

新修正標準

# 初中化學

## 下冊

甘景鎬 倪松茂 編著  
黃福煦 校訂

中央  
政府  
出版  
局  
總  
經  
銷  
東  
大  
書  
局  
行

## 編輯凡例

- (一) 本書編制，完全依據教育部頒佈修正初級中學化學課程標準編輯。
- (二) 本書命名，完全依據國府頒佈之度量衡標準，教育部頒佈之化學命名原則及物理學名詞。
- (三) 爲便於參考計，於專門名詞首次在文中發見之時，附註英文。
- (四) 本書係參酌教學經驗，依中國特殊情形，一覽學校設備及學生程度編輯而成，力求適應時代之需要。
- (五) 本書教材，以本國物產及實際情形爲中心；並儘可能，提及國防化學資料加意說明。
- (六) 本書處處，求以日常生活現象及簡單試驗，以證各種學理及各項教材。
- (七) 本書力避從來仍襲外國情形之說明，處處求以中國學者調查研究爲材料，予學者以化學與日常生活關係之概念。
- (八) 爲求適應升學學生需要計，本書

- 求以簡短淺顯文字說明一般必需之常識，而對於基本原理之說明，亦再三敘述，務求明瞭。
- (九) 本書材料臚列次序，間為編者剝削，務期於講讀某項材料時，能貫通前此已有學識，力避前後倒置之嫌。
- (十) 本書依據部定標準，附列學生實驗教程；其儀器等項設計，係依據部定最低設備標準。
- (十一) 為求溫習便利並指示綱領故，本書每章後特附加提要及問題，藉以啓發學生之思想。
- (十二) 本書一切材料行文，雖力求完善，惟編者學識膚淺，錯誤之處，諸祈海內宏達賜予教正。
- (十三) 本書教材臚列次序，荷蒙 鄭心南 先生指正，編者謹誌謝忱。

民國二十五年六月編者識於  
福建協和學院化學系

新 修 正 標 準

# 初 中 化 學

## 下 冊 目 次

第十四章	酸 鹼 中和 游離	..... 1
第十五章	鈉 鉀	..... 10
第十六章	磷 肥料 砷 銻	..... 19
第十七章	硼 矽	..... 27
第十八章	鹼土金屬	..... 34
第十九章	鐵	..... 41
第二十章	鋁	..... 48
第二十一章	銅 汞 銀 金 鉑	..... 55
第二十二章	鋅 錫 鉛	..... 64

第二十三章	鎂 錳 鎳 鉻 鎢	72
第二十四章	週期律	79
第二十五章	燃料	84
第二十六章	醣類	92
第二十七章	醇 酸 酯 醛 藥用化學	100
第二十八章	油脂	109
第二十九章	蛋白質 動物纖維 染色術	116
第三十章	人類的營養	122

#### 附 實驗教程

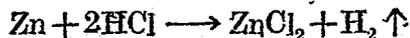
實驗八	淨水法——過濾和澄清	1
實驗九	溶液	2
實驗十	酸鹼的性質	3
實驗十一	中和作用和鹽的製成	4
實驗十二	食物的成分——澱粉和糖類	5
實驗十三	食物的成分——蛋白質和油類	6
實驗十四	纖維的鑑別法	6
實驗十五	去漬法	7

新 修 正 標 準

# 初 中 化 學 下 冊

## 第 十 四 章 酸 鹼 中 和 游 離

酸 硫酸、鹽酸、和硝酸的水溶液，都有酸味；有把藍色石蕊試紙，變成紅色的酸性反應。假如我們再看牠們的成分，便知道牠們分子裏，都含有氫元素；同時牠們分子裏的氫，可以被多種的金屬置換。氫的製備，便是好的例子：



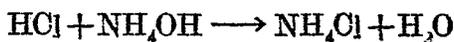
凡是物質含有可以置換的氫，和有酸性反應的水溶液，我們都稱做酸(Acid)。除了上面所說的三種以外，還有許多的酸，好像醋酸等，我們以後

要知道的。

鹼 氨水或是消石灰 ( $\text{Ca}[\text{OH}]_2$ ) 的溶液，都有一種特殊苦澀味，有把紅色石蕊試紙，變成藍色的鹼性反應 (Alkaline reaction)。牠們分子裏，都含有氫和氧直接化合而成的氫氧基 (Hydroxyl radical) 或簡稱羥基。除了氨水和消石灰以外，還有氫氧化鈉 (Sodium hydroxide,  $\text{NaOH}$ )、氫氧化鉀 (Potassium hydroxide,  $\text{KOH}$ ) 和其他很多的物質，都有相同的鹼性反應，我們都稱做鹼 (Base)。

中和 當適量的酸，和適量的鹼合在一起，酸和鹼原來所有的性質，便完全消失。無疑，酸和鹼已經發生化學反應，這種反應，我們稱做中和 (Neutralization)。

鹽 把鹽酸和氫氧化銨中和，便有這樣的反應發生：



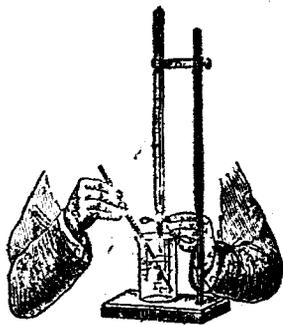
硫酸和氫氧化鈉中和，是這樣的：



中和時候，酸中的氫基和鹼中的氫氧基，化合成水。同時，鹼中的金屬，便代替了酸中氫的位置，而生成和酸、鹼完全不同的新物質。這種由金屬替代了酸中的氫而成的物質，我們統稱做鹽類 (Salts)。像上面所舉例子中的氯化銨 ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 和硫酸鈉 (Sodium sulfate,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )，便是鹽類。平常的食鹽 ( $\text{NaCl}$ )，可以算是氫氯酸和氫氧化鈉中和所生成的鹽。

滴定法 要知道多少分量的某種酸，能夠和多少分量的某種鹼中和，便要用滴定法 (Titration) 來測定。爲着要知道牠們中和的終點 (Endpoint)，就是酸、鹼的量恰好中和，兩方都沒有太過和不及的時候，我們要用指示劑 (Indicator)，來作滴定的目標。指示劑的種類很多，如甲基橙 (Methyl orange)、酚酞試劑 (Phenolphthalein) 和石蕊等，都是常用的指示劑。牠們的特性，便是在酸的溶液裏，有一種的顏色，在鹼的溶液裏

，又變了另一種的顏色。滴  
定時候，把滴定管的溶液，  
一面滴下，一面攪和（圖三  
十九），等到指示劑顏色變  
化的當兒，便知已到了反應  
的終點。



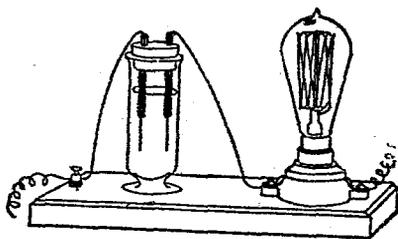
圖三十九：滴定法

假如知道了酸或鹼溶液  
一種的濃度，便可以由上述的滴定法，來測定另  
一種溶液的濃度。表示濃度的單位，約有兩種：  
(1) 克分子溶液 (Molar solution, M)，是每公升的  
溶液中，含有一克分子量的被溶質；(2) 當量溶  
液 (Normal solution, N)，是每公升溶液中，含有  
一克當量的被溶質。硫酸的分子量是 98，鹽酸是  
36.46，每公升的溶液假如含有 98 克重的純硫酸  
，或是 36.46 克重的純鹽酸，牠們的濃度，都是一  
摩爾 (Mol)。因為每分子的硫酸，是含有二個  
氫原子的，所以一克當量，是  $98 \div 2 = 49$  克。鹽  
酸只有一原子的氫，所以一克當量，也是 36.46

克。克分子溶液，和當量溶液的不同，由此可見了。

滴定法不是單限於酸、鹼的，許多的反應，都可以應用到，是分析化學裏一種非常重要的方法。

電解和電解質 用圖四十的裝置，在玻璃杯裏，盛蒸餾水，通以電流，電燈並不發光。可知純粹的水，是不傳電的。次把一點食鹽溶在水裏，不但電燈立



圖四十： 溶液導電的實驗

刻發光，證明有電流通過，同時電極上還有氣體發生，表示食鹽的溶液，已給電分解。這種用電所起的分解作用，稱為電解 (Electrolysis)。許多的酸、鹼和鹽類，都有相同的性質。在溶液中可以電解的物質，我們稱為電解質 (Electrolyte)。反之，在溶液中不會傳電和電解的物質，如酒精、

蔗糖等，便稱為非電解質(Non-electrolyte)。

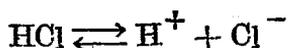
游離 爲着要解釋電解質種種的特殊性質，亞赫尼斯氏 (Arrhenius) (圖四十一) 就創游離



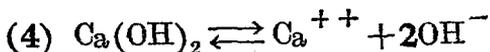
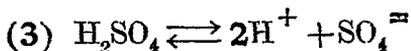
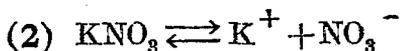
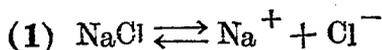
圖四十一：亞赫尼斯氏

說(Ionization theory)，來說明一切。鹽酸溶液，在電解時候，陽電極上發生氯，陰電極上發生氫。根據游離說，電解質如鹽酸，在溶液中，必先游離成帶電的氫原子，和帶電的氯原子；這種帶電的原子，和平常原子的性質，完全

不同，特稱為游子 (Ion)。爲着氯游子是移向陽極 (Anode)，所以是帶陰電，稱為陰游子 (Anion)；氫游子是移向陰極 (Cathode)，所以是帶陽電，稱為陽游子 (Cation)。鹽酸的游離作用，可以這樣地來表示：

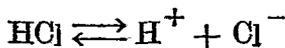


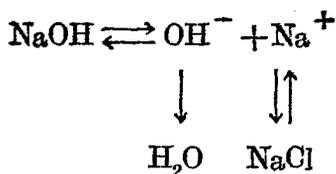
游子所帶的電量，是和牠的原子價一樣。下面所列的，是幾種常見的電解質游離方程式：



中和反應的解釋 所有的酸，在水溶液裏都有氫游子( $\text{H}^+$ )產生；酸性反應，便是爲着這氫游子的存在。所有的鹼溶液，都有氫游子( $\text{OH}^-$ )存在，鹼性反應，其實就是氫游子的反應。

在酸、鹼中和的時候，酸的氫游子，和鹼的氫游子，便結合成爲不游離的水，所以把酸和鹼的性質，完全失却。生成的鹽類，在水溶液裏，仍會游離，反應前後，沒有什麼變更，所以中和反應，可以用游離方程式這樣地來表示：





所有的中和反應，都是這樣。實際上的變化，不過是酸的氫游子，和鹼的羥游子化合，成爲不游離的水罷了：



## 本 章 提 要

- ( 1 ) 電解質是一種物質，在溶液中，可以傳電和電解的物質。
- ( 2 ) 電解質在溶液裏，因游離的作用，產生電量相等的陽游子和陰游子。
- ( 3 ) 物質在溶液裏，會產生氫游子( $\text{H}^+$ )的，都叫做酸。酸性反應，便是氫游子的反應。
- ( 4 ) 物質在溶液裏，會產生羥游子( $\text{OH}^-$ )的，都叫做鹼。鹼性反應，便是羥游子的反應。
- ( 5 ) 中和反應，不過是酸的氫游子，和鹼的羥游子化合

，成不游離水的一種反應。

## 問 題

1. 要製備十分之一當量的硫酸溶液 500 立方公分，問硫酸的重量，應該要多少？
2. 假如所製備的是氫氧化鈉，那麼牠的重量應該是多少？
3. 一杯的氫氧化鈉溶液，需要十分之一當量的酸 25 立方公分，才能中和，問所含氫氧化鈉的重量是多少？
4. 鈉原子和鈉游子有什麼不同？
5. 試用游離方程式寫鋅和稀鹽酸的作用。

## 第十五章 鈉 鉀

鈉 因爲鈉是一種很活動的元素，那就是說，很容易和別的元素化合，成爲種切的化合物，所以鈉的化合物便也廣佈在地球上各個地方。自然，含鈉的化合物，當推食鹽產量最多。

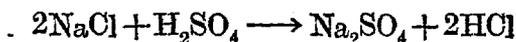
海草中含有不少的鈉。往昔多從食鹽製鈉，現在多是把氫氧化鈉來電解。

鈉在常溫時候，是銀白色的金屬；質很軟，可以用刀切割。不過通常單質的鈉，牠的外層因爲受氧和水汽的影響，多半變成灰黃色的碎屑；所以非切開來看，不會看見牠金屬的特性。鈉和水作用非常劇烈，會發生很大的熱；所以要貯存在煤油裏。拿動的時候千萬不可用手，因爲手上常有濕氣，反應起來，會產生極厲害的灼傷。

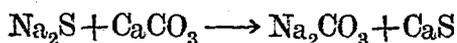
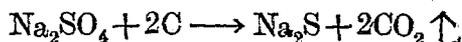
碳酸鈉 碳酸鈉 (Sodium carbonate,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 俗名蘇打 (Soda)，是一種極重要的鈉化合物。牠是工業藥品極重要的一種。碳酸鈉製造法，在化學

史上是極有名的，有二種：

第一種是路布蘭法 (Leblanc process)，就是使食鹽和硫酸作用，製備硫酸鈉 (Sodium sulphate,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )：



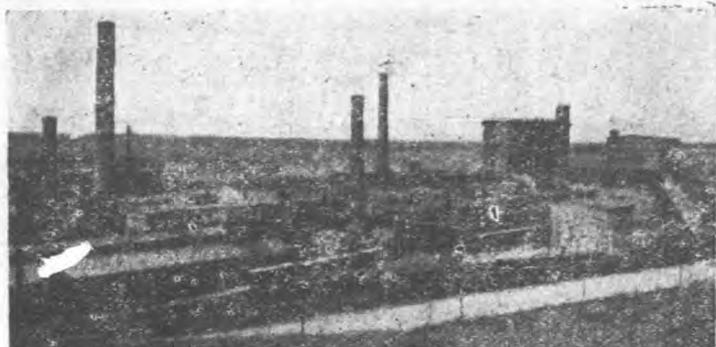
所得的鹽酸，可以分離出來，是副產物。凡是主要反應進行時候，另外產出的東西，叫做副產物 (Byproduct)。然後，將硫酸鈉和煤及石灰石混和，放在反射爐或是迴轉爐裏，加以強熱，就生成碳酸鈉，和硫化鈣混合的黑色物：



用水浸漬後，就單殘留着不溶性的硫化鈣。把溶液蒸發，便可以得粗製的碳酸鈉結晶。加熱排除水分，便可以得市售的蘇打灰 (Soda ash)。假如把蘇打灰溶在水裏使牠重行結晶；所得的，就是洗濯蘇打 (Washing soda)。

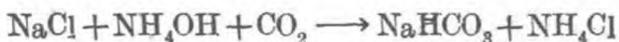
第二種的，叫做索爾未法 (Solvay process)，

是現在所用的新法（圖四十二）。就是先導入氮

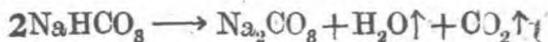


圖四十二：索爾未法製碱工廠

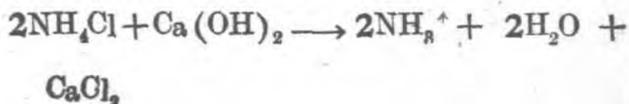
使食鹽溶液飽和，再用高壓力壓入二氧化碳，就起下列反應使碳酸氫鈉沉澱：



然後把沉澱析出的碳酸氫鈉，加熱；便得碳酸鈉：



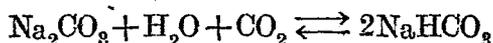
第一步驟的副產物氯化銨，是很貴重的工業原料，所以要用石灰把牠收復，再用：



索爾未法所費的燃料少，抑且所得的產物也純淨些。不過路布蘭法有名貴的副產物，鹽酸；所以不少地方像英國尚沿用着。我們中國天津永利碱廠，可以算是遠東最大用索爾未法製碱的廠。天然碱在陝、甘各地每年也有相當的產量。

碳酸鈉在洗濯、漂水、染料、煉油、玻璃、製紙、搪瓷、皮革等工業上，都有很大的用途。

碳酸氫鈉 碳酸氫鈉 ( Sodium bicarbonate,  $\text{NaHCO}_3$ ) 是索爾未法的初產品。我們也可以把二氧化碳通入碳酸鈉的水溶液製備牠：



碳酸氫鈉，可以用作胃藥，製作蘇打水和焙劑。

氫氧化鈉 氫氧化鈉 ( Sodium hydroxide,  $\text{NaOH}$ ) 就是苛性蘇打 (Caustic soda)；工業上也叫做燒碱。工業上製備氫氧化鈉的方法，多半是把食鹽電解。上海天原電化廠就是應用這個方法。氫氧化鈉是一種強鹼；牠是白色固體，很會溶解

在水裏，並發出大量的熱。牠是鹼類中價值最廉的一種；在造紙、肥皂、皮革工業上，都有莫大的用途。

鉀、鉀 (Potassium, K) 和鈉極相似，不過投在水中的作用，比鈉更劇烈。在自然界中，含鉀化合物的分佈，也不亞於其他元素。在巖石和土壤裏尤多；牠是植物生長時候必需的一種要素。在工業上，多是把氫氧化鉀用電解法製備鉀。

碳酸鉀 我們自海草取鈉，但是我們却自陸生植物取鉀，兩種相似的金屬，無形中發生這樣分野。碳酸鉀 (Potassium carbonate,  $K_2CO_3$ ) 就是從植物灰浸出的；大規模的生產，也可以做照碳酸鈉用路布蘭法製備。碳酸鉀為製備氫氧化鉀的原料；在玻璃工業上，也是不可缺少的東西。

氯化鉀 氯化鉀 (Potassium chloride, KCl) 是製造肥料和其他鉀鹽的重要原料。我們四川自流井鹽裏含有不少的氯化鉀，可以算是全中國最富的來源。其他鉀的鹵素化合物，如溴化鉀 (Potas-

sium bromide, KBr)和碘化鉀(Potassium iodide, KI)  
，在醫藥上都有相當的用途。

氫氧化鉀 氫氧化鉀 (Potassium hydroxide, KOH)，工業上叫做苛性鉀 (Caustic potash)，碳酸鉀加入消石灰就可製備牠：



也可以將氯化鉀電解製備牠。牠和氫氧化鈉的形狀、性質和用途都是相似；不過性質較氫氧化鈉更爲劇烈。

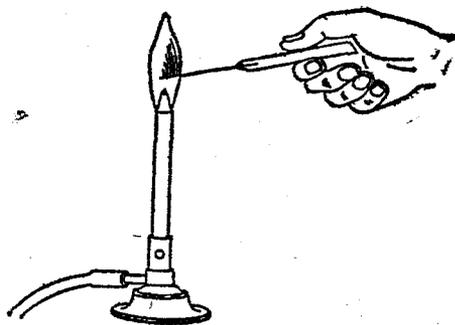
氯酸鉀 把氯通入氫氧化鉀，就可以得氯酸鉀 (Potassium chlorate,  $\text{KClO}_3$ )：



氯酸鉀是製造炸藥、火藥的重要原料；所以在國防上是很重要的。

鹼金屬 鈉、鉀和性質相似的其他數種元素，如鋰 (Lithium, Li) 的原子價都是一樣，牠們的氫氧化物都呈強鹼反應，化合物都是極會溶解的，並且放在火焰中燃燒都呈特色的焰色試驗 (Fl-

ame test) (圖四十三)；這一類的元素，統稱為鹼金屬 (Alkali metals)。用焰色試驗，我們可以鑑別鹼金屬的種類，像鈉是黃的，鉀是紫的。



圖四十三： 焰色試驗法

## 本章提要

(1) 鈉：

(A) 化合物多，分佈廣。

(B) 製備法——食鹽電解。

(C) 特性——銀白色金屬，很快和水反應生熱。

(2) 鈉的化合物：

(A) 碳酸鈉——重要的一種鈉化合物。

(a) 製備法：

(1) 路布蘭法——食鹽和硫酸共熱

成硫酸鈉與礬和石灰石共熱。

(2) 索爾未法——把氨通入食鹽溶液，再通入二氧化碳。

(B) 用途——漂水、染料、煉油、玻璃、製紙、搪瓷、皮革。

(B) 碳酸氫鈉。

(C) 氫氧化鈉——索爾未法的副產品，用作胃藥、蘇打水、焙劑。

(a) 製法——食鹽電解。

(b) 性質——白色固體，水溶液強鹼性。

(c) 用途——肥皂、製紙、皮革等。

(3) 鉀：

(A) 製備法——氫氧化鈉電解。

(B) 特性——和鈉相似。

(4) 鉀的化合物——性質用途與鈉近似。

(A) 碳酸鉀——從植物灰浸出，或是用路布蘭法；是製氫氧化鉀和玻璃的原料。

(B) 氯化鉀——製造肥料和鉀鹽的原料。

( C ) 氫氧化鉀——自碳酸鉀製備。牠的用途同氫氧化鈉，而作用更劇烈。

( D ) 氯酸鉀——自氯和氫氧化鉀製造，國防上有重要價值。

( 5 ) 鹼金屬——氫氧化合物易溶在水裏，呈強鹼性反應，而且呈有特殊的焰色試驗，這便是牠們的特性。

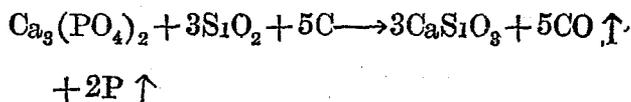
## 問 題

1. 用灰汁洗衣何以會使衣潔淨？
2. 何以碳酸鈉溶解在水裏，呈鹼性反應？
3. 何以烘包的時候要用焙劑？
4. 我們如何辨別碳酸氫鈉和碳酸鈉？
5. 我們如何鑒別鈉和鉀的化合物？
6. 何以不將食鹽電解製備金屬鈉？
7. 試把索爾未法和路布蘭法作一個比較。

## 第十六章 磷 肥料 磷 錫

磷 磷 (Phosphorous, P) 是一種極重要的元素，動植物身體，都含有和需要牠。爲着磷極易受氧化，所以自然界裏並沒有單質磷存在。工業上的來源，是從一種磷灰石礦 (Calcium phosphate,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) 製取。

把磷酸鈣、碳和砂 (二氧化矽  $\text{SiO}_2$ )，在高溫度的電爐中加熱，便有磷汽產生：



把所生的磷汽，導進水裏，便凝固成黃白色蠟狀的固體，稱爲黃磷 (Yellow phosphorous)。黃磷有毒，不溶於水，但會溶在二硫化碳裏。牠最特殊的性質，便是極易受氧化，只要熱到百分度  $35^\circ$  左右，便會發火，所以黃磷要貯藏在水中。

紅磷 把黃磷放在不和空氣接觸的器裏，熱到  $230^\circ$ — $300^\circ$ ，即變成暗紅色的同素體，稱爲紅

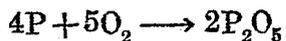
磷(Red phosphorous)。紅磷不溶於二硫化碳，無毒，比黃磷稍重，亦不易發火，所以比較安全些。

火柴 磷的最大用途，便是製造火柴。最初火柴，是用黃磷、膠、和氧化劑——如氯酸鉀——黏着在小木棒尖端，只要隨便摩擦，便能發火，所以又稱爲摩擦火柴。因爲所用的黃磷很毒，有害工人，而且使用時也容易發生危險，所以各國都禁止製造。最近所謂的摩擦火柴，是用無毒的三硫化四磷(Phosphorous trisulfide,  $P_4S_3$ ) 來代替黃磷。

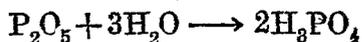
我們現在常用的火柴，牠的製法，是把膠、三硫化二銻 (Antimony trisulfide,  $Sb_2S_3$ )，和常用的氧化劑，如二氧化錳、氯酸鉀等混合物，黏着在浸有石蠟的小木棒尖端；再用紅磷、玻璃粉、三硫化二銻、和膠的混合物，塗在匣的兩旁；把木棒和匣面摩擦，才能發火，沒有危險，所以稱爲安全火柴。

磷酸 無論黃磷或是紅磷，在空氣中燃燒，

便會產生白色粉末狀的五氧化二磷( $P_2O_5$ )：



五氧化二磷有極強的吸水性，溶解在沸水裏，便化合生成通常的正磷酸 ( Orthophosphoric acid,  $H_3PO_4$ )：



磷酸鹽 磷酸含有三個可以置換的氫，依所置換的數目，可以有三種鹽的生成： $Na_3PO_4 \cdot Na_2HPO_4$ 和 $NaH_2PO_4$ 。第一種的鹽，是全部的氫都被置換，所以稱爲正鹽 (Normal salt)，叫做磷酸鈉。第二種和第三種的鹽，鈉只置換酸中一部分的氫，在游離時候，還有氫游子的產生，所以稱爲酸鹽 (Acid salts)；前者叫做磷酸氫二鈉，後者叫做磷酸二氫鈉。

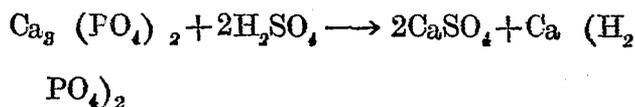
製造磷用的磷酸鈣，是鈣和磷酸的正鹽。不溶於水，是天產磷酸鹽中最重要的一種。

肥料 磷、鉀和氮，是多數植物生長時候必需的要素。爲着土壤中常常缺乏這三種元素，所

以要人工的方法，補充進去，那就是施用肥料。

肥料的施給，應以能夠溶在水中的為適當。因為要可溶性的鹽類，植物才能吸收。動物的排泄廢質，含有多量氮的有機化合物，是一種很好的肥料，不過為着產量有限，和不合衛生的緣故，所以有許多的缺點。

現時市上所售的肥料，都是化學的產品。含氮的肥料，大半是用硫酸銨。也有用硝石和硝酸鈣 (Calcium nitrate,  $\text{Ca}[\text{NO}_3]_2$ ) 的。含鉀的肥料，可以用鉀的化合物，或是草木燒成的灰，因為草木的灰裏含有碳酸鉀頗多。含磷酸的肥料，是用天產的磷酸鈣來製造。把磷酸鈣碾碎，和以適量的硫酸，便發生作用，使牠變成可溶性的酸鹽：

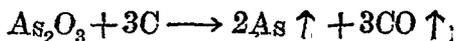


所生成的硫酸鈣 ( $\text{CaSO}_4$ )，和酸性磷酸鈣的混合物，就是普通所謂的過磷酸石炭 (Superphosph-

ate of Lime)，可以直接應用。

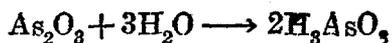
肥料的供給，是農業上一個極重要的問題。市上所售的肥田粉，有把所述的三種肥料，合在一起的。不過實際施用，要看土壤的性質；應用不當，往往要生許多的弊害。

砷 砷 (Arsenic, As) 在自然界中，多和硫化合成硫化物礦。平常的雄黃，就是三硫化二砷 ( $As_2S_3$ )；鷄冠石，便是二硫化二砷 ( $As_2S_2$ )。把硫化砷礦灼煨，便成二氧化硫和三氧化二砷 (Arsenic trioxide,  $As_2O_3$ )。生成的氧化砷，用碳還原，使得單質的砷：



單質的砷，是銀灰色的固體，和鉛混合，可以製造子母彈。

砷的化合物 砷的最重要化合物，便是三氧化二砷，就是普通所謂砒霜，是白色的粉末，稍溶於水，和水化合，變成亞砷酸 (Arsenious acid,  $H_3AsO_3$ )：



砷的化合物，都有毒性。我們一次吞服百分之六克的三氧化二砷，便會致死。把三氧化二砷，和銅的化合物混合，便是有名的巴黎綠 (Paris Green) 殺蟲劑。但是微量的砷質，醫藥上有用作殺菌，和促進人體新陳代謝的藥劑。

銻 銻 (Antimony, Sb) 的性質和砷極相似。在自然界中也是成硫化礦而存在。我國的湖南省產銻最富，占全世界的產量一半以上。牠的製取法和砷相似，也是一種銀灰色有金屬光澤的固體。銻的化合物和砷相似，三硫化二銻是製造火柴的原料。

活字金 多數的金屬，在鑄解凝固後，容積都會縮小，惟銻則反微微膨脹。利用這種性質，我們可以把銻和鉛、錫等混合，作製造普通印刷用的活字金 (Type metal)。牠配合的成分，各有不同，普通是 15% 的銻，82% 的鉛，和 3% 的錫。在鑄的時候，能夠把模上的花紋字跡，完全

表現出來。

## 本 章 提 要

- ( 1 ) 磷在自然界中成磷酸鈣鹽而存在，有黃磷和紅磷二種同素體。
- ( 2 ) 酸鹽是酸中的氫，一部份被金屬置換而成的鹽。
- ( 3 ) 氮、鉀和磷，是植物生長時候的必需要素，土壤中容易缺乏牠，平常是用肥料來補充。
- ( 4 ) 砷和銻的性質很相似，在自然界中多數是成硫化物存在着，和氧化合生成氧化物。
- ( 5 ) 砷化合物的主要用途，是作殺菌劑和醫藥上用的藥劑。
- ( 6 ) 鑄造活字用的活字金，就是銻和鉛、錫的合金，因為牠在凝固時不會收縮。

## 問 題

1. 試計算過磷酸石灰中，含有五氧化二磷的百分率。
2. 空氣中五分之四是氮，何以不能直接用作肥料？

8. 平常把椿黃放在水井，或是貯水的缸裏，說是可以解毒，有沒有什麼道理？

試寫自三硫化二銻，製備單質銻的化學方程式。

## 第十七章 硼 矽

硼的化合物 硼 (Boron, B) 是三價的元素。在自然界裏，我們不能找到游離的硼。牠的化合物，最重要的就是硼酸 (Boric acid,  $B(OH)_3$ ) 和硼砂 (Borax,  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ )。意大利多斯加納 (Tuscany) 地方火山和水汽同時噴出的一種汽凝結後，便是不純的硼酸。硼酸是板狀的結晶，在溫水中頗能溶解，為良好的殺菌劑和消毒劑；平常用以洗目的，便是硼酸的稀水溶液。

把碳酸鈉和硼酸加熱，便成硼砂；是白色的結晶。硼砂的結晶分子裏帶有十個分子的水；加熱，這些水便要損失。這樣結晶化合物的分子裏帶有的水便叫做結晶水 (Water of crystallization)。硼砂的結晶加熱，便失却水分熔融，冷後便成為無色透明的玻璃質。假如和金屬鹽共熔，便呈各種顏色的球；像鐵是褐色（冷後變黃），銅是綠色（冷後變青）。利用這樣試驗，通常叫做硼

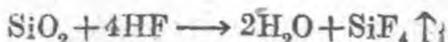
砂球試驗 (Borax bead)，可以鑒定許多金屬。硼砂在玻璃和陶瓷工業上，也有相當用途。我們西藏產有硼砂。

二氧化矽 自然界裏也找不出單體的矽 (Silicon, Si)，不過矽的化合物，尤其是二氧化矽 (Silicon dioxide, SiO<sub>2</sub>)，却所在多有。最平常的矽礫巖石的大部份，便是二氧化矽構成的。二氧化矽的俗名叫做石英 (Quartz)，最純粹的石英便是水晶；其餘瑪瑙、燧石也都是不純的石英 (圖四十四)。



圖四十四：石英鑄成的光學器具

石英不會溶解在水裏，普通的強酸類也不能侵蝕牠，但是和氫氟酸共熱的時候，便能產生易於氧化的氟化矽。



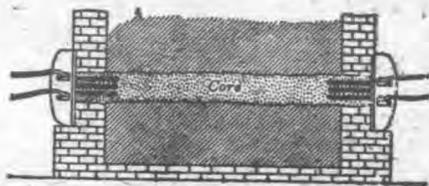
利用這個特性，我們便可用氫氧焰把石英做

成器皿，用來製備富有侵蝕性的化合物。石英的熔點極高，抑且受熱速冷時膨脹很小；假如把極熱的石英器皿放進水裏，也不會破裂。

水玻璃 把石英和碳酸鈉共熱，便生成硅酸鈉 (Sodium silicate,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )；溶在水中的溶液，工業上叫做水玻璃 (Water glass)。是稠粘的液體，可以塗佈在器具表面做成防火塗料；也可以製造人造石。

一碳化矽 把石英和碳放在電爐中強熱，石英便還原成矽；再加碳化合成為一碳化矽 (Corundum,  $\text{SiC}$ )，是極硬脆的物質，可以供研磨和爐壁的保護塗料

(圖四十五)。



圖四十五：用電熱法製造一碳化矽

玻璃 玻璃  
是一種複雜矽酸

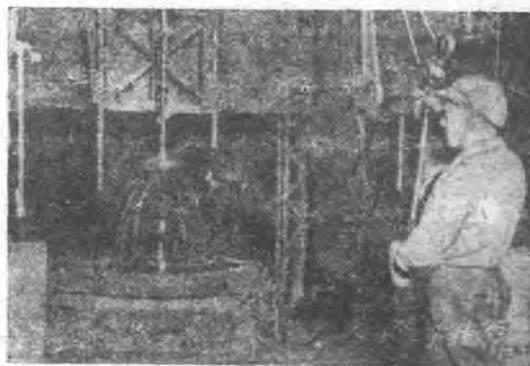
鹽類的固態溶液。製造玻璃的原料，通常是石英、石灰石、和碳酸鈉；依玻璃的種類和用途，配合的成分也不相同。牠的製法，就是把適當配合

的原料，充分研和，放在耐火磚砌就的槽中，或是火泥製造的壺中強熱之；原料經熱便熔融而成稠黏的液體。

製造玻璃的器物，普通是用吹法。用一根長鐵管放入熔融的玻璃液中，蘸取少量的液，先吹成小球，然後放進鐵模中，帶吹帶轉，吹成後，放在煖氣爐中使牠緩緩冷卻，冷卻後，取出成品。

製造平板玻璃，大概都是先吹成長筒，把兩端割斷，然後剖開，輾平。平板窗玻璃，就是這種做法（圖四十六）。

玻璃依所成矽酸鹽種類不同，牠的性質也各異。平常



圖四十六：用機械吹製窗玻璃

的窗玻璃和瓶玻璃是用碳酸鈉為原料，就叫做鈉

玻璃(Sodium glass)。鈉玻璃不耐熱，溫度稍高，就會熔軟或破裂。假如用碳酸鉀代碳酸鈉；所製成的就稱做鉀玻璃(Potassium glass)。牠的性質比較堅硬，熔點較高，普通的藥品侵蝕牠的程度比鈉玻璃少；化學實驗室裏所用的玻璃器具，就是鉀玻璃造成的。假如用一氧化鉛(Lead oxide, PbO)代石灰石所造成的玻璃，牠的屈折率就比較大，可以製造光學用具和裝飾品。

玻璃所用的原料中，多數含有多少的鐵化合物，所以粗製的窗玻璃和瓶玻璃，大半都帶點綠色。

爲着要適應特種的用途和美觀起見，要使玻璃着色；像加鐵會變成綠色，加氧化鈷會生藍紫色。

琺瑯 琺瑯(Enamel)是矽酸鹽和硼酸鹽的混合物。塗佈在金屬上面，可以防護牠。製作的方法，就是把銀、鉛、錫的氧化物加入在硼砂、玻璃屑、石英的混合物裏燒成的。琺瑯是不透明的

，這便是牠和玻璃物理性能不同的地方。

## 本 章 提 要

( 1 ) 硼是三價元素，在自然界找不到游離的元素。

( 2 ) 硼的化合物：

( A ) 硼酸 自火山噴出是板狀結晶，頗能溶解，藥用。

( B ) 硼砂 把碳酸鈉和硼酸加熱製備，白色結晶，陶瓷玻璃工業用。

( a ) 硼砂球試驗——金屬鹽和硼砂共熔成透明有色的球，各金屬顏色不同。

( 3 ) 砂——自然界中無單體發見。

( 4 ) 二氧化矽——砂礫的主要成分，化學性極穩固。利用以製備富有侵蝕性的化合物。

( 5 ) 水玻璃——石英和碳酸鈉共熱製成。是人造石和防火塗料的原料。

( 6 ) 一碳化矽——石英和一氧化碳的產物；脆硬。

( 7 ) 玻璃：

- ( A ) 定義——複什矽酸鹽類的固態溶液。
  - ( B ) 原料——石英、石灰石、碳酸鈉。
  - ( C ) 製造法——強熱熔融後吹製。
  - ( D ) 各種不同的玻璃，各有不同的成分和性質。
  - ( E ) 着色——加入金屬氧化物。
- ( 8 ) 珐瑯——矽酸鹽和硼酸鹽的混合物，塗佈在器物上，有保護的作用。

## 問 題

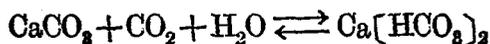
1. 試辨別水玻璃和玻璃的不同。
2. 何以貯存強鹼類的瓶子不能用玻塞？
3. 試計算雲母石( $KAlSi_3O_8$ )中矽的百分率。
4. 試比較矽和磷的化合物。
5. 何以吹成玻璃的器具要放在煖氣爐中緩緩冷卻？

## 第十八章 鹼土金屬

鈣的存在 自然界中，大部份的鈣，多半都是存在於種切的岩石和礦物中；像石灰石(Limestone)、大理石(Marble)、白堊(Chalk)、石膏(Gypsum)、方解石(Calcite)。在動植物體的構造裏，也有鈣的踪跡。金屬鈣，可以把氯化鈣用電解法製備。

碳酸鈣 碳酸鈣(Calcium carbonate,  $\text{CaCO}_3$ ) 是鈣的最普通化合物。把二氧化碳通入石灰水，所製成的，便是碳酸鈣。純淨的碳酸鈣是白色的，很難溶解在水中。前段所提及那些礦石和岩石，都是自然界所產的碳酸鈣。

碳酸鈣會溶解在含有二氧化碳的水中，原因是因為二氧化碳溶解在水裏，生成碳酸，再和碳酸鈣作用，便把牠變成會溶解的碳酸氫鈣(Calcium bicarbonate,  $\text{Ca}[\text{HCO}_3]$ )：



這種反應是可逆的。山谷裏所找到的石筍和石鐘乳，便是由逆反應作用產生的碳酸鈣沉澱（圖四十七）。

軟水和硬水 天然水中含有相當分量的二氧化碳，因而會溶解少量鎂鹽和鈣鹽。煮沸的時候，二氧化碳逸出，這些鹽類便沉澱下來。燒沸水的湯壺，日久我



圖四十七：石筍和石鐘乳

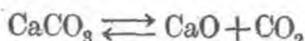
們便見積垢，這便是碳酸鈣和鎂的沉澱。溶有鈣鹽和鎂鹽的天然水，稱為硬水 (Hard water)。反之，便稱為軟水 (Soft water)。假如含有的是鈣和鎂的碳酸鹽，便可以用煮沸法除去；那就是說牠的硬度是一時性的，便稱為暫時硬水。反之，假如含有的是鈣和鎂的硫酸鹽，就不能用煮沸法除去，便稱為永久硬水 (Permenant hard water)。

硬水用在機器的汽鍋裏，爲着積垢逐漸加厚，受熱不平均，有破炸的危險（圖四十八）。

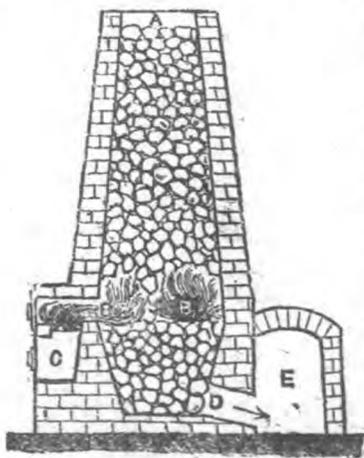


圖四十八：有鍋垢汽罐的橫斷面

氧化鈣 把碳酸鈣強熱，便分解成氧化鈣和二氧化碳：



氧化鈣俗名生石灰（Quicklime）。我們中國製造生石灰老舊的方法，便是把軟體動物的殼放在窰裏燒成；不過這種方法所費的燃料太多。新的方法，便是把石灰石、方解石一類

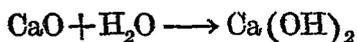


生石灰，置冷窰室E。  
B 繞爐之周上升，灼燒石灰石，自下口D取出  
將石灰石由A投入爐內，由C舉火，火焰B、

圖四十九：製造生石灰的窰

的礦物，摻和燃料，陸續放進直立的大爐，而製成的石灰，則可以由爐底拖出。這種方法，能夠廢續製造，燃料耗費也省得多（圖四十九）。

氫氧化鈣 把石灰放進水裏，便放出大量的熱，而產生劇烈變化；生成氫氧化鈣 (Calcium hydroxide,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )，就是熟石灰：

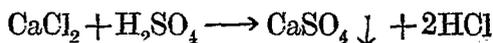


熟石灰是白色的粉末。牠雖然很難溶解在水裏，可是把牠的溶液來試，却呈強鹼性反應。生熟石灰，是製造很多化合物的原料，在建築學上尤有用。價值廉宜，原料易覓，更可增加牠的重要性。

水泥 把石灰石混以約五分之一量和少量石膏的黏土，把混合物燒成半融狀的塊後，研碎就成水泥，有時稱為士敏土 (Cement)。加入石膏的原因，不過是調節水泥不使很快地凝結。把士敏土調和細砂和碎石，便稱為混凝土 (Concrete)，是重要的建築材料。

氯化鈣 氯化鈣 (Calcium chloride,  $\text{CaCl}_2$ ) 是白色的固體，吸收水分的力量很大。放置空氣中，不久便吸收濕氣，自行潮濕起來，這種現象叫做潮解 (Deliquesce)。所以氯化鈣常用爲乾燥劑 (Drying agent)。

硫酸鈣 把硫酸加進氯化鈣的溶液，便得白色沉澱，這便是硫酸鈣 (Calcium sulphate,  $\text{CaSO}_4$ )：



硫酸鈣就是石膏 (Gypsum)，湖北應城，湖南湘潭、湘鄉，河南陝縣等地方，都有天然的石膏出產。石膏加熱，便失却水分，變成熟石膏；加水則成黏塊，硬化甚速，可以塑造模型。

鋇 鋇 (Barium,  $\text{Ba}$ ) 是和鈣相似的元素，牠的化合物、性能，也同鈣相似。硫酸鋇 (Barium sulphate,  $\text{BaSO}_4$ ) 天然產出的，叫做重晶石 (Baryte)，和鈣的硫酸鹽一樣，都不易溶在水裏。硫酸鋇調和在油漆裏，是重要的一種白色塗料。

鹼土金屬 鈣和鋇還有一種相似的元素 銻

(Strontium, Sr) 的氫氧化物，都微溶解在水裏，呈鹼性反應。這一類的元素，大半都是二價的；我們統稱牠們做鹼土金屬 (Alkali earth metal)。

## 本 章 提 要

- (1) 鈣——自氯化鈣電解製備。自然界中，牠的化合物，多半存在於種切岩石和礦物中。
- (2) 碳酸鈣——存在的形狀很多。例如大理石、石灰石等，不會溶解在水裏，但是會溶解在含有二氧化碳的水裏，成爲碳酸氫鈣。
- (3) 硬水是含有鈣鹽或鎂鹽的天然水，有永久性和暫時性的分別。
- (4) 氧化鈣就是石灰，把碳酸鈣燃燒而成的，和水混合，便成氫氧化鈣，就是熟石灰。石灰是建築重要的材料。
- (5) 水泥——是石灰石和泥水的部份脫水混合物。和水、沙、石合起來，便成混凝土。
- (6) 氯化鈣——重要的乾燥劑。

(7) 潮解——化合物放置空氣中，有自動吸收水分的作用。

(8) 硫酸鈣——就是石膏，用作模型。

(9) 鋇和鈣相似的元素，重要的化合物，便是用作顏料的硫酸鋇。

(10) 鹼土金屬，像鈣、鋇和鎂，是二價元素，氫氧化物微會溶解，呈鹼反應。

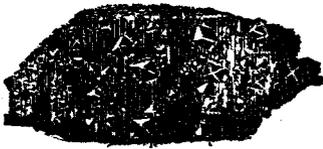
## 問 題

1. 把茶罐裏的垢刮下，加一點硫酸，便會生泡；這是什麼緣故？
2. 試設想汽鍋用硬水的不利處有幾點？
3. 我們要怎樣製造硫酸鋇？
4. 一千克的石灰石(含CaO94%)，燒成生石灰的時候，會發生多少二氧化碳？
5. 一種化合物，牠的成分是Ca=40%,C=12%,O=48%；試測定牠的經驗式。

## 第十九章 鐵

鐵 站在工業和國防上來說，鐵可以算是最有用的一種金屬。在新時代的戰場上，我們知道，鐵和血，是處着均等的地位。

鐵在地殼和世界上其他地方，儲藏量非常廣大。最重要的鐵礦，可算是黃鐵礦 (Iron pyrite,  $\text{FeS}_2$ )、赤鐵礦 (Hematite,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、磁鐵礦 (Magnetite,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) (圖五十)、菱鐵礦 (Siderite,  $\text{FeCO}_3$ )、和褐鐵礦 (Limonite,  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) 等。不過除開



圖五十：磁鐵礦

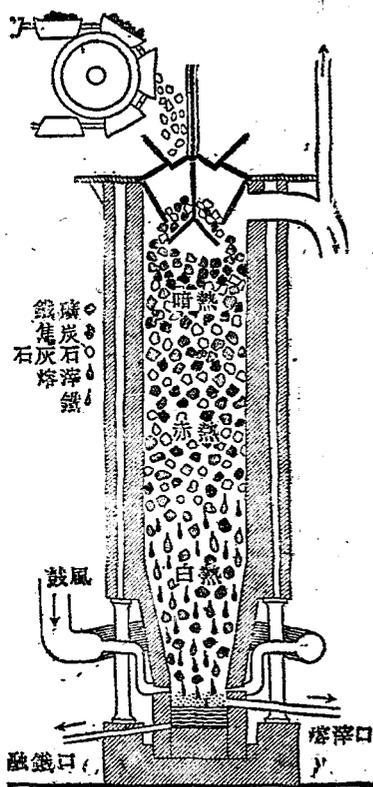
赤鐵礦和磁鐵礦，可以直接煉鐵以外；其他都要經過相當的手續。而且鐵礦含鐵量在百分之

三十以下的，就沒有開採的價值。我們中國鐵的儲量不少，可是多未開採。已開採的，又多失敗；實業部設立的鋼鐵廠，可以算是將來最大有希望的鋼鐵廠。此外，我們日常所用的，多半是舶

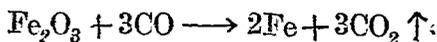
來品。

鐵鐵 用礦物製煉成金屬的法術，叫做冶金術；研究怎樣製煉的學問，叫做冶金學 (Metallurgy)。煉鐵，可以算是冶金學最重要的一個部份。

把氧化鐵礦，或是其他經過氧化的鐵礦，混以石灰石和焦煤，傾入鼓風爐 (Blast furnace) (圖五十一)，於爐下用高壓鼓入高熱空氣，使焦煤生成的一氧化碳，把氧化鐵還原製成鐵：



圖五十一：鼓風爐

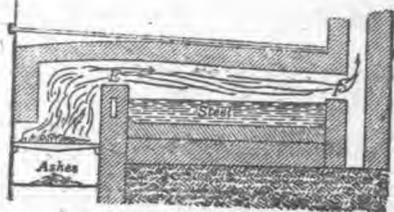


鎔融的鐵，自爐底放出來，傾在沙上，冷凝後，

便是銑鐵 (Pig iron)。加入石灰石的目的，就是使鐵礦裏的什質，變成浮渣 (Slag) 除去。

銑鐵裏，含有百分之三乃至五的碳；更含有矽、錳、硫和磷。硫和磷存在的時候，會使鐵質變壞，所以應極力排除牠；這便也是土法煉鐵的壞處。銑鐵可以鑄成各種鐵器；如鐵管、鐵柱、機器等。所以有時也叫做鑄鐵 (Cast iron)，並且是煉鋼的材料。

煅鐵 把銑鐵放在反射爐 (Reverberatory furnace) (圖五十二) 裏，使鐵所含有的碳和其他什質，於鼓入空氣時候，漸漸氧化除去。這樣所得的鐵，質地非常純粹，含碳大約是在 0.9% 以下；叫



圖五十二：反射爐

做煅鐵 (Wrought iron)。因為牠在赤熱的時候，質地仍原是黏硬不脆，可以任意打成所欲得的式樣。不過近來煅接，多用煅鋼 (Wrought steel)；

那就是含碳量較高的煨鐵。

鋼 (Steel) 的含鐵量是介乎煨鐵和銑鐵之間。煉鋼的方法有三種：

第一種，叫做俾塞麥法 (Bessemer process)。此法所用的機械，就是用二氧化矽和陶土敷塗內壁的迴轉爐 (Converter)。製煉時，把鎔融的銑鐵傾入爐中，從爐的假底，吹入熱的空氣，把含有的矽、碳和錳，都使牠們氧化除去。然後，再加所需分量的碳，便可得鋼。假如銑鐵裏頭含硫、磷很多，就得用鹼性法 (Basic process)。那就是酸性法迴轉爐裏，所敷的二氧化矽，要換做石灰石 ( $\text{CaCO}_3$ ) 和白雲石 (Dolomite,  $\text{MgCO}_3$ )。

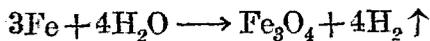
第二種，叫做開心爐法 (Open-hearth process)，也叫做西門子馬丁法 (Siemens Martin process)。就是把銑鐵和氧化鐵混合，放進爐內，從爐頂導入曾經受熱的空氣和氣體燃料，使各種什質排除。馬丁法所用的時間，比較長些；因反應很慢，所以容易控制。並且，所得的產物也比較純粹。

；這便是牠比俾塞麥法好的地方。這法也有酸性和鹼性兩種。敷塗的材料，也是一樣。煉製最上等的鋼，要用電熱法。

除開普通的鋼鐵以外，尚有適應各特種用途的鋼合金。所謂合金，有時叫做齊(Alloy)，那就是二種以上的金屬，鑄合而成的物質。主要鋼的合金裏，有各種不同成分的鈦(Titanium, Ti)、鎢(Tungsten, W)、錳(Manganese, Mn)。牠的用途也很多，大半都是製造特殊軍用品、槍砲和特殊機械。

鐵的氧化物 把一束鐵絲塞在一枝長試管裏，把試管支牢在一杯水裏；過了一天，我們就可看見鐵絲上面生了銹，而水却漸漸升入空的試管。這證明鐵能攫取空氣中的氧，而生成氧化物。鐵銹就是三氧化二鐵(Ferric oxide,  $Fe_2O_3$ )。三氧化二鐵是煙幕彈和燃燒彈的重要原料，和鋁粉混合起來，更可以用作銲接鐵軌。鐵的氧化物，尚不止一種，我們把水蒸汽通入燒紅的鐵屑，可以

製造四氧化三鐵，就是磁鐵礦：



在這裏，我們很快地可以看見這種方法可以利用來做氫。其實，這便是工業上所用的方法。

## 本 章 提 要

( 1 ) 鐵是國防上和工業上重要的一種金屬。含鐵礦種類頗多，最重要的便是赤鐵礦和磁鐵礦。

( 2 ) 製成鐵的種類和用途：

( A ) 銑鐵——含碳較高的鐵，供鑄造。

( B ) 鍛鐵——含碳低的鐵，質地黏硬，可以任意鍛打成各種式樣的器。

( C ) 鋼——含碳量介乎(B)和(A)的中間。

( a ) 煉製的方法有俾塞麥法、西門子馬丁法和電熱法三種。

( b ) 特種鋼——鋼和其他金屬的合金，適應各種用途。

( D ) 鐵的氧化物——三氧化二鐵是國防上重要的

材料。

## 問 題

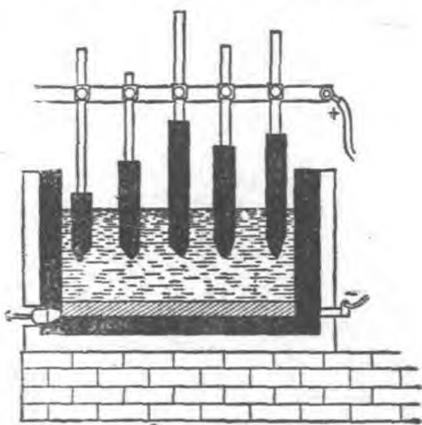
1. 鐵放置在空氣中能夠生鏽，你能想出一兩種方法保護牠嗎？
2. 試比較俾塞麥法和西門子馬丁法。
3. 爲什麼在自然界中，我們不會找到純鐵？
4. 要製成21克的四氧化三鐵，要用多少重的氧？在百分度100，壓力750公厘的時候，這樣重的氧所佔的容積是多少？
5. 何以我們不能用硫鐵礦來煉鐵？

## 第二十章 鋁

鋁 自然界中最多的元素是氧，其次是矽，其次便是鋁 (Aluminum, Al)。鋁確實是自然界中最多的金屬，一切岩石黏土的一部份，都是鋁製成的。

自然界中存在的鋁，雖然很多；我們却很難從這些原料製備牠。不過我們可以自鋁礬土礦 (Bauxite,  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ ) 製備純粹的氧化鋁，然後用冰晶石 (Cryolite,  $Na_2AlF_6$ ) 作溶劑，用電解法製備鋁(圖五十三)。

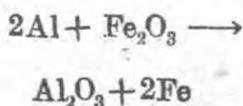
鋁是白色的金屬，比重僅有鐵的三分之一，強韌，富延展性，放置在空氣中，在牠的表面便生成一種氧化物的薄膜，保護着



圖五十三：用電解法製鋁

內部不致侵蝕；而且無毒性，又能傳熱和電，所以常用作食具和各種儀器。鋁的合金，又是製造飛機的材料。

鎔接劑 金屬態的鋁，是極強的還原劑。和多數金屬的氧化物調和起來，都能取得氧，而把其他金屬析出。在反應發生的時候，會發出大量的熱；利用這個特性，我們就把鋁粉和氧化鐵合起來，放在耐火土製的坩堝裏，用鎂條起火，反應即刻發生，溫度升高達 $3000^{\circ}$ — $3500^{\circ}$ ，這便是所謂鋁鎔接劑 (Thermit)：



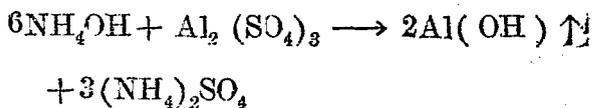
鎔接劑可用來焊接鐵道軌和鋼板，抑且是煙幕彈和發火劑的重要原料（圖五十四）。



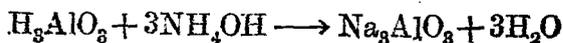
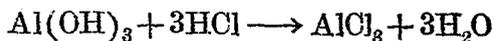
圖五十四：用鋁鎔接劑焊接鐵軌

氧化鋁 自然界所產的鋼玉 (Corundum) 和金剛砂 (Emery) 就是氧化鋁 ( $Al_2O_3$ )，牠的俗名就是礬土 (Alumina)。許多自然界產的寶石，像紅寶石 (Ruby)，便也是含有什質的氧化鋁結晶。把氧化鋁放在電熱爐裏燒到熔融的時候，便成人造鋼玉砂 (Alumdum)，牠的熔點極高，可以製造高溫儀器。

氫氧化鋁 加氫氧化銨於鋁鹽的溶液，便得氫氧化鋁 (Aluminum hydroxide,  $Al(OH)_3$ ) 沉澱：



氫氧化鋁在酸裏便溶解成鋁鹽，牠的行爲像一種鹼；加鹼便成鋁酸鹽，牠的行爲又像酸。像這樣的化合物，會依外來環境不同而呈酸鹼性互易的現象的，叫做兩性化合物 (Amphoteric Compounds)。氫氧化鋁的反應是：



鋁的矽酸鹽 長石 (Feldspar) 和雲母 (Mica) 都是矽酸鋁和矽酸鈉或鉀，化合而成的複什化合物。長石和雲母曝露在空氣中，受水和二氧化碳的作用，徐徐分解；分解生成的鹼金屬矽酸鹽，沖刷流去，剩下不溶性的矽酸鋁，便是陶土 (Kaolin)。陶土是白色的，不過通常陶土中，都含有鐵、鎳、錳、鈣、鎂、鈉、鉀等什質，所以顏色不是白的。這便是黏土，陶土又叫做高嶺土。因為是產在江西浮梁的高嶺。福建德化和福州北嶺也產有性質很好的陶土。

礬類 把粘土和硫酸混合起來加熱，便得硫酸鋁。在硫酸鋁中加入硫酸鉀，便可析出明礬 (Alum,  $Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O$ ) 的結晶，普通稱為鉀明礬，用鎳、鐵代鋁，或鈉、銨代鉀，所得的明礬就不同。我們總稱這些混合物，叫做明礬類。明礬類，都是由二三種鹽類併合而成的鹽類，不過溶在水中的時候，仍不失原來鹽類的特性，這種化合物特稱複鹽類 (Complex salts)。

鉀明礬是無色的結晶，有澀味，易溶於水。牠的主要用途，就是使飲料水澄清，藥用，在染料工業上牠是重要的化合物。

陶瓷器 把黏土捻成坯（圖五十五），陰乾後，放在窯中用火煨燒，燒成的器物，便是陶器

，磚便是這樣製成的。陶器有吸水性，所以假如我們目的是製造貯器，那麼就得



圖五十五：在陶車上製坯

把牠上釉。所謂釉，就是長石和鉀、鈣、鎂的氧化物配合而成的。爲着要着色，有時還要加些色素。上釉就是把釉塗在陶器上。塗釉的時候，有的在未燒以前塗上，有的是燒成以後塗上再燒。爲着黏土裏含有許多什質像鐵，所以陶器通常都是有色的。

要製成陳設用的器物，要沒有着色，就得用質地優良的陶土捻製，模型陰乾。上釉加色的方法和操作，都和製造陶器一樣；不過有時爲着裝飾起見，也用些繪花、彫塑的技術。這樣製成的便叫做瓷器。

陶瓷器的式樣、顏色和他種特性，都是隨着原料的性質、成分、燒製時的溫度而改移。化學實驗室裏所用的瓷器皿，也是同樣製法；不過製作的原料和技術，略有不同。因爲這一類瓷器大半都要有耐熱、耐酸鹼侵蝕的特性；所以特稱做高溫瓷。我們中國瓷業本來是極出名的；江蘇、江西、福建，都是很出名的產地。不過爲着年來不事改良，舶來品還有許多侵入進來。

## 本 章 提 要

- (1) 鋁是自然界中最多的金屬，把牠的氧化物溶解在熔融的冰晶石裏，用電解可以製備金屬鋁。
- (2) 熔接劑是鋁和氧化鐵的混合物，燃燒的時候產生高

溫和金屬態的鐵，鉚接鋼鐵用。

- (3) 三氧化鋁是製造寶石和高溫鋼玉砂的原料。
- (4) 氫氧化鋁的行爲呈酸鹼兩種互易的特性，是兩性化合物的例證。
- (5) 鋁的矽酸鹽——長石、雲母、陶土和黏土都是矽酸鹽。
- (6) 明礬是硫酸鹽類組成的複鹽，最普通的便是鉀明礬，供染色、藥、淨水用。
- (7) 黏土製造的就是陶器，陶土製造的叫做瓷器；依原料和燒製的不同，而性質各異。

## 問 題

1. 鋁既然是最多的金屬元素，何以不是最廉賤的金屬？
2. 鋁製的器具爲什麼比鐵製的好？
3. 計算雲母( $KAlSi_3O_8$ )中含鋁的百分率。
4. 書出鋁和鹽酸作用的方程式。
5. 假如0.410克的鋁和酸反應的時候，會生成0.0455克的氫，試算出鋁的原子量是多少？

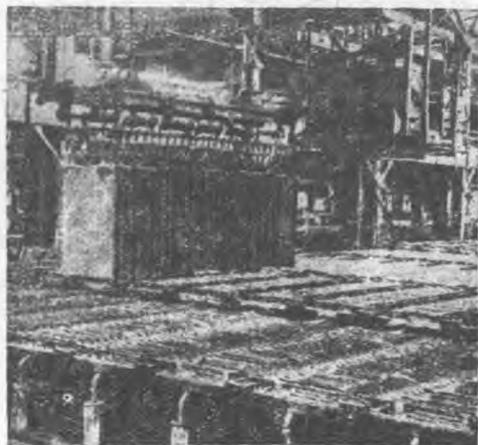
## 第二十一章 銅 汞 銀 金 鉞

銅 (Copper, Cu) 在自然界有單質的存在，但爲量不多。通常是和硫或氧化合，成爲各種的銅礦。從銅礦裏煉銅的方法，依着礦物的性質而有不同。最簡單的方法，好像煉製赤銅礦( $\text{Cu}_2\text{O}$ )，只要用煤來還原便夠了；假如是硫銅礦( $\text{Cu}_2\text{S}$ )，那便需要極複雜的手續。

自銅礦煉成的銅，總含有多少的什質。爲着銅的主要用途，是用來製造電線和電機，非用十分純淨的銅不可，所以一定要經過精煉的步驟。精煉的方法，是用電解；把不純的銅作陽極，再用一薄的純銅片作陰極，同時浸在硫酸銅(Copper sulfate,  $\text{CuSO}_4$ ) 的溶液裏，通以電流，陽極的銅，便漸漸溶解，聚集在陰極上，成爲極純淨的銅板，大部份的雜質，沉在槽底，裏邊含有金銀等，可以再行提取(圖五十六)。

銅是傳電最好的物質，在電氣工程上應用最

多。還可以製成各種常用的器具。但因為在濕的



圖五十六：用電解法來精煉銅

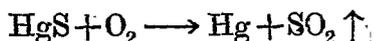
空氣裏，會慢慢地產生一層有毒性的銅綠，就是鹼性碳酸銅 ( $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}[\text{OH}]_2$ ) 的緣故，所以不能作飲食品的器具。

把銅和各種的金屬混合，可以製成各種有用的齊。黃銅就是銅鋅齊，青銅和鐘銅是銅錫齊，用途都很大。

銅的化合物 銅的化合物，除氧化銅、硫化銅以外，最重要的就是硫酸銅。硫酸銅會溶解在水裏，成藍色的溶液，由水溶液裏所得的晶體，含有五分子的結晶水 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )，就是通常所謂膽礬 (Blue vitriol)。硫酸銅可以用作殺菌劑，工業上和醫藥上，也應用得很多。

銅的原子價有兩種：一價和二價。所生成的鹽，性質便也大不相同。二價的鹽，在溶液裏，因有 $\text{Cu}^{++}$ 發生，都有藍的顏色；一價的便無色，但二價的鹽，比較安定得多。

汞 通常所稱的水銀，牠的學名便是汞 (Mercury, Hg)。牠在自然界裏，和硫化合，成辰砂 (Cinnabar)，是重要的汞礦，把辰砂加一點炭，在流動的空氣裏加熱，便產生汞：



汞是銀白色的液體，比水重13.6倍。加熱到 $358^\circ\text{C}$ ，便開始沸騰；冷到 $-39^\circ\text{C}$ ，便會凝固。爲着牠膨脹率均一的緣故，所以用來裝溫度計。牠最特殊的性質，就是各種金屬，除開鐵和白金外，都會和牠生成各種汞齊 (Amalgams)。在實驗室裏和提煉金屬的時候，很常地利用牠。

汞的化合物 汞的原子價也有兩種：一價和二價。把汞在空氣裏加熱到三百度以上，便和氧化合產生紅色的一氧化汞 (Mercuric oxide,  $\text{HgO}$ )

。溫度再高，又會分解。汞的化合物，多半是有毒性的，普通所稱的昇汞，就是二氯化汞 (Mercuric chloride,  $\text{HgCl}_2$ )，是可溶性的白色粉末，極毒，可以用作殺菌劑。把汞和硫直接化合，更經過幾種特殊的造作，便成銀硃，是一種極高貴的顏料。我國廣東出產得很多，品質也極好。硃砂也是一種天然的硫化汞，有深紅色，用途也很大。

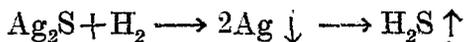
把汞和硝酸、酒精等發生作用，便得雷汞劑，極易爆發，是槍炮彈火藥的必需的發火劑。

銀 銀 (Silver, Ag) 在自然界裏，多成硫化銀 ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ) 礦而存在。在用電解法精煉銅的時候，銀是一種重要的副產物。鉛礦裏往往也有硫化銀的存在，只要在不純鉛鎔融的時候，加以一點的鋅，銀和鋅便合成齊浮起，把鋅蒸發，再用氧化法除去混和的鉛，便可得銀。

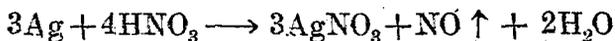
銀在空氣中不受氧化，有美麗的金屬光澤，傳電的能力，比銅還好，牠最主要的用途，便是製造裝飾品和銀幣。因純淨的銀，性質較軟，所

以都要加入相當分量的銅，使牠變硬，不易消磨，我們的國幣，含有88%的銀，和12%的銅。

銀的化合物 銀在空氣裏雖然不受氧化，但易受硫化氫的作用，變成黑色的硫化銀。最簡便的除去方法，是把銀器放在鋁製的鍋裏，用碳酸鈉溶液煮沸，硫化銀便被所發生的氫還原，仍舊變成潔白的銀：

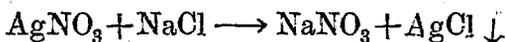


銀和硝酸化合，生成硝酸銀：



硝酸銀是白色的晶體，是製造一切銀化合物的主要原料，醫藥上也時常用牠作殺菌劑。

加氯化鈉或是鹽酸於硝酸銀的溶液，便生白色的氯化銀 (Silver chloride,  $\text{AgCl}$ ) 沉澱：



銀的鹵素化合物，都是不溶解的。所以用同樣的方法，可以製備溴化銀 (Silver bromide,  $\text{AgBr}$ ) 和碘化銀 (Silver iodide,  $\text{AgI}$ )；前者是淡黃色

，後者是黃色。銀的鹵素化合物，最特殊的性質，便是有極強的感光性。白色的氯化銀，遇着日光，便變成紫色，爲着一部份已經給光分解的緣故。照像用的乾片，便是利用這種特性，把膠和沉澱的溴化銀，塗在透明的片上製成的。

金和鉑 鉑 (Platinum, Pt) 就是通常所謂白金，和金 (Gold, Au) 都是有美麗光澤的金屬，不但不易受氧化，就是多數的化學藥品，也都不和牠們發生作用，所以稱做貴金屬 (Noble metal)。在自然界裏，牠們都是成爲單質存在着。通常金多和岩石、細沙等混合，只要用水沖洗，把河沙沖去，金便留下，叫做淘沙法。還有用汞混和，使成金汞齊，再把汞蒸發，也可以得到純金的。鉑的提取，需要極複雜的手續，因爲牠多和別種的貴金屬，像銱 (Iridium, Ir) 和銱 (Osmium, Os) 等混合的緣故。我國產金的地方，以東北三省的黑龍江爲最多。

金和鉑都是最名貴的金屬。黃金的最重要用

途，就是鑄造貨幣和裝飾品。鉑因為熔點很高（ $1800^{\circ}\text{C}$ .），而且不和普通藥品作用，所以在實驗室和工業上，常用來製造化學儀器和電極；又因牠有特殊的催化作用，硫酸和硝酸的製造，都用牠來作催化劑，所以是一種極有用的貴金屬。

金和鉑的化合物 金和鉑可以溶解在鹽酸和硝酸的混合溶液裏，這種鹽酸和硝酸的混合液，名叫王水（Aqua regia）；有極強的氧化力，能夠把金氧化成氯金酸（Hydrochlorauric acid,  $\text{HAuCl}_4$ ），是一種黃色的晶體，含有四分子的結晶水。鉑被王水氧化，變成氯鉑酸（Hydrochloroplatinic acid,  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$ ），是製造其他鉑鹽的起點。

金在空氣中，還會溶解在氰化鈉（Sodium cyanide,  $\text{NaCN}$ ）的溶液裏，生成氰化鈉金（Sodium aurocyanide,  $\text{NaAu}[\text{CN}]_2$ ）。通常用電鍍金，便是應用氰化鈉金的溶液，把一個金塊作陽極，要鍍金的物體，好像銀器作陰極，通以電流，陽極的金塊，便漸漸溶解成一薄層的金，蓋在陰極的物

體上。氰化鈉金的溶液，加以鋅等金屬，便會把金置換沉澱；提煉金礦，也有應用這種方法的。

## 本 章 提 要

- ( 1 ) 銅在自然界裏發見的，有多種銅礦。牠的提煉方法，依礦物的性質來決定。最純淨的銅，要用電解法精製。
- ( 2 ) 銅的最主要化合物是硫酸銅，用途極多。
- ( 3 ) 汞是用氧化硫化汞礦來提煉的。牠是重的液體，用來裝溫度計、氣壓計等。
- ( 4 ) 硃砂和銀硃都是汞和硫的化合物，汞是製造砲彈發火用雷汞劑的原料。
- ( 5 ) 銀是傳電最好的物質，和銅配合，製成銀幣。
- ( 6 ) 硝酸銀是最主要的銀鹽。銀的鹵素化合物，是製造照像片的必要材料。
- ( 7 ) 金和鉑都是極貴重的金屬，在自然界中有單質的存在，不和多數藥品作用，但可以溶解在鹽酸和硝酸所製的王水裏。

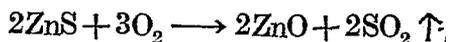
鉛是化學工業上一種極重要的催化劑。

## 問 題

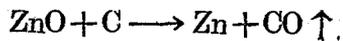
1. 從硫化銅礦裏來提煉銅何以很難？能夠把稀氧化變成氧化銅麼？
2. 把銅元一枚，浸在汞裏，便變成很白的顏色，你想這是什麼緣故？
3. 銀的傳電性質，比銅還好，何以不用銀來作電線，而用銅呢？
4. 金和鉛能夠成為貴金屬，是不是因為牠們的價錢貴呢？
5. 在用電解法精煉銅，和用電鍍金的時候，你想溶液裏，硫酸銅和氯化鈉金的含量，有沒有變更呢？什麼緣故？

## 第二十二章 鋅 錫 鉛

鋅 (Zinc, Zn) 在自然界和氧及硫化合，成各種的鋅礦。把硫化鋅 (Zinc sulfide, ZnS) 礦在空氣中灼煅，便成氧化鋅：



再把氧化鋅和煤，在爐裏加熱，便產生鋅：



爲着鋅的沸點，只在 $930^\circ$ 左右，所以可用蒸餾方法，把牠提淨。但現時最純粹的鋅，也是像銅一樣，用電解法來精製的。

鋅是藍白色的金屬，剛煉出來的，性質很脆，但一經加熱到 $100^\circ - 150^\circ$ 以後，便可以碾成薄片。在空氣裏會產生一薄層的鹼性碳酸鹽，可以保護牠再受作用。通常的白鐵皮 (Galvanized iron)，便是在鐵片上面，附着一層的鋅；因鋅保護鐵，可以不致生鏽，能夠支持長久的時間。牠的製法，是把潔淨的鐵片，在溶化的鋅裏浸過，冷後

便凝成薄層被覆在鐵面上。還有一種方法，是在鐵上敷塗鋅粉，再加熱到 $800^{\circ}$ 左右，鋅便很堅固的附着在鐵上了。

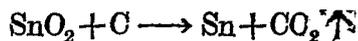
鋅的最大用途，便是製造白鐵。牠還可以和銅合成黃銅，用量也不少。

鋅的化合物 鋅在空氣裏燒到很熱的時候，便會燃燒，產生白色的氧化鋅 ( $ZnO$ )。氧化鋅可以作油漆的白色顏料，和作製造橡皮物品。把鋅和鹽酸作用，便生氯化鋅 (Zinc chloride,  $ZnCl_2$ )，是白色的固體，極易潮解。氯化鋅的溶液，能夠溶解多種的金屬氧化物，所以金屬銲接時候，往往應用牠。電燈的本桿和鐵路枕木，在氯化鋅溶液裏浸過，可以防腐。

鋅粉在軍事上和四氯化碳 (Carbon tetrachloride,  $CCl_4$ ) 配合，製成煙幕彈。反應發生以後，鋅和四氯化碳化合，產生微小的氯化鋅固體，和濃煙一樣。所以鋅也是國防上一種重要的原料。

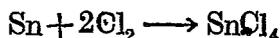
錫 錫 (Tm, Sn) 在自然界裏發見的有錫石，

就是二氧化錫 ( $\text{SnO}_2$ ) 礦。把二氧化錫和碳加熱，便還原成錫：

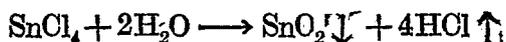


錫是白色柔軟的金屬，可以展成極薄的錫箔。在空氣裏，不受作用，所以常用作別種金屬的保護層。通常的馬口鐵 (Tin plate)，就是把鐵片在熔化的錫裏浸過製成的。

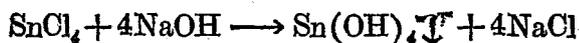
錫的化合物 用氯和馬口鐵上的錫發生作用，可以製造四氯化錫 (Stannic chloride,  $\text{SnCl}_4$ )：



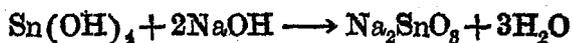
四氯化錫是液體，和空氣裏的水汽作用，便發生白烟：



把氫化鈉加進四氯化錫的溶液，便生氫化錫的沉澱：

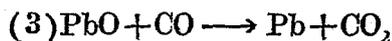
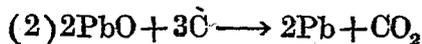
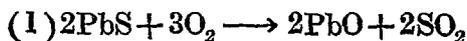


加更多的氫化鈉，所生的沉澱復會溶解，爲着再生成可溶性的錫酸鹽的緣故：



這種錫酸鹽，染料工業上應用得很多，因為牠是一種極好的媒染劑 (Mordant)，能夠把染料固着在織物上。

鉛 最普通的鉛礦，就是方鉛礦 (Galena)，是硫和鉛的化合物 (PbS)。把一部份的礦先行灼煨，變成氧化物，再加以焦炭、鉛礦和石灰石，在爐裏加熱，便產生單質的鉛。提煉的反應，可以大概這樣表示：



所得的鉛是不純鉛，質很硬，要經過精製以後，才會變軟。

金屬的鉛，可以製造管件，和電線的包皮。槍彈的製造，也有用牠。爲着牠溶點很低，所以和銻、錫等配合，製成活字金。在化學工業上，因牠不溶於濃硫酸，把牠作製硫酸用的鉛室。其

他的用途也很多。

鉛的化合物 通常所謂的蜜陀僧(Litharge)，就是一氧化鉛(PbO)，是黃色的固體，可以把鉛在空氣中加熱來製取。假如加熱時候的溫度，調節在 $400^{\circ}\text{C}$ ，便生成紅色的四氧化三鉛( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ )，又叫做鉛丹，或三仙丹。以上兩種的氧化物，都是製作玻璃和油漆的原料，尤以四氧化三鉛，是鐵器最普遍的塗料。

鉛的原子價，有二價和四價兩種。二氧化鉛( $\text{PbO}_2$ )便是四價鉛的化合物，是一種強的氧化劑。

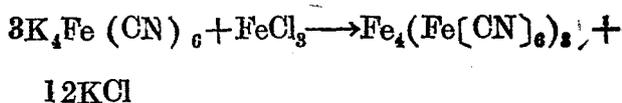
鉛和醋酸作用生成醋酸鉛(Lead acetate,  $\text{Pb}[\text{CH}_3\text{COO}]_2$ )，因為有甜味，所以又稱鉛糖(Lead sugar)。醋酸鉛受二氧化碳和水的作用，便變成鹼性碳酸鉛( $\text{Pb}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{PbCO}_3$ )，就是普通所謂的鉛白(White lead)，是一種極著名的白色顏料。

顏料 通常所謂的顏料(Pigment)，多半都是不溶性的化合物。把顏料和別的東西配合，別的

東西便被着色。是油漆工業上最主要的一部份。好的顏料，應該要有大的掩蔽力 (Covering power)，和經久不變的性質。透明性強大，和容易變色的物質，都不能做顏料應用。

鉛白——鹼性碳酸鉛——是白色顏料中最常用的一種，顏色又白，掩蔽力又大。但有一最大的缺點，就是一遇硫化氫，便會變成黑色的硫化鉛。平常用鉛白作的白塗料，日久顏色變黑，便是這個緣故。硫酸鋇和硫化鋅的混合物，也是一種極佳的白色顏料，沒有變黑的缺點，可以代替鉛白的用途。

藍色顏料，最著名的有普魯士藍 ( Prussian blue)，學名是亞鐵氰化鐵 (Ferric ferrocyanide,  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ )，可以用亞鐵氰化鉀 ( $\text{K}_4\text{Fe}[\text{CN}]_6$ )，和三氯化鐵製成：



其他有色的顏料，化學上都有製造，好像黃

色的鉻酸鉛(Lead chromate,  $\text{PbCrO}_4$ )，紅色的硫化汞、四氧化三鉛等。都是很重要的。

## 本 章 提 要

- ( 1 ) 鋅是可以由碳還原氧化鋅礦製取。牠和銅配合製成黃銅；附着在鐵片上，就是通常的白鐵。
- ( 2 ) 錫也可以由碳還原二氧化錫礦製取。牠在空氣中不受變化，用來保護鐵片，稱為馬口鐵。
- ( 3 ) 鉛的主要礦物是硫化鉛。金屬的鉛，可以作管件和各種有用的齊。  
氧化鉛和鹼性碳酸鉛都可以作顏料，在油漆工業上應用得很多。
- ( 4 ) 顏料是不溶性的化合物，好的顏料，應該有大的掩蔽力，和經久不變色的性質。

## 問 題

1. 試寫鋅和四氯化碳的化學反應方程式。
2. 白鐵和馬口鐵，在應用上有什麼不同？

3. 工業上把稀硫酸蒸發成濃硫酸，要用鉛製的鍋是什麼緣故？
4. 氧化鋅製的白色油漆，能夠在有硫化氫的地方應用麼？什麼緣故？

## 第二十三章 鎂 錳 鎳 鉻 鎢

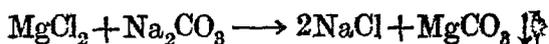
鎂 鎂 (Magnesium, Mg) 在自然界裏分佈很廣，菱鎂礦 (Magnesite) 是碳酸鎂 (Magnesium carbonate,  $MgCO_3$ )，白雲石 (Dolomite) 是碳酸鎂和碳酸鈣的混合礦。海水裏含有不少的氯化鎂 (Magnesium chloride,  $MgCl_2$ )。石綿也是一種鎂的化合物。

金屬鎂的製取方法，和製取鈉、鋁相似。把氯化鎂、氯化鉀和氯化鈉，混合鎔化，通以電流，鎂便游離出來。牠是白色的金屬，但在濕的空氣裏，會生成一層白色的鹼性碳酸鎂。牠在空氣中燃燒，發極強的白光，並產生氧化鎂 ( $MgO$ ) 和氮化鎂 ( $Mg_3N_2$ )。照像用的鎂光，便是用鎂粉和氰酸鉀配合成的。軍事上所用的信號和照明彈，也有應用鎂粉。鎂和鋁配合的齊，性質又輕又堅，是飛機製造的好材料。

鎂的化合物 把粗製的食鹽，貯積些時，便有苦汁滴下。苦汁的大部份，就是氯化鎂，乾燥

時是無色的結晶；但極易潮解，溶液有苦味，所以稱爲苦汁。

加碳酸鈉於氯化鎂的溶液，便有碳酸鎂的沉澱生成：



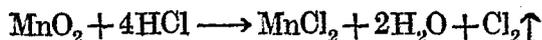
碳酸鎂的用途頗大，製造牙膏和牙粉，就是用牠作原料。

硫酸鎂(Magnesium sulfate,  $\text{MgSO}_4$ )在自然界中有天然產的鹽類存在，醫藥上常用的瀉鹽就是牠。

錳 錳(Manganese, Mn)是灰色的金屬，在自然界裏和氧化合，成黑色的二氧化錳( $\text{MnO}_2$ )。把二氧化錳用鋁來還原，便可製取單質的錳。牠的最大用途，便是用來煉製特硬的錳鋼，此外沒有多大的重要。

錳的化合物 錳是多價的元素，有二價、三價、四價、六價和七價五種。所以牠的化合物，也極複雜；但最重要的，要算二氧化錳和高錳酸鉀(Potassium permanganate,  $\text{K MnO}_4$ )。

二氧化錳是一種氧化劑；氯的製造，便是用二氧化錳來氧化鹽酸：



這裏的反應，錳自四價變成二價。油漆工業裏，有利用牠作油——桐油——的催乾劑(Drier)；乾電池的製造，也需要牠。

高錳酸鉀是紫紅色的結晶，氧化力極強，是實驗室裏極常用的試劑。有消毒的能力，醫藥上很常地用牠。

鎳 鎳 (Nickel, Ni) 是白色有光澤的金屬，在自然界裏多和砷、硫等成硫化礦存在。我國的浙江和四川，也有鎳礦發現。爲着牠在空氣裏不受變化的緣故，所以銅鐵等金屬，多用牠鍍在外面，既增美觀，又資保護。鎳銅配成的齊，可以鑄造貨幣，我國最近所用的輔幣，便是用鎳鑄成的。鎳有磁性，是牠和鉛銅等金屬最易辨別的地方。銅、鋅和鎳配成的洋銀 (German silver)，也有很大的用途。含鎳百分之五的鋼，堅硬而不生銹

，所以用來作軍艦的鐵甲，是非常適宜。化學工業上，也有用牠作催化劑。

鉻 鉻 (Chromium, Cr) 也是一種很有用的金屬。自然界裏，多和鐵成鉻鐵礦 (Chromite,  $\text{Fe}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_4$ ) 存在。單質的鉻有美麗銀白色的光澤，不受氧化，現時的電鍍，也用不少的鉻。但鉻的最大用途，還是在於特種鋼的製造。鋼裏含有1—2%鉻的時候，可以增加堅硬的程度。平常所謂的不銹鋼 (Rustless iron)，就是鐵裏含有13%的鉻，和0.10%的碳。鉻鎳齊 (Nichrome) 可以做電爐裏的加熱電線。所以鉻在工業上，確有重要的地位。

鉻的化合物 鉻的原子價也有數種，所以牠的化合物，也是極複雜的。工業上製備鉻的化合物，多半是直接採用鉻鐵礦來作原料；把鉻鐵礦和碳酸鉀混和，並利用空氣中的氧，在反射爐裏燃燒，便生成鉻酸鉀 (Potassium chromate,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ )。鉻酸鉀是黃色的結晶，和硫酸一同蒸發，便有紅色的三縮二原鉻酸鉀 (Potassium dichromate,

$K_2Cr_2O_7$ )，就是普通所謂的重鉻酸鉀結晶生成：



三縮二原鉻酸鉀，是最重要的鉻鹽，氧化力極強，實驗室裏常用牠作氧化劑。製革工業上也多量的需要牠，製作輕鬆綠色的皮革。三價的鉻鹽是綠色，三氧化二鉻( $Cr_2O_3$ )，是一種最好的綠色顏料，能夠永不變色。

錳 錳 (Tungsten, W) 是一種稀有的金屬，在自然界裏成錳鐵礦。我國錳的含量，是全世界最多的。湖南、廣東、江西都有開採，福建也有發現，是一種極重要的寶藏。

從錳礦裏開採的礦砂，用碳酸鈉等處理，除去雜質，煉成三氧化錳( $WO_3$ )。把三氧化錳用鋁粉或氫來還原，可以得到純淨的錳。錳的質硬，色白，熔點極高(約 $3000^{\circ}C$ )，可以抽成細絲，作電燈和真空管的燈絲(圖五十七)。牠不但經久耐用，而且耗電極



圖五十七：錳絲電燈

省，又可以代替鉑作電極的材料。

鎢是製造高速鋼的極重要原料。用鎢煉成的鋼，雖在高溫，還是非常堅硬；所以內燃發動機裏也需要牠。此外，還會和鋁或銅等製成各種的齊，用途極廣。

鎢雖然是這樣的有用和重要，可是我國除產有世界最多的礦砂，賣給外國外，還沒有提煉和製造的工廠。這是我們所應當注意的。

## 本 章 提 要

- ( 1 ) 鎂是一種活潑的金屬，可以從鎂化的鎂鹽，用電解法來製取。牠燃燒時發極強的白光，並能夠和氮化合。
- ( 2 ) 錳可以自二氧化錳用鋁來還原製取的。牠的原子價有數種，最重要的化合物，就是二氧化錳和高錳酸鉀，都是強的氧化劑。
- ( 3 ) 鎳和鐵一樣，是有磁性的。牠在空氣裏不受作用，所以用來保護別種的金屬。牠最大的用途，是製各

種極有用的齊，和作化學反應的催化劑。

- (4) 鉻在空氣裏不受作用，有美麗的光澤，所以也用來作保護別種金屬。特種鋼的製造，多半都是用鉻。牠最重要的化合物，就是三縮二原鉻酸鉀，是一種強的氧化劑。
- (5) 鎢是一種極有用的稀有金屬，我國的產量，是世界第一，但還沒有提煉和製造的工廠。

## 問 題

1. 鎂燃燒時會和氮化合，我們何以不用鎂固定氮？什麼道理？
2. 自100公斤的二氧化錳，可以製造多少公斤的過錳酸鉀？假設所有的錳都完全應用的話。
3. 要辨別銀幣是否用其他金屬鑄造，有沒有什麼簡便的方法？
4. 用三縮二原鉻酸鉀，在製綠色的皮革時候，你想牠是被還原，或是被氧化？
5. 試想出一個詳細的方法，怎樣用鋁粉來還原三氧化鎢。

## 第二十四章 週期律

元素的相類性 在我們敘述各種元素性質的時候，往往覺得有許多的元素，有一種相似的性質。氟、氯、溴、碘性質都很相似，我們把牠們列成一族，稱爲鹵素。硫和氧看似差得很遠，其實牠們化學的性質，有許多相類的地方：氧和碳成二氧化碳，硫和碳也成二硫化碳；一原子的氧，和二原子的氫化合成水，一原子的硫，也會和二原子的氫化合成二硫化氫。鈉、鉀都會和水作用，發生氫；並且牠們的氫氧化物，都是可溶性的強鹼，稱牠們爲鹼金屬。鈣、鋇、鐳是鹼土金屬；鐵和鎳都有磁性；氮、磷、砷、銻都是三價和五價的。總之一切元素，我們可以依牠們相似的性質，分成若干相類的族(Families)。

元素的性質和原子量 假如把各種的元素，依原子量的增加，順次排列，便可見得牠們間的性質，有一種週期的關係；就是牠們的性質，依

原子量的增加，漸次變遷以後，過了若干個，又週而復始，重新地再見。由這種的關係，把各元素列成一表，表示牠們間相互的關係，稱爲週期表 (Periodic table)；敘述這種的關係，稱爲週期律 (Periodic law)；是俄國化學家門得雷業夫 (Dimitri Ivanovitch Mendelejeff) 氏 (圖五十八) 所



圖五十八：門得雷業夫氏遺像

發見。在門氏提出這種關係的時候，所知道的元素，不過六十餘種。門氏成功的最大關鍵，就是把元素依原子量的增加，而排列的時候，把性質和上邊不同的，隔個空的位置，算做未發見的元素。這種未發見的元素，由牠上下左右所在的位置，門氏能夠預言牠應有的物理和化學性質。不久以後，幾種元素相繼發現，所有的性質，和他所預言的，完

全相符，因此益得世人的信仰。

新的週期律 門氏所提出依原子量的增加而列成的週期表，有幾個缺點，那就是氫的原子量比鉀的原子量還大；但為適合牠們性質故，不得不把牠們的位置倒置。這種理由，當時不能解釋，直至一個英國物理學家摩斯利 (H.G.J. Moseley) 氏，利用 X 光景研究的結果，才得到一個結論。據摩氏的研究，元素的化學性質，是和 X 光景中所在的地位，成直接的關係。他把各原素的地位，列成原子序數 (Atomic number)，未發見的元素，也定個序數，以待發見。由是現時新的週期律，可以這樣地來說：元素的化學性質，是和原子的序數，成週期的關係。這裏所列的表，便是依原子序數而排列的週期表。

週期表的應用 表中縱行所列的元素，稱為屬 (Group)；在同屬的元素，性質都是極相似，原子價相同，而強弱的順序，則依原子量的增加而逐漸變遷。0 屬的元素，又稱氮族元素，原子

價都是 0，極難和任何元素化合。鹼金屬元素像鈉、鉀等在第 I 屬，而銅、銀和金也在第 I 屬，但分爲 a b 二羣，同羣中元素的性質尤其相似。

表中橫行所列的元素，稱爲列(Series)；從列中第一個元素起，橫行至其次同族的元素止，稱爲一週期(One period)。同列元素的原子價和性質，是逐漸變遷的。在左邊的第 I 屬，是最活潑的強金屬，在右邊的第 VII 屬，是最活潑的非金屬。在中間的，好像硼、鋁、錫、銻，金屬和非金屬的性質都有。

一種元素，可以由牠在週期表中的地位，推測牠的性質。現時元素的序數，共有九十二種，未發見和未確定的，還有六種。自週期律發表以來，新發見的元素，不下二十幾種，在週期表中，都有適當的位置。週期表在研究宇宙間各元素的相互關係上，是有偉大的價值。

## 本 章 提 要

週期	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0		氫(H) 1.0078							
I	氦(He) 4.00	鋰(Li) 6.940	鈹(Be) 9.02	硼(B) 10.82	碳(C) 12.00	氮(N) 14.00	氧(O) 16.0000	氟(F) 19.00	
II	氖(Ne) 20.183	鈉(Na) 22.997	鎂(Mg) 24.32	鋁(Al) 26.97	矽(Si) 28.06	磷(P) 31.0	硫(S) 32.06	氯(Cl) 35.45	
III	氬(Ar) 39.944	鉀(K) 39.096	鈣(Ca) 40.08	鈾(Sc) 45.10	鈦(Ti) 48.00	鈷(V) 50.95	鉻(Cr) 52.01	錳(Mn) 54.93	鐵(Fe) 55.84
		銅(Cu) 63.57	鋅(Zn) 65.38	鎳(Ni) 68.7	鎘(Cd) 72.60	砷(As) 74.91	硒(Se) 78.96	溴(Br) 79.91	鈷(Co) 58.94 鎳(Ni) 58.69
IV	氪(Kr) 83.7	銣(Rb) 85.44	銣(Sr) 87.62	鈾(Yt) 88.92	鋅(Zr) 91.22	鈾(Nb) 92.91	鉬(Mo) 96.0	鐳(Ma) ?	鈳(Rn) 101.7
		銻(Ag) 107.880	鎘(Cd) 112.41	銻(In) 114.76	錫(Sn) 118.70	銻(Sb) 121.76	碲(Te) 127.61	碘(I) 126.92	銻(Rh) 102.91 鈳(Pd) 106.7
V	氙(Xe) 131.3	銻(Cs) 132.91	銻(Ba) 137.36	稀土金屬	銻(Hf) 178.6	銻(Ta) 180.98	銻(W) 184.0	銻(Re) 185.85	銻(O) 191.5
		銻(Au) 197.2	銻(Hg) 200.61	銻(Tl) 204.39	銻(Pb) 207.22	銻(Bi) 209.00	銻(Po) (210?)		銻(Ir) 193.1 銻(Pt) 195.28
VI	銻(Rn) 222		銻(Ra) 226.05	銻(Ac) (230?)	銻(Th) 232.12	銻(Pa) 231	銻(U) 238.14		

附註：有圓圈的數碼指序數，下面數字指原子量

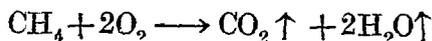
- ( 1 ) 元素可以依原子量的變遷，而列成有相互關係的表，稱爲週期表。
- ( 2 ) 新的週期表，是依元素在X光景中的地位，所得的原子序數而排列的，并以氫的序數爲一。
- ( 3 ) 元素的化學性質，是和原子序數成週期的關係，這種關係稱爲週期律。
- ( 4 ) 一種元素的性質，是可以由牠在週期表中的地位而推測得來的。

## 問 題

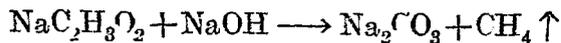
1. “週期”是什麼意思？試舉自然界中有週期的現象兩種。
2. 能夠推測鋰(Lithium, Li)的性質麼？

## 第二十五章 燃料

甲烷 假如用一根竹竿把池沼的泥底攪拌，我們就可以見有氣泡浮出；挖掘煤礦的礦坑裏，不時有爆炸的危險。這都是甲烷(Methane, CH<sub>4</sub>)存在的證明。甲烷有時叫做沼氣(Marsh gas)，是無色無嗅的氣體，不會溶在水裏，在空氣中把牠燃燒的時候，呈藍色的火焰，生成水和二氧化碳：



假如和以足量的氧，便燃燒得極快，甚至爆炸。這便是煤坑爆炸的原因。在實驗室裏，我們可以用醋酸鈉(Sodium acetate, NaC<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)和氫氧化鈉製備甲烷：

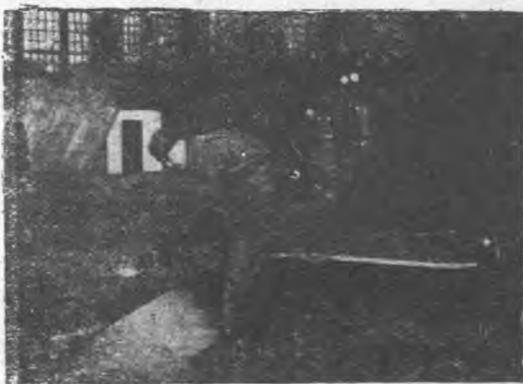


甲烷是植物腐敗時候的產物，因為可以用作燃燒，所以我們常常使垃圾腐爛製備牠。

乙烯 乙烯(Ethylene, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)俗名成油氣(Olefine gas)，是一種無色的氣體，微臭。製備的方

法很簡單，就是把酒精和硫酸混合起來加熱，就可以得到乙炔。乙炔在空氣中燃燒，呈黃色火焰，光輝比甲烷強。乙炔有促使果實成熟的力量，把柑、桔、芭蕉，放在含有乙炔的空氣中，就會很快地成熟。

乙炔 乙炔(Acetylene,  $C_2H_2$ )，有時叫做電石氣，因為牠可以從電石(碳化鈣 Calcium carbide,  $CaC_2$ )加水製備。乙炔是無色的氣體，有難聞的臭味。燃燒的時候，發出黑煙，要是和氧混合燃燒，可以發生高溫度的火焰，叫做氧炔焰(Oxyacetylene flame) (圖五十九)，可以切斷或銲接鋼



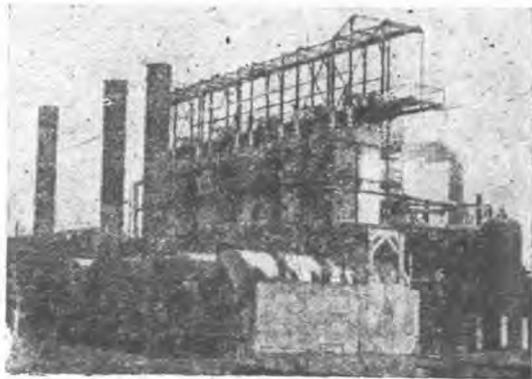
圖五十九：用氧炔焰割鐵板

板。在國防上，可以用來破壞橋梁、鋼軌等交通建設。

烴類 上面所說的三種氣體，都是碳和氫組成的，我們特稱做烴類(Hydrocarbon)。牠的種類極多，這些不過是簡單的幾種。

石油 有機物在地中分解，聚在地層中間，成爲石油(Petroleum)，可以開井汲取。所謂石油，不過是各種烴類的混合物。由油井汲取的石油，是暗黑色，可燃性的液體。假如依沸點的高下

，把牠分部蒸餾起來，可以分成好幾個部份(圖六十)。在百分度70°—150° 餾出的，叫做粗製揮



圖六十：用粗製油分餾石油工廠

發油(Crude naphtha)。再行分餾，可以得揮發油(Naphtha)和汽油(Gasoline)。純淨沸點最低的揮發油，可以用於種切的航空器，像飛機；其次的可以用於汽車或其他氣機(Gas engines)。

在 150°—300° 餾出的，就是平常點燈用的煤油 (Kerosene)。煤油，有時也可以用來做發動機的燃料。在 300° 以上餾出黑色的黏液，叫做重油 (Heavy oil)，可以加煉製成機器油，或是用作潤滑劑 (Lubricant)。最後剩餘的，就是柴油 (Fuel oil) 和鋪馬路面用的瀝青 (Pitch)。石油是國防的命脈，可惜我們中國除開東三省、陝西、甘肅、四川、新疆等省分，有相當產量以外，並不見得儲量豐富。陝西延長的石油，已有用粗法開採。

木材的乾餾 因為世界上汽油的產量不多，而交通和國防的需要，却一天天似地嚴重起來；所以化學家就想利用其他燃料，來代替石油。可能的，就是木材、煤、和其他液體燃料，像酒精。我們現在先說木材。把植物的枝、葉和幹，放在空氣不足的地方，用低溫加熱，使牠能分解而不致燃；所剩下的，就是木炭。舊法就是把木材放在密閉的窯裏，加熱。不過用這樣處理，僅能得到木炭；其餘揮發部份，都損失了。所以

新的方法要用乾餾法(Dry distillation)。那就是，把木材放進鐵窯裏，加熱；把揮發的部份凝集，保留起來。木材乾餾的產物，有烴類、醋酸(Acetic acid)、木精(Wood spirit)等。好些，都是重要工業藥品。木炭是重要的燃料，可以代替汽油。中國人發明的木炭汽車，已有好多種，現在已漸採用。

堅硬的植物幹、果殼、果核碳化後，用高壓蒸汽通入，在八九百度時，加熱乾餾所得的就是活性炭。有時乾餾的時候，尚加有磷酸、硫酸、氯化鋅等化合物。

煤的成因和種類 古代的動植物，埋沒在地中，受高壓和強熱分解，先變為泥煤(Peat)，再變而成褐煤(Brown coal)，再變而成煙煤(Bituminous coal)，最後變成的就是含碳最高的無煙煤(Anthracite)。我們中國煤的儲量極多，可以算是世界上首屈一指的國家。煤是一切工業的最重要燃料和原料。

把無煙煤和煙煤依適當的比例混和起來，乾餾，便可得焦煤 (Coke)；牠的副產物叫做焦煤油膏 (Coal tar)，是許多工業藥品的原料。焦煤和煉鋼工業有極大的關係，所以這些產物，在國防上都有莫大的價值。

煤、木材、石油、烴類，在氧化和燃燒的時候，都能夠發出熱量，做動力的來源；這些物質我們總稱做燃料 (Fuel)。

## 本 章 提 要

(1) 烴類——碳和氫的化合物：

(A) 甲烷——礦坑沼底的一種氣體，實驗室裏用醋酸鈉和氫氧化鈉製備。

(B) 乙炔——酒精和硫酸混合物加熱製備。

(C) 乙炔——電石加水，可以製出。是氧炔焰的一種重要原料。

(2) 石油——有機物在地中分解聚成的產物。可以分部蒸餾，餾出許多部份，如揮發油、汽油、煤油等，

各有用途。

(3) 木材乾餾——乾餾的產物，有醋酸、木糖等；剩下的，便是木炭。

(4) 煤——古代的動植物埋沒在地下，受高壓強熱分解的產物。依年代的不同，種類各異。

(A) 煤的乾餾產物，是一切有機工業製造的重要原料。

(5) 燃料的定義——能夠發出熱力的材料。

## 問 題

1. 試就國防觀點上說明燃料的重要性。
2. 試把本地所產植物，據你想可以製造活性炭原料的，列出來。
3. 我們用什麼方法，證明歷類燃燒的時候，生二氧化碳和水？
4. 燃燒一百克的無煙煤(含碳95%)，需要多少容量的氧？反應結果所生成的二氧化碳有多少？
5. 燃燒一公升乙炔，需要多少空氣？

6. 煙突冒出的煙是什麼？要看燃料是否經濟地利用，煙突冒出許多的煙好呢？還是沒有煙好呢？

## 第二十六章 醣類

醣類 把糖或澱粉放在厚試管裏強熱，我們最後所得的，却是黑色的碳；而在試管上部冷的部份，便有水汽凝集着。由這個簡單實驗，我們可以推測這一類化合物，必是由碳和氫氧構成的。誠然，這一類化合物，我們稱牠們做碳水化合物 (Carbohydrates)，牠的學名是醣類。不過我們要明白醣類中的氫和氧，並不是構成水分子後，才和碳化合，只是有和水相同的比例罷了。

醣類的蹤跡，廣布在植物界裏。最普通的醣類，有糖、澱粉和纖維素三種。醣類分子組成的通式是  $C_nH_{2n}O_n$ 。

蔗糖 蔗糖 (Cane sugar,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) 是由甘蔗莖和甜菜 (Beet) 榨出的糖。我們中國福建、廣東、廣西、四川都產糖，原料都是用蔗。用壓榨機從甘蔗榨出蔗汁，加入石灰乳，並加熱，使糖汁含有的有機酸都變成鈣鹽沉澱，而蛋白質則因加

熱也凝固起來。過濾後，把澄清的蔗汁盛在真空鍋裏，用低壓力蒸餾。冷的時候，蔗糖便結晶析出（圖六十一）。最後用離心機，把蔗糖結晶，

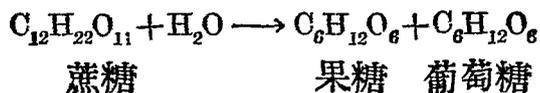


圖六十一：用低壓鍋蒸糖汁

從糖蜜 (Molasses) 裏分離出來。糖蜜可以用作製造果醬和酒精的原料。假如要得純白的蔗糖結晶，就將這樣粗製的糖，溶在水裏，用活性脫色炭把顏色脫却後，用同樣方法製煉結晶。我們中國老法製糖，有幾個缺點：第一、壓榨用人力或獸力不完全，糖汁損失很多。第二、不用真空鍋而用直接火煎，使糖變焦。第三、分蜜處置不完全。第四、沒有脫色。

蔗糖是無色的結晶，與稀酸共煮，就行加水分解，產生同量的果糖和葡萄糖的混合體，叫做

轉化糖(Invertase)：



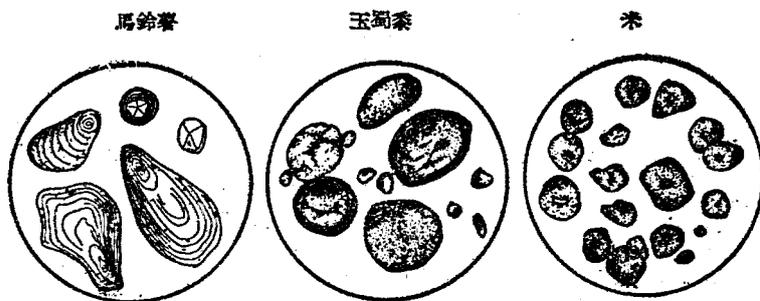
葡萄糖和果糖 葡萄糖 (Glucose) 和果糖 (Fructose)，都是存在於甜的果實中，都易溶在水裏，不過甜味都不及蔗糖。葡萄糖和果糖分子式相同，反應不同，而構造式也不同。這種分子式相同，而物質不同的物質，特稱做同質異性體 (Isomers)。有機化學中，異性體的例很多。

麥芽糖 大麥發芽時候所生的糖化酵素 (Diastase)，會把麥芽裏的澱粉變成麥芽糖 (Maltose,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}$ )，這便是食用飴生甜的原因。

乳糖 乳糖 (Lactose,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \text{H}_2\text{O}$ )，是哺乳動物乳裏找出來的糖。不甚甜，也是白色的結晶體。

澱粉 許多植物的種子，像米、麥；球莖，像甘薯；地下莖，像藕；都含有不少的澱粉 (Starch,  $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ )。牠是白色的粉末狀顆粒，

在顯微鏡下，有不同的構造。澱粉不溶解在水裏，不過在熱水裏，粉粒就會因膨脹破裂成糊。澱粉遇碘，則成藍色，所以牠們間互可利用為檢察的工具。



圖六十二：各種澱粉的構造放大圖

糊精 把澱粉和少量的濃鹽酸共熱到百分度 200—250° 的時候，就變成糊精 (Dextrine)，性極黏，可以用來印花布和粘貼其他東西。

纖維素 纖維素 (Cellulose,  $[C_6H_{10}O_5]_x$ )，是製成各種植物細胞膜的物質。牠的形狀，隨植物的種類而有不同。普通植物如棉、麻等；用稀薄的酸鹼處理後，便可得很純粹的纖維。實驗室用的濾紙，和中國所產沒有加礬的宣紙，便幾乎是純

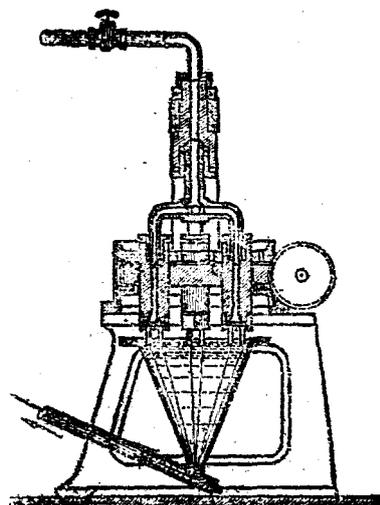
粹纖維素。

絲光棉紗和人造絲 把纖維素浸在氫氧化鈉的濃厚冷溶液裏，便成鹼化纖維素；用水洗滌後，便發出絲的光澤，在織造上很有用途。

把纖維素溶在氨和一羥化銅溶液裏，做成稠黏的濃溶劑，使自細孔壓出後，用酸浸漬，便成人造絲(Artificial silk)

。把絲光紗溶在二硫化碳( $CS_2$ )裏，從細孔壓出，入於氯化銨或硫酸中，可得品質較良的人造絲，稱為黏性絲(

Viscose silk) (圖六十三)。

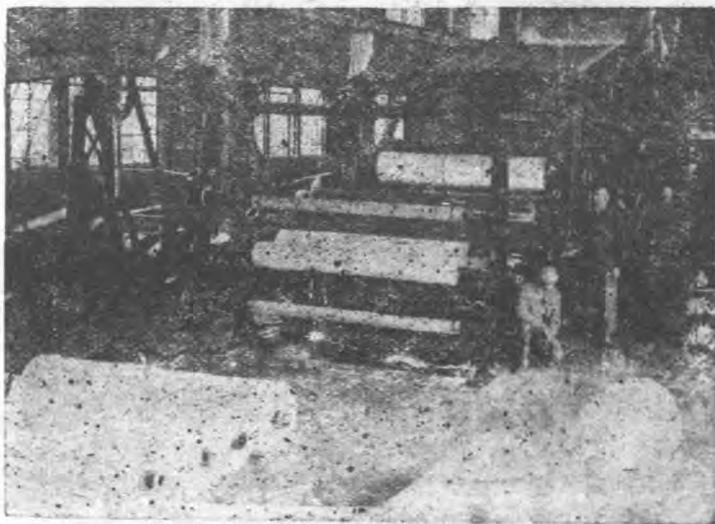


圖六十三：人造絲機 由上管強壓膠棉，令自下方之六個細玻璃管流入三角器之水中，凝成綉絲，後紡成一本之人造絲

纖維素的硝化物 把纖維素，普通用棉花，浸在濃硝酸和濃鹽酸的混合溶液裏，便生成各種硝化物，稱做硝化纖維素(Nitro-cellulose)。硝化

到最高程度的時候，便成火藥棉 (Gua cotton)；有強爆發力，為無煙火藥重要的原料。

硝化較低的產物，叫做低硝化纖維素 (Pyrox-  
ylin)，溶解在乙醚裏，稱為膠棉 (Collodion)，可  
以用來保護創口製造塗漆和乾片。牠和樟腦混合  
，用高壓加熱，壓成的物質，便是假象牙，又稱  
賽璐珞 (Celluloid)，可以製造用具和玩具。膠棉  
和纖維素的醋酸化合物，都能用為製造人造絲的  
材料。



圖六十四： 福建造紙廠

造紙 紙的原料，是木質纖維素。把原料切碎，和酸性亞硫酸鈣(Calcium bisulfate,  $\text{Ca}[\text{HSO}_4]_2$ )或氫氧化鈉共煮，使木質中的膠狀物溶去，洗滌乾淨後，漂白，便成紙漿(Pulp)；和以膠，調成糊狀，使均勻流布在金屬細眼網上，用機壓平，烘乾，便成紙。爲着使紙面加光的緣故，要用白磁土、澱粉做充填料；爲着要着色，有時也加點染料。

## 本 章 提 要

- (1) 醣類——分子組成有  $\text{C}_m\text{H}_{2n}\text{O}_n$  通式的一類有機化合物。大別分爲糖、澱粉、纖維素三類。
- (2) 蔗糖。
  - (A) 原料——甘蔗和甜菜。
  - (B) 性質——甜味無色的結晶，和酸共煮，便成葡萄糖和果糖。
- (3) 同質異體——分子式相同，而物質不同的化合物。
- (4) 澱粉——得自植物的種子和莖；和酸共熱，便成糊

精。

- (5) 纖維素——構成各種植物細胞膜的物質。
- (6) 絲光棉紗和人造絲——都是纖維素，用化學方法處理，變易性能的產物。
- (7) 硝化纖維——纖維素和硝酸作用的產物，是火藥、膠棉、賽璐珞的原料。
- (8) 造紙——木質纖維素經化學法處理的產物。

## 問 題

1. 何以蒸發蔗糖，要在低壓時施行？
2. 自藕切製藕粉，薯切製薯粉的時候，何以要用冷水，不用熱水？
3. 一種糖類含碳 42.1%，試測定其最簡單的經驗式。
4. 試列自番薯製造葡萄糖的方法。

## 第二十七章 醇 酸 酯 醛 藥用化學

乙醇 將酒蒸餾，便得一種氣味芳香的液體，很容易揮發，這便是酒精；牠的化學學名叫做乙醇 (Ethyl alcohol,  $C_2H_5OH$ )。乙醇是一切酒類的主要成分。把蔗糖溶解在水裏，加入酵母 (Yeast)



(圖六十五)，置在空氣溫暖的地方，不多幾天，就見陸續有二氧化碳發出；最後蔗糖便變成酒精，可以蒸餾出來。酵母所以能夠把蔗糖變成酒精的緣故，是因為牠裏頭帶有一種酵質 (Enzyme)，叫做醇酵質 (Zymase)。醇酵質在這裏不過是一種催化劑，不是牠直接和蔗糖有化學作用。像這樣用酵素的催化作用，特稱為發酵 (Fermentation)。廣義地說起來，凡是以微生物或牠們所泌出的酵素，做媒介的化學作用或變化，都叫做發酵。工業上製造酒精，不用蔗糖，常用價格較廉的玉蜀黍、甘薯和糖蜜，所以每個

製糖廠都附有酒精廠。我國酒精廠以上海實業部設立的中國酒精廠最大，其餘廣州和柳州糖廠，也有附設釀造酒精廠。產出的二氧化碳，可以收集起來，壓做乾冰。

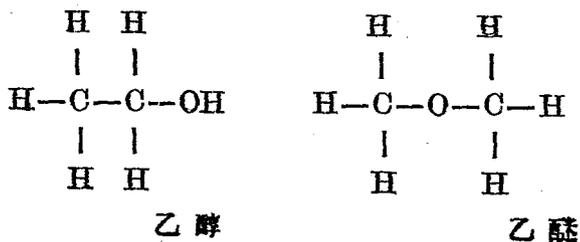
我國飲用酒的原料，大半是用米和以酒藥和麴發酵而成；有時釀好之後，再加蒸餾。前者如紹興酒，後者如高粱酒。

酒精是無色的液體，密度 0.82，沸點  $98^{\circ}\text{C}$ ，能夠和任何分量的水摻和。酒精很容易着火，燃燒的時候，不會生煙，所以是實驗室良好的燃料。酒精可以代替汽油；並且是重要的溶劑，許多物質如油漆、藥品，都能夠溶解在酒精裏。無水的酒精，叫做絕對酒精 (Absolute alcohol)；是製造香水必需的原料。

還有一種和乙醇相似的醇，叫做甲醇 (Methyl alcohol,  $\text{CH}_3\text{OH}$ )。牠是木材乾餾的產物，所以有時叫做木醇，是無色的液體，有特殊的嗅。不供飲用的酒精裏，摻有一點甲醇；因為甲醇是有

毒的，這樣的酒精，叫做變性酒精 (Denatured alcohol)。

構造式 我們已經知道一個乙醇的分子，是由二個碳原子，六個氫原子和一個氧原子組合而成，所以牠的經驗式是  $C_2H_6O$ 。可是在有機化學中，乙醇的分子式，單這樣寫，並不覺得完全。因為下文我們要念到的乙醚，牠的經驗式就完全和乙醇一樣；但是牠們確是完全不同的兩種化合物。所以化學家就採取另外一種圖解法，來表示牠們的不同。因為我們把金屬鈉放進乙醇裏，我們覺得有氣泡產生；而放在乙醚裏，就不覺得有反應。由此證明，乙醇的分子中，必定含氫氧基（—OH）。因是，我們可以用圖解把乙醇和乙醚不同的地方，表明出來：

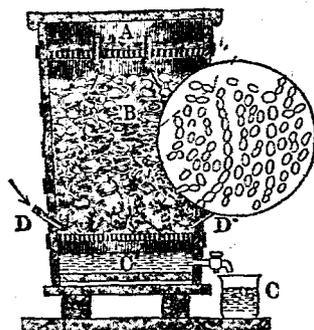


這裏一個線，代表一個價。用這種方法圖解出化合物構造的公式，叫做構造式 (Structural formula)。構造式在有機化學的說明裏，是極有用的工具。

乙醇和甲醇的分子構造裏，都含有羥基 ( $-OH$ )。除乙醇外，尚有其他含有一OH基的有機化合物。這一類化合物，我們特稱做醇類 (Alcohols)。

乙酸 把酒放在空氣中，經過相當時間以後，常會變酸。原來就是因為醋酸菌的作用，從空氣取得氧，把乙醇氧化，變成醋酸。牠的學名叫做乙酸 (Acetic acid,  $CH_3COOH$ )。牠是醋的主要成分，我們中國鎮江產的滴醋，是很有名的 (圖六十六)。

乙酸是有機酸類的代表，牠分子裏的特殊構造



圖六十六：醋的製造 醱酵母 (千倍) A酒槽 (在細孔之網上) B鉤層 C滴酸 D空氣入口

，是有羧基 ( $-\text{COOH}$ )。凡是含有一個以上羧基的有機化合物，我們都稱牠做酸類。

酯 我們把無機酸和鹼合併起來，就得到鹽；要是把有機酸類和醇類合併起來，就成酯類 (Esters)。那麼可見酯是酸和醇的中和產物。最普通的酯類，就是乙酸乙醇 (Ethyl acetate,  $\text{CH}_3\text{CO}-\text{OC}_2\text{H}_5$ )。把硫酸加進乙酸和乙醇的混合液，就可以製備乙酸乙酯。不過，這種反應是可逆的；所以要用蒸餾法把牠餾出來。

酯類普通都具有特殊的香味，有的像芭蕉，有的像梨，故可以摻和做成果子露或香露。

甲醛 把甲醇氧化，就生成一種新物質叫做甲醛 (Formaldehyde)。牠的構造式是  $\text{HCHO}$ ：

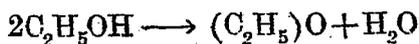


甲醛是醛類 (Aldehydes) 的代表，凡是醛類都含有醛基 ( $-\text{CHO}$ )。甲醛是一種具有刺激味的氣體，牠的水溶液甲醛液，就是市售的福麻林 (Formalin)，是一種極好的消毒劑。

甲醛和自焦煤油膏析出的酚（石碳酸）混合起來，就是成爲現在家傳戶曉的電木（Bakelite）。電木的用途極大，可以製造極多的器具；而且是絕緣的，不會導電，所以在工業上稱爲近世的鋼鐵。

藥用化學 化學和醫藥有密切的關係。沒有化學，近世新的醫藥就不會有這樣驚人的發展。我們在這裏，就先說一點關於麻醉劑和國藥的主要成分——生物鹼。

醚 把濃硫酸和乙醇的混合液加熱到百分度140°的時候，就會餾出一種容易揮發的無色液體，這便是二乙醚（Diethyl ether,  $C_2H_5OC_2H_5$ ），簡稱乙醚（Ether）：



乙醚很容易着火，所以不可近火。在醫藥上，乙醚是一種麻醉劑。多數的有機化合物，在乙醚中的溶解度，都比在水中的溶解度大，所以乙醚常用做抽取溶劑（Extracting solvent）。就是從水溶

液中抽取有機物，在工業上牠的用途更大。

三氯甲烷 既然說到麻醉劑，那我們不可不說到三氯甲烷 (Chloroform,  $\text{CHCl}_3$ )，牠就是甲烷中三個原子的氫，被氯置換的產物。是無色有香的液體，也可以用做麻醉劑。

生物鹼類 還有一大類的有機物，同我們身體和日常生活很有關係的，就是生物鹼類 (Alkaloids)。這是一類含氮的有機物，完全是從動植體內分離出來。像由菸草分離出來的菸鹼 (Nicotine,  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2$ )，罌粟分離出來的嗎啡鹼 (Morphine,  $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_3$ )，都是劇毒的物質，飲入幾滴，便可以致死。可是，假如處理適宜，却可以用作鎮痛劑和催眠劑；像由咖啡和茶葉裏找出來的茶素 (Caffeine 或 Theine,  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$ )，就有興奮的作用。生物鹼是國藥的主要成分，經過科學家證明，我們已能從國藥裏找出許多生物鹼來，並且證明治病極為有效，像市售強心臟的麻黃素，便是從麻黃析出來的生物鹼。

## 本章提要

(1) 乙醇——就是酒精，是酒的主要成分。工業上用酵母使醱類發酵，製成。是無色的液，容易着火，用於化粧品和各種工業。

(A) 發酵——以微生物或牠的酵素作催化劑的化學變化。

(2) 甲醇——木材乾餾的產物。

(3) 構造式——用圖解法表示化合物分子結構的公式。

(4) 醇類的分子構造裏，特含有羥基。

(5) 乙酸——就是乙醇變成的醋酸，是醋的主要成分。

(6) 酸類的分子構造裏，特含有羧基。

(7) 酯——酸類和醇類的中和產物。

(8) 甲醛——甲醇氧化的產物，消毒劑和電木的原料。

(9) 醛類的分子構造裏，特含有醛基。

(10) 藥用化學：

(A) 醚——從濃硫酸和乙醇製成，是重要的有機溶劑和麻醉劑。

( B ) 三氯甲烷——麻醉劑。

( C ) 生物鹼類——從動植體內分離出來複雜的含氮有機物。如自菸草分離的菸鹼，很多種是國藥重要的成分。

## 問 題

1. 試書出酒精燃燒時候變化的方程式。
2. 如何測出酒精發酵時候有二氧化碳發生？
3. 81克酒精燃燒後，能產生：(1)多少容積的二氧化碳？  
(2)多少重量的水？
4. 試舉出你所知道的三種殺菌劑。
5. 製造乙醚的時候，何以要用濃硫酸？

## 第二十八章 油脂

**油和脂肪** 油(Oil)和脂(Fat)雖然是有不同；可是牠們的成分，却沒有什麼大不同的地方。不過平常在常溫是液態的，叫做油；固態的，叫做脂。油脂存在的地方，以動物體組織和植物種子為最多；前者好像豬油，後者好像桐油。油脂在日常生活和一切工業上，都很重要；我們現在就說幾種常見的油脂。

**茶油** 茶油是從茶樹種子壓榨而得的油，色黃綠，可充食用，藥用；老舊的化粧品塗頭油，大部份就是茶油做成的。

**花生油** 落花生榨得的油，品質比茶油還要好。榨出的油，上等的，可供食用；次些的，也可以供燃料或製肥皂。

**桐油** 桐油是我國的特產，四川、貴州、湖南、湖北、福建，都有出產。最近實業部尚有聯合五省設立煉油廠的計劃。桐油是由特種油桐樹

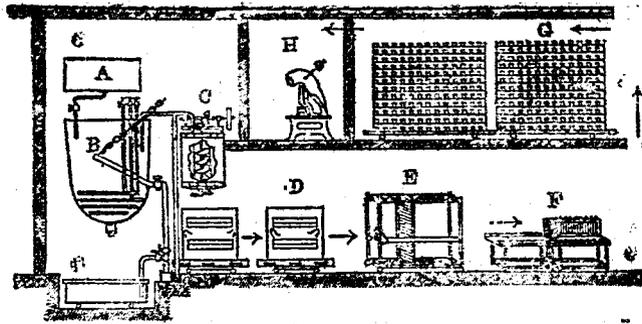
的果實榨出。桐油的用途極多，在油漆工業中，尤覺得有用。

乾性油和不乾性油 像桐油一種的油，塗在器物上面，在空氣中能夠慢慢乾涸的叫做乾性油 (Drying oil)；反之，像花生油，在空氣中不會乾涸的，就叫做不乾性油 (Non-drying oil)。

魚肝油 魚肝油是從各種魚肝榨出的油。最普通的來源，就是鱈類和鮫類。上等的魚肝油供藥用，原因是因為牠們含有不少的維生素甲和丁；劣等的在製革工業上也有相當用途。我們中國的魚肝油原料不多，福建產的鱸魚，可算是有希望的來源。

油脂的組成 我們在前章裏已經說到乙酸，不過我們要知道，乙酸裏所含的碳原子只有兩個；牠不過是有機酸類的代表，順着乙酸上去還有不少的有機酸。牠分子裏所含有的碳原子就不止二個，有的十六、十八個也不一定。所以把這一類的酸類，特稱做脂肪酸類 (Fatty acids)，原因





圖六十七：肥皂製造的程序圖解 A苛性鈉液槽 B肥皂鍋  
C香料調和機 D壓肥皂之框 E切肥皂為扁形之機 F切  
肥皂為棒狀之機 G乾燥室 H壓型機

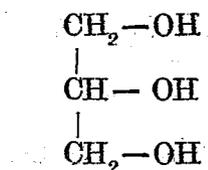
濃厚的食鹽溶液，使肥皂分出。於必要時，視皂的種類加入各種香料、藥品、顏色後，壓成各種適當的形式。

肥皂洗滌的功用，是屬於物理性的功用。大致因肥皂溶解在水中的時候，行加水分解，因而有鹼質游離，使污垢變為乳狀物，因而漸漸浮懸、或溶解在水中。肥皂在硬水裏，因為生成脂肪酸的鈣鹽和鎂鹽沉澱，就不會生泡沫；所以硬水不適洗滌。

甘油 甘油是製皂的副產物。牠是稠黏無色的液體，有甜味。在空氣中能夠吸收濕氣，所以

可用來敷塗破裂的皮膚。在製造化粧品、藥物和炸藥時，甘油都有相當用處。

甘油，也是一種醇類，不過牠含有三個羥基（—O—H）。牠的構造是：



硝化甘油 把甘油加入於濃硫酸和濃硝酸的化合物中，便產生作用生成一種較重的油狀液，叫做硝化甘油（Nitro-glycerine,  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_2)_3$ ）。硝化甘油受熱或打擊的時候，便發生猛烈爆炸。所以用作爆炸藥的時候，常用硅藻土或木炭屑吸收，以便攜帶。

蠟燭 把過熱水汽通入脂肪像牛、羊脂裏，把分離出來的液態脂肪酸壓除；剩下的固形脂肪酸，便可以壓成點燃用的蠟燭。

## 本 章 提 要

- ( 1 ) 常溫時，液態的稱爲油，固態的稱爲脂肪。
- ( 2 ) 茶油 —— 茶樹種子榨的油，藥用和化粧品用。
- ( 3 ) 花生油 —— 落花生榨的油，供肥皂燃料用。
- ( 4 ) 桐油 —— 中國特產從油桐果實榨得，油漆工業用。
- ( 5 ) 乾性油會在空氣慢慢乾涸，不乾性油就不會。
- ( 6 ) 魚肝油 —— 魚肝榨得，富含維生素甲和丁。
- ( 7 ) 油脂的組成 —— 多醣脂肪酸和甘油化合成的脂類。
- ( 8 ) 肥皂：
  - 定義 —— 脂肪酸類的鈉鹽。
  - 工業製法 —— 把脂肪或油鹼化。
  - 功用 —— 洗濯，牠的機能是物理的。
- ( 9 ) 甘油 —— 製皂的副產物，藥用和炸藥用。
  - ( A ) 硝化甘油 —— 把甘油加入於濃硝酸和濃硫酸的混合物裏，製備。
- ( 10 ) 蠟燭 —— 固形脂肪酸壓成的，燃點用。

## 問 題

- 1 要製備一百克的甘油需要多少硬脂酸甘油酯。

2. 製備一千公斤肥皂要用多少公斤氫氧化鈉？假如我們所用的氫氧化鈉是75%純淨，每百公斤值十元的話，耗費若干？
3. 何以我們不用氫氧化鉀或氫氧化鈣製造肥皂？
4. 除開上列數種油脂以外，試舉出三種常見的油脂。

## 第二十九章 蛋白質 動物纖維 染色術

蛋白質 蛋白質 (Protein) 是構成生物活細胞的主要有機物質，動物體的組成，蛋白質更佔重要的地位。蛋白質的構造極為複雜，分子量也異常大，達數萬以上。牠的組成，大概是碳、氫、氧、氮、硫；有時也含有微量的磷。牠的形狀沒有一定。加熱和化合物，多數都可以使牠凝結或沉澱；我們煮雞蛋白的時候，就有這種經驗。

卵蛋白質 在鷄鴨和其他鳥類的蛋白中，可以找到卵蛋白質 (Egg albumin)，是可溶性的；不過加熱就會凝固。

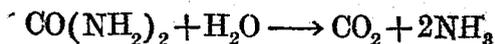
乾酪素 乾酪素 (Casein) 是哺乳動物乳中含磷的蛋白質，加熱不變，加酸就會凝結。乾酪素和甲醛反應的產物，可以製造許多用具和極堅牢的聯接劑，髹漆在紙和木材上面，更有不透水性。

豆素 豆素 (Legumin) 是大豆的主要蛋白質

，牠的性質和乾酪素相似。把鹽滷加入豆漿中，便會使豆素凝固成爲豆腐。豆腐是極滋補的，稱爲“無骨之肉”。豆漿的滋補，和牛乳並不相上下，可是價格則廉賤得多。

麩質 把小粉放在布袋裏，放在水中揉捻，將澱粉洗出，所得黏塊的膠狀物，便叫做麩質 (Gluten) 名麵筋。把麵筋和鹽酸共煮，麩質就加水分解；加入碳酸鈉，把分解生成的穀氨基酸變成鈉鹽，便是市售的味精。我們中國最大的味精廠，便是上海的天廚廠。

脲 蛋白質在動物體內，經過種種的生理變化，便分解成脲 (Urea,  $\text{CO}[\text{NH}_2]_2$ )；牠是無色的結晶。脲受土壤中細菌的媒介作用，便加水分解成氨：



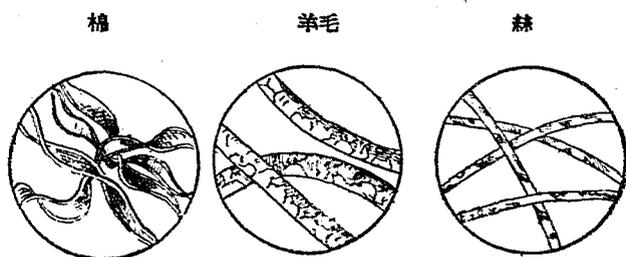
生成的氨，便可用爲肥料。

絲和羊毛 羊毛和絲都是蛋白質組成的物質；牠們的化學性質，很相似。根本的不同，還是

在乎機械的構造。那就是說，纖維的構造。這些物質燃燒的時候，產生惡臭，而且灰是捲縮起來的。放在稀硝酸中，不會溶解；而羊毛的抵抗力更大。不過在熱鹼中，就溶解得很快。絲和羊毛傳熱力都小。

絲更有特別的光澤，而且纖維很有彈性，不會屈折起來。中國本來是世界上產絲重要的國家，不過爲着歷年不事改良，出品的品質，一天天似地壞下來，出口已大不如前。

絲和羊毛是含氮的纖維素，普通叫做動物性纖維；以別於植物性纖維，像棉、麻的纖維（圖六十八）。



圖六十八。動物纖維和植物纖維素的比較

染色術 一切動植物纖維大半都是無色的，

爲着要使纖維着色，就得應用各種染料 (Dyes)。研究怎樣染色的學問，叫做染色術。

一切染料多半都是自焦煤油膏製備的複雜有機化合物。牠們的分子構造極複雜，我們現在單舉兩個例證來說：

藍靛 第一個染料要說到的，就是藍靛 (Indigo)。藍靛往昔是從蓼藍葉浸出的，經過有名的德國化學家拜耳 (Baeyer) (圖六十九) 的研究，我們已經能夠用人工方法製藍靛。藍靛是藍色粉末，是不能溶解的；用還原劑，可以把牠變成可溶解的靛白 (Indigo white)。把布片浸漬在靛白溶液中，取出放置空氣中，使牠氧化；便復成藍色的不溶解性藍靛。這種染法，叫做靛



圖六十九：拜耳 (Adolf von Baeyer) 遺像

染法 (Vat-dyeing)；是染棉布的普通方法。多數染料如苦味酸 (Picric acid)，能直接溶解在水裏染色，這種方法，叫做直接染法 (Direct dyeing)；絲和羊毛多半用這種染法。

**茜素染料** 多數染料不能和纖維直接結合，要先把纖維浸漬在其他化合物溶液後，使染料在纖維上，與該項化合物結合成爲不溶性物質，間接黏着在纖維上，以免褪色。這種染法，叫做媒染法 (Mordant dyeing)。這些化合物叫做媒染劑 (Mordants)，而這些染料便稱做媒染料 (Mordant dyes)。茜素染料 (Alizarin) 便是這種媒染料。往昔是從一種植物茜草的根取得，現在已能自焦煤油膏用人工製造。茜素染料，是美麗紅色的結晶；不溶於水，可以用氫氧化鐵、氫氧化鋁、鞣質 (Tannin) 做媒染劑。不過所用的媒染劑不同，茜素染料的顏色，也隨着而變。

## 本 章 提 要

- (1) 蛋白質——構成生物活細胞的重要含氮複雜有機物  
；例如雞蛋的卵蛋白質、乾酪素、豆素。
- (2) 麩質就是麵筋，是味精的原料。
- (3) 脲——蛋白質在動物體內分解的產物。
- (4) 動物性纖維——含氮的纖維素，例如絲和羊毛。
- (5) 染色術——用染料使纖維着色的方法；有甕染法，  
直接染法和媒染法種種。

## 問 題

1. 我們用什麼方法鑑別絲和棉紗？
2. 爲什麼絲和羊毛燃燒的時候會發臭味？
3. 把石膏加入豆漿裏會使牠凝成豆腐，是什麼緣故？
4. 爲什麼絲和羊毛比夏布禦寒的力量大？

### 第三十章 人類的營養

我們爲什麼需要營養 我們從出生到死亡，無論在動或是在靜的時候；多少總要消耗能力。爲着要使生理作用繼續進行，我們就不得不需要些供給能力的來源，這些能力的來源，就是食物。食物對於人體的作用，有兩方面：第一、供給能力，那就是食物氧化時候所發的力量，可以保持體溫和供給運動的能力。第二、就是促進身體發育和生長。

營養素 凡能保持生活促進發育的物質，都是總稱爲營養素。人體所需的營養素，大別起來有七種，那就是水、空氣、脂肪、蛋白質、醣、無機鹽類和維生素。

除開空氣和水以外，其餘五種，都是從食物攝取的。脂肪裏所含的碳素最高，所以氧化的時候，能夠發出多量的熱，是保持體溫和供需食物不足時的能力來源。所以多食脂肪，便會胖；反

之，在患病或是過勞的時候，因為攝取食物不夠支配，所以貯存體內的脂肪，便漸漸消耗，以補不足。脂肪多半是存在各種動植物油脂中。

蛋白質的功用，有補充廢物質和建造新物質二種；所以蛋白質是生長必需的要素。人類在生長期裏，尤應當多食蛋白質。動物性的食物，蛋白質普通都很多；植物性的，除大豆以外，就比較少。

醣的功用和脂肪相似，中國人膳食中穀類佔十之八，所以發熱——保持體溫——的資源，多半是取給於穀類。

我們平常膳食裏，除開食鹽（氯化鈉）以外，很少直接吃入無機鹽類；所以日常需要的無機鹽類，多半是取給於其他食物。食物完全燃燒後，所餘的灰，便是種種的無機鹽類；這些鹽類，大半是硫酸、磷酸、碳酸、鹽酸，與鈉、鉀、鈣、鎂，和鐵的化合物。其他像矽、碘、氟、錳等，雖然也極需要，可是為量不多。在中國人膳食

中，有缺乏鈣和磷的危險。原因大概是因爲中國人少吃牛乳的緣故。不過豆類食物含有不少的磷和鈣。

維生素 (Vitamin) 在食物中的成分，雖然很微少，可是牠們功用却極大。經已確定的維生素有六種，有二三種經已稍爲確定牠的構造式；不過都是很複雜的有機化合物。我們現在就簡單地，把牠們的效用，和中國人膳食中是否缺乏某項維生素來討論。

維生素甲 (Vitamin-A) 在膳食中，假如缺乏牠，經久必有顯著的病象發生；那就是結合膜發炎。假如不早療治，就有失明的危險。所以維生素甲，也叫做抗結合膜炎維生素 (Anti-xenophthalmic vitamin)。抑且維生素甲缺乏的時候，也可以使我們易於感受傳染病，就是有易受病原菌侵襲的危險。魚肝油最富維生素甲；牛乳、動物肝和種切的綠色植物，也含有相當分量。中國人爲着貧窮的緣故，食物中頗有缺乏維生素甲的危

險。

維生素乙 (Vitamin-B) 缺乏的時候，最顯著的症狀，便是腳氣病；所以又叫做抗腳氣病維生素 (Antineuritic vitamin)：穀的外皮，含有不少維生素乙，可是一般都愛吃白米，而把糠皮喂獸，以致腳氣病在中國就很流行起來。雞蛋裏也含有相當的分量。



圖七十： 維生素乙的營養價值 同母同時產的二個紅眼鼠  
左： 食含有維生素乙的食物——體重130克  
右： 食缺乏維生素乙的食物——體重48克

維生素丙 (Vitamin-C) 缺乏的時候，便會產生皮下出血，腸胃生瘡，骨節脆薄，牙床不固的血疽病 (Scurvy)；所以也稱為抗血疽維生素。各種果實都富含維生素丙，柑桔裏尤多；豆芽、豌豆

豆裏也不少。中國人食物裏維生素丙，尙不覺得缺乏。

維生素丁 (Vitamin-D) 缺乏的時候，假如磷和鈣的供需再不均衡，就會使我們骨骼的發育大不完全，而發生佝僂病 (Rachitis)。小孩在發育的時候，更加需要。魚肝油裏維生素丁的含量最多，蔬菜裏普通都很少。太陽光的曬照，也可以幫助體內創造維生素丁。所以鄉村的居民，倒比城市的供給充足。

甲、乙、丙、丁四種是主要的維生素；其餘維生素戊 (Vitamin-E) 缺乏，會使生殖器官發育不健全。維生素庚 (Vitamin-G) 缺乏，會產生癩皮病 (Pellegra)。不過我們不當相信維生素僅有六種，科學一天天似地進步起來，尙有許多正待發表的新發見。

膳食的經濟 食物的滋補與否，並不是依着牠們的價格來斷定。中國人視爲珍饈的魚翅，就絲毫沒有營養的價值。反之，幾分錢可購一斤的

黃豆，却有很大的營養價值。花生油的功用，同豬油是一樣的；豆漿的營養價值，却也不比牛乳低；白米的價值，反不如糙米；粗鹽含碘的分量，反比精鹽高；可是牠們間比較的價格，却是懸殊。

在這兒，我們附錄一些普通食物的成分，和幾種富含維生素的食物。

諸位，在你們詳細念過前面三十章的化學以後，現在能否屬信：

“化學是研究一切物質構成和變化的科學”。不過要知道，展開在我們面前的，尚有許多未開關的新園地；同時我們還有許多已知而未說過的學識。

## 本 章 提 要

- (1) 食物有供給能，促進生長的能力。
- (2) 營養的種類和功用——水、空氣、脂肪、蛋白質、  
糖、無機鹽和維生素。

( A ) 脂肪——保持體溫，供需食物不足時的能力來源。

( B ) 蛋白質——補充廢物質建造新物質。

( C ) 醣類——中國人食物的主要部份，為保持體溫。

( D ) 無機鹽類——食物燃燒後所餘的灰。

( E ) 維生素：

( a ) 維生素甲——抗結合膜炎。

( b ) 維生素乙——抗腳氣病。

( c ) 維生素丙——抗血疽病。

( d ) 維生素丁——抗佝僂病。

( e ) 維生素戊——抗不育症。

( f ) 維生素庚——抗癩皮病。

( 3 ) 食物的經濟——食物的滋補與否，並不隨着價格轉移。

( 4 ) 化學的定義——化學是研究一切物質構成和變化的科學。

## 問 題

- 1 某人一天吃整稻米500克，豆腐100克，醬油12克，落花生25克，菠菜50克，試計算這個人自食物得到的發熱有多少？
2. 吃白米有何害處？

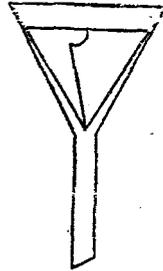
# 實驗教程

## 第八實驗 淨水法——過濾和澄清

儀器 漏斗 燒杯 鐵圈 鐵架 乳钵和杵 試管

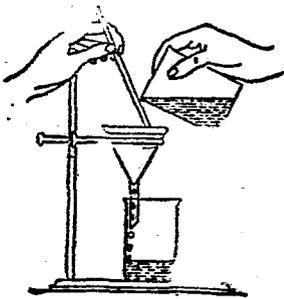
藥品和材料 濾紙 泥土 明礬

方法 (1) 過濾法 把一張濾紙對折成半圓形，再折成四分圓，但是第三四兩個四分圓，應該比一二小些；把第三四兩個四分圓的上角，撕去一點。最後把濾紙擴張成圓錐形放在漏斗裏。注一點水，用指壓濾紙務使漏斗和濾紙的中間沒有氣泡存在(圖一)。



在一個燒杯中放一點水，捻一撮泥土放

入，用玻棒攪拌。把貼有濾紙的漏斗，放在支於鐵架上的鐵圈裏，在漏斗下承一試管，把泥土水依圖二方法傾在濾紙上面。



圖二：過濾法

(2) 澄清法 在25立方公分的水中，混和一點泥土，攪和。把泥漿均勻放在兩個試管裏。另外在一個試管裏，放一點明礬，用水溶解。在上列的一個試管裏，加入一

立方公分的明礬溶液，比較兩個試管裏變成澄清的程度，或是經過的時間。

## 第九實驗 溶液

儀器 試管 試管架 研鉢和杵 刻度量管 酒精燈 燒杯

藥品和材料 硫酸銅結晶 重鉻酸鉀 食鹽 氯酸鉀 高錳酸鉀

### 方法 (1) 形響溶解速度的研究

(A) 在二個試管中，各傾入 10 立方公分水。各投入大小相似的高錳酸鉀一顆。把一個試管，用手指接着管口，劇烈振盪，另一試管則插在試管架上。卅分鐘後，考察這兩個試管裏的東西有什麼不同？

(B) 把 2 克研磨的重鉻酸鉀，放在盛有 10 立方公分水的試管裏，劇烈振盪。會不會完全溶解？加熱至完全溶解，放冷。為什麼又有結晶析出？

(C) 在兩個試管裏各貯 10 立方公分的水，在一個試管裏，投入一塊(約 2 克)的硫酸銅結晶。在另一個試管裏投入同大小硫酸銅結晶研碎的粉末。比較牠們溶解的速率。

(2) 溶解度的測定 在兩個試管裏，分別投入 3 克的氯酸鉀和食鹽，加水 2 立方公分。假如不會溶解的話，再每次加入 1 立方公分，直到完全溶解。從加入水的分量計算食鹽和氯

酸鉀的溶解度。

## 第十實驗 酸鹼的性質

儀器 試管 玻璃棒 燒杯

藥品和材料 石蕊試紙 甲基橙指示劑 酚酞指示劑 大理石

石 鋅粒 稀氫氧化鈉溶液 稀氫氧化銨溶液 醋酸 稀鹽酸

方法 (1) 酸的性質：

(A) 把1立方公分的稀鹽酸稀釋到10立方公分；分貯三個試管，施行下列各個試驗：

(a) 用玻璃棒蘸淡酸放在舌頭上試試。

(b) 用玻璃棒蘸酸一滴點在藍石蕊紙上。看有什麼變化？

(c) 在一個試管裏加入二滴酚酞指示劑。

(d) 在一個試管裏加入二滴甲基橙指示劑。

(B) 在稀鹽酸裏投入一小塊鋅粒，拿一根着火的火柴近試管口。用同樣方法以大理石代鋅粒。

(C) 用醋酸代(A)(B)兩項所用的鹽酸，施行上列許多試驗。

(2) 鹼的性質：

(A) 用氫氧化鈉代鹽酸施行(1)組(A)(B)兩項許多實驗。

(B) 用氫氧化鈹代氫氧化鈉施行各項試驗。

(8) 把試驗的結果，列成一個表來比較。

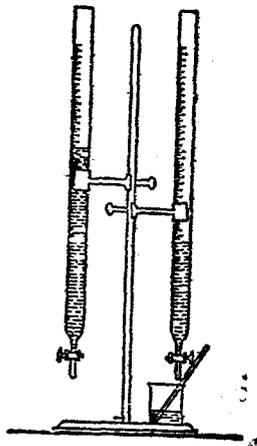
## 第十一實驗 中和作用和鹽的製成

儀器 滴定管 滴定管夾 燒杯 玻棒 酒精燈 鐵架 鐵圈 鐵絲網 蒸發皿

藥品和材料 氫氧化鈉溶液 (6N.) 稀鹽酸 (6N.) 酚酞指示劑

方法 (1) 中和滴定 把氫氧化鈉溶液和稀鹽酸各貯一個滴定管裏。用目和液面平行讀得管中液面所到的度數(容量)。

在一個燒杯裏，自甲管裏取出鹽酸 20 立方公分，加入二滴酚酞指示劑，從乙管加入氫氧化鈉。(每次加入 5 立方公分，加入 15 立方公分後每次加入 1 立方公分；加入到約 18 立方公分後，只可逐滴加入。)(圖三)。直到鹼液一滴加入溶液沒有顏色，再加入一滴即會着色為止。每次加入，應時常振盪。自加入氫氧化鈉溶液的分量，計算每中和 1 立方公分的鹽酸，需要多少氫氧化鈉溶液。



圖三：滴定法

(2) 鹽的製成 把中和所得的溶液，放在蒸發皿裏，用

酒精燈在鐵絲網上蒸發至乾，稱得所析出結晶的重量，試把一點結晶放在舌尖嘗一嘗。

## 第十二實驗 食物的成分——澱粉和糖類

儀器 試管 刻度量管 酒精燈 玻棒

藥品和材料 葡萄糖 蔗糖 斐林氏溶液 澱粉 碘酞

濃鹽酸

方法 (1) 糖類 在一個試管裏，放入少許葡萄糖加入 5 立方公分水，振盪。加入 5 立方公分的斐林氏溶液 (Fehling's solution 製法調和法依教師指導)。放在酒精燈上加熱至沸。有什麼變化產生？

用同樣方法試驗蔗糖(代替葡萄糖)。

在蔗糖溶液裏，加入濃鹽酸 5 滴，加熱後再用斐林氏溶液試驗。有什麼變化？這是什麼理由？

(2) 澱粉 把澱粉放在熱水裏煮，將生成的糊狀液，分貯三個試管裏，用下列方法依次實驗：

(A) 加入五立方公分的斐林氏溶液加熱；有沒有變化？

(B) 加入五滴濃鹽酸後加熱；再加入五立方公分的斐林氏溶液，加熱，有沒有變化？

(C) 加入二滴碘酞。有什麼變化？這種變化有什麼用處？

### 第十三實驗 食物的成分——蛋白質和油類

儀器 試管 酒精燈 燒杯 瓷蒸發皿 玻棒 鐵絲網 鐵架 鐵圈

藥品和材料 豬油 氫氧化鈉 乙醚 酒精 肥豬肉 雞蛋  
濾紙 落花生 肥皂

方法 (1) 油和脂肪的檢查 把一小塊肥豬肉放在試管裏，加入一點乙醚後劇烈振盪。把乙醚溶液數滴放在濾紙上。乙醚蒸發後，考查濾紙上有沒有剩餘的東西？

用同法試驗落花生(代替肥豬肉)。

在一個瓷蒸發皿上，放五克豬油，加入5立方公分的酒精和一克氫氧化鈉溶解在二立方公分水中的溶液。用酒精燈把這混合物加熱。在加熱的時候應常常攪拌；把混合物煮成糊狀。試驗用這樣方法製成的皂和市售肥皂是否一樣？(時間不敷的時候本段實驗可以取銷)

(2) 蛋白質 在一個試管中放一點雞蛋白，把試管放在溫水中加熱。有什麼變動？

在二個試管裏，各貯一些雞蛋白，分別滴入鹽酸、鞣酸。有什麼變動？

### 第十四實驗 纖維的鑑別法

儀器 試管 酒精燈

藥品和材料 棉布 羊毛線 絲 麻布 氫氧化鈉溶液

濃硝酸

方法 把棉布放在酒精燈焰中燃燒後取出，嗅其味道。用同樣方法試驗麻布、絲和羊毛。有什麼不同？

把羊毛、絲和棉布放在試管裏，加入濃硝酸浸漬牠。有什麼變化？

把羊毛、絲和棉布放在試管裏，加入氫氧化鈉溶液煮沸。有什麼變化？

## 第十五實驗 去漬法

儀器 試管

藥品和材料 肥皂 濾紙 骨礫 豬油 布片 藍墨水 汽油 草酸 稀薄氫氧化銨溶液 鹽酸 漂白粉

方法 (1) 肥皂的洗滌功用 把一點骨礫擦在濾紙上，用水沖洗，會不會褪除？再用肥皂洗滌，會不會脫除？

(2) 油污去漬法 在一塊布片上滴一點豬油。乾後，把汽油滴在油漬周圍成環形，油漬漸漸排除，環也漸漸縮小。

(3) 鐵銹去漬法 把稀鹽酸滴在鐵銹上，紅銹漸漸褪黃的時候，急速用水浸洗。最後用稀薄氫氧化銨溶液搽洗。

(4) 果汁去漬法 把一點漂白粉調和在加有三四成醋酸

水中。把這樣混合物捏和，貼在污點上。經過相當時間以後，  
用熱水洗滌。

中華民國三十五年十二月四版

新修正 初中化學（全二冊）

下冊售價國幣

外埠酌加郵運包裝費

編輯者

甘景  
倪松

鎬茂

校訂者

黃福

煦

發行人

陶百

川

印刷者

大東書局

局

發行所

大東書局

局

版權所有  
不准翻印

上海福州路三〇一號

上海福州路及文省市

