

初中理化課本

第二冊·嚴濟慈編著



生活·讀書·新知
三聯書店發行

25

基本

第3

0.35

元

初中理化課本

第二冊

嚴濟慈編著

生活·讀書·新知

三聯書店發行

版權所有 · ★ 不准翻印

初中理化課本 第二冊

編者
著者

出版期
基本定價

嚴

生活·讀書·新知三聯書店

北平：王府井大街86號

上海·天津
長沙·西安

開封·濟南
瀋陽·大連

哈爾濱·香港

三 元 五 角
一九四九年九月初版

濟

慈

第二十一章 食鹽	1
食鹽的來源 食鹽的精製 食鹽的組成 食鹽的用途	
第二十二章 鹽酸	4
氯化氫 鹽酸 酸和酸性反應	
第二十三章 氯和鹵素	7
氯的製法 氯的性質 氯的漂白作用 漂白粉 鹵素	
第二十四章 硫磺	13
硫的產狀 硫的同素異形體 硫的用途 二氧化硫和亞硫酸	
硫化氫 二硫化碳 臭氧和過氧化氫	
第二十五章 硫酸	19
三氧化硫 硫酸的製法 硫酸的性質和用途 硫酸鹽	
第二十六章 銨	24
氨 氨的製法 氨的性質和用途 銨鹽	
第二十七章 硝酸	28
硝酸的製法 硝酸的性質和用途 硝酸鹽 火藥 空氣中氮 的利用	
第二十八章 燃料	34

木炭 煤 焦炭 石油 火焰

第二十九章 碳.....40

碳的同素異形體 金剛石 石墨 無定形碳 二氧化碳 碳
酸鹽 一氧化碳

第三十章 磷和砷.....47

磷 火柴 磷酸和磷酸鈣 砷和砒霜

第三十一章 矽和礬.....51

矽土 碳化矽 矽酸和矽酸鹽 陶器和瓷器 玻璃 水泥
礬砂和礬酸

第三十二章 土壤和肥料.....57

土壤 肥料 人造肥料 天然肥料 肥料應與土壤和農作物
配合

第三十三章 簡單的碳氫化合物.....62

有機化合物和無機化合物 沼氣 電石氣 苯 洋樟腦 橡
膠質

第三十四章 醴類.....65

醴類 葡萄糖和蔗糖 澱粉 纖維素 紙

第三十五章 酒醋醬.....70

酒和酒精 醋和有機酸 醬和醬油 味精

第三十六章 脂肪油類和肥皂.....74

酯 肥皂 甘油

第三十七章 食物和營養.....77

食物的功用 營養素 礦物質 維生素 食物的營養價值

普通食品的成分

第三十八章 衣料和纖維.....85

衣的原料 植物纖維 動物纖維 人造絲 漂白和染色

第二十一章 食 鹽

§105. 食鹽的來源 食鹽爲我們每日必需的調味品。它在自然界中，分佈極廣。因來源的不同，可分爲海鹽、岩鹽、池鹽、井鹽等四種。我國四川雲南有鹽井；山西陝西甘肅新疆有鹽池；沿海江蘇浙江河北山東廣東福建各省則盛產海鹽；岩鹽以德國爲最著名，但是我國山西四川等省，也有出產。

岩鹽可依採礦方法，從地中採掘而得。普通固體鹽層少見，大多溶解於地下水而成鹽水。採取方法，掘井汲水，熬煎而得，因稱**井鹽**。間亦有自然湧出的鹽泉，四川自流井一帶，鹽礦常與石油及煤氣相伴而生，所以開井煮鹽，無須另找燃料，便利異常。

我國西北各地之鹽池，由土內的鹽分，溶於水中，聚滙而成。於每年春夏，靠風和日光的作用，使水盛行蒸發，結出鹽花。氣候特別乾燥的地方，有的鹽池已經乾涸，鹽質析出，露在地面，可以直接刮取。有的鹽水存於土中，可刮土淋煎。由這些方法得到的鹽，統稱**池鹽**。以山西的解池和陝西的蒲成爲最著名。

至於**海鹽**的製取，普通有煎法和晒法兩種。煎法於海濱布置鹽場，舖以細砂，導海水進去，利用日光和風的作用，使水

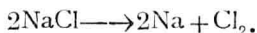
分蒸發，鹽即沉積於細砂中。再導海水進去，又讓它晒乾，待細砂所含鹽分，達到相當多的時候，取出細砂，澆淋少量的海水，把鹽分洗下，然後倒入鍋內，煎熬成鹽。晒法在氣候溫暖，日光強烈的地方，最為盛行。擇海濱鑿池，積貯海水，靠日光及風，逐漸蒸發，變成濃液，到了飽和程度，然後移注另一池內，讓鹽結晶而出。

§106. 食鹽的精製 由上節所述方法，粗製的食鹽中，常含有氯化鎂等雜質。此等雜質，帶有苦味，並易吸收空氣中的水分，而使鹽變潮濕。像氯化鎂這樣的固體物質，露置空氣中，容易吸收水分，逐漸溶解，甚至變成溶液的現象，叫做潮解。

將粗製的食鹽中的雜質，盡行除去，便得精鹽。我國製造精鹽規模最大的，是河北塘沽久大公司。

純粹的食鹽，是無色的立方形結晶，味鹹而不苦。在攝氏20度的水100分中，大約能溶解食鹽36分。

§107. 食鹽的組成 食鹽在高溫度時溶成液體，通以電流，陽極上發生黃綠色的氣體，叫做氯，俗稱綠氣。陰極上分出一種銀白色的輕金屬，叫做鈉。其化學方程式如下：



所以食鹽是氯和鈉組成的。它的化學名稱，叫氯化鈉。

我們知道把鈉和水接觸，就會發生輕氣 (§83)，並且這個

作用，很是劇烈(圖58)；又氯是一種很毒的氣體，綠氣炮是戰爭時候殺敵的利器(圖59)；而我們天天要吃的食鹽裏頭(圖60)，卻就含着氯和鈉這兩種東西；這又是化合物的性質，往往和它各成分的性質完全不同的一個實例。

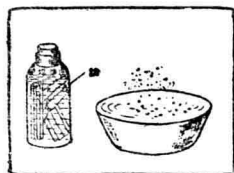


圖58. 鈉與水的作用



圖59. 綠氣戰爭



圖60. 食鹽是天天吃的調味品

§108. 食鹽的用途 食鹽為日常生活中必需的調味品。

醬和醬油，也是用食鹽和大豆製成的。鹽醃的蔬菜，魚肉等，可以經久不壞，是利用食鹽的防腐作用。

食鹽在工業上，用途更大。因為它是含氯的化合物中，產量最富，價值最廉的一種，所以大量採用食鹽，作製氯，鹽酸，漂白粉等的原料。食鹽又是價值最廉，產量最富的鈉的化合物，所以又為製氫氧化鈉，碳酸鈉，碳酸氫鈉，玻璃和肥皂等的原料。由此可見食鹽不僅在日常生活中，是一種不可缺少的東西，而且是極重要的化學工業原料品。

習 題

- (1) 試述海鹽的製法。
- (2) 食鹽的百分組成如何？(原子量 $\text{Cl}=35.5$, $\text{Na}=23$)
- (3) 精鹽何以不會潮解？

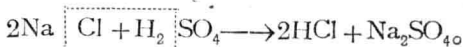
第二十二章 鹽 酸

§109. 氯化氫 注硫酸於食鹽中，發生一種無色的氣體，有刺激性極強的惡臭，叫做氯化氫。

實驗一 如圖 61，於燒瓶中置食鹽約 20 克，從漏斗慢慢注入濃硫酸，使生氯化氫，可用排氣法收集。如變化遲緩，可以微微加熱。

當氯化氫充滿集氣瓶中時，瓶口即生白霧。試以燃着的火柴插入，立見熄滅。

用食鹽和硫酸製取氯化氫的化學變化如下：



從製取的氯化氫，可知其為一種無色，而有刺激性甚臭的氣體。口、鼻、耳、目的黏膜，易被它侵蝕而受傷。不能燃燒，也不能幫助他物燃燒。比空氣重，所以可用排氣法收集；收集的時候，要讓瓶口向上。氯化氫極易溶解於水，在平常溫度時，一體積的水，可溶解氯化氫 450 體積，同時發放熱量。氯化氫在空氣中發生白霧，是和空氣中的水汽相遇，就溶解而成細滴的緣故

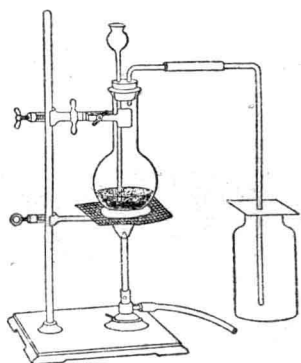


圖61. 食鹽和硫酸作用以製取氯化氫

實驗二 在乾燥的燒瓶中，滿裝氯化氫的氣體，瓶口配有二孔的橡皮塞一個。一孔中插一含水的滴管，另一孔中則插直長的細玻璃管。把燒瓶倒掛，使細玻璃管的一端，浸入盛水的盆中（圖62）。捏滴管的橡皮頭，把滴管內所含的水壓入燒瓶，燒瓶中的氯化氫，即大部分被壓入的水所溶解，因之盆中的水，急劇上升，從玻璃管的上端，噴出於燒瓶之內。

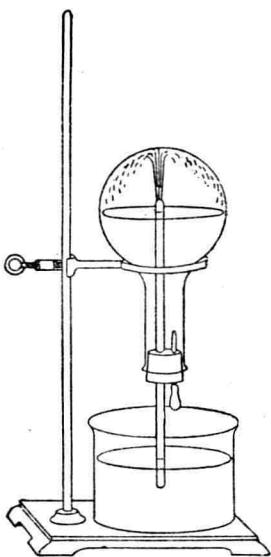


圖62. 氯化氫易溶於水

§110. **鹽酸** 將氯化氫溶解於水，所成的水溶液，叫做**鹽酸**，學名**氫氯酸**，它的性質，和乾燥的氯化氫不同。純鹽酸是無色的液體。工業上製造鹽酸，如用食鹽和濃硫酸為原料，發生氯化氫，溶解於水而製成的，常含雜質，並帶黃色。欲得純粹產品，尚須加以精製。近時有用氫和氯的單質，直接合成氯化氫，以製鹽酸的；這樣得到的鹽酸，非常純粹。我國台灣高雄碱廠，天津化學工業公司，天原電化廠等製造鹽酸，就是電解食鹽所生的氯，和氫直接化合，然後溶解於水而成。

就重量言，通常以含氯化氫 30% 以上的為**濃鹽酸**。最濃的鹽酸，約含氯化氫 42%。依照濃鹽酸的體積，滲進 3 至 4 倍的水，則得**稀鹽酸**。

鹽酸為極活潑的物質，許多金屬如鋅和鐵等，均易溶於鹽

酸，而放出氫氣，同時此等金屬即與鹽酸中之氯化合而成氯化物。食鹽即為最重要的氯化物之一。

鹽酸在工場，實驗室，及醫藥上，可為種種原料和試藥，用途甚廣。鹽酸在工業上最大的用途，為製氯漂白粉和味精等；汽水廠和啤酒廠常用來製二氧化碳；白鐵廠則用來洗去鐵皮上的銹。人體的胃液裏，也常含少量的鹽酸，幫助食物的消化，故醫藥上有時用稀鹽酸來治胃病。

鹽酸有酸味，能使藍色石蕊試紙變成紅色，所以叫做酸。

§III. 酸和酸性反應 鹽酸為酸之一種。酸的特別性質，是它的溶液 (1) 有酸味；(2) 對於金屬有侵蝕的作用；(3) 能使藍色石蕊質溶液或試紙變成紅色；(4) 分子裏含氫原子(但是含有氫原子的化合物，不一定是酸)。所以上述幾種性質的反應，稱為酸性反應。本章所述的鹽酸，和前曾提到過的硫酸與硝酸，為酸類中最基本的三種。其他的酸很多，不過其酸性反應有強弱之差而已。

習 題

- (1) 實驗室中製氯化氫時，何種物質供給氯？何種物質供給氫？
- (2) 氯化氫既不能用排水法集取，又是無色的氣體，將怎樣知道集氣瓶內，已經裝滿氯化氫？
- (3) 氣體氯化氫，和氯化氫的水溶液，二者在名稱和性質上，有什麼區別？
- (4) 什麼叫做酸？
- (5) 欲製氯化氫20克，需食鹽多少與硫酸作用？

第二十三章 氯和鹵素

§112. 氯的製法 取食鹽與二氧化錳混和，加硫酸，熱之，即有黃綠色的氣體發生(圖63)，就是綠氣，有強烈刺鼻的臭味，可用排氣法收集。

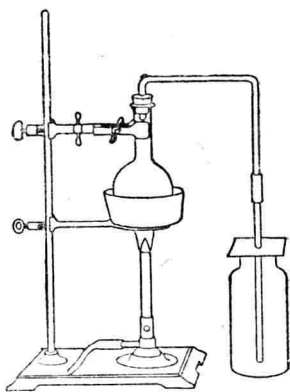
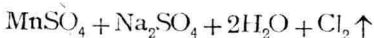
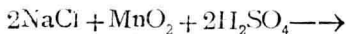


圖 63. 製造綠氣

在這個實驗中，化學變化如下：



§113. 氯的性質 氯比空氣約重二倍半，稍溶於水。氯很容易和其他元素化合，而成氯化物。化合時，作用劇烈，甚至有發光和發熱的現象。

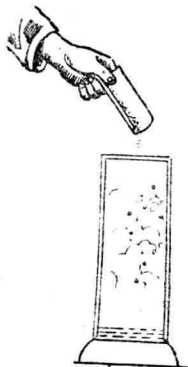


圖64. 鉀粉在氯中燃燒

實驗 取鉀一小塊，研成細粉，撒於盛氯的瓶中(圖64)，即見鉀發火燃燒，生成氯化鉀的白煙。

又如投鉀一小片於氯中，即生成白色固體，待化學變化完成之後，刮下少許，嘗之有鹹味，即為食

鹽(氯化鈉)。

氯極容易和氫化合。把氫焰放進盛氯的瓶中(圖65),則氫繼續燃燒,生成氯化氫。呼氣入瓶中,即生鹽酸的白煙。又把燭火放入盛氯的瓶中(圖66),燭仍繼續燃燒,但生出許多黑煙。這因為蠟燭是碳和氫的化合物,氯和蠟燭中的氫化合,而使碳析出的緣故。

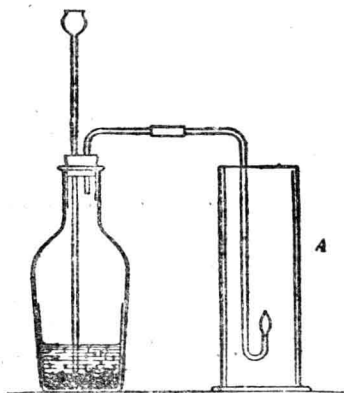


圖65. 氫在氯中燃燒

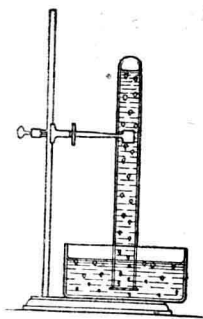


圖66. 蠟燭在氯中燃燒

氯性極毒,對於呼吸器官有害。若吸入微量,即強烈刺激咽喉,好像患傷風一樣;多量吸入,足以致命。在戰爭時,除綠氣炮用以殺敵外,其他各種化學毒劑,亦大半以氯為主要原料。氯有消毒殺菌的作用,常用來清潔飲料水等。

§114. 氯的漂白作用 氯極容易和氫化合,已如上節所述,所以氯氣遇到含氫的化合物,就會把它分解,奪過氫氣,自

和氫化合起來。例如溶氯於水中，即成**氯水**。水本是一種極穩固的化合物，但氯水曝於日光中（圖67），即見有氣發生；這就是因為氯奪取水裏的氫，並與氫化合，而把氧放出的緣故。



這樣從氯水中，方纔放出來的氧，特稱初生氧。凡元素從化合物裏面，剛才分離出來的一瞬間，叫做初生態。元素在初生態時，化合作用特別活潑。所以初生氧，常有較強的氧化力，能將多種有色物質氧化，而使它們褪色。

實驗 於A, B, C三瓶中（圖68），A瓶盛空氣，B瓶和C瓶盛乾的綠氯，各放入有色花布一條。置入C瓶的花布，是先在水中浸濕了，而置入B瓶的布是乾的。置入A瓶空氣中的花布，無論為乾為濕，自沒有什麼變化；置入B瓶綠氯中的花布，也無變化；惟有置入C瓶綠氯中的濕花布，則脫色而被漂白。

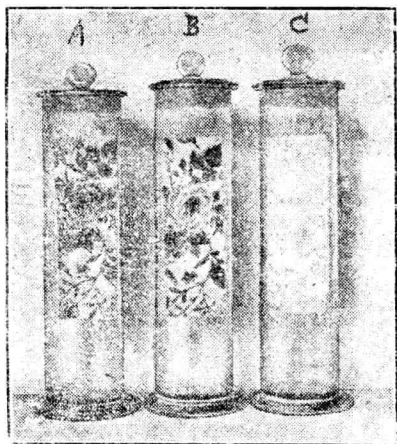


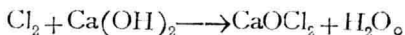
圖68. 氯的漂白作用

由此可知氯的漂白作用，非有水的存在不可。棉布、麻布、製紙原料，稻稿等，都可在氯水中漂白。碳素比較安定，在尋常溫度時，不易發生化

學變化，故鉛筆和墨筆所寫的字，不能用氯漂白。

§115. 漂白粉 放石灰少許在瓷碗中，加水攪和，使成糊狀，然後把它放入盛氯的瓶中，將瓶震盪幾下，瓶內綠色變淡，氯氣往那裏去了？再加入稀硫酸或稀鹽酸少許，又有怎樣的變化？

由此實驗，可知綠氣很易被熟石灰吸收，所成之物，即相當於工業上常用之漂白粉。漂白粉的製法，即將大量的氯，通入熟石灰內而成，反應如下：



漂白粉中所含的氯，又很易放出，只要加些硫酸或鹽酸即得。因漂白粉便於貯藏和運輸，又可隨時將其所含之氯放出，故凡需要氯氣時，以使用漂白粉為最便利。若遇毒氣戰爭時，漂白粉又為芥氣之唯一消毒劑。

§116. 鹵素 除氯外，還有三種元素，性質和氯極為相似，總名鹵素；意即造鹽元素，因為都能和金屬相化合，而生鹽類的緣故。茲分述之如下：

(1) 氟係一種淡黃色氣體，和其他元素化合之力，非常強大，為非金屬元素中最活潑的一個。因此單體的氟，極難製取。

氟和氫的化合物，叫做氟化氫，可放螢石和濃硫酸在鉛罐內，慢慢加熱而得。螢石的成分，是氟化鈣，我國浙江省諸暨金華一帶產量頗多。純粹的螢石，為透明立方晶體，不純粹的，帶

有各種顏色。

氟化氫為無色的氣體，易溶於水，其溶液能腐蝕玻璃，所以不能裝在玻璃瓶內。利用它的這個性質，可以在玻璃上，鏤刻字畫。尋常用硬橡皮，人造樹脂，或臘製的器皿，來儲存它。

在玻璃片的一面，塗滿石蠟，蠟上刻畫花紋，務使澈底達於玻面，然後將蠟面向下，蓋在發生氟化氫的鉛皿上（圖69），約半小時後，刮去石蠟，玻璃面上就有花紋顯出。

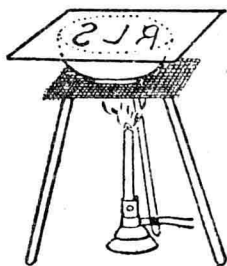


圖69. 用氟化氫刻畫玻璃

(2) 溴為非金屬元素中唯一的液體，因有惡臭，故稱為溴。溴的蒸氣，能刺激眼及咽喉，溴的液體，能傷害皮膚，故戰爭時用作毒氣。

溴溶於水中的溶液，叫做溴水。須用少量的溴時，以用溴水為便利。

溴的製法和製氯相似。在曲頸甌中（圖70），放入溴化鈉和二氧化錳的混合物，再加入濃硫酸，使成薄糊狀，慢慢加熱，則溴成蒸氣發出，導入浸於冰水的試驗管中，不久即有紅棕色液體，沉於管底，這就是溴。溴比水，約重三倍。

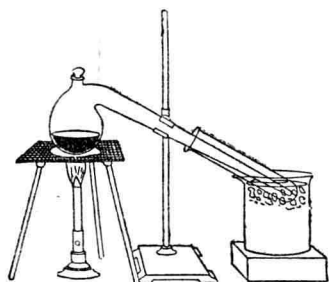


圖70. 溴的製法

(3) 碘是一種紫黑色的板狀結晶體，有金屬光澤。倘把它加熱，就直接變成紫色而有惡

臭的氣體，並不先變為液體；像這樣的變化，叫做昇華。又氣體的碘遇冷時，即直接凝成固體。

碘在水中，極難溶解；但在酒精中，却容易溶解；這種溶液，稱為碘酒，能防腐消腫，醫藥上常供作外敷之用。極微量的碘，可以使澱粉溶液，變為深藍色，故用澱粉為檢驗物質中有無碘素存在的最好方法。

碘在生理上，非常重要，人體中缺乏此種物質，會引起嚴重的疾病，叫做甲狀腺腫，俗稱癭腫(即大頸子)。海帶等海藻中，含有比較的多量的碘化鈉，偶而食用，大有益處。

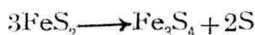
習 題

- (1) 前在製取氧和氫的時候，都在水槽中收集，為什麼不用這個方法，來收集氯和氯化氫呢？又在製取氯和氯化氫的裝置中，用的導管口，為什麼都要向下呢？
- (2) 試述用食鹽做原料，以製氯和氯化氫的方法。
- (3) 氯為什麼有漂白作用？乾燥的氯，能否漂白？
- (4) 試述漂白粉的製法和用法。
- (5) 何謂元素的初生態？
- (6) 燃燒非有氧不可嗎？試舉例作答。
- (7) 加濃硫酸於二氧化錳和碘化鈉的混合物時，便發生碘。試寫出方程式，表示這個變化。
- (8) 何謂昇華？
- (9) 米中有澱粉，怎樣可以檢驗出來？
- (10) 製造氟化氫，何以要用鉛製的器具？
- (11) 那幾種元素，叫做鹵素？

第二十四章 硫 磺

§117. 硫的產狀 硫通常叫做硫磺，為古代早已熟知的物質，在自然界中，有不和他種元素化合而獨自存在者，以靠近火山旁邊為多。和他物化合，成為硫化物或硫酸鹽，而分佈於礦物界者尤廣。例如黃鐵礦 FeS_2 為硫和鐵的化合物，閃鋅礦 ZnS 為硫和鋅的化合物，方鉛礦 PbS 為硫和鉛的化合物，石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 為鈣的硫酸鹽等，都是含硫的重要礦物。

單質硫磺，在我國產量不多。自古用硫，大都從黃鐵礦燒煉而得：



天然的硫磺，都不純潔，故須先把它溶解，以除去其中砂石等雜質。要提煉純硫，再在鐵釜中加熱，硫即化為蒸氣，將此氣體的硫，導至冷室中，冷卻時直接變成粉末，叫做硫磺華。冷室中四壁溫度漸高，硫磺化為液體，集於底部。將此液體硫磺，引導到木製的模型中，鑄成條狀固體，叫做硫磺條。

§118. 硫的同素異形體 硫磺不但有固，液，氣的三種狀態之不同，即液體的硫，又可有種種的變化。取硫磺粉末，放入試驗管中，慢慢加熱，起初熱到約攝氏 115 度時，熔成淡黃色的稀薄液體；溫度漸增，則其顏色由淡黃而變紅，最後為暗

褐色；熱到約 235 度時，則液體的流動性全失，雖把試管倒立，也不致流出；繼續加熱則又變為流動性的液體，此時將液體的硫，倒入冷水中（圖71），即凝為褐色的黏性物，叫做黏硫。



圖71.黏硫

若在攝氏 130 度左右，把淡黃色的液體硫，迅速冷卻，所凝成的固體，叫做熔硫，普通硫磺條，就是熔硫。熔硫和黏硫，都不是結晶體，所謂無定形的。硫磺不溶於水，但很容易溶於二硫化碳 CS_2 中；惟有黏硫，雖在二硫化碳中，也不溶解。

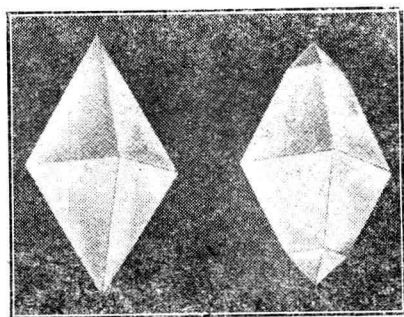


圖72.斜方硫

不獨液態的硫，有這樣的種種變化，就是結晶的硫，也有下列兩種不同的結晶體：

斜方硫 取硫黃粉末少許，放在乾的試驗管中，加入二硫化碳，溶解過濾後，

再把這濾液倒在表面玻璃上；俟蒸發乾後，便見硫又變為固體析出，為有規則的八面體，如圖 72 所示，即斜方硫，或稱菱形硫，比較安定。天然產的硫磺，多成這種晶體。

單斜硫 置硫磺粉末於小坩堝中，約滿四分之三，慢慢加熱。待硫磺完全熔解後，又讓它慢慢的冷卻。等到液態硫的面上結着一層薄皮時，把它穿一個孔，倒出其中的液體硫，即見硫鬆的針狀結晶，滿佈坩堝內，如圖73所示，即**單斜硫**，或稱**針狀硫**，頗不安定。繼續冷卻，不久即變成淺黃色不透明的固體。

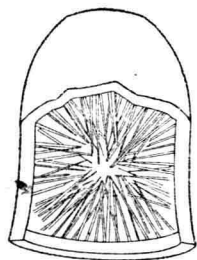
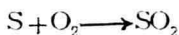


圖73.單斜硫

由此可知同一元素之硫，可生成好幾種不同的形態。像這樣同素異形的物質，叫做**同素體**。同素體的分子，所含原子數目或其排列方式，各有不同。硫的每一個分子，所含原子的個數，隨溫度而變；硫的蒸氣分子，有時竟含八個硫原子之多。

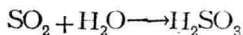
§119. 硫的用途 通常所見的硫磺，是淺黃色性脆的固體結晶，無氣味，不傳熱，也不傳電。硫在工業上，用以製火藥，火柴，橡皮，和硫酸等；醫藥上，即用以製成硫磺軟膏，可以醫治皮膚病；又和石灰乳煮沸後，所成的液體，可用來消滅菓樹上的害蟲。第一次歐戰時，大量的硫，用來製造稱為毒氣之王的芥氣。

§120. 二氧化硫和亞硫酸 硫磺在空氣中燃燒時，就生一種刺激性的臭氣，叫做二氧化硫：



每當燃放爆竹的時候，所生的臭氣，就是這個東西，俗稱硫磺氣，係誤解的名稱。

二氧化硫係無色而有臭味的氣體，極易溶解於水，所成的水溶液，叫做亞硫酸(H_2SO_3):



亞硫酸很容易和氧化和，又能奪取氧化合物中所含的氧，與之化合。凡把含氧化合物中的氧，奪取出來的變化，叫做還元。所以還元和氧化，是一種相反的作用。能使含氧的化合物還元，即奪取其氧而與之化合者，稱為還元劑。亞硫酸就是一種還元劑。

實驗 取有色的花草，或已變黃的草帽，把它浸濕後放在玻璃罩下（圖74），將罩內小皿中硫磺燃着，過了一會，試察花草或草帽的顏色，有何變化？

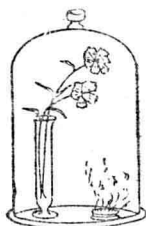
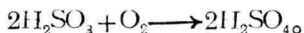


圖74. 二氧化硫的漂白作用

在這個實驗裏，二氧化硫所以能使有色物漂白，是因為它和水所生的亞硫酸，能奪取色素中的氧，使其還元而變成無色。化學變化如下：



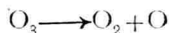
§121. 硫化氫 含有硫的有機物質，如雞蛋之類，腐爛時，往往發生一種惡臭的氣體，叫做硫化氫(H_2S)。溫泉中及火山噴出的蒸氣內，也常含有這種氣體。

硫化氫和各種金屬或金屬化合物作用而生的硫化物，具有各種特別的顏色，且大多數不溶解於水或稀酸中，故在分析化學中，常利用它來鑑別各種金屬。銀器，銅器，及含鉛的白色染料，遇到硫化氫，都會變黑，就是因為這幾種金屬的硫化物，都呈黑色的緣故。

§122. 二硫化碳 把硫的蒸氣，通進燒得很紅的木炭或焦煤內，硫和碳便直接化合，成二硫化碳(CS_2)。凝集之後，是一種無色而有惡臭的液體。沸點只有 $46^\circ C$ ，容易揮發，遇火即燃。用二硫化碳時，不可近火，以防意外危險。二硫化碳不溶於水；但它能溶解硫和脂肪等物，可用來洗擦油污。化學實驗室中，常用它作溶劑。二硫化碳有毒，因此也用它做殺蟲劑。

§123. 臭氧和過氧化氫 同一元素之能成爲多種同素體，不獨硫磺如此；許多其他元素也都有同素體。空氣中的養氣，也有一種同素體，叫做臭氧。每當閃電打雷之時，往往覺得有些臭味，就因空氣中有少許臭氧生成的緣故；因其味臭，故稱臭氧。

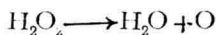
臭氧的化學性質，較尋常養氣更爲活潑。它的分子，由三個原子而成，故其分子式爲 O_3 。很容易放出一部分的氧，而變爲尋常的養氣 (O_2)，同時又可使他物氧化：



臭氧 尋常養氣

凡能放出氧氣而使他物氧化的物質，叫做**氧化劑**，故臭氧為一種氧化劑。

氫和氧的化合物，除了水之外，還有一種，叫做**過氧化氫**，它的分子式為 H_2O_2 。過氧化氫也很容易放出其中一部分的氧，而使他物氧化，所以也是一種很强的氧化劑：



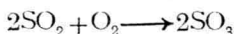
過氧化氫中，所含氫與氧的重量比例，為 1:16；即每 17 份重的過氧化氫中，含有 16 份重的氧與 1 份重的氫。這和每 9 份重的水中，含有 8 份重的氧和 1 份重的氫(§90)比較起來，可見在這兩種氫和氧的化合物中，和每 1 份重的氫化合之氧，其重量之比為 8:16，亦即 1 與 2 之比，為簡單之整數比例。這種關係，常是正確的，因此稱為**倍比定律**。

習 題

- (1) 氯和二氧化硫的漂白作用，有何不同？
- (2) 有黃色粉末一包，你將怎樣證明它是硫？
- (3) 手帶銀戒指，在某些溫泉洗澡，常變黑色，是什麼緣故？
- (4) 何謂同素體？試述硫的同素體。
- (5) 試解釋下列各術語的意義：
 - (a) 氧化；
 - (b) 還元；
 - (c) 氧化劑；
 - (d) 還元劑。

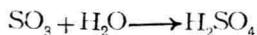
第二十五章 硫 酸

§124. 三氧化硫 二氧化硫雖然不容易和氧化合，但使二氧化硫和氧的混合物，通過高溫的鉑粉或鈳的化合物，便化合而成三氧化硫(SO_3):



在這個反應裏，鉑粉或鈳的化合物本身，並沒有發生變化，不過使氧和二氧化硫接觸，發生化合，好像一種媒介，盡了催化作用而已。

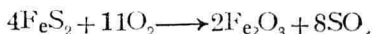
三氧化硫在尋常溫度時為無色液體，約在 15°C . 時凝固， 48°C . 時沸騰。將三氧化硫注入水中，就發出響聲與熱，和水激烈化合而成硫酸：



所以三氧化硫，又稱硫酸酐，酐者無水酸也。三氧化硫在空氣中常發出白色的濃煙，即因遇空氣中的水蒸汽，而變成硫酸的緣故。利用這個性質，軍事上常用它來製煙幕。

§125. 硫酸的製法 工業上製造硫酸的原理，不外使二氧化硫化成三氧化硫，再使三氧化硫與水化合，而成硫酸。但實際方法，却很複雜。第一步為製造二氧化硫，用硫磺或黃鐵礦來燃燒即得，下列方程式就是表示燃燒黃鐵礦，以產生二氧

化硫的變化：

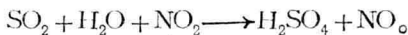
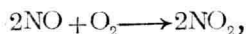


第二步乃使二氧化硫變成三氧化硫，以成硫酸。因為所用的催化劑不同，方法就有二種：

接觸法 就照上節所說，把二氧化硫和氧的混合物，通過催化劑鈳的化合物，如五氧化鈳或鈳酸銀的面上，即化合而生三氧化硫；再把這三氧化硫與水接觸，就化合而成硫酸。其變化如下：



鉛室法 用氮的氧化物為催化劑，使二氧化硫，空氣，和水蒸汽，在鉛製的室中，起一種很複雜的變化，而成硫酸：



由鉛室法所製得的硫酸，不大純粹，而且不及接觸法所得的那樣濃。我國硫酸廠，如上海開成造酸廠係採用鉛室法，而永利化學工業公司之硫酸廠及廣東省營硫酸廠，則採用接觸法。

§126. 硫酸的性質和用途 關於硫酸的性質，可作下述的試驗：

於燒杯中置白糖，加入濃硫酸少許，如圖 75 所示，看有怎樣的變化？把濃硫酸慢慢注入水內（但不可將水注入濃硫酸內以免爆發的危險），有沒有發熱？

以少許硫酸，加入多量的水內，使成極稀淡的溶液，用藍色石蕊紙試之，變成什

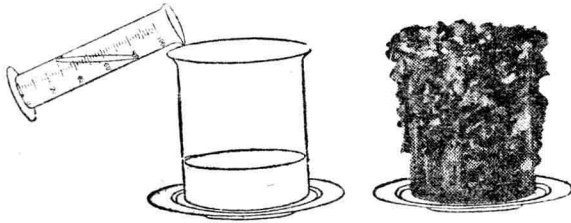


圖75.濃硫酸使糖焦化

麼顏色？把這淡的稀硫酸當作墨水，寫字在白紙上，再將此紙烘乾（圖76），試觀察紙上所寫的字，是否顯出？

從上面的種種試驗，可知硫酸為無色液體，比水重，與水混和，發熱很多。能

使藍色石蕊紙，變成紅色。硫酸對於水的化合力很大，故常用來使他物乾燥，稱為**保乾劑**。硫酸不但能吸收水分，並且能從有機物質（即含有碳，氫，氧的化合物）中，依水的組成比例，奪取其中的氫和氧，而使碳質殘留。上面的實驗裏，糖和紙之所以變黑，以及皮膚衣服等，一碰硫酸之所以立即焦爛，都是這個緣故。因此俗稱硫酸，為**硫強水**。

硫酸的用途很廣，在各種酸類中，首屈一指。不但為化學實驗室裏，最常用的藥品，並且是工業上一種最重要的原料。

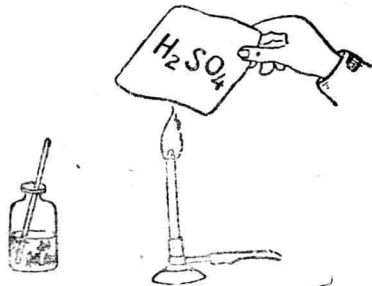


圖76.紙為硫酸所灼焦

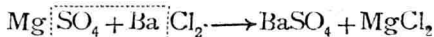
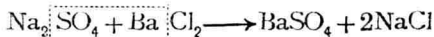
凡製造鹽酸、硝酸、碳酸鈉、火藥、肥料、染料等，以及其他各種化學工藝上，幾無一不應用它，稱為化學工業之母。所以一國化學工業之發達與否，可就其每年硫酸的消耗量的多少而知之。

§127. 硫酸鹽 以金屬元素代替硫酸中的氫，所成的化合物，叫做硫酸鹽。多數硫酸鹽都很重要，可供日常的用途，例如瀉鹽即硫酸鎂 ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 是重要的醫用藥品；胆礬即硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)，可用以煉銅和製菜園裏的殺蟲劑；白礬即硫酸鋅 ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)，可製眼藥；綠礬即硫酸亞鐵 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 是製藍黑墨水的原料；明礬即硫酸鉀與硫酸鋁之合鹽 [$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$]，用以淨水；芒硝即硫酸鈉 ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)，可用來製碳酸鈉；石膏即硫酸鈣 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，是白色塗料，又可作肥料；熟石膏即石膏之失去一部分結晶水者 ($2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)，用以塑像，造型，和製粉筆。

上面的許多硫酸鹽，各含一定量的水分，叫做結晶水。這種含結晶水的鹽類，叫做水合物。同一鹽類而不含結晶水的，常呈粉末狀，叫做無水物，以便和水合物區別。例如含結晶水的硫酸銅，是藍色的結晶，若將其加熱，就可以把結晶水逐出，成白色粉末的無水硫酸銅。這種作用，叫做脫水。尋常溫度下，水合物脫水的現象，叫做風化。

一切硫酸鹽溶液，遇到氯化鋇 (BaCl_2) 溶液時，都生硫酸

銀的白色沉澱。例如



爲鑑定硫酸鹽的一種方法。

習 題

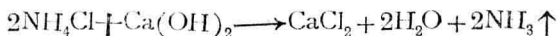
- (1) 你所知道的催化劑，有那幾種？它們參加的，是那些化學變化？
- (2) 試紙遇濃硫酸，便會焦爛，要試硫酸的酸性，應作如何的辦法？
- (3) 設有氯化鈉和硫酸鈉二種白色晶體，你將用何法以分別之？
- (4) 什麼叫做結晶水，水合物，無水物？
- (5) 試由石膏的分子式 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，求它的分子量，並求它所含結晶水的百分率。
- (6) 試就普通的礦物中，舉出幾種硫酸鹽。

第二十六章 銨

§128. 銨 含氮的有機物腐敗而分解的時候，常發生氮，俗稱阿摩尼亞，係英名 Ammonia 的譯音。這個名詞，大概讀者諸君都聽見過的。廁所裏嗅到的，就是氮的氣味。

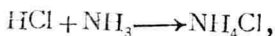
氮係氮和氫的化合物，分子式為 NH_3 ，凡含氮的有機物中，一定還含有氫。有機物中的氮氫二元素，在養氣不充足的情形下，腐爛或分解時，就會化成氮。

§129. 氮的製法 實驗室中製取少量的氮，可用氯化銨和熟石灰混合裝入試驗管中(圖77)，慢慢加熱，即有銨發生：



氮比空氣輕，可將集氣瓶倒覆於導氣管上端而收集之。

§130. 氮的性質和用途 氮是無色氣體，具有刺鼻的臭味。比空氣輕。遇氯化氫便發白煙而化合，生成氯化銨：



這是檢驗氮的一個簡便方法。

氮極易溶於水，在 0°C . 時，一體積的水，可以溶氮 1300 體積，在水的溶解量，比氯化氫還要大

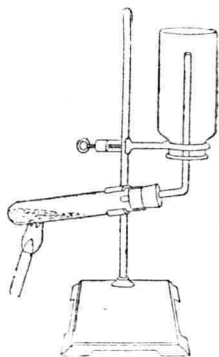
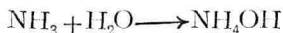


圖77. 氮的製法

(§109)。乾燥的氨，不能使紅石蕊紙變色；但潤濕的紅石蕊紙，遇氨即變藍色。可見氨溶於水之後，已有化學變化發生，這個變化可以表示如下：



這樣變成的 NH_4OH ，叫做**氫氧化銨**；其中可分作兩部分，即 NH_4 和 OH ，各由二種不同的元素組合而成，分別稱為**銨基**和**氫氧基**。因銨基(NH_4)有類似金屬的性質，故取名從金字偏旁。

銨溶於水而成的氫氧化銨溶液，又稱**氨水**，能使紅色石蕊試紙，變成藍色。這種反應，叫做**鹼性反應**。凡呈鹼性反應的物質，都叫做**鹽基**，鹽基之能溶於水的，特別稱為**鹼**。所以氫氧化銨，是鹼的一種。

氨水可供醫藥和清潔物件之用。人在夏天中暑，或失去知覺，一嗅此氣，便可甦醒。如被蜂或毒蟲所刺，搽以氨水，痛可立止，為家庭必備的一種極普通的藥品和洗滌劑。又氨水受熱，則其中的氫氧化銨，即又分解成氨和水。這種可以逆行的反應，叫做**可逆反應**，在化學方程式中，常用雙箭頭 \rightleftharpoons 來表示。

氨被壓縮，容易液化；減去壓力，便又急速汽化，同時吸收多量的熱，周圍物質立被冷卻。因此氨常用做製造人造冰時的吸熱劑。

§131. 銨鹽 在兩根滴管中，分別注入鹽酸和氫氧化銨(圖78)。先將鹽酸滴入一小杯中，約有杯的四分之一容積，再慢慢滴入氫氧化銨，隨時攪拌，並隨時用紅的和藍的石蕊試紙檢驗，直到紅試紙不會變藍，藍試紙也不會變紅為止。將杯中的溶液取出少許，蒸發至乾，則得白色的氯化銨固體。

由上述實驗，知鹽酸和氫氧化銨作用，則生氯化銨和水：



當適量的酸和鹼基混合時，各失其特性。所生成的溶液，除少數例外，對於石蕊試紙，既不能使紅的變藍，也不能使藍的變紅，這種性質，叫做**中性反應**。凡酸和鹼

作用，使酸和鹼二種所具的特性，完全失去而呈中性反應時，叫做**中和**。酸和鹼中和後，所得的物質，如氯化銨等，統稱為**鹽類**。

氫氧化銨和酸中和而成的鹽，叫做**銨鹽**；氯化銨就是銨鹽的一種。其他的銨鹽，如**硫酸銨** $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 為很重要的含氮肥料，市上所售的肥田粉，大都就是它；**硝酸銨** NH_4NO_3 則用來作炸藥的原料。

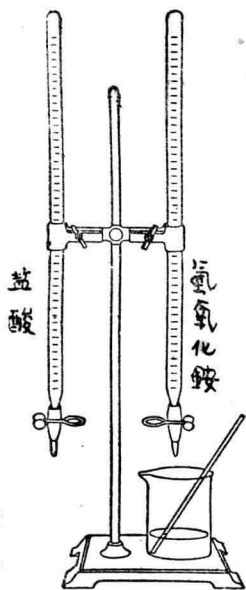


圖78. 中和的方法

習 題

(1) 收集氨的方法，與收集氧的方法，裝置上有什麼不同的地方？又與收集氯化氫的方法，有什麼不同的地方？這三種氣體的收集方法，何以各不相同？試說明其理由。

(2) 怎樣知道氫氧化銨是一種鹼？

(3) 液態的氨和氨水，有什麼不同？

(4) 何謂可逆反應，試舉例以答。

(5) 銨基非元素，又非金屬，何以字旁從“金”？又銨與銨有何不同？

(6) 何謂中和與中性反應？

(7) 試求硫酸銨中所含氮的百分率。

第二十七章 硝 酸

§132. 硝酸的製法 硝酸鹽類在自然界中，有硝石(KNO_3)和智利硝石(NaNO_3)兩種。取這種鹽類，放在曲頸瓶中，加濃硫酸蒸餾(圖79)，即得硝酸：

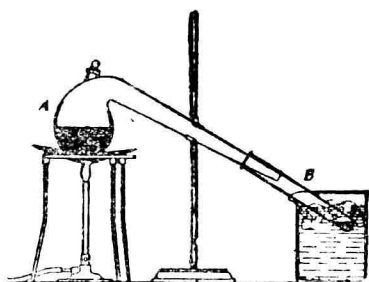
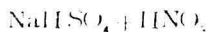
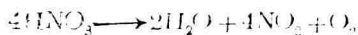


圖79. 硝酸的製法

§133. 硝酸的性質和用途 這樣製得的硝酸，却不能完全不含水，且略帶紅黃色；因為一部分硝酸被熱分解，發生紅棕色的過氧化氮(NO_2)溶在其中的緣故。其變化如下：



硝酸容易分解而生氧，所以是一種強氧化劑。且看下面的實驗：

實驗 取乾燥的碎木屑少許，放在瓷皿中(圖80)，慢慢加熱，從瓶內滴入濃硝酸數滴，燒焦的木屑，立刻發火燃燒

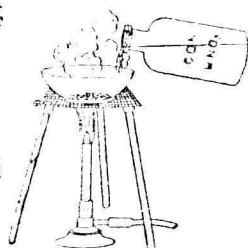


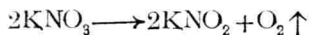
圖80. 燒焦木屑加變硝酸而燃燒

硝酸具有很強的腐蝕力，觸及皮膚，即被蝕傷，就是稀薄的溶液，也能使衣服和皮膚變成黃色。

純粹的硝酸，是無色液體。有強酸性，和鹽酸、硫酸一樣，也能使藍色石蕊試紙變成紅色。大多數金屬都能溶解於濃硝酸中，發生劇烈的變化。例如：銅溶於硝酸，即得綠色的硝酸銅溶液，同時放出紅棕色的過氧化氮。但金和鉑不能溶解於硝酸或其他強酸，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**。王水能放出初生態的氯，故能溶解尋常強酸所不能溶解的物質。

硝酸的主要用途，是製造硝酸鹽、硝酸、染料、賽璐珞、及炸藥等；在實驗室裏，則常用來做溶解劑和氧化劑。

§134. **硝酸鹽** 若以金屬元素，替代硝酸中的氫元素，所成的化合物，叫做**硝酸鹽**。動植物質，含有多量的氮化合物，分解時受硝化菌（一種微生物）的作用，氧化而成硝酸，再和土中的鉀或鈉化合，產生**硝酸鉀**（ KNO_3 ）或**硝酸鈉**（ NaNO_3 ）。我國北方，河北、河南、山東等省所產的硝石，就是**硝酸鉀**，都是這樣變化而成。硝石受熱，即分解成亞硝酸鉀和氧，所以是很好的氧化劑：



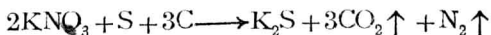
硝石可製黑火藥和火柴，又可作防腐劑，所以常用來醃魚或肉。

最重要的硝酸鹽為硝酸鈉，又稱智利硝石，因盛產於智利

而得。性質和硝石相似，但容易潮解，不適宜於製造火藥。產量多而價低廉，全世界各國所需用的硝酸鈉肥料和硝酸，以及由硝酸中製成的各種東西，如染料炸藥等等，無一不直接或間接仰給於智利硝石；故由該國出口的硝石，每年約有二百萬噸之多。

§135. 火藥 火藥係由我國首先發明的，為我國三大發明之一。在一千二百年以前，製造火藥的方法，由中國傳至阿剌伯，然後由阿剌伯傳至歐洲。火藥可分為黑火藥和無煙火藥兩種，述之如下：

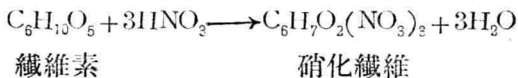
黑火藥 黑火藥是硝石75%，木炭15%，硫10%的混合粉末，遇熱或受打擊後，即起複雜的變化而爆炸：



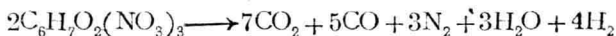
在這個化學變化中，能發生高熱和多量的氣體，所以體積驟然膨脹，而成爆炸的現象。黑火藥爆炸時，生成氮和二氧化碳兩種氣體，其體積比原來的物質，要增大數百倍，同時有固體的硫化鉀發生，所以有很多黑煙。

無煙火藥 無煙火藥與黑火藥不同的地方，就是：後者是混合物，而前者是化合物；後者爆炸所生的氣體中雜有固體，故有煙，而前者爆炸所成的產物，都是無色的氣體，故無煙；且無煙火藥爆炸時，體積膨脹的倍數更大，故爆炸性破壞力更強。現在把最重要的幾種無煙火藥，寫在下面：

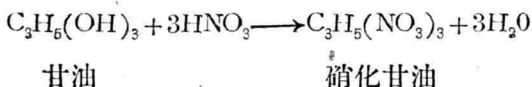
(a) **硝化纖維** 又稱**棉花火藥**，係把棉花(即纖維素)浸入濃硝酸和濃硫酸的混合液中，俟浸透後，再洗滌一下，即得：



硝化纖維無須氧的供給，自己就能着火燃燒，全部分解為無色的氣體：



(b) **硝化甘油** 把甘油和濃硝酸及濃硫酸的混合液相作用，即得一種無色油狀液體，叫做硝化甘油：



也很容易分解，而全部變為氣體：



通常用棉花火藥65分，硝化甘油30分，**酮**36.4分，和**礦脂**5分，煉合為圓條，待**酮**蒸發散失之後，用以裝填槍彈及炮彈。

(c) **三硝基甲苯** 簡稱**梯恩梯(T.N.T.)**，比較的難以引火，故便於貯藏和搬運，但混合少量的硝化甘油，即爆炸異常猛烈，用於猛烈的炸彈及魚雷地雷等。

火藥除軍事上大量採用，是國防上不可少的軍用品外，還有其他重要的用途，例如障礙物的肅清，巖石的鑿掘，礦洞的

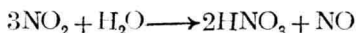
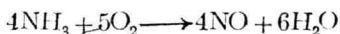
開關，許多工程上偉大的成就，都要用到火藥。

§136. 空氣中氮的利用 氮和硝酸，都是很重要的化學工業原料。固然硝酸可以用智利硝石來製造，氮可從製煤氣的副產品出來，但是智利硝石和煤的蘊藏量，究屬有限，而氮和硝酸的需要，則與日俱增，將來總有供不應求的一天。且世界各國軍需工業上所需的智利硝石，多由南美洲的智利供給，如果在戰時供給斷絕，軍用火藥就要無法製造，其影響於國防之大，何堪設想！空氣是氮的最大倉庫，幾無盡藏，近年來經各國化學家和工業家研究的結果，已能直接用空氣中的氮作原料，來製造氮和硝酸，這種方法，叫做氮的固定，是近代一種很大的化學工業。

氮和氫的混合物，在適當的溫度和高壓力下，經過特製的細鐵粉的催化作用，即可以合成氮：



這個方法，是德國化學家哈柏（Haber）首先研究成功的。所以叫做哈柏法。又把氮和空氣中的氧，混合而使之氧化，以成硝酸，其變化如下：



我國上海的天利淡氣製品廠和天津永利化學工業公司在

江蘇六合縣所設的硫酸銨廠，就是用空氣中的氮做原料，來製造氮，硝酸，和肥田粉。

習 題

- (1) 硝酸既是無色液體，為什麼又常帶黃色？
- (2) 硝酸的製法，有幾種？試詳述之。
- (3) 硝酸和國防有什麼關係？
- (4) 由硝酸鈉100克，可製造硝酸若干？
- (5) 智利硝石為什麼不宜於製造黑火藥？
- (6) 黑火藥和無煙火藥，有什麼不同的地方？
- (7) 試舉出五種氧化劑，並各寫上方程式以說明之。
- (8) 今有硫酸，硝酸，鹽酸各一瓶，它們都是無色液體，都呈酸性反應，怎樣能把它們分別出來？

第二十八章 燃 料

燃料有的爲固體，如木柴與煤是，有的爲液體，如石油是，有的爲氣體如煤氣是。

§137. 木炭 用泥土或石塊築窯，堆置木材於窯中(圖81)，點火後，限制空氣的供給，使不充分，木材燃燒而不完全，慢慢變成木炭，叫做**碳化**。

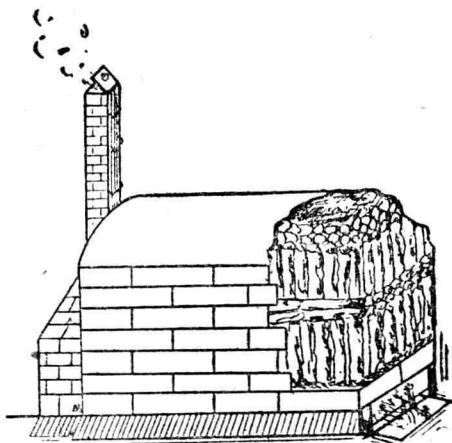


圖81. 木炭窯

在這**碳化**過程中，變化頗爲複雜，在土式木炭窯裏，許多寶貴的東西，如木精，醋酸等，都沒有能够保留利用，殊爲可惜。且做下面的實驗：

實驗 依圖 82 的裝置，置木片於試驗管 A 中，慢慢加熱，使其發生氣體，經過 B 管，而由尖嘴管 C 放出，玻璃杯 D 中盛有冷水，用以冷卻 B 管中經過的氣體 以火燃點尖嘴管 C，試觀察放出的氣體，能否燃燒，B 管中有無褐黑色的液體凝集。又試驗管 A 中的木片，變成怎樣？

由此實驗，可知木材**碳化**，實在是一種破壞蒸餾，簡稱**乾**

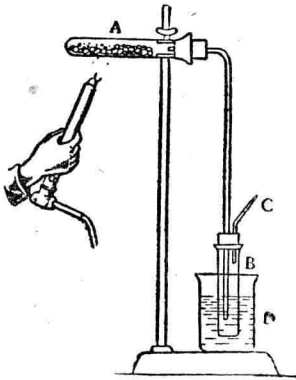


圖82. 木材的乾餾



圖83. 防毒面具

餾，木炭祇是木材乾餾後的殘燼而已。乾餾時還放出可燃的氣體，其中並有一部分，可以因冷而凝成液體。

木炭可充日常燃料，又含有無數小孔，能吸着多量的氣體及色素，可供防臭及濾水等用途。用特別方法，製成吸着性特強的木炭，叫做**活性炭**。遇毒氣戰爭時，常用活性炭裝入**防毒面具**（圖83）之濾毒罐內，以吸收毒氣。用椰子殼在攝氏500至600度燒成的活性炭最好，其他如胡桃殼、松柏殼等次之。大概木質愈堅硬，所成的活性炭，愈富有吸附性。

§138. 煤 古代植物繁茂，因地殼變動而陷落，深埋地下，受地心熱力和地層壓力，經久變化，分解而成煤，我國取用最早。惟埋在地下的時間久暫不一，碳化時期長短不同，因此煤有多種：

(a) **木煤** 歷時最淺，含碳最少，約30%，其性質與成分

和木材相差不多。

(b) 褐煤 含碳約50%，質鬆，很容易燃燒，發生有煙的長火焰。

(c) 瀝青煤 又稱煙煤或軟煤。含碳約70%，色黑，性脆，燃燒生黃色火焰。

(d) 無煙煤 又稱硬煤。含碳最多，約90%，性硬，密而脆，色深黑，不易點着，但燃燒時發煙少，熱力最大。

我們煤礦極富，遍及各省，號稱世界第一。河南、山西以產無煙煤著稱，煙煤則推河北、遼寧、山東。其他熱河、吉林、江西等省，均為著名產煤之區。儲量約有二十五萬兆噸，惟現在開採者尚不算多，以遼寧之撫順，與河北之開灤，為最大煤礦。

§139. 焦炭 以瀝青煤經乾餾之後，所餘的殘骸，叫做焦炭。焦炭為極好的還元劑，能夠奪取金屬氧化物中的氧，而使金屬游離，為冶鐵廠中的主要原料之一。煤乾餾時，所發生的可燃氣體，就是尋常的煤氣，所凝集的液體，叫做煤焦。煤氣在大城市中，供給住戶廚房，作燃料之用。

§140. 石油 石油是存在地中的許多碳氫化物的混合物。世界上產石油最多的，是美國和蘇聯。我國石油產地，以甘肅之酒泉，陝西之延長為最著，新疆，四川等省次之。

石油為液體，從石油井中（圖 84）汲出的原油，帶黑褐色，雖可直接供燃料之用，但普通都用分餾的方法，利用石油

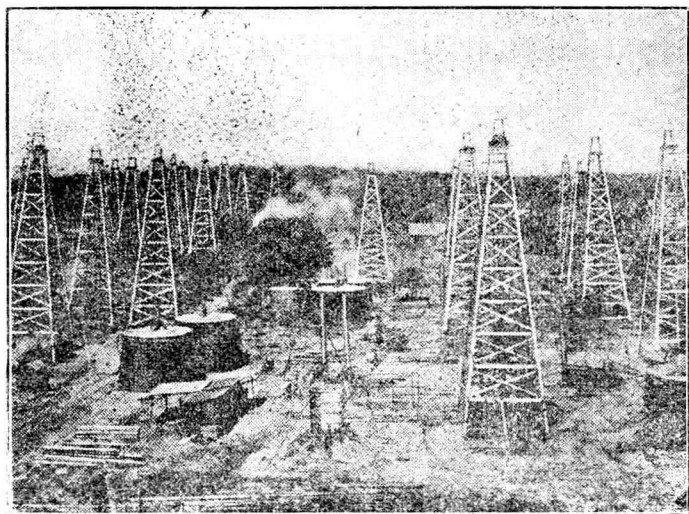


圖84. 石油井和貯油池

各成分沸點的不同，先後把它分爲數種不同的蒸餾液。當溫度在攝氏 150° 以下蒸餾出來的，叫做輕油，輕油中最重要的一部分爲汽油，係汽車及飛機等必需之燃料。在攝氏 150° 以上至 300° 蒸餾出來的，叫做燈油，即尋常點燈所用的煤油。在 300° 以上蒸餾出來的，叫做燃料油或稱重油，爲艦船上內燃機的燃料。最後剩下的殘渣，再可分爲機器油，用作機器的滑料，和瀝青，用在鋪築路面，又可塗在金屬表面上，以防生鏽。

§141 火焰 各種燃料，大都爲含碳之物，燃燒起來，往往發生火焰。例如把蠟燭點火，蠟先熔解成爲液體，再化爲氣體，遂燃燒而發生火焰。至於要液體慢慢燃燒，須用燈心，利用燈

心把液體吸引上去，蒸發成爲氣體。油燈和蠟燭的燈心，都爲達到這個目的而用的。

至於火焰的構造，可以分爲焰心，內焰，及外焰三部分（圖85）。中心黑暗部分A，叫做焰心，含有可燃性的的氣體。但因不和空氣接觸，未曾燃燒，溫度最低。若用小玻璃管導出此氣體，即可燃燒（圖86）。內焰是圍繞焰心，光輝最強的部份，



圖85. 火焰的構造

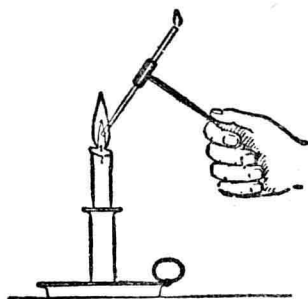


圖86. 焰心是可燃的氣體

如圖85中之B。可燃性的氣體，到了這裏，已受氧的供給而燃燒起來。但其中仍有一部分可燃性氣體，因空氣供給並不充分，不能燃燒，而分解爲游離狀的碳粒，在浮游着。因爲這些碳粒赤熱，就成爲火焰中光輝最強的部份。在此部分受熱至高溫度的碳，有使其他物體還元的作用，故內焰又稱還元焰。最外的一層C，叫做外焰。外焰因空氣的供給充足，故能完全燃燒，再無游離的碳粒存在，所以光輝甚弱，但溫度卻爲火焰中最高的一部分。在此部分燃燒其他物質時，常受氧的作用，

而起氧化，故又稱外焰為**氧化焰**。

可知火焰的光亮，全視火焰內存在的固體質點之多少而定，與火焰的溫度無關。若充分供給空氣，則燃燒完全，火焰溫度極高，反而失去光輝。所以要火焰有光輝，全恃火焰中有固體質點之存在；要火焰溫度高，須供給充分的空氣，使能完全燃燒。**白熱煤氣燈**之用**紗罩**（係由鈦及銻兩元素的氧化物所構成），即增加固體物質，使其光輝加強。

本生燈（圖87）有空氣調節器，可使進入的空氣，或多或少，因之可以調節火焰溫度的高低。

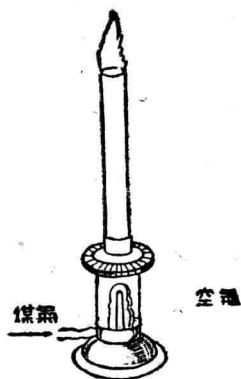


圖87. 本生燈

習 題

- (1) 木炭除做燃料外，還有什麼用途？
- (2) 試述乾餾和分餾的意義。
- (3) 含碳90%的煤一噸，完全燃燒，需氧幾噸？
- (4) 試述火焰的構造。

第二十九章 碳

§142. 碳的同素異形體 上章所述的各種燃料，都為含碳之物。碳在自然界中，成單質存在的，有金剛石，石墨，和無定形碳三種。它們的物理性質相差很大，但確是由同一元素而成，這種情形令人幾乎難以相信。煤與炭即為主要的兩類無定形碳。

碳的化合物，種類最為繁多。像空氣中的二氧化碳，和存在地殼中的石油與石灰石等，大家知道都是碳的化合物。不僅如此，碳為我們身體及一切生物組織的主要成分；又我們所吃的食物，所穿的衣服，以及許多日用的物品，幾無一不是碳的化合物；由此可見碳化合物之重要。

§143. 金剛石 為八面體的結晶(圖88)，純粹的無色透明，有美麗光澤，產於南非洲，南美洲，和荷屬東印度等地，為各種物質中之最堅硬者。經琢磨後，常用作裝飾，價值極為昂貴。質地較劣，顆粒較小的，常用來割畫玻璃及鑽穿珠玉等。

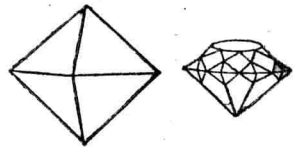


圖88. 天然的金剛石和琢成品

人造的金剛石，和天然的性質很相似，惟僅能製得極小的顆粒，最大的直徑尚不及 0.5 毫米，還不能供諸實際的應用。

§144. **石墨** 又名**黑鉛**，也係一種結晶的碳，色灰黑，有金屬光澤，質軟而滑。與黏土混合，可製鉛筆心。塗於鐵器，可防鐵生銹。塗於機器的軸上，又可以減少摩擦。石墨難熔，用它製造坩堝，可供冶金之用。石墨能傳電，又用來製造電極，乾電池的陽極，就是石墨造的。因為用途很大，產量有限，近年也發明了人造石墨的方法，以補不足。將焦煤置於電爐中，隔絕空氣，強熱之即得。

§145. **無定形炭** 凡不結晶的碳，都稱為無定形炭，除煤和炭外，尚有下列兩種：

(a) **骨炭** 獸骨乾餾後，所剩的殘燼，叫做**骨炭**，或稱**獸炭**。骨炭的吸附力較木炭強。它的特性是能吸取溶液裏的色素，工業上常用作脫色劑，尤以精製白糖時用得最多（圖89）。醫藥上常利用它的吸附性質，作為清潔腸胃的藥劑。

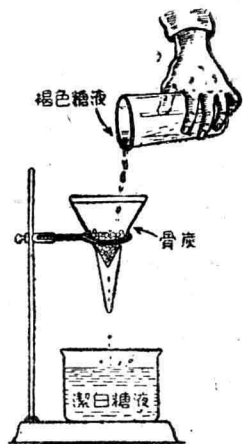


圖89. 骨炭可除去糖液中的色素

(b) **燈煙** 把含很多碳元素的油類，在空氣不很流通的地方燃燒，就成燈煙，是一種純黑色的細微碳末，我們所見煤油燈罩上的黑煙就是。可用以製**墨**及印刷用的**油墨**等。因為在尋常溫度下，極不活潑，在空氣中又不氧化，也不能為其他藥品所侵蝕，所以用墨寫的字，最不易褪色。

§146. 二氧化碳 碳的化合物中，以二氧化碳(俗稱碳氣)爲最重要。關於發生碳酸氣的種種實驗，以及碳酸氣在自然界中的循環，已詳於第一册各章中。現在再把二氧化碳的製法和性質，述之於下：

實驗 將大理石或石灰石的碎片，置於玻璃瓶內(圖90)，由漏斗慢慢注入稀鹽酸，便有二氧化碳發生，用排氣法收集於廣口瓶中，其反應方程式如下：



細察二氧化碳有無顏色和臭味？把燭火放入二氧化碳瓶中，看有怎樣的變化？把二氧化碳通入盛有蒸餾水的試驗管中，以藍色

石蕊紙試之，看有怎樣的變化？置澄清的石灰水於試驗管中，把碳酸氣繼續通入，看這石灰水起初有怎樣的變化？後來又有怎樣的變化？是不是起初發生的白色沉澱，最後又消滅呢？倘把這最後所得的澄清溶液，煮沸一下，又有什麼變化發生？

從上面種種試驗，可知二氧化碳係一種無色而有微臭的氣體，比空氣重一倍半，可以像水一樣，從這一瓶倒入另一瓶。二氧化碳不能燃燒，也不能幫助他物燃燒，故常用以滅火。二氧化碳易溶於水，同時與水化合，而生碳酸，其變化如下：



二氧化碳也可由碳酸失水而成，因此又稱碳酸酐，從前叫做無水碳酸。

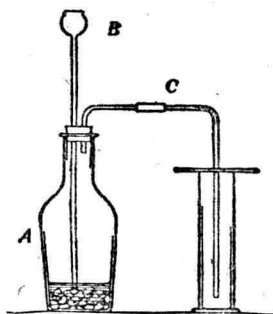
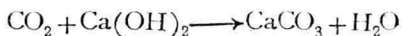


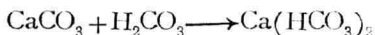
圖90. 二氧化碳的製法

倘使壓力增加，則二氧化碳溶解於水之量，也隨之增多。在強壓力之下，把二氧化碳溶入於含有菓汁香味的水中，即得一種清涼的飲料，就是**汽水**。汽水和啤酒，開瓶之後，會有泡沫衝出，即因壓力減去，碳酸氣向外湧出的緣故。

二氧化碳遇石灰水，便成乳濁液，因為發生不溶於水的**碳酸鈣**的緣故，其變化如下：



但碳酸鈣遇到碳酸(即含有碳酸氣的水)，則又溶解而變為能溶於水的**碳酸氫鈣**，或稱**重碳酸鈣**，其變化如下：



不溶的碳酸鈣 碳酸 能溶的碳酸氫鈣

所以含有二氧化碳的水，流到有石灰石的地方(灰石即是碳酸鈣)，能夠把灰石逐漸溶解而成大洞。這種已溶解的灰石水，從洞的頂上滴落的時候，因蒸發而失去一部分二氧化碳，復變成不溶解的碳酸鈣，山洞頂上，每見有倒懸着的**鐘乳石**(圖91)，就是這樣成的灰石。倘這種灰石水落在洞底，更析出不溶解的灰石，日久堆積如



圖91. 鐘乳石和石筍

筍，叫做**石筍**。含有溶解的碳酸氫鈣的水，變成鐘乳石和石筍的變化，可以下一方程式表示：



倘把含有碳酸氫鈣的水加熱，則能溶的碳酸氫鈣變為不溶的碳酸鈣，沉澱析出，第一冊第十五章 §82 裏所說的鍋垢，就是因為自然硬水裏常含有可溶的碳酸氫鈣，加熱則變為不溶的碳酸鈣的緣故。

§147. **碳酸鹽** 若以金屬去替代碳酸中的氫元素而成的化合物，叫做碳酸鹽。存在於天然界的碳酸鹽很多，重要的有下列數種：(a)**方解石** 即碳酸鈣。屬於此類的礦石，如**冰洲石**（即純粹的方解石，無色透明為六面體結晶），**石灰石**（在地殼內，常積成厚層，為最常見的岩石），**大理石**（常供建築及雕刻之用），**白堊**（質軟而白，為製粉筆的原料）等等。(b)**碱** 即碳酸鈉，為最重要的碳酸鹽，可供洗滌用。產於乾燥亢旱的地方，但不很多。工業上製碱的方法，以後再說。(c)**鉀灰** 即碳酸鉀，常存於植物燒成的灰中。植物灰每供肥料及洗滌用，就因其含有碳酸鉀的緣故。

§148. **一氧化碳** 燃煤於火爐中，往往發見青色的火焰，這是因為煤在爐的下部，空氣充足，先化成碳

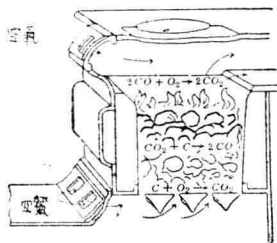


圖92. 一氧化碳的生成

酸氣(圖92),後來這碳酸氣遇到燒紅的煤,還元而成另一種碳的氧化物,叫做**一氧化碳**(CO)。這一氧化碳升到火爐上部,遇到充足的空氣,則又燃燒而生青色火焰。此種變化,可以表示如下:



一氧化碳是一種極毒的氣體。如果空氣中含着 $\frac{1}{200}$ 的一氧化碳,呼吸後立即致命,因為一氧化碳能和赤血球裏的赤血素化合,而成一種紅色的物質,使得赤血素不能再從空氣裏吸取養氣,人便因此死去,全身都現紅色,是中了一氧化碳毒的顯明證據。且一氧化碳無色無臭,往往中毒於不知不覺之中。我國常用的煤球爐,生火稍不得法,往往發生一氧化碳。所以在冬天時候,緊閉窗戶,用煤球爐以取暖者,常有中煤毒而死的事情發生,即因呼吸一氧化碳稍多的緣故。

一氧化碳為化學性活潑的化合物,和氧的化合力甚強,可用作氣體燃料,且為很强的還元劑。

習 題

- (1) 怎樣區別氮和碳酸氣?
- (2) 山洞裏常含有很多的碳酸氣,誤走進去,便會悶死,可用怎樣簡單的方法來試探?

- (3) 木炭, 石墨, 燈煙, 都是黑色。糖和澱粉, 火燒之後, 也成黑色的焦塊, 我們可以說這些被燒的物質, 含有碳嗎? 黑色的物質一定是碳嗎?
- (4) 置石灰水於空氣中, 表面上往往結成薄膜, 這是什麼緣故?
- (5) 試說明鐘乳石和石筍的成因。
- (6) 把本章裏所提到的可逆反應, 寫出來。
- (7) 氫和一氧化碳燃燒時, 都呈光亮極微的火焰, 可用何種檢驗方法, 區別它們?

第三十章 磷和砷

§149. 磷 磷和空氣接觸，很易氧化，所以無天然游離存在的單質，常成磷酸鹽，廣佈於自然界中。如**磷酸鈣** $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ，**磷灰石** $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$ 等，為最常見的磷礦。植物之纖維與菓實，和動物之牙齒，骨，腦中，都含有磷的化合物。

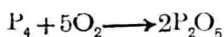
磷有兩種同素體，即黃磷與紅磷是。

(a) **黃磷** 黃磷亦稱**白磷**，即普通所用之磷，為淡黃色半透明蠟狀固體。黃磷在空氣中，很易着火，所以常在水內貯藏。不溶於水，但易溶於二硫化碳中。在黑暗處的濕空氣中，便發綠黃色的微光，叫做**磷光**，乃緩慢氧化所生的現象。

黃磷性極毒，倘吸進黃磷蒸氣，或吞入黃磷 0.15 克，便能致命。(中磷毒，速服硫酸銅溶液，或可救治)。觸及黃磷，則手掌之熱，足使黃磷燃燒而傷及皮膚，痛苦殊甚。

(b) **紅磷** 把黃磷和空氣隔離，加熱到攝氏 250 度上下，即成褐紅色細微結晶的粉末，稱為**紅磷**，或稱**赤磷**。紅磷無毒，不易着火，在暗處不發磷光，也不溶於二硫化碳，其性質與黃磷迥不相同。

黃磷與紅磷，在空氣中燃燒，都成五氧化二磷：



可知兩者是同素體，同時發生濃厚的白煙。這種白煙為無數的小質點，浮游在空氣中，像雲霧一樣，有很大的遮蔽力，軍事上利用五氧化二磷的這種性質，製成煙幕，來掩護自己的軍隊，在敵機空襲的時候，並可隱藏重要的城市或其他目標。

§150. 火柴 磷的主要用途，為製造火柴。火柴的木桿，乃用質軟的白楊樹削成，它的一端在熔解的石蠟中浸過。至於塗在火柴枝頭及匣面的藥劑，則依火柴種類的不同而異。普通可分為兩種：

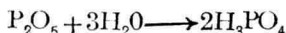
(a) **安全火柴** 係用硫磺或硫化銻及氯酸鉀等，用膠黏合，塗於火柴枝頭；另用紅磷，硫化銻，玻璃粉與膠調和，塗於火柴匣的側面。硫化銻及硫磺為可燃物，用氯酸鉀做氧化劑，混入玻璃粉以增加摩擦，使用時，將火柴頭藥，向匣面摩擦，紅磷因摩擦生熱而發火，可燃物得氧化劑的助力而燃燒，又以石蠟關係，終至桿也着火。

(b) **摩擦火柴** 無須特製的摩擦面，祇須在任何粗糙的面上摩擦，即可發火。上面安全火柴的名稱，就是對此而說的。

摩擦火柴從前用黃磷做頭藥，加入過氧化鉛做氧化劑。但是黃磷容易發火，也容易失火，而且有毒，後來改用三硫化四磷(P_4S_3)。三硫化四磷雖不如黃磷危險，而在任何粗糙面上摩擦，都能發火，却是一樣的。

§151. 磷酸和磷酸鈣 磷燃燒後所生的五氧化二磷，很易

溶解於水，而成磷酸：



故五氧化二磷有強吸水性，是很好的乾燥劑。

磷酸的成分中含有三個氫元素，其中一部或全部可由金屬元素代替，而成三種不同的磷酸鹽。茲以磷酸鈣為例，分別舉之如下：

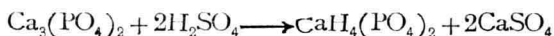
(a) 替代一個氫元素，而成 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ，叫做伯磷酸鈣。

(b) 替代二個氫元素，而成 CaHPO_4 ，叫做仲磷酸鈣。

(c) 替代三個氫元素，而成 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ，叫做叔磷酸鈣。

伯磷酸鈣為一種重要肥料。普通所稱的磷酸鈣是指叔磷酸鈣而言，動物骨骼中約含有叔磷酸鈣 60%，藉此可以保持必要的堅硬性。也為磷灰石的主要成分。

我國磷礦產地為江蘇海州之錦屏山，黑龍江之海拉爾，及廣東之西沙羣島，尤以西沙羣島為磷礦最富之區。叔磷酸鈣因不易溶解於水，不能為植物所吸收，故須加適量的硫酸，使成伯磷酸鈣和硫酸鈣的混合物，叫做過磷酸石灰，作為肥料，其變化如下：



§152. 砷和砒霜 砷為與磷很相似的元素，舊名叫砒。帶有金屬光澤，性脆色灰，無毒。常用以製鉛彈，因鉛中雜砷，硬度增加。砷在空氣中燃燒，即成有蒜臭的三氧化二砷 As_2O_3 ，

俗稱**砒霜**，是著名的毒物。砷的主要用途，為製造殺蟲藥和防腐劑，也可作顏料。例如巴黎綠，為砒霜和銅鹽所製成。化學戰爭中常用之噴嚏性毒氣，大都為砷的化合物。

倘中了砒毒，可先服嘔吐劑，再服新製之氫氧化鐵 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 以治之。要檢驗物品中有無砒毒，可將物品先溶於水再和新製的氫作用。倘使含砒的話，就成**砷化氫** (AsH_3) 氣體。這種氣體受熱分解，成為游離的砷。雖含砷極微，也能試出。

砷在自然界，多存於**砷黃鐵礦** (FeAsS ，俗稱**毒砂**)，**雄黃** (As_2S_2)，和**雌黃** (As_2S_3) 等礦物中。我國雲南的大理，蒙化兩縣，每年約產雄黃和雌黃六百噸。此外，湖南所產的砒霜，為量亦多。

習 題

- (1) 保存黃磷，為什麼要浸在水內？能用手取黃磷嗎？
- (2) 黃磷和紅磷，性質的異同如何？
- (3) 試述安全火柴與摩擦火柴之異同。
- (4) 牛骨灰可作肥料，是什麼緣故？
- (5) 燃磷10克，可得五氧化二磷多少？
- (6) 砒霜是什麼？若中砒毒，有無救治方法？
- (7) 同一元素，可有幾種原子價，試舉例以答。

第三十一章 矽和硼

§153. **矽土** 矽在礦物界，居極重要的地位。地殼的成分中，氧約佔一半，矽佔四分之一以上。矽之最普通化合物，叫做**二氧化矽**(SiO_2)，亦稱**矽土**，在地球上分佈最多。海灘上的砂礫，山谷間的岩石，地面上的土壤，都含有矽土。

純粹的矽土，叫做**石英**，又稱**水晶**，為無色透明的結晶體(圖93)。有時因夾有雜質，而呈種種美麗的顏色，如**紫晶**，**茶晶**，**瑪瑙**等，可作裝飾品。

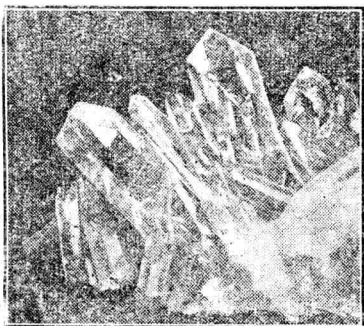
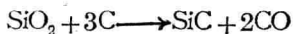


圖93. 水晶

§154. **碳化矽** 用砂和焦煤的混合物，放在電爐中強熱，即得**碳化矽**：



純粹的碳化矽，是無色透明的結晶。普通製成的，是黑紫色的固體，堅硬僅次於金剛石，俗稱**金剛砂**，可做成砂輪砂紙等。

§155. **矽酸和矽酸鹽** 矽土和碳酸鈉一起加熱溶化，便成玻璃狀的**矽酸鈉**：

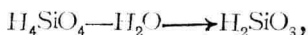


矽酸鈉的水溶液，叫做**水玻璃**，為透明之膠狀物，可以膠合玻璃和陶瓷等。塗在雞蛋殼上，可以防腐；塗於木材及布上，可以防火。

矽土不能和水化合，若加適量的強酸於矽酸鹽溶液中，即得膠狀的矽酸沉澱。例如加鹽酸於水玻璃中，即起變化如下：



矽酸因所含水分多少不定，所以無論成分為**矽酸** H_2SiO_3 或正**矽酸** H_4SiO_4 ，均不能得到純粹的物質。若把矽酸加熱，水漸喪失，最後便得非晶體的矽土：



數個矽酸，常疊合而成種種**縮合矽酸**，例如：



地殼的大部分，均為此種縮合矽酸的鹽類所構造，例如花剛岩即由**長石** (KAlSi_3O_8)，**雲母** ($\text{KAlSi}_4\text{O}_{10}$) 和石英混和而成。其他如滑石，石綿，蛇紋石等，也都是矽酸鹽，種類繁多，不勝枚舉。

§156. **陶器和瓷器** 長石或雲母等含有矽和鋁的岩石，經風化作用而成的黏土，即係一種**矽酸鋁** ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，其純粹者叫做**高嶺土**，以產於我國江西高嶺而得名，為製造瓷器

的原料；不純粹者含有他種物質，尤以鐵化合物為多，致帶紅色，即尋常之黏土，為製造陶器、磚、瓦、和水泥等之原料。

將黏土加水捏和，塑成各種形狀的器皿；待風乾之後，置入窯內燃燒，即成陶器。以江蘇宜興出產者為最著名。

瓷器的製造，較陶器更為精細。將純粹的陶土為原料，研細和水，塑成各種形式，待乾後，入窯中燒之。溫度很高，到陶土完全瓷化為止，這種產物，叫做**素瓷**。於是塗以薄層之釉藥，再入窯，經稍久之高熱，使釉藥熔化而成均勻光滑的瓷器面。此種釉藥，乃由石英，長石和各種金屬的氧化物熔成。

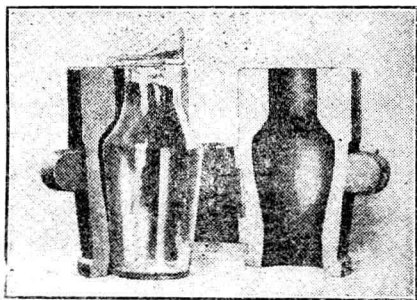


圖94. 在模型中吹成的玻璃瓶

至於裝飾的方法，或先上釉再繪畫，或先繪畫再上釉而燒之均可。

瓷器本發源於我國，江西景德鎮之出品，全世界都聞名。但近來各國相起競爭，國貨瓷器之銷路，大為減色，吾人不能不力謀復興與發展。

把釉藥塗在金屬器的面上，叫做**珐瑯**，俗稱**搪瓷**，可以保護金屬，不致生鏽；常用以製廚房用器，以及面盆浴盆等。

§157. **玻璃** 係幾種矽酸鹽的混合物，經過熔化，冷卻，凝

固而成。因所用原料的種類，和配合比例的不同，實際上可大別爲三類，即鈉玻璃，鉀玻璃，和鉛玻璃是。

普通製造玻璃的方法，係把矽土，礆（即碳酸鈉），和石灰石等混合，強熱至高溫度，則漸溶化而成透明的玻璃黏液；再把玻璃黏液，放入模型內，可以吹成各種形狀的器具，如（圖94），即爲玻璃黏液在模型內剛吹成的玻璃瓶。倘把玻璃黏液，先吹成圓筒形（圖95），繼將圓筒割破一邊，燒軟後，再行展平，則成大塊的窗玻璃。

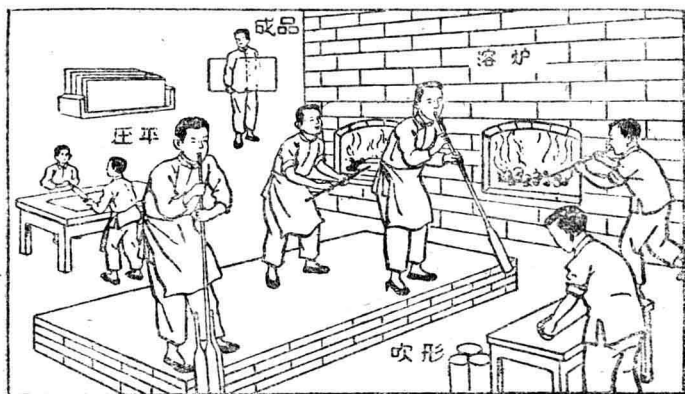


圖95. 製造窗玻璃的情形

普通的玻璃瓶，窗玻璃，及實驗室常用的玻璃管，大都係矽酸鈉，矽酸鈣，和矽土的混合物，即所謂鈉玻璃。此種玻璃，頗易爲化學藥品所侵蝕，且其熔點較低，很容易把它燒軟彎曲。若將玻璃成分中之矽酸鈉，換以矽酸鉀，則玻璃之性變

硬，熔點增高，即所謂**鉀玻璃**，有抵抗化學藥品侵蝕的能力。但是現在化學用的玻璃，多有**鋅**，**硼**等質加入，有更好的耐蝕和耐熱性。又若以**矽酸鉛**，代替一部分的**矽酸鈣**，則所成的玻璃，富於折光性，即所謂**鉛玻璃**。光學儀器中所用的，大都就是此種玻璃。

由純粹的原料所製成的玻璃，大都透明無色。若於玻璃熔化的時候，加入微量的各種金屬氧化合物，即呈現各種不同的顏色，而成**有色玻璃**。例如加入**鈷**的化合物，即成藍色；加**錳**，呈紫色；加**鈷**，成黃色；加**氯化金**或**一氧化二銅**，成紅色等。不純的矽土，常含鐵質；所以賤價的玻璃，如酒瓶，汽水瓶等，往往帶綠色，是因為製造此種玻璃的原料，是不純的矽土的緣故。若在玻璃中，加入**骨灰**或**螢石**等，即成不透明的**乳白色玻璃**。

§158. **水泥** 俗稱**洋灰**。製造水泥的方法，是把黏土和灰石等，分別研成粉末，依各種比例混合後，熱至熔化，再加石膏少許，俟其冷卻，然後磨成細粉。用時與水混和，即起複雜變化，而成堅硬如石之物。因水泥有這種特性，新式建築工程，用得非常之多。用水泥，細砂，和砂礫混合凝成的，叫做**混凝土**。混凝土裏，用鋼條作架，可以支持更大的壓力，堅固得很，叫做**鋼骨混凝土**，高樓大廈，就是這樣造成的。

§159. **硼砂**和**硼酸** 硼和硼的化合物，與矽和矽的化合

物，很有相像的地方。硼砂為硼化合物中最重要者，是無色的結晶，其分子式為 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ，含有十個分子的結晶水。加熱時，即失水而熔成玻璃狀物質，能溶解各種金屬的氧化物，因此常被用作銲藥，以溶接各種金屬。

硼酸(H_3BO_3)可由硼砂和硫酸，互起作用而製得，為鱗片狀的結晶體。硼酸的水溶液，微呈酸性，醫藥上常用作防腐劑，普通的洗眼藥水，就是硼酸的稀溶液。

倘把硼酸加熱，則失水而成氧化硼，係玻璃狀的固體，性質和砂土相似。氧化硼和硼砂為製造玻璃，瓷器和珐瑯面上用的釉藥的原料。

習 題

- (1) 硼的最普通化合物是什麼？它的分子式如何？
- (2) 金鋼砂如何製成？有何用途？
- (3) 水玻璃與尋常玻璃，有何區別？
- (4) 玻璃是什麼東西？化學實驗用的玻璃，及研究化學用的玻璃，和尋常的窗玻璃，有何不同之處？
- (5) 尋常窗玻璃，何以微呈綠色？
- (6) 試述硼砂和硼酸的重要用途。

第三十二章 土壤和肥料

§160. 土壤 地面上除海洋和山嶽外，到處都是土壤。土壤係由構成地殼的岩石，經長期的風化作用，逐漸崩解而成。普通分爲砂土，壤土，及黏土三種。砂土含礫土最多，含植物養料較少，但能透氣；黏土反是；而壤土則介於砂土與黏土兩者之間，最適宜於植物的生長。

至於土壤對於植物的關係，可分物理，化學，和微生物三方面來研究：

(a) 物理方面 土壤顆粒的物理性質，於耕作上最關重要。適於植物生長的土壤，須有保持水分的能力，同時須鬆而多孔，使土內含有適量的空氣。農夫之春耕夏耘，就是要改善土壤顆粒的結構，使其保有適量的水分和空氣，並維持適宜的溫度。

(b) 化學方面 各種植物從土壤中生長起來，其中含着各種元素，約計有碳、氫、氧、氮、磷、鉀、硫、鈣、鎂、鐵等十種。除碳係由空氣中的碳酸氣吸收而來，氫和氧係由水變成者外，其他各種元素都是由土壤中取來的，第一要土壤裏有這些元素，第二要能爲農作物所吸收而加以利用。就氮而論，複雜的有機物中之氮，極難爲植物利用。爲一般植物所最易利用的，

是硝酸鹽中的氮；但稻與其他植物不同，能利用銨鹽中的氮。土壤中所含有的氮化合物，變化極為複雜，用氮肥料，也宜小心，因為有幾種氮化合物如亞硝酸鹽等，反於植物有害。

土壤中含鉀之量雖不少，但普通不易為植物所利用；含磷之量，常較其他元素為少，且也不易為植物所吸收。故土壤中植物養料缺少時，必以磷為最甚。肥沃之土，常含有多量的有機物質，能增加土壤溶液內的碳酸氣；而此種含多量碳酸氣的土壤溶液，可以增進土壤中鉀和磷的利用性。綠肥、人糞、和廐肥，含有機物質很多，宜時常加入土壤中，又土壤如呈酸性，宜加石灰以矯正之，因為石灰不但能起中和作用，且能促進土壤的許多有益的變化。

(C) **微生物方面** 土壤中含有很多微生物，非常有助於土壤的肥沃。土壤之所以有許多有利的變化，如由複雜的氮化物變成銨鹽，再由銨鹽變成硝酸鹽等，都因有微生物參加作用的緣故。

荳科植物的根上，附着許多的瘤（圖96），其中含有微生物，能把空氣中的游離淡氣，變為氮的複雜化合物。此等氮化合物之一部分，可以滋養植物本身，他一部分留存土中，使土肥沃。所以荳科植物，常作

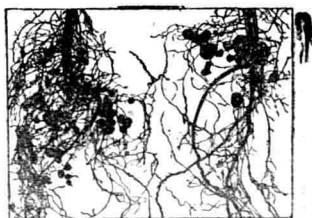


圖96. 荳科植物的根瘤

綠肥用，即可同時作為氮的肥料看待，實一舉而二得。尚有其他幾種微生物，也能把空氣中的氮，變成複雜的化合物，遺留土中；所以要增加土壤的肥沃，歐美各國往往用接種法，把有益的微生物，種入土壤之內。

§161. 肥料 植物的養料，既從土壤中繼續取用，那麼，土壤裏所含的養料，必逐漸減少，故必須把這幾種養料設法歸還到土壤裏，才不致枯竭，於是就有所謂**施肥**。

植物所需要的十種元素中，碳、氫、和氧可從空氣和水中得來，硫、鈣、鎂、和鐵土壤中含得很多，不患缺乏，惟有氮、磷和鉀三元素，必須時常加入，方可保持土壤的肥沃。故一般所謂**肥料**，只是富於氮、磷、或鉀的物質。

肥料又有人造肥料（或稱化學肥料）和天然肥料之別，

§162. 人造肥料 人造肥料又可分為**氮肥料**，**磷酸肥料**。和**鉀肥料**三項。氮肥料之最常用者為硝酸鈉 NaNO_3 和硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ；普通的鉀肥料為硫酸鉀 K_2SO_4 和氯化鉀 KCl ；磷酸肥料之最佳者為過磷酸石灰（§151），因為它能溶於水，可以普遍的散佈於土壤中，易為植物吸收。

氮肥料能促進植物的生長，嫩枝綠葉，非氮不能繁茂；磷為植物結子時必需的養料；鉀為澱粉和糖類生長時所必需；各有其特殊的功用。人造肥料大都能溶於水，易為植物吸收，見效極速，也就因其影響甚快之故，如果選用不當，流弊頗大。

§163.天然肥料 如人糞、廐肥、和豬毛等，含氮、磷、鉀三者俱全，但須經過相當時間，始為植物所吸收，故見效稍遲，而流弊也較少。我國向來常用的天然肥料，如荳餅，麻餅，和花餅（即棉子餅）等，含磷較多，尤為寶貴的肥料，天然肥料，非如人造肥料之會殺滅土壤中的微生物，也是一個好處。

§164.肥料應與土壤和農作物配合 人造肥料與天然肥料的優劣，不易斷言。在歐美各國，人造肥料確有其不可埋沒的成績，故舶來品的人造肥料，並非絕對不能用；但我們與歐美各地，水土不同，例如我國多水田，外國除印度、安南、暹羅、日本、意大利諸國外，水田極少。所以適用於外國的人造肥料，我國倣而用之，每致弊害叢生；這是因為在不同的土壤裏，種不同的植物，既不能用同一的肥料，而希望得到同一的結果。例如硝酸鈉為見效最速的氮肥料，但是絕對不宜用於種稻的水田，即其一例。

總之肥料的施用，宜：（1）隨土壤的成分和性質而異，（2）隨所種農植物的種類而異，與（3）隨氣候，雨量以及其他各種客觀條件而異。所以研究肥料的效果，實在是非常複雜的問題。選用得當，可以增加收穫，改良品種；但是使用不得其法，則非但無益，反而有害。故欲在某種土壤裏，宜於種植某種植物，該用某種肥料，此非富有經驗和長時期的試驗研究不可。我國農業，還非常落後，肥料問題，極其重要，尙有待農業

化學家的努力。

習 題

- (1) 耕田要深,什麼緣故?
- (2) 土壤中的微生物,有何用處?
- (3) 你家鄉用的綠肥,有那幾種?
- (4) 試述重要的氮肥料,磷酸肥料,和鉀肥料,及其功用。
- (5) 人造肥料和天然肥料,各有其優點與缺點,試比較說明。

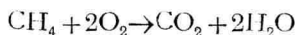
第三十三章 簡單的碳氫化合物

§165. 有機化合物和無機化合物 大約在一世紀以前，化學家把存在動植物體內的物質，叫做**有機化合物**，存在礦物界的物質，叫做**無機化合物**。爲什麼要這樣區別呢？因爲化學尙未發達的時候，大家以爲無機化合物，可由人工製造，而有機化合物，則非人力所能合成，必須靠動植體內一種生活力之作用，方得產出。認爲兩者之間，有截然不同的地方。

迨1828年，德國味勒 (Wöhler) 用無機物之氰酸銨，製造有機的尿素成功之後，纔知道有機物之生成，不必依賴於所謂生活力之經營；因此，以前區別有機化合物與無機化合物的理由，現在看來，已無意義。惟細考所謂有機化合物者，其主要成分必含碳元素；且含碳的化合物爲數甚多，約有二十五萬種以上，再者此等化合物的性質，也自有其特異之點。爲便利研究起見，故將含碳的化合物，獨立一科，仍舊叫做**有機化學**。所以本章和後面幾章所講的，都是屬於有機化學範圍。不過比較簡單的碳化合物，像碳的氧化物和碳酸鹽等，如第二十九章裏所講的，照舊歸入無機化合物中。燃料中的石油 (§140)，則爲有機化合物。

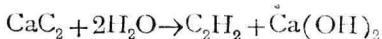
§166. 沼氣 學名甲烷 CH_4 ，乃植物質在水內腐爛時所

發生的氣體，常出現於池沼中，故名沼氣。為無色無臭無味的氣體，能燃燒而生青色火焰。與空氣混合而點火，便起爆炸：



煤坑的爆炸，就因為含有沼氣的緣故。安全燈 (§65) 就是要防止這種危險而特製的。大多數的有機化合物，都是沼氣的衍生物。

§167. 電石氣 學名乙炔 C_2H_2 。把碳化鈣（俗稱電石）和水接觸，就會發生這種氣體：



電石氣無色，氣味很臭；用電石製取的乙炔，因有雜質，氣味更為難聞。燃燒能發強光，火焰溫度極高，故除用作點燈外，又可做照氫氧吹管 (§85) 的裝置，和氧混合燃燒，稱為氧炔焰，溫度可達 2700°C ；常用以割斷鐵板或銲接金屬。

§168. 苯 (C_6H_6) 為無色而有特別臭味的液體，很易揮發，能溶解脂肪及樹脂等，可用以去油漬。許多複雜的有機化合物，如炸藥，顏料等，為苯的衍生物。故苯與甲烷二者，為有機化學中最重要的基本化合物。

§169. 洋樟腦 學名為萘 C_{10}H_8 ，是白色板狀的結晶，容易昇華，有特殊的氣味，可以防腐及防蟲，為衣箱內所常用。市上出售之樟腦丸，即係此物。

§170. 橡膠質 熱帶產的橡樹，滲出乳狀液汁，其中含有

橡膠質 (C_5H_8)_x。此種液汁，凝固後，就叫**橡皮**。富彈性，可溶於揮發油及二硫化碳中，不受藥品侵蝕，又不傳電，用途甚廣。在低溫度時容易硬化，通常加以硫磺約5%，不但可免硬化，且使彈性增強，用以製車胎橡皮管等。若含硫多至20—35%，加熱，即得黑色光澤堅硬的**膠木**，可製造電的絕緣體和日常用品。

上面所講的各種物質，都是碳和氫的化合物，只因碳和氫二者的化合比例不同，性質也就有異，這些還是碳氫化合物中最簡單的呢，但也是最重要的。



圖97. 採取橡樹內的乳狀液汁

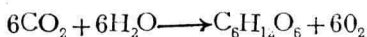
習 題

- (1) 甲烷和一氧化碳的性質，相同的和不相同的，有那幾點？
- (2) 試述有機化學中，最重要的二種基本化合物。
- (3) 電石氣的製法如何？

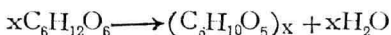
第三十四章 醣類

§171. 醣類 許多有機化合物，僅含有碳、氫、氧三種元素，而且其中氫和氧的比，為二比一，恰與水中所含氫和氧的比一樣。這一類的化合物，叫做醣類，舊名碳水化合物。它們的分子構造，非常複雜，實際上氫和氧並不成為水分子，再和碳化合，只是其中的氫與氧有和水相同的成分罷了。

醣類有糖，澱粉及纖維素三種，為植物的主要成分。當植物在生長的時候，由根部吸入的水分，和葉部吸入的碳酸氣，藉太陽光而起光合作用，變成糖和澱粉：



葡萄糖



澱粉

可見葡萄糖和澱粉的分子裏，所含氫原子的個數，都是氧原子的二倍。至於澱粉的分子式，祇知道是 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$ 的倍數，而不知道究竟是多少倍，所以寫成 $(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$ 。

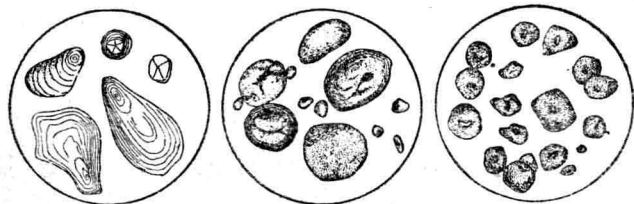
§172. 葡萄糖和蔗糖 糖有多種，如葡萄糖存在於葡萄及各種甜菓中，乳糖存在於人乳及動物乳中。而尋常所吃的糖，為蔗糖，其分子式為 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ，和乳糖相同。

糖的來源，雖然很多，但大規模的製糖原料，祇有甘蔗和甜菜兩種為最重要。我國台灣、福建、廣東、四川等省，向以甘蔗製糖著名，山東、河南東北等省，則利用甜菜製糖。

製蔗糖時，先壓榨甘蔗的莖或甜菜，在所得的糖汁中，加入少許石灰乳，使其中所含的酸性物質中和，然後濾去中和液中的鈣鹽，把濾液置鍋中蒸發，即有棕黃色的粗糖析出，叫做**砂糖**。把粗糖溶於水中，用骨炭脫色後，將純粹的糖漿放入真空罐內蒸發，**白糖**即結晶而析出。如果把純粹的濃厚糖漿，放在溫處，慢慢冷卻，即得**冰糖**。

§173. **澱粉** 植物的地下莖，球根，和種子裏，都有多量的澱粉，如米、麥、番薯、馬鈴薯、玉蜀黍、菱、藕等，為重要的食物。依其來源的不同，澱粉的顆粒，在顯微鏡底下看起來，呈各種不同的形狀（圖98），性質也多少有些不同，各有特殊的用途。例如麥粉宜作漿糊，米粉宜作面粉，慈菇粉宜作漿粉等。

澱粉不溶於冷水中，把它煮沸，澱粉顆粒膨脹而將薄膜裂



(甲)馬鈴薯

(乙)小麥

(丙)玉蜀黍

圖 98. 澱粉

破，變成糊狀之物，普通所用的漿糊，大都即用此法製成。

澱粉遇到碘，即顯示特別的深藍色，化學實驗室中，試驗碘的存在時，常用這個反應。

§174. 纖維素 或稱植物纖維素，為一切木材的主要成分，其分子式為 $(C_6H_{10}O_5)_y$ 。除去了脂肪的棉，和漂白了的麻，幾乎是純粹的纖維素。

纖維素不溶於水及普通溶劑中，但是容易溶於濃硫酸中，用途極廣，不但可做衣服的原料，又可用以製造紙，人造絲，賽璐珞，無煙火藥等。

§175. 紙 紙就是利用植物纖維素製成的，為我國漢時蔡倫所發明，後由西域傳至歐洲。紙的製造，可分手工和機器來講。手工紙是我國固有的，完全用人工製成，浙江、福建、四川等省，產量較多，機器紙是仿照外國，利用機器製造的，如今上海，漢口等處，也有產出，惟供不應求，每年由外國輸入的紙，數量仍然很多。

手工紙的原料，有竹材、樹皮、破布、稻草等。但是普通多用竹材。砍斷竹材，放在池內，加入石灰，浸漬到雜質腐爛之後，取出餘下的纖維，經過碾碎和漂白等工作，就成紙漿。紙漿中加水和少量漿質，在其表面上用竹簾，逐次汲取薄層，乾後即成紙張。

機器紙多用木材為原料。用木材製造紙漿的方法有二種。

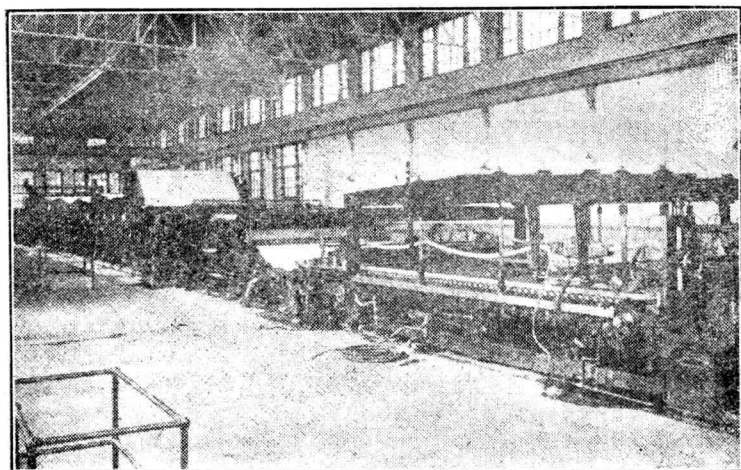


圖99. 造紙機

一種是不經過化學作用的，將木材用機器搗成細片即可，由這種紙漿製成紙張，用舊了就要變色，性質又脆，但是價格低廉，可作報紙及包裝之用。另一種是經過化學作用的，於木材細碎後，加入酸性硫酸鈣的溶液，通入水汽煮沸，使木材中所含纖維素以外的雜質完全溶去，由此餘存的純粹木纖維，就是紙漿；將紙漿加入多量的水，再混合樹脂皂，硫酸鋁，高嶺土，澱粉糊等，攪成粥狀，送至造紙機上（圖99），就可壓榨成紙。樹脂皂等混合物，能使製成的紙，表面光澤，質地緻密，且不滲墨。

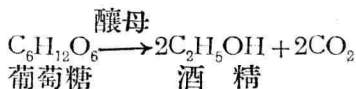
習 題

- (1) 醣類舊名碳水化合物，試問其理由何在？
- (2) 試述蔗糖的製法。

- (3) 蔗糖和葡萄糖的分子式各如何?
- (4) 澱粉和纖維素的分子式如何?
- (5) 植物中所含的醣類,是怎樣變成的?
- (6) 紙經燃燒後,產生何等物質?紙灰何以是灰色或黑色?紙灰的主要成分是什麼?
- (7) 試舉出兩種我國首先發明的化學工業品。對於人類文明貢獻如何?

第三十五章 酒 醋 醬

§176. 酒和酒精 把葡萄壓榨成汁，裝在瓶裏，過了幾天，便成葡萄酒。因為附在葡萄上的**釀母**，是一種生物體裏的催化劑，可使糖起一種變化，叫做**發酵**，而成**酒精**和**碳酸氣**：



我國遠在四千年前禹王時代，就已經有人知道釀造旨酒的方法。糯米酒和紹興黃酒等，要用酒藥和酒麴發酵，因為我國釀酒的原料，都含很多的澱粉，酒藥和酒麴裏的酵質，有好幾種，一部分的酵質，先把澱粉變成糖，再由另一部分的酵質，把糖變成酒精。糯米酒和紹興酒，在發酵的前半期，所成的汁有甜味，以後纔有酒味，就是這個緣故。另外有一部分的酵質，再將酒精慢慢變成有特別香味的物質。可是各地的酒藥不全相同，釀造時的情況也不一樣，發酵的過程又不相同，所以各地的酒便有不同的香和味了。

糯米酒，紹興酒，葡萄酒，啤酒，都是發酵便成的酒。高粱燒酒、汾酒、大麴、白蘭地，則是發酵後再經蒸餾而成的酒。未經蒸餾的酒，含酒精的成分少，曾經蒸餾的，含酒精多，紹興酒約含酒精12至15%，高粱酒約含酒精43至51%。

酒精又叫火酒，學名是乙烷醇，簡稱乙醇，為醇類之一種。醇類就是把碳氫化物中的一個氫原子，以氫氧基替代而成的化合物。

乙醇是無色的液體，有香味，沸點為 78°C 。，比重是0.82。無論乙醇多少，總能溶解於水；所以它在水裏的溶度，可說是無限量。工業上製成的酒精，祇含乙醇95%，其餘是水。工業上製造酒精，係用富有澱粉之物，如米、麥、馬鈴薯等為原料。搗成糊狀，加以麥芽或麴，使它發酵，再經過蒸餾而得(圖100)。

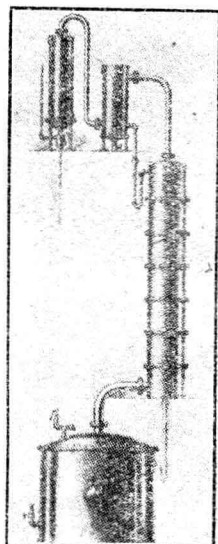
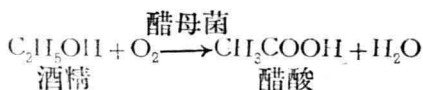


圖100. 酒精蒸餾器

酒精容易着火，發熱很多，無煙，所以實驗室裏用來點燈，也常用來代替汽油，作動力的燃料。酒精能溶解許多物質，是一種有機溶劑。香水油漆，都用它做原料。殺菌力很強，所以在醫藥上用作防腐劑，又用以保藏動物標本等。

§177. 醋和有機酸 含乙醇較少的食料酒，放在空氣中，久了變成酸味而成醋；係因醋母菌的作用，把一部分的酒精，氧化而成醋酸：



製造食醋的原理，就是根據上列的反應。把富有澱粉的穀類或甘薯等，先經發酵作用，使成酒精，再使醋母菌繁殖，酒精即行變酸而成醋，加入香料後，就是**食醋**，可作調味品，其中約含醋酸 3—5%。

醋酸爲有機酸的一種。凡有機酸都含有 COOH 原子團；此原子團中的氫，可以電離而成氫游子，故有酸性反應，與鹽酸硝酸等相似，但是酸性極弱。食品中所含的**乳酸**，**酒石酸**，**檸檬酸**等，也都是有機酸。此外又有一種，叫做**蟻酸** $\text{H}\cdot\text{COOH}$ ，含於蜂，蟻體中。蟻酸有毒，故被蟻或蜂所咬時，即覺腫痛，就因蟻酸穿入皮膚內的緣故。擦以氨水，可以中和止痛。

§178. 醬和醬油 把煮熟的大荳和麵粉蒸成糕狀，碎成小塊，放在溫暖的地方，使它充分發酵，然後在日光下曬乾，磨成細粉，注入食鹽溶液，使成泥狀，日曬夜露，晨晚各攪拌一次，數日後就成美味的**醬**。

醬油也用大荳，麵粉，食鹽等爲原料而製成，但麵粉用火烘焙而不用蒸，麵粉和煮熟的大荳混和後，加入少量麴種，至生出相當麴菌後，把曾經煮過而復冷卻的食鹽溶液加入，時常攪拌，放置數星期後，略爲加熱，裝在布袋內過濾，上面的澄清液，就是**醬油**。

§179. 味精 將麵粉裝在布袋中淘洗，洗去澱粉後，就得一種黏性的物質，叫做**麵筋**。麵筋在高溫度下，用濃鹽酸處理，

即有一種叫做**麩氨基酸**的物質，由麵筋裏分解而出，加入**碳酸鈉**，使**麩氨基酸**中和，所得的鈉鹽，再用骨炭去色，就成白色易溶於水的粉末，叫做**味精**。滋味甚鮮，是一種優良的調味品，又叫做**調味粉**。上海天廚味精廠是我國首先製造味精的工廠。

習 題

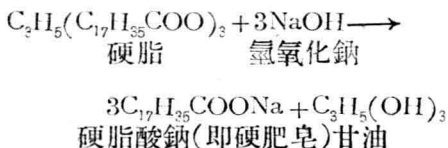
- (1) 酒變醋的化學原理如何？
- (2) 久露在空氣中的火酒，遇到醋母菌，會不會變醋？
- (3) 大理石的檯面遇醋，有沒有什麼作用？
- (4) 何謂有機酸？試舉出幾種有機酸的名稱來？
- (5) 試述酒精的用途。
- (6) 試述味精的製法。

第三十六章 脂肪油類和肥皂

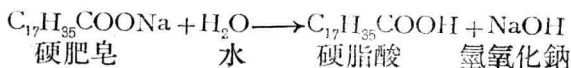
§180. 酯 有機酸和醇類相作用，即生成水和酯。存在於天然界中的脂，以脂肪和油類為最重要，係硬脂，軟脂和油脂的混合物。硬脂和軟脂以牛，豬等動物的脂肪中含的較多；油脂以菜油，荳油，花生油等植物油類中含的較多。前者在尋常溫度為固態，後者在尋常溫度為液態。

桐油及胡麻子油，放在空氣中，容易乾涸，叫做乾性油。乾性油中含氫原子數目較少，為未飽和的化合物，故易吸收空氣中的氧，變成乾而且硬的固體。桐油常用作油漆或塗料，就是這個道理。桐油為我們特產，每年輸出頗多。

§181. 肥皂 脂肪及油類的用途之一，為製肥皂。加鹼類如氫氧化鈉於油類或脂肪中，入釜中加熱（圖101），就成肥皂。此種作用，叫做皂化。例如用硬脂製成硬脂酸鈉的變化如下：



肥皂入水，即起水解作用，而成有機酸和鹼類。例如：



此生成的氫氧化鈉，能分解油膩，有機的硬脂酸形成乳濁液的泡沫，能吸去塵污。因此肥皂可以洗濯油污。

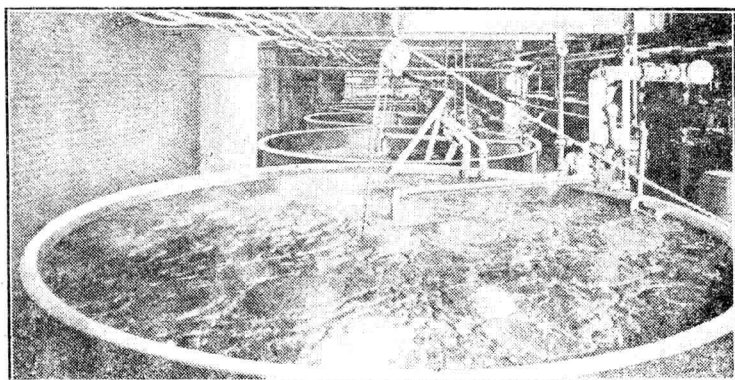


圖101. 肥皂的製造

天然水中往往含有鈣鹽和鎂鹽，即所謂硬水。肥皂若遇硬水，便高級脂肪酸的鈣鹽和鎂鹽生成，難溶於水，發生沉澱，泡沫很少，洗濯功用大減。故硬水不宜於洗衣服之用。

§182. 甘油 由上節，可知甘油 $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ 為製造肥皂時的副產品，學名叫做丙三醇，是含有三個氫氧基的醇類。甘油是無色而有黏性的液體，味甜而富吸溼性，冬天搽在皮膚上，可使皮膚潤澤，又可作化妝品的原料。醫藥上則用作灌腸劑。甘油的最大用途為製硝化甘油 (§130)，是一種猛烈的炸藥。

習 題

- (1) 石油和油脂，成分方面，有何分別？
- (2) 肥皂何以能去垢？
- (3) 製肥皂時可得何種重要副產品？此種副產品，有何主要用途？
- (4) 我國的農產品，用來榨油的，除本章所提及的各種外，你知道的還有那幾種？你看見過的榨油方法，是怎樣的？試作簡單的敘述。

第三十七章 食物和營養

§183. 食物的功用 我們要成長和維持生命，必需攝取食物，平時飢則思食，渴則思飲、就是需要食物的一種表示。身體內的細胞組織，不斷地新陳代謝，每一個人平均在二十四小時內，要放出一千克以上的碳酸氣，和多量的氮、氫、氧等化合物、這種消耗，必須一克抵一克，從食物中取得補償。不但補償，還得有點餘積，兒童才能生長。養氣固然絕不可少，但是專門喝西北風，是不夠的。

吃下食物之後，經過消化作用，食物的一部份，混入血中產生能力和體溫，補充每天的消耗，促進身體的發育和生長，這種作用，叫做營養。所以食物對於人體的功用，主要的有下列四種：

- (a) 構造新的組織，並補充舊的組織；
- (b) 保持必要的體溫；
- (c) 供給工作所需的能；
- (d) 維持正常生理作用。

§184. 營養素 食物的要素有蛋白質，醣類，脂肪，維生素，水和少量的礦物質等。其中蛋白質，醣類，和脂肪，尤為重要，叫做營養素。這些食物對於身體的功用，各有不同，分述

如下：

(a) **蛋白質** 蛋白質為很複雜的含氮化合物，是人體內細胞的主要成分。我們從食物中攝取蛋白質，來補充陳廢的細胞，建造新的組織。蛋白質在體內分解後，可供給熱量和能量。

食物中如肉、魚、雞、蛋、豆腐及乳內，含蛋白質很多，五穀和蔬菜內，也含微量。

(b) **醣類** 在體內氧化，生成二氧化碳和水分，由呼氣中排出，此時因氧化而生的熱，有保持體溫和供給活動能力的功用。醣類中有營養價值的為糖和澱粉。把澱粉和水加熱，則澱粉顆粒破裂，變成半溶解性，所以生米必須煮成熟飯，吃了纔易消化。澱粉消化之後，變成葡萄糖，滲入血液中，隨之循環全身，營養我們的身體，保持我們的體溫。

澱粉的消化，雖要變成葡萄糖後，纔有營養的價值，但是糖的營養價值，並不大於澱粉，所以消化強健的人，不必專吃糖而不喜歡澱粉。嬰孩自然是個例外，尚無消化澱粉的能力，必須從乳汁中攝取乳糖。

(c) **脂肪** 脂肪不能構成肌肉的組織，這是與糖和澱粉一樣的，但它所發生的熱量，要比糖和澱粉大兩倍多。脂肪固可充作體內燃料，但其主要的功用，宜於貯藏，變成肥肉，為保護肌肉組織的一層。平日醣類為產生熱和能的先鋒，惟有醣類將用罄的時候，脂肪始顯身手。所以幾日不食，人就瘦了，就是

貯藏的一部分脂肪拿出來用掉了的緣故。

食物也可分爲動物性與植物性兩類，即所謂葷的和素的，前者富於脂肪和蛋白質，後者富於醣類，如欲很適當的攝取營養素，應該兩者混食。

§185. 礦物質 礦物質在人體中需要的量雖少，但其重要並不在營養素之下。其中硫、鎂、鉀、和鈉等，各種食物中所含的量頗豐，或因加鹽之故，不虞缺乏，但有幾種礦物質，如鐵、鈣、磷等，倘選擇食品配合不得其法，常有不足之慮。故不平均的食品，好比未加肥料的土壤，往往缺少氮、磷、鉀一樣。

現把鐵、鈣、磷三者對於身體的重要，略述於下：

(a) 鐵 人體內的細胞中，都含有鐵，爲量極微，赤血球中所含較多。患貧血症的人，就是因爲缺少鐵的緣故。人體內含鐵的總量約爲3克，每日消耗而排泄至體外者，約爲此量的二千分之一。含鐵較富的食品，爲雞蛋、菠菜、萵苣、及其他綠色的蔬菜。

(b) 鈣 鈣約佔體重的百分之二，其中百分之九十九爲構成骨骼的材料。骨骼的主要成分爲磷酸鈣 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ，所以鈣和磷兩元素之中，有一不足，就要患軟骨病。正在發育的兒童，需鈣尤多。牛乳，椰菜（即甘藍菜），蘿蔔，橙子等，都是含鈣較富的食品。

(c) **磷** 磷為神經系中最重要之元素，凡感營養不良者，皆因缺少磷質之緣故。又磷和鈣同為構成骨骼及牙齒之要素。

含磷較富之食品，為牛乳、碗豆、蠶豆、牛肉等。

§186. **維生素** 近來經實驗證明，我們所吃之東西，即使把蛋白質，醣類，脂肪和礦物質四項，分配適宜，也仍不能保持健康。於此可見這四者之外，必有另一類物質存在於天然之食品中，為維持吾人生命所不可少者，叫做**維生素**，也稱**維他命**。

食品中所含維生素之量，極其微少，且極不安定，故很難

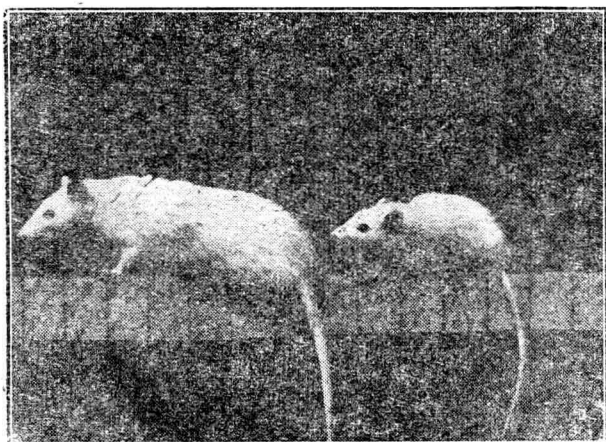


圖 102. 兩鼠同胎，起初同大，不讓右邊之鼠吃含維生素B之食物故營養不良

從食品中提取。茲將最重要之幾種維生素，寫在下面：

(a) **維生素 A** 能促進身體發育，並阻止乾性眼炎病，多存於雞蛋黃，牛乳、和魚肝油、及白菜、菠菜等蔬菜中。

(b) **維生素 B** 缺乏這種維生素，即有礙生長，且容易發生軟腳病。未去糠的米、酵母、穀類的幼芽，和綠葉蔬菜，水菓等，都含有維生素 B。吃去糠的白米，反不如吃價廉的糙米，就是因為糙米富含維生素 B 的緣故。據新近研究的結果，知道維生素 B 實係幾種維生素的混合物。

(c) **維生素 C** 多含於菠菜、蕃茄、柑桔、和檸檬等中。若缺乏這種維生素，則生敗血症，齒牙脫落，及關節疼痛等。

(d) **維生素 D** 多和維生素 A，同時存在於魚肝油，牛乳，及雞蛋中。缺乏維生素 D，易患軟骨病。

(e) **維生素 E** 多含於萵苣和小麥幼芽中。若缺乏這種維生素，可患不育症。

§187. 食物的營養價值 食物的營養價值，由各種食物在人體內氧化後所發生熱量的多少而定，故即可以用熱量的單位卡路里 (§85) 來表示，普通用仟卡 (=1000 卡路里) 做單位。

由實驗的結果，醣類、蛋白質、和脂肪各1克，所發生的熱量，大約如下表所示：

醣.....	4.1仟卡
蛋白質.....	4.1仟卡
脂肪.....	9.3仟卡

人體因男女、年齡、職業、體格等的差別，每日所需食料的多寡，各有不同。普通學生每天約需消耗 2500 仟卡的熱量，女

子和兒童則消耗較少，勞工和劇烈運動的人，約須增加一半。

據化學家和生理學家的意見，一個中等肌肉而終日勞動的人，每天需要營養素的分量如下：

蛋白質	120克
脂肪	60克
醣	450克

上面的數字，雖然不能視作一般人每日食量的一定標準，但是根據這個，可以知道選擇食物時，對於三種營養素，應當選取如何的比率。

我們普通一日三餐，就卡路里的數目說，或許不至不夠；但就品質說，我國的膳食，特別是在南方吃米的地方，極富於澱粉，而缺少蛋白質。

188. 普通食品的成分 下面表中是主要食品的成分，可以由此推算每人每日足夠維持健康的各種食物需要多少，而加以適當的配合。維生素和礦物質，在人體內，雖然不會產生熱量，但在營養上是絕不可少的東西，所以配合食物時，也應加以注意。

食物的市價，往往不照它們的營養價值來定。同類的食物。營養價值，每相接近，而市價可以相差很遠。譬如花生油的營養價值和豬油彷彿，而豬油市價，可能比花生油貴得多。各種菜蔬，初上市時很貴，過後則賤，而營養價值並沒有什麼區別。白米白麵，還不若糙米、粗麵來得養人。至於山珍海味，並

食 物		水	蛋白質	脂 肪	糖	礦物質	每100克所發生的熱量
植 物 性	米 (糙)	13.9	7.3	2.0	75.5	1.3	349仟卡
	米 (白)	14.9	6.5	0.3	77.9	0.4	340
	小 麥 粉	11.9	13.3	1.5	72.7	0.6	358
	黃 荳	6.4	39.3	18.7	30.6	5.0	448
	豆 腐	80.9	10.2	3.7	4.1	1.1	90
	甘 藍	78.3	2.2	0.1	18.4	1.0	83
	玉 蜀 黍	75.4	3.1	1.1	19.7	0.7	101
	蘿 蔔 青	94.6	0.7		3.2	1.5	20
動 物 性	青 菜	94.1	1.7	0.2	2.1	1.9	17
	猪肉(肥)	47.5	14.5	37.3		0.7	394
	猪肉(瘦)	72.2	19.5	6.8		1.5	139
	牛 肉	73.8	22.1	2.9		1.2	114
	雞	74.8	21.9	2.4		0.9	109
	魚	79.0	17.8	2.0		1.2	89
	人 乳	88.7	1.6	3.4	6.1	0.2	61
	牛 乳	87.2	3.5	3.7	4.9	0.7	67
雞 蛋	73.7	14.8	10.5		1.0	154	

不一定特別滋補。能在這些地方，稍加留意，每日食物的費用，當可節省不少。又若吃得過量，不但無益，反而有害。我們吃喝為得要活，不是活着為了吃喝。

習 題

- (1) 什麼叫做營養素？它們對於人類的功用各如何？
- (2) 分別舉出富有蛋白質，脂肪，和糖類之食品各三種？
- (3) 在植物性食物中，黃荳的成分，有什麼特別之點？
- (4) 吃常素的人們，為什麼也能保持健康？
- (5) 身體肥胖，是否最健康的表示？何故？

- (6) 冬天和夏天的食品，應有何種區別？
- (7) 試述鐵、磷、鈣三者對於人體的功用，並說出含此等物質較多的食物。
- (8) 試述各種維生素的功用，那些食物中，含那種維生素較多？
- (9) 孩童和成人的食品，應有何種區別？
- (10) 一個農人每天喫1公斤米，能得多少卡路里？就熱量說，是否已够營養？
- (11) 說出你午飯所吃的東西，估計所得的蛋白質，脂肪，和鹽之量，並求出卡路里的總數。

第三十八章 衣料和纖維

§189. 衣的原料 衣料通常分做棉織品，絲織品和毛織品三種：棉織品為各種布疋，是用棉紗織成的；絲織品為綾、羅、綢、緞、是用蠶絲織成的；毛織品為各種呢、絨、是用獸毛織成的，最普通的是羊毛。無論何種織品，原料都是纖維；不過棉紗是植物纖維，蠶絲和羊毛是動物纖維。

§190. 植物纖維 或單簡纖維素，為木材的主要成分，係醣類之一種 (§171.) 脫脂的棉和漂白的麻，差不多是純粹的纖維素。

棉花為棉的種子毛。纖維不長而質軟。呈絞紐狀 (圖103)，略有絲的光澤。因其比重大，彈性小，故棉製的衣服，常笨重而不易合式。且易為酸類所壞毀，又不適於用綠氣漂白，是其缺點。但能耐高溫度及鹼類的作用，價格較廉，用途甚廣。



圖103. 棉纖維在顯微鏡下的形狀

麻有亞麻、苧麻、黃麻、大麻各種，以亞麻為最重要。麻從植物莖皮取出，因稱內皮纖維。麻纖維比棉纖維長而韌，有光亮。因其傳熱較易，故適於製夏季衣服。又因其容易吸收水分，也容易乾燥，故常用以製手巾，浴布等。麻織品較易為鹼類侵

蝕，也易為綠氣及其他氧化劑所毀壞。因其不易染色，故夏布及其他麻織物，通常都為白色。我國湖南瀏陽及江西萬載所產夏布，最為著名。

§191. 動物纖維 絲和羊毛兩種動物纖維，都是蛋白質組成的物質，所以燒起來，發生特別臭味，這就是它與植物纖維不同的地方。羊毛除含氮、碳、氫、氧外，還有硫質，絲中沒有，這又是絲和羊毛根本不同的地方。

毛纖維在顯微鏡下觀察，像重疊的鱗片（圖104）。不易傳熱，故毛製的衣服，最為溫暖。毛的吸水性很大，染色極易，也不受稀酸侵蝕。但極易為鹼類溶解，故洗滌毛織物，是一個困難問題。因為大多數的肥

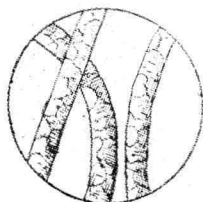


圖104. 毛纖維在顯微鏡下的形狀

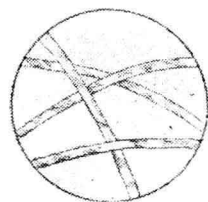


圖105. 絲纖維在顯微鏡下的形狀

皂，常含游離的鹼，沸熱的水，也要使毛纖維縮絀，故務須在不冷不熱的水中，用不含游離鹼的上等肥皂洗滌。

絲係蠶體內的分泌物，為我國著名產品。絲在纖維中最美麗，平滑光澤，強韌而富彈性。在顯微鏡下看起來，和毛與棉都不相同，形狀有如圖105所示。絲質柔軟而輕，又易染色，故為最貴重的織物纖維。絲易溶於酸，不能用綠氣漂白，對於鹼類的抵抗，却比毛織物為強。

§192. 人造絲 絲雖美麗可愛，可惜價值昂貴，於是化學家發明種種方法，製成了人造絲。現今人造絲的織物很多，居然光亮美麗，如真絲一般，但其化學組成，却與真絲完全不同，並非蛋白質，而是植物纖維，所以也遠不如真絲那樣耐用。

人造絲的製法，是將棉或木漿等纖維素，浸入氫氧化鈉的濃液和二硫化碳中，使成膠狀的液體，再由微孔管擠過，而入稀硫酸和硫酸鈉的混合液中，就變成纖維素的水化物，光亮和真絲一樣。

§193. 漂白和染色 絲毛織物，漂白時不可用含氯的漂白粉，因其能使絲毛纖維的表面變質，粗澀不復美觀，故絲毛漂白，常用二氧化硫，低亞硫酸鈉 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)，或二氧化氯等。至於洗衣店洗滌布衣時，常用少許漂白粉，因為方便的緣故。

絲和毛的織物，很容易直接染成各種顏色，棉織物則不然，須用媒染法，就是先使棉織物的纖維，吸收氫氧化鋁或單寧酸的膠狀沉澱，作媒染劑；然後使這種媒染劑再與染料化合，而染成各種顏色。各色印花布的染色方法，係先用媒染劑印成各種花樣於布的一面，然後浸入染料中，則媒染劑與染料化合，而成有色的花樣，沒有媒染劑的地方，染料不起作用，成爲白地。

織物所染的顏色，沒有永久不變的，尤其是化學藥品，很容易使有色織物脫色。所以有色的衣服，不可與酸類或鹼類接

觸，洗滌時也祇能用不含游離鹼的肥皂。如果有色的衣服觸及酸類如醋或菓子汁等，用極稀淡的氨水或碳酸氫鈉液揩之可恢復原來的顏色；反之，如被鹼類脫色時，可用極稀的醋或檸檬汁揩之。

織物的染色，從前都用天然染料，如藍靛，蘇枋之類，自人造染料發達以後，天然染料，就被擯棄不用。現在人造染料，多從焦煤的分餾物中(134)製取，稱為**煤焦油染料**。煤焦油染料種類之多，數以千計，其中茶紅，孔雀綠等，是最普通的染料

習 題

- (1) 動物與植物纖維，有何分別？有何簡單方法，可以鑑別？
- (2) 試將棉、麻、絲、毛四種纖維的優點和弱點，比較說明。
- (3) 冬夏衣服，應該如何選用，最為適宜？試申述之。
- (4) 試述人造絲的製法。
- (5) 何謂媒染劑？染色時，為什麼要用它？是否各種纖維都要用媒染劑，才能染色。
- (6) 試述印花布的染法。

萬國原子量表

(1942年)

元素名	符號	原子量	元素名	符號	原子量		
鋁	Aluminum	Al	26.97	鉬	Molybdenum	Mo	95.95
銻	Antimony	Sb	121.76	釷	Neodymium	Nd	144.27
氬	Argon	A	39.944	氖	Neon	Ne	20.183
砷	Arsenic	As	74.91	鎳	Nickel	Ni	58.69
鋇	Barium	Ba	137.36	氮	Nitrogen	N	14.008
鈹	Beryllium	Be	9.01	銻	Osmium	Os	190.5
鉍	Bismuth	Bi	209.00	氧	Oxygen	O	16.000
硼	Boron	B	10.82	鈀	Palladium	Pd	106.7
溴	Bromine	Br	79.916	磷	Phosphorus	P	30.98
鎘	Cadmium	Cd	112.41	鉑	Platinum	Pt	195.23
鈣	Calcium	Ca	40.08	鉀	Potassium	K	39.096
碳	Carbon	C	12.010	鐳	Praseodymium	Pr	140.92
鈰	Cerium	Ce	140.13	鐳	Protaktium	Pa	231.
銫	Cesium	Cs	132.91	鐳	Radium	Ra	226.50
氯	Chlorine	Cl	35.457	釷	Radon	Rn	222.
鉻	Chromium	Cr	52.01	錒	Rhenium	Re	186.31
鈷	Cobalt	Co	58.94	銩	Rhodium	Rh	102.91
鈷	Columbium	Cb	92.91	銩	Rubidium	Rb	85.48
銅	Copper	Cu	63.57	鈳	Ruthenium	Ru	101.7
鐳	Dysprosium	Do	162.46	釷	Samarium	Sm	150.43
銻	Erbium	Er	167.2	釷	Scandium	Sc	45.10
鈾	Europium	Eu	152.0	硒	Selenium	Se	78.96
氟	Fluorine	F	19.00	矽	Silicon	Si	28.06
釷	Gadolinium	Gd	156.9	銀	Silver	Ag	107.880
鎵	Gallium	Ga	69.72	鈉	Sodium	Na	22.997
錳	Germanium	Ge	72.60	鈷	Strontium	Sr	87.63
金	Gold	Au	197.2	硫	Sulfur	S	32.06
鈳	Hafnium	Hf	178.6	鉭	Tantalum	Ta	180.88
氦	Helium	He	4.003	碲	Tellurium	Te	127.61
釷	Holmium	Ho	164.94	鐳	Terbium	Tb	159.2
氫	Hydrogen	H	1.0080	釷	Thallium	Tl	204.39
銦	Indium	In	114.76	釷	Thorium	Th	232.12
碘	Iodine	I	126.92	釷	Thulium	Tm	169.4
銥	Iridium	Ir	193.1	錫	Tin	Sn	118.70
鐵	Iron	Fe	55.85	鈦	Titanium	Ti	47.90
氪	Krypton	Kr	83.7	鈳	Tungsten	W	183.92
釷	Lanthanum	La	138.92	鈾	Uranium	U	238.07
鉛	Lead	Pb	207.21	釷	Vanadium	V	50.95
鋰	Lithium	Li	6.940	氙	Xenon	Xe	131.3
鋳	Lutecium	Lu	174.99	釷	Ytterbium	Yb	173.04
鎂	Magnesium	Mg	24.32	釷	Yttrium	Y	88.92
錳	Manganese	Mn	54.93	鋅	Zinc	Zn	65.38
汞	Mercury	Hg	200.61	鈳	Zirconium	Zr	91.22