

中華百科叢書

# 日用化學淺說

俞樹錕編



上海中華書局印行

中華百科叢書

郁樹錕編



日用化學淺說

中華書局印行

民國二十五年六月印刷  
民國二十五年六月發行

中華百  
科叢書  
日用化學淺說 (全一册)



實價國幣五角

(郵運匯費另加)



編者 郁樹錕

發行者 中華書局有限公司  
代表人 陸費逵

印刷者 上海 中華書局印刷所  
澳門路

總發行處 上海福州路 中華書局發行所

分發行處 各埠 中華書局

(本書校對者李 隱 沈克剛 趙和生) (二〇三六六)

## 總序

這部叢書發端於十年前，計劃於三年前，中歷徵稿、整理、排校種種程序，至今日方能與讀者相見。在我們，總算是「慎重將事」，趁此發行之始，謹將我們「慎重將事」的微意略告讀者。

這部叢書之發行，雖然是由中華書局負全責，但發端卻由於我個人，所以敘此書，不得不先述我個人計劃此書的動機。

我自民國六年畢業高等師範而後，服務於中等學校者七八年。在此七八年間無日不與男女青年相處，亦無日不為男女青年的求學問題所擾。我對於此問題感到較重要者有兩方面：第一是在校的青年無適當的課外讀物，第二是無力進校的青年無法自修。

現代的中等學校在形式上有種種設備供給學生應用，有種種教師指導

學生作業，學生身處其中似乎可以「不遑他求」了。可是在現在的中國，所謂中等學校的設備，除去最少數的特殊情形外，大多數都是不完不備的。而個性不同各如其面的中等學生，正是身體精神急劇發展的時候，其求知慾特別增長，課內的種種絕難使之滿足，於是課外閱讀物便成爲他們一種重要的需要品。不幸這種需要品又不能求之於一般出版物中。這事實，至少在我個人的經驗是足以證明的。

當我在中等學校任職時，有學生來問我課外應讀什麼書，每感到不能爲他開一張適當的書目，而民國十年主持吳淞中國公學中學部的經驗，更使我深切地感到此問題之急待解決。

在那裏我們曾實驗一種新的教學方法——道爾頓制，此制的主要目的在促進學生自動解決學習上的種種問題，以期個性有充分之發展。可是在設備上我們最感困難者是得不著適合於他們程度的書籍，尤其是得不著適合

於他們程度的有系統的書籍。

我們以經費的限制，不能遍購國內的出版品，爲節省學生的時間計，亦不願遍購國內的出版品，可是我們將全國出版家的目錄搜集齊全，並且親去各書店選擇，結果費去我們十餘人數日的精力，竟得不到幾種真正適合他們閱讀的書籍。我們於失望之餘，曾發憤一時擬爲中等學生編輯一部青年叢書。可惜未及一年，學校發生變動，同志四散，此項叢書至今猶祇無系統地出版數種。此是十年前的往事，然而十餘年來，在我的回憶中卻與當前的新鮮事情無異。

其次，現在中等學生的用費，已不是內地的所謂中產階級的家長所能負擔，而青年的智能與求知慾，卻並不因家境的貧富而有差異，且在職青年之求知慾，更多遠在一般學生之上。卽就我個人的經驗而論，十餘年來，各地青年之來函請求指示自修方法，索開自修書目者，多至不可勝計，我對於他們媿不能

盡指導之責，但對此問題之重要，卻不曾一日忽視。

根據上述的種種原因，所以十餘年來，我常常想到編輯一部可以供青年閱讀的叢書，以爲在校中等學生與失學青年之助。

大概是在民國十四五年之間，我曾擬定兩種計劃：一是少年叢書，一是百科叢書，與中華書局陸費伯鴻先生商量，當時他很贊成立即進行，後以我們忙於他事，無暇及此，遂致擱置。十九年一月我進中華書局，首即再提此事，於是由計劃而徵稿，而排校。至二十年冬，已有數種排出。當付印時，因估量青年需要與平衡科目比率，忽然發現有不甚適合的地方，便又重新支配，已排就者一概拆版改排，遂致遷延至今，始得與讀者相見。

我們發刊此叢書之目的，原爲供中等學生課外閱讀，或失學青年自修研究之用。所以計劃之始，我們即約定專家，分別開示書目，以爲全部叢書各科分量之標準。在編輯通則中，規定了三項要點：(一)日常習見現象之學理的說

明，(一)取材不與教科書雷同而又能與之相發明，(二)行文生動，易於了解，務期能啓發讀者自動研究之興趣。爲要達到上述目的，第一我們不翻譯外籍，以免直接採用不適國情的材料，致虛耗青年精力，第二約請中等學校教師及從事社會事業的人擔任編輯，期得各本其經驗，針對中等學生及一般青年的需要，以爲取材的標準，指導他們進修的方法。在整理排校方面，我們更知非一人之力所能勝任，乃由本所同人就各人之所長，分別擔任。爲謀讀者便利計，全部百冊，組成一單元，同時可分爲八類，每類有書八冊至廿四冊，而自成爲一小單元，以便讀者依個人之需要及經濟能力，合購或分購。

此叢書費數年之力，始得出版，是否果能有助於中等學生及一般青年之修業進德，殊不敢必，所謂「身不能至，心嚮往之」而已。望讀者不吝指示，俾得更謀改進，幸甚幸甚。



## 自序

初學化學時，總覺得化學是一門非常有趣味的課程，做起實驗來，好像是變魔術似的，其實化學不僅是一門饒有興趣的科學，它的應用非常廣，我們和它發生的關係也非常密切。人非水火不生活，我們要知道水火的性質，就非研究化學不可。他如衣食住行在在都和化學有關，由化學的進步，我們以之征服自然，以之增加生產，化學對於近代文明的貢獻，實非淺鮮。

在這小冊中，所敘述的是些日常的化學應用，爲避免難讀起見，引用術語甚少，並多於每章之後加以註釋，以供參閱。化學名詞儘量採用俗名，如甲酸稱蟻酸，乙酸稱醋酸，其無俗名的，則照教育部公布之化學命名原則命名。溫度的度數除特別聲明外，均用攝氏溫度計。

本書付印匆促，錯誤在所不免，幸希讀者加以指正，無任歡迎。

民國二十五年一月

編者

# 日用化學淺說目次

總序

自序

- 第一章 化學的起源……………(一)
- 第二章 空氣……………(六)
- 第三章 水和氫……………(二)
- 第四章 碳和燃料……………(四〇)
- 第五章 玻璃和肥皂……………(五)
- 第六章 食物的一般組成……………(七五)
- 第七章 食物的功用……………(九四)
- 第八章 生活素……………(九六)

第九章	植物和肥料	.....	(一三)
第十章	金屬和合金	.....	(一三)
第十一章	漂白和消毒	.....	(一三)
	附原子量表		
	中文名詞索引		
	西文名詞索引		

# 日用化學淺說

## 第一章 化學的起源

四、五千年前歐洲還在野蠻時代，我們的祖先對於物質構造的觀念已創有金木水火土的五行說，雖然我們不能說五行是相當於近代的原子或元素，但我們的祖先是承認宇宙是五行所構成的，希臘的哲學家如柏拉圖（Plato）等對於物質構造的觀念和我們祖先相似，他們以為一切物質是由地水火風四種元素所構成，不過亞里斯多德（Aristotle）則以宇宙間僅有一種基本物質，但有冷熱乾濕四種不同的性質，地水火風的所以不同，乃是基本物質所具備的性質不同的原故，其實還是同一種的物質。例如風是熱和濕，水是冷和濕，火是熱和乾，地是冷和乾，其他因基本物質所具備的性質不同，而生成種種不同的物質。

因爲我們的祖先和希臘的哲學家僅就想像，而未加以實驗，所以金木水火土和地水火風的觀念到底和近代科學有甚麼相同的地方，是無法知道的。

最古的化學，當爲我國和埃及的鍊金術（Alchemy）。鍊金術的發生是人們希望求得長生和點石成金。雖然鍊金術者的本來目的始終沒有達到，但是由鍊金術的研究而建築了近代化學的基礎。第八世紀阿刺伯的鍊金術者耶比（Jabir）發見硫酸、硝酸和能溶解金的王水（Aqua regia），及至一一四四年羅伯脫（Robert of Chester）繙譯阿刺伯人所著的鍊金術書籍爲拉丁文，此爲鍊金術傳入英國的開端。十三世紀英國的著名鍊金術者培根（Roger Bacon）據說是發明火藥者，不過在我國，火藥早已發明。

十六世紀瑞士的拍拉攝休（Paracelsus）一方研究鍊金術，一方又研究醫學，他認爲鍊金術的目的不是點石成金，而是製造純粹的藥，和實驗它的效應。他的主張使鍊金術脫離神祕的妄想，而走上實用的、科學的途徑。

希臘的四種元素說，在十七世紀的學術界還佔着甚大的勢力，愛爾蘭的波義耳（Robert Boyle）對於這種觀念曾加以嚴重的批評。他說：『我認爲元素是基本的和絕對不混有他種物質的物體，鉛和金是這種基本物體或元素；它們沒有類似的地方，不含有他種物質，也不能由鉛變爲金，或由金變爲鉛，這些變化是非人類能力所能做到的。』

波義耳的主張雖是完全推翻鍊金術的點石成金的觀念，但是希臘的四元素說在當時的學術界具有根深蒂固的勢力，所以在波義耳後一百年中還盛行着，而最後把它推翻的是法國的大化學家（近代化學的始祖）拉瓦錫（Lavoisier）。他於一七七四年證實空氣（風）並非單純的元素，而爲二種以上氣體的混合物。在拉瓦錫之前，已經有人知道硫黃或蠟燭在密閉器內燃燒時，器內的空氣僅能用去一部分，火即熄滅，當時以爲空氣爲火內一種物質所飽和，所以不能繼續燃燒，但拉瓦錫則以爲空氣中含有兩種不同的氣體，一種

是活潑的，一種是不活潑的。當燃燒完畢後，所餘的氣體，就是那不活潑的一部分。拉瓦錫的意見雖屬正確，但是他沒有分出空氣中的活潑氣體。

和拉瓦錫同時的蒲里斯脫來 (Priestley) 於一七七四年用一個玻璃瓶 (直徑一英尺) 熱氧化汞，而發見排出的氣體能够使蠟燭的火燄格外放光，不致冒煙。如置小鼠於這氣體中，鼠能繼續相當長時間不致窒息而死。這種由熱氧化汞發出的氣體，就是拉瓦錫所說的空氣中的活潑氣體。現在我們稱爲氧氣 (Oxygen)。由這實驗，希臘的四元素中的風 (空氣)，已經不能成爲單一的元素了，而波義耳所主張的元素說漸漸成爲一般人所公認的學說。十八世紀末年拉瓦錫對於波義耳的元素說，加以明晰的說明。他說：『我們所說的元素，是指再不能分解爲別的物質的單一物質。』所以元素僅含一種物質。在過去百餘年間，元素已經發見有八十餘種，最輕的是氫 (Hydrogen)。最重的是鈾 (Uranium)，其中有的是氣體、液體，而大多數是固體。現在的化學



除努力發見元素外，還研究二種或二種以上元素結合（稱爲化合）所成的物體（稱爲化合物）（Chemical compound）的性質。例如水是氫和氧的化合物，而澱粉、白糖、酒精、醋酸等是氫、氧和碳的化合物。二種化合物所含的元素雖同，但因各元素的成分不同，性質也隨之不同；有時成分雖同，而因各元素結合的狀態不同，性質也隨之不同。化學家非但要將各化合物的成分分析出來，並且要說明它們怎樣結合，和怎樣具備其特有的性質。

## 問題

- 一 鍊金術對於近代化學有何貢獻？
- 二 元素是甚麼？
- 三 近代化學的始祖拉瓦錫對於化學有何大貢獻？
- 四 波義耳的功績如何？
- 五 已經發見的元素中有多少種是氣體（參看書末原子量表）？

## 第二章 空氣

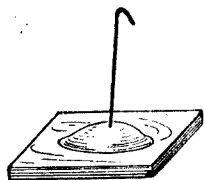
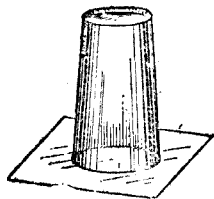
**空氣的存在** 我們看書的時候，書和眼的中間似乎沒有甚麼存在，但是由風的吹動我們的衣服和頭髮，或迅速地揮動兩手時，我們就知道空中也有物質存在，不過它是透明無色無臭的，不容易認識它的存在吧了。數千年前的人已經知道這種透明無色無臭的氣體圍着我們。用精密的天平能够秤出一個盛滿這種氣體的金屬球的重量，比沒有盛着氣體時的重量要多些，於是我們知道這種氣體有重量了，這種氣體稱爲空氣 (Air)。

**空氣的壓力** 凡是有重量的物體是會發生壓力，手掌上放着一本書，就感覺有壓力，壓力的大小是隨着密度 (Density) 和物質的量而異的。一塊鐵和同大小的木頭，所施於手掌上的壓力不同，我們說鐵的密度比木頭大，但是一塊薄的鐵片和一塊大的木頭比較，木頭所施的壓力反大。一床薄棉被蓋

在身上固然不覺得很重，但是蓋上好幾床這樣的棉被，我們就要壓得不能轉動身子了。空氣也是這樣，它雖然很輕，但包圍地球的空氣層有好幾百英里厚，所以它壓在我們身體上的力量，非常的大，我們通常所以不感覺有這種壓力，是因為我們身體內外都受了同樣的壓力，故一點也感不到了。

如圖一。用玻璃杯滿盛清水，上覆硬紙，紙和杯緣間不留空隙，把杯口轉向下方，水不致流出，這因為紙的外面受着空氣的壓力，比紙的內面受着杯中的水的壓力大些，所以杯中的水不致下墜。

如圖二。用軟的濕皮一塊，上繫一繩（繫繩時切勿把皮穿透），把皮壓在平滑的板上，使皮的邊緣和板互相密合，則非用甚大的力，不能揭起這塊皮。這因為空氣的壓力僅壓在皮的外面，皮的內部沒有空氣



(二)力壓的氣空 二圖 (一)力壓的氣空 一圖

壓力存在。若是皮的，下部有空氣能跑進去，則不須多大的力量，即能揭起。

空氣壓力到底有多大呢？我們可用一根長玻璃管（一端封閉，滿盛清水，用拇指塞住開端，倒置玻璃管於水槽中，管中水不致降下，這因為水槽的水受着空氣的壓力，因而支持管中的水，不使它下降。若用水銀作同樣的實驗，而管有一米長，則管倒置後，水銀不能充滿管的全部，而降下約管長的四分之一，即水銀柱的高度約七十六釐米。管的直徑無論大小，水銀柱的高度是一樣的。意

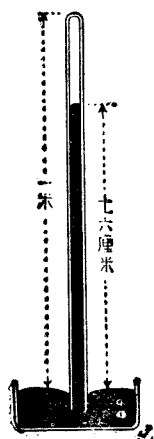
大利的托里拆利 (Torricelli 1608

—1647) 利用這實驗測定空氣壓

力的大小。例如管的截面積為一平

方釐米，水銀柱高七十六釐米，則水

銀柱的體積為七十六立方釐米，因水銀的密度為水的十三·六倍，所以管中的水銀質量為



圖三 空氣壓力的測定

$$76 \times 13.6 = 1033.6 \text{ 克.}$$

即一平方釐米上所受的空氣壓力爲一〇三三·六克。

空氣壓力並非一定不變的，一般高山的壓力較平地的爲小，而同一地方的壓力，也時時發生變化，天氣的陰、晴、雨、雪和風的方向都與氣壓有關，所以氣候觀測所，必須有一測量氣壓的氣壓計，以測定當地的氣壓，而和別處的氣壓比較，藉以豫測天氣的變化（詳細情形可參閱氣象學）。

**空氣的成分** 古時，認定空氣爲一種元素，自蒲里斯脫來發見空氣中的氧後，空氣中至少含有兩種以上的氣體：一種是氧，它能幫助燃燒；一種是不能助燃的，名爲氮氣（Nitrogen）。這兩種氣體是組成空氣的主要成分。及至一八九五年雷萊（Rayleigh）及蘭西（Ramsay）發見由空氣中得來的氮，它的密度比其他化合物中得來的要大些，後經多少努力，方發見空氣中尚有一種不活潑的氣體稱之爲氩（Argon），以後又發見氦（Helium）、氪（Krypton）。

氦 (Neon) 和氙 (Xenon) 這些氣體因為對於其他元素不起化合作用，所以稱之為鈍氣 (Inert gas)。

除了這些氣體外，空氣中還有水蒸氣和二氧化碳 (Carbon dioxide) 此外，尚有微量的氨氣 (Ammonia)、氫硝酸 (Nitric acid)、二氧化硫 (Sulphur dioxide) 和微塵等；這些氣體不能說是組成空氣的成分，而祇能看作為不純潔物 (Impurities)。下表是空氣中各氣體所佔體積的百分率：

氮	七·七·四	氫	〇·九四
氧	二〇·七	氦	〇·〇〇〇四

二氧化碳 〇·〇三一〇·〇四 水蒸氣 (變化甚大) 一一八

氨、硝酸、臭氣、二氧化硫、硫化氫……微量

這些氣體所佔的體積並非一定，而是隨着地方或氣候而不同。例如多人聚集在閉着窗門的室中（如戲院、公共會所），則氧量大減而二氧化碳增加，

工廠近處的二氧化碳和二氧化硫多些，而潮濕的天氣，空中所含水蒸氣的量多。因為空氣的各成分所佔的比例並不一定，所以空氣是由這些氣體混合而成的混合物(Mixture)，而非組成一定不變的化合物(Chemical compound)。

### 空氣中各成分的功用

(一) 氧 前面已經說過純粹的氧較通常的空氣活潑些，已熄的火柴餘燼投入純氧中，仍可舉燄燃燒。而氮的功用在沖淡空氣中所含的氧量，不致過於活潑。氧不僅能幫助燃燒，動物和植物也需要氧的供給，才能維持生命。沒有空氣存在的真空(Vacuum)中，固然不能生存，但是沒有氧的氮氣或其他氣體中，生物也無法繼續活下去。因為如此，空氣中的氧必須常保持其正常狀態，而不宜過於減少。但是我們由肺部呼出來的氣體約含七九%的氮，氧減到一六%，而二氧化碳增加到四·三%，水蒸氣也增加了許多。這因為氧在人體內(其他動物也相同)和別的物體起了作用，而發生了熱(和燃燒一樣)，以

維持人體的溫度，同時產生水蒸氣和二氧化碳。

由肺中吐出來的氣體中，含的二氧化碳，可用下法試得：用小杯盛半杯澄清的石灰水，以玻璃管含在口中，吹氣在石灰水中；不久，澄清水變為混濁。混濁的發生，是因為石灰水和二氧化碳化合，而成不溶解的白色碳酸鈣（Calcium Carbonate）的緣故。

(II) 氮 當初拉瓦錫稱氮（Nitrogen）為 Azote，意思是『生命之敵』，因為僅呼吸氮氣，必致窒死。它不助燃，也不自燃，事實上它是一種鈍氣，所以它能沖淡氧的作用，使燃燒不致迅速進行，而人體內氧的作用也不過於激烈，因而能延長生命。

我們每日需要空氣的重量約為食物的七倍。不作工的成年人，每日所需的空氣約一一四七〇〇〇立方釐米（七〇〇、〇〇〇立方吋）。作工十二小時，休息十二小時的大人，每日約需空氣約一六三八六〇〇〇立方釐米。



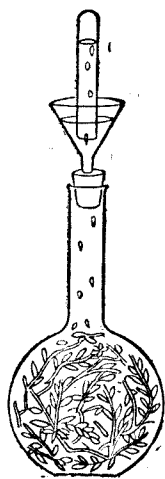
(一、〇〇〇、〇〇〇立方吋)

我們可以想到自然界必有一種方法移去二氧化碳而放出氧氣，以保持空氣中常含有五分之一（體積）的氧。植物的綠葉，是有這樣的功用，綠葉吸收空氣中的二氧化碳後，留着內中的碳以作植物的枝葉軀幹，而放出氧氣。

(三) 二氧化碳 它是植物的主要食物，不過植物的綠葉對於碳的同化作用 (Assimilation) 祇能在日光

下行之。如圖四，玻璃缸水（須含有二氧化碳，如泉水）中浸着綠葉，上插漏斗，其上倒置一試管，經

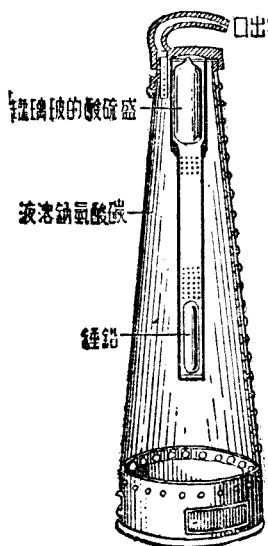
日光的照射後，行見有氣泡上昇，用火柴的餘燼可試出試管中的氣體是氧氣（它能助燃）。由此，我們可以得知動植物的最重要的關係，動物不斷地消費空氣中的氧，而放出二氧化碳，但植物在日光下，用去二氧化碳而放出氧，一種



四圖 植物同化作用

生物所不要的氣體而爲他種生物所必需的食物。若無植物，則空氣中的二氧化碳當繼續增加，終至動物無以生存；若無動物的供給二氧化碳，植物也有斷食之虞吧！<sup>三</sup>所以有植物生存的地方，空氣定必富於氧，而不多含二氧化碳。所以滿栽樹木的廣場和公園，對於大都市居民的衛生上是很重要的，這樣方可免除人烟輻湊的城市不致有二氧化碳的積聚。不過植物的同化作用僅行於日光下，故植物在晚間也和動物一樣放出二氧化碳，寢室中置花數盆固能於日間澄清空氣，但晚間反有害於空氣的清潔。

二氧化碳是比空氣重一倍半的無色無臭的氣體，不幫助燃燒，如空氣中含有二·五%氧量降到一八·



器火滅 五圖

五%時，則火燄熄滅。因爲如此，二氧化碳可作滅火的利器。如圖五，爲滅火器，器內盛碳酸氫鈉（Sodium bicarbonate）溶液，中央玻璃器中盛硫酸（Sulphuric acid），其下端爲鉛錘。使用時將器倒置，鉛錘擊破玻璃器，硫酸傾入碳酸氫鈉溶液中而發出二氧化碳氣體，由出口逸出。

二氧化碳微溶於水，在常溫時，一體積的水僅溶一體積的氣體。在高壓下則溶解較多。我們吃的汽水是以甚大的壓力溶解多量的二氧化碳。當除去壓力（即除去瓶塞）時，二氧化碳湧出，而成沸騰的模樣。

含有二氧化碳的水，略帶清涼味，這因爲二氧化碳和水起化合作用，而成碳酸（Carbonic acid）新作的汽水或啤酒（Beer）不容易發生多量氣泡，是因爲二氧化碳尚未充分和水化合成酸的緣故。

二氧化碳雖不是有毒的氣體，但是長久呼吸含多量（ $0 \cdot 4\%$ 以上）二氧化碳的空氣，就會發生不愉快的感覺，如頭痛、不安、昏迷、作嘔等證狀。我們

居室中的空氣，必須時時設法除去由呼吸或燃燒所生的二氧化碳，以期合於衛生。

(四)水蒸氣 空氣中總有多少水蒸氣存在着，因地面的水無時不在蒸發，肺部和皮膚時時發出水蒸氣。空氣內水蒸氣的量是隨溫度而變的，溫度高，蒸發盛，隨而空氣中的水蒸氣多些；溫度降低，則一部分水蒸氣凝結成水。在一定溫度的空氣中，其所含水蒸氣達到最大限度時稱爲飽和 (Saturation)。某溫度下空氣中所含水蒸氣的量，和同溫度下空氣到達飽和狀態時所能含水蒸氣的量之比，稱爲溼度 (Humidity)。溼度在六五—七五%時最爲適當，太乾或太溼均不感覺舒適。

(五)鈍氣 空氣中的五種稀有氣體，氦、氖、氬和氙，化學性質極不活潑，如氬和氙在空氣中的含量不過數千萬分之一，工業上無何種用途。我們用的電燈泡內中是不能有空氣的存在，以免氧和燈絲起化學作用（燃燒）。但是

將空氣抽去後，如裝入少許氫氣（或氮氣），它非但不致同燈絲起化學作用，反能防止燈絲因溫度高而蒸發，這樣可以增高燈絲的溫度，因而得到更強的光。氙是除氫外四種氣體中最多的氣體，如密閉的玻璃管中盛少許的氙氣，而行低壓放電時，電流比較容易通過，且所發的光爲紅色，把玻璃管彎成字體或其他種種形狀，用作商店的招牌或廣告，稱爲年紅燈（Neon Lamp）。

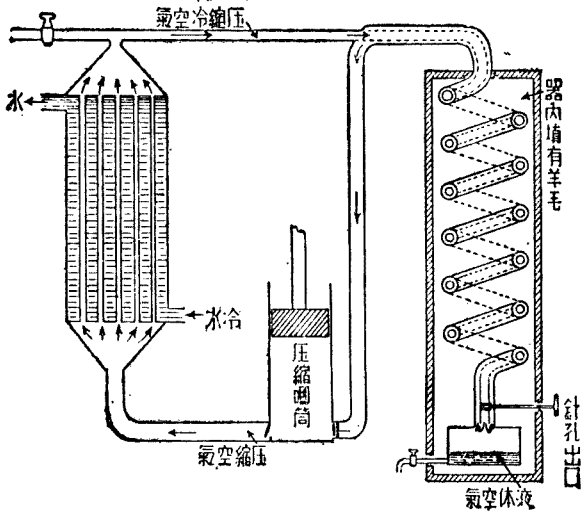
除氙外，氦的用途更大，它是質量甚輕的氣體；用以充滿氣球或飛艇（Air Balloon）的氣囊，雖因比氫較重，浮力不及氫外，但氦是一種鈍氣，故不致如氫的會被燃燒，所以用盛氦的飛艇，是沒有爆炸焚燒的危險的。不過空氣中所含的氦太少，實際上不能取來作充滿飛艇氣囊之用。美國和加拿大某處的鑛泉中所發出的天然氣體內有含氦的，現在氦的主要來源，是從這種天然氣體中提出。

**液體空氣** 液體氧的沸點爲負一八二·五度，但氮的沸點爲負一九五度，比液體空氣的低些，所以冷却空氣到負一九五度以下，則空氣液化，但液體

蒸發時，氮比氧易於汽化，故商業上所製大量的氧，是由蒸發空氣而得的。

液化空氣須要很低的溫度，這樣的低溫怎樣才能達到呢？因為高壓氣體由細孔逸出到低壓的地方時，氣體忽然膨脹，溫度就會降下。利用這個事實可使空氣液化。

用二〇〇氣壓的高壓，把空氣壓縮，經冷水冷卻後，沿蛇管而到針孔出口，出針孔口



圖六 氣體液體化裝置

後，空氣忽然膨脹，溫度降低，這種低溫空氣經蛇管外而到壓縮唧筒，重新壓縮，冷卻，而再出針孔，這樣，蛇管的溫度漸低，於是出針孔後的氣體溫度更低，終至氣體出針孔時，即行液化，而滴入特製容器<sup>[15]</sup>內，蛇管周圍圍以羊毛，以免外面的熱傳至蛇管。

液體空氣可用作冷卻劑，實驗室常用此以得低溫。橡皮球在這樣的低溫度下，失去彈性，堅脆如蛋殼。纖維物質吸有液體氧氣，燃燒時發生甚大的膨脹力，可用它作爆炸石岩之用。

註 [一] 密度是單位體積（一立方釐米）的物體所有的質量（克），例如一立方釐米的水，質量為

一克，所以水的密度等於一，一立方釐米的水銀為一三·六克，所以水銀的密度為一三·六。

[二] 日人稱氮為窒素。 [三] 據杜波（DuBois）的估計，每年植物所消費的二氧化碳量約

$118.5 \times 10^{12}$  仟克（Kilogram），約當全空氣所含二氧化碳的量二十分之一，而由全體動物所

供給的二氧化碳僅  $2.5 \times 10^{12}$  仟克。 [四] 密封的玻璃管中盛少許氣體，管的兩端封入兩根

金屬棒，連兩棒於高電壓的兩極而通電時，稱爲低壓放電。「五」汽車輪或足球內空氣由活門逸出時，溫度降低。「六」氣壓即指空氣壓力而言，一氣壓爲每平方釐米面積有一〇三三克的壓力。「七」盛液體空氣的容器和熱水瓶的構造原理相同，器壁爲雙層，其間無空氣。

## 問題

- 一 用甚麼方法測出空氣壓力？
- 二 風是怎樣發生的？
- 三 空氣的成分爲何？
- 四 試述空氣各成分的功用。
- 五 冬天生火爐時，常備水一壺置爐旁以發生水蒸氣，有何作用？
- 六 液體空氣的製法如何？



## 第三章 水和氫

水的分布 水是我們日常所不可缺乏的一件東西，在自然界中，水分布最廣，海洋、河、湖佔地球表面積的四分之三，一般生物平均含水百分之七十，人體重量約三分之一爲水，而水菓和蔬菜的含水量比此更多，甚至有百分之九十爲水的。我們知道植物是不能生長在乾燥地方的。馬丁（Martin）在近代化學的勝利和奇蹟（*The Triumphs and Wonder of Modern Chemistry*）上說：『假使海洋是煤油或酒精成的，那末無疑地一切生物也會含同量多的煤油或酒精吧！』不過那種生物的形狀必定和現在的大不相同。

自然界的水是永久週而復始地循環着，地表面的水（如海洋）受太陽熱的蒸發而化作蒸汽，但是這些目不能見的水蒸氣上昇到上層空氣中，遇冷凝結而成微細水粒，是爲雲，若水粒到達相當大小，受地心引力（Gravity）的

吸引而降下，是爲雨。這是一種非常純粹的水。不過水的溶解能力大，能溶解各種各樣的物質<sup>②</sup>，所以當雨點下降時，空氣中各種氣體如氧、氮、二氧化碳等，多少被雨點所溶解，溶解量的多少，隨氣體而異，氧比氮容易溶解些<sup>③</sup>。空氣中的微塵和有機物也被雨點帶下。當雨點降到地面時，土壤和岩石中能溶解於水的物質，一部分被水溶解。故地面上不能找到純粹的水。若水中含有二氧化碳（由空氣或由土壤中得來），則水能溶解碳酸鹽（Carbonates），最普通的碳酸鹽爲石灰石（Lime stone），它是不溶於純粹水中的。因爲含二氧化碳的水能使碳酸鹽變爲酸性碳酸鹽（Bicarbonates），後者是能溶解的。

天然水可分爲雨水、泉水、河水、井水和海水。

**雨水** 用瓦器收集的雨水，幾不含絲毫固體溶解物。水中所溶解的完全是從空氣中得來的物質，這是它尙未達到地面前所溶解的。故雨水是天然水中最純潔的水。

**泉水** 它所含的物質隨所在地而異，砂地或花崗石和無人居住地方的泉水，所含的礦物質甚少，而比較純潔。若水經過石灰石區域，則含甚多的固體物。簡明言之，泉水有含酸性碳酸鈣的，硫酸鈣的，或食鹽的，或其他礦物的。

**河水** 河水是匯聚各溪流的水而成的，而各溪流所經過各地方的土質又不一樣，所以河水中所含的物質實在多不勝舉，並且沿河流各都市的污水和下水污物均流入河流中。所以在人口密集的工業區近旁的河流，幾變成天然的下水道了。總而言之，河水中所含的物質隨經過區域而異，而流經大都市的河流，其所溶解的物質更屬複雜，故不能取旁近都市的河水作自來水的來源。

**湖水** 它所含的物質也隨流入的河流或泉水而異，我國的大湖如洞庭、如鄱陽，其周圍無大工業都市，故其所溶解的多係礦物質。流入的河水中所夾帶的泥沙，因湖水流動遲緩，多沉澱於湖中，故湖水澄清。我們乘輪船過城陵磯

或湖口，見長江水和湖水清濁不同，顏色互異；至於美國的大湖，其近旁多工業都市，湖水中多含下水污物和工業上的廢物；他如死海（Dead sea），因無出口之故，水中所含的礦物日益增加，含食鹽達百分之二十。

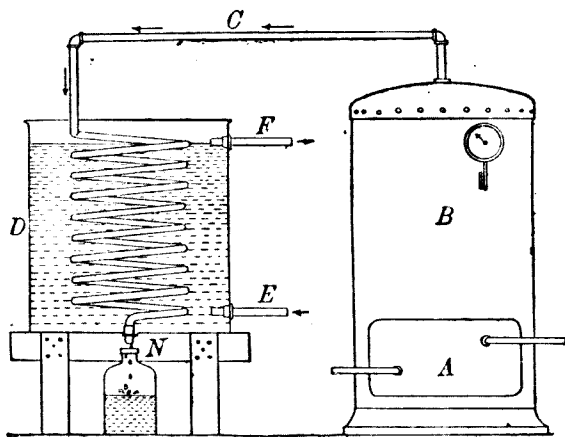
**井水** 它所含的物質種類甚多，深井的水比較純潔，淺井或人屋附近的井，因有人畜的排洩物和其他污水滲入，惡濁不宜作飲料。深井的上層多用水泥壘砌，以防止地面污水流入。

**海水** 海水<sup>三</sup>又稱鹹水，因河流中所含的可溶物質，最後均流入海中，而海面不斷地蒸發，這樣把純水化爲蒸汽，蒸汽凝結爲雨，落在地面，會聚成河而再流入海內，這時又帶來許多溶解的礦物質。海水中所含的礦物質似乎是與日俱增，實際並不這樣，因爲海水的組成並無多大變化。此乃由于海水中的動植物吸收這些溶解的礦物質當作食料。

### 水和日常生活的關係

(一)軟水 前面已把各種天然水說過了，現在略談水對於我們日常生活的關係：

沒有含着礦物質的水稱為軟水 (Soft water)，它的特性是容易溶解肥皂而不生成浮渣，若震盪這肥皂水，就生出許多泡沫。少許肥皂即能在軟水中發生泡沫。天然的軟水是雨水（未曾和地面接觸的）而人工所製的軟水是蒸餾水。如圖七，A為火爐，B罐的水受熱汽化，但水中溶解的礦物質是不揮發的，仍存於B內，這種純粹的水蒸氣經冷凝器（器為圓形，中為蛇管



圖七 蒸餾的水

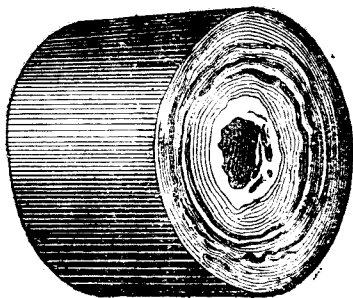
C, 由B發生的蒸汽經此而至出口N, 蛇管C周圍有冷水流循環流通, C中蒸汽於以冷卻, 而凝成水流出(凝結後以器盛之)。

(二)硬水 天然水中溶解的物質, 隨地而異, 最普通的物質是鈉、鈣、鎂、鋁、鋰和鉀的化合物, 如氯化物(食鹽是氯化鈉 Sodium Chloride) 矽酸鹽(Silicates)、硫酸鹽(Sulphates)、碳酸鹽(石灰石是碳酸鈣)、酸性碳酸鹽和硼酸鹽(Borates)含有鑷物質的水不易使肥皂水起泡, 同時並生成浮渣, 稱為硬水(Hard water)。硬水又因所溶解的物質不同而分為永久硬水(Permanent hard water)和暫時硬水(Temporary hard water)。前者所溶解的物質是能溶於純潔水的; 後者所溶的物質, 須水內預含有二氧化碳才能溶解。在前面曾經說過水中如溶解有二氧化碳, 則不溶於水的碳酸鹽會變成酸性碳酸鹽而溶解。不過這種水如被煮沸, 二氧化碳被逐出, 這時水中因無二氧化碳的存在, 不能溶解碳酸鹽了, 所以碳酸鹽沉澱出來, 故將硬水者沸可以除去一部分的溶

解礦物，其結果可以減少水的硬度（Hardness），用久了的煮水器具，內面附着一層堅硬的垢，圖八就是熱水管內的垢（碳酸鈣），如汽鍋（Boiler）中生成了這樣的鍋垢，則熱不容易傳到水中，而致燃料虛耗；熱水管中有了這層垢則水流不暢甚至閉塞。

### 除去硬水的方法 煮沸固為一種除硬的方法

方法，但其缺點有三：一、祇能除去一部分硬度，如硬水中不含碳酸鹽，煮沸也不能除去；二、除去的碳酸鹽沉積於煮沸器內，甚感不便；三、家常用水不能盡用煮沸的。自來水所採用的除去暫時硬水方法（克拉克法 Clark's process），係加石灰於蓄水池內，俾石灰水和二氧化碳化合而成碳酸鈣的沉澱（參照一二頁），這樣除去二氧化碳後，可溶性的酸性碳酸鈣變成不溶碳酸鈣了。

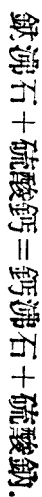


圖八 熱水管中的垢

### 除去永久硬水的方法

在家庭中常用蘇打（化學名稱爲碳酸鈉 Sodium carbonate）作軟化硬水之用。設硬水中所含的礦物質是可溶的硫酸鈣（Calcium sulphate），它遇到蘇打後即變成碳酸鈣而沉澱除去；蘇打則成爲硫酸鈉仍溶於水中。我們知道凡水中含有鈉鹽（硫酸鈉也是鈉鹽的一種），不致成爲硬水，這種水煮沸時不結垢於煮沸器內，也不致防止肥皂的起泡。

近年間所用的軟化水的方法是潑謬提法（Permutit process），用一種屬於沸石<sup>[五]</sup>（Zeolites）的礦物質，它所含的鈉鹽（鈉沸石）和硬水中的鈣鹽、鎂鹽（例如硫酸鈣和硫酸鎂）起作用，使後者變爲沸石而沉澱，水中僅含無害的鈉鹽（硫酸鈉）即

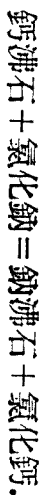


（硬水）   （沉澱）   （溶解於水）

硬水的軟化裝置如圖九，若其中鈉沸石用盡，可加入食鹽（氯化鈉）的



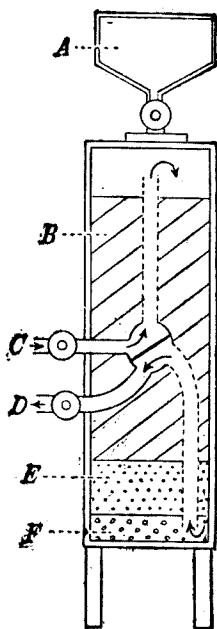
濃液，令鈣沸石再變成鈉沸石，即



所成的氯化鈣可以洗去。

這樣，祇要加入價廉的食鹽水就可再生鈉沸石。所以一次加入適量的沸石，就可用好幾個月。並且大如工業上，小如家庭中均可用這法，以軟化硬水。

為甚麼要軟化硬水 硬水不僅使汽鍋生鍋垢，不容易使肥皂起沫，染坊、製紙、製革、紡織、繅絲等工業都需要軟水，並且硬水對於癱麻質斯病 (Rheuma-



圖九 硬水軟化

A 食鹽水槽 B 滲提  
C 硬水入口 D 軟水出口  
E 砂 F 礫

tics) 患者有害，大規模的軟化法當然比小規模的來得經濟些，有人會懷疑自來水廠爲何不設法把硬水軟化。這也有理由的。自來水的管子有鉛製的，因水中不免溶解有空氣，而空氣中的氧和鉛作用而生成氧化鉛，它雖不溶於水中，但水中如含有些微的二氧化碳，而令水帶酸性，則氧化鉛就會溶解了。飲料中的鉛對於人體的毒害並不馬上發生受毒的徵狀，因爲鉛是一種積聚性毒物 (Accumulative poison)。微量的鉛固無害於身體，而漸聚漸多，則能爲害。如含有硫酸、碳酸、磷酸鹽、或氯化物，鉛的溶解度可以減少。例如水中含有酸性碳酸鈣，則作用鉛，令成碳酸鉛的薄層於管的內部，如水中無二氧化碳，這碳酸鉛是不溶解的，所以我們可以說軟水能作用鉛，而硬水不能。若發見自來水具有作用鉛管的性質，必須設法除去遊離的酸，而令它帶適當的硬度，例如從石灰石層濾過。

### 水的清潔法

前已述及，蒸餾所得的水頗爲純粹，但這種水實不能供日

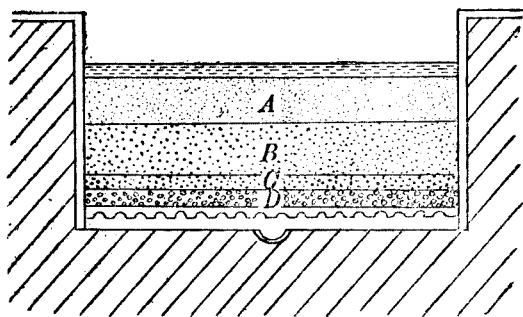
常應用。因蒸餾水的價格太貴，並且水中含有的礦物質有時於衛生上亦有裨益，例如含鈣鹽的水於成長中的小兒實屬需要，蓋骨骼成長時需鈣甚多。含硫的水能醫皮膚病，而含其他礦物質的水亦有它的特殊用途。總之，飲料或作其他用途的水均可含適當的礦物質，而蒸餾水並不見得是於衛生有益的。

不過用水中，必須無微生物或病菌的存在，大都市的自來水，須先在蓄水池中將水中的微生物除去，方可配送於用戶。除去的方法約分數步驟進行。(a)由水源引水入蓄水池後，第一步須澄清，令水中的泥砂和其他浮揚物沉於池底。自然的澄清需時太久，如加入明礬或硫酸鋁，令其與水中所含的鹽類作用，作成氫氧化鋁 (Aluminium hydroxide) 的膠狀沉澱物，而迅速將微細的浮揚物挾帶下沉。(b)其次用細砂、粗砂、細砂礫、大砂礫和有孔物如瓦或木炭等分作數層，以濾過水。這時殘餘的浮揚物和微生物大部分留存於這濾池中。(c)若水中尚含有有害的微生物，則須用化學的方法消毒。所用的消毒劑如氯、漂白粉（它

能發出氯)，或臭氧  $O_3$  (Ozone) 經過這種消毒後，微菌當已無存，而可應用了。小城市的自來水或水源，並未作澈底的消毒處理的，則唯一有效的方法，為將水煮沸，以殺死有害的微菌。有效的檢驗水的方法當為微菌檢查，但用化學的方法檢出水的是否有氨或硝酸的存在，亦是一種簡便方法。如水中含有氨或硝酸，則為水曾和腐敗的有機物相接觸的明證，而當知特別注意了。

水是化合物 水和空氣一樣，它的組

成是一定的，無論把何處得來的水用化學的方法去分析，所得的組成是相同的，隨而水的一切性質也相同的。古時以為水是一種元素，現在我們知道通

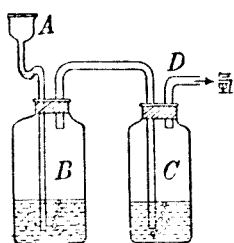


過 濾 的 水 十 圖

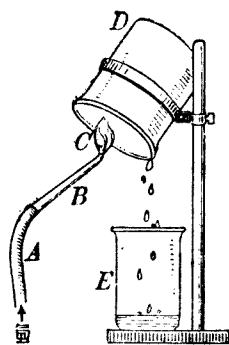
水蒸氣於赤熱的鐵，鐵變了顏色，而發生一種無色無臭質量甚輕的可燃氣體，名爲氫氣(Hydrogen)，但是這種氫氣可由溶解鋅(Zinc)於稀酸(硫酸或鹽酸)中得之，如圖十一的裝置A爲漏斗，B瓶中盛稀硫酸和鋅，發出的氫含有水蒸氣，故用C瓶盛濃硫酸，氫通過其中，水蒸氣被吸收，氫由D嘴出來時乾燥無潮溼。這樣製出的氫散在空氣中燃燒時，發生幾無色的火燄，但溫度甚高。把一冷的玻璃鐘罩

在火燄上，如圖十二所示，鐘上始有水霧，後即有水滴下。這可證明氫燃燒後又變爲水。

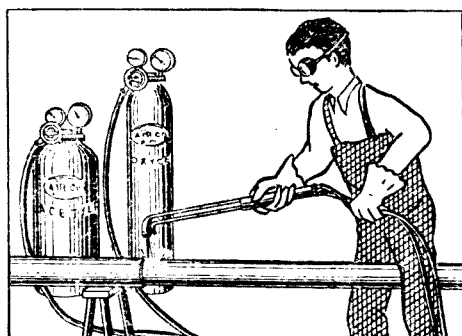
若是把電通入有稀酸溶解的水中，而用白金片(E)作電極時，則兩極上



生發的氫 一十圖



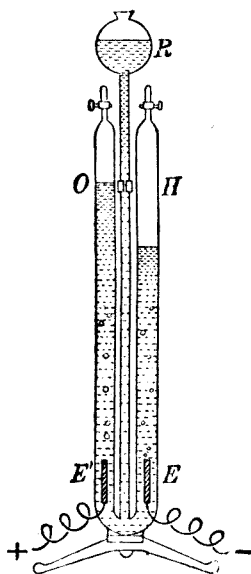
燃燒的氫 二十圖



乙炔氣機 四十圖

有氣泡發生，好像水在沸騰似的。但是發生的氣體不是水蒸氣，而是一種甚輕的可

燃氣體在陰極（-）發生，另一種助燃的氣體在陽極（+）發生。前者就是氫，後者就是空氣中的氧。我們把水蒸氣通過赤熱的鐵上祇能得到氫，而不能到氧，是因水中的氧已和鐵化合，而成了氧化鐵了。這個實驗稱為水的電解，即通電於水中， $H_2O$  水即分解為氧和氫，兩者的量為氫二份和氧一份（體積）。氫在空氣燃



水的電解 三十圖

燒而能成水，乃是氫和空氣中的氧化合的結果。若燃燒時氫和氧的體積恰爲二和一之比，<sup>[5]</sup>則火燄溫度非常高，利用這氫氧火燄的高溫可以銲接金屬或溶解金屬。因氫價格較貴，故工業上用乙炔 (Acetylene) <sup>[10]</sup> 代氫，也能得到高溫火燄。

由水中取得的氫爲已知氣體中的最輕者，飛艇中的氣囊係用氫充滿，因比同體積的空氣輕，故能浮於空中不致落下。但氫爲可燃氣體，飛艇的失事多由於氫的燃燒。近來有用氮代氫的，雖可免除爆炸危險，但氮較氫重，浮力小，因之氣囊的體積不能不增大，製造上和駕駛上不免有困難處（參照十七頁）。

**水的特性** 水能溶解多數物質且分佈最廣，日常用它作爲溶劑，它的汽化熱 (Heat of vaporization) 一克的液體物質變爲同溫度的一克氣體所需的熱，稱爲汽化熱，很大，所以地面上的水不致因受太陽的熱，而急速全變爲蒸汽。又水的凝固熱 (Heat of fusion) 一克的水變爲一克的冰所發散的

熱，稱爲凝固熱）也大，所以溫度降低時，水不致即刻變爲冰。

物體大都熱漲冷縮，水當然也是這樣，不過水溫達到攝氏四度（ $4^{\circ}\text{C}$ ）後，如溫度降低，水的體積反而膨脹，如溫度升高，體積也膨脹，所以四度的水體積最小，因之密度最大。水池中的水，其表面溫度受空氣溫度的變化，而或昇或降。若氣溫（空氣溫度）漸低，水表面的溫度也降低，低溫的水因密度大而降到池底，池底的水（溫度較高）因而上昇以補其缺。及到池底的水溫達到四度，雖池水表面的溫度繼續降低，因密度反而減少，故不再降到池底，直到表面的水凝結成冰，池底的水尙保持四度的溫度。因爲水有這特性，所以水的結冰係從表面結起，水底的魚類因此得以保全生命。

在冬季，自來水管例用稻草包裹，以免管內水結冰，而破裂水管。還有花瓶中的水凝結時，常把瓶子炸破。在岩石中如有水存積，則水結冰時的膨脹力常致岩石破裂。



一般純粹物質的沸點較不純粹時爲低，沸水中加少許食鹽，水即不沸，這稱爲沸點的上昇。但純粹物質的凝固點較不純粹時爲高，水的凝固點是零度，但食鹽水的凝固點在零度以下，故海水比河水不容易結冰。雪和冰混合可得到負二二度的低溫。冰忌淋 (Ice cream) 是牛乳、雞蛋、菓子露和糖的混合物，非在零度以下不能凝結，所以製造冰忌淋者，利用冰和食鹽混合以得到甚低溫度，用以凝結冰忌淋。

以前華 (Fahrenheit) 氏常以冰和氯化銨 (Ammonium chloride) 相混合，而得到甚低的溫度。華氏以爲這是實驗室中所能達到的最低的溫度，所以把它定爲他的溫度計「二」的零度。但現在我們所達到的低溫是負二七二·六度，比較華氏所得的低溫，未免小巫見大巫了。

註 「一」用水沐浴或洗衣服，是因爲水能溶解衣服或身體的穢黷物的原故。「二」溶解於水的空氣，含氧多些，這也可證明空氣不是化合物而是混合物。「三」最初的海水也許是淡水，現在的

海水中平均溶解有三·五%的固體物，其中的四分之一是食鹽。〔四〕水的溫度上昇，則溶解氣體的量減少，但固體的溶解量隨溫度上昇而增加。〔五〕沸石中含有矽土(Silica)礬土(Alumina)水和鈉的氧化物，現在已有人造沸石出售，作用和天然礦產物相同。〔六〕參閱第四一頁。〔七〕自重氫元素發見後，水可分重水和常水，它們的物理和化學性質有相異處，請參照新中華三卷八至十號重氫和重水。〔八〕純水是不良導體，所以滴數點酸液於水中，使電容易通過。〔九〕用一種名爲氫氧吹管(Oxygen blowpipe)的特殊裝置，吹管爲兩同心管所成，外管的體積恰大於內管的一倍，令氫經外管，氧經內管流出，到管嘴適相遇，燃燒時兩氣體的體積恰爲2:1，因而氣溫最高。〔一〇〕俗稱電石氣，由加水於水月電石(學名碳化鈣 Calcium carbide)即得，人力車前之燈，有用此氣作燃料的，火焰非常光亮，並能自由節制大小，詳見第四章。〔一一〕即稱爲華氏溫度計，水的冰點爲華氏三十二度(攝氏溫度計爲零度)，水的沸點爲三十二度(攝氏爲一〇〇度)，因爲它的分度法比攝氏小些，攝氏一度等華氏五分之九度，又因冬天用華氏溫度計測氣溫時，甚少有零度以下的溫度，故家庭中多喜用它。

## 問題

- 一 怎樣知道水是動植物所必需的物質？
- 二 試述硬水的生成。
- 三 怎樣把硬水軟化？
- 四 如何決定水的組成？
- 五 水有何特性，對於生物界有何關係？
- 六 爲甚麼溼衣能夠乾？
- 七 夏季的水中所含空氣比冬季的水還是多些或少些？試說明理由。
- 八 水的清潔法如何？

## 第四章 碳和燃料

碳 用白磁器放在燭的火燄上，不久就有一層煤煙(Lamp black)積聚在磁器上，這種煤煙也是元素的一種，名爲碳(Carbon)。煙突中或竈中也常有煤煙的積聚，這因爲蠟燭和木材等燃料中含有碳。在空氣供給充分時，所有的碳都和空氣中的氧化合而成二氧化碳，否則，一部分的碳因無氧和它化合，而成爲微小顆粒的煙散布出來，積聚而爲煤煙。煤煙的用途甚多，如製造墨、墨水、鞣油及其他黑色塗料。

碳素廣布於生物界中，它和許多元素化合而成碳的化合物，現在我們已經知道的約有二十萬種，所以在化學中別立一部門稱爲有機化學(Organic chemistry)，以研究碳的化合物。在名義上或許以爲碳的化合物都是有機物，其實多數的碳化合物是實驗室中人工製成，而並無生命的。不過生物機構中

都含有碳而已

自然狀態（未和他元素化合）的碳素有二種形態，一爲結晶形如金鋼鑽（Diamond）和石墨，一爲無定形如煤烟等。我們或者奇怪堅硬閃爍的金鋼鑽會和煤烟、石墨同屬於一種元素，但把同重量的金鋼鑽和石墨燃燒，所得二氧化碳的量完全相等，由這可以證明它們同是碳了。凡是同屬於一元素而具不同物理性質的物體稱爲同素體 [1] (Allotrope)，有毒且易燃燒的白磷和無毒不易着火的紅磷是同素體，硫黃華（粉）和菱形硫也是同素體。氧也有一種同素體名喚臭氧， $O_3$ 除金鋼鑽和石墨外，還有木炭也差不多是純粹的碳素，它的形態和金鋼鑽等不同，以前認爲它是碳的第三種同素體，但它的原子間構造和石墨相同，所以碳祇有二種同素體。

在前世紀末法國化學家摩亞桑 (Moissan) 用白糖、木炭和鐵熔融於  $3000^{\circ}$  度的電爐中，而後將這熔融物傾於  $2500^{\circ}$  度的液體鉛內以冷却

之凝固後將鐵溶去，而得少許石墨和小粒的結晶物；後者初疑爲金鋼鑽，但據最近的研究，已證明非是。

石墨用以製造鉛筆、滑劑 (Lubricant)、耐熱坩堝等。金鋼鑽爲寶貴的裝飾品，因其是已知各物體中的最堅硬者，故黑色或灰黑色的金鋼鑽不能用作裝飾品的，則爲琢磨或切斷物體之用。

尙有其他形狀的碳素各有其商業上用途，後當述及。

**燃料的種類** 燃料 (Fuels) 可分爲 (a) 固體燃料如木材、木材的變成物

——煤，及碳化燃料——焦炭、木炭等。(b) 液體燃料如石油、酒精等。(c) 氣體燃料如天然氣體；破壞蒸餾所得的氣體；固體、液體或其他氣體不完全燃燒時所得的氣體。

**固體燃料** 普通燃料均爲植物或其他變成物，故構成燃料的基本物爲纖維素 (Cellulose)，即含有碳、氫、氧元素，而碳、氫均係可燃；有時亦含有氮和無

機物，而生成灰分木材和木炭質鬆多孔，故其內部含有空氣，因此，易於着火燃燒。

木材爲三種物質所構成，即纖維素或木材纖維、木質（Lignin）及樹脂。

木材所含的水分，和燃燒的關係很大，因濕木材燃燒時，一部分的熱量消耗於驅除水分之用，頗不經濟。斬伐木材的季節以秋冬爲佳，因這時的樹木含水量最少。樹的年齡，軟木以二〇—三〇年的，硬木以五〇—一〇〇年的爲宜，幼樹含水量較多，樹枝又較樹身爲多。

樹木所含水分，隨樹的種類而異，柳樹約含水二六%，樅約三五%，榆四五%，白楊五〇%。風乾二年的木材中常含二〇%的水，而烘乾的木材則因烘乾時間的長短和烘爐溫度的高低不同，所含水分約五—一五%。

木材燃燒後的灰分隨樹的種類和年齡而異，例如柳的灰分約二%，樅約一·五%，樺約〇·七五%。灰分中的主要成分爲鈉、鉀、鈣和鎂的碳酸鹽，和微

量的硫酸、磷酸及矽酸鹽。

木材浮在水面，並不是木材的密度比水小，而是因為木材的組織疏鬆，內部有許多空隙含有空氣的緣故。若是把木材放在沸水煮沸若干時，內部空氣被驅出，木材會沉在水中。

木炭 熱木材於空氣供給不充分的爐中，則木材中的揮發質 (Volatile constituents) 便被驅出，纖維素分解而為水和碳，因空氣不充分，故碳遺留下來而成木炭。[巴]用一玻璃管（通常稱作試驗管），盛木屑少許，用穿有小孔的木塞塞着管口，放在酒精燈上強熱之，管中的木屑發出水蒸氣和可燃氣體等後，即變焦而成木炭。

在不產石炭的地方，木炭是主要燃料。木炭的製造在我國很是普遍，不過大都襲用數千年遺下來的舊法，祇知燒窯取炭，而不知收取製造木炭時的副產物，因揮發質中有可燃的氣體也能作燃料，木精 (Wood spirit) 亦稱甲醇



(Methyl alcohol) 醋酸等都是有用和價值貴的物質，還有舊式的窯不容易節制流入的空氣，所以一部分的木材被燃燒掉了。如運行適宜，每一〇〇仟克的木材可得二五仟克的木炭。

木炭的性質隨木材的種類和製造時的溫度而異，溫度高則成品堅實而難燃耐燒。木炭具有無數孔隙，能吸着水中的浮揚物和微生物，濾水池中常用之。又因能吸收氣體和臭氣，所以歐戰中用它吸收毒氣。據實驗知道由椰子殼得來的木炭，吸收氣體的本領最大，毒氣戰所用的防毒面罩 (Helmet) 內盛有椰子殼所成的木炭，它能吸收很多種的毒氣，空氣經過這木炭層濾過後，所含的毒氣多被吸收，但液狀或固體狀的微粒不能被它吸着，所以毒氣中的芥子氣 (Mustard gas) 便不能僅用炭濾的防禦，而須用其他防毒方法。

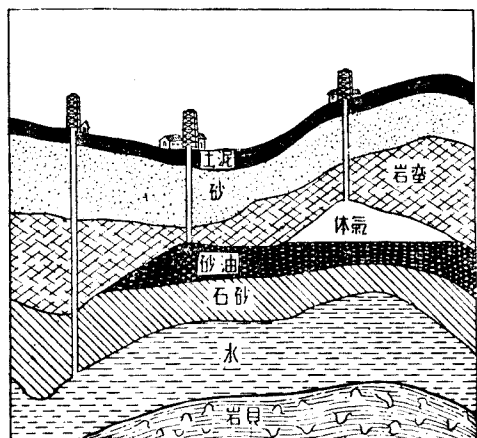
石炭 石炭可分為有烟炭和無烟炭。前者所含的碳，大部分和氫、氧、氮及硫化合；後者幾為純粹的碳。石炭除作燃料外，還有其他用途，後當述及。



防 毒 面 罩 五 十 圖

液體燃料 液體燃料 (Liquid Fuels) 中當以石油和酒精爲重要。

石油的成因，尙無明確的解說，有的說是由於動植物的分解而成，有的說是由於金屬的碳化物 (Metallic carbides) 和水作用而成。它是天然存在於地殼之內，從石炭紀 (Carboniferous age) 的油頁岩 (Shale) 中亦可提煉少量，其法：熱頁岩於無空氣處，所含石油成蒸汽發出，捕集冷却之即得。天然存在的石油多和許多天然可燃氣體共同存在，當穿井到達油層時，石油受這氣體的壓力作用即行湧出地面，但這壓力並非永續的，所以壓力消滅後，須用唧筒方能把油抽出。



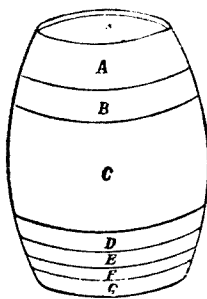
油石 六十圖

原油是一種有粘性的液體，顏色灰黃或黑，爲碳和氫兩種元素所成，名爲碳化氫（Hydrocarbon）的化合物。但是這兩元素能够以種種比率結合而成數千種化合物，所以石油含有的碳化氫的種類隨出產地而各不相同，每種原油中總含有好幾百種的碳化氫。這種化合物中最簡單的爲一個碳原子和四個氫原子所成的沼氣（Marsh gas）在化學上稱爲甲烷（Methane）；二個碳原子和六個氫原子所成的氣體稱爲乙烷（Ethane）；順次每增加一個碳原子，氫原子增加二個，<sup>六</sup>含碳原子愈多，沸點愈高。故蒸餾原油時，沸點低的碳化氫先蒸發出來，在九九度蒸餾時所得的石油含庚烷（Heptane，沸點九九度），己烷（Hexane，沸點七一度）以下的碳化氫，特稱爲汽油（Gasoline），汽車、飛機等內燃機（Internal combustion engine）用它作燃料。蒸餾的溫度再高一些，則石腦油（Naphtha）揮發油（Benzine）蒸餾出來，溫度昇到一五〇—三〇〇度，則得燈油（Kerosene），它含有癸烷（Decane）至十六烷（Hexadecane），殘餘未蒸發

的尚有機械油 (Lubricating oil) 和白蠟 (Paraffin wax) 等可作蠟燭，製造電的絕緣體 (Insulator) 和凡士林 (Vaseline)。

石油的精製當然沒有這樣的簡單，例如燈油中的硫黃和不必要的碳化氫也要設法除去。

據地質學家的估計，石油的藏量不多，照目前的消耗情形，不出百年就要完全用盡。我國的石油產量幾等於零，一切均仰給於外國，國內市場初為英美所霸佔，近年俄油大量輸入，三國協商瓜分我國市場，本年日本亦思染指，但是它本國產量不多，恐非三國的敵手。不過國內公路日益發達，航空事業也正在推進，石油的消耗有增無減，長久依賴輸入，非但金錢外溢，並且國防也無由鞏固，這是目前我國應當注意的一個問題。



圖七 原油蒸餾的結晶

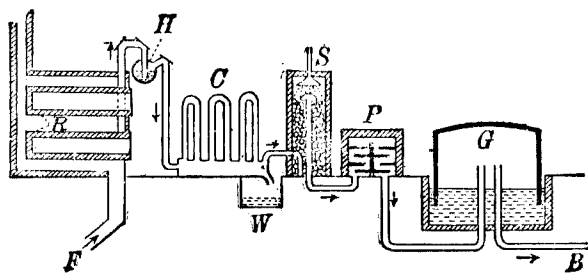
A 汽油 二·三 %  
 B 燈油 一·三 %  
 C 燃料油 四·四 %  
 D 機械油 五·五 %  
 E 其他油 七·五 %  
 F 柏油 二·三 %  
 G 損失 三·九 %

木精是木材的破壞蒸餾時所得的副產物。薯糖、小麥醱酵時即得酒精，在化學上稱爲乙醇 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (Ethyl alcohol)。用作燃料的乙醇通常滲入木精，使不適於作飲料。木精和酒精均容易着火，火燄溫度很高，無烟，故爲清潔的燃料。但因價貴故用途不廣，然製造原料的供給無限，且能由合成方法 (Synthetic method) 製造。合成木精時，是以一氧化碳和氫作原料，把它們混合（體積爲一比二），於五〇到二〇〇氣壓下通入二〇〇至二五〇度的催化室中，催化劑爲鐵或鋅的細粉，也許將來能夠減低成本，使酒精成爲普遍的燃料。

**氣體燃料** 當石炭經破壞蒸餾時，揮發質被排出，它的一部分凝成煤膠液和氨液，不凝結的部分即稱爲煤氣 (Coal gas)。一七九二年瓦特 (Watt) 的助手茂多克 (Murdoch) 開始製造煤氣，到一七九八年即設廠製造。其初並不爲人們所歡迎，至一八一二年倫敦，一八一五年巴黎方有煤氣的採用。

煤氣的製法如圖十八，強熱石炭（採用瀝青炭）置於密閉的蒸餾器R

(Retort) 中，器爲耐火粘土所製，通常以數個連在一起，每個可盛煤三〇〇磅左右。器中因熱而排出的氣體初經直立的管中，繼彎曲而至水力管 (Hydraulic main) H，管中盛有水，氣體經過水中時，氨 (Ammonia) 和煤膠多數留遺其中，在凝結管 (Condenser) 中再除去一部分，殘餘的氨和其他不純物於經過掃除器 S [7] (Scrubber) 時即行除去。此外尚有硫黃和有毒的氰化物 (Cyanides) 則在清潔器 P (Purifier) 中，由鐵的氧化物和消石灰等除去，而將所得純潔的煤氣儲於煤氣器 (Gas holder) 中，用管 B 送於用戶。



圖乾的炭石 八十圖

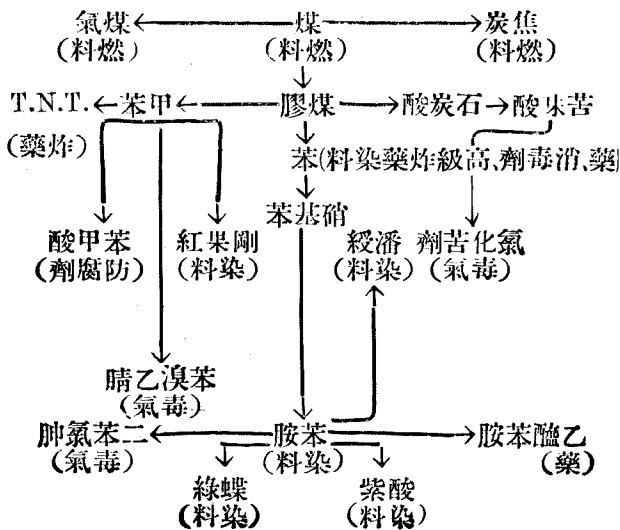
一噸的煤約得一二、〇〇〇立方呎的煤氣，它的組成當然隨原料和蒸餾的方法而異；但一般的煤氣約含氫四六%、甲烷三四%、一氧化碳八%、乙炔及苯族碳化氫五%，此外爲氮、二氧化碳和氧等不純物。氫、甲烷和一氧化碳是供給熱量的成分，而乙炔等爲發光的原因。現在有煤氣製造的都市，大抵電燈頗發達，少有用煤氣燈作照明的；即有之，亦用特製的紗罩（Mentle）覆於煤氣火燄上，以得高溫而發白光，所以煤氣中不需摻入可以發光的氣體。

製造煤氣時的重要副產物，如焦炭業經述及，氮亦爲重要的副產物，此外煤膠（Tar）尤爲最有價值，茲將副產物列表於下：（見五三頁）

**水煤氣** 在第三章中曾經說過水的成分是氧和氫兩種元素成的。若通水蒸氣於高溫度的石炭上，則水中的氧和石炭化合成一氧化碳，氫游離而出。因爲一氧化碳和氫都是無色無臭的可燃氣體，燃燒時發生的熱甚多，所以可作一種很好的氣體燃料，稱爲水煤氣（Water gas）。不過火燄無光，若是用

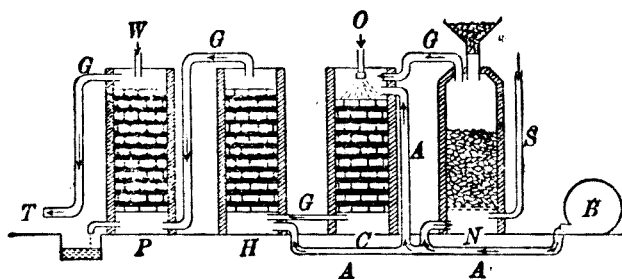


## 〔九〕物產的時炭石餾蒸



它作照明時，還要摻入些碳化氫。圖十九是水煤氣發生爐的裝置。N 是水煤氣發生爐 (Generator)，爐中的焦炭或石炭燃燒正盛時，由 S 管通入水蒸氣，所成的水煤氣，由此而到鐵製和合器 (Carburator) C 中，器溫甚高，石油由 O 淋下時，即成油的蒸汽，這些混合氣體通入過熱器 (Superheater) H 時，油蒸汽分解而成氣體。[10] P 為掃除器，W 是水的入口用以吸收不純物的。所成的水煤氣經 G、T 而到水煤氣儲藏器。

當水蒸氣通入數分鐘後，發生爐中的溫度降低太多，必須中止水蒸氣的通入，而由風箱 B 送入空氣，這時的 C 和 H 也須加熱。



生發的氣煤 九十圖

一氧化碳是一種非常有毒的氣體，因它毫無臭及色，所以中毒前不及察覺，故氣體燃料中如含有這種毒氣，通常摻入些許乙炔氣體，它是具有臭氣的。如氣管有漏氣，則易察出，不致損害人命或成火災。

**燃料的熱量** 燃料的優劣是以它發出的熱量多少而定。工業上常用一磅水升高華氏一度時所需的熱量作熱量的單位，用 B. T. U. 表之。下表是各種燃料每磅所發出的熱量，氣體燃料的下端數字，是指每立方呎所發的熱量。

木	八、〇〇〇—九、〇〇〇	原石油	一八、〇〇〇
木炭	一四、五〇〇	石蠟	一八、〇〇〇—一九、〇〇〇
瀝青炭	一三、〇〇〇—一六、〇〇〇	木精	九、五〇〇
無烟炭	一三、五〇〇—一五、五〇〇	石油	一八、〇〇〇
焦炭	一三、〇〇〇	酒精	九〇%
褐炭	一一、〇〇〇	純	一一、五〇〇
			一二、九〇〇

煤氣

一七、〇〇〇—一九、〇〇〇

五〇〇—六〇〇

水煤氣

七、九〇〇

三〇〇

發生爐氣體 (Producer Gas)

九七〇

六〇

註

〔一〕雖同為一種元素，但元素的原子間構造方式不同，所以外觀迥異。〔二〕雷雨時，常發生硫黃氣味，就因空氣中的氧，經放電作用而變成臭氧了。照化學上的說法，通常氧的分子是兩個原子組合而成，而臭氧則為三個原子組合而成。起電機放電時也有臭氧發生。〔三〕電爐發明者。〔四〕揮發質是由於木材的分解而成者，近今製造木炭時不令空氣入爐內，這方法稱為破壞蒸餾。〔五〕鑛坑中發生毒氣時，鑛工亦要戴着防毒面罩，才能保全生命。〔六〕碳氫兩元素的比例可用下式表示  $C_n H_{2n+2}$ ，命名的方法以含一碳的為甲烷，二碳的為乙烷，七碳的為庚烷，十以上則用數字表示，如二十八烷。若兩元素的比例為  $C_n H_{2n}$ ，則稱為烯，命名法同上。還有以  $C_n H_{2n-2}$  而結合的稱為炔，命名法亦同上。〔七〕酒精（醇）種類甚多，化學上以含一個碳原子的為甲，二個碳原子為乙，以下類推。〔八〕內盛骸炭，器頂有水淋下。〔九〕T.N.T. (Tri-

troloene) 三硝基甲苯 甲苯 (Toluene) 石炭酸 (Carbolic acid) 苦味酸 (Tic ic acid) 苯甲酸 (Benzoic acid) 剛果紅 (Congo red) 潘綬 (T onceau) 氯化苦劑 (Ch ozpicrin) 苯溴乙腈 (Brombenzyleanide) 硝基苯 (Nitrobenzene) 二苯氯胍 (Diphenylchlorarsine) 苯胺 (Aniline) 乙醯苯胺 (Acetanilide) [10] 石油在高溫分解所成的氣體，冷卻後不復凝結成油。

## 問題

- 一 甚麼是燃料？
- 二 我們怎樣知道燃料中含着碳元素？
- 三 破壞蒸餾是甚麼？
- 四 怎樣知道金鋼鑽是碳？
- 五 黑金鋼鑽有何用途？
- 六 碳化氫是甚麼？
- 七 木炭的用途？

八 水煤氣的製法。

九 煤氣的製法。

一〇 煤膠有何用途？

一一 乙炔的性質和用途是甚麼？

一二 地球內的石油用盡後，照目前的狀況有何種燃料能代替它？

## 第五章 玻璃和肥皂

**玻璃的製法** 碳酸鈉(蘇打)的主要用途是製造玻璃,但玻璃中並不含有碳。在化學上說起來,玻璃是好幾種矽酸鹽(Silicates)的混合物,但是純粹的矽酸鹽是不能製成玻璃的,例如砂和碳酸鈉熱溶後所得的矽酸鈉爲米糖狀物,稱爲水玻璃(Water glass),它能溶解於水,其用途爲塗於蛋殼以便儲藏,膠接物體,有時用作劣等肥皂的原料。但是矽酸鈉和矽酸鈣的混合物則成爲一種價廉的玻璃,稱爲蘇打石灰玻璃(Soda-lime-glass)可作窗玻璃或製瓶之用。

把蘇打、石灰和砂用適當比例配合,而強熱至一四〇〇—一五〇〇度,經過相當時間後即得透明的熔融物,若各成分不含雜物,冷後成爲無色的玻璃。含在蘇打中的碳,化成二氧化碳逸出,如成分中含有鐵,則成品帶綠色,帶綠色

的玻璃瓶，是由原料的不純潔，若預加少許錳的氧化物，可以除去這綠色。

**玻璃的種類** 若以氧化鉛代替上面所用的石灰，所成的玻璃稱爲火石玻璃 (Flint glass)，它有高度的光澤，和強折射率 (Index of refraction)，可作裝飾或用以製玻璃器具如切花玻璃盃，因爲含有鉛，故甚重，膨脹係數大，置於熱水中易破，輕叩之，響聲如鐘。

若是碳酸鉀 (代替碳酸鈉)、石灰和砂混合熔解，所得的玻璃稱爲玻希米亞玻璃 (Bohemian glass) 或鉀玻璃，這種玻璃熔點很高，作化學器械的玻璃多屬這種。若一部分砂爲氧化硼 (Boric oxide) 所代替，所得成品的性質頗合於光學器械製造之用，但光學上所用的玻璃須無其他玻璃的缺點，而須無條紋、水泡及顏色；且折射率正確，故製造時必須充分注意。

含砂的玻璃中如含有鈉、鋁和其他金屬的微量，常用以製造實驗室用的玻璃器械和焙烤用器皿，這種玻璃在商業上稱爲 Pyrex，它能耐高溫且堅



厚耐用。

我國以前所用的眼鏡，多採用水晶，現在也有用水晶作透鏡的；化學實驗用的優良器械多係以石英為原料，成品能耐高溫，且因膨脹係數小，雖由高溫投入冷水中也不致破裂。

顏色玻璃是加入金屬的氧化物所成，加入氧化鈷成青色，鉻的化合物成綠色，紅寶石色玻璃是加了黃金，或氧化亞銅；用氧化亞銅時，玻璃中不能含有氧化劑 [Oxidizing agent]，以免把氧化亞銅氧化而成氧化銅，以致不能得到所須的顏色。玻璃中如有鐵存在，則帶綠色，加入些須的碳則成琥珀色。

玻璃對於通常的酸類 (Acids)、鹼基類 (Bases) 和鹽類 (Salts) 是不起化學作用的，且易於洗滌清潔，化學實驗所用的器具多是玻璃所製，就因這個緣故。不過遇着氫氟酸 (Hydrofluoric acid) 即被侵蝕而失却其透明性。玻璃量筒上的刻度或玻璃板上的字，就是利用氫氟酸的蒸汽和玻璃接觸時所

起的化學作用而刻上去的。其法：用石蠟塗在玻璃上，再用刀剔去石蠟以作成文字或圖樣，置玻璃於氫氟酸蒸汽的發生器<sup>三</sup>上，則石蠟所蓋着的部分不發生作用，其被剔去石蠟的部分則成不透明，此稱爲玻璃的腐刻術 (Etching)。

**肥皂的製法** 碳酸鈉製造工業的發達，因爲它能作製造肥皂原料的緣故。古時高爾人製造肥皂的原料是用草灰（含有碳酸鉀）、水和羊脂，所製的肥皂用作洗滌頭髮和醫藥用。羅馬人的製造肥皂似乎是專作清潔之用。當邦貝 (Pompeii) 發掘時，發見一設備完全的製皂工場。

到了十九世紀初葉，法人錫佛樓 (Chevreul) 發表油脂化學的研究，肥皂製造始成立爲一重要工業。我們知道動物脂肪和植物油，都是甘油的化合物和脂肪酸 (Fatty acids)，其重要的爲油酸 (Oleic acid)、硬脂酸 (Stearic acid)、軟脂酸 (Palmitic acid)。由脂肪和油類與稀硫酸共煮，或通入過熱的水蒸氣即可游離這些酸。無論用何種方法，脂肪和油都是爲水所分解，即

脂肪 + 水 = 脂肪酸 + 甘油。

這個作用稱爲水解作用 (Hydrolysis)。

若是加入苛性鈉或苛性鉀 (Caustic soda or Caustic potash) 則分解更易，這時所生成的不是脂肪酸，而是這些酸的鈉或鉀鹽。這種鹽就構成肥皂，所以用鹼 (Alkali) 去分解脂肪或油，稱爲皂化 (Saponification)，其實皂化是一種特殊水解。

以前製造肥皂的，是利用木頭燒的灰內所含的鹼；其實灰內是鈉、鉀的碳酸鹽，不能直接製造肥皂，而必須先加消石灰（石灰加水）於灰內，使碳酸鈉或鉀成爲苛性鈉或鉀；石灰成碳酸鈣的沉澱。不過木炭的供給有限，所以由食鹽（氯化鈉）製造碳酸鈉的工業發達後，肥皂製造的原料方能源源供給；現在由電解食鹽以製造苛性鈉的工業發達了，當然可以直接採用苛性鈉以製造肥皂了。

苛性鈉或鉀都可用以製皂，但所成的肥皂，外觀完全不同，用苛性鈉製的硬些，用苛性鉀製的軟些。

製皂所用的脂肪和油種類甚多，下表就是普通所用的脂肪和所含的酸：

脂 肪 或 油	酸
脂 肪 橄 欖 油 棕 櫚 油 棉 子 油 蓖 麻 子 油 椰 子 油	硬脂酸、軟脂酸、油酸 油酸、軟脂酸、十八烯(5, 8)酸 軟脂酸、油酸 油酸、十八烯(5, 8)酸、軟脂酸、硬脂酸 蓖麻子酸、硬脂酸 十四酸、十二酸、軟脂酸、油酸

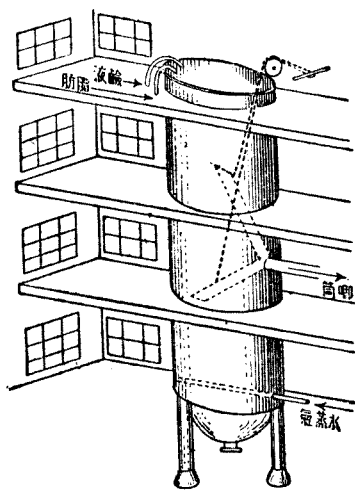
因為動物油多供給製造牛酪(Butter)代替品之用，所以動物油的供給發生

問題，好在由現在的化學進步，把許多從前以爲不適合作肥皂製造用的油類，轉變成固體脂肪，而供給肥皂製造者的需要了。

固體脂肪中所含的重要化合物是軟脂酸 (Palmitic acid) 和硬脂酸 (Stearic acid)，多數油類中含有甘油<sup>[E]</sup> (Glycerine) 和油酸所成的化合物。若是這樣的油藉着催化劑<sup>[C]</sup> (Catalysts) 的接觸，和氫起作用時，氫和油化合而成固體脂肪，這時油酸甘油 (Glyceryl oleate) 變爲硬脂酸甘油 (Glyceryl stearate)。油酸和油酸甘油稱爲不飽和化合物<sup>[U]</sup> (Unsaturated compound)，它們和氫結合而成飽和化合物 (Saturated compound) 在商業上所用的催化劑爲鎳 (Nickel) 粉。利用這種方法，以前認爲不適宜於製造肥皂的液體油類如亞麻仁油 (Linseed oil)、蓖麻子油 (Castor oil) 以及魚油 (Fish oil) 等，經氫飽和成固體脂肪後，均適合於肥皂的製造了。鯨魚油 (Whale oil) 因爲氣味不好，幾乎沒有多大用處，但經氫化 (Hydrogenation)，亦成無氣味的脂

肪。這種方法不僅用於肥皂製造，有時也用以製造牛酪代替品了。

製皂所用的原料並無一定，原料和成分的配合不同，肥皂的性質也因之而異。當熔融的脂肪和鹼（苛性鈉）液流入肥皂鍋內，和水蒸氣混合而煮沸，以起皂化作用。當作用完成，加入食鹽，令肥皂成凝乳狀物浮於液面而析出。液體不僅含有所加的食鹽，過剩的鹼和其他不純物質，並且含有由皂化所生成的甘油。實際上的處理方法隨肥皂的品質而異，有的把上述的凝乳狀物再和鹼液煮沸後，又用水煮沸以充分皂化脂肪和除去游離的鹼和不純物。當不純物充分除去後，肥皂注入框架中凝固乾燥，然後切成小



造製的皂肥 十二圖

塊。白色肥皂所用的原料是脂肪、棕櫚油、椰子油和硬化（即氫化）油。當然好肥皂要用好的原料，而次等肥皂採用價廉的脂肪，這等脂肪多帶臭氣，故須加入強烈香料如硝基苯（Nitrobenzene）。

製造家庭所用的黃色肥皂時，脂肪中混有松脂（Rosin）。松脂皂化後，也成肥皂，不過這種肥皂不能單獨作洗濯之用，因在熱水中容易水解，生成松脂酸，而留黃斑於洗濯物上，所以洗衣肥皂中，祇能含甚少的松脂皂，至於含有四〇%的黃色肥皂，當然不能用來洗滌衣服。

椰子油皂化，不須煮沸，故可用冷法（Cold process）製皂。採用這種原料所成的肥皂含水量多，甚有含水七〇%的。商業上大量製造的肥皂，含水約三〇%，脂肪酸約六〇—六四%。

**肥皂的種類** 肥皂種類甚多，茲將幾種重要的說明如下：

（一）斑紋肥皂係原料中含有不純脂肪，當肥皂凝固時，硬脂酸鈉和軟脂

酸鈉較油酸鈉先凝固，故不純物集於液體油酸鹽內，到了全部凝固時，凡是油酸鹽聚集的部分就有斑紋發生。不過如蘭花皂等肥皂的斑紋是特意製成的，當肥皂尚熱時，加入顏色料如紺青、骨炭(Bone black)、二氧化錳(Manganese dioxide)、鐵的鹽類、苯胺染料(Aniline dye)等，攪拌之，凝固後即成斑紋。這種斑紋並不影響肥皂的品質。

化粧肥皂之製法，係將凝固的肥皂切成小片，經熱轉筒乾燥後，磨碎，壓成一定形狀。經二、三次磨碎和乾燥的操作後，水分約失去二〇—二五%，而含真正的肥皂八〇—八五%。香料和顏料於磨碎時加入；價廉的肥皂於香料加入後即行壓成餅狀，價高的還要經一度的磨碎，使香料肥皂均勻混和。

藥皂(Medicated soap)中所含的藥料如石炭酸(Carbohic acid)、硼酸(Boric acid)、硫黃等，於凝固時加入，也有於磨碎時加入的。

透明皂(Transparent soap)的製法，係將通常的肥皂溶於酒精中，而傾



去其不溶物。經蒸餾除去酒精，殘液成漿狀，壓搾乾燥之。冷法製皂時，如於凝固前加入適當量的甘油或糖的溶液，也能得透明皂。這樣製成的肥皂，通常有粘性，而加入糖所成的肥皂易於洗去。

**肥皂的副產物** 肥皂製造時的副產為甘油，它能用以製造炸藥和醫藥，所以是重要商品之一。在低壓下蒸發肥皂製造時的清澄液體，直至液體中含八〇%甘油，於是通入水蒸氣，而將驅出的蒸汽冷卻液化，再蒸發濃縮。由上述操作，一〇〇仟克的脂肪可得一〇仟克純粹中性甘油，這種有用副產物的產生，可以減少肥皂製造的成本。

**肥皂的品質** 肥皂的好壞不在它是否香味濃郁，而在製造原料是否純淨，製造時化學反應是否完全，多少份量脂肪應用多少鹼才能皂化，鹼少則成品中含有未皂化的脂肪；鹼多，則成品中有游離的鹼。皂化是一種進行甚緩的作用，若不控制適宜，則成品中既含游離的鹼又含有未皂化的脂肪，含有游離

鹼，不宜用於洗滌漆器及毛、絲織物，且能使鋁製器具生污點。至於化粧用的肥皂更不能含有鹼，以傷害皮膚。總之，用低廉的肥皂，非但不經濟，且有害處。

良好的肥皂含水總在三〇%以下，劣等的多在四〇%以上，好的化粧用皂約含水二—一八%。採用充分乾燥的肥皂是很經濟的，因它不易軟却且非常耐洗。在家庭經濟上說起來，購用的肥皂宜於通風處乾燥之，這樣除去大部分的水分，因而增加它的耐洗力。雖然肥皂的硬度和含水量有關，但也隨所用的原料而異。含多量油酸鈉的肥皂，軟而易溶，所以用橄欖油、椰子油製造的肥皂，比用硬脂和軟脂製的容易洗去。

**肥皂的清潔本領** 滴微量的水於塗有脂肪的玻璃板上，則水成球形顆粒，好像有一層薄膜包着水而成球形。這種現象乃基於表面張力(Surface tension)的作用。若加入肥皂，則表面張力減少，至水不能形成球狀，而配布於玻璃板面上。這樣，我們稱玻璃板被水潤溼，其意係指含肥皂的水和塗脂肪的玻

玻璃板密切接觸了。

清水中滴入數點油，激烈攪拌，則油分爲微小顆粒，致水成牛乳狀。靜置不久，即見這些微小油點互相併合結成大粒，最後浮於水上。若清水中預先加入少許肥皂，則油被振盪成微點後，不復互相合併，而永久以微粒狀態存在於水中，這稱爲油的乳化 (Emulsification)。所以當洗滌染有脂肪的物件時，肥皂先將水的表面張力減小，使水和物件密切接觸，而後把脂肪乳化以佈滿於洗滌水中。摩擦是能增進乳化作用的，除去脂肪後，經脂肪吸着的微塵和其他不溶解的污物就容易洗去了。泡沫的生成一方降低水的表面張力，同時也使鹼鹼容易除去。

肥皂液的清潔作用固有賴於所含肥皂量的多少，但並不和它成比例。例如用(a)二%、(b)〇·二五%、(c)〇·一二五%三種肥皂液洗濯同樣醜陋的布塊，結果最好的是(b)種皂液，而最壞的反是(a)種。多用肥皂，不僅無益反爲有害。

顏色衣料和其他不耐洗的纖維織物，常用乾洗 (Drying cleaning) 處理。因齷齪係藉油脂而附着於纖維，利用揮發性溶劑 (Solvent) 溶去纖維上的油脂，齷齪就可除去。不過這種方法不能洗濯很齷齪的物體，因溶劑不滲入纖維，而纖維也不像溼洗時的透溼。

通常所用的溶劑分爲二類：(a) 可燃性的溶劑：如乙醚 (Ether)、松節油 (Turpentine)、苯 (Benzene)、汽油等；(b) 不燃性溶劑：如三氯甲烷 (Chloroform)、四氯化碳 (Carbon tetrachloride)、四氯乙烷 (Tetrachlorethane) 可燃性溶劑的蒸汽與空氣混合後，點火即行爆炸，所以採用時，應當心近旁沒有燃着的火燄。四氯化碳既具不燃性，且僅有些微生理作用，用之最爲安全，但由石油取得的溶劑，價值甚廉，故爲一般所採用。

以上所述乾洗的溶劑僅作用脂肪，因脂肪除去時，大部的齷齪都隨之而去；也有於溶劑中溶解少許肥皂稱爲乾洗肥皂，如 Tetrapol，是四氯化碳中

溶有肥皂，如 Westropol 是肥皂的三氯乙烷溶液。作此用的肥皂要沒有水分，否則不易溶解，並且要不帶鹼性。

**除污漬法** 衣服上往往僅有一部分有污漬，而無須全體洗滌。

例如用上述溶劑除去油漬時，油漬周圍也須浸有溶劑，因僅於油點中心塗有溶劑，則油或脂肪的表面張力較溶劑的大，而向周圍移動。假使周圍也浸有溶劑，則油漬部分的表面張力較大，故油和溶劑的混合物被吸向油漬中心，而容易用吸墨紙吸去。

油漆和煤膠的污漬必須速即用揮發油除去，老漬須先用脂肪或油浸潤後，方可除去。

若能知墨水的成分，則其污漬並不難除去，新漬可用冷水或酸牛乳浸出。草酸（又名乙二酸 Oxalic acid）常用以除去墨水和鐵銹。

註 「一」矽（除氧外）是最普通的一種元素，矽是它的氧化物，矽酸鹽多由河砂製取。「二」能氧

化別種物體的化合物稱爲氧化劑；如前面所述的過氧化氫。〔三〕氟化鈣（螢石）加鹽酸熱之，即得氫氟酸，性劇毒。〔四〕化學上稱鈉、鉀爲鹼性金屬。〔五〕一種丙三醇。〔六〕一種物質能促進其他物質間的化合作用，而本身不起化合作用的稱爲催化劑；強熱氫酸鉀固可發生氧，但加了少許二氧化錳時，氧容易發出，二氧化錳就是催化劑。〔七〕化合物的分子不起分解，而能和其他分子或原子結合時，謂之不飽和化合物，其不能這樣結合的，稱爲飽和化合物。

### 問題

- 一 玻璃的成分和製法怎樣？
- 二 怎樣才能使玻璃有顏色？
- 三 試述肥皂的製法。
- 四 怎樣才是好的肥皂？
- 五 乾洗所有的溶劑有幾種？
- 六 怎樣除去衣服上的污漬？

## 第六章 食物的一般組成

**食物的種類** 人體好像是一架機器，機器運轉時需要燃料或其他原動力。人體的生長，體溫的維持，細胞組織的新陳代謝，肌肉和神經運用，呼吸和血液循環等，無不需要能量 (Energy)。這些能量的來源當然在於食物 (Food)。無論何種物質在體內起同化作用 (Assimilation) 後，能供給能量以發生上述作用的都稱為食物，但是不能說一切能飲能食的物質均是食物，例如茶和咖啡等飲料 (Beverage)，固然不是食物，而藥不過是使某種生理作用恢復，也不是食物。

多數的食物都不是簡單物質，有的組成是非常複雜的。在化學上，食物可分成二類：(a) 無機的食物 (Inorganic foodstuff)；如水，無機鹽類等；(b) 有機的食物 (Organic foodstuff)；如蛋白質 (Protein)、醣類 (又名碳水化合物 Car-

polydrate) 和脂肪此外還有些很重要的物質名爲生活素(Vitamines), 嚴格說起來, 它雖非食物, 但是對於特殊的生長, 骨骼的形成, 和健康的維持上是頗重要的。

水固然是構成食物的主要成分<sup>(2)</sup>, 但不能說是滋養品(Nutrient), 有機物中幾無一不含有水分, 它的性質, 在第三章已說過了, 茲從略。

**無機鹽類** 當食物充分乾燥後, 殘滓於空氣中強熱之, 有機物燃燒成氣體逸去, 其無機物則以灰的形態而遺留。不過灰的全量並不能代表食料所含的全部無機物, 因有機物的鹽類、酸類或組成複雜的化合物分解後也成灰。但通常以灰分的多寡作測量礦物質的近似量。

食物中所有的鈉、鉀、鈣、鎂和鐵的全量均存在灰分內, 其他還有硫、磷和氯(Chlorine)。除非食物經過鹽漬, 灰分鮮有超過原重5%, 有些食物的灰分竟在1%以下。



關於三種有機食物的組成和化學性質特述之如下：

**脂肪** 脂肪的性質可參閱第五章。

**醣類** 醣類含有碳外，所含氫和氧的比率與水中的氫和氧的比率相同，所以又稱碳水化合物。最簡單的醣類稱爲單醣類 (Monosaccharides)，如葡萄糖 (Glucose)、果糖 (Fructose) 等。其次爲雙醣類 (Disaccharides)，如蔗糖 (Cane sugar)、乳糖 (Milk sugar)、麥芽糖 (Malt sugar)。構造複雜的稱爲多醣類 (Polysaccharides) 如纖維素 (Cellulose)、澱粉 (Starch)、糊精 (Dextrin) 等。

單醣和雙醣都是糖類 (Sugars)，能使之成結晶形，味甜，溶於水。在溶液中能滲過硫酸紙<sup>[3]</sup> (Parchment membrane)。多醣類的糊精、派克汀 (Pectin) 能溶於水，但不透過硫酸紙；澱粉不溶於冷水而能溶於熱水，纖維素不溶於熱水。式醣和多醣類起水解作用時，均變成單醣類。

蔗糖 多數植物的根及幹中，含有多量的蔗糖，但僅有數種植物即甘蔗、甜蘿蔔、馬鈴薯等，能經濟的取出蔗糖。其製法，將甘蔗去皮，劈成小段後，經轉筒（Roller）數個榨取汁液，其中約含一二—二〇%蔗糖；濾過，用石灰乳中和鹼液，防止蔗糖轉化為不結晶的糖，並促進含氮物質的分離。加熱濃縮，以凝結蛋白質物（Albuminous matters）濾去浮渣後，在微小壓力下用二氧化碳處理之，以沉澱石灰<sup>三</sup>。汁液の色質可用獸炭除去。所得的液，於真空鍋中濃縮至成結晶為止。於是移到遠心分離器（Centrifugal machine）中，分出結晶，而將剩餘的汁液重行濃縮結晶。如此繼續三、四次，俾糖汁的糖分盡行結晶。

由甜蘿蔔製取蔗糖時，將甜蘿蔔洗淨，切成小塊，於六〇度溫水中洗出之，這樣所得的糖汁雖不濃厚，但其中不含蛋白質和含氮化合物。糖汁濃縮和糖的析出法同上。

蔗糖加熱到一六〇度即行熔解，色變黃，如把這製成棒狀或其他形狀則

稱爲麥糖 (Barley sugar) 若所加的熱比一六〇度高，則變黑，至二一〇度成黑棕色，而發出特有的香味，這成品稱爲燒糖 (Caramel)，用作醬油和香醋的調色劑。溫度再升高，糖燒焦而成很純粹的炭，繼續加熱，則完全被燒去。蔗糖所含的成分爲碳四二·一%，氫六·四%，氧五一·四%。

**蔗糖的轉化** 蔗糖的稀薄溶液中加入數滴非任溶液 (Fehling solution)，溫熱之，不見有任何作用。若加入數滴鹽酸，則數分鐘後，有顯著的反應發生，因將這液溫熱時，有紅色沉澱析出。這時的蔗糖已由式醣類而變成單醣類的葡萄糖和果糖了，成品稱爲轉化糖，而這現象稱爲蔗糖的轉化 (Inversion of cane sugar)。所加的酸並未耗去，僅爲增加蔗糖的水解作用速度的催化劑。

**葡萄糖** 葡萄糖 (Glucose, grape sugar or dextrose) 廣存於植物的汁液中，是構成蜂蜜 (Honey) 和乾葡萄 (Raisin) 的主要成分。未熟的果實中含有蔗糖，故葡萄糖的生成，似乎也是由於蔗糖的轉化。葡萄糖較蔗糖難於結晶，

當蔗糖從甘蔗或甜蘿蔔的汁液中結晶析出後，葡萄糖還存在於液中。

純粹葡萄糖的外觀和蔗糖相同，但沒那樣甜。在工業上的製法是以硫酸作用於澱粉，而低廉的澱粉可從玉蜀黍（Corn）得之。其法先浸玉蜀黍於溫水中，軟化，碾碎，移於水槽中，幼芽浮於水上，除去之，於是碾成細粉，除去皮殼。把所得的澱粉浸於水中，和適量的硫酸共煮沸，直至液體不生澱粉的反應。用白堊中和硫酸，而除去所生硫酸鈣的沉澱。以獸炭濾去溶液中的色素和不純物，於真空鍋中濃縮之，以製成糖汁，或結晶糖。

這樣製成的葡萄糖比蔗糖價廉，故有時將葡萄糖滲入蔗糖中，以減低蔗糖價格。

澱粉變成葡萄糖也是一種水解作用。所以商品葡萄糖中，除含葡萄糖外，還有多醣類的糊精，和式醣類的麥芽糖（Maltose）這些都是水解作用時的生成物，它們的存在量隨轉化的程度而異，其成分約如下表：

## 液體葡萄糖

## 固體葡萄糖

葡萄糖

三五·〇—三六·五%

七二·〇—九九·五%

麥芽糖

四·八—一九·五%

〇—二·〇%

糊精

二九·五—四五·五%

〇—九·〇%

水

一四·三—一七·〇%

〇·五—一七·五%

灰分

〇·三五—〇·五%

〇·三—〇·七%

葡萄糖的百分組成爲碳四〇、氫六·六、氧五三·三。

蜜糖 蜜蜂從花採集的花蜜(Nectar)，其主要成分是蔗糖，蜜蜂分泌蜜糖時，蔗糖轉化爲葡萄糖和果糖；此外，還有蠟、蟻酸(Formic acid)和香料的存在。蜜糖的成分如下：

蔗糖

〇·五—七·五%

轉化糖(葡萄糖和果糖)

六六·五—七八·五%

水

一一一

三三%

灰分

〇・〇三—〇・五%

因蜜糖的價值頗高，故通常滲入蔗糖和葡萄糖，但真正的蜜糖中蔗糖不到八%，且因葡萄糖係由轉化而來，故葡萄糖和果糖之量相等，若葡萄糖特多，則係另外滲入者。

**麥芽糖** 此糖爲澱粉起水解作用時所作成，不過這種水解作用並不是澱粉和酸共煮時發生，而是利用一種名爲製飴素（Amylase）的水解酵母，發生水解作用；澱粉起水解作用製葡萄糖時，麥芽糖和糊精乃係中間產物。

**乳糖** 此糖存於哺乳類動物的乳中，通常由乾酪（Cheese）製造時的副產物乳漿製造而成。先用白堊和氫氧化鋁處理乳漿，過濾於真空鍋中濃縮，加入線或木片，卽有乳糖結晶於其上。乳糖不甚甜，用以製造嬰孩食物（如奶粉）和丸藥的心核。乳糖受某種微菌的作用變爲乳酸，牛乳所以變酸味，卽係此故。

因乳中有這種微菌存在

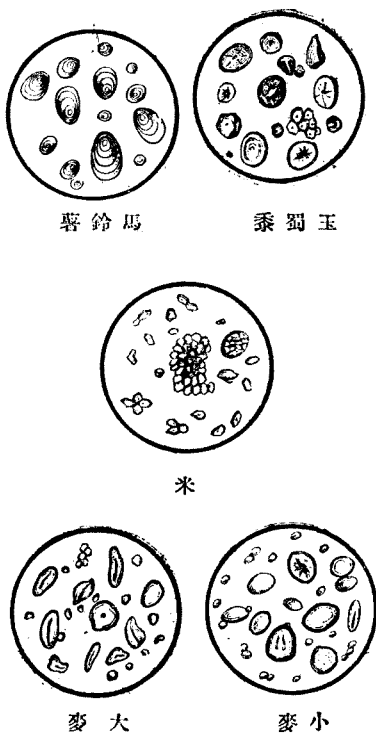
澱粉 此為食物中的主要醣類，存在於穀物、蘿蔔、水菓和蔬菜中，各種食物含澱粉的百分率如下：

麥粉	七五·五	馬鈴薯	一八·〇	扁豆	五六·〇
玉蜀黍粉	七一·〇	甜蘿蔔	二·五	香蕉	二二·〇
燕麥	六八·〇	蘿蔔	三·〇	栗	四二·〇
米	七九·五	蠶豆	五七·五		
大麥	六二·〇	豌豆	五一·〇		

穀類的固體部分約一半是澱粉，在紅薯中佔四分之一，用顯微鏡觀察澱粉的構造，知係為微小顆粒所成，顆粒大小、形狀和組織，隨澱粉的來源而異。圖二十一示數種澱粉顆粒的形狀。

製造澱粉的原料以小麥和米為主，間有用馬鈴薯的原料先浸於水，和水

磨細成乳狀，先用篩篩過，再用布篩濾去細胞組織，濾液靜置於木桶內，澱粉即



圖十二 澱粉顆粒

行沉降，所得澱粉用稀苛性鈉激烈攪拌以除去麩質 (Gluten)，以水洗淨，於六〇度以下乾燥之。

澱粉中含碳七二，氫一〇，氧八〇。不溶於冷水或酒精中，若和水共煮於七〇—八〇度間，澱粉顆粒膨脹破裂，而澱粉溶於水中，澱粉太多，則成糊狀。衣服



洗後，如有澱粉漿，則能使衣服硬挺，且因盪後表面光滑，不易為塵埃沾污。良好的漿洗衣服粉是由米製得。溶液中的澱粉不能滲透動物身體內的薄膜，故不能當作一種食物，但因能為消化液所作用而成為糖，這樣，就可以被血液所吸收，而循環於消化系內。

**糊精** 當澱粉加熱到 $100^{\circ}$ 度，即漸次變為可溶性；若溫度加到 $160^{\circ}$ — $200^{\circ}$ 度，則所成的可溶性物質稱為糊精，假使預先加入些許硝酸或鹽酸，那末祇要熱到 $100^{\circ}$ — $120^{\circ}$ 度，就可成功。糊精溶於水，但加入酒精即沉澱；遇碘成紅色，與澱粉遇碘成藍色有別。純潔的糊精是白色，但市上售品多帶黃色，常用以代替天然樹膠以製植物漿劑（Mucilage），和布或紙的上膠劑。澱粉熱至 $210^{\circ}$ — $280^{\circ}$ 度，則變為焦性糊精（Pyrodextrin），能溶於酒精。

**肝糖** 肝糖（Glycogen）為白色粉狀，性質同糊精，存於動物的筋肉和肝液中，備飢餓或過度勞動時消耗。溶於水成半透明白色膠體液，遇碘呈紅色。

纖維素 一切植物的主要成分是纖維素 (Cellulose)，其化學成分的比  
例和澱粉同，棉花、濾紙和麻纖維幾為純粹的纖維素。當棉花或濾紙浸於硫酸  
和硝酸的混合液中，即變成硝基纖維素 (Nitro-cellulose)，棉花火藥 (Gun col-  
ton) 為其一種。硝基纖維素溶解於乙醚 (Ether)，成為膠棉 (Collodion)。有種  
溶於乙醚和樟腦中，蒸去溶劑即成為賽璐珞 (Celluloid)。纖維素和強酸共熱，  
起水解作用，生成葡萄糖。

浸紙於強硫酸後，用水洗淨，則纖維素膨潤而致紙上微孔變小，這樣所成  
的紙稱為硫酸紙，通常脂肪不能通過這種紙的微孔。

纖維不容易消化，食料中如富於纖維，則不能當作滋養品，但它能機械地  
刺激內臟，以調整生理的機能，故亦有它的重要性。下等動物如蝸牛等，能消化  
纖維。

蛋白質 氮是植物和動物所必需的一種元素，所以物體中含有適宜形

態的氮，是可利用作食物或肥料。

動植物體中含有氮的物體是蛋白質 (Proteins)，它除氮外，含有碳、氫和氧三元素，也有含磷和硫的。分子的構造非常複雜，因此，而有多種的蛋白質存在，它們的物理性質如溶解度 (Solubility) 也隨分子的組織不同，而有甚大的差異。不過也像多醣類一樣，經水解作用即可變成簡單的構造，這些生成物尚保存許多原有的特殊性質，水解作用最後的生成物是氨基酸 (Amino-acid)。由蛋白質的水解，我們可以製造約二十種氨基酸，有些蛋白質經水解後可變成各種氨基酸，有些僅能發生幾種，也有發生氨 (Ammonia) 的。

有種蛋白質名為蛋白素 (Albumin)，和人體內的原形質頗相類似，很容易同化。一般言之，食物的構造和原形質的蛋白質愈相類似，則其價值愈高，而為良好的滋養品。

蛋白素分為卵的蛋白素，牛乳蛋白素和血的蛋白素，均溶於水，受熱則凝

固。故我們切勿用熱水洗滌曾經和蛋白素接觸的器具，而必須預先用冷水沖洗，然後方可用熱水洗之。

血球素 (Globulin) 也是蛋白質的一種，它不溶於水，而溶於食鹽及硫酸鎂稀溶液中。筋肉中的肌肉纖維素<sup>[四]</sup> (Myosin) 和血液中的 Fibrinogen<sup>[五]</sup> 均含此物。血液凝結，Fibrinogen 變成血纖維 (Fibrin)，而血清血球素仍存於血清溶液中。某種穀類及蔬菜中亦含血球素，例如豌豆和蠶豆中的荳素 (Legumin)，小麥內的麩質，還有一種重要蛋白質稱為硬蛋白素 (Scleroprotein)，包含軟骨、韌帶、皮膚和骨內的膠原質 (Collagen)，頭髮、蹄角、指甲內的角素<sup>[六]</sup> (Keratin)。膠原質起水解作用即成動物膠 (Gelatine)，能溶於熱水，冷後成漿狀。存在於某種魚的浮泡內的魚膠 (Isinglass) 是一種天然膠 (Natural gelatine)。此外尚有彈性組織素 (Elastin) 是血管壁和連結組織中彈性纖維的主要成分。

蛋白質經強熱即分解，而發出有不快氣味的蒸汽，若和石灰混合後強熱之，則常有氨的氣味發出。又蛋白質和濃硝酸共熱時，呈黃色，用氨中和之，則黃色更顯，這為試驗脂肪存在的呈色反應。

### 食物的組成表

食物名稱	水%	蛋白質%	醣類%	脂肪%	加路里 仟克
鹹肉(瘦)	五六	二一·五	—	五·九	一四二八
牛肉(臀、瘦)	六九	二一·九	—	七·三	一五七三
牛肉(腓、瘦)	六九	二一·二	—	九·〇	一七〇三
牛肉(肝)	七一	一九·九	四·四	三·二	一二九二
雞肉(胸)	七四	二四·六	—	〇·二	一〇二五
鴨肉(腿)	六七	二〇·一	—	一一·四	一八八一
火腿(瘦)	六二	二〇·三	—	一二·三	一九七二

蘋果	牛乳	人造奶油	蛋	乾酪	奶油	蝦	鮭	鯡	鯊	猪肉(腰、瘦)	羊腿(瘦)
八四	八八	一四	七四	三四	一四	六八	六四	六八	八一	六六	七一
〇・三	三・三		一二・三	二五・二		二三・二	一八・六	一八・六	一七・五	二一・四	二二・一
一二・五	四・八					一・四					
〇・二	三・六	八四・三	一一・三	三三・四	八一・六	〇・九	一五・八	一〇・九	〇・一	一一・一	七・〇
五四二	六六七	七八二四	一六一五	四二六六	七五七三	一〇八九	二二二七	一七七三	七二六	一九〇五	一五一四

麵包(棕)	番茄	番薯(煮過)	葱	萵苣	胡瓜	捲心菜	豆	橘	檸檬	葡萄	香蕉
四四	九四	八一	八七	九五	九七	九·三	六六	八六	九一	八五	七三
七·五	○·七	一·九	一·三	一·一	○·六	一·四	九·四	○·九	○·五	○·六	○·七
四五·八	四·五	一六·○	一○·八	一·九	二·○	四·五	二二·八	九·五	三·一	一三·九	一七·七
○·一	○·一	—	○·一	○·二	○·一	○·一	○·四	○·一	○·五	○·一	○·一
二一九二	二二三	七三五	五〇四	一四一	一一五	二五一	一三五五	四三六	一九四	六〇三	九五五

麵包(白)	四三	六·六	四八·七	〇·一	二二七·一
麵粉(白)	一一	一一·一	七六·一	一·三	三七一〇
燕麥	七	一一·九	七〇·〇	八·六	四一五〇
米	一二	六·八	八〇·〇	〇·六	三六〇八

註

「一」參照本章末頁的表。「二」參閱八十六頁。「三」石灰加二氧化碳即成碳酸鈣而沉澱。

「四」硫酸銅溶液內，加入酒石酸鈉鉀 (Sodium potassium tartrate) 後，再加苛性鈉，使青色混合物成爲澄清液，用作氧化性的指示劑。「五」佔肌肉中蛋白質的二〇%，容易凝結，凝固點爲

四七度，溶於中性溶液及過剩的酸中。「六」存於血漿和淋巴中，血清中無此物，不溶於水，而溶

於中性鹽液，亦溶於極稀鹼性液內，然通入二氧化碳，即行沉澱。「七」抵抗化學作用的能力甚強，含硫甚多；一〇%的苛性鈉能分解之；溶於鹼金屬及鹼土金屬的硫化物溶液內。

問題

一 食物可分作幾類？



- 二 試述蔗糖的性質。
- 三 比較葡萄糖和麥芽糖的性質。
- 四 試述纖維素的性質和功用。
- 五 蛋白質有那幾種？

## 第七章 食物的功用

**食物的兩種功用** 前章述過食物的主要成分是蛋白質、脂肪、醣類和礦物質，除此外，水亦是人生所必需的一種成分，觀下表就知道水在人體內佔着怎樣的地位。

水	六八%	醣類	一%
蛋白質	一七%	灰分	四%
脂肪	一〇%		

上記的數字頗有出入，例如脂肪的百分率降至甚低，也不致與健康有礙；但要保持身體的健康，當然要由食物供給它所需要的成分。

食物可分作兩種：(a) 供給熱量的，(b) 構成身體各部分並供給筋肉的能量 (Muscular energy) 的。以前認為蛋白質的功用，在發達新的組織，而醣類和脂

肪的功用爲發生熱量。這種見解並不正確，因爲熱量是由筋肉和其他組織的氧化作用而發生的；細胞的能量固從醣類和脂肪供給，而蛋白質也不能除外。並且醣類和脂肪對於組織的新陳代謝和發達是極有功用的。不過在某種環境下，需要某種食物，例如在寒帶地方的人們需要供給熱量特多的食物，所以脂肪對於他們的功用很大。坐着作工的人所需的，食物宜多蛋白質，而筋肉勞動的人則對於某種醣類（如砂糖）又屬非常需要。

一種食物並不含有人體所需的一切營養料，並且食物中所含一切的成分亦不能都看作營養料。所以我們對於日常所進的食物，必須種類甚多，而不能專食一、二種，以期從這些不同的食物中能夠得到一切的需要品。食物中所含的成分要易被消化系（Digestive system）所消化，能被血液所吸收的，才可算得有食物的價值。

**食物的消化** 我們所吃的食物當然是要易於消化，但是消化能力各人

不同，所以還得要選擇能合乎個人胃口的食品。食物中的澱粉能為成人或小孩所消化而變成為糖，若是數個月的嬰孩就沒有消化這澱粉的能力，吃下去的澱粉仍舊遺留在消化系內，而絲毫不能吸收。消化器發生障礙時，常僅能分泌某幾種消化液，而對於其他消化液則不分泌；在這時所進的食物應適當調整，才不致發生疾病。

健全的消化器官對於所吃的食物都能適應，例如胃中所分泌的胃液，其種類和量常適合消化所食食物之用。不過長久專食某一種食物而不加以變化，則胃中的分泌液也當然不會變化，及至成為一種習慣後，有時吃點新鮮食物就不能消化了。所以我們要維持消化器能適應各種食物的消化，就不能不變化食物的種類，文明人所食的食物多是混合各種各樣的材料，尤其是我國的飲食非常複雜，一方面固然是可口，同時於衛生方面也非常有益。

### 問題

- 一 我們爲甚麼需要食物？
- 二 怎樣才算好的滋養品？
- 三 日常食物應時時變更種類，何故？
- 四 肉食和素食何種對於身體有益？
- 五 試述空氣（氧）對於動物的關係。

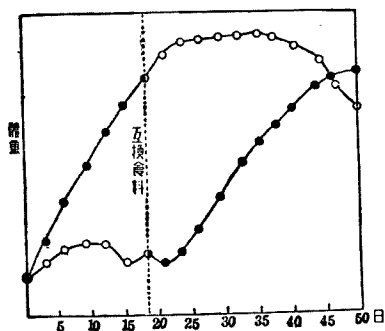
## 第八章 維生素

**生活素的需要** 在前章中我們把食物的功用分成二種，即供給能量和維持發達身體各部的組織。食物的成分不過蛋白質、醣類、脂肪、礦物質和水而已。但是含這樣幾種原料的食物是否能夠使身體達到正常發育麼？我們用這種原料而人工造成食物，是否足以維持生命麼？實驗告訴我們，用人工造成的食物去餵養老鼠或其他動物，常發生發育不良的現象。有人以為人工食料的無味，不能夠引起消化液的分泌，所以食物不能同化，但是這種解釋是錯誤的，因為所進的食物是能夠被吸收。

哈蒲金斯 (Hopkins) 用八隻相同的老鼠分作兩組，一組餵以含醣類、脂肪、蛋白質和礦物質的食料，這種食料在理論上是足夠老鼠所需要的；但是這組老鼠竟發育不良。還有一組也餵以同樣的食物，不過加上少許新鮮牛乳，它

們却能正常發達。這少量的牛乳中當然沒有供給怎樣多的醣類、脂肪和蛋白質，也不致有多少礦物質在內。所以這牛乳內必定含着有種物質能夠刺激生長的。哈蒲金斯爲證實他的論斷起見，於十八日後，把二組的食物互相交換，發見發育不良的一組因食料中加有少量牛乳，數日內體重日增，而以前發育優良的一組，因無牛乳的供給，體重逐漸減少。圖二十二爲二組老鼠體重變化狀況，圖中白點示餵以純粹食料時的體重，黑點爲加入少許牛乳後的體重。

同時還有波蘭化學家逢克 (Funk) 研究能治鷄之神經炎 (Polyneuritis) 的穀芽和酵母 (Yeast) 的性質，而提出一種很活潑的物質，於食料中加入非常少量的這種物質，即



圖二十二 老鼠體重變化狀況

能醫治神經炎，以後證實這物質可當作副食料。準滿德 (Drummond) 以爲凡是能作副食料的，不妨總稱爲生活素 (Vitamin)。從哈蒲金斯的發見後，以前許多關於飲食攝生方面的問題得到圓滿的解釋。現在已經知道的生活素約有六種，食料中如缺乏某種生活素即發生某種缺陷，但食料僅有該種生活素



(下) 鷄和(上)鼠的素活生少缺 三十二圖



微量存在，即能保持正常的發達。

以下略述各種生活素的性質和功用。

**生活素 A** 存於牛乳、牛油、蛋黃、食草獸（牛、羊等）的肝、植物的綠色部分、胡蘿蔔、番茄中；而以魚肝油中含得最多。動物本身不能產生生活素，故其來源或為植物，因在太陽光線下葉綠素或能合成這種物質。鱉魚所有生活素的來源亦復相同，因小魚所食水底的某種藻類能製造生活素，而鱉魚又以小魚作食料。魚肝油和牛乳中所含生活素的量隨季節和所食的食料而異。冬季母牛的食料多是乾草、油餅等，故牛乳中含生活素少，若牛所吃的是青草，那牛乳中含生活素多，而具有甚大刺激生長的能力。

生活素 A 於空氣中加熱時，因受氧化而破壞，若無空氣的存在，則雖在高溫也頗安定，故利用高溫殺菌時，慎勿使牛乳和空氣接觸，以免破壞生活素。食物中缺乏生活素 A，不僅不能達到正常的發育，且能使小孩患乾性眼炎（X<sub>1</sub>）。

ropthalmia) 成年人患夜盲病。歐戰將終時，羅馬尼亞因缺乏新鮮牛乳，因而小孩患眼病的甚多。發育期中的小孩非常需要生活素 A，冬季牛乳中所含的數量感不敷，故宜另食魚肝油，食物中含有過量生活素 A，並不爲害，因人類和動物能保藏生活素 A 於體內，故食物中如缺乏生活素時，在短期間內尙不致影響於身體的健康。

**生活素 B** 以前日本的海軍患腳氣病的很多，而歐美的水兵則無此病；日本高木醫師以爲日本兵士所進的食物中缺乏蛋白質所致。爲證實這理論起見，乃令二百七十六人乘練習艦巡弋海洋九月，其所進食物以白米爲主。在此期中患腳氣病的一百六十九人，其中死二十五人。經過不久又另遣一艦作同樣的巡行，但食物中加入牛乳和豬肉，而減白米之量，僅十四人發生腳氣病，且均爲不願進牛乳和豬肉的。由上面所述實例看來，似乎已證實高木的理論，其實他的理論並不正確。

爪哇 (Java) 監犯患脚氣病的頗多。荷蘭醫師愛克曼 (Eijkman) 無意中發見病院中的鷄因飼以白米飯而得神經炎，這病的症狀和人類的脚氣病相似。若飼以未舂的米，這些病鷄又能恢復正常狀態。這樣看來，病的起源，完全在於食物，而治療的醫藥即在米糠之中。於是檢查監犯中之食白熟米的，三十九人中有一人患脚氣病，若改用糙米，則一萬人中方有一病人。由這重大的發見，可怕的脚氣病，僅以不食白熟米即能治療了。不過愛克曼當時以爲米所含量大量的醣類中產出生脚氣病的毒素，而米糠中則含有這種毒素的解毒劑。這樣解釋當然是不合的。以後逢克因知酵母也能醫治鷄的神經炎，於是由二百磅酵母中提出十二分之一磅的非常有活性的物質，而發見祇要這活性物質一萬五千分之一磅就能在數小時內醫好鷄的神經炎。逢克當日所得的活性物質並不純淨，這非常微量物質當然是一種生活素，以後大衛名之爲生活素 B，存在於酵母、穀芽、番茄、果汁、豆類、蛋黃及牛乳中。如食料中缺乏這種生活素，

則人類當患腳氣病。至於老鼠缺乏這生活素時，雖無腳氣病發生，但不能達到滿意的發育，由此知道這生活素是維持正常健康上不可缺的要素。

以後發見生活素B含有二種物質，其中一種名之爲B<sub>1</sub>，是受熱即破壞的，能醫治神經炎的；另一種B<sub>2</sub>，能在高溫下不致破壞，是維持健康的要素。在二〇度熱酵母四小時，雖失去其醫治神經炎的能力，但仍保存促進發育的性質。生活素B<sub>1</sub>和B<sub>2</sub>並不同時等量存在，例如麥芽富於B<sub>1</sub>，而牛乳、豬肉、綠葉和菜根中則富於B<sub>2</sub>，因這二種生活素都是能溶於水的，所以烹調菜蔬時，它們都溶解於水中，若把煮菜的湯任意傾棄，那末這些好滋養品就被棄却了。同時我們要知道這湯中還含着許多有益於身體的礦物質。

生活素B<sub>1</sub>和B<sub>2</sub>，同生活素A一樣，是來自植物；所不同的，即B<sub>1</sub>和B<sub>2</sub>不能存儲在人體內，所以食物中如少了這兩種物質，即能顯示身體上的缺陷。

### 生活素C

歐洲十字軍戰爭時，軍士中曾發生一種血斑病(Scurvy)，這

病在久居船上的水手中亦曾流行過；不久以前的北極探險隊也患過這病。獄犯或食料貧乏的窮苦集團中嘗有這病的發生。二百年以前即知道新鮮蔬菜是能醫治這病的，在生活素的知識進步後，就有人想到蔬菜能醫血斑病，乃是蔬菜中含有一種生活素之故。於是乃用包含牛乳酵母而無新鮮蔬菜的人工食料飼養豚鼠（Guinea pig），這食料中當然已有生活素 A、B 和蛋白質，但結果發生血斑病。祇要於食料中加入數滴橘汁，即能治療這病，由此就知橘汁中有一種抵抗血斑病的成分，即生活素 C。把各種食物分析，知道蔬菜及鮮菓中，尤其是橘子、檸檬、番茄中含有這生活素 C。夏天的牛乳亦含微量穀類和豆類雖無這成分，但在發芽（在暗處亦可）時期，則有生活素 C 生成。所以在歐戰時，嘗用發芽扁豆作抵抗血斑病之用。

生活素 C 雖存在於新鮮蔬菜及水菓中，但已烹調或晒乾的，則沒有這成分。第一因為它是能溶解於水中的，當烹調時溶入水中；第二因為它是生活素

中最易破壞的。在空氣中熱之，甚至它和空氣接觸了相當時間，也就被氧化而破壞。若是在無空氣的地方，分解就慢些。烹調蔬菜二、三十分鐘後，一部分的生活素C雖還遺留，但時間稍長則完全分解了。若是預先加了些許的酸，可以防止破壞，如加些鹼則促進了解作用。

生活素C可由檸檬汁中取出，一匹約四分之三磅的豚鼠每日祇須五萬分之一英兩的生活素C，可不致發生血斑病；當然所取出的生活素C還不十分純潔的，所以祇要非常少量，就能維持健康了。三

生活素C也同A和B一樣是由植物中得來，人類和動物是沒有創造這種物質的能力。

生活素D 以前在歐洲工業都市的貧民窟中，小孩的軟骨病非常多，當時以為是那些區域中太醜陋了，或者是食物中缺乏了構成骨和齒的原料——鈣（Calcium），於是有用石灰水（氫氧化鈣 Calcium hydroxide）來醫治這

病的，但是並沒有甚麼效果。後來有人以為是缺乏脂肪的緣故，因為病者如吃食鱈魚肝油（它含有多量的脂肪）就能防止或醫治這病症。

一九一八年麥蘭擺（Melanby）醫師用含多量脂肪的食料飼養小狗，但也發生軟骨病；祇要加入牛酪（Butter）或鱈魚肝油於食料中，則這種病完全可以防止和醫治，而骨骼有正常的鈣化作用（Calcification）。由這看來，軟骨病並不是缺乏脂肪所致，而是少了一種生活素。但是牛油和鱈魚肝油都是富有生活素A的，於是大家認為生活素A具有醫治軟骨病的效用。到了一九二二年，有人把鱈魚肝油加熱，使它失去醫治眼病和促進發育的功用，但抵抗軟骨病的效用仍舊存在。這種實驗結果，顯然指示另有一種生活素（稱為生活素D）存在，它是不容易受熱破壞的。生活素A和D常同時存在，例如某種植物雖含A甚少，但也含有D，牛油中含A較多，而鱈魚肝油中所含二種的量大致相等。

小孩的軟骨病，冬季常較夏季多，這種事實，令人聯想到太陽光線對於骨骼的生成當有相當的關係。經實驗的結果，知小孩或老鼠的軟骨病可用人工紫外線 (Ultra-violet light) 醫治，同時也證明太陽光線也具有此種效力。由此知鱈魚肝油和太陽光線是醫治軟骨病的要藥。後又發見乾牛乳、橄欖油、亞麻仁油、乾酪素和麵粉經紫外線照射後也能醫治軟骨病，但澱粉、砂糖、甘油和脂肪酸等則無此性質。

由精密的實驗，得知能抵抗軟骨病的物質均含有膽固醇 (Cholesterol)，所以它嘗認作生活素 D 的母體。但最近由赫爾布朗 (Heilbronn) 和羅生黑 (Rosenheim) 等的研究，知道生活素 D 的母體是麥角酚 (Ergosterol) 它存在於麥角菌 (Ergot fungus of rye) 中，近由酵母中提出。經短時間紫外線照射後即生成生活素 D。老鼠每日服用五萬萬分之一英兩的生活素 D，即能醫治軟骨病，而欲防止這病的發生，則服用量當比這更少！



太陽光線所以能醫治軟骨病，或由於皮膚下有麥角酚的存在，由紫外線的照射而變成生活素D；換言之，在適當條件下動物體內能製出生活素D，可惜它太不安定，所以不能儲藏在體內。

**生活素E** 一九二二年伊文斯（Evans）用人工食料飼養老鼠，而發見老鼠能正常發育和維持健康，但不能生育。食料中如加入麥芽、穀芽或綠葉等，則以前不能生育的就能生育了。這種抵抗不妊症的物質稱為生活素E。它非常安定，能耐烹調而不致分解。少量存於動物組織（Tissue）、植物油類和牛乳中，但鱈魚肝油不含此物。

**生活素F** 缺乏這種生活素，即發生食慾減退、神經衰弱、轉筋、癱瘓等症。

**生活素G** 它能預防癩病和疹子。

此外所發見的生活素尚多，這裏不及一一備述。不過我們當知道，自生活素發見後，人類的疾病逐漸減少。此後研究日益進步，造福吾人定非淺鮮。生活

素之爲物，雖爲健康和發育上所不能缺少，但所需之量甚微，過量亦並不有益。例如老鼠服用生活素E五萬分之一，一英兩即能醫治不妊症，多量也不能增加它們的生殖能力。

註 「一」老鼠和兔子的食料中沒有生活素C，也能生活。「二」爲一種組織複雜的酚，存在於膽、血和神經中。「三」非常純粹的膽脂酚中亦常含少量。

### 問題

- 一 試述各種生活素的來源。
- 二 比較各生活素的性質。
- 三 生活素發見愈多，於人類有何影響？
- 四 試述生活素A的發見經過。
- 五 生食和熟食各有何利弊？

## 第九章 植物和肥料

**食物的來源** 我們的食物差不多均以植物的形式直接或間接來自土壤。以前地球上人口稀少，未開墾的地方還多，所以由土壤產出的食物足以滿足需要。現在人口日增，所需的食物也隨之而增，若不用人爲的方法增加土壤的生產力，則以地球上有限的土地，來供給無限制增加的人口之需要，食物不足的問題，將來總會發生的。不過我們要感謝科學的偉大力量，我們利用它改良土壤，增加生產，以緩和食物恐慌的問題。

**植物的食料** 我們直接或間接以植物作食物，但植物生成時又以甚麼作食料呢？在三百年前赫滿德（Van Helmond）植五磅重的柳樹於二百磅乾土內，每日僅加以蒸餾水或雨水，這樣經過五年，柳樹長成一百六十九磅，而乾土的重量不過減輕二磅，於是他以爲柳樹所增的重量均來自水中。他這種結

論當然是錯的，在第二章中我們已經述及空氣中的二氧化碳是植物的一種很重要食料，構成植物的主要成分之一的碳（Carbon）是從二氧化碳得來。空氣中所含的二氧化碳不過一萬分之三、四，由實驗的證明，如二氧化碳的量增加，則植物生長亦快，到了某種程度，生長最快，在釀酒及其他化學工場所發生二氧化碳，當然可以利用去作植物的食料。不過我們希望能夠發見一種物質，埋在土壤中，能自由發生二氧化碳，這種希望將來或許做得到吧。

植物對於二氧化碳的同化作用，須賴日光的照射，有人利用人工燈的照射，使植物於日落後還能繼續工作，番茄是能用人工照射而生長的，不過工作時間不能超過十九小時，即每一晝夜須休息五小時，否則萎謝。

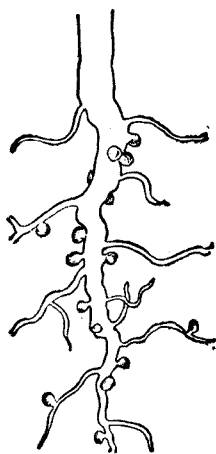
植物除從二氧化碳和水取得氫、氧、碳三元素外，還有其他元素則取之於土壤中，這些元素中最重要的是氮、磷、鉀（Potassium）和微量的硫、鐵、鈣和鎂（Magnesium）。一塊土壤種植作物數年後，就難供給作物所需的元素，並且雨

水降到土壤中又溶去一部營養料，故土壤已不堪再用。數千年前農民就知道腐敗植物或動物糞能增加土壤的生產，不過以爲這種肥料是供給有機物。直至前世紀中葉，方知動物糞乃是供給礦物質於作物。因爲把這肥料，加熱除去有機物，所餘的灰燼，還保有原來的作用。這是德國化學家里比希 (Liebig) 實驗的結果，也可以說是人造肥料的嚆矢。灰燼中並沒有氮的存在，所以他說氮是以氨 (Ammonia) 的形式由空氣中取得。這種論斷並不正確，因爲據現在的經驗，僅加入上述的灰燼不能促進植物的生長，若加入硫酸銨 (Ammonium sulphate)，則收穫上有顯著的增加。由此可知多數植物不能利用空氣中的游離氮，而必須供以化合態的氮。

要維持土壤的肥沃，無疑地必須把作物從土壤中移去的物質仍原歸還於土壤，在以前用腐敗植物和動物的排泄物充作肥料即能解決這問題。現在人口大都集中都市，這些天然肥料當然不敷應用，於是不得不用人造肥料。人

工肥料中的主要元素爲氮、鉀和磷，這些元素當然要變成有效的形態才能使作物利用。因爲作物多在土壤中以溶液的形態取得它的食料，所以人工肥料也要能溶解於水才好；但是太易溶解的，又容易被雨水溶去。

**氮肥** 在上述三元素（氮、鉀、磷）中，氮的化合物均易被雨水溶去，空氣中所含約四分之三的游離氮，僅有豆科植物藉微生物的作用，能够利用它，並且這種植物的根部還能儲藏過量有效態的氮。因此，若要加氮肥於土壤，可栽種一種豆科植物，收穫後，將根犁入土壤內。例如栽種一年的紫苜蓿，所得的氮肥，可供他種作物五年之用。然爲易於處理起見，當以採用化學氮肥爲便。一八六〇年以來，化學氮肥均採用智利硝石（Chile salpeter），但是這種天然產的硝石雖蘊



圖二十四 豆科植物能利用空氣中的氮作肥料

蘊

藏甚富，然用途甚廣，例如硝酸、炸藥、染料、假漆 (Lacquer) 和人造絲的製造，均以它作原料，終不能用之不盡，所以有人研究固定空氣中的氮，製成硝酸鹽或鉍鹽<sup>三</sup>以作肥料。

最初固定氮的方法爲通空氣於電弧 (Electric arc) 間，因溫度甚高 (約三〇〇〇度)，空氣中的氮和氧化合，由此以製成硝酸和硝酸鹽。這方法僅能適用於富有水力 (Water power) 的國家如挪威。用這方法所固定的氮量，僅爲全世界總產額百分之四。

另一方法是德人哈柏 (Haber) 所發明，甚爲各國所採用。通空氣和水蒸氣於赤熱的焦煤上，此時空氣和水蒸氣的氧與焦煤化合成二氧化碳，它是容易由水的溶解而被除去。把剩下來的氣體氮 (由空氣中) 和氫 (由水蒸氣中) 加以甚大的壓力 (二〇〇氣壓)，在五五〇度通過催化劑，即成氮氣。這裏所用的催化劑是嚴守祕密的，其主要者爲鐵，而滲入微量的別種物質，所得

的氮可直接變成非常優良的氮肥——硫酸銨，也可以氧化而成硝酸或硝酸鹽。此外還有氰氨化法 (Cyanamide method)，所得的氮肥約當總量的五分之一，但因有哈柏法的競爭，氰氨化法的產量年有減少。

植物把所得氮，合成氨基酸 (Amino-acid)，以構成蛋白質 (Protein)。故加氮肥於土壤後，可以促進作物的生長，葉和幹容易長成。若土壤缺乏氮肥，作物的葉黃而不綠；但氮肥太多，則作物易受蟲害。

**磷肥** 動物骨中含磷、鈣和氮，磨成細粉（骨粉）可作肥料；但因不易溶解，故結果不佳。通常先用硫酸處理，使骨中的不溶性的磷酸鈣變成可溶性的過磷酸石灰 (Superphosphate of lime)，即酸性磷酸鈣和硫酸鈣的混合物，這種可溶性的過磷酸石灰很容易為植物所吸取，現在利用北非洲及美國所產的磷酸鑛製成過磷酸鹽，還有一種商品磷肥是從含磷甚多的鐵鑛製鋼時所得熔滓 (Slag) 製成的。



鉀肥 許多岩石中有鉀的存在，因風雨的侵蝕和化學作用的結果，這鉀就到土壤中；但多是不溶性的化合物如長石 (Feldspar) 之類，植物不容易從這種化合物中吸取所需要的鉀，所以常年栽種的土壤中，必須另加可溶性的鉀肥如硫酸鉀和氯化鉀。我國多從草木灰以取鉀肥。從一八六一年以來鉀鹽的主要來源為德國的斯塔斯佛脫 (Stassfurt) 岩鹽，每年製成的碳酸鉀鹽約一千四百萬噸。歐戰前，碳酸鉀市場幾全為德國所獨佔，一九一九年後因亞爾塞斯 (Alsace) 讓與法國，故碳酸鉀每年產額的三〇%入於法人之手。

土壤的鉀可幫助植物的醣類 (Carbohydrates) 之生成，故栽種甜菜和馬鈴薯時，鉀肥尤為必需肥料。不僅如此，鉀肥能增加植物對蟲害的抵抗力。氣候不良的地方，可利用鉀肥以補救日光的缺乏。

混合肥料 南美海島上的海鳥糞 (Guano) 中含有氮、磷、鉀三元素，為天然產的優良肥料，但產量不多，早已用盡。德國近製造和鳥糞相同的混合肥料，

名爲氮磷鉀肥 (Nitrophoska)，惜各種植物所需肥料的成分並不一律，土壤所需的肥料也不一致，例如穀類需鉀肥少，而馬鈴薯需要特多，故這種混合肥料的採用，尙待研究。

**其他肥料** 除上述三種元素外，還要加入鈣肥，如石灰（鈣的氧化物）以中和土壤中的酸，因許多植物在酸性土壤 (Acid soil) 內不能生長，故土壤不宜有酸性。硫酸銨肥料能增加酸性，而硝酸鈉能使土壤成鹼性。在酸性土壤中，氮肥宜用硝酸鈉，但鹼性太多，亦和酸性一樣，有損於作物。土壤中加入石灰可使泥土崩裂且能防止粘着性，固可改良土質，但同時助長雜草和蟲害，故須謹慎從事，方能得到良好結果。

此外還有鎂、鐵和硫也是植物必需的元素，但因所需無幾，不必另外加入。鎂是構成葉綠素 (Chlorophyll) 成分之一，鐵可刺激它的生成，硫爲構成蛋白質的要素。

上面所述的各元素，是我們已經明確知道它們對於植物的功用，還有些元素如硼（Boron）、錳（Manganese）、鋁等，也似乎對於植物有效用，但是所需的量非常少。

**植物的生活素** 植物也和動物一樣，除必需的元素外，還需要一種如生活素一樣的物質，刺激植物的生長。有些生物學家以為從泥炭（Peat）中取得的 Auxinones，具有助長植物的能力，這種意見尙未得一般的承認。

植物既然也需要『生活素』，那末人造肥料當然不能完全代替天然肥料。在羅散斯塔德（Rothamsted）地方，八十年間（一八四三—一九二三）實地實驗的結果：用天然肥料的耕地，其收穫量一定不變，而用人工肥料的，收穫量頗不規則，這結果顯示人工肥料不及天然肥料的優良，也許天然肥料另含有一種『生活素』吧！我們已經知道天然肥料的重要功用，在能使土壤中生成腐植土（Humus），它能改良土質，使空氣易於流通，並且防止有用的肥料

不致迅速爲雨水沖去。農人都知道青肥 (Leaf-mould) 能够助長植物，這乃由於葉的分解後能成腐植土的原故。現在又有人發明製造人造的天然肥料了。麥稈稻草在土壤中受微生物作用，徐徐分解，但若加入適當的營養分，則微生物量和活動能力大大增加，而能迅速地分解成爲腐植土。這樣，就成功天然肥料了。

人造肥料的缺點或不能免，但它對於農產的利益是非常大的。天然肥料所含的成分毫無一定，而人造肥料可隨需要而適當配合其應有的成分，並且所用的量遠少於天然肥料，處理上亦便利不少。

註

〔一〕化學成分爲硝酸鈉。〔二〕植物大抵由硝酸鹽類吸取氮，但土壤有種微生物能變銨鹽爲硝酸鹽，故兩種鹽均可作氮肥。〔三〕參閱一二六頁。〔四〕鑛床深五千英尺，照目前的消費狀

況計算，可以說得是取之不竭，用之不竭。

## 問題

- 一 植物的食料是甚麼？
- 二 怎樣固定大氣中的氮？
- 三 試述磷肥的來源和功用。
- 四 試述鉀肥的來源和功用。
- 五 試比較天然肥料和人造肥料的優劣。

## 第十章 金屬和合金

**金屬與文明** 人類所以能征服自然，全在他能製造工具，最初使用的石器，鈍笨不堪，當然沒有多大效果。及至發見金屬後，器具和武器的製造才有長足的進步，而一切文明亦隨之而進展。但首先發見的金屬當爲銅與金，因它們是以游離狀態 (Free state) 而存在，祇須把共存的岩石或不純物質，機械地除去後，就可得金屬。再加人工即能製成器具。當然，它們的性質都是軟的，不適用於製造武器之用。而他種金屬又均以化合狀態存在着，我們的祖先絕對不會想到石塊中會含有金屬。也許無意中採用一種礦石砌成爐竈，而礦石又適爲金屬的氧化物；如此，礦石中的氧和木材的碳化，而金屬分出。由這種事實的發現，他們憑經驗以選定適當的礦石以製取金屬。銅和錫也許是用這樣方法最初發見的金屬。

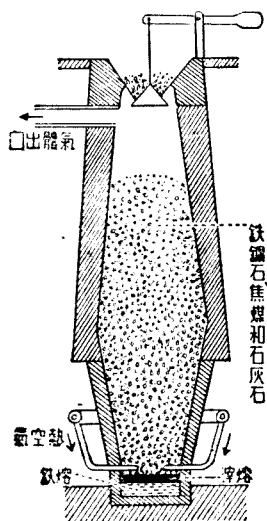
**合金** 用純銅製造的器具未免太軟，但銅中加入少許的錫，則所成合金的硬度增加。這種銅錫合金的青銅（Bronze）在五千年前已經發見了，不僅用它製造器具和武器，並用它製成裝飾品和美術品。自此以後我們的祖先又發見了其他金屬和合金，所以到了今日我們有了許多不同的金屬和合金，以應日常的需要。

**冶金** 多數金屬是以碳酸鹽（Carbonates）、氧化物（Oxides）、硫化物（Sulphides）的狀態而存在於鑛石中。提取金屬的方法：先將鑛石搗碎，而後除去泥土，碳酸鹽或硫化物的鑛石經煨燒後變成氧化物。於是把這氧化物和炭或其他易與氧化合的物質混合而強熱之，氧化物中的氧被奪，而遺留粗製的金屬。實際上冶金的方法隨金屬的性質而異，有與上述方法完全不同的。我們現在用得最多的金屬是鐵，這時代還是鐵器時代（Iron age）。每年全世界所用的鐵在七千萬噸以上，這個數目超過他種金屬用量的總和。這並非僅因為

鐵的價廉和產量多，也是因為鐵具有特殊性質，而成功為一種最有用的金屬。鐵中加入少量他種物質，或用不同的處理方法，我們可以得着硬的或軟的，脆的或可以錘鍊的，帶磁性的或不帶磁性的，有彈性的或無彈性的鐵。換言之，鐵是用途最廣的金屬。

**鐵的冶金** 主要鐵礦是碳酸鹽和氧化物，先熔礦石、焦炭和石灰石於鼓風爐 (Blast Furnace) 中，熱空氣由爐底吹入，空氣中的氧和炭化合，成一氧化

碳 (Carbon monoxide)，同時發生巨量的熱，以維持爐內的高溫。一氧化碳奪取礦石中的氧而成二氧化碳；同時礦石被還原成液體鐵，內中含有三—四%的碳，和少量的矽、硫、錳



圖五十二 冶鐵爐



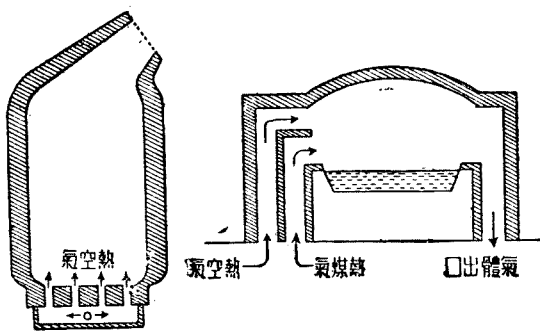
及磷，由爐底流出，傾入砂製的模型中冷之，成鑄鐵的鑛石幾均含粘土和其他不純物，故熔融鑛石時，除焦炭外加入石灰石以除去之。因石灰石（碳酸鈣）受熱後即分解而成碳酸氣（二氧化碳）和石灰（氧化鈣）。石灰和粘土及其他不純物化成液狀熔滓（Slag）浮於熔融的鐵上。這種熔滓傾出冷卻後，可用作製造水門汀（Cement）或築路之用。

鑄鐵因含碳多，性極脆，不能錘鍊，但易熔融，故用以鑄造。若將鑄鐵熔融，吹入空氣以燒去一部分的碳，使鐵中碳的含量降至 $0.5\%$ ，其他不純物如磷、硫等，都成氧化物逸出，即得鍛鐵（Wrought-iron），用以製造鐵板、馬口鐵、搪磁等。

鋼 鋼所含的碳比鍛鐵多，而比鑄鐵少；除碳外尚含有微量的錳、鉻、鈳、鎳、錫或鉬，以成各種特殊的鋼，無硫和磷的存在，否則性脆。普通製鋼方法為一八五五年柏士麥（H. Bessemer）所發明，用這方法可迅速地經濟地製造大量

的鋼從鼓風爐得來的熔鐵可直接流入梨形迴轉爐 (Converter) 中，送入熱空氣以氧化各種不純物質。當碳和不純物質燒却後，加入適量的鑄鐵 (內含碳) 和錳於爐中，以製成成分一定的鋼。最初迴轉爐內舖以矽土 (Silica)，因其不能除却不需要磷，故處理含磷較多的鑛石時，爐內襯以石灰 (氧化鈣) 和苦土 (氧化鎂 Magnesia)，俾與磷的氧化物結合而成磷酸鹽 (Phosphates)。磷酸鹽凝固，搗碎後用作肥料。

因柏士麥法頗難管理，現在最通行的製鋼法為平爐法 (Open-hearth method)。熔融的鑄鐵流入平爐後，加入足量的鐵的氧化物，以氧化不純物，爐內



圖二十六 梨形迴轉爐

襯以砂土，或石灰和苦土，視鑛石含磷的多少而定。用柏士麥法所製的鋼，品質不佳，故欲製良鋼當用平爐法，雖出品遲緩，而成品均勻。至於高級鋼則須用坩堝法（Crucible process）。大石墨坩堝中加入鍛鐵和其他需要的物質，用電熱之，直至鋼中含有定量的碳。

鋼的硬度隨含碳的多少而異，例如軟鋼約含 0.2%；建築用鋼 0.2—0.6%；機械用鋼 0.9—1.5%。前二種鋼可以錘鍊煅接如鍛鐵一樣。熱鋼至赤（750—800度）後，急投入冷水中，其硬度大增，但非常脆。再把這種鋼徐熱至某溫度，又徐徐冷卻之，則其性質隨該溫度的高低而異。這操作稱為鍛鍊（Tempering）。這時鋼的表面上被着一層氧化物的薄膜，溫度愈高，氧化物的顏色愈黑，鋼性愈軟。例如熱至 220—230度時所生的薄膜帶灰黃色，這種鋼可以製鋒利的剃刀；薄膜帶紫色，溫度約達 280度，可以製刀；若溫度達 300度，薄膜呈黑藍色，可製銼、鋸等。

如上所述鋼的性質，隨所含碳量的多少，及加熱處理時所達的溫度而異，其理由約有二端：(a)鐵有三種結晶狀態，即有三種同質異相體(Allotropes)每一種狀態能在某溫度區間內安定，而每一種狀態具有其特殊物理性質(包括磁性)。(b)碳能以種種不同的狀態存在於鐵中，或如石墨(Graphite)的狀態，或溶解於固態鐵內，或和鐵化合。這兩種事實都受碳的含量，加熱處理時的溫度和冷卻的遲速等的支配，因此鐵的性質也受其影響。鋼中含有微量的錳、鎳及某種金屬，常能阻止鋼的同質異相之變化，所以錳、鎳等也能影響鋼的物理性質。

**鏽** 鐵雖是一種最有用的金屬，但有一缺點，即鐵浸於水中<sub>(2)</sub>，或暴露於潮溼的空氣中，其表面生成一層赤色的鏽。在工場區域，因炭的燃燒和其他原因，空氣中常含有酸的蒸汽，更容易生鏽。每年因鐵的生鏽而損失的金錢當在萬萬元以上<sub>(3)</sub>，故防鏽問題實屬非常重要。最簡單的防鏽法，在鐵的表面鋪設

一層不生銹的金屬使鐵不和空氣中的氧及溼氣接觸，例如浸清潔的鐵皮於熔融的錫內；鐵皮表面蓋着一層錫就不致生銹了。做罐頭盒子的鐵皮，是塗上了錫的，所以它不會生銹。若是這種鐵皮上有一處剝去了錫層，裏面的鐵暴露在外，那末就比未塗錫的鐵皮還容易生銹些。還有一種防銹法，是鍍鋅（Galvanization），鋅在空氣中雖被氧化，但所生的氧化物固着在它的表面，可以防止內部的繼續氧化。不過鍍鋅的鐵不能製造盛食物的罐盒，因食物的酸能溶解鋅的氧化物。鍍鎳也能防止鐵的生銹，但因鍍上的鎳層常有小孔，或易於剝落，反足以增加生銹的速度。近來多採用鍍鉻和鍍鎳以防鐵銹。我們知道鍛鐵常呈黑色，這因加熱錘鍊時會生一薄層的氧化物固着在表面，它能阻止空氣侵入內層，因此鍛鐵很少生銹的。

### 鉻鋼

近年來由防銹的研究進而製作不生銹的鋼鐵。一九一三年布利

雷（Brenley）發見鐵和鉻的合金如能適當加熱處理，可不致生銹，這種鉻鋼

約含一二—一五%的鉻，和 $0.25-0.40\%$ 的碳，因有鉻的存在故不致生銹，而含碳則能令鐵煅煉。因此可以製出多種性質不同的不銹的鋼，以應各方需要，而所製刃物，鋒利不亞於通常的鋼。若於鉻鋼中加入鎳，所成的合金更能抵抗銹的發生。商業上名 *Staybrite* 的鉻鎳鋼，含有一八%鉻和八%鎳。這合金非常強韌，且可錘成各種形狀；惜不能淬煉（*Quenching*）變硬，故難用於製造機械用具和彫鑿用具，但宜於製造化學器械。

**錳鋼** 百餘年（一七七三）以前已知錳能破壞鐵的磁性，故無磁性的錳鋼可用以製造軍艦的問壁，舵室及其他與羅盤（*Magnetic compass*）接近的物體。錳鋼經淬煉後不似通常鋼的硬脆，而變為強韌及堅牢，不能用普通方法穿孔和鉋削；故多用於製造護身鋼甲，橋梁用鋼條，艦船用鋼板，鐵軌及車軸等。錳鋼中約含錳一二%，碳一%，矽 $0.5\%$ 。

**鎳鋼** 鋼中含三—五%的鎳，彈性（*Elasticity*）和強度（*Strength*）大增，

用以製造齒車、軍艦甲板、汽車用鋼及其他容易磨損的物件。如鎳量增加，則彈性減少而硬度增，含鎳達一五%以上的鋼可耐甚大的應變 (Strain)，不致破裂。含鎳量達二五%的鎳鋼具有高電阻 (Electrical resistance)，且不隨溫度而變化，可用作標準電阻器。並且這種鋼沒有磁性。含三六%鎳，〇·五%碳，〇·五%錳的鎳鋼，特稱為因鋼 (Invar)，它的優點是膨脹係數 (Coefficient of expansion) 非常小，彈性不隨溫度起變化，不生銹，能延展，能鍛冶 (Forging)，用以製造鐘表的發條和擺，測量器械和分度機 (Dividing machine)。因鋼所以有這樣多的用途，乃因溫度變化時它的長度不變。

此外尚有兩種鎳鋼，其一含四五%的鎳和微量的碳，稱為鉑鋼 (Platinite)，它的膨脹係數和玻璃相同，故用作電燈泡或無線電燈泡的金屬接頭<sup>[註]</sup>。另一鎳鋼名透磁鋼 (Permalloy) 僅含二(%)的鐵，它容易磁化，也容易失去磁性，若用它包着水底電線，則發送信號的速率較平常增加五倍。

## 錳鋼

錳與鐵所成的合金中加入少量的鉻或錳，則生成物能於高溫度保持它的硬度。以高速度切斷物體時，發生高熱，通常鋼所製的器械，在這狀況下因硬度減少，當失去鋒利，錳鋼在七〇〇度尚能保有原有狀況。這種鋼特稱為高速度鋼 (High speed steel)，用製穿孔機械等。優良錳鋼含錳一四%，鉻四%，鈳一%，碳〇·五%。錳可用價貴的鉬 (Molybdenum) 代替，所需鉬的量較錳為少。這樣的鋼用製激甲榴彈、飛機支柱、汽車轉軸、推進器的迴轉軸等。

近年發明許多種類的鋼以應各種特殊需要，這些鋼大都含有好幾種的金屬，製造時多採用電爐，以期正確地控制成品的成分和性質。

**銅** 除鐵外，最重要的金屬當推銅，純粹的銅為最良的導電體，故用作導電的電線 (Electric wire)，若有微量的不純物存在，常能減低導電性 (Conductivity)。銅也是熱的良導體，故用製烹調用具和大蒸發皿等。純銅不能鑄造，因熔融的銅吸收各種氣體，於冷卻時放出，而遺留空隙和氣孔，若加入錫，則可



阻止氣體的吸收，故青銅適於鑄造。軟青銅又名砲金 (Tin metal)，含八一—二二%的錫，性堅牢，用製各種器械。硬青銅又名鐘金 (Bell metal)，含錫二四%，性硬能耐衝擊。含錫量達三三%的合金，色白，能磨光作鏡，故名鏡金 (Speculum metal)。加入百分之幾的磷於青銅中，得含磷青銅 (Phosphor bronze)，性硬，在 seawater 中較鋼鐵不易生銹，耐磨擦，用製與海水接觸的機械、軸承和唧筒。

銅的另一種合金為黃銅 (Brass)，含各種比例的鋅，含鋅量增加時，合金的顏色愈白，強度和硬度增加。通常的銅鋅合金含鋅二〇—四〇%，帶金黃色，能磨光而不易失去光澤。主要用途為鑄造，製造機械的部分，和彈壳等。蒙自金 (Muntz metal) 含四〇%的鋅，不生銹，故嘗用作船蓋。含鎳六〇%的合金稱為蒙金 (Monel metal)，較青銅、黃銅更難生銹，能鑄造及拉成細絲，又廣用於水上工程、凝汽管及洗衣作、搾乳場、飲食店的裝璜。

鉛和錫 這兩種金屬的熔點頗低，鉛較錫重，且在空氣中易於失去光澤。

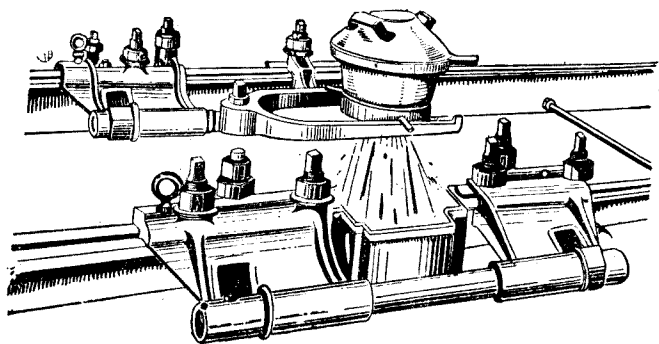
鉛的主要用途爲製自來水管、蓄電池 (Accumulator)，也用以製造鉛白，可惜有毒不爲人所樂用。錫的用途在討論防銹時曾略述及，其他如製錫箔 (Tin-foil)、包糖菓的錫紙 (Silver-paper) 及盛牙膏的錫管、鐸錫 (Solder) 是鉛錫的合金，而活字金 (Type metal) 和易熔合金是別種金屬與鉛、錫或與鉛、錫中的任一種所成的合金。

鋁 一八二七年味勒 (Wöhler) 最初製出鋁，但在五十年以前因它不容易冶金致認其沒有實用，直至一八八六至一八九〇年美人霍爾 (Hall) 及法 人赫勞 (Heroult) 各出心裁發明大量冶鋁的方法，故近年產量大增（年產額約十七萬噸），而售價甚廉。製鋁所用的鑛石名鐵礬土 (Bauxite)，產於法、美 (Arkansas) 及英 (British Guiana)，爲鋁的氧化物，除去不純物後的純氧化物熔於熔融的格林蘭 (Greenland) 產的冰晶石 (Cryolite) 中，而後通以電流，則在陰極析出熔融狀態的鋁。這冶金法要在有低廉電力（用水力發電）

的地方才能應用。

鋁的優點在它的密度小（二·七），強硬，且為熱和電的良導體。在空氣中雖被氧化，但所成的氧化物固着於表面可以保護內部不致繼續氧化。因它易傳熱，故用作烹調器具，但易被鹼侵蝕。傳電導線近多用鋁以代銅，而在美國更屬通行。粉狀的鋁可用作銀白色的塗料，和熔接鐵軌的鋁熱劑（Thermit）。

因鋁輕而強硬，所以鋁的合金多被採用以製航空器和汽車部分。鋁中含三—一〇%鎂的合金稱為鎂鋁（Magnalium），密度約為一·七，較鋁強硬，但比鋁易於加工，機械的性質和黃



軌鐵接鐸熱發劑熱鋁用 七十二圖

銅相似，用製飛機（Airship）的骨骼。硬鋁含四%銅，〇·五%（或略多）鎂，密度和鋁同，是輕合金中最重要的一種。熱至五〇〇度後，浸於冷水中，強度增至和軟鋼相同，而較純鋁大數倍。這合金也用以製航空器。加鋁於黃銅中可增加強度，還有其他用作製造航空器和汽車的鋁、銅和鋅的合金。

近年又發明幾種不為鹽水侵蝕的鋁的合金，而以此製造水底用具。例如鋁合金中含八—一五%的矽，借少量某種鹽類、氧化物或他種物質熱至七〇〇度左右，內部組織發生重大變化，生成物的強度增加，具有適於鑄造的性能，質輕而不生銹。用以製造船艦的露出部分，非常適宜。自一九二〇年發見鋁矽合金的組織變化（Structural change）後，許多學者就他種鋁的合金作同樣的實驗，已得有不少的結果。將來也許由這種方法製出許多的鋁合金，性質的變化百出，足與鋼相頡頏，而質輕不生銹，又較鋼更適於實用。鋁的消費年有增加，若售價減低，應用當更廣，且各種粘土（Clay）均含有鋁，如有經濟的冶金法

發明，則現在的鐵器時代行將變為輕齊 [10] 時代 (Age of light alloys)

註

「一」參閱一三三頁。

「二」一氧化碳和二氧化碳不同，它能燃燒成青色火燄，有劇毒。

「三」純

鐵的熔點為一五四五度，鑄鐵為一二〇〇度。

「四」這種操作稱為淬煉。

「五」純鐵浸於水中

不致生銹，故生銹的原因，乃由於含有不純物所致。

「六」據 Sir Robert Hadfield 估計為五萬

萬鎊。

「七」鉛的膨脹係數和玻璃相似，以前電燈泡絲的接頭多用這高價的鉛，以後即用鉑銅

(Platinite) 代替，現在多用類似因鋼的合金而鍍以銅。「八」稱為青銅 (Bronze)，為發明

最早的合金。「九」鎂和鋁相同，在空氣中僅表面氧化。「一〇」合金一名齊。

### 問題

一 最初所用的金屬是甚麼？何故？

二 試比較鑄鐵、鍛鐵和鋼的性質。

三 鐵的冶金法。

四 如何才能防止鐵銹？

五 合金的通性是甚麼？

六 銅的合金有幾種？

七 試述鋁和鋁的合金的性質。

## 第十一章 漂白和消毒

**漂白劑的種類** 輓近化學進步，發見各種漂白劑，因而改革了纖維工業中的至難工程——漂白術。以前所用的漂白方法，僅爲日光漂白法，即將欲漂白的織布浸溼，於草地上晒之，由日光、空氣、水分等的作用，發生臭氧（Ozone），過氧化氫等以氧化布上的色素，此爲不須任何藥物的漂白法，但需時長久，且須廣闊場所曝曬，故除內地尙用此種漂白法，此外僅多少用於麻煩的漂白。

現今所知的漂白劑雖有種種，但可分爲還元漂白劑和氧化漂白劑。前者還元纖維中的色素使成白色化合物；後者氧化色素，使之破壞而成白色物。工業上使用的漂白劑，非但要有漂白纖維的能力，並且要不傷害纖維和工費低廉，才能採用；例如有一種漂白劑具有理想的漂白能力，但工費不廉，亦無實用上的價值。茲將主要漂白劑和應用方法略述如下：

**二氧化硫** 二氧化硫 (Sulphur dioxide) 一稱亞硫酸氣 (Sulphurous acid gas)，爲燃硫於空氣中時所生刺激性的氣體，和溼布接觸時，則還元色素而成白色。工業上應用時，導二氧化硫入於密閉室（木製或磚砌，如係木製則內側須襯鉛板以防腐蝕）中，使與濕布接觸而漂白。用這法所得的漂白物，經久即漸次復變原色，是其缺點，但工費低廉，多用於綢、羊毛及麥稈的漂白。

**亞硫酸氫鈉** 通二氧化硫於碳酸鈉 (Sodium carbonate) 溫液中成飽和溶液 (Saturated solution)，即得亞硫酸氫鈉 (Sodium hydrogen sulphite)。有結晶狀或粉狀二種，普通販賣品爲水溶液，濃度約五二度 (Tw.) [1]，與空氣接觸則氧化爲硫酸鹽類，減少漂白效力，故須將瓶口密閉。亞硫酸氫鈉的漂白作用和二氧化硫同，可作絲綢、毛織物及麥稈的漂白劑。因係應用溶液，所以不致如採用二氧化硫時傷害附近人畜和植物；此爲其優點。應用時加入二倍容積的水於亞硫酸氫鈉液內，將漂白物浸入溶液中，再分次加入少量硫酸或鹽



酸，經數小時後，取出用水洗淨，或浸漂白物於上述濃度的溶液中，數小時或一夜後，絞出浸於稀硫酸或鹽酸中，用水洗之。

**漂白粉** 有水分存在時，氯（Chlorine）為強烈的漂白劑，此為繼二氧化硫後所發見的漂白劑。因氣體氯處理不便，乃用消石灰吸收之，所成的物稱為漂白粉（Bleaching powder）。商品漂白粉約含三五—三七%的有效氯，通常用以漂白木棉和麻等植物纖維，應用法如下：

溶漂白粉於水，濃度約一—二度（T<sub>w</sub>），木棉浸入後約一、二小時，取出絞乾，通入稀硫酸或鹽酸一—二度（T<sub>w</sub>）中，二十分鐘，充分用水沖洗，直至毫無氯臭為止，以免損害纖維。或於水洗後，浸於一硫酸鈉或亞硫酸氫鈉液中數分鐘，再用水沖洗以完全除去氯。一硫酸鈉和亞硫酸氫鈉用量約當漂白物的〇·五%，溶解於水，成水溶液。

**次氯酸鈉** 次氯酸鈉（Sodium hypochlorite）和漂白粉相同，可漂白木

棉、麻等植物性纖維。小規模的製法爲漂白粉溶液中加入碳酸鈉溶液，而用其澄清液。大規模製造時，通氯於冷苛性鈉溶液中成飽和溶液即得，或電解食鹽。

**電氣漂白** 上面說過食鹽電解時，可使生成次氯酸鈉，以供漂白之用，此法稱爲電氣漂白。

電氣漂白的優點爲（一）溶液清澄；（二）次氯酸鈉爲可溶性的化合物，容易分布於液中，因而可使漂白均勻；（三）不損害纖維；（四）原料（食鹽）價廉；（五）食鹽的消費量僅爲附着於漂白物上的一部分，故補充不多。若電力低廉，則爲最良漂白法。

**過錳酸鉀** 二氧化錳中加入苛性鉀或碳酸鉀，再加氧化劑氯酸鉀（Potassium chlorate）或硝石（硝酸鈉），熔融後，得綠色的錳酸鉀（Potassium manganate）。加酸於錳酸鉀溶液中，使成酸性，即得過錳酸鉀（Potassium permanganate）溶液。商品的過錳酸鉀爲黑紫色結晶，其水溶液呈美麗的紅紫色。

爲強烈的氧化劑，可用作殺菌消毒，及漂白棉布。例如過錳酸鉀（約爲布重的一—三%）溶液中，加入硫酸或硫酸鎂，浸棉布於內，約二、三十分鐘，這時過錳酸鉀放出一部分的有效氧氣，氧化色素，而同時因過錳酸鉀本身還元生成二氧化錳遺留於布面，致布帶褐色，但移入稀亞硫酸（或亞硫酸鈉與硫酸）液中，褐色即行褪去，而成純白。漂白液中所以加硫酸或硫酸鎂的理由，在中和由過錳酸鉀分解所生的苛性鉀；因木棉浸於鹼性液中，則氧化而成氧化纖維素（Oxycellulose），脆弱不耐用。

**過氧化氫** 在實驗室中用過氧化鋇（Barium Peroxide）加硫酸製造過氧化氫（Hydrogen peroxide），但因過氧化鋇昂貴，工業上用過氧化鈉製造，販賣的過氧化氫爲三%的水溶液。

過氧化氫爲不安定的化合物，和鹼性液共存時更易分解。儲藏時宜作成稀薄溶液或加入磷酸使成弱酸性。用時加入氨水或矽酸鈉變成弱鹼性。與金

屬接觸更易促進分解，故盛器宜用陶土製或木製，漂白時也不宜用金屬器皿。過氧化氫很少侵害纖維，對於各種漂白差不多都適用。因工費的關係，多用於漂白絲、羊毛、羽毛、象牙等，因這些物質如用漂白粉、次氯酸鈉漂白，就會受損害。

**過氧化鈉** 鈉在乾燥空氣或氧氣中加熱至三〇〇度，即成黃白色粉狀的過氧化鈉，通常含有有效氧二〇%，為有力的氧化劑。放置空氣中吸收溼氣，並吸收二氧化碳而成碳酸鈉，致減少有效氧氣，故須封固儲藏。投在水中則發熱，甚至燃燒，故宜在冰水中徐徐溶解，並加攪拌，此時生成過氧化氫和苛性鈉。這樣所成的溶液鹼性太強，不適於絲、羊毛等動物纖維的漂白，且分解太速，應用時應以如下的方法：

(第一法) 溶解過氧化鈉於稀硫酸中製成過氧化氫供漂白用。例如千分冷水中加入一八——二〇分濃硫酸(168T.W.)，用冰冷卻後，一面攪拌一面加

入十三分過氧化鈉加畢用石蕊試紙 (Litmus paper) 驗其是否爲中性或弱酸性，否則須補加適量硫酸，以試紙恰變紅色爲度。及至使用時，注加氫水或矽酸鈉使成弱鹼性，而將漂白物浸入，漸次加熱一、二小時，溫度約達五〇度，必要時可昇至六〇—七〇度。如此浸漬數小時後，漂白完成。取出用水洗滌。

(第二法) 用硫酸鎂代上法中的硫酸，製成過氧化鎂作漂白劑。例如溶解三十分硫酸鎂於十分冷水中，徐徐加入十分過氧化鈉製成漂白劑，餘同第一法。

過硼酸鈉 過硼酸鈉 (Sodium perborate)，較過氧化鈉安定，無爆發性和腐蝕性，常用以代過氧化鈉。製法：於二〇度以下溫度用硫酸處理過氧化鈉和硼酸的混合物數小時，採集沉降的過硼酸鈉，於空中乾燥之。或於二〇度以下的溫度加硼酸末於過氧化氫，再加過氧化鈉即得。易溶於水，呈弱鹼性，尤易溶於弱酸中。用作絲、羊毛、羽毛等的漂白劑，用法如下：

(第一法)被漂白物浸於過硼酸鈉1%水溶液中約四—六小時，漸次昇溫至六〇—七〇度，在這溫度中浸漬一小時，取出，用稀硫酸水洗後，以水洗淨。如一次不能漂白，可照上述操作反覆行之。

(第二法)水千分中注入濃硫酸三分，攪拌，加過硼酸鈉十五分，更加適量矽酸鈉使成弱鹼性，投漂白物於溶液，漸次加溫至八〇度，保持此溫四—五小時，冷卻，投於稀酸液中，用水洗淨。

用以上各種漂白劑行漂白作用時，須先以肥皂、碳酸鈉或二者的混合液將漂白物煮沸，以除去污穢。

**防腐劑和消毒劑** 防腐殺菌所用的方法約分二種：即物理的方法如加熱冷卻等，及化學的方法利用藥劑以消滅微菌。通常以制止微菌的發育和蕃殖為防腐，而以殺死微菌和孢子為消毒。實際上同一藥品可作防腐和消毒之用，不過前者用量少而後者用量多而已，食物中所用防腐劑自以不損害人體

爲限，否則不能採用。以下略述普通防腐消毒用的藥劑。

**石炭酸** 石炭酸 (Carbolic acid) 1 稱酚 (Phenol)，分餾煤膠時收集一五〇—一八〇度間的蒸出物，精製之即得。不僅可作消毒劑，且爲製造硫化染料的原料。純粹的石炭酸爲無色針狀結晶，或白色塊狀，有特臭，熔於四〇—四二度，沸點爲一七八—一八二度，其蒸氣點火時，火燄爲白色，不甚溶於水，石炭酸一分溶於十五分水內，或十分石炭酸內加水一分均得澄清液；更加多量的水，又變爲混濁，直至石炭酸與水的比例爲一比二〇時，又重爲澄清液。液中加入溴水 (Bromine water) 得三溴酚的白色沉澱，爲石炭酸的極敏銳的反應；沖淡五萬倍的稀石炭酸液中，也可看出這反應。

純粹石炭酸或其濃厚溶液與皮膚接觸時，局部呈白色，失去感覺以至脫皮。通常用石炭酸三％的水溶液洗滌創口，而外科器械和手的消毒則用五％水溶液。縫合創口所用的殺菌縫合線，爲絲線浸於五％水溶液中，煮沸一小時

後，乾燥而成的脫脂紗布一千分浸於石炭酸酒精溶液（流動石炭酸）三六十分溶解於九〇%的酒精一千分中而成）中一晝夜，在常溫乾燥之，即成石炭酸紗布。

石炭酸的優點為不易與有機物結合，遇酸、鹼也不失却消毒力量。

**煤餾油酚** 煤餾油酚 (Cresol) 一稱甲酚 (Methyl phenol) 與石炭酸同存於煤膠中，為製造石炭酸時的副產物。它的消毒力比石炭酸強，而沒有石炭酸那樣的侵蝕皮膚，價亦較廉，故為近來廣用的殺菌消毒劑。

它有三種同素異性體 (Isomerism)，即鄰位甲酚、間位甲酚（消毒力最強）和對位甲酚。普通所稱的甲酚是指上列三種甲酚的混合體。新製的甲酚為無色油狀液體，經久即呈黃色以至暗褐色，有一種特臭，比石炭酸難溶於水，（約溶於二百倍的水中），所成溶液略混濁，呈微弱酸性，加氯化鐵液成藍紫色，遇溴水沉澱；加苛性鈉所成鈉鹽（甲酚鈉）容易溶解於水，且能增加甲酚



的溶解度，其他化學性質和石炭酸相似。

**甲酚肥皂液** 甲酚難溶於水，用作消毒劑時，和等量鉀肥皂混合溫熱之，得甲酚肥皂液，具有甲酚的特臭，為帶黃色或黃褐色的膠狀濃厚液。用時以二十倍水沖淡之，通常所謂甲酚水即甲酚肥皂液六分，水九十四分的混合液，百分中約含粗製甲酚三%。

**昇汞** 在化學上昇汞又稱氯化汞，為白色結晶粉末，是一種最強烈的消毒劑，其水溶液曝露於日光中，即徐徐發生氧和氯，而成甘汞（氯化亞汞），因而減少消毒的效力。

昇汞具有猛毒，溶解於一千倍的水中，尚有完全消毒殺菌的能力。傳染病發生時，用它作消毒劑，非常適當，但其水溶液無色無臭，故加入少許紅色色素（Rosine）或紅墨水，使帶紅色以資識別，通常置於暗處，以防止受日光的照射而起分解。昇汞液能溶解金屬，而游離水銀，故盛器不可用金屬的（銅製或

黃銅製等) 而宜用搪磁器皿。昇汞遇蛋白質即結合而成不溶解物致喪失消毒能力，故不宜於大便、唾痰等的消毒，但加入5%的鹽酸就可免除此缺點。

**硼酸** (Boric acid) 具有似真球光澤的鱗片結晶，販賣品也有粉末狀的，雖能溶於熱水，但難溶於冷水，故溶硼酸於熱水中，冷後，一部分結晶析出，而得飽和溶液(4%)，為無害性的防腐藥，供一般創傷的洗滌和用作含漱藥、洗眼藥(2%)或飲食的防腐劑。敷貼創傷、火傷或潰爛處所用的硼酸軟膏為一分硼酸、一分甘油和八分凡士林所成的淡黃色物。

**硼砂** (Borax) 為白色結晶，水溶液呈弱鹼性，但不傷害皮膚，且有洗淨功用，用作防腐、收斂和洗滌藥。

**水楊酸** 水楊酸 (Salicylic acid) 為細白結晶，僅溶於五百倍的水中，為有力的防腐劑，其0.1-1.5%溶液即能防止普通有機物的腐敗，0.1-0.4%溶液亦能遲緩腐敗作用，可作飲食(酒類)的防腐劑或作軟膏、酒精溶液，撒布

藥等醫治諸種皮膚病。滑石粉百分和五分水楊酸混合，可作除腋臭的塗擦藥。

**甲醛水** 甲醛 (Formaldehyde) 一名蟻醛，為刺激鼻的氣體，它的三五

% 水溶液稱為福爾馬林 (Formalin)，即甲醛水，比較無害，但殺菌力大，1% 的稀甲醛水即能於一小時內完全殺死病原菌和其孢子；外科器械消毒和洗手用的比較濃些，但不能用於大便、嘔吐物等含蛋白質和氮的物質的消毒。酒類或飲食物中加入微量即能防腐，但非完全無害，故各國禁止採用。肺病或其他傳染病患者的居室消毒時，以用福爾馬林蒸汽為最便利。

甲醛水是一種劇藥，受日光作用，徐徐變成甲酸（即蟻酸），故須藏於暗處。

**安息香酸** 安息香酸 (Benzoic acid) 為白色或帶黃色的結晶，溶於二百倍冷水或二十五倍熱水中，防腐力較石炭酸和水楊酸為優。○·1% 的溶液即具充分防腐的效力。

**安息香酸鈉** 此爲無色結晶性的粉末，較安息香酸易溶於水，故多用以代替安息香酸。此外尚可用作祛痰藥和興奮藥。

**$\beta$  萘酚**  $\beta$  萘酚 (Beta-naphthol) 爲白色結晶性粉末，難溶於水（約千分之一），但溶於酒精、醚和氯仿 (Chloroform)，防腐性強，其酒精溶液或軟膏可治皮膚病。

**麝香草酚** 麝香草酚 (Thymol) 爲無色透明結晶，幾不溶於水，而溶於酒精、醚、氯仿等，爲驅除十二指腸蟲和縲蟲的內用藥，或作消毒繃帶料和醫治慢性皮膚病，或加入牙粉中，或以其飽和溶液作含嗽藥。

**酒精** 通常所稱的酒精卽有機化學酒精類 (醇類 Alcohol) 中的乙醇 (Ethyl alcohol)，性易吸收水分，常用的約含水五%，雖然非強殺菌劑，但用五〇—七〇% 溶液於五分鐘間可殺死腸室扶斯病菌，但純粹酒精 (Absolute alcohol) 反無殺菌作用。

**碘酒** 此為碘的酒精溶液，色赤褐，有碘的臭氣，主要用途為皮膚的消毒，或作肋膜炎、關節炎、跌打傷等的外用藥。

**碘仿** 碘仿 (Iodoform) 為劇藥的一種，有特異臭氣，為黃色有光澤的結晶，對於粘膜和創面不生腐蝕作用，且有制止化膿的功效，故用治創傷。

**硫酸亞鐵** 硫酸亞鐵 (Ferrous sulphate) 一名綠礬，為帶綠色的結晶，雖有防腐效力，通常多用作防臭劑，糞上淋以硫酸亞鐵的濃溶液，大可除去臭氣。

**石灰乳** 生石灰 (Lime) 在化學上稱為氧化鈣 (Calcium oxide)，加水 (石灰一百分，水六十分) 而成粉狀的氫氧化鈣 (Calcium hydroxide) 即消石灰。消石灰加水成白色乳狀物即石灰乳。消石灰放置空氣中，容易吸收二氧化碳變成碳酸鈣，失却本來效力，故以臨時製就的為佳。用於糞的消毒用的石灰乳，可用一分消石灰加水四分即可。

註 [一] Tw. 是表示 Twaddell 比重計的度數。 [二] 試紙變紅則為酸性。 [三] 流動石炭酸

爲熔融的石炭酸百分，加入蒸餾水十分所成；洗滌創傷的石炭酸水含二%的純石炭酸，如加一%鹽酸，則消毒力量增加。

### 問題

- 一 漂白劑大都可作消毒殺菌劑，何故？
- 二 還元漂白劑有何缺點？
- 三 試述石炭酸的性狀和優點。
- 四 比較昇汞和福爾馬林的性質。
- 五 甲酚肥皂液之於甲酚，安息香酸鈉之安息香酸有何相同點？
- 六 試述硼酸的用途。
- 七 通常用漂白粉而不用氯作漂白劑，何故？

# 萬國原子量表 (1936)

元素名	符號	原子序數	原子量	元素名	符號	原子序數	原子量		
氫	Hydrogen	H	1	1.0078	鈳	Ruthenium	Ru	44	101.7
氦	Helium	He	2	4.002	鈳	Rhodium	Rh	45	101.91
鋰	Lithium	Li	3	6.940	鈳	Palladium	Pd	46	106.7
鈹	Beryllium	Be	4	9.02	銀	Silver	Ag	47	197.8-80
硼	Boron	B	5	10.82	銻	Cadmium	Cd	48	112.41
碳	Carbon	C	6	12.00	銻	Indium	In	49	114.76
氮	Nitrogen	N	7	14.008	錫	Tin	Sn	50	118.70
氧	Oxygen	O	8	16.0000	銻	Antimony	Sb	51	121.76
氟	Fluorine	F	9	19.00	銻	Tellurium	Te	52	127.61
氖	Neon	Ne	10	20.183	銻	Iodine	I	53	126.92
鈉	Sodium	Na	11	22.997	銻	Xenon	Xe	54	131.3
鎂	Magnesium	Mg	12	24.32	銻	Cesium	Cs	55	132.91
鋁	Aluminium	Al	13	26.97	銻	Barium	Ba	56	137.36
矽	Silicon	Si	14	28.06	銻	Lanthanum	La	57	138.92
磷	Phosphorus	P	15	31.02	銻	Cerium	Ce	58	140.13
硫	Sulphur	S	16	32.06	銻	Praseodymium	Pr	59	140.92
氯	Chlorine	Cl	17	35.457	銻	Neodymium	Nd	60	144.27
氬	Argon	Ar	18	39.944	銻	Samarium	Sm	62	150.13
鉀	Potassium	K	19	39.996	銻	Europium	Eu	63	152.0
鈣	Calcium	Ca	20	40.08	銻	Gadolinium	Gd	64	157.3
鈾	Scandium	Sc	21	45.10	銻	Terbium	Tb	65	159.2
鈦	Titanium	Ti	22	47.90	銻	Dysprosium	Dy	66	162.46
鈳	Vanadium	V	23	50.95	銻	Holmium	Ho	67	163.5
鉻	Chromium	Cr	24	52.01	銻	Erbium	Er	68	167.64
錳	Manganese	Mn	25	54.93	銻	Thulium	Tm	69	169.4
鐵	Iron	Fe	26	55.84	銻	Ytterbium	Yb	70	173.04
鈷	Cobalt	Co	27	58.94	銻	Lutetium	Lu	71	175.0
鎳	Nickel	Ni	28	58.69	銻	Hafnium	Hf	72	178.6
銅	Copper	Cu	29	63.57	銻	Tantalum	Ta	73	180.88
鋅	Zinc	Zn	30	65.34	銻	Tungsten	W	74	184.0
鋁	Gallium	Ga	31	69.72	銻	Rhenium	Re	75	186.31
銻	Germanium	Ge	32	72.60	銻	Osmium	Os	76	191.5
砷	Arsenic	As	33	74.91	銻	Iridium	Ir	77	193.1
碲	Selenium	Se	34	78.96	銻	Platinum	Pt	78	195.23
碘	Bromine	Br	35	79.916	銻	Gold	Au	79	197.2
氙	Krypton	Kr	36	83.7	銻	Mercury	Hg	80	200.61
銣	Rubidium	Rb	37	85.44	銻	Thallium	Tl	81	204.39
銣	Strontium	Sr	38	87.63	銻	Lead	Pb	82	207.22
釷	Yttrium	Yt	39	88.92	銻	Bismuth	Bi	83	209.00
鈳	Zirconium	Zr	40	91.22	銻	Radon	Rn	86	222
鈳	Niobium	Nb	41	92.91	銻	Radium	Ra	88	226.05
鈳	(Columbium)	Cb	41	92.91	銻	Thorium	Th	90	232.12
鈳	Molybdenum	Mo	42	96.0	銻	Uranium	U	92	238.14

# 中文名詞索引

## 一畫

乙炔

乙醚

一氧化碳

一硫酸酸鈉

## 二畫

二氧化碳

二三

二氧化硫

人造肥料

## 三畫

凡士林

三氮甲烷

## 四畫

水

水蒸氣

水煤氣

壹

壹

壹, 二, 四

二四

水玻璃  
水門汀  
水楊酸

水  
水

水解作用

化合物  
化合物

化合態的氮

木炭

木精

牛酪

牛乳

不妊症

不能和化合物

王水

五行說

分度機

火石玻璃

五

二五

一五

五

## 五畫

石墨

石炭

石油

石灰水

石灰乳

石腦油

石炭酸

甲醑

甲醑肥皂液

四氯化碳

四氯乙烷

白蠟

甘油

式醣類

玉對黍

四

四, 五

四

三

一五

四

一四

一五

一四

一四

一四

一四

一四

一四

一四

一四

生活素  
平爐法  
永久硬水

六畫

血球素

血纖維

血斑病

有機化學

有機的食物

安息香酸

安息香酸鈉

因鋼

合金

年紅燈

多醣類

冰晶石

冰晶石

100

二六

二六

六

六

一四

四

五

五

一五

一五

一三

一三

一七

一七

一四







過磷酸石灰	二六	鉛白	一三	漂白	一五	膠原質	一五
煤煙	四	滅火器	一五	漂白粉	一五	蔗糖	三、四
煤氣	五	催化劑	五、六、九、二五	蒙金	一三	蔗糖的轉化	七、六
煤膠	五	準滿德	一〇〇	蒙白金	一三	彈性	一三
煤油	一〇	愛克曼	一〇三	酸性土壤	一六	彈性組織素	一六
氮	三、四	葉綠素	一六	酸性碳酸鹽	一四	鋁熱劑	三
氮仿	一五	鼓風爐	一四	銅	一三	鋁矽合金	一三
硼酸	六、五	葡萄酒	七、九	蜜糖	九	鋁	七、六、五
硼砂	一五	佛羅質斯病	元	酵母	二六、三五	糊精	九
碘仿	一五	<b>十四畫</b>	元	熔浮	三	漿劑	七、六、五
鉀肥	一七	碳酸鈣	三	製箭素	三	錫	三九
鉀玻璃	六	碳酸鹽	三、三三	蓄電池	三	綠礬	三
電線	一三	碳化氫	一	輕齊時代	一四	暫時硬水	一四
電氣漂白	一四	碳酸鈉	四	福爾馬林	一〇	澱謬提法	一七
溼度	四	碳酸鈉	一四	蒲里斯脫來	一五	澈甲榴彈	一五
滑劑	六	腐刻術	一五	飽和化合物	一五	<b>十六畫</b>	四
蜂蜜	三	腐植土	一五	<b>十五畫</b>	錫箔	錫	五
鉛鋼	三	林勞	一五	數質	一五	錫紙	六、六
		林滿德	二一	膠棉	二一	錳鋼	六



# 西 文 名 詞 索 引

	頁數		頁數
Accumulative poison .....	30	Brass .....	133
Accumulator .....	134	Bronze .....	123
Acetylene.....	35	Butter .....	64,107
Acid soil .....	118		
Age of light alloys.....	137	Calcification .....	107
Air .....	6	Calcium carbonate .....	12
Albumin .....	87	Calcium sulphate .....	28
Alchemy .....	2	Cane sugar .....	77
Alkali .....	63	Caramel .....	79
Aluminium hydroxide.....	31	Carbohydrate .....	75
Amino-acid.....	87,116	Carbolic acid .....	68,147
Ammonia .....	10	Carbon .....	40
Ammonium sulphate .....	113	Carbonates .....	22,123
Amylase .....	82	Carbon dioxide .....	10
Aqua regia .....	2	Carbon monoxide .....	124
Argon .....	9	Carbon tetrachloride .....	72
Aristotle .....	1	Caustic potash .....	63
Assimilation.....	13,75	Caustic soda .....	63
Auximones .....	119	Celluloid .....	86
		Cellulose .....	42,77
Barium peroxide .....	143	Cement .....	125
Bell metal .....	133	Cheese .....	82
Benzene .....	72	Chemical compound .....	5,11
Benzine.....	48	Chile salpeter .....	114
Benzoic acid .....	151	Chlorine .....	141
Bessemer .....	125	Chloroform .....	72
Beta-naphthol .....	152	Chlorophyll .....	118
Eicarbonates .....	22	Cholesterol .....	108
Blast furnace .....	124	Clay .....	136
Bleaching powder .....	141	Coal gas .....	50
Bohemian glass .....	60	Coefficient of expansion .....	131
Borax .....	150	Cold process .....	67
Boric acid .....	68,150	Collagen .....	88
Bouxite.....	134	Collodion .....	86

Conductivity .....	132	Formalin .....	151
Converter .....	126	Formic acid .....	81
Corn .....	80	Fructose .....	77
Cresol .....	148	Fuels .....	42
Crucible process .....	127	Funk .....	99
Cryolite .....	134	Galvanization .....	129
Cyanamide method .....	116	Gasoline .....	48
Cyanides .....	51	Gelatine .....	88
Dextrin .....	77	Globulin .....	88
Diamond .....	41	Glucose .....	77
Digestive system .....	95	Gluten .....	84
Disaccharides .....	77	Glycerine .....	65
Dividing machine .....	131	Glycogen .....	85
Drummond .....	100	Guano .....	117
Drying cleaning .....	72	Gun cotton .....	86
Eijkman .....	103	Gun metal .....	133
Elasticity .....	130	Haber .....	115
Elastin .....	88	Hall .....	134
Electric wire .....	132	Hard water .....	26
Emulsification .....	71	Heat of fusion .....	35
Ergosterol .....	108	Heat of vaporization .....	35
Ergot fungus rye .....	108	Helium .....	9
Etching .....	62	Helmet .....	45
Ether .....	72	Hérault .....	134
Fatty acids .....	62	High speed steel .....	132
Fehling solution .....	79	Honey .....	79
Feldspar .....	117	Hopkins .....	98
Ferrous sulphate .....	153	Humidity .....	16
Fibrin .....	88	Humus .....	119
Fibrinogen .....	88	Hydrocarbon .....	48
Flint glass .....	60	Hydrofluoric acid .....	61
Food .....	75	Hydrogen .....	4,33
Forging .....	131	Hydrogenation .....	65
Formaldehyde .....	151	Hydrogen peroxide .....	143

- |                              |     |                           |     |
|------------------------------|-----|---------------------------|-----|
| Hydrolysis .....             | 63  | Muntz metal .....         | 133 |
| Inert gas .....              | 10  | Mustard gas.....          | 45  |
| Inorganic foodstuff .....    | 75  | Myosin .....              | 88  |
| Insulator .....              | 49  | Naphtha .....             | 48  |
| Invar .....                  | 131 | Nectar .....              | 81  |
| Inversion of cane sugar..... | 79  | Neon .....                | 10  |
| Iodoform .....               | 153 | Neon lamp .....           | 17  |
| Iron age .....               | 123 | Nitric acid .....         | 10  |
| Isinglass .....              | 88  | Nitrobenzene .....        | 67  |
| Jabir .....                  | 2   | Nitro-cellulose .....     | 86  |
| Keratin.....                 | 88  | Nitrogen .....            | 9   |
| Kerosene .....               | 48  | Nitrophoska .....         | 118 |
| Krypton .....                | 9   | Oleic acid.....           | 62  |
| Lamp black.....              | 40  | Open-hearth method .....  | 126 |
| Lavoisier .....              | 3   | Organic chemistry.....    | 40  |
| Leaf-mould .....             | 120 | Organic foodstuff .....   | 75  |
| Legumin .....                | 88  | Oxalic acid .....         | 73  |
| Lubricant.....               | 42  | Oxides .....              | 123 |
| Lubricating oil .....        | 49  | Oxidizing agent .....     | 61  |
| Macilage .....               | 85  | Oxygen.....               | 4   |
| Magnalium .....              | 135 | Palmitic acid .....       | 62  |
| Magnesia .....               | 126 | Paracelsus .....          | 2   |
| Maltose.....                 | 80  | Paraffin wax .....        | 49  |
| Malt sugar .....             | 77  | Parchment membrane .....  | 77  |
| Marsh gas.....               | 48  | Permalloy .....           | 131 |
| Medicated soap .....         | 68  | Permanent hard water ...  | 26  |
| Mellanby .....               | 107 | Permutit process .....    | 28  |
| Mentle .....                 | 52  | Phenol .....              | 147 |
| Methyl phenol.....           | 148 | Phosphor bronze .....     | 133 |
| Milk sugar .....             | 77  | Platinite .....           | 131 |
| Mixture.....                 | 11  | Plato .....               | 1   |
| Monel metal.....             | 133 | Polyneuritis .....        | 99  |
| Monosaccharides .....        | 77  | Polysaccharides .....     | 77  |
|                              |     | Potassium manganate ..... | 142 |

Potassium permanganate	142	Sulphides	123
Priestley	4	Sulphur dioxide	10,140
Protein	75,87, 116	Sulphurous acid gas	140
Pyrex	60	Superphosphate of lime	116
Pyrodextrin	85	Surface tension	70
Quenching	130	Tar	52
Raisin	79	Temporary hard water	26
Rheumatics	29	Tetrachlorethane	72
Roger Bacon	2	Tetrapol	72
Robert Boyle	3	Thermit	135
Robert of Chester	2	Thymol	152
Rosin	67	Tin foil	134
Rothamsted	119	Torricelli	8
Salicylic acid	150	Transparent soap	68
Saponification	63	Turpentine	72
Saturated compound	65	Type metal	134
Scleroprotein	88	Ultra-violet light	108
Scurvy	104	Unsaturated compound	65
Silica	126	Uranium	4
Silicates	59	Van Helmond	111
Silver-paper	134	Vaseline	49
Slag	116,125	Vitamine	100
Soda-lime-glass	59	Water gas	52
Sodium bicarbonate	15	Water glass	59
Sodium carbonate	28	Westropol	73
Sodium hypochlorite	141	Wood spirit	44
Sodium hydrogen sulphite	140	Wrought-iron	125
Sodium perborate	145	Xenon	10
Soft water	25	Xerophthalmia	101
Solder	134	Yeast	99
Speculum metal	133	Zeolites	28
Starch	77		
Staybrite	130		
Stearic acid	62		



