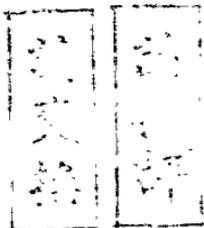




初級中學適用  
臨時課本

# 實用化學

編著者 王洪年



上海聯合出版社印行

## 例 言

這本化學是供初級中學第三學年使用的，共分二十章，假使把它機械的來畫分，那麼上學期教完前十章，下學期教完後十章。當然不一定這樣，主要還是根據實際情況和學生接受情形來分別靈活處理。

當編寫這本書的時候，先確定從實際出發，理論與實踐聯繫，所以全部的敘述，都以日常生活中的經驗與體會做出發點的，慢慢的提升到理論上去。因此要求在教這本書的時候，也要貫徹這個精神，應竭力避免教條注入，死讀死背。

因為時間匆促，編寫這課本是草率的。在教學時如內容太重，可斟酌情形刪節一部份；如內容太少，也可依據需要加以補充。

一九四九年一月 編 者



3 1646 3748 4

## 目次

### 第一章 什麼是化學..... 1

化學變化和物理變化 化合和分解 學化  
學的目的 怎樣學化學

### 第二章 火.....5

什麼是火 一個有名的化學實驗 燃燒的  
概念 氧的實驗 氧的性質 呼吸和燃  
燒 燃燒要有一定的溫度 救火

### 第三章 水..... 15

到處都有的水 養水的現象 肥皂為什麼  
不耐用 怎樣使水清潔 奇怪的水的合成  
氫的製法和性質 氫的利用

101891

## 第四章 空氣.....25

我們住在空氣的海洋裏 燃磷的實驗 微  
妙的循環 水汽和塵埃 化合物和混合物

## 第五章 化學的基本知識 .....33

物質的構成 構成分子的原子 分子量和  
原子量 阿佛加德羅定律 原子化合的本  
能 元素的符號 化合物的符號 分子  
式的運用

## 第六章 化學方程式及計算.....43

化學變化的符號 化學變化的種類 方程  
式計算 體積的計算

## 第七章 硫磺的研究 .....51

硫的變化 硫的燃燒 工業之母的硫酸  
硫酸的性質 幾種常見的硫酸鹽 硫的  
幾種化合物 臭氧和雙氧水 定比定律和  
倍比定律 氣體反應定律

## 第八章 碳..... 61

各種不同的碳 金剛石 石墨 煤  
木炭 焦炭 二氧化碳 一氧化碳

<b>第九章</b>	<b>食鹽的秘密</b> .....	71
	取之不盡的財富    食鹽的合成    氯的實驗	
	氯的性質    毒氣的種類    氯化氫的製	
	法    氯化氫的性質    鹽酸    造鹽素	
	石蕊紙的實驗    酸、鹽、鹼的特性	
<b>第十章</b>	<b>氮的化合物</b> .....	83
	奇臭的氨    氨的實驗    兩種氨鹽    氮的	
	氧化物    硝酸的製法    硝酸的性質    硝	
	酸鹽    火藥    人造絲和假象牙	
<b>第十一章</b>	<b>鈣的化合物</b> .....	95
	從石灰談起    石灰的製法    熟石灰和電石	
	氯的倉庫    二氧化碳的變化    豆汁爲	
	什麼能凝成豆腐	
<b>第十二章</b>	<b>鉀和鈉的化合物</b> .....	105
	兩種怪金屬    石鹼    索而飛製鹼法    天	
	然鹼    氫氧化鈉和小蘇打    鉀的化合物	
	怎樣造紙	
<b>第十三章</b>	<b>電化學</b> .....	113
	酸、鹼、鹽的回憶    離子反應    導電和電	

解 酸、鹼、鹽的電離 中和作用 加  
水分解 酸性鹽和鹼性鹽 結論

## 第十四章 金屬之王.....121

鐵的出現 鐵是怎樣鍊成的 鍊鋼 鐵  
的性質 特種鋼 鐵的化合物 藍黑墨  
水的製法 青色印像術 鐵在我國

## 第十五章 常見的金屬和合金..... 133

最早被採用的銅 銅和銅的合金的性質  
硫酸銅 金和白金 銀 硝酸銀和溴化  
銀 照相術 水銀 錫和鉛 年輕的  
金屬鋁

## 第十六章 磷和它的家屬.....145

磷的同素體 一擦即發火的火柴 磷的肥  
料 砷和砷的化合物 銻和銻

## 第十七章 矽和硼.....151

矽的化合物 從土器說到洋瓷 堅硬似石  
的水泥 玻璃 硼的化合物

## 第十八章 常用的燃料..... 159

固體燃料 木柴 甲烷 簡單的煙

煤焦油 液體燃料中的石油 我國的石油

**第十九章 家常化學** ..... 167

油 鹼化 怎樣製肥皂 雪花膏的製法  
饅頭為什麼能發空 天然發酵法 藥  
品代酵法 糖 酒 蒸成酒和釀成酒  
酒精

**第二十章 前進中的化學**.....181

放射元素的發現 原子的構造 元素的分  
類 週期表

附錄：國際原子表 .....187

# 第一章 什麼是化學

## 一 化學變化和物理變化

世界上最大的事件就是變化，宇宙間的一切，都是永遠不斷地在運動着，永遠不停地在變化着。河裏面的水，到了冬天就會結冰，鐵器受了溼就會生鏽，牛奶和酒，味道很容易變酸，把糖和鹽放在水裏，就會溶解消失，柴炭燃燒變成灰燼，火藥受熱便會爆炸，……。我們是天天在這千變萬化的自然界中生存着。

宇宙間各種物質的變化，雖然非常複雜，但是細細的觀察，可以分成兩大類。糖溶解在水裏，它的形態雖然改變了，但是它的根本性質，始終未曾改變，假若用機械的方法把水蒸發掉，就能夠極容易把原來的糖變回來，像這樣的只變形態而不變實質的變化，叫做物理變



化。柴燃燒時，就變成灰，這種灰是和原來物質完全不同的新物質，而且極難變回成原來的物質，這種變化，叫做化學變化。化學的任務，就是要探究物質的化學變化。

## 二 化合和分解

一件新的鐵器，放在潮溼的地方，過了些時候，就生出一種褐色的鐵銹來。這種褐色的鐵銹，就是鐵從空氣中得了一種叫做氧的氣體，所生成的一種新物質——氧化鐵——，它們完全失去了它們的原來性質，產生了一種新的性質，這在化學上叫做**化合**。

由於化合作用所產生的新性質，並不是從化合的物質的本性中得來的，化合作用會使物質起根本的改變，把白的變成黑的，把甜的變成苦的，……。煤、柴在爐中燃燒，木材的腐爛，牛乳的變酸，肉類的臭爛，炸彈的爆炸，甚至我們每次點一個火，都是我們常見的化合作用，像這類的變化是把兩種物質相合而成為一種新物質，所以我們說化合是物質建設作用。

要把由化合作用結合而成的物質分開，叫做**分解**，這是物質的破壞。水經過電解，可以分成氫和氧兩種氣體，糖加熱可以分解成水和碳，一片麵包在爐上烤的時間長久一些，也就變成炭。炭就是碳，是麵粉裏所含的成份，而且含的很多。所以麵包變成碳，決不是憑空生

出來的，熱破壞了它的化工作，把麵包中結合在一起的東西，都釋放了出來。

化學變化有許多種，最簡單的就是**化合和分解**。

### 三 學化學的目的

化學既然是研究事物的化學變化，化學變化又是自然界物質的一種變化形式，因此祇有熟悉了它，纔能掌握物質化學變化的規律，纔能進一步的去利用，和進一步的去發現。所以學化學的目的，就是：從了解和認識我們日常生活中的化學變化開始，再來指導我們的日常生活；找出事物化學變化的規律，以求今後進一步的去認識、發現和利用。所以化學是人人應該學，人人應該知道的科學。

### 四 怎樣學化學

過去對學化學向來有一種神祕的看法，認為化學是一種高深的理論科學，祇有工程師或專門家纔應該去學它。從來沒有認識到化學是一種簡單的生活科學，在各種不同的生活環境裏，都能夠或多或少、或深或淺的運用。這就是因為對什麼是化學、學化學的目的，沒有明確的認識，在學習過程中又是死讀死背所造成。因此我們應該積極的去糾正它，確立正確的學習態度與方法，

以日常生活中的化學變化為出發點，去研究和認識，作為我們今後生活上的指導；接受過去的經驗，進一步的去瞭解事物化學變化的規律，來豐富我們的知識，以及發明和創造。這樣就決不能死讀死背，而一定要從自己的實驗和實踐中來領會與體會，把書上的知識和自己的生活體念鎔化貫通起來。祇有這樣纔會引起研究興趣，不會脫離實際，纔能學以致用。

## 本章提要

物質變化可以分成二類：一類是物理變化，一類是化學變化。

祇改變形態，不改變性質的叫物理變化。性質和形態一齊改變的叫化學變化。

化學就是研究物質化學變化的科學。

最普通的化學變化有兩種：一種是化合，一種是分解。

化學是人和自然鬥爭的一種科學，和日常生活、工業、農業、醫藥、國防都有極大的關係。

學化學要理論和實踐結合起來纔有用。

### 研究和做

1. 就你日常生活，舉出幾種物理變化和化學變化來，並說明是什麼道理？
2. 討論如何學化學？學化學的目的是什麼？

## 第二章 火

### 五 什麼是火

凡是物質燃燒起來，大都發熱和光，這個現象，就叫做火。所以火就是燃燒的現象。那麼燃燒又是什麼？可以從下面兩個實驗得到答覆。

用一個冷而乾的廣口瓶，罩在點着的燭上面。一會兒，瓶上就附上了水珠。將瓶口向上，迅速的注入澄清的石灰水少許，震盪一下，立即變成渾濁。

再用兩個洋燈罩，中部都嵌上一塊鐵絲網，網上放入等量的氫氧化鈉，掛在天秤的兩端，燈罩下面各置一洋燭。倘兩端重量不等，則加砝碼使之平衡，再將一端的洋燭燃着。這燭漸漸燒去，奇怪得很，燃燭那端的秤盤卻漸漸下傾。

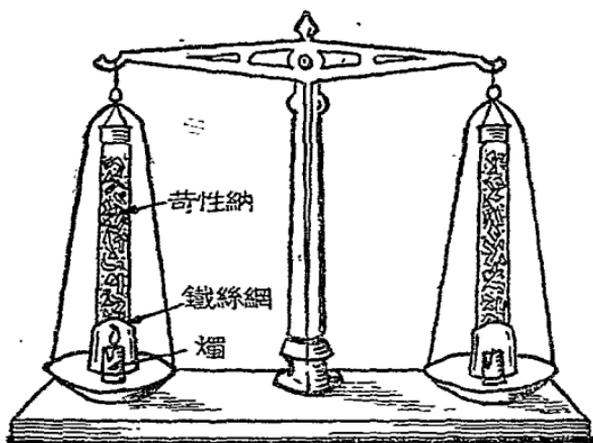


圖 1. 燃燒的生成物，比原來的燭還重

從上面兩個實驗，我們可以知道，蠟燭燃燒以後，雖漸漸消滅，但並不是真正消滅，不過改變了形態，變成水和另一種氣體，這種氣體能使澄清的石灰水變成渾濁，並且由燭火內變成的水和另一種氣體的重量，較諸消耗掉的蠟燭的重量還要重些。因此我們可以說，蠟燭燃燒時，一定抽取空氣中一種看不見而有重量的東西與它化合，纔會變成水和另一種氣體。所以燃燒就是可燃的物體，和空氣中一種東西，互相化合的變化，而火就是這種變化的象徵罷了。

另外從燃燭的實驗，可知燭的形態雖好像消滅，而其實質依然存在，並不因變化而消失。可見：一切的化

學變化，變化前的質量必和變化後的質量相等。這叫做質量不減定律。

澄清的石灰水，是將石灰溶解在水裏，經沉澱後上面的清液。

氫氧化鈉又叫苛性鈉，是一種能吸收水蒸氣和二氧化碳的白色固體，在實驗時燭燄愈小愈好，不然會將氫氧化鈉鎔化。

## 六 一個有名的化學實驗

蠟燭燃燒後重量增加，因為抽取空氣中一種東西的緣故。那麼空氣中這種東西究竟是什麼呢？爲了研究這個問題，我們看一看十八世紀末頁，法國大化學家拉瓦錫的實驗：

他把純粹的汞，稱得重量後，放在曲頸瓶中，將瓶放在爐上，瓶頸伸入玻璃罩裏邊，玻璃罩是倒立在水銀槽內。加熱到  $275^{\circ}\text{C}$ . 左右，燒四、五天，便見一部份的汞變成紅色物質，並發現瓶及罩內的空氣減少原容積的  $\frac{1}{5}$ 。把紅色物和燃燒後剩餘的汞，一併稱一下，重量比以前增加了。再把變成的紅色物放入另一小曲頸瓶中強熱，則紅色物又復變成原

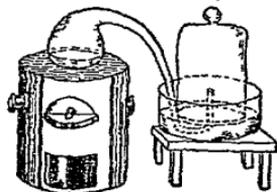


圖 2. 拉瓦錫對於空氣的實驗

來的汞；同時放出一種氣體，其容積和先前空氣中所失去的容積相等。於是，就斷定此氣一定是當汞燃燒成紅色物質時，從空氣中取來的，他叫這氣體爲氧。那紅色物是氧和汞互相化合而成的一種物質，叫做氧化汞，又叫三仙丹。

## 七 燃燒的概念

拉瓦錫燃汞的實驗，和上面燃燭的實驗，都是實驗物質與氧化合的現象，其原理是差不多的。所不同的地方，就是蠟燭燃燒時作用劇烈，發熱發光，並有火燄；汞燃燒時作用很慢，而無火燄。同時汞是一種單純的物質，燭是一種複雜的物質。燃汞時，汞和氧化合而成氧化汞。燃燭時，燭先分解爲好幾種成份，其中的氫和氧化合而成水，其中的碳和氧化合而成使石灰水變濁的氣體，叫做二氧化碳，又叫碳酸氣。

## 八 氧的實驗

從拉瓦錫的實驗裏，可以知道把三仙丹加熱便可發生氧，但用此法製氧，原料太貴，作用又慢。所以要製造較多的氧，須用下法：

將一種叫做氯酸鉀的白色固體，和一種叫做二氧化錳的黑色粉末，混合盛於乾燥的試管中。氯酸鉀裏含氧

很多，受熱後便分解放出氧來。

這樣製得的氧由導管通到盛滿着水、倒放在水槽中的瓶口下。因為氧較水輕，

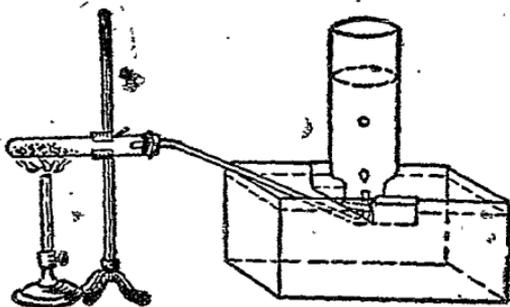


圖 3. 製氧氣

所以瓶中的水便被氧驅出，這種收集氣體的方法，叫做排水集氣法。這樣收集了三、四瓶氧，用玻璃片將瓶蓋好，移出槽外，便可進行試驗了。

實驗時用氯酸鉀 8 公分（克）與二氧化錳 5 公分，研成細粉，均勻混和，盛入試管或燒瓶中加熱。初發生的氣體，帶有空氣，應讓它散去一些。其中的二氧化錳是不參與變化的，祇是使氯酸鉀分解得快些。要證明這個問題，可以待試管冷卻，加水其中，二氧化錳不能溶於水，可以用濾紙濾出。

## 九 氧的性質

把火柴的殘燼放入盛氧的瓶中，又會發生光亮的火燄；把燃着的黃磷放入，就要比在空氣中燃燒要劇烈得

多；把燒紅的鐵絲放入，那向來認為不能燃燒的鐵，卻發生了亮光奪目的火燄。

從上面的實驗，我們可以知道，氧是一種無色無臭無味的氣體，能夠幫助他物燃燒。燃磷時發生的許多白霧，就是磷和氧化合而成的五氧化二磷。凡是和氧化合的變化，都叫氧化。劇烈的氧化作用，就是燃燒。凡和氧化合而生成的物質，都叫氧化物。五氧化二磷就是磷的氧化物，鐵絲燃燒後的殘留物，就是鐵的氧化物，上面所說的三仙丹，是汞的氧化物。

在氧中燃鐵時，瓶底應先盛些水或沙，以免火星落至瓶底，使瓶破裂。

## 一〇 呼吸和燃燒

把一面鏡子放近嘴邊，鏡面上即發生了一層水汽，寒天接近嘴鼻的衣領上，或圍巾上老是溼溼的，無疑的這些都是從你呼吸而來的。再用一根管子吹氣到澄清的石灰水裏，石灰水立即變成渾濁，和燃燭後現象完全一樣，兩者同樣的發生水汽和能使石灰水變濁的碳酸氣。所以我們生命所依靠的呼吸，和炙熱可怕的燃燒，原來是同一變化。這是因為我們呼吸時，空氣從鼻孔吸入肺部，再由肺部運到身體內各部份，使我們所喫的食物，慢慢氧化。食物內所含的成份，和燭內所含的成份差不

多，因此被吸入空氣中的氧，遂和食物內所含的氫化合成水，和食物內所含的碳化合生成碳酸氣，與燃燒時的變化相似，燃燒時發熱，呼吸時也發熱，我們的體溫，雖在冬天也不低降，就是呼吸生熱的緣故。因之，把呼吸和燃燒比較起來，都是和空氣中的氧作用，差不多是一樣。所不同的地方，燃燒是一種劇烈氧化，呼吸是一種緩氧化。我們身體內的氧化作用，是維持生命的主要條件，我們不能片刻停止體內的氧化作用，所以也不能片刻停止呼吸，所以呼吸停滯的病人，常用純氧來治療。海底的潛艇裏、高空的飛機上、和煤礦裏，都要帶上足夠呼吸用的氧氣。

緩氧化的例子很多，如鐵的生鏽，物體的腐爛、發酵，及磷火等都是。有時柴草堆中忽然起火，就是因為那些柴草起初發酵，後來因溫度積聚由緩氧化而變成劇烈的氧化，所以燃燒起來了。假若把磷放在空氣中不去燃着它，這磷也會慢慢氧化。如果在黑夜裏，便可以看見微綠色的光，墳邊時有磷火發生，就是這個道理。

## 一一 燃燒要有一定的溫度

紙片很容易燃燒；要燃着木塊，就不像紙片那樣容易。倘使要把整塊的煤燃着，就更不容易了。所以火爐生火的時候，往往用紙和木片，架在煤塊的下面，先把紙燃着，木片繼之，最後煤塊纔能燃燒起來。因此，要

使物體燃燒，一定要供給適當的熱度，未達到這熱度，是不會燃燒的。磷在空氣中僅慢慢氧化，因為那時尚未達到燃磷時一定溫度，故必須用火燃點纔會燃燒。在通常情形下，燃磷的溫度約在  $35^{\circ}\text{C}$ 。這種一定的燃燒溫度，叫做發火點。

礦坑內所用的安全燈，就是利用發火點的道理。因為安全燈外部罩有金屬絲網，金屬絲最易傳熱，網內燈火的熱傳導至網的全部，溫度即行降低，所以網外空氣溫度，不能到達爆炸混合氣體的發火點。

## 一二 救 火

火，是可燃物熱到發火點以上，與空氣中的氧劇烈化合的現象。所以救火的方法不外兩種：第一、把燃燒物的溫度降低到發火點以下，風能吹熄燈即是；第二、隔斷空氣的來路，使不與燃燒物接觸，例如把酒精燈的蓋蓋上，火即熄滅，燒夷彈落下時，用砂埋蓋，即可救熄。

普通的救火法，是把水澆在火上。水所以能滅火的道理，就是因為水是冷的，一部的水因受熱汽化，吸收熱量，所以能把燃燒物的熱度降低到發火點以下，同時又在燃燒物的面上附着一層水和水蒸汽，把空氣隔離。假使遇到比水輕的火油之類，水就無能為力了。倘火勢不大時，可潑上砂或泥土，火大的時候，祇好用一種滅

火藥沫了。

倘遇室內失火，宜將該室的門窗緊閉，這樣使燃燒後生成可以滅火的碳酸氣，不易散掉，使室內空氣量減少，使火不致蔓延到室外。如果鄰居失慎，半夜驚醒，房中已充滿濃煙時，應以溼手巾遮住口鼻，用棉被或毛毯裹住全身，匍匐而出，因為貼地的空氣比較好些。倘若衣服着火，宜用棉被或大衣裹住着火的衣服，以隔斷空氣流通，把火窒熄。如煙囪內起火，可用硫磺一把，放入竈門內或火爐中，則硫磺燃後所生的氣體，可以把火熄滅。

## 本章提要

蠟燭燃燒後，生成二氧化碳與水蒸汽，較原來的燭要重些。這是因為空氣中的氧和燭化合的緣故。

氧是無色無臭無味的氣體，能助燃，不能自燃。極易與他物化合而成氧化物。

一切化學變化，變化前的質量必與變化後的質量相等。這個原理叫質量不滅定律。

物質開始燃燒，必需一定的溫度，叫做發火點。

假使降低物質的溫度，或隔絕空氣的來路，就能把火熄滅。救火就是根據這個道理。

### 研究和做

1. 兩隻瓶，一隻盛的空氣，一隻盛的二氧化碳，你用什麼

方法能分別出來？

2. 每當生火的時候，往往用扇子或吹火筒，使火旺盛，這是什麼道理？
3. 但油燈遇風立即熄滅，又是什麼道理？
4. 用水把一個瓶浸溼，然後把光亮無銹的鐵屑附在瓶壁，倒立在水槽內，等一天之後，你能發現些什麼？如何解釋？同時連想到如何保存鐵器纔不生銹？
5. 人有病，大便不通，發生高熱，是什麼道理？

## 第三章 水

### 一三 到處都有的水

我們日常生活所遇到的東西裏，除了火外，水可以說是最親切的了，地球上除了不毛的沙漠之外，無處沒有水的踪跡。雲是堆積着的水滴，空氣裏也含有大量的水份，沒有水就沒有動物和植物。動物和植物不但需要水，他們本身也含着大量的水；血液裏有 90% 都是水，骨骼和肥肉裏也都有水，事實上，一個人的 70% 重量是水的重。

植物裏含水更多，青菜裏竟有 90% 的水，一般的瓜裏，水在 96% 以上；一隻瓜總重一斤五兩，祇有一兩不是水。所以我們買了十斤肉和蔬菜等食物，事實上是買了二、三斤的食物和七、八斤的水。

有許多的固體，尤其是結晶，看來是乾燥的，也含着水。一塊藍色的硫酸銅結晶，看起來很乾燥，也很堅硬，但是有水在裏面。不信，你把它放在瓶裏加熱，它就失去藍色而變成白色，在較冷的瓶口現出一層水露。假使再滴幾滴水在這已經失去了水的白色硫酸銅上，它會再恢復它的藍色。像這種結晶裏含蓄着構造上的水分子，我們叫它做結晶水。

#### 一四 煮水的現象

水，那一家每天總得煮上幾次。可是在尙未煮沸的時候，已有氣泡逸出的現象，你注意過嗎？假使你在碟子裏隨便盛一些天然水，放在火上煮乾，那麼多少總得在碟底留下一些白色的殘渣。因此我們可以說，一切天然水內，總是溶有氣體及固體物質，沸前逸出的氣泡，就是溶有氣體的現象，這種氣體多半就是空氣。因為空氣稍能溶解於水，而水常與空氣相接觸的緣故。水中的魚類呼吸，就靠這溶解在水裏的空氣。一般的泉水，除溶有空氣外，還溶有多量的二氧化碳。因為有了二氧化碳，泉水纔有新鮮清爽的味道，所以當把泉水煮沸了，二氧化碳全部逸出，水就變成淡而無味。天然水蒸乾後剩下的白色物，一般是鈣和鎂的鹽類，叫做礦物質。因鈣是人骨中的主要成份，所以水中含了這幾種雜質，倒

是有益於衛生的。

## 一五 肥皂爲什麼不耐用

用井水洗衣服的人，常常抱怨肥皂不好，不經用，其實是錯怪它了。爲了證明這一點，可以用一碗雨水來把肥皂溶在裏面，分別倒在另一碗雨水和一碗井水裏，用筷子攪一下，便可以看到雨水裏所生的泡沫，經久不滅，而井水裏的卻生白色沉澱。這就是因爲井水裏含有礦物質，這種礦物質能與肥皂變成渣滓沉下，使肥皂失去效用的緣故。所以洗衣服用這種水，便要耗費許多肥皂，很不經濟。

凡是含有礦物質的水，如井水等，叫做硬水，不含礦物質的水，如雨水，叫做軟水。我們日常用來燒水的壺，底下有一片片的白色物，就是硬水中礦物質的沉澱物。假使用軟水，就沒有這種現象了。這種沉澱的白色物，是熱的不良導體，所以工廠中的汽鍋裏，如使用硬水，在鍋底就會生成這種鍋垢，不但耗費燃料，而且易使汽鍋破裂。其他如染坊、製紙、製革、紡織、繅絲上，都不適宜使用硬水。所以工業上用水，必先設法軟化。此外，用硬水洗澡，會使皮膚粗糙，用它煮茶，會使茶葉失去香味，關節神經痛的病人，用它作飲料，就有害處。

## 一六 怎樣使水清潔

水中除了含有礦物質和空氣之外，還含着有機質和細菌。這種有機質和細菌，大都從動物的排泄物，經溝渠穢水而來，對人爲害無窮。所以要將天然水作飲料，非把它清潔一下不可。水的清潔法可分下面三種：

**煮沸法** 此法最簡單而最有效驗，是我國家庭通用的方法，就是把水煮沸，則水中所含的細菌，便可完全殺死。

**過濾法** 都市的自來水大都用此法，家庭中也可使用。方法是用一濾水器，器內鋪着木炭屑、細砂、小石子等多層，水從上面傾入器內，經過一層一層的濾過後，水裏面的污濁質，被木炭等吸收除去，清潔的水就由器的下旁龍頭漏出。

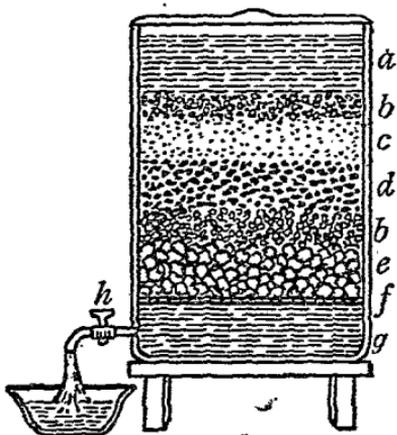


圖 4. 濾水器

**蒸餾法** 上述各種水的清潔法

a.未濾的水；b.小石子；c.細砂；d.炭屑；e.小石子；f.有孔木板；g.濾過的水；h.出口，各層間均襯着麻布

並未能將水中的礦物質、有機質、細菌等完全去掉。假使要將雜質全部除去，可將水加熱，使它先變成蒸汽，再把水蒸汽冷卻，使再變回成水。因為水變成蒸汽的時候，其中含的雜質不能變成蒸汽。這種方法叫做蒸餾。

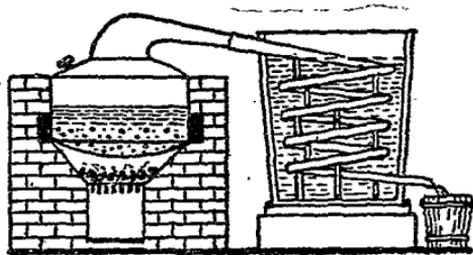


圖 5. 水的蒸餾

蒸餾所得的水，叫蒸餾水。蒸餾水是一種最純潔的水，化學試驗，配製藥品，都要用到它。但因為完全沒有礦物質，所以並不適宜用於飲用。天然的蒸餾水是雨水，不過落下的時候，已經混有塵埃和細菌，所以也不純粹。

## 一七 奇怪的水的合成

用一個電解器盛滿水，再取二個同樣大小的試管，也盛滿着水，倒放在電解器的兩極上。加幾點硫酸在水中，以四個乾電池互相連接，再連在兩極。通電之後，即見在兩個電極的附近，均有很小的氣泡發生。這種氣泡愈積愈多，都收集在試管之內。它們間的容積，始終

保持着相差 $\frac{1}{2}$ ，把盛氣體少的瓶取出直立，迅速的以燃燼的火柴投入，便又見火柴發生燦爛的光，無疑的，這裏面是氧。再把盛氣體多的瓶取出倒置，把火靠近瓶口，立即出現了藍色的火燄，證明這瓶裏的氣體，本身就能燃燒。這種可燃的氣體，學名叫氫。

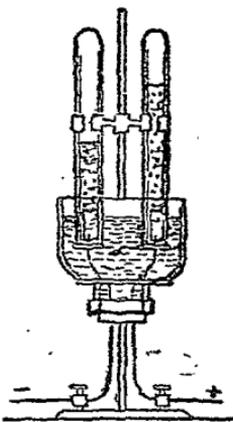


圖 6. 水的電解

從上面這個實驗，無疑的，氫和氧是電解水所得來的。所以水是一種可燃的氫和助燃的氧相合而成。又因所發生的氫，體積較氧多一倍，所以水是兩體積的氫，和一體積的氧所做成的。

純粹的水是不能導電的，加了幾滴硫酸，目的是使導電容易一些，硫酸本身並不參與變化的。

## 一A 氫的製法和性質

實驗室製氫，為求便利與迅速，用圖 7 的裝置，先在瓶內放上鋅粒，然後從長漏斗中，注入稀鹽酸或稀硫

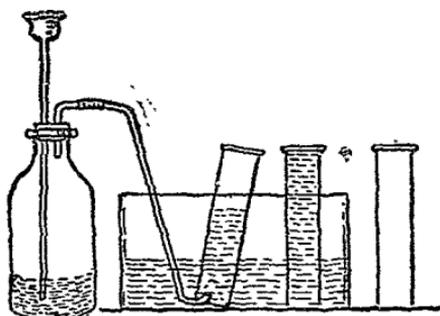


圖 7. 氫的製法

酸，立即有氫發生。經導管入盛水倒立的集氣瓶中，這樣取數瓶後，即可供實驗

之用了。

把插在鐵絲上的洋燭燃着放入，洋燭熄滅而瓶口着火燃燒。把空瓶罩在集有氫的瓶上，氫即升入上瓶。如把製出的氫通過氯化鈣，使吸去水份，再用火

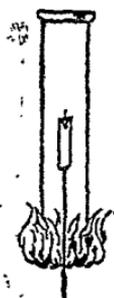


圖 8. 氫氣中燃燒

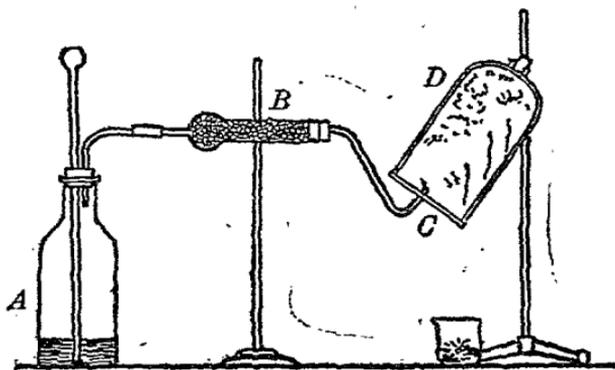


圖 9. 水的合成 A. 製氫氣的瓶；B. 盛二氯化鈣的管；C. 氫氣火燄；D. 玻璃鐘。

點着，罩在火燄上的空瓶，就有水珠滴下。

由此實驗，可知氫是無色無味無臭的氣體，比空氣輕，能自燃，不能助燃，燃燒時即與空氣中的氧化合成水。

鋅是灰白色的金屬元素，實驗時約用10克左右，加酸時切勿加得太多，太多反無氫發生。所謂稀酸是以酸1份加於水3份中製成。

檢驗氫時應與火燄隔離，因為氫易着火而爆炸，很是危險。必要時可以布包在瓶外，這樣即使爆炸，碎玻璃片亦不致飛散。

## 一九 氫的利用

氫在空氣中燃燒，能發生很高的溫度；假使以純氧幫助氫燃燒，所發的溫度更高。工業上利用這一點，把它製成氫氧吹管，用來切斷鋼板，鍍化水晶、白金等物質。

氫又是世界上最輕的物質，約為同體積空氣重量的7%，所以常用以裝入氣球

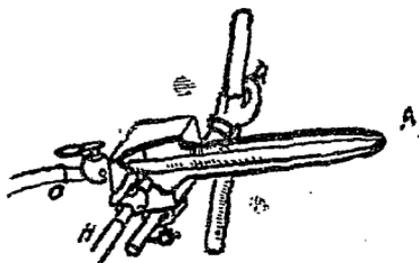


圖 10. 氫氧吹管 A. 氫氧吹管管口；H. 通氫氣入外管的管；O. 導氧氣入內管的管。

及氫。但氫容易燃燒，很是危險，故現在已有改用不能燃燒的氮來代替。

## 本章提要

天然水常含有溶解的雜質，這種雜質分為兩種：一種是礦物質，一種是有機質。含有礦物質的水叫硬水，沒有礦物質的水叫軟水。

清潔水的方法有三種：過濾、蒸餾、和煮沸。

水是兩容積的氫與一容積的氧化合而成的。

氫的性質是：(1)無色無臭無味；(2)較空氣輕；(3)能自燃，但不能助燃；(4)易與氧化合而成水。

### 研究和做

1. 你用什麼簡便的方法，能辨別硬水與軟水？
2. 水冷了變成冰，熱了又變成汽，你說是物理變化，還是化學變化？什麼道理？
3. 按照沙濾器，自己做一個，試試結果如何？
4. 你家庭裏的吃水是怎樣取得的？用什麼方法使它清潔？根據你的推測，裏面大概有那些雜質？對我們的衛生有些什麼關係？
5. 洗衣服為什麼要用水？用熱水洗為什麼更容易去污？
6. 用兩種方法說明水是氫、氧合成的。



## 第四章 空氣

### 二〇 我們住在空氣的海洋裏

在幾百年前，你假使對人說：人非空氣不能生活，一定不會有人相信。就是到現在，還有很多人也從沒有想到人必須生活在空氣裏，這是因為空氣是個無影無形的東西。但是，學科學的人要捉住些空氣看看，卻是輕而易舉的事。

用一個瓶盛滿水，倒置在水槽內，另取一個空瓶，把瓶口放在盛水瓶口的下面，橫置在水中，立即看見有不斷的氣泡發生，上升到瓶頂趕下了水。從這個實驗，可知所謂空瓶，並不是真正空的，裏面含有一種無色無味無臭的氣體，不過我們看不見，覺不到罷了。這種充滿在各處的氣體，叫做空氣。地面上到處都有空氣，等

於海洋裏都有水一樣。一切的生物，都要靠着空氣纔能生活。前面曾經講過，倘隔斷了空氣，可燃的物質就不能繼續燃燒。我們不能片刻停止呼吸，也就不能片刻缺少空氣。假使把口鼻用手按住，就覺得窒悶難當，所以沒有空氣就沒有生命。

## 二一 燃磷的實驗

用一小粒黃磷，放在小皿內，將皿浮在水面，用玻璃罩罩住，把罩頂的塞子拔開，插入一端燒紅的鐵絲，使與磷接觸後，即速取出，趕快將瓶塞塞好。黃磷即開始燃燒，並發生一種濃厚的白煙。當燃燒停止，白煙溶

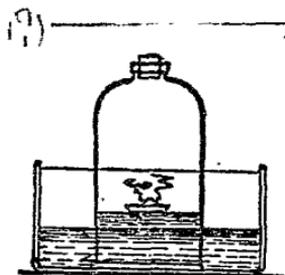


圖 11. 燃磷於空氣中

入水中消失後，罩內的水，即升高全容積的  $\frac{1}{5}$ ，和前面的燃汞是一樣的結果。假使這時把罩塞拔開，把燃着的火柴伸入，就立即熄滅，連一點火星都沒有。由此實驗，可知空氣裏至少含有兩種氣體：一種是能使磷或汞燃燒的東西，就是氧；另一種是不能使磷或火柴繼續燃燒的東西，叫做氮，佔總空氣量的  $\frac{4}{5}$ 。

氮是無色無味無臭，和氫、氧相似的氣體，不能自燃，也不能助燃。在尋常狀況下，很不易和他物化合。空氣中有了氮，可以使氧的濃度稀淡，所以過去叫它做

淡氣。由燃磷製取的氮並不純粹，因為空氣中除氧、氮外，還有少量的他種氣體。

#### 空氣的成份（以體積計）

氧	21%	氮	78%
氫	0.937%	氖	0.001%
氦	0.0001%	氬	0.0001%
氙	0.000005%	二氧化碳	0.04%
水汽	不定	塵埃	不定

黃磷是一種極易燃燒的固體，在實驗時要注意罩內的水面和外面的水面齊平。

要製純粹的氮，可用亞硝酸鈉10公分與氯化銨8公分，混合盛於試管中，加水30立方公分（c.c.），照圖3的方法加熱製得之。

## 二二 微妙的循環

一切的燃燒都要用去氧而發生碳酸氣。人及一切動物的呼吸也要用去氧呼出二氧化碳。照這樣，空氣中所含的氧應一天少一天，碳酸氣應一天多一天，可是事實上並不如此，是什麼道理呢？原來各種植物在太陽光底下，能夠吸收空氣中的二氧化碳，經分解把氧放出，把碳變成複雜的碳水化合物，如葡萄糖、澱粉等。所以空

氣中的氧和碳酸氣，爲動植物互相利用，不但可使空氣中的氧不致減少，碳酸氣不致增多，而生物界的一切生機，也藉此維持。

### 二三 水汽和塵埃

空氣中的水汽經常隨溫度而異，天熱時較多，冷天就要少。所以在寒天用火取暖，室內水汽少而溫度高，空氣乾燥，常易引起喉痛等病，必須設法增加水汽，例如把水壺置於火爐上。空氣中含的塵埃多寡也不定，通常不很覺得，但太陽光由窗口照到屋裏時，就很易發現了。

空氣中的水汽上升空中，遇冷即凝成雨，但雨滴的生成，全靠塵埃爲其核心。假使空氣中沒有塵埃，雨即不易生成，所以塵埃也有一定的作用。但是塵埃中所含的微生物，是很危險的東西。雖然飄浮空中的微生物，大多是壽命不長，但停留到食物上來，就能順利繁殖起來。食品很易腐爛，就是微生物作祟的緣故。

我們在人多的屋子裏，往往覺得頭痛身熱，很不舒服，這是因爲空氣不潔的緣故。一方面由於二氧化碳增多，呼吸發生困難，但主要的還是因爲室內溫度高，水汽多。一般康健人的體溫，通常是在  $37^{\circ}\text{C}$ . 左右，而體溫的調節，全靠我們體內水份蒸發來維持，空氣中水份過多時，體內水份蒸發就感困難。因此體溫的調節，也

發生阻礙了，所以頭暈身熱，很不舒服。因此，新鮮空氣是衛生的最要條件，房間裏要多開窗戶，就是這個原因。

## 二四 化合物與混合物

水是兩種氣體所組成，空氣是包含了多種氣體。在水和空氣中間，有一種重要的區別，用科學名詞來說，便是水是化合物，空氣是混合物。讓我們來看這兩個名詞怎樣解釋。

混合物是多種物質混合後，不經化合作用而產生的東西，它的性質是可以從原來的物質裏預測出來。譬如我們混合兩種氣體，所得到的是氣體，混合兩種液體，所得到的仍是液體，性質介於兩者之間。拿空氣來說，氧能使東西燃燒很旺，氮根本阻止東西燃燒。氮和氧的混合物，雖能使東西燃燒，卻沒有在純氧裏旺。化合物是經過化合作用後的產物，和原來物質完全不同。如水是液體，但用來化合的卻是氣體，性質也完全不同。

我們去分開一個混合物，比分開一個化合物容易得多，例如把砂和木屑、鐵屑混合，祇要先用一塊磁石把鐵屑分開，再把剩下的東西倒在水裏，木屑便上浮，砂便沉到水底。對一個化合物就不能這樣便當，鐵是我們熟見的金屬，硫是一種黃色的固體，但它們的化合物是一種黃金色的黃鐵礦，在煤礦裏常可以看到。那麼，無

論怎樣有力量的磁石，也不能把這種鐵和硫的化合物吸起。

化合物和混合物，還有一種區別：化合物裏的成份有一定不變的比例，如水裏永遠是兩份容積的氫和一份容積的氧；可是在混合物的空氣裏，成份的比例可以不一定，若在一間屋子裏多攙些氧，除了點火旺外，並沒有什麼不同。當我們離開地面向上的時候，空氣的組合也漸漸改變，到十二公里以上，空氣的成份是氮90%、氧10%，但空氣仍然是空氣。至於水呢，不論在何處得到，或用什麼方法組合，它的比例永遠不會改變的。

實驗混合物與化合物時，可用鐵粉7克，與硫粉5克，在乳鉢中研和成均勻的混合物，仍可以磁石將混合物中的鐵吸出。如將鐵粉與硫粉盛於試管中加熱，則化合而成黑赭色的固體，性質與原來不同，不能用磁石將其中的鐵吸出，這種固體，即化合物。

## 本章提要

空氣是氧、氮、氫、氫、氖、氬、氬等氣體的混合物，平常還含有二氧化碳、水蒸汽和固體的塵埃。

氮是無色無味無臭的氣體，既不助燃，亦不自燃。

化合物是經化合作用而成的，有一定的成份，性質與原來物迥然不同，並不易分裂成原物質。

混合物是不經化合作用而成的，成份無定，性質和原物質相同，很易把它分開來。

### 研究和做

1. 用兩種方法證明空氣存在。
2. 氧每升重 1.429 公分，氮每升重 1.25 公分，試求空氣中氧和氮的重量的比。
3. 將氮的性質，與氫、氧的性質作一比較。
4. 假使你誤把一包砂和一包糖混在一起，你用什麼方法可以把它們分開？
5. 就你日常生活中，舉出二、三種混合物與化合物，並說明爲什麼。



## 第五章 化學的基本知識

### 二五 物質的構成

大家都知道大椒是辣的。假使把大椒放在水裏煮一下，隨後再把大椒檢出，你再用肉眼去檢查，水裏並沒有留下絲毫痕跡，可是把水嘗一下，就馬上感到水裏有大椒味。這種辣的滋味，毫無疑問的，是大椒遺留下來的，所以那煮過的大椒，辣味就要減少。這種使我們有辣味感覺的，是一種小到不可見的東西，大椒的所以有辣味，就是這種小東西集合而成的緣故。正如同我們打開了一瓶酒以後，立即聞到酒香撲鼻。如把瓶口長期放開，就可以使瓶裏的酒味減少，或甚至完全沒有酒味。這種組成物質的小東西，在科學上叫做分子，物質的特性，也就是很多很多分子特性組合的結果。

物質既然是由分子組成，因此我們用機械的方法，把物質分割到不能再分的時候，當然就是分子了。任何物質所含的分子，它們間的形狀、性質及重量，也必定完全相同。

## 二六 構成分子的原子

分子還不是組成物質最小的東西，它還可以被化學方法分割為更小的顆粒，叫做原子。例如水的分子是氫原子和氧原子所組成。

相同原子組成的分子，性質和原子相同，因之不論如何分割，性質不會變更，我們叫它做元素。不同的原子組成的分子，性質和其中各原子不同，因之用化學方法分割後，性質也就迥然不同，我們叫它做化合物。所以化學變化的發生，就是因為不同原子結合的緣故。

每一分子中所含的原子數，多少並不一致。例如一分子的水中，含有二原子氫與一原子氧；每一分子氯酸鉀中，含有一原子鉀、一原子氯及三原子氧；每一分子的氫或氧中，含有二原子氫或二原子氧。一分子的金屬中，祇含一個原子。

## 二七 分子量 and 原子量

物質是有重量的，所以組成物質的分子，雖然是很

小很小，也還有重量。因為分子的重量很輕很輕，計算起來，很不方便，所以現在都假定氧的分子重量為 32 當作標準，而把他種分子和氧 32 比較，以求得他種分子的比較重量。

各分子以氧分子的重為 32 而比較得來的數值，叫做該分子的分子量。所以分子量是沒有單位的，它祇不過是一個比較的數值。

組成分子的原子，當然也還有重量。氧原子較氧分子輕一半，所以氧原子的假定重量為 16。各原子以氧原子的重量為 16 而比較得來的數值，叫做該原子的原子量。所以原子量也是比較的數值，也是沒有單位的。這樣由比較而得的原子量，都載在卷首的國際原子量表裏。

分子量和原子量都是不名數，通常為便利起見，用公分（克）來計算，所以又叫做公分分子量和公分原子量。

## 二八 阿佛加德羅定律

在一百二十幾年以前，意大利物理學家阿佛加德羅創立了一條定律：

在同溫度同壓力下，同體積的任何氣體中，含有同數的分子。

換句話說，在同溫度同壓力下，如某容積的氫含有

100 個氫分子，則同容積的氧中必有 100 個氧分子，同容積的二氧化碳中必含有 100 個二氧化碳分子，同容積的任何氣體中，都必含有 100 個分子。

由實驗結果，知道 32 公分的氧，在標準狀況下的容積是 22.4 升，即一個公分分子量的氧，在標準狀況下的容積是 22.4 升。根據阿佛加德羅定律，我們可以知道一公分分子量的任何氣體，在標準狀況下的容積總是 22.4 升。這個數目，叫做公分分子容積，或叫克分子容積。

## 二九 原子化合的本能

一種原子和另一種原子相結合，不一定是一個對一個，有的一個對二個，甚至三個、四個不等。例如拿氫原子和氧原子結合的水來講，就是一個氧原子和二個氫原子的結合。這是原子化合的本能，爲了講清這一點，我們來做個比喻：

假定說有三種不同的人，一種人祇有一隻手，一種人有兩隻手，還有一種人是三隻手。倘若要他們互相攜手結合，而又不准兩隻手拉一隻手和空着任何一隻手，那麼，一隻手的祇能拉住一隻手的，兩隻手的除能拉住兩隻手的，還能拉住兩個一隻手的，三隻手的除能拉住另一個三隻手的，還能拉住三個一隻手的，如要拉住兩隻手的，那就要聯合起兩個三隻手的，拉住三個兩隻手

的。不同的原子相結合，也是這樣。拿氫原子來說是一隻手；氧原子是兩隻手，這樣它們在結合的時候，是一個氧原子拉住了兩個氫原子，所以生成的水是一氧化二氫。拿碳原子來說是四隻手，這樣和氧結合的時候，就能拉住兩個兩隻手的氧原子，所以生成的是二氧化碳。再拿磷原子來說，它有五隻手，這樣當它要與兩隻手的氧原子結合的時候，就要聯合兩個磷原子變成十隻手，來拉住五個兩隻手的氧原子，所以生成的是五氧化二磷。



圖 12. 原子化合的比喻

這種各種不同的原子，在互相結合時的能力，叫做原子價。例如氫是一隻手，就是一價；氧是兩隻手，就是兩價。其餘元素的原子價，祇要看與氫或氧化合時的比較，如碳是四價、磷是五價等。另外還有一些化合物中，含有原子結合的原子團，具有原子的性質，同時不容易把它們分開，因此叫它做根，也有一定的原子價。我們祇有熟悉了原子價，纔能瞭解元素化合的大概。下面是幾種重要元素及根的原子價：

元 素	原子價	元 素	原子價	元 素	原子價
氫 H	1	硝酸根 NO <sub>3</sub>	1	碳酸根 CO <sub>3</sub>	2
氯 Cl	1, 7	氧 O	2	硫 S	2, 4, 6
溴 Br	1, 7	鋅 Zn	2	鋁 Al	3
碘 I	1, 7	鈣 Ca	2	磷酸根 PO <sub>4</sub>	3
鈉 Na	1	鎂 Mg	2	氮 N	3, 5
鉀 K	1	銅 Cu	2	磷 P	3, 5
銀 Ag	1	汞 Hg	2, 1	砷 As	3, 5
銨 根 NH <sub>4</sub>	1	鋇 Ba	2	碳 C	4
氫氧根 OH	1	硫酸根 SO <sub>4</sub>	2	矽 Si	4

### 三〇 元素的符號

一切的物质，不管是如何複雜，卻是由極少數最簡單的元素所組成，正如我們成千成萬複雜的文字，卻是極簡單的幾個一點、一橫、一撇、一捺所構成的一樣。到現在為止，已經發現的元素有九十二種，每一元素，都由一種同樣的原子所組成。換句話說，造成世界的萬物，就是九十二種原子互相化合的結果。

這九十二種元素中，一般可分為金屬與非金屬二大類。金屬元素要比非金屬多三倍。凡是金屬元素，都用

金字旁來表明。非金屬元素中是固體的，用石字旁來表明；是液體的，用三點水來表明；是氣體的，一律加上气字頭。

各種元素雖然各有名稱，但是爲了研究方便起見，國際上又把各元素規定了統一的符號。符號的來源是拉丁文原名的第一字母。有些元素第一字母相同，於是再附記第二或第三字母以示區別，總之最多不超過二個字母。寫符號的時候，如果是單個字母，一律用大楷，如果是兩個字母，則第一字用大楷、第二字用小楷。你們可以翻閱前面的原子量表，仔細領會，並把已讀過元素的符號回憶一下。

元素的符號，不但代表一種元素的名稱，並且表明該元素的原子量。例如符號 O，不僅代表氧原子，並兼表明其原子量 16。符號 Hg 不僅代表汞原子，且兼表明其原子量 200。

### 三一 化合物的符號

凡是與氧化合的化合物，一律叫氧化某元素。一般的非金屬元素與金屬元素化合的化合物，一律叫非金屬某化金屬某。各元素既有了符號，那麼由元素組成的化合物，當然也有了符號。用符號表示化合物的方法，祇要把該化合物中所含各元素的符號，前面的寫在後面，後面的寫在前面，一一記出，例如氧化汞，即是 HgO

等是。

但化合物的分子中，所含各種原子的數，不一定是相等的，例如水分子中，含有二原子氫與一原子氧，故須以  $\text{H}_2\text{O}$  表示之，且符號的右下方另附的『2』字，就是指明水分子中所含氫原子的數目。所以五氧化二磷就要寫做  $\text{P}_2\text{O}_5$ 。這種用數種元素的符號相合併，以代表一種化合物的分子的，叫該化合物的分子式。假使我們熟悉了各元素的原子價，那麼寫出它們化合後的分子式，就非常便當了。

分子式不僅代表一種化合物的分子，且兼表明其分子量。例如  $\text{H}_2\text{O}$ ，不僅代表水的分子中，含有二原子氫與一原子氧，而且還表明水的分子量是： $1 \times 2 + 16 = 18$ 。

### 三二 分子式的運用

分子式既然是代表化合物中各元素原子的量，當然從分子式就可以算出，化合物中所含各種成份的量，或其百分率。例如：

(1) 20 公分的水中，含氫和氧各若干公分？

水的分子式是： $\text{H}_2\text{O}$ 。

其中含氫的重是……  $1 \times 2 = 2$ ，

其中含氧的重是……………16。

水的分子量是氫氧的和即：18。

因此，20 公分的水中含氫的量是：

$$20 \times \frac{2}{18} = 2.22 \text{ 公分。}$$

20 公分的水中含氧的量是：

$$20 \times \frac{16}{18} = 17.78 \text{ 公分。}$$

(2) 計算氯酸鉀中各成份的百分組成？

氯酸鉀的分子式是： $\text{KClO}_3$ 。

其中的鉀重是……………39，

其中的氯重是……………35.5，

其中的氧重是…………… $16 \times 3 = 48$ 。

所以氯酸鉀的分子量是：122.5。

因之，氯酸鉀中含鉀的百分率是：

$$\frac{39}{122.5} \times 100 = 31.8\%$$

氯酸鉀中含氯的百分率是：

$$\frac{35.5}{122.5} \times 100 = 29\%$$

氯酸鉀中含氧的百分率是：

$$\frac{48}{122.5} \times 100 = 39.2\%$$

## 本章提要

物質是由無數的分子所組成，分子又是由原子所組成。

分子量，是以氧分子為 32 作標準而比較所得的數量。原子量，是以氧為 16 作標準而比較所得的數量。為便利起見，可以公分作單位。

阿佛加德羅定律：在同溫度同壓力下，同體積的任何氣體中，含有同數的分子。

一公分分子量的任何氣體，在標準狀況下的容積，佔 22.4 升。

某元素與氫原子化合時的比例，即是該元素的原子價。

原子與分子，可以各種符號表示。分子的符號叫分子式。應用分子式可求分子量與百分組成。

### 研究 和 做

1. 什麼叫分子？什麼叫原子？
2. 寫出下列各原子的符號：  
鐵、鈉、氯、銅、氫、氮、鈣、氧、碳。
3. 寫出下列各物質的分子式：  
水、二氧化錳、氯酸鉀、二氧化碳。
4. 由下列各分子式，計算其分子量：  
 $\text{NaCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{MnO}_2$ .
5. 由下列各化合物的分子式中，求 Ca, Mg, C, N, S 等元素的原子價：  
 $\text{CaO}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CS}_2$ .
6. 計算下列各化合物中各元素的百分組成：  
 $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCl}$ .
7. 試計算 50 公分的硫酸中，含氫、硫、氧各若干公分？

# 第六章 化學方程式及 計算

## 三三 化學變化的符號

元素及化合物都有一定的符號可以表達，當然藉元素或化合物所發生的化學變化，也就可以用符號來表達了。表示的方法，是把變化前原來各化合物或元素的分子式，用加號聯絡，放在箭號的左邊，把變化後所產生的各化合物或元素的分子式，也用加號聯絡，寫在箭號的右邊。根據質量不變定律，變化前各原子的總和，一定是等於變化後各原子的總和，所以要在前後各分子式的前面，加上適當的係數，使箭號兩邊各原子的個數，各各相等。這種表明化學變化的發生與結果，和變前所

需的量及變後應得的量的符號，叫做**化學方程式**，或單稱**方程式**。但是必須注意，化學方程式所代表的化學變化，全是根據一定發展及實驗的結果，往往極相類似的物質，在相似的情形下，並不起相似的變化，所以化學方程式和機械的代數方程式不同，我們絕對不能用機械的代數方法，來推測未知的化學方程式。

大多數氣體元素如氫、氧等分子中，常含有二個原子，並且單個的原子不能存在，所以立方程式時，必須使代表此等氣體的分子式，含有二個原子，方符事實。例如氧化汞分解而生氧及汞的方程式，不是  $\text{HgO} \longrightarrow \text{Hg} + \text{O}$ ，而是  $2\text{HgO} \longrightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$ 。

這氧化汞變化的方程式，除了表示氧化汞經變化能產生汞和氧外，還表明 2 分子氧化汞纔能產生 2 分子汞和 1 分子氧，氧化汞前面的 2 和汞前面的 2，就是以後加的係數。現在把前面曾經研究過的化學變化，選幾個較簡單的用方程式表示如下：

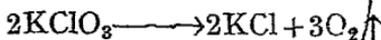
( 1 ) 氯酸鉀分解而生氯化鉀和氧。

先將變化前後各物質，各以其分子式表示，並將變化前各物質的分子式，寫在左端；變化後各物質的分子式，用加號連接，寫在右端；中間再以箭號連接。

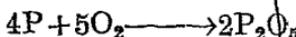


再看兩邊的原子數是否相等？如果是不等，必須加係數使兩邊平衡。現在前面一個鉀，後面也是一個鉀，前面一個氯，後面也是一個氯，前面是三個氧，後面祇

有兩個氧，因此氧的量前後不等，此方程式不能成立，必須加上係數，就是：



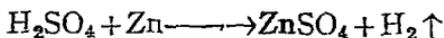
(2) 磷在氧中燃燒而生五氧化二磷。



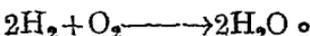
(3) 石灰水遇碳酸氣成白色沉澱。



(4) 鋅和硫酸作用而生氫。

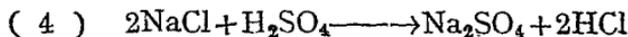
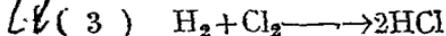
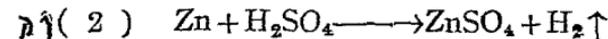
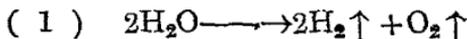


(5) 氫燃燒而成水。



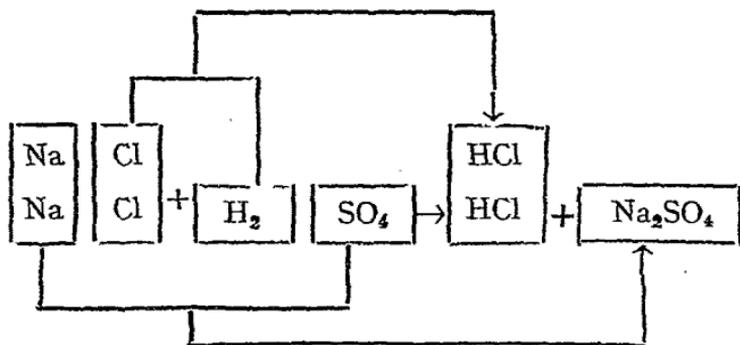
### 三四 化學變化的種類

應用化學方程式表示的化學變化，有多少種呢？我們來研究一下：



從上面看來，第一種變化，是一種分子分裂而成兩種分子；第二種變化，是兩種分子化合而成一種分子。這兩種變化就是我們在第一章裏所談的分解和化合。第三種變化，是以鋅代替了硫酸中氫的位置，一方面成爲

硫酸鋅，一方面把氫趕出來，這種變化，叫做置換。第四種變化，是兩種化合物互相變化，重行組成兩種新化合物：



這種變化，叫做複分解。一般的化學變化，大都屬於這四類。

### 三五 方程式計算

方程式既是代表化學變化的反應，和表明變化前的量與變化後的量，因此，要製造一種物質時，需用多少原料，或這些原料能製成多少物質，當然也可以由它算出。計算的方法可以分為四步：

- (1) 將化學變化用方程式表示出來。
- (2) 將變化前後有關物的分子量或其倍數，分別記在各分子式下面。
- (3) 然後將已知數與所求的未知數  $X$ ，分別寫在

有關分子式下面。

(4) 最後立出比例式。

例一、把20公分的氯酸鉀加熱，可製氧多少公分？

(1) 先立方程式  $2\text{KClO}_3 \longrightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

(2) 記出分子  
量或倍數  $\frac{2(39+35.5+3 \times 16)}{2 \times 122.5}$  無關  $\frac{3(16 \times 2)}{3 \times 32}$

(3) 寫出已知數  
與未知數 20公分 X公分

(4) 立比例式  $2 \times 122.5 : 3 \times 32 = 20 : X$

$$\therefore X = \frac{3 \times 32 \times 20}{2 \times 122.5} = 7.84 \text{ 公分。}$$

例二、用鋅與硫酸作用以製氫，現在要製10公分的氫，需鋅多少？

(1)  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$  ✓  
無關 無關  $2 \times 1$

(2) 65 2

(3) X公分 10公分

(4)  $65 : 2 = X : 10$

$$\therefore X = \frac{10 \times 65}{2} = 325 \text{ 公分。}$$

### 三六 體積的計算

氣體的體積計算，可用公分分子容積。

例一、鋅130公分與硫酸作用，可發生標準狀況下的氫若干升？

由 35 節，知鋅 65 公分能發生氫 2 公分。

即鋅 65 公分能發生氫一公分分子量。

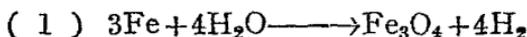
即鋅 65 公分能發生氫 22.4 升（標準狀況下）。

故鋅一公分能發生氫  $\frac{22.4}{65} = 0.345$  升。

故鋅 130 公分能發生氫  $0.345 \times 130 = 44.8$  升。

例二、以水蒸汽 100 公分，與鐵粉作用，可製成標準狀況下的氫若干升？

計算的方法，可依照 35 節的步驟。



(2) 無關  $4 \times 18$  公分 無關  $4 \times 22.4$  升

(3)  $100$  公分  $X$  升

(4)  $72 : 89.6 = 100 : X$

$$\therefore X = \frac{8960}{72} = 124.4 \text{ 升。}$$

## 本章提要

化學方程式，是應用化學符號以表示化學變化的式子。寫的時候，須注意箭號左右的原子數是否相等。

化學變化，可分為四種，即分解、化合、置換、複分解。

應用化學方程式，可計算化學反應中的原料和生成物的多少。

### 研究和做

1. 把第一、二、三、四章中的化學變化，列成方程式。

2. 根據上題，研究各是屬於那種化學變化？
3. 鈉和水作用，能生成氫氧化鈉和氫。假使有10公分鈉，能得氫多少？如把所製得的氫，全部燃燒，在燃燒時所需的氧，由氯酸鉀來供給，那麼要多少公分氯酸鉀？
4. 上題由鈉製得的氫，如在標準狀況下是多少升？
5. 要製10升的氧，需用氯酸鉀多少公分(在標準狀況下)？
6. 在標準狀況下，氧1000升與氫化合，可生成水蒸汽若干升？



## 第七章 硫磺的研究

### 三七 硫的變化

假使你將硫磺放在試管裏慢慢加熱，就會慢慢的變成淡黃色稀薄的液體，溫度漸增，其顏色由淡黃變為棕紅，最後到暗褐色。當熱到 $220^{\circ}\text{C}$ .時，則流動性全失，雖把試管倒立，亦不致流出。如再繼續加熱，又復變為流動的液體，這時把它倒入冷水中，則凝成褐色的黏性物，叫做黏硫，或叫彈性硫或無定形硫。

如把鎔融的硫磺，使其慢慢冷卻，待液面生成薄衣一層時，用針刺破，把尚未凝的液體硫倒出，則器內的硫即結成長針形，叫做針形硫或單斜硫。

如把硫溶於二硫化碳  $\text{CS}_2$  中，再把它倒在玻璃表面上，等二硫化碳蒸發後，硫復變為斜方形固體析出，叫

做斜方硫，像這種有一定規則外形的固體，周圍均以幾何平面構成者，都叫做結晶，或叫晶體。

從以上幾個實驗，可知同一元素的硫，可變成好幾種不同的形態，如斜方硫、單斜硫、彈性硫等等。像這種由一種元素而成多種形態不同的物質，叫做同素體。以上的幾種硫，就是硫的同素體。

### 三八 硫的燃燒

把硫在空氣中燃燒，就會發出藍色的火燄和一股刺鼻的臭氣，和擦洋火時、或燃點爆竹時所生成的臭味一樣，這就是硫和空氣中的氧化合，而成的一種氣體，叫二氧化硫  $\text{SO}_2$  的臭味。



二氧化硫極易溶解於水中，其水溶液，叫做亞硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_3$ 。

亞硫酸很容易和氧化合，並且能奪取含氧化合物中的氧，而與之化合。像這種能把含氧化合物中的氧奪取出來的物質，叫還原劑。它的作用叫還原。

二氧化硫有漂白的能力。如果把有色的鮮花，或已變黃的草帽浸溼，放在燃燒的硫磺上，用罩罩住，就變成了白色。這就是因為它和水所生成的亞硫酸，能奪取色素中的氧，使其還原而變為無色。

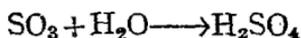
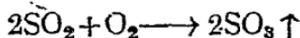


用二氧化硫漂白的方**法**，非常簡便易行，祇要把需要漂的物件浸溼，掛在密閉室內，通入二氧化硫即成。但是有個缺點，就是漂白後的物件，在空氣中經久，又能受氧化漸漸變回原色。

二氧化硫還有殺菌的能力。用硫磺來搽疥癬，實際就是使它生成二氧化硫，來毒殺疥癬蟲。

### 三九 工業之母的硫酸

二氧化硫在通常狀況下，是不會再與氧化合的。可是把氧和二氧化硫混和，通過燒熱的鉑粉，就能再與氧化合而成三氧化硫  $\text{SO}_3$ 。像這種能促進他物發生化學變化，本身並不參與的鉑，叫做觸媒，或叫接觸劑。再把三氧化硫通入水中，即成硫酸。這種方法，叫接觸法。



此外，還有一種製造硫酸的方法，叫做鉛室法。鉛室法是用一種含氧較多的二氧化氮  $\text{NO}_2$ ，和二氧化硫作用，二氧化硫即奪取二氧化氮中的氧，變為三氧化硫。

工業上大都用此法製造硫酸。方法是由燃燒含硫的黃鐵礦  $\text{FeS}_2$ ，而得來的二氧化硫，與一氧化氮、空氣、水蒸汽一同導入鉛室，於是一氧化氮奪取空氣中的氧變成二氧化氮。二氧化硫又奪取二氧化氮中的氧變為三氧化硫，再和水蒸汽化合而成硫酸。

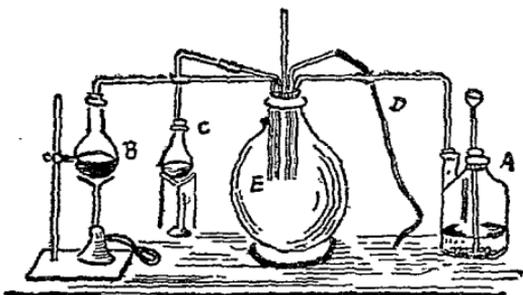
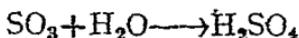
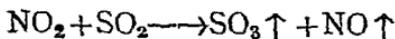
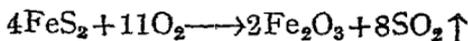


圖 13. 鉛室硫酸生成的理論 A 瓶中置銅屑，加硝酸以發一氧化氮(NO)；B 瓶中置銅屑及硫酸，加熱以發二氧化硫(SO<sub>2</sub>)；C 瓶中貯水，加熱使發水蒸汽(H<sub>2</sub>O)；D 管通入氧氣或空氣；E 空氣，各氣同時通入 E 瓶成硫酸。



鉑粉的製法是以鉑絲一、二寸，溶於水中，蒸發至乾，再以少量氨水溶解，並以清潔的石綿浸入，使溶液全吸收於石綿中，然後以鈹將石綿夾住，在燈火上燒灼數十分鐘，則其中的鉑即分成細粉，散佈於石綿中，所以又叫鉑石綿。

## 四〇 硫酸的性質

純粹的濃硫酸，是一種無色的油狀液體，比水約重

兩倍。但普通都混有雜質，所以略帶棕色。濃硫酸遇水能發生高熱，所以如要把硫酸沖淡，先要在杯子裏放上水，然後把濃硫酸沿杯壁慢慢注入。假使把濃硫酸放在空氣裏，隔幾天就會比原來增加一倍，這就是它從空氣中吸收了水份，所以硫酸是極好的乾燥劑。通常在精細的天秤旁邊，常放着一杯濃硫酸，以吸收天秤附近的水蒸氣，而防止天秤的生鏽。

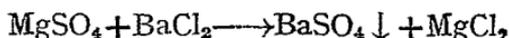
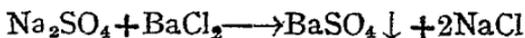
一切植物全是碳水化合物，所以遇到硫酸之後，就能吸取了其中的水份變成碳素。不信，把木片投入濃硫酸中，就變為木炭。如把濃硫酸注入白糖內，即沖起濃煙，變為黑碳。因此，我們假使不留心，把硫酸沾到了手上，或衣服上，立刻就能奪取了水份，等於受火灼一樣的結果。因此，俗叫硫酸做硫酸水。

硫酸向來被稱為工業之母，不管在紡織、製皮革、造紙，以及玻璃、肥皂、染料等各種工業中，沒有不需要硫酸的。所以要看一個國家的工業是否發達，祇要看硫酸的產量就能代表。

#### 四一 幾種常見的硫酸鹽

硫酸能溶多種金屬，而成可溶性的硫酸鹽。我們常見的硫酸鹽，有：硫酸鈣  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  即石膏；硫酸鎂  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  即硫苦，或瀉鹽；硫酸鈉  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  即芒硝；硫酸銅  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  即藍礬，或叫膽礬；硫酸

亞鐵  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  卽綠礬，又叫皂礬；硫酸鋅  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  卽白礬；硫酸鋁鉀  $\text{K}_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  卽明礬等等。這種硫酸鹽，從水溶液中析出時，常成爲結晶體，含有一定量的結晶水。並且有一共同的性質，卽它們的水溶液，遇氯化鋇  $\text{BaCl}_2$  溶液時，能發生硫酸鋇的白色沉澱。



所以我們要檢驗是否爲硫酸鹽，祇要加入氯化鋇溶液，看是否有白色沉澱就行了。

## 四二 硫的幾種化合物

鷄蛋放久了就會發出臭氣，這是因爲蛋裏含有硫，這種硫當腐爛時，就和蛋裏的氫化合成一種氣體硫化氫  $\text{H}_2\text{S}$ 。

硫化氫是一種惡臭的氣體，人放的屁裏也有它。它和各種金屬，或金屬的化合物，能起作用而成硫化物，呈各種特別的顏色，並大多不溶於水或稀酸中。所以在分析化學中，常用它來鑑別金屬。銀器及含鉛的白色染料，常會變黑，就是遇到了硫化氫而變成了硫化物，而這種硫化物是呈黑色的緣故。

硫和碳作用，能生成一種無色有惡臭的液體二硫化碳  $\text{CS}_2$ ，它很易着火，能溶解硫、磷、溴、碘、油及脂

肪等物。

硫的化合物中還有一種呈還原性的白色晶體，叫**硫代硫酸鈉**  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，俗名**海波**，攝影術常用為定影液。

### 四三 臭氧和雙氧水

由同一元素而成多種同素體的，不僅是硫一種。我們前面所講的氧，也有一種同素體，叫做**臭氧**。每當雷電交作的時候，或在發電機的旁邊，嗅到的特殊臭氣就是它。臭氧的化學性質較尋常的氧更為活潑，分子式是  $\text{O}_3$ ，很易放出一部份的氧，又變回氧，並使他物氧化。像這種能放出氧使他物氧化的物質，叫做**氧化劑**。

氫和氧的化合物，除了水外，還有一種叫做**過氧化氫**  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，又叫**雙氧水**。它也很容易放出其中的氧而使他物氧化，也是一種很強的氧化劑。

凡是氧化劑都有消毒和漂白的功能。雷電所以能清潔空氣，就是因為能生成臭氧的緣故。雙氧水又常用在醫藥上作防腐、消毒。臭氧和雙氧水漂白天然色素的能力都很強，一般用作漂白象牙、羽毛等。廣告畫上的鉛白變黑後，經常用雙氧水去使它回白。

### 四四 定比定律和倍比定律

在前面已經講過混合物和化合物的基本不同點，其

中有一條是：混合物的構成成份是沒有一定比例的，化合物是有一定比例的。現在我們已經知道了很多的化合物，它們間的比例到底是怎樣呢？

拿水來說：水是氫和氧化合而成的，在重量上是氫 2、氧 16，而成的水是 18；把它約小就是氫 1 氧 8 化合成水 9。祇要是水，它們間的比永遠是 1 : 8 : 9。

再拿二氧化硫來說，是硫 32、氧 32，合成二氧化硫是 64；把它約小就是 1 : 1 : 2。不管在任何情況下所生成的二氧化硫，它們間的比例永遠是這樣。

所以，化合物中各成份的重量之比，總是一定不變的。這一規律，叫做定比定律。

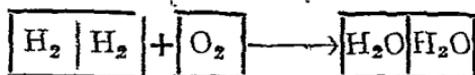
但是氫和氧化合，除了水外還有雙氧水。雙氧水比水多合一倍的氧。重量的比水是 1 : 8，雙氧水是 1 : 16。比例雖然不同，但是這兩種化合物中的氧，和同量的氫化合的量是 8 : 16，等於 1 : 2，成簡單整倍數。不但氫、氧所成的多種化合物是這樣，其他元素如成多種化合物時的關係也是如此。

所以，凡一定量的甲元素，和不同量的乙元素相化合，而成多種化合物時，其中乙元素和定量甲元素化合的量，成簡單整數比。這一規律，叫做倍比定律。

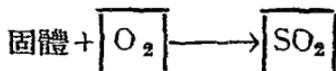
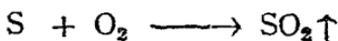
## 四五 氣體反應定律

各種化學反應，假使反應前與反應後的物質，全是

氣體，或有一部份是氣體，那麼這幾種氣體的容積間，也有簡單的關係存在着。例如氫與氧化合而成水，是二容積的氫，與一容積的氧化合而成二容積的水蒸汽：



又如硫燃燒時的變化，



即氧與二氧化硫的容積之比，恰是 1 : 1。

所以，在化學變化中，如參加反應的物質，全是氣體，或有一部份是氣體，那麼各氣體的容積，必互成簡單的整數比。這一規律，叫做氣體反應定律。

## 本 章 提 要

硫是黃色固體，不溶於水，但能溶於二硫化碳中。並有多種同素體。

硫在氧中或空氣中燃燒，則成二氧化硫，二氧化硫有漂白和殺菌的作用。

二氧化硫通過鉑粉能再與氧結合成三氧化硫，溶於水中即為硫酸。

硫酸是油狀液體，有腐蝕性、吸水性，在工業上用

途極大。

硫酸鹽的溶液遇氯化鋇、即生白色沉澱。

定比定律、倍比定律、氣體反應定律，是化學上三條重要定律。

### 研究和做

1. 用一個發黃的草帽，或染上果汁的衣服浸溼，放在硫磺煙上薰，薰後再在水裏漂洗，看看結果如何？
2. 把一些鐵屑和硫磺粉混和後，加上些水，晒在太陽裏，觀察有些什麼變化？是什麼道理？再把它寫成方程式。
3. 你算算看100斤瀉鹽裏面含有多少水？
4. 把少許黃磷，放在二硫化碳裏，看它是否溶解？再用筆蘸此液寫字在紙上（最好在晚上），看看有什麼現象？（注意發生火災）
5. 搽粉人的臉上，常有黑的斑點，是什麼道理？
6. 什麼叫氧化？什麼叫還原？試舉例說明。
7. 你知道幾種氧化劑和幾種還原劑？
8. 什麼是定比定律？
9. 什麼是倍比定律？舉例來說明。
10. 你運用氣體反應定律來算出，1000升二氧化硫通過鉬粉能成三氧化硫若干升？
11. 燃燒黃鐵礦100斤，照理論可製硫酸若干斤？
12. 用硫酸在白紙上寫字，以火烘乾，紙上即呈黑字，什麼緣故？
13. 你知道幾種接觸劑，把它說出來。

# 第八章 碳

## 四六 各種不同的碳

把一個白磁盤放在燈的火燄上，不久就有一層黑煙積聚在磁盤，這種黑煙也是一種元素，叫做碳。碳廣佈在自然界中，它和其他元素的化合物，現在已經發現的有五十多萬種，所以在化學中別立一部門，叫做有機化學，專門研究碳的化合物。有機的意義，就是因為一切生物的機構中，都含有碳的緣故。

碳有多種同素體，大體上可以分為結晶形碳和無定形碳二種。石墨和金剛石是屬於結晶形碳，煤、木炭、焦炭、骨炭、煙炭等，是屬於無定形碳。它們之間的分別，一個是有固定結晶的，一個是沒有結晶。

無論是結晶形碳或無定形碳，它們有個共同性質，

就是在純氧中燃燒，都祇能發生二氧化碳。

## 四七 金剛石

金剛石是無色透明、成八面體的結晶，有美麗的光澤，是世界上最堅硬的東西。一般作為貴重的裝飾品，其中以淡藍色的最貴，黑的最賤，常作為鑲刻巖石及畫玻璃的用。它對各種化學藥品不起作用。假使強熱，就和其他的碳一樣，燃燒而生成二氧化碳。

金剛石是古代的碳，壓在極深的地底，受了很高的壓力、很高的溫度，而慢慢生成的。根據這個原理，金剛石可用人工製造，方法是把純碳倒在融鎔的鐵裏，再使它驟然冷卻，然後把鐵溶解在酸裏而得，可是顆粒太小，不合實用。

## 四八 石 墨

石墨又叫筆鉛，也是一種結晶形的碳，色灰黑，有金屬光澤，質軟而滑，能耐強熱，所以常用作機械的滑潤劑，和融鎔金屬的耐熱坩堝等。把石墨與黏土混合，就是鉛筆的心，攪和黏土多的是硬鉛，少的就是軟鉛。石墨還能防止金屬生鏽，所以常用它塗在旁的防鏽品不能勝任的高熱火爐上。

石墨也是碳在地層中受到高溫及高壓而生成的。所

以將無煙煤放在電爐中加熱，也會生成石墨。這種人造的石墨，較天然石墨純粹，所以勝過天然石墨。

## 四九 煤

煤是最常見的無定形碳，是古代的植物埋入地中，受地心熱力與壓力分解而成。因埋藏的時間久暫不一，質地亦不相同。歷變時日最久的，含碳最純，質地也最堅，叫做無煙煤或白煤。歷變時日較淺的，含碳較少，質地不堅，常夾雜有未變盡的物在內，叫做煙煤或瀝青煤。歷變時日最短的，含有未變物最多，叫做木煤或褐煤。

我國的煤礦極多，遼寧的撫順、熱河的北票、松江的穆稜、山西的井陘、河北的開灤、河南的六河溝及焦作、江西的萍鄉、山東的淄川及棗莊，都是出產煤的地方。山西一省，幾乎到處產煤。全國煤礦的總儲量，已經發現的有二十五萬兆噸。在蔣介石匪幫統制的二十來年，都賣給國外帝國主義開採的，現在纔回到人民的手中。

## 五〇 木炭

木材或煤，或其他含碳的物，倘不與空氣接觸而受熱，就會發生一種很複雜的化學變化，這叫做破壞蒸餾

或叫乾餾。經乾餾而得的殘燼，都叫做炭。

把木屑放在試管甲內，慢慢加熱，如圖 14 的裝置，則在丙管尖端點火即能自行燃燒，試管乙內留有褐黑色的液體，甲內的木屑也就慢慢的變成了炭。

從上面這個實驗，可知木材經乾餾之後，即變成焦黑的炭，這叫做木炭，同時並能放出可燃的氣體，其中還有一部份因冷而凝成的液體。

在不產煤的地方，木炭是主要的燃料。我國農村製造木炭非常普遍，不過大都襲用數千年遺下來的舊法，祇是

燒窯取炭，而不知收取製造木炭時的副產品。且舊式窯不易節制流入的空氣，因此又浪費了一部份的炭質。新式製木炭是如圖 15，用鐵車裝滿木材，推入蒸餾室內密閉加熱，這樣除木炭的品質優良外，又可收集作燃料的可燃氣體，和兩種價值很貴的副產品，木精  $\text{CH}_3\text{OH}$  和醋酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 。

木炭粗鬆多孔，具有吸收的能力，濾水池中常用以吸收水中含有的有機物色素及臭氣。假使由椰子殼得來

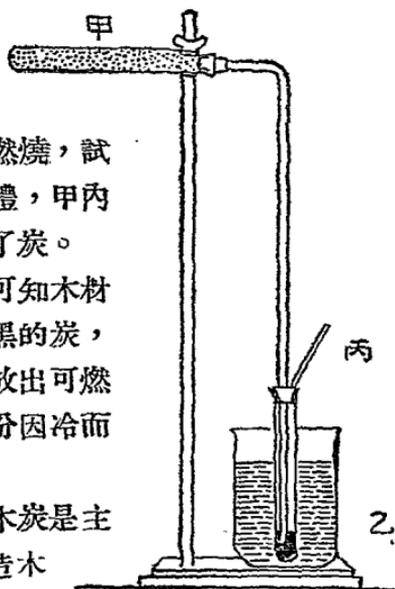


圖 14. 木材乾餾的試驗

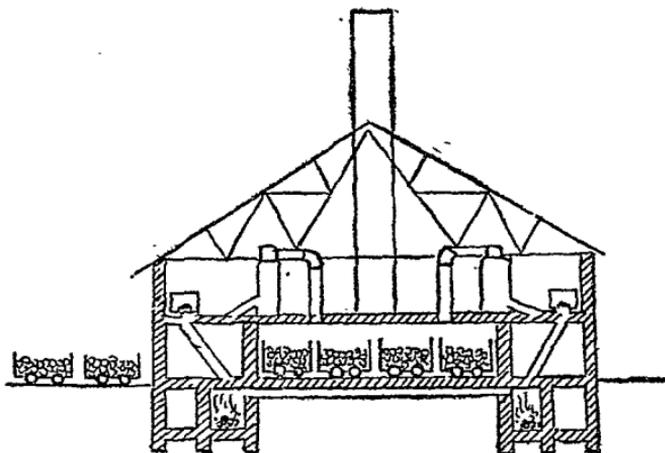


圖 15. 製木炭工廠的設備

的木炭，吸收力更強，叫**活性炭**，常用以製防毒面具，吸收毒氣。

## 五 焦 炭

假使把煙煤代替木材乾餾，結果也相同，這樣所得的炭叫**焦炭**。是極好的還原劑，能奪取金屬氧化物中的氧，而使金屬游離，所以是冶金中的主要原料。所得的可燃氣體，就是煤氣，可以點燈煮飯。所凝集的褐黑色液體，叫做煤焦油，是極有用的東西。

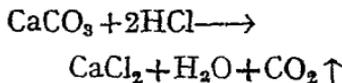
無定形碳除了上述的三種外，常見的還有骨炭和煙炱。骨炭是由獸類的骨乾餾而得，能吸收色素，工業上用作脫色劑。煙炱是油類在空氣不足的情況下產生的，

是製墨和油漆的原料。

## 五二 二氧化碳

我們已經知道，一切含碳物質的燃燒現象，實際就是其中的碳和空氣中的氧結合的結果。它的生成物就是我們一再提到的二氧化碳。

爲了便於進行研究，把大理石浸溼放在瓶中，由漏斗管注入稀鹽酸，就能取得純粹的二氧化碳：



這樣收集得數瓶後，你就可以：（1）細察有無顏色？有無

氣味？和空氣有何分別？（2）把燃着的燭放入，有何現象？（3）先把一大空杯，放在天秤的一端，使平衡後，把集有二氧化碳的瓶，像倒水樣的倒入，有什麼現象？（4）把二氧化碳通入大燒杯內，再取水生植物的綠葉放入，上蓋漏斗，用滿盛水的試管覆在上面，然後移入日光中，有何現象發生？並試試所得的是何氣體？

做了上面的種種試驗，即可知二氧化碳是一種無色的氣體，略有微臭，比空氣重，不能自燃，不能助燃，

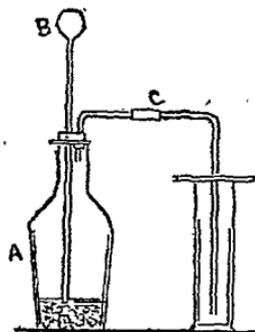


圖 16. 由灰石與鹽酸製二氧化碳  
A. 二氧化碳發生瓶；  
B. 注加鹽酸的漏斗；  
C. 導管。

有滅火性。因此，常把它製成滅火器。

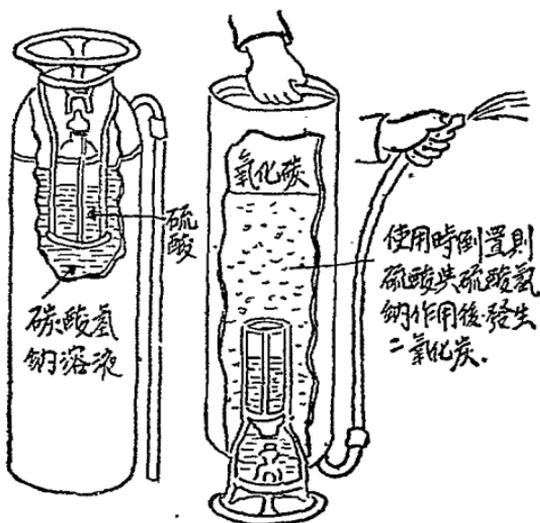


圖 17. 滅火器

二氧化碳易溶於水而生碳酸：



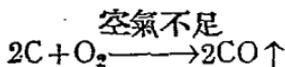
倘使壓力增加，則二氧化碳的溶解量亦隨之而增。在強壓力下，把二氧化碳溶入含有果汁香味的水中，就得一種清涼飲料，叫做汽水。

把溫度降低、壓力加大，二氧化碳就能變成液體。如把液體的二氧化碳流入布袋，則即為自身的蒸發所冷卻，一部份變為白色的固體留在袋中，此固體蒸發時能使溫度大降，所以叫做乾冰，常用作寒劑，以及用飛機散佈空中，製造人工雨。

製二氧化碳時用的大理石或石灰石約需 20 公分，稀鹽酸約需 80 立方公分。二氧化碳較空氣為重，因此通入上覆硬紙的空瓶中，即能將空氣驅出，而自行佔據其中，這種集氣的方法，叫做下方排氣法。所以不用排水法，是因為二氧化碳能溶於水的緣故。在製取二氧化碳時，以燃着的火柴移近集氣瓶口，如火燄熄滅，即瓶已滿的證。

### 五三 一氧化碳

碳和氧的化合物不止二氧化碳一種，還有一種叫做**一氧化碳** CO，是含碳的物質在空氣不足時燃燒而產生的。通常火燄的上部，尤其是在燃煤的爐中，往往發現青色的火燄，這就是因為中部空氣不足所產生的一氧化碳。這一氧化碳升至上部，遇到空氣，又燃燒而生青色火燄的緣故。



一氧化碳是一種劇毒的氣體，人呼吸了能使血液失去輸氧的能力。空氣中如含有 0.5% 的一氧化碳，即能使人頭痛，若含量再多，則可立即致人死命。一氧化碳又是無色無味無臭的，因此即使中毒亦全不覺得。我們常用的煤爐，生火稍不得法，往往發生一氧化碳，所以

在寒天緊閉窗戶，用沒有煙囪的煤爐取暖，常有中毒而死的危險。其他像汽車停貯所內、農村裏的地瓜窩裏，也常有此氣發生，應特別注意。

## 本章提要

碳有三種同素體，即金剛石、石墨及無定形碳。凡是含碳物在純氧中燃燒，皆能生成二氧化碳。

二氧化碳是無色無味略有微臭的氣體，比空氣重，能溶於水，不能自燃，不能助燃。可用以製滅火器和乾冰。

一氧化碳是在空氣不充足時由燃燒含碳物所產生的氣體，無色無味無臭，有劇毒，可作還原劑。

### 研究和做

1. 用什麼方法能證明物質中含有碳？
2. 用什麼方法能使燒焦的飯去掉焦味？
3. 買一些紅糖來化成水，在你做的骨炭裏濾一下，結果如何？
4. 假使有一瓶氮和一瓶二氧化碳，你用什麼方法，可以測定？
5. 立表說明一氧化碳和二氧化碳的異同點。
6. 試用一氧化碳和二氧化碳，來說明倍比定律。



## 第九章 食鹽的祕密

### 五四 取之不盡的財富

食鹽本來是和其他的礦一樣，蘊藏在地殼裏，但是因為它能溶解在水裏，所以當水從大陸流向海洋，就把它溶解帶走，集聚到海洋裏。有人曾把海洋裏的鹽量算了一下，倘把鹽全部提出，可蓋滿全地球，而且能堆到三丈多厚。

鹽，除了大量存在在海裏之外，在距海遠的地方，還有鹽井和鹽池。把含鹽的水，蒸發至乾，食鹽即結晶析出。這就是大家熟知的晒法和煎法。

食鹽是我們每日用的調味品，是人生不可缺少的要素，血液的濃度就靠它來保持。食鹽還有防腐的作用，我們常利用它來醃魚、醃肉等。

## 五五 食鹽的合成

用 17 節電解水的裝置來電解食鹽溶液，那麼在正極上就發生一種叫氯的氣體，負極上發生氫氣。爲什麼能這樣呢？因爲食鹽是由二種元素組成的，一種是氯，一種是遇水即發生大熱並把水中的氫分解出來的金屬元素鈉。所以把食鹽電解之後，正極上是氯，負極上是由鈉再和水作用而生的氫。所以食鹽的分子式是  $\text{NaCl}$ ，又叫做氯化鈉。

## 五六 氯的實驗

實驗室中製氯，可按圖 18 的裝置，在燒瓶 A 中，放上二氧化錳，從漏斗管注入鹽酸，混和後慢慢加熱，即有氣體發生，使經過盛水的 C 瓶洗去夾雜的氣體，再經過盛濃硫酸的 D 瓶，吸去其

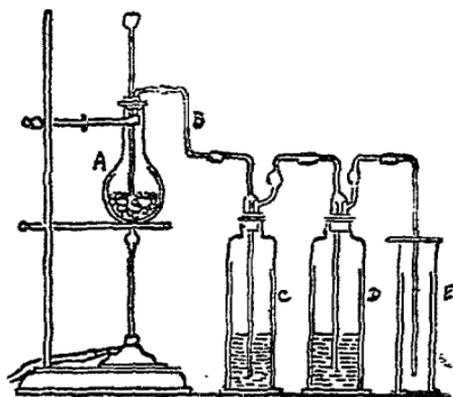
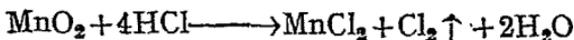


圖 18. 氯氣的製法 A. 氯氣發生器； B. 導管； C. 盛水瓶； D. 盛濃硫酸瓶； E. 盛氯氣瓶。

中的水份，使得乾燥純粹的氯，用排氣法收集。瓶口如呈黃綠色，即為已滿的現象。



鹽酸可用食鹽和硫酸作用而得，故在作此試驗時，可用食鹽 20 公分、二氧化錳 15 公分，混合盛入燒瓶，再加硫酸 60 立方公分，此種硫酸，係以濃硫酸 30 立方公分，慢慢注入水 30 立方公分中而配成。（切勿將水加於硫酸中）氯有劇毒，所以這試驗最好在室外舉行，否則，應以手帕一方，洒上酒精數滴或氨水數滴，以解其毒。

## 五七 氯的性質

由上節方法製得氯後，即可進行以下的種種實驗，以探知氯的性質：

(1) 把乾燥的紅花或藍布條放入，看有無變化？另取同樣的紅花或藍布條浸溼後放入，看有無變化？

(2) 用紙三條，用紅或藍墨水、中國墨及鉛筆，分別寫字浸溼放入，看有何變化？

(3) 把燃着的燭放入，有何變化？

(4) 把鈉一薄片切成細顆放入，看生成是何物？

(5) 用錒粉少許投入，有何變化？

經過上面的試驗，可知氯是黃綠色有劇毒的氣體，

有刺鼻的臭氣，比空氣重，易溶於水，很易和其他元素化合而生氯化物，化合時作用劇烈，能發熱及光。

氯最易和氫化合，能在含氫的化合物中抽取其中的氫相化合，而使其餘的元素游離。如氯和水接觸時，即和水中的氫化合，而放出氧，這種氧在水中發生時和平常的氧不同，叫做初生態氧，能把有色物質氧化而變為無色。所以氯又具有漂白作用。

氯的用途極廣，主要是做漂白粉和消毒殺菌劑，在毒氣戰爭的開始，德國首次用的毒氣就是它。現在一般中毒性毒氣，都是以氯為主要原料。

## 五八 毒氣的種類

自從氯用到戰爭上來之後，人們就展開了對毒氣的研究，現在用作戰爭的毒氣，按對人的威脅情形，可分為五種：

- |           |              |
|-----------|--------------|
| (1) 窒息性毒氣 | 能傷害或強烈的刺激肺部。 |
| (2) 催淚性毒氣 | 能使人流淚。       |
| (3) 噴嚏性毒氣 | 能使人打噴嚏。      |
| (4) 中毒性毒氣 | 能直接傷害神經系統。   |
| (5) 糜爛性毒氣 | 能傷害人體組織。     |

各種毒氣中，如有名的光氣、雙光氣、芥子氣、死露等，都是氯的化合物。所以食鹽又是造毒氣主要的原料。

一切毒氣均比空氣重，如沒有防毒面具，應即走上



圖 19. 遇到毒氣後：1. 要跑在毒氣的前頭。2. 用溼手巾遮住口鼻。3. 井上應加蓋。

高樓，或以溼手巾包住口鼻，減少呼吸，並立即走出毒氣範圍之外。

## 五九 氯化氫的製法

食鹽和硫酸及二氧化錳共熱，可以發生氯。那麼如單把食鹽和硫酸共熱，結果怎樣呢？

你可以按圖20裝置起來加熱，不久，也發生一種氣體，這種氣體，也比空氣重，所以也能像氯那樣收集。

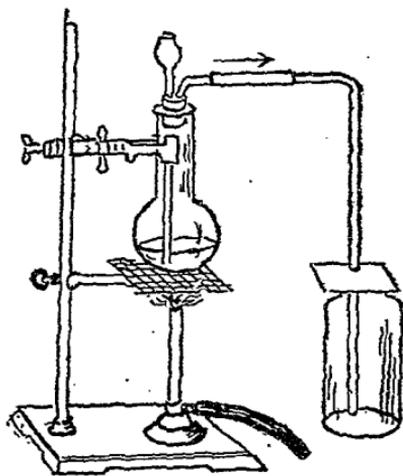
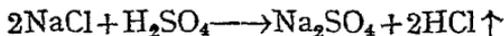


圖 20. 氯化氫的製法。



這種氣體叫做氯化氫。將氫在氯中燃燒，也能生成氯化氫。

## 六〇 氯化氫的性質

這樣製得氯化氫後，即可供我們試驗了。

- (1) 把它直接放在空氣中，有什麼現象？
- (2) 把浸溼的藍石蕊紙放在氣中，有什麼變化？
- (3) 把燃着的燭放入，有什麼變化？
- (4) 取一空瓶裏面

倒入氨水少許，再把集有氯化氫的瓶，倒放在此瓶上面，移去玻璃片，有什麼變化？

(5) 取一乾燥圓底燒瓶，裏面集滿氯化氫，然後按圖21的裝置，在下面杯內的水中加入藍石蕊試液或任何紫花汁，使呈紫藍色，把含有水的小滴管一擠，有何現象發生？

從上面的試驗，可知氯化氫是一種無色有刺激

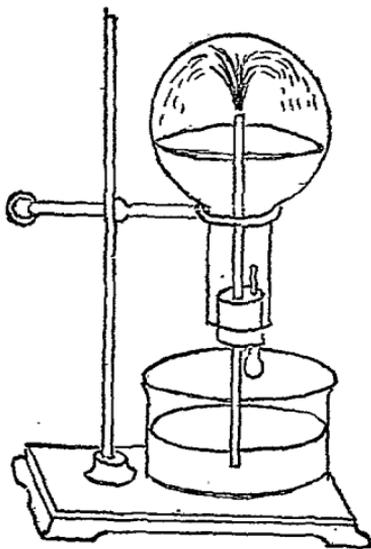


圖 21. 氯化氫的實驗

性的氣體，比空氣重，不能自燃，不能助燃，極易溶解於水，其水溶液叫鹽酸，能使藍石蕊紙或紫花汁變成紅色。

## 六一 鹽 酸

純粹的鹽酸是無色的液體，假如有了雜質，就變成黃色。許多金屬，如鋅和鐵等，均易溶於鹽酸而驅出水中的氫氣，前面製氫的方法，就是利用此特點。同時，此等金屬即與鹽酸中的氯化合，而成氯化物，食鹽就是最重要的氯化物。

鹽酸的用途很大，如淨銅，製氫，製染料、味精等等。又是胃液中主要成份，醫學上常用它的稀溶液來增加胃液。它的俗名叫鹽銲水。銲匠在銲接時滴上的水也就是它，目的是，把金屬銲接面的氧化物腐蝕去，使銲接牢固。

## 六二 造鹽素

和氯性質相似的還有氟、溴、碘三種元素，它們和氯一樣，與金屬化合能成各種鹽（當然它們所成的鹽各有各的性質，和食鹽是截然不同的），所以化學上把這四種元素，統叫做造鹽素。

氟是一種淡黃色的氣體，比氯還要容易和他元素相

化合，它和氫的化合物叫氟化氫 HF，又叫氟氫酸。能侵蝕玻璃，許多玻璃器上的花、字、刻度等，就是用它腐蝕成的。

溴是一種暗赤色的液體，有惡臭，所以叫它做溴。它和金屬元素生成的化合物鹽，有鎮靜神經的作用，如溴化鉀 KBr、溴化鈉 NaBr、溴化銨  $\text{NH}_4\text{Br}$  等，所以醫學上用它治神經病。在毒氣戰爭中，它又是催淚性毒氣的主要成份。

碘是一種紫黑色片狀的固體，有金屬的光澤，遇澱粉即變成藍色，故常用以檢驗澱粉的存在。把碘加熱即變成氣體，遇冷又直接變成固體，不經過液體的階段，這種現象叫做昇華。把碘溶解在酒精裏，叫做碘酒，有消毒和消炎的功效。碘和金屬的化合物鹽，對甲狀腺有消炎功效，如碘化鉀 KI、碘化鈣  $\text{CaI}_2$  等，因為甲狀腺的機能是靠碘來維持的，缺乏了碘，頭頸就顯著發粗。碘和甲烷  $\text{CH}_4$  的化合物叫菁碘，是作用制止化膿收斂的藥品。

氟化氫刻玻璃的方法，是取石蠟少許，放在玻璃器面上，在火上烘鎔，將玻璃器轉動，使玻璃面上留下均勻的薄蠟一層，等蠟凝固後，用鐵筆在蠟面刻畫花紋或文字，使直達玻璃面，再用毛刷將凹紋中殘餘的蠟屑刷去，然後用毛筆蘸氟氫酸塗在凹紋中，經十餘分鐘後，用熱水將蠟沖去即成。

### 六三 石蕊紙的實驗

把藍色的石蕊試紙或紫花汁，放入稀鹽酸或稀硫酸溶液裏，立即變成紅色，再把變紅的試紙或花汁，放入石灰水或氫氧化鈉溶液裏，又分別變成藍色與綠色。由此實驗，可知酸鹽和硫酸有共同的特性，能把藍試紙或紫花汁變成紅色。石灰水和氫氧化鈉也有共同的特性，能把紅試紙再變為藍色，或把紫花汁變為綠色。顯而易見，鹽酸和硫酸與石灰水和氫氧化鈉的性質迥然不同，化學上就把這種能把藍試紙或紫花汁變為紅色的物質，統名叫酸，把能把紅試紙變為藍色或把紫花汁變為綠色的物質，統名叫鹼。一般說：非金屬的氧化物溶解於水後，都能成酸。金屬氧化物能溶解於水的，都能成鹼。

石蕊，是一種產在山上石頭面上的淺藍色地衣類植物。把它打爛，用水浸出的淺藍汁，就叫石蕊試液，把此汁用吸水紙吸入曬乾，就叫石蕊試紙，是化學實驗上的一種用品。假使一旦缺乏了它，可用任何紫花汁來代替。

### 六四 酸、鹽、鹼的特性

一切酸類，都含有氫元素，帶有或輕或重的酸味，

能把藍試紙或紫花汁變為紅色。

一切鹼類，都含有氫氧根，帶有或輕或重的澀味，能把紅試紙變為藍色，或把紫花汁變為綠色。

任何一種酸和任何一種鹼，適量的混和後，即發生化學變化，酸中的氫和鹼中的金屬元素互相置換，而生成鹽類和水，如：



這樣，就完全失去了酸和鹼的特性，味道苦、鹹、澀不等，對試紙或紫花汁不變顏色。這種化學作用，叫做中和。

## 本章提要

食鹽是氯和鈉的化合物，把食鹽溶液電解，即可得到氯。

氯是黃綠色的氣體，有惡臭，並有劇毒，能溶解於水，極易與他物化合，有漂白性。最大的用途是製漂白粉。

氯化氫是無色而有刺激性的氣體，能溶於水，其水溶液即鹽酸。

和氯相似的元素，還有溴、氟、碘等數種，總名叫做鹽素。

能使藍石蕊紙變紅的化合物，叫做酸類；能使紅石蕊紙變藍的，叫做鹼類；不能使石蕊試紙變色的，叫做

## 鹽類。

## 研究 和 做

1. 假使你靠在海邊附近，可以參觀一下晒鹽的工作，是如何進行的？
2. 回憶一下你過去從書上所得的晒鹽、煎鹽的方法是怎樣的？
3. 粗鹽有潮解作用，所以你把火紙在濃粗鹽化的水溶液裏浸透，再把它晒乾，稍加裝飾後，就成一具晴雨計了。你做成之後，說明是什麼道理？
4. 在收集氣體時，為什麼要用排水法和排氣法？立表來說明它。
5. 用 50 公分的食鹽和硫酸相作用，能製得氯化氫多少？
6. 你知道那些防毒的常識？
7. 用什麼方法能很容易、又很準確把酸和鹼分別出來？順便試試看。
8. 把你所知道的酸的名字用分子式寫出來。



## 第十章 氮的化合物

### 六五 奇臭的氨

阿摩尼亞，這個名詞，是大家比較熟悉的。雖然大家沒有真正的實驗過，甚至真正的看見了它，或嗅到了它，依舊不知是什麼，可是阿摩尼亞是奇臭難聞，差不多是沒有人不知道的，例如誰放了個屁，大家會不約而同的說，阿摩尼亞來了。

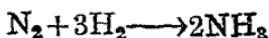
屁到底是不是阿摩尼亞呢？是的，裏面大部份就是它。你每天上廁所所嗅到的大部份也是它，食物腐爛發生的臭也大部份是它。它是天天和你接觸，但又是你所厭惡的東西。可是你不要厭惡它，它的功用卻很大呢！

把瘦肉或豆類少許，放在試管中或瓶中加熱，就有阿摩尼亞的臭氣發生。因之，凡是含氮的有機物，在

空氣不足時加熱，都能分解而生阿摩尼亞，這就是因為它是氫和氮的化合物。凡是含氮的有機物一定含有氫，此中的氮氫二元素，在一定的情況下，如腐爛時或分解而氧不足時，就會變成阿摩尼亞。它的學名叫氨，分子式是  $\text{NH}_3$ 。中藥店裏賣的鹿角精，就是氨的水溶液，鹿角精的得名，是因為蒸餾獸類的蹄、皮、骨而製成的緣故。

## 六六 氨的實驗

工業上氨的製取，從前都由煤氣廠中洗滌煤氣的水內提出，近年來是利用空氣中的氮和氫在  $400^\circ\text{—}500^\circ\text{C}$ . 溫度下，並加 300 氣壓以上的壓力，以氧化鐵作觸媒，直接化合而成的。



這種製氨法，叫做合成法，是德國哈保所發現，所以又叫哈保法。此法看起來很簡單，實際上很複雜，我們要取得少量的氨，祇要用下法就行了。

這法是把消石灰

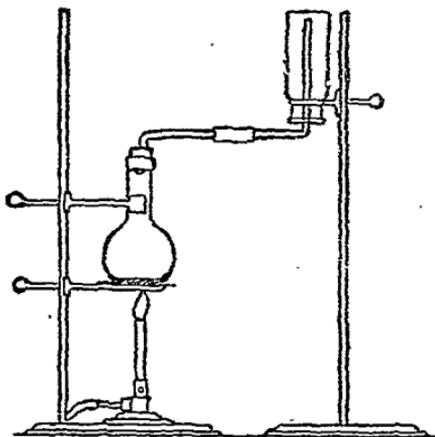
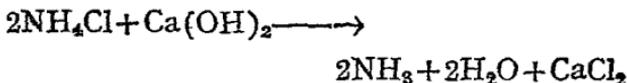
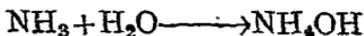


圖 22. 製氨

Ca(OH)<sub>2</sub>和氯化銨 NH<sub>4</sub>Cl 混合後，放在燒瓶中，面上再加一層生石灰CaO，然後加熱，即有氣體發生，用排氣法收集。



氨是無色有奇臭的氣體，比空氣輕，極易溶於水，其水溶液呈鹼性反應，能使紅石蕊紙變成藍色。氨溶於水的變化是：

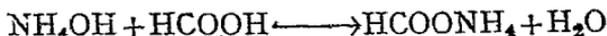


這變化所成的 NH<sub>4</sub>OH 叫做氫氧化銨，其中可分作兩部份，NH<sub>4</sub> 和 OH，各由二種不同的元素組合而成，NH<sub>4</sub> 叫做銨根，因為類似金屬的性質，所以加以金旁。

以氯化銨20公分，熟石灰10公分，均勻混和，盛於燒瓶內，加水少許使混合物潮溼，以防燒瓶受熱破裂。加熱後所得的氨，因比空氣輕，又能溶於水，故用上方排氣法集取。這樣集得數瓶後，其餘導入水中，便成氨水。

氨的主要用途是製硝酸。氣體的氨受大壓力時，很易變成液體，液態的氨，當壓力解除後，即又成氣。這時要吸收多量的熱，所以工業上又利用這個特性，作為製人工冰時的吸熱劑和室內的冷氣裝置。氨溶於水而成的氫氧化銨溶液，又叫氨水，可以治療昆蟲的刺傷。因為被昆蟲刺傷所發生的痛癢，是昆蟲分泌一種毒素叫蟻

酸到你皮膚裏的緣故。氫氧化銨遇到了蟻酸就能變成沒有毒的蟻酸銨。



醫學上又利用氫氧化銨，能放出氨來刺激昏厥的病人，使他還甦。另外氨水還可作為洗滌劑。

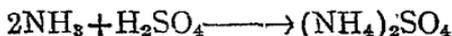
## 六七 兩種氮鹽

氨能直接和酸類起作用。假使把製得的一瓶氨裏，滴上一滴鹽酸，立即發生白霧，這白霧叫氯化銨，冷後是白色的結晶。



氯化銨是電池的原料，在醫學上用作祛痰劑。

氨與硫酸作用，便產生一種無色稜柱形的結晶，叫做硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，是一種有名的氮質肥料。



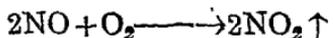
## 六八 氮的氧化物

氮和氫的化合物就是氨一種，氮和氧的化合物卻是很多。這裏把比較重要的簡單介紹一下：

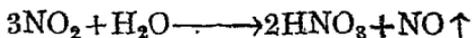
**一氧化二氮** 一氧化二氮  $\text{N}_2\text{O}$  普通叫做笑氣，是無色微臭的氣體，易溶於冷水，難溶於熱水中，且能助燃與氧相似。人吸入後，能刺激笑神經而發狂笑，笑氣

即因此得名。如吸多量，則麻醉不知疼痛，所以在外科手術上作麻醉劑用。

**氧化氮** 氧化氮 NO 也是無色的氣體，難溶解於水。天空電閃時能大量產生。它與空氣或氧混合，即生成紅棕色的**二氧化氮**。



**二氧化氮** 二氧化氮在常溫下是紅棕色氣體，有毒性，漸冷則漸褪色，在 0°C. 時是黃色液體，易溶解於水，其水溶液即硝酸。

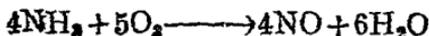


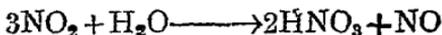
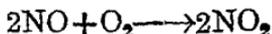
電閃有益於農田，就是因為能把空中的氮和氧結合成氧化氮，然後接觸空氣又變為二氧化氮，溶於雨中而成硝酸，這樣就增加了土壤的氮肥。

二氧化氮最重要的性質，即是隨時能分解為氧化氮及氧。其所放出的氧，能使他物氧化，它又復取空氣中的氧變為二氧化氮。所以工業上借重它的作用，吸取空氣中的氧，製造硫酸。

## 六九 硝酸的製法

工業製造硝酸的新法，是把氮和空氣混合後，通過細孔的鉑紗作觸媒，在 700° 900°C. 下，氮即氧化而成硝酸。





這種製硝酸的方法叫做奧斯德華法，常與哈保法合併進行，就是先把空氣中的氮，預製成氨，然後再製成硝酸，是化學工業上的一個大發現。過去製造硝酸的舊法，是用智利硝石和濃硫酸混和後加熱而得。我們要製少量的硝酸供實驗，可用這法。

把智利硝石 30 公分，和濃硫酸 20 立方公分，同放入曲頸瓶中加熱，數分鐘之後，受器中集有一種液體，就是硝酸。

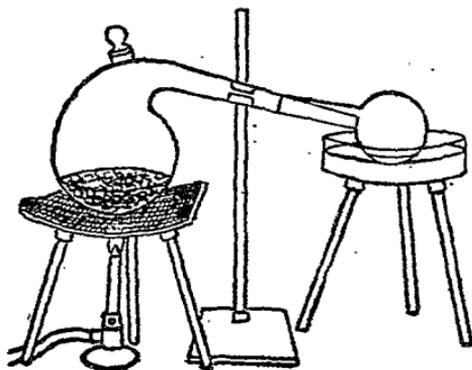
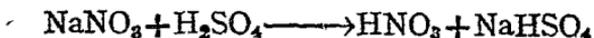


圖 23. 硝酸的製法



製取硝酸時，不能應用橡皮管，或橡皮塞，因硝酸與橡皮能發生作用。圖上的硝酸受器，應優於冷水中，並時以冷水由上部注下，或浸於冰水中亦可。

## 七〇 硝酸的性質

硝酸俗叫硝鎔水，本係無色的液體，但從實驗所得

的硝酸略帶黃色。因為硝酸被熱分解，而生紅棕色的二氧化氮溶在其中的緣故。硝酸和鹽酸、硫酸同為三種強酸，能使藍石蕊紙變成紅色。因硝酸內含氧很多，極易把氧放出，使他物氧化，故是一種很強的氧化劑，而同時硝酸自己，則分解而生出二氧化氮，其變化如下：



大多數金屬遇到硝酸，即起劇烈的作用而溶解，例如銅溶於硝酸，即得綠色的硝酸銅溶液，同時放出紅棕色的二氧化氮。但金和鉑不能溶解在硝酸中或其他強酸中，祇能溶解於硝酸和鹽酸的混合液中。硝酸一份和鹽酸三份的混合液，叫做王水，王水的所以能溶解各種金屬，因為能生成初生態氯的緣故。

## 七一 硝酸鹽

以金屬代替硝酸中的氫元素而成的化合物，叫做硝酸鹽。最重要的硝酸鹽為硝酸鈉，又叫智利硝石，其天然品產在智利。過去世界各國所需用的硝酸鈉肥料和硝酸，以及由硝酸製成的各種東西，如染料、炸藥等等，無一不直接或間接仰給於智利硝石，所以該國出口的硝石，每年達二百萬噸的多，因此智利硝石不久就有用完的可能。自從哈保法和奧斯德華法的發明後，可由空氣中製硝酸，使來源永無枯竭。

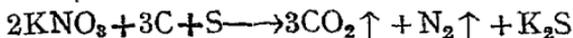
在重要的硝酸鹽中，還有一種叫硝酸鉀  $\text{KNO}_3$ ，即

普通的硝石，在自然界產出的亦不少，土牆上的白毛就是它。它和硝酸鈉的不同點，就在硝酸鈉易吸收水份而潮溼，硝酸鉀則否。它是製黑火藥的主要成份，經常又用它製造火柴及煙火等，也是很好的氧化劑。

## 七二 火 藥

火藥是由我國首先發明的，起初僅供煙火的用，到宋朝纔正式被利用到爆炸上去。在一千二百多年以前，製火藥的方法，由中國傳至阿剌伯，又由阿剌伯傳至歐洲。這種火藥，叫做黑火藥。

**黑火藥** 黑火藥是由硝酸鉀、硫磺和木炭三者混合而成，其中成份的比例約為硝酸鉀75%、硫磺10%、木炭15%。爆炸的原因是因為黑火藥着火後，發生下面的變化：

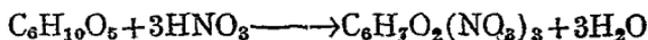


從這個方程式裏，我們就可以知道，在未爆炸以前，都是固體。爆炸後祇有硫化鉀  $\text{K}_2\text{S}$  是固體，氮和二氧化碳都是氣體，這種氣體的容積，較之原來物的容積，要大1000倍。所以爆炸的原因，是因為容積驟增的緣故。黑火藥爆炸時，因含有固體的硫化鉀，往往發生煙霧，不但其爆炸性不很劇烈，且常給敵人一種記號，在戰爭中是很不利的，於是有進一步的無煙火藥發明。

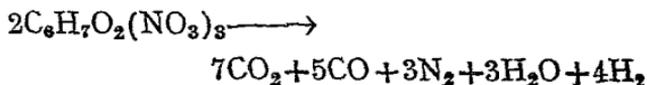
**無煙火藥** 無煙火藥和黑火藥不同的地方，就是

黑火藥是化合物。黑火藥爆炸後所生成的氣體中含有固體，因此有煙；無煙火藥爆炸後所生成的完全是氣體，因此無煙，且爆炸時膨脹的倍數更大，爆炸性更強。近年發明的無煙火藥很多，現在把較重要的數種分別寫在下面：

甲、硝化纖維 硝化纖維又叫棉花火藥，是把潔淨的棉花浸入三份濃硝酸和一份濃硫酸的混合液中，使溫度約在  $9^{\circ}\text{C}$ ，二十四小時後取出，再用清水洗去酸質而得。

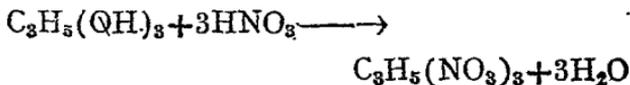


硝化纖維爆炸時的變化如下：

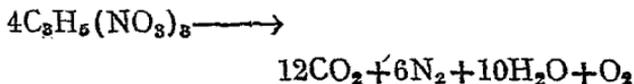


因其所變成的產物都是氣體，故爆炸力極大。

乙、硝化甘油 把甘油  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ ，和濃硝酸及濃硫酸的混合液相作用，即得油狀液體的硝化甘油。



硝化甘油爆炸時的變化如下：



一容積硝化甘油的液體，爆炸起來能變成一萬以上容積的氣體，所以是猛烈的爆炸藥。液體的硝化甘油，稍為振動立即爆炸，非常危險。所以用矽藻土或雲母末

或木漿等吸收，製成**甘油炸藥**，這樣不特可以製成任何形狀，而且危險性可以減少，爆炸力且能增加。

**丙、膠狀炸藥** 膠狀炸藥是把**硝化纖維**加在**硝化甘油**內攪和所成的膠狀塊，這樣炸力更超過二者之上，如再和上少量**凡士林**，就是砲彈中的**線狀炸藥**。

**丁、三硝基甲苯和苦味酸** 三硝基甲苯的分子式是 $C_6H_2(CH_3)(NO_2)_3$ ，又叫**T.N.T.**，是把濃硝酸和濃硫酸作用於**甲苯** $C_7H_8$ 而成的，是白色的固體。因炸力太強，所以不能做槍砲的彈藥，多用於製造炸彈及魚雷等。

**苦味酸**也是一種強烈的爆炸藥，學名叫做**三硝基酚** $C_6H_2(OH)(NO_2)_3$ ，是硝酸與**石炭酸**作用所生成的黃色固體，所以又叫**黃色炸藥**。

### 七三 人造絲和假象牙

把含纖維的木質加入硫酸和硝酸中，製成硝化程度較低的**硝化纖維** $C_{12}H_{15}O_5(NO_3)_4$ 及 $C_{12}H_{15}O_5(NO_3)_5$ 。溶於酒精及以**脫** $C_4H_{10}O$ 的混合液中，即成黏性的**膠棉液**，照像的軟片就是它乾涸而成的薄片。如將膠棉從玻璃的細管壓入水內，使其硬化，纜出即成人造絲。

假使把**硝化纖維質**與**樟腦** $C_{10}H_{16}O$ 適量的混合，壓榨所成的物質，叫做**假象牙**，又叫**賽路路**。溫度稍高則柔，冷時則硬，有彈性，可以製成各種玩具及器皿。

## 本章提要

氨是無色有惡臭的氣體，能溶解於水，其水溶液呈鹼性反應。主要的用途是製冰及硝酸。

硝酸是無色的液體，遇熱即分解而發生氧，所以是極強的氧化劑。它和硫酸、鹽酸合稱三大強酸。是製火藥及人造絲的原料。

火藥有兩種：一種是黑火藥，一種是無煙火藥。無煙火藥的爆炸力要比黑火藥強得多，因為無煙火藥爆炸後都是氣體。

### 研究和做

1. 假使我們要製20公分的氨，需要多少氯化銨與消石灰？
2. 假使你能找到些碘片和濃氨水，就能製成自動爆炸的炸藥。方法是把碘片研碎，加在少量的氨水裏，停半小時後，用濾紙濾過，把殘留在紙上的棕黑色物，趁溼分成小部份，放在暖處即自行爆炸。或夾在書裏，當翻動時即爆炸。但注意不能使用多量，以免危險。
3. 醃肉的時候，和賣的熟肉上，都要放上一些硝酸鉀，是什麼道理？
4. 取硝酸鉀15公分、硫磺2公分、木炭3公分，分別研成粉末，然後混和均勻。但要注意混和的時候要慢，以免發火。再用紙包裹成爆竹形，插上藥線。藥線的製法，是將棉紙浸入硝酸鉀的濃溶液裏，乾後搓成線狀即得。用火點燃，即是升天的大爆竹。

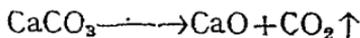
- 
5. 你想什麼方法能辨別真絲和人造絲？
  6. 你理想中假象牙有些什麼性質？再把打壞的乒乓球拿來試試看，與你想的對不對？
  7. 爲什麼氨能製人造冰和冷氣，根據你的理想，應如何裝置？

# 第十一章 鈣的化合物

## 七四 從石灰談起

石灰是大家最常見的東西。假使你曾經看見過石灰窯，那就更能進一步的知道，石灰是把石塊放在窯裏燒成的。

一般的石塊裏面，總含有或多或少的碳酸鹽，叫碳酸鈣  $\text{CaCO}_3$  的存在，有的甚至完全是它。把純粹的碳酸鈣加熱，就能分解成二氧化碳和氧化鈣  $\text{CaO}$ ，把二氧化碳放跑，留下來的氧化鈣就是石灰，又叫生石灰。



天然碳酸鈣，除存在在地殼巖石裏以外，動物的骨骼、貝殼等的成份也是它。我們用作燒石灰的，就是純粹含碳酸鈣的石灰石。在雲南的大理，有一種叫做大理

石，也是最純粹的碳酸鈣，比較貴重，一般多用它做桌面和裝飾品，增加美觀。

## 七五 石灰的製法

我國製石灰差不多都使用舊法，就是把石灰石堆在窯裏，外面封閉，中央的頂上留一缺口，以便逸出二氧化碳，下面用火加熱（和燒磚相同）。這種燒法有幾個缺點：第一是浪費柴火，下面已成石灰，上面還未變成，還得繼續燃燒；第二是一次祇能燒一窯，不能連續生產，而且要等冷透纔能取出，再燒第二窯，無形中又浪費很多熱量。

製石灰的新法，裝置如圖，窯高約五十尺，下部周圍建有火爐。燒時窯頂裝入石灰石，並由爐底通入空氣，以助燃燒。石灰石即分解而成石灰，降

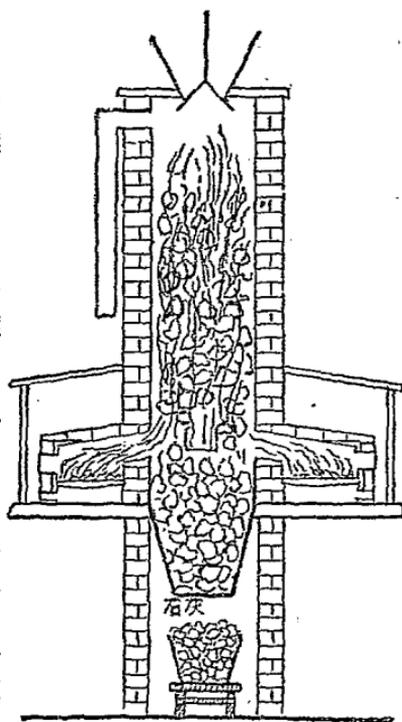
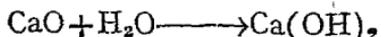


圖 24. 新式的石灰窯

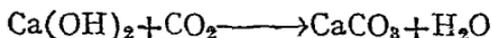
到爐底，由通入的空氣使它冷卻，從爐底放出，一面驅出窯內的二氧化碳，再繼續由爐頂加入石灰石。這樣可不斷的燒着，並且還能收集由上方管中逸出來的二氧化碳，作為副產品。

石灰是白色無定形的固體，熔點甚高，所以常用以製耐火性的鎔礦爐等，極易吸收水份，因之常作乾燥劑用，遇水就生大熱，變成粉狀的**氫氧化鈣**  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，又叫消石灰或熟石灰。



## 七六 熟石灰和電石

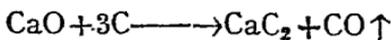
氫氧化鈣是白色粉末，稍能溶解於水，在空氣中能吸收二氧化碳而成**碳酸鈣**。



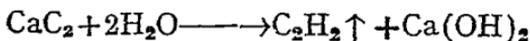
所以石灰牆乾了之後，異常堅硬，就是這個道理。建築上用的**三合土**，就是熟石灰、砂、黏土的混合物。加砂的作用，就是使它多孔，易於吸收二氧化碳，增加其硬度。普通使用石灰時，在裏面加上紙筋等，也就是使它多孔，和互相牽制的道理。熟石灰溶解於水後，下面的不溶物乳狀部叫**石灰乳**，上面的清液叫**石灰水**，呈鹼性反應，有腐蝕性。製革時把獸皮浸在裏面，可以除去表面的毛。與硫同沸所得的液體，是果樹上的殺蟲劑。

把生石灰與**焦炭**混合，放在電爐內強熱，即生成**碳**

**化鈣**  $\text{CaC}_2$ ，俗叫電石。



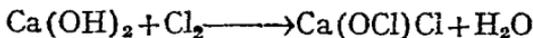
純粹的電石是無色的結晶，市上賣的，則為不純粹灰暗多孔的硬塊，並有惡臭。把電石加水，即能發生乙炔，俗叫電石氣  $\text{C}_2\text{H}_2$ ，點火後即生光亮的火燄與高溫。



## 七七 氯的倉庫

氯有強烈的漂白作用，可是氣體的氯，攜帶與使用都不方便，因此就得尋找一個能吸收大量的氯，又很容易放出來的倉庫，這個對象就是熟石灰。

通氯於熟石灰中，氯就被熟石灰吸收，而成漂白粉  $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$ 。



製造漂白粉的方法，是用鉛或混凝土造成的巨室，預先鋪上二、三寸厚的熟石灰，如圖。氯從管中通入，

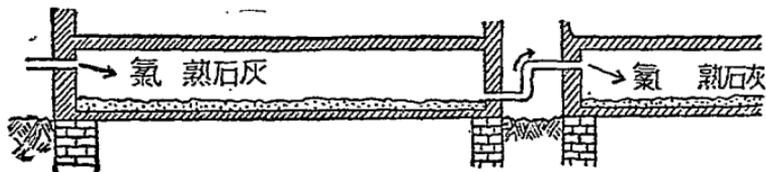


圖 25. 製漂白粉的剖面圖

即被熟石灰吸收，剩餘的氯又繼續進入鄰室，這樣就能產生大量的漂白粉。

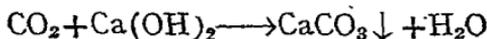
漂白粉是白色的粉末，外觀和熟石灰相似，但充滿氯臭。在空氣中或遇酸，即放出所有的氯，所以需在固封的鐵罐內貯藏，是一種最好的漂白劑。

在漂白粉沒有發現以前，漂白的工作完全是利用太陽的。方法是把需要漂白的布匹，溼上水，平鋪在草地上，日晒夜露，一兩星期後就能漸漸褪色。這樣不特需要時間久，還要廣大的地積，布的損失又大，而且效力比漂白粉差得多。

使用漂白粉的方法，是先把要漂白的布，放在 5% 的苛性鈉溶液中煮過，去掉油污，然後浸在佔布重 2% 的漂白粉稀液中，一小時後取出絞乾，再浸在極稀薄的硫酸液中，去其殘留的氯，約半小時再取出，用清水洗淨，晒乾即成。但要注意漂白粉有腐蝕性，一般經不起腐蝕的毛和絲織品，不能用它漂白。

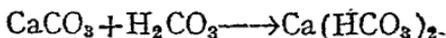
## 七八 二氧化碳的變化

爲什麼二氧化碳遇到石灰水能變成渾濁呢？這就是因爲發生不溶於水的碳酸鈣沉澱的緣故。



但碳酸鈣遇到碳酸（即含二氧化碳的水），則復起溶解，而變成能溶解於水的碳酸氫鈣，或叫做重碳酸鈣

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 。



所以含有二氧化碳的水，流到石灰石的地方，能夠把石灰石逐漸溶解而成大洞，有些天然的石橋，就是因此而成的。含有溶解石灰石的水，從洞的頂上滴落的時候，因蒸發而失去一部份二氧化碳，又變成不溶解性的碳酸鈣，如是由上延垂而下所積成的石灰石，叫做鐘乳石。倘這種水落在洞底，因二氧化碳失去更多，這樣所析出不溶解的石灰石，日久堆積如筍，叫做石筍。其變化為：



倘把含有碳酸氫鈣的水加熱，則二氧化碳逸出，裏面能溶的碳酸氫鈣就變為不溶的碳酸鈣，沉澱析出。我們前面說，硬水能生成鍋垢，也就是因為硬水裏含碳酸氫鈣，加熱則變為不可溶的碳酸鈣的緣故。

天然純粹存在的碳酸鈣，除上述的石灰石、大理石以外，還有一種叫白堊。它的成因是海裏動物的貝殼，沉澱、積聚、風化而成，質軟而白，是製粉筆的原料。

## 七九 豆汁為什麼能凝成豆腐

像石灰乳等那樣流而不暢的液體，在化學上叫做膠體。膠體有兩種：一種是固體微粒渾懸於水中的，如泥漿、渾濁石灰水等，統名懸濁液。一種是不可溶的液體

分散在水中的，如牛乳、豆汁等，統名乳濁液。凡是乳濁液遇到可溶性的鈣、鋇、鎂等鹽類，常發生沉澱，豆汁的所以能成豆腐，就是這個道理。

一般用做豆腐凝固劑的滷膏，就是因為其中含有氯化鎂與硫酸鎂的道理。有人說很小的孩子不能吃豆腐，吃了要瀉肚，就是因為滷中的瀉下劑硫酸鎂，尚有些存在在豆腐中的緣故。去除的辦法，可以把做成的豆腐在清水中浸二、三小時，這樣不但免除上述的弊病，還可以去掉苦味。

豆腐的凝固，與溫度大有關係，沸時需一份凝固劑的，冷了就要加倍。所以我們在進行點滷的時候，應在沸時，最好是把適量的凝固劑化成水，放在桶裏，然後把沸豆汁急速倒入。下面列一張表，告訴你除了滷膏之外，尚能買到的凝固劑，及使用時的分量：

凝 固 劑		與大豆重量的百分比
燒石膏	$\text{CaSO}_4$	1.4%
氯化鈣	$\text{CaCl}_2$	1.2%
硫酸鎂 (即瀉鹽)	$\text{MgSO}_4$	3%
氯化鎂	$\text{MgCl}_2$	2.4%
氯化鋇	$\text{BaCl}_2$	2.8%

## 本章提要

巖石的主要成份是碳酸鈣，把純粹的碳酸鈣加熱，讓二氧化碳逸出，就成生石灰。生石灰是白色的固體，遇水即生大熱而成消石灰。

消石灰久置空氣中，能吸二氧化碳變成堅硬的碳酸鈣。

通氯入消石灰，即成漂白粉。漂白粉有強烈的漂白作用，但腐蝕性很強，一般的絲毛織品經不起它腐蝕，所以常用二氧化硫漂白。

鈣、鋇、鋇這三種金屬元素，性質差不多，在化學上把它們叫做鹼土金屬。

### 研究和做

1. 我們要做100斤石灰，需用多少石灰石？
2. 你想想看，硫酸和碳酸鈣作用，能發生怎樣的結果？試用方程式表示。再聯想辨別巖石中是否含有碳酸鈣，用什麼方法？
3. 做變蛋的方法，是把適量的石灰，須整塊的用濃茶汁化出，再拿鹼七錢，用少許水化成液體，鹽一兩，也用少許水化成液體，再和上與石灰等量的草木灰，攪和成硬泥狀，分別塗在10個雞蛋或鴨蛋上，再放在麥糠中一滾，使表面附有一層麥糠，然後放在封口的甕中，20天後就能吃了。試試看，成績如何？
4. 把含水少的豆腐，切成四方小塊，排列擱在罐子裏，讓

---

天然黴菌繁殖，使其中蛋白質稍起分解，等到表面發生白衣一層，用鹽水醃浸，並放入些香料，把罐密封，過月餘後即成可口的豆腐乳。回去試試看。



## 第十二章 鉀和鈉的 化合物

### 八〇 兩種怪金屬

提起了金屬，無形中就會浮上一個『是硬的，不容易燃燒』的影像，其實金屬並不完全如此。單拿前面的鈣來說，就是柔軟如蠟，可以如意捏成一個什麼東西。但是又不能去捏它，因為它能灼傷你的手。和鈣相似的還有鉀和鈉，它們全是銀白色、質軟如蠟的金屬。比水輕，易受氧化，遇水即將水分解而發高熱，一方面趕出氫，一方面又和氧化合溶解於水，變為呈強鹼反應的氫氧化鉀或氫氧化鈉，所以是製氫的最簡便方法。但是它們價值太貴，使用太不經濟，如遇溫水或熱水，則在水

面自行燃燒，偶一不慎就會釀成危險。所以要實驗與水作用的時候，必須在水中放上冰，待水冷透後舉行。保存它們的方法，是放在隔絕空氣和水的石油裏。

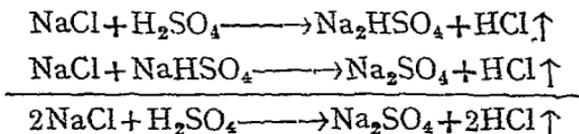
鉀和鈉的化合物很多，而且全是很有用途。食鹽就是鈉的化合物之一種。現在把比較重要的在下面研究一下。

## 八一 石鹼

用做洗衣服或放在麵裏的石鹼，是含水的碳酸鈉結晶  $\text{NaCO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 。它表面的白粉，就是經風化、失去水份的碳酸鈉，一般叫鹼粉或大蘇打。它的用途很大，肥皂、玻璃、紙張的製造，漂染布匹及提鍊礦物，都要用到。

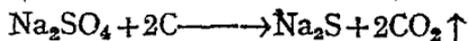
碳酸鈉除天然存在外，還大量的藏在海生植物的灰裏，所以提取的辦法，是把燒成的海草灰用水浸淋，經蒸發而得。不過其中含有芒硝等雜質，是極不純粹的。

當法國大革命時，海草來源斷絕，路布蘭發現由食鹽中可以直接取得。方法是這樣：第一步把食鹽與濃硫酸混合加熱，製成硫酸鈉：



第二步將所得的硫酸鈉及石灰石混合加熱，而得硫化鈣

和碳酸鈉的混合物黑灰：

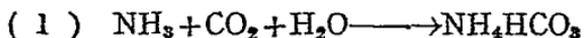


把黑灰放入水中，則其中的碳酸鈉溶解於水，而硫化鈣則不溶解，因此蒸發濾液，即得碳酸鈉的結晶。

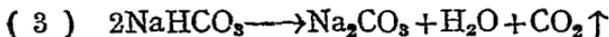
這個製法，因為是路布蘭的發現，所以叫做路布蘭法。它的出品比海草灰製得的要優良得多，而且有極有用途、價值又較昂的鹽酸為副產品，因此，當時各國的製鹼工業，完全採取了路布蘭法。

## 八二 索而飛製鹼法

到了1863年，比利時化學家索而飛發現把二氧化碳與氨壓入食鹽的濃溶液中，即得碳酸鈉。這樣所得的成品，較路布蘭法純良，而且成本輕。所以現在工業上又全採用索而飛法。它的全部作用是這樣：



其中所成的氯化銨，易溶於水，而碳酸氫鈉因溶解度甚小即沉澱，濾出加熱，即分解為碳酸鈉及二氧化碳：



在這個全部作用中，(3)所生的 $\text{CO}_2$ ，可以復用(2)所生的 $\text{NH}_4\text{Cl}$ ，加入石灰熱之，即又生成氨，

因此全部反應中祇須加入廉價的食鹽與石灰。

### 八三 天然鹼

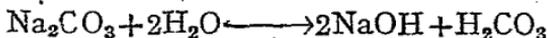
我國存在的天然鹼很多，北部及黃河兩岸，氣候乾燥，地面常生白色的鹼，可以刮取淋製。內蒙古東部的鹼湖四周，春秋兩季，也有多量的鹼。遼寧的鹼湖，冬季冰上有二、三寸的鹼。這一類的天然鹼，都是一向用土法製成鹼塊，運集在張家口、古北口一帶，再輾轉運往內地各省，就是尋常的所謂口鹼。這種鹼，含多量的泥沙及雜質，不適用於工業製造。如果粗鹼放在火爐中燒，使雜質焚化，再用水溶解，濾去泥沙等不溶解物，蒸發濾液，使它結晶，把沒有結晶的液體倒掉，再用少量水溶解使再結晶，所得就是純鹼了。但是這樣製作，成本運費太大，所以我們要利用天然鹼，非在出鹼地，用簡單的器械設廠製造不可。

### 八四 氫氧化鈉和小蘇打

把碳酸鈉 50 公分溶解在 450 立方公分的水中，約加熱至  $80^{\circ}\text{C}$ ，以新製的熟石灰粉末 40 公分，分數次慢慢加入器中，隨時以鐵棒攪拌，並保持  $80^{\circ}\text{C}$  的溫度至二、三小時，然後放冷，濾去沉澱的碳酸鈣，再以潔淨的小鐵皿蒸發濾液，即得氫氧化鈉固體。



氫氧化鈉是白色硬脆的固體，工業上是用電解食鹽溶液而得，極易溶解於水。其溶液呈強鹼反應，碳酸鈉的所以叫鹼，就是因為入水後能分解一部份氫氧化鈉的緣故。



氫氧化鈉有極強烈的腐蝕性，肌肉及植物纖維遇到它，即被蝕壞，所以又叫做苛性鈉，是造肥皂及紙的原料，醫學上又用它做腐蝕劑。

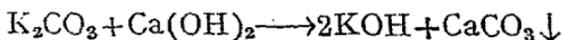
通二氧化碳於碳酸鈉的濃溶液中，就可製得白色粉末的碳酸氫鈉，普通叫小蘇打或重曹，稍能溶解於水，與酸類作用則生鹽、水及二氧化碳，所以醫學上用它作制酸劑，中和胃液中過量的鹽酸。二氧化碳滅火器，就是用它和硫酸作用而生二氧化碳。尋常與酒石酸或檸檬酸混合以製清涼飲料，也是利用它產生二氧化碳。

## 八五 鉀的化合物

**碳酸鉀** 把草木灰少許浸在水杯內，把上面的清液，用舌嘗嘗，再把藍試紙或紫花汁放到裏面，就會告訴你：灰水是呈鹼性反應的。這個鹼的名字，叫碳酸鉀  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ，陸生植物的灰中，約含 10%，所以我們把灰浸淋，就能得到碳酸鉀的溶液。假使把溶液過濾，放在鍋裏蒸乾，就能得到白色碳酸鉀的固體。它的水溶液和碳

酸鈉一樣，能分解一部份的氫氧化鉀 KOH，所以呈鹼性反應。它能洗濯衣服上的油垢，和製玻璃及氫氧化鉀等。

**氫氧化鉀** 把碳酸鉀溶液放上熟石灰粉末加熱。製作的步驟、分量，和製氫氧化鈉完全相同，這樣就能得到白色固體的氫氧化鉀。



氫氧化鉀又叫苛性鉀，和氫氧化鈉合稱兩大強鹼。在工業上是電解氯化鉀溶液而製得的。它的性質、用途和苛性鈉完全相同。

**氯酸鉀** 通氯入溫熱的氫氧化鉀濃溶液中，蒸發不必至乾，冷後即有白色菱狀的氯酸鉀結晶析出。



它是製炸藥、燄火、氧及火柴的重要原料。氯酸鉀受熱後能放出多量的氧，所以又是極好的氧化劑。它的 2% 水溶液，可作含漱劑，醫學上叫做鹽剝水。

## 八六 怎樣造紙

紙的發現到現在已有二千多年了。在沒有紙以前，文字是刻在龜甲和牛骨上的，叫做甲骨文；到了周朝開始改用竹片，把文字刻在竹片上，用牛皮或繩聯結在一處，叫做簡。假使這本化學在那時的話，至少也有好幾十斤，太不方便了。到了漢朝，開始用縑帛來做書，卷

在木軸上，叫做卷，現在有些書用第幾卷來表示它的次序，就是這樣來的。到東漢時，湖南人蔡倫，首先發明造紙的方法，是用樹皮、麻和破布等做原料，距今約有二千多年。到九世紀，阿剌伯人纔從中國學到造紙的方法。歐洲人的開始用紙是在十三世紀，比我們遲到將近一千年。可是中國因長期的停滯與不進步，到現在用紙反而要依靠外國。

造紙，在我國全是手工業，主要依靠手術的熟練。一般習用的方法，是先把稻草或麥穰，與相當的石灰相混合，放入鉛桶中，用水煮約十二小時後，再緊閉十二小時，就用水把它漂淨，除去煮時的石灰質，再放到礮上，壓成漿體，然後放入木桶中，和上適量的水，用力攪打，把攪打所成的漿，傾入模型裏。模型的底下，襯着比模型稍大的布，等漿佈勻，就連布帶漿離開模型，放在竹製的晒架上，經乾燥後即成紙。這樣所做成的紙是暗黃色，如在紙漿中用漂白粉漂白，即成較好的白紙了。

現代造紙的方法，是採用各種纖維質作原料，如破布、舊紙、木漿等等，和上苛性鈉、或苛性鉀、或酸性硫酸鈣溶液共同加熱，溶去纖維質中的膠狀質，再用漂白粉除去色素，即成潔白的紙漿。然後用水調製成糊，使均勻流佈在金屬網上，再由機器壓榨、烘乾而成。至於道林紙，則須加入填充料，如樹膠及石膏等，使它平滑。

## 本章提要

鈉和鉀都是銀白色易與水作用的金屬，原子價均為一。它們的化合物都是白色易溶於水的固體。其氫氧化物的水溶液，呈強鹼反應。這一類的金屬叫鹼金屬。

海生植物的灰中有碳酸鈉，陸生植物的灰中有碳酸鉀，都可用浸淋、蒸發而取得。

現在製碳酸鈉有路布蘭法及索而飛法，索而飛法製得的碳酸鈉，成本賤，成品好，但路布蘭法能有鹽酸為副產品，所以現在還沒有被淘汰。

鉀的化合物，和鈉的化合物類似，重要的有氫氧化鉀、碳酸鉀、氯酸鉀、溴化鉀、碘化鉀等。

### 研究 和 做

1. 根據上面的方法，做苛性鈉和苛性鉀各二公分。並算需用原料多少？
2. 設有一滅火器，內含小蘇打25公斤，你看需用98%的硫酸多少，纔能把二氧化碳全部放出？
3. 用方程式把下面的反應記出來：  
(甲) 碳酸鉀入水後的分解情形。  
(乙) 通二氧化碳到濃碳酸鈉的溶液中而得小蘇打。  
(丙) 小蘇打中和胃中的鹽酸。
4. 把氯酸鉀、硝酸錒及少量硫磺粉相混合，用紙卷起，到晚上用鐵鉗夾持點火，看有什麼現象？
5. 土造紙內加石灰共煮，你想是什麼道理？

# 第十三章 電化學

## 八七 酸、鹼、鹽的回憶

大家記記看，我們已學過了多少酸類、鹼類和鹽類呢？

酸 類	鹼 類	鹽 類
硫酸 $H_2SO_4$	氫氧化鈉 $NaOH$	食 鹽 $NaCl$
硝酸 $HNO_3$	氫氧化鉀 $KOH$	硝 石 $KNO_3$
碳酸 $H_2CO_3$	氫氧化銨 $NH_4OH$	石灰石 $CaCO_3$
鹽酸 $HCl$	氫氧化鈣 $Ca(OH)_2$	硫酸鉀 $K_2SO_4$

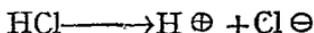
從上面的這些分子式中，一看就能找到它們間的特殊標誌：凡是酸，其中都有氫；凡是鹼，其中都有氫氧根；凡是鹽，其中沒有氫，也沒有氫氧根。

但是問題接着就來了，爲什麼石蕊試紙與乾燥的氫

氧化鈉，或乾燥的氯化氫氣體相遇，總不會發生變化，一定要把氫氧化鈉或氯化氫的氣體溶在水中，纔能發生變化呢？氨的分子式是  $\text{NH}_3$ ，其中也有氫，為什麼不呈酸性反應呢？

## 八八 離子反應

要解答這兩個問題是這樣：有些物質溶入水中，即分裂而成帶有電性的二個部份，一部份帶陽電，一部份帶陰電。這種帶電的部份，叫做離子。帶陽電的叫陽離子，帶陰電的叫陰離子。這種現象，叫做電離。換句話說，有些物質溶入水中，即有一部份電離而成陽離子與陰離子。例如氯化氫溶於水中，即分裂而成陽性氫離子及陰性氯離子：



又像食鹽溶入水中，即電離成陽性鈉離子及陰性氯離子：



但是，離子的性質是和原子不同的。鈉離子不像普通鈉原子那樣，和水會發生劇烈的作用；而氯的離子也不像氯原子那樣，性質極毒。原子帶了電，成爲離子以後，性質就完全改變了。

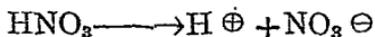
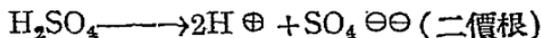
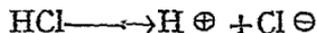
## 八九 導電和電解

凡物質溶入水中能發生電離的，其水溶液就能夠導電。溶液的導電，就是由於溶液中的離子，把電從這一極搬運到那一極的結果。

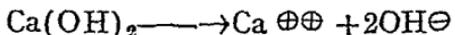
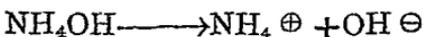
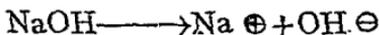
能電離的物質的溶液，若通以電流，其陽性離子即被陰極所吸引，陰性離子被陽極所吸引；陽離子上所帶的陽電，被陰極上的陰電中和；陰離子上的陰電，被陽極上的陽電中和，均仍成原來的狀態。這個現象，叫做電解。所以能電離的物質，又叫電解質。糖、酒精等都是不能電離的物質，所以其水溶液既不能導電，又不能電解。這類物質，叫做非電解質。

## 九〇 酸、鹼、鹽的電離

酸類物質溶於水中，都能電離而生陽性的氫離子，如：

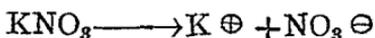
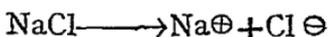


鹼類物質溶於水中，都能電離而生陰性的氫氧根離子，如：



鹽類物質溶於水中，雖然也能電離，但是不能發生

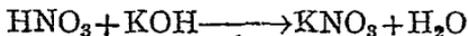
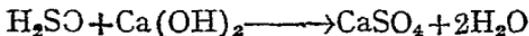
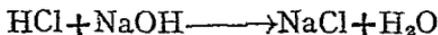
$H^{\oplus}$  或  $OH^{\ominus}$ ，如：



因此，我們對酸、鹼及鹽的區別，就有了一個更明確的觀念：所謂酸，即是溶入水中能發生陽性氫離子的物質；所謂鹼，即是溶入水中能發生陰性氫氧根離子的物質；所謂鹽，即是不能發生  $H^{\oplus}$ 、又不能發生  $OH^{\ominus}$  的物質。因為這種離子，須在溶液中方能發生，故乾燥的氫氧化鈉和乾燥的氯化氫，都不能使石蕊試紙變色； $NH_3$  中雖有氫，但不能電離而成氮、氫兩種離子，故無酸性反應。

## 九一 中和作用

把相當量酸性物質的水溶液，與鹼性物質的水溶液混合，可成一種既非酸性、又非鹼性的中性溶液。這種作用，叫做中和。



由此可知，酸與鹼作用，能生成鹽與水。所成的鹽雖然仍能電離，但無  $H^{\oplus}$  或  $OH^{\ominus}$  發生，水是不能電離的，所以作用之後，溶液中既無  $H^{\oplus}$ ，又無  $OH^{\ominus}$ ，結果就成爲中性了。

但是，水爲什麼不能電離呢？即  $H^{\oplus}$  與  $OH^{\ominus}$  離子不能同時存在，相遇後即化合成  $H_2O$ 。故二種溶液混合之後，酸中的  $H^{\oplus}$  與鹼中的  $OH^{\ominus}$  即化合成水。

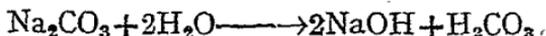


所以溶液中酸與鹼的中和作用，其實即是酸中的陽性氫離子  $H^{\oplus}$ ，與鹼中的陰性氫氧根離子  $OH^{\ominus}$  化合成水的變化。酸中的陰離子，與鹼中的陽離子，實未發生變化，仍成離子狀態，存在在水中。

## 九二 加水分解

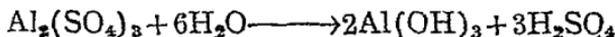
碳酸鈉的分子式爲  $Na_2CO_3$ ，是一種鹽。但是它的水溶液卻能使紅色試紙變藍，所以是一種鹼性溶液。

這是因爲碳酸鈉溶入水中，與水作用而發生下面的變化：



所成的  $NaOH$ ，是一種很強的鹼，而  $H_2CO_3$  是一種弱酸，所以整個溶液，就表示了鹼性。

又如硫酸鋁  $Al_2(SO_4)_3$  溶於水中，則：



所生成的酸，較鹼爲強，故溶液呈酸性。

像這種鹽類溶於水中，能與水作用，而分解成酸與鹼的，叫做加水分解。

並由此可得出結論：強酸強鹼所成的鹽，不起加水

分解；強酸弱鹼或弱酸強鹼所成的鹽，則起加水分解。

### 九三 酸性鹽與鹼性鹽

碳酸氫鈉的分子式是 $\text{NaHCO}_3$ 。銅在潮溼空氣中所生成的綠色銅銹，分子式是 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 。這二種化合物都是鹽，但前者含有氫，溶入水中，能發生 $\text{H}^+$ ，故尚有些酸性；後者含有 $\text{OH}^-$ ，尚有一部份似鹼性。故前者叫酸性鹽，後者叫鹼性鹽。

### 九四 結 論

在物理學中，我們曾說以鋅片及銅片浸於硫酸中，可發生電流。這種變化的原理是這樣：鋅溶於硫酸中，變成陽性鋅離子，鋅片本來是中性的，現在既減去了一部份帶陽電的鋅，剩下的鋅片就變為帶有陰電的鋅了。同時硫酸中的氫離子，則走向銅片。銅片上附着了帶有陽電的氫離子，所以銅片就變成陽性。將陽性的銅片，與陰性的鋅片用導線連接，其間即發生了電流。

所以化學變化，是可以發生電的。乾電池、蓄電池等，都是根據化學變化發生電流的原理而構成的。

但是，電解又是用電而發生的化學變化。因之，化學變化可以發生電，電又可以發生化學變化，所以電與化學間的關係很是密切。

## 本章提要

有些物質溶於水中，能分裂成帶電的兩個部份，帶陽電的部份叫陽離子，帶陰電的部份叫陰離子，這種現象叫做電離。能電離的溶液，皆能導電和電解。

溶入水中能電解而發生陽性氫離子的物質是酸類，能發生陰性氫氧根離子的物質是鹼類，不能發生  $H^+$  與  $OH^-$  的是鹽類。

溶液中的  $H^+$  與  $OH^-$  化合而成水的作用，叫做中和。

### 研究和做

1. 石蕊液為什麼能檢驗酸和鹼？
2. 中和與電離的關係是怎樣？
3. 用電離來說明酸中的氫為什麼能被金屬置換？
4. 寫出五種不同的酸、鹼及鹽來，說出它們的電離情形。
5. 什麼叫酸性鹽和鹼性鹽？



# 第十章 金屬之王

## 九五 鐵的出現

歷史上告訴我們，鐵的出現是奴隸社會過渡到封建社會的原因之一。自從人類發現了鐵，並利用它作為工具之後，生產力是猛然的提高了，促進了奴隸社會的崩潰，把社會向前發展了一步。一直到現在，鐵依然是一步進一步的被人利用。你在日常生活中仔細觀察一下，就可以知道鐵和人類的關係，是如何的密切了。

一塊鐵片或一把鐵刀，經過較長久的埋在地下，當你刨起來之後，它已變成一捏而碎的棕色粉末，沒有一定知識的人，就很難知道，它的前生是堅硬的鐵，或者經過提煉之後，能變成堅硬的鐵。這就是說，它很容易和他物相化合，掩藏了本來的面目，因之鐵遲遲的纔被

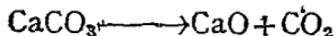
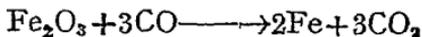
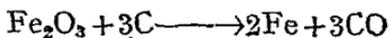
發現，而且被發現在金和銅以後，也就是金和銅不易和其他物化合，容易暴露本來面目。

## 九六 鐵是怎樣鍊成的

鐵的主要礦物是磁鐵礦  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、赤鐵礦  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  及黃鐵礦  $\text{FeS}$  等。提鍊的方法有二種：原礦是氧化物的，祇須用炭去還原，使放出二氧化碳而得鐵；如原礦不是氧化物，就須先燒礦石使成氧化物，然後再用炭去還原。下面把鐵的幾種提鍊法簡單敘述一下：

**生鐵** 從礦石中直接取得的鐵叫做生鐵，學名鑄鐵，製取時須用四種原料：鐵的礦石、起還原作用的焦炭、用以燃燒的熱空氣、防止鐵再起氧化並鑄解礦渣的溶劑，一般用石灰石  $\text{CaCO}_3$ 。

將礦石、焦炭、石灰石一同裝入鼓風爐中，在爐的下部送入高壓的熱空氣，使焦炭燃燒，由所生的一氧化碳及燒紅的炭，將氧化鐵還原成鐵，流集到爐底，石灰石則吸收礦石中混合的土砂，鑄成玻璃狀浮在表面，以防鐵再受氧化，這樣從爐底流出的鐵叫做生鐵。爐內的變化為：



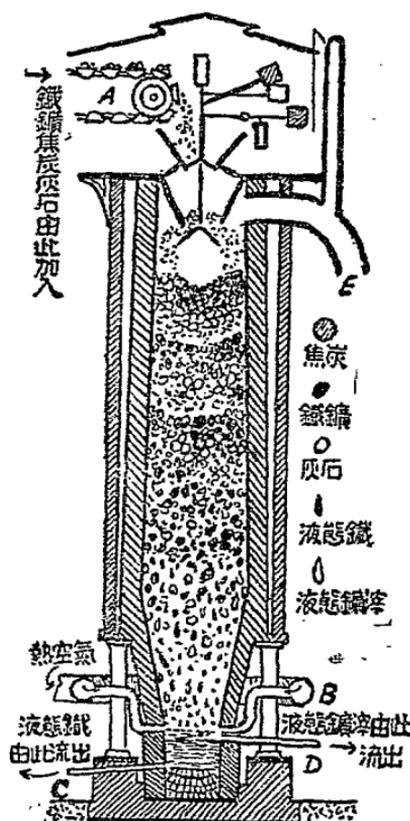


圖 26. 鼓風爐的縱剖面

生鐵含碳量 3% 至 5.5%，並含有少量的矽、硫和磷等，質硬而脆，不能銲接，不能展薄，但宜於鑄器。鍋、機器架子等，就是生鐵製的。

**熟鐵** 將生鐵放在反射爐內加熱鎔化，一面通入空氣，使其中的鐵和其他夾雜物，受氧化除去，至鐵中所含的碳量在 0.2% 以下即成熟鐵，學名鍛鐵。有韌性，能延展與彎折，故能鑄成器具，或供煨接的用。一般的鐵器如鍋鏟、剪刀、鐵板等，就是用它製的。

## 九七 鍊 鋼

鋼所含的碳量，是在生鐵與熟鐵之間。所以如將生鐵氧化，減少碳份，或將熟鐵加熱，增加碳份，都可成

鋼。我國古代用木炭鍊鐵，而能製得鋒利的名劍，就是這個道理。

現代鍊鋼有很多法子，最普通最

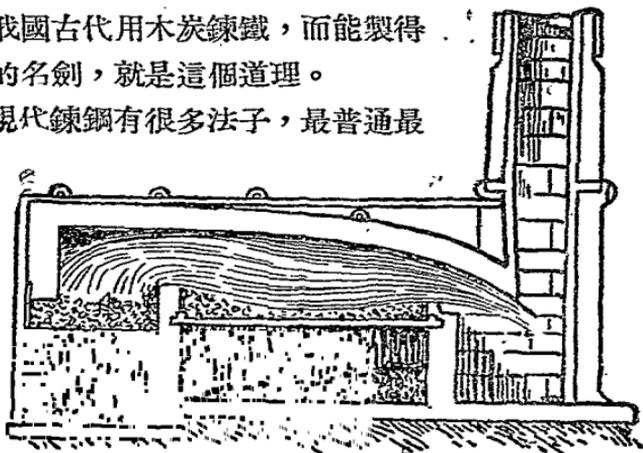


圖 27. 反射爐

易管理的是用開爐法。開爐是一個碟形的鍋，裏面襯上石灰及苦土 $MgO$ ，把鑄解的鑄鐵，和上適量的赤鐵礦放在裏面，由甲通入熱空氣，由乙通入可燃氣，使二者在爐內相遇燃燒。這樣鑄鐵裏的碳，受氧化而除去，矽、磷、硫等雜質，與襯於爐底的石灰及苦土，化合而成鎔渣，浮於表面，可以隨時排除。

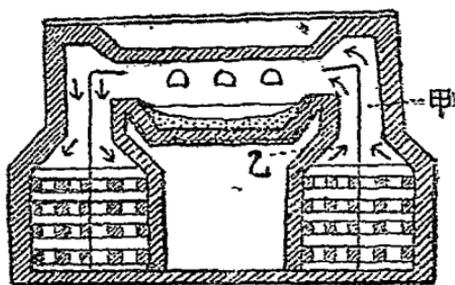


圖 58. 開爐的剖面

渣，浮於表面，可以隨時排除。

鋼兼有生鐵和熟鐵的特長，如於受強熱後，投入冷水中遽冷，就能增加硬度；如徐徐冷凝，則能變為富有彈性的鋼。鋼

的這種性質，叫做淬鍊。

## 九八 鐵的性質

以上各種鐵，都能被吸鐵石吸起。在溼空氣中能被氧化生成鐵銹。鐵能溶解於各種稀酸中成各種鐵鹽，但在極濃的酸中反不起變化，如在濃硝酸中浸過，再入稀硝酸中，亦不再起作用。它除了是工業原料外，植物的葉綠素、動物的血球，都含有一部份的鐵，所以鐵又是生物不可缺少的元素。

和鐵相似的還有一種銀白色的金屬叫鎳，鎳在空氣中不起變化，所以多用它鍍在鐵器的表面。

## 九九 特種鋼

鋼的用途很廣，已成為近代物質文明的利器。為克服鋼的缺點，在不斷的研究中又製成各種特種鋼。

**不銹鋼** 近年來由防銹的研究，進而製成一種不銹鋼。不銹鋼是鐵和鉻的合金，又叫做鉻鋼，其中約含12—15%的鉻，和0.25—0.4%的碳，因有鉻的存在，故不致生銹，所製的刀刃，鋒利並不減於鋼。如在鉻鋼中加入鎳，所成的合金更能抵抗銹的發生，工業上叫鉻鎳鋼，其中含鉻18%、含鎳8%。這種合金非常強韌，且能錘成各種形狀；可惜不能淬鍊變硬，因而不能用它

製造機械，但宜於製造化學器械。

**錳鋼** 錳能破壞磁性，所以錳鋼無磁性，一般用作製造軍艦的間壁、舵室及其他與羅盤接近的物體。錳鋼經淬鍊後，不像通常鋼的硬脆，而變為強韌及堅牢，不能用普通方法穿孔和鉋削，所以又多用製護身鋼甲、橋梁鋼條、艦船的鋼板、鐵軌及車軸等。錳鋼中含錳 12%、碳 1%、矽 0.5%。

**鎳鋼** 鋼中含有 3—5% 的鎳，彈性和強度都能大量增加，所以用它製造軍艦甲板、汽車用鋼及其他容易磨損的物體。如其中鎳量增加，則彈性減少而硬度漸增，含鎳達 15% 以上的鋼，可耐很大的應變不致破裂。含鎳達 25% 的鎳鋼，具有高電阻，且不隨溫度而變化，並無磁性，可用作標準電阻器。含 36% 鎳、0.5% 碳、0.5% 錳的鎳鋼叫因鋼，它的優點是膨脹係數非常小，彈性不隨溫度起變化，不生銹，能延展，能鍛治，所以用它製造鐘表的發條和擺，測量器械的分度器。

此外尚有兩種鎳鋼，一種含 45% 的鎳和微量的碳，叫做鉑鋼，它的膨脹係數和玻璃相同，所以用作電燈泡或無線電泡的金屬接頭。還有一種鎳鋼，又叫透磁鋼，僅含 20% 的鐵，它容易磁化，也容易失去磁性，如果用它包着水底電線，那麼發送信號的速率，較平常增加五倍。

**鎢鋼** 在鎢與鐵所成的合金中，加入少量的鉻或錳，則生成物能於高溫度下保持它的硬度，通常用鋼所

製的器械，在高速度切斷物體時，因發生高熱而硬度減少、失去鋒利。而鎢鋼在  $700^{\circ}\text{C}$ . 尚能保持原有狀態，這種鋼叫做高速度鋼，所以用它製穿孔機械等。優良的鎢鋼，含鎢 14%、鉻 4%、釩 1%、碳 0.5%。其中的鎢亦可用少量的鉬來代替。這樣的鋼，是用它製穿甲榴彈、反坦克槍砲彈、飛機支柱、汽車轉軸、推進器的迴轉軸等。

## —〇〇 鐵的化合物

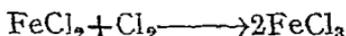
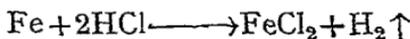
**鐵銹** 鐵在空氣中，受二氧化碳、溼氣及氧的作用，就能生成三氧化二鐵與氫氧化鐵的赤褐色混合物，普通叫做鐵銹（三氧化二鐵是顏料中的代赫石）。鐵每年因生銹的損失，數量非常驚人，所以防銹是一個很重要的問題。普通的防銹法，是使鐵面隔絕空氣，因之，塗上油漆、石墨，或鍍上錫成馬口鐵，鍍上鋅成洋鐵等等。

**烤藍** 鐵在高溫下氧化或分解水時，能生成一種一氧化鐵與三氧化二鐵合成的氧化物，叫做磁性氧化鐵  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ，俗叫烤藍，質地細密，帶褐藍色。主要的用途是使它生成在鋸面及各種槍上，防止生銹，雖擦亦不易脫落。這是其他防銹物所不能勝任的。

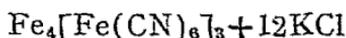
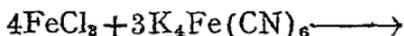
**綠礬** 鐵和硫酸作用，就生成一種綠色的結晶，叫硫酸亞鐵  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，俗叫綠礬。易溶解於水，

在空氣中經氧化，就失去結晶水，而成爲白色的硫酸鐵  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 。硫酸鐵遇鞣酸即生黑色沉澱，是製染料和墨水的原料。

**氯化鐵** 鐵和鹽酸作用，即生成綠色的二氯化鐵溶液。如在溶液中再通入氯，就變成黃色的三氯化鐵，醫學上把它溶解在酒精內，作止血劑用。



**普魯士藍** 三氯化鐵溶液與黃血鹽  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  溶液相混合，就生美麗的青藍色沉澱，叫做普魯士藍，是一種有名的染料。



## —〇— 藍黑墨水的製法

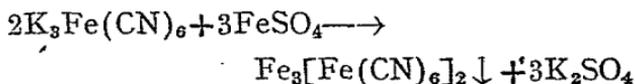
到中藥舖裏買 3 公分的五倍子，研細，加水 30 立方公分，放在瓦罐內煮沸五分鐘，這樣，五倍子裏的鞣酸完全溶解到水裏，把渣滓濾去。再到藥舖裏買 1 公分綠礬，把它溶在 10 立方公分的水裏。再買 0.2 公分的靛藍，並到西藥舖裏買 1 公分阿刺伯樹膠，各溶解在 5 立方公分的水中。最後將這四種水溶液混合攪拌，再加上兩滴硫酸即成。

其中的作用，因綠礬未經氧化時是無色的，可是因

靛藍的作用，所以寫時呈藍色，過幾天靛藍漸漸褪色，而綠礬亦漸氧化和鞣酸作用，生成不可溶、不褪色的黑色鞣酸鐵，所以叫做藍黑墨水。至於膠和硫酸的作用，是防止在瓶內發生沉澱。

## 一〇二 青色印像術

一般的三價鐵鹽溶液，和赤血鹽  $K_3Fe(CN)_6$  相混合，能變為褐綠色而無沉澱。但遇日光，鐵鹽即被還原為二價鐵鹽，與赤血鹽作用，即能生貴重的青色顏料登昂爾藍沉澱。青色印像術，就是利用這個道理。



把檸檬酸鐵銨 10 公分、赤血鹽 8 公分，各溶解於清水 50 立方公分中，通常為便利計，多把同量的兩液混合，以毛筆在暗處塗在洋宣紙上晾乾，即成印像紙。以上全在暗室中舉行。再在暗室將印像紙平鋪在晒像框內，藥面向上，以照像的底片覆在紙上，上面再用玻璃壓之，然後在日光中晒十分鐘後在暗室內取下，置於滴有少許鹽酸的水中洗之，即成為青地白色之印像。

## 一〇三 鐵在我國

鐵在我國的蘊藏量是相當豐富的，你看：

省 分	噸 數	省 分	噸 數
遼 寧	3,8758,0000	江 西	1806,0000
山 東	2992,0000	湖 北	5266,0000
河 南	340,0000	江 蘇	3500,0000
河 北	9147,9000	福 建	750,0000
安 徽	5000,0000	浙 江	230,0000

但是，在蔣介石匪幫統制的時候，這許多鐵礦的開採權卻讓給帝國主義了，自己的鐵自己不能開採，這是多麼痛心的事呢！

當抗日戰爭前和抗日期中，中國鐵的主人是日本帝國主義，每年在我國提鍊了大量的鐵，製成了槍砲，來屠殺中國人。

當抗日戰爭結束後，中國鐵的主人又換上了美國帝國主義。中國人民在中國共產黨領導下，經過了英勇的革命鬥爭，打垮了蔣美，收回了採礦權，我們應該好好的保護它，和合理的使用它！

## 本 章 提 要

含鐵的礦物很多，先使鐵礦變成氧化物，再和焦炭、灰石混合，送入鼓風爐中，使發生還原作用，即可

製成鐵。

鐵實在是鐵和碳的合金，生鐵中含碳3—5.5%，鍛鐵含碳0.2%以下，鋼含碳0.05—1.6%。

鋼中加鎳、鎢、鉻、錳、矽等元素，可成性質各異的特種鋼，皆有特殊的用途。

鐵銹是鐵和空氣中的水蒸汽、二氧化碳及氧等發生複雜的作用而生成的。

鐵的重要化合物有氧化亞鐵、氧化鐵、硫酸亞鐵、硫酸鐵、氯化亞鐵、氯化鐵、普魯士藍、登氏藍等。

鎳是銀白色的金屬，和鐵性質相似。其他和鐵性質相似的，還有錳、鉻、鎢三種金屬。

### 研究和做

1. 就你平常的觀察，說出那些日常用具是用生鐵、熟鐵及鋼所製成的。
2. 試寫出鐵和硫酸作用而生成硫酸亞鐵的方程式。
3. 試算出磁鐵礦、黃鐵礦、赤鐵礦中含鐵的成份百分率。
4. 把針在燈上燒紅，冷後表面即生成褐藍色，這是什麼東西？並說出理由。
5. 用三氯化鐵9公分，黃血鹽4公分，分別溶解在50立方公分的水中，然後逐漸混合攪拌，則生美麗的普魯士藍沉澱，經過濾、烘乾、研細即可備用。你做成之後，用方程式記出它們的變化。



# 第十五章 常見的金屬 與合金

## 一〇四 最早被採用的銅

實用金屬中最早被發現的就算是銅了。人類正式使用銅器，遠在四千多年以前，它的出現對當時社會的發展，有着相當重要的意義。所以歷史上專門畫上一個時期，叫銅器時代。

銅能單獨游離在自然界裏，不過存在的量，沒有和其他物化合的礦石多。主要的礦物，是和氧化合的赤銅礦  $\text{Cu}_2\text{O}$ ，和硫化合的硫銅礦  $\text{Cu}_2\text{S}$ ，及和鐵共存的黃銅礦  $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$  等。將赤銅礦和炭在爐內共熱，即可使銅還原而出。



純粹的銅是赤色的，富展性，易傳熱傳電。普通我們叫做銅的那些黃色或青白色用具，實在不是純銅，而是和其他金屬的合金。下面列一張表說明常見的一些合金成份：

重 要 合 金 表

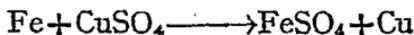
成 份 名 稱	銅	鋅	鎳	鋁	錫	銀	金	鉛	性 質	用 途
黃銅	67	33							黃色宜鑄造	製器具用
白銅	50	5	5						白 色 硬	製器具用
青銅	80				20				赤 褐 硬	鑄銅像
鏡銅	67				33				有 光 澤	古得製鏡
鐘銅	78				22				能震動發聲	鑄 鐘
赤銅	95					1	4		赤 色 微 黑	裝 飾 品
鋁銅	90			10					黃 金 色	裝 飾 品
幣銅	95				4			1	赤 色	造 銅 幣

### 一〇五 銅和銅的合金的性質

銅和銅的合金，在空氣中，受水汽和二氧化碳的作

用，能生成可溶性有毒的銅銹附在表面，就是日常銅器上的藍綠色斑。尤其遇到油和醋，更易生成，所以用銅做食器，是非常危險的。爲了防止發生銅銹起見，現在的一般銅鍋、銅勺上，都搪上一層錫。搪錫的辦法很簡單，祇要把銅器燒熱，把鎔化的錫倒在器裏，用布團四面塗擦就行了。

很早以前，有一個居住在銅礦附近的人，偶然間把一些無用的鐵罐，丟在從銅礦流下來含銅的礦水裏，幾天以後，他發現一個奇怪的事實，他的鐵罐已變成了銅罐，這樣就發現了凡是銅的化合物水溶液，遇到了鐵、鉛、錫等，就會把它們溶解，銅就代替了它們出現。例如：



## 一〇六 硫酸銅

銅和濃硫酸相作用，所得的溶液，冷後就有美麗的藍色硫酸銅結晶析出，普通叫做藍礬或膽礬。在空氣中能慢慢風化，失去水份而成白色，遇水溼潤又能變爲藍色，所以常用它檢驗酒精中有無水份。硫酸銅在醫學上應用頗廣，通常作爲腐蝕、收斂、催吐的用，在工業上供鍍銅、裝電池及染媒劑。假使把它溶解在石灰水裏，就變成百勞多殺蟲液，用它驅除果樹上或農作物上的害蟲，效果很大。

## 一〇七 金和白金

俗說『真金不怕火鍊』，這句話的意思，倒並不是說金子不能鎔化，而是說鎔化之後依舊是金子。也就是說，金最難和他物化合和被氧化，面貌最清楚。所以金的發現及應用，在任何金屬之前，就是這個道理。

金在自然界裏，有兩種方式存在：一種是混合在巖石裏叫山金；一種是巖石崩壞，和砂一同沉在河底的叫砂金。

收金的方法，普通有兩種：一種是把砂金用水來瀝洗，使質輕的砂逐漸流去，質重的金就沉集在器底，叫淘汰法；一種是把山金的巖石擊成粉末，和在水裏，使流過塗有汞的銅板，金即附於汞上而成合金，將此合金取下蒸餾，汞即變成蒸氣放出，此法叫混汞法。

金的使用價值遠低於鐵，主要用途是作貨幣和裝飾品。可是純金太軟，所以在製作時，要加些銅。好的鋼筆尖，就是用它製的。上面註有14K字樣，就是表明含銅的成份，通常作純金為24K，14K就是24份金裏含銅8份。各國的金幣，含銅的成份也不同，美金就是9份金與1份銅的合金，英鎊是11份金與1份銅的合金。

和金的性質相似的，還有一種白金，學名叫鉑，存在在河流的土沙內。用途比金要大得多，很多化學實驗的用具，真空管裏的極板，和過去電燈泡內的絲，全是

用它製的。它的粉末，可促進氣體的化學反應，所以多用爲觸媒劑。

## 一〇八 銀

銀是光白色的金屬，質軟富展性，易傳熱傳電。主要的礦物，是和硫化合而成的輝銀礦  $\text{Ag}_2\text{S}$ 。提取的辦法，也是將礦石擊成粉末，加汞攪拌，經蒸餾而得，和提金的混汞法相同。有很多人認爲銀能辨別食物的有毒與無毒，主要的象徵，是遇見有毒的會發黑，其實是完全不可靠的。銀遇到一般的硫化物，就會生成黑色的硫化銀，附在表面，所以臭豆腐、變蛋、甚至蛋黃遇到銀器，都能發黑，它們都是無毒的。一般有毒的菌類，往往能吃死人，可是遇到銀子，卻又並不發黑。

銀的主要用途是作貨幣和用具。過去使用的銀幣，就是銀和銅的合金，壹圓的含銀9份、含銅1份，全重7.2錢。貳毫的含銀7份、含銅3份，全重1.44錢。銀在空氣中，除受硫化氫  $\text{H}_2\text{S}$  作用表面成黑色外，不受空氣和溼氣的作用，而且外觀比較美麗，所以常用電把它鍍在器具的表面，防止生銹與增加美觀。

## 一〇九 硝酸銀和溴化銀

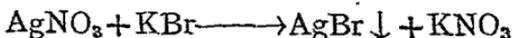
銀遇硝酸，就變成硝酸銀的溶液，將溶液蒸發即得

白色的結晶。



硝酸銀極易溶解於水，有腐蝕性，醫學上作腐蝕劑用，遇光就慢慢變黑，所以應貯藏在黑色瓶裏。現出的烏髮藥水和不褪色墨水，也是用它做的。

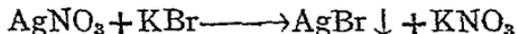
如在硝酸銀溶液中，加入溴化鉀溶液，則生成感光性特強的淡黃色溴化銀  $\text{AgBr}$ 。



現在的照像乾片，就是用它製的。

## ——○ 照相術

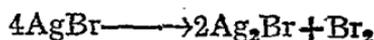
**乾片的製法** 此工作全部須在暗室中或弱赤色燈光下進行。方法是把動物膠溶於溫水中，再加入溴化鉀及硝酸銀的溶液而攪拌之，則有極微細的溴化銀沉澱在膠中。



放置冷後，則含溴化銀的動物膠凝固，然後切碎以水洗去殘餘的溴化鉀，及由反應所生的硝酸鉀，就得純粹含溴化銀的動物膠。再微熱使它鎔化，均勻塗在玻璃板上，晾乾即成乾片。如塗在綿膠的薄片上，即成感光的軟片。

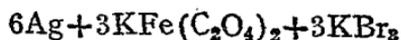
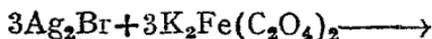
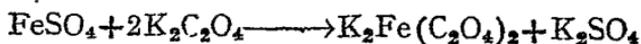
**攝影** 將乾片裝入照像器的暗箱中，使鏡頭對準欲攝的景物而曝光，則乾片上見光處的溴化銀變為溴化

一銀  $\text{Ag}_2\text{Br}$ 。



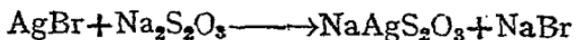
其中分出的溴，被動物膠吸收，但是此時片上尚無影像顯出，必須在暗室中將已感光的乾片卸下，進行顯影工作。

**顯影** 將硫酸亞鐵  $\text{FeSO}_4$  飽和溶液一份、草酸鉀  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$  飽和溶液四份混合，即成顯影液，將已感光的乾片浸於此液中，則溴化二銀還原為黑褐色的銀粉，附著在乾片上，其變化可分二步：



此時片上尚有未變的溴化銀，所以仍不能使它見光，須再進行定影工作。

**定影** 把顯影後的乾片，浸在硫代硫酸鈉的溶液中，則未變化的溴化銀完全溶去，再以清水漂洗，即成見光不再變的像片。



此時片上生成的像，與實物黑白相反，叫做陰片，或叫底片。

**印像** 在暗室中把底片緊覆在塗藥和乾片上相同的印像紙上，然後放在光中晒之，再在暗室中，按次進行顯影及定影等工作，即成與實物相同的像片，又叫陽片。通常用的印像紙為溴化銀紙，所晒得的像片，概為

黑色。此外尚有氯化銀紙，其晒像的時間較長，所生的像呈美麗的褐色。如在未浸定影液以前，將印像紙浸在氯化金溶液中而行鍍金工作，使其中一部份的銀粉替為金粉，末後所得的像，呈美麗的紫色。

## ——— 水 銀

還有一種金屬和銀的顏色相同，在通常溫度下是液體，普通叫它做水銀，學名叫汞。水銀這個名字，其實叫得不太得當，而且容易和銀的意義混淆。因為汞和銀除了顏色相同外，在性質方面再無相同處。

含汞的礦石叫辰砂 $\text{HgS}$ ，是汞和硫的化合物。如用人工把硫和汞相混合，加熱使它昇華，這樣所得的硫化汞，顏色鮮紅，叫做銀珠，是上等油漆的顏料。

汞在常溫下是液體，冷至 $-38^{\circ}\text{C}$ .時就變成銀樣的固體，熱至 $358^{\circ}\text{C}$ .則成無色的蒸氣。熱脹冷縮的特性比較顯著，所以多用以製溫度計和氣壓計。它能溶解多種金屬而成合金，又叫汞齊，工業上常利用它提鍊金屬。過去的鍊金術士離不了汞，也是這個道理。我國一向把古代的鍊金術士作為燒丹鍊汞的仙人，仙人又是能制服邪神惡鬼，因此常把汞的化合物硃砂畫了符壓邪，實在是毫無根據太可笑的事了。

汞和錫的合金，就是鏡子後面的塗料。汞和氯相化合，能生成兩種氯化物：一種是一氯化汞，又叫甘汞，

是白色的粉末，醫學上作緩瀉、利尿及腸胃消毒劑用。見光能慢慢分解為有劇毒的二氯化汞及汞，所以須藏在黑色的瓶裏。一種是二氯化汞，又叫昇汞，是強烈的殺菌劑。它的千分之一水溶液，就能殺死一切細菌，所以醫學作為消毒劑用。昇汞毒性極猛，人誤食即死。它與蛋白質相遇則凝成不溶性的化合物，所以蛋白是它的解毒劑。它能和金屬發生作用，所以不能用來消毒金屬器材。

## 一一二 錫和鉛

錫和鉛在有史以前就發現了。古代使用的銅器，多半是銅和錫的合金——青銅。在陶瓷器沒有普遍應用的時候，錫就是唯一的代替品，錫壺、錫杯就是例子。鉛雖早被發現，可是正式的被使用是在一世紀時。

錫和鉛全是青白色有光澤的金屬，不過在空氣中易失去光澤。錫在空氣中不會生鏽，包香煙糖果的錫紙、牙膏的錫管，就是利用它這個性質。現在用來製罐的馬口鐵，就是將潔淨的薄鐵板浸在鎔錫裏，然後再移到油裏冷卻而成的，作用是防鏽。但是一旦面上的錫脫落，那就比原鐵板上鏽還要容易。鉛在溼空氣中，能生成一層有毒的鉛鏽  $Pb(OH)_2$ ，可是能附着在表面，保護內部不起變化。城市的自來水管，就是鉛製的。但是用鉛製食器，就有中毒的危險。錫和鉛的鎔點較低，錚匠用

的銲條，就是一半錫和一半鉛的合金。

### 一一三 年輕的金屬鋁

鋁通常叫做輕鐵，它的被發現，還不過一百多年的事，而正式被運用，纔五十來年。鋁在自然界中分佈極廣，一般的巖石、土壤中，多含有多量的鋁。所以在實用金屬中，沒有一樣蘊藏量能像鋁那樣豐富，也沒有一樣像鋁能和地球表面物質化合得這樣普遍。

鋁是銀白色帶微青的輕金屬，它的優點是比重祇有2.6，堅硬性祇次於鋼，而且又是熱和電的良導體。在空氣中雖被氧化，但所成的氧化物固着在表面，可以保護內部不致再被氧化，因易傳熱，故常用作烹調器具。但是有一缺點，是易被鹼侵蝕。因為它是電的良導體，所以多用它製成電學器械，現在的電線，有很多是用鋁製成的。粉狀的鋁，可作銀白色塗料，和銲接鐵軌的鋁熱劑。

因鋁輕而堅硬，所以鋁的合金，多被採用製造飛機和汽車。鋁中含3—10%的鎂的合金，叫做鎂鋁，比重僅為1.7，較鋁強硬，用作製飛艇的骨骼。鋁中含4%的銅、0.5%的鎂叫硬鋁，是輕合金中最重要的一種。

日常所用的明礬，就是鋁的化合物，叫做硫酸鋁鉀  $K_2Al_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O$ ，入水後，能分解為黏性的氫氧化鋁  $Al(OH)_3$ ，明礬能淨水的作用，就是它黏住泥沙及有色物質下沉的緣故。假使在染布的時候，把布先在

明礬水裏浸一下，就能容易上色，所以又是媒染劑。

## 本章提要

銅是最早發現的實用金屬。我們使用的銅器實在是銅的合金。

銅和硫酸作用，就有硫酸銅結晶析出，俗名藍礬，是很有用的東西。

金和鉑是不易和他物化合的金屬，不溶於酸中，但能溶在王水中。

銀有兩種鹽，一種是硝酸銀，一種是溴化銀。它們的用途很大。

鋁是一種輕金屬，有鋼的優良，它的化合物在地球上很普遍。

### 研究和做

1. 把你家的金屬用具，仔細觀察一下，是那些金屬？或是那些合金？
2. 把硫酸銅溶解在杯裏，再把鐵製的小刀浸在裏面，事先想想看，會變成怎樣？隔半天看看，是不是和你想的相同？
3. 一般的銀器爲什麼會發黑？
4. 你用輕鐵用具，影像如何？有那些優缺點？
5. 繪一中國地圖，將產各種金屬的地方用記號表示出來。



## 第十六章 磷和它的家屬

### 一一四 磷的同素體

磷是從含磷的礦石內提鍊出來的，我國蘊藏的磷礦很多。海州的錦屏山，就是著名的產磷區，抗日戰爭勝利後，被國民黨賣給美帝國主義培植下的日本法西斯。一九四八年冬季該地解放，方重歸人民手中。在沒有發現磷礦以前，製磷的方法是從尿中蒸餾而得的，後來又從動物的骨灰中提取，所以價值很貴。

磷有兩種同素異形體，一種叫做黃磷，又叫白磷，是白色半透明的固體，質軟如蠟，在空氣中受氧化而呈黃色，很易着火，所以把黃磷放在水內保存。黃磷性極毒，如吞入 0.15 公分，立即致命。救治的辦法，是速服硫酸銅溶液。倘多吸黃磷的蒸氣，則患骨疽，所以過

去製火柴的工人，常得此病而死。假使手指觸及黃磷，手指上的熱，足使黃磷燃燒，傷及皮骨，比旁的燒傷或燙傷要痛苦得多，而且不易醫治。

還有一種是紅磷，係黃磷在不充足的空氣內燃燒而得。前面燃磷的實驗，皿中遺留的紅色粉末就是。紅磷無毒不易着火，其性質和黃磷迥然不同。

磷的用途很廣，我們日常所用的火柴，磷就是其中主要的成份。又因為黃磷易燃，燃後又能生成濃密的白霧，所以在軍事上用作煙幕劑和燒夷彈。它又是人的骨骼、牙齒、神經和腦等的成份之一，所以常用它製成補劑。同時植物的果實，需要磷的成份，所以果樹用的肥料，要多用磷肥。

## 一一五 一擦即發火的火柴

一百多年以前，點火還是一件麻煩的事情，那時火柴還沒有發明，家裏用火是用燧石和鋼塊打出火星來點着的。到1827年，纔發現用火柴。火柴的主要部份有頭、桿和匣面塗料。火柴的木桿，通常用質軟的木材如白楊樹、赤松等劈成；火柴頭及匣面塗料普通常用的有二種，分述於下：

**摩擦火柴** 將木桿的一端，浸以鎔融的石蠟或硫磺。稍乾、再附以可燃體黃磷，氧化劑如氯酸鉀、或丹鉛( $Pb_3O_4$ )、或二氧化錳( $MnO_2$ )，以及玻璃粉、膠

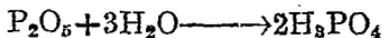
等的混合物。乾燥後，黃磷有膠質保護，所以雖在空氣中，亦不起氧化。如將附藥的一端，在砂紙或其他粗糙面上摩擦，則由摩擦所生的熱，使黃磷與氧化劑燃燒，再使石蠟或硫磺着火而傳於木桿。這種火柴，叫普通摩擦火柴。雖易着火，可是太不安全，所以現在改用三硫化四磷 ( $P_4S_3$ ) 代替黃磷，因三硫化四磷受摩擦時亦易發火，而且無毒。這種火柴，特叫做安全摩擦火柴。

**安全火柴** 將木桿浸以鎔融的石蠟，再附上硫化銻  $Sb_2S_3$ 、氯酸鉀及膠質等的混合物。如此所製成的火柴，須在塗有赤磷、玻璃粉及膠的盒面上擦之，始能燃燒。因摩擦時，先有少許赤磷化為黃磷而燃着，再引起木桿塗料的燃燒。這種火柴既無毒性，又無意外火險，所以叫做安全火柴。

在實驗時須要注意，硫化銻和氯酸鉀或他種氧化劑混合研磨，極易發火，所以在混合時要特別留心。

## 一一六 磷的肥料

燃磷後所生的五氧化二磷，很容易溶解於水，而成磷酸。



磷酸的成份中含有三個氫元素，其中一部或全部可

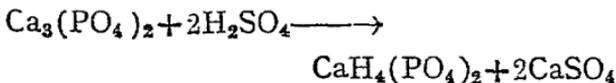
以金屬元素代替，而生成三種不同的磷酸鹽。茲將最重要的磷酸鹽中的磷酸鈣，舉例如下：

鈣代替一個氫元素，如  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ，叫做伯磷羧鈣。

鈣代替二個氫元素，如  $\text{CaHPO}_4$ ，叫做仲磷羧鈣。

鈣代替三個氫元素，如  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ，叫做叔磷羧鈣。

伯磷酸鈣是一種重要肥料；叔磷酸鈣即普通的磷羧鈣，為動物骨的主要成份。倘若把叔磷酸鈣和硫酸按照合適的比例混合後，即得伯磷酸鈣和硫酸鈣的混合物，叫做過磷羧石灰肥料。



## 一一七 砷和砷的化合物

和磷性質相似的非金屬，還有一種叫做砷 As，又叫做砒，是鋼灰色的固體，無毒；但在空氣中燃燒，而生成的氧化物，就是有劇毒、味甜、蒜臭的三氧化二砷  $\text{As}_2\text{O}_3$ ，俗名砒霜，又叫信石或白砒，是結晶的固體，常人食下 0.06—0.18 公分，立即致命。倘若誤服了砒霜，救治的辦法，是先服催吐劑，再服新製成的氫氧化鐵  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，因為氫氧化鐵遇到砒霜，能生成一種不溶的砷酸鐵  $\text{FeAsO}_3$ 。把砒霜溶解於水，則生亞砷酸，

醫學上用作殺菌劑，『六〇六』與『九一四』就是它的製劑。人服少量的砒，能促進新陳代謝，所以用砒作補劑的很多。

假使把砒霜和銅的化合物相作用，即能生成一種著名的殺蟲劑叫巴黎綠。假使在鉛內加入少量的砷，鉛性就變成堅硬，所以常用這個辦法製成槍彈。在化學戰爭中，常用的噴嚏性毒氣，大都是砷的化合物。

天然存在的砷的化合物很多，藥舖裏賣的雄黃，就是三硫化二砷  $As_2S_3$ ，鷄石冠就是二硫化二砷  $As_2S_2$ ，毒砂就是硫砷化鐵  $FeAsS$  等。

## 一一八 銻和鉍

銻在我國的蘊藏量佔世界第一位。單就湖南的新化縣而言，其儲量即達二百萬噸。它是灰白色的固體，在空氣中燃燒則生三氧化二銻  $Sb_2O_3$ 。一般的金屬在凝固時，體積一定縮小，而銻凝固時體積能脹大。所以和他種金屬合鑄時，則鑄出的模型，特別清晰。活字金即銻和鉛、錫的合金。

鉍也是灰白色而稍帶紫色的固體，在空氣中燃燒，也能生成三氧化二鉍  $Bi_2O_3$ 。它和其他的金屬所成的合金，融點祇有  $60.5^\circ C$ ，有名的武德合金就是鉍、鉛、錫、鎳所合成。經常用作防火水管的管口阻塞蓋及電流的保險絲；又可製成線條，用以縛防大門簾，遇火時，

合金鎔化，而簾自行落下，使火不得而入。

## 本章提要

磷分爲黃磷和赤磷兩種，前者有毒，易燃；後者無毒，不易燃燒，是做火柴的原料。

磷酸鈣和硫酸作用，則成過磷酸石灰，是一種重要的肥料。

砷的主要化合物有砒霜及雄黃，單獨的砷是製槍彈和毒氣的原料。

氮、砷、磷、銻、鉍五元素，性質相似，可歸成一類。

### 研究和做

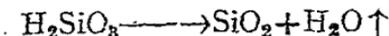
1. 你常用那幾種火柴？那一種好？爲什麼？
2. 印書的鉛字，是銻的合金，是什麼作用？
3. 電燈的火表與外面電流接連處，裝有保險絲，這個保險絲卽是武德合金。你研究一下，爲什麼要這樣裝置？
4. 磷是毒物，但是它的化合物恰是滋補藥。砷的化合物卻是毒物，但單獨的砷並無毒，何故？

## 第十七章 矽和硼

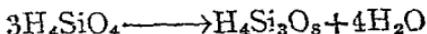
### 一一九 矽的化合物

矽這個名字，大家是比較生疏的，其實它是構成地球主要的成份。在整個地殼中，氧約佔全成份的一半，矽佔 $\frac{1}{4}$ 以上。其他元素聯合起來，數量也沒有矽多。矽和氧的化合物，叫二氧化矽 $\text{SiO}_2$ ，又叫矽土，是地球上分佈最多的化合物。海灘的砂礫是它，地面上的土壤、山上的巖石，也離不了它。純粹的矽土叫石英，普通叫水晶，是比較貴重的東西。水晶中夾雜有色的物質時，即呈各種美麗的顏色，如瑪瑙、紫水晶等可作裝飾品。

二氧化矽和金屬的氧化物化合後，即成矽酸鹽（就是矽酸的鹽類）。矽酸有好幾種；矽土，其實就是矽酸失去水份所生成的物質。



數過矽酸疊合在一起，能成種種縮合矽酸，例如：



地殼的大部份，就是這種縮合矽酸的鹽類所構成，如花崗石即由長石  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ 、雲母  $\text{KAlSiO}_4$  和石英混合而成。其他如滑石、石綿、蛇紋石等，也多是矽酸鹽，種類繁多，不勝枚舉。

巖石經長久時期的風解作用，遂逐漸崩解而成爲土壤。土壤中有一種是由長石或雲母等含有矽和鋁的巖石風解而成的，叫黏土，是一種矽酸鋁  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。其純粹的，叫陶土或高嶺土，它們是製土器、磚瓦、陶瓷、水泥等的原料。

## 一一〇 從土器說到洋瓷

在有史以前，那時還沒有罈罐等物體，一般東西尤其是食物的收藏，是放在已被發現用黏土做成的泥器內的。（這泥器在農村裏還能看見，尤其是泥晒的磚，到處都是。）大概有一次失了火，燒着了森林，經過十天半月，火熄滅了，當然一般的東西都成灰燼，可是奇怪得很，那些泥器卻變爲堅硬而美觀。由此，人們知道用黏土做成的泥器，在火裏燒後，能變成質地較堅而美觀的器皿，這種器皿，就是現在尚在使用的土瓷器。（當

然在形式上已改變了很多。)由於土器的發現，人們又一步進一步的製出了磚瓦、陶器、瓷器及洋瓷等。下面分別簡單介紹一下：

把黏土加水捏和，塑成磚、瓦、盆、罐等，放入窯中煨燒，這樣的燒成品就是黑窯器。假使使用的黏土裏面含有氧化鐵，那麼燒成品就是紅窯器。這種黑窯器和紅窯器，統叫做土器，是黏土在低溫下產生的。假使多燒些草，把窯內的溫度加高，這樣燒成的就變成了質地較細、較堅的陶器，普通叫紫砂。

如把黏土換用陶土，溫度加高，這樣製成的就是瓷器。製作程序可分三部：

**製坯** 取潔淨的陶土47%、長石15%、石英38%混和研細，加水攪成泥狀，製成各種器皿。俟乾，入窯中燒之，火力須平勻而緩緩加高，不然器皿能破裂。這樣燒成冷卻，即成素瓷。

**上釉** 釉藥是由石英、長石和各種金屬氧化物，並雜少許的氧化硼  $B_2O_3$  研細，和水成漿而成，把素燒浸入此漿中，乾後再燒，使釉藥熔融而均勻於瓷面，即白瓷器。

**彩飾** 把氧化金屬，和六份鉛丹、二份石英、一份硼砂混和燒之，然後碾成細粉，用松節油調和，畫在瓷器的表面，再燒一次，即成彩色瓷。在配色時，青色用氧化鈷，黃色用氧化錒，綠色用氧化銅，紅色用氧化鐵，紫色用氧化錳等。

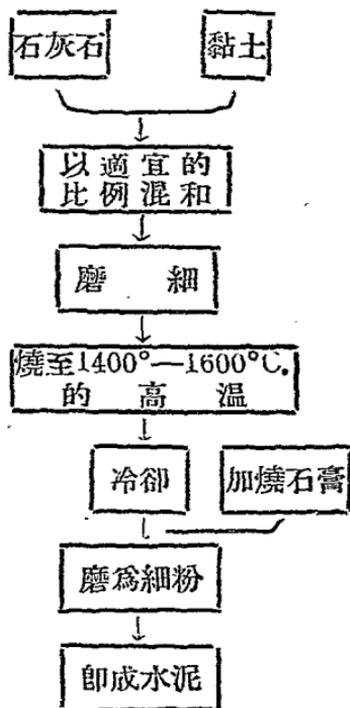
我國是發明陶瓷器的鼻祖，江西景德鎮的出品是世界聞名的。可是因長期的社會停滯，致使生產落後，墨守舊規，沿用手工，反而弄得外瓷入口，與日並增。

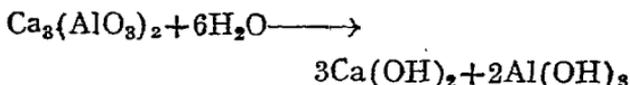
假使把釉藥塗在金屬器的面上，叫做洋瓷，又叫磁瑯或搪瓷，既美觀，又可保護不致生銹，常用以製廚房用器，以及面盆、浴盆等。

## 一二一 堅硬似石的水泥

把適量的石灰石和黏土混和磨細，放在旋轉的窯裏，燒到 $1400^{\circ}$ — $1600^{\circ}$  C.的高溫，至半融時引出冷卻，再和少量的燒石膏研成粉末，就叫水泥。製時程序如右。

水泥，又叫做洋灰，或叫水門汀，是一種灰綠色的細粉。其中主要的成份，就是 $\text{Ca}_3(\text{AlO}_3)_2$ 及 $\text{Ca}_2\text{SiO}_6$ ，以水調和成泥狀，即凝固變硬，再浸水中，亦不起變化。其變化大概為：



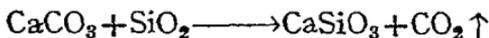
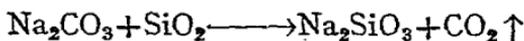


其中的氫氧化鈣，則徐徐結晶，是水泥凝結的要素。氫氧化鋁及矽酸鹽，則為填補空隙的用，能使水泥組織更加堅固。

假使在水泥中加上細砂及石礫，凝後堅硬性更加增加，叫**混凝土**。混凝土對壓縮的抵抗力大，對伸張的抵抗力小，所以在建築時為補伸張的不足，在裏面插上鐵條，叫做**鐵筋混凝土**，就是近代建築上的**鋼骨水泥**。

## 一二二 玻璃

玻璃是幾種矽酸鹽的混合物，是把潔淨的細砂、鹼和石灰石等混和，強熱之，則漸融解而成透明的**玻璃黏液**：



把玻璃黏液，放入模型中，可以任意吹成各種形狀，冷後就是我們現在使用的各種**玻璃器具**。

假使把玻璃黏液先吹成圓筒形，再將這圓筒割破一邊，燒軟後展平，就成大塊的**窗玻璃**。

玻璃是一種混和物，所以為改變它的成份，就能得到各種不同的玻璃。下面把幾種常見的玻璃，用表來說明：

種類	原料	成份	性質	用途
鈉玻璃 (普通玻璃)	碳酸鈉、 細砂及石 灰石	矽酸鈉、矽 酸鈣及二氧 化矽的混和 物	質脆，易融 化，略帶青 綠色	造門窗及 通常用具
鉀玻璃 (化學玻璃)	碳酸鉀、 細砂及石 灰石	矽酸鉀、矽 酸鈣及二氧 化矽的混和 物	質硬，難融 化，無色， 不受藥劑侵 蝕	化學器具 及裝飾品
鉛玻璃 (光學玻璃)	碳酸鉀、 細砂及氧 化鉛	矽酸鉛、矽 酸鉀及二氧 化矽的混和 物	質軟，易融 化，富折光 性	光學器械 及人造寶石

在玻璃熔融的時候，加入少量的金屬氧化物，即可得各種顏色的玻璃。例如加氧化鈷呈青色，加氧化錳呈紫色，加氧化硒呈紅色等。不純的砂土常含鐵質，鐵能使玻璃呈綠色，所以賤價的玻璃，如酒瓶、汽水瓶等，往往帶綠色，就是使用不純的砂土的緣故。

### 一二三 硼的化合物

和矽相似的還有一種叫硼，它最重要的化合物叫硼砂  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 。呈大塊的結晶形，其中含有十分子的結晶水，遇熱即失去結晶水熔融而成無色透明玻璃狀物質。能溶解金屬的氧化物，因此被用作焊藥，銲接各種金屬。

如把硼砂和硫酸相作用，即可得鱗片狀結晶的硼酸

$H_3BO_3$ 。硼酸的水溶液，微呈酸性，醫藥上常用作防腐劑。普通洗眼藥水，就是硼酸的稀淡水溶液。

把硼酸加熱，即失去水而成氧化硼，是玻璃狀的固體，性質和二氧化矽相似。氧化硼和硼砂是製造玻璃及瓷器和洋瓷面的釉藥原料。

## 本章提要

矽的化合物是遍藏在地殼裏，最多的叫二氧化矽，純粹的二氧化矽，有白砂、水晶、瑪瑙、翡翠、石英、燧石等。

泥土是長石變成的，是含矽和鋁的化合物。其中純粹的叫黏土、陶土、瓷土，它們是製土器、陶器、瓷器的原料。

碳酸鹽與灰石、白砂共熱，即成玻璃。普通分鉀玻璃、鈉玻璃及鉛玻璃。

硼和矽很類似，硼砂是硼的一種有用的化合物。

### 研究和做

1. 你住處附近，有什麼較大的建築？牆是什麼原料做的？
2. 拿個瓷碗來研究一下，那裏是素瓷？那裏是上釉後的瓷面？那裏是後描的色彩？
3. 你算算失去結晶水後的硼砂內，各成份的百分率？
4. 你看見過那幾種玻璃？各屬那一類？
5. 科學的發現，有很多是偶然的，你在生活中曾發現過什麼奇怪的現象？說出來給大家研究。



## 第十八章 常用的燃料

### 一二四 固體燃料

就燃料的形態上來分，大體可分為**固體燃料**、**液體燃料**及**氣體燃料**。所有的固體燃料，可說都是植物或其變成物，所以構成固體燃料的基本物質是纖維素，其中含有碳、氫、氧三元素，皆能燃燒。但其中尚含有一部份氮和無機物，不能燃燒，因此能生成一部份的灰。

固體燃料中最主要的是煤、炭、木柴。煤和炭在第八章中皆已談過，這裏僅把木柴來談一下。

### 一二五 木柴

木柴，是纖維素、木質、樹脂三種物質所構成。質

鬆多孔，內部含有空氣，所以易於着火燃燒，我們要斷定木柴的好壞，主要是看它所含的水份。因為溼木柴燃燒時，一部份的熱量消耗在驅除水份上，頗不經濟。所以斬伐木柴的季節，以秋、冬為佳，因為這時的樹木含水份最少。樹木的年齡最好軟木在二、三十年，硬木在五十年到一百年，因為幼樹含水較多，樹枝又較樹身為多。

樹木所含的水份，又隨樹的種類而異，柳樹約含水 26%、檉約 35%、榆約 45%、白楊約 50%。風乾二年的木材中，常含有 20% 的水，而烘乾的木材，則因烘乾時間的長短，和烘爐溫度的高低不同，所含水份約 5—15%。

木柴燃燒後的灰，是看樹的種類和年齡而異。例如柳的灰約 20%、檉約 1.5%、樺約 0.7%。灰中主要的成份，為鈉、鉀、鈣、鎂的碳酸鹽，和微量的硫酸、磷酸、矽酸等鹽類。

## 一二六 甲 烷

煤乾餾後所得的煤氣，是一種氣體燃料，其中含有許多可燃的氣體，但含得最多的，是名叫甲烷的氣體。

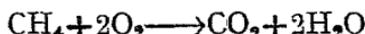
甲烷又叫沼氣，分子式為  $\text{CH}_4$ ，植物在水中腐敗，常發生這種氣體，所以池沼底部的泥中，有這種氣體存在着，以棒攪拌池底的污泥，常有氣泡發生，這種氣泡



圖 29. 取沼氣

就是甲烷，可用盛滿水的玻璃瓶，照圖 29 的方法收集。

甲烷是無色無味無臭的氣體，在空氣中燃燒，能發生青色火燄。



假使把沼氣和空氣相混合後燃燒，就能發生爆炸現象。煤礦中常有甲烷和空氣的混合物，所以常有爆炸的危險。

和甲烷性質相似的可燃氣，還有乙烷  $\text{C}_2\text{H}_6$ 、丙烷  $\text{C}_3\text{H}_8$ 、丁烷  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ 、……。我們仔細觀察這幾種氣體的分子式，可知都是碳和氫兩種元素的化合物，其中碳和氫兩種原子的數目，有着一定的關係；其中氫原子的數目，總是較碳原子數目的二倍還要多二。換句話說，若碳的原子個數為  $n$ ，那麼氫原子的個數便是  $2n+2$ 。所以這一類化合物的公式是  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ，總叫做烷屬。

## 一二七 簡單的烴

碳、氫兩元素的化合物，總名叫烴，烷是烴中的一類，此外還有烯和炔。

烯屬裏最普通的一種叫乙烯，又叫成油氣，分子式是  $\text{C}_2\text{H}_4$ ，是一種無色的氣體，稍有臭味，在空氣中燃燒，發生黃色火燄，光亮較甲烷為強。乙烯能催促果實

成熟，所以把生的果子放在含有乙烯的空氣中，就能很快的成熟。

炔屬裏面最常見的叫做乙炔，又叫電石氣，是加水在電石內而得，我們在 75 節裏曾談到過。

乙炔也是無色的氣體，有臭味，如和氧混合燃燒，可得很高的溫度，叫做氧炔焰，可供切斷鋼板，和銲接金屬的用。

## 一二八 煤焦油

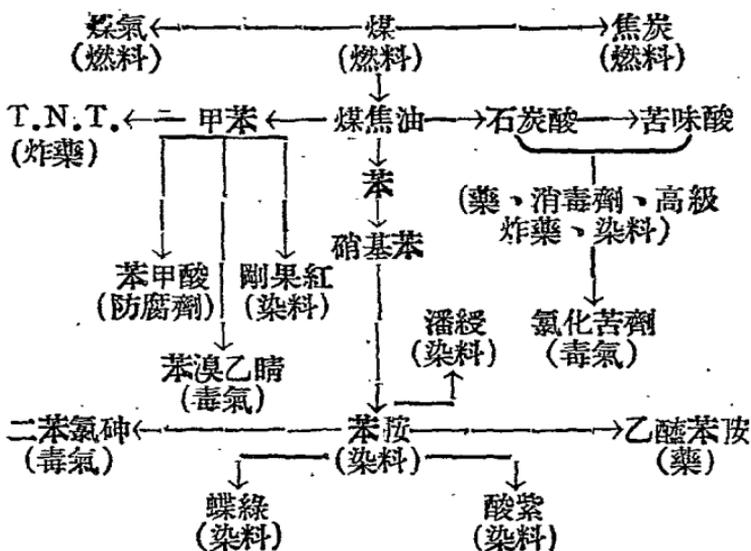
製煤氣的時候，可以產生兩種副產品：一種是冶金的焦炭；還有一種是煤焦油。如再把煤焦油提煉，就能得到很多寶貴的化合物，常見的有下面幾種：

**苯** 苯是一種無色透明的液體，有特殊的氣味，分子式是  $C_6H_6$ ，容易燃燒，可作溶劑和多種藥品及染料的原料。醫生常用它洗去皮膚上橡皮膏的痕跡及脂肪。

**酚** 酚是一種無色透明的細長結晶，它的分子式是  $C_6H_5OH$ ，有特別的臭氣，普通叫做石炭酸，在醫藥上，常把它溶於二十倍至五十倍的水中，以作防腐、消毒、洗滌的用。粗製的石炭酸帶淡紅色，是陰溝、廁所的消毒劑。

**萘** 萘是一種白色有光澤的結晶，它的分子式是  $C_{10}H_8$ ，有特殊的臭氣，俗叫洋樟腦，防腐力很大。市上出售的樟腦丸，即是用萘製成的。

在煤焦油中提出來的苯、酚、萘等物，還可製得種種染料和非常有效的醫學藥品及炸藥、香料等。所以有人說，煤焦油是化學的聚寶盆，你看了下面一張表，就可以知道了。



## 一二九 液體燃料中的石油

石油是古代動植物的脂肪，在地中受強熱及大壓力分解而成，是茶褐色的濃厚液體，大多淤積在巖石的孔隙中，所以叫做石油。它是由多種不同的烴集合而成的混合物，這些烴的沸點各不相同，因此利用沸點低的先

蒸出，高的後蒸出，把它分餾，就能得到多種不同的物質。

**揮發油** 是在  $40^{\circ}$ — $150^{\circ}\text{C}$ . 所蒸出的，又叫做汽油，是無色易流動的液體，易揮發，着火點低。用作汽車、坦克、飛機上的燃料，並可用以製假漆，以及橡膠和油類的溶劑。

**燈用油** 是在  $150^{\circ}$ — $300^{\circ}\text{C}$ . 所蒸出的，又叫做火燃油，也是無色的液體。除供燈用外，又是發動機的重要燃料。

**重油** 自  $300^{\circ}\text{C}$ . 以上蒸出的，都叫重油，如把重油分餾，又可得柴油、機器油及石蠟。柴油是灰綠色的液體，是發動機的燃料；機器油是黏厚的液體，主要用在機械軸上作滑潤劑；石蠟是白色或淡黃色的糊狀黏質，可作藥膏、封蠟及化妝品原料。固體的石蠟，又是製蠟燭及油印用的蠟紙等的原料。

**瀝青** 分餾到最後的渣滓叫瀝青，是一種黑色的固體，可以鋪路、防銹及作燃料。

石油是近代主要的原動力燃料，在資本主義的社會裏，又作為侵略的原動力。帝國主義向外侵略的程度，經常決定在石油的多寡，因之又常釀成互相爭奪油田的火併。

## 一三〇 我國的石油

我國到底蘊藏有多少石油？自己從來沒有估計過。當日本帝國主義蹂躪東北的時候，曾發表過單撫順的油頁巖就佔美國石油總儲量的三分之一。這樣看來，我國沒有開採的石油數量是驚人的。

但是，腐敗的統制階級在統制中國的時候，所有的汽油、火油及柴油，都是外國輸入的。把自己的寶藏卻拋棄在那裏，現在中國回到了人民的手中了，我們將要用自己的巨手來發掘自己的寶藏。

## 本章提要

一切的固體燃料，都是碳、氫、氧所組成，但其中又含有氮及無機物，所以能生成一部份灰。

碳和氫的化合物叫做烴，一般可分烷屬、烯屬及炔屬三類。

石油是多種烴的混合物，因沸點不同，故由分餾可得多種物質。

在第八章曾談到，研究碳的化合物的化學，叫有機化學。本章所談到的都是有機化合物，所以是屬於有機化學部份的。

### 研究和做

1. 把你所知的有機化合物，都用分子式寫出來。
2. 把煤乾餾，可得那些副產品？有些什麼用途？
3. 煤礦中有甲烷和空氣存在，遇火即起爆炸，那麼欲使煤礦中光亮，有什麼辦法？

- 
4. 試用甲烷、乙烷、丙烷及丁烷，說明倍定定律。

## 第十九章 家常化學

### 一三一 油

油是生活中的必需品，無論那家總得備一些以供食用。它是一種複雜的碳、氫、氧化合物，其中成份為軟脂 ( $C_{15}H_{31}COO$ )<sub>2</sub>C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>；硬脂 ( $C_{17}H_{35}COO$ )<sub>2</sub>C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>；及油脂 ( $C_{17}H_{33}COO$ )<sub>2</sub>C<sub>3</sub>H<sub>5</sub> 三種。所以油這個名字，祇是代表了它成份中的一部份。

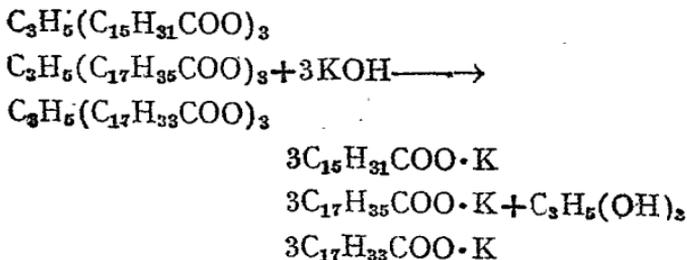
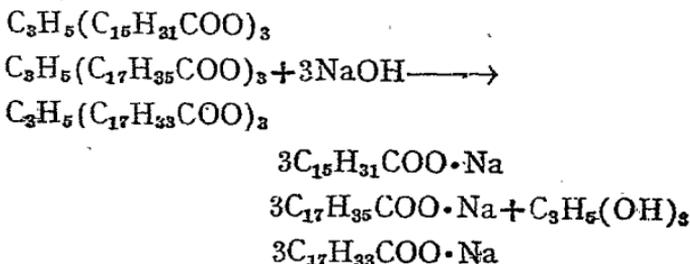
油大致可分兩類：一類是植物油；一類是動物油。植物油含油脂較多，所以大部份是液體。動物油中含軟脂多的，如豬油，是質軟的半固體；含硬脂多的，如牛油，就是固體。它除了是人的一部份動力及體溫的來源外，一切植物的花、莖、果實的芬芳，也是由它變化出來的。酒愈陳愈香愈好吃，也就是因為裏面的一部份酒

精，和有機酸合成脂肪的道理。

油雖然是人營養的必需品，可是多吃了，並無好結果，因為它很難消化，容易引起消化障礙病，或過度的肥胖，所以食用脂肪要有適量，通常 120 斤的人，每日能吃進一兩五錢就足夠了。

## 一三二 鹼化

凡是油類遇到氫氧化鉀或氫氧化鈉，就能發生鹼化作用，變成甘油和硬脂或軟脂及油脂的鉀鹽或鈉鹽的混合物。



這種混合物就是肥皂，遇水即起分解作用，生苛性

鉀或苛性鈉及脂酸的乳濁體，皮膚或衣服上的油污，即受鹼化及乳化作用而脫落。

### 一三三 怎樣製肥皂

#### (甲)原料的配合

**油** 動植物油二者合用最好，因能調劑肥皂的硬度。大約動物油 70 份、植物油 30 份最合適。

**鹼** 用苛性鈉製成的是硬肥皂，用苛性鉀製成的是軟肥皂。在使用上來說，硬皂比較好，所以常用苛性鈉。放入的分量，不能過少，因為過少有餘油，反而增加油污，但使用過多，又要損壞布和傷皮膚。適宜的鹼量是油的 13—14%。

**水** 製皂時的水，是油和鹼量的二倍或二倍半。

(乙)進行的手續 把鹼溶解在水裏，分爲濃、次濃、淡的三種溶液，將油在鐵鍋裏加熱，鎔化後，將淡鹼液慢慢加入，攪拌 15 分鐘，此時油與鹼作用成乳狀體。再加入次濃的鹼液，力攪一小時餘，皂液即盛起泡沫，變爲糊狀。<sup>※</sup>(如熱液將溢出鍋外，可加水少許)至皂液成澄清棕色時，再加入濃鹼液，攪拌如前，至液成清白色，再煮約三小時，止火加蓋，保持溫度約四、五小時，隔宿更好。如皂液凝結，可加少量水再燒鎔解，直到鹼化完全爲止，然後傾入凝皂槽，冷後切成塊。

——在進行以上手續時，要注意在鎔化油或正行鹼化時

的火力，不能過猛，溫度應在  $80^{\circ}$ — $90^{\circ}\text{C}$ 。加鹼畢再熱到  $90^{\circ}$ — $100^{\circ}\text{C}$ 。如要檢驗鹼化是否完全，可將皂液滴在硬紙上，無油痕透過者，或滴在水中，溶解後無油花上浮者，蘸取皂液，延展成絲，皂面生成光滑的皮，即可證明全部已鹼化。

### 一三四 雪花膏的製法

雪花膏是一種化妝品，有滋潤皮膚的功，所以大家總歡喜搽上一點。雪花膏構成的原理，大致和肥皂的生成原理相同。不過在製雪花膏時完全要硬脂酸，同時僅使一部份脂酸鹼化，還有一部份則使成乳狀物而存在在雪花膏中，所以二者的結果也就兩樣；肥皂成凝厚的固體，雪花膏則成膏狀柔軟的物質。

製肥皂有困難的處，製雪花膏也有困難，如果用料和鹼化手續都不能適合，那末，做成的東西決不能夠滿意，往往雪花膏裏含有許多小粒，全體不均勻，放置稍久或則變硬，或則變色，這些都是普通毛病。雪花膏的好壞，還要決定在它的光澤，所以製法更加複雜。現在先列一個配方，然後再說明其製造的方法：

硬脂酸（鹼化價 175）	10 公分
苛性鉀	0.7 公分
肥皂（無游離鹼的）	0.25 公分
甘油	3 公分

水	60 立方公分
溫度	85°—90°C.
攪拌時間	10 分鐘

先把硬脂酸置一器中，隔水加熱，其餘材料如苛性鉀、甘油和肥皂，放在另一器中，加水後也隔水加熱。須使肥皂等全部溶化。待兩器的溫度都到 85°C.，即可把溶化的脂酸慢慢倒入盛有鹼液的器內，並用玻璃棒不絕攪拌。這攪拌工作必須均勻，並不可太快，否則即生結塊無法除去。此時盛鹼液的容器仍置熱水中，並仍保持 85°—90°C. 的溫度。依此把脂酸隨傾隨拌，大約在二、三分鐘內，全部傾入鹼液之內，仍繼續攪拌至約 10 分鐘而止，不可太久，隨即將容器從熱水中移出，但仍繼續攪拌，待其凝成膏狀，溫度已低，然後加入適量的香精，輕輕攪拌幾下，就可裝在密閉的器中放置。

### 一三五 饅頭爲什麼能發空

饅頭，是麵粉中主要食用方法之一，北方的人們，差不多大家會做的。可是各人製的成品好壞相差很大，家庭做的，一般的又比不上市上賣的，市上賣的又比不上大茶食店裏的麵包，所以值得把它研究一下。

由麵粉做成饅頭或麵包，一定要經過發酵的手續。發酵的目的，是使其中生成較多量的二氧化碳，使內部發空。發酵的方法，大概分爲兩種：一種是天然發酵；

一種是藥品代酵。一般說，藥品代酵容易掌握，效力確實，製成品比較好。

## 一三六 天然發酵法

這是北方人最熟悉的方法，可分三個步驟：第一、先把前次留下的發麵頭，和上少許溫水及麵粉，放置數小時，到表面全部發生氣泡為止。發麵頭或引子就是我們培養的酵母菌，它能把一部份的澱粉分解成酒精及二氧化碳。我們和上溫水的目的，就是供給它適當溫度，使它繁殖。因為它繁殖的多少與以後的成品大有關係，一般說，能在裏面再加些麥芽糖就更好一些。

第二、是把第一次所得，再加上麵粉及水，調和成麵團，任其發酵，溫度要在  $25^{\circ}$ — $30^{\circ}\text{C}$ . 之間。當發酵時發生的二氧化碳，為麵中的麵筋質所包裹成氣泡，同時麵中一部份的蛋白質化成胃液化蛋白質，一部份的澱粉變成糖。待其中發泡完成，即可捏成各種形式。在這一步中，麵的硬軟和時間的掌握最要注意，一般硬麵發酵困難，半硬的麵在製作時比較方便，其實最好還是軟麵，製成品最鬆。不過軟麵發酵快，易發酸，這是因為酵母菌經過一定的時間之後，能把發酵所成的酒精變成酸。為防止這一點，往往在製作的時候，放上些鹼去中和，這是不得已的方法，最好不用，因為能減少口味。

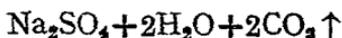
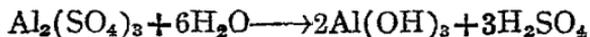
第三、是把成形的饅頭，放在較溫暖的地方，再經

一度發酵，然後上籠蒸。這時二氧化碳受熱脹大，增加饅頭的體積，包裹二氧化碳的麵筋質受熱凝固，所以碳酸氣升散之後，空泡猶存。

### 一三七 藥品代酵法

這是一般麵包、餅乾、蛋糕之類的製法，比較容易掌握，成品也比較好，現在把幾種常用的分述於下：

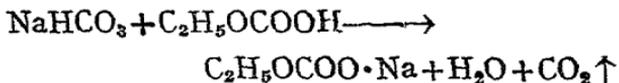
**小蘇打與明礬代酵** 將小蘇打一平匙、明礬二平匙半研細，加入麵粉十五平匙，然後加入冷水四匙，調成生麵，捏成式樣立即上爐。其變化為：



這樣所生的二氧化碳，使成品發鬆，留在麵包中的氫氧化鋁無毒。

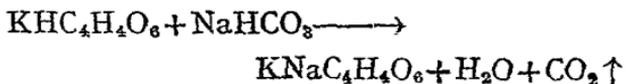
**機械代酵** 這是雞蛋糕的製法，先把雞蛋打成蛋花，使內部懷有空氣，於是調和麵粉加熱，內部空氣膨脹逸出，因成空隙。

**酸乳及重碳酸鈉代酵** 用酸牛乳一茶杯、小蘇打一匙，加入麵粉十五匙，拌勻調成。這樣的製成品，味道佳美，不但輕鬆，還含有乳中的滋養品。所以用酸乳而不用鮮乳，是因酸中含有乳酸，能與小蘇打受熱起變化：



留在裏面的乳酸鈉無毒。

**小蘇打與酒石代酵** 用小蘇打一平匙，與十五平匙麵粉混和，再將酒石二平匙溶解在調麵的水內，然後調成生麵上爐：



留在裏面的羅希爾鹽，多則成輕瀉劑。

## 一三八 糖

把大麥發出芽來，和上水磨碎，攪和在煮熟攪爛的地瓜（山芋）糊裏，蓋起來保暖三、四小時後，用布擠出汁子，放到鍋裏熬濃，就成爲糖漿了。原來發芽的大麥中，能產生一種無害的細菌，這種細菌能分泌一種酵素，這種酵素能把澱粉變成糖，所以叫化糖酵素。這種由化糖酵素而產生的糖，在化學上叫做複糖，又叫澱粉糖  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 。

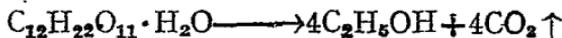
假使把複糖或澱粉，放在稀鹽酸裏加熱，這樣，鹽酸並不起變化，而藉另一種在酸中，纔能發揮能力的轉化酵素作用，就能產生甜味較差的另一種糖。這種糖，在化學上叫單糖，或葡萄糖  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。

糖是碳水化合物的一種，是人類生活上不可缺少的

要素。我們每天吃澱粉，事實上等於吃糖一樣。因為澱粉不能爲人直接吸收，一定要把它變成糖，糖中的複糖也不能吸收，一定要變成單糖。人的唾液就是把澱粉變成複糖，所以把飯細嚼能發生甜味，胃和小腸的作用又是把複糖變成單糖，然後吸收到血液裏。有病的人，不能吃飯，可以注射葡萄糖，就是這個道理。糖能節省體內蛋白質的分解，並能保護脂肪的消費。可是多吃了，能引起腸胃發酵、下痢及齲齒。

## 一三九 酒

假使你用一瓶糖水，裏面加少許酒母，過一、二日你去聞聞看，已變成酒氣撲鼻了。原來酒母就是人工培養的釀母菌，它在繁殖的時候，能分泌一種化酒酵素，這種化酒酵素，遇到糖類的水溶液時，就能發生化學變化，使糖變成酒精  $C_2H_5OH$  和水。



我們普通吃的燒酒成份，就是酒精和水，因此，凡是能發生化糖作用的澱粉，無論小麥、包米、高粱、穀子、地瓜、馬鈴薯等，都能做酒。一般做酒的經過，大概是這樣：

- (1) 先把含澱粉的物質煮熟磨碎，混上麥芽。
- (2) 再把水和上面的混合物在  $36^\circ C$ . 的溫度下攪

拌，使變成糖。

(3) 冷卻加水稀薄，再加上酒母，使發酵成爲酒精，時間大概要三天到九天。

(4) 把已發酵的溶液蒸餾，使變成白色純粹的液體。

## 一四〇 蒸成酒和釀成酒

用以上的方法做成的酒，叫蒸成酒，含酒精多，如燒酒、白蘭地等。還有祇由發酵而成，不經過蒸餾手續的酒，叫釀成酒，含酒精較少，如啤酒、葡萄酒等。各種酒因爲原料、釀造手續和附加品的不同，所以各有各的顏色和香味。下面簡單介紹幾種酒的製法：

**啤酒** 啤酒的原料是大麥，先把大麥發芽，磨成細粉放在熱水裏浸，使麥芽中的化糖酵素，把澱粉變成糖，然後加上酒母、苦味與香料等，使發酵成酒精，最後加水沖淡，使含酒精 3—5%。

**葡萄酒** 葡萄本身就有糖，外面的白霜又是自己產生的釀母菌，因此把葡萄放在甕裏，自己就會發酵而成。不過做的時候，要先擠出一部份的汁，把果實完全浸沒在汁裏，不然要發臭的。這樣所做成的酒，含酒精 10% 左右，賣的時候，另外還要加上些酒精，使含量到 20%。

**白蘭地** 白蘭地的種類很多，有把穀類發酵做成

酒，與茴香或其他香料共蒸餾的，裏面含酒精 30%，有把蘋果、桃、櫻桃等果實發酵蒸餾的，含酒精 40—50%，有把糖漿發酵蒸餾的，含酒精 40—80%。

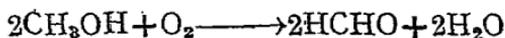
酒精在人體中最易被吸收，吸收到血液裏以後，能促進體內氧化作用，因此飲少量的酒能使人興奮，渾身發熱。可是過量多飲，就會中毒麻痺。常飲，有血管破裂的危險。

## 一四一 酒 精

酒精在化學上的學名叫乙醇，是無色的液體，沸點是  $98^{\circ}\text{C}$ ，很易着火，近來常用它代替石油作燃料。又是油漆及各種藥品的原料。

和乙醇類似的液體，還有一種叫甲醇，其分子式為  $\text{CH}_3\text{OH}$ ，是木材乾餾所得的副產品，所以又叫木醇。甲醇有毒，不能飲用，市上出售的酒精，常摻有一些甲醇，這種摻有甲醇的酒精，又叫變性酒精。

把甲醇的蒸氣與空氣混合，經過紅熱的鉑絲，即氧化而成甲醛。



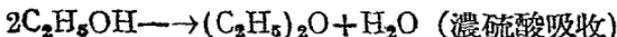
甲醛又叫蟻醛，是無色有臭的氣體，殺菌力很強。它的水溶液，叫做福爾麻林，是常用的消毒劑，與酚混合，可製電木。

甲醛經氧化，即成甲酸：



甲酸又叫蟻酸，有毒，是昆蟲的毒汁。

將酒精與濃硫酸共熱，則發生下面的變化而生乙醴：



乙醴俗叫以脫，是有香味的無色液體，易燃燒，難溶於水，可以溶解脂肪、樹脂等物質，又作麻醉藥。

## 本章提要

油是油脂、硬脂、軟脂所合成，遇鹼即起變化，而成肥皂。

發酵有兩種，一是天然發酵；一是藥品代酵，但理由都是使產生二氧化碳，使成品內部空虛。

糖是由澱粉轉化而成，一般的可分為單糖類和複糖類。

由糖發酵就能製得酒精，學名叫乙醇。和乙醇類似的還有一種叫甲醇，是乾餾木柴而得的副產品，有毒，不能飲用。

甲醛可作消毒劑，又可製電木；甲酸又叫蟻酸，昆蟲的毒汁就是它；乙醴又叫以脫，可作溶劑與麻醉藥。

### 研究和做

1. 把氫氧化鈉 2 公分，溶在 50 立方公分的水裏，再加上豬油 15 公分，照上面做皂的方法做做看，結果如何？如感上面的方法，要燒的時間太多，不方便，可改用下法試試看。把鹼液和油共煮沸 15 分鐘，用棒攪拌，待

鹼化完畢成爲稠厚物質後，加入食鹽 16 公分，放在冷水盆內冷卻，皂即浮於水面。

2. 去參觀附近的糟坊，用你的知識來說明每一步驟的化學變化。
3. 假使把酒沖淡，加熱後，放置在空氣裏，隔幾天，裏面的酒精就變成了醋酸 $\text{CH}_3\text{COOH}$ ，整個就變成了食用的醋。你想想看，是什麼道理？
4. 我們做漿糊，是把麵粉加上沸水而成。這樣既不美觀，又易腐敗。這裏教你另一種做漿糊的方法，既美觀，又不腐敗。方法是把麵粉中的麵筋洗去，把沉澱的小粉調勻後，加入適量的沸水調和，末後加入些石炭酸，調勻即成。
5. 把上面留下的麵筋，教你做一樣江蘇的名菜麵筋泡。方法是把大姆指在麵筋中頂一凸起空泡，然後將此凸泡捏去，作一圓球，依次留空排列在一表面塗少許豆油的平底鍋內。排滿之後，把另一平底鍋，燒熱到紅，覆在上面，下面再用文火燒一刻鐘左右，這樣麵筋中的空氣受熱膨脹，水汽蒸發，即成。然後取出曬乾，久藏不壞。裏面含脂肪及蛋白質，把它煮熟做菜，非常滋補。假使裏面塞上肉糊煮熟，更鮮美可口。
6. 麵筋還能製醬油精。方法是把麵筋烘乾，放入磁瓶或玻璃瓶內，加入濃鹽酸，大概每一公斤麵筋需用二立方公升鹽酸，放在火上煮到十二小時，等到完全發黑，取下濾去渣滓，在所得的濾液中加重碳酸鈉中和剩餘的鹽酸，加小蘇打時要慢，如已不發氣泡即可停加。這樣所得的溶液，即醬油精；如用骨炭濾過即成味精，你們可以試驗一下。



## 第二十章 前進中的化學

### 一四二 放射元素的發現

我們已經知道了很多元素，並且大概知道了它們的一般性質。從學理中又知道了各種化合物是元素原子的結合，由同種原子組合的元素，本身是不再變化的。總歸納起來，我們是從原子學說上來瞭解這些問題的。就是說，構成物質最基本最小的單位是原子，從這樣的觀念上來出發解釋的。

但是，這種原子學說，在人類的認識提高上，又有了新的發展。首先是在 1896 年，白堊勒爾發現一種叫鈾的元素，它本身能放出一種射線來。同年居理夫婦又發現一種和鈾類似的元素鐳。鈾和鐳不但能放出強烈的射線，而且放射的結果，會使鈾和鐳蛻變成一種像金屬

鉛的物質。這種現象並不是偶然的，還有很多元素和鈾鐳相同，現在把這類元素叫做放射性元素。

自從發現原子可以蛻變之後，當然對原子是構成萬物的基礎有了進一步的發展，認識原子是可變的，不是物質的基礎。打破了過去的原子學說，而開化學上一新紀元。

### 一四三 原子的構造

原子的可以蛻變，當然說明原子還不是構成物質最基本的東西。那麼最基本的東西又是什麼呢？我們說是電子。原子是由電子所組成的。

電子分成兩種：一種是陰電子；一種是陽電子。陰電子在外圍，陽電子在中央聚成一個核。它們的數目是相等的，所以原子呈中性。

原子裏電子的排列，像太陽系一樣，核在中心像太陽，陰電子是一圈又一圈的圍繞着核像各星球。在最外面的一圈陰電子和核的聯繫最弱，原子的原子價就是看它的個數而定的，其餘裏面的電子就是決定原子的重量和性質的東西。所以一切原子和原子的化學變化，就是最外圍電子的變化。一切化學變化的反映，也都是外圍電子的反映。

### 一四四 元素的分類

把元素分類，使能很容易找出它們的規律，很容易認識與推想它們，人們早已這樣做了：有的按它們的物理性質，分爲金屬和非金屬兩大類；有的按它們的化學性質，分成酸性元素和鹼性元素。但這都不是理想的，它祇能有個『大概』，不能使人一目了然。我們需要的是最科學的、最細緻的。

理想的分類，是蘇聯化學家門得雷夫所發現，他把元素分列出一張週期表。

週 期 表

族 週 期 原 子 量	活潑元素		鹼銅	鹼銻	稀土金屬	稀土金屬	稀土金屬	稀土金屬	銻	銻	鹼	三組元素
	空氣中不	空氣中	金屬族	金屬族								
週期	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
原子量	0	1	2	3	4	3, 5	2, 6	1, 7				
第一週期 (短)	2He	3Li	4Be	5B	6C	7N	8O	9F				
	4.002	5.94	9.02	10.82	12.00	14.008	16.00	19.00				
第二週期 (短)	10Ne	11Na	12Mg	13Al	14Si	15P	16S	17Cl				
	20.183	22.997	24.32	26.97	28.06	31.02	32.06	35.457				
第三週期 (長)	18Ar	19K	20Ca	21Sc	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	
	39.944	39.10	40.07	45.10	47.90	50.95	52.01	54.93	55.84	58.94	58.69	
		29Cu	30Zn	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br				
		63.57	65.38	69.72	72.60	74.93	79.2	79.916				
第四週期 (長)	36Kr	37Rb	38Sr	39Y	40Zr	41Nb	42Mo	43Ma	44Ru	45Rh	46Pd	
	83.7	85.44	87.63	88.92	91.22	93.3	96.0		101.7	102.91	106.7	
		47Ag	48Cd	49In	50Sn	51Sb	52Te	53I				
		107.880	112.41	114.8	118.70	121.76	127.5	126.92				
第五週期 (長)	54Xe	55Cs	56Ba	57La	58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Sm	63Eu	64Gd	65Tb
	131.3	132.81	137.36	138.92	178.6	181.4	184.0		186.31	190.8	193.1	195.23
		79Au	80Hg	81Tl	82Pb	83Bi	84Po	85At				
		197.2	200.61	204.35	207.22	209.00						
第六週期	86Rn	87Fr	88Ra	89Ac	90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm	97Bk
	222.		225.97		232.12		238.14					

★稀 58Ce 59Pr 60Nd 61Pm 62Sm 63Eu 64Gd 65Tb 66Dy 67Ho 68Er 69Tm 70Yb 71Lu  
 土類 140.13 140.92 144.27 —— 150.43 152.0 157.3 159.2 162.46 163.5 167.64 169.4 173.5 175.0

元素符號前的數字為原子序；元素符號下的數字為原子量。

## 一四五 週期表

週期表是依原子量的大小，由小而大順次排列而成的。縱的叫類，橫的叫列，同類元素的性質類似，同列元素的性質是依次漸變的。

0類元素是空氣中不活潑的氣體，缺乏化合力，原子價是0。到I、II、III、IV等類，原子價順次增加到4，以後再由4順次遞減，成爲3、2、1，但亦有由4價增加以達7價的趨勢；像V類元素雖常爲3價，有時也有5價。

I類元素所成的化合物，呈強鹼性。以後II、III、……等類元素，這種性質依次減少，到VII類元素時，則成強酸。

在同類元素中，原子量越大，金屬性表現越強。

從I類至VI類，每類中各分兩族，從上向下直看就可以分清，像I類中在左旁的是鹼金屬，在右旁的是銅族。II類中在左旁的是鹼土金屬，在右旁的是鋅族。

在橫列中的元素，像第一列從氫到氟；第二列從氖到氯，性質各依次成一循環。這樣每一列叫做一週期，各週期自上而下，順次爲第一、第二、第三、……等週期。

在第三週期的錳的下面是鐵、鈷、鎳三元素，假使照前另行排列，上下間元素的性質就大不相同，所以另

外向右方伸出排列此三元素，以銅放在鉀的下方，鋅放鈣的下方，這樣到溴為止，成一週期。這種週期包括十八元素，叫長週期。第一、第二週期是由八元素所成，叫做短週期。在長週期的中央，位於 VIII 類內的三元素，它們的原子量極相似，叫做三組元素。

從上面的說明看來，週期表不但便於元素的分類，並且可以由已知元素的性質，來推知尚未發現的元素的性質。因為任何一元素的性質，可由它上下左右各元素的性質平均而得。

## 本章提要

各種原子，均由陰、陽兩種電子所組成，陰電子又叫游電子，陽電子又叫質子。

理想的元素分類，叫週期表。

### 研究和做

1. 什麼叫電子學說，它和原子學說有什麼不同？
2. 電子學說的發現，和過去的化學理論部份有什麼衝突？對化學上的供獻是什麼？
3. 週期表有什麼用處？怎樣用法？

# 國際原子量表 (1945)

元素	英文原名	符號	原子序	原子量
錒	Actinium	Ac	89	229.(?)
鋁	Aluminium	Al	13	26.97
銻	Antimony	Sb	51	121.76
氬	Argon	A	18	39.944
砷	Arsenic	As	33	74.91
鋇	Barium	Ba	56	137.36
鈹	Beryllium	Be	4	9.02
鉍	Bismuth	Bi	83	209.00
硼	Boron	B	5	10.82
溴	Bromine	Br	35	79.916
鎘	Cadmium	Cd	48	112.41
鈣	Calcium	Ca	20	40.08
碳	Carbon	C	6	12.010
鈰	Cerium	Ce	58	140.13
銻	Caesium	Cs	55	132.91
氯	Chlorine	Cl	17	35.457
鉻	Chromium	Cr	24	52.01
鈷	Cobalt	Co	27	58.94
鈷	Columbium	Cb	41	92.91
銅	Copper	Cu	29	63.57
鐳	Dysprosium	Dy	66	162.46
鐳	Erbium	Er	68	167.2
鐳	Europium	Eu	63	152.0
氟	Fluorine	F	9	19.00
釷	Gadolinium	Gd	64	156.9
鎵	Gallium	Ga	31	69.72
錳	Germanium	Ge	32	72.60
金	Gold	Au	79	197.2
鈳	Hafnium	Hf	72	178.6
氦	Helium	He	2	4.003
釷	Holmium	Ho	67	164.94
氫	Hydrogen	H	1	1.0080
銦	Illinium	Il	61	146.(?)
銦	Indium	In	49	114.76
碘	Iodine	I	53	126.92
銱	Iridium	Ir	77	193.1
鐵	Iron	Fe	26	55.85
氪	Krypton	Kr	36	83.7
鐳	Lanthanum	La	57	138.92
鉛	Lead	Pb	82	207.21
鋰	Lithium	Li	3	6.940
鐳	Lutecium	Lu	71	174.99
鎂	Magnesium	Mg	12	24.32

元素	英文原名	符號	原子序	原子量
錳	Manganese	Mn	25	54.93
錳	Masurium	Ma	43	97.8(?)
汞	Mercury	Hg	80	200.61
鉬	Molybdenum	Mo	42	95.95
釷	Neodymium	Nd	60	144.27
氖	Neon	Ne	10	20.183
鎳	Nickel	Ni	28	58.69
氮	Nitrogen	N	7	14.008
銻	Osmium	Os	76	190.8
氧	Oxygen	O	8	16.0000
鈀	Palladium	Pd	46	106.7
磷	Phosphorus	P	15	30.98
鉑	Platinum	Pt	78	195.23
釷	Polonium	Po	84	210.(?)
鉀	Potassium	K	19	39.096
鐳	Praseodymium	Pr	59	40.92
鐳	Protactinium	Pa	91	231
鐳	Radium	Ra	88	226.05
氡	Radon	Rn	86	222.
銩	Rhenium	Re	75	186.31
銩	Rhodium	Rh	45	102.91
銩	Rubidium	Rb	37	85.48
銩	Ruthenium	Ru	44	101.7
釷	Samarium	Sm	62	150.43
釷	Scandium	Sc	21	45.10
硒	Selenium	Se	34	78.96
矽	Silicon	Si	14	28.06
銀	Silver	Ag	47	107.880
鈉	Sodium	Na	11	22.97
銻	Strontium	Sr	38	87.
硫	Sulfur	S	16	32.16
鉭	Tantalum	Ta	73	180.88
碲	Tellurium	Te	52	127.61
鐳	Terbium	Tb	65	159.2
銩	Thallium	Tl	81	204.39
釷	Thorium	Th	90	232.12
釷	Thulium	Tm	69	169.4
錫	Tin	Sn	50	118.70
鈦	Titanium	Ti	22	47.90
鎢	Tungsten	W	74	183.92
鈾	Uranium	U	92	238.14
鈾	Vanadium	V	23	50.95
氙	Xenon	Xe	54	131.3
鐳	Ytterbium	Yb	70	173.04
釷	Yttrium	Y	39	88.92
鋅	Zinc	Zn	30	65.38
鈷	Zirconium	Zr	40	91.22

