

依照新課程標準編輯  
教育部審定

# 初中化學

呂冕南 王義銓 編

*Wang Yiqing*

上海北新書局發行

依照新課程標準編輯

# 初 中 化 學

呂冕南 王義鈺編

*Lu Yuan'ai.*

上海北新書局發行

M. 3. II. C.

Richard Hill

M. 3. II. C.

## 編輯大意

(1) 本書遵照教育部所頒初級中學化學課程標準而編輯。

(2) 本書內容的組織,和現行的初中教科書完全不同,不以元素的類別爲次序,而以尋常習知習見的事物爲出發點,然後觸類旁通,涉及有關係的物質,使學者明瞭化學對於日常生活的重要,而引起其求知的興趣。

(3) 編輯初等化學,最忌字典式的敘述,使學者感覺記憶的困難,而生厭惡的心理。本書取材,以常識爲中心,而以化學上基本的知識和原理,融冶於其中,每述一事理,必用實驗證明,對於物質的用途,尤處處加以實際的說明,一方面使學者明瞭實驗

對於科學的重要,一方面使確認化學對於生活的關係。

(4) 本書對於實用物質的製造和性質,特加詳細的說明,並附精美的圖表以引起學者的注意,而助其理解和記憶。例如水泥,肥皂,漂白粉,火柴等等,均指示製造的方法和應用的手續,以培養兒童對於工藝化學的知識和興趣。

(5) 本書對於實驗的手續和儀器的裝置,用極明晰的圖樣指示,並以極簡括的文字敘述,使學者自行實習時,對於應用儀器和材料,均能得心應手,運用自如,即失學自修之人,亦能按圖索驥,不感困難。

(6) 本書選擇材料,務使適合初中學生的年齡和程度。凡繁難的演算,和不易明瞭的方程式,一概避免,以省腦力,而免強記的苦痛。

(7) 本書圖表,多至一百四十五幅,

搜羅繪製，編者頗費苦心。例如鍊鋼的情形，維太命對於動物發育的應響等等，均用精美的照片指示，使學者明瞭實際的狀況，而免空談模糊的弊病。

(8) 本書於每章之後，附以提要。給學者以概括的觀念，而助其記憶。每章後又附有和本章有關係的問題，以資練習，並啓發思想的能力。

(9) 本書匆促編輯，訛誤之處，在所難免。採用本書的教師，如遇有懷疑之處，務希不吝指教，以便修正，至深企感。

## 序

編輯初中化學，必須顧及學生之興趣與年齡，而教材之支配，尤不可與高中重複。現在坊間之初中化學教科書，對於此點，殊少注意。吾友呂冕南，王義珏二君，均曾掌教於國立大學及省立中學，先後十餘年，既富教學經驗，而於中學課程及學生程度，尤有切實之研究。今本其平日之心得，並依據教部所頒課程標準，編輯是書，以常識為中心，而將化學上基本之知識，融洽於其中，與一般節錄高中教本者，迥然不同。其必為教育界所歡迎，可斷言也。

杭州，二〇，七，一。

張乃燕

# 初中化學

## 目 次

第一章 緒論.....	1
化學的意義 變化的種類 化學的重要	
第二章 空氣.....	6
空氣的存在 空氣是什麼? 燃燒,呼吸和空氣 的關係 空氣的循環 空氣成分的比例 氧的 製法 氧的性質 物質燃燒和重量 氧的用途 氧化 化合和分解 混合物 氮的製法 氮 的性質 氮的用途 稀少氣體 臭氧	
第三章 水.....	26
水的存在 自然水 清潔水的方法 水的特性 水的成分 雙氧水電解 氫的存在 氫的製 法 氫的性質 氫的用途	
第四章 食鹽 .....	42
食鹽的產地 食鹽的製法 固體的溶解度 食 鹽的電解 食鹽成分的證明 氯化氫的製法 氯化氫的性質 鹽酸 鹼 鹽 鹽酸的成分	



氯的製法 氯的性質 漂白粉 溴 碘 氟

## 第五章 鐵 .....62

鐵的重要 鐵的性質 鐵的製煉 迴轉爐法

開爐法 鋼的性質 元素的化合量

## 第六章 原子 分子 .....74

原子和分子 元素的符號 分子式 阿服格特

羅的假說 分子量 原子量 克分子量 化學

方程式 化學方程式的應用 原子價 質量不

變定律 定比定律 倍比定律

## 第七章 硫 .....90

硫的產地 硫的採取 硫的物理性 硫的化學

行爲 硫的用途 硫的氫化物 金屬的硫化物

硫的氧化物 硫酸的製法 硫酸的性質 硫酸

鹽

## 第八章 火藥 .....109

火藥炸爆的原因 棉花火藥 硝化脂蜜 三硝

基甲苯,苦味酸 硝酸的製法 硝酸的性狀 王

水 氮的氧化物 氯化銨 氫氧化銨 含氮的

肥料 含氮的食物 氮氣的固定法 由氮製硝

酸

## 第九章 碳酸氣.....126

碳酸氣的存在 碳酸氣的製法 碳酸氣的性質  
 碳酸氣的用途 硬水 碳是一種元素 碳的  
 形體 煤的乾餾 石油 自然燃氣 電石氣  
 碳酸 酸酐 碳酸鈣 碳酸鈉 碳酸鉀 鉀鹽  
 和鈉鹽的鑑別 火焰

## 第十章 磷,砷,銻.....153

磷的存在 磷的製造和性狀 磷化氫 磷酸  
 磷酸鹽肥料 火柴 砷及氧化砷 砷化氫 銻  
 及硫化銻

## 第十一章 石英.....162

石英產地和性狀 石英的用途 砂 砂的化合  
 物 玻璃 玻璃器具的製造 螢石 長石 瓷  
 器及陶器 硼砂及硼酸

## 第十二章 金,鉑,銀.....172

金的產地 金的探鍊 金的性質 鉑 銀的產  
 地和提鍊 銀的性質 銀的化合物 照相術  
 電鍍術 汞齊和合金 合金

## 第十三章 普通金屬.....184

鈉的製備 鈉的性狀 氫氧化鈉 碱金屬 鉀

氧化鉀 硝酸鉀 鉀素肥料 鈣 氧化鈣 蠶  
 氧化鈣 三合土 水泥 鋅 氧化鋅 氯化汞  
 銅 硫酸銅 鋁 礬 錫 鉛 鉛白與鉛黃  
 顏料與染料

#### 第十四章 人體的營養 ..... 204

人體需要營養的原因 普通食物的成分 成人  
 食量的標準 維他命 碳水化合物 酒精 醋  
 蛋白質 體內食物的分解 肥皂

#### 第十五章 纖維 ..... 222

纖維質 棉 紙 羊毛 絲

#### 第十六章 元素的概要 ..... 229

元素的數目 元素的分類 非金屬 金屬 元  
 素的週期律

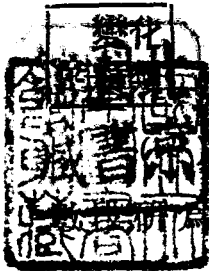
~ ying school.

## 第一章

### 緒論

#### 化學 的意義

我們對於日常所見物質變化的現象，往往不能解釋。鐵在空氣中，就漸漸生鏽。酒若不緊密封閉，不久就發酸而變醋。鐵爲什麼能生鏽？酒爲什麼能變醋？這些變化，多是化學家所要研究的。鐵和鏽，酒和醋，有什麼不同？牠們是什麼組成的？這些問題，也是化學家所要探討的。所以化學（Chemistry）是一種研究物質的變化和成分的科學。



宇宙間物質的變化，形形色色，不知其數，然仔細研究，只有兩種。**物理的變化** 取粉筆一枝，碎爲粉末，然仍是白粉，形態雖已變更，

本質仍和粉筆無異。水受熱而化爲汽，汽遇冷則又凝爲水；冰再冷而結爲冰，冰受熱則又化爲汽。水、汽、冰的形態雖各不同，然變來變去，仍舊是水，本質完全相同。凡一種物質，牠的形態雖經過種種的變化，但本質則始終未變。這種變化，名爲**物理的變化** (Physical Change)。

(2) **化學的變化** 蠟燭燃燒，漸漸化爲氣和煙而消滅。我們不能使氣和煙再凝爲蠟燭，牠們已變爲完全不同的物質。取火柴一枚，在盒面上摩擦，則發火而燃燒，吹滅後，細察火柴的頭，則見和當初不同，在盒上摩擦，亦不再發火。故火柴頭經燃燒後，已變爲別種物質。凡一種物質起變化後，本質消滅，同時發生新的物質。這種變化，名爲**化學的變化** (Chemical Change)。

**化學  
的重要**

我們日常應用的物件，觸目所見的，多是化學的製造品。紙、墨、肥

皂,火柴等物,製造尙極簡單。人造絲和人造橡皮的發明,則巧奪天功,有不可思議的奇



圖 1 阿特 (Hood) 橡皮廠中的化學實驗室

妙。現代工業發達,物質文明,日益進步。無論何種工業,莫不有賴於化學家和化學品。醫學農業,更和化學息息相連,有密切的關係。化學對於人羣幸福的關係,也就可想而知了。

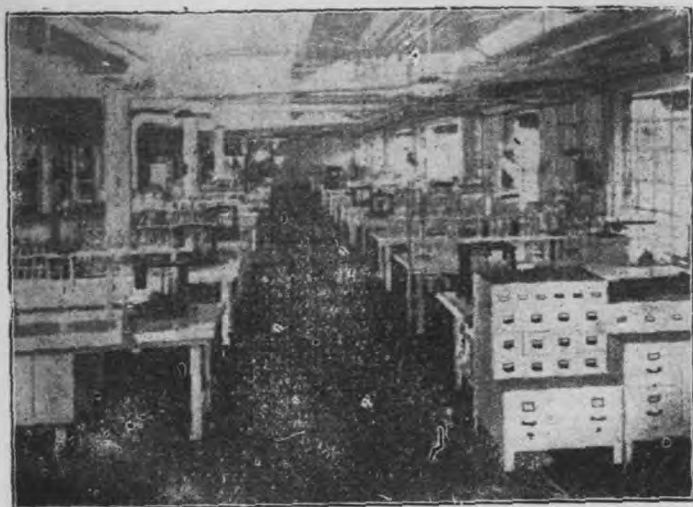


圖 2 福特 (Ford) 汽車廠中的化學實驗室

## 本 章 題 要

化學是一種研究物質的變化和成分的科學。

物理的變化是物質的形態的變化。  
化學的變化是物質的形態和性質的變化。

## 問 題

1. 除本章所述的外，舉一個例說明物理的

變化。

2. 凡發生化學的變化時,是否同時必有物理的變化發生?舉例說明。

*1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.*



## 第二章

### 空氣

#### 空氣的存在

空氣看不見,摸不着,似乎覺不到牠的存在。如以一短玻璃筒,倒置在水盆內,(圖2)無論把筒壓下到如何深度,水不會升到筒的底部。倘使把筒傾斜,就見有氣泡從筒內放出,筒內的水面,也逐漸上升。如再用一筒,盛滿水

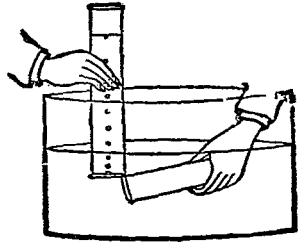


圖2 試驗空氣的存在

後,倒置於盆裏面,以筒口承受第一筒內放出的氣泡。則見氣泡升入筒中,筒裏的水,即漸漸排出。(圖3)從這個實驗,足以證明空氣和別的物質一樣,也占有空間的地位。空氣在地球面上浮蕩,和水在河海裏流行,是

一樣的情形。不過空氣比水稀薄，牠的存在，沒有水那樣顯明罷了。

**空氣  
是什麼**

法國大化學家拉瓦西氏 (Lavoisier) (圖4) 於1775年，發表他著名實驗的結果，證明空氣不是一種單純的氣體。

他先把水銀放在曲頸瓶中，(圖5)置於爐上。另用一玻璃鐘罩，倒置於水盆裏面。使曲頸瓶的口，通過水盆，伸入玻璃



圖4 拉瓦西氏肖像

鐘的空氣裏面。把瓶加熱至水銀的沸點，經過相當時間後，就見瓶中的水銀面上發生一種紅色灰狀的物質，同時並見鐘罩裏空氣的體積，減少了許多。所以他知道曲頸瓶

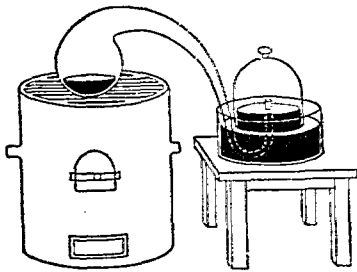


圖 5 拉瓦西氏實驗的裝置

裏的水銀一定和一部份的空氣起了變化。這紅色灰狀的物質，俗名三仙丹。

鐘罩裏剩餘的空氣，拉瓦西氏加以種種的試驗。他把火放在裏面，不會燃燒，把動物放在裏面，也不會生活。這一部份的空氣，顯然和尋常的空氣不同，他稱牠爲氮 ( Nitrogen )

拉瓦西氏又把曲頸瓶裏的三仙丹取出，置於試管中加強熱，不久，管中就有一種氣體放出。如以燒紅的木炭，或火柴餘燼插入管口（圖 6）能再發火燃燒。

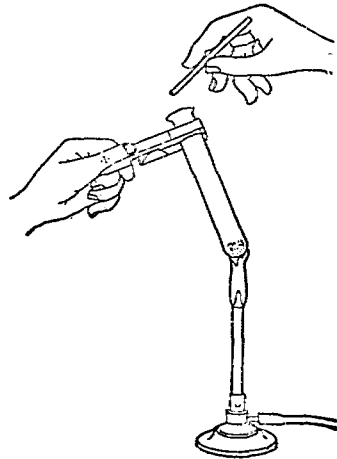


圖 6 試驗三仙丹

同時細察管中的三仙丹,又變爲水銀,這種從三仙丹放出的氣體,一定就是當初空氣中所失去的一部份氣體,他稱牠爲氧(Oxygen)。

拉瓦西氏再把鐘罩裏剩餘的氮和從三仙丹中放出的氧混和起來。這混和的氣體能助燃,也能維持生命,性質和尋常的空氣相同。

從上面這許多試驗,足以證明空氣不是一種單純的物質,含有氧和氮二種氣體。

**燃燒,呼吸和  
空氣的關係**

物質的燃燒,動物的呼吸,必須有空氣,方能維持,但空氣經過燃燒或呼吸後,起什麼變化呢?這是我們現在要研究的問題。取小磁盆一個,中盛酒精,浮於石灰水上(圖7)。

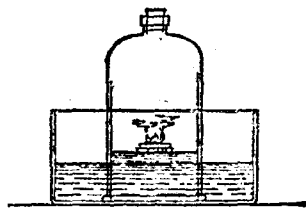


圖 7 酒精在空氣中燃燒

現把酒精燃着,用玻璃鐘罩覆於盆上。不久,

火即熄滅，鐘罩裏石灰水的面上，同時發生乳色的混濁現象。如以動物放入鐘罩裏面，不久即死；以燭火插入，也立即熄滅。足見鐘罩裏的空氣，經過燃燒後，已和尋常的空氣不同。從上面拉瓦西氏的實驗，我們知道物質的燃燒，全靠氧的作用。所以經過燃燒後的空氣，已沒有氧的存在，剩餘的氣體，大部分是氮。但物質在燃燒的時候，和氧起什麼變化呢？經化學家的研究，則知氧的所以能助燃，是因牠能和燃料起化學變化，發生高熱。倘使燃料是一種含碳的物質，那末燃燒時就成碳酸氣（又名二氧化碳），碳酸氣遇石灰水能發生白色的沉澱。在試驗時鐘罩裏的水發生乳色的混濁現象，就是因為這種變化。

再用兩個玻璃瓶，裝置如圖 8，各瓶內置等量的石灰水。以手指按 D 管，用口吸 X 管，使空氣由 A 瓶吸進。再以指按 C 管而放

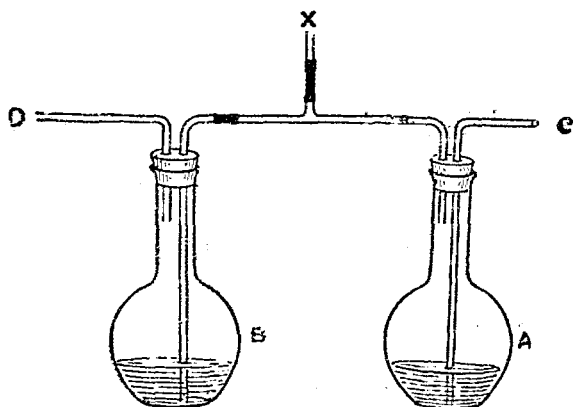


圖 8 呼吸對於空氣的應響

開 D 管，使吸進的空氣，由 B 瓶呼出，則見空氣經過 A 瓶時，瓶內的石灰水，不起變化。空氣由口中呼出，經過 B 瓶時，瓶中的石灰水，即發生乳狀的沉澱。這足以證明空氣經過呼吸後，和經過燃燒一樣，牠裏面的氧在體內也起化學變化而成爲碳酸氣。所以住在人多而窗戶關閉的房屋裏，對於衛生上很不相宜。

### 空氣的循環

燃燒和呼吸,多要消耗氧,上面已經說明。這兩種作用,在地球上沒有一刻停止。幾千萬年以來,所有的氧似乎應該多已變為碳酸氣了。然而事實完全不同,氧的分量始終沒有變更。這是什麼緣故呢?吾們要知道植物能吸碳酸氣而吐氧,和動物吸氧而吐碳酸氣的作用,恰恰相反。所以不增不減,循環不息,自然的神祕,真是不可思議。

取樹葉一枝,用漏斗管罩於水盆內,(圖9)水內先通入多量的碳酸氣,把盆晒於日光中,不久,就見有氣泡從葉上發生。若用試管一個,先盛滿水,倒置於漏斗柄上,收集氣泡。把管輕輕取下,倒

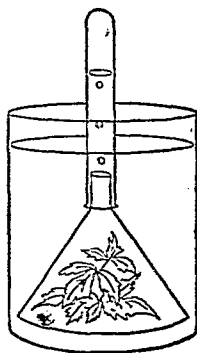


圖9 植物放氧

置後速以火柴餘燼插入管內,能再發火證明葉上發出的氣體是氧。

**空氣成分的  
比例**

取黃磷數片，置於小磁盆中，浮於水上，覆以玻璃鐘罩，裝置如圖 7。用燒紅的鐵絲從罩口通到磁盆中，傳熱於黃磷，使牠燃燒，急將罩口閉塞。燃燒時發生許多白煙。不久，火熄，白煙被水吸收，漸漸消失，就見鐘罩裏的水面也徐徐升高，約占罩內空氣的體積五分之一。

我們已經知道，物質燃燒要消耗氧。現在罩內的空氣減少了五分之一，一定就是當初氧所占的體積。今如用燒紅的木炭從罩口插入，立刻熄滅。這更足證明罩內已無氧的存在，所餘五分之四的體積，當是氮無疑。

我們從這個實驗的結果，知道空氣中氧和氮的體積，大約是一和四的比例。由科學家更精密的研究，知道空氣中除氧、氮外，還有極少量別種氣體——水蒸氣，碳酸氣，氫（Argon）氦（Helium）等稀少氣體——



混在裏面。

### 氧的 製法

我們從拉瓦西氏的實驗,知道把三仙丹加熱,就能發生氧。但從這個方法所得的氧,爲量不多。

要製多量的氧,常用氯酸鉀。器具裝置如圖10。用玻璃筒數個,盛滿水倒立於

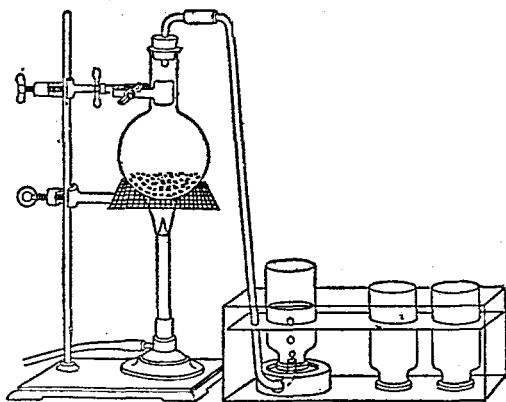


圖 10 從氯酸鉀製氧

水槽中。燒瓶中盛氯酸鉀,漸漸加熱,就有氧發生,由玻璃管導入於玻璃筒內,以備試驗。如於氯酸鉀中加二氧化錳少許,則氧發生,可以較快。惟用火燒時,勿過猛烈,以防氣體發生太速,燒瓶炸裂。

### 氧的性質

把所製得的氧，用各種物質來試驗，觀察所發生的現象。

**硫磺：**置硫磺粉於長柄鐵匙中，先用火在空氣中燃着，則見發生藍色火焰，光甚弱。如插入氧筒中，立刻發生強烈的火光。

**黃磷：**用黃磷少許，置於長柄鐵匙中。先在空氣中燃着，火焰比硫磺為強，但亦不甚

烈。如插入氧筒中，立刻發生強烈的光芒，使人不能注目。（圖 11）

**鐵：**用細鐵絲一束，使下端略捲曲，黏硫磺粉少許。以火燃硫磺後，懸於氧氣筒中，不久，



圖 11 磷在氧中燃燒



圖 19  
鐵絲在氧中燃燒

鐵絲燃着,火花四射,非常劇烈。(圖 12)

這幾個實驗,證明氧能助燃。空氣中氧只有五分之一,故物質在空氣中燃燒,沒有在純氧中這樣劇烈。

氧為無色,無臭,無味的氣體,比空氣稍重,略能溶於水,水中的動物,即賴以生存。

### 物質燃燒和重量

物質經燃燒後,似乎即消滅。但究竟是怎樣情形,這個問題極為重要。

用天平一架, (圖 13)。在 A 盤裏置蠟燭一段,上懸玻璃筒,筒中裝氫氧化鈉,以吸收蠟燭燃燒時所發生的氣體。在 B 盤

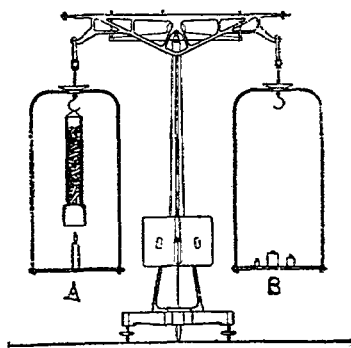


圖 13 物質燃燒時增加重量

內加法碼,至天平兩面平衡為止。裝置完畢,立刻將燭燃着,則見蠟燭漸漸消滅,而 A 盤

方面的重量,反漸漸增加。這足以證明蠟燭在燃燒時,一定吸取氧,和牠化合而生新的物質,所以重量能增加。

我們再用別的物质來試驗,看有沒有同樣的情形發生。

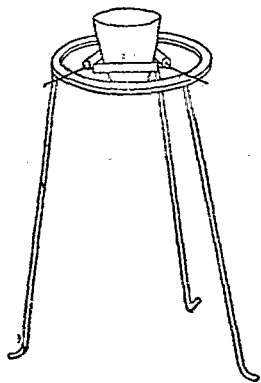


圖 14

鐵經燃燒而增重

用磁坩鍋一只盛鐵粉少許,置於天平的盤中,加法碼於他盤使至平衡。把鍋取下,置於三角架上用火燃燒(圖14)。約經五分鐘,將火移開。俟冷後,再置於天平的盤中,則見重量略有增加。再看鍋中的

鐵粉,則已變為一種紅色的物質,和銹無異。這足以證明鐵粉在空氣中燃燒時,一定吸收了什麼物質。但從上面的試驗,空氣中的氣體除氧外,均不能助燃燒。故知和鐵粉起變化的一定是氧,增加的重量,一定就是氧

的重量。

從這兩個實驗,我們得到一個結論:凡物質在空氣中燃燒時,因和氧結合,所以重量不但不減少,而反增加。

**氧的用途** 氧和煤氣相混能生高溫度之火焰,可用以熔斷鋼版等堅硬的金屬物質。在空氣不足的地方,常用氧裝在特製的器具內(圖 15),以供呼吸。飛機升至一千九百尺以上,空氣過於稀薄,不足以維持生命,即須人造氧的供給。人在潛水艇中,亦須用這種設備。礦山爆炸後,救護隊



圖 15 發氧器具

常戴帶這種器具,以入礦穴(圖 16)。醫生常用氧以供呼吸困難的病人和疲勞的運動

者的呼吸 (圖 17)。

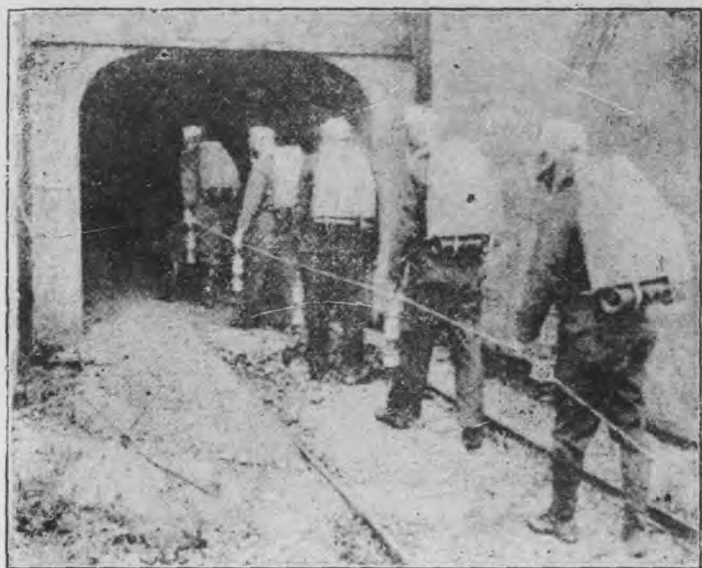


圖 16 礦夫入礦穴

**氧化** 凡物質和氧起作用而發生變化,這種作用,名曰氧化 (Oxidation), 所生的物質,名曰氧化物 (Oxide)。氧化的現象,有緩有速。速的如蠟燭,木柴等的燃燒,發熱而生光焰。緩的如鐵在空氣中生銹,不覺熱亦不見光。但物質起氧化作用時,無論遲速,普

通多能發熱,如作用過於遲緩,則所發的熱隨時散失,不能覺察。鐵的生銹即是一例。我們吸取氧氣,在體內亦起遲緩的氧化作用,故能生體溫。



圖 17 用氧療病

**化合  
和分解**

取汞(俗稱水銀)和碘置於研盆中,(圖18)用力研和,即成一種紅色的物質,不是碘,也不是汞。這種新的物質,名碘化汞。所起的變化



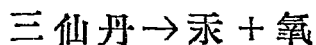
圖 18 研碘和汞

可用式表示:



凡兩種或兩種以上不同的物質起化學變化而生一種新的物質，性質和原來的物質完全不同，這種作用名曰**化合**（Combination）。所生的新物質，名曰**化合物**（Compound）。

置三仙丹於試管中加熱，氧即放出，同時汞也恢復原狀：



凡一種物質起化學變化而分出兩種或兩種以上的新物質時，這種變化名曰**分解**（Decomposition）。

**混合物** 把鐵粉和硫磺粉在紙上拌和，似乎已成一灰黃色的新物質。但如以磁鐵一條在紙中旋轉數周，則見鐵粉均被磁鐵吸出，硫磺粉仍留於紙上。凡兩種或兩種以上不同的物質互相混和，但仍各保有牠原有的性質，這種混和的物體，名曰**混合**



物 (Mixture)。空氣即是混合物的一例。

**氮的製法** 空氣中百分之九十九為氧和氮，故若能把氧設法除去，就可得氮。用黃磷在空氣內燃燒，為製氮最簡便的方法，惟不純粹。欲得純氮，常由氮的化合物中製取。用亞硝酸銨的濃溶液在燒瓶內煮沸，即有純氮分解而出。

**氮的性質** 氮亦為無色，無臭，無味的氣體，不能供給呼吸和維持燃燒。化合力極弱，不易和他種物質發生變化。

**氮的用途** 因氮的化性極弱，故牠本身的用途不大。但氮為肥料中的重要成分，所以現在化學家用種種方法利用空氣中的氮，以供肥料的製造。

**稀少氣體** 稀少氣體，共有五種，——氬 (Argon)，氦 (Helium)，氖 (Neon)，氪 (Krypton)，氙 (Xenon) ——存在於空氣中，為量極微，化性幾等於零，到現在尚未見

他們的化合物。除氮外，均無大用處。氮比氫稍重，亦為氣體中的很輕者，不能燃燒，故現用以裝飛船上的氣囊，重量既輕，又無着火的危險。歐戰時，因需要的急迫，各國科學家

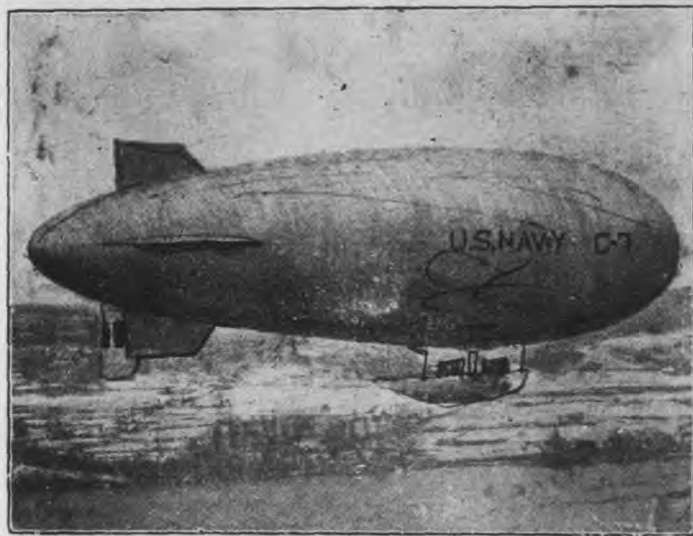


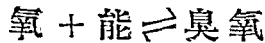
圖 19 世界第一隻用氮為氣囊的飛船(美國所造)

均注意氮的製造。在歐戰前，氮每一立方尺，值一千七百美金。歐戰終了時，美國有一大機器，每日產量，約有五萬立方尺之多，每立方尺不過值美金三角。氮雖稀少，但用於夜間之廣告牌者很多，俗稱“霓虹燈”(Neon

Light )

**臭氧** 電的火花,經過空氣或氧的時候,我們可以嗅得特殊的臭味。這種有臭味的氣體,是一種活潑性的氧,叫做臭氧。

氧變成臭氧的時候,必須吸收若干量的能 (energy);臭氧變成氧的時候,能把這若干量的能放出。牠們的關係是



臭氧較氧爲重,能溶解於水中,與許多有機物能起作用,發生漂白的功效;對於飲水,則有消毒的利益。

## 本 章 提 要

空氣不是一種單純的物質,含有氧,氮和他種氣體。

呼吸和燃燒都要消耗氧。植物吸收碳酸氣而吐氧。

氧尋常在從氯酸鉀中製得,爲無色,無

臭,無味的氣體,比空氣稍重,能助燃燒。

氮爲無色,無臭,無味的氣體,化合力極弱,不自燃亦不能助燃。

稀少氣體中以氮爲最有用處,質極輕,不能燃燒故現用以裝飛船上的氣囊,電火花經過空氣或氮,能產生臭氣。

## 問 題

1. 除本章所述的外,舉一個例證明空氣的存在。
2. 舉例說明混合物和化合物的區別。
3. 火爐的底部爲什麼要有孔?
4. 山林裏的空氣和城市裏的,有什麼不同?
5. 以口吹燭,燭即熄滅;以口吹炭,炭更紅熾,爲什麼?
6. 比較氧和氮的性質。
7. 倘使人在純氧中,體溫是增加還是降低?
8. 物質燃燒,如即消滅,地球上將發生何種影響?

## 第 三 章

### 水

**水的  
存在**

水 (water) 是我們常見的物質, 占地球面上七分之五的面積。植物體內含有多量的水, 如番茄, 黃瓜等含水至百分之九十五之多。人體中也有百分之七十的水。所以沒有水, 也和沒有空氣一樣, 一切的生物, 就不能生存。

**自  
然水**

自然界的水 (natural water) 常不純潔。泉水, 井水從地中流出, 常有礦質溶在裏面。河水中常有泥沙。海水則含有多量的食鹽。雨水最爲清潔, 然自空中下降時, 已有塵埃和氣體等混在裏面。水中最危險的物質, 則爲病菌, 由於腐敗的動植物而來, 陰溝裏的水, 含菌極多, 如流入河或井裏,



圖 20 蒸發

最有礙於衛生。

取井水或河水置於大磁盆中蒸乾(圖 20),則見有渣滓殘留於盆內。這種殘滓,或為泥砂,或為溶解的礦質。菌類混在水中,則非人目所能見。往往有水極澄清,而實含有危險的物質。所以自然界的水,必須設法清潔後,方可為飲料或供實驗室和醫藥上的用途。

**清潔水的方法**

清潔水的方法,最重要的為下列的三種:

(1) 煮沸 (Boiling)

水中的菌類,溫度至攝氏九十度以上,大都即不能生活。故將水煮沸,就能消滅。但用這種方法,只能除菌類而不能去除溶於水

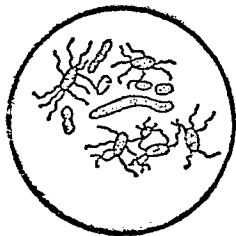


圖 21  
細菌的放大形狀

中的礦質。

(2) 過濾  
(Filtration) 用漏  
斗一個,上鋪濾紙。  
以混濁的水傾於  
漏斗中,使通過濾  
紙而流入玻璃杯  
中(圖22),則泥砂  
等固體物質,均滯



圖 22 漏斗過濾

留於紙上,杯中的水,即甚清亮,如欲濾多量

的水,則用砂濾缸  
(圖23)。缸中鋪炭  
屑和細砂,水自上  
濾下,即甚清潔,可  
供飲料。自來水公  
司則用池濾水。池  
中鋪厚層的砂礫,  
方法和砂濾缸相

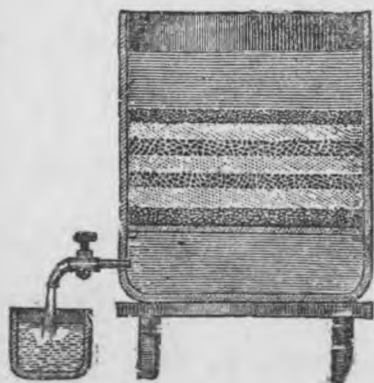


圖 23 濾水缸

同。水自上濾下，再用機器壓入水塔，以供各處的應用。惟用過濾的方法，只能除去浮在

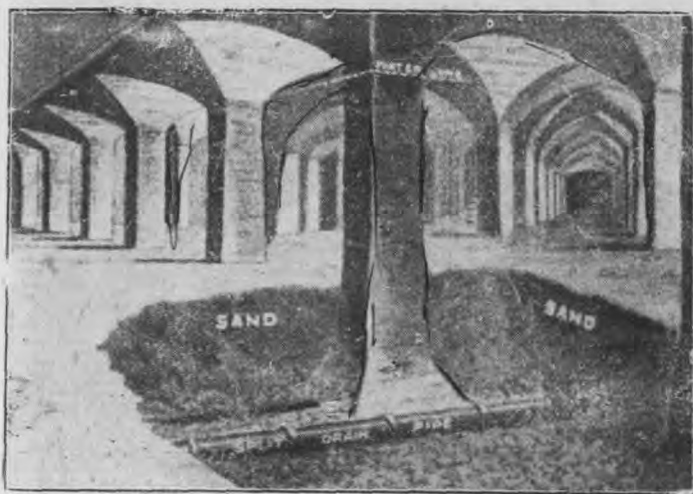


圖 24 濾水池

水中的泥砂等固體物質，至於能溶解的物質，則仍不能濾去。

(3) 蒸餾 (Distillation) 水受熱則化汽而蒸發，汽遇冷則又凝為水。水中的泥砂及溶解的物質則均不能氣化。故如把水加熱，即漸漸蒸發；泥砂，礦質等物均殘留在蒸器中，同時細菌亦因受熱而死滅。蒸餾的方法，即



利用此理而發明。

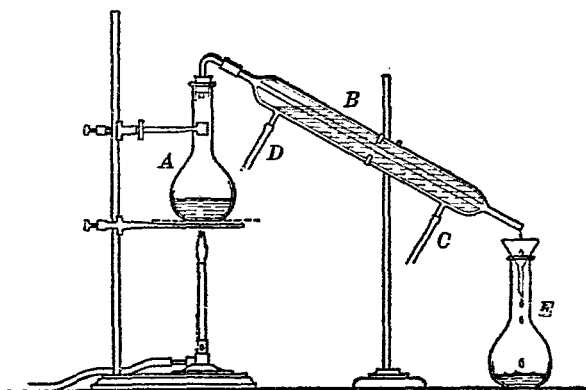


圖 25 蒸 餾 器

實驗室中所用蒸餾器具極簡單（圖 25）。將 A 瓶中的水煮沸，使蒸氣通入冷却器 B 中的長玻璃管，管外有冷水周流，由 C 口進而由 D 管出。蒸汽受冷而凝結，流於 E 瓶中。這樣所得的水，名曰蒸餾水（Distilled water）。蒸餾水最清潔，惟淡而無味。

**水的特性**

熱漲冷縮，為物質的通性。惟水在攝氏四度時，體積最小，密度最大，至四度以下，則體積不縮而反漲。故冰比水輕，

Chemistry

而浮於水面。

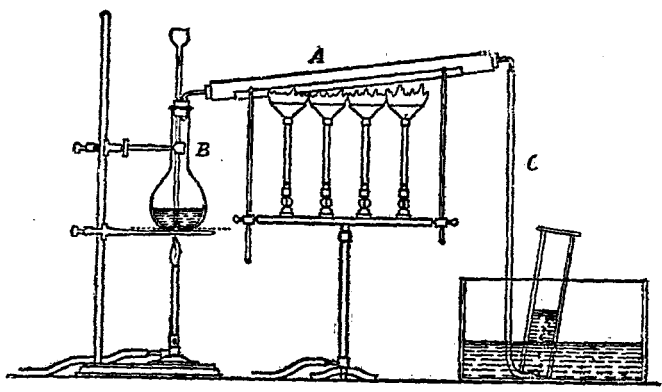


圖 26 水的試驗

**水的成分**

器具裝置如圖 26。B 瓶中盛水，A 管中裝鐵粉。B 瓶下加熱，使水汽通過 A 管中紅熱的鐵粉。同時用玻璃筒收集由 C 管放出的氣體，今以燭火倒插入玻璃筒中，則見燭滅而筒口忽發焰而燃燒（圖 27）。這種氣體必由水汽和鐵粉起作用而來，是毫無疑問的。但牠究竟是什麼物質，再用下面的實驗來證明。

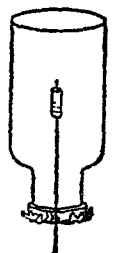


圖 27

用儀器如圖28。  
先將兩個枝管的活  
塞旋開,再把水由中  
間的長管中注入,至  
充滿枝管爲止。水中  
先加硫酸數滴。現將  
枝管關閉,通入電流。  
不久,即見兩個枝管  
中均有氣泡發生,陰  
極方面發出的氣體  
比陽極恰多一倍。今  
用試管收集陽極方  
面的氣體,以火柴餘

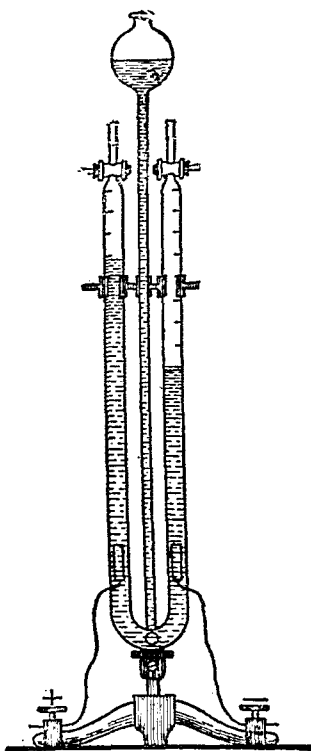


圖 28 水的分解

燼或燒紅的木炭插入,能再發火,故知這氣  
體爲氧。再以試管收集陰極方面的氣體,以  
火插入,則火滅而管口燃燒,和上面從O管  
中所收集的氣體,有同樣的性質。這種氣體,  
化學家稱牠爲氫(Hydrogen)。從這兩個實

驗,我們知道水是由氫,氧二種氣體所組成的,牠們的體積爲一和二的比例。

**雙氧水**

氫和氧的第二種化合物,名曰雙氧水。這是由等體積的氫和氧組成的,他所含的氧是較水中所含的多一倍,所以化學上的名稱,爲二氧化氫。 $H_2O_2$

雙氧水極易把牠的氧放出,變成普通的水。放出來的氧有極活潑的氧化性,故有漂白蠶絲,羊毛,象牙的功效,很似臭氧的性質。雙氧水有殺菌的效能,故外科醫生,常利用牠療治或洗滌傷口。

**電解**

自電流通過導電性的液體,能把液體分解。這種分解作用,名曰電解。受電解的物體,名曰電解質。水中加硫酸數滴,即成電解質。水受電解作用,就分解成氫和氧。

**氫的存在**

氫在火山噴出的氣中,常有發見。水含氫約百分之一。動植物和酸類亦均爲含氫的物質。

**氫的  
製法**

水既含氫甚多，故可由水中製取氫。用玻璃筒一個，盛滿水倒立於水盆中（圖 29），取鈉一小塊，用錫紙包裹，露一細孔，置於水盆中，立刻即有氫發生。把玻璃筒收集氣泡，可用火證明。鈉價頗昂，故用這個方法製氫，太不經濟。

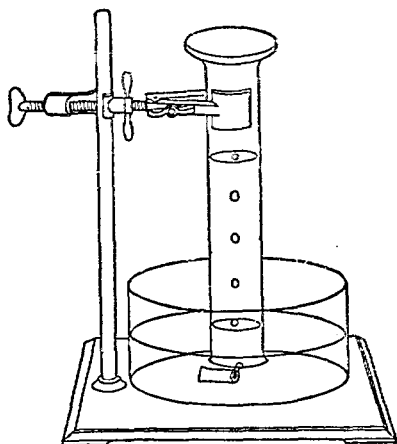


圖 29 由水中取氫

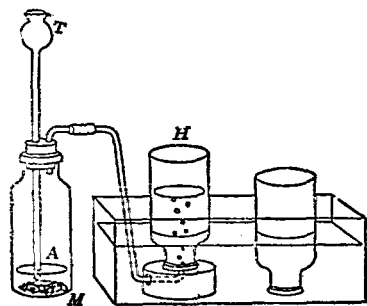


圖 30 用酸和金屬製氫

製氫最便利的方法，常用金屬加於酸中。先以鋅裝於 A 瓶中（圖 30），從漏斗管 T 注入稀硫酸，不久，

即有氫發生,可收集於倒置水槽中的玻璃筒內,以供試驗。

**氫的性質**

氫爲無色,無味,無臭的氣體,有下面的種種性質:

(1) 比空氣輕 取一玻璃盃,倒掛於天平的一端(圖 31),加

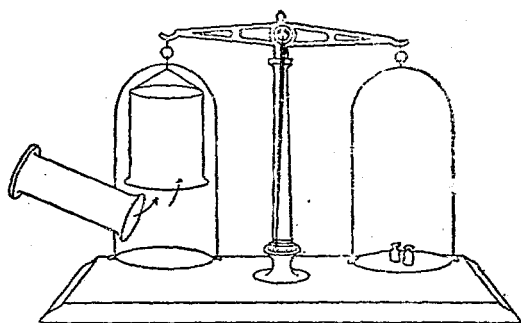


圖 31 氫比空氣輕

法碼使至平衡。以製得的氫一筒,把筒口和玻璃盃口相接近。不久,天平這一端即漸向上升。這因盃中的空氣已被氫排出,故知氫比空氣輕。

(2) 有炸爆性 用玻璃筒在水槽中取氫,至半筒時,即取出,使空氣混入筒內。以火近筒口,即發猛烈的爆聲。這因氫燃着後,和空氣中的氧化合,發生高溫,體積突然

膨脹衝出筒口,使筒外的空氣受劇烈的震動,所以發生炸爆的聲音。

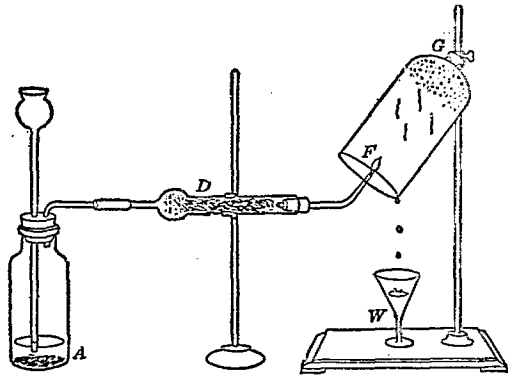


圖 32 氫的燃燒

(3) 能

自燃 氫能燃燒,上面已約略敘述。今再用器具如圖 32。氫由 A 瓶發生,使通過 D 管中的氯化鈣,以去水汽。如以火點從 F 管口放出的氫,即發火而燃燒,溫度甚高。燃燒時,若以玻璃鐘罩,罩於火焰的上面,即見有水從罩邊滴下。這因氫燃燒時,和空氣中的氧化合的緣故。從這個實驗,更足以證明水是氫和氧所組成的物質。

做這個試驗,有一點極須注意。在未將氫燃着以前,須先試驗瓶和管的裏面,是否

尚有空氣,以免發生炸爆的危險。用試管罩在 F 口約一二分鐘,取下,以火試管口,若不發聲,或只發極微的爆聲,則知器具內已無空氣,可以燃點。

(4) 能起還原作用 器具裝置如

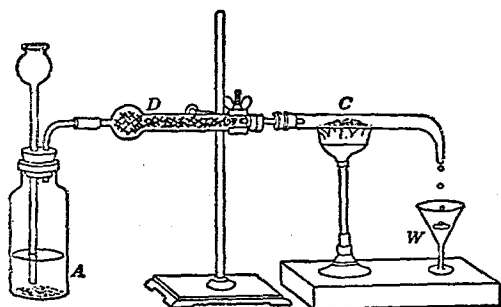
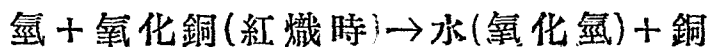


圖 33 氫使氧化銅還原

圖 33, A 爲  
氫的發生  
瓶, D 爲氯  
化鈣管, C  
管中置氧  
化銅。氫由

A 瓶而出,先使經過 D 管以去水分,再由紅  
熾的氧化銅上通過。氫即和氧化銅中的氧  
化合而成水,銅則剩留於 C 管中。這個變化,  
可用下式表示:



我們在前章裏說過,氧和別的物质化合時,  
所起的作用,名曰氧化。現在氫能和氧化物



起作用,使牠失去氧。這種作用,恰和氧化相反,故稱**還原** (Reduction)。但從上面的式子看來,我們知氧化銅雖因氫的還原作用而失去氧,同時氫受氧的作用而氧化成水。所以在化學變化中,發生還原作用時,同時一定也有氧化作用發生。

### 氫的用途

氫為最輕的氣體,用以製氣球及飛船上的氣囊,可以增加浮力,便於航空。惟因極易燃燒,有着火的危險,故現多以氦代替。

氫燃燒時,能發高溫。如用適當的裝置,使氫和氧混合而燃燒,溫度能達 2500 度之高。

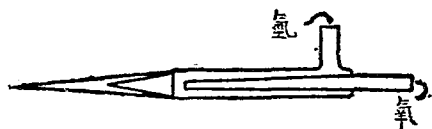


圖 34 氫氧吹管

用桶兩隻,裝置如圖 35。桶的上部有盆,盆和桶的中間,有通水和氣的管,管上有活塞,可以開閉。桶內注水至滿以排去空氣。現使

2500 C.

2500 C.



圖 35 氫 氧 焰

氫和氧各通入一桶,桶中的水受氣壓上升於頂部的盆內。桶旁有玻璃管,可看桶內水面的高低而測內部氣體的多寡,使氫氧二氣由吹管放出,以火燃點,而成氫氧焰。氫在外層,氧在內層,如圖<sup>34</sup>。這種混合氣體燃燒

時,溫度甚高,能使鋼及白金等物融化。

## 本 章 提 要

水爲一種重要的化合物,散布於地面甚廣。

水有固體,液體,氣體三種形態,在 $4^{\circ}\text{C}$ 時,密度最大。冷至 $0^{\circ}\text{C}$ 則結冰,熱至 $100^{\circ}\text{C}$ 則沸騰。

自然界的水均不清潔,常含有泥砂和礦質等物,有時且含有病菌,極爲危險。

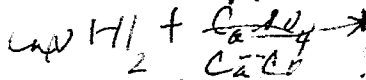
使水清潔的方法有三種:(1)煮沸,能消滅菌類;(2)過濾,能去泥砂等固體物質;(3)蒸餾,能去一切不潔的物質。

水爲一體積氧和二體積氫所組成。

氫的製法有數種:

(a) 由金屬(如鈉)和水起作用:

(b) 由金屬(如鋅)和酸(如



硫酸)起作用;

(c) 使水電解。

雙氧水由等體積的氫和氧組成,有漂白作用及療治傷口的功效。

氫為無色,無臭,無味的氣體。所有已知的氣體中,以氫為最輕。

氫在空氣或氧氣中,燃燒則生水。氫為一種強還原劑(Reducing agent)。物質起還原作用時,同時亦必有氧化作用發生。

## 問 題

1. 倘使冰比水重,水中的生物,將受什麼影響?
2. 用什麼方法可以使水中不潔的物質,完全除去?
3. 揮發物溶於水中,也得用蒸餾法除去麼?
4. 比較氫和氧的性質。
5. 如欲試驗氫氣中有無空氣混在裏面,用什麼方法最為簡捷?
6. 在無蓋吹管中,為什麼氫由內層放出?



## 第 四 章

### 食 鹽

#### 食鹽 的產地

食鹽(Common Salt)廣播於天然界,爲人類必須的調味品,又爲工業上重要的原料,用以製鹽酸、鹼、漂白粉等。海水中含有多量的食鹽。我國蒙古、甘肅、陝西、山西等處有鹽池,四川、雲南等處有鹽井。德美等國有巨大的鹽礦。

#### 食鹽 的製法

海水中含有巨量的鹽,取用既無限制,製法亦極簡單。

1. **晒法** 濱海的地方,於海岸設置鹽田,當潮漲時,導海水入於田內,利用風和太陽的熱力,使水蒸發,俟溶液至適當的濃度時,再注於結晶池中,使結晶而成鹽。

2. **煎法** 導海水入鹽田,田中鋪細砂

以吸水,利用日光和風使水蒸發,日落則鏟集成堆。次日將砂鋪開,再灌入海水,再晒再堆。這樣數天後,待砂中所含的鹽量,達適當



圖 67 鹽 田

濃度時,將砂置於櫃形的濾器中,注入海水,使鹽溶解而濾過,和泥砂分離。將這極濃的濾液置於釜中煮乾,即得食鹽。

我國製鹽,數千年來,大都均用這兩種方法。海鹽區如東三省、河北、山東、福建、兩廣等處,均用晒法。兩浙、兩淮等處,則煎煮並用。池鹽區用晒法,井鹽區用煎法。

從上面的方法所製得的食鹽,尚含雜

質，頗不純粹。欲得比較純粹的食鹽，須將粗鹽溶解於水，重行結晶。在實驗室中，常以氯化氫通入於濃食鹽溶液中，可得極純的晶體。

普通食鹽中，常含少量的氯化鈣和氯化鎂。這兩種物質有吸水性，故粗鹽置於空氣中，不久即潮濕。這種性質，稱為潮解。

食鹽為立方形透明的晶體。熱至 $800^{\circ}\text{C}$ ，則融化；溫度再高，則氯化。

### 固體的 溶解度

固體物質如糖，食鹽等，投於水中，則漸漸和水相混和，而成為全部均勻的液體。這種液體，名為溶液（Solution）。被溶的物質如糖，食鹽等，名為溶質（Solute）。溶解固體的物質如水，名為溶劑（Solvent）。溶質不限定為固體；氣體，液體也能溶解。溶劑除水外，如酒精，二硫化碳等，亦均能溶解多種物質。

某種溶劑對於溶解的物質，在某種溫

溶解度  $SO_4$   $MgCl_2$   $MgCO_3$   $MgSO_4$   
 $Mg$

度之下,常有一定限度(壓力不變)。如將食鹽投於水中,初加時,溶解甚速;加入漸多,則溶液漸濃,溶解即漸慢。溶液濃度至相當程度時,如再加入,即不能溶解,而沉積於水底。溶液到這種情形,名曰飽和 (Saturation)。若將溶液加熱,則所溶的鹽量,尚可增加。惟在一定溫度之下,

一定量的水,所能溶解的食鹽,常有一定的限度。這種限度,名曰溶解度 (Solubility Product) 例如在  $0^{\circ}C$  時, 100 克水能溶硝石 13.30 克;在  $20^{\circ}C$

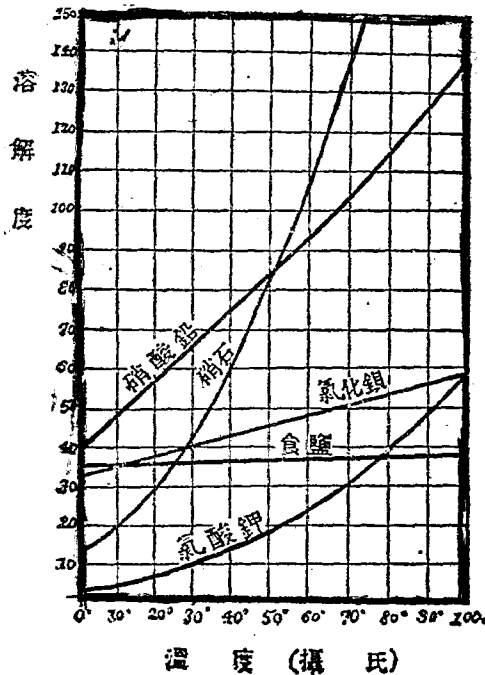


圖 36 溶解度曲線



時則能溶 31.6 克；在  $100^{\circ}\text{C}$  時，則能溶 245 克。各種物質的溶解度和溫度的關係，可一一試驗，用曲線表示（圖 36）。從試驗的結果，則知食鹽的溶解度和溫度的高低，不發生顯著的應響。在  $0^{\circ}\text{C}$  時，100 克水能溶食鹽 35.70 克；溫度昇至  $20^{\circ}\text{C}$  時，所溶解的數量，亦不過 36 克。

### 食鹽 的電解

將食鹽在高溫時融成液體，通以電流，陽極方面，即有一種具惡臭而微帶黃綠色的氣體，叫做綠氣，也稱氯（Chlorine）。陰極方面得到一種銀白色的輕金屬，叫做鈉（Sodium）。如果以食鹽的溶液電解，那末陰極上的鈉，必先和水作用而生成氫氧化鈉。

### 食鹽成 分的證明

食鹽電解後，能生氯和鈉。但牠是否就是鈉和氯的化合物，似乎尚待證明。

今投鈉數片於稀鹽酸中，則起劇烈的

變化而溶解，同時有氫發生。將溶液蒸乾，則得白色的晶體，性狀和食鹽完全相同。鹽酸為氫和氯的化合物，現鈉將氫逐出而和氯化合，故知食鹽為鈉和氯的化合物。

我們可再用直接的方法，來證明食鹽的成分。取鈉數片投於綠氣瓶中，將瓶蓋好，經過相當時間後，則見瓶中發生白色的晶體，性狀和食鹽無異。所以食鹽是鈉和氯的化合物，故又名氯化鈉 (Sodium Chloride)

**氯化氫的製法**      置食鹽數匙於燒瓶中 (圖 37)，由長漏斗管注入濃硫酸，漸漸加熱，即有氯化氫發生。因該氣比空氣重，可以導入於直立的瓶中收集之。

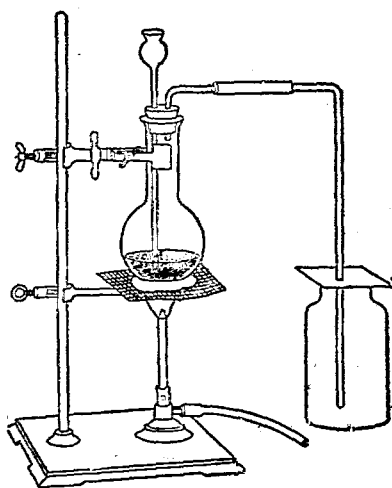


圖 37 製氯化氫

### 氯化氫 的性質

氯化氫爲無色氣體，有極強的刺戟性，觸於皮膚或眼鼻的黏膜，發生劇痛。一體積水能溶五百倍左右的氯化氫，所以呵氣於盛氯化氫的瓶口，便和口中吹出的水汽結合而成白霧，藉此可以識別瓶內氣體之滿否。牠在水中的易溶性，可用下面的試驗來證明：

將氯化氫通於乾燒瓶內，瓶塞上插長玻璃管和滴管各一枝（圖38）。滴管內先吸水少許。長玻璃管的一端，先在火上燒融，攪成細孔，伸入於燒瓶的裏面；另一端插於水盆中。現將滴管內的水擠入瓶中，瓶中的氯化氫立刻溶解，氣壓減少，水盆內的水，受空氣的壓力，即射入瓶內，如同噴泉。如

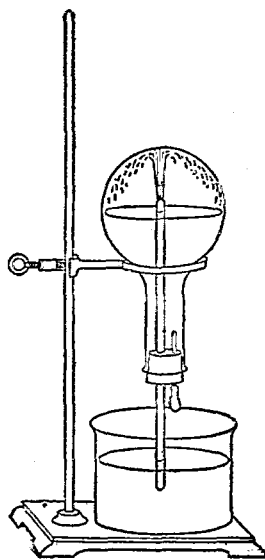


圖 38

氯化氫易溶性的試驗

於水盆內先加藍石蕊溶液數滴，則水噴入瓶內時，立刻變紅。

**鹽酸**

氯化氫的水溶液，便稱鹽酸 (Hydrochloric Acid)。純粹者為無色而有刺戟性的液體，不純者常帶黃色，因有鐵和別的物质溶在裏面。以五倍的水，和試管中的鹽酸混和，用玻璃棒沾一滴置於舌上，覺有酸味。再以藍色石蕊試紙一條，和試管中的酸液接觸，立刻變為紅色。這種變化，名為酸性反應 (Acid Reaction)。凡酸類物質，多能發生這種反應，實因其中都含有氫元素的緣果。

鹽酸溶解物質的力量甚大，能使多種金屬溶解，如以鋅或鐵投於鹽酸中，即漸漸溶解而發生氫。別種固體物質，能溶解於鹽酸的亦甚多。

**鹼**

氫氧化鈉能使石蕊試紙由紅變藍，和酸類的作用，恰恰相反。由化學家的研究，則知凡無機化合物含有氫氧根的，都有這

酸 1. 含酸味  
 2. 呈酸性反應  
 3. 含鈉離子中

鹼 1. 澀味  
 2. 呈鹼性反應  
 3. 含鈉離子中

種性質。這一類的物質，稱為鹽基 (Base)，或又稱鹼 (Alkali)。

**鹽** 除酸和鹼外，現在尚有一類物質，既不發生酸性，也不發生鹼性。今如用石蕊試驗食鹽的溶液，則見既不能使紅色變藍，也不能使藍色變紅。這種性質，名為中性。凡具有中性的物質統稱為鹽 (Salt)。食鹽即是鹽類的一種。

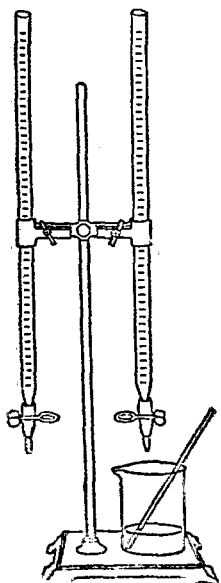


圖39 中和的試驗

鹽類的生成，大都由於酸和鹼互相中和 (Neutralization) 而成。用測管 (Burette) 二枝，(圖39) 一盛稀鹽酸溶液，一盛稀氫氧化鈉溶液。由管中放出 10cc 鹽酸於玻璃杯中，加入石蕊液一二滴。杯中的溶液，立即變為鮮紅色。現將杯移置於氫氧化鈉測管的下面，使氫氧化鈉溶

液滴入杯中,同時用玻璃棒時時攪動杯中的溶液,則見杯中溶液的紅色,漸漸變淺。最後,則見一滴加入,顏色突然變藍。若再加一滴酸液,則又變紅。現在多加一滴酸液或一滴鹼液,即能使杯中溶液的顏色由藍變紅,或由紅變藍。所以知道杯中的鹽酸和氫氧化鈉已到中和的地步。從測管上的度數,即可知所用酸和鹼的數量。現如將杯中的溶液蒸乾,即得氯化鈉。

**鹽酸的成分**

用器具如圖 40, 以炭精爲電極。從中間的長漏斗管注濃鹽酸於兩枝管中。通入電流,即見枝管中有氣泡發生。十餘分鐘後,將電流停止。細察兩管中氣體的體積,則見恰恰相等。陰極管中的氣體,由試驗知是氫。陽極管中的氣體是

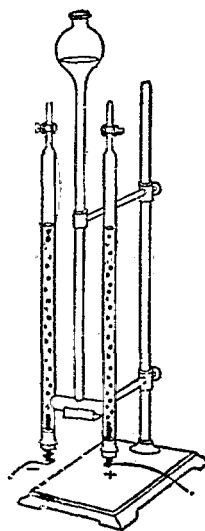


圖 40 電解鹽酸

黃綠色，有刺鼻臭的氣。故知鹽酸的氣體爲一體積氫和一體積氯所組成，故又名氯化氫 (Hydrogen Chloride)。

### 氯的製法

氯可由鹽酸中製取，惟不經濟。實驗室中製造氯氣，常用二氧化錳和鹽酸。

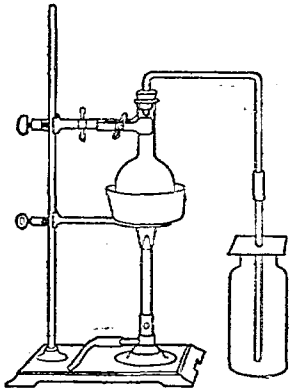


圖 41 製氯

將二氧化錳置於燒瓶中，加入鹽酸，(圖 41) 漸漸加熱，即有氯氣發生。氯比空氣重，故收集於筒中時，將空氣排出，自筒底漸漸上升，可由牠的黃綠色看出。

### 氯的性質

氯性劇毒，對於咽喉及肺臟刺激極強，雖吸入微量，也常起類似重傷風的病象。歐戰時用以製毒氣礮彈。氯比空氣重，能溶於水。



氯的化學性質極活潑，能和許多物質直接化合。以鎊粉或砷粉洒入氯瓶中，則立刻發火（圖 42）。如用磷，則火花更爲猛烈。如以氫在空氣中燃着後，移入於氯瓶中，仍能繼續燃燒。照第二章的敘述，燃燒的現象，須在空氣或氧中方能發生。現知凡物質起劇烈的化學變化時，亦能發高溫而生火焰。

故燃燒乃是化學變化時所起的一種現象。

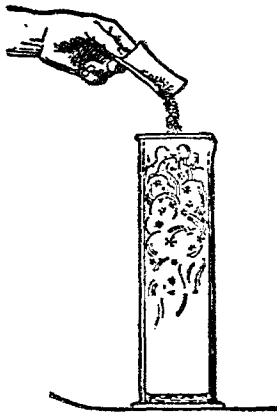


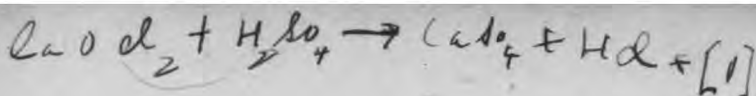
圖 42

金鎊粉在氯中燃燒

氯和氫的化合力極強，盛濃鹽酸於玻璃瓶中，電解後發生氯和氫，收集於一硬玻璃管中（圖 43），管上先用黑布包裹，使不透光。通電約十五分鐘後，將管上的活塞關閉，在日

光或鎂光中將布除去，氯和氫即突然化合，而發爆聲。如管上有白金絲的裝置，則可用





電傳熱，使  
起化合。



圖 43 氯和氧化合

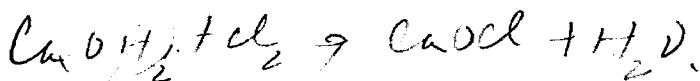
即在化合物中的氧，氯也能吸取而和牠化合。松節油和氯接觸，即發火而燃燒，如通氯於水，晒於日光中，氯能和水中的氧化合而放出氧。這種初從化合物中放出的氧，氧化力極強，遠非尋常的氧可比，特稱新生氧 ( Nascent Oxygen )。



圖 44 氯的漂白作用。

左 純粹乾燥氯，不起作用  
中 氯和空氣混合，略被漂白  
右 氯和水分混合，完全漂白

有色的物質，浸於氯水或濕的氯中，顏色即漸漸消褪。但這種漂白作用，並非起於氯的本身，是由於氯分解水後所放出的新生氧，這點不可不明瞭。取有有機色素的物質或花布三條，掛於三個玻璃



筒中，(圖 44)。一瓶貯空氣及濕氯，一瓶貯乾氯，一瓶貯濕氯。則見濕氯能起漂白作用，空氣和濕氯的混合物則略為漂白，而乾氯則不能使顏色起變化。

**漂白粉**

漂白粉的製造極簡單。於相連的密室數間(圖 45)，下舖石灰漿，通

入氯，不絕攪拌，則氯被石灰漿吸收而成

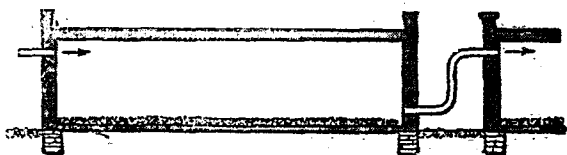


圖 45 漂白粉的製造大概圖

漂白粉，為白色粉狀之物質。於漂白粉中加

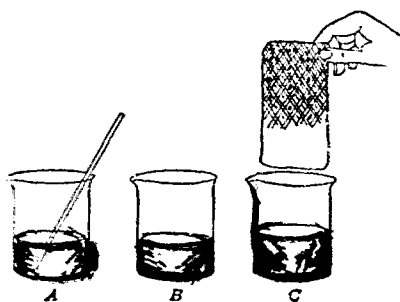


圖 46 漂白的手續

(A)漂白粉溶液 (b)稀硫酸 (c)水

入稀硫酸，則粉即分解而生氯，發生漂白作用。漂白的手續，以有色素的物質先浸於漂白粉中，再浸於稀硫酸，然後在清水中

漂洗，以去多餘的酸（圖46）。工業上漂白的情形，大概相同。以所欲漂白的物質捲於A（圖47），使相間的經過漂白粉溶液（B）

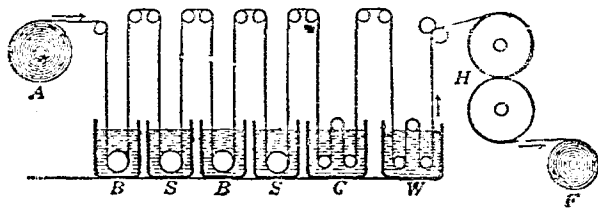


圖 47 工廠上漂白的情形

和稀硫酸（S）。再使經過亞硫酸鈉的溶液（C）以去多餘的漂白粉，然後洗於水（W）中以去酸液。（H）為熱的轉筒，被漂白的物質經烘乾和壓平後，則捲於（F），以備出售。

**溴** 海鹽每帶苦味，在潮濕處漸漸流出一種黃色的苦汁，苦汁蒸發後，能得微量結晶，略似食鹽，名曰溴化鈉。溴化鈉加硫酸及二氧化錳而加熱，可以製出溴（Bromine）。溴是很重的紅褐色液體，性質和氯相似，他

的蒸氣有毒，刺戟眼鼻咽喉甚劇烈，歐戰時用以製造流淚的毒氣。溶於水中稱溴水。與氫化合成溴化氫 (Hydrogen Bromide)，溴化氫的溶液稱氫溴酸 (Hydrobromic Acid)。

**碘** 上海草灰中以水浸漬，可以提出碘化鈉 0.3%。碘化鈉和硫酸及二氧化錳加熱，可以製出碘 (Iodine)。碘為紫黑色的固體，受熱即氣化，遇冷則凝結而為耀光的晶片。凡物質由固體化為氣體，再由氣體凝為固體，不經過液化的狀態，這種現象，名曰昇華 (Sublimation)。碘有刺鼻的臭味，微溶於水，極易溶於酒精。酒精溶液，名為碘酒，常用為消毒藥劑。碘和氫化合成而生碘化氫 (Hydrogen Iodide)，牠的溶液稱氫碘酸 (Hydroiodic Acid)。

*Hydroiodic  
acid.*

**氟** 氟的化學性質是最活潑，所以難得到牠的純粹物質，性劇毒而有腐蝕性。以螢石和濃硫酸作用可以製出氟化氫 (Hydro-

gen Fluoride)。氟化氫的水溶液，便稱氫氟酸（Hydrofluoric Acid）。氫氟酸性極劇烈觸於皮膚，即起極痛的傷泡，不易治療，故這種氣體，切不可吸入肺中。氫氟酸的侵蝕性甚大，能使玻璃和多種物質溶解，故試驗時須在鉑或鉛製的器具中施行。

氫氟酸的侵蝕性，常利用以刻畫玻璃。取玻璃一方，於面上融蠟使成薄層，蠟冷後，用針刻字或花紋，蓋於一磁盆上，盆中盛螢石粉和濃硫酸，使發生氫氟酸（圖48）。氫氟酸和蠟不起作用，在針刻無蠟的花紋上，即侵蝕玻璃而生痕跡。將蠟融去，則所刻的字或花即顯露於玻璃上。



圖 48

氫氟酸侵蝕玻璃的試驗

## 本 章 提 要

食鹽廣播於天然界中，由海水中製鹽，

有兩種方法：( 1 ) 晒法；( 2 ) 煎法。食鹽電解後，則生鈉和氯，故為這兩種原素的化合物。

**氯化氫**由濃硫酸和食鹽起作用而生，為無色而有刺戟性的氣體，比空氣重，遇濕空氣，則成白霧，極易溶解於水。

氯化氫為一體積氯和一體積氫所組成。

**鹽酸**為氯化氫的水溶液，有酸味，能使藍色石蕊變紅，並能溶解多種金屬而生氫。

**酸**均含氫，這氫能為金屬所替代。凡酸類物質多能使藍色石蕊變紅。

**鹼**均含有氫氧根，能使紅色石蕊變藍。

**鹽**為酸和鹼中和所生的物質，和石蕊不生作用。

**氯**在實驗室中，常用鹽酸加於二氧化錳中所製得。氯為黃綠色的氣體，有惡臭，性極毒，能和多種元素化合，而和氫的化合力

尤強,故能分解水而放氧,發生漂白的作用。

通氯氣於濕的熟石灰中,即成漂白粉。

漂白的手續:

(1) 浸於漂白粉溶液中:

(2) 浸於稀硫酸中;

(3) 用水漂洗。

溴可從溴化鈉,硫酸,二氧化錳三者作用而得。爲紅褐色液體,性質和氯相似。牠的氫化物爲溴化氫,溶入水中爲氫溴酸。

碘可從碘化鈉,硫酸,二氧化錳三者作用而得。爲紫黑色固體,性質也似氯。牠的氫化物爲碘化氫,溶入水中爲氫碘酸。

氟是化學性最活潑的氣體。牠的氫化物爲氟化氫,溶於水便成氫氟酸。氫氟酸性甚猛烈,有劇毒,能腐刻玻璃。

## 問 題

1. 現有不純的鹽酸一瓶,問用何種方法,可使變

爲純鹽酸

2. 爲什麼氯水必須藏於暗處?
3. 區別氯化氫和鹽酸的性質。
4. 酸和鹽基中和時,常有什麼物質生成?
5. 酸和鹼最大的區別是什麼?
6. 氯極毒,鈉性亦甚猛烈,食鹽含有氯和鈉,爲什麼沒有危險性?

酸  
性  
呈  
鹼  
性  
故  
無  
害



生鐵 含C 2.5%—4.7%  
 熟鐵 含C 小於0.25%  
 鋼 含C 小於1.0%

## 第 五 章

### 鐵

**鐵的重要** 鐵 (Iron) 爲最賤而最重要的一種金屬。我們的生活，處處均和鐵有直接的關係，各種工業，無鐵即不能成立。鐵爲植物葉綠素和動物血素的成分，故也爲生命所不可缺的物質。

**鐵的性質** 純鐵色白而有光澤，質堅硬。鐵在乾空氣中，可以永久保存，而不起變化。在濕空氣中，即漸漸生鏽而腐蝕。空氣中若有碳酸氣，則生鏽更易。故保護鐵的方法，常塗油或漆，使和外界的氣體隔絕。

鐵因所含雜質的多寡，和鑄造時溫度的高低，性質常起變化。現因性質的不同，可分鐵爲生鐵，熟鐵，和鋼三種。

性質：1. 質堅而脆  
 2. 密度極大  
 第五章

$Fe^{2+} + Fe^{3+}$   
 → 鐵

**鐵的製鍊**

**生鐵** 鐵由礦石製鍊而得。主要的礦石為磁鐵礦，赤鐵礦，褐鐵礦和菱鐵礦。鍊鐵的方法，可為一般冶金術的模範，實際的手續，雖頗複雜，而理論則極簡單。

鐵的礦石，大都為氧化物，若和炭混合而燃燒，則氧和炭化合成碳酸氣，鐵即存留。如礦石不是氧化物，則須將礦石先在空氣中煨燒 (Roast)，使變為氧化鐵，然後再加炭使鐵還原。

通常鍊鐵手續，將氧化鐵，石灰石，焦炭 (Coke) 等混和置於鼓風爐 (Blast Furnace) 中，(圖 49, 50)。爐高約八

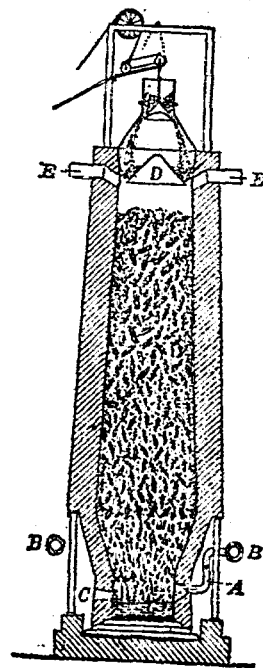


圖 49 鼓風爐的剖面圖

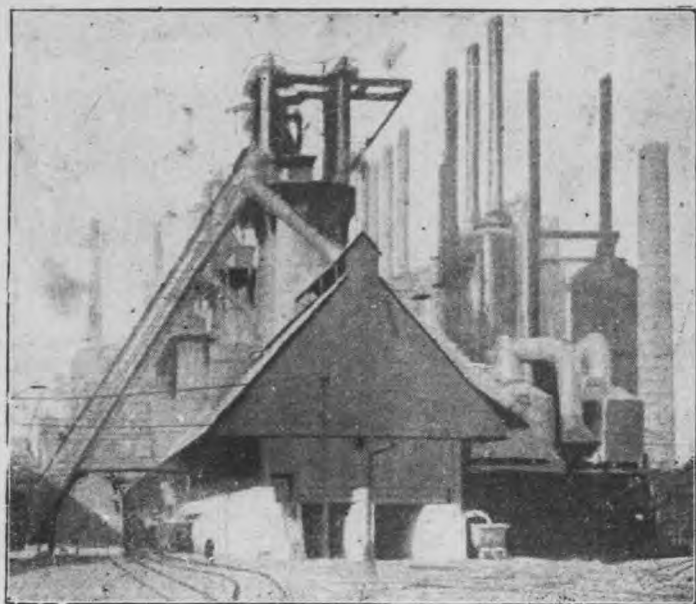


圖 50 鼓風爐的外觀

十呎,直徑最大處約二十呎。從A管鼓入 $400^{\circ}$ 至 $700^{\circ}$ 的熱空氣,使炭燃燒和礦石起化學變化。A管裏的空氣由B管而來,B管圍繞爐外,如同一條腰帶,使空氣先受熱後再入A管。爐底有一口,熔成液體的鐵,即由這口時時放出。礦石中的砂土雜質則和加入的石灰石,熔為玻璃狀的流質,名為礦滓(Slag),

礦滓比熔化的鐵輕，浮於上層，由 C 口流出。礦石、焦炭、石灰石等原料，由爐的頂部 D 處時時加入。所有爐內發生的氣體，均由巨管 E 放出。

由鼓風爐中製成的鐵，含炭常在 2 % 以上，質硬而脆，不能煅接，也不能搥打成形，但可以砂型翻鑄成各種器物。這樣鍊製的鐵，故名鑄鐵 (Cast Iron)，又名生鐵。

**熟鐵** 將鑄鐵和適量的礦石 (氧化鐵) 置於反射爐 (Reverberatory Furnace) B

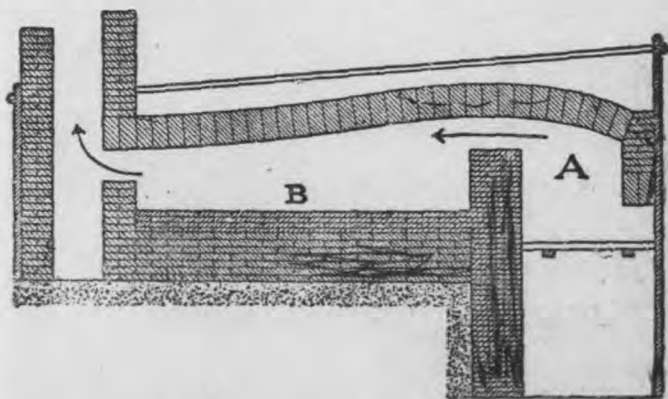


圖 51 反 射 爐

中(圖51),使高溫的火焰和熱空氣由火爐A通入,反射於爐底,鐵即熔化,牠裏面的炭和一部份雜質被氧化變為氣體而消散。這樣所得的鐵,名為熟鐵(Wrought Iron)。熟鐵質軟,有延性和展性,故可用以製鐵練或鐵絲等物。

鋼 鋼和熟鐵一樣,也從鑄鐵製鍊而得,但方法完全不同。鋼的種類甚多,因所含炭和他種雜質的多寡,性質乃不相同。製鋼的方法不一,最常用的為迴轉爐法和開爐法。

**迴轉爐法** 像一卵形的大坩堝,內

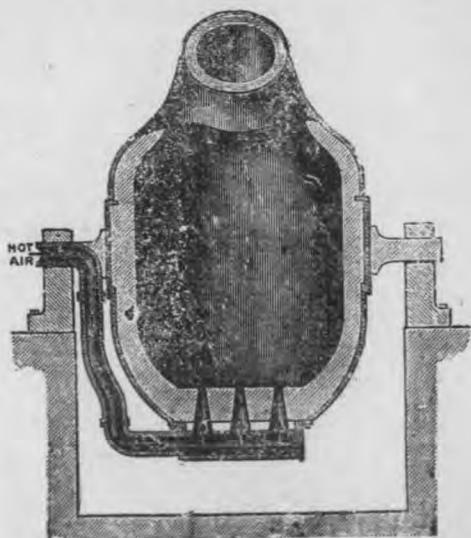


圖 52 迴 轉 爐

壁敷以氧化矽和陶土，支於砲耳上（圖52），可以傾斜或旋轉，以便加入原料或取出鍊成的鋼。現將鼓風爐中取出的白熱的鑄鐵，注入迴轉爐中，由砲耳管鼓入高壓的空氣，鐵中的炭及雜質，因受氧化而生高溫的火焰，使炭完全燒去，然後再加入所須要量的炭，即成鋼，須立刻傾出，否則，溫度一低，鋼即凝固，無法傾取。

**開爐法** 爐的剖面如圖53，爐的內壁敷以石灰石或白雲石，氣體燃料由C通入，於D處遇由B吹入的熱空氣，鐵中的炭即成氧化物由E及F放出。別的雜質則和石灰石化合而成礦滓，浮於熔化的鐵的表

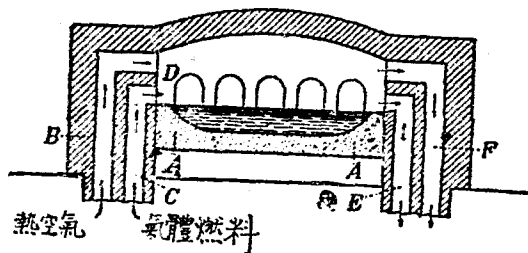


圖 53 開爐的剖面圖

面,極易除去。爐中的鋼所含的炭量,須時時化驗。倘已達到所須要的程度,即可使鋼流

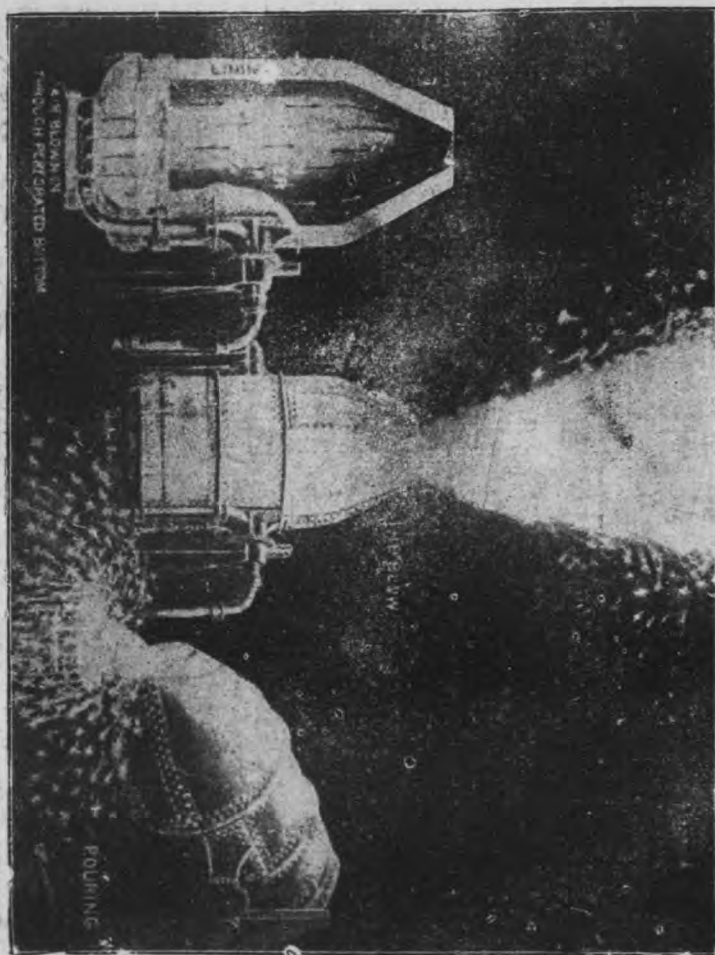


圖 4 旋轉爐鍊鋼時的情形

入於受器中。所以用開爐法，可製各種成分的鋼。

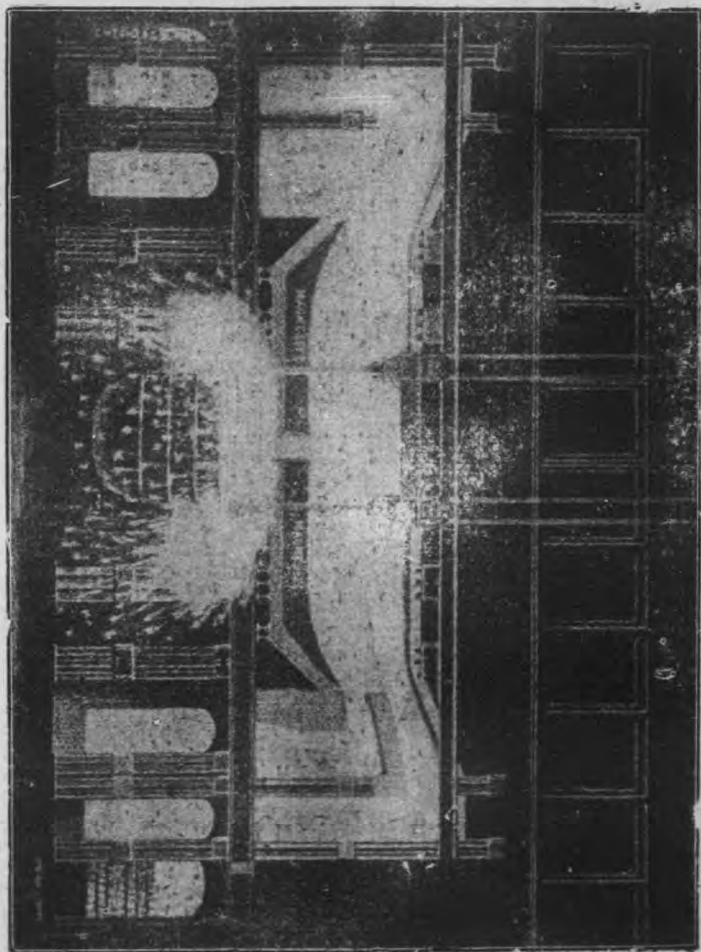


圖 55 開爐鍊鋼時的情形



**鋼的性質**

鋼的硬度和含炭的多寡成比例。尋常含炭自極微量至 2%，如再增加，則性質過於堅脆，也不適用。

若將含炭 0.5% - 1.5% 的鋼，熱至紅熾，投於水中，使牠突然冷卻，則性質即變成極硬而脆。若徐徐加熱，再徐徐冷卻，則得軟而富有彈性的鋼質。所以溫度的調節，能使鋼的性質，發生顯著的變化。

若於鋼中加少量的別種金屬如鎳，錳，鉻，鎢，銅等，則性質更見強固，並由所加金屬的種類和分量，可得適應各種用途的鋼。例如含鎳 3% - 6% 的，名為鎳鋼；含鉻 2.5% - 4% 的，名為鉻鋼，質甚堅硬，可製炮及鐵甲板。此等特種鋼，近年製出頗多。

**元素的化合量**

儀器裝置如圖 56，使瓶中的溶液和空氣隔絕。以鐵粉投於鹽酸中，加微熱，即有氫發生，鐵粉漸漸溶解，而成綠色的溶液。將溶液蒸乾，則得綠色的固體，

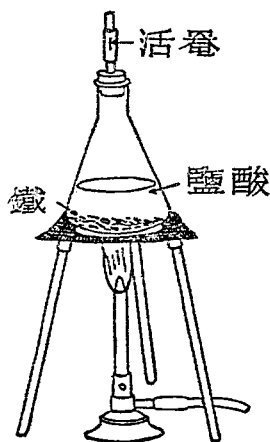


圖 56. 製氯化亞鐵

爲氯和鐵的化合物。

若通氯於這綠色的溶液中，則顏色由綠而變黃，蒸乾後，得黃色的晶體，是爲氯和鐵的另一化合物。

從這實驗看來，氯和鐵化合的數量，似乎沒有一

一定。但從研究的結果，我們知道凡各種物質互相化合，牠們的重量，常有一定的比例。倘使我們用電分析水，則知水裏面氫和氧的重量，成 1.008 和 8 的比例。倘使再分析氯化氫，則知裏面氫和氯的重量，成 1.008 和 35.46 的比例。現在我們如用 1.008 克氫和 35.46 克氯，使牠們化合，則恰得 36.468 克的氯化氫。如多用一克氫或氯，則化合後，即多餘一克氫或氯。從種種的試驗，我們知道，各種元素化合時，多有一定的重量。這種重量，

名爲元素的化合量(Combining Weight)。現知氫的化合量爲1.008,氧的化合量爲8,氯的化合量爲35.46。

倘使我們再分析氯化鐵,則知鐵和氯的重量,在綠色的氯化鐵中,爲55.84和70.92的比例,(70.92等於兩倍氯的化合量, $2 \times 35.46$ );在黃色的氯化鐵中,爲55.84和106.38的比例,(106.38等於三倍氯的化合量, $3 \times 35.46$ )。所以鐵和氯雖能成兩種化合物,然牠們的化合量並非沒有一定。鐵的化合量在黃色氯化鐵中比在綠色氯化鐵中大,故前者名氯化鐵,或三氯化鐵,後者名氯化亞鐵,或二氯化鐵。

## 本 章 提 要

鐵爲極重要的金屬,色白而有光澤,質堅硬,在濕空氣中,則氧化而生鏽。

鐵因性質的不同,可分爲生鐵,熟鐵和

鋼三種。生鐵含炭最多，質脆，無展性和延性。熟鐵含炭較少，質軟，富展性和延性。鋼的種類甚多，含炭自極微量至 2 %。溫度的調節和所含的炭量，能使鋼的性質發生顯著的變化。於鋼中加入他種金屬，亦能使性質變更。

鍊鋼法最常用者為迴轉爐法與開爐法。

化合物為一種元素和 1.008 克的氫或 8 克的氧化合時所需的重量。

## 問 題

1. 比較生鐵和熟鐵的性質。
2. 比較生鐵和鋼的性質。 1:2
3. 鐵匠打鐵，每有火星四散，究竟是什麼物質？
4. 中國有沒有鐵廠？
5. 中國有沒有鍊鋼廠？
6. 鋼鐵與近代戰爭，有什麼關係？

原子

任何物質以化學方法不能在分  
的最單位者原子。其性質和該物相同

分子：任何物質以化學方法不能再  
分的最單位者分子。其性質和原  
子相同

## 第六章

### 原子 分子

原子和  
分子

物質  
是如何

組成的？對於這  
個問題，英國大科  
學家達爾頓氏

(Dalton)，曾創原  
子論 (Atomic The-

ory) 來解釋。照他  
的理論，凡物質多  
為極微極細的質

點所組成。這種微細的質點，名曰原子 (At-  
om)。同元素的原子，所有牠們的形狀、重量、  
性質均相同。異元素的原子，則均不相同。原



圖 57 達爾頓



子結合，則成分子 (Molecule)。異原子互相結合，則起化學變化而成化合物，例如氫原子和氧原子化合即成水的分子。原子為物質基本的質點，至微至細，不能再分。分子亦為極細的質點，但較原子為大，雖不能用物理的方法使牠分解，然可用化學的方法使牠分裂而為原子。

**元素的符號**

化學上為便利起見，常用符號以代替元素的名稱。如氧用O，氫用H，氮用N，氯用Cl，鐵用Fe，大都為西文原名的縮寫。重要元素，及其符號，列表在本書最後頁，可以參閱。

**分子的式**

我們已用符號表示元素，如欲表示物質分子中所含的成分，亦可利用符號。吾人先知氫，氧，氮，氯的一分子內，各含二個原子，所以牠們的分子可用 $H_2$ ， $O_2$ ， $N_2$ ， $Cl_2$ 等符號表示。化合物的分子，亦可用符號表示。如水為二原子氫和一原子氧所

達爾頓原子論：  
1. 任何物質皆由極小之微粒組成  
26 此微粒稱爲原子 化學

組成，故分子的符號爲  $H_2O$ ；氯化氫爲一原子氫和一原子氯所組成，故分子的符號爲  $HCl$ 。這種分子的符號，名爲分子式 (Molecular Formula)

**阿服格特羅的假設**

由物理學的證明，一切氣體的體積，對於壓力和溫度，均發生同樣的影響。因要解釋這個現象，意大利的物理學家阿服格特羅氏 (Avogadro) 曾創一



圖 58 阿服格特羅

種極重要的理論。他說：在同溫度同壓力之下，所有同體積的氣體，均含有同數的分子。假如一立方寸的氫含有一萬個分子，則在同溫度同壓力之下，一立方寸的氯或別種氣體，

2. 一桂之季 五原子 異4生 形新! 六+各周  
了層

亦均含有一萬個分子。對於這個假說，到現在尙未有相反的事實發現，而在化學上是非常重要的。

**分  
子  
量**

分子是極微細的質點，非人目所能見，要測定牠的重量，當然是異常困難。但應用阿服格特羅氏的假說，我們能測得各種氣體分子的比較重量。在同溫同壓之下，同體積的氣體，既含有同數的分子，則牠們重量的比例，一定就是牠們各個分子的重量的比例。

倘使我們選擇一種氣體元素作為標準，先假定牠的分子量的數值，而後求出別種氣體對這標準氣體的比重，則用比重乘標準氣體的分子量，即得所定氣體的分子量的數值。

尋常以氧的分子量<sup>32</sup>為標準，各種氣體或能氣化的物質的分子量，均可用比重相乘的方法而求出。



分子量 = 原子量 總和

物 質	比 重	分 子 量
氧	1 (標準)	32.00
氫	0.0631	2.016
氮	0.875	28.00
二氧化碳	1.375	44.00
氯化氫	1.140	36.47

由此可知各物質的分子量,就是對於氧32的比較重要。因為一個分子的真正重量是怎樣的輕微,知道了也沒有多大用處。

**原  
子  
量**

如氣體元素的分子,為二個原子所組成,則已知牠的分子量後,以二除即可得原子量。尋常欲測定一種元素的原子量,常取牠的多種化合物,而定各化合物每一分子量所含這元素的重量,其中最小的數值,即為原子量。

現就已知的數種物質,把牠們的分子量和其中所含各元素的量,列表如下:

一 分 子 量 的 組 成

物 質	分 子 量	一 分 子 量 的 組 成			
		氫	氧	氮	碳
氫	2.016	2.016	.....	.....	.....
氧	32.00	.....	32.00	.....	.....
氮	70.92	.....	.....	70.92	.....
水 蒸 氣	18.016	2.016	16.00	.....	.....
氯 化 氫	36.47	1.008	.....	35.46	.....
二 氧 化 碳	44.00	.....	32.00	.....	12.00

故得原子量如下:

元 素	氫	氧	氮	碳
原 子 量	1.008	16.00	35.46	12.00

**克分子** 分子量既是物質分子的比較重量,故為不名數,應用時頗覺不便。化學上常以克(Gram)表示分子的重量,稱為**克分子量**(Gram-molecular Weight)。氧的一克分子,為32克。氫的一克分子,為2.016克。

一升(Liter)的氧重1.43克,所以一克

分子氧 ( 32 克 ) 在標準溫度 ( 0°C ) 和標準壓力 ( 76 釐 ) 之下, 占有 22.4 升的體積。無論何種氣體, 以牠的比重除牠的克分子量, 常得 22.4 升的體積。故 22.4 升為氣體一克分子量的體積, 稱為克分子體積 ( Gram-molecular Volume )。這點在化學上極為重要。如只要在標準情形之下, 我們無論秤何種氣體的 22.4 升的重量, 即得牠的克分子量

**化學** 化學  
**方程式** 變化的

進行, 如用符號和分子式表示, 頗為簡明。鹽酸能分解為氫和氯, 如用符號表示, 則為

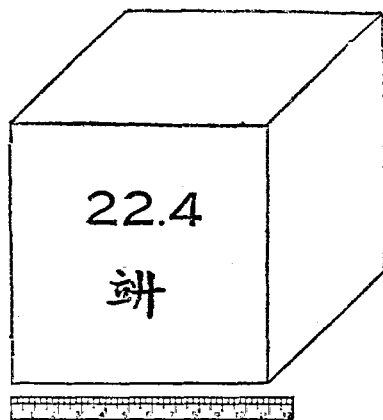
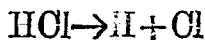


圖 39 一克分子量氣體的體積

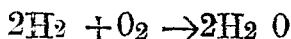


普通氣體, 常存在於分子的狀態中, 且知氫

和氯的分子,都由二原子組成,所以上式應表示如下:



氫和氧化合而成水,如用式表示,則為



這種方式,稱為化學方程式 (Chemical Equation), 式中的箭頭,表示化學變化進行的方向,符號前面的數字,表示參與反應的分子數,右下角的數字,表示組成一分子的原子數目。例如  $2\text{H}_2$ , 即為兩個氫分子的表示。

**化學方程式之應用**

應用化學分子式及方程式, 可以計算許多化學上的問題。

舉例如次,學者當明其原理而多加練習。

例一. 硫酸亞鐵的分子式為  $\text{FeSO}_4$ , 求其中各元素的百分組成。

[解] 硫酸鐵的分子量為

$$\text{FeSO}_4 = 55.84 + 32 + 4 \times 16 = 151.84$$

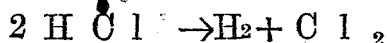
$$\therefore \text{Fe} = \frac{55.84}{151.84} \times 100 = 36.78\%$$

$$S = \frac{32}{151.84} \times 100 = 21.08\%$$

$$O = \frac{64}{151.84} \times 100 = 42.14\%$$

例二. 10克氯化氫如果完全分解,可得氫和氯各若干克?

[解] 氯化氫分解時的化學方程式爲



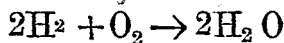
$$2 \times 36.46 \quad 2 \quad 70.92$$

$$\therefore \frac{2}{72.92} \times 10 = 0.27 \text{ 克 (氫)}$$

$$\frac{70.92}{72.92} \times 10 = 9.72 \text{ 克 (氯)}$$

例三. 5克氧應與幾克氫化合而成水蒸氣幾克?

[解] 氫與氧化合時的化學方程式爲



$$2 \times 2 \quad 32 \quad 2 \times 18$$

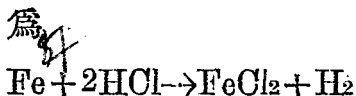
$$\therefore \frac{4}{32} \times 5 = 0.62 \text{ 克 (氫)}$$

$$\frac{36}{32} \times 5 = 5.65 \text{ 克 (水蒸氣)}$$

例四. 今有不純粹的鐵粉 5 克,其中

含鐵 80%，把牠投入鹽酸，可放出氫幾蚘？

〔解〕 鐵和鹽酸作用時的化學方程式



55.84 克                      22.4 蚘

5 克鐵粉其中所含的純鐵爲 4 克

$$\therefore \frac{4}{55.84} \times 22.4 = 1.604 \text{ 蚘}$$

= 1604 喱 ( 氫 )

**原  
子  
價**

氫和別種元素化合，能成多種化合物。就我們已知的如氯化氫和水而加以考察，即發現一極有趣味的事實。在氯化氫 (HCl) 中，一原子氯和一原子氫化合；在水 (H<sub>2</sub>O) 中，一原子氧和二原子氫化合。但氫一原子，只能和別種元素的一原子化合。氫和別種元素的二原子或二原子以上所成的化合物，至今尚未發見。所以氫的化合的能力只有一。現稱這種化合力爲價 (Valence)，而氫爲一價元素。氧能和二個氫

原子化合，故為二價元素。氯只能和一個氫原子化合，故也是一價元素。這種元素的價名曰**原子價**。

不能直接和氫化合的元素，牠的原子價，可用間接的方法推定。如碳酸氣（ $\text{CO}_2$ ）為二原子氧和一原子碳的化合物，今知氧的原子價為二，故知碳為四價元素，原子價決不有分數，也不會超過八價。

元素的原子價，有時不僅一種。如鐵在二氯化鐵（ $\text{FeCl}_2$ ）中為二價，在三氯化鐵（ $\text{FeCl}_3$ ）中即為三價。

**質量不變定律** 任取二種易起變化的物質，在未變化之前及已變化之後，精密秤定他

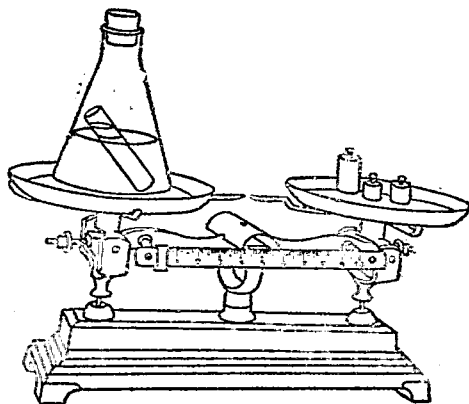


圖 60 質量不變定律的試驗

們的重量,看有怎樣的結果。試取二氯化鐵溶液置短玻璃管中插入盛有氫氧化鈉溶液的瓶中(圖60),以橡皮塞閉緊後秤其重量。然後傾斜玻璃瓶,使兩液接觸,作用遂起,待作用完畢,再秤其重,一定與前異。若用其他物質,同樣試驗,其結果亦然,由此可得一個定律:

任何化學變化中的各種物質,未變化前的質量之總和與已變化後的相同,一定不變。這稱為質量不變定律。(Law of Conservation of Mass)

**定比  
定律**

我們於水的組成,由實驗測得氫和氧常以 1 克和 8 克的比例,化合而成 9 克的水。又於氯化氫的組成,由實驗測得氫和氯常以 1 克和 35.46 克的比例,化合而成 36.46 克的氯化氫。倘使我們再試驗別種化合物,則知牠們所含各元素的重量,也都有一定的比例。我們因此得到一個定



律:

凡各元素互相化合而成化合物,牠們的重量,常有一定的比例。這稱為**定比定律** ( Law of Constant Proportion )。

**倍比  
定律**

我們從前面所得二氯化鐵和三氯化鐵所含各元素重量的比例,又可發現化學上一個重要的定律。鐵和氯的重量,在二氯化鐵中,為 55.84 和 70.92 (  $2 \times 35.46$  ) 之比;在三氯化鐵中,為 55.84 和 106.38 (  $3 \times 35.46$  ) 之比。在這兩種化合物中,氯的重量,恰成 2 和 3 的簡單比例。此外尚有多種元素,可成數種不同的化合物。例如硫和鐵能成三種化合物,在這三種化合物中,鐵的重量均相同,而硫的重量,則成 2:3:4 的簡單整數。又如氮和氧能成五種化合物,在這五種化合物中,氮的重量均相同,而氧的重量,則成 1:2:3:4:5 的簡單整數。因此我們又得一定律:

甲乙二元素的化合物如有數種,則數個甲量對於同一乙量的比例,互為簡單的整數,這稱為**倍比定律**(Law of Multiple Proportion)

## 本 章 提 要

**原子**為物質極微極細不能再分的質點。化學變化均由原子而發生。

**分子**亦為物質極微極細的質點,但可再分為原子。

**達爾頓的原子論**中有兩種重要的假設:

- (1) 物質均為原子所組成。
- (2) 同元素的原子,所有性質均相同;異元素的原子,則均不相同。

**阿服格特羅的假設**極為重要,照他的理論,凡同體積的氣體,在同溫度同壓力之

定比定律：——  
 在各種元素化合或一化後其重量  
 常成一定比例

下,均含有同數的分子。

**分子量**爲物質分子的比較重量,常以氧爲標準元素,假定牠的分子量爲32。

**原子量**爲物質原子的比較重量,常假定氧的原子量爲16,作爲標準數值。

**克分子量**爲物質一個分子的重量,以克爲單位。氣體一克分子量所占的體積,常爲22.4 升。

**質量不變定律**是說各種化學變化的前後,其質量永不變。

**定比定律和倍比定律**是說明各元素互相化合,常有一定的重量,而牠們的重量常爲簡單的比例。

## 問 題

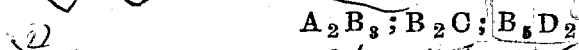
1. 二氧化碳的分子量爲44,求牠一升的重量。
2. 氯5升的重量爲15.85克,求牠的分子量。氧氣1升重1.429克。

倍比定律：一  
 二 元素化合價之程或量  
 量 甲元素化合價之量  
 第 六 章 原 子 分 子  
 各種化合物時均定  
 成簡單整數  
 89 比 位

3. 在標準溫度和壓力之下，氮 1 坳的比重為 0.178 克，牠的原子量為 4.00。問每個氮分子含有幾個原子？

4. 試由  $\text{NH}_3$  和  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ，兩種化合物的分子式，求氮的原子價。

5. 假定 B 原素的原子價為 2，從下列分子式中求 A, C, D 三原素的原子價：

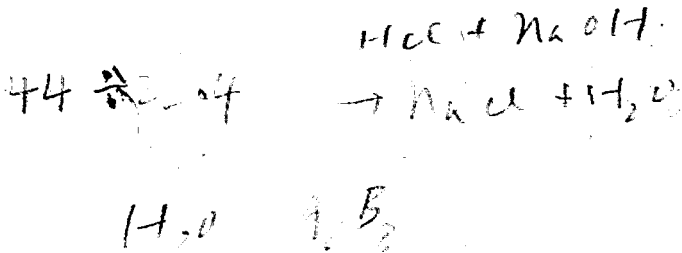


如 A 和 C 化合，C 和 D 化合，這兩種化合物的分子式是怎樣？

6. 投鈉 2 克於水中，當發生氫幾坳？若將所成溶液蒸發至乾，應得氫氧化鈉幾克？

7. 20% 的鹽酸 50 克應和氫氧化鈉幾克中和？并問生成的食鹽為幾克？

8. 氧 11.2 坳應從氧化汞若干克得來，假定氧化汞可以完全分解？



126  
300  
600

## 第 七 章

### 硫

**硫的產地** 硫 (Sulphur) 的發現甚早,爲古人所知元素中的最特著的。硫礦常見於火山地帶,如意大利的西西里 (Sicily) 爲世界巨大的硫礦藏。日本,西班牙,挨斯蘭 (Iceland),墨西哥及北美等國,產硫均甚多。硫礦又能和金屬化合,成硫化物和硫酸鹽,分布於礦物界。

**硫的採取** 天然產的硫常和砂土相混。惟因硫的融點 (Melting Point) 甚低,製煉的方法並不繁難。將由礦中採出的硫礦,加熱,即融化爲液體,而和雜質分離,惟這樣所得的硫,尚不純潔。如再置於蒸餾甌中 (圖 61),熱至沸騰,使蒸氣通入於一磚砌的凝

結房 ( B ),  
即凝成結  
晶的細粉,  
名爲硫華。  
俟房中溫  
度漸高,硫

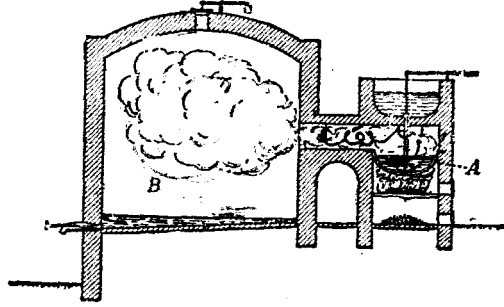


圖 61 製 硫

華即融爲液體,可使注入圓筒狀的模中,而  
成棒形的硫,稱爲硫棒 ( Rolled Sulphur ) 。

**硫的  
物理性**

硫爲淺黃色而有微臭的固體,  
質脆,不溶於水,能溶於二硫化碳  
(  $CS_2$  )。硫的顏色能隨溫度而改變,溫度漸  
高,則色由淺黃而變黑;熱至沸點,則化爲黃  
色的蒸氣,遇冷則結爲硫  
華 ( Sulphur Flower ) 。

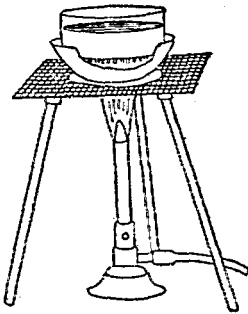


圖 62 硫的昇華

將硫磺置於磁盆中,  
盆上置一冷水盆。於磁盆  
下加熱,硫即凝於水盆的  
底部, ( 圖 62 ) 而成硫華。

硫有多種不同的形態，最顯著的有下列的數種：

1. **菱形硫** 如將硫溶於二硫化碳，傾於結晶盆中，將盆浮於溫水上，使二硫化碳漸漸蒸發，（二硫化碳極易燃燒，切勿可用火直接加熱）即得八面形的晶體（圖 63）故名菱形硫（Rhombic-Sulphur）。

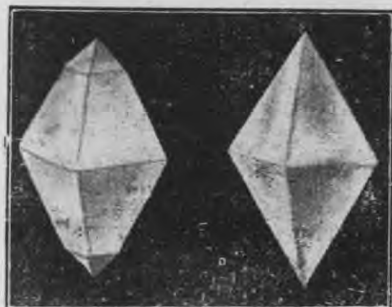


圖 63 菱 形 硫

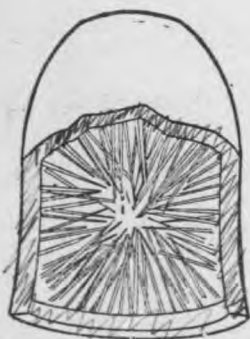


圖 64 針形硫

2. **針形硫** 如將硫在坩堝中熱至融化，然後漸漸冷卻，則見有一層薄皮凝於表面。將皮刺破，輕輕傾出尚未凝固的硫磺，則見留在坩堝中的，漸成針形的晶體，（圖 64），故

名針形硫(Prismatic Sulphur)。針形硫的融點和密度均和菱形硫不同。

3. 無定形硫 將硫磺置於曲頸燒瓶中,熱至沸騰,使牠的蒸氣流於冷水中, (圖65)便成膠狀的固體,有彈性,和橡皮相似,不能溶於二硫化碳。這種硫沒有一定的形狀,故名無

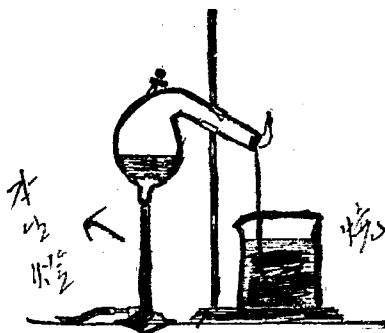
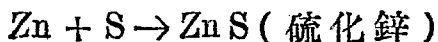
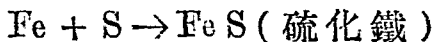


圖 65 無定形硫

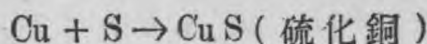
定形硫。(Amorphous Sulphur)

**硫的化學行爲**

硫磺雖有種種的物理性狀,然牠們的化學行爲則完全相同。硫在空氣中燃燒,生淺藍色的光焰,成二氧化硫( $\text{SO}_2$ )。多數金屬和硫共熱時能直接化合而成金屬的硫化物,如






**硫的  
用途**

硫磺為製造橡皮的重要原料。在熱帶地方產生一種橡皮樹(圖66),

樹中能流出乳狀的膠汁。汁中加醋酸,即成粗質的橡皮,質軟而有彈性,惟在空氣中極易氧化而變脆,故不適於用。如於這粗質橡皮中,加入百分之十的硫磺和某種金屬的化合物,在不通空氣的器具中熱至  $150^{\circ}$



圖 66 採取橡皮樹中的膠汁

$^{\circ}\text{C}$ ,即變為富於彈性而耐用的橡皮,可供種種的用途。如於粗質橡皮中,加入百分之三十至五十的硫磺,熱至  $180^{\circ}\text{C}$ ,則得一種極堅

硬的橡皮,可用以製鈕扣和自來水筆的筆桿。

硫又為製造硫酸的重要原料。硫和硝石和碳配合,可成火藥,發明甚早。

**硫的氫  
化合物**

硫化氫 硫化氫 (Hydrogen Sulphide,  $H_2S$ ) 存在於火山噴出

的蒸氣中。含硫的有機物質如雞蛋等,腐敗時常發一種惡臭,多半由於這種氣體而來。

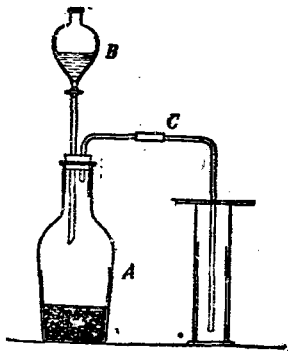


圖 67 製硫化氫

實驗室中製備硫化氫,常用一硫化鐵 ( $FeS$ ) 和鹽酸。一硫化鐵置於 A 瓶中,將稀鹽酸從漏斗管 B 注入,即有硫化氫發生。(圖 67)

硫化氫為無色的氣體,比空氣稍重,能溶於水,有惡臭,性極毒,即吸入少量,亦能發生頭痛,目眩和心嘔等症。硫化氫的水溶液呈極弱的酸性反應故

稱氫硫酸 (Hydrosulphuric Acid)。

硫化氫和多種金屬化合物的溶液能起化學變化而生硫化金屬的沉澱。這些沉澱往往有顯明的顏色。

盛醋酸鉛的溶液於 B 瓶 (圖 68); 硫

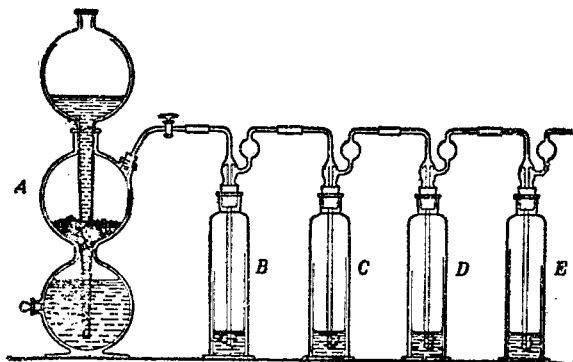


圖 68 各種硫化金屬的顏色

酸鎘的溶液於 C 瓶, 硫酸鋅的溶液於 D 瓶, 氯化銻的溶液於 E 瓶。從發氣瓶 A 通硫化氫於各瓶中, 則見所生的沉澱。B 瓶中為黑色 ( $\text{PbS}$ ), C 瓶中為黃色 ( $\text{CdS}$ ), D 瓶中為白色 ( $\text{ZnS}$ ), E 瓶中為橙紅色 ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ )。因硫

化二氫有這種作用,故分析化學上常利用以鑑別各種金屬。

**金屬的  
硫化物**

**黃鐵礦** 黃鐵礦即二硫化鐵 ( $\text{FeS}_2$ ),自然界產出甚多,爲黃銅色的正方形結晶,因牠的外表極像真金,故有時稱爲愚人金(Fool's Gold)。常用以製造硫酸。

**閃鋅礦** 閃鋅礦即硫化鋅 ( $\text{ZnS}$ ),爲鋅最有價值的礦石之一。美國密蘇里 (Missouri) 的西南部,產有巨大的礦藏。這種天然的礦石成大晶體,劈面如鏡,光澤甚強。

**方鉛礦** 方鉛礦即一硫化鉛 ( $\text{PbS}$ ),天然產物爲極完全的結晶體,光澤和純鉛極相似。

**黃銅礦** 黃銅礦爲銅和鐵的硫化物 ( $\text{CuFeS}_2$ ),爲最重要的銅礦,這種礦石色黃而有光澤,人常誤認爲黃金。

硫的氧 化合物
------------

**二氧化硫** 燃燒硫磺時，發生一種有刺激性的氣體，即二氧化硫 (Sulphur Dioxide  $\text{SO}_2$ )。許多硫化物燃燒時也生此氣。

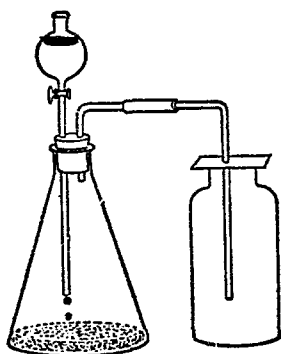


圖 69 製二氧化硫

欲製純二氧化硫，常用鹽酸加於酸性亞硫酸鈉 ( $\text{NaHSO}_3$ ) 中。儀器裝置如圖 69。置酸性硫酸鈉於錐形瓶中，使鹽酸從漏斗滴入，即有二氧化硫漸漸發生。所起的化學變化如下：



投銅屑於濃硫酸中，加熱，也能發生這種氣體：



二氧化硫為無色的氣體，有刺鼻的臭味，極易溶於水，溶液呈酸性反應，名亞硫酸

( Sulphurous Acid  $H_2SO_3$  )。

濕的二氧化硫 ( 即亞硫酸 ) 能從空氣或富於氧的物質中攫取氧,故有還原的



圖 70,  
二氧化硫的  
漂白作用

性質。若以有色素的物質和這氣體相接觸,能起漂白作用。取鮮花一朵,先用水浸濕,和燃着的硫磺同置於鐘罩裏面 ( 圖 70 ),花即漸漸褪色。凡不能經氣的猛烈的作用的物質,如紙,麥草等,均用二氧化硫漂白,但不甚經久,經過相當時間,即仍變原色,草帽的變黃,即是一例。

**三氧化硫** 以二氧化硫和空氣的混合氣體,通過赤熱的白金石綿,復生三氧化硫 ( Sulphur Trioxide  $SO_3$  ) 的蒸氣冷却之即成固體 ( 圖 71 )。反應中白金石綿並不變化,不過促進二氧體變化的速率,好似媒介一般,這種作用,稱接觸作用 ( Catalytic Action )。白金石綿稱接觸劑 ( Catalytic Agent ), 製氧時所

用的二氧化錳,也是這類東西。

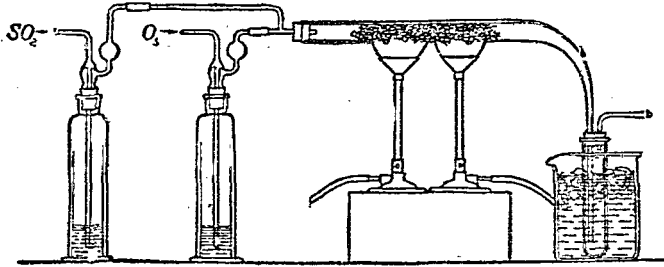


圖 71 固體三氧化硫的製法

**硫酸  
的製法**

硫酸 ( Sulphuric Acid,  $H_2SO_4$  ) 用途的廣,爲一切化學品之冠。不僅爲實驗室中最普通的藥劑,各種工業幾無處不有直接或間接的需要。

**接觸法** 三氧化硫加入水中,便發熱

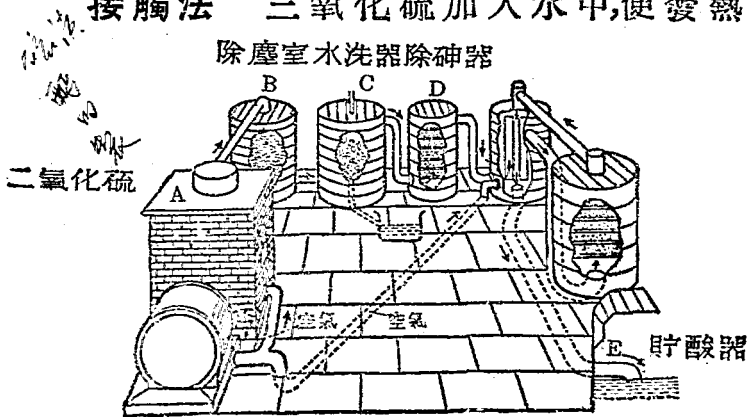


圖 72 接觸法製造硫酸的裝置

而成硫酸。因爲三氧化硫是經接觸作用而製出，所以稱接觸法（圖 72）。可以製出很濃而又很純的硫酸。

**鉛室法** 使二氧化硫、氧和水汽均集於大鉛室中而起變化，故名**鉛室法**（Lead Chamber Process）。鉛室法的裝置，略示如圖 73。A 爐中燒硫磺或硫化物，使所生成的二氧

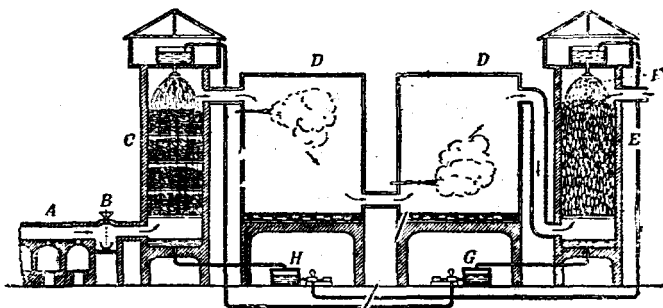


圖 73 鉛室法製硫酸

化硫和由爐外而來的空氣導入於塔 C。在這塔中，有氧化氮發生，和二氧化硫及空氣相混和，同流入於大鉛室 D，D 中。水汽由鉛室壁上的導管通入，和由 C 塔來的各種氣



體起化學變化而成硫酸。由鉛室中流出的多餘的氣體，使經Ⅱ塔而散逸。但這些氣體中的氧化氮仍可利用，故從塔頂(F)噴下濃硫酸，以吸收這氣體。現使這含有氧化氮的濃硫酸由塔的底部流入於G中，再由G壓至C塔的頂部，噴射而下。C塔因靠近火爐，溫度甚高，故噴下的濃硫酸因受熱而又放出氧化氮，再供利用。濃硫酸則由C塔的底部流注Ⅱ中，仍可壓至Ⅱ塔的頂部，以吸收由鉛室中逸出的氧化氮。如此循環應用，周流不息。

實驗室中常用第74圖的裝置，以說明製硫酸的手續。

在大瓶A的木塞上，插玻璃管數根。由a管通入二氧化硫和氧（或空氣）；由b管通入氧化氮；由c管通入水蒸汽；d爲出氣管。經過相當時間，瓶底即有稀硫酸凝集。

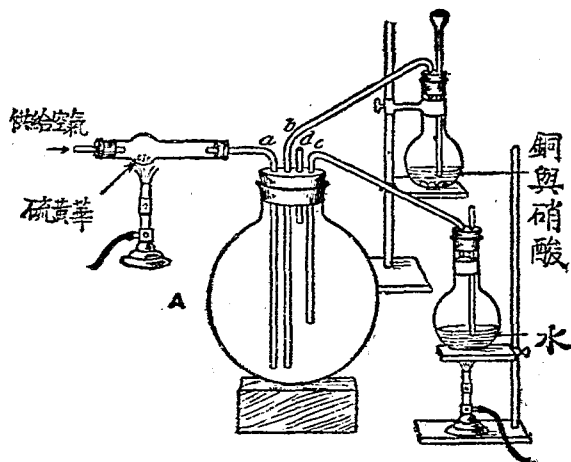


圖 74 實驗室內製硫酸的裝置

**硫酸  
的性質**

純硫酸為無色似油的液體，酸性極強，受熱，則分解而放氧，故為強氧化劑。



硫酸吸水的力量，異常猛烈。若以水注入於濃硫酸中，則立發高熱，溫度能昇至 $330^{\circ}\text{C}$ 左右。硫酸不僅能吸收尋常的水，且能攫取有機物中的氫和氧。有機物受硫酸的作用，所含的氫和氧即結合而成水，為牠所吸取。故

糖、木、棉、毛、絨、皮、肉等物，一遇硫酸即變焦黑。

**硫  
酸鹽**

硫酸鹽的種類甚多，在化合物中極爲重要，工業上需要甚廣。硫酸鹽均爲白色的固體，除鋇、鋇、鉛、鈣、銀的鹽外，均能溶於水（鈣和銀的硫酸鹽微能溶解）。

**石膏** 普通石膏（Gypsum）的成分爲硫酸鈣（Calcium Sulphate  $\text{CaSO}_4$ ）多用以供肥料。有雪花和結晶緻密的，可用以雕刻各種器物和模像。

如將石膏置於磁盆中，盆上蓋表玻璃，漸漸加熱，則見玻璃的裏面，有水汽凝結。如溫度稍高，時間稍久，則石膏即失去光澤而質變鬆脆。從這實驗，我們知石膏中含有水。這種水和分子同凝固在晶體之中，故稱晶水（Water of Crystallization）。晶體含有晶水的甚多，惟所含量的多寡，各有不同。（每分子石膏中，含有二個晶水。）這種水在晶體中

和分子的結合不甚穩固，故加熱，即漸漸散失，晶體亦因即破裂。

如石膏中的水燒去一半，則成白色的細粉，名熟石膏，又名巴黎石膏 (Plaster of Paris)。熟石膏和水調勻，則成糊狀的黏體，凝固極快。因牠有這種性質，故常用以製造模型和裝飾牆壁。外科醫生常用以接斷骨。

製這種石膏，溫度不可過  $125^{\circ}\text{C}$ 。否則，晶水完全燒去，加水後，即不易硬化，失去效用。

**硫酸鎂** 硫酸鎂 (Magnesium Sulphate) 爲含有七個晶水的結晶體，( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 天然間存在於海水和礦泉中。在生理上有瀉劑的功用，故又名瀉鹽。

**硫酸亞鐵** 硫酸亞鐵 (Ferrous Sulphate) 亦含有七個晶水 ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )，色綠，故又名綠礬。溶鐵於稀硫酸中，蒸發至適當程度，即得這種晶體。綠礬的應用甚廣，製防腐劑

和除莠劑。又爲製造黑墨水的原料。

**硫酸銅** 硫酸銅 (Copper Sulphate) 爲含有五個晶水的晶體 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) 有美麗的藍色,故又稱膽礬。受熱,則失水而成白色的固體。膽礬爲工業上最重要的銅鹽。鍊純銅,造電池,製銅版,均須用牠的溶液以通電流。膽礬又可以治蹄病和製他種藥劑。

**硫酸鋇** 天然產的硫酸鋇 (Barium Sulphate,  $\text{BaSO}_4$ ) 爲透明的大晶體,質甚重,故名重晶石。重晶石爲製造油漆的重要原料,現常用以代鉛粉。

## 本 章 提 要

硫產於天然間,甚爲豐富。在尋常溫度中,硫爲黃色的固體,溫度稍高,則變爲黑色。

硫有三種形態:(1)菱形硫;(2)針形硫;(3)無定形硫。

硫在空氣中燃燒,則生二氧化硫,爲有

刺戟性臭味的氣體，能發生漂白作用。

硫化氫產於火山噴出的氣中，含硫的有機物腐敗時，也生這種氣體。硫化氫無色，有惡臭，性毒，比空氣重，能溶於水而呈弱酸性反應。

硫酸為無色似油的液體，酸性極強。濃硫酸有猛烈的吸水性，受熱則放氧而為氧化劑。製造方法有接觸法和鉛室法二種。用前法製造者，可得較濃而較純的硫酸。

## 問 題

1. 硫在空氣中燃燒，發生什麼物質？
2. 比較氯和二氧化硫的漂白作用。
3. 在標準溫度和壓力之下，如欲製 1000 磅硫化氫，要用多少硫化鐵？
4. 比較硫化二氫和氯化氫的性質。
5. 製造硫酸為什麼要用鉛室？
6. 為什麼常稱硫酸為各種化學工業之母？
7. 生石膏與熟石膏有什麼區別？

$C_2H_6$  乙烷  $CH_4$  甲烷

8. 黃鐵礦 100 噸，其中含二硫化鐵  $FeS_2$  80%，把他製造 70% 的硫酸，應得多少噸？
9. 前題製造硫酸，用鉛室法或接觸法所得的量，是否相等？
10. 以氫氧化鋇溶液加入第 8 題所得的硫酸內，應得硫酸鋇的沉澱多少噸？

## 第 八 章

### 火 藥

#### 火藥炸 爆的原因

液體或固體的物質,如能起急速的化學變化,產生多量的氣體和熱度,則體積突然膨脹,即發生炸爆的現象。這種物質,若封閉在堅固的壳皮內,則炸爆更為猛烈。

現在炸藥的種類甚多。如無烟火藥又名硝化纖維(Nitro-Cellulose),硝化脂蜜(Nitro-Glycerine),三硝基甲苯(Tri-nitro-toluene),苦味酸(Picric acid)等,性質均極猛烈。普通所謂火藥係指黑火藥而言;為硝石,硫和礬三種物質混合而成,硝石含有多量的氧,易於分解,使礬和硫氧化而成氣體。但黑火藥炸爆時,並不能全部氣化,故非猛烈的炸藥。



硝石有鉀硝石和鈉硝石兩種,均爲白色的固體。鉀硝石即硝酸鉀(Potassium Nitrate,  $\text{KNO}_3$ ),天然的產量甚少,價值頗昂。鈉硝石也稱智利硝石即硝酸鈉(Sodium Nitrate,  $\text{NaNO}_3$ ),產於南美洲智利(Chile)和比魯(Peru)等處,爲量甚鉅,故價較廉。惟鈉硝石在空氣中能吸水氣,有潮解性。鉀硝石則沒有這種缺點,故製火藥,必須用鉀硝石。



圖 75 智 利 硝 石 田

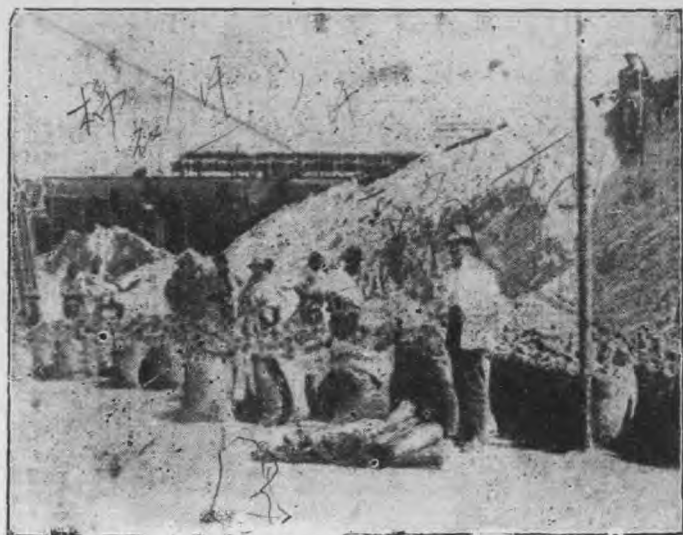


圖 76 裝運智利硝石

棉花  
火藥

以棉花浸於濃硝酸中,再加濃硫酸少許,棉花中的纖維質即受硝酸的作用而變為硝化纖維,有極強的炸爆力,故稱棉花火藥。這種火藥若封閉在堅固的壳皮中,炸裂時異常猛烈,分解後的產物,幾全為無色的氣體。故這種火藥,又稱無烟火藥。

**硝化  
脂蜜**

加濃硝酸於脂蜜(Glycerin)中,再加濃硫酸少許,即得硝化脂蜜。硝化脂蜜爲微帶黃色的液體,有極猛烈的炸爆性,即稍爲震蕩,亦能突然炸爆。

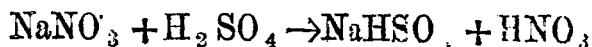
**三硝基甲  
苯苦味酸**

三硝基甲苯簡稱 T. N. T., 爲大戰時所發明,係由濃硝酸作用於甲苯(Toluene)所成,爲白色的固體,炸爆異常猛烈。苦味酸亦爲猛烈的炸藥,爲黃色的固體。

**硝酸  
的製法**

硝酸(Nitric Acid,  $\text{HNO}_3$ )在第九世紀時,即有人能製造,所用的方法和現在工業上所用的頗相彷彿。

現在製造硝酸的方法頗多,最普通的爲用硫酸和硝酸鈉。在實驗室中以硝酸鈉置於曲頸瓶 A 中(圖77),注入濃硫酸,加熱,即有硝酸的蒸氣發生,導入浸於冰水中的試管中,即凝集而成液體,



工廠中製造硝酸的裝置,大略如圖 78 所示。置硝酸鈉和硫酸於鐵甌 A 中,加熱,即有

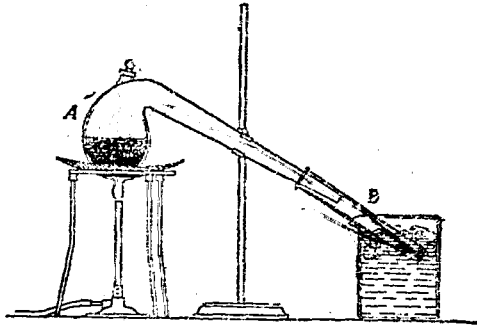


圖 77 實驗室中製硝酸

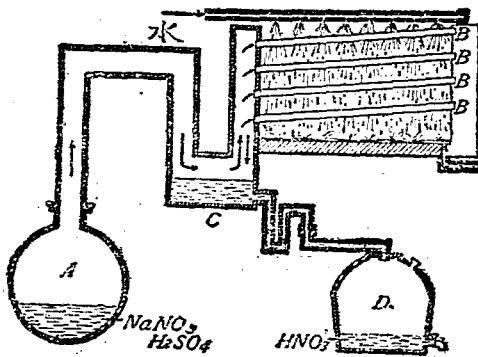


圖 78 工廠中製硝酸

硝酸氣蒸發而出。蒸氣周流於冷凝管 B 中,即凝為酸液而聚集於 C,再吸入於大器 D 中,

以便取出。

**硝酸的性狀**

純硝酸為無色的液體。溶液中所含硝酸的數量,最多不過 68%。

硝酸,鹽酸,硫酸為三種最強的酸性。

酸不如鹽酸和硫酸穩定，煮沸或曝於日光中，即起分解。分解時有 $O_2$ 發生，故為強氧化劑。

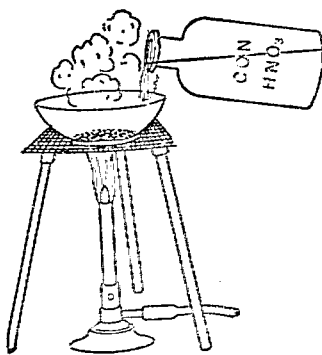


圖 79 硝酸的氧化作用

硝酸的氧化性，可用試驗證明。置木

屑少許於磁盆中，用火燒炙，至焦黑時，加入濃硝酸一二滴，木屑因受氧化，即立刻發火而燃（圖 79）。

除金、鉑、和幾種稀少金屬外，硝酸能使一切的金屬溶解，而成硝酸鹽。硝酸鹽種類甚多，最重要的為硝酸鉀和硝酸鈉。各種硝酸鹽均能溶於水，是值得我們注意的。

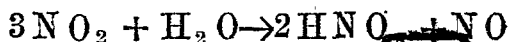
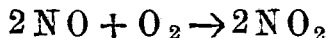
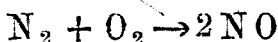
**王水**

硝酸一分和鹽酸三分的混合溶液，性質異常猛烈，比一切的酸類為強，故這種酸液，稱為**王水** (Aqua Regia)。王水受熱，則鹽酸被硝酸氧化而分解生 $H_2$ 。這種初從

化合物中分出的氮，性質特別活潑，能使金、鉑溶解。

**氮的  
氧化物**

空中閃電時，空氣中的氧和氮受電力的作用，即化合而生一氧化氮(NO)。一氧化氮極易和氧化合而成紅棕色的二氧化氮(NO<sub>2</sub>)。二氧化氮溶於水，即生硝酸，故雷雨時，常有微量的硝酸生成。



在實驗室中製一氧化氮，常用銅屑和硝酸為原料，先置銅屑於A瓶(圖80)中，從漏

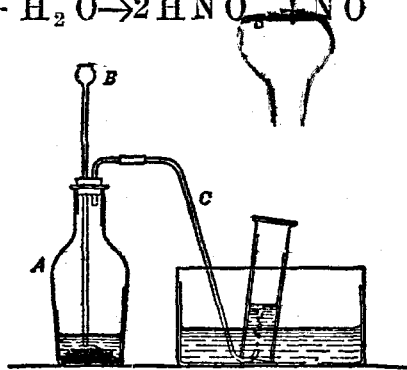


圖 80 製一氧化氮

斗B注入硝酸，即有一氧化氮發生。一氧化氮為無色的氣體，但初發生時，因和瓶中空

氣內的氧化合而成二氧化氮，故常帶紅棕色。

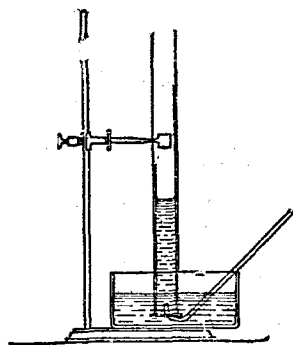
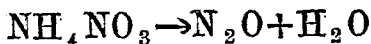


圖 81

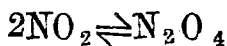
一氧化氮遇氧即變為二氧化氮，二氧化氮溶於水即成硝酸。這個事實，可用實驗證明。用玻璃筒一個(圖 81)先盛水倒立於水盆中，水中加藍石蕊液數滴。先入一氧化氮於筒中，再緩緩通入氧。則見每個氧的氣泡通入時，管中即發生紅棕色的氣體。不久，這紅色氣體漸漸消滅，同時管中的水面亦漸漸上升，而水亦由藍變紅。這足以證明二氧化氮已和水化合而成硝酸。

氮和氧的化合物，除上述的外，尚有  $N_2O$ ， $N_2O_3$ ， $N_2O_4$ ， $N_2O_5$ ，等數種。一氧化二氮也稱笑氣 (Laughing Gas)，臭之往往神經麻木，不知痛苦，醫生用作麻醉劑，普通用硝酸

銨加熱而得



三氧化二氮為藍色液體，五氧化二氮為白色固體，都不穩固。四氧化二氮為二氧化氮在低溫度的聚合體 (Polymer)。



**氮和氫  
的化合物**

氮，氫二氣，受電力的作用，能直接化合而生氨 (Ammonia  $\text{NH}_3$ )。在

實驗室中製氨的方法極簡單。混合氯化銨和熟石灰於 A 瓶 (圖 82) 中，加水調和，使成糊狀物，加微熱，即

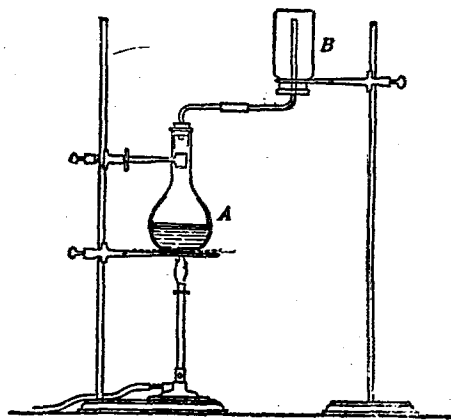
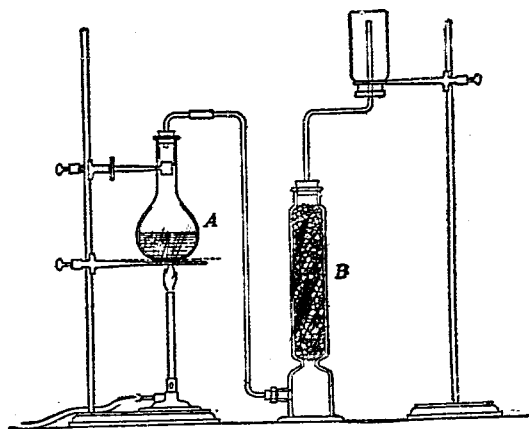


圖 82 製 氨

有氨發生。因氨比空氣輕，故可收集於倒置的 B 瓶中。如欲得乾燥的氨，則須使這氣體



先通過  
乾燥塔  
B(中貯  
生石灰)  
以去水  
汽(圖  
83)。



氨

圖 83 製 乾 燥 的 氨

爲無色的氣體,有強烈的刺激性的臭味,極易溶於水。在零度和一氣壓之下,一體積的水能溶化 1298 體積。這種性質,可用試驗氯化氫溶解性的儀器來證明。

氨不甚穩定。在氧中能自燃。但在空氣中,則非加熱不能燃燒。置氨的濃溶液於 A 瓶中(圖 84)加熱,使氨由玻璃管 B 放出。以火近管口,即能燃燒,但火離開,即行熄滅。現如以氧由 C 管通入,使圍繞 B 管,氨即能自燃不熄。

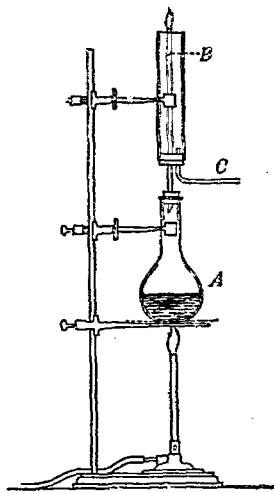
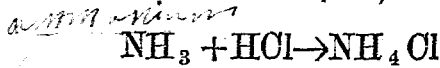


圖 84 氨的燃燒

**氨  
化銨**

如以氯化銨...  
氨接觸,便生白色的

的細晶體,名氯化銨(Ammonium Chloride  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ):



這個變化的現象,可用一有趣味的方法試驗,取煙斗形的砂管兩個,一用濃鹽酸浸濕,一用濃氨

水浸濕。現使兩管接近(圖 85), 即有稠密的氯化銨的白霧發生。

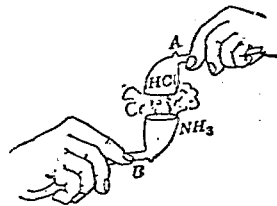


圖 85

氨和氯化氫的結合

氯化銨頗不穩定,加熱,則仍分解為氨和氯化氫,遇冷,則又凝結而為氯化銨,故這種變化,亦為一種可逆反應,

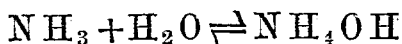


( $\text{NH}_4$ ) 名為銨根,雖非元素,但牠的化

學行爲和鉀、鈉等金屬元素極相似，故亦能成各種的鹽。

**氫  
氧化銨**

氮溶於水，即和水化合而成氫氧化銨 (Ammonium Hydroxide,  $\text{NH}_4\text{OH}$ )，受熱則又分解，



氫氧化銨能使紅色石蕊紙變藍，為鹼的一種，惟性極弱。

**含氮  
的肥料**

氮為植物必需的元素，然除少數屬於莢殼類的植物外，均無直接取氮於空氣中的能力，必



圖 86 植物的根瘤

藉已經化合的氮，以資生長。氮的化合物，以硫酸銨 (Ammonium Sulphate,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) 為最廉。這化合物大宗的產量，即為供給肥料之用。人和幾種動物的糞中含有氮的化合物甚富，故為極佳的肥料，惟歐西各國，因衛

生的關係,已多棄而不用。莢壳類的植物,如豌豆,黃豆,扁豆等的根部,有一種特殊的微生物 (Bacteria) 聚集,使根上成瘤 (圖86)。在這瘤的部分,這微生物使游離的氮 (Free Nitrogen) 變為化合的氮,溶於水中,以供植物的吸收。這種根瘤留於泥土中,亦能使土壤加肥。故莢壳類的植物不特能生長於礫土中,且能使劣土變肥。

**含氮  
的食物**

含氮的化合物,亦為人類必須的食品。這一類的氮化合物,種類甚多,統稱為蛋白質 (Protein),存在於動植物的組織中。

麵筋,豆腐,蛋,牛乳,瘦肉等,均含有多量的蛋白質,故為重要的食物。牛乳尤為各種食品中的最優良的,因牠所含的各種成分,有適當的比例,既富滋養,又易消化。

牛 乳 的 成 分

水 ..... 87.2%

蛋白質 .....	3.6%
脂肪 .....	3.6%
碳水化合物.....	4.9%
礦物質 .....	0.7%

蛋白質爲膠狀的物質,不溶於水,加熱大都即凝固。雞蛋清(egg white)受熱而變硬,爲人人所知的現象。

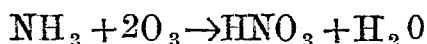
蛋白質的組成,異常複雜,分子式至今尙不十分明瞭,僅由分析上知爲碳,氫,氮,氧,硫等元素的化合物。有數種並含有少量的磷。因牠含氮和硫,故腐敗時,常發生一種臭味,屬於氨及硫化氫。

### 氮氣的 固定法

電的火華,經過氮氫二氣的混合物,能把牠們綜合而成少量的氮。若把氮氫二氣的混合物,在極大壓力之下,熱到攝氏五百度,使牠們經過一種分切絕細的鐵質,受觸媒作用,生成多量的氮。

**由氮  
製硝酸**

最近數年來，硝酸的工業製法，多是使氮受氧化以製成。法將氮與空氣混合而共熱之，經過鉑的觸媒作用，就能產生硝酸。



本 章 提 要

炸藥種類甚多。硝化纖維，硝化脂蜜，三硝基甲苯，苦味酸等，均有猛烈的炸爆性。黑火藥為硝石，硫，碳的混合物，發明甚早。

硝酸由濃硫酸和硝酸鈉混合加熱而得，為無色的液體，酸性甚強，煮沸則分解而放氧，故為強氧化劑。一分硝酸和三分鹽酸的混合溶液名王水，性質較一切酸類為強。硝酸為製肥料，染料，炸藥的重要原料。

一氧化氮為無色的氣體，極易和氧化合而成二氧化氮。二氧化氮為紅棕色的氣體，性甚毒。

氨由熟石灰和氯化銨和水混合後加熱而製得，爲無色的氣體，有強烈的刺激性的臭味，極易溶於水，在氧中能自燃，故有還原的性質。

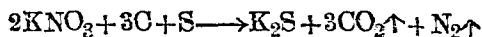
氫氧化銨爲氨的水溶液，有微弱的鹼性。

蛋白質爲重要的食物，種類甚多，組織異常複雜，僅由分析知爲碳，氫，氮，氧，硫，磷等的化合物。

氨受氧化可製硝酸。

## 問 題

1. 黑火藥炸爆後，大概起下面的變化：



照這個方程式所表示的變化，黑火藥中的三種成分，用什麼比例混合，最爲適宜？

2. 一氧化氮和氧均爲無色的氣體。現有這兩種氣體各一瓶，用什麼方法可以鑑別？
3. 用10克硝酸鈉，可製硝酸幾克？

4. 用方程式表示王水受熱後所起的變化。
5. 工業上利用氮氧固定法製造硝酸,爲什麼比用智利硝石有希望?
6. 硝酸爲無色液體,爲什麼常帶黃色?
7. 試作銅和硝酸作用的反應方程式。
8. 若用銅10克,可製出一氧化氮幾升?



## 第 九 章

### 碳 酸 氣

**碳酸氣  
的存在**

取石灰水一杯,置於空氣中,時時振盪不久,即見溶液中發生白色的沉澱,故知空氣中有碳酸氣的存在。

碳酸氣係由碳或碳的化合物在空氣中燃燒,或起他種氧化作用而來。普通燃料如煤,木,油,煤氣等,都含有未化合或已化合的碳,燃燒時均生碳酸氣。在動物呼吸的進行和有機物的醱酵或腐敗時,也有這種氣體發生。在火山附近和深谷中,這氣發生甚多,致動物不能生存。但碳酸氣存在於空氣中,尋常為量極微,以體積計算,不過占萬分之四,即在擁擠的房屋中,至多亦不過百分之一。

**碳酸氣  
的製法**

製碳酸氣的方法極簡單。儀器裝置如圖 87,發氣瓶中置大理石(碳酸鈣),或他種碳酸化合物,從長漏斗注入稀鹽酸,即有碳酸氣發生。碳酸氣比空氣重,

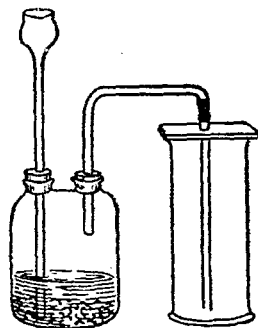


圖 87 製碳酸氣

故可導入於直立的瓶中。以火近筒口,如立即熄滅,則知筒中的氣體,已經充滿。

**碳酸氣  
的性質**

碳酸氣即二氧化碳,為無色,無臭的氣體,比空氣重一倍半,故可

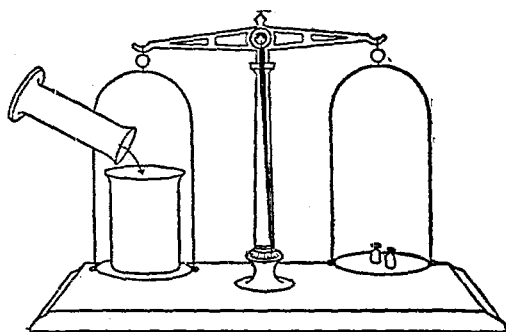


圖 88 碳酸氣比空氣重

由一器注入他器,  
(圖 88)碳酸氣不能自燃,亦不能助燃,能溶於水。在

尋常溫度之下，一體積的水能溶一體積碳酸氣。如壓力增加，則溶量亦增。汽水（俗稱荷蘭水）中因由高壓溶有多量的碳酸氣，故瓶塞一去，氣即衝口而出，

（圖 89）。

### 碳酸氣的用途

因碳酸氣不能自燃亦不能助燃，故可利用以消滅火災。滅火器的構造如圖 90。大筒中盛酸性碳酸鈉（ $\text{NaHCO}_3$ ）或他種碳酸化

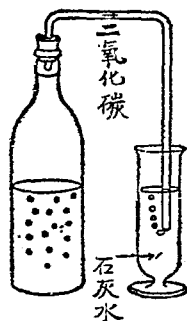


圖 89  
汽水中放出二氧化碳

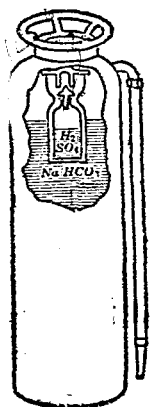


圖 9) 滅火器

合物的溶液，小瓶中盛濃硫酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ）。遇火災時，將筒顛倒，硫酸和碳酸鹽混和，即立刻發生多量的碳酸氣，由筒旁的橡皮管噴出，使被燒的物質和空氣隔絕，火即熄滅。這種滅火器用以救油池的火災，最為適宜。因油比水輕，若用水灌入油池，則水向下沉（圖

92左),油仍  
浮於上層,和  
空氣相接觸,  
故火仍能燃  
燒。如碳酸氣  
噴入油池,則  
氣浮於表面,  
(圖92右)



圖 91 火油池失火時的情形

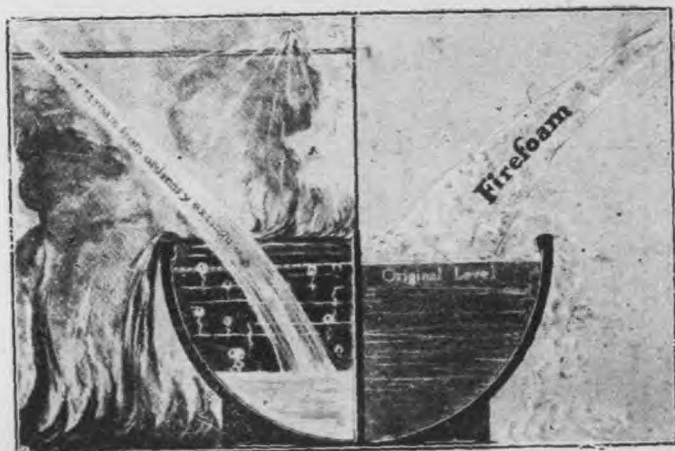
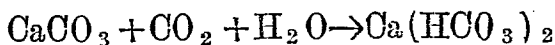


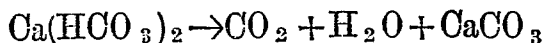
圖 92 碳酸氣和水消滅油池火災的比較

使空氣隔絕,火即熄滅。

**硬水** 通碳酸氣於石灰水中，能生碳酸鈣的沉澱。但碳酸氣若通入稍久，沉澱即漸漸減少，最後至完全消滅，仍變為清澄的溶液。如將這溶液加熱，則見有許多氣泡逸出，同時白色的沉澱又漸漸發生。這因碳酸鈣能和過量的碳酸氣化合成酸性碳酸鈣 ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ )，而酸性碳酸鈣能溶於水，所以沉澱漸漸消滅：



酸性碳酸鈣是一種不穩固的化合物，故溫度稍高，即漸分解而放出碳酸氣，仍變為碳酸鈣的沉澱：



天然的水中，如含有碳酸氣，則流過有石灰石（即碳酸鈣）的地方，能使石灰石變為酸性碳酸鈣而溶解。鈣的化合物能和肥皂發生沉澱，使失去膩滑去垢的功用。故這種含有酸性碳酸鈣的水，稱為硬水。（Ha-

rd Water)。不適於洗濯,因其消耗肥皂於無益。酸性碳酸鎂 ( $Mg(HCO_3)_2$ ) 的性質,和酸性碳酸鈣相似,亦能使水變硬。

我們如把這種硬水煮沸,則鈣或鎂的酸性碳酸鹽分解而碳酸鈣或鎂即沉澱而出,使水變軟。故這種硬水稱為暫時硬水 (Temporary Hard-water)。



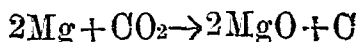
圖 93 石筍及石鐘乳

這種暫時硬水,若在山洞中由高處滴下,則失去碳酸氣而成碳酸鈣,日積月累,即成所謂石筍,石鐘乳等物, (圖 93), 形狀不一,甚為奇觀。

硫酸鈣和硫酸鎂亦能使肥皂失去功用,水中如溶有這些物質,則雖經煮沸,亦不

能沉澱。這種水故稱永久硬水 (Permanent Hardwater)。欲使這種水變軟，須加碳酸鈉，使鈣，鎂等鹽類統變碳酸化合物而沉澱。

**碳是一種元素** 二氧化碳在尋常情形中不能助燃，但若遇極易和氧化合的物質，則牠所含的氧，也能放出而助燃燒。取鎂帶一條，燃着後，插入於二氧化碳筒中，仍能繼續燃燒，成白色的氧化鎂，同時有黑色的碳質聚集在白粉上面：



從上面的變化，故知碳為一種元素。(Carbon, C)。

**碳的形體** 天然的碳有三種形體，二為晶形，一為無定形。

(I) 有晶形的碳為金剛石 (Diamond) 和石墨 (Graphite)。金剛石久為世人所知，散見於地

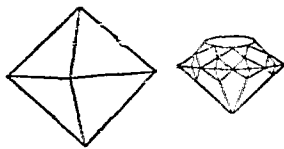


圖 94 金剛石 (左未經琢磨，右已經琢磨)

球各處，以南非洲，南美洲，東印度等處爲尤著。天然的形體，不甚美觀，須經琢磨，始露寶光（圖94）。純金剛石十分透明，且無色，最爲寶貴。然也有因帶色彩而價益昂貴者，如最著名的希望石（Hope），即帶有美麗的藍色。金剛石爲萬物中的最堅硬的，無論何種猛烈的化學品，不能使起變化，但在極高溫度，能被氧氧化成二氧化碳。

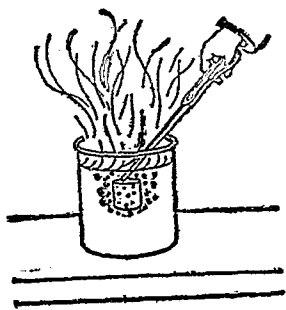


圖 95 在實驗室中  
製金剛石

金剛石現能用人工製造，和天然的無異，惟晶體甚小，故不足貴。將純礬溶於融化的鐵中，投入冷水（圖95）使鐵突然凝固，礬因受高壓，即結成金剛石。用鹽酸使鐵溶解，即可分出。

天然產的石墨頗多。錫蘭島，西比利亞，美國，加拿大等處，出產甚富。中國北方諸省



的結晶岩中,亦有產生。石墨爲六角形的晶體,色黑,有閃爍的光澤,質軟而膩滑。將碳置於電爐中,熱至  $3500^{\circ}\text{C}$ , 即氣化,凝結後,便成石墨。

石墨的用途甚廣,可以製造坩堝和鉛筆。因有滑膩的性質,故可製滑機器粉,使輪軸靈活。又可以製塗料,塗於鐵質的器具上以防生銹而增美觀。

(II) 無晶形的碳,種類頗多,如石礞(即煤)爲天然所產,純碳,木礞,焦礞爲人工所製。各種的區別,不過在純雜的差異,和外狀的不同,本質則均爲碳。

**純碳** 把糖炙焦即成純碳 (Pure Carbon)。這種碳爲軟而黑的粉末,製人造金剛石所用的碳,即爲這種方法所製得。

**石礞** 石礞俗稱煤(Coal)。古代的森林因地壳變遷,爲砂土岩石所壓埋,和空氣隔絕,不易朽腐。後經種種地質上的應響,受高

壓和溫度作用，歷千萬年徐緩的變化，遂成爲煤。煤有無煙煤和煙煤兩種。無煙煤也稱硬煤，年代最古，變化較完全，多半爲草質的碳。煙煤也稱軟煤，湮埋的時期較短，變化不

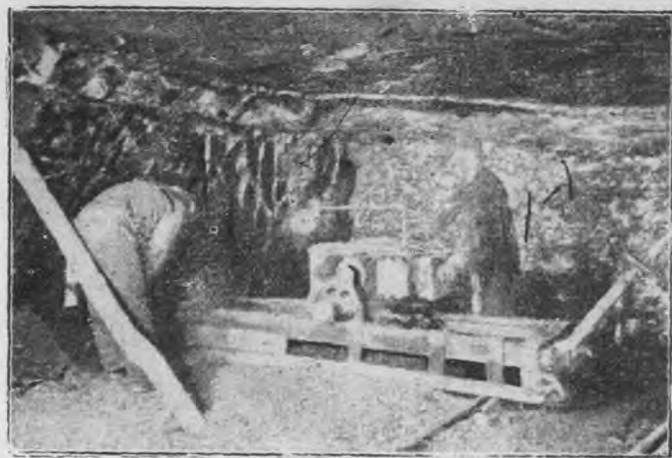


圖 96 用電氣機器開掘煤礦

甚完全，所含未分解的碳化合物甚多。煤礦有深，有淺，採掘亦有難有易。

**木碳** 木碳 (Charcoal) 自古已用爲燃料。中國土法製造木碳，極爲簡單，架積木柴成一大堆，外蓋泥土，上留小孔，使空氣流通

而不暢。柴燃着後，因空氣不足，成半燃燒現象。洒水滅火，即得木燄。

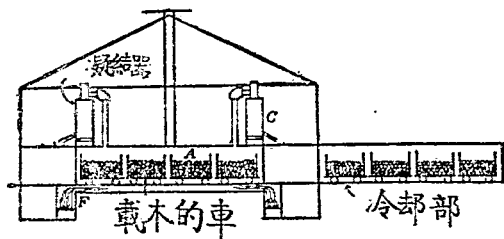


圖 97 新式製造木燄

製燄，則用乾餾法 (Dry Distillation) 將木柴裝於鐵車 (A) 中，(圖 97)，推入蒸餾室用火 (F) 烘蒸，所得的木燄質既優良，而由木中蒸出的多種副產物，如醋酸，木精等，均可收集於冷凝器中，極為經濟。

**活性燄** 用椰子壳或其他堅硬木材製成的燄，經過特別處理後，性質和平常的木燄大不相同，特稱活性燄 (Active Carbon)。戰爭時期將此裝入防毒面罩的吸收罐中，空氣依然通過而各種毒氣能被他吸收，的確是一種很重要的軍需品。

**煤的  
乾餾**

以煤置大鐵甌中,使和空氣隔絕,加熱乾餾而得許多重要的產物,可以分作氣體,液體,固體三類。爲煤氣,氨,煤焦油,焦碳。

煤氣爲最普通的氣體燃料;烹飪,點燈,化學實驗室以及工廠等都常用之以作燃料。我國的大都會,亦偶有煤氣廠的設備,可惜爲西人所經營。

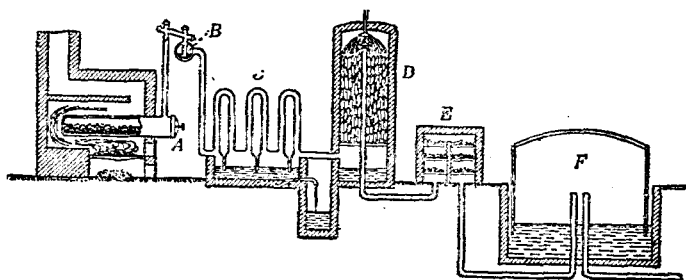


圖 98 煤氣製造裝置

A, 石炭釜; B, 水封總管; C, 冷凝管;  
D, 水洗器; E, 淨製器; F, 貯氣塔。

煤的成分中原含氮和氫,結合而成氨,當煤氣通過冷水,氨便溶成氫氧化銨,是爲供應全世界所需要的氨及銨化合物的一

大來源。

當煤乾餾時凝得一種黑色而有特臭的黏液，積沉於冷凝器中，即是煤焦油 (Coal Tar)，俗稱柏油。其直接用途，不過塗於器物，可以防腐；然自此油中能製出許多染料、藥物、化學品等，使近代有機化學工業表現出偉大的功績！

煤經分解後，大部分的碳質，殘留甌中，名爲焦碳 (Coke)。焦碳質脆而鬆，爲鍊鐵的重現原料，也可作工業燃料。

**石油** (Petroleum) 是許多種碳氫化物的混合物，在不同的溫度蒸餾時，可以得出下列各物：

**輕油** 最先蒸餾出者爲輕油 (Light Oil)，比重最小，又易着火，汽車上所用的氣油即屬此類。

**燈油** 約在  $300^{\circ}\text{C}$  蒸餾出者，謂之燈油，也稱火油 (Kerosene)，專供普通點燈之用。

**重油** 比重最大,所以特稱重油 (Heavy Oil)。着火點很高,可作燃料或作減摩油。

**石油脂** 油類蒸出以後,便得脂狀物,是即石油脂,俗稱凡士林 (Vaseline),為化粧品的原料,也可製藥用軟膏。

**石蠟** 與石油脂同時存在的,尚有石蠟 (Paraffin) 析出,為製洋蠟燭的原料。

**土瀝青及焦炭** 最後存在蒸餾器內的為土瀝青 (Pitch) 及焦炭。土瀝青有防腐性,可以鋪路。石油焦炭比普通焦炭較純,所以用途亦更大。

**自然燃氣** 石油礦附近地下,每有一種可燃性的氣體,稱為自然燃氣 (Natural Gas)。如果在地面上開一口,氣即上升,用管接出,便可以作燃料,好似煤氣一樣的便利。這種氣體,美國產出很多,我國四川間亦有之。自然燃氣的主成分為沼氣 (Marsh Gas  $\text{CH}_4$ ),也屬於碳氫化合物。池沼底的植物腐

敗時,也生沼氣,  
可以設法收集  
(圖 99)。

沼氣可以  
燃燒,和空氣相  
遇,容易爆發。煤  
礦內常含這氣,  
所以常有爆炸  
的危險,礦工採  
礦時用特製的安全燈(Safety Lamp)。



圖 99 從池沼中收集沼氣

**電  
石氣**

滴水於二碳化鈣 (Calcium Carbide  $\text{CaC}_2$ ) 上,即生電石氣 (Acetylene  $\text{C}_2\text{H}_2$ )。此氣不純者常帶蒜臭,燃時多煙,於適宜的裝置,可以放強光而燃,以供汽車及人力車

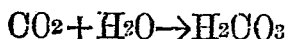


圖 100 用電石氣鑽孔

上的電石燈用。此  
氣和氧相混,可生  
高熱,常用以切斷  
鋼板或用以在鋼

鐵上鑽孔(圖100)。工業上的電鈎,現在應用很廣,就是用這種混合氣體。

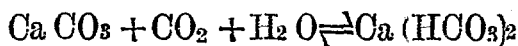
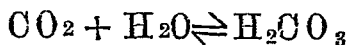
**碳** 碳酸氣溶於水中,即成碳酸(Carbonic  
**酸** Acid  $H_2CO_3$ ):



碳酸極不穩固,只能存在稀溶液中,酸性甚弱,溫度稍高,則仍分解為碳酸氣和水:



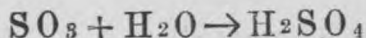
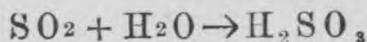
在一種化學反應中,因溫度的昇降,能使變化的方向前進或倒回。這種反應,名為可逆反應(Reversible Reaction)。如碳酸和酸性碳酸鈣溫度升高則分解,溫度降低,則仍結合,均屬這種反應,可用下式表示。



**酸** 二氧化碳和水化合而成碳酸,已如  
**酐** 上述。此外尚有多種氧化物,和水化合亦能成酸,例如二氧化硫加水則成亞硫酸,



三氧化硫加水則成硫酸：



凡能和水化合而成酸的氧化物，名爲酸酐 (Acid Anhydride)，故  $\text{CO}_2$  爲碳酸酐， $\text{SO}_2$  爲亞硫酸酐， $\text{SO}_3$  爲硫酸酐。

**碳酸鈣** 天然的碳酸鹽以碳酸鈣爲最多。碳酸鈣因體質的純雜和晶形的差異，而有各種不同的名稱。

**方解石** 碳酸鈣結成六面晶形的，名方解石 (Calcite)，爲六個斜方面所圍成 (圖

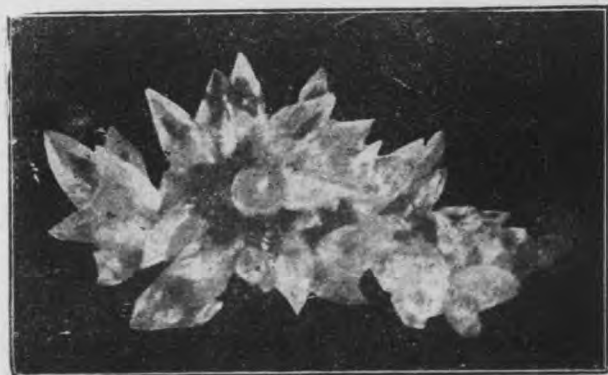


圖 101 方 解 石



圖 102 方解石的晶體

101,102)。方解石為地質中極重要的岩石純粹的產於冰州(Iceland),故名冰州石(Iceland Spar)。冰州石無色透明,晶體甚為美麗。普通所見的因含有雜質,常帶有黃褐,黑等色。

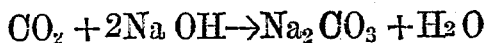
**石灰石** 石灰石和白堊均為不純粹的碳酸鈣。石灰石成巨大的岩層,普見於地層中。組成山骨的石灰岩,多非晶體,為碳酸鈣的凝塊所成。珊瑚類,貝類等動物,棲息海中,分泌碳酸鈣以作介壳,經數千萬年,死壳累積海底,後因地質的變遷,昂起為山,而成巨厚的岩層,故這種岩石中,往往有孔蟲,海百合,珊瑚等的化石。

**大理石** 大理石(Marble)亦為不純的碳酸鈣,大約由融化的岩石受巨壓所結成。

含有方解石的晶粒。石質有純粹而潔白的，有黑、白、赤、綠、黃、褐等色相交錯的，花紋美麗，為重要的裝飾石料。

**碳  
酸  
鈉**

碳酸鈉 (Sodium Carbonate,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 為極重要的碳酸化合物。天然間產於乾燥亢旱的地方，惟為量不多。中國西北各地，亦有出產，稱為碱。在實驗室中，以碳酸氣通於氫氧化鈉的溶液，蒸至適當的濃度，冷後，即得碳酸鈉的晶體：



植物中含有鈉的化合物，燃燒後，即成碳酸鈉。故以前碳酸鈉多從海中植物的灰中取得。

工廠中製碱，有兩種方法：一名來布蘭法 (Le Blanc Process)，一名索爾未法 (Solvay Process)。索爾未法為現今最新最佳的方法，較舊的來布蘭法，已多棄而不用。在索爾未法中，以食鹽為重要原料。通氨於濃食鹽的

DH

NaOH

第

九

章

碳酸氣

145



圖10：天 然 的 碱

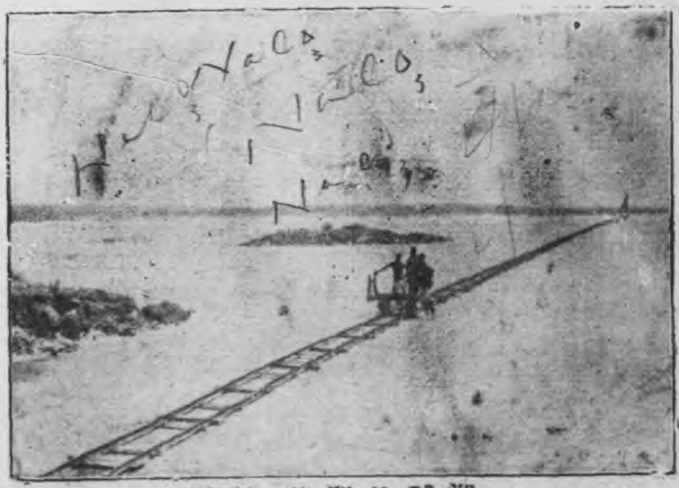
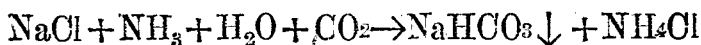
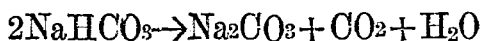


圖10± 非洲的碱湖

溶液中,使達飽和程度,再通入二氧化碳,即得酸性碳酸鈉的沉澱:



取沉澱加熱,則生二氧化碳和水,而得碳酸鈉:



索爾未法的化學原理,大略如此,但實際的手續並不這樣簡單。

碳酸鈉能受水的作用而分解,生氫氧化鈉:



故碳酸鈉的溶液呈鹼性,有去垢的功用,凡不十分穩固的鹽,多能被水所分解。如金屬根強,則分解後,溶液呈鹼性;如酸根強,則分解後,溶液呈酸性。這種受水分解的作用,名爲**水解** (Hydrolysis)

碳酸鈉爲製玻璃,肥皂和其他化學工業中重要的原料。

**碳酸鉀**

碳酸鉀 ( Potassium Carbonate,  $K_2CO_3$  ) 亦爲重要的碳酸化合物,舊法亦由植物的灰中浸出,蒸發溶液,即得晶體。碳酸鉀爲製氫氧化鉀和硬玻璃的原料。

**鉀鹽和鈉鹽的鑑別**

鉀鹽和鈉鹽均爲極易溶解的物質,形體和性質又極相同,故鑑別頗爲困難。惟鉀和鈉在火中燃燒時,能發生不同的火焰,鈉爲黃色,鉀爲紫色,極爲顯明。故分析化學中即利用這點,以鑑別這兩種元素。

用白金絲沾鈉鹽少許,置於無色的火焰中燃燒,火焰發黃色。將白金絲用鹽酸洗淨,再沾鉀鹽試驗,火焰成紫色。(焰色見附圖)這種反應,異常靈感,即極稀的溶液,也能發生顯著的光焰。但鉀鹽若和鈉鹽混和,則只見黃色而不見紫色。倘遇這種情形時,可從藍玻璃中觀察,使黃光除去,紫色即可看出。

# 火焰

物質燃燒，則生火焰。燃料有氣體，液體，固體三種。但無論何種燃料必須能氣化，方能生焰。銅鐵等物，即熱至高溫，亦只能發光而不能生火焰。



圖 105 蠟燭的火焰

各種物質燃燒時，所生的火焰亦各不同。火焰所發的光，由於焰中的固體物質反射而來。氫氧燃燒時，溫度甚高，但因裏面無固體物質，

故光極弱。煤氣燃燒時，光亦不強，但若加紗罩，即發耀目的光芒。故火焰光度的強

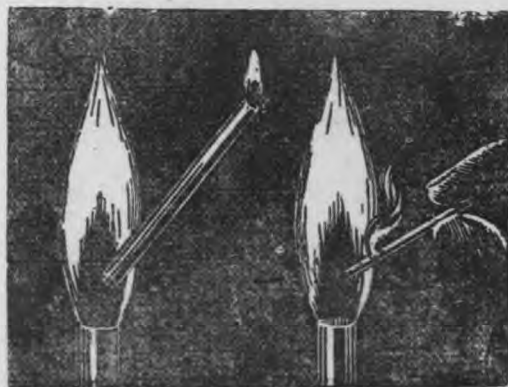


圖 106 火焰內部的情形

弱和温度的高低並無比例的關係。

在同一火焰中,因空氣供給的多寡,各部所生的温度和光度,亦各有不同。我們如將蠟燭或本生燈的火焰,仔細觀察,就見有三種不同的部分(圖105,106)。A爲火焰中間的黑暗部分。這因氣體的蠟不能和空氣接觸,未能燃燒,故不發光,温度亦極低。如用細玻璃管插入,將氣體引出,仍可燃燒(圖106左)。B爲光度最強的部份。在這部因空氣的供給尙不十分充足,一部分的碳尙未能燃燒,故灼熱而生光。C爲火焰的外部。在這部空氣的供給最充足,燃燒最完全,温度最高,但光極弱。今如以火柴近燭火的外部,則立即燃燒;如插入火焰的黑暗部分,則時間須稍久方能發火。如以火柴插入本生燈火焰的內部,則見柴梗燃燒,而柴頭尙不起變化。(圖106右)。



## 本 章 提 要

**碳酸氣**由於碳或碳的化合物燃燒或腐敗時所發生。在實驗室中，常由酸作用於碳酸化合物而製得。

碳酸氣無色，微溶於水，水溶液呈微弱的酸性，通入石灰水中能生白色的碳酸鈣沉澱。

**硬水**含有鈣或鎂的酸性碳酸鹽，煮沸後，鈣或鎂的碳酸鹽即沉澱，水仍變軟。這種水為暫時硬水。如水中含有鈣或鎂的硫酸鹽，則為永久硬水，加入碳酸鈉即能變軟。

**碳**有三種形體：(1)金鋼石；(2)石墨；(3)無定形碳。無定形碳有煤、木炭、焦炭、純炭等數種。

**煤**經乾餾生成煤氣、氫、煤焦油、焦炭各有適當用途。蒸餾煤焦油可得許多重要有機化合物。

1担 = 100斤  
12兩 = 1.2斤  
第1瓶 = 4.5克

50斤 11  
碳酸氣

151

石油是許多種碳氫化物的混合物，蒸餾後可得輕油，燈油，重油，石油脂，石蠟，~~土瀝~~青，焦碳等。

沼氣是自然燃氣的主成分。電石氣是碳化鈣與水作用而生成。二者均可為氣體燃料。

碳酸鈉俗稱碱，可由植物的灰燼中取得。工業上現用索爾未法製造，先用碳酸氣通入含有氨的食鹽溶液中，使成酸性碳酸鈉，再熱酸性碳酸鈉即得碱。

碳酸鈉溶於水中，則水化而生鹼性反應。凡不穩固的鹽，多能起水化作用；若金屬根強而酸根弱，則溶液呈鹼性；若酸根強而金屬根弱，則溶液呈酸性。

火焰的溫度，內層最低，外層最強。

## 問 題

1. 如欲試驗一種物質，是否為碳的化合物，用

什麼方法，最爲簡捷？

2. 設計一種最簡單的方法，證明蠟燭燃燒時，有碳酸氣和水生成。
3. 如欲使10克氧化銅（ $\text{CuO}$ ）還原爲銅，須用多少克碳？
4. 碳有幾種形體？那種最有用處？
5. 活性碳爲什麼爲重要軍需品？
6. 除本章所習者外，任舉三種可逆反應及其反應方程式。
7. 氯化鎂的溶液爲什麼呈酸性反應？
8. 含碳80%的無烟煤半担，燃燒後應得碳酸氣幾磅？假定其完成燒成一氧化碳，則應爲幾磅？

NH<sub>4</sub>H  
NO<sub>2</sub>  
NO

## 第 十 章

磷, 砷, 銻, NO<sub>2</sub>

**磷的  
存在**

磷 (Phosphorous) 的性質甚活潑, 極易和氧化合, 故天然間無單獨存在的磷。惟磷酸鹽散布極廣, 最主要的為磷酸鈣 (Calcium Phosphate,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ )。磷酸鈣為齒和骨的重要成分, 使成堅硬的性質。肌肉, 神經和腦髓中, 亦含有極複雜的磷化合物。磷亦為植物所需要的元素, 故磷化合物為重要肥料之一。

**磷的製  
造和性狀**

製磷的主要原料為磷灰石, 即不純的磷酸鈣。以砂, 焦礬和磷灰石相混和。自 A (圖 107) 傾入, 由螺旋器 B 輸入於電爐中, 使受高溫 ( $1500^\circ\text{C}$ ) 而起分解。融滓自 C 流出, 磷的蒸氣則自 D 導入於

冷凝室中，即凝為黃色的固體，名黃磷 (Yellow Phosphorous)。如將黃磷置於沒有氧的密閉器具中，熱至  $260^{\circ}\text{C}$ ，則變為一種深紅色的粉狀物質，名紅磷 (Red Phosphorous)。

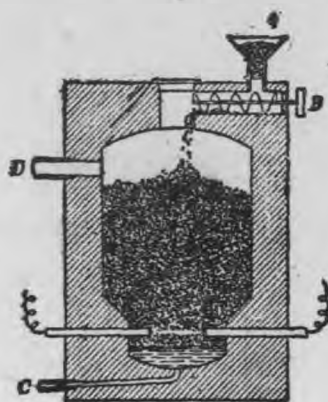


圖 107 電爐內製磷

黃磷為半透明的蠟狀固體，燒點極低，易和氧化合，如置於空氣中，則由氧化所生的熱，即足以使牠發火而燃燒，故常貯於水中。黃磷質軟，可以刀切，惟切時須在水中，否則由刀磨擦所生的熱，即足以使牠燃燒。黃磷性極毒，0.2 至 0.3 克的微量，即足以斃命。在空氣中暗處，黃磷能自發光，名曰磷光 (Phosphorescence)。

紅磷不易燃燒，性亦無毒，完全和黃磷

不同。紅磷加熱，不融為液體，而直接氣化。氣體冷凝，則又變為黃磷。

**磷  
化氫**

磷化氫 (Phosphine,  $\text{PH}_3$ ) 的製法極簡便。用器具如圖 108。A 瓶中盛濃氫氧化鉀的溶液，加入黃磷數片，再加醚 (Ether) 少許，或用煤氣由 B 通入，以排除瓶中的空氣。熱 A 瓶，即有磷化氫發生，由枝管通入於水盆中。

磷化氫自水面放出時，一遇空氣，立刻氧化而發火，成五氧化磷 ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) 的白煙圈，頗為美觀。

磷和磷化氫因

極易氧化，故在空氣中能自行發火。這種現象，名為自燃 (Spontaneous Combustion)。磷化氫有惡臭性極毒，故試驗時必須注意。

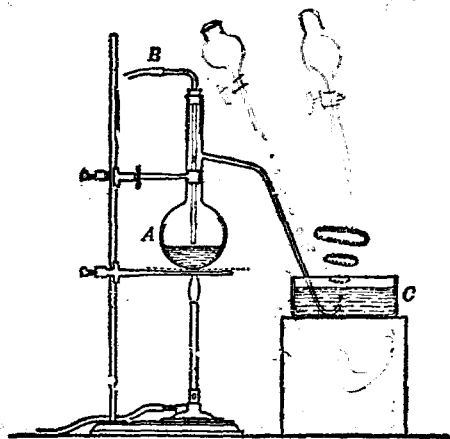


圖 108 製磷化氫

**磷  
酸**

五氧化磷和水化合,即成磷酸:



磷酸爲濃汁狀的液體,酸性不強,因含有三個氫,故能成三種鹽,例如鈉鹽有磷酸一鈉 ( $NaH_2PO_4$ ),磷酸二鈉 ( $Na_2HPO_4$ ),磷酸三鈉 ( $Na_3PO_4$ ) 三種化合物。

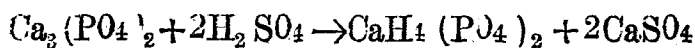
磷酸三鈉溶於水後,能水化而發生鹼性:



這溶液的鹼性,比碳酸鈉爲強,但沒有氫氧化鈉這樣猛烈,故現製爲洗濯粉 (Cleaning Powder),以供家庭洗濯之用。

**磷酸  
鹽肥料**

磷亦爲植物所需要的養分,故種植常用磷酸鹽爲肥料,以補土壤中磷分的不足。磷酸鹽中以磷酸鈣的產量爲最多,但不易溶於水,植物不能直接攝取,須加適當的硫酸,使成可溶性的過磷酸鈣,方可用爲肥料,商業上稱過磷酸石灰。



過磷酸石灰

肥料對於農作物的收穫,關係甚大,故有專家,從事研究。現知欲使土壤肥腴,所施的肥料,必須含有三種物質:

(1) 氮化合物

(2) 鉀化合物

(3) 磷化合物

但土壤的性質既隨地而異,而作物的種類亦各有不同,故所需肥料的成分,亦必因地制宜,方能得良好的效果。除鉀,磷,氮外,植物尚需鐵,鈣,鎂,鈉等元素,惟這數種元素的化合物,土中所貯,已足供給,故無須再加肥料。

**火柴** 磷的最大用途,為製火柴 (Match)。  
舊法用黃磷為原料。因黃磷甚毒,製造這種火柴的工人,面部常患毒瘡,牙根又易潰爛,故現已受禁止。

現在製造火柴,用硫化磷 ( $\text{P}_4\text{S}_3$ ) 代替

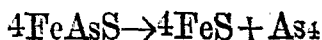


黃磷。硫化磷無毒，亦極易燃燒。製法以火柴梗（常用白楊枝）的一端先浸於一種引火的物質，如融化的石蠟中，再蘸於一種糊內，取出，俟乾，即成火柴頭。這糊含有(1)硫化磷，(2)氧化劑，(3)膠質，火柴頭稍經磨擦，即受熱發火，因有氧化劑供給氧，燃燒益易。木梗上因有石蠟引火，故亦易燃燒。

現尚有一種安全火柴。用紅磷為原料，製造的手續，先用紅磷，氧化劑，玻璃粉和膠相調和，敷於盒面，再用氧化劑和易燃的物質如硫化銻，黏於火柴的頭上。這種火柴非在這種特製的盒面上磨擦，不易着火，故極為安全。

### 砷及 氧化砷

砷(Arsenic)為活潑元素與磷相似，我國湖南，雲南均產硫化砷及氧化砷。最重要的砷的礦石為硫砷鐵礦 $\text{FeAsS}$ ，此礦在密閉器中加熱，便可製砷。

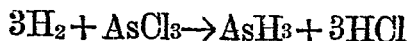


砷易昇華而成脆性結晶，雖非金屬而却有金屬光澤。加入鉛彈中，可以增加硬度。

氧化砷  $As_2O_3$  俗稱砒霜，為劇毒的白色粉狀物，可以製殺蟲劑。有許多種重要藥物為含砷的有機化合物。

**砷  
化氫**

氫的發生瓶中，如果含有砷化合物，便生砷化氫的氣體。

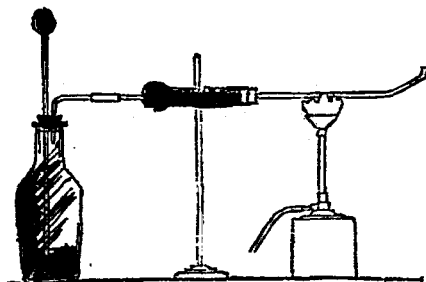


將此通過一狹口的熱玻璃管(圖109)，砷化氫便分解為游離砷，附着於玻管內壁，呈櫻黑色有金屬光澤的痕跡。這個方法稱馬氏驗砷法 (Marsh Test)，雖微量的砷，亦能試出，故法庭裁判，也用此法檢驗砷毒。

**銻及  
硫化銻**

銻

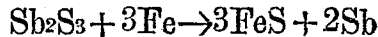
(Antimony)



為金屬元素，與砷

圖 109 馬氏試砷的裝置

極像,他的重要礦石是硫銻礦  $Sb_2S_3$ ,我國湖南,雲南,兩廣等省出產甚富,世界各國所需的銻,完全仰給於我國。將硫化銻混碎鐵片而煅燒,即還原成銻。



銻及其合金有一特性,冷時體積較熱時爲膨脹,故用以鑄模甚宜,用他的合金製造子彈的也不少,硫化銻不但可製火柴的藥頭,還可作黃色顏料。

## 本 章 提 要

磷爲動植物機體中必需的元素。有黃紅兩種形體:

黃磷	紅磷
能液化	直接氣化
極毒	無毒
燃燒甚低	燃燒甚高
能發磷光	不發磷光

紅磷和硫化磷爲製造火柴的原料。

磷酸鈣爲製燐和肥料的重要化合物。

肥料必須含有氮, 鉀, 磷三種元素的化合物。

砷的性質似磷, 常由硫砷鐵礦中製得, 牠的氧化物, 俗稱砒霜。砷的有機化合物可製重要藥物。

銻的性質似砷, 常由硫化銻還原而得, 我國產銻特富。

## 問 題 ..

1. 爲什麼鈉須貯於油中, 黃磷須貯於水中。
2. 製磷化氫時, 爲什麼必須先通煤氣於燒瓶中?
3. 黃磷在空氣中能自發光, 紅磷則不能, 爲什麼?
4. 平常的紅頭火柴, 是不是由紅磷製成?
5. 燃磷後得五氧化磷, 試作此反應方程式。并問磷10克可得五氧化磷幾克?
6. 磷, 砷, 銻三元素有何相似點?

SiO<sub>2</sub>

## 第 十 一 章

### 石 英

#### 石英的產地和性狀

地面上砂礫的散布，觸目皆是。這種砂礫，概為石英（Quartz）所成。惟尋常所見的無特殊的色澤和光彩。有結晶極完美的，俗稱水晶。水晶為六角形的晶體，透明如玻璃。但純粹的甚少，常為雜質所染。天然露出的水晶，大都為叢集的晶體，簇生於岩石的空隙，或礦山的脈絡間。

石英尚有他種晶形，如燧石，蛋白石，瑪瑙（圖 110）等。這類石英，大致多不純粹，故不透明，惟因顏色美麗，亦甚珍貴。



圖 110 瑪 瑙

石英的融點很高，硬度極大，在  $1600^{\circ}\text{C}$ ，可以刻劃玻璃和鋼鐵等金屬。

石英  
的用途

純粹的石英，質極勻一，而又透明，常用以製光學中重要的儀器。

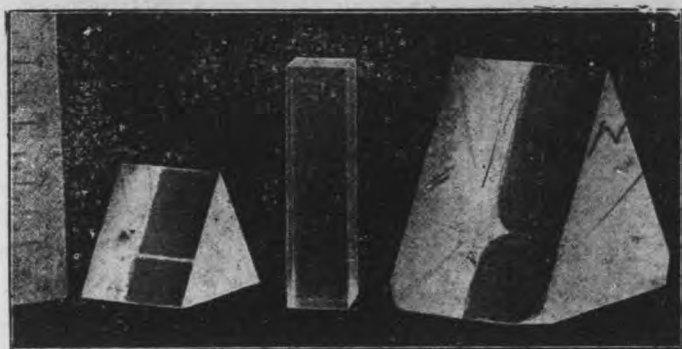


圖 111 石英製的光學儀器

石英融化後，可抽成絲。如果把牠製成化學



圖 112 石英製的化學儀器

儀器,如燒瓶,坩堝等(圖112),能耐高溫,品質之佳,遠勝於玻璃。即使熱到紅熱,立刻投入冷水,也不致破裂,是因石英受熱後,膨脹係數非常之小的緣故。

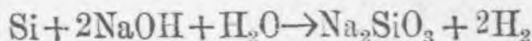
**矽** 以石英粉和鎂粉混和,置於坩堝中,加高熱使融化。冷後,再加入鹽酸,則大部分的固體溶解,而遺留光澤似金屬的針形



圖 113 矽

晶體,名爲矽(Silicon, Si)。矽亦爲元素的一種和碳相似,有晶形和無定形兩種狀態。晶形的極堅硬,可以刻劃玻璃。

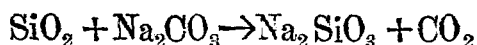
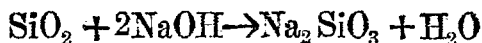
矽不活潑,和酸類及多數化學藥品不起作用,但能從鹼類溶液中代出氫。



**矽的  
化合物**

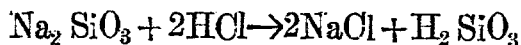
石英爲矽和氧的化合物,學名二氧化矽(Silicon Dioxide  $\text{SiO}_2$ )。二氧化矽和碳酸鈉或氫氧化鈉作用,便得

矽酸鈉。

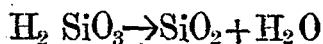


矽酸鈉 (Sodium Silicate) 的濃溶液常稱水玻璃 (Water Glass), 爲一種厚密黏液, 常用以黏塗疏鬆的物質, 如木, 石, 石膏等物, 以防水的侵蝕。水玻璃的這種填孔性, 常利用以保存鷄蛋, 往往至十個月之久而不壞。肥皂工業上稱牠飽花碱, 加入肥皂中可使增加泡沫。

以鹽酸加入水玻璃溶液內, 便可析出矽酸 (Silicic Acid)。



矽酸加熱便失水而成二氧化矽, 故二氧化矽也稱矽酸酐。



**玻璃**

普通所用製造玻璃的原料, 爲細砂 (即二氧化矽), 石灰石, 和碳酸鈉。將



這幾種原料按適當的比例混合，熱至融化，即可製各種普通的玻璃用品。精細的器具，須用純粹的原料。玻璃的種類甚多，各隨所用的原料和配合的比例而異。尋常的窗料玻璃，大都為鈉和鈣的矽酸鹽。製化學器具的玻璃，須不為水和試藥所侵蝕，且須耐高溫，常含有鉀的矽酸鹽，特稱鉀玻璃。用氧化鉛製成的玻璃，能閃光，折光性甚強，宜於製造光學鏡料，故稱光學玻璃。

### 玻璃器具的製造

玻璃的工作法，隨所製的器物而異。器物如瓶，乃用融化的玻璃，在模型（圖 114）中吹成（圖 115），情形和小販的吹製糖質玩物相同。器物如燈罩，乃用融化的玻璃沾於鐵管的一端，不必用模，隨意吹成一定的形式。窗

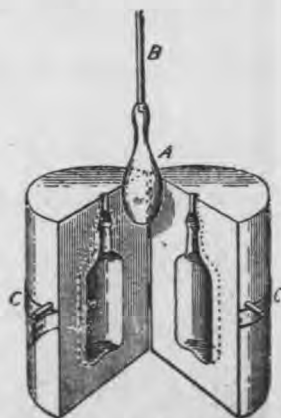


圖 114 玻璃瓶的模型



圖 115 吹玻璃瓶

能使玻璃現綠色；矽酸高鐵，能現黃色或棕色。如加鈷的化合

物，則成深藍色；加銅和金的化合物，則成美麗的紅色。他種金屬化合物能使玻璃現特殊的色彩的甚多。玻璃中含有螢石者，即為乳白玻璃。

**螢石**

螢石 (Fluorspar) 為氟 (Fluorine, F) 和鈣的化合物 ( $\text{CaF}_2$ )，成立方體的結晶 (圖 117)，或無色，或呈黃、綠、青、紫等美色。

玻璃的製法，先吹成大筒，然後剖開，置於爐內烘軟，再攤開使成平片 (圖 116)。

玻璃的顏色，常由含有有色的矽酸鹽所致。如矽酸低鐵，

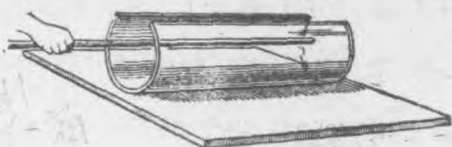


圖 116 製窗玻璃

如於暗處加熱，則片片分裂，同時發美麗的螢光(Fluorescence)。螢石為製氟化氫的原料。



圖 117 螢石

**長石** (Feldspar)

類是普通巖石

的主要成分，亦為複雜矽酸鹽，有似玻璃或真珠的光澤，純粹的無色而略透明，化學成分多為  $K_2Al_2Si_6O_{16}$



圖 118 長石

或  $Na_2Al_2Si_6O_{16}$ 。長石(圖 118)經風化後，便分解成泥土(Clay)，是磚瓦水泥的原料；較純者稱瓷土或高嶺土(Kaolin)，不溶於水，能耐火，為製瓷器

類是普通巖石的主要成分，亦為複雜矽酸鹽，有似玻璃或真珠的光澤，純粹的無色而略透明，化學成分多為  $K_2Al_2Si_6O_{16}$  或  $Na_2Al_2Si_6O_{16}$ 。長石(圖 118)經風化後，便分解成泥土(Clay)，是磚瓦水泥的原料；較純者稱瓷土或高嶺土(Kaolin)，不溶於水，能耐火，為製瓷器

的原料。

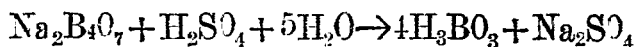
**瓷器  
及陶器**

陶瓷器的工業，我國在唐宋時代已極盛，至今爲世界之冠，江西景德鎮及江蘇宜興縣均極聞名。以瓷土，長石及石英按適當比例配合，共同研磨，加水調和，便呈黏性，用模型製成素坯(Bisque)，陰乾後入窯加熱，便成素燒器，易滲水，不適於用。如果塗上釉藥，再入窯加熱，即得表面光滑的陶器或瓷器。用純瓷土在高溫度燒成的白色半透明體，製成的器物，稱瓷器。用不純瓷土在較低溫度燒成的器物，質地較粗，稱陶器。

**硼砂  
及硼酸**

硼砂 ( $\text{Borax Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 爲白色板狀結晶，可用作防腐劑及除去油垢之用。如以鉑絲沾硼砂而熱之，則結晶水蒸發，而成透明玻璃狀的小球 (圖 119)。將各種金屬氧化物融於此小球中，每呈不同的顏色，藉此可以識別金屬，是謂硼

砂球試驗 (Borax Bead Test)。硼砂的溶液內加入硫酸,即有硼酸的結晶析出。



硼酸常從火山噴出的水蒸氣中凝結析出,亦為白色板狀結晶,溶於水呈弱酸性反應,醫生常用以配洗眼水。

## 本 章 提 要

石英即二氧化矽,在地面上散布甚廣,晶體完美的如水晶,瑪瑙等,甚為珍貴。質甚硬,可以刻劃玻璃。用途甚廣,可製光學中重要的儀器。

矽為一種元素,有晶形和無定形兩種晶形的矽,質甚堅硬。

矽酸鹽以矽酸鈉和矽酸鉀為最重要。這兩種化合物的融體,可以粘塗疏鬆的物質,以防水的侵蝕。

玻璃是矽酸鹽的混合物。尋常的玻璃

爲鈉和鈣的矽酸鹽。玻璃的顏色由於所加的有色的金屬氧化物而生。

瓷器及陶器均爲瓷土，長石及石英按適當比例配合而成。

## 問 題

1. 水玻璃和尋常的玻璃，有什麼區別？
2. 水玻璃的溶液對於石蕊，有無變化？
3. 水晶的成分爲二氧化矽，用什麼方法可以證明？
4. 矽的化學性質和碳相像的地方在何處？
5. 自然界中矽元素分佈甚廣，爲什麼我們不常見矽？
6. 硼矽的溶液，爲什麼有去除油垢的功効？

## 第十二章

### 金，鉑，銀

**金的產地** 金 (Gold, Au) 俗稱黃金。因不受氧化的作用，故產於天然間，大都不和他質化合。混於石英礦脈中的，名爲山金，狀如塊或如粒。含金的岩石受風雨的侵蝕，崩裂而爲砂，隨水沖流，名爲砂金。化合的金常和銅、銀、鉛等的硫化物混在一處，故鍊這種金屬時，常得金爲副產物。南非洲，奧大利亞，俄，美等國，均爲產金主要的地方，而美國每年產額，約占全世界五分之一。我國黑龍江產砂金亦甚多。

**金的探煉** 砂金中的金，極易採取。將砂淘洗使質輕的砂，逐漸漂去。金質較重，即沉集於底部。這種方法，稱爲淘砂法。從山金

中取金，則須將岩石搗碎，使經過敷有汞的銅版上（圖 120），金即溶解於汞中。再將這混合物蒸餾，則汞氣化，金即殘留於蒸器中。這種方法，稱

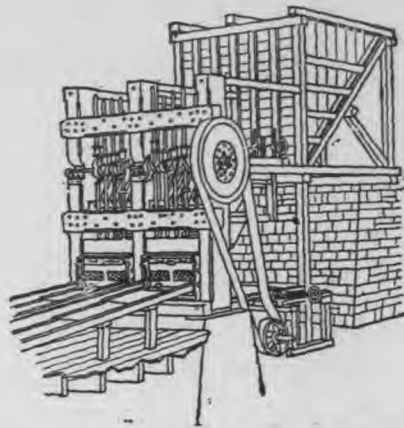


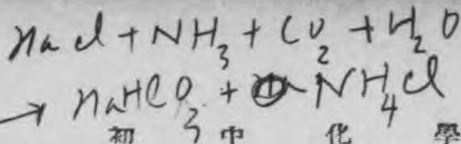
圖 120 從岩石提取黃金的機器

為混汞法。如欲收取微細的金粒，可加氰化鈉 (Sodium Cyanide,  $\text{Na CN}$ ) 溶液，使金溶解而成氰化金鈉 ( $\text{Na Au (CN)}_2$ )，然後再加鋅，金即分出。這種方法，稱為氰化法。

### 金的性質

金為極重的金屬，色黃，質甚軟，富展性，可捶至極薄，僅 0.0000004 吋厚的薄片，為電及熱的良導體，融點甚高 ( $1100^\circ\text{C}$ )，不受氧和普通酸類的作用，但能溶於王水。純金過軟，不甚適用，須加銀或銅，而後可製為器具或貨幣。通常所稱十六開 (Carat) 或





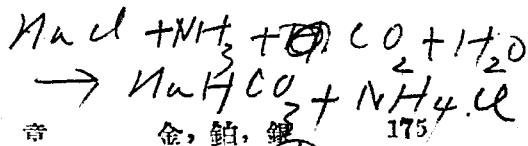
十八開金，係指二十四分中含金十六分或十八分。純金為二十四開。

**鉑** 鉑 (Platinum, Pt) 色白，故俗稱白金，俄國 出產最多。鉑的性質，和金極相似，不為普通化學藥品所侵蝕，惟能溶於王水。鉑的融點，較金尤高，質亦較硬，用途甚廣。常用以製



圖 121 鉑製的實驗室器具

化學實驗室中各種耐高溫的器具，如坩堝、蒸發盆、鉑絲等（圖 121），又可為製電極的材料和裝飾品。鉑粉能吸收多量的氣體，常用為接觸劑。鉑的產量甚少，而用途日廣，故價值甚昂。



ag 第十二章

金, 鉑, 銀

175

**銀的產地和提煉**

天然的銀 (Silver, Ag) 產量甚少。銀尋常和硫化合成硫化銀 (Ag<sub>2</sub>S)。銅和鉛的礦石中, 亦常含有少量的銀。美國, 墨西哥, 加拿大 為世界產銀重要的地方。

鍊銀的方法甚多, 常視原料的種類而異。由方鉛礦中取銀, 須先使礦石融化, 再使漸漸冷卻, 則大部分的鉛先凝結而出。將未凝的液體置骨灰製的爐中加熱, 同時吹入空氣, 則殘留的鉛即氧化, 一部分為骨灰所吸收, 一部分為空氣所吹去, 而銀則剩留於爐中, 這種方法, 名為吹灰法。

**銀的性質**

銀質頗軟, 色白, (粉狀的銀現黑色) 富於延性和展性, 為電和熱的最良導體, 不受水和空氣的作用; 但和硫化物接觸, 則成黑色的硫化銀 (Ag<sub>2</sub>S)。故銀遇為蛋, 芥子, 汗, 硫化氫等含硫的物質, 即變黑色。銀不溶於鹽酸, 但能溶於硝酸和熱濃硫

NaHCO<sub>3</sub>  
NaCl

酸。

銀亦為貴金屬之一，用途頗廣，可製貨幣和裝飾品等。惟純銀太軟，常和8%—10%的銅混合，以適合各種用途。我國的一圓銀幣含銅11.2%。

**銀的  
化合物**

銀的最重要的化合物為硝酸銀 (Silver Nitrate  $\text{AgNO}_3$ )。溶銀於硝酸中，將溶液蒸乾，即得這種化合物。

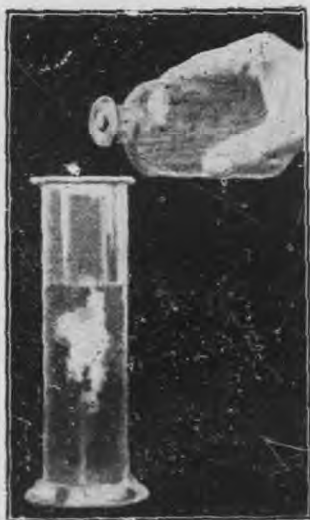
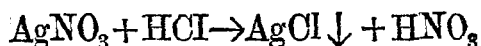


圖 122 硝酸銀和  
氯化物所生的沉澱

銀有腐蝕性，外科手術上常用以去瘰肉。盛硝酸銀溶液於玻璃器具中，加蟻醛 (Formaldehyde) 和酒石酸 (Tartaric Acid)，則銀即分解而出，附着於玻璃的面上而成銀鏡。我們所用的玻璃鏡面，即由這種方法所製成。

硝酸銀溶液加入鹽酸或他種氯化物的溶液中，均能生白色的氯化銀 (Silver Chloride, AgCl) 沉澱 (圖 122)：



銀的化合物，多不穩定，見光即分解而變黑色。故氯化銀曝於日光中，即漸變紫黑色。溴化銀 (Silver Bromide, AgBr) 和碘化銀 (Silver Iodide, AgI) 均有同樣的性質。

**照相術**

從化學方面的手續，照相術可分為兩層說明：(1) 乾片，(2) 照片。

用玻璃版或軟片的一面，敷含有氯化銀或溴化銀的膠質，乾燥後，即成乾片。因銀的化合物，見光即分解，故這種手續，須在暗處進行。將乾片置於鏡箱中，所欲攝取的景物由透鏡 (Lens) 影射於片上。則銀鹽因受光的作用而起變化。片上各處變化的深淺和光的強度成正比例。惟因受光的時間甚短，所起的變化極微，故片上的影像，並不能

看出,更須用法使牠明顯。

將乾片浸於一種還原劑如焦性沒食子酸 (Pyrogallic Acid) 的溶液中,這種溶液名顯影劑 (Developer)。片上的銀鹽受顯影劑的作用後,凡受光的地方,即起分解,銀質分出,附於片上,成黑色的薄層。受光愈強,則分解愈快,色亦愈深。故景物最顯明之處,在片上則最黑,適和正像相反。故這種影像,稱為反像 (Negative)。



(左)反像 圖 125 (右)正像

反像顯出後,因片上尚有許多未起變化的銀鹽,故尚不能見光,必須再浸於一種定影劑的溶液中,使像固定,常用者為硫代硫酸鈉 (Sodium Thiosulfate  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )。然後用清水沖洗,把片上的銀鹽完全除去,而銀則殘留片上。這種手續名為**定影** (Fixing)。

欲使影像成照片,則須印於一種特製的紙上。這種印片紙的製法,和乾片相同。將影片紙襯於反像的下面,晒於光中,則反像片上透光的地方,使紙上的銀鹽起變化,不透光的地方,銀鹽即不起變化。這樣印紙上所成的形像,恰和實物相符合,名為**正像** (Positive)。再用顯影和定影的手續,使像顯明而固定,即成照片 (圖 123)。

**電鍍術** 銀既不受水和空氣的侵蝕,色又潔白,故常用以鍍於各種器具上,使能經久,而增美觀。電鍍的手續,並不複雜。用銅絲繫受鍍的物件,懸於銀鹽溶液中,以為

陰極(圖 124),取銀條分懸於受鍍物的中間,以爲陽極。電流一通,銀即由銀條溶解而下,凝聚於受鍍物的表面,成極勻細的薄層,附着極爲密切,不易摩滅。如欲電鍍他種金屬,法亦相同。

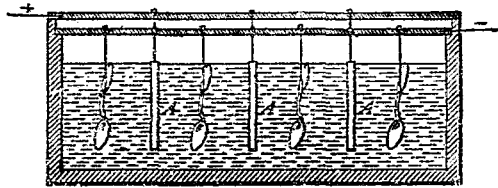


圖 124 電 鍍

**汞齊  
和合金**

汞(Mercury, Hg)爲液體的金屬,色白似銀,故俗名水銀。在液體狀態的金屬,很不多見。質甚重,能使鐵塊浮於表面。汞的特性,能溶解各種金屬,成一種勻和的混合物,名爲**汞齊**(Amalgam)工業上常利用這種性質,以提礦石中的金銀。

**合  
金**

合數種金屬於一爐而使融化,每能互相溶解,冷後,凝結爲勻和的固體,名爲**合金**(Alloy)。合金雖係混合物,然牠的性

質，常和所含各個的元素不同。融點，硬度，色澤等，尤有顯著的變化。如金，銀等因本質太軟，不適於用，常加入銅，使變堅硬，用以製錢幣，裝飾品等物。黃銅爲銅和鋅的合金；鉛中加銅，則色黃似金，用途均較本質爲廣。

### 本章提要

金有產於岩石中的，亦有產於砂土中。採法有三種：(1)淘砂法；(2)混汞法；(3)氰化法。金質軟而重，不受普通化學藥品作用，但能溶於王水。

鉑較金爲硬，各種性質，更勝於金。質極重，融點極高。鉑粉現黑色，能吸收多量的氣體。

銀常混於銅和鉛的礦石中，質軟，富延性和展性。鹵素的銀鹽見光即分解而變黑，現利用以製照片。

照相乾片上塗有銀鹽，見光起作用後，



用顯影和定影的手續,使影像明顯而固定。將軟片上的影像晒於照相紙上,用同樣的手續即成照相。

電鍍的手續,以受鍍的物質爲陰極,以所欲鍍的金屬爲陽極,懸於和陽極相同的金屬的化合物的溶液中,通入電流,變化即漸進行。

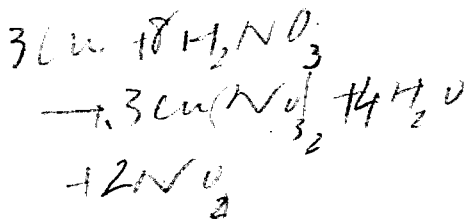
汞齊爲他種金屬和汞的混合物。受熱後,汞易蒸發。

合金爲兩種或數種金屬互相融化後所成的混合物,性質和原有各金屬不同。

## 問 題

1. 美國金洋爲90%的金和10%的銅的混合物。如用開(Carat)計算,這種金幣中含有幾開的金?
2. 銀鹽在日光中分解後,爲什麼變黑?
3. 如欲試驗水中有無氮化物,用什麼方法最爲簡捷?

4. 我國的二角銀幣, 每個重1錢4分4厘, 內含銀70%和銅30%。如取一枚, 投入硝酸後可製得硝酸銀及硝酸銅各多少?
5. 寒熱表及氣壓表中為什麼用汞? 北極探險隊所用的寒暑表為什麼不用汞?
6. 黃金與鐵對於人生究竟那一種重要? 為什麼?



11  
34

Q n → 4

### 第十三章

### 普通金屬

鈉的  
製備

以融化的氫氧化鈉,置圓鐵筒 A 中 (圖 124), 筒底插鐵棒一枝, 作為陰極, 懸於鐵棒周圍的為陽極條 C, C, 亦為鐵製。陽極和陰極間, 隔以鐵網筒 D, 使不得相接觸。電流通過後, 所生的熱使上層的氫

氧化鈉融化。如電流所生的熱不足時, 可燃筒下的煤氣燈 G, G, 以補充溫度。通電不久, 在陰極方面, 即有一種融化狀態的物質, 浮聚於鐵筒 B 中。這種物質, 由筒中取出, 冷後, 凝固成金屬狀的物質, 名為鈉

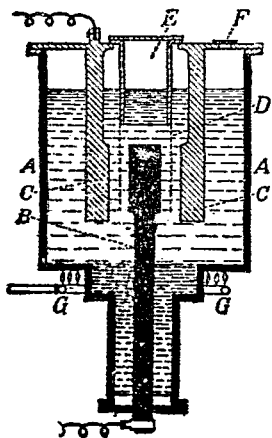


圖 124 製鈉

( Sodium, Na )。

**鈉的  
性狀**

鈉爲色白如銀的金屬,質柔軟,略輕於水,鈉或鈉的化合物,在本生燈 ( Bunsen Burner ) 上燃燒,發黃色的火焰。(圖

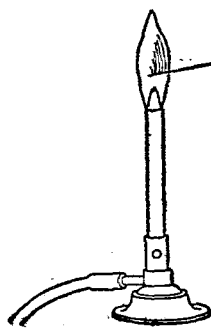
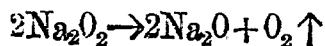


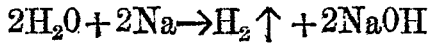
圖 125 火焰試驗

125) 有多種金屬,在火焰中能發生多種特殊的顏色。分析化學上常利用這種特性,以鑑別金屬元素。

鈉極易和氧化合。如切鈉一片,置於空氣中,則銀白色的光澤,即漸變灰黑而成氧化鈉。氧化鈉有兩種,一名一氧化鈉 ( Sodium Oxide,  $\text{Na}_2\text{O}$  ); 一名二氧化鈉,又名過氧化鈉 ( Sodium Peroxide,  $\text{Na}_2\text{O}_2$  )。過氧化鈉爲淺黃色的粉末,極易分解而放氧,故爲強氧化劑。



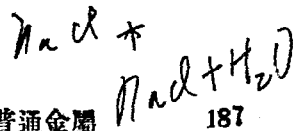
鈉遇水即起劇烈的變化,使水分解,而放出氫。把這水蒸乾,則得白色的固體,是即氫氧化鈉,所起的變化如次:



**氫氧化鈉** 氫氧化鈉為質脆色白的晶體。極易吸水,故置於空氣中,不久即濕。實驗室中所用的,常為棒狀。氫氧化鈉的溶液,滑膩如皂,有極強的去垢作用。惟性極猛烈,能使動植物的纖維質毀裂故又名苛性蘇打(Caustic Soda)。紅色石蕊遇氫氧化鈉的溶液,立刻變為藍色,這是牠的最重要的性質。

氫氧化鈉為工業上極重要的原料,用以製肥皂,紙,棉織物,火油等物品。

**鹼金屬** 鈉溶於水中,可成強鹼,故稱牠鹼金屬(Alkali Metal);此外如鉀(Potassium, K), 鋰(Lithium, Li)等有相似的性質,也屬於該類金屬。



### 氫氧化鉀

氫氧化鉀 (Potassium Hydroxide, KOH) 有極強的鹼基性。所有種種性質均和氫氧化鈉相同。因價甚昂貴，故常以價廉的氫氧化鈉代替。

### 硝酸鉀

硝酸鉀 (Potassium Nitrate,  $\text{KNO}_3$ ) 古時術士常用以為重要的丹藥。含氮的有機物腐敗時，常生此物。古屋的牆壁和陰濕的地方，常有產生，俗名壁硝。硝酸鉀受熱即分解而放氧，故為強氧化劑。主要的用途，在製火藥。硝酸鈉富潮解性，便不適於用。

### 鉀素肥料

鉀鹽對於植物的生長，關係甚大，(圖 126) 故為重要肥料之一。

鉀鹽舊時均從植物的灰中取得。陸地植物，大都含有鉀的化合物，燃燒後，即變為碳酸鉀，殘留於灰中。故以草木的灰，施於土中，則鉀鹽即為植物所吸收，以供生長的需要。惟灰中所含的鉀鹽，為量極微。現在工業



圖 126 鉀鹽肥料對於山芋的影響

1 未施鉀鹽肥料 2 未施任何肥料 3 施用鉀鹽肥料

10  
1  
10/15  
中製造鉀鹽肥料,常以氯化鉀( $KCl$ )為重要的原料。

**鈣** 鈣 (Calcium,  $Ca$ ) 為銀白色活潑的金屬,遇水也能放出氫。可由氯化鈣融體電解而得之。牠的化合物如石灰石,石膏,磷灰石,螢石,白雲石,矽酸鹽等廣佈於地球上。

**氧化鈣** 如以鈣在空氣中燃燒,即得氧化鈣 (Calcium Oxide,  $CaO$ ),又名生石灰 (Quicklime)。工業上製造生石灰,係用石灰石 (即碳酸鈣  $CaCO_3$ ) 置於大窯中燒去二

氧化而成。舊式的石灰窯我國至今尚沿用式似一圓形的粗烟突，將石灰石堆架其中，在窯底燃火，經過相當時間，則滅火而取出石灰。

新式石灰窯的縱剖面如圖 127。窯的下部圍以火爐 A, A, 窯中溫度約在  $700^{\circ}\text{C}$  -  $800^{\circ}\text{C}$ 。

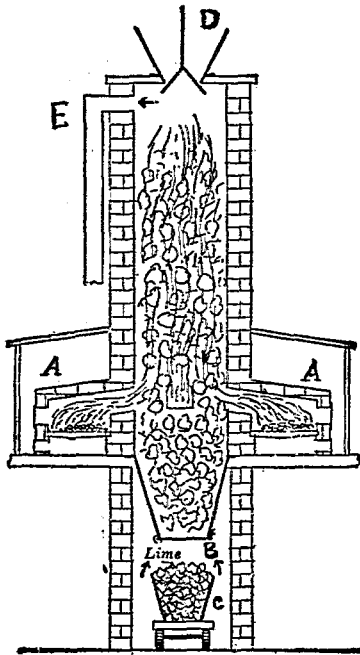


圖 127 新式石灰窯

石灰石由頂部 D 時時加入，自上而下，即成石灰。由底部 B 通入空氣流，一方面供給充分的氧，一方面使底部已燒成的石灰冷卻，可以隨時取出，裝入運貨車 C 中。窯中所有的各種氣體，均由烟突 E 通出。這種窯的構造，極為便利，可以繼續燒製，



無須停火。舊式窖則燒一次即須停一次，甚不經濟。

氧化鈣爲無定形的固體，吸水力甚強，故遇水即發高溫，而成氫氧化鈣 (Calcium Hydroxide,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )

**氫  
氧  
化  
鈣**

氫氧化鈣又名熟石灰 (Slaked Lime)，爲白色的粉末，微能溶於水，溶液名石灰水 (Lime water)。石灰水呈鹼性，惟較氫氧化鈉爲弱，因價廉，用途甚廣，常用以去除獸皮的毛和製漂白粉，三合土等物。

**三  
合  
土**

三合土 (Mortar) 爲熟石灰、砂和水的混合物。砌牆時常用以塗於磚上使互相黏連。因受空氣的蒸發和磚的吸收，三合土即漸漸失去所含的水而堅凝，同時吸取空氣中的二氧化碳，使熟石灰變爲碳酸鈣，質更堅硬。

**水  
泥**

三合土中因有熟石灰，略能溶於水，故不適用於水中的建築物。今有一種

物質名水泥 (Cement), 凝固後, 堅硬如岩石, 即在水中, 亦不受應響, 故為水中建築物唯一的原料。

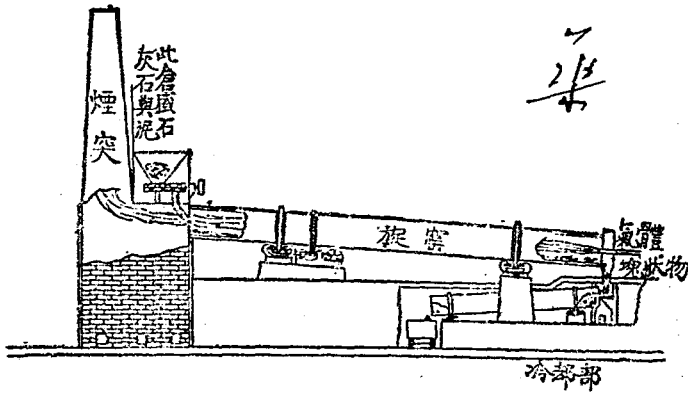


圖 128 水 泥 窯

水泥為石灰石和泥的混合物。製法並不簡單, 今約略舉述, 以明大概。將石灰石和泥用適當的比例使相混和, 磨成細粉, 徐徐注入於傾斜的旋窯 (Rotary Kiln) 中 (圖 128), 同時從火爐通入高溫的氣體。粉在窯內由上而下, 受熱氣的薰蒸, 即失去水和二氧化碳, 結成塊狀的物質 (Clinker)。將這塊質磨

成極細的粉末,即為水泥,水泥和水調勻,即漸凝固,堅硬的程度,遠非三合土可比。

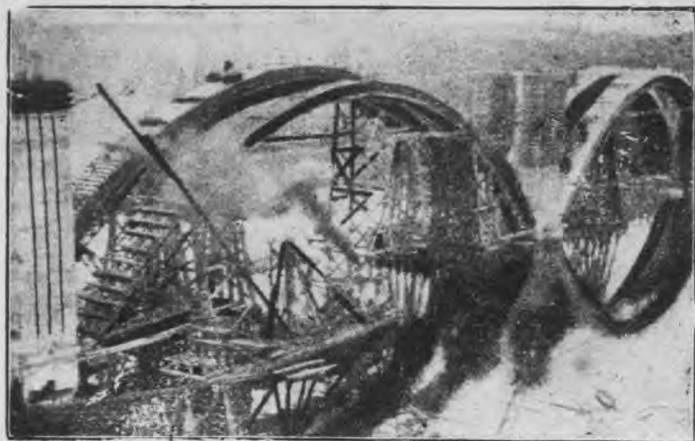
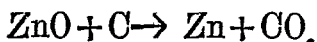
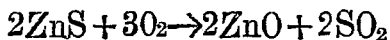


圖 129 在建築中的鋼筋混凝土橋梁

如於水泥中,加入適當比例的砂和石子,用水調和,凝固後,硬度更勝於純水泥。這種砂石和水泥的混合物,名**混凝土**(Concrete)。如於混凝土中再加鋼條,則為**鋼筋混凝土**(Reinforced Concrete),堅硬耐久的性質,即岩石亦不能比擬。現在水中和陸地的偉大建築(圖129)幾無一不須用這種原料,

**鋅** 鋅 (Zinc Zn) 的重要礦石爲閃鋅礦 (Zinc Blende ZnS) 及菱鋅礦 (Calamine ZnCO<sub>3</sub>)。若由此等鋅礦冶鋅即將礦石置空氣中加熱,使成氧化鋅 (Zinc Oxide ZnO),再加木炭共熱而使還原。



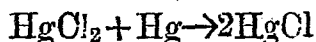
鋅爲青白色的金屬,牠的合金很多而又重要,如黃銅,洋銀等。如以鐵皮浸於融化的鋅中,使表面薄鍍鋅層,即是鍍鋅鐵 (Galvanized Iron),俗稱白鐵,外觀有鋅的美麗色相,實際有鐵的強固性質而不易銹,所以用途很大。

**氧化鋅** 以鋅或碳酸鋅,硫化鋅等在空氣中加熱,均可得氧化鋅,用作白色顏料,所以也稱鋅白 (Zinc White),亦可加入汽車的橡皮胎中,以作充填料。氧化鋅或鋅溶於鹽酸,即成氯化鋅 (Zinc Chloride ZnCl<sub>2</sub>),氣

化鋅易潮解而有防腐性，木材用牠浸過可以歷久不壞。氧化鋅或鋅溶於硫酸，即成硫酸鋅 (Zinc Sulfate  $ZnSO_4$ )，含有七分子結晶水的，稱皓礬 (White Vitriol  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ )，醫藥上用以製點眼藥。

**汞** 汞 (Mercury, Hg) 在常溫時為銀白色的液體，故俗稱水銀。辰砂礦 (Cinnabar  $HgS$ ) 是牠唯一的礦石產於我國的雲南，貴州，湖南等省。汞和硫同研磨，即成黑色硫化汞，以此在密閉器中加熱昇華，則得紅色的銀朱 (Vermilion)，其成分亦為硫化汞，可製貴重的紅色顏料。

**氯化汞** 汞和氯直接化合，便得氯化汞 (Mercuric Chloride  $HgCl_2$ ) 或稱昇汞，易溶於水，有猛烈的毒性，醫藥上用作外塗的殺菌劑。氯化汞和汞同在密閉器中加熱，則昇華而得氯化亞汞 (Mercurous Chloride  $Hg_2Cl_2$ )，或稱甘汞。



甘汞爲白色粉末,不溶於水,毒性甚微,醫藥上用作內服劑,可以退熱,但甘汞見光,易分解爲昇汞,是不可不注意的。



**銅** 自然銅 (Copper Cu) 爲樹枝狀,產量不多,普通的銅礦爲黃銅礦 (Copper Pyrite,  $\text{CuFeS}_2$ ), 孔雀石 (Malachite  $\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CuCO}_3$ ), 硫銅礦 ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), 赤銅礦 ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) 等。從此銅礦冶銅,常用焦碳爲還原劑,但是手續很麻煩。

在乾燥的空氣中,銅不易變化,但遇潮濕的地方,漸漸生銅綠,銅綠的成分是鹼性碳酸銅,和孔雀石相若。

用於電氣工業上的銅,往往必須精銅,精銅常由電解法製成,即以粗銅爲陽極純銅薄片爲陰極,浸於硫酸銅和硫酸的溶液中,通過電流,則純銅附於陰極,而金銀等雜質沉於電解槽底部,故同時可由雜質中分

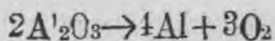
取金銀。

銅是紅色金屬，牠的合金很多，如黃銅，青銅，洋銅，白銅等等。

**硫酸銅** 以銅與濃硫酸作用，製備二硫化銅時，同時有硫酸銅生成，為白色粉狀物，常和五分子水結合成美麗的藍色結晶，通稱膽礬 (Blue Vitriol  $\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )。是幾種綠色顏料的原料，又可用於電池及電鍍術上，若與石灰漿相混，可製果樹上的殺蟲劑，名為菩提克斯混合劑 (Bordeaux Mixture)。

**鋁** 自然界雖沒有游離的鋁 (Aluminium Al) 可是牠的矽酸鹽是構成一切土壤及岩石的主要成分，分佈很廣。不容易從鋁化合物中提出金屬，所以從前價值奇昂。自 1886 年電解法發明以後，製鋁工業遂得發達。電解法是以礬土 (Bauxite  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 為主要原料，將此置於電解爐，與冰晶石 (Cryolite  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) 共熔，礬土即起電解作用，鋁集於陰極。

底部,氧在陽極釋放。



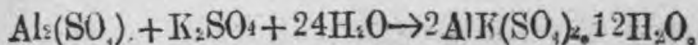
我國東三省出產純淨的礬土,可供鍊鋁之用,日本人也非常注意!

鋁質輕而堅,可製家用器具,如碗碟,杯盤之類。冶金學上用作還原劑,近來的最大用途,是製飛機的翼,和其他軍用品。

**礬** 取硫酸鋁和硫酸鉀的熱溶液相和,冷後析出八面形的結晶(圖130),牠的成分爲  $(\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})$ , 名稱是礬(Alum), 從前稱明礬。我國福建及浙江都有出產。



圖 130



礬遇水便分解而成氫氧化鋁的白色

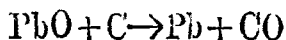
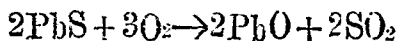


膠性沉澱；故適用於作媒染劑及淨水劑，他如製藥，造紙等工業也有用處。

**錫** 錫石 (Cassiterite  $\text{SnO}_2$ ) 爲重要的錫礦石，我國的產地以雲南爲最著，其次則爲福建，湖南，廣東等省。將錫石搗碎後，除去泥砂雜質，和焦煤或木碳共熱，便還原而得錫 (Tin Sn)。

錫在空氣中不易氧化，鍍於他種金屬的表面，既可防止腐蝕，又可增加美觀，馬口鐵便是鐵面鍍了一層錫，爲用很大。包裹紙，煙，糖食往往用錫。錫的合金融點較低，可以製焊藥。

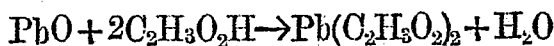
**鉛** 方鉛礦 (Galena  $\text{PbS}$ ) 爲重要的鉛礦石，我國出產的地方首推湖南。冶鉛的方法，先把方鉛礦煨燒成一氧化鉛，然後用焦煤或木碳還原。



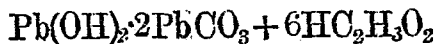
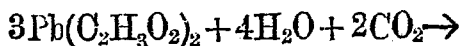
鉛質重而軟，融點較低，可供製造水管及氣管之用，與錫相混，可製活字，鎗彈及蓄電池中也用得不少。鉛性毒，不宜藏貯食品。

**鉛白  
與鉛黃**

一氧化鉛俗稱密陀僧(Litharge PbO) 爲淡黃色粉末，溶於醋酸，便得醋酸鉛，俗稱鉛糖(Sugar of Lead  $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ )。

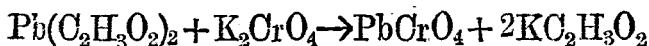


鉛糖的淡溶液中，煮沸後通入二氧化碳，便生白色鹼性碳酸鉛的沉澱，可做白色顏料，通稱鉛白(White Lead)。



工業上製造鉛白，是將鉛片，醋罐和樹皮樹葉等堆積密室中，待醋酸自醋中蒸出，作用於鉛而生醋酸鉛。再受樹皮等腐敗時所生的二氧化碳和水蒸汽的作用，便成鉛白。

以鉻酸鉀的溶液加入醋酸鉛溶液中，便得黃色鉻酸鉛的沉澱，可做黃色顏料，通稱鉻黃 (Chrome Yellow)。



**顏料與染料** 不溶於水的有色不透明物質，統稱顏料 (Pigment)。顏料的種類很多，大都為礦物性物質，例如鉛白鉻黃，銀朱等；間有植物性或動物性的，如藤黃是一種樹脂，臙脂紅是從臙脂蟲來的。

從煤焦油中製出的各種有機色素，種類不下千萬種，可以染成很美麗的色澤。這種染料 (Dye) 比顏料更重要，例如靛青、茜紅等都屬之。染料大都能溶於水，就是間有不能溶的，也須設法使牠溶解，然後來染布帛，紙張等各種東西。

## 本 章 提 要

鈉、鉀、銣等碱金屬均由牠們的氫氧化

物融體電解而得。性柔軟，輕於水，易與空氣作用，在水中起激烈的變化而放氫。

鉀鹽爲重要的植物肥料。

鈣由氯化鈣的融體電解而得。

生石灰由燒燬石灰石而成，吸水力極強，和水化合則成氫氧化鈣。氫氧化鈣的溶液呈鹼性。

三合土爲熟石灰，砂，水的混合物，有黏性乾凝後成爲堅硬的物質。

水泥原料爲石灰石和泥。將這兩種物質混合在窯中燒燬後，磨爲細粉，卽成水泥。水泥和水調勻，乾凝後，極爲堅硬，不受水的溶解，爲水中建築物的唯一原料。水泥中加砂和石子，則成混凝土，堅硬的性質，更勝於純水泥。如於混凝土中加鋼條，則爲鋼筋混凝土，堅硬耐久的性質，卽岩石亦不能比擬。

鋅的重要礦石爲閃鋅礦，氧化閃鋅礦而得氧化鋅，再用木碳還原便得鋅。鋅塗於

鐵面,俗稱白鐵。

汞的重要礦石爲辰砂。

銅的重要礦石爲黃銅礦,冶銅常用焦煤爲還原劑,但手續很麻煩,製精銅都用電解法。

鋁的矽酸鹽是一切土壤及岩石的主成分,地球上分佈很廣。製鋁用電解法,以礬土及水晶石爲原料。

錫的重要礦石爲錫石,鐵的表面鍍了錫層,俗稱馬口鐵。

鉛的重要礦石爲方鉛礦,氧化方鉛礦而得氧化鉛,再用木炭或焦煤還原而得鉛。

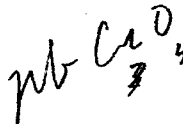
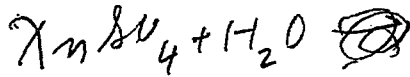
## 問 題

1. 除鉀以外,植物再需要何種元素爲肥料?
2. 石灰久置空氣中,要失却効力,爲什麼?
3. 三合土與混凝土有什麼區別?
4. 硫酸鋅的溶液爲什麼呈酸性反應?
5. 錫薄灰的主要成分是什麼?可以收回錫麼?

如可收回,應用什麼方法?

6. 蓋屋多用白鐵不用馬口鐵何故?製火油箱多用馬口鐵而不用白鐵,又何故?

7. 含硫化汞 60% 的辰砂礦 1 噸,氧化後可得二氧化硫幾立尺?將氧化物還原後應得汞多少?



$$\begin{aligned} \text{Hg} &= 1 \\ \text{O} &= -2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ 粒} &= \frac{2}{3} \text{ 吋} \\ 13 &= \left(\frac{2}{3}\right) \text{ 吋} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (12) \text{ 吋} &= \text{天} \\ 13 \text{ 吋} &= 10 \text{ 粒} \end{aligned}$$

非  
自  
然  
產  
物

## 第十四章

### 人體的營養

#### 人體需要 營養的原因

人體需要營養,不外三種原因:

- (1) 建造新質,補充廢物;
- (2) 維持體溫;
- (3) 供給活動能力。

人類由小長大,必須時時有新的物質供給身體的建造,方能發育。而體內的細胞 ( Cells ),亦必新陳變換,方能滋生不息。我們言笑舉動,莫不消耗能力,而體溫的維持,尤必賴有食物的供給。人類猶如機器,食物彷彿燃料。人體所需的熱和能,全由食物所起的化學變化而來。故食物的選擇,對於人體的健康,異常重要。

食物可分為四類：(1)碳水化合物如澱粉、糖等，供給體溫 and 體力，並造成脂肪質；(2)脂肪，如牛油、肥肉、菜油等，亦為供給體溫 and 體力的原料；(3)蛋白質，如瘦肉、蛋白等，最大的功用，在補充體內的廢物；(4)礦物質，如鈣、鐵、鈉、鉀等，為建造骨骼的原料，並有他種複雜的功用。這些礦物質，大都由食鹽、肉、菓、蔬菜等物而來。除這四種食物外，水亦為人體所必需的化合物。體內一切的化學變化，沒有水即不能發生。而體溫的調節，血液的流行，均和水有密切的關係。

**普通食  
物的成分**

中國普通食物的成分，大約如下表所列：

	水	蛋白質	脂肪	碳水化合物	礦物質
牛肉	73.8	22.1	2.9		1.2
豬肉	50.7	16.4	32.0		0.9
鷄	74.8	21.9	2.4		0.9
魚	79.0	17.8	2.0		1.2



CH<sub>4</sub>

雞蛋	73.7	11.8	10.5		1.0
牛乳	87.0	3.3	4.0	5.0	0.7
人乳	88.7	1.6	3.4	6.1	0.2
大米	12.3	8.0	0.3	79.0	0.4
麥麵	11.9	13.3	1.5	72.7	0.6
黃豆	6.4	39.3	18.7	30.6	5.0
豆腐	80.9	10.2	3.7	4.1	1.1
白菜	93.2	1.6	0.4	4.2	0.6
西瓜	92.4	0.4	0.2	6.7	0.3
山芋	78.3	2.2	0.1	18.4	1.0

**成人食量的標準** 人類所必需的食物種類和數量，至今尚沒有確定的學說。但僅食一種食物，不能維持生命，則已為無疑的事實。普通成人吃蛋白質73克，即足以保持身體的健康。惟因食物的種類和每人消化力的強弱，這問題並不這樣簡單。

**維他命** 今有一種物質為我們生活上必不可缺的要素名維他命 (Vitamin)。

又名**生活素**。這種要素發見不久。初於米糠，牛乳中覓得，近則知普通食物中，大都均有，雖為量極微，然在營養價值上，佔極重要的地位。如食物中缺少這種要素，無論何等精

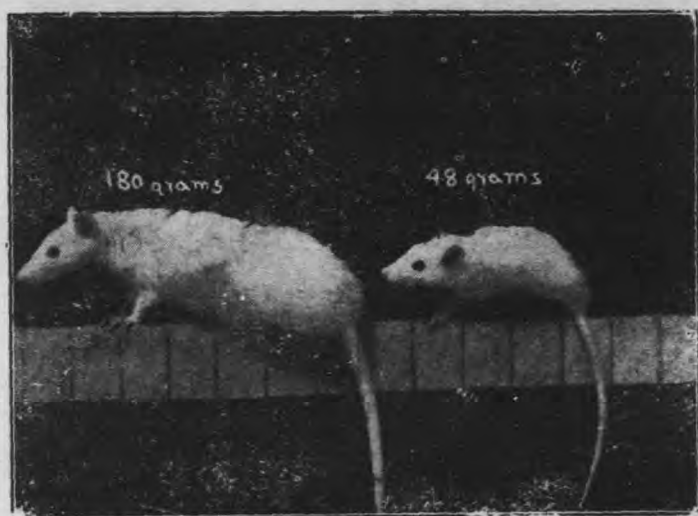
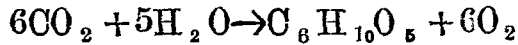


圖 131 維他命對於動物發育的應響

美，亦不能達美滿發育的目的。圖 131 中所示，為兩隻同年齡的鼠，所哺的食物亦相同。惟右鼠的食物中缺少維他命，重量相差至 132 克之多。維太命的成分，至今尚不十分明瞭。

**碳水  
化合物**

澱粉 植物吸收碳酸氣，藉太陽光和葉綠素 (Chlorophyll) 的作用，而生澱粉 (Starch)。



Starch

澱粉為極重要的食料。山芋，米麥均為含澱粉極豐富的物質。

從上面的方程式看來，製造澱粉，似極簡單，但化學家在實驗室中，至今尙未能成功。 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$  為澱粉的基本分子式，實際每一個分子，為許多倍的基本式而成。

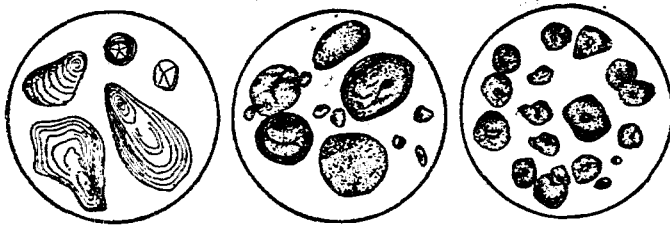


圖 132 澱粉顆粒放大後的形狀

澱粉為微小的顆粒，形狀不一 (圖 132)，隨植物的種類而異。澱粉不溶於冷水，能溶

於熱水,故含澱粉的物質,必須煮熟,方易消化。

澱粉和碘能生一種顯明的變化,如以碘液一二滴加於澱粉的溶液中,則溶液立刻變為藍色,即在極稀的溶液中,也能發生顯著的反應。故如欲知某種物質是否含有澱粉,即可用這個方法試驗,極為靈驗。

**白糖** 糖和澱粉相類似,種類甚多,普通常見的,名為白糖( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ),由甘蔗或甜菜根(一種蘿蔔)中製得。美國有一種楓

樹(圖134),亦產糖汁。製糖的方法,並不繁雜。搾取甘蔗或甜菜的

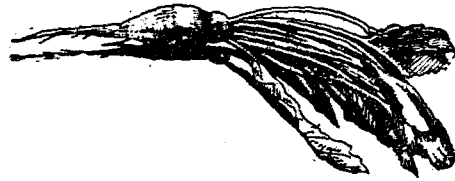


圖 133 甜 菜

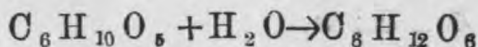
汁,蒸至適當濃度糖即結晶而出。惟蒸發的手續,須在真空鍋中施行,以降低溶液的沸點,而免糖汁熬焦。

**葡萄糖** 葡萄糖( $C_6H_{12}O_6$ )產於甜的菓實中,而以葡萄中所含為最富,故以此得



圖 134 美國楓

名。但在工業上葡萄糖多由澱粉製得。實驗室中試驗的方法,極為簡單。置澱粉於玻璃杯中,加入適量的水,再加鹽酸數滴,煮沸至相當時間,葡萄糖即生



成。加入的鹽酸,完全係一種接觸作用,故糖生成後,須加碳酸鈉使牠中和。

我們細察澱粉與糖的分子式,則見牠們所含的氫和氧,均為成水的比例。這類物質,統稱**碳水化合物**(Carbohydrates)。這類化

合物如遇濃硫酸而加熱，則立變焦黑。因所含的氫氧，均被硫酸吸去，碳質殘留，故現黑色。從這一點，碳水化合物名稱的由來，更可明瞭。

**酒精** 酒精 (Alcohol) 的種類甚多，最普通的名二烷醇 (Ethyl Alcohol,  $C_2H_5OH$ )。二烷醇從澱粉製得，我國尋常所用的原料為高粱，麥，米等物。於澱粉中加酒母 (Yeast) 使醱酵而變糖，再使糖醱酵，即成二烷醇。酒母為一種接觸作用，並不發生何種變化。

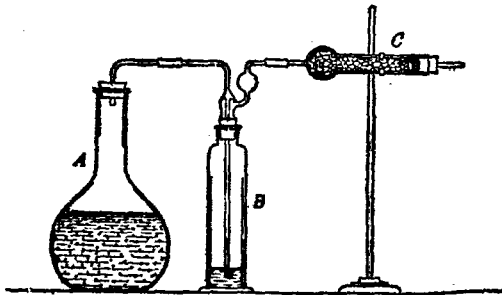
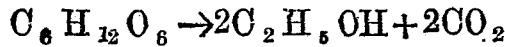
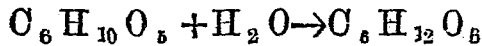


圖 115 實驗室中製酒

在實驗室中製酒為簡便起見，常用糖試驗。燒瓶 A (圖

33, 31

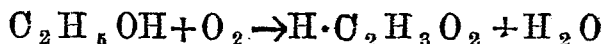
135) 中盛水 1000cc, 加入葡萄糖 100 克。使 A 瓶和盛石灰水的 B 瓶相連接。C 管中裝固體的氫氧化鈉, 連接於 B 瓶。投酵母於 A 瓶的溶液中, 加熱, 使溫度達  $30^{\circ}\text{C}$  左右。不久, 即見有氣泡發生, 經過 B 瓶和石灰水生白色的沉澱, 故知這氣泡為碳酸氣。C 管中的氫氧化鈉, 目的在防制空氣中的碳酸氣侵入 B 瓶, 並無別種用處。A 瓶中所製得的酒精, 可用分餾法 (Fractional Distillation) 提取。

**酒精的性狀和用途** 普通酒精 (二烷醇) 為無色而有芳香的液體, 有麻醉性, 可為燃料。尋常作為飲料的酒內含酒精甚少。葡萄酒含酒精 5-15%, 啤酒含 3-5%, 高粱含 50%。

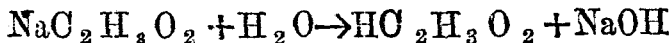
**醋** 醋為有酸性的物質, 故稱醋酸 (Acetic Acid  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ), 為無色的液體, 有刺戟性的臭味。純醋酸在攝氏 17 度以下為白色的晶體, 狀似冰, 故名冰醋酸。普通家庭中所用的

醋,含醋酸不過百分之五左右。

舊法造醋,手續極簡單。置酒於甕中,使和空氣接觸,空氣中有一種微生物名醋菌,傾入酒中,即能使酒氧化而為醋:



醋酸能成多種的鹽,最普通的為醋酸鈉和醋酸鉛,均為白色固體,能溶於水,醋酸的酸性甚弱,故所生的鹽均不甚穩固,遇水即分解:



**蛋  
白質**

蛋白質 (Proteins) 是含有碳,氫,氧,氮,硫等五元素的複雜化合物 (間有含磷的),種類甚多,分子式均未明瞭,一切生物的細胞與原形質都自蛋白質構成。蛋類,豆腐,麵筋,俱為富含蛋白質的食料。

鷄蛋白 鷄蛋白含有充分的蛋白質,牠的化學反應常用以代表一切蛋白質類。如加高熱便凝成固體,食之不易消化鷄蛋



腐敗時常生硫化氫的惡臭，足證鷄蛋白含有硫的成分。

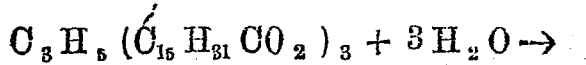
**豆腐** 高豆約含蛋白質30%，以此浸水一夜，和水研磨，煮沸後用布濾出漿汁，汁中含蛋白質，如加鹽滷或石膏，便凝成豆腐。

**麵筋** 布袋中置小麥粉少許，在水內洗去澱粉，而得富有膠性的麩質，由此可製麵筋，也是有營業價值的食料。以濃鹽酸處理乾燥的麵筋，先在高煮沸，冷後用碳酸鈉中和，便得麩酸的鈉鹽，俗稱味精，以前日人謂之味之素。

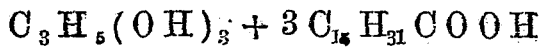
**脂肪和油** 壓搾植物的種子，即得濃厚的液體物質，名為油 (Oil)。這種植物性的油有兩種。如茶油、橄欖油、落花生油等，在空氣中不變乾凝稱為**不乾性油** (Non-drying Oil)，普通以供食料、燃料和製造肥皂的原料。如桐油、亞麻仁油等，在空氣中能漸變乾凝，稱為**乾性油** (Drying Oil)，最大的用途，在

供塗抹器具,以防朽腐。

動物體中所產的油,爲半固體性的物質,如牛油,豬油等,稱爲脂肪 (Fats)。脂肪爲脂蜜 ( Glycerine,  $C_3H_5(OH)_3$  ), 和硬脂酸 ( Stearic Acid,  $C_{17}H_{35}COOH$  ) 或軟脂酸 ( Palmitic Acid,  $C_{16}H_{31}COOH$  ) 的化合物。若於脂肪中通入水蒸汽,即起下面的分解作用:

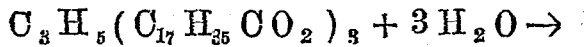


軟脂

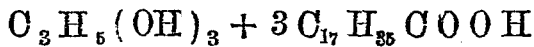


脂蜜

軟脂酸



硬脂



脂蜜

硬脂酸

脂肪亦爲供給食料,燃料和製肥料的原料。

**體內食  
物的分解**

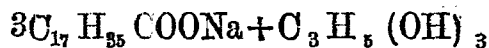
食物由口而入於胃腸,經唾液,胃液,腸液的作用,起種種化

學變化,分解爲可溶的物質,以供營養。廢棄的物質,則由各器官排泄而出。碳水化合物和脂肪分子的組織,雖極複雜,但均爲碳,氫,氧三元素的化合物,在體內起變化後,分解爲水蒸氣和碳酸氣,由肺臟排出。所以呵氣於玻璃上,有水凝結,吹氣於石灰水中,生白色沉澱。蛋白質爲含氮,氫,氧,碳等元素的化合物,在體內起變化後,則分解爲汗和尿。含氮的物質,常能受微生物的作用,而起腐敗的變化。故汗和尿和空氣接觸後,即漸漸發生臭味。

**肥皂** 製造肥皂的原理,極爲簡單。加氫氧化鈉於脂肪中,加熱使起分解,即得肥皂。這種變化,名爲鹼化(Saponification)。



脂肪 鹼



肥皂 脂蜜

再加食鹽於這混合物中,肥皂即浮升於上層,可以取出。

工業上製造肥皂,常以油或已融的脂

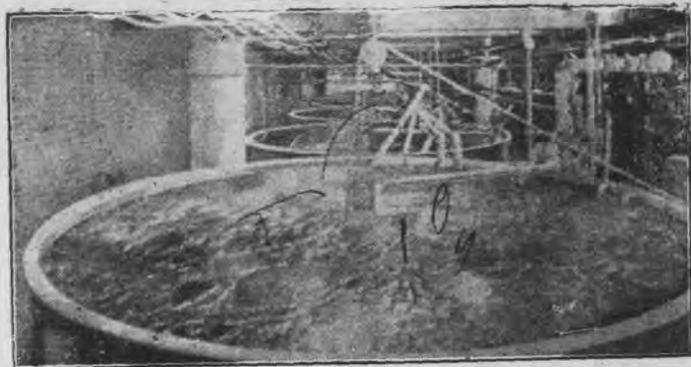


圖136 脂肪在大鍋中鹼化爲肥皂

肪,傾入於大鐵鍋中,再加氫氧化鈉的溶液使起鹼化。鍋中裝設蒸氣蛇管,用以加熱。壓入空氣或蒸氣以時時攪動鍋中的混合物,而促變化的進行,繼續熱一日至二日,反應即可完全。這種大鍋一次可煮五十萬磅的肥皂(圖136)。

反應完畢後,加適量的食鹽於混合物中,再加熱並攪動使混和,不久,肥皂即上升

於表面。取出後，再  
加入各種所需要的  
的材料，如香料，礬  
砂，碳酸鈉等，然後  
傾入大桶中，使漸  
凝固，冷後切條架  
塊（圖137），然後  
壓成各種的形狀，  
手續並不很簡單  
（圖138）。



圖137 肥皂切塊時的情形

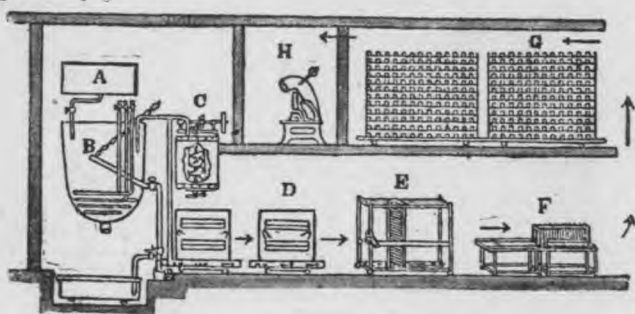


圖138 製造洗衣肥皂的工作順序圖

A.貯鹼液箱 B.鹼化鍋 C.調和機 D.凝皂箱  
E.切片架 F.切條架 G.曬皂架 H.壓形機

肥皂溶於水後，即成膩滑的溶液，並生

多量的泡沫,能使脂肪性的污垢溶解,遂能濯去塵埃,故有去污的功用。

## 本章提要

人體需要營養,有三種原因:

- (1)建造新質,補充廢物;
- (2)維持體溫;
- (3)供給活動能力。

食物可分四種:

- (1)碳水化合物;
- (2)脂肪;
- (3)蛋白質;
- (4)礦物質。

維他命為動物生活上的要素。食物中如缺這種要素即沒有營養的價值。

澱粉由植物吸收碳酸氣和水,藉光和葉綠素的作用而成。山芋,米麥等物均含有多量的澱粉。澱粉遇碘即變藍色,反應異常

靈感。

糖的種類甚多。白糖由甘蔗或甜菜中製得。葡萄糖產於果汁中，工業上由澱粉發酵而成。

碳水化合物，澱粉，糖均為氫，氧和碳的化合物，氫氧的數目，恰為成水的比例。故這類物質稱為碳水化合物。

酒精的種類甚多。二烷醇由糖發酵而成，為無色而有芳香的液體，有麻醉性，可為燃料。

醋由酒發酵而成，有酸味，故稱醋酸。純醋酸為白色的晶體。

蛋白質是含有碳，氫，氮，硫等五元素的複雜化合物。鷄蛋白，豆腐，麵筋，牛乳等都是富含蛋白質的食物。

油脂普通從植物體中所產，在平常溫度為液態者稱油。在空氣中能變乾者稱乾性油，不能乾者稱不乾性油。從動物體所產，

在平常溫度爲半固體或固體者稱脂肪。油與脂都爲脂蜜和脂酸所成的化合物。

肥皂的製法：於油或脂肪中加入氫氧化鈉，再加熱使起鹼化作用。反應完畢後，加入食鹽，乃使肥皂析出。

## 問 題

1. 我們爲什麼必須飲水？
2. 如用石蕊紙試驗肥皂溶液，發生什麼變化？
3. 1909年，德國化學家斯忒普氏 (Stepf) 將麵包和牛乳用酒精浸過後，以飼白鼠，鼠漸衰弱。如蒸發酒精的浸出液，以殘渣加入飼料，則仍發育如前。試推測這事實的原因，並說明理由。
4. 動物體上有那幾種金屬的化合物？
5. 酒與酒精，醋與醋酸，不同的地方在那裏？
6. 葡萄糖100克可製出酒精幾克？假定酒精的密度爲0.96，那麼他的體積爲多少哩？
7. 爲什麼酒瓶必須緊密封固？
8. 爲什麼醋酸鹽在空氣中，尚發生醋的臭味？



# 第十五章

## 纖維

**纖維質**

纖維質 (Cellulose) 的成分和澱粉相似,亦屬於碳水化合物,是一切植物纖維的基礎。棉,麻 (圖 139,140) 等物幾為

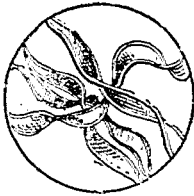


圖 139 棉纖維

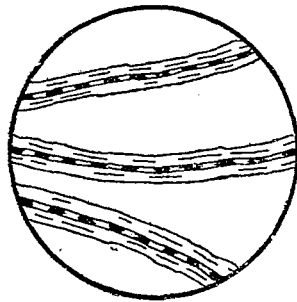


圖 140 亞麻纖維

純粹的纖維質。纖維質的用途甚廣,為製造紙,人造絲,假象牙,照相軟片等的原料。於纖維中加鹽酸煮沸,亦能成糖,加硝酸煮沸,則成硝化纖維,又名無煙火藥,為極猛烈的炸

藥。纖維的分子甚爲複雜，但牠的基本式，和澱粉相同，現用  $n$  表明牠的倍數，以示區別， $(C_6H_{10}O_5)_n$ 。

**棉** 棉 (Cotton.) 是含纖維質最富的植物纖維，凡纖維長而直徑細的，方合於紡織業用。我國盛產棉花，惜乎棉種不改良，不適於用，所以美棉輸入，爲量很鉅，現在各地農場，都在研究改良，已有相當成績。棉纖維形同壓潰而中空的管，所以有彈性而且質量輕鬆。粗棉外附蠟質，脂肪，色質及蛋白質等，故不潔白。

粗棉以碳酸鈉濃溶液處理後，雜質除去，再經漂白水洗，便得脫脂棉，透水性較大，用於醫院及化學室中。棉紗與氫氧化鈉濃溶液同煮，便收縮而起變化，緊張之便生光澤如絲，故稱絲光紗 (Mercerized Cotton)。

**紙** 發明用纖維混懸在水中而造紙 (Paper)，要算我國最早，漢蔡倫就是造紙的

始祖，所以有“蔡侯紙”的稱謂。中國紙大都用竹、楮皮、草類為原料；先用石灰使原料腐爛而剩纖維，乃用手工撈製，所以大小有定。

西洋紙用爛布、亞麻、木材等為原料；先將原料切細，和氫氧化鈉或亞硫酸鈣(Calcium Hydrogen Sulfite  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ )共蒸餾，以分取纖維質，漂白後即成紙粕(Pulp)。如做新聞紙，可將原料磨碎，即得紙粕，毋須用化學藥品。加水於紙粕，調成漿狀，流至造紙機上的金屬長網上面，經過壓榨乾燥，便成很長的紙張(圖141)。西洋紙質堅而重，且不易滲水，可用鋼筆書寫。

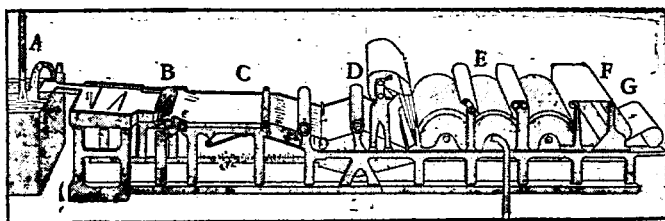


圖 141 造 紙

A, 糊狀紙漿的加入管; B, 除去纖維硬節器; C, 金屬網, 以濾去紙漿的水分; D, 毛布, 紙在毛布上壓榨, 以去水分; E, 蒸汽轆轤, 通蒸汽加熱使紙乾燥; F, 磨光轆轤; G 紙卷。

**羊毛** 羊毛 (Wool) 爲織成毛織物的主要原料,其他獸毛不甚應用。吾國毛織業猶未發達,所以每年輸出生毛甚多;由外國製成熟貨,重復輸入,呢絨嗶嘰,最爲顯著。羊毛纖維在顯微鏡下觀察,爲魚鱗形片組成的管狀 (圖 142)。羊毛不耐高溫度,吸水性很強,在空氣中可吸收四分之一的水分,還不覺潮。燃燒羊毛,纖維即捲縮,因其爲蛋白質相似的化合物,所以必發特殊的

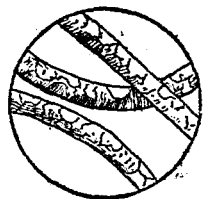


圖 142 羊毛纖維臭味。

**革** 以生皮 (Skin) 浸漬石灰水中多時,取出後經過水洗,刮去其毛,刨去其裏面的肉,浸入酸液,便得厚薄均勻的皮。然後用含有鞣酸 (Tannic Acid) 的材料或重鉻酸鉀溶液處理,再經乾燥,染色,上光等工程,就成了革 (Leather)。

革就是熟皮,牠的性質已和生皮大不

相同,既不變硬,又不腐敗,可製皮鞋,皮夾,馬具,軍裝等日用品。

**絲** 蠶吐的絲(Silk),也是一種很長的纖維,牠的主要成分,為絲纖質,也屬於蛋白質類,所以燃時必發特殊的臭味。絲色白性柔,光澤甚強,是製綢緞及各種絲織物的原料。

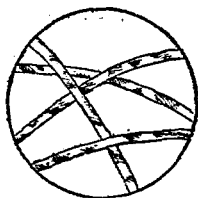


圖 143 絲纖維

生絲在顯微鏡下觀察,為二個或多個平行桿狀形。我國絲綢出品精良,久聞於世;但近來意法日本諸國努力改進蠶業,同時人造絲輸入激增,遂致我國絲業,日就凋疲而竟一蹶不振。

**人造絲** 人造絲(Artificial Silk)乃以植物性纖維為原料;如松木,棉,紙料等均可供用。先將原料溶於適當的溶劑中,使成膠狀液,從尖口流入盛有稀硫酸的沉澱箱中(圖 144),即凝成人造絲。或用硝化棉溶於酒精和乙醚(Ether)的混合物而成膠棉,以

此壓過尖口，流入水中，亦可製造。人造絲的

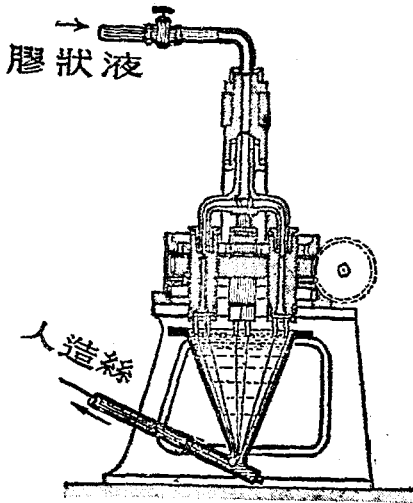


圖 14 人造絲的製造機

外觀與真絲無甚差異，伸張力與吸水性俱較真絲為小，光亮特甚。真絲與人造絲的鑑別殊易，真絲遇火不易燒着而放白煙，有惡劣的臭味；人造絲焚時有焰而

無臭，一如棉花紙張等的燃燒。人造絲光澤美麗，價值低廉，現在各國人造絲的產額實五倍於真絲，已成近代很大的工業。

## 本章提要

纖維質為植物的重要組織。棉、麻等物幾全為纖維質所組成。

棉是含纖維質最富的植物纖維。粗棉

以碳酸鈉處理而成脫脂棉,以氫氧化鈉處理而成絲光棉。

紙中國紙以竹,楮皮,草類爲原料;西洋紙以爛布,亞麻,木材等爲原料。

羊毛的成分爲蛋白質類,故燃燒時發特殊的臭氣。

絲的成分亦爲蛋白質類,故燃時發臭氣;人造絲以植物纖維爲原料,故燃時有焰而無臭。

## 問 題

1. 漿糊內含有澱粉,你怎樣可以證明牠的存在?
2. 將皮革燃燒,應有那種臭氣發生?
3. 爛布可以製酒精,經過的步驟大概怎樣?
4. 你身上所穿的衣服,屬於那一種纖維,用什麼方法可以檢定?

## 第十六章

### 元素的概要

#### 元素的數目

我們常見的元素,不過二三十種,但現在已經發見的,有九十種(見原子量表或週期律表)。

#### 元素的分類

各種元素的性質,倘均如氧,氫,氮,鈉等,各不相同,那末八九十種的元素,非逐一研究不可,而化學亦將爲一種困難煩雜的科學。現幸性質相類似的元素甚多,可分爲類屬,作有系統的研究。

元素可大別爲金屬 (Metals) 和非金屬 (Non-metals) 兩種。金屬元素大概質較重,除汞外,均爲固體,有光澤,可抽絲,可捶片,善傳熱和電。非金屬元素大概質較輕,有氣體,液體,固體三種形態。固體的非金屬質脆,



不甚閃光，傳熱和傳電的性質，亦甚微弱，但這種分類，並不精確如鈉和鉀均為金屬而質甚輕，矽雖為非金屬而質頗重，且有金屬光澤。又有數種元素如砷，銻等，牠們的物理性質似金屬，化學性質則似非金屬。故金屬和非金屬間，並無十分清楚的界限。

**非  
金屬**

照性質和原子價的關係，非金屬可分四類：

(1) 鹵素類 鹵素類有氟，氯，溴，碘四種，均為一價的元素，化性都很劇烈，能成強酸。氫亦為一價的非金屬元素，但性質和鹵素類完全不同，和他種元素，亦不相類似。故氫為獨立的元素。

(2) 氧類 氧類有氧，硫，硒，碲等數種，均為二價元素。硒和碲為不常見的元素，稱為稀少元素。

(3) 氮類 氮類有氮，磷，砷等數種，能成三與五兩種原子價的化合物。

(4) **碳類** 有**碳**、**矽**兩種，爲四價的元素，**硼**爲三價的元素，而性質和**矽**頗相似，故亦附屬於**碳類**。

**金屬** 金屬大別爲輕金屬和重金屬兩種：  
(A) **輕金屬** 輕金屬可分三類：

(1) **鹼金屬** 鹼金屬有**鉀**、**鈉**、**銣**、**鎳**、**鋰**等數種，均爲一價的元素。這類元素的氫氧化物，如**氫氧化鈉**、**氫氧化鉀**等，均有極強的鹼性，故稱**鹼金屬**。**銣**、**鎳**、**鋰**爲稀少元素。

(2) **鹼土金屬** 鹼土金屬有**鈣**、**鋇**、**錒**、**鐳**、**鎂**、**鈹**等數種，均爲二價元素，除**鈣**外，均極稀少。牠們的氫氧化物，亦呈鹼性，惟較**鉀**、**鈉**等的爲弱。

這屬中的**鐳**有極特異的性質，能放射極強的光線，可以透過金屬的物質。**鐳**質極少，法國大科學家寇禮夫人 (Madame Curie) 經長時間的研究，始於1910年將**鐳**由一種礦石中分出。**鐳**及其化合物，在醫藥上治療

癰疽,瘰癧諸症有特效,在科學上能幫助科學家澈底明悉物質的構造。可惜世界產錳總共不過三百克左右,價值奇昂,每克約值美金五萬元。

(3) **土金屬** 鋁爲土金屬中最重要元素,原子價爲三。天然間的元素,分佈最廣而最多的,除氧,矽外,即爲鋁。鋁爲土壤和岩石(除石灰岩,砂岩)的主要成分,牠的氧化物爲三氧化鋁( $Al_2O_3$ ),天然所產的爲透明的結晶體,質極堅硬,帶有多種色彩的,如青玉,紅玉,黃玉,紫玉等,均爲珍貴的寶石。土金屬中尚有許多極稀少而且不重要的金屬元素,統稱稀土金屬。

(B) **重金屬** 重金屬可分四類:

(1) **鐵類** 鐵類有鐵,鎳,錳,鉻,鎢,鈾等數種,能成數種原子價的化合物。鐵,鎳的化合物,有2價和3價兩種;錳有2,3,4,5,6,7,六種原子價的化合物。鋅和鎘的性質,和鐵類元

素尚相似,原子價均爲二。

鎳質極硬,色似銀,故常以鍍鐵,銅等器具,以增美觀。最大的用途爲製合金,如鎳鋼和貨幣等。

錳質硬而脆,形狀和性質頗似鐵,微帶紅色。錳的化合物如二氧化錳 ( $MnO_2$ ) 和過錳酸鉀 ( $KMnO_4$ ), 均爲強氧化劑。

鉻爲燦爛似銀的金屬,質硬而脆,在造鋼工業中,用途甚大。

鎢色白,融點甚高,可抽成極細的絲。鎢質的電燈絲,耗電甚少,效力幾三倍於舊式的碳絲燈泡。中國亦有鎢礦,近年開採,頗見發達,每年輸出國外,爲量不少。

鈾爲稀少金屬,亦有放射性,惟不及鐳。

鋅爲藍白色的金屬,俗稱亞鉛,牠的最大用處,是製白鐵。

鎘極似鋅,硫化鎘 ( $CdS$ ) 有鮮黃的色彩,可用爲顏料。在實驗室中,通硫化氫於鎘

化合物的溶液，即得這種化合物。

(2) **銅類** 銅類有銅，汞，銀，鉛等數種，能成一價及二價的化合物，（銀只有一價）。

銅為古時五金之一。人類用金屬，以銅為最古。

鉛為青灰色的金屬，新斷的切面，光澤如銀。金屬中以鉛為最軟。

(3) **賤金屬** 賤金屬有銻，鉍，錫等數種。

銻和鉍的金屬性質，均極微弱，光澤似銀，質極脆，有熱縮冷脹的特性。主要用途，在製合金，宜於鑄有精細線紋的模型。

錫色白似銀，不受水和空氣的侵蝕，牠的重要用途為製馬口鐵。

(4) **貴金屬** 貴金屬有金和鉑兩種，有時包括銀，性質和用途，已敘述於第十二章中。

**元素的  
週期律**

俄國大化學家門得雷業夫氏  
( Mendelejeff ) 比較元素的性質。

於1869年得一重要的發見。他照原子量的輕重,自左至右,順序排列,則見每隔一定數的元素,又歸於相同的性質,於是列成一表,相類似的元素,恰在同一縱列之中,而在同一橫行內各元素的原子價,則逐漸升進,週而

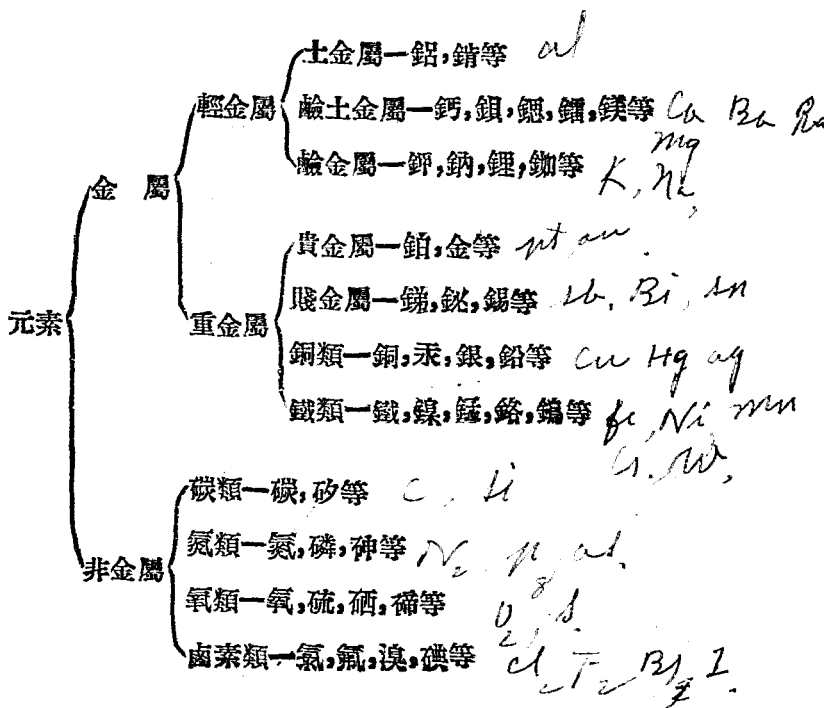


圖 145 門得雷業夫

復始,極有規律。這個發明,為科學上一重要的貢獻,稱為**週期律**(Periodic System)。為說明元素性質最有系統而最有趣味的定律。當初這表中的空格甚多,門得雷業夫氏預料將來必有新的元素發見,可以填入空格中,並預言這些未知元素的性質,後來果一一符合。惟這表中,尚有一二缺點。照原子量

的大小,鉀(39.096)應排在氫(39.91)之前,鎳(58.69)應排在鈷(58.94)之前,碘(126.93)應在碲(127.5)之前,但照性質,則又不能變更表中的次序。英國化學家馬斯來氏(Moseley)於1912年,發明新的週期律,按照各元素的X線光帶,(X-ray Spectra)以次排列,極為完美。惟非本書範圍所能述,他日當於高中化學內討論之。

# 本章提要





am	Cu	Hg	ag
sb	pb	pt	Ca
Mg	mn	Cl	K
Na	Zn	Fe	Br
Bi	el	I	al

中華民國卅年九月六日  
 贈送



# 週 期 表

3. 4-  
10/21

週 期	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
1	H 1 1.008 氫							2 He 4.00 氦			
2	Li 3 6.940 鋰	4 Be 9.32 鈹	5 B 10.82 硼	6 C 12.000 碳	7 N 14.008 氮	8 O 16.000 氧	9 F 19.00 氟	10 Ne 20.2 氖			
3	Na 11 22.997 鈉	12 Mg 24.32 鎂	13 Al 26.97 鋁	14 Si 28.06 矽	15 P 31.027 磷	16 S 32.064 硫	17 Cl 35.457 氯	18 Ar 39.91 氬			
4	K 19 39.096 鉀	Ca 20 40.07 鈣	Sc 21 45.10 釷	Ti 22 48.1 鈳	V 23 50.96 釩	Cr 24 52.01 鉻	Mn 25 54.93 錳	26 Fe 55.84 鐵	27 Co 58.94 鈷	28 Ni 58.69 鎳	
	29 Cu 63.57 銅	30 Zn 65.38 鋅	31 Ga 69.72 鋁	32 Ge 72.60 鍮	33 As 74.96 砷	34 Se 79.2 硒	35 Br 79.916 溴	36 Kr 82.9 氬			
5	Rb 37 85.44 鉀	Sr 38 87.63 銣	Yt 39 88.9 鈦	Zr 40 91. 鈷	Nb 41 93.1 鈳	Mo 42 96.0 鉬	Mn 43 97.9 錳	44 Ru 101.7 鈷	45 Rh 102.91 銻	46 Pd 106.7 鈀	
	47 Ag 107.88 銀	48 Cd 112.41 鎘	49 In 114.8 銦	50 Sn 118.70 錫	51 Sb 121.77 銻	52 Te 127.5 碲	53 I 126.932 碘	54 Xe 130.2 氙			
6	Cs 55 132.81 銻	Ba 56 137.37 鋇	57-71 稀土族	Hf 72 180.8 鈷	Ta 73 181.5 鉭	W 74 184.0 鎢	Re 75 186.2 錳	76 Os 190.8 銻	77 Ir 193.1 銻	78 Pt 195.23 鉑	
	79 Au 197.2 金	80 Hg 200.61 銻	81 Tl 204.39 鉍	82 Pb 207.20 鉛	83 Bi 209.00 鉍	84 Po 209 鏷	85 209 砹	86 Rn 222. 氡			
7	87	Ra 88 226 鐳	Ac 89 226(?) 錒	Th 90 232.15 釷	Pa 91 231 鈾	U 92 238.17 鈾					

57-71 稀土族	La 57 138.90 釷	58 Ce 140.92 鈰	59 Pr 140.92 鈷	60 Nd 144.27 鈰	61 Pm 145 鉕	Sm 62 150.43 釷	Eu 63 152.0 鈰
Cd 64 157.26 鈷	Tb 65 159.2 鈰	66 Dy 162.52 鈰	67 Ho 163.4 鈰	68 Er 167.7 鈰	69 Tm 169.4 鈰	Yb 70 173.6 釷	Lu 71 175.0 釷

原素符號旁邊的數字是原子序數，下面的數字是原子量。  
Rn 為 Radon, 舊名 Niton, 符號 Nt.



# 初中化學

版權所有 \* \* \* \* \* 翻印必究

編輯者	呂冕南 王義銓
發行人	李志雲
總發行所	上海四馬路 北新書局
排印者	大華印局

全一冊 實價八角  
民國二十二年四月初版  
民國二十五年三月四版

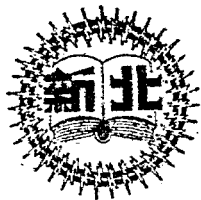
## 分發行所

濟南 北平 廣州 武漢 南京  
西安 雲南 成都 開封 重慶

北新書局

you may like

music



新北

\$0.80