

最新初級中學教科書

混合編製



# 初中理化

第一冊

嚴濟慈編著

中國文化服務社印行

最新初級中學教科書

混合編製

# 初中理化

第一冊

嚴濟慈編著

國立北平研究院  
物理研究所所長

中國文化服務社印行

101011

## 編輯大意

初中課程，有在二年級教授物理，三年級教授化學，也有在二年級教授化學，三年級教授物理。把這問題請教專家，亦難得肯定而一致的答案，今年春間，教育部關於初中物理化學課程，曾召開修訂中學課程會議，擬議合併為理化一科，定有初級中學理化課程標準草案，現在雖尚沒有公佈，我覺得這是一種合理而進步的辦法。

本書就是參照這個草案，編輯而成。共分四冊，供初級中學及其他同等程度學校物理與化學教本之用。在二三年級，每學期教完一冊。物理與化學，關聯甚多，特別是在基本的初淺範圍之內，另一方面，兒童在初中時期，智力發展甚快。若把理化兩科分開，勢必有在二年級教的一部分材料，覺得太深，在三年級教的一部分材料，又覺得太淺。講物理時，學生提出問題教師說這是屬於化學的；講化學時，學生提出問題，教師又說那是屬於物理的。不免難易先後顛倒，同時又有把一個問題，弄得破碎支離的毛病，減低兒童對於科學的興趣不少。

本書取材與編排，同樣着重。所取教材，均為兒童習見

習知之常識，尤以與日常生活有關者爲中心，對於祖先的創造，本地的風光，以及我國的特產，亦三致意。至於教材的編排，則以兒童的學習程序爲標準，就兒童經驗，由近而遠，就兒童理解能力，由淺而深，與日俱進。

本書每述一事理，多從自然現象的觀察，或簡易實驗的敘述入手，再從其所得結果，推出論斷或定律，使學生習得自然現象的智識，並領悟研究科學的方法。更列舉一二應用實例，及日常生活上有興趣的問題，俾學生對於所敘述的事理，能作靈活的運用。決沒有一個定義或定律，忽然從天上掉下來的情形。

本書說理務求清楚，不涉含混，以免引起理解上的疑難；文字力求淺近，無晦澀難解之弊；這於初中教本，是千應萬該的事。

本書所列實驗，均簡而易行，以圖減輕學校設備，和實驗手術上的困難。

本書於每章之末，附有習題，俱能引人入勝。每一問題之解答，能使學生對於實際事物，更加切實了解，並增進其運用學理，以解決實際問題的能力。

著者愧無教學經驗，率爾操觚，祇是拋磚引玉之作。近二年來，從大學普通物理，高中物理，寫到初中理化，友朋中有

---

譽我“大人寫小書”者。蓋今日之患，在於“小人寫大書”，但我亦祇是“小人”寫“小書”而已，慚愧慚愧！

中華民國三十七年六月三日

嚴濟慈寫於國立北平研究院物理學研究所。

# 目 次

第一章 物質的三態 .....	1
物體與物質 固體 液體 氣體 物質的三態	
第二章 物體的大小 .....	4
單位 長度及其單位 面積及其單位 體積及其單位	
十進制的便利 量筒 固體體積之測定	
第三章 物體的重量 .....	9
重量及其單位 天平 重度 比重 比重的測定 空氣也有重量	
第四章 溶解與過濾 .....	15
物體可以調換位置 物體中間不是完全填滿的 溶解 飽和溶液	
過濾	
第五章 物體之漲縮 .....	19
熱漲冷縮 固體的膨脹 液體的膨脹 氣體的膨脹	
第六章 溫度計 .....	22
冷熱之感覺 溫度計 冰點與沸點 攝氏與華氏溫度計 家用與	
醫用溫度計 幾個溫度數字	
第七章 物體溫度的高低與其所含熱量的多少 .....	27
熱量 熱量的單位 比熱 比熱的測定 海洋氣候與大陸氣候	

<b>第八章 熱和熱的傳遞</b> .....	31
熱的來源 熱的傳遞 傳導 對流 輻射 熱水瓶和冰箱	
<b>第九章 冰與水</b> .....	38
物態的變化 凝固與熔解 凝固與熔解時有一定的溫度 熔解熱 與凝固熱 冷劑 熔解與凝固時體積之變化 水之反常膨脹	
<b>第十章 水與水蒸氣</b> .....	44
蒸發 飽和蒸汽 液化 沸騰 汽化熱 蒸餾水	
<b>第十一章 大氣中的水蒸汽</b> .....	50
飽和汽量 濕度 露霜霧雲雨雪及電	
<b>第十二章 火</b> .....	54
火的重要 燃燒是什麼一回事 使燃燒後重量增加的是氧 鍊丹 家 化合和分解 燃點 燃燒熱 怎樣救火	
<b>第十三章 氧和氧化</b> .....	63
氧的製法 氧的性質 氧化物 呼吸 鐵之生鏽	
<b>第十四章 空氣</b> .....	68
空氣的存在 氮 空氣的成分 空氣中氧和碳酸氣的循環 空氣 中的水汽和塵埃 不潔空氣與通風	
<b>第十五章 水</b> .....	74
水在地球上分佈極廣 水的性質 自然水中的雜質 飲用水的清 潔法	
<b>第十六章 水的組成</b> .....	79

---

水中有氫 氫的製法 氫的性質和用途 水的合成 水的分解	
<b>第十七章 元素</b> .....	85
物理變化 化學變化 混合物與化合物 元素 元素的命名法	
元素的符號	
<b>第十八章 分子與原子</b> .....	90
分子與原子 分子式 原子量與分子量 分子式的應用 原子價	
化合當量	
<b>第十九章 化學方程式</b> .....	96
用方程式表示化學反應 化學方程式必須代表事實 化學方程式	
之例 化學方程式之應用	
<b>第二十章 物質不滅</b> .....	101
物質不滅定律 物質不滅定律的道德意義	



## 第一章 物質的三態

§1. 物體與物質 一把刀，一張桌子，都是物體。桌子是木製的，刀是鐵打的，那木和鐵，就是物質。物質與物體不能分開，但兩者的意義，不是完全相同的。例如單說木，是物質，說桌、椅、門、窗，則為物體；說玻璃是物質，說玻璃杯，玻璃管，照面的鏡子，鐘錶上的玻璃蓋，則為物體。說紙是物質，說報紙、郵票、教科書，則為物體。故物體有大有小，而物質則有多有少。

§2. 固體 上面所舉的各種物體中，如桌、椅、門、窗、玻璃杯等，既有一定的形狀，又有一定大小的體積，是為固體。

§3. 液體 一杯水，或是一杯酒，把它倒在圓的杯子裏，它就是圓形的，再把它倒進方的杯子裏，它的樣子又變成方的。不過它的多少，是不變的，杯子大就淺些，杯子小就滿些而已。像水和酒這樣的物體，只有一定的體積，而無一定的形狀，稱為液體。

我們日常見到的物體，固體固然很多，液體卻也不少。例如洋油燈內用的火油，炒菜或炸油條用的菜油，醫生用來消毒

的酒精，都是液體。

§4. 氣體 用玻璃杯一個，將杯口向下倒接入水，水只能進入杯內一部分，如圖1，其餘仍舊是空着的。

可見所謂空杯，並非真正是空的，早已有了別的物质，佔據在杯內，所以水不能入。只要將杯口稍微傾斜，就會看見有許多氣泡浮出水面，同時杯中可以全部裝滿水了。原先佔據杯內空間的，就是此刻浮出到水面上的氣泡，稱為空氣。地球上到處都是空氣，它沒有顏色，



圖1. 空氣的存在

所以我們看不見，又沒有氣味，所以也嗅不到。但人和一切生物（動物和植物），都要靠着呼吸空氣，才能生活。

從上述實驗裏，我們知道空氣也要佔據地位，所以也是一種物質。這種物質，也和水一樣，沒有一定的形狀；又有和水不同之處，因為它沒有一定的體積，無論容器大小，總是瀰滿其中，不留餘地。像這樣的物體，稱為氣體。

日常遇見的氣體，除空氣而外，也還不少。例如氣球裏面所盛的氫，動物吸入肺中，或使物體燃燒的氧，煮水變成的水蒸汽，由我們口中呼出來的二氧化碳等皆是。

§5. 物質的三態 總而言之，凡是物體皆要佔據一部分的空間一切物體的狀態，都可歸入固體、液體、及氣體三種之

中。通常稱木、石爲固體，油、酒爲液體，空氣爲氣體，這是指平常溫度下的物態而言。有時液體，可以變成固體，例如水結成冰是；水又可化爲汽。但固體的冰，與氣體的水蒸汽，都是水做成的；冰和水蒸氣的物質，沒有改變。又鐵塊燒紅，還是鐵，就是燒融了變成液體，也還是鐵。各種物質的溫度，改變到適當的時候，就有物態的變化。

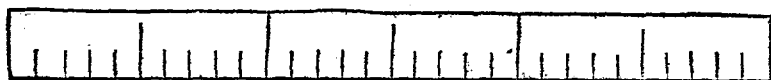
### 習 題

- (1) 墨盒、泥土、鉛筆、水缸、酒精、菜油、飛機、空氣、氧、二氧化碳，這些東西裏面，那幾種是物質，那幾種是物體？那些是固體？那些是液體？又那些是氣體？
- (2) 於上題之外，再另舉出幾種固體，幾種液體，和幾種氣體的名字來。
- (3) “一木難支大廈”之“木”，與“竹頭木屑，皆爲有用之物”之“木”，指物體，抑指物質？
- (4) 固體，液體與氣體，就形狀言，有何不同？就體積言，有何不同？
- (5) 是否所有的氣體，都是沒有氣味的？
- (6) 你有沒有看見過水銀？是液體，抑是固體？

## 第二章 物體的大小

§6. 單位 要決定一個物體的大小，須先規定一個一定而不變的物體，作為標準，把它和要測定大小的物體去比較，才可知道這物體是那標準的若干倍。這種動作，稱為量度。規定的標準，稱為單位。

§7. 長度及其單位 量物體的長度，在日常應用中，所選定的標準，是市尺，即以市尺為長度的單位。在1市尺以上，用丈用里；在1市尺以下，用寸用分。



3市寸



10厘米

圖 2.

另外還有一種長度的單位，叫做米(meter)，亦稱公尺，為世界各國所共同採用，因稱國際通制之長度單位。1米恰合我國的3市尺。在米以上用仟米(kilometer)，又稱公里，合一

千米。在米以下用厘米 (Centimeter)，合百分之一米；又用毫米 (millimeter)，合千分之一米。

§8. 面積及其單位 量度物體表面的面積，用每邊長一尺的正方形作單位，即稱 1 平方尺，在此以上用平方丈，平方里，在此以下用平方寸，各為每邊長一丈，一里或一寸的正方形，1 平方丈等於 100 平方尺，1 平方尺等於 100 平方寸（圖 3）。在國際通制，則用平方米，平方厘米等。

量地面時，在我國用畝作單位，1 畝合 60 平方丈。在畝以上用頃，合一百畝；在畝以下用分，合十分之一畝。在國際通制，用公畝 (are)，合一百平方米。

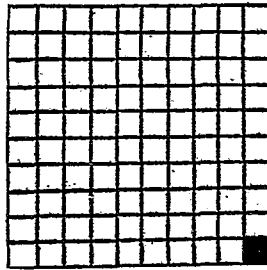


圖 3. 1 平方尺 = 100 平方寸

§9. 體積及其單位 量度物體的體積，用每邊一尺長的正立方體作單位，稱為 1 立方尺。在此以上用立方丈，以下用立方寸，各為每邊一丈或一寸的正立方體。1 立方丈等於 1000 立方尺，1 立方尺等於 1000 立方寸。在國際通制，則用立方米及立方厘米等。

量不成整塊的固體如米與穀，以及液體如水與酒等時，不能不用容器，我國通常使用市升作容積的單位，升以上用斗

用石,升以下用合用勺。在國際通制所用的升,等於每邊長 10 厘米的立方體的容積,即 1000 立方厘米,恰合我國的 1 市升。

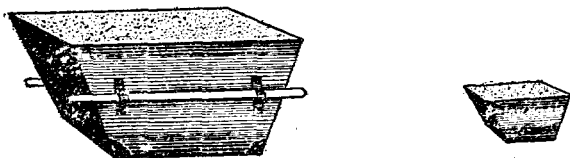


圖 4. 升 與 斗

§10. 十進制的便利 單位的選擇,本是任意的,要以合乎實用為目的。惟既經規定之後,大家即須遵守,各地一律採用。現在世界各國在科學上,都採用國際通制;惟在日常生活中,各有各的單位,沿用已久,不能改革。

至於在同一單位制內,例如長度單位,除尺以外,何以還要里、丈、寸、分等單位?那是因為用處不同,量布做衣,用尺與寸;量地蓋屋,用丈與尺;量路遠近,用里與丈。假如用尺來量路的話,要用很多位數的數目字。例如甲乙兩城,相距 350 里,用尺做單位,就要寫成 525000 市尺,頗不方便,所以除了用尺之外,我們採用里、丈、寸、分等做輔助單位

單位與單位之間的進位,在國際通制,都是十進,和數字進位相同,十分便利,故又稱為十進制,我國度量衡制,並非完全是十進的。

§11. 量筒 一個上下粗細均勻而有底的玻璃筒,它的容

積與其高度成比例，故在筒的側面，刻畫高度，即可標明容積，而成量筒（圖 5）。實驗室中與藥房配藥水時，常用這種量筒，來測定液體的體積。

§12. 固體體積之測定 長方體，或圓柱體，或球形的物體，其體積可用算學公式計算出來，但是普通物體，奇形怪狀，以不規則者為多，又當如何來求它們的體積呢？

譬如要測一塊鐵的體積，先將量筒盛水 100 立方厘米，再將鐵塊放進，水面上升到 162 立方厘米的地方，即可知道鐵塊的體積為 62 立方厘米。這個方法，既簡單而又精確。

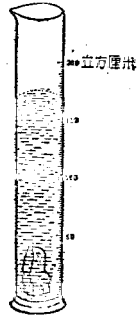


圖 5. 用量筒測鐵塊的體積

### 習 題

- (1) 在英國，一呎分成十二吋，等於 0.3048 米。問 1 吋合多少厘米？
- (2) 1 哩等於 5280 呎，問合多少公里？
- (3) 英國度量衡制，是否以十進位？
- (4) 地球的直徑，約為一萬二千五百公里，求地球的面積和體積。若用平方米和立方米，來表示這個面積和體積，數值各為若干？
- (5) 量玻璃杯的上口之直徑，並用線來量上口的周長。求兩者之比，並計算玻璃杯上口的面積。
- (6) 米舖只有一個 1 斗的量器，向他買三石二斗米，要量多少次數？如何量法？又若要買一斗三升，能否量得精確？
- (7) “寸寸而度之，至尺必差”，是何意思？

(8) 有玻璃筒，內直徑為 6.4 厘米，盛水半滿，將一鉛塊放入後，水面升高 1.2 厘米，求鉛塊的體積。



### 第三章 物體的重量

§13. 重量及其單位 一塊木頭與一塊石頭，大小儘管一樣，重量卻可大不相同，石頭重而木頭輕。重量的單位，在日常生活裏，用的是市斤；斤以下，用兩，用錢，用分，用厘等。在國際通制，則用仟克 (kilogram)，亦稱公斤，合 2 市斤。在仟克以下用克 (gram)，為仟克的千分之一；克的千分之一，叫作毫克 (milligram)。

1 升水在攝氏  $4^{\circ}$  時的重量，恰為 1 仟克。

§14. 天平 在實驗室裏，精密測定物體的重量，用天平。

於天平橫樑的兩端 (圖 6)，各懸一盤，樑的中間有一刀口，支在小平台上，橫樑可繞刀口而轉動。當左右兩盤不裝物體時，橫樑適成水平，是為天平的平衡位置。若將物體放在天平之左盤內，再於右盤配置砝碼，當各個砝碼重量之

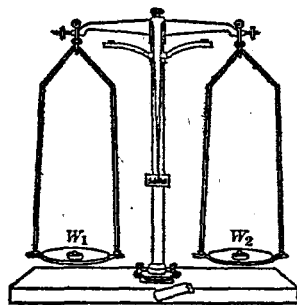


圖 6. 天平

和，等於物體的重量時，天平的橫樑又恰在水平位置，而成平

衡。若左右兩盤中物體的重量不等，那邊重些天平就歪倒那邊，不得平衡。

**§15. 重度** 通常講到物體的重量，往往說鐵重木輕，意思是指鐵比木重。可是拿一個鐵釘，和一塊黑板，比較起來，鐵釘反輕而黑板很重。所以要說明兩種物質，那個輕些，那個重些，必須拿體積相同的兩個物體來比較，才有確切的意義。各種物質，每單位體積的重量，叫做重度，即

$$\text{重度} = \frac{\text{重量}}{\text{體積}}$$

所以水的重度，為每升 1 仟克，或每立方厘米 1 克。

測定一個物體的重量和體積，以體積除重量，即得該物體之重度。例如在 §12 所述之鐵塊，由量筒測知其體積為 62 立方厘米，又用天平稱得其重量為 484 克，則鐵的重度為  $\frac{484}{62} =$

7.8 克/立方厘米

每種物質的重度，各不相同，同一物質所成的一切物體，都有同一的重度。例如所有鐵做成的物體，重度都是 7.8。茲將各種常見物質的重度，寫在下面，單位是〔克/立方厘米〕：

金	19.3 克/厘米 <sup>3</sup>	鉛	2.7 克/厘米 <sup>3</sup>	牛乳	1.03 克/厘米 <sup>3</sup>
銀	10.5	玻璃	2.6	花生油	0.92
銅	8.5	木材	0.4—1.1	火油	0.80
鐵	7.8	水銀	13.6	酒精	0.79

由此可知鐵比木重，是說“鐵的重度比木的重度大”。

一般的說來，固體的重度，比液體的大；但水銀是液體，重度特別大，為每立方厘米 13.6 克，僅次於金。普通木材比水輕，各種油與酒的重度約在 0.8 至 0.9 之間，所以都能浮在水上。

〔例 1〕 有木塊長 10 厘米，寬 5 厘米，厚 4 厘米，重 100 克。求木塊的重度。

解： 因木塊的體積 =  $10 \times 5 \times 4 = 200$  立方厘米，

重量 = 100 克，

所以 重度 =  $\frac{100}{200} = 0.5$  克/立方厘米。

§16. 比重 我們常用水做標準，來比較各種物質的輕重。一物體的重量，對於同體積的水，在攝氏  $4^{\circ}$  時的重量之比，稱為該物體的比重，即

$$\text{比重} = \frac{\text{物體的重量}}{\text{同體積的水的重量}}。$$

1 立方厘米的水重 1 克，1 立方厘米的鐵重 7.8 克，所以鐵的比重是 7.8。這就是說，鐵比同體積的水，要重 7.8 倍。如單就數字而論，在國際通制內，表示比重的數字，和表示重度的數字，完全相同；這是因為採作比重標準的物質是水，而水的重度恰好是每立方厘米 1 克的緣故。但比重是物質的重量，和同一體積的水的重量之比，是一個單純的數值，而重度則有〔克/立方厘米〕作其單位，兩者的意義截然不同。

§17. 比重的測定 測定物質的重度，要用天平來測它的重量，又要用量筒來測它的體積。若直接來測比重，事更簡單。除天平之外，只要一個有一定容積的容器，而不必知道它的容積究竟是多少，這種容器，叫做比重瓶。

取一個頸長而細的玻璃瓶（圖 7），頸上有一刻劃 A，作為固定容積的標誌。欲測液體的比重，先測比重瓶的重量為  $W$ ；然後將水裝入瓶內，恰到標誌為止，在天平上稱得其總重量為  $W_1$ ；再將水倒掉，裝入某種液體，也到標誌為止，得總重量為  $W_2$ 。 $W_2 - W$  和  $W_1 - W$  就



圖 7. 比重瓶

是同體積的某液體和水的重量，故得液體的比重為  $\frac{W_2 - W}{W_1 - W}$ 。

【例 2】有比重瓶，重 68 克。裝入水時，共重 184 克，又裝入菜油時，共重 165 克。求菜油的比重。

解： 因菜油的重量 =  $165 - 68 = 97$  克，

水的重量 =  $184 - 68 = 116$  克，

所以菜油的比重 =  $\frac{97}{116} = 0.84$ 。

欲測固體（細小塊末）的比重，先稱固體的重量得  $W$ ；比重瓶裝上水，到標誌為止，稱得其重量為  $W_1$ ；再將固體投入比重瓶內水中，並把標誌以上的水吸去，然後稱得重量為  $W_2$ 。於是  $W + W_1 - W_2$  就是和固體同體積的水的重量，而得固體

的比重爲  $\frac{W}{W + W_1 - W_2}$ 。

〔例3〕 有鉛數小塊，共重 37.3 克，用例 2 的比重瓶，來測它的比重。把鉛裝入比重瓶內水中，再將標誌上面的水吸去後，稱得重量爲 218 克。求鉛的比重。

解： 鉛重 = 37.3 克，

(瓶重 + 水重) + 鉛重 = 184 + 37.3 = 221.3 克，

(瓶重 + 水重) + 鉛重 - 和鉛同體積的水重 = 218 克，

所以 和鉛同體積的水重 = 3.3 克，

因此，得 鉛的比重 =  $\frac{37.3}{3.3} = 11.3$

§18. 空氣也有重量 我們在空氣內，行動自由，毫不覺得它也會有重量的。但若用精密的天平，將一個內盛空氣的玻璃容器，先測其重量；然後用抽氣機抽去器內的空氣，使成真空，再測一次，便知重量已經減小，可知空氣亦有重量。據實測的結果，1 升空氣，重 1.2 克。一切氣體，都有重量。自然比固體液體，要輕得多。氫的重度，約爲空氣的  $\frac{1}{14}$ 。

所以一切物質，無論爲固體，液體，或氣體，除佔有空間之外，都有重量，都可以用天平來稱。

### 習 題

- (1) 說出物質或物體的二個公共性質。
- (2) 1 公斤等於 2.20 磅 (磅爲英國的重量單位)。問 1 磅等於多少市斤？
- (3) 1 立方米的水，重多少公斤？
- (4) 1 立方呎的水，重多少磅？

- 
- (5) 100 克的銅砝碼, 體積多少? ( 銅的比重為 8.5 )
- (6) 手提一桶水, 桶高 1.5 市尺, 長寬各 1.2 市尺, 用力多少?
- (7) 冰浮水面, 冰的重度比水大, 還是比水小呢?
- (8) 某人的身體, 重 150 市斤, 假定他的比重為 0.93, 那麼, 他的全體的體積有多少?
- (9) 直徑 1 寸, 長 5 市尺的鐵棒, 有多少重? ( 鐵的比重為 7.8 )
- (10) 比重瓶的頸, 何以要長而細? 有何好處?
- (11) 空氣的比重是多少?
- (12) 1 立方米的氫, 重多少克? 比 1 立方米的空氣, 要輕多少?
- (13) 1 克等於幾兩? 用買肉的秤, 能否稱出 1 升空氣的重量?

## 第四章 溶解與過濾

§19. 物體可以調換位置 投石入水中，石就沉到水底，佔領了一部份水原來的地位。我們常利用這個現象，來測定固體的體積(§12)。倒滿了一杯茶，則空杯中原來的空氣，完全被趕跑了。一般的說來，固體可以趕走液體，液體可以趕走氣體；好像固體強，氣體弱，液體不強不弱。

但是茶要能從壺裏倒出來，必須壺蓋上面開有一個小孔，空氣從小孔裏進去了，茶才能從壺嘴倒出來呢。這不是也可以說氣體趕走液體嗎？其實無所謂氣體趕液體，或液體趕氣體，只是物體的調換位置而已。開罐頭牛乳，要前後鑿兩個孔，牛乳才容易倒出，也是這個道理。

§20. 物體中間不是完全填滿的 把一個鐵釘，釘進木柱，木柱的體積，並沒有很顯明的增加。一個裝滿泥沙的盆中，慢慢兒還可注入許多水，水都滲進去不見了；一個圓圓的皮球，用力地還可打進許多的空氣。這些事實，都可表明物體的內部，不是完全填滿了物質的，還有許多空間，可以讓別的物質擠進去呢。

§21. 溶解 把糖投入水內，攪動幾下，水就得甜味，而成糖水，我們說“糖溶解於水”了。在這例中（圖8）水為能溶解糖的物質，叫做溶劑；糖為被水溶解的物質，叫做溶質，所得的糖水，叫做溶液。

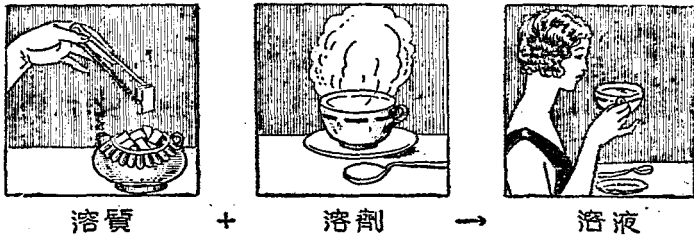


圖 8. 溶 解 的 實 例

溶質溶解在溶劑內，它的本質，並不改變。糖水仍帶有糖的甜味，把它蒸乾，則糖仍可析出。

溶質不一定是固體，氣體液體也可溶解於水。例如汽水內含有碳酸氣，碳酸氣即是汽水的溶質；酒裏含有酒精，酒精即是酒的溶質。

普通的溶液，大都清澄如水，但也有乳濁狀的溶液，如豆腐漿及牛乳等是，叫做膠體溶液。

§22. 飽和溶液 取水半杯，把白糖慢慢加入，同時用筷子或調羹拌勻，起初糖很容易溶化，後來繼續加糖，到了某一程度，糖就沉積在杯底，無論怎樣攪動，也難溶盡。但是把糖水加熱，又可再溶，或許溶盡，倘再加糖，又將達到不能再溶的程



度。所以在一定溫度之下，在一定容量的溶劑中，所能溶解的溶質之量，有一定的限度。達到這個限度時的溶液，叫做飽和溶液。好像人們吃飽了飯，就不能再吃似的。

在 100 克的水或其他溶劑中，某物質所能溶解的最多量，叫做該物質的溶解度。例如普通 100 克的溫水，最多可以溶解 36 克食鹽，到了水沸的時候，可以最多溶解 40 克。普通固體的溶解度，都隨着溫度的上昇而增加，如明礬，硝石，硝酸鉛等，更是顯著的例子。

還有許多物質，不能溶解於水，而只能溶解於別種溶劑中。譬如油脂可以溶解於酒精中，但是在水中的溶解度很小，硫黃不能溶於水，而能溶解於二硫化碳中。

§23. 過濾 在溶液中未能溶盡的溶質，和在液體中不能溶解的雜質，都可用過濾法把它去掉。在實驗室裏，小量液體的過濾，先將濾紙四摺，再展開成漏斗形(圖 9 乙)，置入漏斗中(圖 9 甲)，它和漏斗

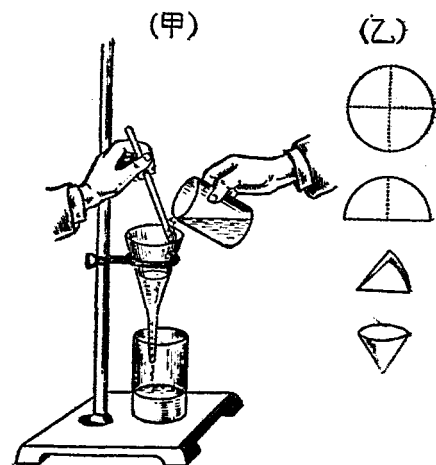


圖 9. (甲)過濾 (乙) 濾紙摺法

緊貼着；然後將液體慢慢注入漏斗，於是液中浮游的固體，殘留於濾紙上面，溶液則能滲過濾紙，濾過以後的清潔溶液，叫做濾液。

### 習 題

- (1) 洗去衣服上的油斑，何以須用酒精？
- (2) 說明做豆腐時，把豆腐腦過濾的情形。

## 第五章 物體之漲縮

§24. 熱漲冷縮 一草一木以及小孩的生長，重量跟着體積，與日俱增，但是一個沒有生命的物體，重量雖有一定，體積確是容易變更。熱漲冷縮，就是我們日常所遇見的事實。

§25. 固體的膨脹 一個鐵球（圖 10），大小剛好能從下面的鐵環中穿過，但如將球在火上燒熱，就穿不過去；俟球冷透後，依然又可以穿過。由此可知鐵球燒熱，直徑和體積都有增大。我們說“鐵球因熱而膨脹了”。

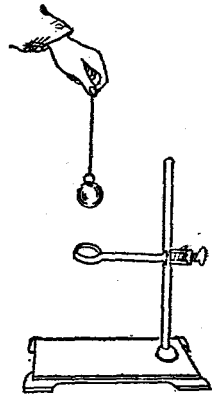


圖 10. 固體的膨脹

固體的膨脹，並不厲害。例如將鐵球放在水中煮沸，它的直徑，不過增加原來的千分之一上下，寫成百分數，就是 0.1%。

這個百分數雖小，倘使鐵原來的長度頗大，例如一根 20 米長的鐵軌，就可伸長 2 厘米之多。所以鋪設鐵軌，兩段鐵軌應行銜接之處，中間留有空隙，以作膨脹的餘地，而免危險。

一樣的加熱，各種固體膨脹的程度，並不相同。通常金屬

物體，比木、石等物爲大。木桶的鐵箍，到了夏天變鬆，就是這個原故。又玻璃瓶的木塞太緊，不能拔出時，只須將瓶口略爲加熱，即可拔出，也是利用玻璃比較軟木膨脹程度稍大的道理。桶側裝箍，或車輪鑲箍，倘先將鐵箍燒熱，然後用力套入，冷後箍得緊緊，雖到夏天，也不會鬆。

§26. 液體的膨脹 液體的膨脹，比固體大，更顯而易見。玻璃瓶內裝滿了水，用橡皮塞塞住瓶口，由塞上插入一條細玻璃管，然後放在火上熱之（圖11），即見有一部分的水，慢慢在玻璃管中升起。由此可知水因熱而膨脹了，體積增大了。其實，在這同時玻璃瓶也在膨脹，不過沒有水那樣膨脹得多；玻璃瓶容積的增大，不及水的體積增大，所以再容不了全部的水，有一部分的水，跑上細玻璃管去。水沸時的體積，比冷時原來的體積，約增加百分之1.5。



圖 11.  
液體的膨脹

若用酒精代替水來作同樣的實驗，細玻璃管中液面升高更快，可知酒精的膨脹比水更大。

§27. 氣體的膨脹 如圖 12，圓瓶中原有空氣，把它的莖口倒插入水中，用火熱圓瓶，則瓶內空氣膨脹，再容不了，即有一部分空氣，從莖口經水中，成爲氣泡，跑到外面。

空氣膨脹的程度，遠較液體為大。設法不使它跑了的話，體積增加很快，很容易增加到原來體積的十分之一，甚至一倍或二倍。

所有的氣體如輕氣，養氣，淡氣等，受熱後，膨脹的情形，恰又完全與空氣相同。

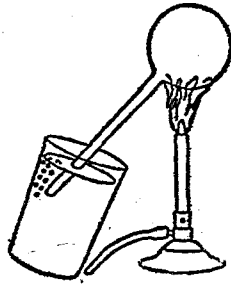


圖 12. 氣體的膨脹

熱漲冷縮，物之本性。凡物體受熱而不能自由膨脹，或遇冷而不能自由收縮的時候，每顯很大的反抗力量，致成破裂，這是物理。

### 習 題

- (1) 炒豆或炒栗子，其殼常致爆裂，理由何在？
- (2) 小孩玩的氣球，拿到火上去一烘，立即炸裂，是何緣故？
- (3) 將大小相同的一條鐵與一條錐，重合釘在一起，放到火上去燒，結果變成彎曲，何故？彎曲之後，鐵在內方，錐在外方，問鐵和錐的膨脹，那個厲害？
- (4) 殘廢器具，常於乾燥時龜裂而剝落，是何緣故？
- (5) 直徑 5 厘米的鐵球，燒熱後，直徑伸長成爲 5.015 厘米，問所伸長的，爲原來直徑的百分之幾？又燒熱後，鐵球的體積，等於多少？體積增加多少？增加的體積，爲原來的百分之幾？是否與直徑增加的百分數相同？有何關係？
- (6) 在圖 11，液體膨脹的實驗中，塞上所插之玻璃管，何以要細？有何好處？
- (7) 物體受熱，重量是否不變？增加還是減少？

## 第六章 溫度計

§28. 冷熱之感覺 我們日常辨別物體的冷熱程度，全靠皮膚的感覺。握冰覺冷，玩火覺熱，可是這種感覺，一方面固然由於所接觸的物體的冷熱而定，但另一方面，也看我們皮膚現在的情形而異，譬如將左手浸在冷水盆內，右手浸在熱水盆內，自然左手覺熱，而右手覺冷，數分鐘後，兩手同時取出，一齊浸入另一盆溫水中，則左手覺得水暖，而右手覺得水涼；故同以手來判別一種溫水的寒暖，可以得到不同的感覺。由此可見專靠皮膚的接觸，不能辨別真正的冷熱，要作科學的研究，還須另行設法。

§29. 溫度計 表示物體寒暖的程度，稱為溫度。通常要精密地測定溫度的高低，多用溫度計，俗稱寒暑表，即利用物質熱漲冷縮的性質而製成。

最常見的溫度計，是一根玻璃細管，上下兩端都封閉，下端成一小球，或成一個直徑較大的圓柱形，內盛水銀。水銀面上則為真空。遇冷則管內的水銀收縮，水銀表面降低；遇熱則水銀膨脹，水銀表面升高。觀察水銀表面的高低，即可判定當

時的溫度。使用溫度計，不但可以避免錯覺，並且可以將皮膚所不能辨別的細微溫度差別，精密地測量出來。

§30. 冰點與沸點 爲要精密測定溫度，所有溫度計的管旁，都附有詳細的標度。先將溫度計下端的球部，浸沒於正在融化中的碎冰塊內（圖 13），等到水銀表面降到最低的一定位置時，即在此位置，作一刻度，叫做冰點。再將溫度計全部改插入沸水發出的蒸汽內，即見水銀面升高，當其昇到最高的一定位置，又在此位置，作一刻度，叫做沸點。

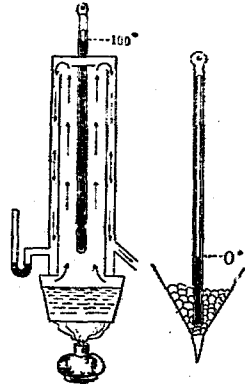


圖 13. 測定溫度計上冰點與沸點的方法

§31. 攝氏與華氏溫度計 冰點與沸點，這兩個定點，既經標明以後，再將此兩點間的距離，分作若干等分，用以表示在這兩個溫度間的一切溫度。等分的方法，可有不同，所得的度數，當然也就有異。

通常採用的分度法，有攝氏與華氏兩種。攝氏溫度計（圖 14 的左邊）以冰點作零度，以沸點作 100 度。此兩點間，分爲 100 等分，每 1 等分，表示攝氏 1 度，記作  $1^{\circ}\text{C}$ 。此種溫度計，在學術研究上多用之。華氏溫度計（圖 14 的右邊）係以冰點作 32 度，以沸點作 212 度，將此兩點間，分作 180 等

分,每1等分,表示華氏1度,記作 $1^{\circ}F$ 。日常生活中多用之。

上述兩種的標度,不限於冰點與沸點兩定點之間,就在此兩定點以外,也同樣的適用。凡在 $0^{\circ}$ 以下的溫度,均加一負號在前,以示區別,如 $-17^{\circ}C$ ,讀作“攝氏負17度”,或即讀作“攝氏零下17度”。

攝氏表的100等分,既然和華氏表的180等分相當,所以攝氏的1度,等於華氏的 $180 \div 100$ ,即 $\frac{9}{5}$ 度;反之,華氏的1度,等於攝氏的 $\frac{5}{9}$ 度。明白這兩者間的關係,由一種溫度計折合到他一種溫度計時,計算異常簡單。不過攝氏的零度,是華氏的32度,計算時應加注意。

設 $C$ 為攝氏溫度計指示的溫度, $F$ 為華氏溫度計指示的溫度,則 $C$ 與 $F$ 之間,有下列關係:

$$C = \frac{5}{9}(F - 32),$$

或

$$F = \frac{9}{5}C + 32.$$

〔例〕今天氣溫為攝氏20度,問合華氏幾度?

此處 $C=20$ ,代入上式,得

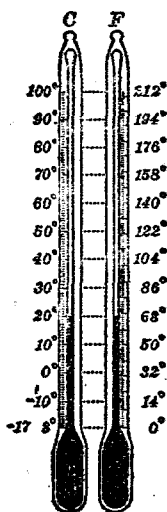


圖 14. 攝氏與華氏溫度計



$$F = \frac{9}{5} \times 20 + 32 = 36 + 32 = 68 \text{ 度。}$$

§32. 家用與醫用溫度計 家庭中放在案頭或掛在牆壁上，用來測量室內溫度的溫度計，都用酒精代替水銀。酒精的膨脹，比水銀大，又常染成紅或藍的顏色，看起來更覺顯目，便於認讀。

人類身體的溫度，通常為攝氏 37 度，比這高或比這低，都是病象，所以醫生診病，首用溫度計檢查體溫。醫用溫度計（圖 15）的構造，特別之點，在於它的細徑玻璃管和下面裝水銀的圓柱相接的地方，非常狹小（圖中 P 處）。當溫度計放入口內，水銀膨脹的時候，可以通過這狹小的地方；當它從口內拿出，水銀收縮的時候，就在這個地方斷開；所以可從留在管內的水銀柱的上端，知道當它在口中時的最高溫度是多少。用力一揮，可將斷開的水銀柱搖落，再作第二次使用。

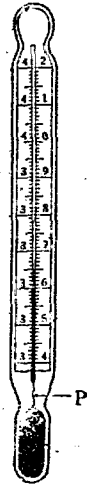


圖 15.  
醫用溫度計

§33. 幾個溫度數字 夏熱而冬冷；地面上又有熱帶，溫帶，與寒帶之分；所以空氣的平均溫度，約為  $15^{\circ}\text{C}$ 。地面上最熱處為  $50^{\circ}\text{C}$ ，最寒處為  $-50^{\circ}\text{C}$ 。水在  $0^{\circ}\text{C}$  結冰，煮水到  $100^{\circ}\text{C}$  成沸。煎沸了的油的溫度，約為攝氏 300 度；熔化了的鐵汁的溫度，約為攝氏 1200 度；電燈中燈絲的溫度，約為攝

氏 1500 度；太陽表面上的溫度，約爲攝氏 6000 度。

### 習 題

- (1) 體溫攝氏 37 度，合華氏幾度？
- (2) 人被油燙，比被水燙，來得厲害，是何緣故？
- (3) 我們用觸覺來分冷，溫，熱，實際上是用什麼來做標準？所謂冷的溫度，大概在幾度以下？所謂熱的溫度，大概在幾度以上？所謂溫的溫度，又約在什麼溫度左右？
- (4) 在何溫度時，攝氏和華氏兩溫度計上所指示的度數，恰好相等？
- (5) 醫用溫度計，刻度何以到攝氏 42 或 43 度爲止？用後，可否用沸水來洗？

## 第七章 物體溫度的高低與其所含熱量的多少

§34. 熱量 拿一壺水到爐火上去燒，燒的時間愈久，受到的熱愈多，水漸由冷而溫，由溫而燙，最後達於沸騰，這就表示它的溫度愈加升高。再就一大壺的水和一小壺的水比較，放在同一的爐上，使其同一樣的受熱，當小壺的水沸騰的時候，大壺的水，還不十分溫熱；要大壺的水，也達沸騰，必須在爐上多放些時間，即是大壺比小壺必須受到更多的熱，方能達到一樣的溫度。

由此可知物體所受熱的多少，是一回事；受熱之後，溫度的高低，又是一回事。一杯熱茶，燙得幾乎不能進口，可是全杯茶所含的熱並不甚多。一桶浴水，溫暖不過適合人體，但全桶水所含的熱，卻遠在一杯茶之上。物體含熱的多寡，叫做熱量。可見熱量與溫度，兩者的意義有所不同。物體的熱量，和溫度，體積及重量一樣，也是可以量的。

§35. 熱量的單位 在同一的火上，煮沸一壺水所要的時間，等於煮沸半壺水所要的時間的二倍。這就是說，要使種類雖同而質量不等的物體，達到同一的溫度，所需要的熱量，也

不一樣，質量增加一倍，所需要的熱量也加一倍。

可知一物體所含的熱量，第一要由它的溫度而定，其次要由它的質量而定，最後還要用物質的種類而定。所以要作熱量的測定，或選定熱量的單位時，必須對此三項加以明白的規定。

取水為標準，使1克的水，溫度升高  $1^{\circ}\text{C}$ . 時，所需的熱量，定為熱量的單位，叫做卡路里，或簡稱卡。例如使 200 克的水，溫度由  $15^{\circ}\text{C}$ . 升高至  $30^{\circ}\text{C}$ . 時所需的熱量，為  $200 \times (30 - 15) = 3000$  卡。

§36. **比熱** 上節曾說過一物體所含的熱量，和物體的種類有關，例如把質量相等的一壺水和一塊銅，同放在火上去燒，水還未成為溫水，銅已熱得炙手了；這是因為使各種物質溫度升高一度時，所需的熱量不同的緣故。每1克的水，升高攝氏1度，需要1卡熱量；而每1克的銅，升高攝氏1度，祇要0.093卡熱量。這個0.093卡，稱為銅的比熱。換句話說，凡1克任何物質，溫度升高攝氏1度時所需的熱量，稱為該物質的比熱。就數值言，某物質的比熱，等於使該物質，和使同重量的水，兩者升高同一溫度，所需熱量的比。

§37. **比熱的測定** 物體受熱則溫度增高，失熱則溫度降低。兩個溫度不同的物體，互相接觸，則溫度高的喪失熱量而

冷卻，溫度低的獲得熱量而變溫，結果兩者的溫度，歸於相同。在此授受之中，一個所得的熱量，又即等於另一個所失去的熱量。故可用這樣混合的方法，來測定物質的比熱。

例如 100 克的鐵，先熱至  $87^{\circ}\text{C}$ ，再投入溫度  $18^{\circ}\text{C}$ 、重 125 克的水中，測得混合後的溫度為  $24^{\circ}\text{C}$ 。設鐵的比熱為  $S$ ，則由

鐵所放出的熱量 = 水所吸收的熱量，

$$\text{即} \quad 100(87 - 24)S = 125(24 - 18)$$

$$\text{得} \quad S = 0.12 \text{ 卡/克。}$$

茲將各種常見物質的比熱，列表如下：

比 熱 表

物 質	比 熱	物 質	比 熱	物 質	比 熱
水	1.00	大理石	0.22	鐵	0.12
酒 精	0.6	木 炭	0.2	銅	0.093
冰	0.5	玻 璃	0.16	水 銀	0.033

由上表，可見各種物質中，以水的比熱為最大。一個比熱大的物質，對於熱說，是最能容忍的，大有“宰相肚裏可撐船”之概。在地球表面，海洋要佔四分之三，水對氣候之調和，有絕大的功效。

§38. 海洋氣候與大陸氣候 大陸氣候與海洋氣候的形成，就是由於水之比熱特大的原故。泥沙的比熱，祇有水的五分之一，使 1 克水升高  $1^{\circ}\text{C}$  的熱量，可以使 1 克泥沙升高  $5^{\circ}\text{C}$ 。

所以地面上,水的溫度變化,比泥沙小。

大陸上面,多係泥沙,在吸熱的時候,溫度容易升高;在放熱的時候,溫度又容易降低。故大陸上,夏天極熱而冬天極冷,正午極熱而夜間極涼,一年之內,一日之間,溫度的變化極大。

至於海洋附近,則因水的比熱甚大,在吸熱的時候,溫度升高甚慢,在放熱的時候,溫度降低也很慢,所以冬夏與晝夜,氣溫的變化,都不太大。

### 習 題

- (1) 一杯熱水,倒去半杯,溫度減低多少?熱量喪失多少?
- (2)  $20^{\circ}\text{C}$ . 的水,比  $10^{\circ}\text{C}$ . 的水熱 2 倍。這句話有無毛病?
- (3)  $20^{\circ}\text{C}$ . 的水,和  $10^{\circ}\text{C}$ . 的水,混合之後,成爲  $30^{\circ}\text{C}$ . 的水; 這句話是否真確?
- (4) 以手觸冷物,我們的身體,得熱還是失熱?
- (5) 50 克重的水,溫度升高  $8^{\circ}\text{C}$ ., 須加熱若干卡路里? 若將相同的熱量,加在同重量的銅上,溫度可以升高多少?
- (6)  $80^{\circ}\text{C}$ . 的水 120 克,和  $15^{\circ}\text{C}$ . 的水 260 克,混合之後,得何溫度?
- (7) 以 100 克的鉛,熱至  $95^{\circ}\text{C}$ ., 投入溫度  $19.7^{\circ}\text{C}$ . 的 80 克之水中,混合後測得溫度爲  $22.5^{\circ}\text{C}$ . 求鉛之比熱。
- (8) 因爲水銀的比熱很小,所以最適於作溫度計之用,試加解釋。

## 第八章 熱和熱的傳遞

§39. 熱的來源 地面上的熱，直接或間接都從太陽而來。

赤日當空，萬物皆受其熱。太陽光線正射於地面時，地面上得熱多，斜射時得熱較少，所以中午比早晚為熱，夏天比冬天為熱，赤道地方比南北兩極為熱。地球內部，也是熱的，火山溫泉，就是明證。

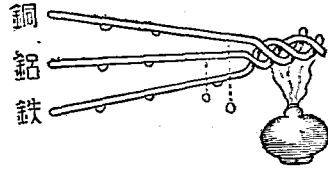
吾人對於燒飯，點燈，開動機器等，所需的熱，還不能直接利用太陽和地球內部的熱，都是應用煤炭，木柴，油類，和氣體等的燃燒而來。這類物質，稱為燃料。燃料也都是間接由太陽的熱而形成的。

又由摩擦或電流，亦可得熱，如擦火柴於盒上而燃燒，通電流於電燈而成熾熱。

§40. 熱的傳遞 熱從一個地方，可以傳遞到別一個地方。傳遞的方法，共有三種：即傳導，對流，和輻射。傳遞方法雖有不同，但依自然趨勢，熱都是由溫度高處，傳到溫度低處。

§41. 傳導 手拿着鐵棒的一端，將他端插入火裏，熱即從他端逐漸傳到手握着的一端，溫度漸次升高，最後手感覺太

燙，再也不能握住了。像這樣熱由溫度高處，經過物質，逐漸傳到溫度低處的現象，稱為熱的傳導。



**實驗一** 取粗細相同的銅絲，鋁絲，和鐵絲各一條，一端互相絞合，如圖 16，並於各條上，分段滴以白蠟少許。若以絞合之一端，在酒精燈上加熱，則見銅絲上的白蠟最先溶落，鋁絲次之，鐵絲最後。

圖 16. 金屬的傳熱

**實驗二** 試驗管裏盛水和冰，用手拿着管的下端，如圖 17，將管的上部近口處，拿到酒精燈上去燒，過些時候，上部的水雖已沸騰，但是下端卻尚未熱，依然可以用手握著。

由此可見各種物質對於熱的傳導，有難有易。如金屬極易傳熱，稱為良導體。銀與銅為傳熱最良的導體，鋁次之，鐵又次之。如玻璃，木材，棉花，毛，水，空氣等物，傳熱極難，稱為非良導體。冬季用毛，棉等禦寒，就是這個道理。

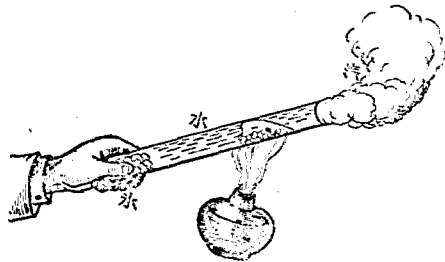


圖 17. 水為非良導體

§49. 對流 由上節實驗二，知水為熱的非良導體，在水的上部加熱，不易將熱傳到下部，但從其下部加熱，如家中煮水的情形，則不久全部皆熱，終至沸騰，這又是什麼緣故呢？



**實驗** 如圖 18，圓底燒瓶盛水半滿，加少許木屑於其中，置火上熱之，則見水中木屑，近火焰處者，不斷的上昇，而沿瓶側下降，如此循環不已。

從這個實驗，可知瓶底近火焰處的水，受到由火中傳來的熱，溫度升高而體積膨脹，結果比重減小，因而上升。同時上面較冷的水，比重較大，向下流來填補。到了瓶底，也與瓶底的火接觸，得熱膨脹後，亦復升起，又由其他較冷的水，流來補充。如是繼續下去，熱水上升，冷水降下，上下交換的流着，瓶底受到的熱，因即傳佈於全部之水中，直至全瓶的水，成為同一的溫度時，此項上下交替的運動，始行停止。這樣的現象，稱為對流。

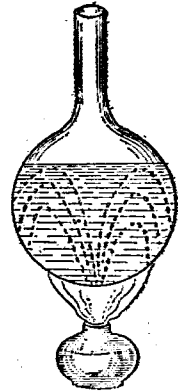


圖 18.  
水之熱的對流

**實驗** 如圖 19，燃燭一支，放在盤內，盤內盛水少許。用燈罩一個，套在燭上，而使罩底沒入水面下，則因空氣不能流通，而燭漸滅，如將罩底提出水面，熱空氣就從罩內上升，冷空氣從罩底補入，燭就不熄。若以鐵片從罩上插入，將罩隔成兩部，則罩底雖在水面下，而燭也不熄滅，再用燃着的紙捲，使其冒煙，置於罩上任何一隔，就可測知空氣從某一隔流進，而從另一隔流出。

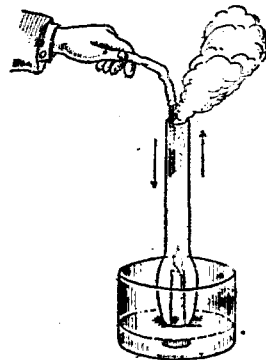


圖 19. 空氣之熱的對流

由此實驗，可知空氣也有對流作用。普通每人呼吸，每小時約須

有56600升的新鮮空氣，故吾人居室的通風，每人至少要有130平方厘米的通風口，方可得到合宜的新鮮空氣。爲使室內通風方便起見，有把窗做成上下兩扇的，上下推開時（圖20），空氣由窗之下方流入，上方流出。室內用壁爐取暖，熱氣由牆壁煙囪通出，新鮮空氣則由窗孔牆隙流進，以補其缺（圖21）。

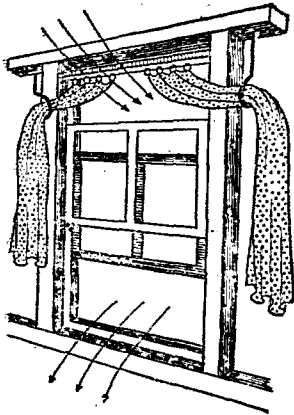


圖 20.

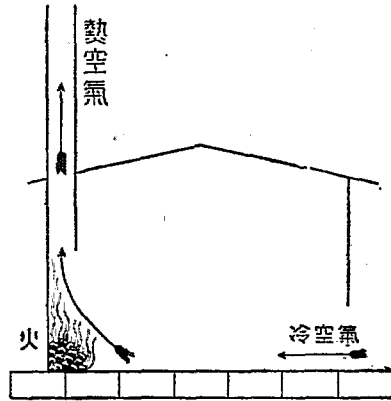


圖 21.

大氣中，因爲空氣的對流而成風，海洋中，因爲水的對流而成寒流，這些都是大規模的對流現象。

人類的衣服，禽獸的羽毛，皆用來保持體溫的。考其所以能禦寒的緣故，皆因此等物質，足以阻止身體周圍空氣之對流，至於其爲非良導體，尙屬次要的原因。

§43. 輻射 熱的傳導和對流，都靠物質爲其媒介，故在真空中，即不能發生傳導或對流。但是熱體附近，雖無物質，也常

常散播熱量於其四周。此種傳熱現象，顯非傳導與對流所致。

例如太陽與地球之間，有一部分空間，毫無物質存在，可以作熱的傳導或對流，而地球面上之熱量，又可說全部來自太陽；這種跨過真空而傳遞熱量的現象，稱為輻射。

吾人坐在火爐的前面，就能取暖，即是輻射而來。因空氣為非良導體，可知火爐之熱的傳遞，非由傳導而來；並且空中空氣，是向着火爐流動，所以也不是對流作用。火爐之熱，是直接射向人身的。

輻射是由直線進行的，和光線進行相同，所以火爐和人的中間，如有木板等物遮隔，就不得熱。

物體的溫度，比其四周為高，才會有輻射熱量出來的現象。溫度愈高，輻射愈多，同時也與物體表面上的情形有關。同一溫度的物體，黑色的比白色光滑的，輻射來得厲害。故輻射與反射不同，輻射是由物體體內發出的，反射是接受外來的光或熱而反回去的。黑色物體，對於外來的光和熱，最容易吸收，溫度升高之後，也輻射最多；白色的物體，則易將光和熱反射而回，同時吸收與輻射都很小。人體衣服，冬日尚黑，夏日尚白，就因冬天我們願意吸收多量

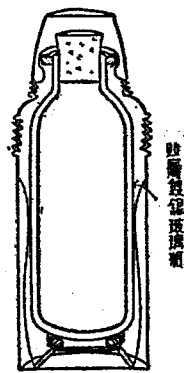


圖 22. 熱水瓶

的熱，而夏天不要吸收熱量的緣故。至若要保存物體本身內部熱量的話，應當表面作成白色，以減小輻射作用，不可黑漆一團。所以寒夜外行，不妨裝個白衣觀音。

§44. 熱水瓶和冰箱 日常所用的熱水瓶爲雙層壁的玻璃（圖 22），兩壁之間的空氣完全抽去，並且在外層壁的內面，和內層壁的外面，都鍍上銀。如是壁間真空，故可免除傳導與對流兩種傳熱作用，又鍍銀以防止輻射作用，因此外部之熱，不能傳入瓶內，內部之熱，不致散逸瓶外，所以瓶內裝着的沸水或冰水，在數小時內，可以保持原有的溫度。保熱也可以保冷。

冰箱爲保存食物之用，或用木製，或用金屬製，也有雙層

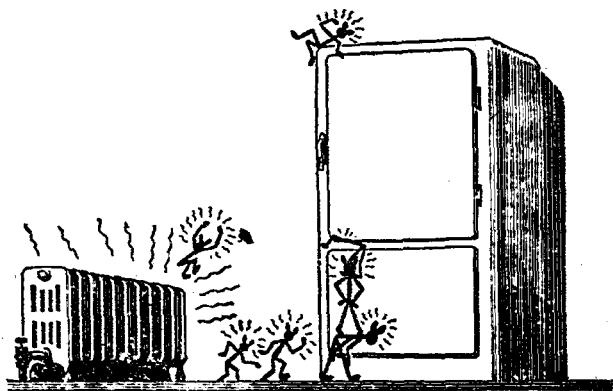


圖 23. 左邊水汀的熱，不能跑入右邊冰箱。

壁。壁的中間多裝木屑等非良導體，外塗白漆。所以同一室內，

水汀的熱，也不致傳入冰箱之中（圖 23）。冰箱內冰塊，放在上層，食物放在下層，如是上面的冷空氣，可以對流到下面的食物上。

### 習 題

- (1) 以手觸物，由何種傳遞方法而得熱或失熱？
- (2) 固體是否能成對流傳熱？
- (3) 液體與氣體，是否多少能作熱的傳導？
- (4) 用鉛做湯瓢或飯碗，和瓷比較，利弊若何？
- (5) 燒飯的鍋用鐵製，盛飯的桶用木製，爲的是什麼緣故？
- (6) 冬天手冷，兩手相搓，就可稍暖，何故？
- (7) 何以冬天吾人着棉衣可以禦寒，夏天用棉花包裹冰塊，又可防冰熔解？
- (8) 試繪圖以說明煤油燈玻璃罩的通風情形。
- (9) 如以燭火置近屋內壁下的通風口，則燭燄向何方搖動？倘放在高處氣窗之旁，則燄向何方？試說明理由。到冬天，此種現象，更爲顯著，何故？
- (10) 火爐下面的小孔，和飯灶上面的煙囪，有何用處？
- (11) 失火的地方，常有風發生，其故何在？
- (12) 試說風的成因？
- (13) 中午海面上空氣的溫度，何以較海濱陸地上空氣的溫度爲低，夜間恰又相反？濱海之地，傍晚海風，從海面吹來，還是吹向海面？
- (14) 夏季宜穿白色的衣服，冬季宜穿黑色的衣服，何故？
- (15) 太陽的熱，如何傳遞到地面？據說月球面上，沒有空氣，是否太陽的熱，也可傳遞到月球？
- (16) 熱水瓶內裝冰淇淋，是否可以保存數小時而不融化？

## 第九章 冰與水

§45 物態的變化 在本書的開始，即已說過，一切物質，可就其形態，分別成爲三種：一種是有一定形狀，和一定體積的固體；一種是有一定體積，而無一定形狀的液體；一種是既無一定體積，又無一定形狀的氣體。可是同一物質，因其溫度不同，有時會凝結成爲固體，有時熔解而成液體，有時又化爲氣體，並非一定不變的。例如水在尋常溫度，固爲液體，但遇熱則變爲蒸汽，遇冷則凍結成爲固體的冰。在本章裏，先述冰與水的關係。

§46. 凝固與溶解 水結成冰，冰融爲水，水與冰，爲同一的物質。物質由固體變成液體，叫做溶解；由液體變成固體，叫做凝固。

§47. 凝固與溶解時有一定的溫度 水冷到 $0^{\circ}\text{C}$ ., 而凝固結冰。冰熱到 $0^{\circ}\text{C}$ ., 則熔解成水。故沒有純淨的水，它的溫度會在攝氏零度以下；也沒有冰，能存在於攝氏零度之上。惟有在冰與水的混合物中，溫度確爲攝氏零度。所以製造溫度計定冰點的時候，一定要冰中有水，或水中有冰。

冰與水混合裝在一容器中，溫度是攝氏零度，那麼，究竟冰變成水呢？還是水變成冰呢？這就要看當時四周空氣的溫度而定。若四周空氣的溫度，在攝氏零度之上，則容器從空氣中吸收熱量，可使其中更多的冰，熔解成水。反之，四周空氣的溫度，若在攝氏零度之下，容器中的熱量，將散逸到空中去，以致其中更多的水凝結成冰。

取滿盛碎冰的玻璃燒杯一個，中插溫度計，以便隨時讀出杯內的溫度。在杯底慢慢加熱，則溫度計中水銀即行上昇，到攝氏零度時，雖繼續加熱，但只見冰屑漸漸熔解，溫度並不昇高，直到杯內的碎冰，已全部熔解完盡，溫度方再逐漸上昇。

和冰一樣，所有固體，都要熱到一定的溫度，方才熔解。開始熔解時的溫度，稱為熔點。冰的熔點是 $0^{\circ}\text{C}$ ，鐵的熔點是 $1530^{\circ}\text{C}$ 。在金屬中，錫的熔點最低，是 $232^{\circ}\text{C}$ 。

和水一樣，所有的液體，都要冷到一定的溫度，方才凝固。開始凝固時的溫度，稱為凝固點。物質的凝固點，和它的熔點相同。水的凝固點為 $0^{\circ}\text{C}$ ，燒熔後的鐵汁與錫汁，各在 $1530^{\circ}\text{C}$ 與 $232^{\circ}\text{C}$ 凝固。當溫度降到攝氏零下 $39^{\circ}$ 時，水銀也就會凝成和通常金屬一樣的固體。

§48. 熔解熱與凝固熱 由上節冰之熔解實驗，可知冰在熔解時，必需吸收熱量，故此時雖在繼續加熱，而溫度並不昇

高。這些進入杯內的熱量，全部潛伏在水的本身裏面，不顯於外，因有潛熱之稱。據實測的結果，使1克的冰，熔解成爲同一溫度的水，所需的熱量，等於80卡路里，稱爲水之熔解潛熱。也就是說，在攝氏零度時，1克之冰，要吸收80卡的熱，方能熔化成爲零度的1克之水。

各種物質熔解時，也都有同樣的情形，不過所需的熱量，各有不同罷了。例如1克的銀，要21卡的熱，1克的錫，要14卡的熱，都比冰的熔解熱爲小。

熔 點 和 熔 解 熱 表

物 質	熔點(C.)	熔解熱(卡)	物 質	熔點(C.)	熔解熱(卡)
水 銀	-39°	3	鉛	329°	5
冰	0°	80	銀	961°	21
硫 黃	119°	13	金	1064°	16
錫	232°	14	銅	1083°	42

熔解時所吸收的潛熱，待到凝固時，又將全部放出。譬如1克的冰，吸收80卡熱量，熔解而成1克之水；此1克之水，凝固成冰時，又即放出80卡的凝固熱。故一切物質之凝固熱，等於它的熔解熱。

冬天開始落雪時的氣溫，還不覺得怎樣的冷，可是天氣放晴，積雪初融的時候，反轉冷得難受，就是前者放出凝固熱，而



後者吸收熔解熱的緣故。

§49. 冷劑 固體的冰熔化成水，固然要吸收大量的熱，即如食鹽，氯化鉀等物，熔解於水裏的時候，也要吸收熱量，此等熱量，取給於物質的本身和其周圍，故用冰塊和食鹽，按其重量，用二份冰和一份食鹽，混合之後，冰化為水，食鹽又即熔解在水中，兩種手續都要熱量。所以結果，使食鹽和冰水的混合物，溫度降低甚多，可以降到攝氏零下 21 度。此種低溫度的混合物，叫做冷劑。用以冰冷食物，冰淇淋的製造（圖 24），就要利用冰和食鹽所成的冷劑。

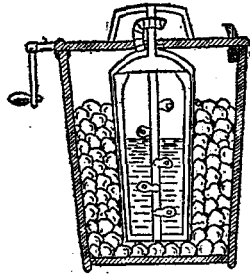


圖 24. 冰淇淋的製造

§50. 熔解與凝固時體積之變化 1 克之冰，熔解而得 1 克之水；1 克之水，凝結而成 1 克之冰，故在熔解或凝固時，物質之重量，不增不減；但是體積，則有顯著的變化。

通常物質，都在熔解時膨脹，而於凝固時收縮，但有幾種物質到凝固的時候，體積反而增大，水就是這種例外之一。



水結成冰，體積增大，比原來的增大了 9%。故冰之重量，比水小，所以能浮在水面而不下沉。冬日

花瓶水管，往往炸裂（圖 25），即為其中之水，凍結時體積增大所致。又岩石細縫中，不免有水浸入，遇冷凍結，體積驟脹，岩石因生裂紋，迨春回大地，日暖冰融，年復一年，岩石崩解。

§51. 水之反常膨脹 冰融成水，體積變小，水從  $0^{\circ}$  至  $4^{\circ}$  C. 的中間，溫度上昇，體積繼續縮小；到了  $4^{\circ}$  C. 以上，方跟溫度的昇高，再行逐漸膨脹，所以溫度  $4^{\circ}$  C. 的水，有最小的體積，換句話說，即有最大的重度。定〔仟克〕之單位 (§ 13) 時，所以用  $4^{\circ}$  C. 之水為標準者，即以此故。

在自然界中，水之反常膨脹，頗關重要。池面上層的水，受冷後重度增加，即行下沉，因此池中之水，溫度頗為均勻，若溫度更由  $4^{\circ}$  C. 下降，則池面的冷水層，反又膨脹，即不再下沉，留在上面。溫度再降，即凝成冰，蓋滿池面。池中之深處，溫度極難降至  $4^{\circ}$  C. 以下，水族動物因得以終歲生存。

### 習 題

- (1) 口含  $0^{\circ}$  C. 的冰，比含  $0^{\circ}$  C. 的水為冷，何故？
- (2) 深池內的水，較淺水不易結冰，是何緣故？
- (3) 通常水先從表面結冰，但油卻先從下面結凍，理由何在？
- (4) 凍荳腐內，何以多孔？
- (5) 求冰的重度。
- (6) 何謂熔解熱？

(7) 將  $0^{\circ}\text{C}$ . 重 200 克的冰一塊，投入  $60^{\circ}\text{C}$  重 1200. 克的水內，待冰融完後，問水的溫度多少？

(8) 將  $0^{\circ}\text{C}$ . 重 100 克的冰溶解，並把它煮沸，需要多少熱量？

(9) 500 克的水，溫度降低  $10^{\circ}\text{C}$ . 時，可以放出多少熱量？錫的溶解熱是每克 14 卡，今將 5 克之錫，投入  $80^{\circ}\text{C}$ . 重 500 克的水中，能否把錫溶解？

(10) 溶解與熔解，有何分別？一個溶字從水，一個熔字從火，是何意思。

## 第十章 水與水蒸汽

§52. 蒸發 一淺盆水，放在空氣中，它的分量自己會慢慢的減少，日子久了，可以完全消滅。實際並非消滅，不過由液體的水，變成氣體的蒸汽，混合在空氣裏面罷了。這種現象，叫做蒸發。

蒸發在任何溫度下，都不斷的在進行；不過溫度低，蒸發慢，溫度高，蒸發快。潮溼的衣服，晒在太陽下或烘在爐火上，容易乾燥，就是蒸發較快的緣故。蒸發是液體表面分子化成蒸汽的現象，和液體暴露在空氣中的面積大小有關。蓋液體暴露面積愈大，則由液體表面飛散出來的分子增多。例如盛在盤上的水，比裝在小口瓶中的水，容易乾燥，即由此理。又如海水晒鹽，都把海水導引到廣大地面，所謂鹽田上，讓它蒸發。蒸發時所成的蒸汽，都跑到空氣裏去，所以液體面上的空氣，流動愈快，則蒸汽分子愈容易飛散，因此蒸發愈多。故潮溼的衣服，受風吹動，比無風時容易乾燥。

各種液體蒸發，快慢不同，所謂揮發性的物體，就是極易蒸發的東西。以水、酒精、醚分別滴於手背上，則見醚蒸發最

快，酒精次之，水又次之。

§53. 飽和蒸汽 在敞口容器上，蒸汽隨發隨散，液體的蒸發，沒有什麼限制，但在密封着的容器裏面，液體面上空間有限，蒸發而來的蒸汽分子，愈聚愈多，其中必有跑回到液體內去的，待跑回去的數目，等於跑出來的數目時，液體面上空間中的蒸汽，就不再增加，好像液體已經停止蒸發，容器中的液體，也

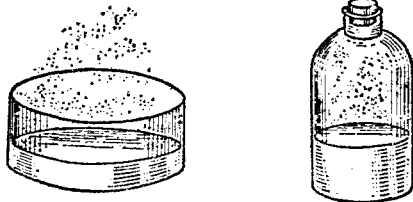


圖 26. 蒸 發

不再會減少。這種情況，稱為飽和；此時所得的蒸汽，稱為飽和蒸汽。

當容器內空間中的蒸汽，已經達到飽和狀態時，若增加其空間之容積，則每立方厘米內所含之蒸汽減少了，將有更多的液體，又可以繼續蒸發，一直要再達到了飽和情形而後止。

故在一定的溫度之下，每立方厘米的容積內，所能包涵的蒸汽之量，有一定的限度，決不能超過。

§54. 液化 壓縮飽和蒸汽，使其體積減少，則每立方厘米內所包涵的蒸汽太多，超過了限度，便有一部分的蒸汽，凝結成爲液體。這種現象，稱為液化。又原來沒有達到飽和的蒸汽，若把它的溫度降低，即可變成飽和，溫度再降，也就液化。

如圖 27, 由壺嘴裏噴出來的  
水蒸汽, 因為冷卻, 而變成極  
小的白色水滴, 用口向鏡面  
吹氣, 鏡面即罩上薄霧一層,  
也是這個緣故。

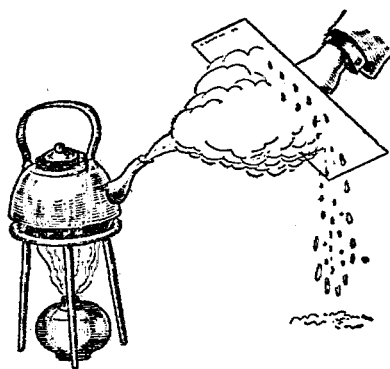


圖 27. 飽和蒸汽的液化

§55. 沸騰 將盛水的  
杯, 放到火上去燒 ( 圖 28 ),

杯內的水, 溫度漸次升高, 同  
時由水表面發生出來的水汽, 也逐漸增多。當水的溫度, 昇到  
攝氏 100 度的時候, 不但水的表面有大量的水汽發出, 即水的  
中間也有氣泡發生, 由杯底上昇, 陸續不絕的昇至水面, 進入  
空氣中。這種現象, 稱為沸騰。液體沸騰時  
的溫度, 稱為沸點。如將溫度計插在杯內,  
隨時檢查, 即知杯中之水, 尚未沸騰以前, 溫  
度上昇不已, 待到開始沸騰以後, 下面所加的  
熱, 雖然照舊加入, 可是水的溫度, 決不上昇,  
永遠保持着開始沸騰時的溫度, 故蒸發雖可  
發生於任何溫度, 沸騰卻在一定的溫度下, 方  
能進行。蒸發與沸騰, 都是汽化, 蒸發比較緩  
和, 沸騰很是劇烈。

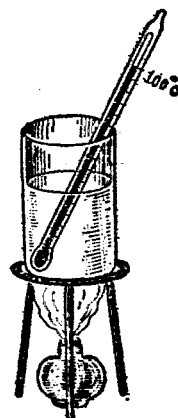


圖 28. 沸騰

§56. 汽化熱 當水沸騰時，繼續加熱，溫度不再升高，此時吸收的熱量，完全消耗於使液體變成氣體之用，也如熔解熱一樣，潛伏在化成的蒸汽之中。將1克液體，變成同溫度的氣體，所需的熱量，稱為汽化熱。汽化熱不限於沸騰時需要，即當蒸發時，也不可少。

水的汽化熱甚大，在沸騰時為540卡路里。將 $100^{\circ}\text{C}$ 的1克之水，完全汽化，所需的熱量，可以熔解6克之冰，或煮沸5克之水而有餘。

沸點與汽化熱表

物 質	沸 點 ( $^{\circ}\text{C}$ )	汽 化 熱 (卡)
水 銀	$357^{\circ}$	68
水	$100^{\circ}$	540
酒 精	$78^{\circ}$	204
醚	$35^{\circ}$	88
氨	$-33.0^{\circ}$	327

蒸汽凝結時，又將所得的汽化熱，完全放了出來，叫做液化熱。液化熱與汽化熱，數值相同。冬天用以取暖的暖汽管（俗稱水汀），就是利用水汽凝結時所放出的液化熱。又液體汽化時，需要大量的汽化熱，大量的人造冰，就是利用液體氨的汽化熱來製造。

§57. 蒸餾水 把液體加熱，使它化為氣體，再把這化成的

氣體，復冷凝為液體。這種方法，叫做蒸餾。蒸餾所得的液體，比原來的要純淨。

圖29是普通實驗用的蒸餾裝置，把要蒸餾的液體，放在蒸餾瓶A中煮沸，液體化為氣體，氣體流過冷凝器B中的玻璃管時，受到器的外層冷水作用，凝為液體，滴入C瓶內，即得蒸餾過的純潔液體。如用着了顏色的水，做蒸餾實驗，便見色素常留在蒸餾瓶中，而得純淨無色的蒸餾水。我們做物理或化學實驗，譬如測定物體的比重時，都要用蒸餾水。

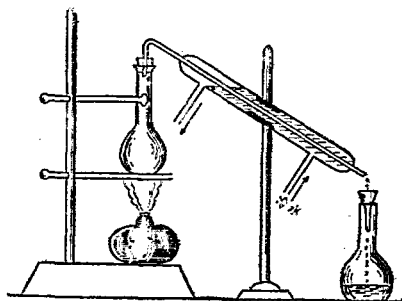


圖 29. 實驗室內的蒸餾裝置

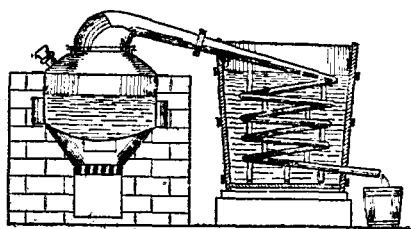


圖 30. 水的蒸餾

如蒸餾多量的水，應當用圖 30 所示的蒸餾器，這器的主要部分，常用金屬製造。

## 習 題

- (1) 吾人揮扇，何以可覺涼快？
- (2) 夏日灑水庭前，頗覺涼爽，是何緣故？
- (3) 洗澡之後，身體若不拭乾，往往易於感冒，試言其故。



- (4) 用水和酒精,分別滴在手背上,你能藉皮膚的感覺,分別出來嗎? 何故?
- (5) 設以  $100^{\circ}\text{C}$ . 的水蒸汽 20 克,導入  $20^{\circ}\text{C}$ . 的水 450 克中,其最後溫度爲  $46.4^{\circ}\text{C}$ ., 求水的汽化熱。
- (6) 水蒸汽燙傷,比沸水燙傷,還要厲害,何故?
- (7) 蒸發和沸騰,有何不同?
- (8) 熱飯桶內,掀開桶蓋,往往結有水滴,試言其故。
- (9) 鹽水或糖水,蒸餾後是否仍帶有鹹味或甜味?
- (10) 將  $0^{\circ}\text{C}$ . 的冰,  $50^{\circ}\text{C}$ . 的水,和  $100^{\circ}\text{C}$ . 的水蒸汽,依 10:9:1 的重量混合,結果如何?
- (11) 蒸發與溶解,有何相似之處? 飽和蒸汽與飽和溶液,有何相似之處。

## 第十一章 大氣中的水蒸汽

§58. 飽和汽量 江,湖,河,海的水,受太陽的熱,不斷蒸發而成水汽,飛散空中,故大氣中常含水汽。但是大氣所能含的水汽,自然不能比飽和時還多;飽和時所含的水汽最大之量,叫做飽和汽量。飽和汽量隨溫度而不同,溫度愈高,則飽和汽量愈大。由精密的實驗,求得 1000 升空氣中,在各種溫度時所能含的飽和汽量如下:

-10°C.	2.3 克	20°C.	17.3 克
0°C.	4.8 克	30°C.	30.3 克
10°C.	9.4 克	100°C.	59.8 克

§59. 濕度 大氣乾濕的程度,叫做濕度,可以用每立方厘米內所含水蒸汽的多寡來表示。但就我們感覺而言,則與當時大氣溫度的高低,極有關係。每立方厘米內所含水蒸汽之量,雖然一樣,溫度低則近於飽和狀態,即覺潮濕,溫度高,則離飽和狀態遠,即覺乾燥。所以表示大氣的乾濕程度,通常用大氣中現在所含水蒸汽分量,對於和現在溫度相當的飽和水蒸汽分量的百分比,稱為相對濕度,即:

$$\text{相對濕度} = \frac{\text{現在的水蒸汽分量}}{\text{和現在溫度相當的飽和水蒸汽分量}} \times 100.$$

在濕度爲 100 的大氣裏面，水蒸汽已達飽和狀態，蒸發現象，一概停止，實際上是很少遇到的。相對濕度約爲 50 至 60 的時候，我們皮膚上的水分，蒸發快慢，最爲合適。如相對濕度大於 60，則蒸發太緩，我們感覺到潮濕悶熱，如我國南方黃梅天氣；若相對濕度小於 50，則蒸發太快，又嫌過於乾燥，易生喉痛，舌枯等病，如我國北方或沙漠附近的氣候。冬日房中生爐取暖，常在爐上放一壺水，使其陸續發出水汽，以調和室內空氣的濕度，有益衛生。

§60. 露、霜、霧、雲、雨、雪、及雹 大氣中的水汽，原來未達飽和，但若溫度降低，到了某一溫度，則水汽變成飽和而凝結。這個溫度，叫做露點。若露點在攝氏零度以上，則所凝結者爲液體，成露、霧、雲或雨；若在攝氏零度以下，即結成固體而爲霜、雪或雹。分述如下：

**露** 天氣晴朗的夜間，地面上的岩石和草木枝葉，散熱很快，溫度下降，過於空氣，空氣中的水汽，遇着這些冷物，若此等冷物的溫度，又在當時的露點之下，即凝結成露。

**霜** 秋末春初的夜間，空氣濕度不大，天氣較冷，此時露點往往在冰點之下，則水汽遇着草、木、土、石等物，直接凝固而成霜。

**霧** 夜間地球之冷卻，不但使地面上固體的溫度，降到露點之下，且可使接近地面之空氣的溫度，也降到露點之下，於是水汽即凝結，而附着在空氣中的浮塵上，以成霧。

**雲** 雲的成因有二：（一）熱空氣驟與低溫度的空氣相混和，而達露點之下，其中水汽凝結成雲；（二）地面空氣上升後，體積膨脹，而溫度降低，因之離地愈高，氣溫愈降，若水汽達於飽和，也即凝結成雲。

**雨** 雲中含有多量的微細水粒，集成為較大的點滴時，不能再浮游於空中，乃下降而為雨。

**雪** 若水汽在空中凝結時的溫度，在冰點之下，則不成雨而成雪。“雪花六出”，如圖 31 所示，為六角形的結晶體，很為美觀。

**雹** 夏季天氣急變的時候，高空水汽所凝成的雪花，下降時表面部分，熔解為水，到了下層，又遇熱空氣挾而上升，水復

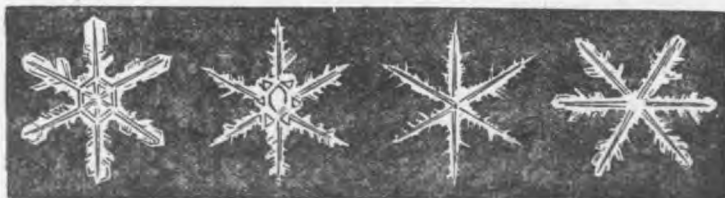


圖 31. 雪的結晶

凝結成冰，更與雲中的雪花結合；如是再降再升，逐漸增益，最

後因太重而降落，就成爲雹。

天地之間，水化汽而上騰，汽復凝結成雨而下降，循環不已，實自然界中一大規模的蒸餾現象(§57)，萬物賴以滋殖，天何言哉？太陽之功！

### 習 題

- (1) “礎潤而雨”一語中，“礎潤”表示什麼？“而雨”有無科學根據？
- (2) 我們節令中有霜降一節，這霜降的名詞，是否妥當？
- (3) 詩云：“白露爲霜，”說得對否？

## 第十二章 火

§61. 火的重要 我國在五千年前，燧人氏發明了鑽木取火的方法，火遂成爲人類日常必不可少的東西，煮飯要火，點燈要火，嚴寒取暖，也要用火，以及輪船、火車、飛機的開動，無不靠火，故火的利用，實爲人類文明的開始。反過來看，火雖可愛，但也非常可怕，每年中，房屋財產，人畜生命之毀於火者，不知多少；至若烽火連年，民不聊生，那更是疾首痛心的事，所以火的控制，更爲重要。



圖 32. 火

§62. 燃燒是什麼一回事 物體燃燒起來，大都發熱和光，這個現象，就叫做火。所以火是燃燒的現象，那末，燃燒是怎麼一回事呢？現在先把下面兩個實驗，研究一下：

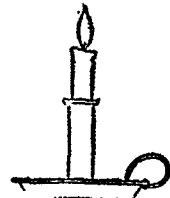


圖 33. 燃燭的變化

**實驗一** 把一個冷而乾的大口玻璃瓶(圖33)，罩在燃燭火焰上面，等了一會，留心觀察，瓶的裏邊，發見什麼？速將瓶口向上，

倒入澄清了的石灰水少許，搖動幾下，再看這石灰水發生怎樣的變化？

**實驗二** 取無底的玻璃筒或洋燈罩 B (圖34)，中間嵌以鐵絲網，網上放氫氧化鈉，掛在天平的一端。又在天平盤上，正對着玻璃筒下面，置一蠟燭 A，加砝碼 C 於天平的另一端盤內，使天平平衡。再將蠟燭點着，蠟燭自然漸漸燒去，天平也開始失去平衡；但是向下傾斜的，反是蠟燭所在的一端。

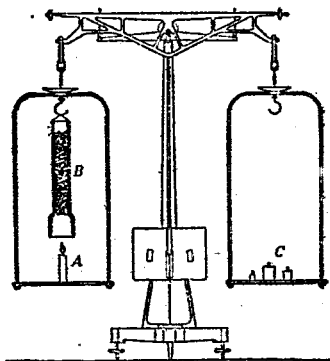


圖 34. 蠟燭燃燒後重量增加

從這兩個實驗，我們可以知道：(1) 蠟燭燃燒以後，雖然漸漸減小，但並不真正消滅，不過變成別的物質，變成水和

另一種氣體而已。這種氣體，能使澄清了的石灰水，變成混濁，故與空氣不同。(2) 蠟燭燃燒後，變成水和另一種氣體，兩者的重量，比較消耗掉的蠟燭的重量還要多。所以蠟燭燃燒時，必抽取空氣中一種看不見而有重量的東西，和它起了變化，纔會生成水和一種氣體。(3) 燃燒就是可燃的物體(如蠟燭)，和空氣中的一種東西，互相引起的變化。

§63. 使燃燒後重量增加的是氧 蠟燭燃燒後，重量增加，是因為它抽取了空氣中一種東西的緣故，倘若這種說法是對的話，那麼，空氣中這種東西究竟是什麼？關於這一點，法國化學家賴福西 (Lavoisier) 曾經做過一個實驗，在化學史上

是很著名的，現在把它寫在下面：

賴氏取純粹的汞（即水銀），稱過重量之後，放在曲頸甌中（圖35）。將甌置於爐上，把甌頸從下面伸入玻璃罩內，玻璃罩是浮立在另一汞槽中，這樣曲頸甌就和玻璃罩連通，但和外方並不通氣。把曲頸甌內的汞，加熱到攝氏275度左右，汞的面上變成紅色粉末，愈積愈多，同時玻璃罩內的汞面

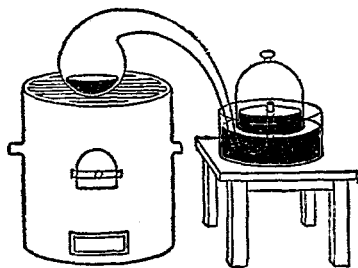


圖 35. 賴福西的汞汞實驗

漸漸上升。燒到十二天之後，甌和罩內的空氣，減少了原來容積的五分之一。把紅色的物質，和剩餘的汞，一併稱量起來，便知重量比原來的汞增加了。

賴氏又把這些紅色的物質，裝入另一小曲頸甌中，再加強熱，則紅色物質，又復變成原來的汞，同時發出一種氣體。變成的汞，與原來燒去的重量相等；發出的氣體體積，又與先前空氣中所失去的相等。賴氏就斷定這種氣體，是當汞燒成紅色物質時，從空氣中取來的，叫它做氧，我國俗稱養氣，因為它是人類和動物所不能片刻缺少的。那氧和汞互相起變化而成的紅色物質，叫做氧化汞，俗名三仙丹。

賴氏燒汞的實驗，和上節燃燭的實驗，都是試驗物質與氧



互起變化的現象，不同的地方，祇在：(1)蠟燭燃燒時，變化很劇烈，發熱發光，並有火焰；汞燃燒時，作用很慢，而無火焰。

(2)汞是一種單純的物質，燭是一種比較複雜的物質，燃汞時，汞和氧起變化，而成氧化汞。燃燭時，燭先分解為好幾種不同的東西，其中的氫，和氧起變化而成水，其中的碳，和氧起變化，而成二氧化碳，俗稱碳酸氣。碳酸氣能使石灰水混濁。

§64. 鍊丹家 煮水銀而成三仙丹，和燒三仙丹而成水銀，這些事實，我國鍊丹家早就知道。晉元帝時句容人葛洪著抱朴子，其內篇金丹卷裏說：『丹砂燒之成水銀，積變又還成丹砂。……世人少所識，多所怪，或不知水銀出於丹砂，告之終不肯信，云丹砂本赤物，從何得成此白物？又云，丹砂是石耳，今燒諸石皆成灰，而丹砂何獨得爾？此近易之事，猶不可喻，其聞仙道而大笑之，不亦宜乎？』葛洪為晉朝大臣之子孫，『絕慶弔於鄉黨，棄當世之榮華』，『委桑梓，背清塗，躬耕林藪，手足胼胝』，真是典型的大科學家，遠在賴福西輩前一千五百年，惜其目的止於『合神藥，規長生』耳！

§65. 化合和分解 我們把銀白色金屬液體的汞，燃燒起來，就漸漸和空氣中的氧起了變化，成為紅色固體的氧化汞，像這一類的變化，是由二種或多種的物質相合，而成另一種新的物質，叫做化合。



近代化學的創造者法國人賴福西在巴黎的銅像

又把氧化汞加熱，可使其放出氧氣，再成爲汞。像這一類的變化，是把一種物質，分開而成二種或多種的物質，叫做分解。

凡是物質與氧化合，又特稱氧化。所以燃燒是一種劇烈的氧化作用。

§66. 燃點 一切可燃的物體，要熱到一定的溫度，才會燃燒。磷在空氣中，只是慢慢氧化，故必須用火燃點。在通常情形下，燃磷的溫度，約爲攝氏 35 度。火柴頭上，是含有磷的，一經摩擦，即因摩擦生熱，使其溫度升高，而成燃燒。

這種一定的燃燒溫度，叫做燃點。各種可燃的物質，各有一定的燃點，高低不同。譬如紙片很容易燃燒；燃燒木塊，就不像紙片那樣容易，倘要把整塊的煤燒着，則更費事了。所以煤爐生火的時候（圖 36），往往用紙和木柴架在煤塊之下，先把紙燃着，木柴隨後也着火，最後煤塊才燒起來，這就是利用燃點不同，由低而高延燒的道理。



圖 36. 燃煤用紙和木柴來引火

礦洞內往往有可燃的氣

體：極易爆炸，爲免除此種危險起見，常用安全燈，也是利用燃點之理。安全燈外部（圖37），罩有金屬絲做的網罩，因金屬極易傳熱，網內燈火的熱，傳至網的全部，溫度即行降低，網外空氣溫度，不致達到爆炸性的混合氣體之燃點，可保安全。在此等礦坑內，自然不准擦火柴抽煙。

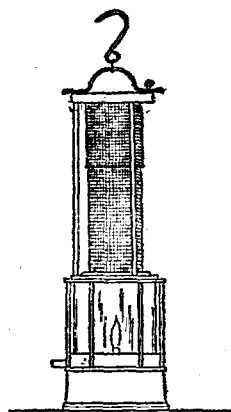


圖 37. 安全燈

§67. 燃燒熱 日常所需的熱量，除直接來自太陽之外，多從柴，煤，炭，和油等燃燒而得。每克燃料，完全燃燒後，所供給的熱量，叫做燃燒熱。把幾種燃料的燃燒熱，寫在下面：

煤	6000 至 8000 卡路里/克
木	1600 至 3500
煤油	11000 至 13000
酒精	7100
炭	8050

§68. 怎樣救火 因爲火是燃燒的現象，可燃物質熱到燃點以上，才和空氣中的氧，劇烈的起化合作用而着火，所以救火的方法，對症下藥。不外兩種：（1）把燃燒物的溫度設法降低到燃點以下，例如狂風吹燈火，火即熄滅。（2）遮斷空氣的來路，使不與燃燒物接觸，例如把酒精燈的蓋蓋上（圖 38），燈

火即熄。

最普通的救火方法，是把水澆在火上。水所以能滅火的道理，就因為是冷的，又有一部分的水，因熱化成蒸汽，需要吸收熱量，所以能把燃燒物的溫度，降低到燃點以下。同時在這燃燒物的面上，附着了一層水和水蒸汽，把空氣和燃燒物隔離了。

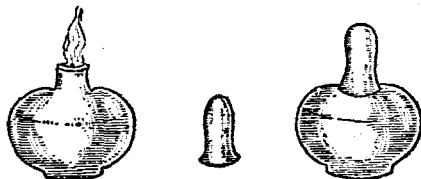


圖 38. 酒精燈沒有空氣不能繼續燃燒

新式滅火器如圖 39 所示，救火更有效驗，因為這時噴出的水中，含着許多碳酸氣，碳酸氣也能滅火的。火油之類着火時，即不能用水救火，因為它們比水輕，而又不和水相溶，老是浮在水的面上燃燒。火勢不大時，宜澆以砂或泥土，或用四氯化碳，最好用一種滅火藥沫，才可救滅。

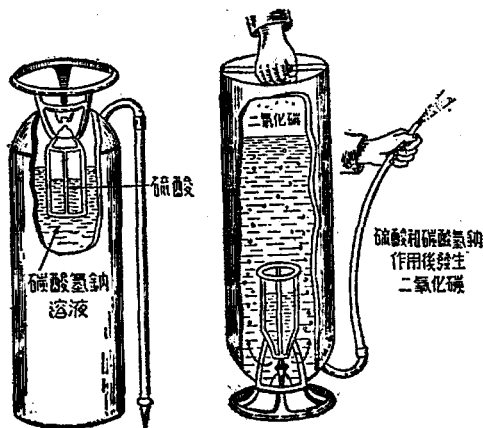


圖 39. 新式滅火器

倘遇室內失火時，宜將門窗緊閉，則燃燒所成的碳酸氣，不易散掉，室內空氣

之量逐漸減少，可以使火不致蔓延到該室之外。如果鄰居失火，半夜驚醒，房中已充滿煙霧時，宜取濕手巾遮閉口鼻，用綿被或毛毯，裹住全身，匍匐而出。倘若衣上着火時，宜用綿被或大衣，裹住着火的衣服，以遮斷空氣之流通，或臥地打滾，即可把火窒息。倘烟囪內起火時，可取硫黃一把，放入竈門內或火爐中，硫黃燃燒所生的二氧化硫氣體，也可以滅火。

### 習 題

- (1) 初生火的時候，用扇向爐口慢慢扇風，火便燃得更盛，扇得太猛，反有熄去的可能。你能說明理由嗎？
- (2) 濕柴何以不易燃燒？
- (3) 瓶中氣體，用何法可以知道它是碳酸氣？
- (4) 試舉出本章中所說到的氣體。那幾種可以使火熄滅？
- (5) 何謂化合？何謂氧化？
- (6) 爐火煮水，是否能利用炭的全部燃燒熱量？倘能全部利用的話，煮沸 1 升水，大約祇需多少炭？

## 第十三章 氧和氧化

§69. 氧的製法 在賴氏的實驗裏 (§ 63), 把三仙丹加熱, 便可發生氧; 但用此法製氧, 原料太貴而作用又慢, 實際上多不採用。實驗室裏, 通常用氯酸鉀和二氧化錳來製氧。取白色固體的氯酸鉀, 加以強熱, 便發生氧。若於氯酸鉀中, 加入黑色的二氧化錳粉末少許, 則在較低的溫度時, 氧可更容易的發生。

**實驗** 取氯酸鉀壓碎 (不可磨研, 以免爆炸), 和二氧化錳, 依 4 比 1 的重量, 混合之後, 裝入燒瓶 A 內, 慢慢加熱 (圖 40), 便有氧氣發出, 經導氣管 C,

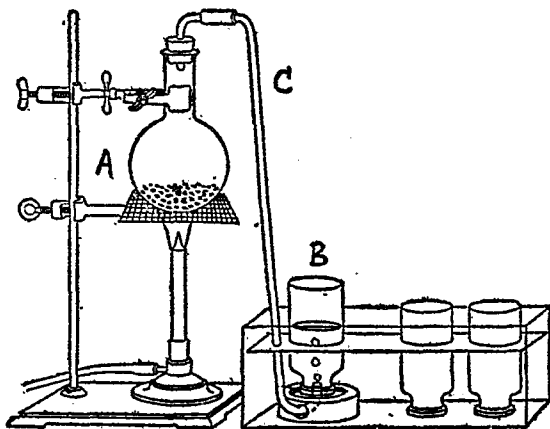


圖 40. 氧的製法

通到盛水而倒立的玻璃瓶B中。瓶中之水，就被排出，讓位於氣體，這叫做排水集氣法。一瓶裝滿，取玻璃片蓋住瓶口，直置桌上，再換他瓶收集。如是收集數瓶，以備研究氧的性質。

氯酸鉀加熱，發生氧後，檢查其殘餘的物質為氯化鉀；換言之，氯酸鉀因受強熱，分解而成氧和氯化鉀兩種物質。至於二氧化錳在本實驗中，本身並未發生變化，不過促進氯酸鉀變化之用。像這樣的作用，叫做催化作用；具有催化作用的物質，叫做催化劑。

§70. 氧的性質 取氧一瓶，仔細觀察其色，嗅其氣，嘗其味，可知氧為無色，無臭，無毒的氣體。在水裏，可以溶解得很少。比空氣重，每升的氧，約重 1.429 克。物質在氧中燃燒，比在空氣中為劇烈。在空氣中很難燃燒的物質，往往在氧中燃燒得很強烈，所以氧有幫助燃燒的特性。通常利用剛熄滅的火柴，插入氧中，再能發火，作為氧的簡單鑑別法。

**實驗一** 把燃着的蠟燭，放在鐵絲架上，插入盛氧的瓶中（圖 41 甲），即見蠟燭燃燒，較前劇烈。

**實驗二** 置硫黃於小鐵匙中，點火後插入盛氧的瓶內（圖 41 乙），即生紫色火焰，比在空氣中燃燒，更

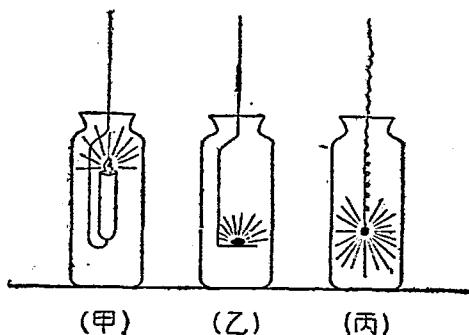


圖 41. 氧中燃燒



為劇烈。

**實驗三** 燒紅的鐵絲，放進盛氧的瓶中，鐵絲即行燃燒，火花四射。做此實驗時，宜在瓶內預先鋪上細砂一層，以免鐵火花落到瓶底，將瓶燒裂(圖41丙)。

**§71. 氧化物** 凡和氧化合而生成的物質，都叫做**氧化物**，如上章所述碳酸氣與三仙丹是。鐵絲燃燒後的殘餘物，就是鐵的氧化物，叫做四氧化三鐵；又燃磷時發生許多白霧，就是磷的氧化物，叫做五氧化二磷。

**§72. 呼吸** 我們生命所依託的呼吸，和炙熱可怕的燃燒，原來是同一種的變化，同是氧化。實驗曾經告訴我們，蠟燭燃燒後，會發生水和能使石灰水變濁的碳酸氣(§ 62)，呼吸也有同樣的作用。試看下面的實驗：

**實驗** 把口中呼出的氣，經導管通入澄清的石灰水中(圖 42)，見有怎樣的變化？另取乾淨的鏡子，由口中呼氣於上，有水汽發見麼？這些水汽，是從那裏來的呢？

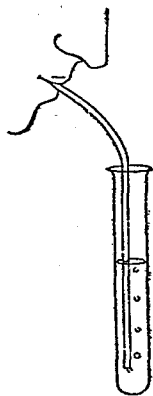


圖 42. 呼出的氣能使石灰水變濁

所以把呼吸和燃燒，比較起來，兩者都會發生水汽，同時能發生使石灰水變濁的碳酸氣。因為我們呼吸時，空氣從鼻孔吸入肺部，再由肺部輸送到身體內各部，使我們所喫的食物消化之後，慢慢和空氣中的氧，發生化合。又食物內所含的成分，大都含有碳與氫，和蠟燭內所含的成分差不多。被吸入的空氣中的氧，遂和食物內所含的氫，化合而成水，和

食物內所含的碳，化合而成碳酸氣，這和蠟燭燃燒時的變化相似。又燃燒時發熱，呼吸時也發熱，我們的體溫，雖在冬天，並不降低，就因呼吸能生熱的緣故。所以呼吸和燃燒，兩者都是氧化作用；不過燃燒是一種劇烈的氧化，呼吸是一種緩慢的氧化而已。

我們身體內的氧化作用，是維持生命的最重要條件。我們不能片刻停止體內的氧化作用，也就不能片刻停止呼吸。因此，

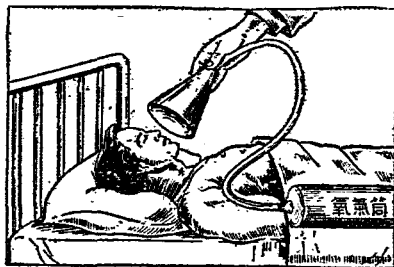


圖 43. 以氧供給呼吸困難的病人

呼吸困難的病人（圖 43），常用純粹養氧，以為補救。

**§73. 鐵之生鏽** 除呼吸作用之外，緩慢氧化的現象，還多得很。鐵之生鏽，就是緩慢氧化的一種。潮濕的鐵，很容易和空氣中的氧，化合而成一種氧化鐵，與汞和氧化合而成氧化汞相似。鐵鏽係極疎鬆之物，為含水的氧化鐵。鐵被鏽蝕，不僅限於表面，其因生鏽而致的損失，每年何止幾千萬元。家用刀剪，時常磨光，並擦乾燥，即所以避免生鏽。

緩慢氧化的例子很多，如腐爛，發酵，及磷火等都是。磷放在空氣中，不去燒着它，也會慢慢兒氧化發光，這在黑夜裏，看得格外清楚。墳墩旁邊，所謂‘鬼火’，就是磷的氧化作用，毫

不足爲奇，也並不可怕。

有時柴草堆中，忽然起火，就因爲那些柴草，起初醱酵，慢慢的氧化，發生少量的熱，不易散去，熱量聚集，溫度升高，因而氧化作用加快，生熱愈多。如是熱量愈聚愈多，溫度不斷增高，終於達到燃點，發生燃燒。這樣由緩慢氧化而引起的燃燒，叫做自燃。一般人不了解這種原因，視自燃爲天火，實是絕大的錯誤。

### 習 題

- (1) 設有養氣一瓶和空氣一瓶，你將用怎樣的簡單方法，把它們分別出來？
- (2) 呼吸和燃燒，有什麼相同的地方？有什麼不相同的地方？試詳爲說明。
- (3) 物質在空氣中燃燒後的產物，和在純氧中燃燒後的產物，是否相同？何故？
- (4) 試舉出幾種氧化物的名稱來。
- (5) 養氣比同體積的空氣，重多少倍？
- (6) 鐵在空氣中生銹，在重量上，有何變化？
- (7) 空氣是否可以燃燒？養氣是否可以燃燒？你能單拿空氣或養氣來煮飯嗎？
- (8) 通風不良的煤棧中，常易着火，是什麼緣故？
- (9) 說明“天火”的成因。這個“天”字，倘然表示“自然”的意思，不指“從天上降下來的”，那麼“天火”這個名詞，是否恰當？

## 第十四章 空氣

§74. 空氣的存在 地球面上,空中的氣,叫做空氣。空氣無色無臭。人在空氣裏生活慣了,反而不易覺得有這樣東西;若是逆風而行,便感覺有東西阻擋我們前進,這就是空氣存在的明證。

倘遮斷了空氣,可燃的物質,就不能繼續燃燒。如拿木板蓋住洋燈罩的口,燈便會熄滅。又因為呼吸,即是氧化作用,我們不能片刻停止呼吸,就不能片刻缺少空氣。試把口鼻用手巾緊緊地縛住,就覺窒悶難受。所以沒有空氣,即沒有生命(圖



44。我們要維持生命,暫時缺少水或食物,問題還不嚴重,若缺空氣,則在幾分鐘內,立可喪命。

由實驗(§ 18),我們知道空氣每升的重量,為 1.293 克。

§75. 氮 燃燒與呼吸,都需要空氣,其實是需要空氣中的

氧，所以氧為空氣中的一成分，當無問題。在賴福西燒汞的實驗裏 (§ 63)，汞與空氣中的氧化合後，剩下來，大約有五分之四的氣體。這五分之四的氣體，究竟是什麼？它的性質怎樣？試作下面實驗。

**實驗** 取磷少許放在小燒皿中，把燒皿浮在水面，再把玻璃罩罩住燒皿（圖45）。暫將玻璃罩頂上的橡皮塞拔去，用燒熱的鐵絲，從罩頂伸入，把磷點着，趕快又把塞子塞緊，觀察磷在罩內，起怎樣的變化？等了一會，磷能繼續燒嗎？等到磷火所生的白煙，完全溶在水中後，將見玻璃罩裏的水面，比原來升高了，水升高的高度，是原來的五分之一。此時點着燭火，拔開塞子，從罩口放進罩內，便會立刻熄滅。

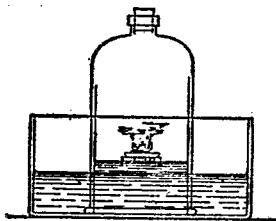


圖 45. 空氣中有五分之四是淡氣

由此實驗，可知空氣裏邊，至少含着兩種氣體：一種是能夠使磷或汞燃燒的東西，就是養氣；另一種是不能使磷或蠟燭繼續燃燒的東西，叫做氮，俗稱淡氣。又因燃磷後，罩內的水升高至罩內原有空氣體積的五分之一，可知空氣總體積的五分之一是養氣，五分之四是淡氣。

淡氣也為無色無臭無味的氣體，與養氣和輕氣相似。但是淡氣既不能幫助他物燃燒，與養氣不同；更不能自己燃燒，與輕氣也不同。每升淡氣，重 1.251 克，比空氣和養氣都輕。空氣中有了淡氣，可以把養氣的濃度沖淡，這於燃燒呼吸，並無妨害，所以稱做淡氣。氮在尋常情形之下，性不活潑，很不

容易和其他物質，發生化合作用。

自然界中，氮的複雜化合物，種類繁多，如蛋白質為構成生物體的主要物質，又如火藥和肥料，也是以氮為主體。

§76. 空氣的成分 上節實驗，為製取淡氣的簡單方法，但由此製得的淡氣，並不純粹，因為空氣中，除含養氣和淡氣外，尚有少量的他種氣體。就體積說，空氣的成分，有如下表：

<u>成 分</u>	<u>體積的百分比</u>
氧	21%
氮	78%
氫, 氫, 氬等	0.94%
碳酸氣	0.03-0.04%
水汽	變化很大沒有一定

空氣中所含少量的氮, 氫, 氬, 氫, 氬等氣體，都不能與其他物質起化合作用，叫做情性氣體。此等情性氣體，裝入細玻璃管中，通以電流，即發各種紅藍美麗的光，將玻璃管彎曲成字，用作商業上的廣告燈。普通發紅光的，就是氬燈，俗稱霓紅燈。又氮約比空氣輕七倍，又不曾像輕氣那樣的燃燒和爆炸，所以常用氮代輕氣，裝入氣球或飛艇的氣囊中。

§77. 空氣中氧和碳酸氣的循環 蠟燭、煤炭，及其他可燃物質，燃燒時，都要用去養氣，而發生碳酸氣；又人與各種動物

呼吸時，也都要吸進養氣，而呼出碳酸氣。那末，空氣中所含的氧，似應一天比一天少，碳酸氣似應一天比一天多，而上節空氣成分表內，又把空氣中的氧定為 21%，碳酸氣定為 0.03% 至 0.04%，並無增減，這是什麼緣故呢？

仔細研究，知道各種植物，在太陽光底下，吸收碳酸氣，放出養氣。如圖 46，將新鮮的綠葉，投入溶有二氧化碳的水缸 *A* 裏，上面蓋着漏斗 *B*，漏斗莖上套入盛滿水的集氣管 *C*，曝於日光下，不久見有氣泡上升，而聚集於 *C* 管中，取出 *C* 管試驗，知道這是氧氣。

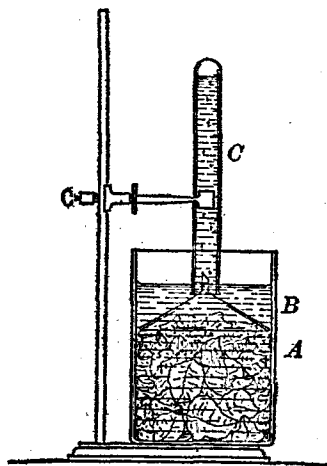
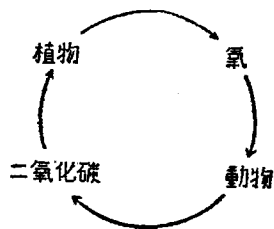


圖 46. 植物在日光中放出養氣

在太陽光下，各種植物吸收空氣中的碳酸氣，把它分解，使氧從新放出於空氣中，而碳則變成了複雜的碳化合物，如澱粉糖類等。這種變化，叫做光合作用。

所以動物呼出的碳酸氣，植物吸進；植物放出的養氣，動物吸進(圖 47)；互相循環利用，不但可使空氣中的



養氣不致減少，碳酸氣不致增多，而

圖 47. 空氣中氧和碳酸氣的循環

生物界的一切生機，也可藉此維持了。植物靠光合作用，生長大了，供給動物食用；再經動物消化和呼吸作用，呼出二氧化碳，以供植物使用。動植兩物，相依爲命，有如此者。

植物的光合作用，須有太陽光纔行，若在夜間，則光合作用自然停止，且植物也有與動物相似的呼吸作用，即吸進養氣而放出碳酸氣。不過在強光之下，光合作用強於同時的呼吸作用；故其放出的氧，遠過於吸進的氧，吸進的碳酸氣，遠過於放出的碳酸氣。

**§78. 空氣中的水汽和塵埃** 空氣中常含有水汽，水汽的多少，隨溫度與天氣而變，我們已在第十一章中詳細討論。空氣中的水汽，遇冷即凝成雨水，但雨之生成，全靠有塵埃爲其核心，細小水粒附着其上，慢慢的聚成大滴而下降。假使空氣中沒有塵埃，雨水即不易生成。地面上缺少了水，一切生物都要枯死了；所以空氣中的塵埃，也極有用處；但是通常總嫌它太多了些。

又塵埃中所帶的微生物，是很危險的東西。有些疾病，都由空氣傳染，就因有微生物生存在空氣的塵埃中，所以我們不能不勤加清除。

**§79. 不潔空氣與通風** 我們在人多的屋子裏，往往覺得頭痛身熱，很不舒服，就因爲空氣不潔的緣故。但是這種不潔



的空氣，究竟爲什麼會令人頭痛呢？從前都以爲由於空氣中含碳酸氣太多，養氣太少所致，但經過精密的考查，才知道不潔空氣之有礙衛生，並非完全由於養氣和碳酸氣多寡的關係，實因人多，溫度升高，而水汽加多的緣故。因爲健康人的體溫，通常在攝氏 37 度上下，而這個溫度之調節，全靠我們體內水分的蒸發，倘空氣中含水汽過多，身體內水份的蒸發，就感困難，因此體溫的調節，也發生阻礙了。所以頭暈身熱，以及種種不舒服，都是空氣中水份過多，而溫度過高的結果。

新鮮空氣，爲衛生的最要條件，所以臥室內的通風，切不可忽略。患病之人，除了有幾種病症，確宜避風者外，應該廣開窗戶，使新鮮空氣流通。

### 習 題

- (1) 樹林下的空氣，比較清潔，有益衛生，這是什麼緣故？
- (2) 臥室之內，不宜放置花草，何故？
- (3) 一瓶養氣，一瓶淡氣，和一瓶空氣，你將用怎樣的簡單方法來分別它們？
- (4) 將動物放在氮中，爲什麼會死去？
- (5) 已知每升氧重 1.429 克，每升氮重 1.251 克，又知空氣中有五分之一的體積爲氧五分之一的體積爲氮，從這些事實，求每升空氣的重量。
- (6) 在空氣中燃燒，何以不及在氧中的劇烈？

## 第十五章 水

§80. 水在地球上分佈極廣 水在自然界，分佈極廣，江、湖、海、洋約佔地球面積的七分之五。空氣中也含有水蒸汽，隨天氣的變遷，爲雲爲雨，或爲冰雪。又動植物中，也含有多量的水分。例如蔬菜中，通常有百分之九十以上的水分；牛乳中，含有百分之八十七的水分；而人體中的水分，約佔體重的百分之七十。即如木、煤、巖石等，看去似乎很乾燥，但也含有少量的水。所以水在自然界，無論對於生物或礦物，都是很重要的。

§81. 水的性質 純粹的水，爲無色、無味、無臭的液體。在攝氏4度時，1升的水，重1公斤。常用水爲測定物質比重的標準。物質由液體凝結成固體時，體積大都變小，惟水結冰時，體積反而膨脹，所以冬天貯水的缸，往往因結冰而破裂。又水有溶解他種物質的性質，巖石化爲土壤，大部分是由於水的溶解作用。關於水的這些性質，我們在前幾章曾有敘述，此地總括一下。

§82 自然水中的雜質 水有溶解物質的性質，故泉水，井水、河水、湖水、海水等自然水，都不是純粹的水，其中多少溶

解有他種物質。雨水在自然水中，要算是最純粹的，但當其下降時，就帶有空氣中的種種氣體、塵埃，和細菌等，所以放久了，容易腐敗。

**實驗** 置自然水於燒杯中加熱，在尙未煮沸的時候，已有氣泡發生，這是什麼緣故呢？

再取一瓷蒸發皿，裝自然水少許，放在燒杯上面去煮（圖48），便見皿中的水，漸漸少去，最後就乾涸了。皿中水乾之後，有沒有殘渣留存？這些殘渣是從那裏來的？



圖 48. 自然水中溶有空氣及礦物質

由此實驗可知自然水內，溶有氣體及固體物質。那氣體大半就是空氣，因空氣稍能溶解於水，而水又常與空氣相接觸的緣故。水中的魚類，也要呼吸，就全靠這溶在水裏的空氣。自然水蒸乾後，殘留的白色物，含有鈣和其他礦物質。內鈣爲人骨中的主要成分，故水中含了這幾種雜質，倒是於衛生有益的。但從另一方面看來，水中含了礦物質，也有不利的地方。試看下面的實驗：

**實驗** 先取肥皂少許，製成水溶液，把它一滴一滴的加入盛有自然水的試驗管中，搖動一下，察看有沒有渣滓出現，沉到管底？在另一盛蒸餾水的試驗管中，同樣的把肥皂溶液慢慢滴入，試察其結果怎樣？兩者比較起來，有什麼不同之處？

再拿家用燒開水的壺，仔細檢查一下，便見壺底裏面，有一片一片的白色物，好像從壺底裏剝下來的。這是什麼東西？從那裏來的？

由此實驗，可知自然水中，含有礦物質，能把肥皂溶液，化成渣滓沉下。洗衣作若用這種水洗衣服，便要耗費許多肥皂，是很不經濟的。凡含有礦物質的水，叫做硬水；不含礦物質的水，叫做軟水。工廠中蒸汽機所用的汽鍋，若用含有礦物質的硬水，來燒蒸汽，日久之後，鍋底裏往往結成硬塊，叫做鍋垢。這鍋垢和開水壺裏剝下來的白色物，是同一樣的東西，都是由於溶解在水內的礦物質所變成的。汽鍋裏生了鍋垢，不但耗費燃料，並且容易使汽鍋炸裂，故工業用水，最忌硬水，須先設法軟化後再用之。

自然水中，除了含有礦物質和空氣之外，還含着有機質和細菌，大都從動物的排泄物，經過溝渠穢水而來的。水中的細菌（圖49），最為可怕；各種傳染病如霍亂，傷寒等，無一不是它們作祟。所以要用自然水做飲料，非先把它清理一番不可。

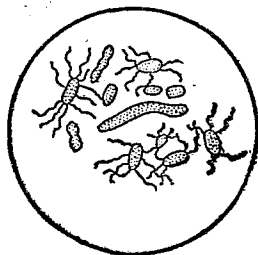


圖 49. 水中當含的細菌

**§83. 飲料水的清潔法** 良好的飲料用水，須是透明、無色、無臭，並含有少許礦物質。通常飲料用水的清潔方法，可分為下面的三種：

(1) 煮沸 此法最簡單而最有效驗，為我國家庭習用的方法，即把自然水煮沸，則水中所含的細菌，全被殺死，一部份

的礦物質也就沉澱下來。

(2) 過濾 普通用的濾水器，如圖 50 所示，在桶或缸的  
下部鋪置木炭屑、細砂、小石子  
等多層。水從上面倒入缸內，慢  
慢經過各層，則水內污濁物質，  
被木炭等吸着除去，由桶下旁  
邊龍頭流出來的水，純潔可供  
飲用。

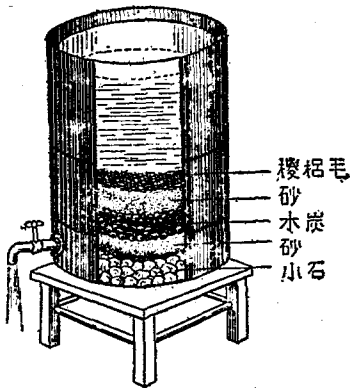


圖 50. 濾水缸

(3) 沈澱 明礬研成細末，  
丟入水缸中，用棒攪動，等了一  
會，就有一種白色膠質發生。當其慢慢下沉時，能把水中的細  
菌和有機物質，拖着下去，於是上層的水，就變成清潔了。但  
有一點要注意，每隔幾天，必須洗缸腳一次，把那些沉在缸底  
的膠狀物去掉。

城市中的自來水，就用大規模的淨水方法，先從河流導水  
入沉澱池中，使水澄清，再導入過濾池，並經氯氣殺菌消毒，而  
後導入配水池，輸送給用戶。

至於蒸餾所得的蒸餾水，可說是純粹之水，在科學實驗與  
調製藥劑，固見重要，但並不適合飲用。

## 習 題

- (1) 井水何以較河水為清潔？
- (2) 夏天飲水不慎，每易致病，何故？
- (3) 家庭中水缸內，投些明礬，有何功用？
- (4) 何謂硬水？ 蒸餾水是硬水嗎？
- (5) 工業用水的處理，應着重什麼？ 飲料用水的清潔，應着重什麼？

## 第十六章 水的組成

§84. 水中有氫 有的物質可以在水燃燒，因為水中含有幫助燃燒的氧，不但如此，水中且有本身即可以燃燒的氣體。

試看下面的實驗：

**實驗** 把裝滿了水的玻璃筒，倒掛於盛水的槽中（圖 51）。用鉗取鈉一小片，浸入水中，正對着筒口的下面。鈉和水接觸，即嘶嘶作聲，作用很劇烈，同時有氣體發生，收集於玻璃筒內。將筒取出，仍舊倒置，把燭火伸入筒內（圖 52），即見筒口着火，成淡青色的火焰，燭火在筒內反而熄滅。

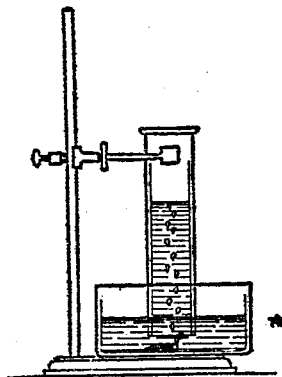


圖 51. 鈉和水作用發生氫



圖 52. 氫能  
燃燒而不助燃

由此可見這種氣體，和以前實驗的氧、氮、空氣，及碳酸氣，都不一樣。我們知道氧與空氣，是能助燃的，但是現在試驗的這種氣體使火熄滅，這與氮或碳酸氣相似；然而氮與碳酸氣，都不能自己燃燒，又與這種氣體不同。所以我們在本實驗裏得到的，是一種新氣體。

這個實驗裏所用的鈉，是一種金屬，其中不含

氣體。這個可燃的氣體，可能是從水中發生出來的，叫做氫，俗稱輕氣，因為它是我們所知道的各種物質中最輕的氣體。

§85. 氫的製法 實驗室裏，要製造多量的氫，通常用下面的方法：

如圖 53，先在玻璃瓶 A 中，放置鋅粒，把瓶塞塞緊不漏氣後，從長頸漏斗 T 慢慢倒入稀硫酸，鋅和硫酸接觸，便有輕氣發生，但最初放出的輕氣，與瓶內空氣相混，待氣體發生片刻後，先用排水集氣法，收集數瓶氣體，在玻璃試驗管

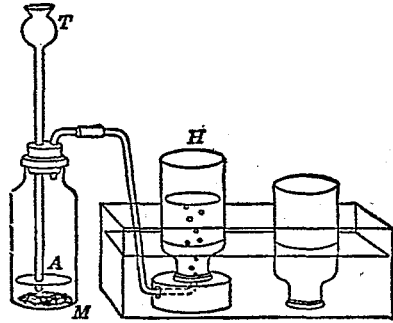


圖 53. 鋅和硫酸作用發生輕氣

內，拿來檢查，等到祇會燃燒而不爆響時，從導氣管通出的，纔是純粹的氫；再排水收集在廣口玻璃瓶 H 內，用來做各種試驗。

§86. 氫的性質和用途 氫也是無色、無味、無臭的氣體。能從排水集氣法收集，便可知它是不易溶解於水的。各種氣體之中，氫是最輕的一種，每升重 0.09 克，祇是空氣的十四分之一。我們可用一個簡單的試驗，來證明這件事實。方法是用兩個玻璃瓶，A 裝着氫，B 內有空氣。把裝氫

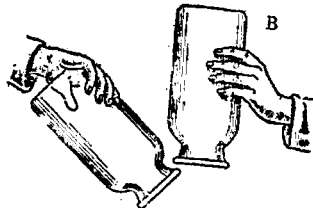


圖 54. 氫比空氣輕

的 A 瓶傾斜，對着那倒立盛空氣的 B 瓶口，如圖 54 所示，氫即上昇入 B 瓶內，將 B 瓶中的空氣排出，這可用燭火來試驗證明。



此時B瓶內氣體，可以燃燒，知道是氫；A瓶內氣體，能讓蠟火在瓶內繼續燃燒，知道是空氣。

輕氣很輕，故可裝入膀胱膜內，做成輕氣球，用線牽住，作為玩具。線一斷去，即上升到空中，隨風飄蕩。實際上用的氣球，則用不漏氣的布做，囊內盛大量輕氣，可以上騰雲霄，為氣象測量，科學研究，和軍事偵察等之用。但輕氣容易燃燒，是其缺點，故現代的氣球，有用稀少而價值昂貴的氦(§76)以代氫；因氦也係很輕的氣體，它的好處是不能燃燒。

氫能燃燒，但不能幫助他物燃燒。又氫和氧或空氣相混，遇火便劇烈爆炸。如將氫和氧，一同通入肥皂液中，吹成氣泡，遇火即炸，發生很大的響聲。故收集輕氣時，千萬不要讓空氣混入，以免爆炸危險。但燃氫於氧或空氣中，設法不先讓其混合，則不致爆發。燃燒的火

焰，發光雖弱，溫度很高。利用這種火焰的溫度，可使鉑，水晶一類難熔的物質熔解。

此種器具，叫做氫氧吹管(圖

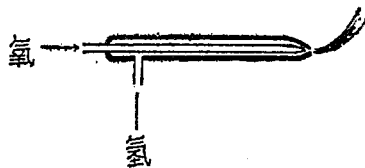


圖 55. 氫氧吹管

55)。若將氫氧吹管的火焰射在生石灰上，則發極強的白光，叫做石灰光。

§87. 水的合成 通常製出的氫，都含水汽，必使通過氯化

鈣等乾燥劑的  $D$  管中(圖 56), 吸去水分, 而後才點火燃燒。  
如用玻璃鐘  $G$ , 將氫的火焰  $F$  罩住, 便見鐘內水汽凝結, 變成  
模糊, 不久即有水滴流下。

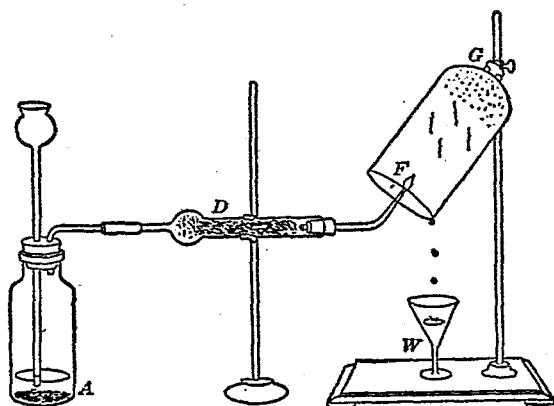


圖 56. 燃 氫 生 水

由此實驗, 可知鐘罩壁上所成的水滴, 全由氫的燃燒而  
來, 就是氫和空氣中的氧, 化合而成水。

§88. 水的分解 我們又可把水分解, 而成氫和氧, 那更是  
水由氫氧兩氣合成的一個  
直接證據。試看下面的實  
驗:

**實驗** 把盛滿水的玻璃筒  
二個, 倒置於盛水的槽中(圖 57)。  
在筒的下面, 各放一鉑片, 用金屬  
線連接於電池之陰陽兩極。加疏

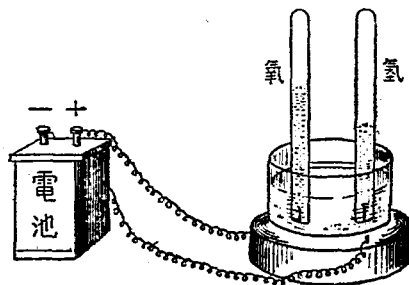


圖 57. 水被電解成氫和氧

酸數滴於水中，電流即能在水中通過，便見A，B兩筒內鉑片上面，發生氣泡，上升到筒底，聚集起來。兩筒內氣體的體積，並不相等，B筒內氣體的體積，為A筒內的二倍。取燭火試驗，便知體積大的B筒內是氫，小的A筒內是氧。

若加嚴密的考驗，知道最初加入水中的硫酸，分量毫無改變；所以硫酸不過幫助電流在水中通過，並不參加這實驗裏的變化。

由上實驗，可知水被電流分解，變為兩種氣體，就是可燃的輕氣。和助燃的養氣。又水中發生輕氣的體積，恰為養氣體積的二倍，所以水為二體積氫，和一體積氧，化合而成。這種用電分解物質的方法，稱為電解。

由這結果，可以算出水的重量組成。2升的氫，和1升的氧化合，沒有餘，也不會不夠。1升的氧重1.429克，2升的氫重0.18克(=2×0.09克)，化合之後，得水重1.429+0.18=1.609克。因此求得水的重量百分組成：

$$\text{氫} \quad \frac{0.18}{1.609} \times 100 = 11.18\%$$

$$\text{氧} \quad \frac{1.429}{1.609} \times 100 = 88.82\%$$

所以合成水時，氫和氧的重量之比是 1:8

### 習 題

(1) 設有無色無臭無味的氣體二瓶，僅知一為輕氣，一為養氣，你將用何法以鑑別之？

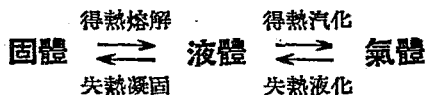
(2) 試比較氧，氫，和氮三種氣體的性質。

(3) 水由氫氧化合而成，水的性質是否和氫與氧相似，或是介乎兩者之間？

- 
- (4) 空氣裏有 $\frac{1}{5}$ 的氧, 和 $\frac{4}{5}$ 的氮, 它的性質, 是否介乎氧和氮兩者之間?
- (5) 試述氫的製法。
- (6) 2 克的氫, 能和多少克的氧化合, 而成多少克的水?
- (7) 上題的氫是幾升? 氧是幾升? 所成的液體之水是幾升?

## 第十七章 元素

§89. 物理變化 物質在自然界中變化萬千，有的只是形態變了，而質地不改，稱為物理變化。例如飯碗打破，成為碎片，已不成器了，但是瓷還是瓷，質地未改。又如水化為水蒸汽，或凍結而成冰，除了外表的形態變化之外，它的許多特性，都不曾改；所以



在第九與第十章裏所討論的物態變化，也不過是物理變化而已。至於食鹽之溶解於水（見§22），鐵粉和硫黃末之混合（見後§91），也都是物理變化。

· §90. 化學變化 物質有時經過變化之後，質地改了，性質變了，與原來的完全不同。這種變化，稱為化學變化。釀米成酒、燒木成炭、火藥爆炸，都是化學變化。又如水被電解而成氫氧兩氣，即



與水之汽化而成蒸汽的現象，情形完全不同；前者為化學變

化，後者爲物理變化。在氧的製法和氫的製法這些實驗裏，都有化學變化在進行着。所有一切的化合與分解（見§ ），都是化學變化。

化學變化與物理變化，時常聯帶發生。例如蠟燭點火時，固體的蠟，受熱熔解，成爲液體，先經過物理變化；燃燒時，經過化學變化，生成水與碳酸氣等物質，和蠟的性質全不相同。

大概物理變化發生時，不一定有化學變化發生；但是化學變化發生時，往往有物理變化伴在一起。

**§91. 混合物與化合物** 取鐵粉和硫黃末，互相混合，外觀上雖似生成別的物质；但若加入二硫化碳，溶於二硫化碳的祇有硫黃，可以過濾把鐵粉濾出；又若以磁石接近它，被磁石吸出的祇有鐵粉。這樣取二種或多種的物质，混合在一起，其中各成分，都不變本質，而又可用機械方法分開的。叫做混合物。

空氣的成分爲氧和氮，氧有幫助燃燒的性質，雖被氮沖淡，空氣仍能使物質在其中燃燒。是氧和氮在空氣中，各保持其固有的特性，所以空氣是混合物。這與氫和氧合成水的情形，完全不同。氫是可燃的氣體，氧是助燃的氣體，合成的水，倒是滅火所常用的。

上面混合的鐵粉和硫黃末，若稍加熱，便起激烈的變化，

而成黑塊的硫化亞鐵，已無硫黃和鐵的特性存在，既不溶於二硫化碳，也不被磁石吸引，已經是另一種物質了。這樣二種或多種的物質，起化學作用，化合之後，所成的物質，叫做化合物。化合物的種類，自然多得不可數計。

化合物中，各成分的重量之比，恆有一定，是爲定比定律。例如水由氫與氧化合而成，爲一種化合物，水中所含氫與氧的重量之比，必爲 1:8；換言之，每 9 份重之水中，一定有 8 份重的氧，與 1 份重的氫。但是混合物的各成分，可多可少，互相混合起來，沒有一定的比例，所以混合物與化合物，有根本不同之點。

§92. 元素 有些物質，我們不能以化學方法，分解爲更簡單的物質，這些少數的物質，叫做元素。例如氧，氫，氮，汞，金，銀，銅，鐵等各爲元素，因爲這些東西，不能用化學方法，再把它們分解。地球上所有的各種物質，雖不知有幾千萬種，但這幾千萬種的物質，都是由很少數的元素化合而成的，元素之種類不過九十二種而已。

§93. 元素的命名法 元素可從它們的形態和性質，分爲兩大類，即金屬與非金屬是。金、銀、銅、鐵等；有金屬的光澤，可以拉長成絲，可以展薄成片，容易傳熱傳電，總稱爲金屬元素。金屬元素的名字，我國都用有金偏旁的字，例如銀、

銅等。但有一種金屬是液體，就是水銀，學名叫做汞，這汞字的下半從水，足以表示它在普通情形為液體，故不加金旁。其他的元素，總稱非金屬元素。非金屬元素，在普通情形下，為固體的，如碳、硫等，從石旁；為液體的，如溴，從水旁，為氣體的，如氫、氧、氮等，就從氣旁。

§94. 元素的符號 為求便利起見，表示元素的方法，常用符號代替文字。國際科學界同意，取拉丁語原名的第一個字母，做元素的符號。但因有幾種元素，有相同的第一個字母，於是再添上其他的字母，以資區別。因此有幾種元素的符號，有二個字母，例如碳的符號為C，氯的符號為Cl，銅的符號為Cu。現在把最常見的幾種元素和其符號，列表如下：

元素	符號	原子量	元素	符號	原子量	元素	符號	原子量
氧	O	16	磷	P	31	鎳	Ni	59
氫	H	1	砷	As	75	錳	Mn	55
氮	N	14	銻	Sb	122	鋁	Al	27
氯	Cl	35.5	錫	Sn	119	鈉	Na	23
氟	F	19	鉛	Pb	207	鉀	K	39
溴	Br	80	金	Au	197	鈣	Ca	40
碘	I	127	銀	Ag	108	鎂	Mg	24
硫	S	32	鉑	Pt	195	鋅	Zn	65
碳	C	12	銅	Cu	64	鋇	Ba	137
矽	Si	28	汞	Hg	201	鐳	Ra	226
硼	B	11	鐵	Fe	56	鈾	U	238



## 習 題

(1) 下列各種現象,何者是化學變化,何者是物理變化? 鹽溶水中, 消化食物, 小麥磨粉, 牛乳變酸, 水凍成冰, 燃放爆竹, 磨墨成汁, 明礬淨水, 鐵釘生銹, 電燈發光。

(2) 就日常生活中,另外再舉出幾種化學變化和物理變化的現象。

(3) 生米煮成熟飯,又是什麼變化?

(4) 試舉一個例子,說明混合物和化合物的區別。

(5) 說明空氣爲混合物,水爲化合物的理由。

(6) 溶解在水裏的空氣,由實驗知道它的體積組成,是氮 65 與氧 35 之比,試根據這一事實,以證明空氣是混合物。

(7) 何謂元素?

(8) 砂的重度爲 2.2 克/立方厘米,土的重度爲 1.6 克/立方厘米。把 5 立方米的土,和 1 立方米的砂,混合均勻之後,成什麼重度?

## 第十八章 分子與原子

§95. 分子與原子 自然界中存在的物質，有些內中只包含純粹的一種元素，叫做單質，如汞，如鋅，如氮等是。若含有二種以上不同的元素，就是化合物，如水為氫氧所組成。若把任何單質或化合物，用機械的方法，繼續剖分，愈來愈小，最後必達到一定的限度。不能再往下分，這種用機械方法不能再分的微粒，叫做分子。各種物質之所以不同，即由於其分子之有異。水有水的分子，銅有銅的分子。同一物質的分子，其大小，重量，和性質，自然相同。

分子雖然很小，並不能用機械的方法來分割，但可用化學的方法，分割成更小的顆粒，叫做原子；換言之，原子是組成各種單質或元素的最小的單位，不能用任何已知化學方法，再行分割的。每種元素，各有不同的原子。氫有氫的原子，氧有氧的原子。同一元素的原子，自然相同。

由此可知分子是由原子結合而成，一個分子之中，所含原子的種類，與各種原子的個數，甚不一致。化學家曾由實驗知道每個水的分子之中，含有二個氫原子和一個氧原子；每個氣

酸鉀的分子之中，含有一個鉀原子，一個氯原子，和三個氧原子；等等，就是單質的原子，也不盡是各個孤獨存在的，往往二個或三個結合在一起，而成分子。例如氧的分子，有二個氧原子，氫的分子，有二個氫原子。合羣是物質的通性。分子之所以不易被分割者，也就是原子團結的力量。

§96. 分子式 元素既有符號，各種化合物，也就可用符號來表示，只要把該化合物中，所含有的各元素的符號，一一記出，例如氧化汞中，含有氧，符號為 O，和汞，符號為 Hg，故以 Hgo 表示之。

但化合物的分子中，所含各種原子的個數，不一定相等。例如水分子中，含有二原子氫和一原子氧，故須以  $H_2O$  表示之。H 符號的右下方，另寫一小“2”字，以表明水分子中所含氫原子的數目。又每一分子之五氧化二磷中，含有二原子磷和五原子氧，故以  $P_2O_5$  表示之。用這樣的符號，來代表化合物的分子者，稱為分子式。

把前幾章裏邊，曾經遇到過的幾種化合物，用分子式表示如下：

氧	$O_2$	氧化汞	Hgo	氯化鈣	$CaCl_2$
氫	$H_2$	氯酸鉀	$KClO_3$	二氧化碳	$CO_2$
水	$H_2O$	二氧化錳	$MnO_2$	食鹽（氯化鈉）	$NaCl$
硫酸	$H_2SO_4$	五氧化磷	$P_2O_5$	石灰水裏的氫氧化鈣	$Ca(OH)_2$

**§97. 原子量與分子量** 分子和原子，雖然小不可言，不是我們用顯微鏡所能看見的，但是各有其一定的重量。分子的重量，和原子的重量，雖因太小，不能直接用天平去稱，但是這種原子和那種原子，它們中間重量的比，是很容易知道的。換句話說，我們很容易知道這種原子比那種原子重多少倍。

拿氫和氧來說罷。我們在 §88，知道 8 份重的氧，和 1 份重的氫，化合而成 9 份重的水。假設是 1 個原子的氫，和 1 個原子的氧，化合而成水的話，那末，就可知道氧原子比氫原子要重 8 倍。但是上節裏面說過，1 分子的水，是由 2 原子氫和 1 原子氧化合而成的，那就可斷定一個氧原子的重量，等於一個氫原子重量的 16 倍。

照這個辦法，取一種原子的重量為標準（例如氫），來求得其他原子的比較重量，叫做原子量。所以氫的原子量為 1，氧的原子量為 16，氮的原子量為 14，碳的原子量為 12，等等。各種分子的比較重量，叫做分子量，就是該分子內所含各個原子的原子量之總和。例如水分子  $\text{H}_2\text{O}$  中，已知含有二原子氫 H 和一原子氧 O，而氫的原子量為 1，氧的原子量為 16，故水的分子量為  $2 \times 1 + 16 = 18$ 。

**§98. 分子式的應用** 分子式既為代表化合物之符號，我們又知道各元素的原子量，就可由分子式中求出分子量，再從

分子量來計算化合物中所含各成分的重量之百分比。

例：求硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  中各成分的百分組成

解：H 的原子量是 1, S 的原子量是 32, O 的原子量是 16, 於是

$$\begin{array}{r} \text{H}_2 = 2 \times 1 = 2 \\ \text{S} = 1 \times 32 = 32 \\ \text{O}_4 = 4 \times 16 = 64 \\ \hline \text{H}_2\text{SO}_4 = 98, \end{array}$$

所以硫酸中, 含:

$$\text{氫的百分比} = \frac{2}{98} \times 100 = 2.04\%$$

$$\text{硫的百分比} = \frac{32}{98} \times 100 = 32.65\%$$

$$\text{氧的百分比} = \frac{64}{98} \times 100 = 65.31\%$$

§99. 原子價 化合物的每一分子中, 所含各種原子的個數, 都有一定。例如水, 無論是天然水或是燃燒所成的水, 它的分子, 總含氫原子 2 個, 氧原子 1 個。氫除與氧化合而成水  $\text{H}_2\text{O}$  之外, 又能與氯化合而成鹽酸  $\text{HCl}$ , 與氮化合而成氨  $\text{NH}_3$ , 與碳化合而成沼氣  $\text{CH}_4$ 。若將這幾種氫化物 (即氫與另一種元素的化合物) 之組成, 比較一下, 可以得到一種極有趣味而重要的事實: 即氯一原子可與氫, 一原子相化合, 氧一原子可與氫二原子相化合, 氮一原子可與氫三原子相化合, 碳一原子可與氫四原子相化合。由此可知, 碳, 氮, 氧, 氯各種元素不同, 則與其化合的氫原子之個數, 亦因之而不同, 但各有

一定。凡某元素的一個原子，能與多少個氫原子化合，某元素的原子價，就是多少。所以碳的原子價爲四，氮的原子價爲三，氧的原子價爲二，氫的原子價爲一，又氫爲原子價的標準，自然也是一。

不和氫化合的元素，它的原子價，可由間接方法求得。例如一原子的鋅，能與一原子的氧化合；又一原子的鋅，溶解在硫酸內，就發生二原子的氫，由這兩件事實，都可知道鋅的原子價爲二。

由多種元素所成的化合物，例如硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，其分子裏面的  $\text{SO}_4$ ，是一個小組織，由二種原子互相結合，作成一團。這種原子團，和別的原子起化學作用時，整個行動，自己不會分裂，通常又不能單獨存在，所以不算分子，叫做基或根。

根同元素一樣，也各有一定的原子價。例如：氫氧基  $\text{OH}$  和硝酸根  $\text{NO}_3$ ，各爲一價；硫酸根  $\text{SO}_4$  和碳酸根  $\text{CO}_3$ ，各爲二價；磷酸根  $\text{PO}_4$  爲三價。茲將幾種普通而重要的元素及根的原子價，列表於下，以供參考，初學者不必全部強記。

一價 氫，氟，銣，鉀，溴，碘，氯，銀，汞，銨根，氫氧基，硝酸根。

二價 氧，硫，鋅，鎂，鈣，鋇，汞，銅，鐵，錳，錫，鉛，硫酸根，碳酸根。

三價 鋁，鐵，磷，氮，金，砷，硼，磷酸根。

四價 碳，矽，錫，硫，鉛，鉍，錳。

五價 氮，磷，砷。

六價 硫。

七價 錳。

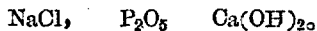
**§100. 化合當量** 各種元素，互相化合，都有一定的重量比例，這是因為原子量不同的緣故，也和原子價有關。為便於比較起見，我們又取氫做標準，因為它的原子量是1，它的原子價也是1，凡某元素與1份重的氫化合時所需的重量，叫做該元素的**化合當量**。化合當量，與原子量及原子價的關係如次：

$$\text{化合當量} = \frac{\text{原子量}}{\text{原子價}}。$$

所以氧的化合當量為8，鋅的化合當量為32.5等等。

### 習 題

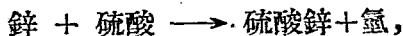
- (1) 氮的原子量是14，是14克麼？是14公斤麼？
- (2) 何謂原子量？原子量是名數，還是不名數？
- (3) 求下列各種化合物的分子量：



- (4) 求二氧化碳中，所含碳和氧的重量百分比。
- (5) 求氯酸鉀  $\text{KClO}_3$  中各成分的百分組成。
- (6) 已知氫為一價，氧為二價，該由  $\text{HBr}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HgO}$ ,  $\text{PH}_3$  等分子式，推定溴，碳，汞，和磷的原子價。
- (7) 何謂原子價？原子價是否能為小數或分數？
- (8) 試就原子，說明定比定律。
- (9) 物質的分子量和重量，是？

## 第十九章 化學方程式

§101. 用方程式表示化學反應 由上章所述,可知化學變化,實在是物質的分子內部,起了變化。就用鋅和硫酸製造氫的例來說,即

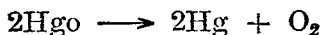


在這化學變化中,鋅跑進硫酸分子裏,替換其中的氫,把它放出,所以也稱化學反應。

我們既然用符號表示元素,寫成分子式,用這種分子式來表示化學反應,更為明顯醒目。表示的方法,是把變化之前,原來各化合物的分子式,寫在箭號的左邊,把變化之後,新成的各化合物的分子式,寫在箭號的右邊;而於各分子式之前,各加以適宜之係數,使箭號兩邊各種原子之個數,各各相等,就成化學方程式。

因為大多數氣態元素如氫。氧等的每一分子中,常含有二個原子,故寫方程式時,必須使代表這些氣體分子之式,含有二個原子,才和事實相符。例如氧化汞分解而生氧及汞之方程式,不是  $\text{HgO} \longrightarrow \text{Hg} + \text{O}$ , 而為

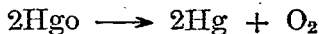




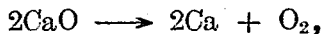
這就是分子式前面，往往該乘以適宜之係數的緣故，

§102. 化學方程式必須代表事實 化學方程式所代表的化學反應，必須根據事實而來，往往極相類似的物質，在相似的情形下，並不一定起相似的反應。所以化學方程式，與代數方程式不同。我們不能用代數方法，隨便寫成化學方程式，來斷定某個反應的存在。

例如：



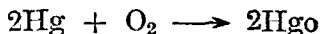
是代表氧化汞加熱，分解為汞和氧的變化的事實，可以在實驗室裏，得到這樣的結果。但是我們不能依同理，推知



因為氧化鈣加熱，不能分解為鈣和氧，就是沒有這件事實，所以這個方程式是不能成立的。

§103. 化學方程式之例 把前幾章裏邊，曾經研究過的化學反應，用方程式表示如下：

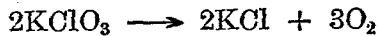
(1) 汞和氧化合，而成氧化汞：



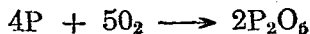
(2) 碳酸氣使石灰水變成乳白色：



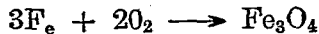
(3) 氯酸鉀分解而發生氧氣：



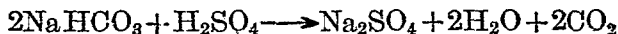
(4) 磷在氧氣中燃燒，而生五氧化二磷：



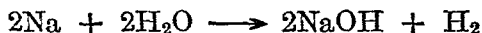
(5) 鐵絲在氧氣中燃燒而生四氧化三鐵：



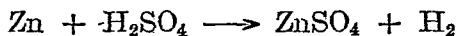
(6) 新式滅火器內，硫酸和碳酸氫鈉作用，放出碳酸氣：



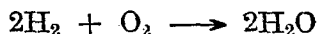
(7) 鈉與水作用，而生氫氣：



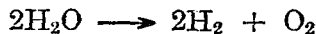
(8) 鋅和硫酸作用，而生氫氣：



(9) 氫氣燃燒（與氧化合）而生水：



(10) 水被電解，而生氫和氧：

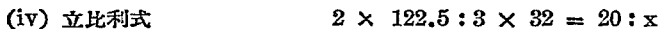
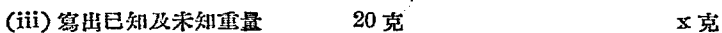
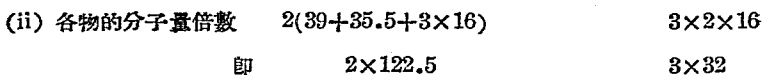


**§104. 化學方程式之應用** 化學方程式既可以表示化學反應，亦可用以解答反應中一切物量變化之問題。最普通之計算題，不外二種：由一定重量的反應物質，求反應以後的生成物質之重量；或想得到一定重量的生成物質，求所須用的反應

物質之重量。

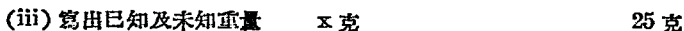
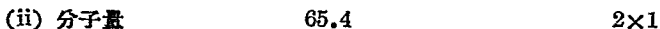
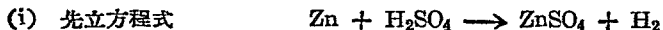
欲解答這一類計算題時，可分四個步驟如下：(i) 將題中所述之化學變化，以方程式表示出來；(ii) 把有關各物的分子量或原子量或其倍數，分別寫在各分子式之下；(iii) 看出題中所求的是什麼，然後把題中已知重量，與所求的未知重量  $x$ ，分別寫在各分子式之下；(iv) 最後立出比例式，來求未知重量  $x$ 。

〔例題 1〕 將 20 克之氯酸鉀加熱時，可得氧氣多少克？(原子量：K=39, Cl=35.5, O=16)。



$$\therefore x = \frac{3 \times 32 \times 20}{2 \times 122.5} = 7.84 \text{ 克}$$

〔例題 2〕 用鋅和硫酸製造氫氣，欲得氫氣 25 克，需鋅若干？問製成之氫，可裝直徑 30 厘米的氫氣球多少個？



$$\therefore x = \frac{65.4 \times 25}{2} = 817.5 \text{ 克}$$

因氫每升重 0.09 克, 輕氣球的容積 =  $\frac{4}{3}\pi(15)^3$  立方厘米 = 14.14 升, 故 25

克之氫, 可裝輕氣球的個數爲

$$\frac{25}{0.09 \times 14.14} = 20$$

### 習 題

- (1)  $3O_2$  表示什麼? 一共有幾個氧的原子?
- (2) 試用方程式, 表示碳在氧中燃燒而成碳酸氣之事實。
- (3) 三仙丹 150 克, 加熱後, 可得水銀多少?
- (4) 由 100 克之鋅, 與鈔量之硫酸相作用, 問可得輕氣若干克?
- (5) 電解 1 升之水, 可得輕氣和氧氣各多少升?

## 第二十章 物質不滅

§105. 物質不滅定律 吾人觀察物質，有時見其好像失蹤了，如鹽之溶解與水之蒸發是。但把溶解所成的溶液，或把蒸發所剩的水和蒸發所成的水汽，一併稱量起來，便知重量絲毫未減。我們又常見物質變化，有時竟可變成完全不同的另外一些物質，如各種化學作用是。但把一支蠟燭，放在氫氧化鈉之下；一同掛在天平盤上，燃燒完了，重量反見增加（見 § 62）。這也不是憑空創造，所增加的重量，是因為蠟燭在燃燒中吸取養氣而來，亦即等於空氣中所失去的養氣之重量，

一切物質，經過變化，無論其為物理變化，或是化學變化，在未變化前，重量的總和，等於變化後重量的總和，沒有增加，也沒有減少，換言之，我們不能用天平來測出任何絲毫差別，是為物質不滅定律。

物質不滅，是自然界的一大定律。這個定律，不是由某個人，靠某個實驗，發現出來的；而是從古到今，整個人類經驗累積的結果。從賴福西開始用天平，對於化學變化，做數量的研究之後，才能更具體的明確的把這個定律說出來，成為近代科

學的出發點。我們在上章裏，對於一個化學變化，可以計算反應物質所需的重量，以及預知生成物質可得的重量，都是根據這個定律呀！你和我，在日常中，一舉一動，不知不覺間，無不依從這個定律；換句話說，我們還沒有碰到一件事實，和這個定律相違背。

§106. 物質不滅定律的道德意義 不增不減，是爲不減。所以物質不滅定律，指出物質有限的事實，物質應加愛惜。勿因不增的緣故，不努力去生產；勿因不減的緣故，儘情來享受。享受是應該的，但是任何人都沒有資格來浪費，因爲這點點有限的物質，是整個人類和萬物所公共的。物質雖然不滅，但是可以變化，我們所謂生產，就是把它變化，變成更合於我們享受的東西。所以我們研究科學和做人的目的，是『格物致知，利用厚生』。

中華民國三十七年九月初版

最新初級中學教科書

編混合 **初中理化** (全四冊)

第一冊 定價金圓四角七分

(外埠另加運費匯費)

版權所有  
不准翻印

編著者 嚴濟慈

發行者 劉百閱

發行所 中國文化服務社

上海福州路六七九號  
電話掛號五五二九五

印刷所 中國文化服務社印刷廠

