

少年化學實驗手冊

顧均正編



528014

少年化學實驗手冊

顧均正 著

050

明開
少年叢書

明開書店



M6
06-3
8

代序

——我的禮物

有一次，我在中學生雜誌的編輯室裏，接到讀者寄來一封訴苦的信。信裏說，他在中學生雜誌上讀到一篇關於製作望遠鏡的文章，覺得很有趣，滿想自己做一個來玩玩，只是缺少了三個透鏡。後來他寫信到上海的各儀器公司，各大書局去詢問價目，可是有的給他個不理，有的乾脆回答說沒有，結果是冤枉化了一元多錢的郵票，而望遠鏡還是無法做成。

我看了這封信，深深地覺得，要叫人家做實驗，就得同時供給工具和用品，否則紙上空談，一點也沒有意思。然而要替讀者代辦工具用品，問題卻不很簡單。第一，大部分的物理儀器，像透鏡之類，價目非但很貴，而在國內還不容易辦到，若向國外去大批訂購，就得



3 1761 7750 3

預備一筆資本，這在靠筆桿兒過活的窮措大，是不可能的事；第二，寫一篇文章要備一套用品，那將不勝其煩，結果只有不寫。

後來偶然想到了，外國化學藥品店家出賣的所謂 *Chemical Outfit*，倒大可以模仿一下。所謂 *Chemical Outfit* 意思就是指化學實驗用品，不過牠和中國科學儀器店裏配來給學校用的一組組實驗用品完全不同。牠是以個別的兒童和少年爲對象的，所以分量不多，價格低廉，而此外最重要的一個特點，就是沒有危險的藥品。

我把這個意思和幾個在藥房裏做事的朋友商量，他們聽了我的提議，都非常贊成，並且慫恿我立即把需要的儀器藥品開出一個目錄來，他們願意代我去辦裝配的事情。但是事實上我沒有工夫來做這個工作，事情就只好就擱了下來。

到了今年開明書店出版少年雜誌，因爲其中有一欄「科學與實驗」，得每期寫一篇文章，這又使我從新想起這個未了的計劃。於是我拚棄了一切工作，化了好幾個晚上，總算擬出了一個目錄來，共計選定藥品十七種，儀器九種，組成一套，預計可以做二百

多個實驗。這些東西經幾個朋友代為配成以後，裝在一隻木箱子裏，看看樣子倒還不錯，就替牠取個名字，叫做「少年化學實驗庫」。有了這實驗庫，我想，寫起文章來將不會再是紙上空談了。

自從這套「少年化學實驗庫」辦成以後，有好許多少年朋友告訴我，他們正需要這樣一個經濟的實驗用品，而且還有幾個經濟不充裕的小學校，竟利用了牠來做示教的實驗，這實在是我始料所不及的。

編者以「我的禮物」一題徵文，實在慚愧得很，我並沒有好的禮物可以送給諸位，不得已只好把最近設計「少年化學實驗庫」的經過情形來談談，也許這東西對諸位小讀者不無一點意義吧。

錄中國兒童時報

顧均正

目次

緒言

- 一 儀器及其使用法……………二
- 二 藥品……………五
- 三 實驗時的注意點……………六

化學元素

- 一 銻和硫的化合……………一〇
- 二 糖的分解……………一一
- 三 元素的交換——硫酸鐵銨和氫氧化鈣……………一二
- 四 取代——硫酸銅和銻……………一三

酸類·鹼類·鹽類

- 五 造成一種鹼類……………一五
- 六 造成一種酸類……………一六
- 七 造成一種鹽類……………一七

- 八 用酸類來中和鹼類……………一八
- 九 造成鹽酸……………一九

- 一〇 兩種鹽類的複分解……………二〇
- 一一 造成氫氧化鈉……………二〇

指示藥

- 一二 酚酞……………二二
- 一三 酚酞試紙……………二三
- 一四 石蕊試紙……………二三
- 一五 薑黃和薑黃試紙……………二三
- 一六 蘇木和蘇木試紙……………二四
- 一七 蜀葵和蜀葵試紙……………二五
- 一八 天竺牡丹和天竺牡丹試紙……………二五

空氣和氧

- 一九 從空氣中吸收氧……………二六

二〇 氧的製法和性質.....三六

二一 葉子怎樣放出氧氣.....三六

二二 熄滅一個火.....三〇

二三 防火布.....三一

二四 防火木.....三一

二五 火墨水.....三三

二六 導火.....三三

二七 水楊酸鐵的還原.....三三

二八 蘇木的還原.....三三

氮

二九 用鹽酸和鋅製造輕氣.....三五

三〇 氮的性質.....三七

三一 用鹽酸和鋁製造輕氣.....三七

三二 用鹽酸和鐵製造輕氣.....三六

三三 用氫氧化鈉和鋁製造輕氣.....三六

三四 水的電解.....四〇

水和水溶液

三五 溶劑和溶質的分離.....四四

三六 不溶於水的物質.....四四

三七 凡力水.....四四

三八 液體的互相溶解.....四四

三九 使一種氣體溶解在水裏.....四四

四〇 把溶解在水裏的氣體驅逐出來.....四四

四一 溶液對於化學反應的效果.....四四

四二 用溶液降低溫度.....四四

四三 用溶液升高溫度.....四四

四四 溫度對於溶解度的一般影響.....四四

四五 溫度對於溶解度的反影響.....四四

飲用水

四六 嗅氣的試驗.....四五

四七 顏色的試驗.....四五

四八 固體物質的試驗.....四五

四九 硬水.....四五

五〇 使硬水軟化.....四五

五一 水的澄清方法.....四五

五二 鹼性的試驗..... 七
 五三 酸性的試驗..... 七
 五四 石灰質的試驗..... 七
 五五 鐵質的試驗..... 七
 五六 二氧化碳的試驗..... 七

氮

五七 從空氣中製氮..... 六
 五八 製造純粹的氮..... 六
 五九 氮的性質..... 六

氮的化合物

六〇 製造硝酸..... 六
 六一 硝酸銅..... 六
 六二 銅氨鹽..... 六
 六三 製造氨氣..... 六
 六四 氨氣的性質..... 六
 六五 氨氣易溶於水的實驗..... 七
 六六 氯化銨的化氮..... 七

氣

六七 硝酸鹽用作氧化劑..... 七
 六八 火柴..... 七
 六九 氫的製法..... 七
 七〇 用四氧化三鉛與鹽酸製氫..... 七
 七一 氫的漂白作用..... 七
 七十二 氯化氫的製法..... 七
 七三 防毒口罩的製法..... 七

碳

七四 燭脂燃燒後發生二氧化碳的試驗..... 八
 七五 酒精燃燒後生成二氧化碳的試驗..... 八
 七六 木材燃燒後生成二氧化碳的試驗..... 八
 七七 燭燃氣..... 八
 七八 火焰的構造——可燃氣體的製造廠..... 八
 七九 火焰的構造——煤炭的製造廠..... 八
 八〇 吹管的用法..... 八
 八一 火中取水..... 八

八二 呼氣中含二氧化碳的試驗.....六六

八三 煤的乾餾——製焦炭.....六〇

八四 木材乾餾——製木炭.....五二

八五 着火點.....九二

磷的化合物

八六 製造二氧化碳.....九三

八七 二氧化碳能澆火.....九三

八八 二氧化碳的酸性.....五五

八九 試驗家用物品中的碳酸鹽.....五五

九〇 空氣中的二氧化碳.....五五

九一 碳酸鎳.....五五

九二 碳酸鋅.....五五

九三 碳酸亞鐵.....五六

九四 碳酸鈣.....五九

九五 碳酸銅.....五九

硫的氧化物和硫酸

九六 硫的性質.....一〇〇

九七 彈性硫.....一〇一

九八 石灰硫黃溶液.....一〇一

九九 硫和氧直接化合生成二氧化硫.....一〇一

一〇〇 從硫和四氧化三鉛製二氧化硫.....一〇三

一〇一 二氧化硫的另一製法.....一〇三

一〇二 怎樣做亞硫酸.....一〇四

一〇三 二氧化硫的漂白作用.....一〇四

一〇四 從硝酸鉀和硫製硫酸.....一〇六

一〇五 製硫酸的簡便方法.....一〇七

硫酸鹽和硫化物

一〇六 易溶於水的硫酸鋅.....一〇八

一〇七 難溶於水的硫酸鈣.....一〇九

一〇八 製硫化氫.....一〇九

一〇九 硫化氫的燃燒.....一一〇

一一〇 從硫化氫和二氧化硫製硫.....一一一

一一一 硫化氫使金屬變黑.....一一一

一一二 硫化物試紙的製法.....一一二

一一三 硫化氫的檢查.....一一三

一一四	硫化氫的酸性.....	二三	一三一	玻璃的製造.....	二六
一一五	氯和硫化氫的反應.....	二三	一三二	怎樣切斷玻璃管.....	二六
一一六	硫化銀.....	二四	一三三	怎樣彎曲玻璃管.....	二七
一一七	硫化錳.....	二五	一三四	怎樣做一個尖嘴管.....	二七
一一八	硫化銅.....	二五			
一一九	硫化鋅.....	二六			
一二〇	硫化亞鐵.....	二六			
				硼砂珠和焰色試驗	
			一三五	硼砂珠.....	二三
			一三六	鐵硼砂珠.....	二三
			一三七	鎳硼砂珠.....	二三
			一三八	銅硼砂珠.....	二三
			一三九	鈉的焰色試驗.....	二三
			一四〇	鉀的焰色試驗.....	二三
			一四一	銅的焰色試驗.....	二三
			一四二	鋅的焰色試驗.....	二三
			一四三	鈣的焰色試驗.....	二三
				硼及其化合物	
			一四四	硼酸的製法.....	二五
			一四五	硼酸的特性.....	二五
一一一	矽酸.....	二六			
一一二	二氧化矽.....	二六			
一一三	矽酸鈉(水玻璃).....	二六			
一一四	矽酸鋅.....	二九			
一一五	矽酸鋁.....	三〇			
一一六	矽酸鎳.....	三〇			
一一七	矽酸亞鐵.....	三一			
一一八	矽酸鐵.....	三一			
一一九	矽酸銅.....	三一			
一二〇	矽酸鈣.....	三一			

一四六 偏硼酸鈉..... 一五二

一四七 偏硼酸鐵..... 一五二

一四八 偏硼酸亞鐵..... 一五二

一四九 偏硼酸鎳..... 一五二

一五〇 偏硼酸鋅..... 一五二

一五一 偏硼酸鈣..... 一五二

一五二 偏硼酸銅..... 一五二

氫氧化物

一五三 氫氧化鈉..... 一四一

一五四 氫氧化鋁..... 一四一

一五五 氫氧化鐵..... 一四一

一五六 氫氧化亞鐵..... 一四一

一五七 氫氧化鎳..... 一四一

一五八 氫氧化銅..... 一四一

一五九 氫氧化鋅..... 一四一

一六〇 氫氧化鈣..... 一四一

織物與染料

一六一 燃燒試驗..... 一四六

一六二 鹼類試驗..... 一四六

一六三 麻的試驗..... 一四六

一六四 染淺藍色..... 一五〇

一六五 染深藍色..... 一五〇

一六六 染黑色..... 一五一

一六七 染棕黃色..... 一五一

一六八 用媒染劑染色..... 一五一

一六九 棕黑色硫化染料..... 一五一

澱粉和糖

一七〇 從甘藷製澱粉..... 一五一

一七一 從玉蜀黍製澱粉..... 一五一

一七二 從麵粉製澱粉..... 一五一

一七三 怎樣製澱粉糊..... 一五一

一七四 澱粉的組成..... 一五七

一七五 製糊精..... 一五七

一七六 糊精糊..... 一五七

一七七 製葡萄糖..... 一五七

一七八 我們怎樣使澱粉變成葡萄糖…………… 一五五
 一七九 製糖…………… 一六一
 一八〇 製蔗糖…………… 一六一
 一八一 從蔗糖製糖…………… 一六三

電化學

一八二 檸檬電池…………… 一六四
 一八三 銀和鋅造成的小電池…………… 一六五
 一八四 銅和鋅造成的小電池…………… 一六五
 一八五 鐵和鋅造成的小電池…………… 一六五
 一八六 硝酸鉀的電解…………… 一六六
 一八七 氯化鈉的電解…………… 一六七
 一八八 乾電池的檢驗…………… 一六七
 一八九 電極指示紙…………… 一六八
 一九〇 鍍銅…………… 一六九
 一九一 鍍鎳…………… 一七〇
 一九二 電流方向的試驗…………… 一七〇
 一九三 用電流鍍刻銅版…………… 一七一
 一九四 不用電池鍍銅…………… 一七三

化學魔術

一九五 不用電池鍍鎳…………… 一七三
 一九六 銀器的電解清洗…………… 一七三
 一九七 手指上的火花…………… 一七四
 一九八 死光…………… 一七五
 一九九 指環的祕密…………… 一七五
 二〇〇 棉花不怕火…………… 一七六
 二〇一 血污的手…………… 一七六
 二〇二 魔術的化身…………… 一七七
 二〇三 魔術的指紋…………… 一七七
 二〇四 化學砲…………… 一七七
 二〇五 雞蛋入瓶…………… 一七六
 二〇六 魔術的書寫…………… 一七六
 二〇七 三色文字…………… 一七九
 二〇八 魔術墨水…………… 一七九
 二〇九 魔術的藍色字紙…………… 一八〇
 二一〇 魔術的藍晒紙…………… 一八〇
 二一一 水變血 血變寶石…………… 一八一

二二二	神秘的酒壺·····	二八二
二二三	神秘的墨水壺·····	二八二
二二四	化學植物園·····	二八三
二一五	煙幕·····	二八三
二一六	五彩寶柱·····	二八四
二一七	顏色的追逐·····	二八五

緒言

——一個最經濟的化學實驗室

在我們四周整個偉大的宇宙，從最高的地方到最低的地方，沒有一樣不是化學物品所造成的。地球、天空、海洋都不斷地在起化學變化。在深深的地底下，森林變成了煤礦，礦物質變成了礦藏。在地球上，空氣和水一碰到別的東西，也大都能起化學變化。整個的自然，只是一連串奇異的化學反應，植物、森林、鳥類、動物、人類無一不是複雜的化學機關。

人類利用了化學知識，創造了近代的所謂物質文明。我們寫字的紙和墨，我們做套鞋的橡皮，我們染色的染料，我們造屋子的水門汀……這些全是化學工業的產品。所以化學工業最發達的國家，同時也就是最富強的國家。她把空氣做成了炸藥，把木頭做成

了衣服；她有最猛烈的毒氣和最堅硬的鋼鐵。從前德國之所以敢和全世界為敵，並且竟能支持四年多的苦戰，是靠着化學家的力量而不是靠着軍人的力量。

化學科學和國家經濟的和軍事的力量，既然有這樣密切的關係，所以人民多受一份化學教育，即多替國家增加一份實力。

下面我將要向少年諸君介紹一個最簡單最經濟的化學實驗室，所需儀器藥品，估計起來至多不出五元錢。我希望每一個少年都置備這樣一個起碼的實驗室，同時我打算就在這裡把各種的化學知識，用簡單有趣的實驗表示出來，諸位可以把牠們當為娛樂，也可以把牠們當為學習。

化學是一向被人誤解為危險的科學，實在卻并不如此，一個化學實驗，結果不一定發生爆炸，而一種化學藥品也不一定是毒藥。尤其是在這裏所介紹的實驗室，我們不用硫酸黃磷等容易引火爆發的藥品，我們也避免一切有劇毒的藥品。

一 儀器及其使用法

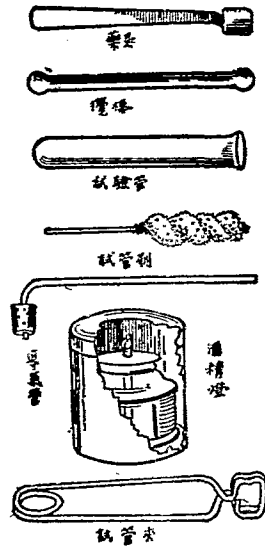
【藥匙】 可以照圖用洋鐵皮自製。匙身在本實驗室中規定為八毫米平方。藥匙是用以量藥的，凡實驗中說起一藥匙，就是指抄滿一匙的藥量。

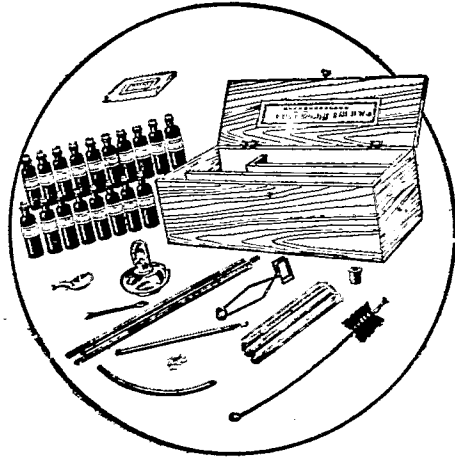
【試管】 要把液體煮沸，把固體加熱，都要用到試驗管。試驗管加熱以後，必須等牠慢慢地冷卻，若使驟然倒下冷水去，就容易爆炸。

【攪棒】 當固體溶解在液體中的時候，假使用玻璃棒攪動，就可以使牠溶解得快些。攪棒用過以後，必須洗乾淨了才好再用。

【導氣管】 導氣管的用途，在導出試

驗管裏發生出來的氣體到貯氣瓶裏去。牠是用玻璃管放在酒精燈焰上加熱彎曲而成的。加熱的時候，要把玻璃管時時轉動，使受到均勻的熱，彎曲的時候，不可用力太猛，以防彎曲過度。





【穿孔橡皮塞】這是導氣管上的附件，用以連接導氣管和試驗管，作為簡單的氣體發生裝置的。

【試管夾】當試驗管加熱的時候，要用試管夾夾住，以防燙手。試管夾可用普通的曬衣夾改造（即把凹孔開大），或用粗鉛絲照附圖自製亦可。

【橡皮管】這是用來連接玻璃管的。假使導氣管嫌短的時候，就可用橡皮管來再接一段玻璃管上去。

少年化學實驗手冊

【試管刷】用過了的試驗管必須用試管刷洗淨。試管刷如須自製，可用絲瓜絡剪成長條，一邊編入細麻線一根，然後像做雞毛帚那樣地把牠繞在一支竹篾上即成。

【酒精燈】普通加熱，只要用一枝洋燭就

可以了；若需高熱，就非用酒精燈不可。酒精燈可用普通的墨水瓶改造而成，只要在瓶口放一片圓形的洋鉛皮，中央開孔，插入一條紗帶就行。平時裝在香煙罐裏，用好了就把蓋頭蓋上，這不但可使火焰熄滅，且可免避蒸發。

一 藥品

號數	中名	英名	分子式
第一號	硫黃華	Sulphur Powder	S
第二號	碳酸鈉	Sodium Carbonate	Na_2CO_3
第三號	亞硫酸氫鈉	Sodium Bisulphite	NaHSO_3
第四號	亞鐵氰化鈉	Potassium Ferrocyanide	$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$
第五號	硫酸氫鈉	Sodium Bisulphate	NaHSO_4
第六號	硝酸鉀	Potassium Nitrate	KNO_3
第七號	氯化銨	Ammonium Chloride	NH_4Cl

第八號	鋅粉	Zinc Powder	Zn
第九號	硫酸鎳鉍	Nickel Ammonium Sulphate	$\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$
第十號	硫酸亞鐵鉍	Ferrous Ammonium Sulphate	$\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$
第二號	矽酸鈉溶液	Sodium Silicate Solution	$\text{Na}_2 \text{SiO}_3$
第三號	硫酸鐵鉍	Ferric Ammonium Sulphate	$\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2$
第三號	酚酞試液	Phenolphthalein Solution	$\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$
第二四號	硫酸銅	Copper Sulphate	CuSO_4
第二五號	硼酸鈉	Sodium Borate	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$
第二六號	氯化鈣	Calcium Chloride	CaCl_2
第二七號	石蕊試紙	Litmus Paper	

三 實驗時的注意點

(一) 未做實驗的時候，必須把實驗的方法仔細通讀一遍。照此實行，可以減少許多

的錯誤。

(二)將做實驗的時候，必須在桌子上鋪幾層報紙，以免熱的液體或燭脂等落下來損傷了桌面。並且所有的用品，要一律放在手邊。

(三)既做實驗以後，必須把所用的儀器洗刷乾淨，把所用的藥瓶緊緊塞住。

*

*

*

以上各種儀器藥品，戰前曾由上海天工實業社代為供應，後以中日戰事突發，交通阻滯，遂至陷於停頓。最近交通漸次通暢，讀者要求繼續供應之函件，紛至沓來。作者以瑣事栗碌，未能應命，至深歉仄。茲乘本書重版之機會，決恢復供應。惟近來貨價隨時變動，頗難預計，而包裹寄遞，其費用亦隨郵路之便利與否而頗有參差。故希望要求供應者，於事前先行來函接洽，並請於函中說明，若本地無法寄遞包裹時，可托某大城市（如重慶昆明漢口成都等交通便利之處）某人轉交，以期穩妥。作者通信處：上海開明書店或上海林森中路九二七弄六十三號。

一 化學元素

化學這科學，是研究物質由什麼造成的，和物與物之間會發生怎樣的變化。我們日常所接觸到的一切東西，和化學多少總發生一點關係。我們走的土地，我們穿的衣服，我們喫的食物，都是化學物品或化學物品的混合物。

化學告訴我們一切物質都是由「元素」造成的。元素是一種最簡單的物質，現在我們還沒有方法把牠們分離成兩種物質。元素一共有九十二種，不過牠們會用種種方法互相結合起來，而造成了無數的化合物。元素與元素，化合物與元素或化合物與化合物之間，都能發生變化，這種變化就叫做「化學變化」。有時候又叫做「化學反應」。

最普通的化學變化有四種。第一種是「化合」。

【實驗一】 鋅和硫的化合

鋅是一種元素；鋅裏只有鋅，再也沒有別的東西。硫是另一種元素；硫裏只有硫，再也沒有別的東西。

取一藥匙的鋅粉（第八號）和等量的硫黃華（第一號），把牠們放在紙上混和起來。這混合物並不是化合物，要是我們把那張紙輕輕地搖震，就可以使牠再分離成兩種的。現在我們把這混合物放在一隻銅湯匙裏或一片洋鉛皮上，用燭火加熱三四分鐘。（注意：不要把面孔太靠近去看。）等到這混合物的溫度增高後，其中的硫黃就會發生藍色的火焰而燃燒起來，不久就全體脹大成灰黃色多孔性的物質。在這燃燒的進行中，會突然發出一種明亮的閃光，於是硫和鋅就化合了，成爲一種化合物，叫做硫化鋅。

把硫化鋅仔細檢視一下，你就再也找不到硫和鋅的痕跡了。

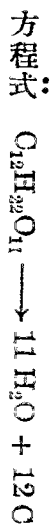
方程式：
$$\text{Zn} + \text{S} \longrightarrow \text{ZnS}$$

第二種普通的化學變化是「分解」。在這種反應中，一種化合物被分裂。

而成幾種元素或簡單的化合物。促成化合物分解的方法很多，最普通的是加熱，有的卻是受了光或電的作用。

【實驗二】糖的分解

取純潔的白糖兩藥匙，放在乾燥的試驗管裏，把牠們在燭焰上加熱，仔細注視白糖所起的變化。最初那裏有水蒸氣發生出來，這表示白糖含有水分。其次糖粒逐漸變黑，終於成爲暗黑色的物質，這就是碳，是一種元素。從此我們可以知道糖是由水（氫和氧）和碳所組成的。

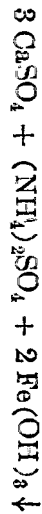


第三種普通的化學變化是「複分解」就是兩種或兩種以上的化合物中的元素互相交換。

【實驗三】元素的交換——硫酸鐵銨和氫氧化鈣

試管中盛水半管，加入硫酸鐵銨（第十二號）一藥匙，將試管搖動，使之完全溶解。然後加入氫氧化鈣（就是熟石灰）一藥匙，再將試管搖動，就見試管中生成一種紅褐色色的沈澱。在這實驗中，硫酸鐵銨中的鐵和氫氧化鈣中的鈣調了一個位置，變成了硫酸鈣和氫氧化鐵。氫氧化鐵是不溶於水的，所以成爲櫻色的沈澱。

方程式： $2\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow$



第四種普通的化學變化是「取代」就是某種化合物中的元素被另一元素所代替。

【實驗四】 取代——硫酸銅和鋅

取硫酸銅（第十四號）一藥匙，放在試管裏，注水半管，在燭火上加熱，使之溶解。然後在硫酸銅溶液中加入鋅粉（第八號）一藥匙，將試管搖動，約五、六分鐘，就見溶液變成無色，鋅粉上都鍍上了一層銅，這就因一部分的鋅和硫酸銅中的硫酸根化合而成硫

酸鋅，溶解在水裏，而把其中的銅驅逐出來了。

方程式：



二 酸類·鹼類·鹽類

化合物的種類很多，但是其中最普通的卻是「酸類」、「鹼類」和「鹽類」。

酸類有特殊的酸味，能够溶解許多別的物质，並和鹼類相作用而生成鹽類和水。例如檸檬汁裏含有一種酸叫做檸檬酸；醋裏也含有一種酸叫做醋酸。

鹼類大都有澀味，潤溼後觸手有滑膩的像肥皂那樣的感覺。熟石灰是鹼類裏最常見的一種，牠的化學名字叫做氫氧化鈣。

鹽類的滋味酸澀、鹹都有。食鹽是鹽類裏最常見的一種，牠的化學名字叫做氯化鈉。

差不多一切的元素都能和氧相化合，其所成的化合物——即所謂「氧化物」——若能溶解於水，就和水起反應而生成兩類絕不相同的物质。化學

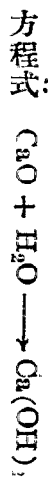
家就把這種反應作為區別元素的基礎。

凡元素的氧化物和水起反應而成為鹼類的，就叫做金屬元素。所有的金屬都是屬於這一類的。

【實驗五】 造成一種鹼類

把兩藥匙的氧化鈣（即石灰）放在清潔的試驗管裏，注水半管，搖動牠使之儘量溶解。然後撕下一條紅色的石蕊試紙（第十七號），把牠浸在氧化鈣的溶液中，你立刻就見到那紅色的石蕊試紙已變成藍色了。這表示試管裏的物質是一種鹼類。因為使紅色石蕊試紙變藍，是一切鹼類的特性。

氧化鈣和水起反應後生成氫氧化鈣，氫氧化鈣是屬於鹼類的一種化合物；所以我們就此可以證明鈣是一種金屬元素，因為牠的氧化物和水起反應而成為鹼類。



凡是元素的氧化物和水起反應而成為酸類的，就叫做非金屬元素。硫、碳、

氯、砒等元素都是屬於這一類的。

【實驗六】 造成一種酸類

在清潔的試管中盛碳酸鈉（第二號）一藥匙，硫酸氫鈉（第五號）兩藥匙，注水至管高的三分之一，就可見管中猛烈地發生氣泡像沸騰一樣，撕取藍色石蕊試紙（第十七號）一條，把牠潤溼了放在試管的口頭，就見那藍色石蕊試紙漸漸變成紅色。這表示試紙碰到的是一種酸類。因為使藍色石蕊試紙變紅，是一切酸類的特性。

碳酸鈉和帶酸性的物質相作用，就發生二氧化碳氣，試管裏發生的氣泡，就是這種氣體。這實驗證明碳酸是一種非金屬元素，因為牠的氧化物能和水起反應而生成酸類。



酸類、鹼類和鹽類間有四種常見的反應：第一種——酸類和鹼類起反應而生成水和鹽類。

【實驗七】 造成一種鹽類

在試管中盛氧化鈣（即石灰）粉末半藥匙，注水到管高的四分之一。用拇指把管口撒住，搖振數次，然後靜置一二分鐘等到液體中大塊的顆粒沈澱後，就把上層的液體平均地傾在其他的甲乙兩試管裏。這時候兩試管裏的液體都成乳白色，若是對着亮光觀看，就見液體中還有着不少白色的懸浮物，在慢慢地沈澱下來。這個現象表示這樣分量的水不能溶解這許多的氧鈣。

現在你拿一瓶醋來，倒一些在試管裏，到管高的四分之一而止。再用些水來倒在乙試管裏，也到管高的四分之一而止。然後你再把這甲乙兩試管先後搖動起來，就見甲試管裏已不再有懸浮物了，而乙試管裏的懸浮物卻依舊不能完全溶去。

這是因為氧化鈣是不大能夠溶解在水裏的。但是你加了些含有醋酸的醋進去，醋酸和氧化鈣相作用而生成了一種鹽類叫做醋酸鈣，很容易溶解在水裏，所以液體就澄清起來了。

方程式：



【實驗八】 用酸類來中和鹼類

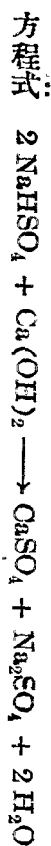
用半藥匙的氧化鈣（即石灰）放在試管裏，注水半管，竭力搖動，使氧化鈣儘量溶去。把這試管靜置數分鐘，等牠完全澄清。另取試管，盛入硫酸氫鈉（第五號）半藥匙，注水三分之一，用力搖動使之完全溶解。

然後把澄清了的氧化鈣溶液，注入另一清潔的試管中，而把沈澱下來的渣滓留在原來的試管裏。再用清潔的玻璃棒蘸取酚酞試液（第十三號）一滴滴在氧化鈣溶液裏，就見液體頓現美麗的紅色。這表示氧化鈣溶液（實即氫氧化鈣）是一種鹼類因為這種顏色的變化是試驗鹼類的方法之一。

現在再用玻璃棒蘸硫酸氫鈉溶液，一滴一滴地滴入這紅色的氧化鈣溶液中，就見這紅色逐漸變淡，直到最後的一小滴把紅色的氧化鈣溶液完全變成了無色。

在這實驗中，你用一種酸性物質（硫酸氫鈉）把一種鹼類（氫氧化鈣）中和了。你若做得適當，必可使試管中的溶液遇紅藍石蕊試紙都不變色。所以牠既不是鹼類，也不是酸類，而是中性的鹽類。這裏的鹽類共有兩種，一種叫做硫酸鈣就是我們日常見

到的石膏，還有一種叫做硫酸鈉。



第二種——酸類和鹼類起反應而生成另一種酸類和另一種鹽類。

【實驗九】 造成鹽酸

取硫酸氫鈉（第五號）一藥匙，氯化銨（第七號）兩藥匙，盛入試管中，加水三、四滴，在燭火上加熱一、二分鐘。然後再注入熱水到管高四分之一而止。取藍色石蕊試紙（第十七號）一條，把牠浸入這液體中，試紙就變成紅色，表示這是一種酸類。

硫酸氫鈉是一種酸性物質，氯化銨是一種鹽類。你在這實驗中做成的酸類是氫氯酸，也就是普通所稱的鹽酸。

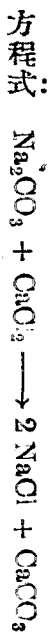


第三種——兩種鹽類有時會起反應而生成兩種其他的鹽類。這也是元

素交換或復分解的一例。

【實驗一〇】 兩種鹽類的複分解

溶解一藥匙的氯化鈣（第十六號）在四分之一試管的水中。在另一試管中，也注水四分之一，溶入碳酸鈉（第二號）一藥匙，把兩試管中的液體倒在一起，你就可以看見液體中突然發生一種乳白色的沈澱。在這實驗中，氯化鈣和碳酸鈉起作用而生成碳酸鈣和氯化鈉。碳酸鈣不溶於水的所以成爲沈澱；氯化鈉就是普通的食鹽，極容易溶解，所以不能看得出來。



第四種——鹼類和鹽類起反應而生成另一種鹽類和另一種鹼類。

【實驗一一】 造成氫氧化鈉

我們已經知道氫氧化鈣是一種鹼類，而碳酸鈉是一種鹽類。

在清潔的試驗管裏盛入兩藥匙的氧化鈣（即石灰），注水四分之一，搖盪後靜止片刻，除去沈澱，使成澄清的溶液，然後加入一藥匙的碳酸鈉（第二號），就見那管裏的溶液已變成乳白色了。用一條紅色的石蕊試紙（第十七號）端在這溶液裏，就立刻變成藍色，這表示試管裏的液體是一種鹼類。用食指把這溶液蘸一些來摩擦一下，就覺到有一種像肥皂那樣的膩滑的感覺。

在這實驗中，我們得到了鹼類（氫氧化鈣）和鹽類（碳酸鈉）起反應而生成另一種鹽類（碳酸鈣）和鹼類（氫氧化鈉）的好例。



三 指示藥

有幾種物質在化學上叫做指示藥，這類物質有一種特性，碰到酸類會變成某種顏色，碰到鹼類會變成另一種顏色。化學家就利用了指示藥的這種特性來鑑別任何液體的屬於酸類或鹼類。指示藥的種類很多，下面的幾個實驗，就介紹幾種最重要的指示藥。

【實驗一二】 酚酞

在半玻璃杯的清水中注入酚酞試液（第十三號）一兩滴，然後加入石灰粉（鹼類）半藥匙，將其攪動，看牠呈什麼顏色。再投入硫酸氫鈉（第五號）一藥匙，重複將其攪動，看牠呈什麼顏色。酚酞是一種指示藥，遇鹼性物質能變紅色，遇酸性物質就再變成無色。自來水若呈鹼性，那末我們只要滴下幾滴酚酞溶液去，就可試得出來。

【實驗一三】 酚酞試紙

用白色富於吸水性的紙（如吸墨水紙或我國的宣紙等），浸在酚酞試液裏，取出曬乾，就成酚酞試紙。酚酞試紙的用處很多，諸位可以自己多做一些來備以後的用處。酚酞試紙碰到了任何鹼性或酸性的物質，也像酚酞試液一樣，能夠變成紅色，或變成無色。不過乾燥的試紙和乾燥的物質就不能起作用，所以試驗的時候必須把試紙潤溼。這是做化學實驗的少年們所必須知道的。

【實驗一四】 石蕊試紙

取藍色石蕊試紙（第十七號）一條，放在半試管的水中，注入食醋數滴，看牠呈什麼顏色。然後再加入碳酸鈉（第二號）二藥匙，攪動使之溶解後，看牠呈什麼顏色。石蕊是一種染料，是從生長在海岸邊的一種地衣類植物中提煉出來的。牠碰到鹼類呈藍色，碰到酸類呈紅色。石蕊試紙就是用白色富吸水性的紙來浸在石蕊的熱水溶液裏製成的。

【實驗一五】 薑黃和薑黃試紙

向中國藥材店裏買兩三個銅子的薑黃粉，取兩三藥匙，放在半試管的水中，在燭火上加熱，使之儘量溶解。然後加入碳酸鈉（第二號）半藥匙，看牠有什麼變化；再加入硫酸氫鈉（第五號）一藥匙，看牠有什麼變化。薑黃是一種植物的根，牠裏面含有一種色質，碰到了鹼類就呈櫻色，碰到了酸類就再改變成黃色。薑黃試紙是用薑黃的酒精溶液來製成的。民間畫符咒的那種黃紙，就是一種薑黃紙，很可以買來當試紙用。

【實驗一六】 蘇木和蘇木試紙

蘇木也可以向中國藥材店裏買得。蘇木裏含有一種色質叫做蘇木色精（Hematoxylin），碰到鹼類呈藍紫色，碰到酸類呈紅色。

把蘇木製成了濃溶液，用白色的吸水紙或宣紙浸在溶液裏，乾燥後就成蘇木試紙，可以多製些來代替石蕊試紙的用途。

普通的花和蔬菜，也往往含有可以作為指示藥的色質。牠們的種類很多，

不容易一一列舉，下面的兩個實驗，如果諸位將來能找得到必需的花的話，不妨也去試試看。

【實驗一七】 蜀葵和蜀葵試紙

紫色的蜀葵裏含有一種色質，可作指示藥。取幾朵紫色的蜀葵花，把牠的花瓣搗爛，用熱水泡成濃溶液，就可製成蜀葵試紙。蜀葵的色質碰到鹼類呈綠色，碰到酸類呈紅色。

【實驗一八】 天竺牡丹和天竺牡丹試紙

假使你能找到紫色的天竺牡丹（即大理花）的話，就可以製成一種很好的指示藥。試紙的製法和蜀葵試紙相同。據說天竺牡丹裏所含的色質，和有一種染料叫做「霍夫孟紫」（Hofmann's violet）的相近，碰到了鹼類呈綠色，碰到了酸類呈紅色。

其他像紅熟的櫻桃以及紫羅蘭、燕子花（俗稱蝴蝶花）等，也可以做指示藥。此外當然還有諸位不妨隨便揀幾種花或植物來試試，一定會有所發現。

四 空氣和氧

空氣是最不值錢的東西，卻是最有用的東西。要是沒有了牠，不但我們人類不能片刻生存，就是動植物的生命也將在地球上絕跡了。

包圍在我們地球四周的空氣，高約五十英里，通常總稱爲大氣。假使你趁了氣球昇到離地面六、七英里高的時候，你就會感覺到空氣非常稀薄，連氣也喘不過來了。所以動植物的生命只能保存在大氣的較低、較密的部分。

空氣的成分，主要的是氧、氮兩種氣體元素，氧俗稱養氣，氮俗稱淡氣。在各種元素中，氧在自然界蘊藏最富，分布最廣。在任何地方有着牠的足跡，更在大部分物質裏有着牠的僑民。空氣中有五分之一游離着的氧，水中有八分之一到九分之一化合着的氧。普通的砂礫、石灰石、磚瓦和三合土等約含有百分之

五十的氧，據估計，我們這世界的三分之二是用氧來造成的。

一切動物的生命都需要氧。當我們呼吸的時候，空氣中的氧就跑到肺裏，被血所吸收，輸送到人體的各部。各種的組織於是得與氧相結合了變成二氧化碳氣體；同時就發生了熱，使我們的身體永遠保持着一定的溫度。至於這二氧化碳氣體，則仍舊由血液帶回到肺裏，最後在呼氣的時候送還到空氣中。

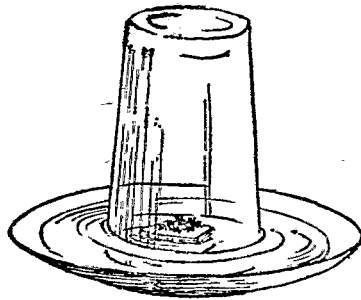
假使空氣中沒有了養氣，我們果然不能再生活下去，但是在另一方面，假使我們完全吸取純粹的養氣，那末我們的組織也將因消耗過甚，而把所有的能力在片刻間就化盡了。不過純粹的養氣，有時候也有用處，那就是給身體非常衰弱的病人吸，使他振作起精神來。

植物是靠着的葉子，吸取空氣中的二氧化碳來發營滋長的。二氧化碳中的碳經過了太陽光的作用，就跑到了植物的組織裏，而其中的氧卻大部分

依舊回到空氣中來。所以動物和植物交互地使空氣中的養氣和二氧化碳中的分量，保持着一定的比例。

【實驗一九】 從空氣中吸收氧

先向鐵店裏索取從鐵器上新削下來的鐵屑一把（從燒紅的鐵上剝落下來，鐵屑無效），把牠潤溼了放在一片木頭上，浮在一淺盆的水中。然後用大玻璃杯一隻倒覆在浮在水面的木頭上，靜置三四日，就見鐵屑上生成鐵銹，杯中的空氣逐漸減少，瓶底的水已稍稍上昇杯中。這個現象是由於空氣中的氧和鐵化合了成爲氧化鐵（即鐵銹）的緣故。



【實驗二〇】 氧的製法和性質

向中國藥店裏買一角錢的三仙丹，（又稱昇丹，有紅昇丹，黃昇丹兩種，性質相同）牠是一種黃色或紅色的粉末，是氧和汞（即水銀）的化合物，化學上叫做氧化汞。

取三仙丹三藥匙，放在硬質試管裏，用酒精燈加熱，就見試管的四周，漸漸鍍成銀色，像鏡子一樣。這是因為三仙丹受熱而分解成水銀和養氣了。



這時若用線香一支，點着了火，然後吹滅火燄，使只剩火星，再把牠插入正在加熱中的試管裏去，就見那線香立即又發火燃燒起來。這證明試管中確有養氣存在。

【實驗二一】 葉子怎樣放出養氣

取一隻大玻璃杯（或一個廣口瓶），裏面放幾張新鮮的葉子，盛滿了水，倒覆在一盆水中，使杯口沒在水下，不使空氣竄入。把這杯子和盆子放在太陽光裏，不久就可見到葉上有氣泡發生，集在杯子裏面。這氣體就是養氣。

若是你用同樣的裝置，放在陰暗的地方，那末你就不會見到葉子上有氣體發生出來了。這是因為植物吸收二氧化碳氣後，一定要靠着太陽光的力量，才能夠放出養氣來。

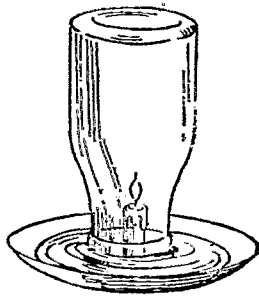
燃燒是氧和其他物質（如碳）相化合的一種作用，也就是所謂氧化作

用，所以在物質燃燒的時候，就必須要有氧。普通燃燒，都從空氣中取得養氣，因此一切燃燒的器具都有流通空氣的裝置。火油燈有燈罩，火爐有烟囪，就是這個緣故。若是空氣不流通，那末空氣中的養氣一經用完，燃燒就立即停止。剛失火時用一條毯子來蓋在火上，就可使之熄滅，就是這個緣故。

【實驗二二】 熄滅一個火

取一個洋燭頭，用燭脂來黏住在一個盤子（或碟子）的中央。盤中注水約高三、四厘米。然後把洋燭頭點着，用一個廣口瓶來倒覆在上面。這時候你就可看見那個燭火漸漸幽暗下去，終至熄滅。這就由於瓶中的養氣已經用盡了。

這時候你若注意到瓶口邊的水，就見牠已經漸漸升高到瓶子裏去了，瓶子裏的水平面顯然比瓶外的水平面高了許多。因為在起初，空氣受熱，即行膨脹，故有一部分空氣成水泡而逸出，其後燭火熄滅，氣



體冷縮，於是外界大氣的壓力，就把盤內的水壓了上來。又因燃燒時所生的二氧化碳氣，已有一部分溶解在水中，而所生的水蒸汽大部分已凝結成水滴，所以瓶中的氣體更少。

【實驗二二】 防火布

布帛或其他易燃物質可以用化學藥品來處理了，使其防火的能力。這種化學藥品加熱的時候，大都能放出一種不能燃燒的氣體，使可燃物質和空氣相隔絕而達到防火的目的。

氯化銨受熱，就能變為蒸氣，所以也可以當為防火藥品。試取五、六藥匙的氯化銨（第七號），放在試驗管裏，注水約高半寸，擾動使之完全溶解。然後用一、二寸長一寸闊的布來浸在裏面，等到牠吸透了氯化銨溶液後，就把牠拿出來曬乾了，用火柴燃點，你就可以發見那布在碰到火柴的火燄的時候，固然也能夠燃燒，不過在離開火燄以後，就立即熄滅。

因為布帛經這樣處理以後，如遇紙烟頭上的火星或掉落的蠟燭等，都不容易着火，所以臥室裏的帳幕和戲院裏的佈景，都可以用這個方法來防火。戰艦上的木質材料，通

常也經過這樣的處理，以防子彈爆發時引起失火的危險。防火的藥品，除了氯化鉍外，還有不少，其中以鎢酸鈉為最有效，不過價錢很貴，應用起來不很合算罷了。

【實驗二四】 防火木

用火柴一支，執住牠的頭，把另一端浸在矽酸鈉溶液（第十一號）中，然後放着使之乾燥待乾燥後，就把火柴擦燃，你就可見當牠的火燃燒到浸過矽酸鈉溶液的部分，就立即熄滅了。

氧化作用是把氧加入到某物質中去的一種反應。有許多化合物中的氧極容易解放出來給與別的物質。這種化合物就叫做「氧化劑」。氧化作用的反應，通常都伴隨着熱和光，這種熱和光的多少強弱，完全要看作用的快慢而定。

【實驗二五】 火墨水

在試驗管中盛四藥匙的硝酸鉀（第六號），注水約高二厘米，在燭火上加熱數分

鐘使之完全溶解

取這溶液當墨水，用乾淨狼毫筆在中國紙上寫字，用筆要着力，筆劃要首尾相連。待乾燥後，用燃着火星的線香一支，去引燃紙上的任何一筆，就見那火星逐漸沿筆劃蔓延，剛好燒成方纔寫上去的幾個字。

這是因為硝酸鉀是一種氧化劑，受熱後就放出所含的氧，使紙質（大部分是碳）氧化而成爲二氧化碳氣體。



【實驗二六】 導火線

在前一實驗所製成的硝酸鉀溶液中，浸入棉紗線一條，約三四分鐘後取出曬乾，用火柴燃點一端，就能夠逐漸蔓延到他端和導火線一樣。

奪除某物質中所含的氧的那一種化學反應，叫做「還原」。有許多物質和氧的結合力很強，能夠奪取他物質中所含的氧，這種物質就叫做「還原劑」。

【實驗二七】 水楊酸鐵的還原

化兩三個銅子向附近的雜貨店買一粒退熱止痛用的阿斯匹靈藥片。這藥片是用醋酸和水楊酸來做成的。在試管中盛硫酸鐵鉍（第十二號）一藥匙，注水四分之一，加熱使之溶解。然後把阿斯匹靈藥片研碎了取半藥匙投入試管中，就見溶液變成紫紅色。這是由於水楊酸鐵的生成。

若這時再用三藥匙的硫酸氫鈉（第五號）投入這試管中，就見那紫紅色立即消褪了。這是因為硫酸氫鈉是一種還原劑，當牠還原水楊酸鐵的時候，生成了一種無色的化合物。

【實驗二八】 蘇木的還原

用蘇木製成濃溶液，使成深紅色。在四分之一試管的蘇木溶液中投入亞硫酸氫鈉（第三號）一藥匙，就見溶液立即變成無色。這是因為亞硫酸氫鈉已把蘇木中的氧奪除了，使變成一種無色物質的緣故。

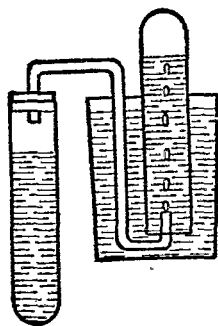
五 氫

輕氣的化學名字叫氫，是一種無色無臭的氣體，能夠自燃，牠比空氣輕十四倍以上，比水約輕一萬一千倍，所以叫做輕氣。少量的輕氣游離地存在於空氣中，但是化合着的氫卻隨處都有，例如水、石油和動植物質等。一切酸類都含有氫，所以這元素有時候又叫做成酸元素。

製造輕氣的方法有好幾種，最普通的是用一種金屬來置換酸中的氫，而使牠解放出來。

【實驗二九】 用鹽酸和鋅製造輕氣

在試驗管裏盛六藥匙的硫酸氫鈉（第五號）和九藥匙的氯化銨（第七號），注水三分之二，在燭火上加熱，使之溶解而成爲透明的液體，這液體就是實驗九裏所製成



的不純粹的鹽酸

然後取玻璃管一支，放在酒精燈上燒軟了，彎成上圖的形狀，做成導氣管，把一端插入穿孔橡皮塞中，再預備清水一杯，在杯子裏倒插入一個盛滿了水的試驗管。

上面所說的工作都做好了以後，就在有鹽酸的試管中放入兩藥匙的鋅粉（第八號），把試管搖動，使鋅粉都洗到液體下面去，這時候你就可以看見鋅粉上有無數的小氣泡發生。這些氣泡裏的氣體，便是輕氣。

原來鹽酸是氫和氯的化合物，酸置換了鹽酸中的氫，就生成氯化鋅，溶解在水中，而把氫驅逐了出來。



現在你就把導氣管上的橡皮塞插入試管口，把導氣管的另一端沒入水杯中，放在倒立着的試管的口頭。這樣地經過了幾分鐘，就見導氣管中漸漸有氣泡出現，上昇而捕集在倒立着的試管中。因為我們自己製造出來的鹽酸是很稀薄的，所以作用比較緩慢，

這時候你切不可太性急，最好讓牠靜置着，歇了五六小時再來看，大概捕集起來的氣體總有二三寸高了。如果氣泡還在繼續發生，那你就妨再多捕集些，以便作以下的試驗。

【實驗三〇】 氫的性質

把實驗二九中捕集着輕氣的試管，用左手拇指揪住管口，提出水面。然後用右手擦燃一根火柴，放在管口，就見火光一閃，同時發出一種爆裂的聲音。

這時因為我們在捕集輕氣的時候，沒有把發生氣體的試管中的空氣排除掉，所以在捕集得的輕氣中，還雜有少許的空氣，輕氣和空氣相混，燃燒後就起猛烈的化合而成爲水蒸汽。這種爆裂的聲音就是氫和氧的化合的表示。

【實驗三一】 用鹽酸和鋁製造輕氣

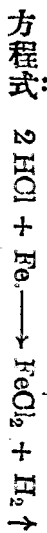
如實驗二九，在試管中製鹽酸少許。另取鋁箔（即香烟盒中的金屬紙，俗稱錫紙。因爲在從前，這種包紙確是用錫來做的，後來鋁的生產量增多，價值便宜，就都用鋁來代替了）一張，剪成小片，投入試管中，就見鋁箔上也能發出氣泡。這是因爲鹽酸中的氯和鋁

化成氯化鋁，而把氫解放出來了。



【實驗三二】 用鹽酸和鐵製造輕氣

如實驗二九，在試管中製鹽酸少許。另取鐵屑（向鐵店索取）一藥匙投入試管中，就見鐵屑也會發生氣泡。這是因為鹽酸中的氯和鐵化合生成氯化亞鐵，而把氫解放出來了。



不過有些金屬如錫、鉛等，不容易置換酸中的氫，金和銀在稀酸中差不多是不起作用的。

又鉛碰到了強鹼類，也能發生氫，所以家用的鋁鍋（俗稱鋼精鍋）若用鹼水洗滌，就容易致漏。

【實驗三三】 用氫氧化鈉和鋁製造輕氣

與實驗一一那樣，用兩藥匙的石灰，放在試管裏，注水四分之一，搖盪後靜止片刻，除去沈澱，然後加入碳酸鈉（第二號）一藥匙，就見那管裏的溶液已變成乳白色，再俟澄清後除去沈澱，就成氫氧化鈉溶液了。

在這製成的氫氧化鈉溶液中，如果投入小片的鋁箔，就見鋁箔上也有氣泡發生，這是因為鋁置換了氫氧化鈉中的氫，而成正鋁酸鈉的緣故。



我們知道水是氫和氧的化合物，所以從水裏我們也可以製氫。例如金屬中的鉀、鈉、鈣等遇水都能夠生成鹼類和氫。赤熱的鋁、鎂、鐵等也能夠分解水蒸汽而發生氫。不過單體的鉀、鈉、鈣的價值很貴，在我們這個經濟的實驗室裏是無法辦到的，至於用赤熱的鋁、鎂或鐵來分解水蒸汽，也因裝置複雜，實驗不易。在這裏我只能向諸位介紹一個水的電解法。所謂電解，就是通電流於某種物

質而使其分解的意思。

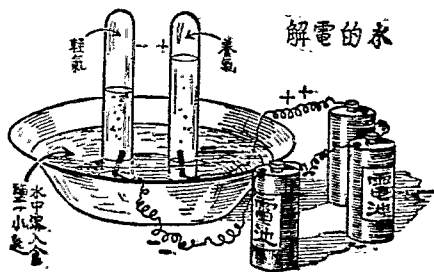
【實驗三四】 水的電解

電解，普通都用特製的電解器，每隻要買四五元，個人置備，很不經濟。這裏所介紹的方法，卻非常簡單，凡是家裏裝直流收音機有現成電池的人，簡直不用費一個錢，大可以去一試。

取琉璃質小面盆一隻，盛水半盆，溶入食鹽約一小湯匙。

另取試管兩支，就用水盆中的水來盛滿了，用左手拇指揪住管口，倒立在水盆中，工作時須當心勿使空氣竄入。

再備從用舊了的電筒電池上拆下來的碳精棒兩條，絕緣銅線五尺和電池若干隻。先把電池用銅線連接起來，第一電池的陽極和第二電池的陰極相連接，第二電池的陽極和第三電池的陰極相連接，其餘仿此。再用絕緣銅線，把一條碳精棒接在



第一電池的陰極把另一條碳精棒接在最後一電池的陽極，在銅線和碳精棒接觸地方的赤裸的銅線必須遍塗燭蠟使之絕緣。

以上的準備工作完成以後，就把兩根碳精棒分別插在兩個倒立着的試驗管裏，並勿使空氣竄入。

這時候你如果注意到試驗管裏的碳精棒，就見那上面有許多氣泡發生，陸續上昇而捕集在試驗管裏。若是氣泡很少，那就一定是由於電流不足的緣故，必須再加上幾隻乾電池。（若是本來沒有電池而要特地去買的，最好買扁電池，因為普通的圓電池每隻只有一·五伏特，扁電池每隻卻有四·五伏特。）

你如果再注意試管中捕集着的氣體，就可見到連接電池陰極的那個碳精棒上放出的氣體比連接電池陽極的碳精棒上放出的氣體多一倍。那體積較多的氣體，就是氫，那體積較少的氣體就是氧。（如果和陽極的碳精棒接觸地方的銅線絕緣不良，那末水中放出的氧就和銅化合了成爲氧化銅，試管中氧的體積必然減少。）



輕氣的發現，到現在已經有一百七十年的歷史，可是在以前牠的用途卻並不多。除了供充填輕氣球的氣囊（而且近來已改用氫氣）以外，大部分是用來作燃料用的，因為輕氣是一種可燃的氣體。若是要認真地說起來，那末連這也不能算是真真的用途，因為用作燃料的氫，並不是純粹的氫，只是煤氣中的一成分罷了。不過到了近年來，輕氣工業已漸漸從兒童時代而進入少年時代了。第一牠能與動植物油類如鯨油、棉子油等化合而成固體的脂肪，以供製皂、製燭的原料；第二，用鉛粉為接觸劑，牠能和淡氣直接化合而成氫（即阿摩尼亞），以供製造肥料和爆炸藥的原料；第三，用氧化鋅或氧化銅為接觸劑，牠能和一氧化碳直接合成丙醇（即木精），供製造油漆的原料；第四，自從八九年前美國朗繆爾博士發現原子氫經過電弧時能發生非常的高熱以後，牠在焊接術上更有巨大的用途。

六 水和水溶液

自然界中的大量的水，是我們最熟悉的一種化學物質。水和空氣一樣，是人類生活上一天也不能缺少的東西。牠存在於空氣中，地底下，和動植物的組織間。水在從前也被當爲元素之一，一直到發明了輕氣以後，纔知道牠是氫和氧的化合物。

水是一隻最細密的化學研磨機，大部分的物質移到了水裏，就被分裂成無數微小的粒子，很均勻地散佈在水中。這種粒子不但比任何粉末都小，就是最小的微生物也比不上牠。水的這種作用就叫做溶解。凡具有溶解作用的液體叫做「溶劑」，被溶解的物質叫做「溶質」，製成的混合物叫做「溶液」。當然，可作溶劑的液體是很多的，但水卻是最有功效最易得到的一種。水的用

途主要就在這種溶解作用。喝水是爲了要溶解人體內的化學物質，洗滌是爲了要溶解器物上的污穢物質，灌溉是爲了要溶解泥土內的養分。諸位如果仔細去思索水的各種用途，總會覺得大都和溶解作用有關係的。

物質溶解在水裏，因爲被分裂得非常微小，所以非但不能用肉眼看見，就是用過濾的方法也不能把牠們從溶劑中分離開來。要使溶劑和溶液分離，只有把溶液蒸發，使溶質再成爲固體而殘留着。

【實驗三五】 溶劑和溶質的分離

溶解半湯匙的食鹽在半杯子清水中，用玻璃棒攪動，使完全溶解，不見食鹽的痕跡。然後把這半杯水倒在一隻小鍋子裏，在風爐上加熱蒸發，把水分完全逐去，就見殘留着的一種白色物質，你如果蘸一些來嘗嘗滋味，就會覺到這東西還是食鹽。

當水分將乾的時候，你一定會看見鍋子底上發出許多氣泡，這是由於食鹽結晶中

的水蒸汽膨脹的緣故，除了使結晶破裂而外，並不起別的變化。

【實驗三六】 不溶於水的物質

在半試管的水中加入硫黃華（第一號）一藥匙。將試管搖動片刻，卻見水中的硫黃依舊存在着。

你要證明硫黃一點也不會溶解在水裏，可把試管中的溶體濾過，把濾得的清水放在香烟罐子裏蒸發起來。等到乾燥以後，你就不會見到有固體的物質存在了。

過濾的方法是很簡單的，你只要預備一塊細密的白布，剪成圓形，然後把牠打溼了，縛在一隻杯子的口頭，如下圖所示。這時候，若把所欲過濾的液體慢慢地倒在布上，固體物質就留在布上，液體就濾到杯子裏去了。



上面的兩個實驗，證明有些物質能够溶解在水裏，有些物質卻不能夠溶解在水裏。不過有些物質雖不能溶解在水裏，卻也許能溶解在別的液體裏。

【實驗三七】 凡力水

向中國藥材店裏買一兩塊松香，把牠研成粉末，取一兩藥匙放在半試管的水中。假使把水加熱煮沸，松香就會漸漸融化而散佈在水中，不過一經冷卻，就又凝結成固體了。現在你如果在試管中盛入兩厘米高的松香粉，加酒精約半試管，將試管搖動三四分鐘，就見那些松香已完全溶解，成爲黃色黏稠的液體了。這樣製成的溶液，若是你把牠塗在少年化學實驗庫的木匣外面，那末等到酒精蒸發乾燥了以後，就和用凡力水塗過的一樣了。不過牠有一個缺點，就是到了夏天，松香因熱融解會變得很黏膩的。至於市上所售的「凡力水」是用洋乾漆（西名 Shellac，可向顏料店裏購得）溶在火酒裏製成的。諸位所在地方如果有較大的顏料店，不妨去買些來一試。

【實驗三八】 液體的互相溶解

試把十來滴的火油，滴在半試管的水中，無論你把牠們怎樣攪動搖震，待靜置後總是油是油，水是水；換句話說，就是油類是不能夠溶解在水中的。

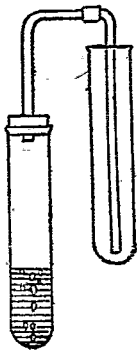
試再把十來滴的甘油（即洋蜜），滴在半試管的水中，這時候你只要略加搖動，就已不見甘油的蹤跡了。

【實驗三九】 使一種氣體溶解在水裏

在試管中盛二藥匙的碳酸鈉（第二號）和二藥匙的硫酸氫鈉（第五號），注水四分之一試管。趕緊把裝有導氣管的橡皮塞蓋上，而把導氣管的另一端伸入另一空試管中，使從導管中跑出來的碳酸氣流到這個空試管裏去。

約經過六七分鐘後，空試管中大概已充滿了碳酸氣。

然後你小心地把導管拿出，注水半管，急速把右手拇指蓋住管口，用力搖動，就有許多碳酸氣溶解在水裏，你若是用一些澄清的石灰水來倒在這試管裏，就會變成乳白色，這就是水中有碳酸氣存在的證據。



方程式： $2\text{NaHSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



【實驗四〇】 把溶解在水裏的氣體驅逐出來

在四分之一試管澄清的石灰水中加入三藥匙的氯化銨（第七號）試管中就發出一種很臭的氣體，叫氨氣（俗稱阿摩尼亞）。然後你在這試管中滴入酚酞試液一滴，就見試管中的液體變成紅色。因為氨氣溶在水裏成爲氫氧化銨，而氫氧化銨是一種鹼。現在你試把這氫氧化銨溶液放在火焰上加熱煮沸，結果你就會發現試管中的液體的顏色已在逐漸消退，而變成無色，這表示水中的氨氣已被驅逐了出來。



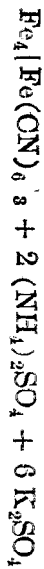
大部分化學藥品，若是溶解在水中，其反應總比固體的爲快。這是由於物質溶在水中，都變成了微小的粒子，因此物質相互間的接觸比較容易的緣故。

【實驗四二】 溶液對於化學反應的效果

把一藥匙的硫酸鐵鉍（第十二號）和一匙藥的亞鐵氰化鉀（第四號）在紙上混合起來這時候一點看不見有什麼化學反應的表示

現在你把這混合物放在試管中，加水四分之一試管，你就立刻會見到那溶液已變成了深綠色，這表示那兩種物質已起化學反應而變成另一種物質了。

方程式： $4\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 + 3\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \longrightarrow$



有許多鹽類溶解在水中的時候會吸收熱，使水的溫度下降，有許多鹽類溶解在水中的時候，會放散熱，使水的溫度增高。

【實驗四二】 用溶液降低溫度

在兩試管中各注水約高半寸，於一試管中，加入硝酸鉀鉍（第六號）四藥匙，用力搖動，使之全部溶解。然後把兩試管的底部俾在臉上，就覺得溶有硝酸鉀的試管來得冷些。

【實驗四二】 用溶液昇高溫度

在兩試管中各注水約高半寸，於一試管中加入氯化鈣（第十六號）四藥匙，用力搖動，使之全部溶解，然後把兩試管的底部俾在臉上就覺得溶有氯化鈣的試管來得暖些。

大部分的物質在熱水中較易溶解，在冷水中較難溶解。但也有小部分的物質卻反容易溶解在冷水中的。

【實驗四四】 溫度對於溶解度的一般影響

取六藥匙的硫酸鎳鉍（第九號）放在試管中，注入冷水占管高的四分之一。用右手拇指蓋住管口，用力搖動數分鐘，你將發現那些硫酸鎳鉍在這些的冷水中並不能完全溶解。現在你若把試管加熱數分鐘，就見那些固體已完全溶解了。

如果你把這試管靜置着，讓牠慢慢地冷下去。歇了一兩小時以後，你就會看見試管裏又有綠色的硫酸鎳鉍結晶生成了。

【實驗四五】 溫度對於溶解度的反影響

在試管中注入半試管的冷水，加入石灰粉末半藥匙。將試管搖動，使之儘量溶解。然後讓牠靜置數分鐘，等到上部的液體澄清了以後，就小心地把這澄清溶液倒在一試管裏。現在你若把這溶液放在火上加熱兩三分鐘，就見牠會變得渾濁起來。這就由於石灰不容易溶解在熱水中，所以受熱以後，就又在溶液中分析出來了。

七 飲用水

存在於自然界中的水，多少總溶解着一些雜質在裏面。這種雜質，通常都是礦物鹽類；腐敗的動植物質雖然也有，卻是比較地少。當作家庭中飲料用的水，必須把動植物質儘量除去，這倒並不是因為動植物質對人類有害，卻是因為這些物質是細菌的安樂窠，除去了水中的動植物質，就可以減少細菌的繁殖，免得傳佈病毒。

單單從水的顏色、嗅氣、滋味，並不能鑑定水的純潔，必須再從其他方面獲得了證據，才可以作最後的判斷。譬如一杯無色、無臭、無味的水，可以含着多量的毒質，而在另一方面，一杯無害的水卻可以因了溶有鐵質而呈黃褐色，也可因了溶有植物質而有泥土氣息。

【實驗四六】 嗅氣的試驗

在試管中盛欲試的水三分之二。用拇指把試管的口揪住，搖動數分鐘，然後放開拇指，把試管口放在鼻孔邊檢查有無臭氣。把水加熱到攝氏六七十度，再搖動數分鐘，檢查有無臭氣。要是水中有臭氣，那末加熱後氣息就會增強。

水中如果有腐敗的或不快的氣息，就可推想到其中大概有溝渠中的污水存在。

【實驗四七】 顏色的試驗

在試管中盛滿欲試的水，在試管的背後襯一張白紙。試用這個方法檢視水的顏色。最好用一試管淨水的樣品，和欲試的水對照比較，就很容易鑑別了。

【實驗四八】 固體物質的試驗

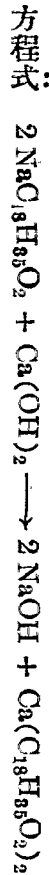
取欲試的水少些，放在一隻乾淨的琺瑯質杯子裏，然後把牠放在火上加熱，使水分完全蒸發，假使水中有固體物質存在，就一定會遺留在杯子裏。

含有礦物鹽類的水，最普通的就是「硬水」。硬水中含有鈣、鎂、鐵、鉛等鹽

類中的一種或數種。這種物質並不妨害水的飲用價值，不過能和肥皂發生作用而生成不溶於水的化合物，使肥皂失去了洗滌的功用。又汽鍋中如果用了硬水，就會在鍋內結成鱗片狀的礦物質，使汽鍋不易傳熱，而耗費多量的燃料。

【實驗四九】 硬水

切取豌豆那麼大的肥皂一粒，投入三分之一試管的水中，加熱使之溶解。在另一試管中製澄清的石灰水（氫氧化鈣）半管，然後注入肥皂水少許，就見管中有白色的沈澱生成，這種沈澱就是不溶於水的鈣肥皂。



同上一實驗，用明礬（硫酸鉀鋁）代石灰，把一藥匙的明礬粉末，溶在三分之一試管的水中，加肥皂水少許，就見試管中也有沈澱生成，這種沈澱就是不溶於水的鋁肥皂。



把硬水中溶解着的鹽類沈澱出來，就可以使之變成軟水。最普通的方法是，把鹼類放到硬水裏去。

【實驗五〇】 使硬水軟化

在試管中盛一藥匙的石灰，注水令滿，製成澄清的溶液，作為硬水。其次在這硬水中加入碳酸鈉（第二號）一藥匙，加熱使之溶解，即見水中有沈澱生成。把這試管靜置若干分鐘，讓所有的沈澱都沈積在試管底下，然後把上部的液體注入另一試管，就成軟水。這時候，如果再把上一試驗中所留下來的肥皂水加入這軟水中，就不會再有沈澱生成了。

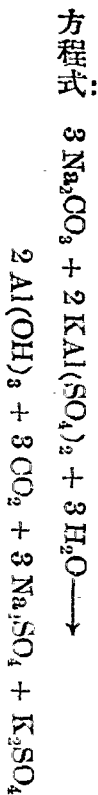


許多自然水除了含有溶解着的雜質以外，還有許多懸浮物質存在着，這種物質既不溶解在水中，也不沈澱在水下，而只是在水中浮蕩着。這種水也得用化學方法來澄清了才好應用。

【實驗五】 水的澄清方法

取渾濁的污水一試管（如果一時找不到，可以在清水中加入一些泥土，攪勻即可），加入明礬（硫酸鉀鋁）粉末半藥匙，搖動使之溶解。其次再加入碳酸鈉（第二號）粉末半藥匙，再搖動使之溶解。然後把牠靜置十餘分鐘，就見那些懸浮物都沉在水底，污水已變成清水了。為易於辨別起見，你可以用一試管不加藥品的污水同樣地靜置着兩相比較。

這個淨水方法是由於碳酸鈉和明礬能結合而成一種膠質沈澱，名叫氫氧化鋁。這氫氧化鋁沈澱在下沈的時候，就機械地把污濁的固體物質黏住了，挾着牠一同沈積在水底。



在這試驗中，硫酸亞鐵銨（第十號）可以代替明礬，不過因為硫酸亞鐵銨的價格比較貴，所以實際上是沒有人用的。

自然水中除了含有使水硬化的礦物鹽類以外，還含有許多別的化合物。下邊的幾個簡單實驗，可以用來鑑別你所在地方的水。

【實驗五二】 鹼性的試驗

在盛水的試管中注入一兩滴酚酞試液（第十三號），假使水的顏色變化，就可決定那水裏含有鹼性物質。

【實驗五三】 酸性的試驗

用一張藍色石蕊試紙（第十七號）浸入欲試的水中，假使試紙的顏色變紅，就可決定那水裏含有酸性物質。

【實驗五四】 石灰質的試驗

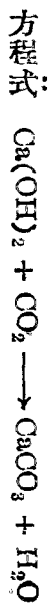
在一試管的水中加入碳酸鈉（第二號）兩藥匙，搖動使之溶解。假使這水在靜置數分鐘後有白色的渾濁物質生成，就證明其中含有多量的石灰質。

【實驗五五】 鐵質的試驗

在一試管的水中加入一藥匙的亞鐵氰化鉀（第四號），搖動使之溶解。假使這水顯出藍色，就表示其中含有鐵質。

【實驗五六】 二氧化碳的試驗

在半試管的水中盛入半藥匙的石灰，搖動後靜置片刻，除去沈澱，製成澄清的溶液。其次在欲試的水中注入十來滴澄清的石灰水溶液，如果有白色的渾濁物生成，就可證明水中有二氧化碳溶解着。



八 氮

淡氣的化學名字叫做氮，是一種無色無臭的氣體。牠的化學性質是很不活潑的，在尋常的狀況下不容易和別的物質相化合，所以有人稱牠爲「惰氣」。其實正因爲牠有這樣的一種性質，倒使牠成爲一種有用的氣體。這話怎麼講呢？原來炸藥中的大部分是不安定的氮化合物，因爲其中的氮和其他元素的結合力並不堅固，所以只要稍受震動或微熱，就會突然分解而爆發起來。要不是氮有這樣的性質，恐怕近代兵器的威力要減色不少罷。

氮是造成空氣的主要成分，就容積說，約占空氣全體五分之四，就重量說，約占空氣全重的四分之三。在地球表面上每平方英里內的空氣中，約有淡氣二千萬噸。

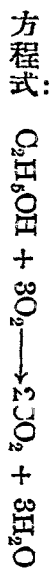
【實驗五七】 從空氣中製氮

在面盆裏注石灰水約高二寸，水中浮木頭一小片，上放蘸有酒精的棉花一塊（大小約如蠶豆），並用火把牠點着。然後用一個廣口的玻璃瓶（瓶口的直徑至少須在一寸以上），罩住木片，倒立在水盆中。這時候你就可看見那火焰漸漸幽暗，不久竟完全熄滅，而同時盆中的水上昇瓶中，幾占全瓶容積的二分之一。

這是因為酒精極容易和空氣中的氧相化合，生成二氧化碳和水蒸汽。但是空瓶子裏的氧是有限的，一經燃燒，立即耗盡，於是燃燒不能繼續進行，火焰就熄滅了。同時因為瓶子裏的氣體減少，外界的大氣壓力就把盆中的水壓上來昇入瓶中。

空氣原為五分之一的氧和五分之四的氮所組成的。依理而論，瓶子裏的氧耗盡以後，只減少了五分之一的氣體，那末上昇到瓶子裏的水為什麼竟占全瓶容積的二分之一呢？原來酒精着火的時候，溫度很高，當你把空瓶子罩上去的一剎那間，瓶裏的空氣就突然膨脹而有多量的空氣向外逸出，因此這時候瓶裏的空氣雖然占着同樣的體積，實際上卻已非常稀薄了。等到火焰熄滅，溫度下降，那些氣體的體積又縮小起來，所以只

剩了半瓶。一方面又因酒精燃燒時所生的二氧化碳能溶解於石灰水，而水蒸汽這時候也已凝成水滴，所以我們若是任其放置若干時以後，那末這半瓶氣體，大部分都是氮了。



【實驗五八】 製造純粹的氮

取五藥匙的硝酸鉀（第六號）放在乾燥的試驗管裏，用酒精燈加熱，就見這粉末的固體都融解而成為液體，同時有一種看不見的氣體發生出來。你若把這試管離開火焰，任其冷卻，將見牠依舊凝成固體，不過結晶的形狀卻和硝酸鉀完全不同了。原來硝酸鉀加熱後就放出氧，而成為亞硝酸鉀。這時候試管裏的物質正是亞硝酸鉀。



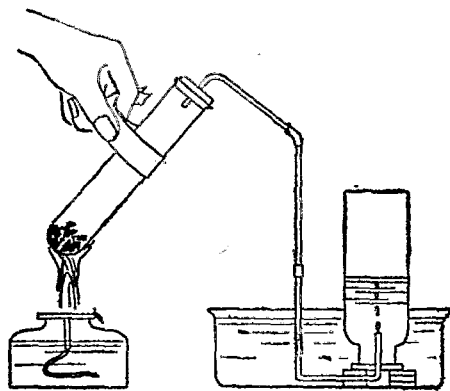
現在，你在生成亞硝酸鉀的試管裏，加入五藥匙的氯化銨（第七號），然後把裝有導氣管的橡皮塞插入試管口。另外備一盆清水，裏面倒放一個盛滿水的廣口瓶，再用三疊銅元把這瓶子填高半寸，以便將來把導氣管放到瓶口邊去。

以上工作完畢後，你先預備一個着有火星的紙吹，然後把試管加熱（溫度切勿太

高) 即見管中有氣體發出。這時你應該把紙吹放在導管的口頭, 如果衝出來的氣體, 已能使紙吹熄滅, 就表示試管中本來的空氣已經驅盡了, 你應該立刻把這導氣管放到廣口瓶的瓶口邊去, 使發生出來的氣體成爲氣泡而上昇瓶中。

不過這時候你要注意, 試管內氣體的發生是很快, 大約不上一兩分鐘, 作用就要停止。等到氣泡逐漸減少, 而將停止的時候, 你必須把導氣管趕快從水中取出, 否則盆中的冷水往往會倒流到高熱的試管裏去, 而把試管爆炸。又在加熱的一方面, 須使火焰穩定, 勿令溫度時高時低, 否則也有同樣的結果。總之, 做這個實驗必須眼明手快, 並且把這一段說明看仔細了纔去動手。最好在做的時候, 去請一位朋友來做助手。

再說, 你現在捕集在廣口瓶裏的氣體, 還不是純粹的氮, 因爲其中還雜有一些白色



的氣體，你只要把瓶子搖動起來，這種氣體就會溶解在水中。等到那種白色的氣體看不見了以後，才好說是純粹的氮。

在這實驗中，亞硝酸鉀和氯化銨起複分解而成爲氯化鉀和水，所以剩下的氮就被解放了出來。



【實驗五九】 氮的性質

把上面兩個實驗中捕集着氮的瓶子從水裏拿出來。手續如下：先用一塊比瓶口略大的玻璃覆在瓶口，然後用右手托住玻璃，左手抵住瓶子，提出水面，顛倒了把牠直立在桌上。

先點着了一個紙吹，然後揭開瓶口的玻璃，把紙吹伸入甲瓶中，就見火焰立即熄滅了。可見氮是不能助燃的。捉一個蒼蠅或其他的小蟲投入乙瓶中，歇了片刻，就見那小蟲已經悶死了。可見氮是不能供動物呼吸的。

氮的化學和每一個人發生了密切的關係。生物學家和醫生應該知道氮，因為人體的新陳代謝、長成、繁殖、腐敗等現象，無非是氮的活動。建築師和工程師在從事採石子、掘基礎、挖隧道、開運河等工作的時候，必須用到炸藥。這炸藥差不多全部是氮的化合物。農夫要增多收穫，就得選擇適宜的肥料，而氮又是肥料中不可缺少的一成分。電學家和氮好像決不會發生什麼關係，其實他對於氮在電爐中和其他元素發生的變化，也得有明確的了解，因為近年來電力事業的發達，是和氮工業的發達有着連帶關係的。最後，一個賢明的政治家應該懂得有些氮化合物如硝酸、氨、染料等在國防上的重要；他又應該定出法律來鼓勵國人去利用空氣中的氮來造成肥料，以增加稻穀的收穫。

從以上所說的種種方面看來，氮倒是一種非常有用的氣體，誰說氮是惰氣呢？

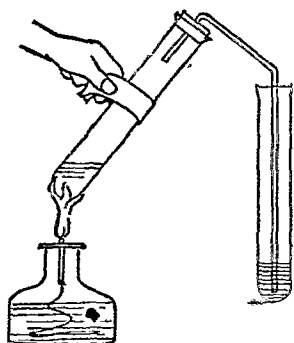
九 氮的化合物

氮和氫、氧化合，就造成了硝酸。純粹的硝酸是一種無色的液體，不過放置稍久，就會逐漸分解，而放出氧和過氧化氮氣體。過氧化氮是一種櫻黃色帶刺激臭的毒氣，牠能溶解在硝酸中，使之變成黃色。硝酸有強腐蝕性，遇一切有機物質，都能使之氧化。羊毛放在濃硝酸附近，甚至會着火燃燒起來。牠在工業上應用極廣，例如製造染料、藥品、硝酸鹽、賽璐珞、爆發物以及冶金、製鋅版等都是。在商業上，硝酸原是用硫酸和硝酸鈉加熱蒸餾而製成的。自從歐戰時發現了空氣中氮的固定法以後，一般都用空氣來在電爐中加熱而直接合成了過氧化氮，再使之與水相作用而製成的。最近開辦的天利淡氣廠，則是先用氫和空氣中的氮直接合成了氨（即阿摩尼亞），再用氨和空氣中的氧相作用而製

成的。

【實驗六〇】 製造硝酸

實驗室裏製造硝酸，普通都用硫酸和硝酸鈉，在我們這經濟的少年化學實驗庫中，卻是用硫酸氫鈉來代硫酸，用硝酸鉀來代硝酸鈉的。先在試驗管（甲）裏盛六藥匙的硫酸氫鈉（第五號）和六藥匙的硝酸鉀（第六號），搖勻後，裝上導氣管及橡皮塞。另取試管（乙）一個，盛水約高四厘米，把導氣管的一端插入水底。然後把盛有藥品的試



管在酒精燈上加熱，即見管中有橙黃色的氣體放出，這種氣體就是過氧化氮。過氧化氮氣通入乙試管的水中，就溶解而成爲稀硝酸溶液。

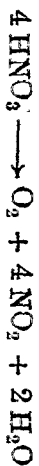
等到氣體發生終止後，速將插在乙試管中的導管取出，並用拇指蓋住試管口，搖動片刻，使集在試管中的未溶解的氣體都溶在水中，這樣所得硝酸溶液就可增濃不少。若用藍色石蕊試紙（第十七號）浸入這溶液

中，就立刻變成了紅色。

關於這個實驗的化學反應，原為



但因溫度太高，其所生的硝酸蒸汽，立即分解：

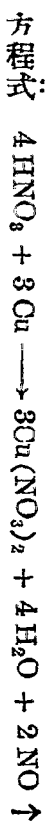


分解所生的過氧化氮與水相作用，始得硝酸：



【實驗六一】 硝酸銅

取電燈花線一條，剝開包皮，剪取長約寸許的細銅絲，投入上一實驗所製得的稀硝酸中，將溶液加熱，即見銅絲上發生無數氣泡，而溶液漸漸變成藍色。這是由於稀硝酸和銅起作用而生成硝酸銅（藍色）、一氧化氮（氣體）和水的緣故。



【實驗六二】 銅氨藍

在試管中盛二藥匙的硝石灰和三藥匙的氯化銨（第七號），注水約高二吋，加熱三四分鐘，等牠冷卻後，把沈澱除去，就成氨水。



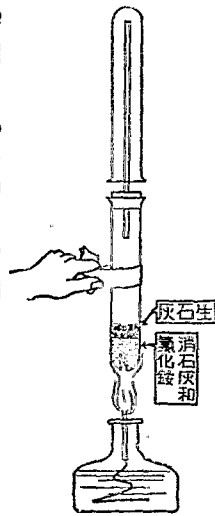
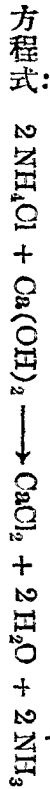
把這氨水慢慢地注入上一實驗製成的硝酸銅溶液中去，即見有翠綠色的沈澱生成。把試管搖動，再加入氨水，溶液就變成了鮮明的深藍色。方纔沈澱出來的翠綠色沈澱，已溶解在過量的氨水中，而成爲所謂「銅氨藍」了。

氮和氫化合，就成爲氨。氨是一種有異臭的氣體，具強鹼性，比空氣爲輕，極易溶解在水中，而成爲氫氧化銨。氫氧化銨，又稱銨水，俗稱阿摩尼亞水，是一種無色的液體，可供洗滌、冷藏、醫藥和製人造絲、橡皮、肥料、爆發物等的用途。

氨的最重要的來源是煤。把煤乾餾起來，就有煤氣和氨氣放出。新法用氫和氮直接合成，對於原料的取給更覺便利。實驗室中製造氨氣，通常都用下法。

【實驗六二】 製造氮氣

取四藥匙的氯化銨（第七號）和二藥匙的消石灰，放在紙上混和了盛入試管中，再在上面加入七、八藥匙的生石灰。試管口用橡皮塞裝一個導管，導管口，套一個空試驗管，用手托住，然後將試管加熱，就有氮氣發生，而捕集在上邊的空試驗管裏。



【實驗六四】 氮氣的性質

把上一實驗中捕集着氮氣的試管取下。（依舊讓牠倒立着，切勿放直，因為氮氣比空氣輕，直立了要逃走的。）用紅色石蕊試紙（第十七號）一條，潤溼了放在試管口，即見試紙不久就變成藍色。再用實驗一三中所製成的酚酞試紙潤溼了放在管口，即見試紙不久就變成紅色。從此可知氮氣是具有極強的鹼性的。

【實驗六五】 氨氣易溶於水的實驗

依照實驗六三的方法，製氨氣一試管，用拇指揪住試管口，把牠直立起來，然後小心地把拇指稍稍移開，露出一條細縫，倒下三厘米高的水去。再把試管搖動，拇指上就有一種被吸到試管裏去的感覺。這是因為氨氣極容易溶解在水中，所以試管裏的氣壓就減低了的緣故。如果嫌這個實驗不很顯明，那你就可把捕着氨氣的試管倒立在一盆子的水中，不久後，就可見盆中的水慢慢地昇入試管中，證明已有許多的氨氣溶解在水中了。

銨鹽最容易揮發，有些甚至不須溶解，就直接由固體變成了氣體。

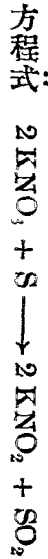
【實驗六六】 氯化銨的化氣

把一藥匙的氯化銨（第七號）放在乾淨的試管裏。在燭焰上加熱，加熱時勿使試管和火焰接觸，以免生成煤炭。注意試管中的氯化銨怎樣化氣，和氯化銨的蒸汽怎樣再凝集在試管的上部。

硝酸中的氮，被金屬元素置換而成的化合物叫做硝酸鹽。硝酸鹽都可以用作氧化劑，在製造爆發物上應用得很多。

【實驗六七】 硝酸鹽用作氧化劑

把一藥匙的硝酸鉀（第六號）放在一張洋鉛皮上，用老虎鉗夾住了放在火焰上加熱，直至全部熔化。然後把火焰吹熄，用半藥匙的硫黃華（第一號）倒在熔融的硝酸鉀上，就見洋鉛皮上突然發出一堆藍色的火焰。這是由於硫黃被硝酸鉀所氧化而生成二氧化硫的緣故。



一種或幾種固體的物質互相作用而變成氣體時，因為體積突然增加，致原來所佔的空間不够容納，於是就發生了爆炸。爆炸的猛力與否，全視氣體生成的速度的快慢和氣體的容積大小而定。讓我們把一個大砲的發射為例來

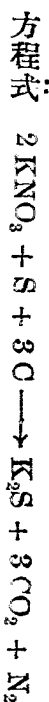
說一說爆炸的經過罷，在彈藥筒裏充填着的是固體的爆發物。彈藥筒裝在砲裏，因此在爆發物的四周，除了藥筒的前部是放子彈的地方外，其餘都被堅厚的鐵壁所包圍着。當信管被擊而開始爆發以後，藥筒中的固體物質就全部變成了熱的氣體，這種氣體因熱膨脹，他的體積當然要比原來的體積增大許多倍。然而在砲膛中四周全是鐵壁，要找到出路，擴充容積的只有把前方的子彈推出砲膛，然後自己跟了出去，成爲烟霧。在把子彈推出去的時候，氣體給了牠以巨大的能力，往往使之墜落在許多里以外。

因爲有許多的硝酸鹽或氧化劑能够很迅速地和某種其他物質相化合而產生大量的氣體，所以可以用來作爲製造爆發物的原料。

【實驗六八】 火藥

取兩藥匙的硝酸鉀（第六號），一藥匙的硫黃華（第一號），和一藥匙的木炭粉（就

是普通的木炭研成粉末，放在一張紙上，把牠們很均勻地混和起來（不要太用力磨擦）。把這混合着的粉末撒在一片金屬版上，使成一個圓椎形的小堆，然後用一把火鉗，夾一根燃着的火柴去燃點那堆混合物，（小心不要把面孔移近去），只聽見烘的一聲，那一堆混合物就立刻燃盡了。



上面所做成的混合物，就是一般所謂的火藥。火藥原是我們中國人發明的。自從近代高度爆發物如硝化甘油、棉火藥、苦味酸等發明了以後，火藥的用途已日漸減少，到了現在，只有供製造爆竹和採石等的應用罷了。

一〇 氯

綠氣是一七七四年瑞典化學家徐萊氏(Carl W. Scheele)發見的。可是牠的爲世人所熟知，卻在一九一五年以後了。當時正值歐戰開始，德國在這一年的四月二十二日，最初用綠氣來作第一次的毒氣攻擊，聯軍方面因爲事前沒有準備，竟遭到極大的損失。這個消息一經傳了開來，於是使全世界上每一個人的心裏都深深地印着「綠氣砲」這三個可怕的字眼。現在一般人之所以知道有綠氣這物質，不能不說是受了德國人的「綠氣砲」的教訓。

綠氣的化學名字叫氯，是一種黃綠色的氣體，在常溫時，加以六大氣壓的壓力，就可以使之液化。性質很毒，具有極強的刺激性，多吸了使人起咳嗽、嘔吐、窒息等現象而死；比空氣約重二倍半。

氯的最大用途是用以漂白棉麻和紙漿等，不過對於油墨及天然的礦物性染料，卻是不起作用的。此外氯的殺菌力很強，故多用於淨水。

自然界中沒有純粹的氯存在，因為氯的化學性質是非常活潑的。大部分的氯都和金屬元素化合而成氯化物。產量很多，在地球表面有四分之三是海水，其中含有百分之二·八的食鹽（氯化鈉）和百分之·八的其他金屬氯化物。單就這一些總計起來，就該有固體的鹽類六百萬立方英里，含有綠氣一八、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇噸了。

製造氯普通都用食鹽電解法，當食鹽溶液中通以電流後，就在陰極發生氯，陽極發生氫。實驗室裏製氯通常都用鹽酸和氧化劑相作用而得。最常用的氧化劑是二氧化錳和重鉻酸鉀。

取二藥匙的硫酸氫鈉（第五號）和四藥匙的氯化銨（第七號）在紙上混和了，盛入試驗管中。在這混合物上面再加入三藥匙的硝酸鉀（第六號）然後把裝有導氣管的橡皮塞蓋上，而把導氣管的另一端插在一個空瓶子裏。

現在把試管在燭焰上加熱，就見有一種白色的氣體發生出來，通入空瓶子裏。這種白色的氣體的成分大部分是氯化銨氣體，而氯只是其中的成分之一。等到氣體發生較少後，就把瓶子裏的導管抽出，用木塞把瓶子蓋好。

在這實驗中，是硫酸氫鈉中的氫和氯化銨中的氯化合而成氯化氫，氯化氫再被硝酸鉀所氧化，就有氯發生了。



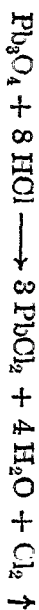
【實驗七〇】 用四氧化三鉛與鹽酸製氯

向中國藥店購兩三銅元的黃丹（書本子上都稱鉛丹，俗名又叫廣丹，鉛黃）這是一種紅色的粉末，化學名稱叫做四氧化三鉛。

取硫酸氫鈉（第五號）四藥匙，氯化鈣（第十六號）三藥匙和黃丹二藥匙在紙上混和了一同盛入試管中然後照上一實驗把裝有導氣管的橡皮塞蓋上，而把導氣管的另一端插在一個空瓶子裏。

其次再把試管在酒精燈上加熱，就有氯發出來，約十分鐘後，就可把導氣管抽出，把瓶塞蓋上。這樣製造出來的氯比較要純粹，不過因為不很濃厚，所以看不出有黃綠的顏色，但是如果用鼻子去嗅起來，卻已經夠你難熬了。

方程式： $2\text{NaHSO}_4 + \text{CaCl}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaSO}_4 + 2\text{HCl}$



【實驗七一】 氯的漂白作用

取紅色的花瓣一張，綠葉一張和用墨筆寫的字紙一張，用水潤溼了投入上面捕集着氯的瓶子裏，大約經過幾小時以後，就可以看見那花瓣和綠葉已經變成了白色，而那張字紙卻還是一點沒有變化。

氯的最重要化合物是氯化氫。氯化氫是一種無色的氣體，比空氣約重四分之一倍，易溶於水，牠的水溶液就叫做鹽酸。鹽酸是工業上的一種重要藥品，如鞣革、製味精、染色以及金屬的提煉等都得到牠。

【實驗七二】 氯化氫的製法

在試驗管裏盛一藥匙的硫酸氫鈉（第五號）和二藥匙的氯化銨（第七號），在燭焰上加熱，就見管中有一種氣體發生。現在試用一張藍色的石蕊試紙（第十七號）潤溼了放在試管的口頭，就見那試紙不久就變成紅色，可見這種氣體是帶有酸性的。這是因為硫酸氫鈉中的氫和氯化銨中的氯化合了成爲氯化氫的緣故。



若照實驗六三的方法製成一試管的氫，使之和發生氯化氫的試管口相合起來，就見有一種白色的烟霧生成，這烟霧就是氯化銨。

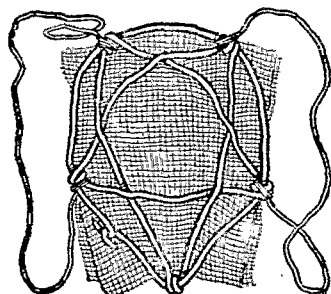


防禦綠氣的藥品最好是用硫代硫酸鈉（大蘇打）和碳酸鈉的混合物，但是在不得已時單用碳酸鈉也是有相當的效力的。

【實驗七三】 防毒口罩的製法

取二藥匙的硫代硫酸鈉（可向照相館中買到）和二藥匙的碳酸鈉（第二號）盛在試驗管中，注水半管，並加甘油六七滴，搖動使之溶解。然後另取消毒棉花一塊，約三英寸平方，浸在上面所製成的溶液中，待乾後（不必燥）襯以紗布裝入如圖所示的鉛絲罩上，就成一個很好的防毒口罩了。若是帶了這個口罩去呼吸氣，就不再具有濃烈的刺激臭味了。

方程式：
$$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{HCl}$$



防毒口罩



上面所說的硫代硫酸鈉若是買不到，可以改用二藥匙亞硫酸氫鈉（第三號）和四藥匙的碳酸鈉，也很有效。

因了氯的容易防禦，所以在將來的化學戰鬥中，氯已不能成爲主力的戰鬥員了。不過現在新式的毒劑，像光氣、雙光氣、芥子氣等，雖然比氯猛烈，但牠們的本身卻依舊是氯的化合物啊。

一一 碳

碳是我們最熟悉的一種元素，同時也是最難了解的一種元素。無論那一種生物，都含有碳，所以我們簡直可以把它稱爲生命的磚石。碳的化合物比任何元素爲多，據現在化學家所知，已有二十萬以上，超過全世界上已知化合物的半數。自然界天然存在的碳可以分爲三種：一種是金剛石，可以用以做裝飾品；一種是石墨，可以用以做鉛筆心；一種就是普通的無定形碳，如煤、炭等都是。

碳很容易和空氣中的氧相化合，化合時發光生熱，就所謂燃燒。因爲酒精、木材、石油和煤的主要成分是碳，所以這些都是有價值的燃料。

燃料燃燒的時候，大都生成二氧化碳和水，可以用下面的幾個實驗來證

【實驗七四】 燭脂燃燒後發生二氧化碳的試驗。

取五藥匙的石灰粉末，盛入玻璃杯中，注水半滿，用玻璃棒攪動三四分鐘。然後把這溶液靜止着。等所有的粉末全部沈澱後，就把上面澄清的液體倒在另一隻玻璃杯裏。這液體就是石灰水（氫氧化鈣）。

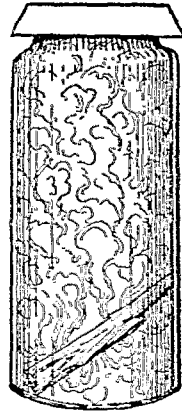
在面盆中央黏一個寸半長的洋燭頭，注水約高一半。把燭芯點着，用一個廣口的玻璃瓶來罩在上面。等燭焰熄滅以後，就把玻璃瓶從水中取出，用一片玻璃蓋住，直立在桌子上。然後把這瓶子上的玻璃掀開一些，使露出一條小縫，從這縫裏倒下一點石灰水去，再把玻璃蓋好，加以搖蕩，就見那石灰水漸漸變成了乳白色。這是因為二氧化碳遇石灰水，能變碳酸鈣，碳酸鈣是色白而不溶於水的物質，因此從這白色乳濁液的生成，可以鑑出二氧化碳的有無。

【實驗七五】 酒精燃燒後生成二氧化碳的試驗

在面盆的中央放一隻倒覆的小杯子，杯底上面注幾滴酒精，再在盆中加水到杯子的中部。然後把酒精點着，用一個空的廣口瓶子來罩在小杯外面。

等到火焰熄滅以後，照上一實驗的辦法，把空瓶子直立起來，倒下一點石灰水去，加以搖蕩。就見那石灰水也變成白色。這表示酒精燃燒後也發生二氧化碳氣體。

【實驗七六】 木材燃燒後生成二氧化碳的試驗



取細木條一小段，用火燃點旺盛後，投入一廣口瓶中，用厚紙板蓋好。待火焰熄滅後，取石灰水少些，倒在這個瓶子裏，加以搖蕩，就見那石灰水也變成白色。這實驗表示木材燃燒後也發生二氧化碳

氣體。

物質燃燒時不一定發生火焰，火焰是氣體物質燃燒時特有的現象。當蠟燭中的碳燃燒的時候，燭脂先起溶解，其次化成蒸氣，然後才和空氣中的氧相化合而發生火焰。

【實驗七七】 燭燃氣

取一個有長燭芯的洋燭頭，用火燃點，等到燃燒旺盛後，就把火焰吹熄，然後立即用一個燃着的火柴來放在燭芯上面一二分的地方，就見半空中發生了一個火焰，急速向下蔓延到燭芯上去。這個實驗表示發生火焰的不是燭脂，而是由燭脂化成的蒸氣。

【實驗七八】 火焰的構造——可燃氣體的製造廠

假使你對於燭焰加以仔細的觀察，你就可以很明顯地看見牠分成內中外三層。



內層，很暗，剛好圍在燭芯的四周。

中層，很明亮而帶黃色，這是火焰發光最強部分。

外層，透明或帶藍色，這是火焰溫度最高的部分。

火焰的內層中全是從燭芯發出的未燃氣體，熔解着的燭脂受毛細作用而向燭芯上昇，然後再受火焰的熱而化成蒸氣。用一點心，我們可以把這種氣體用一根短玻璃管導到外面來。

把玻璃管的一端恰好放在火焰中燭芯的上面，把另一端斜向上方。如果處理得法，將見玻璃管裏有白色的氣體噴出，可以用火燃點。

內層的温度是比較地低。如果你取一小粒的火柴梗插在一隻縫針的尖端，然後用鑷子夾住了縫針，把那粒火柴梗急速地放在火焰的內層中，你就可以發見那火柴梗經過好幾秒鐘還不會燃燒起來。

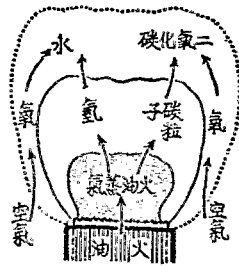
【實驗七九】 火焰的構造——煤氣的製造廠

火焰的中層含有温度昇高到白熱的碳粒子，所以能發強光。這種碳粒是由於內層可燃氣體因熱分解而生成的。

你如果用一個冷的金屬匙或一片玻璃來放在火焰的中層中，那末經過約一分鐘以後，你就可以看見那金屬匙或玻璃片上已罩上一層黑色煤炱了。這煤炱就是碳的一種形式。因為

冷的金屬匙能使火焰的温度降低，阻止了碳的完全燃燒。結果就產生了煤炱。煤炱在工業上的製造也和上面的方法相同，不過燃料改用天然燃氣，而冷卻是用有冷水通過的鐵質蛇管的。

火焰的外層含有碳粒子經完全燃燒後所生成的氣體。假使你把冷的金屬匙放在



火焰的外層中，你將覺得金屬匙的溫度增高得很快，而且沒有煤氣，即使有，也是比較地少。

火焰的溫度隨燃料而不同，在做實驗的時候，如果需要高熱，而找不到能發生高熱的燃料如酒精等，那末我們就可以用一個吹管來產生很高的溫度。在吹管焰中，不但是許多的物體會融解和氣化，而且能夠產生性質完全相反的兩種化學反應，即氧化和還原。差不多一切化學物質在吹管焰中都能受其影響而顯出某種特殊的變化，無論是一種物質或兩種物質合在一起。因此物質的成分往往可用這方法來決定的。下面的實驗必須耐心地實習一下因為在將來我們要利用吹管來做一些很有趣味的實驗哩。

【實驗八〇】 吹管的用法

吹管是一種長約二十厘米的銅質細管，較粗的一端，內徑約為三四毫米，較細的一

端，內徑約爲一毫米，離較細的一端約三、四厘米處，作九十度的彎曲。這種管子可以向銅作裏定製。

把吹管的尖端放在火焰的內層，適於燭芯的上方。然後向吹管的另一端吹氣。兩頰要平貼牙牀，不要脹滿，這樣，吹出來的氣流就可穩定舒徐，不致有時強時弱的弊病了。

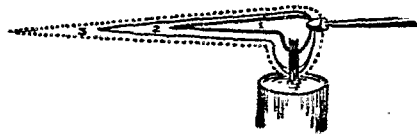
這時試注意火焰的形狀，並和附圖相參照。

木材、油類以及許多其他的燃料都含有氫和氧的化合物，當燃燒的時候，氫就和空氣中的氧相化合而成水。

【實驗八一】 火中取水

取一隻冷而乾燥的玻璃杯，把牠懸空地倒覆在一個燭火上面。約經過四五秒鐘後，就把杯子移開，你就可以見到杯子裏邊已凝結着無數的小水滴了。

因爲從火焰中產生的水都成爲氣體的狀態，水蒸汽是看不見的，要使牠可見，所以

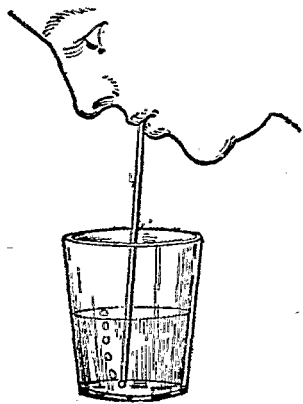


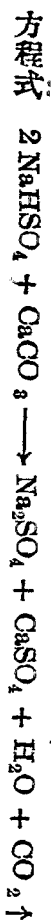
須用冷的東西使牠凝結起來。

呼吸也是一種燃燒。空氣中的氧吸入肺裏，就和我們吃進去的食物中的氫和碳相化合而發生熱，這熱使我們保持着一定的體溫。這正和蠟燭燃燒的時候一個樣子，結果就產生了水和二氧化碳。所以我們呼出來的氣體中就含着水和二氧化碳兩種物質。

【實驗八二】呼氣中含二氧化碳的試驗

如實驗七四，製取澄清的石灰水半玻璃杯。用一根玻璃管吹氣在石灰水中，你就可看見當氣泡不息地上昇時，石灰水就漸漸變成了乳白色，這就證明了呼氣中有二氧化碳存在。這種白色的物質就是碳酸鈣，如果你放下一兩藥匙的硫酸氫鈉（第五號）上去，就可再把二氧化碳逐出，而使溶液澄清起來。





當木材、煤以及其他相似的物質加熱以後，若是不使空氣或氧氣通過，那末牠們就決不會起燃燒，卻反會把牠們所含的氫，以及一部分的碳變成煤氣和焦油而驅逐出來，其中大部分的碳都成爲木炭或焦炭了。這種不通空氣的加熱稱爲「乾餾」。乾餾作成了許多工業的基礎，因爲用這方法，可以得到許多有價值的化學物品。

當煤像這樣地加熱的時候，可以得到煤氣、焦油和粗製的氨。煤氣可以用來點燈和供燃料；粗製的氨經提煉後可供洗滌、醫藥品及製人造冰、人造絲、橡皮、肥料等之用。焦油的用處更多，其中最重要的是製造煤焦油染料，此外如醫藥上的消毒劑如幾阿蘇油和石碳酸等，軍事上的爆炸物也可用這東西來作製造的原料。

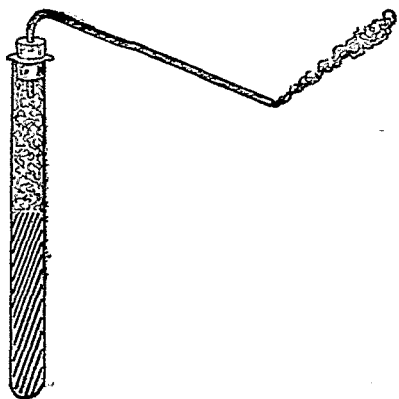
當木材像這樣地加熱的時候，也可以得到木燃氣、焦油和木醋酸、木醇以及其他有價值的產品。

【實驗八三】 煤的乾餾——製焦炭

取五六藥匙的軟煤放在試驗管裏，管口裝上導管及橡皮塞，用紙條把試管執住，在酒精燈上加熱。

加熱經幾分鐘後，你就可看見試管裏有煙霧發生出來。用一片玻璃或一隻瓷盆放在沖出來的煙霧上，就見有一種櫻黃色的液體凝集在玻片的表面。這櫻黃色的物質就是粗製的煤焦油。這煙霧經過淨煉，就成煤氣，所以你如果用火來燃點，就可以發見牠是會燃燒的。

當煙霧不再發生的時候，就停止加熱，待冷卻



後，把殘留的物質倒出來加以檢視，你就可以發現這物質就是焦炭。

【實驗八四】 木材乾餾——製木炭

取去頭的火柴梗十餘支，剪成小粒，盛入試管中，管口裝上導管及橡皮塞，放在酒精燈上加熱。

當烟霧發生的時候，試用潤溼了的藍色石蕊試紙（第十七號）放在烟霧中，就見試紙顯酸性反應而成紅色，可見這氣體中有酸類存在着。然後用火柴把烟霧燃點，經過相當的時候，你就可發見這烟霧是會燃燒的。

繼續加熱，直到不見有烟霧發生為止。待冷卻後把試管裏殘存的物質倒出來加以檢視，你就可發見這些黑色的物質就是木炭。這木炭實際就是純粹的碳了。

各種物質都以不同的溫度而着火燃燒（即和空中的氧起猛烈化合）。各種物質着火的溫度，通稱「着火點」。同一物質的着火點雖然一定，卻也要跟了物理的狀況（如氣壓等）而起變化。

【實驗八五】 着火點

取圓形的馬口鐵一片，在離中心約一時半處的圓周上，均勻地放置下列各種藥品，每堆相互間距離約為一時：軟煤粉末兩藥匙，硬煤粉末兩藥匙，木炭粉末兩藥匙，小新聞紙團一個，小棉料紙團一個，火柴梗一小段，安全火柴頭一個，硫黃華（第一號）兩藥匙，白糖兩藥匙。

用架子把這馬口鐵片擱起，下面中央放一盞酒精燈，使火焰直射在鐵片的中心，與各種藥品隔着相等的距離。

仔細檢視那一種物質最先着火，那一種物質最後着火。

一二 碳的化合物

在所有的生物質和所有用生物質造成的物質裏，都可以找到碳的化合物。你的食品，你的衣服，你自己的身體，大部分都是用碳的化合物造成的。

有許多含碳的化合物，其中的碳極容易成爲二氧化碳而解放出來。這種化合物叫做「碳酸鹽」。當碳酸鹽和酸類相遇，二氧化碳就成爲氣體而放出來了。

【實驗八六】 製造二氧化碳

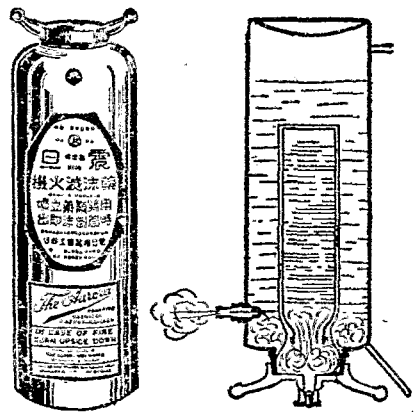
在試驗管裏盛入一藥匙的碳酸鈉（第二號），注水約高二厘米，加熱使之溶解。然後注入食醋少許，就見管中發生許多氣泡，像沸騰一樣。這些氣泡中的氣體就是二氧化碳，和荷蘭水中所發生的氣泡是一樣的。



【實驗八七】 二氧化碳能滅火

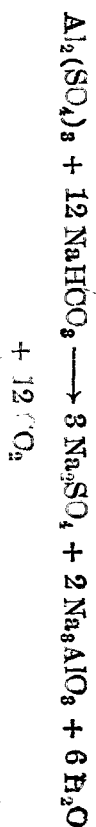
在一隻玻璃杯裏放一個短短的洋燭頭，使燃點後所生的火焰遠在杯口以下。然後在杯中洋燭頭旁邊放了一大湯匙研碎了洗滌碱的粉末，然後用濃醋一杯，慢慢地倒到杯子裏去，小心不要滴在燭上。這時就見杯子底邊發生無數氣泡，這些氣泡中的氣體也是二氧化碳，因為二氧化碳比空氣重，所以都積聚在洋燭頭的四周，等到二氧化碳增多到把火焰淹沒的時候，那火焰就立即熄滅了。

許多輕便的滅火機，都是利用二氧化碳的。其中所用的主要藥品是硫酸鋁和碳酸氫鈉（即小蘇打）。這兩種藥品是分別盛在兩隻容器裏的。等到應用的時候，只要把滅火機顛倒過來，那兩種藥品就混合在一起，而發生多量的二氧化碳氣體，可



以從一個尖嘴管噴射出去，使火焰熄滅。

方程式：

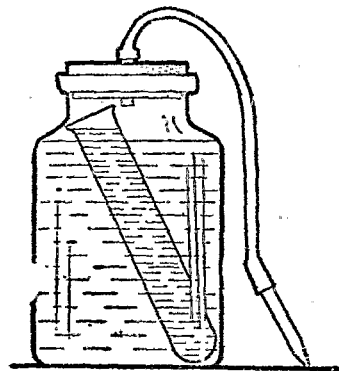


如欲實驗，可作如下圖的裝置，取廣口瓶一個，內盛普通的洗滌碱溶液，再用盛滿明礬溶液的試驗管一個，放入瓶內，試管口須在碱溶液的水平面以上。然後用一個插有玻璃管的木塞緊緊蓋在瓶口。玻璃管上再用橡皮管連接一個尖嘴管，這樣一架滅火機就成功了。若將瓶子倒置起來，就有碳酸氣和水同時噴出。

【實驗八八】 二氧化碳的酸性

在半試管的水中注入酚酞溶液（第十三號）一兩滴，加碳酸鈉（第二號）一小粒，溶液變成紅色。

然後取玻璃管一枝，插入試管中，用口吹氣，就見那溶液的顏色逐漸消褪，終於變成



無色。這足以證明二氧化碳氣（即呼出來的氣體）是帶酸性的。

【實驗八九】 試驗家用物品中的碳酸鹽

試驗下列的家用物品，檢查其中有無碳酸鹽。取欲試驗的物質四藥匙，盛入試管中，加硫酸氫鈉（第五號）三藥匙，注水少許。這時候如果有氣體發生（必要時並可在燭火上略加微熱），就可用下列方法試驗牠是否為二氧化碳。

例如取四藥匙的洗滌碱和三藥匙的硫酸氫鈉（第五號）盛入試管中，加水數滴。然後把導氣管和橡皮塞蓋上，把導氣管的另一端插入預先製就的澄清的石灰水中，使發生的氣體經過石灰水而逸出。如石灰水變成乳白色，就可證明這是二氧化碳氣體，而洗滌碱中是含有碳酸鹽的。

試照上邊所舉的例子，依次試驗洗滌碱、粉筆、牙粉、牙膏等物品中有無碳酸鹽存在。

因為燃料燃燒和動物呼吸都能產生二氧化碳，所以在我們四周的空氣中當然會有少量的二氧化碳。用下面的實驗很容易證明這個事實。

【實驗九〇】 空氣中的二氧化碳

在半玻璃杯的清水中，放入三藥匙的氧化鈣（石灰），用玻璃棒攪動數分鐘後，讓牠靜置着，使所有未溶解的氧化鈣完全沈澱。然後把上部的澄清溶液倒在一隻盆子裏，讓牠曝露在空氣中。要是你到下一天再去檢視一下，你就將看見溶液的表面已結成了一張白色的薄膜。

這白色的薄膜就是空氣中的二氧化碳和石灰水化合而成的碳酸鈣，牠的化學成分和石灰石一樣。普通用石灰水粉刷牆壁，最初並不很白，必須要經過好幾天才漸漸泛白，就是這個道理。

許多金屬的碳酸鹽都不溶於水，所以可以用一種可溶於水的碳酸鹽（如碳酸鈉）來使它從溶液中沈澱出來。

【實驗九一】 碳酸鎳

溶解一藥匙的硫酸鎳鉍（第九號）在半試管的水中。溶解一藥匙的碳酸鈉（第

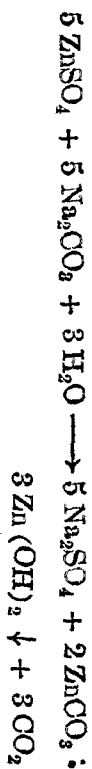
二號) 在四分之一試管的水中, 然後把碳酸鈉溶液慢慢地滴入硫酸鎳鈹溶液中, 就見有嫩綠色的沈澱生成。這嫩綠色的沈澱就是碳酸鎳。



【實驗九二】 碳酸鋅

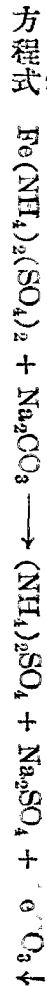
取半藥匙的鋅粉 (第八號) 和一藥匙的硫酸鎂鈹 (第五號), 盛入試驗管中, 注水半管, 加熱三四分鐘, 然後把這溶液濾過, 再盛入試管中。

再溶解一藥匙的碳酸鈉 (第二號) 在四分之一試管的水中, 然後把牠注入方才濾清了溶液中, 就見有一種乳白色的沈澱生成。這乳白色沈澱就是鹼性碳酸鋅。



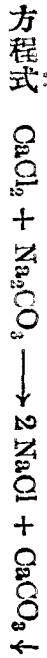
【實驗九三】 碳酸亞鐵

溶解一藥匙的硫酸亞鐵鉍（第十號）在半試管的水中。在這試管中注入碳酸鈉溶液少許，就見溶液中有青灰色的洗澱生成，這就是碳酸亞鐵。



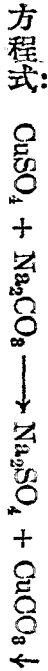
【實驗九四】 碳酸鈣

取一藥匙的氯化鈣（第十六號）溶解在半試管的水中。攪之使溶，然後滴幾點碳酸鈉溶液下去，就見試管中生成了­種白色的洗澱，這洗澱就是碳酸鈣。



【實驗九五】 碳酸銅

溶解一藥匙的硫酸銅（第十四號）在半試管的水中，然後加入碳酸鈉溶液數滴，就見試管中生成­種孔雀藍色洗澱，這洗澱就是碳酸銅。





一三 硫的氧化物和硫酸

硫對於化學家是一種很有用的元素。從硫可以製成硫酸，這硫酸是酸類中的「大亨」，許許多多的化學工業，都靠這硫酸來支撐的。在我們日常生活中應用的各種物品，差不多有百分之九十直接或間接地和硫酸發生關係。牠的最重要的用途有下列幾種：肥料、石油精煉、化學品、煤乾餾產品、鋼鐵及其他金屬的提煉、油漆和顏料、爆發物、織物以及人造絲等等。

硫盛產於意大利、墨西哥和日本等有火山的地方。此外在美國的路易細亞那也有重要的硫礦，採取時用高熱的水蒸氣通入地下，使硫黃因熱融化為液體，然後用唧筒從井中抽出。

【實驗九六】 硫的性質

在乾燥的試管中盛硫黃華（第一號）一藥匙，在火上慢慢加熱，最初牠溶解而成爲黑色的液體，其次化成蒸氣，而又凝集在試管的壁上。

再取硫黃華一藥匙，放在洋鐵皮上，用燭焰慢慢加熱，當硫黃燃着時，試小心地略嗅這氣體的氣息。

硫黃在試管中加熱，不會燃燒起來，因爲新鮮的空氣不容易進去，若是放在洋鐵皮上加熱，牠就和空氣中的氧相化合而成爲二氧化硫氣體。



【實驗九七】 彈性硫

在試驗管裏盛入五藥匙的硫黃華（第一號），放在酒精燈上加熱，待那硫黃全部溶解爲流動的液體時，就立即把液體倒在一杯冷水內。現在你若是倒去冷水把這些硫黃拿出來加以檢視，你就可發現牠已成爲像橡皮一樣的彈性物質了。

硫黃像碳一樣，有好幾種物理形態，彈性硫便是其中的一種，彈性硫造成後一二日，會依舊變成普通形狀的硫黃的。

硫黃和石灰混合了加水煮沸，就成石灰硫黃溶液，是園藝上的一種重要的殺菌藥水。

【實驗九八】 石灰硫黃溶液

取半藥匙的石灰和一藥匙的硫黃（第一號），盛入試管中，加水至管高三分之一，然後將其煮沸五、六分鐘，就得到一種澄清的黃色溶液。

這種溶液通稱石灰硫黃溶液，可作果樹的殺菌劑，在園藝上應用頗廣，實際需用時的配合分量是硫黃一百磅，石灰五十磅和清水一百加侖。

硫黃和氧化合了，就成二氧化硫。二氧化硫在常溫時為氣體，與水化合就成亞硫酸，所以二氧化硫又稱亞硫酸氣體。

【實驗九九】 硫和氧直接化合成二氧化硫

取硫黃華（第一號）一藥匙放在洋鐵皮上，用火柴燃點。待硫黃燃着後，你可以聞到一種難聞的氣息，這就是空氣中的氧和硫化合而成的二氧化硫。

【實驗一〇〇】 從硫和四氧化三鉛製二氧化硫

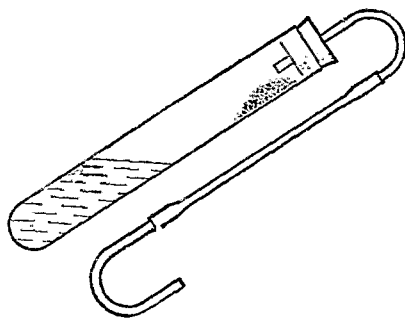
取四氧化三鉛（俗名黃丹，可向中國藥店購得，參看實驗七〇）半藥匙，硫黃華（第一號）半藥匙，混和了盛入試管中，放在燭焰上徐徐加熱，就見試管中發生一種白色的氣體，你可以從牠的氣息辨別出牠是二氧化硫。

在這個實驗中，是四氧化三鉛中的氧和硫黃相化合，所以我們可以說是硫黃還原了四氧化三鉛。



【實驗一〇一】 二氧化硫的另一製法

取硫酸氫鈉（第五號）五藥匙，盛入試管中，注水到管高的四分之一，然後把試管搖動，使硫酸氫鈉完全溶解。再取亞硫酸氫鈉（第三號）五藥匙，放在近試管口的壁上，使不與溶液相接觸。最後裝上導氣管，並把試管慢慢直立，使亞硫酸氫鈉逐漸掉入硫酸氫鈉溶液內，就立刻有多量的二氧化



硫氣體發生，可以接着做下一實驗。



【實驗一〇二】 怎样做亞硫酸。

在試管中注水半管，當上一實驗中的導氣管口有氣體發生時，就把導氣管的一端插入這個試管的管底。同時並用右手的拇指與食指將導氣管上的橡皮管捏緊，或開或放使導氣管中的氣體慢慢地成爲氣泡而上昇。待發生氣體的試管中的作用停止後，就把導氣管拿出，這時候盛水的試管中的液體，就變成了亞硫酸溶液，可以用藍色的石蕊試紙來試驗牠。



二氧化硫常用作漂白劑，尤其是對於容易被綠氣所損傷的物質。

【實驗一〇三】 二氧化硫的漂白作用

在一個廣口的玻璃瓶裏放了五藥匙的硫酸氫鈉（第五號），注水少些，搖動使之

溶解。再用五藥匙的亞硫酸氫鈉（第三號）撒在這溶液裏，就有多量的二氧化硫硫氣體發生。

然後急速用一朵紅色或藍色的潤濕了鮮花，（黃色的花大都不易漂白）投入瓶內，將瓶蓋上。經過一小時以後，那鮮花就會被漂成白色。

有些染色的布帛，也可以用這個方法漂白，但不是所有的染料都可以。並且用這個方法，所漂白色物質，若是久曝在空氣中，很容易變色，草帽用久了要泛黃色，就是這個緣故。

硫酸的製造包含着一種極複雜的化學反應，因為這酸不能用別的酸類來和硫酸鹽相作用而成，必須要用各成分元素化合起來的。

製造硫酸普通有兩種方法舊法叫做「鉛室法」這方法將二氧化硫通入鉛室，使和氧、過氧化氮以及水蒸氣等相接觸，而造成了硫酸。不過因為所用的水蒸氣必須過量，所以製成硫酸是很稀薄的。

最近製硫酸的方法叫做接觸法。那是先把硫化鐵礦石於空氣中煅燒而成為二氧化硫，然後將二氧化硫和氧混合了通過鉑石綿使生成三氧化硫氣體，最後再使三氧化硫和適量的水起作用而成為濃硫酸。

在一七四〇年，英國始有大規模的硫酸製造廠。常時的製法，是用硝酸鈉或硝酸鉀和硫黃混合加熱燃燒，然後將其所生的氣體溶解在水中。這樣製成的硫酸是稀硫酸。

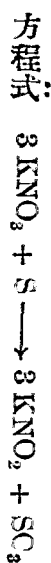
【實驗一〇四】 從硝酸鉀和硫製硫酸

在紙上混合半藥匙的硝酸鉀（第六號）和半藥匙的硫黃華（第一號），取此混合物的一半（不要太多，否則容易爆發），盛入乾燥的試管中。然後將試管放在酒精燈上加熱，就見試管中有一種白色的烟霧發生。待烟霧發生到半試管時，就將試管移開火焰，並即速用拇指把試管口蓋住。（若繼續加熱，就會生成紅棕色的二氧化氮。）

這樣地等待數分鐘，讓試管漸漸冷卻，然後小心地把鼻子湊近試管口一嗅，就可以

聞到一種尖銳的氣味，這就是三氧化硫

現在再在試管中注水到管高四分之一，搖動一二分鐘。試以藍色石蕊試紙（第七號）浸入這溶液中，就見試紙立即變成紅色，這證明牠是一種酸，就是稀硫酸。



【實驗一〇五】 製硫酸的簡便方法

取硫酸氫鈉（第五號）二藥匙，盛入乾燥的試管中，放在酒精燈上加熱。最初硫酸氫鈉因熱熔解，其次放出水成分成焦硫酸鈉，最後焦硫酸鈉再因高熱分解而成爲硫酸鈉，並放出三氧化硫，所以我們若是等有多量的白色烟霧發生後，速將試管離開火焰，把試管口用拇指蓋好，於冷卻後加水搖動，就可製成少量的稀硫酸。



十四 硫酸鹽和硫化物

硫酸鹽大都能溶解在水中，所以不能從牠們的溶液中使之沈澱下來。但是也有少數的硫酸鹽幾乎不溶於水，卻可以設法製得牠的沈澱。

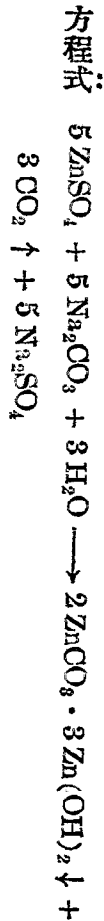
【實驗一〇六】 易溶於水的硫酸鋅

在試管中盛硫酸氫鈉（第五號）一藥匙，注水四分之一，再加入鋅粉（第八號）半藥匙，在酒精燈上加熱三四分鐘，溶液中就有硫酸鋅生成。不過因為硫酸鋅是能溶於水的，所以我們不能用肉眼看得出來。



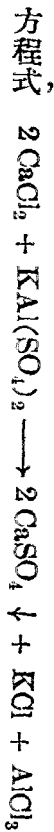
要證明這溶液中有硫酸鋅生成，可先將試管靜置三四分鐘，俟鋅粉沈澱在試管底邊後，就把上部的澄清液體，傾入另一試管中，加碳酸鈉（第二號）半藥匙，搖動片刻，就見試管中發生一種乳白色沈澱，同時發生二氧化碳氣，這就是由於硫酸鋅和碳酸鈉相

作用而成爲鹼性碳酸鋅的緣故。



【實驗一〇七】 難溶於水的硫酸鈣

溶解一藥匙的氯化鈣（第十六號）在四分之一試管的水中，更溶解一藥匙的明礬（硫酸鉀鋁）在四分之一試管的水中。現在你把這兩種溶液倒在一起，初時看不見什麼東西，但是你若使隔了半小時工夫再去看看，就見溶液中已有白色的沈澱生成，這就是難溶於水的硫酸鈣，也就是普通的石膏。



硫能和氫及許多金屬元素相化合而造成了一大羣不同的化合物，這種化合物就稱爲硫化物。

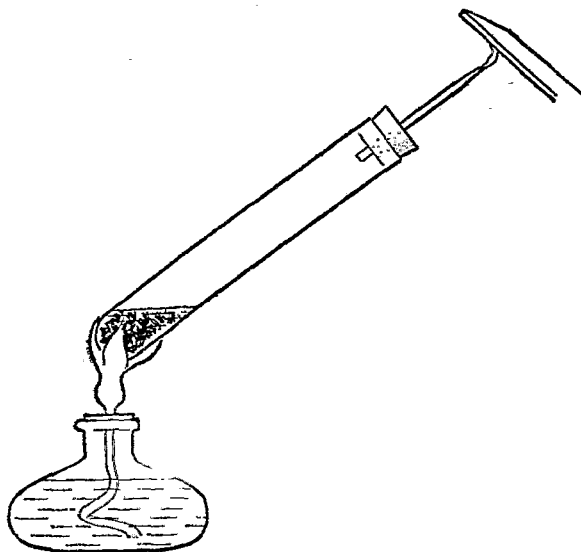
【實驗一〇八】 製硫化氫

從洋燭頭上切取燭蠟一片，厚約半厘米，盛入試管中，加硫黃華（第一號）五藥匙，放在酒精燈上加熱，不久你就聞到一種像壞蛋那樣的臭氣，這氣體便是硫化氫。

【實驗一〇九】 硫化氫的燃燒

在上一實驗發生硫化氫的試管口，加上導氣管及橡皮塞。當氣體迅速發生的時候，就用火焰來放在導管口，將其燃點，即見導管口有藍色的火焰發生。

硫化氫在空氣中燃燒以後，其中的硫和氫就和氧相化合而生成二氧化硫和水蒸汽，假使空氣的供給不足，那末只有氫和氧化合而成水，硫黃就被分離了出來。所以你如果用一片冷的玻璃來放在火焰中，就可以看到玻璃片上有一層



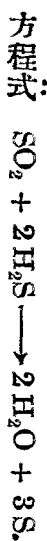
硫黃凝集在那裏。

方程式：



【實驗一一〇】 從硫化氫和二氧化硫製硫

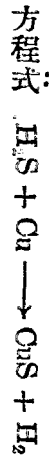
取二藥匙的亞硫酸氫鈉（第三號）和二藥匙的硫酸氫鈉（第五號）盛入試管中，注水數滴，管中就有二氧化硫發生。這時若再將上一實驗中的硫化氫氣體通入這個試管裏，就見管壁有一層硫黃在凝集起來。因為硫化氫和二氧化硫相遇就結合而成爲硫和水，火山區域附近的天然的硫礦，就是這樣生成的。



【實驗一一一】 硫化氫使金屬變黑

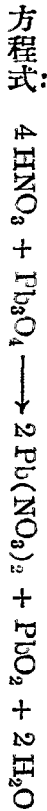
取銅元一枚，用砂皮擦去油污，潤溼了放在發生硫化氫的導氣管的口頭，不久就可見銅元上發生黑色的污點，這是由於硫化銅的生成。若用小銀幣試驗，也可以得到同樣

的結果，這是由於硫化銀的生成普通銀器之所以變黑，就由於空氣中含有少量的硫的化合物的緣故。



【實驗一一二】 硫化物試紙的製法

照實驗六〇所說的方法，在試驗管裏，製造硝酸少些，然後加入四氧化三鉛（即黃丹，見實驗七〇）二藥匙，在火焰上加熱五六分鐘，即得硝酸鉛的溶液把這溶液濾清了塗在能吸收水分的紙上，就成硫化物試紙。

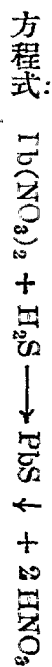


【實驗一一三】 硫化氫的檢查

取上一實驗製成的硫化物試紙一張，潤溼了放在發生硫化氫的導氣管的口頭，就見試紙立即變成黑色，這是由於有硫化鉛生成的緣故。要檢查硫化氫的存在用這個方

法是非常便利的。

不新鮮的雞蛋，捲心菜，以及臭乳腐等都含有硫化氫，也可用這種試紙來檢查。



【實驗一四】 硫化氫的酸性

在試管中盛藍色石蕊試紙（第十七號）一張，注水半管。然後將硫化氫氣體導入管內，使從水中發泡逸出。這樣經過數分鐘後，就見試紙漸漸變成了紅色，可證硫化氫是有微弱的酸性的，所以普通又稱為氫硫酸。

【實驗一五】 氯和硫化氫的反應

照實驗第七〇的方法製造氯，使之通入上一實驗中溶有硫化氫氣體的水中就見有一種沈澱發生。

氯和硫化氫相作用，生成了氯化氫和硫。硫是不溶於水的，所以就成為沈澱而析出。



空氣中有少量的硫化氫存在，有時候會使白色的油漆變成黑色。白色的油漆普通都含有碳酸鉛或氧化鋅，在油漆中含有鉛鹽的時候，就很容易變成黑色的硫化鉛。至於含氧化鋅的油漆卻不會變黑，所以在時常發生硫化氫的化學實驗室中，都是用含氧化鋅的油漆的。

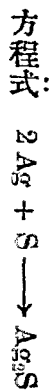
單體硫也能和大部分的金屬直接化合而成硫化物，實驗一就是硫和金屬直接化合的一例。所以銀器不但會被硫化氫所作用而變黑，就是受單體的硫的作用也能變異的。

【實驗一六】 硫化銀

用半藥匙的硫黃華（第一號）放在擦除油污的小銀幣上，用數層的蠟紙包裹，放置數日後，就見銀元上和硫黃接觸的地方，變成黑色，這就表示有硫化銀的生成。

橡皮中都含有硫黃，用幾根橡皮筋繞在一個擦除油污的小銀幣上，隔了幾天，那小銀幣也會變黑。

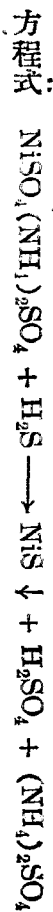
芥子中含硫很多，所以若是把芥子和水搗成泥漿，放在小銀幣上，差不多在幾小時內就使之變黑。



許多金屬的硫化物可以用硫化氫從牠們鹽類的溶液中沈澱下來。但是也有許多金屬的硫化物易溶於水，所以是看不見有沈澱的。

【實驗一一七】 硫化鎳

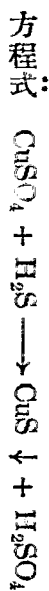
溶解一藥匙的硫酸鎳鉍（第九號）在四分之一試管的水中，然後將發生硫化氫氣體的導管通入，使發生出來的氣體經過硫酸鎳鉍溶液成爲氣泡而逃出。不上一兩分鐘後就見溶液中已生成多量的黑色的沈澱，這就是硫化鎳。



【實驗一一八】 硫化銅

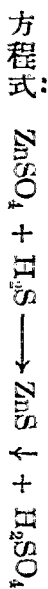
溶解兩藥匙的硫化銅（第十四號）在四分之一試管的水中，然後照上一實驗通

入硫化氫氣體，不久就見溶液中已生成濃厚的黑色沈澱，這就是硫化銅。



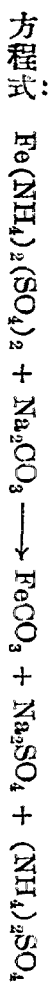
【實驗一一九】 硫化鋅

在試管中盛兩藥匙的硫酸氫鈉（第五號）和一藥匙的鋅粉（第八號），注水三分之一，放在酒精燈上加熱五、六分鐘，製成硫酸鋅溶液待稍冷後，將試管上部的澄清溶液注入另一試管中，然後通入硫化氫氣體。這次你所看到的沈澱是白色的，這就是硫化鋅。



【實驗一二〇】 硫化亞鐵

溶解一藥匙的硫酸亞鐵銨（第十號）在半試管的水中，再在這溶液中加入一藥匙的碳酸鈉（第二號），就有青灰色碳酸亞鐵生成。然後在這試管中通入硫化氫氣體，就見溶液全體變成黑色，這是因為硫化氫把碳酸亞鐵還原成黑色的硫化亞鐵的緣故。



十五 砂和玻璃

砂是一種元素，牠和氧化合了，就成爲矽土（石英、砂、燧石）和金屬化合物了。就成爲金屬的矽酸鹽（黏土、長石、雲母等）是造成地殼的最大成分。

最重要的人造矽酸鹽是玻璃和水泥。玻璃普通都是矽酸鈉和矽酸鈣的混合物。水玻璃（或稱可溶玻璃）是矽酸鈉，能够溶解在水中。水泥是用碳酸鈣（石灰石）和含矽的黏土混合加強熱而製成的。鈣和黏土中的矽土和鋁礬土相化合，就生成一種很特別的物質，把牠研成粉末，用水調和，就能够堅硬起來，和石子一樣。

黏土是矽土和氧化鋁與水的化合物。水使之有可塑性，所以不能把牠製成陶器和磚瓦。但是黏土經燃燒以後，其中化合着的水因熱蒸發，於是牠就得

到了永久的硬性了。

【實驗二二一】 矽酸

在試管中滴入矽酸鈉濃溶液（第十一號）約高一厘米，注水至管高四分之一，加微熱使之溶解。

在另一試管中盛四藥匙的硫酸氫鈉（第五號），注水至管高四分之一，搖動使之溶解。

然後將硫酸氫鈉溶液注入矽酸鈉溶液中，就見有一種像果醬一般的白色沈澱物生成，如果所用的分量準確，甚至可以見到全部都凝成固體。

這種沈澱物就是矽酸。請你保存起來做下一個實驗。



【實驗二二二】 二氧化矽

把上一實驗中所製成的矽酸，用玻璃棒撥出一些來放在洋鐵皮或金屬匙上，用酒

精燈加熱。加熱至三五分鐘後，矽酸即逐漸失去水分而成爲白色的固體。這固體物質砂是二氧化矽和純粹的砂或石英一樣。



【實驗一二三】 矽酸鈉（水玻璃）

在蠟紙上塗了一薄層矽酸鈉溶液（第十一號），讓牠乾燥，約十餘分鐘後，就見紙面上生成一層透明的薄膜，像玻璃一樣。

用矽酸鈉溶液當做膠水，把兩塊木片，或兩塊厚紙板黏合起來，待乾燥後，你將發現那兩塊木片或紙板已結合得非常牢固了。這是矽酸鈉最常見的用途。

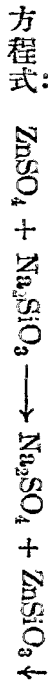
大部分金屬的矽酸鹽是不溶於水的。當一種可溶性的矽酸鹽放到一種金屬鹽類的溶液中時，牠們就成爲美麗的沈澱而出現了。

【實驗一二四】 矽酸鋅

取半藥匙的鋅粉（第八號）和三藥匙的硫酸氫鈉（第五號），盛入試管中，注水

三分之一，在酒精燈火焰上加熱四五分鐘，將鋅粉儘量溶解。待冷卻後，將多餘鋅粉除去，使成爲硫酸鋅的澄清溶液。

然後在硫酸鋅溶液中加入兩三滴的矽酸鈉溶液（第十一號），就見有白色的矽酸鋅沈澱生成。



【實驗一二五】 矽酸鋁

在試管中盛明礬粉末兩藥匙，注水至管高三分之一而止，搖動使之溶解。然後在試管中加入矽酸鈉溶液（第十一號）兩三滴，就見有白色矽酸鋁的沈澱生成。



【實驗一二六】 矽酸鎳

在試管中盛入兩藥匙的硫酸鎳銨（第九號），注水至管高三分之一而止，加熱二三分鐘，使之全部溶解。待冷卻後，在這試管中加入矽酸鈉溶液（等十一號）兩三滴，就

見有嫩綠色的矽酸鎳沈澱生成。



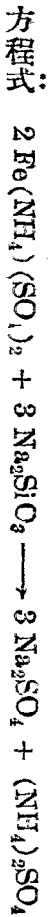
【實驗一二七】 矽酸亞鐵

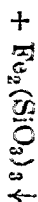
溶解兩藥匙的硫酸亞鐵銨（第十號）在三分之一試管的水中。在這試管中加入兩三滴的矽酸鈉溶液（第十一號），就見試管中有青灰色的沈澱生成。這沈澱就是矽酸亞鐵。



【實驗一二八】 矽酸鐵

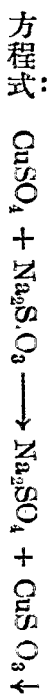
溶解兩藥匙的硫酸鐵銨（第十二號）在三分之一試管的水中。在這試管中加入兩三滴的矽酸鈉溶液（第十一號），就見試管中有紅棕色的沈澱生成。這沈澱就是矽酸鐵，試與矽酸亞鐵相比較。





【實驗一二九】 矽酸銅

溶解兩藥匙的硫酸銅（第十四號）在三分之一試管的水中。在這試管中加入兩三滴的矽酸鈉溶液（第十一號），就見試管中有藍色的沈澱生成，這沈澱就是矽酸銅。



【實驗一二〇】 矽酸鈣

在試管中盛入三藥匙的氯化鈣（第十六號），注水至管高三分之一而止。再在這試管中加入兩三滴的矽酸鈉溶液，就見有白色的矽酸鈣沈澱生成。



玻璃是數千年前腓尼基人發現的，這工業逐漸發達，到現在製玻璃的技術已是登峯造極，連直徑一百英寸的天文望遠鏡也造得出來了。

玻璃有好幾種，但通常都為矽酸鈉和矽酸鈣的混合物，有時還含有一點

矽酸鉛和矽酸鉀。製造玻璃的普通配方是一百分的石英砂，三十五分的碳酸鈉和十二分的氧化鈣，還有少量的硝酸鈉，是用以氧化攪入進去的有機物質的。

照以上分量配成的原料，先放在爐裏融熔，這所謂爐，或用黏土製成的罐子，放在火爐上面；或用耐火磚砌成的方鍋，直接和爐灶連在一起。原料放在赤熱的熔爐中，經二十四小時或以上，直至原料全部融熔，變成流質，並且不發生氣泡以後，纔可用以模造。

要作厚的板玻璃，先把融熔的玻璃傾在一隻平檯上，用金屬製的滾筒壓到相當的厚薄。然後把這壓成了的玻璃放在溫度可以調節的窖中冷煨，使其慢慢地冷卻下來。最後再用金剛砂或鐵紅粉磨光。

金屬網玻璃，已是常見的日用品。這是在壓製板玻璃的時候，預先把金屬

網嵌在裏面的。

窗玻璃雖然現在是用機器來製造了，然而從前卻完全是用手工的，工人用一個長的鐵管蘸了一些融熔的玻璃把牠吹成一個中空的大圓筒。待這圓筒略略硬固後，就把它一邊縱剖爲二，再送到密裏去慢慢加熱使之軟化而展成平貼的玻片。機器製造窗玻璃的方法和手工製的相同，不過關於蘸取玻璃液和吹氣等工作都借手於機械罷了。

玻璃瓶和其他相似的玻璃器皿，是把融熔的玻璃放在模型中，用人工或壓縮空氣來吹成的。在近代製瓶機器中，各項工作都係自動，所以出品的速率非常巨大。

顏色玻璃是在融熔的玻璃中混入少量的金屬氧化物或鹽類而製成的，藍色玻璃加鈷或銅的氧化物。鉻和鐵會使玻璃呈綠色。紅或寶石色的玻璃是

加氯化金而製成的。琥珀色玻璃是加少量的焦炭或煤或其他有機物質而製成的。

凡是用玻璃製成的物品，無例外地須慢慢地冷卻而成，這方法通稱冷煨。假使把玻璃驟然冷卻，那末那外面的一層先行凝固，裏面卻還是呈流質的狀態。在這樣的情形下，製成的玻璃就發生大裂痕，不很堅固，一遇打擊或溫度的變遷就容易破碎。要使玻璃沒有裂痕，就得把製成的器皿，乘熱送入溫室或窖中，使之非常緩慢地冷卻下來。冷卻的時間從幾小時到幾星期或幾月不等，那是要看玻璃的厚薄和成分而定了。

特別的玻璃很多，例如常見的車光玻璃，要比普通玻璃光亮。這是在原料未融熔前加入氧化鉛而製成的。這種玻璃適於做裝飾品和光學鏡片，因其質地較為脆弱，故可用機器雕刻車光。

此外還有一種能耐高熱的玻璃，也是常見的。這種玻璃幾乎是用純純的石英砂來製成的，牠的熔點很高，所以能耐高溫。用這種玻璃製成的物品，遇冷不縮，遇熱不脹，所以通常用爲實驗儀器如試管、燒瓶等。

【實驗一三二】 玻璃的製造

在洋鐵皮或金屬匙中盛矽酸鈉溶液（第十一號）一滴，用極少量的石灰（不能超過 $\frac{1}{2}$ 藥匙）調和均勻，然後用吹管將其加熱。最初這混合物膨脹而現白色，但經繼續加熱後，牠就變成一粒堅硬透明像玻璃樣的物質了。

在作化學實驗的時候，時常要把玻璃切斷或彎曲，所以對於這種技術，在我們的少年化學實驗者是非常需要的。

【實驗一三三】 怎樣切斷玻璃管

用一把三角銼，在玻璃管上要切斷的地方銼上一條痕，這銼痕約占玻璃管圓周的三

分之一。然後把玻璃管提起來用拇指與食指執住，使銼痕適在兩手的食指中間，再將拇指的指爪抵住銼痕的另一側，用力一折，玻璃管就可應手而斷。如果折斷的地方蜂稜太多，你就可以把牠放在酒精燈上加熱片刻，使尖削的部分因融熔而變為光滑。

【實驗一三三】 怎樣彎曲玻璃管

把玻璃管上要彎曲的地方，放在酒精燈上加熱。加熱的時候必須要把玻璃管徐徐旋動，使各部分受到均勻的熱；又火焰最好要闊一些，使受熱的部分增大，彎曲後可以成功一個大圓弧，不是成功一隻尖角，這樣試管就比較受用，不易破裂。當玻璃赤熱後，即行軟化，可借牠本身的重力作用，讓牠自己彎曲起來，不必過分用力，以防彎曲過度。

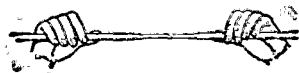
【實驗一三四】 怎樣做一個尖嘴管

當你要燃燒少量的氣體時，用一個尖嘴管就比較便利不少。因為出口一大，致發生



的氣體來不及供給，是不容易燃燒起來的。

要作一個尖嘴管，可用五六吋長的玻璃管，把牠離一端約二吋長的地方放在酒精燈火焰上加熱，徐徐旋動，使各部分受到均勻的熱，當玻璃軟化時，小心用兩手執住兩端，把牠慢慢拉長，於是玻璃的受熱部分越拉越細，終至像絲線般地斷裂了。待冷卻後，把太細的部分用銼刀截痕折去，你就可以得到一長一短的兩根尖嘴管了。如果你做實驗一三一時沒有吹管，那末把較長的尖嘴管彎曲了，也可以代用的。



一六 硼砂珠和焰色試驗

把一宗物質的樣品放在一個化學家的面前，經過「分析」，他能够告訴你這物質中含着些什麼成分。我們不是常常在報紙上見到「本藥經某某機關化驗，證明並無毒質」等的廣告嗎？其中的所謂化驗，就是我們在這里所謂的分析。那末化學家用怎樣的方法來分析一種物質呢？這回答已經涉及專門的學問了。但是簡單的說來，無非是利用各種物質相互間的變化，而從這種不同的變化中推斷出來的。譬如實驗第九十到九五，就表示碳酸鈉與各種金屬化合物所起的反應，反應的結果，各不相同。含鎳的化合物產生嫩綠色沈澱，含鋅的化合物產生乳白色沈澱，含鉅鐵的化合物產生青灰色沈澱，含鈣的化合物產生白色沈澱，含銅的化合物產生孔雀藍色沈澱，從這種不同的反應，我們

不就能推定所分析的物質含着些什麼金屬嗎？當然實際上做起化學分析來，並不像這樣的容易，因為所分析的樣品也許和碳酸鈉不起作用，也許其中不只含一種金屬，這里不過是讓讀者對於分析化學的內容有一個粗略的概念罷了。

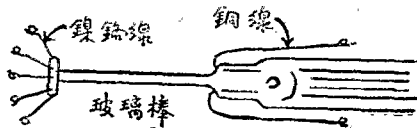
我在這里介紹給少年諸君去實驗的是兩個比較簡易的分析方法，而且也只限於某幾種金屬的檢驗，一個叫做硼砂珠試驗，一個叫做焰色試驗。

硼砂即硼酸鈉，是一種白色的結晶粉末，加熱時即失去其水分而膨脹成爲海棉狀的物質，再加高熱，則又熔融而成爲無色透明的黏稠性液體，冷卻後和玻璃一樣，稱爲硼砂珠。然而我們若是用金屬的氧化物，或能變爲氧化物的金屬鹽來和硼砂一同加熱，結果卻能使燒成的硼砂珠，由其所含金屬的不同，而現出各種不同的顏色。

作礮砂珠試驗有一必要的工具，那就是鉑絲（白金絲）。不過鉑絲的價錢很貴，若是單單爲了做這個實驗而特地去買起來，似乎也太不值得。最容易得到的代替品，是鍍鉻絲，你可以從舊電燈泡裏去拆下來。在電燈泡裏，不是有幾根銀白色的金屬線，像傘骨子一樣地張出來鉤着那條燈絲的麼？這些銀白色的金屬線就是鍍鉻線。（拆取的時候，須要讓插嵌鍍鉻絲的那根玻璃棒連在上面，不可拆斷。）

【實驗一三五】 礮砂珠

在一張清潔的白紙上，倒了一藥匙的礮酸鈉（第十五號），移置在伸手可及的地方。然後拿起連着玻璃棒的鍍鉻線來，潤溼其頂端彎成圈形的部分，蘸取礮酸鈉少些，放在酒精燈火焰中加熱，就見牠立刻膨脹而成爲白色多孔的物質，若是繼續加熱，牠就會逐漸縮小，終至成爲無色透明的小珠。如果你嫌這礮砂珠太小，你只要再去蘸一些礮酸



鈉在上面，重行放在酒精燈的火焰中加熱，直至全部再熔融而成爲較大的硼砂珠爲止。

【實驗一三六】 鐵硼砂珠

取一藥匙新鮮的硼酸鈉（第十五號），倒在一張清潔的白紙上。在這硼酸鈉中再混入硫酸鐵銨（第十五號）少許。然後用鎳鉻線蘸取這混合物放在酒精燈的火焰中加熱，這次就得到了一種黃色的硼砂珠，由於其中有鐵存在的緣故。

【實驗一三七】 鎳硼砂珠

鎳使硼砂珠現棕色。取少量的硫酸鎳銨（第九號）和一藥匙的硼酸鈉（第十五號）相混，用這混合物照前述的方法加熱，就可以造成一個棕色的鎳硼砂珠。

【實驗一三八】 銅硼砂珠

取少量的硫酸銅（第十四號）和一藥匙的硼酸鈉（第十五號）相混。用這混合物來照前述的方法加熱，可以造成一個藍綠色的硼砂珠，這是由於其中含着銅的緣故。有許多金屬及其鹽類都能給火焰以特別的顏色。這種性質常常被利用。

來作為檢驗化合物中金屬的一個方法。

【實驗一三九】 鈉的焰色試驗

把鎳鉻線洗乾淨了放在酒精燈火焰上加熱數分鐘，至火焰不因鎳鉻線而改變顏色為度。然後把鎳鉻線的一端潤溼了，蘸取亞硫酸氫鈉（第三號）少許放在酒精燈的火焰中燃燒，就見火焰發出黃色的光。這黃色光便是鈉燃燒時所發出的特有的顏色。

再用鎳鉻線蘸取食鹽少許作同樣實驗，試推測食鹽中含着那一種金屬。

【實驗一四〇】 鉀的焰色試驗

把鎳鉻線照上述的方法在火焰中洗淨，使之不影響於火焰的顏色。然後把牠蘸取硝酸鉀（第六號）少許，放在酒精燈的火焰中燃燒，就見火焰變成紫色。如果你隔了一張藍色的玻璃紙（用來包糖果的）去觀看，看起來就可更其清楚了。使火焰變紫色，便是鉀鹽類的特性。

【實驗一四一】 銅的焰色試驗

把你的鎳鉻線在火焰中洗淨了，使不再令火焰變色。然後用水將鎳鉻線的一端潤溼了，蘸取硫酸銅（第十四號）少許，放在酒精燈的火焰中加熱，即見火焰呈現綠色，這焰色就是銅鹽類的特性。

【實驗一四二】 鋅的焰色試驗

再把你的鎳鉻線洗淨，蘸取鋅粉（第八號）少許，作同樣的試驗，就見火焰變成藍綠色。這藍綠色便是鋅所特有的焰色。

【實驗一四三】 鈣的焰色試驗

在把鎳鉻線洗淨後，蘸取氯化鈣（第十六號）少許，作同樣的試驗。這次你得到的火焰是黃紅色。這黃紅色就是鈣的焰色的特性。

一七 硼及其化合物

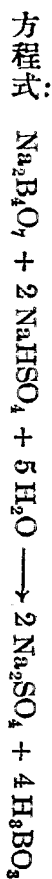
硼有兩種形態，一種是黃色的結晶，一種是棕色的非結晶質粉末，在天然界大都成爲硼砂而存在。硼的本身沒有重要的商業價值，但是他的化合物硼酸和硼砂卻有廣大的用途。

硼酸是一種白色的結晶粉末，水溶液呈弱酸性，在工業上用以作陶器釉藥、精製水泥、食物防腐劑、人造寶石、鞣革、冶金等之用，在醫藥上往往用以作洗滌藥。

【實驗一四四】 硼酸的製法

取硼酸鈉（第十五號）二藥匙盛入試管中，注水三分之一試管，加熱使之全部溶解。此時若用紅色的石蕊試紙（第十七號）投入這溶液中，試紙即變成藍色。

次取硫酸氫鈉（第五號）半藥匙，加入這溶液中，震盪使之溶解，即見這試紙的藍色漸漸消淡，其次再取微量硫酸氫鈉分數次加入，至試紙再現紅色爲止。這時的溶液中就有多量的硼酸存在了，因爲硫酸氫鈉和硼酸鈉的水溶液相作用，即成硼酸和硫酸鈉。



【實驗一四五】 硼酸的特性

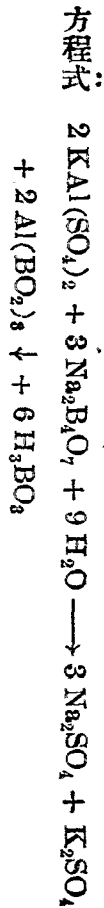
取半藥匙的硼酸鈉（第十五號）和半藥匙的硫酸氫鈉（第五號）混和了放在一隻銅湯匙或小酒盅裏，然後注下少許的酒精，用火點着，就見那酒精上發出綠色的火焰。這是檢驗硼酸的一個最簡便的方法。

若是你單用硼酸鈉來實驗，就不會看到那綠色的火焰了。

硼砂即硼酸鈉，又稱四硼酸鈉，也是一種白色的粉末，呈弱鹼性，可用作洗濯劑。硼的鹽類大都不溶於水，所以可以從硼酸鈉的溶液中沈澱出來。

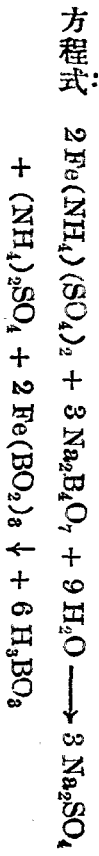
【實驗一四六】 偏硼酸鋁

取二藥匙的明礬（硫酸鉀鋁）溶在四分之一試管的水中。在另一試管中也盛水占管高的四分之一，溶入硼酸鈉（第十五號）兩藥匙。然後把兩試管倒在一起，就見溶液中有乳白色的沈澱生成，這就是偏硼酸鋁。



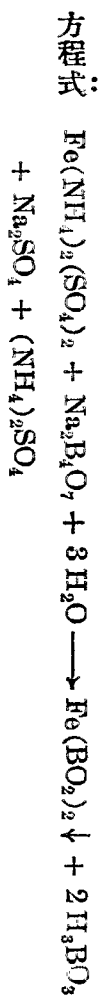
【實驗一四七】 偏硼酸鐵

在試管中盛水四分之一，加入硫酸鐵銨（第十二號）兩藥匙，製成溶液，在另一試管中也盛水四分之一，加入硼酸鈉（第十五號）兩藥匙，製成溶液，然後把兩試管中的溶液倒在一起，就見溶液中有棕黃色的沈澱生成，這就是偏硼酸鐵。



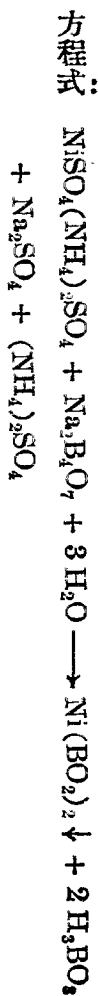
【實驗一四八】 偏硼酸亞鐵

製成偏硼酸亞鐵的方法，和製成硼酸鐵的方法一樣，只要用一藥匙的硫酸亞鐵銨（第十號）來代替硫酸鐵銨就行了。偏硼酸亞鐵是一種青灰色的沈澱。



【實驗一四九】 偏硼酸鎳

在試管中盛入硫酸鎳銨（第九號）兩藥匙，加水至管高四分之一為止。硫酸鎳銨不易溶解於冷水中，欲製成溶液，須在酒精燈上加熱數分鐘。在另一試管中盛硼酸鈉（第十五號）兩藥匙，注水至管高四分之一為止。俟硼酸鈉全部溶解後，就把硫酸鎳銨溶液注入硼酸鈉溶液中。即見有嫩綠色的沈澱生成，這就是偏硼酸鎳。



【實驗一五〇】 偏硼酸鋅

用一藥匙的鋅粉（第八號）和兩藥匙的硫酸氫鈉（第五號）放在試驗管中，加水到管高四分之一爲止，把試管放在酒精燈上加熱四五分鐘，使鋅粉儘量溶解。然後把多餘的鋅粉除去，就成硫酸鋅溶液。

其次在另一試管中用兩藥匙的硼酸鈉製成四分之一試管的溶液，再把硫酸鋅溶液倒下去，你就可得到偏硼酸鋅的白色沈澱。



【實驗一五一】 偏硼酸鈣

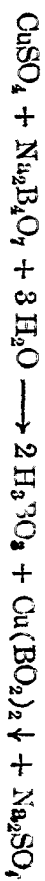
用兩藥匙的氯化鈣（第十六號）製成四分之一試管的溶液。在另一試管中用兩藥匙的硼酸鈉也製成四分之一試管的溶液。然後把兩試管中的溶液倒在一起，就見有白色的偏硼酸鈣沈澱生成。



【實驗一五二】 偏硼酸銅

在試管中盛入兩藥匙的硫酸銅（第十四號）加水四分之一，用酒精燈加熱，使之全部溶解。在另一試管中，再用兩藥匙 硼酸鈉（第十五號）製成四分之一試管的溶液，而把硫酸銅溶液注入硼酸鈉溶液中，即有美麗的藍綠色的沈澱生成，這就是偏硼酸銅

方程式：



一八 氫氧化物

當金屬的氧化物和水相化合的時候，就有一種氫氧化物生成。我們最熟悉的例子就是消石灰。石灰是一種金屬氧化物，牠的成分是氧化鈣，氧化鈣遇了水，就起化學作用而生成氫氧化鈣——即消石灰。

許多的金屬氧化物不能和水直接化合，但是若在金屬鹽類中加入些氫氧化鈉，卻往往能生成該金屬的氫氧化物。

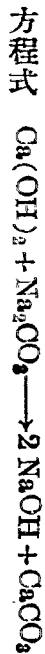
讓我們先來製備一點氫氧化鈉，然後用牠來沈澱出其他的氫氧化物來罷。

【實驗一五三】 氫氧化鈉

盛兩藥匙的石灰和二藥匙的碳酸鈉（第二號）在試管中，注水半試管，放在酒精

燈上煮沸三四分鐘，小心不要讓試管中的液體湧到外面來。

當溶液冷卻液體中的固體物質沈積管底後，試把管中的液體蘸一點在手指上，你只要用兩個手指來摩擦一下，就會覺得有一種滑潤的感覺，和蘸過肥皂水的一樣。這溶液中就含着氫氧化鈉。把這溶液中的固體物質濾出來，製成澄清溶液，就可做以下的實驗。



【實驗一五四】 氫氧化鋁

在三分之一試管的水中溶解一藥匙的硫酸鉀鋁（明礬），然後在這溶液中滴入上一實驗中製就的氫氧化鈉數滴，就見有一種白色的沈澱產生，這沈澱就是氫氧化鋁。



【實驗一五五】 氫氧化鐵

在三分之一試管的水中，溶解一藥匙的硫酸鐵銨（第十二號），然後加入氫氧化

鈉溶液數滴，就見其中立即有紅棕色的洗澱生成。這洗澱就是氫氧化鐵，其成分和鐵鏽相似，常用以製油漆。



【實驗一五六】 氫氧化亞鐵

溶解一藥匙的硫酸亞鐵銨（第十號）在三分之一試管的水中，再加入氫氧化鈉溶液數滴，溶液中就立即生成一種青灰色的洗澱，這就是氫氧化亞鐵和以前製成的碳酸亞鐵的洗澱相似。



【實驗一五七】 氫氧化鎳

溶解一藥匙的硫酸鎳銨（第九號）在三分之一試管的水中，必要時可把牠放在酒精燈上加熱片刻，使之全部溶解。然後在這溶液中加入氫氧化鈉溶液數滴就見其中

生成一種嫩綠色的沈澱，這沈澱就是氫氧化鎳。



【實驗一五八】 氫氧化銅

取硫酸銅（第十四號）一藥匙，溶解在三分之一試管的水中，然後加入氫氧化鈉溶液數滴，就見有一種孔雀藍色的沈澱生成，這沈澱就是氫氧化銅。

假使把含有氫氧化銅的溶液加熱，那末這些沈澱會漸漸起化學變化而呈黑色。這是因為氫氧化銅失去水分而成爲黑色的一氧化銅的緣故。



【實驗一五九】 氫氧化鋅

在試管中盛鋅粉（第八號）半藥匙，硫酸氫鈉（第五號）半藥匙，注水三分之一，放在酒精燈的火焰上加熱三四分鐘，使鋅儘量溶解。待冷卻後，把上部的澄清溶液倒入另一試管並加入氫氧化鈉溶液數滴，就見溶液中有白色的沈澱生成，這就是氫氧化鋅。



【實驗一六〇】 氫氧化鈣

在三分之一試管的水中溶解氯化鈣（第十六號）兩藥匙，然後加入氫氧化鈉溶液數滴，就見溶液中有白色的沈澱生成；這沈澱就是氫氧化鈣，和普通的消石灰成分相同。



一九 織物與染料

織物的纖維可以分成兩大類。植物性纖維如棉、麻等大都由纖維素（是一種有機化合物的名稱）而成，極容易受酸類所侵蝕。動物纖維如蠶絲、羊毛等大都由含氮的化合物而成，對於酸類作用無甚影響，但極易受鹼類所侵蝕。我們對於各種織物，只要用手來摸摸，用肉眼來看看，就能說出這是絲織品，這是棉織品。然而對於各種纖維的混合織物，卻就不能得到正確的判斷了。要鑑別織物的最精確的成分，就只有用化學試驗。

【實驗一六一】 燃燒試驗

動物纖維如絲、毛等，燃燒起來作用很緩慢，發生一種所謂「焦毛臭」，如毛髮燒焦時所生的臭氣一樣，燃燒停止後就結成圓形的小顆粒的碳。

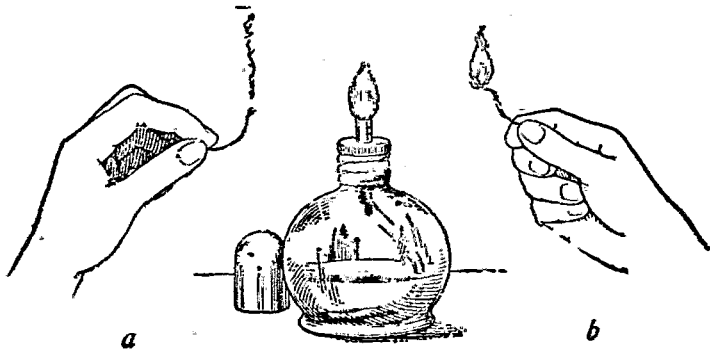
植物纖維如棉、麻等，燃燒起來作用很猛烈，所生的氣味不觸鼻，只和燃紙一樣；燃燒停止後剩下一條白色的灰，質脆弱容易碎成粉末。

把各種織物的經緯線分解開來，用火燃點，仔細觀察其結果。這是鑑別織物最簡單的方法。我們應該把牠當爲常識而記住的。

【實驗一六二】鹼類試驗

羊毛和天然絲可以放在氫氧化鈉溶液中煮沸而溶解之，棉、麻和人造絲卻不受氫氧化鈉所影響。

用一藥匙的石灰和兩藥匙的碳酸鈉（第二號），盛在試管的水中加熱煮沸五、六分鐘製成氫氧化鈉溶液，並除去沈澱，然後在這溶液中投入毛絲織物一小片，再煮沸數分鐘，觀察纖維所受到的影響。若織物的纖維



爲毛棉的混合物，那末其中的毛纖維就會溶解掉，而只剩棉纖維留了下來。

【實驗一六三】 麻的試驗

溶解半藥匙的硫酸氫鈉（第五號）在半試管的水中。在這溶液中投入麻纖維一小片，煮沸數分鐘。然後把麻纖維取出，洗淨，曬乾。

其次把纖維物邊緣的經緯線拉散，使之露出纖維，再用甘油（即洋蜜）一滴把纖維的一角潤溼了，用吸水紙壓乾，現在你試把牠放在黑色的物體上看，就見那麻纖維已變得像透明的樣子。若是麻纖維中雜有他種纖維，那末牠們還照舊是不透明的。

各種纖維中大都含有脂肪質及蠟等雜質，故纖維在染色以前，必須先把這種雜質除去，否則就有礙於染色的牢固與均勻，這種除去雜質的工作，通稱爲精煉。精煉的方法，大都是把纖維物放在鹼性物質如碳酸鈉、肥皂等溶液中煎煮若干時。我們要做以下的各種染色試驗，就必須要注意到這一點。在染色的時候，先把染料溶解在水裏（別的溶劑不常用），然後把欲染的織物浸入溶

液中，一般的染色法都是如此。

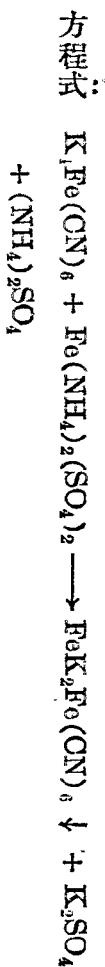
許多染料都能直接與布帛的纖維相結合，這樣所成的色質，有些是不溶於水的，因此雖然洗滌也不容易脫色；有些卻能溶於水，因此黏附得並不牢固，只要經過洗滌就會褪色。

還有許多色質須藉金屬的媒染劑的幫助，以染着於纖維。所謂媒染劑是一種金屬的鹽類，牠既能和纖維相結合，又能和染料相結合。鉛、鐵、錫等的鹽類或氫氧化物是最常用的媒染劑。染色時先把織物浸入媒染劑的溶液中，使媒染劑與纖維作化學的結合，然後再把牠浸入染料的溶液中，使染料再與媒染劑結合，而造成一種牢固的顏色。

同樣的染料，若用不同的媒染劑，往往可以染成各種不同的顏色。市上常見的印花織物，就是應用這個方法染成的。

【實驗一六四】 染淺藍色

用兩藥匙的亞鐵氰化鉀（第四號）溶在四分之一試管的水中。剪取一英寸長半英寸闊的布帛一條，放在亞鐵氰化鉀溶液中加熱煮沸兩三分鐘。然後取出曬至乾燥。其次再預備另一種溶液，取二藥匙的硫酸亞鐵銨（第十號）溶在四分之一試管的水中，然後把曬乾了的布帛投入，加熱煮沸，布帛就被染成淺藍色了。



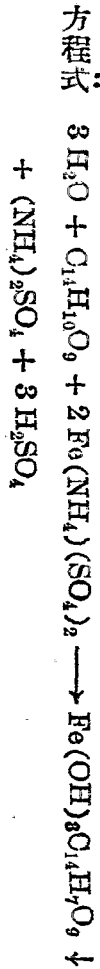
【實驗一六五】 染深藍色

用兩藥匙的亞鐵氰化鉀（第四號）溶解在四分之一試管的水中。取一小片的布帛，用亞鐵氰化鉀溶液浸透，曬乾，再用兩藥匙的硫酸鐵銨（第十二號）溶解在四分之一試管的水中。然後把曬乾的布帛浸入此溶液中，即生成普魯士藍，而使布帛染成深藍色。



【實驗一六六】 染黑色

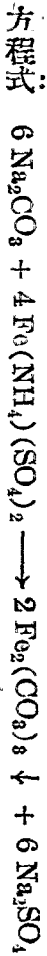
泡濃茶（如用五倍子更佳）一杯，倒一些在試驗管裏。再用一小片的絲織品浸在裏面，加熱煮沸後取出曬乾。再用硫酸鐵銨（第十二號）兩藥匙溶解在四分之一試管的水中，並把綢片投入，再加煮沸，就可使之染成黑色。（因為茶葉中含有少量的鞣酸，結果生成黑色的鞣酸鐵，所泡的茶愈濃，所染的顏色也愈黑。）



【實驗一六七】 染棕黃色

用兩藥匙的碳酸鈉（第二號）製備四分之一試管的溶液。用一小片的布帛在製得的溶液中浸透，再把牠取出曬乾。

然後用兩藥匙的硫酸鐵銨（第十二號）溶在四分之一試管的水中，將曬乾的布帛投入，即被染成棕黃色。





【實驗一六八】 用媒染劑染色

用兩藥匙的明礬溶在四分之一試管的水中，然後取白色的絲織品一小方，放入明礬溶液煎煮十餘分鐘，然後放在熱的地方烘乾。

再用四藥匙蘇木（中國藥店有售）盛入半試管的水中加熱煮沸四、五分鐘後，將其濃溶液倒入另一試管中，加碳酸鈉（第二號）半藥匙，使溶液變成紫紅色。

待那一方絲織品十分乾燥後，就把牠和另一白色毛織物一同浸入紫紅色的蘇木溶液中，煮沸十餘分鐘。

當你把那絲織品取出曬乾的時候，你就將見那一方織物已染着有顏色，那浸漬過明礬溶液的織物，顯然要比未浸漬過的織物深些。

把各種的有機物質和硫共熱，在有鹼類存在的時候，可以產生一種有機色質。這種色質通稱為硫化染料，往往用於棉織品的染色。

【實驗一六九】 棕黑色硫化染料

用一藥匙的硫黃華（第一號），一藥匙的碳酸鈉（第二號）和三四滴的甘油（即洋蜜），盛在乾燥的試驗管中，於酒精燈的火焰上加熱三四分鐘。

待試管冷卻後，注水少許，搖動使之溶解，就見這液體呈棕黑色，染色力很強。

天然染料中如藍靛、茜素、蘇木、梔子、沒食子、胭脂等，似前曾經在染料工業上占着重要的地位，自從柏金氏發明自煤焦油製染料的方法後，人造染料層出不窮，到了現在差不多已把天然染料完全淘汰了。

二〇 澱粉和糖

澱粉和糖是我們每天必見的兩種物質，牠們在植物中如何造成，在人體內如何消化，關於這些有趣的化學反應，我們倒實在有一加考察的必要。

植物最初從空氣中吸收了二氧化碳和水。這些化合物藉了日光的作用，就在植物的小工廠細胞裏被造成了澱粉，再由澱粉變成了糖。我們吃了植物的果實或其他的部分，我們身體中的細胞就又把牠們轉變成二氧化碳和水。二氧化碳由呼氣中排出，再找機會跑到植物裏去，這樣就成了一個不息的循環。

當然植物果實中大量的澱粉是被當作食物而消費了的，但是還有少量的澱粉卻用以供別種的用途。

實際上，一切的植物和蔬菜都含有澱粉，不過在甘藷、麥、玉蜀黍和穀等中，卻含得最多。

【實驗一七〇】從甘藷製澱粉

取生甘藷兩三片，把牠們搗至爛透，放在玻璃杯中，加水半杯，將其攪拌成粥糜狀。

其次，把這杯粥糜狀物倒在粗麻布上濾過，使所有的渣滓都被截留在麻布上。在所得的濾液中再加入多量的水，用玻璃棒攪動，然後任其靜置若干時。這樣你就可在杯底見到一層白色的澱粉沈澱。現在你只要把杯子上部的清水倒去，就可以得到差不多是純粹的澱粉了。

【實驗一七一】從玉蜀黍製澱粉

取生的玉蜀黍種子十餘顆，放在乳鉢中和水磨細，使成糊狀。然後再和水少些，將其放在粗麻布上濾過，以除去其種皮等雜質。把所得的濾液，放在玻璃杯中，加水至半滿，並用玻璃棒攪動數分鐘，然後任其沈澱。

澱粉的商業製造方法，也大致如是；不過所用器械都經特別設計，因此工作更為簡單而迅速。

【實驗一七二】 從麵粉製澱粉

取三四茶匙的麵粉，放在盆子裏，加水少些，用雙手團成膠韌的粉球。然後把這粉球納入一布袋中，放在一小盆的水裏搓捏，即見有白色的澱粉從麵粉中分離出來，沈澱於水底。等到最後，布袋裏只剩下一團韌而不黏的麩質（即麵筋）了。

澱粉不溶於冷水，但在熱水中則能脹大而成爲糊。

【實驗一七三】 怎樣製澱粉糊

要溶解澱粉，須先略加冷水少許，將其儘量攪勻，即所謂調漿，然後再用沸水沖入，並加熱數分鐘。照這樣的方法，可製成極膩滑的澱粉糊。如果你不用冷水調漿，而逕行沖入沸水或加入多量的冷水而再行煮沸，結果就會凝成小塊，而不能夠得到勻淨膩滑的澱粉糊了。

【實驗一七四】澱粉的組成

取三藥匙的澱粉，放在一個乾淨的試管中，在燭火上加熱。試注意加熱時所發生的蒸汽，有的再冷凝在試管壁上，有的就從試管口逸出。澱粉的顏色最初變成棕色，最後變成黑色的炭粒。從此我們可以知道澱粉是由水和碳所組成的。這化合物極像糖，不過其中所含元素的比例不同一點罷了。



糊精可由加熱澱粉製成。牠能溶解在冷水中，而成為一種極佳的膠水，有甜味。衣服用澱粉上了漿，就可硬挺，這是一個最普遍的經驗。當澱粉經熨斗燙過後，即變成糊精，使織物的表面發生光澤。

【實驗一七五】製糊精

取四、五藥匙乾燥的澱粉，盛入乾燥的試管中，在燭火上徐徐加熱（不要加熱太劇，否則結果將和前一實驗相同）。最初澱粉中放出水蒸汽。於是澱粉變成棕色，而發出一

種像焦麵包似的氣味。這時立即停止加熱，把管中的物質倒出來檢視一下。這物質就是糊精。

【實驗一七六】 糊精糊

取前一實驗所製得的糊精，研成細末，加冷水數滴，即見牠能溶解於冷水而成糊狀，和澱粉不同。把這糊精糊塗在紙上，可當膠水用。郵票背後的膠質物就是用糊精製成的。在澱粉溶液中和以稀酸，可製成葡萄糖。葡萄糖是一種有甜味的物質，在廉價的糖果中用以代替蔗糖。

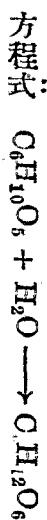
【實驗一七七】 製葡萄糖

取十藥匙的澱粉和三藥匙的硫酸氫鈉（第五號），置入試管中，加水至約占全管二分之一而止。把這試管放在火焰上徐徐加熱，並隨時將管內的混合物用玻璃棒攪動，直至沸騰。待沸騰後繼續煮沸十分鐘或十分鐘以上。

另取碘酒（如果自己家裏沒有，可向附近醫院裏去討）少許，用酒精沖淡至呈茶

黃色，作為檢查澱粉的試液。因為澱粉溶液遇碘，就能轉呈青紫色。

然後取二、三滴煮沸之澱粉和硫酸氫鈉的混合液加入澱粉試液一、二滴，如果當時的混合液變成青紫色，這證明其中還沒有葡萄糖生成，還須繼續加熱。如果沒有變色，那就可證明其中已有葡萄糖生成了。不過在檢驗之前須將混合液冷卻，因為若使是熱的溶液，那末即使混合液中還有澱粉存在，也不會發生反應。如檢得有葡萄糖生成後，試將混合液傾入淺盆中徐徐冷卻之，葡萄糖就可結晶而出。



含有澱粉的食物，一吃到我們的肚子裏，就給胃所消化，把牠變成了葡萄糖。這個反應，可以用下邊的實驗來證明牠。

【實驗一七八】我們怎樣使澱粉變成葡萄糖

在試管中盛五、六藥匙的澱粉，和水數滴，攪成漿狀，然後加沸水至管高的四分之三，而止，再繼續加熱數分鐘。

其次設法集取唾液約四分之一試管。在必要時可咀嚼酸味的食物，以促起唾腺的分泌。再在此試管中加入澱粉溶液至占管高的二分之一而止。將此試管放在溫開水中保溫若干分鐘，使之發生變化。（注意：切不可用火直接加熱，因其溫度不能昇至比體溫相差過遠。）

隔了相當的時間，就取出唾液與澱粉的混合液若干滴，俟其冷卻後，用碘酒來檢驗。其中有無澱粉的存在，也就是是否已有葡萄糖生成。大概最初檢驗時，其反應為青紫色，其次為紅棕色，最後即不再變色。這證明其中的澱粉已完全變成葡萄糖了。

這個簡單的反應，實是我們消化食物的最顯明的例子。

蔗糖是用甘蔗或甜菜來製成的。甘蔗在我國福建廣東等處出產很多，所以閩廣的糖是很出名的。

製糖時先把甘蔗的莖切斷，榨取汁液，然後加入石灰乳，以除淨其中所含的雜質，再將其在低壓力下加熱蒸發，使之結晶而出。這樣蒸發所得的結晶中，

尚雜有蜜質，須將其除去，始成粗糖，尚須加以精製，才可以供給市場的需要。

用甜菜製糖的方法也大致和上述的方法相同，如果諸君能够找得到甜菜的話，不妨照下述方法來試製一些粗糖。

【實驗一七九】製糖

取甜菜一棵，去莖葉存根，切成小片，放在乳鉢中研爛和水少許，榨取汁液，並把汁液濾過。現在你試把這濾液嘗嘗看，就可感得有甜味，把這液體放在小鍋子裏徐徐煮沸，使水分蒸發，就可製成稠厚的糖漿。如果這糖漿夠稠厚，那末在陰冷的地方放置若干時，就可以生成糖的結晶。

糖是碳和水的化合物。若把糖加熱，就可逐出糖中的水份。若是逐出一部份的水，就成焦糖，若是逐出全部的水，就只剩碳了。

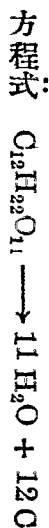
【實驗一八〇】製焦糖

取十藥匙的白糖，放在洋鐵匙裏，在火上徐徐加熱，就見白糖熔融而放出水蒸氣。不久糖的顏色變棕，你可以嗅得出焦糖的香味。這時可把這洋鐵匙離開火焰，因為焦糖已經生成了。

在工業上，焦糖都用澱粉製成，這是先把澱粉製成了葡萄糖，再把葡萄糖製成焦糖的。焦糖普通被用作糖果的調味料；也被用為醬油、醋以及各種飲料的着色劑。

【實驗一八一】 從蔗糖製碳

再取白糖十藥匙，放在洋鐵匙裏，這次用火加強熱，直至只剩下一些黑色的物質。這物質就是碳，因為糖經加熱後，就分解而放出水蒸氣，所以只剩碳了。



二二 電化學

電化學在工業的應用上可以分爲兩大類。第一類把電流當作熱源，利用這熱以促起所需的化學反應。電爐的應用就包括了這一類電化學的整個領域。

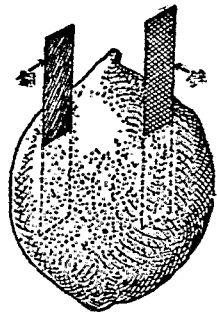
第二類是利用電流通過溶液或融熔的化合物時，能將其分解的性質。包含在這一類的反應中的，有電池、電鍍及電解等。

現在讓我們先把簡單的電池的作用來討論一下罷。諸位大都知道，每當一化學反應發生的時候，往往有熱放出。熱是能的一種形式，電也是能的一種形式，因此在某種化學反應中，能發生電流，是一樁毫不足異的事情。例如我們若是把一片銅和一片鋅放在酸類的溶液中，就可以發生電流。這原理的最簡

單的例證，便是檸檬電池。

【實驗一八二】 檸檬電池

取檸檬（或用柑子亦可）一隻，紫銅片及鋅片（用白鉛皮亦可）各一條，長約八厘米，寬約一厘米。把牠們照左圖的樣子插入檸檬中，就成一個簡單的電池。試用舌尖同時接觸這銅片和鋅片，就發生一種酸味的感覺。又，諸位家裏如果備有無線電話的聽筒，你就可用聽筒的兩個插頭來接觸那電池的兩極，你將聽見聽筒中發出悉率悉率的聲音。這都表示其中有電流在通過。



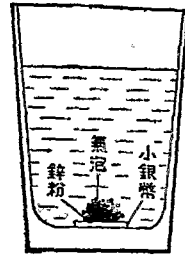
同時鋅片上的鋅一經溶入於檸檬酸後，即帶陰電而成爲陰極。因此當鋅片和銅片用導線連接後，就有電流從銅片發出，流向鋅片。

當然檸檬電池的壽命是不久的，而所生的電流也微弱得很，但是牠很足以說明簡

檸檬中含有檸檬酸，牠和鋅片相作用而生成檸檬酸鋅。此時檸檬酸中放出帶陽電的氫原子，這種氫原子跑到銅片附近，就將其陽電荷給與銅片，使之成爲電池的陽極。

單電池的原理，所以我們不妨依舊去實驗一下。

【實驗一八三】 銀和鋅造成的小電池



溶解二藥匙的硫酸氫鈉（第五號）在四分之三試管的水中。把這溶液傾入小杯中，杯內投入小銀幣一枚，這時候並不見有什麼作用發生，因為銀是不受酸類所侵蝕的。現在試再用鋅粉（第八號）少許，投入溶液中，使之與銀幣相接觸。這時，你就可看見銀幣下立即發生許多的氣泡。這是由於銅和銀在酸類溶液中造成一個小電池的緣故。

【實驗一八四】 銅和鋅造成的小電池

重作上一實驗，但用銅元代銀幣，其次照樣用鋅粉（第八號）少許，投入溶液中，使之與銅元相接觸。這時銅元上也會有氣泡發生。

【實驗一八五】 鐵和鋅造成的小電池

再作前一實驗，但用一鐵釘代銅元。這次在未加鋅粉（第八號）以前，也不發生作

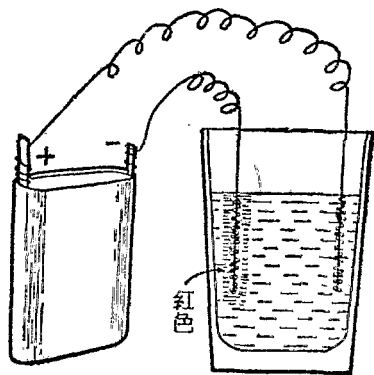
用，但既加以後，則作用甚劇。

當電流在某種鹽類中通過時，就能將鹽類分解，而造成其他的化合物。這種反應在許多的工業操作上都在大規模地利用。例如氫氧化鈉（即燒鹼）就藉食鹽的電解來製成的。電流通過鹽水就將其分解而生成氫氧化鈉、氫和氯。

【實驗一八六】 硝酸鉀的電解

溶解三藥匙的硝酸鉀（第六號）在四分之一試管的水中，加入酚酞溶液（第十三號）一兩滴。

再預備良好的乾電池兩三個。（如果買得到扁電池最為合算，因為扁電池價值比較便宜，只消一角錢一個而且牠的電壓較高，只須買一個就夠了。若有現成的裝着三個電池的手電筒，那自然更好，立即可以利用，當然連扁電池也不用買了。）把牠們陰極對陽極，陽極對



陰極地用銅線連結起來。再用兩根較長的銅線分別結在電池的兩極。最後把這根銅線浸在硝酸鉀溶液裏，就見陰極的銅線附近的水溶液變成紅色，這就表示其中已有鹼類生成了。這鹼類的生成是由於鉀和溶液中的水相作用而生成氫氧化鉀的緣故。

【實驗一八七】 氯化銨的電解

溶解三藥匙的氯化銨（第七號）在四分之一試管的水中。用前一實驗所用的乾電池，將其通電分解。待通電約四五分鐘後，加入一小滴的酚酞溶液（第十三號）就見溶液變成紅色，這也證明了其中已有鹼類生成。

【實驗一八八】 乾電池的檢驗

你也許有許多的用舊了的乾電池，可是你不知道那幾隻已完全無用，那幾隻尙勉強可用，那就不妨用下述的簡單方法來檢驗一下。

溶解二藥匙的食鹽（氯化鈉）在半杯子的水中。然後在電池的兩極分別連結銅線兩根，而把牠們浸入食鹽的水溶液中。這時如果銅線上有氣泡發生，那就表示其中有

電流通過，電流的強度就以發生氣泡的多少為斷。

【實驗一八九】 電極指示紙

在四分之一試管的水中，加入酚酞溶液（第十三號）二滴。把這溶液傾注在一張白色的吸墨水紙上曬乾。再用三藥匙的硝酸鉀溶解在四分之一試管的水中，把這溶液也傾注在吸有酚酞溶液的吸墨紙上，待曬乾後，把牠剪成條狀。

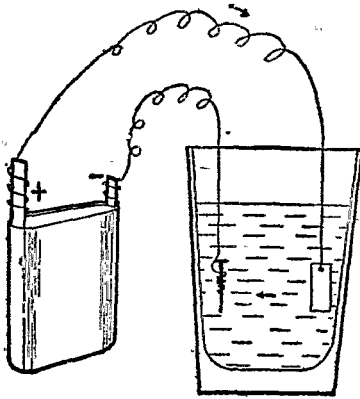
這指示紙在應用的時候，先用水打溼，把連結於兩極的導線分別與紙面接觸，相距約一厘米至二厘米。這時候連結於陰極的導線與紙面接觸的地方，就因生成鹼類而變成紅色。

所謂電鍍就是將某種金屬藉電流的作用而鍍在另一種金屬的表面。關於電鍍的方法和化學作用，我們最好以鍍銅於鐵釘這例子來說明。第一我們得預備一些硫酸銅溶液，然後把釘子連結在電池的陰極，把一條紫銅片連結在電池的陽極。最後再把那連結在電池上的鐵釘和銅片沒入硫酸銅溶液中，

於是電解作用就開始了。電流一般都想像為自陽極流向陰極的，因此牠一定從連結在陽極上的銅片而跑到硫酸銅溶液中，使之分解而生成帶陽電的銅（即銅游子）和帶陰電的硫酸根（即硫酸根游子）。陽性的銅游子被陰極的鐵釘所吸引，其電性即行中和，於是就在鐵上成爲尋常的銅而積聚了起來。陰性的硫酸根游子被銅所吸引，就將銅溶解，以補足溶液中所減少的銅質。現在就讓我們來試做這個實驗罷。

【實驗一九〇】 鍍銅

溶解六藥匙的硫酸銅（第十四號）在小半杯的水中。用一根長約半尺的銅線，把一條紫銅片連結在電池的陽極，另用同樣長的一條銅線把一隻洗淨了的沒有鐵鏽的鐵釘連結在電池的陰極。（注意：凡是欲鍍的物件，必須洗刷得乾乾淨淨，不能有一些兒



的油脂。最好先把牠放在碳酸鈉溶液裏煮沸若干時，然後再用清水沖洗乾淨。洗刷時最好用牙刷。勿用手指。又釘上如有鐵銹，必須用刀刮去。然後把銅片和鐵釘一同浸入硫酸銅溶液中。

經過了五、六分鐘以後，你就可以見到那鐵釘漸漸變成紅色，這就是鍍上去的銅。而一方面那銅片卻在逐漸消耗，以補足溶液中的銅質。當釘子鍍得相當厚的時候，就把它拿出來，加以仔細的檢視。

【實驗一九一】 鍍鎳

溶解六藥匙的硫酸鎳鉍（第九號）在小半杯的水中。在電池的陽極用銅線連接一個鎳幣，在電池的陰極用銅線連接一條銅片或鐵釘（都須洗淨，並且不能有銹，否則鍍不上去）。然後把這鎳幣和銅片或鐵釘等浸入溶液中，不久你就可見到陰極上的物品已經鍍上一層鎳了。

【實驗一九二】 電流方向的試驗

把兩根銅線分別結連在電池的兩極。然後預備六藥匙的硫酸鎳鉍（第九號）用半杯子的水溶成溶液。把兩銅線的一端一同浸入溶液中，不久即見在陰極的銅線上已鍍着鎳了。

現在把連結在電池上的兩根銅絲掉換一個位置，把鍍鎳的銅線結在陽極，把另一銅線結在陰極。然後把牠們再浸入硫酸鎳鉍溶液中，不久就見陽極銅線上的鎳逐漸消失，而陰極銅線上卻又發現鎳的薄層。這實驗表示電流在溶液中從陽極流向陰極，而金屬是跟着電流方向跑的。

【實驗一九三】 用電流鍍刻銅版

取紫銅片一條，鍍上一層洋蠟燭油，用一隻尖銳的釘子在蠟上寫幾個字，務須深及銅片。然後把這銅片用銅線來連結在電池的陽極。（結線地方的蠟質也應該刮去。）另用洗淨或磨擦光亮的鐵釘一隻，連結在電池的陰極。然後把銅片和鐵釘一同浸入以前用剩的硫酸銅溶液中，這樣銅片上的字跡就逐漸加深，而鐵釘的外面就有銅質附着。經過相當的時間，把銅片取出，加熱將蠟溶去，就見銅片上現出很顯明的字跡。

有些活潑的金屬元素，能把別的金屬元素從其鹽類的溶液中驅逐出來，而自己去替代了。牠這作用叫做取代，也是一種電解作用。

【實驗一九四】不用電池鍍銅

溶解兩藥匙的硫酸銅（第十四號）在二分之一試管的水中。用擦亮的鐵釘一隻，洗入管底，不久就見釘上也能鍍上一層銅質。

【實驗一九五】不用電池鍍鎳

在試管中盛入四藥匙的硫酸鎳鉍（第九號），注水到管高的四分之三，加熱使之溶解。另取擦亮的銅元一枚，和白鉛皮（即鐵鍍鋅）一條，疊置杯底。然後將硫酸鎳鉍的熱溶液傾入，把銅元及白鉛皮浸沒。以後用玻璃棒時時將溶液攪動，隔了約十餘分鐘後，就見銅元上已鍍着一層鎳了。

家用銀器上的黑色硫化銀，可以藉電解作用將其除去，這就是市上所售擦銀粉的基本原理。這種擦銀粉是用鋁或鋅來做成的，因為鋁或鋅能從銀鹽

中取代銀。

當鉛和銀與氯化鈉（食鹽）或碳酸鈉共同存在的時候，鉛帶陰電，銀帶陽電，於是就有一種微弱的電流從鉛經過溶液而向銀流去。這樣就把硫化銀變成了原來的銀。

【實驗一九六】 銀器的電解清洗

取一沾有黑色的硫化銀的銀器（必要時可用硫化氫氣體與銀器相作用而臨時造成）把銀器放在鉛鍋中，注水將其覆被。加適量的食鹽，約每升一茶匙。把鉛鍋的水加熱至沸騰，銀器上的黑污即可除去。銀器清洗後，鉛鍋反被浸蝕，所以煮沸的時間不可太久，而一經煮沸後，就須把銀器取出。如果找得到用舊了的破鉛鍋，那就只要再把它放在一隻大的琺瑯質面盆裏加熱也是一樣的。

二二 化學魔術

化學根本就是一種魔術，試看現代化學家把植物纖維變成人造絲，把烏黑的煤變成五顏六色的染料，無中生有地創造成以前人從未見過的物品，如賽璐珞、電木等，這不是魔術是什麼呢？

因此，我覺得凡是一切顯著的化學反應，而不為一般人所熟悉的，都可以當作魔術來表演。下面所舉的幾則，不過是經過一番設計，使表演起來更為便利罷了。

表演魔術時，總有一段開場白，這對於演出的效果，有着不少的幫助。不過這種開場白的資料，最好須臨時編造，不能刻板，因此這裏都一概省去。

【實驗一九七】 手指上的火花

手指上黏錳粉（第八號）少些，把牠彈在燭火上，燭火上就能發出許多美麗的藍色火花。若用硫酸銅（第十四號）的粉末代替錳粉，就能發生綠色的火花。

【實驗一九八】 死光

在一隻小碟子裏，放了半湯匙的食鹽，再注入酒精少許，讓牠把食鹽儘量溶解。待酒精蒸發至半乾時，用火將其燃點，就發生一種黃色的火焰，若是人的面孔和手靠近這火焰，將見膚色和死人一樣。要得最好的效果，這魔術必須在暗室裏舉行。

【實驗一九九】 指環的祕密

用紗線一條浸在明礬的濃溶液中，取出曬乾，然後再浸入明礬溶液中，反覆若干次。當紗線乾燥時，外觀和普通的紗線無異。在這線上縛了一個不很重的指環，把牠懸掛



起來，用火燃點，即見紗線頃刻燃為灰燼，但是這灰燼卻非但不斷，連指環都沒有掉下，還是照原樣地懸掛在空中。原來那紗線是的確燃去了，但明礬卻是不能燃燒的，因此依舊成爲一個空心的管子，包在灰燼的外面，維繫這指環的就是這明礬的管子。

【實驗二〇〇】 棉花不怕火

用六分的酒精和二分之一的水混合在一起。次取藥水棉花一小塊，浸透了這混合液，然後把牠插在一根金屬棒上，用火燃點，棉花即着火而燃。但當所有的酒精都燃去以後，棉花上因爲有水分的緣故，所以就不能再燃燒了。這一套魔術說明了以後，雖然覺得沒有多大的意思，可是對於不知道其中的奧妙的人，卻具有不少的魔力的。

【實驗二〇一】 血污的手

演這個魔術須用一個助手。你告訴他，他的手上全是血污。於事前，先在助手的手掌中塗上些酚酞溶液，另外預備了一盆清水和一塊肥皂。臨時你叫他伸手到水盆裏去用肥皂一擦，酚酞就變成紅色，和真的血一樣。

【實驗二〇二】 魔術的文身

有許多野蠻人的身上都刺着花紋，叫做文身。在水手中也流行在手或臂上刺着花紋。要是你也喜歡紋身，不妨照下面的方法來試一試。用一支乾淨的毛筆，蘸了亞鐵氰化鉀（第四號）的濃溶液，在皮膚上畫了一些花紋，乾後看不出有什麼異樣。表演時只要用一塊棉花蘸了些硫酸鐵鉍（第十二號）的溶液，在畫花紋的皮膚上一搽，所畫的花紋就立刻顯露了出來，顏色是青的和真的文身一樣。

【實驗二〇三】 魔術的指紋

在一張白紙上塗了些硫酸鐵鉍（第十二號）的濃溶液，放在太陽裏曬乾。然後用白色吸墨水紙一張，浸透亞鐵氰化鉀（第四號）的濃溶液，俟其略乾而還很潮溼的時候，請你的朋友用手指來在這吸墨水紙上一搽，再同時在以前預備好的白紙上一搽，紙上就顯出一個明顯的指紋。

【實驗二〇四】 化學砲

取花露水一瓶，一個中盛以醋半瓶，然後用碳酸鈉（第二號）四藥匙置入瓶中，同時用軟木塞蓋住瓶口；不久瓶中發生多量的碳酸氣，那個瓶塞就會乒的一聲彈了開去。這實驗可以反覆若干次，至瓶中不生氣泡為止。

【實驗二〇五】 雞蛋入瓶

取雞蛋一個，放在一杯食醋中，浸漬二十四小時，那雞蛋的殼就會慢慢變軟而有彈性，如果沒有軟，那就是由於食醋中所含的醋酸太少的緣故，可以另取一杯新鮮的食醋，把雞蛋放在裏面再浸二十四小時。然後取玻璃瓶一個，瓶口須比雞蛋略小，再用燃着的紙片投入瓶中，把瓶中的空氣趕走，同時使軟殼的雞蛋直立瓶口，就見那雞蛋被壓入瓶內。隔了一兩天，那雞蛋的殼又逐漸變硬，使人猜不出是怎樣放進去的。

【實驗二〇六】 魔術的書寫

製備下列三種溶液：

第一種，用一藥匙的亞鐵氰化鉀（第四號）溶解在三分之一試管的水中。

第二種，用半粒的阿斯匹靈藥片溶解在三分之一試管的水中。

第三種，用茶葉二十餘片，盛在三分之一試管的水中，煎成濃溶液。

再取白紙三小條，第一條浸以第一種溶液，第二條浸以第二種溶液，第三條浸以第三種溶液。在每次浸漬的時候，須將手指洗淨，以防沾染。將浸過的紙條放在太陽裏晒乾，一方面再用二藥匙的硫酸鐵鉍（第十二號）溶解在三分之一試管的水中。待紙條完全乾燥後，就用新鋼筆尖蘸取硫酸鐵鉍溶液，分別在三種紙條上寫字，即見紙上的字顯出不同的顏色。

【實驗二〇七】 三色文字

照上一實驗，先製成同樣的三種溶液，用毛筆蘸取上列溶液，先後在同一張白紙上交互地畫成相並的條紋，須使相並的兩條互相密接。待紙張乾燥後，就用上一實驗所用的硫酸鐵鉍溶液在紙上寫字，就見所寫的文字由三種顏色所成，非常美觀。

【實驗二〇八】 魔術墨水

取試管三個，各注水至管高三分之一而止，管上標明1、2、3等號碼。

在第一試管中投入茶葉約二十餘片，並將其煮沸五分鐘。

在第二試管中溶解一藥匙的硫酸鐵銨（第十二號）。

在第三試管中溶解一藥匙的亞鐵氰化鉀（第四號）。

另取白紙三條，各標明1、2、3等號碼。用洗淨的鋼筆尖蘸取同號碼試管中的溶液，在紙條上寫字。在每次寫的時候，務須將鋼筆尖洗淨。

待紙上的文字都乾燥後，就將紙條1浸以溶液2，將紙條2浸以溶液3，將紙條3浸以溶液1。結果你就可以見到每張紙條上的文字，顏色各各不同。

【實驗二〇九】 魔術的藍色字紙

用半藥匙的亞鐵氰化鉀（第四號）和半藥匙的硫酸鐵銨各研成粉末，放在紙上烘燥，然後把牠們混合了擦在一張乾燥的白色紙上。現在你試用清水在紙上寫字，就見文字都成藍色。

【實驗二一〇】 魔術的藍曬紙

把上一實驗中的字紙用清水塗成藍色，並將其烘乾。然後用兩藥匙的碳酸鈉（第二號）溶解在四分之一試管的水中。取洗淨的毛筆蘸碳酸鈉溶液在這藍色的紙上寫字作畫，就見那些字畫的線條變成白色，結果和真的藍曬紙一樣。

【實驗二二一】 水變血 血變寶石

在試管中盛入一厘米高的矽酸鈉溶液（第十一號）注水至二厘米高而止。在火上加熱使之溶解。在另一試管中，滴入酚酞溶液（第十三號）二、三滴，注水至二厘米高而止。在第三試管中盛入明礬粉末六藥匙，注水二厘米高而止，搖動使之溶解。

然後把這三個試管中的溶液倒在一起，就見最初呈紅色，很像血液，不久又凝成固體，很像寶石。

【實驗二二二】 神秘的酒壺

取瓷質酒壺（用茶壺亦可）一把，玻璃酒杯五隻。在一隻酒杯中盛碳酸鈉（第二號）粉末一藥匙。在另一隻酒杯中盛酚酞溶液三滴。在第三隻酒杯中盛硫酸氫鈉（第

五號) 粉末四藥匙。其餘的兩隻酒杯，不過用以淆亂觀衆的心理，並無其他目的，用否隨便。最好先在酒杯中加水數滴，使藥品預先溶解。惟盛有硫酸氫鈉的一隻酒杯，務須小心記住。

然後把酒壺給觀衆傳觀，說明其中只有清水。待傳觀後，把酒壺中的清水斟在酒杯中，說明酒杯中還是清水。於是把盛有碳酸鈉粉末和酚酞溶液的酒杯中的水回注入酒壺中，惟須注意勿誤取盛有硫酸氫鈉的酒杯。這時候你可以說一套胡縐的咒語，說畢，把酒壺中的液體倒到空酒杯裏，但見酒杯中的液體已成紅色和葡萄酒相像。

現在再把台上的酒杯裏液體，一一回入壺中，並在壺上說幾句咒語，說畢，再把壺內的溶液倒在酒杯裏，這時候酒杯裏的溶液又變得像清水一樣了。

【實驗二二三】 神祕的墨水壺

安排好一把壺和幾隻玻璃杯子，一如上一實驗。在一隻杯子裏盛一藥匙的亞鐵氰化鉀(第四號) 粉末，在另一隻杯子裏盛一藥匙的硫酸鐵銨(第十二號) 粉末，在三隻杯子裏盛六藥匙的硫酸鈉(第二號) 粉末。

在壺裏充滿了清水，注入玻璃杯中。其次把杯中的水回入壺中，惟須剩下盛有碳酸鈉粉末的杯子中的水。

現在壺中的水已變成了藍色。把牠注在空杯中，就像藍墨水一樣。然後把所有杯子中的水都回入壺中，待再斟出來的時候，卻又變成清水了。

【實驗二一四】 化學植物園

在試驗管中盛入矽酸鈉溶液約高二厘米，加水至高達六厘米而止。然後將其放在酒精燈上加熱片刻，不時搖動，使之全部溶解。其次取明礬粉末一藥匙，硫酸鎳銨（第九號）一藥匙，硫酸鐵銨（第十二號）一藥匙，硫酸亞鐵銨（第十號）一藥匙，硫酸銅（第十四號）一藥匙，一共投入矽酸鈉溶液中，將其靜止若干時。不久就見有化學的樹枝花草等滋生起來，非常美麗。

【實驗二一五】 煙幕

取一藥匙的氯化銨（第七號）盛在一隻馬口鐵的小匙裏，放在酒精燈上加熱，不

久就有一鏤鏤的白煙發生出來，久久不竭，一直要到氯化銨全部氯化為止。

【實驗二一六】 五彩寶柱

在試管中盛矽酸鈉溶液約高二厘米，注水至約占管高四分之一而止，加熱使之全部溶解。

另取一試管，盛入明礬粉末一藥匙，注水約高兩厘米，加熱使之溶解，再加入酚酞溶液（第十三號）一滴，用力搖勻。

然後於第三試管中注入矽酸鈉溶液數滴，和等量的明礬溶液，就生成一種白色的濃厚的沈澱，但因有酚酞溶液存在之故，所以從外表看來卻是呈紅色的。

把第二試管中的明礬溶液倒掉洗淨後，盛入硫酸銅（第十四號）一藥匙，注水約高兩厘米，加熱使之溶解。

然後在第三試管的紅色沈澱之上，注入矽酸鈉溶液數滴，和等量的硫酸銅溶液，就生成一種藍色的濃厚的沈澱。

再用一藥匙的明礬粉末，製成少量的濃溶液，把這溶液數滴與等量的矽酸鈉倒入

第三試管中，就生成白色的濃厚沈澱。

再依前述的分量與手續，用硫酸鐵鉍（第十二號）的濃溶液與矽酸鈉溶液加入第三試管就得棕色沈澱；用硫酸鎳鉍（第九號）溶液與矽酸鈉溶液加入，就得嫩綠色沈澱；用硫酸亞鐵鉍（第十號）溶液與矽酸鈉溶液加入，就得青灰色沈澱。

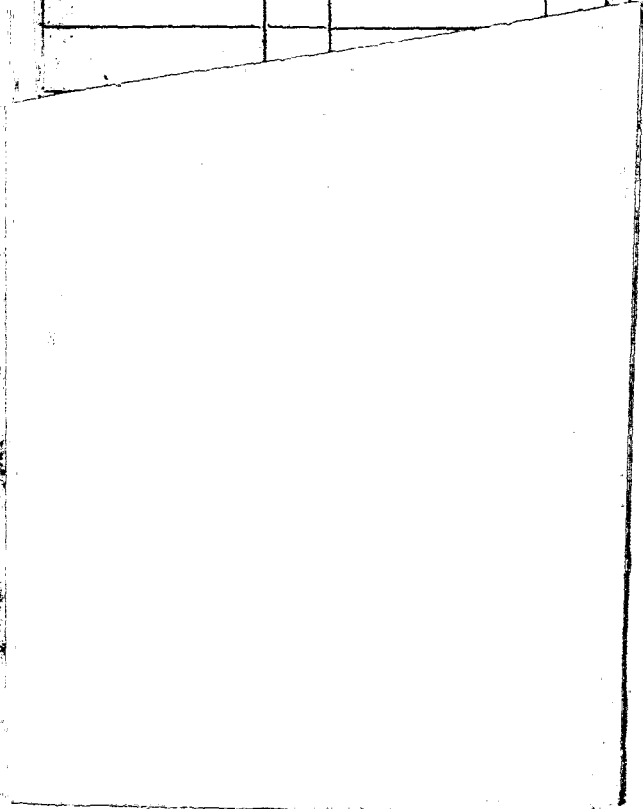
現在你的試管已成了一根五色繽紛的寶柱了，計有紅、藍、白、棕、綠、青灰等六色。這個實驗做起來雖然比較麻煩，但結果卻是很好玩的。

【實驗二一七】顏色的追逐

安排好五隻乾淨的玻璃杯，第一杯中盛入半藥匙的硫酸鐵鉍（第十二號），第二杯中盛入一藥匙的阿斯匹靈粉末，第三杯中盛入半藥匙的亞鐵氰化鉀（第四號），在第四杯中盛入八分之一試管的矽酸鈉溶液（第十三號），在第五杯中盛入酚酞溶液（第十三號）二、三滴。

在第一杯中注水少些，將藥品溶解，然後把牠倒入第二杯中，又將其中的藥品溶解；再依次倒入第三、第四、第五杯中，每倒一次，就變一個顏色。

少年化学实验手
528614册



少年化學實驗手冊

民國二十六年五月月初版
民國三十三年五月九版
每冊定價國幣一元九角

印刷者	發行者	編著者
開明書店	開明書店 代表人范洗人	顧均正

印翻准不 * 權作著有

(100P.) W 驗 D 152

5

372891

1911

