷酸石灰 磷灰石或骨灰其成分為磷酸鈣，不溶於水，須用硫酸處理，使磷酸鈣變為可溶性之過磷酸石灰與石膏均為磷及硫之重要肥料。



圖 80 主要農產品 豆

2. 硫酸銨 現在世界上所用含氮肥料，多取於硫酸銨〔 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 〕。硫酸銨係硫酸與礬精化合而

成。煤炭乾餾時，可得多量礆精，導入硫酸中，即可得硫酸銨。



圖 81 主要農產品 馬鈴薯

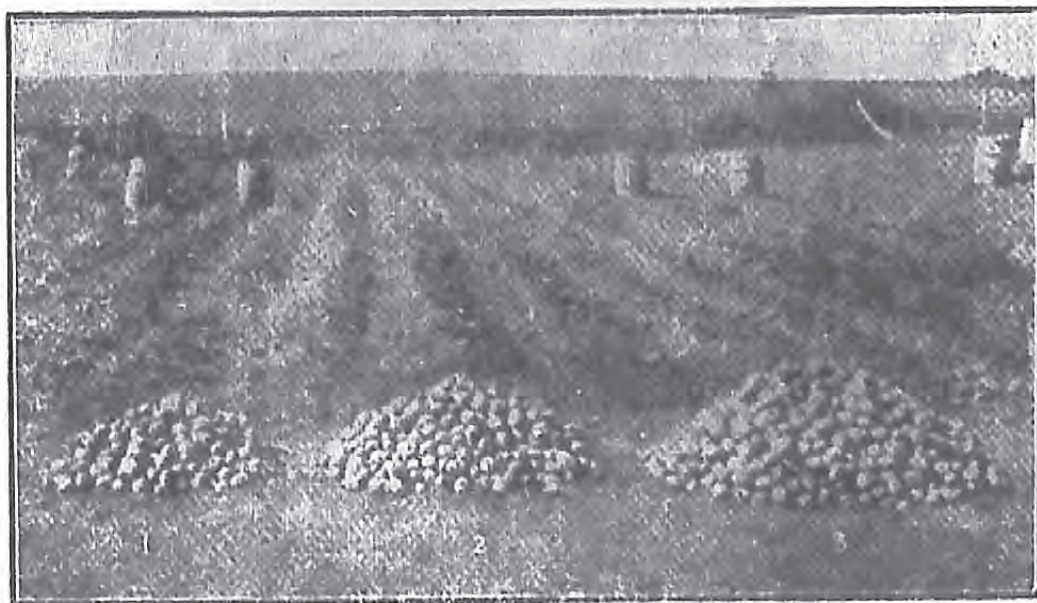


圖 82 馬鈴薯之收穫

1. 肥料缺少鉀鹽
2. 無肥料
3. 肥料含有鉀鹽



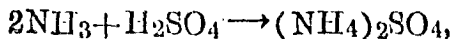
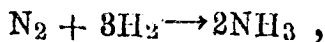
圖 83 主要農產品 玉蜀黍



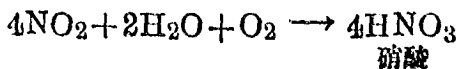
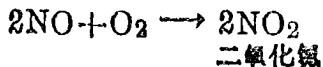
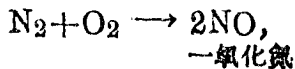
圖 84 加肥後之玉蜀黍 未加肥之玉蜀黍

§ 97 氮之固定法 近代氮之利用，日見發達，從何得氮，已成為世界工業上一大問題。許多化學家都想取源於不竭不盡的空氣，各出心裁，使空中之氮，成為化合物。此種方法稱為氮之固定法(Fixation of Nitrogen)。茲將利用氮之固定法製成各種重要肥料之原料，分述於下。

a. 鹵精 1905年德人哈拔氏(Haber)利用空中之氮，混合水中之氫，當 500°C 受200氣壓，以鐵粉為觸媒，則生成鹵精，令通入硫酸中即得硫酸銨：



b. 硝酸 1903年挪威人葡克蘭及愛德利用空中之氮與氧用電火花通過初生一氧化氮，次成二氧化氮，被水吸收，終生成硝酸(圖84)



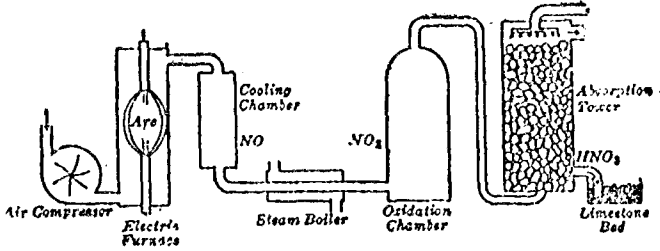
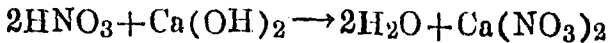
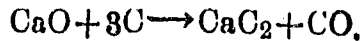


圖 85 製造硝酸

硝酸係無色液體，爲工業上一種重要之酸，可供製造人造絲，炸藥，染料及肥料之原料。例如熟石灰與硝酸相作用則生成硝酸鈣之肥料是也。



硝酸 熟石灰 水 硝酸鈣
 a. 碳化鈣 將石灰與焦煤在電爐中加熱至 3500°C 則生成二碳化鈣（俗稱電石 CaC_2 ）：

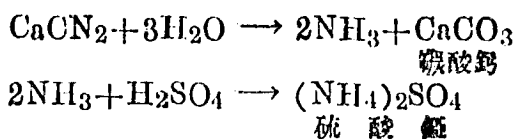


二碳化鈣碎粉在純氮氣流中加熱，化合而成氰化鈣（ CaCN_2 ）：



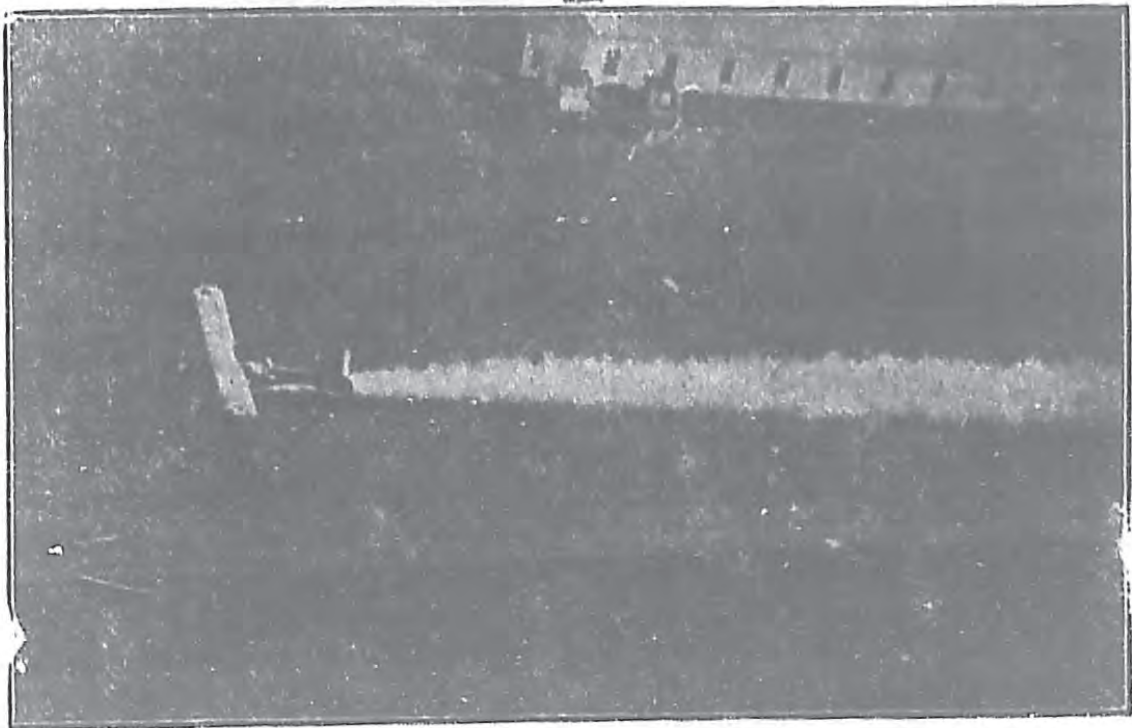
此物混合土壤，則變成可溶性銨鹽之肥料。又氰化鈣與熱水相作用，則發生氰通入硫酸，則又成

硫酸銨之重要肥料。



習題

1. 岩石與土壤之關係如何?
2. 各述附近農家所用肥料之名稱
3. 舉出含有下列各種元素之肥料:
(1) 氮 (2) 磷 (3) 鉀 (4) 鈣 (5) 硫
4. 骨灰與磷灰石何以直接不成肥料? 欲使成爲肥料, 應用何法?
5. 試用圖說明碳及氮之循環
6. 益蟲有幾種? 試舉例說明。
7. 試述圖 90 所示之意義:



■ 90 飛機散布除蟲粉

-
8. 害蟲有幾種？驅除之法若何？
 9. 蚜蟲與蟻蟲生活上互助之法若何？
 10. 土壤與林業之關係若何？試述造林之利益。

第十五章

衣服與染料

§ 99 衣服之原料 衣服爲障身衛體之具；纖維爲製衣成服之材。纖維大別爲兩種：一爲植物性纖維，如棉，麻及人造絲等是；一爲動物性纖維，如羊毛蠶絲等是。

試驗74 取衣料碎條，用火燃燬；如係動物性纖維，則初捲縮而後成灰；若是植物性纖維，則燒成之灰，仍能保持原狀。

試驗75 另取絹，紗，各少許，同浸於苛性鈉溶液中，煮沸數分鐘後，動物性纖維完全溶解，植物性纖維則否。

試驗76 取木棉羊毛，蠶絲三種纖維，在顯微鏡下觀察，各呈特殊之形狀（圖91）；學者試指出之。

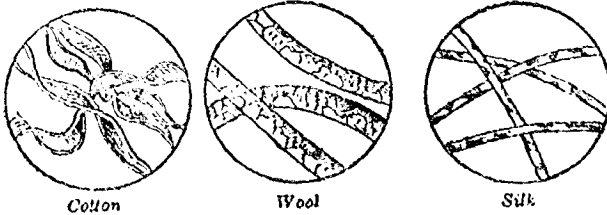


圖 91 木棉

羊毛

蠶絲

§ 100 人造絲 (Artificial silk) 棉紗光澤不足，蠶絲價值頗昂，於是有人造絲出焉。取木漿與苛性鈉及二硫化碳相作用，溶成粘液後，流經噴線管壓入稀酸槽內，使其硬化，合數絲而成絲，繅出，則為人造絲（圖92）。人造絲光澤與天然絲相似，染色後尤亮。且天然絲所不能着色之染料，而人造絲能用之。故兩種絲合織之衣料，能染成異樣之色彩（圖93）。

人造絲價值低廉，色澤光亮；交織獨用，無不適宜。故能在棉絲之間，占一地位。惟不耐洗濯，是其缺點。

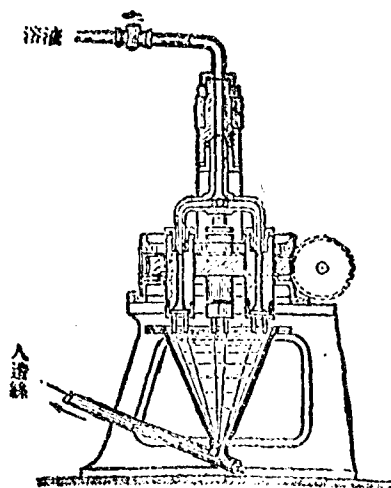


圖 92 製人造絲



圖 93 人造絲衣料

§ 101 洗衣 衣服穿久，既沾灰塵，又着汗垢。故洗衣目的在除去塵埃，汗垢及繁殖菌；並使衣服潔淨，增加皮膚之呼吸，對於公衆衛生及個人衛生所關至要。

§ 102 肥皂 洗衣常用肥皂：製皂所用之主要原料如下：

1. 脂肪與油 脂肪與油，均係油脂，軟脂及硬脂之混合物。普通用以製皂者，爲牛油，椰子油，棉子油及大麻油等。

2. 鹼 製皂所用之鹼為苛性鈉或苛性鉀，而以前者為最通用，因其所成之硬肥皂，需要較廣也。

脂肪或油與鹼液在釜中(圖94)混合加熱，即鹼化而成甘油及脂酸鈉，後者即構成肥皂，可用鹽析法分離。其化學反應表示如下：

脂肪 + 苛性鈉 \rightarrow 肥皂 + 甘油。

試驗77 取牛脂六十份，椰子油四十份，置鍋中，注水少量，加溫熱熔融。再取苛性鈉十六份，加清水六十份溶解。量出 $\frac{1}{3}$ 苛性鈉溶液外加二倍清水

稀薄，徐徐注入鍋內，用棒力攪，令油脂與鹼充分化合而成乳狀體。

當鹼液初加入時，發生大熱，故火宜微弱(80°—90°)後漸加高(90°—

100°)。再量第二次 $\frac{1}{3}$ 苛性鈉溶液，外加一倍清水稀薄，隨加隨攪，皂

液盛起泡沫，變為糊狀。如熱液將溢出鍋外，即加水少許。以遏其

勢。歷二時許皂液呈澄清棕色狀。最後將所除濃鹼液，全行加入攪拌

如前，至液呈清白狀，再煮約三時，止火加蓋，待凝結後，再加水少



圖 94 製皂

量，溶解，再煮二，三小時，至皂液滴於硯紙，無油迹透過，或滴於水中，溶解後，無油花上浮。或蘸取皂液，延展成絲，則為鹼化完全之證。止火傾液入凝皂槽，越一晝夜，皂液凝結，從槽內取出，歷一，二小時，切條截塊。俟十日乾燥，打印即成基本皂。

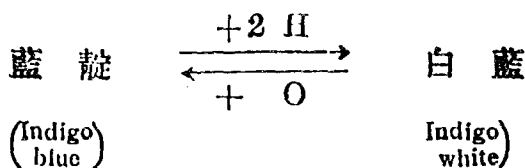
肥皂之功用能排除油漬。因肥皂遇水，即起水化作用而生苛性鹼及脂肪酸成乳狀體，皮膚或衣服上之油漬，因受鹼化及乳化作用而脫落，故可洗淨。

§ 103 染料 凡能溶於水之色素，為染色之原料者；稱為染料 (Dye-stuff)。染料分為動，植，礦物性染料及人造染料四種，而以人造染料為最重要。

染料對於纖維之作用，在棉麻等植物性纖維的物質，染料不過深浸固着於纖維中間。在毛絲等動物性纖維的物質，染料則與纖維化合。又有一種染料，須用明礬，苛性鹼等為媒介，始能染物生色。此種染料，稱為媒染染料。明礬等媒介之物質，稱為媒染劑 (Mordant)。媒染劑在纖維中與染料化合，成不溶解之物體而固著其內。

§ 104 人造染料 人造染料皆為煤焦油 (Coaltar)

蒸餾之生成物。例如市售之洋紅，洋綠等均屬之。又人造藍靛是由焦油腦 (Naphthalene) 製出。自人造藍出，染色界上大放異彩，化學史上開新紀元。藍靛不溶於水，使用時須先使還元變為白藍。白藍無色，溶於鹼性液中。將布浸於此液而乾之，則由空氣氧化作用而生藍靛固著於纖維之上其變化如下式：



焦煤油染料大別為四種：

1. 直接染料 適於染棉麻等植物性纖維
2. 酸性染料 適於染毛及絲
3. 鹽基性染料 適於染絲，
4. 媒染染料 用媒染劑以染毛，著色較為堅固。

試驗78

a 直接染法

(1) 消除雜質 取白棉布及白毛線各少量，用濃度 2% 之亞鐵酸液浸潤，煮沸五分鐘後用清水洗滌乾淨。

(2) 染色 玻璃杯內半盛濃苦味酸 (Picric acid)，用洗淨之棉布及毛線投入，煮沸約五分鐘後，取出用清水洗滌，而察其效，並比較之。

另用蘇木溶液 (Logwood solution)，替代苦味酸，依前法試之。

b 媒染法

(1) 消除雜質 與上法同

(2) 製染媒 將洗淨白布先浸入明礬溶液，少時，取出，投入礬精水內而察其效。

(3) 染色 將附着染媒之白布，投入蘇木溶液內，煮沸約五分鐘，取出用清水洗淨，並與(a)僅用蘇木直接染法比較其色澤。

習 題

1. 衣服何以能禦寒？
2. 試舉市上通行棉，絲，及毛物織衣料之名稱。
3. 試述肥皂對於洗衣之功用。
4. 欲去衣服上油，蠟或墨水當用何法？
5. 試述漂白粉與二氧化硫之漂白作用之比較。
6. 略述染色之原理。

第十六章

食物與飲料

§ 105 概論 食物對於身體，有二大作用：一供給實質；二供給能力是也。身體之長成及代謝，均於食物吸取其材料；是為實質之供給。體溫以及筋肉工作，思考視聽等神經作用之生活力，皆導源於食物；是為能力之供給。食物種類大別為六：

- (一) 水分；
- (二) 蛋白質；
- (三) 脂肪；
- (四) 碳水化合物；
- (五) 礦物質；
- (六) 生活素。

六者，統稱食物之滋養素。

§ 106 水分 水在動物體內為最多量之成分；青年約含 $\frac{87}{100}$ ；老者約含 $\frac{70}{100}$ 。體內水分之主要功用為：
(1) 補足消費排泄之水分；(2) 溶解滋養素，運送於

各部；(3)為各種食物化學變化之媒介。每人每日飲水之量，因氣候及職業而異。平均計算，須3公升至5公升。倘入不敷出，健康上即大受影響。

§107 蛋白質 蛋白質為供給細胞構成與代謝之質料及各種內外活動之能力。其組成不一，含有碳，氧，氮，氫及硫，亦間有含磷者，各元素所含之百分數約如下：

碳.....	50—55
氧.....	19—25
氮.....	15—19
氫.....	5—8
硫.....	0—5
磷.....	0—1
其他.....	0—1

茲舉其普通之種類如下：

1. 蛋白 卵之白色部分為蛋白之水溶液，加熱(75°C)則凝固。
2. 豆質 豆類所含頗多，豆腐之大部分即為此

物。

3. 乾酪質 係一種含磷之蛋白質，含於動物乳汁中為其最有滋養之部分。乾酪或牛乳餅 (Cheese)，即此物質凝固製成。

4. 麩質 試驗79 以小麥粉入布袋，在水中揉洗之，則小麥中之澱粉流出，而袋內留有淡黃色之黏塊，是即麩質之含水者。食用之麩，俗稱麵筋，即此物也。

§ 108 脂肪 脂肪之主要成分為軟脂， $(C_{15}H_{31}-COO)_3C_3H_5$ ，硬脂 $(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5$ 及油脂 $(C_{17}-H_{33}COO)_3C_3H_5$ 。前二者係白色蠟狀之固體，後者為無色液體。例如牛脂含前二者多而後者少，則質硬。豚脂反是，則質軟。鯨油，鱈魚肝油，橄欖油麻油等含油脂特多，則成液體。

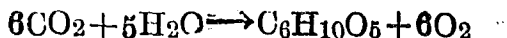
人類由食物攝取脂肪，在體內分解消耗之量甚多；即由肺臟吸入之氧，令脂肪氧化分解。此時所用之脂肪，與在空氣中燃燒作用所需之燃料無異。藉此氧化作用，發生相當之熱，可以保持體溫。又脂肪常儲蓄體內為脂肪層，以為保護體溫及當飢餓時維持氧

化作用之豫備。但脂肪食用過多，則消化器過於勞動，易惹起消化上之障礙，且有肥滿之虞。故食用脂肪以適量為宜。通常體重 120 磅之人，每日約需 30 餘公分之脂肪。

§ 109 碳水化合物 此為碳，氧，及氫之化合物。屬於食物者，為澱粉及糖類。例如

澱	粉	$(C_6H_{10}O_5)_x$
蔗	糖	$C_{12}H_{22}O_{11}$
乳	糖	$C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$
葡萄糖或果糖		$C_6H_{12}O_6$

1. 澱粉 多量存在於植物體內。植物之葉綠質吸取空氣中之二氧化碳與由根攝取之水分，受日光之作用，變成澱粉：



其所生之澱粉，變成可溶性之糖類移轉於體內：其一部分至生成點構成細胞膜；他部分至種子根莖再成澱粉。其在產油植物則變為脂肪；含糖植物則變成蔗糖，貯蓄於根莖種子中。茲將各種澱粉形狀，擇要

顯示如下：

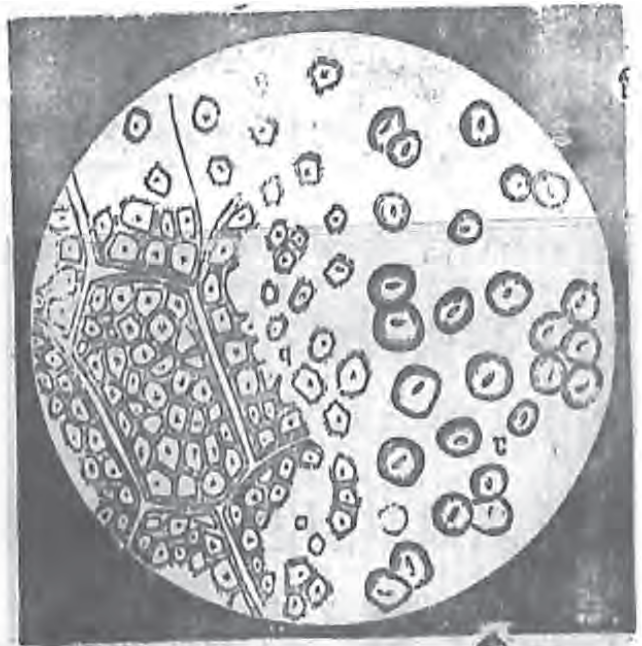


圖 95 馬鈴薯(放大三百倍)

圖 96 玉蜀黍(放大三百倍)



圖 97 米(放大三百倍)

圖 98 蠶豆(放大三百倍)

2. 糖類 凡有甘味之果實均含有之。通常食用

者爲蔗糖。此外如葡萄糖，果糖，乳糖等均有營養價值。糖類易溶於水，在消化器內易於消化吸收。

自甘蔗製取蔗糖之法，係將甘蔗壓榨之，取其汁液，入石灰少許，加熱，使其蛋白質凝結而除去之，然後蒸散其液，待冷則得褐色之結晶，俗稱紅糖是也。

若欲精製之，可將紅糖溶解於水，通過骨礫濾成無色液，再入真空鍋熬成濃液，然後冷之使結晶。此時若冷卻甚速則結晶微細，是爲砂糖。若徐徐冷卻，則得大粒結晶，是爲冰糖。

體內碳水化合物之功用，在能節省蛋白質之分解，並保護脂肪之消費。但食糖過多，則起醱酵作用，而生有機酸類易於發生齲齒及病症；食用澱粉過多，則減少腸胃之機能。故吾人食物以蛋白脂肪，碳水化合物三者適量混合爲要。

§ 110 礦物質 食物中最重要之礦物質首推食鹽。食鹽能增進吾人之食慾，促進消化滋養素之吸收並令血液循環旺盛。

此外如構造骨骼最要之鈣質，組成動植物細胞核之磷質及赤血球色素中之鐵質，俱為營養上不可缺少之物質，宜於食物中攝取之。茲將下列各種食物每百公分中所含鈣，磷，鐵之量列表於下：

食 物	鈣 量	磷 量	鐵 量
牛 肉	0.007g.	0.218g.	3.85mg.
雞 蛋	0.067	0.180	3.00
雞 蛋 黃	0.137	0.524	8.60
牛 乳	0.120	0.093	0.24
人 乳	0.034	0.015	.....
麥(全粒)	0.045	0.423	6.00
麥 粉	0.020	0.092	1.00
精 米	0.009	0.096	7.00
蠶豆(乾)	0.160	0.471	1.30
蘿 蔔	0.064	0.058	0.50
馬 鈴 薯	0.014	0.46	.....
杏 仁	0.239	0.465	3.90
胡 桃	0.089	0.357	2.10

又碘為喉頭旁盾狀腺中之重要成分；在全身同化作用中占極重要之位置，與骨骼軀幹腦經皮膚齒髮等之發育皆有密切關係。若食物中缺乏碘素，則喉腫心跳諸症，均隨之而起。碘素多含於海藻，海帶，紫菜，

牡蠣，海魚及海水中。近年美國諸大城中，已實行每年加碘少許，成效甚著。

茲更將普通食物之成分列表如下：

食 物	水 分	蛋 白 質	脂 肪	礦 化 水 物	纖 維	礦 物 質
牛 肉	71.00	19.90	27.00	0.40		1.00
羊 肉	53.40	16.60	38.60	0.50		0.90
豕 肉	47.50	14.50	7.30			0.70
鴨 肉	70.80	22.70	3.10	2.30		1.10
鷄 肉	70.10	18.50	9.30	1.20		0.90
鯉 魚	78.90	18.00	10.80			1.40
鮭 魚	64.60	21.20	2.80			1.40
鮑 魚	73.00	24.60	10.40			2.00
鷄 蛋	73.70	12.60	2.10	0.60		1.00
鷄 蛋 白	85.40	12.90	0.30	0.80		0.60
鷄 蛋 黃	51.00	16.10	31.40	0.40		1.00
牛 乳	87.17	3.56	3.64	4.88		0.75
乳油 Butter	11.00	1.00	85.00			3.00
粳 米	20.14	6.58	0.34	72.26	0.40	0.30
米 飯	64.80	3.16	0.05	32.27	0.27	0.17
大 麥	14.00	10.00	2.00	64.00	7.00	3.00
小 麥	14.40	13.00	1.50	66.40	3.00	1.70
麵 包	37.55	7.61	0.10	53.23	0.84	0.67
蠶 豆	15.13	27.19	1.45	47.72	5.31	3.20
豌豆	14.30	22.40	2.00	52.50	6.40	2.40
豆 腐	89.00	6.00	3.10	1.10	0.10	0.70

甘	藪	66.28	1.35	0.18	28.77	2.48	0.93
馬鈴	薯	76.80	1.50	0.10	19.20	1.40	1.00
蘿	蔔	94.60	0.76	甚少	3.70	0.50	0.50
蕃茄	Tomato	94.30	2.90	0.40	3.90		0.50
西	瓜	94.76	0.16		4.77	0.10	0.21
萹	苣	95.60	1.20	0.30	2.00		0.90
水	芹	93.60	2.01	0.13	3.22		0.14
	藕	95.40	1.70	0.10	10.90	0.80	0.10
蘋	果	84.60	0.40	0.50	14.20		0.30
甘	蔗	71.00	1.00		18.00	6.50	0.50
香	蕉	75.30	1.30	0.60	22.00		0.80
落	花生	6.30	28.20	41.20	7.20	13.90	3.20
杏	仁	4.89	21.00	54.90	17.30		2.00

試驗80

食物成分之檢查

(1) 澱粉

試管盛麵粉少許，加水滿半試管而振盪之，加熱至沸，有何變化？（ ）放冷，加碘溶液一滴，立呈何色？（ ）

(2) 蛋白質

試管盛鷄蛋白少量，加入硝酸約 3cc. 熱之，則呈黃色。再加苛性鈉溶液，變為褐赤色。

(3) 脂肪

試管半盛落花生碎粉，注入醇精 (ether) 以高出碎粉約一公分爲度。次將試管浸入盛有熱水之玻璃杯中而振盪之。少時濾過，盛濾液於玻璃皿內，令自由蒸發則析出脂肪。

(4) 礦物質

取大麥粉置鐵匙內，而灼熱之，則煙燄散逸，匙內剩有白灰。

(5) 取下列食物之一種，試驗其成分：

米， 麵， 豌豆， 牛乳。

§ 111 生活素 (Vitamins) 食物間尙有其他之重要問題焉。生物學家赫博進士 (Hopkins) 以化學方法提取蛋白質脂肪等物而精製之；更按照牛乳之成分而配製三種人造乳。以之飼鼠，初無異徵，未幾而鼠死。歷試皆然。赫氏乃由新鮮動植物食品中，取出一種液汁，與人造乳調和之，以之飼鼠，而鼠即能生長。所加液汁之量至微，其影響於鼠之生活機能者極顯。就化學之性質而論，同一蛋白質，同一脂肪質，何以天然物品，能助動物之生長；而一經精製便失其效用。然則天然食物中，除上述滋養素以外，必尙有一種新物質在焉。赫氏謂：凡新鮮之食物，其中皆含有

此少量之新物質。動物之能利用食品，以資生長者，惟此是賴。此物維何？即生活素 (Vitamins) 是也。最近經化學家詳細研究，發見五種生活素，即 1. 脂肪溶質 A (Fat Soluble A) 2. 水溶質 B (Water Soluble B) 3. 水溶質 C (Water Soluble C), 4. 脂肪溶質 D (Fat Soluble D), 5. 脂肪溶質 E (Fat Soluble E)。

1. 脂肪溶質 A。 郝博進士 (Hopkins), 史丹坡 (Stopp) 麥柯倫 (Mc Collum) 及其他生物學家經各種研究，近且查得鼠類之食品，如缺少此種生活素，其結果則得乾性眼炎 (Xerophthalmia) 甚至不能生長。此種免除眼炎症之生活素難溶於水，而易溶於脂肪，故名曰脂肪溶質 A。食品中含蓄此種生活素者為蛋黃，鱈魚肝油，牛乳，牛酪，乾酪，及各種動物油（除豬油外）小米，菠菜，萵苣，紅蘿蔔，馬鈴薯，麥芽等均含有之。植物油類中，均缺此要素。

2. 水溶質 B。近年來腳氣病 (Beriberi) 與病者平日所用食物之關係，亦逐漸發明。實驗化學家咸謂人類及豕，鼠，鷄，鵪，苟常食磨春光潔之米，皆不免

於腳氣病，苟以糙米爲食，病即不發。據稱糠粳之中，有一種生活素有救治此病之功。1907—1908年間，Erasser 與 Stanton 令 300 爪哇工人以米爲主食品。食精米者得腳氣病，而食糙米者則否。1909年頃菲列濱某軍隊5000人患腳氣病者常爲 115 至 618 人。1910年美國軍醫官令改食精米爲糙米，患者僅50人。1911年患者 3 人，1912年患者 2 人，1913年竟無一患

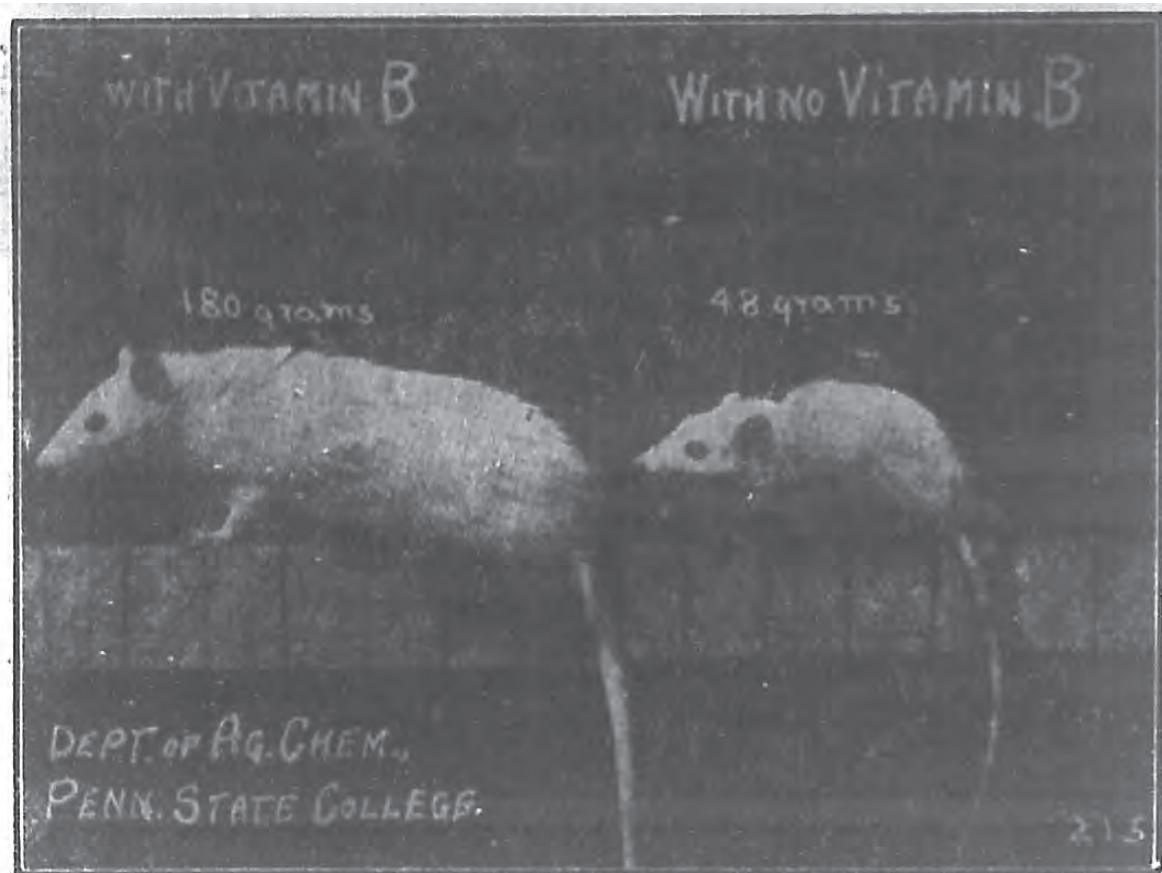


圖 99 水溶質 B 對於動物發育上之影響

是病者。水溶質 B，有防禦腳氣病及神經炎之功效，

並能增進發育（圖99）。麥芽，枇糠，蕃茄，牛乳，青菜，豆類等，所含最富。惟漂白麵粉，機器白米及西米內均無之。

3. 水溶質C。歐洲曾患一種壞血病（Scurvy）此病令身上發生紅點，牙根腫痛，皮膚發紅，北部尤甚。其時居民大概以麵包魚肉為食品，僅於甚短期間，得食水果蔬菜。迨發現新大陸，自歐西航者，僅食麵包醃肉而壞血病更烈。於是漸覺此病為少食新鮮食物所致。進以鮮果，鮮菜，則能立愈。郝爾治德（Holst）謂孩童若常以人造乳牛乳粉，或他種製品及煮沸過久之牛乳為食，則易生壞血病云。

果實，各種蔬菜，及發芽之種子內均含有水溶質C。檸檬及橘內所含甚富。此質經過尋常之烹飪，並不變化。若曝曬成乾，或貯藏日久，此質亦即消滅。

4. 脂肪溶質D 此種脂肪溶質，其主要功用在增進骨骼與齒牙之構成，故可防軟骨及衰齒諸病，常存於鱈魚肝油蛋黃及青菜中。

5. 脂肪溶質E 此種溶質為生殖作用及小動物發

育上所必需，常存於麥芽，萵苣，蛋黃及植物油牛脂中。

以上五種生活素，多存在於牛乳及青菜中（如萵苣及菠菜中所含尤富）。對於身體健康上，所關甚鉅。吾國民族，軀幹短小，其平時對於牛乳等食品之缺乏，亦為一重要之原因也。

§ 112 食物之生熱值 (Caloritic Value of foods.)

食物在體內起氧化作用時一方發生二氧化碳及水，同時因氧化發生之熱量，藉以保持體溫。食物生熱值，各有不同，下表係表示數種重要之食物發生 100,000 Cal 所需要之公分數：

牛奶.....	145g.
馬鈴薯.....	120g.
牛肉.....	86g.
雞蛋.....	67g.
麪包.....	38g.
蔗糖.....	25g.
牛油.....	14g.

青年男女每日所需食物之生熱值約為 2,900,000

Cal. 但筋肉勞動者，每日需超過 6,000,000 Cal.

§ 113 食量之標準 吾人每日飲食中各種滋養素宜互相平衡，無過不及之弊。據現代生物化學家研究結果，蛋白質每人每日約需百餘公分，脂肪五六十公分，碳水化合物四五百公分，鈣約 9.69 公分，磷約 1.45 公分，鐵 15 公分以上（鉀鈉諸質，在平常混合式之日食中，無缺乏之虞）。若用熱值計算，每日約需 2,000,000 Cal. 至 3,000,000 Cal. 茲就吾國生活程度，暫定一既衛生又經濟之日食標準以示各種食物應占之比例：

食 品	日 食 費
鷄蛋及豆類食品	$\frac{35}{100}$
菜蔬果實等	$\frac{25}{100}$
肉 魚 等	$\frac{15}{100}$
米 麵 等	$\frac{15}{100}$
香 油， 豚 脂	$\frac{5}{100}$
精鹽醬醋諸調味品	$\frac{5}{100}$

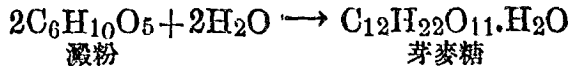
佳)一日或二日,注意 A B二瓶中各起何現象? 後聞 A 瓶嗅之,如何?

酒母繁殖時,能分泌一種物質,名化酒酵素(Zymase)。使糖變酒精者,化酒酵素之作用也。化學上凡如化酒酵素者,皆謂之酵素(Enzyme)其要性約爲(1)非生物(2)必由生物發生(3)有接觸作用(4)含淡。因酵素而起之化學變化,謂之醱酵(Fermentation)。故糖變酒精,稱爲酒精醱酵。

工業上製酒精,不必皆用糖類。凡穀,麥,馬鈴薯等含澱粉之物質。皆可由一種化糖酵素(Diastase,含於發芽大麥中)使變爲麥芽糖。而後由酒母之作用,變成酒精,其大概如下:

(1) 先將含澱粉質磨碎混以麥芽。

(2) 以水與上混合物在 36°C 之溫度攪拌,使起以下變化:



(3) 將上混合物冷却加水稀薄並加酒母,使起酒精醱酵。此種醱酵須三日至九日,且以含糖10%之溶液爲佳。

(4) 將上已經醱酵之液（含酒精約10%至13%）蒸餾之，至含水約5%，即為市售普通酒精。

酒精為有芳香之無色液體，比重0.79. 沸點78°C 冰點—130°C. 與水能任意混合。其溶解有機化合物之性甚著，故用以製香水，假漆藥劑等。又有防腐性，可保存已死動物，故用以製標本。近時學者推測，謂內燃機所用氣油，將來必苦不足，酒精可以代之。

酒精在人體中，能變筋肉為脂肪。故食酒多者，有血管破裂之虞（中風）。

§ 115 酒精飲料可分為釀成酒及蒸成酒兩類。釀成酒如紹興酒，啤酒，葡萄酒等，祇由醱酵而成。蒸成酒則醱酵所得，更須蒸餾以增其酒精之濃度，如燒酒，白蘭地酒等是，故蒸成酒所含酒精，比釀成酒為多。

啤 酒	含酒精約 3 —— 5 %
葡萄酒	含酒精約 7 —— 12 %
紹興酒	含酒精約 12 —— 20 %

燒酒 含酒精約25%以上

白蘭地酒 含酒精約30%以上

各種酒因其原料，釀造手續，及附加品不同，故有各別之色味。茲畧述數種如次：

1 紹興酒 將糯米浸水一二日，瀝乾，上甑蒸之，蒸透，傾出待冷，以酒麴酒釀，米漿（浸米之水）清水，拌和入缸，三日後，每日開扒數次。如是五六日，復靜置之。歷七八日後，貯袋中，榨出其酒入鍋煎之，俟沸，裝入壺中。

2 啤酒 (Beer) 此為大麥所製成。先使麥發芽，磨為細粉，以熱水浸之，則存在麥芽中之酵素，自起作用，使澱粉化為糖質。再加酒母及苦味 (Hops) 與香料等，使之釀酵。最後加水使所含酒精至一定濃度。

3 葡萄酒 (Wine) 乃用葡萄汁液依附於葡萄外皮酒母之作用，使其中糖分釀酵而成，普通含酒精10%左右。但亦有另加酒精，致含量達20%者。

4 白蘭地酒 (Brandy) 種類甚多。有以穀類釀酵成酒，與茴香或其他香料共蒸餾者，含酒精30%。有

以蘋果，桃，櫻桃等果實釀成酒而蒸餾者，含酒精40%至50%。有以糖醬（製糖時不能結晶之糖汁）釀成而蒸餾者。含酒精40%至80%。

§ 116 非酒精飲料之重要者，為茶及咖啡。前者係茶樹之嫩葉。後者係咖啡樹之種子。二者均有興奮



圖 102 茶 啡

作用，可以提神，因其中含有茶素(Theine $C_8H_{10}N_4O_2$) 故也。

茲將本章綱要提示於下：

食物對於吾人身體之功用：(1) 供給實質；(2) 供給能力。

食物之滋養素：(1) 水分 (2) 蛋白質；(3) 脂肪；(4) 碳水化合物；(5) 礦物質；(6) 生活素。

食物在消化器內經種種酵素之作用，使蛋白質變為鹵酸，碳水化合物變為單糖類，脂肪變為脂酸與甘油而被吸收。

- | | | | | |
|-----|---|------------|---|--|
| 生活素 | { | (1) 脂肪溶質 A | { | 功用：增進發育，並防禦乾眼炎。
存在：牛乳，蛋黃，鱈魚肝油等。 |
| | | (2) 水溶質 B | { | 功用：增進發育，並防禦腳氣病及神經炎。
存在：麥芽，粳糠，蕃茄，牛乳，青菜等。 |
| | | (3) 水溶質 C | { | 功用：防禦壞血病。
存在：橙，橘，檸檬諸汁。 |

- | | | |
|------------|---|--|
| (4) 脂肪溶質 D | } | 功用：增進骨骼與齒牙之構成；防禦軟骨衰齒諸病。
存在：蛋黃，鱈魚肝油，青菜等。 |
| (5) 脂肪溶質 E | } | 功用：為生殖作用之要素。
存在：麥芽，萵苣，蛋黃，植物油，牛脂等。 |

習 題

1. 試分別寫出合下列條件之尋常食品：
 - a, 含澱粉特多者。
 - b, 含脂肪特多者。
 - c, 含蛋白質特多者。
2. 磷素在人體中何故占重要位置？
3. 鐵質在人體中何以重要？
4. 尋常食品中含磷及含鐵較多者，試分別寫出之。
5. 牛乳何以為上等食品？，試述其成分。
6. 糙米與精米孰佳？
7. 何謂釀酒？ 酵素之要性若何？
8. 試述飲酒之害。

第十七章

居住與窯業

§ 117 建築要點 房屋之功用，本為遮蔽風雨，避禦寒暑，雖不必力求華美，然為適合衛生與舒服起見，建築上應注意通風，透光，乾燥，堅牢四要項。

§ 118 建築材料 建築材料，分為木材，石材鐵筋混凝土三種。茲分述之。

I. 木材 木材之主要成分為纖維質 (Cellulose $(C_5H_{10}O_5)_n$)。建築材料，多須堅韌大材；我國常用松杉。滿，蒙，桂，黔，雖有森林，或因運輸不便，或因濫伐不培，本國供不應求，竟致取材異國。利權外溢，為厲之階。故我民族之造林運動，實為建設物質基礎之重要工作。因造林之利可以增進生產；防止天災，改良環境。可謂一舉三得也。

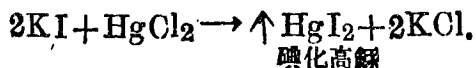
木材久曝空氣中，易致朽壞；預防之法，油漆 (Paint) 尙焉。油漆者即加顏料於乾性油，附加乾油劑煮後而成者也。塗油漆於木材上，不久受氧化成為

薄膜，緊貼表面，一方面可以防止濕氣及養氣之侵蝕；一方面可以增進美觀，故應用甚廣。

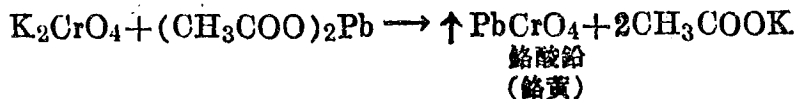
試驗82 製造油漆，分爲兩步：

a. **配製顏料：**

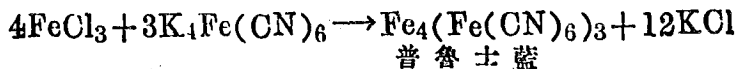
1. **鮮紅顏料** 取一試管半盛碘化鉀 (KI) 溶液，徐徐注入氯化高銻 (俗稱昇汞 HgCl_2) 溶液，至液生鮮紅色之沈澱 (HgI_2) 爲度。過濾，洗滌，烘乾即成。



2. **鉻黃** 取一試管半盛濃鉻酸鉀 (K_2CrO_4) 溶液，加入適量之醋酸鉛 ($(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$) 並振盪之。過濾，洗滌，烘乾。



3. **普魯士藍** 取氯化高鐵 (FeCl_3) 盛滿試管 $\frac{1}{3}$ ，加入同容之黃血藍 ($\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$) 溶液。過濾，洗滌，烘乾。



4. **鉻橙** 依 2 製鉻黃沈澱，傾去上部澄液加入苛性鈉約 5cc，煮沸歷數分鐘至沈澱變爲橙色爲止。過濾，洗滌，烘乾。

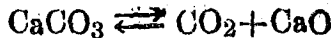
5. **綠色顏料** 取鉻黃普魯士藍，兩種顏料等量同在乾淨濾紙上

混合拌攪而察其效。

b. 完成油漆 選舊濾紙上之五種顏料，各加亞麻仁油 (Linseed Oil) 數滴，用厚紙片調勻，再加松節油 (Turpentine) 一二滴，促乾充實，即成油漆。用脫脂棉分別蘸取五種油漆，塗於圖畫紙上或筆記本內各成一正方形 (邊長寸許) 並標明之。

石 材 石材以砂石，花崗石，石灰石最為通用。大理石是石灰石之一種，其成分為碳酸鈣 (CaCO_3)，光澤美麗，強韌耐久，建築上常用之。

石灰 將石灰石裝入石灰窯 (圖103) 內，而灼熱之，則分解為二氧化碳與氧化鈣，即生石灰 (Quicklime)。



生石灰為白色固體，^{生石灰}暴露於空氣中則吸收水分及二氧化碳；加水則發熱而化合。逐漸脹大，終成粉末，是曰氫氧化鈣 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)，俗稱消石灰 (Slaked lime)。

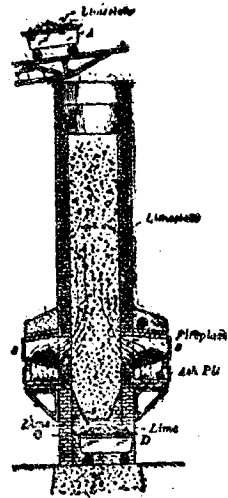
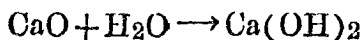
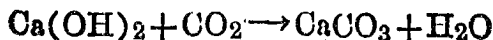


圖 103 石灰窯



試驗83 取新鮮生石灰四五塊，置於地上，加水少量，而察其效。

消石灰爲白色粉，微溶於水而成石灰水；在空氣中能吸收二氧化碳，變爲堅硬固體之碳酸鈣：



故建築上利用之以製三合土（爲消石灰，黏土和水所成），爲築牆，鋪路及黏合磚瓦之用。

§ 119 陶土與黏土 長石 (KAlSi_3O_8) 爲岩石最普通成分之一，因風雨及二氧化碳之作用與溫度之變化，則破碎分解成可溶之硅酸鉀與硅酸鈉及不溶之硅酸鋁 ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。硅酸鋁之純粹者，謂之陶土 (Kaolin)，係柔軟有膠性之物質，可供製造陶瓷器之原料。其不純者則與砂及其他物質混合，成普通之黏土 (Clay)，爲製磚瓦及水泥之原料。

我國最著名之陶土產地，爲江西之浮梁縣及饒陽縣。陶瓷器最盛之區，在江西景德鎮附近。河北磁縣之陶土，爲全省之冠；惟僅能製陶器及粗瓷器。

§ 120 磚瓦 磚瓦由黏土和細砂所製；瓦用以蓋

屋，磚用以砌牆。將砂，土和水調合，製成定形，放置待乾，運入環窯內，隨燒隨取，甚為便利。

§ 121 水泥 水泥 (Cement) 為近代建築上之重要材料。將石灰石與黏土碾細混合運入旋轉窯 (Rotary Kiln圖104) 燒至 1400° — 1600°C ，熔成灰色小塊，出爐放冷，與石膏相混磨成細粉，即為水泥。水泥加水，初成泥狀，終致凝固如岩石。下表 (178) 頁乃示製造水泥之程序，以便記憶。

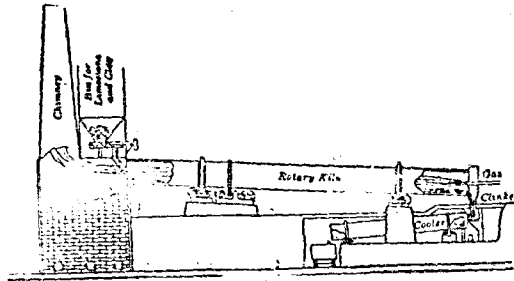
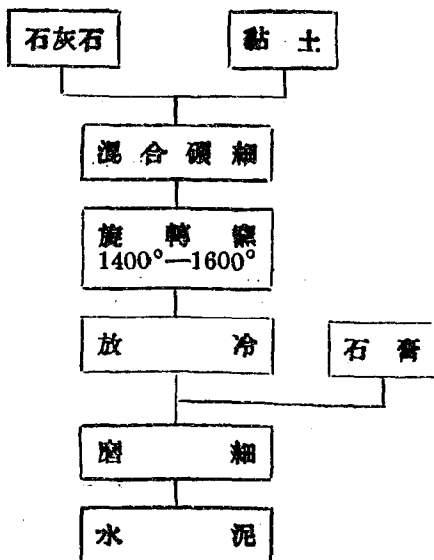


圖 104 製造水泥

茲將最佳水泥之成分，表示如下：

石 灰 (CaO})	.....	62.0%
二氧化硅 (SiO_2)	.....	22.0%
氧化鋁 (Al_2O_3)	.....	7.5%

氧化鐵 (Fe_2O_3)	2.5%
氧化鎂 (MgO).....	2.5%
三氧化硫 (SO_3)	1.5%



三合土含有消石灰，不適於水道之建築；水泥入水，堅硬勝常，故適於築隄建橋之用。(圖105)。惟水泥收縮性大，是其缺點。通常混以細砂和小石，稱為混凝土 (Concrete)。混凝土對於壓縮的抵抗力甚大，而對於伸張的抵抗力甚小。近時用鐵條補其不足。稱為鐵筋混凝土 (Re-enforced Concrete)。現代巨大建築物，

皆由鐵筋混凝土所建（圖106）。



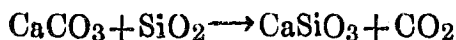
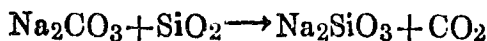
圖 106 水泥建築物



圖 106 鐵筋混凝土建築物

§ 122 玻璃 玻璃為透光之物質，使近代建築上放一異彩。將潔白之細砂(SiO_2)，石灰石(CaCO_3)及碳酸鈉(Na_2CO_3)等適量混合，在高熱爐中融成鹵狀

之物質，冷則凝固，而成透明之固體是曰玻璃。



玻璃因用途之不同，故原料及性質亦各異。茲將重要玻璃表示於下：

種類	成分	性質	用途	原料
鈉玻璃 (普通玻璃)	硅酸鈉，硅酸鈣及二氧化硅之混合物	質脆，易融化，略帶青綠色。	造門窗及通常器具。	碳酸鈉，細砂及石灰石。
鉀玻璃 (化學玻璃)	硅酸鉀，硅酸鈣及二氧化硅之混合物	質硬，難融化，無色不受藥劑侵蝕。	裝飾品及化學器具。	碳酸鉀，細砂及石灰石。
鉛玻璃 (光學玻璃)	硅酸鉛，硅酸鉀及二氧化硅之混合物	質軟易融富折光性	光學器具及人造寶石	碳酸鈉，細砂及氧化鉛。

型玻璃及吹玻璃 玻璃工廠中處理熔融玻璃之法，全視欲製之器皿而定。如製玻璃瓶時，先行揭開鐵製模型，用中空棒之一端蘸熔質適量置於模中，將模密閉，在棒之他端吹之，則玻璃變成如模之形狀，開模（圖 107）將瓶取出。瓶頂須於相當之處截去，其尖緣以火焰融之使圓。



圖 107 製玻璃

現時造瓶，多用機器，先作成瓶頸，以壓縮空氣吹之成瓶。



圖 108 製窗玻璃第一步

燈罩，玻杯，及廣口杯等之製法，乃置於模中且轉且吹以成之，故無模縫之痕跡。

窗玻璃之製法，係以中空棒之一端蘸熔融玻璃吹成球形（圖108）繼成一大圓筒形（圖109）長約六呎，

徑一呎六吋，沿垂直方向截之。置於爐中，熱之使軟，展為平板任意截成之。



圖 109 製窗玻璃第二步

現時造圓筒之法，係用中空管挿入熔融玻璃中，徐徐抽出，一面用壓縮空氣，吹入管中，如此可製成極長之圓筒

(圖110)

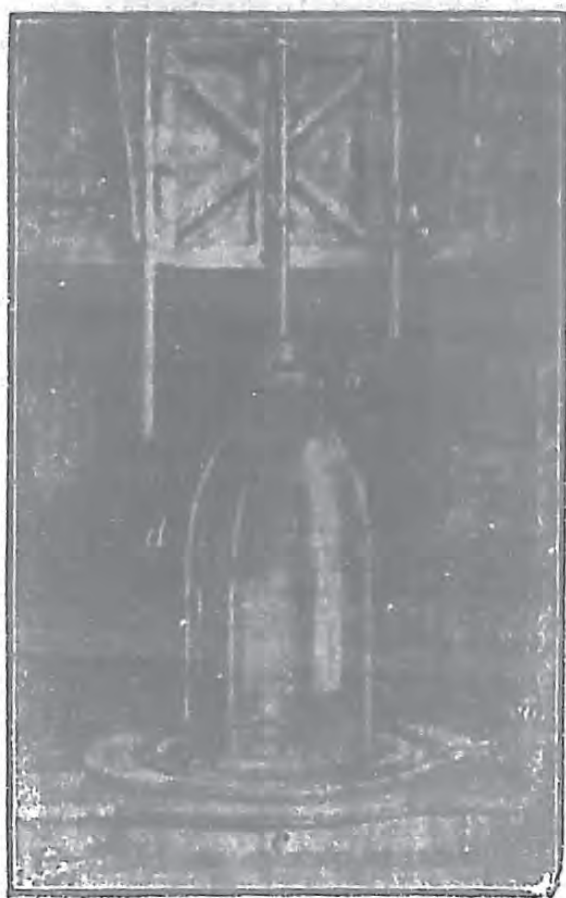


圖 110 用壓縮空氣製玻璃

玻璃版之製法，係先製成平板，磨之擦之，乃成完全之平板。(圖111, 圖112)



圖 111 製玻璃版



圖 112 磨光玻璃

色玻璃 玻璃原料加入各種氧化物可得各種之色玻璃。例如加氧化鈷 (CoO) 則成青色，加氧化低鐵 (FeO) 則成綠色，加氧化低銅則生紅色，加二氧化錳則生紫色是也。

§ 123 陶瓷器 陶瓷器爲我國特產，種類甚多，其精緻者之製造程序，可分爲三步：(1) 製坯；(2) 上釉，(3) 彩飾。

(1) 製坯 將潔淨陶土，與石英 (SiO_2) 長石之粉末混和，加水搗之，製成所須之形 (圖113)，俟乾，入窯燒之，火力須平勻而緩，以免器皿之破裂，燒成放冷，即成素坯。

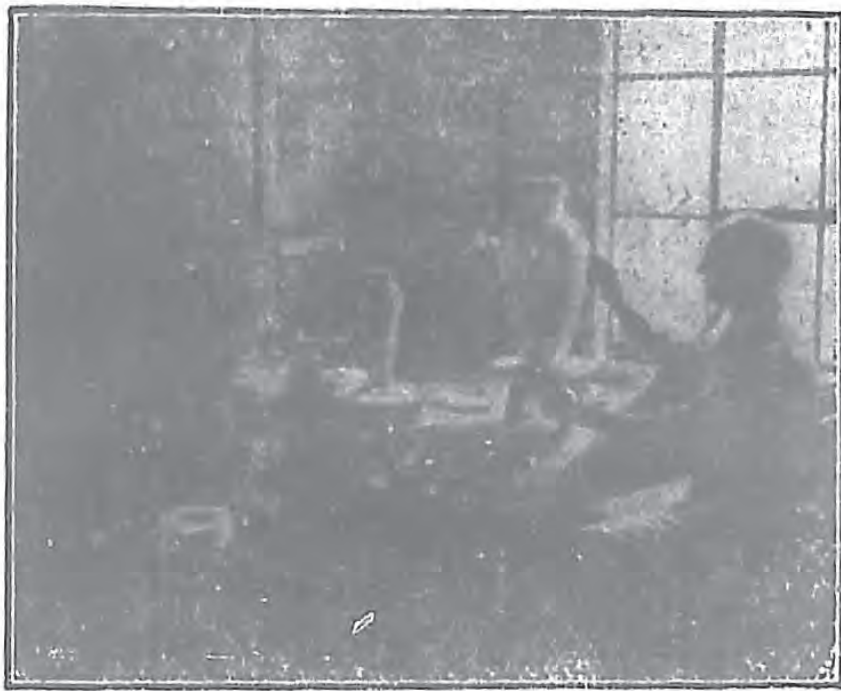


圖 113 製坯

(2) 上釉 素坯易污，常敷以玻璃性之釉而防護之。釉之主要成分爲熔劑 (硼砂30%，瓷石30%，白堊20%，燧石15%，瓷土5%)，其熔點須較素坯爲

低，故其敷在陶器上，微熱之，即與素坯熔合，勻佈全面。

(3) 彩飾 用於釉上之顏料，以能在較低溫度之下，燒在瓷釉之上而發生鮮明之色者為宜。茲將所用重要顏料列下：

綠	.....	氧化銅
紅	.....	氧化鐵
白	.....	氧化錫
黃	.....	氧化鎳
棕色	.....	氧化錳

彩飾之法，係將此種顏料，與六分之鉛丹，二分之石英，一分之硼砂，混合燒之，然後碾為細粉，遂成一種易熔物。將此種細粉用松節油調和，可供彩繪之用。

習 題

1. 你的住屋與學校是用何種材料建築？
2. 你們居處附近，有何較大建築？其材料為何？
3. 水泥為何要加砂？混凝土為何要加鐵筋？

-
4. 略述水泥硬化之原理。
 5. 略述石灰之製法與用途。
 6. 玻璃之種類及用途若何?
 7. 油漆之功用若何?

第十八章

鐳及原子構造

§ 124 放射性元素 (Radioactive Elements)

1878年英國物理學家克魯克斯 (Sir William Crookes) 氏試驗在真空管放電時，發現陰極放出一種輻射線，使對壁現出青綠色之螢光，如中途用一遮板隔斷，對壁即顯出一遮板之陰影與通常光線相似(圖114)；若在中途受一磁石之作用，其進路即生彎曲(圖115)。

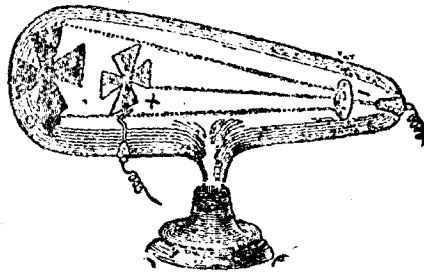


圖 114 陰極線之直進

由其彎曲之方向，可推知其為帶有陰電之細微物質，是即電子 (Electrons)，其質量為一氫原子之 $\frac{1}{1845}$ 。此種輻射線，通常稱為陰極線 (Cathode Ray)。

陰極線與玻管壁或鉛板衝突後，即由衝突面發出



圖 115 極線受磁石作用而變方向

另外一種輻射線（圖116），其波長小於紫外線，為目力所不能見；若用一螢光板（Fluorescence Screen）或照像用之乾板承受，皆能檢出。此種輻射線於1895年由

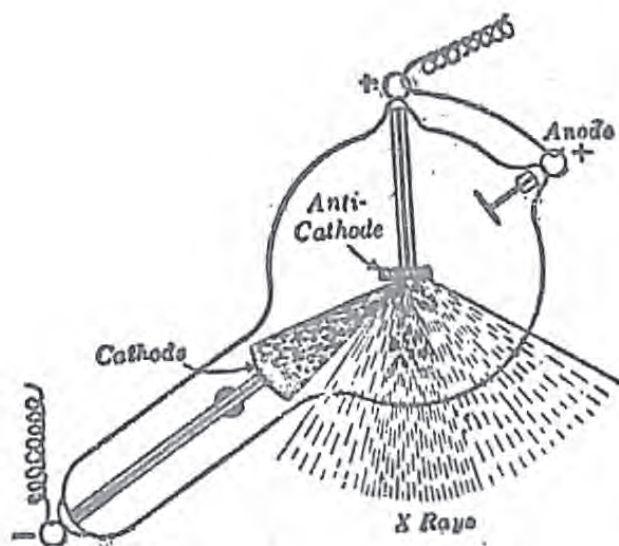


圖 116 樂琴線



圖 117 樂琴線透過物質之現象

德國物理學家樂琴氏（Wilhelm Konrad Roentgen）所

發見，初因不詳其性質，稱為X光線，現通稱為樂琴線。通常光線所不能通過的物質，樂琴線皆能透過（圖117）醫術上用以檢查人體內之患處。其後法國物理學家貝克萊爾（Becquerel）氏乃疑及一切能發螢光或磷光之物質，或亦能發有相類似之射線，於1896年發見鈾（Uranium, U）或鈾之化合物，裹黑紙內，亦能感變照像乾片，或將其移近已經充電之驗電器，（圖118）則金箔立即垂下，此乃表示該物質周圍之空氣，已成為導體故也。

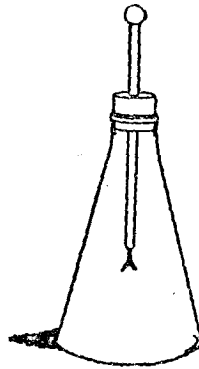


圖 118 檢查放射性質

其後查悉釷（Thorium, Th.）亦有相同之性質。自是以來，各種原質之具有相同之性質而經發見者踵相

接也，其中以鐳 (Radium, Ra.) 爲最著。此種性質名曰放射性 (Radioactivity)，此種元素謂之放射性元素。



圖 119 居禮夫人



圖 120 居禮夫人之工作

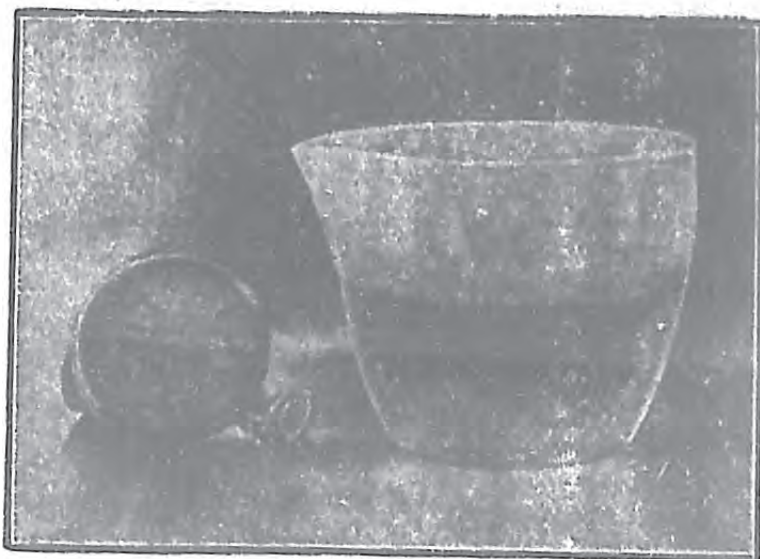


圖 121 1921 年美國婦女贈送居禮夫人之禮物 (氯化鐳)

鐳之發見，有足紀者。波蘭物理學家居禮夫人 (Madame Curie 圖119) 研究鈾，鈾礦物之放射性，發見鈾礦之放射性，較純鈾強四倍，遂疑其中尚含有放射性較鈾更強之物質。於是夫婦二人，攻究巨量鈾礦之渣滓，卒得一種新元素之氯化物少許，此新元素名曰鐳，氯化鐳之放射性，為鈾之 3,000,000 倍。

居禮夫人於1910年始得鐳之單體，極與銀相似，其原子量為226。融點為 700°。全世界今日製得之鐳不過百公分，氯化鐳現價，每公分約值美金九萬圓。

§ 125 鐳之特性 鐳之放射作用，為其他尋常元素所無。此種作用，實係原子內部之一種作用，故為近世化學家所極注意者。茲將鐳之特性述之於下：

(1) 鐳能放光與熱 鐳能自行發光，故置於黑暗處亦能見之。此種光亮，並非因有何種化合作用而致發生者。又鐳能自行發熱，且能耐久。此種熱力，亦非因有何種化合作用而發生。考得鐳重量一公分每時發生熱量 120 Cal, 且能保持二百五十年。

(2) 鐳能使空氣變為傳電體 考尋常之空氣，係

一種非傳電體，然若將鐳置空氣中，則隣近空氣，立即變爲傳電體。

(3) 鐳之蛻變 鐳雖爲具有特性之元素，然徐徐蛻變，此實異事。鐳初變成二種不同元素，其一爲氦，其二爲釷。此二元素，屬於空氣中不活潑之氣體。釷再分解爲錒，及一別種元素，名曰鐳 A。同樣繼續蛻變，許多次後，最後似成鉛。

此種蛻變之中，有二種不同之微粒，以絕大之速度放出(1)其一種謂之(α)線，成自荷正電之氦原子，此原子之運動速度，每秒二萬哩；(2)又一種謂之(β)線，成自細粒，此微粒重量，約爲氫原子之 $\frac{1}{1845}$ ，荷負電。此等微粒普通稱之曰電子，其速度每秒十萬哩。更有第三種放射線，名(γ)線，此非成自物質微粒，而成自能媒中之波如光者。 γ 線極與克魯克斯管中之 X 線相似，而強度則遠過之。

此三種放射線，對通過不透光之物質，其強度各不相同， α 線透過力最小，被阻於紙片， β 線較大，但爲金屬薄片所隔斷； γ 線透過力最大，能透過較厚

之金屬片。

三種不相同線之存在，可用下法確證之：鉛片 A (圖122) 中鑿孔，以富於鑷之物質少許置於孔底，將隔絕光線之攝影片 B，安於鑷上稍遠之處，正負磁極排於孔之兩旁稍上。從鑷發出之線，如來福槍之彈由孔中射出。荷正電之 α 線，因負磁極之吸引，彎曲其徑路，而荷負電之 β 線，因正磁極之吸引，彎曲其徑路於反對之方向，且其彎曲度更甚。 γ 線則全不屈曲。將攝影片顯影，則 α 線及 β 線屈折之度可以測量，而由此測量，即可決定該二種微粒之相對的質量與電荷。

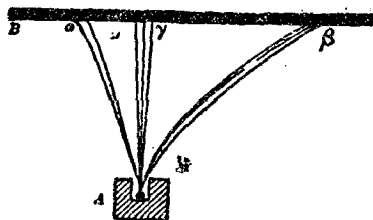


圖 122 放射性物質所放之三線

§ 126 放射線之效能 放射線雖可分為三種，然其效能則由於全體之作用。種種物質如鹼金屬，鹼土金屬，紙，棉，金剛石等，入放射線中，均顯螢光。

放射線中以有 γ 射線之故，能使空氣起游子化作用，而變爲傳導體。放射線對於化學原質及化合物亦起特殊之變化，如可使氧變爲臭氧，黃磷變爲赤磷，又可使硫化氫，二氧化硫及水等分解。

下等生物如黴菌等，遇放射線即死。平常人身皮膚與之相接觸，雖僅數分鐘，可致潰爛，惟爲隱傷，久而始顯。以之治內癰，結核，癩瘋等病，大有效驗云。

§ 127 原子分解學說 放射性之原質，其原子中，何以發生變化，且何以能逐步變化，成他種原質，而顯特異之現象耶？雷福氏及蘇代氏 (Rutherford and Soddy)，曾首先倡議一種學說，名爲原子分解學說 (Disintegration theory)，以解釋此種現象。此種學說，頓爲現時化學界所公認。茲特將其要略，述之如下。

查放射性原質所成之化合物如溴化鐳 (RaBr_2) 硝酸鐳 ($\text{Ra}(\text{NO}_3)_2$) 之類，其放射作用之強弱，全視其中所含鐳原質之多寡而異，決不因該鐳原質究與何種他

原質化合，或若干之他原質化合，而稍致不同。可見放射作用，全係原子內部之作用，而非分子之作用。雷福及蘇代二氏，以爲原子尙非最小及最終之物質，每一原子，尙爲多數之甲乙二種微小質點所組織而成。甲種負有陽電性，而乙種則負有陰電性，尋常原質之原子，其組織不甚穩固，以致無論何時，常有少許之原子，自行分解，而將微小之質點，向外射出，故放射性之原質，能發生放射線也。蓋所謂放射線者，卽此種飛行極速射出之微小質點所致者也。若射出之微小質點，係帶有陽電之甲種質點，則卽成爲 α 放射線；若射出之微小質點，係帶有陰電之乙種質點，則卽成爲 β 放射線。至前言之 γ 放射線(γ ray)，則據多數化學家之意見，係 β 微小質點，向外放出時，接觸於其周圍之固體物質上所起之波浪作用。故 γ 放射線，常隨 β 放射線而發生也。

有放射性原質之原子，將甲種微小質點或乙種微小質點放出後，則其原子之組織，自與前不同，而成爲一種新原質。鐳原質之變爲釷原質，卽係此故。蓋

鐳原質變爲釷時，有甲種放射線放出，可知鐳原質放出一甲種微小質點後，即成爲釷也，考釷原子之組織仍不穩固，復可放出一甲種微小質點，而成爲鐳甲 (Radium A)，鐳甲仍不能永久保其穩固，復放出一甲種微小質點，而成爲鐳乙 (Radium B)。鐳乙更放出一乙種微小質點，(同時有丙種放射線發生。)而成爲鐳丙，(Radium C)。如此逐漸變化，以成多種之物質。而此外他種之放射原質，例如錒，釷等類，亦均有此種不能永久保守平穩，致逐漸遞變成他種物質之現象。故此種遞變而成他種物質之現象，乃所有各種放射原質之公現象也。蓋放射原質之所以有放射性者，全在其原子分裂而放出微小點之故。放射原質之原子，既能將微小質點放出，則所有各放射原質，自均能顯遞變而成他原質之作用也明矣。

習 題

1. 試述X光線之用途。
2. 試述 α , β , γ 三種放射線性質之區別。
3. 氮為具有負三價及正五價之元素, 試言其理。
4. 何謂週期律?
5. 討論鎂在週期表內之地位。
6. 略述週期表之缺點。
7. 略述氫氯溴碘四元素(第七類)之要性
8. 略述氮, 磷, 砷, 銻, 鉍五元素(第六類)之要性。
9. 略述鹼金屬(第一類)與鹼土金屬(第二類)性質之異點。

總 復 習 題

1. 如何製成一種空氣，脫離水蒸汽與二氧化碳？
2. 舉出三種方法，由空氣中除去氧氣。
3. 何謂氮之固定法？由空氣製造硝酸與磷精之法若何？
4. 水對於吾人身體之功用若何？
5. 試驗水之組成時，杜馬氏 (Dumas) 得以下之結果；

生成之水重量……………945.439g.

氧化銅失去氧之重量……………840.161g.

計算水之組成百分數。
6. 某工廠每日製出氫10噸，每需純食鹽若干噸？
7. 今欲製造市售鹽酸 (其 1cc. 之重量為 1.2g. 含有氯化氫 $\frac{40}{100}$) 10公升，問需純食鹽與硫酸各幾何？
8. 有苛性鈉溶液與鹽酸相中和，蒸發溶液，得純食鹽 11.7g.

計算苛性鈉與氯化氫之重量。
9. 今欲得氫10公升 (在 17°C, 76cm. 時)，問需若干重量之錳，與適量之硫酸相作用？
10. 有一化合物含錳 5.93%，及氧 94.07%；並測定其分子量約

爲 34. 求其分子式。

11. 何謂氧化? 還元? 各舉三例。

12. 解釋:

電離; 電解; 離子; 電子。

13. 書出下列各化合物之電離方程:

NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$; HNO_3 ; H_2SO_4 ; CuCl_2 ; Na_2CO_3

14. 書出下列各化物之水溶液受電解時之反應方程:

CuCl_2 ; NaCl ; CuSO_4 ; Na_2SO_4 。

15. 略述鼓風爐, 迴轉爐及開爐之構造與作用。

16. 舉出鋼合金數種及其用途。

17. 取銀礦 1 公分溶解於硝酸, 次加適量鹽酸令完全析出氯化銀沈澱, 權其重量爲 0.788 公分。求此礦石含銀之百分數。

18. 試舉出下列名化合物之製法各兩種, 並言其用途。

NaCl ; ZnSO_4 ; BaSO_4 ; CaCO_3 ; CuSO_4 ; Na_2CO_3 。

19. 略述下列各物質之製法及其用途。

肥皂; 玻璃; 瓷器; 水泥。

20. 試述牛乳之成分。牛乳之良否, 用何方法鑑別之?

21. 繪圖表示工業上製造(1)鹽酸; (2)硫酸; (3)硝酸之設備。

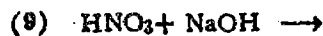
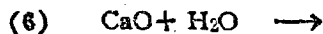
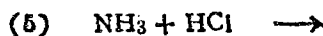
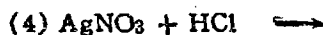
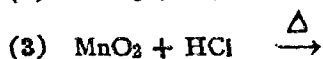
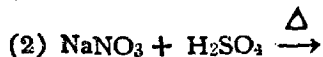
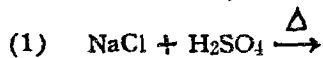
22. 繪圖表示工業上製造 (1) 苛性鹼, (2) 硝酸鈣之設備 (教師指導)。

33. 繪圖表示煤炭乾餾與石油分餾之產物及其用途。

24. 試述錳之特性及其用途。

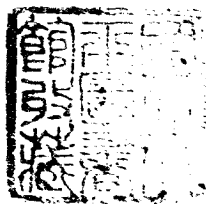
25. 完成下列各化學反應方程, 並註明所有物名稱

(矢號上之 Δ , 表示加熱之意)



- (10) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta}$
- (11) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\Delta}$
- (12) $\text{NH}_4\text{NO}_2 \xrightarrow{\Delta}$
- (13) $\text{Zn} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \longrightarrow$
- (14) $\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\Delta}$
- (15) $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \longrightarrow$
- (16) $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta}$
- (17) $(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5 + \text{NaOH} \longrightarrow$
- (18) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$

中華民國三十九年九月五日



數學書類

○初中數學教本○

初中師範算術 高佩玉著 一册 一元

初中新算術 王鶴清著 一册 一元

初等代數學 馬純德著 一册 一元二角

舒荃斯譯 平面幾何 馬純德譯 一册 一元五角

舒荃斯譯 立體幾何 李熙如譯 一册 七角

○高中大學數學教本○

舒荃斯譯 高等代數 馬純德譯 一册 一元二角

馮譯 斯二氏 平面三角 高佩玉譯 紙面 一元五角
王俊奎譯 布

高級中學 解析幾何 張敬熙 一册 一元二角

馮譯 斯二氏 大代數 高佩玉 一册 一元二角

○數學參考書○

算術新解法 高佩玉 一册 六角

數學遊戲 魏元雄 一册 六角

算術難題分類詳解 王錦璋 一册 六角

算術模範問題及其詳解 王錦璋 一册 七角

溫斯二氏 平面三角詳解 劉幹民 印刷 中

初中物理學

王 鶴 清 著

布面一元二角 紙面一元

1. 本書內容，依據教育部最近頒布初中物理學課程標準；並參酌著者歷年實際經驗，編輯而成；切合初中物理科教學之用，每週一小時，一學年適可授畢。
2. 本書編制以青年習見之事物，現象，或試驗為經，以科學之系統為緯，適合青年心理領受與理解。以養成其隨時隨地能注意自然現象與事物的習慣，及研究科學的方法。
3. 本書取材，切合實用。如汽機，電機，汽車，電車，電報，電影，電話，無線電等，敘述特詳，使知利用自然的方法，養成研究科學的興趣。
4. 本書敘述清晰淺顯，適合論理原則，以養成正確的物理概念。
5. 本書插圖百餘幅，為實物教學之補助；每章附有問題，以便隨時練習。書末另附總複習題，以收融會貫通之效。且習題取材，注重實用，學者無不樂於運算。

高中 化學 教科書	生 理 學 史	高 等 生 物 學	生 理 學	初 中 物 理 學	初 中 動 物 學	初 中 植 物 學	初 中 生 理 學	初 中 礦 物 學	新 制 範 初 衛生 生理	新 制 範 初 動物 學	新 制 範 初 植物 學	新 制 範 初 植物 學	
閔玉振	王鶴清	洪式閔	鮑鑑清	吳元濂	周頌聲	李約	李約	李約	黃人濱	張起煥	朱隆動	張起煥	朱隆動
一册	一册	一册	一册	一册	一册	一册	一册	一册	一册	一册	一册	一册	
二元五角	五角	一元二角	三元	六角	六角	六角	六角	五角	五角	七角	六角	六角	

※初中博物教科書※

※高中博物學教科本※

