

理化常识

丙 級



中國人民解放軍軍事學院

目 錄

緒 言	1
-----	---

化 学 部 分

第一章 化学基本概念

第一節 物質	5
第二節 分子	6
第三節 原子	9

第二章 氧、空氣

第一節 氧气	12
第二節 空气的成分	14

第三章 氫、水

第一節 氫气	17
第二節 水的成分	19

第四章 火

第一節 燃燒	22
第二節 滅火	24

第五章 酸和碱

- 第一節 酸.....29
- 第二節 碱.....32
- 第三節 中和作用.....32

第六章 火藥

- 第一節 火藥的基本知識.....35
- 第二節 發射藥.....38
- 第三節 炸藥.....39
- 第四節 起爆藥.....40

第七章 對細菌防護的常識

- 第一節 細菌.....43
- 第二節 病菌和疫病.....45
- 第三節 細菌戰.....47
- 第四節 對細菌的防護.....49

物 理 部 分

第一章 力學

- 第一節 壓力和壓強.....53
- 第二節 飛機的升力.....60
- 第三節 浮力.....64
- 第四節 物體的運動和慣性.....68

第五節	反作用力	72
第六節	功和能	78
第七節	聲音	85
第二章	熱學	
第一節	熱功互變	90
第二節	熱機	90
第三章	電學	
第一節	電	97
第二節	電池	101
第三節	電流、電壓和電阻	104
第四節	電熱和電燈	109
第五節	磁和電磁	112
第六節	發電機和變壓器	121
第四章	無線電	
第一節	無線電波	129
第二節	振盪和諧振	132
第三節	調幅和檢波	140
第四節	電波的分段和性質	145
第五節	雷達	150
第六節	真空管	155
第七節	無線電傳真和電視	159

第八節	無線電操縱和導彈	167
第九節	半導體	169
第五章	光學	
第一節	光的性質	176
第二節	望遠鏡和潛望鏡	179
第三節	光的色散和紅外線、紫外綫	185
第六章	原子能	
第一節	原子結構	192
第二節	放射性元素	200
第三節	原子能	207
第四節	原子武器	215
第五節	原子能的和平應用	223

緒 言

人類在長時期的生活中和生產斗爭中逐漸積累了很多寶貴的經驗，這些經驗經過人們不斷地研究分析、綜合歸納使其系統化，就形成了一套專門的學問叫自然科學，而理化（即物理學、化學）就是自然科學中的兩門分科。它和人類生活及生產技術有着十分密切的關係，它是全世界勞動人民生活 and 生產經驗的總結。

我國是世界上文化發達最早的國家之一。在物理學和化學上都有過巨大的貢獻。例如燒制陶瓷、冶煉金屬以及紙和火藥的發明都被世界其他國家為早；又如指南針、活字版印刷術和火箭的發明以及力學、光學原理的研究，也都在歐美各國之前。近几百年來但由於封建制度的束縛，帝國主義和官僚資本主義的反動統治，科學研究工作受到了嚴重的迫害和摧殘，以致變成一個科學落后的國家，理化方面當然也不例外。但是從新中國成立以來，由於黨和政府對科學研究工作十分重視，並為科學自由發展創造了空前良好的條件，尤其是在最近黨中央提出“在十二年內，使我國急需要的科學部門接近世界水平”的偉大號召，以及在科學研究工作上，提倡“百家爭鳴”的政策

之后，給我國科學研究工作者以極大的鼓舞，目前我國知識界正滿懷信心地向科學大進軍。決心為實現我國在十二年內科學研究工作的宏偉規劃而奮鬥。可以斷言：我國的科學將會一日千里地向前躍進，將像初升的太陽而發出萬丈光芒。

物理學和化學在改進生產技術、提高生產水平上有着特別重要的意義。例如，金屬的冶煉，各種化學物品的製造，各種工程建築的設計以及我們將要實現的機械化、電氣化、自動化等都是理化知識的實際應用。我們如不具備一定的理化知識，在生活上、工作上也都將會感到很多不便。我國目前正在為實現社會主義工業化，理化知識應用極廣，因而學習理化知識實有更重大的現實意義。

為了保衛祖國，為了世界和平，我們必須建設一支現代化的國防軍，必須學會合成軍隊作戰，懂得現代化軍事技術，而現代化的軍事技術又大都是理化方面最新成就的具體應用，如原子彈、氫彈、導彈、紅外線、細菌等。要是沒有一定的理化知識，就不可能了解和掌握這些新式武器的性能和使用方法。

再則，要學好軍事同時還必須學好政治，因為軍事是為政治服務的，而許多政治理論又都和理化知識密切相關。例如要徹底理解社會

現象及其發展規律，也必須懂得理化知識。

總之，我們學習理化常識，目的就是要提高一般的科學文化水平，為學習馬克斯列寧主義和現代化的先進的軍事科學創造必要的條件。



化 学 部 分

第一章 化学基本概念

第一節 物 質

一、物質和物体 桌子上放着的各種化學儀器，例如：試管、燒瓶、漏斗、玻璃杯等，單就這些儀器的大小形狀來看是各不相同的，可是它們却都是用同一種質料，即玻璃做成的。試管、燒瓶、漏斗、玻璃杯等叫做物體，玻璃叫做物質。

構成物體的質料叫物質。玻璃、水、空氣、木、鐵、火藥等都是。在空間佔有一定位置，並具有一定形狀的物質叫物體。試管、燒瓶、桌、椅、坦克、火砲等都是。

二、物質的變化 世界上的一切物質都在不停地運動變化着。水化汽、結冰、鋼鐵生鏽、火藥爆炸等都是物質變化的表現。我們就生活在這樣一個永恆運動着和不斷變化着的世界里。

物質的變化一般可分為兩大類：

物理變化 一個玻璃杯打碎成一堆碎玻璃片，一塊木頭鋸成木板，一塊糖溶化於水中，這些變化的特點只是物體的改變，而構成物體的質料並沒有變化。這種變化就叫做物理變化。

不改變原物質的變化，叫物理變化。

化学变化 鋼鐵生鏽，鏽和鋼鐵不同，鋼鐵能被磁石所吸引，鏽則不能；把白糖加熱，不久白糖就變成黑碳，碳既沒有白糖的甜味，也不能溶化於水中，它完全變成另外一種新物質了。這些變化的特點都是原物質有了改變並生成新物質，這種變化就叫做化學變化。

改變原物質的變化，叫化學變化。

三、物質的性質 木頭、水、鐵……等，我們一看就知道它們是完全不同的物質，因為它們各有各的性質。物質的性質分兩種：一種是物理性質；一種是化學性質。

物理性質 物質的顏色、¹氣味、形態、沸點(註一)、凝固點(註二)、熔點(註三)等等都是物質的物理性質。例如水的物理性質是无色、无嗅、无味的液體，沸點是 100°C ，凝固點是 0°C 等。

化学性質 物質在起化學變化時所表現的性質，就是化學性質。例如酒精可以燃燒，火藥可以爆炸等。

化學就是研究物質的性質及其化學變化的科學。

第二節 分 子

一、什么是分子 世界上的一切物質都是由非常小的顆粒構成的。這種小顆粒我們把它叫做分子。

註一：沸點，液體開始沸騰時的溫度。

註二：凝固點，液體開始凝固成固體時的溫度。

註三：熔點，固體開始熔化成液體時的溫度。

分子是很小的，把25万个水分子排成一列才只有頭髮的直徑那樣長。所以我們用肉眼看不到分子，但科學家在能放大數十萬倍的電子顯微鏡下已可以看到它了（見圖1）。

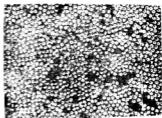


圖1 在電子顯微鏡下所看到的一種複雜物質的分子

分子雖小，但它仍保持原物質的化學性質，因此可以給分子下一個明確的定義：分子是保持原物質化學性質的最小顆粒。

二、分子是怎樣構成物質的

第一、分子是在不停地運動着 馬克思曾說過：“物質的第一個和最重要的天然性質就是運動。”分子雖小，但它也是運動着的物質。

我們在小玻璃杯里放少許暗紅色而又很容易揮發的液體——溴，用玻璃筒罩住。儘管溴蒸氣的重量比空氣重四倍多，但它還是不斷上昇，最後充滿全筒。由此可見，溴分子原來就在不停地運動着。

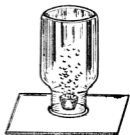


圖2 溴蒸氣逐漸上昇充滿全筒

防腐用的衛生球時間長了為什麼就會慢慢變小呢？這是因為衛生球的分子不斷地在運動，它表面的分子不斷地飛散到空中去，所以就越來越小了。可見固體物質的分子也在運動，不過，它的運動是更慢一些。

由此可見，物質的分子都在運動。而運動的快慢和溫度有密切關係，溫度越高，表示分子運動越快；溫度越低，表示分子運動越慢。

第二、分子之間是有空隙的 我們既然認為物質都是由運動着的分子所構成，那麼分子間就一定有空隙，不然，分子就不可能運動，我們在玻璃管中裝入一半水再慢慢倒入帶色酒精，裝滿后用塞子塞住，然後將管顛倒，使酒精與水均勻混合，這時就可看到管子的上端空出了一部分。實驗表明混合後液體的體積小於混合前兩種液體的總體積，這個現象說明：兩種液體混合後，分子重新排列得更緊密了，這就充分的證明了分子間是有空隙的。

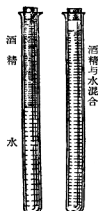


圖3 酒精與水混合時，體積減小。

氣體能被壓縮，說明氣體的分子之間有很大的空隙，液體和固體受到壓力，體積也要縮小，但它們的壓縮性比氣體要小得多，這說明液體和固體的分子之間的空隙比氣體的分子之間的空隙要小得多。

以上的事實說明：物質內部是不連續的，分子之間是有空隙的。

第三、分子之間有吸引力 既然分子之間有空隙存在，而且分子處於運動狀態，那麼，為什麼水、玻璃、木頭……等物質的分子不像氣體分子一樣自由飛散呢？而要折斷一根玻璃棒或一根木棍，還須花費相當大的力量呢？這些現象說明：在這些物質的分子之間還具有一種能使它們團聚在一起的力量，這種力量就是分子間的吸引力。正由

於這種吸引力的存在，很多的分子才可能構成一定形狀的物質。

但是，如果想把已經打破了的玻璃杯恢復原狀，或是把木屑變成整塊的木板，通常是不能實現的。因為：分子間的吸引力僅表現在很小的距離以內。在這個距離以外，分子間的吸引力就很快地減小，以至顯不出什麼作用。

綜合以上所述，一切物質都在不停地運動着，物質內部是不連續的，分子之間有空隙，同時還有吸引力。這就是分子構成物質的一般情況。

第三節 原 子

前面已經講過，一切物質都是由分子構成的。但分子本身又是由什麼東西構成的呢？有比分子更小的東西嗎？下面就研究這個問題。

我們先作一個實驗：把紅色的氧化汞粉末放入試管里加熱，不久就有氣體發生，同時看到試管內有光亮的銀白色的汞（即水銀）。如把微燃的火柴棒插入試管內，即見火柴棒猛烈燃燒起來，說明這是一種能幫助燃燒的氣體，這種氣體叫氧氣。

由此可知，氧化汞加熱可以生成水銀和氧氣兩種物質。

氧化汞的粉末是很純淨的物質，其中只有一種物質的分子——氧化汞的分子，並沒有水銀和氧氣混雜在內，但經過加熱却有水銀和氧氣，這必然是由氧化汞分子本身分裂而生成的，也就充分說明了氧化汞分子是由更小的顆粒所組成的。

由此實驗可知：分子還是可以再分的，分子的這種可分性，就說

明分子本身是由更小的顆粒所組成，這種更小的顆粒就叫原子。

最近蘇聯科學家新創制了一種強力超顯微鏡，用它不僅可以看到分子，而且還可以看到原子了。

綜合第二節和本節所述，可以得出這樣的結論：一切物質都是由分子組成，分子又是由原子組成。

根據分子和原子的觀點，我們可以進一步來理解物理變化和化學變化的區別。物體發生物理變化時，分子內部不發生變化，原物質沒有改變；而在發生化學變化時，分子內部發生了變化，分子中的原子要重新排列和結合而生成新的分子，於是就生成了新的物質。

簡短的結論

- 一、構成物體的質料叫物質。在空間佔有一定位置，並具有一定形狀的物質叫物體。
- 二、物質經常在變化着。這種變化一般可分為兩大類：即物理變化和化學變化。
- 三、一種物質區別於它種物質的特征，叫物質的性質。物質的性質分物理性質和化學性質。
- 四、一切物質都是由分子組成，分子又是由原子組成，分子和原子都處於不停的運動狀態。

複 習 題

1. 什么是物質和物體？並舉例說明。
2. 什么是物理變化和化學變化？並舉例說明。
3. 从那些現象來說明分子是在不停地運動着。
4. 根据那些現象可以說明分子之間是有空隙的。
5. 根据那些現象可以說明分子之間是有吸引力的。
6. 物質的結構怎樣？

第二章 氧、空气

第一節 氧 气

氧气是在十八世紀末被發現的，這種氣體與生物有着非常密切的關係，在化學上也佔着很重要的地位。

一、制法 實驗室里常用制取氧气的方法，是把氯酸鉀加熱使其發生化學變化而放出氧气。為了使變化加速進行，常加入少量的二氧化錳作催化劑(註)。這個實驗的裝置如圖4所示。

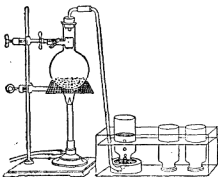


圖4 制取氧气

註：催化劑，一種物質能催促它種物質起化學變化，而在整個變化完畢後，它本身的重量、性質保持不變，這種物質叫催化劑。

二、性質 氧氣是無色、無嗅的氣體，略溶於水（一百升水在 20°C 時約能溶解3升氧氣），所以江、河、海洋的水里，都溶有大量的氧氣，水中的生物都靠這部份氧生存。氧氣最主要的特點是性質活潑，許多質物都能和它起化學變化，並能幫助燃燒。下面的實驗即可證明：

把點燃的蠟燭放入盛氧的瓶內，即見蠟燭比在空氣中燃燒更為激烈。再把鐵絲的一端，繫一小塊木炭，微燃後放入盛氧氣的瓶中，炭很快地燃燒，並發出明亮的光輝，然後鐵絲也會猛烈地燃燒而飛出火花。



圖5 氧能助燃

物質和氧所引起的化學變化，叫做氧化。氧化時能放出熱量。它們的生成物，叫氧化物，如二氧化碳、氧化汞等。一種物質很容易放氧而使其它物質氧化者，叫氧化劑，如氯酸鉀等。

三、用途 氧氣可以供生物呼吸，也可以幫助燃燒，所以用途很廣。如把純氧壓入鋼筒中，則可供潛水者、高空飛行員、帶防毒面具者、中毒者及呼吸困難的病人等使用。現在工業上製得的氧氣，大部

分用來與可燃的氣體混合燃燒，以取得極高的溫度。例如氧氣與乙炔（乙炔俗稱電石¹，是電石與水起化學變化後的生成物，可以燃燒。）混合，燃燒時溫度約達 3500°C ，利用氧乙炔焰的高溫來截斷或焊接鋼鐵，這種裝置，叫氧乙炔吹管。此外還可將液態氧和木屑，或其他可燃物質混合製成爆炸劑，這種爆炸劑，常用於修築溝渠、挖通地道等的工程上。



圖6 氧乙炔吹管



圖7 焊接鋼鐵

第二節 空氣的成分

空氣，在我們的周圍幾乎到處都有。它究竟包含有那些成分呢？我們可以做一個簡單的實驗來說明。

把一小塊黃磷放在一個小杯里，放在水槽內的水面上，用玻璃鐘罩罩住，然後將黃磷點燃，立刻塞緊罩口，不久罩內即充滿白煙——五氧化二磷。同時罩內的水位，也隨着黃磷的燃燒而漸漸上升。最後燃燒停止，白煙逐漸溶入水中。此時，罩內的水位約升高原來空氣體積的五分之一。這就是氧氣沒有和磷化合以前在空氣里佔有的體積。

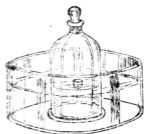


圖8 燃磷實驗

然後，在罩外加水，使罩內外的水位相平，打開塞子，插入燃着的火柴，火焰立即熄滅，這部分氣體叫氮氣。從實驗中可以看出，氮氣性不活潑，不能燃燒，也不助燃，它大約佔空氣體積的五分之四。

由實驗可以得出如下的結論：空氣是由大約五分之一的氧氣和大約五分之四的氮氣組成的。

由更精確的測定可以知道，空氣里含氧氣21%，含氮氣78%，含二氧化碳0.03%，此外還有氫、氦、氬、氖、氙等惰性氣體佔0.94%，

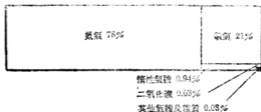


圖9 空氣的組成

其他氣體及雜質佔0.03%。

組成空氣的各種氣體，在空氣里都是以分子的狀態單獨存在着的。它們仍各保持其原有的性質，所以空氣是好幾種氣體的混合物。

簡短的結論

- 一、氧氣性活潑，能助燃；呼吸和燃燒都離不開它。
- 二、空氣是多種氣體的混合物。其中最主要的成分是：約 $\frac{1}{5}$ 的氧和約 $\frac{4}{5}$ 的氮，此外，還有二氧化碳和少量的惰性氣體。

複習題

1. 氧氣有那些主要性質和用途？
2. 空氣的組成怎樣？
3. 為什麼磷在玻璃鐘罩內燃燒的時候，罩內的水位上升約佔空氣體積的五分之一？

第三章 氫、水

第一節 氫 氣

早在十六世紀的時候人們已經發現了氫氣。可是，一直到十八世紀科學家才詳細地研究它的性質。

一、制法 實驗室里常用稀硫酸和鋅作用來制取氫氣，制取氫氣的裝置如圖10所示。

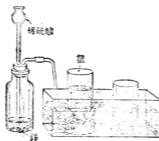


圖10 制取氫氣

將鋅粒放入燒瓶中，塞緊瓶口，由長頸漏斗中加入稀硫酸后，便有氫氣發生。

二、性質 氫氣是最輕的氣體，無色、無嗅，它可以燃燒，但不能助燃，燃燒時能與空氣中的氧氣化合成水。下面的實驗即可證明：

把燃着的蠟燭插入盛有氫氣的瓶中，蠟燭即熄滅，而氫氣在瓶口

着火燃燒，再將蠟燭抽出，因瓶外有空氣，蠟燭又被瓶口的火焰點燃，這樣可以反覆數次，直到氫氣燃盡為止。由此可知，氫氣可以燃燒，但不能助燃。

氫氣燃燒時放能出大量的熱。

在燃燒着的氫氣火焰上懸放一個乾而冷的玻璃杯就能看到由氫氣燃燒而生成的水蒸氣，在杯的內壁上凝結成小水滴(圖12)，這是氫氣和氧氣化合的結果。



圖11 氫氣能燃燒而不助燃

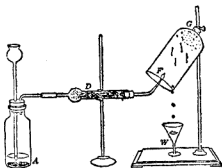


圖12 氫氣燃燒與氧氣化合成水

用甲乙兩個玻璃瓶，甲瓶內是氫氣，乙瓶內是空氣，把甲瓶傾斜，瓶口對着倒立的乙瓶(圖13)，氫氣即進入乙瓶中，在乙瓶口點火，就聽見爆聲。這個實驗說明氫氣比空氣輕。

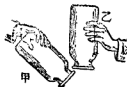


圖13 氫氣比空氣輕

三、用途 因為氫氣是最輕的氣體，可以用它來填充於氣球或飛船的气囊中，以供研究高空气象和軍用，但因氫氣可以燃燒，常有着火的危險，故現在多以氦或氬與氫的混合氣體來代替。氫在燃燒時能發生高熱，所以工業上常利用氫和純氧制成氫氧焰。這種火焰可產生約 3000°C 的高溫，產生氫氧焰的裝置叫氫氧吹管，用以切斷或焊接鋼鐵。

此外，氫氣在化學工業方面還有很廣泛的用途。

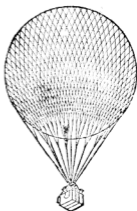


圖14 氣球



圖15 氫氧吹管

第二節 水的成分

水在自然界的存量很多，分佈也很廣。江、海、河、湖遍及各地，約佔地球總面積的四分之三。空氣中含有很多的水蒸氣，隨着條件的不同而形成雲、雨、霜、雪。地面下也有大量的水存在，如井

水、泉水。動植物體中含水約50—95%，而在人體內約佔70%。水為動植物所必需，可以說沒有水就沒有生命。

水是由什麼組成的呢？下面的實驗可以告訴我們：

把兩個同樣大小裝滿着水的玻璃管，分別倒放在電解器的陰陽兩電極上(如圖16)，然後加几滴硫酸在電解器中的水里，以幫助電的傳導。通電後，即見兩極上均有很小的氣泡上升到試管中，我們發現陰極所產生的氣體的體積恰好比陽極所產生的氣體的體積多一倍。把陽極上的試管取出直立，用微燃的火柴放進試管中，即見火柴很快地燃燒起來，證明是氧氣；再取另一管倒立，在管口點火，聽見微爆聲，證明是氫氣。若繼續通電流，氫氣和氧氣就不斷地從陰陽兩極上放出，而電解器中的水就愈來愈少了。

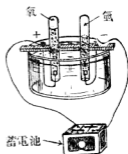


圖16 水的電解

我們看到在水的分解過程中，氫氣的體積始終比氧氣的體積多一

倍，所以可得出下面的

結論：水是由兩體積的

氫和一體積的氧化合而

成的。如果從分子和原

子的觀點來看，可以說：

一個水分子是由兩個氫

原子和一個氧原子化合而成的。

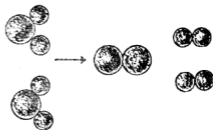


圖17 水分子的分解

這裏必須弄清楚：組成水的氫、氧並不是單獨存在着的，它們原來的性質已完全改變，氫可以燃燒，氧能幫助燃燒，而水卻可以滅火。這一點與氧、氫等氣體組成空氣是不相同的。這是因氫氣和氧氣已經起了化學變化的緣故。

除了用通電的方法可以使水分解外，水受高溫后也可以分解，但因水分子內氫原子和氧原子彼此結合得很牢固，所以只有在溫度高於 1000°C 時水分子才開始分解。

簡短的結論

- 一、氫氣是最輕的氣體，可以燃燒，但不助燃，它燃燒時能與氧化合生成水，它在化學工業上用途很廣。
- 二、水是由兩體積的氫和一體積的氧化合而成。

複習題

1. 氫氣有那些性質和用途？
2. 有三瓶氣體，只知道是氫、氧、氮，你如何把它們區別出來。
3. 水的組成怎樣？

第四章 火

火是我們最常見的現象之一。我們說火是物質燃燒的現象。那麼，燃燒又是怎么一回事呢？

第一節 燃 燒

一、什么是燃燒 碳、磷、氫燃燒后，分別生成二氧化碳、五氧化二磷和水，在這些生成物中都有氧的成分；可見它們燃燒的過程，就是與氧起化學變化的過程。由於這些變化的過程比較劇烈，所以在燃燒時，不但生熱而且發光。把這種變化推廣到其它物質，我們可以得出這樣的結論：物質與氧起劇烈的化學變化，同時生熱發光，這種現象就叫燃燒。

二、燃燒的條件 可燃性物質的燃燒，必須有兩個條件，即：

1. 充分的空氣(氧)；
2. 溫度要達到物質的發火點(註)。

物質燃燒有難有易，就是由於各種物質的發火點高低不同的緣故。如黃磷約在 35°C 就可以開始燃燒，而煤却須在 320°C 才能着火。

註：物質開始燃燒時的溫度，叫發火點。

以上是燃燒不可缺少的兩個條件，缺一燃燒便不能發生或繼續下去；反過來說，如果具備了這兩個條件，不用點火，燃燒也可以發生。如果把粉碎的黃磷放在空氣中就會發生這種現象。

相傳所謂“神火”、“天火”，並不是什麼神鬼作祟，而是在具備了燃燒條件的情況下，物質自動燃燒起來的。這種現象叫做自燃。



圖18 黃磷自燃

三、一氧化碳中毒 平常說的烤火中毒或煤氣中毒，實際上就是一氧化碳中毒。一氧化碳是由於煤、碳或其它含碳的物質在空氣不充分的情況下燃燒產生的。它是一種無色、無嗅的氣體，不易溶於水中，但能夠燃燒。因它和人的血液結合能力很強，血液和一氧化碳結合後，就失去輸送氧的能力。因此，人若吸入就會中毒，甚至使呼吸停止，心臟麻痺而死。所以在烤火時，必須注意空氣流通，最好不要生火過夜，以免發生危險。

第二節 滅 火

燃燒必須具備的條件前面已經講過，如果除去這些條件，燃燒當然就要停止，也就是說使燃燒物與空氣隔絕或降低溫度到燃燒物的發火點以下，就可以達到滅火的目的。現就通常滅火的方法分述如下：

一、用水滅火 水能滅火有兩個原因：①水澆到燃燒物上，可以吸收大量的熱，使溫度降低到燃燒物的發火點以下；②水和水蒸氣附着和籠罩在燃燒物的表面，可起隔絕和沖淡空氣的作用，減少氧的供給。這兩種作用就是水火不能相容的道理。

但必須明白，並不是所有的火都能用水去滅，如油類着火就不能用水去滅，因為油比水輕，水澆在着火的油上，油即浮於水面，增加了油與空氣的接觸面積，反易使火勢加大。

二、用砂土滅火 砂土蓋在燃燒物上可以隔絕空氣使火熄滅，這是最經濟、最方便、最有效的方法。

三、用滅火機滅火

1. 藥水滅火機 藥水滅火機內裝硫酸和小蘇打(即碳酸氫鈉)溶液。在使用時，把機身顛倒，硫酸和小蘇打溶液混合后，立即發生化學變化，放出大量的二氧化碳氣體，使機內產生很大的壓力，將藥水噴出而滅火。二氧化碳氣體，比空氣重，不能燃燒，也不能助燃，可以滅火，但這裡放出的二氧化碳很容易分散，滅火的效用不大，所以這種滅火機主要是靠其中的水來滅火的。

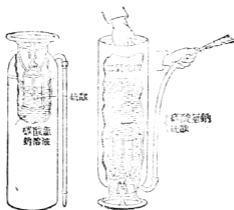


圖19 噴水滅火機

2. 泡沫滅火機 泡沫滅火機內裝硫酸鋁和小蘇打溶液及泡沫劑，在使用時，與藥水滅火機一樣，把機身顛倒，藥品相遇后即起化

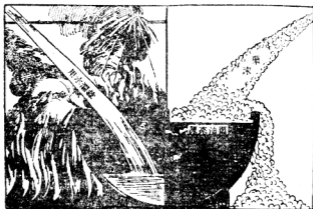


圖20 油池着火用水灌救(左)用泡沫灌救(右)

學變化而產生大量的二氧化碳泡沫，泡沫浮在燃燒物的表面，可隔絕空氣而使火熄滅。此種滅火機除滅一般的火以外，還適於滅油火。

以上兩種滅火機所噴出的液體或泡沫極容易傳電，所以因漏電而起火時，在斷絕電源前，使用它有觸電的危險，必須切實注意。又因此種液體容易腐蝕金屬，故工廠車間、軍艦、飛機、坦克等多用其他滅火機。

3. 二氧化碳滅火機 機內裝有液體二氧化碳，使用時，把開關打開，二氧化碳即迅速噴出變成雪花狀的固體，噴到燃燒物上可以吸收大量的熱，使溫度降低；同時二氧化碳蒸氣還能隔絕和沖淡空氣，所



圖21 二氧化碳滅火機

以可以迅速把火熄滅。這是一種良好的滅火器材。

4. 四氯化碳滅火機(彈) 把四氯化碳裝入鋼筒中，使用時將

液體四氯化碳噴出，它受熱后就很快地化成氣體，這種氣體比空氣重（約四倍），不能助燃，又不能燃燒，罩在燃燒物上，可隔絕空氣，故能滅火。如把四氯化碳裝入特置的玻璃容器內即成滅火彈。

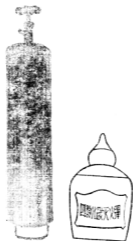


圖22 四氯化碳滅火机和滅火彈

以上二種滅火机噴出的東西都不傳電，不腐蝕金屬，且不因天寒而凍結，尤其是二氧化碳滅火机滅火效率大，且不留污跡，是飛機、坦克、軍艦上必備的滅火机。

簡短的結論

- 一、火是物質燃燒的現象。物質與氧起劇烈的化學變化，同時生熱發光，這種現象叫燃燒。

二、可燃性物質燃燒需具備的條件：(一)要有充分的空氣(氧)；

(二)溫度要達到物質的發火點。

三、滅火原理是：隔絕或沖淡空氣和降低溫度。其具體的方法可用水、砂土和滅火機等滅火。

複 習 題

1. 什麼叫燃燒？燃燒需要那些條件？
2. 冬天烤火為什麼會中毒？應如何防止？
3. 水為什麼能滅火？它能滅一切的火嗎？
4. 試說明各種滅火機的滅火原理。

第五章 酸和碱

第一節 酸

酸的種類很多，最重要的三種酸是：硫酸、硝酸和鹽酸，現將它們簡述如下：

一、硫酸

硫酸的性質 純淨的硫酸，是無色油狀液體，比水約重一倍，普通硫酸中都含有雜質，所以略帶棕色。硫酸極易與水化合，所以它的吸水性很強，它不但能吸收一般的水分，而且還能將碳水化合物中的“水”奪取出來而剩下碳，白糖、布、紙等遇到硫酸，立即變成焦黑，就是這個緣故。當硫酸與水化合時，能放出大量的熱，稀硫酸還能與大多數金屬作用而放出氫氣。



圖23 硫酸把紙變黑

硫酸的用途 硫酸在軍事上的用途很廣，如製造火藥（如棉火藥、茶褐藥等）時，因硫酸有強烈的吸水性，故用它作吸水劑來吸收製造過程中所產生的水分；又如某種壓發式化學信管中也用到硫酸。信管的構造原理如下：信管內用白糖和氯酸鉀混合作為發火藥，上邊有裝濃硫酸的玻璃管（如圖24），當玻璃管被壓破后，硫酸流出與白糖相遇，立即把白糖中的“水”奪取出來，使糖變成碳，同時放出熱量，氯酸鉀受熱后就放出氧氣，助碳燃燒，於是使信管中的起爆藥爆發，而引起地雷爆炸。這種信管常用於反坦克地雷中。

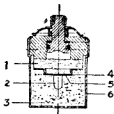


圖24 壓發式化學信管剖面圖

1. 硫酸玻璃管 2. 起爆藥 3. 傳爆藥
4. 玻璃紙襯 5. 發火藥 6. 引信體

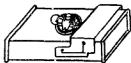


圖25 用壓發式化學信管的地雷

硫酸是化學工業的基礎，几乎所有的化學工業部門都需要硫酸，大量的硫酸用來製造肥田粉（硫酸銨）；提煉石油時用以除去石油中的雜質；還有制作蓄電池和滅火機等時，也都要用硫酸。由此可見硫酸在工業上的用途是非常廣泛的。

二、硝酸

硝酸的性質 純硝酸是無色液體，不純的略帶黃色。硝酸性不穩定，受熱很容易分解，而放出氧氣。如在加熱的硝酸中放入一小塊燒

紅的木炭，木炭不但不熄滅，反而燒的更加激烈(圖26)。硝酸的腐蝕性很強，大多數金屬(金、鉑除外)遇到它，都能起強烈的作用而溶化。如將銅片放入濃硝酸中，銅片不久即可全部溶化。

硝酸的用途 硝酸在軍事上也有很重要的用途，許多火藥如棉火藥、茶褐藥、黃色藥、雷汞等的製造都離不開它，沒有硝酸就沒有這些火藥。此外利用硝酸對金屬的腐蝕作用，可以制成延期式化學信管，如某種延期化學信管，就是利用不同濃度的硝酸對鋼絲的腐蝕作用，來控制擊針打發雷管的時間的。其具體構造如圖27。

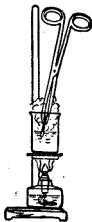


圖26 炭在硝酸中燃燒

使用時將盛有硝酸的玻璃管夾破，硝酸流出，與鋼絲接觸，經過一定時間，鋼絲被腐蝕中斷，擊針受彈簧的彈力作用，向前衝擊火帽，使雷管爆發而引起地雷爆炸。

硝酸在工業上也佔有很重要的地位，如肥田粉(硝酸銨)、賽璐珞和噴漆等都是以硝酸為主要原料製成的。

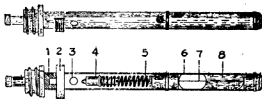


圖27 延期化學信管

- | | | | |
|--------|--------|-------|----------|
| 1. 火帽 | 2. 保險銷 | 3. 視孔 | 4. 擊針 |
| 5. 擊針簧 | 6. 管套 | 7. 鋼絲 | 8. 硝酸玻璃管 |

三、鹽酸

純鹽酸是無色液體，不純的帶黃色。它能腐蝕金屬，常用以清除金屬表面的鏽而便于焊接。在工業上用以製造氫氣、漂白粉等。人的胃液中也含有少量（約0.5%）的鹽酸，所以醫藥上常用稀鹽酸來增強胃液的消化能力。

酸的通性 凡是酸都有酸味，酸的水溶液都能使藍色的石蕊試紙（註）變紅。

第二節 碱

碱的種類很多，如氫氧化鈉、氫氧化鉀、氫氧化鈣（熟石灰）、氫氧化銨等都是，現只將氫氧化鈉說明如下：

氫氧化鈉 是一種白色硬而脆的固體，極易溶解於水，有吸濕性，能強烈地腐蝕肌肉和棉麻物等，又能與酸和油脂起變化。氫氧化鈉的用途很廣，在軍事上制棉火藥時用以除去棉花上的油脂，防禦毒劑時又是重要消毒和防毒藥劑。在工業上用以製造肥皂、紙、人造絲及除去石油中酸性雜質等。

碱的通性 凡是碱，其水溶液都有澀味，都能使紅色石蕊試紙變藍。

第三節 中和作用

註：石蕊是生在山中石頭上的一種淺藍色地衣類的植物，把它打爛浸在水里，再用紙吸收晒干，就成石蕊試紙。

根據酸和鹼的通性，我們知道：酸的水溶液可使藍色石蕊試紙變紅，鹼的水溶液可使紅色石蕊試紙變藍，現在如果把酸和鹼放在一起，結果會怎樣呢？

取配好的氫氧化鈉溶液和鹽酸溶液各一半，混在一起，用玻璃棒攪動使其變化完畢後，放入紅、藍石蕊試紙，則見它們都不變色。

實驗的結果說明：適量的酸和鹼作用後，二者的特性都消失了，這種作用就叫做中和作用。

蒸饅頭時在面里放鹼，胃酸過多的病人服用小蘇打（有鹼性），防毒面具中用鹼性物以消除毒劑的毒性等等都是中和作用的實際應用。

簡短的結論

一、硫酸、硝酸和鹽酸在工業上是三種最常用的酸。

二、硫酸的主要性質是吸水性強，遇水發高熱；硝酸的主要性質是易分解放出氧，對金屬的腐蝕性強。它們在工業上，特別是國防工業上都佔有相當重要的地位。

三、酸和鹼是兩大類物質，酸能使藍色石蕊試紙變紅，鹼能使紅色石蕊試紙變藍，這是區別酸和鹼最簡便的方法。

四、酸和鹼起作用後，二者的特性均消失，這種作用叫做中和作用。

複 習 題

1. 硫酸和硝酸的主要性質怎樣？
2. 硫酸和硝酸有那些主要用途？
3. 壓發式化學信管發火的道理怎樣？
4. 延期式化學信管是怎樣發火的？
5. 什么是中和作用？並舉例說明。

第六章 火藥

火藥是我國古代偉大發明之一。火藥開始出現於唐朝，至北宋時已用於戰爭，到了元朝製造火藥的方法才傳入歐洲。曾經有許多外國資產階級學者想盡各種方法來抹煞我國人民的這一偉大創造，但是，鐵的歷史事實完全粉碎了他們的卑鄙企圖。首先發明火藥的功績和榮譽，毫無疑問，應該屬於我們偉大的祖國。

第一節 火藥的基本知識

一、什么是火藥 火藥是一種分子結構不穩定的物質，在相當的外力影響下，能夠迅速發生化學變化，產生大量氣體和高溫，體積突然膨脹，因而產生強大的壓力，造成巨大的破壞作用。

火藥爆發是由於：（一）它的分子結構不穩定，能迅速地發生化學變化；（二）在起化學變化時能產生大量的氣體和高溫。

軍用火藥按其用途來分，有三大類：發射藥、炸藥和起爆藥。

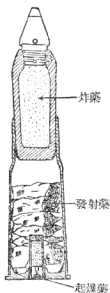


圖28 彈 彈

二、決定火藥威力的因素

1. 爆速 火藥分解的快慢叫爆速。其單位以每秒若干公尺來表示。例如黃色藥的爆速為每秒7000公尺，梯恩梯的爆速為每秒6800公尺等。

爆速的大小與火藥密度有關，一般說來，火藥密度大則爆速也大，如粉狀茶褐藥爆速是每秒4600公尺，而塊狀的因密度增大，其爆速就增加到每秒6800公尺。熔鑄或壓縮火藥使其密度增大都可使火藥的威力增加。

2. 爆压 火藥爆發時對周圍造成的壓力叫爆壓。爆壓的大小決定於火藥爆發時生成氣體的多和溫度的高低，所生成的氣體越多，溫度越高，則爆壓就越大。

爆速、爆壓是決定火藥威力的主要因素。爆速大、爆壓大的火藥，威力也越大。

三、錐孔型裝藥原理

錐孔型裝藥就是在藥體上有一錐孔形缺口的裝藥，如同29。

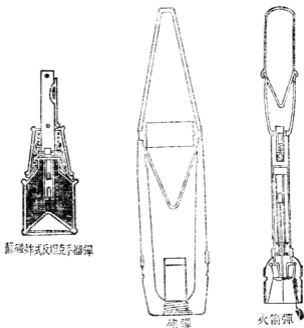


圖 29 各種錐孔型裝藥彈

錐孔型裝藥的特點，就是它在爆炸時的侵徹力比一般的裝藥大得多。其原因就是它能够把錐孔內的爆炸力集中起來，並在錐孔中心線上匯合，形成一高速而強有力的氣流向前衝擊。如果在錐孔藥面上再加上鋼罩，則鋼罩在爆炸時會因高溫而熔化成液體，隨同氣體匯聚一起噴射出去，其速度可達每秒 7000—10000 公尺，溫度可達 4000°—5000°C，當碰到目標時，能產生每平方公分約30萬公斤的壓力，在這種情況下，不論多么堅固的物質遇到它都會顯得軟弱無力了。

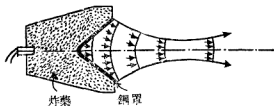


圖30 錐孔型裝藥原理示意圖

第二節 發射藥

發射藥是用來發射槍彈、砲彈和推送火箭的火藥。在性能上的要求是：發射力大，燃燒時溫度低，對槍膛、砲膛的燒蝕性小，發射時無烟閃光小，藥性安定，能久藏不變質。

常用的發射藥有兩種：

一、硝化棉無烟藥 它的吸濕性小，無毒，不凍結，燃燒時溫度較低，對槍、砲膛的燒蝕性小。但藥中所含的溶劑受熱後易揮發，故保管時應注意溫度不可過高，最好在5°—15°C之



圖31 各種形狀的發射藥

間，並且要避免太陽直晒。

這種發射藥用於一般的槍彈、榴彈 75 到 105 公厘口徑火砲的砲彈中。

二、硝化甘油無煙藥 它的吸濕性更小，有毒，有凍結的可能，燃燒時溫度較高，對槍、砲膛的燒蝕性較大，發射力比硝化棉無煙藥大，但硝化甘油受熱後易揮發，故保管時也應保持適當的溫度。

這種發射藥多用於火筒砲、野砲、高射砲、海軍砲等的砲彈中。發射藥受潮後水份增加，燃燒速度變慢，部份火藥在彈丸飛出砲口之前還來不及燒完，於是就白白地由砲膛噴出，使砲彈射程縮短形成“早炸”現象。早炸會傷害自己的步兵，所以發射藥防潮是一個十分重要的問題。

第三節 炸 藥

炸藥是用來起爆炸、破壞作用的火藥。在性能上的要求是：威力強大，藥性安定，可以久藏不變質，吸濕性小，感性感鈍，便於運輸與保管。

現將常用的炸藥分述於后：

一、梯恩梯 淡黃色或茶褐色的固體，味略苦，藥性安定可久藏而不變質，難溶於水，吸濕性極小，所以可用於水底爆破。梯恩梯比較穩定，感性感遲鈍，通常在 100 公尺以外，槍彈貫穿亦不易引起爆發，所以在使用和運輸上都很安全。梯恩梯易熔化（約 80°C ）且與金屬起作用，裝彈很方便（圖 32）。



圖 32 茶湯袋裝藥化裝彈

梯恩梯的分子中含氧不足，所以在燃燒或爆炸時產生大量的黑煙和有毒的一氧化碳氣體。它不能與鹼性物放在一起，因它們可以起化學變化而生成危險的化合物，容易發生爆炸。

二、黃色藥 黃色固體，味極苦，藥性安定可久藏而不變質，微溶於水，略有吸濕性，感性感梯恩梯靈敏，但在使用和運輸上還是相當安全的。黃色藥在 120°C 左右熔化，受潮後易與金屬（鋁、錫除外）起化學變化而生成容易爆炸的化合物，所以不能使它與金屬接觸，在裝彈時，需將彈內襯錫或塗上假漆隔離之。

三、硝化甘油炸藥 這種炸藥的主要成分是硝化甘油。味甜，質軟，感性感靈敏，受潮或受熱都可使硝化甘油從炸藥中排出，很容易發生危險，凍結後威力減低，因此在保管上應注意防潮、防熱、防凍。

四、硝酸铵炸藥 這種炸藥的主要成分是硝酸铵。因硝酸铵分解時能放出氧氣，故與含氧不足的梯恩梯混合使用就可成為威力強大的炸藥。這種炸藥製造容易，成本低，受潮後起爆更困難，所以在保管或運輸時都應裝在密封的箱內嚴防受潮。

第四節 起爆藥

起爆藥是用來使其他火藥爆炸的火藥，在性能上的要求是：感性感靈敏，引爆方法簡便，起爆力強，藥性安定，容易保存。

常用的起爆藥有雷汞和氮化鉛兩種：

一、雷汞 白色或灰色的粉末，有毒，藥性不安定，受太陽晒易分解，感性感很靈敏，受沖擊或遇火花即可爆炸，它不溶於水故平時都

把它藏在水中，以免發生危險，它的吸濕性較小，但如含水1%即難以起爆。

雷汞可壓裝在鋼管中制成雷管（圖33），與氯酸鉀、三硫化二銻等混合可作為底火和火帽的裝藥。

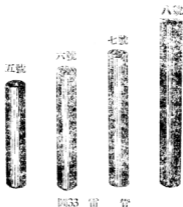


圖33 雷 管

二、氮化鉛 白色粉末，不溶於水，無吸濕性，與銅易起作用，但與鋁不起作用，所以氮化鉛雷管都用鋁製造。

氮化鉛和雷汞比較有以下的優點：1. 感性的比雷汞遲鈍，所以不太危險，宜用於火砲雷管中；2. 起爆力比雷汞強3—10倍；3. 藥性較雷汞安定；4. 含水30%仍能起爆，效力不減。因此，氮化鉛有逐漸代替雷汞的趨勢。

簡短的結論

一、火藥是我國古代偉大發明之一。現代軍用火藥按其用途可分

三大類：發射藥、炸藥、起爆藥。

二、火藥爆發的原因：1.由於火藥分子結構不穩定，能迅速地發生化學變化；2.起化學變化時能產生大量的氣體和高溫。

三、爆速和爆壓是決定火藥威力重要的因素。

四、錐孔型裝藥侵徹力強大，是由於它能夠把錐孔內的爆炸力集中起來，在錐孔中心線上匯合，形成一高速而強有力的氣流向前衝擊，如外加鋼罩，其侵徹力更大。

五、常用的發射藥有硝化棉無煙藥和硝化甘油無煙藥。常用的炸藥有梯恩梯、黃色藥、硝化甘油炸藥、硝銻炸藥等。常用的起爆藥有雷汞和氮化鉛等。

複 習 題

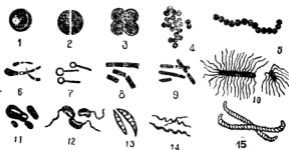
1. 試說明火藥爆發的原因。
2. 為什麼錐孔型裝藥比普通裝藥的侵徹力大？
3. 梯恩梯的性質怎樣？保管時應注意什麼？
4. 黃色藥的性質怎樣？保管時應注意什麼？
5. 氮化鉛與雷汞比較那一種好？為什麼？

第七章 对細菌防护的常識

第一節 細菌

細菌是我們肉眼看不見的、極小的一種單細胞的微生物，小到有好几十万個細菌掛在蒼蠅腳上，也看不出來，小到比螞蟻眼睛還要小好几百倍，一立方公分（即一西西）濃液的霍亂、傷寒混合疫苗，約含消毒過的霍亂菌和傷寒菌六十億至八十億不等。細菌這樣小，所以我們祇能在放大几百倍或一千倍以上的顯微鏡下才能看到。另外還有比細菌更小的如立克次氏體，以及在普通顯微鏡下也看不見的濾過性病毒。

細菌的形狀有好几種，有的形狀像小圓球就叫球菌；有的形狀像



1. 球菌 2. 雙球菌 3. 四羣球菌 4. 葡萄球菌 5. 鏈狀球菌 6. 7. 8. 9. 10. 11. 桿菌 12. 弧菌 13. 梭狀桿菌 14. 15. 螺旋體

圖 34 細菌的形狀

細木桿就叫桿菌；有的彎曲像弧形就叫弧菌；這類弧菌中，有的多彎了幾彎像螺絲的，又叫螺絲體。

細菌的繁殖是非常迅速的，一般的說來，它們都是以分裂的方式來繁殖的。當細菌長大以後，它的細胞就逐漸拉長，腰部逐漸變細，最後斷裂開來，這樣，一個細菌就分成兩個（圖35）。用同樣的方式，兩個變成四個，四個變成八個。大約每隔二十分鐘就分裂一次，過了二十四小時以後，它的數目就驚人。



桿狀菌分裂



球狀菌分裂

35 細菌的分裂

在細菌體內水份約佔75--85%，可見水對細菌的生活是極為重要的，乾燥不利於細菌的生存，就是這個道理。除了水份以外在細菌體內還有蛋白質、脂肪及碳水化合物等各種成分。

細菌並不是都是對人類有害的，事實上，絕大多數的細菌對人類是有益的，如酒精、醋酸、醬油等，都是利用酵母細菌或霉菌的發酵作用釀造而成的。還有許多細菌對農業、衛生、醫學等方面都有極大的益處，這些細菌叫非致病菌。但是除這些大多數的細菌是人類的朋

友以外，還有少數細菌能够使人生病甚至死亡，這類細菌叫做致病菌。這種細菌或者是本身有毒，或者是能放出強烈毒素來，人的傳染病就是由於這種病菌侵入人體而繁殖起來的緣故。

第二節 病菌和疫病

病菌，就是能傳染疾病的細菌，它對人類有極大的害處，比如在五百多年以前(1361—1382)，歐洲各國發生過一次大鼠疫，全歐洲的人口死了四分之一，又如在第一次世界大戰后死於流行性感冒的人數超過了死於戰場的人數，由此可見病菌對人類的危害是如何巨大了。

但是疫病的流行，也是有一定條件的，根據醫學上的研究，知道疫病流行離不開以下三個環節：傳染來源；傳染途徑和人體免疫力的大小。

一、傳染來源

帶菌的病人、動物、土壤以及敵人使用細菌武器所撒佈的各種帶菌物，都是疫病傳染的來源。

二、傳染途徑

病菌要進攻人體，必須經過傳染途徑。我們知道病菌的種類很多，它們進攻人體的方法也有多種多樣。

有的從咳嗽、噴嚏的吐沫里來，尤其在天氣突然變冷的時候，在人羣擁擠的場所，進攻人類的呼吸道，如肺炎、肺鼠疫等細菌和天花、麻疹、流行性感冒等病毒。

有的從大糞傳染，由於蒼蠅作媒介或污手的接觸，經過食物感

染，進入消化器，傷害人的腸胃，如傷寒、痢疾、霍亂等細菌。

有的埋伏在灰塵、泥土、獸毛、獸皮的上面，侵入皮膚的傷口，如破傷風等細菌。

有的含在跳蚤口里、藏在蚊子刺里及躲在其他昆蟲的身上，當這些昆蟲叮人、咬人時，病菌就乘機侵入人體，如鼠疫菌、腦炎病毒等。

細菌侵入人體以後，就會放出毒素，毒素可說是細菌的“化學武器”，毒性非常猛烈，同時細菌的繁殖力又是很強的，當它侵入人體以後，迅速地繁殖起來，人身到處都要受到襲擊，隨着血液流動，侵犯全身，結果使人體所有容易受感染的器官和組織都受到損害。

三、人體免疫力的大小

有了傳染來源和適當傳染途徑，還要看人體對病菌免疫力的大小，才能決定能否傳染發病。免疫力就是人體對病菌具有的抵抗力，免疫力越大，傳染發病的可能性就越小。

以上是疫病流行不可缺少的三個條件，了解這一點對我們如何防止疫病流行有很重要的意義。

病菌給人類帶來了極大的危害，世界各國的科學家爲了撲滅病菌，不知花費了多少力量，直到最近這些年，因爲醫學的進步，許多可怕的傳染病，例如鼠疫、霍亂已經快被人力全部消滅了；而現在美帝國主義却在戰爭中使用細菌武器，用人工的方法製造人類瘟疫，威脅全人類的安全，這是絕對不能容忍的。

第三節 細菌戰

一、什么叫細菌戰 細菌戰就是侵略者利用細菌作為戰爭武器，以人工的方法來培養和繁殖傳染性極高的病菌和病毒，使其附着在昆蟲或其他東西上，撒佈到被侵略的國家，來製造傳染疾病，大批地殺害被侵略國家的人民和軍隊，有的細菌又可使牲畜傳染疾病，大批死亡；有的細菌和虫類也可使莊稼受害，使之全部枯萎或不結果實。因此，細菌戰是毀滅人類文明，違反人道的作戰方法，是人類正義和國際公法所不能容許的。

二 敵人使用細菌武器的方式

敵人使用細菌武器的方式是多種多樣的，現舉例說明如下：

1. 細菌彈 把菌液裝在特制的炸彈（圖36、37）或砲彈內，彈體

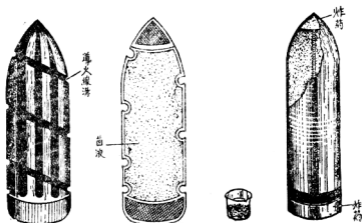


圖36 細菌炸彈

37 榴霰彈炸彈

落地爆炸時，菌液飛濺到附近的物體或人體上，或因附着病菌（如破傷風菌）的彈殼破片飛散而進入人體，都可使人生病以致死亡。

圖38是美帝國主義在朝鮮和我國東北使用過的細菌彈，彈內可裝帶菌的昆蟲等。還有的細菌彈裝有自動銷毀裝置，彈體落地，帶菌的昆蟲和動物跑出后，即可自行着火銷毀，不留一豎痕跡。

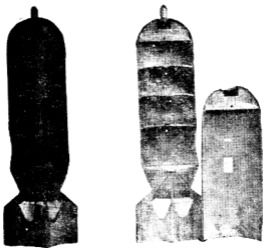


圖 38 美 帝 細 菌 彈

2.噴霧 敵人把大量的菌液從飛機上噴射於我方的空中，如人們吸入菌液小滴即可傳染生病。

3.直接投擲傳染媒介物 敵人還可以从飛機上直接把帶有傳染性病菌的物品或昆蟲，如傳單、食物、衣服、蟲、蚤等投到我方。在抗日戰爭時期，日寇曾在浙江及湖南常德等地用這種方法撒佈鼠疫菌。

4. 敵人在撤退時，把細菌撒佈在各處或注射菌液於留下的牲畜體內，以傳染疾病。

如一九五〇年美國侵略者從朝鮮北部敗退時，曾將天花病毒撒佈在那里，七、八天以後就有很多人患天花病，到了一九五一年四月出天花的達到三千五百多人，其中有三百多人就在他們的毒手下死去。

此外，敵人還可利用洒水機、飛機派遣間諜、特務潛入我方，把毒菌放入井水、湖水、河水及蓄水池里，有時把毒菌注入生食的蔬菜瓜果里及牲畜體內，以傳染疾病。

以上只是敵人使用細菌武器方式的舉例，現在敵人對細菌武器仍在大規模地進行研究，今後新的使用方式可能還要出現，我們必須提高警惕。

第四節 对細菌的防護

對細菌的防護是一個複雜細緻的工作，必須從多方面着手。敵人進行細菌戰的目的就是使各種疫病在我們的人民和軍隊中迅速地流行起來，因此，為了擊敗敵人的細菌戰，我們必須知道如何防疫。

在第二節里講過，疫病流行必需三個環節：即傳染來源、傳染途徑和人體免疫力的大小。根據這種情況就產生了下列防疫的基本原則：

一、消滅傳染來源 主要是消滅病菌，隔離病人，當敵人使用細菌武器後，立即進行消毒工作。

1. 消滅病菌的方法（消毒方法）

- (1)物理滅菌法 細菌只有在一定的條件下才能生存，如果環境不適合這些條件，它就會很快地死去，例如高溫能破壞菌體組織，凝固菌體中的蛋白質，所以火燒、干熱、煮沸等都可以殺滅細菌，日光也可以殺菌，因日光中的紫外線可使菌體的蛋白質變性。
- (2)化學滅菌法 有些化學藥品能破壞菌體組織，有促使其蛋白質凝固、奪取其水分等作用，所以可以用來消毒，如石炭酸、漂白粉、酒精、石灰水等。

2. 隔離病人

患傳染病的人，好像細菌的倉庫一樣，除應對其本身進行滅菌消毒的工作以外，還必須將他與健康的人隔離起來，以免病菌的傳染。

二、切斷傳染途徑

切斷傳染途徑，必須做好撲滅帶菌的昆蟲的工作。常用的二二三（滴滴涕）和六六六是很好的殺蟲劑。現在開展的消除四害（麻雀、老鼠、蒼蠅、蚊子）運動對於防止疾病傳染也是有極大的好處的。

搞好清潔衛生工作，對防止疾病傳染極為重要，它不僅可以減少病菌的繁殖，而且還可以減少病菌和人體接觸的機會，使各種病菌得不到適當的途徑進入人體。

三、增強人體免疫力

增強人體免疫力最根本的方法，就是開展體育運動，以增強我們的體質。此外，我們還需要進行防疫注射工作，人體進行了防疫注射以後，對細菌的抵抗力就大為增強，細菌在人體內就不易繁殖起來，

因此，這是防疫最有效的方法之一。打了防疫針以後，一般都有輕微的反應，如發燒、寒顫、四肢發軟、頭痛等，但我們決不要因這點小痛苦就冒險而不打防疫針，在我們部隊里，人人都應防疫注射，軍官帶頭，動員全體士兵，做到無一遺漏，實為必要。

上面所述是對細菌戰防護的消極方法，但是要粉碎侵略者的細菌戰爭，只是消極防護，還是不夠的，我們必須積極地向全國和全世界人民作廣泛的宣傳，使每一個愛好和平的人民認清使用細菌作戰是極殘忍的、絕滅人性的罪惡行為，應該用一切力量加以制止；對國內來說，我們一方面要動員全國人民，一致起來，做好愛國衛生運動，加強各項防護工作；同時還要保持高度警惕，提防反革命分子乘機活動；另一方面還必須教育羣衆增進科學知識和衛生常識，對於羣衆中可能產生的恐懼或和平麻痺思想，並應及時地加以糾正和克服。

其次我們必須加強空防、海防，因為有了強大的空軍，我們就可用飛機去轟炸敵方儲有細菌彈的軍事基地，要是我們有現代化的防空設備，那麼敵人投擲細菌的可能性就會大大的減少了；我們有了堅強的海防，就可以防止敵人偷襲潛入海岸登陸。此外，我們還要組織訓練防護細菌戰的特種部隊，以增強防護力量。

在抗美援朝的偉大鬥爭中，我們曾經戰勝了美帝國主義的細菌戰，並積累了極為豐富的經驗，如果敵人胆敢再次進行細菌戰，我們一定能夠把它和戰爭的根源——帝國主義一起消滅乾淨。

簡短的結論

- 一、細菌是一種極小的單細胞的微生物，它的繁殖能力很強。細菌分兩類：（一）非致病菌；（二）致病疫。
- 二、病菌對人類的危害極大。疫病流行的環節有三：（一）傳染來源；（二）傳染途徑；（三）人體免疫力的大小。
- 三、細菌戰就是侵略者利用人工培養和繁殖的病菌或病毒作為戰爭武器來殺害被侵略國家的人民的一種作戰方式，這是一種違反人道主義和國際公法的作戰方式。
- 四、敵人使用細菌武器的方式有多種多樣，我們必須提高警惕。
- 五、防疫的基本原則是：（一）消滅傳染來源——病菌，隔離病人；（二）切斷傳染途徑——撲滅帶菌的昆蟲，搞好清潔衛生工作；（三）增強人體的免疫力——展開體育運動，做好防疫注射工作。
- 六、細菌武器是完全可以防護的，只要我們做好一切準備工作，我們就可以粉碎敵人的細菌戰。

複 習 題

1. 疫病流行需那幾個環節？
2. 防疫的基本原則是什麼？其具體的辦法怎樣？

物 理 部 分

第 一 章 力 学

第 一 節 壓 力 和 壓 强

一、固体的壓力和压強

地球上的任何物質，都有重量，所以當一個物體放在你的肩上或手上的時候，你就覺得受有一種壓迫的力。同樣如有人用手推你，你也會感覺到受有一種壓迫的力。像這樣物體受到壓迫的力叫壓力。

坦克、汽車對地面都有壓力。坦克重32噸，對地面的壓力就是32噸；汽車重5噸，對地面的壓力就是5噸。所以坦克對地面的壓力比汽車大。如圖39所示。

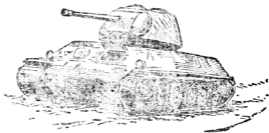


圖39(1) 坦克對地面的壓力

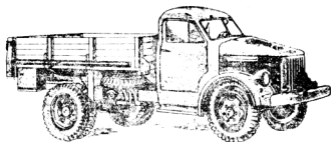


圖39(2)汽車對地面的壓力

坦克對地面的壓力既然比汽車大，為什麼人能步行通過的松軟地面，有時汽車要下陷，坦克反而能順利通過呢？這是因為汽車與地面接觸的只有幾個輪子，全部壓力平均分配在比較小的接觸面上；而坦克有兩條寬闊的履帶，它對地面的壓力就分配在較大的接觸面上，以接觸面每平方公分面積上所受的壓力來說，坦克比汽車就小得多了。接觸面每平方公分面積上所受的壓力，叫壓強。坦克不下陷是因為坦



圖40 坦克和汽車對地面的壓強

克與地面接觸面大，壓強小；而汽車要下陷是由於汽車與地面接觸面小，壓強大的緣故。

根據上面所說的道理，假使把坦克履帶換成輪子，那麼坦克就會比汽車陷得更深，這是因為坦克壓力未變，而接觸面却小了，所以壓強增大了。如同一輛汽車在地面上行駛，當它載重時就比空車時的輪子要下陷得深些。這是因為汽車與地接觸面的大小未變，而載重時對地面的壓力大，所以壓強也增大了。根據上面所說的道理可以得到這樣一個結論：“當壓力不變時，接觸面愈小，壓強愈大；當接觸面不變時，壓力愈大，壓強愈大”。

加大接觸面，以減小壓強，在工程技術上應用很廣。如高大建築物的牆腳往往加寬；追擊砲必須有坐盤，都是這個道理。但有時我們也需要減小接觸面以增大壓強，譬如槍刺、刀、錐都要很尖，就是為了減小接觸面，增大壓強，使容易刺入物體中去。

二、液體的壓力和壓強

液體同固體一樣也有重量，由於液體重量而產生的壓力稱為液體壓力。物體每平方公分面積上所受的液體壓力叫液體壓強。

液體不僅對容器的底部有壓強，而且在液體內部任何方向都有壓強。將緊紮着橡皮膜的漏斗，用橡皮管和裝有紅墨水的彎玻璃管連接起來，把漏斗放入水中，不論漏斗的口向下、向旁、向上或向別的任何方向，管里紅墨水的兩個液面都相差一個高度，這就說明液體內部任何方向都有壓強。如圖41所示。

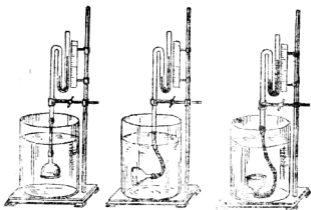


圖41 液体内部任何方向都有压强

如果漏斗入水愈深，那么两个液面相差的高度就愈大，如图42所示。若把水缸中的水换成水银，漏斗浸入的深度虽然相同，但两个液面相差的高度却比水中要大得多，如图43所示。这就说明：若液体深度愈深，压强愈大；深度相同，若液体比重（ ρ ）愈大，压强也就愈大。

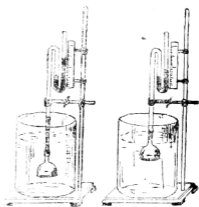


圖42 在相同的液体中深度愈深压强愈大

註：比重是單位体积（如每立方公分）內所含物質的重量。如水每立方公分重1克，水銀每立方公分重13.6克，水銀比水重13.6倍。

物體在水中各方面都受有水的壓強，物體入水愈深所受的壓強也愈大。因此潛水艇是不能入水過深的，如果潛水艇入水過深，所受的壓強就會很大，當整個表面上所受的壓力超過它所能抵抗的限度時，就有被壓壞的危險。

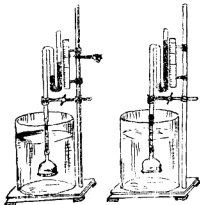


圖43 液体深度相同液体比重愈大压强愈大

三、气体的压力和压强

空气包围着整个地球，我們生活在空气的底層，据近年蘇聯科學家的測量，在離地面1200公里的地方還有空气存在，這包围地球的空气稱為大气。

空气是有重量的，地面上每一升空气約重1.29克。由於大气重量所形成的壓力，叫做大气壓力。物體的各方面都受到大气的壓力，所以我們平常感覺不出大气壓力的存在，若排除一方面的空气，就可顯出大气壓力。如圖45所示。將合攏的兩個金屬半球中的空气抽去，那兩個半球被大气壓在一起，必須用很大的力氣才能將它拉開，可見大气壓力是很大的。



圖44 包围地球的空气

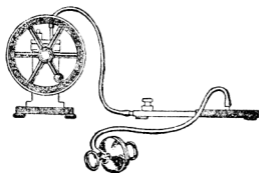


圖45 大气压力的实验

物體表面每平方公分面積上所受的大气壓力，稱為大气壓強。在地面上每平方公分面積所受大气的壓力有多大呢？1642年意大利科學家托里拆利運用實驗測出大气壓強能使真空玻璃管中的水銀柱升高76公分左右。恰使水銀柱上升76公分時的大气壓強，稱為標準大气壓強，簡稱一个大气壓。通過計算可得標準大气壓強是每平方公分上有1033.6克的壓力，約為每平方公分一公斤。

但是我們必須知道，大气壓強隨气温的高低和空气中含有水蒸汽的多少常有變動。一般地說，在一定區域內气温高，空氣膨脹，比重減小；水蒸汽增多，因水蒸汽比空氣輕，比重也要減輕。因此，當气温升高或空中水蒸汽增多時，大气壓強就小，水銀柱就要



圖46 大气壓強的測定

降低；若气温降低，天气干燥，大气壓强就大，水銀柱就要升高。反過來，我們从大气壓的升降，也可以大致了解气象的變化。

大气壓是我們常用的名稱，它可以用来說明氣體壓强的大小。例如說蒸汽机內部有14个大气壓，那意思就是汽缸內部每平方公分上受到14公斤的壓力。火砲膛壓是2500个大气壓，就是說火砲膛壁每平方公分上受到2500公斤的壓力。

簡短的結論

一、物體受到壓迫的力叫壓力。接觸面每平方公分的面積上所受的壓力叫壓强。

二、當壓力不變時，接觸面愈小，壓强就愈大；當接觸面不變時，壓力愈大，壓强也愈大。

三、在靜止的液體內部，任何方向都有壓强。液體的深度愈深，壓强就愈大；若深度相同，液體比重愈大，壓强也愈大。

四、大气有重量，所以大气也有壓力。每平方公分面積上所受的壓力叫大气壓强。一个大气壓强約等於每平方公分1公斤。

複 習 題

1. 什么叫壓力和壓强？壓力和支持面對壓强有什么關係？試舉例說明。

2. 32噸重的坦克，它的壓强比12噸重的載貨大卡車的壓强還要小，為什麼南京逸仙橋准許大卡車通行，却不准32噸的坦克通行呢？

(南京逸仙橋載重量為15噸)

3. 液體壓強的大小決定於那些因素? 潛水艇為什麼不能潛水過深?
4. 什麼叫一個大氣壓? 某種火砲的膛壓為2500個大氣壓, 這是什麼意思?

第二節 飛機的升力

我們知道氣體和液體都是能夠流動的, 所以叫流體。要研究飛機的升力, 就必須先了解流體流動時的壓強。

一、流體流動時的壓強

取兩張紙片稍使離開, 向兩紙中間用力吹氣, 紙片不但不分離, 反而向一起靠攏; 吹得愈猛, 靠得愈攏。紙片既會靠攏, 必然是因為兩側受到一種力的作用, 而這種力又是當紙片中間空氣流通時才表

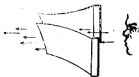


圖47 气流与气压的關係

現出來的, 可知空氣流動時, 它對兩紙片內側壓強減小了, 而外側的壓強沒有變, 因而產生了壓強差, 外側壓強較大, 使紙片靠攏, 從這一現象中可以知道, 在流動中的氣體, 如速度加大, 則它對兩側的壓強就要減小一些。流動愈快, 壓強的減小愈顯著。

現在再進一步研究怎樣可以改變氣體流動的速度問題。取一根玻璃管, 一部分粗些, 一部分細些。另以彎管把粗細兩部分連接起來, 如圖48所示。彎管中盛一些紅墨水, 而後從管端吹氣, 便見彎管中的

水即向細管連接處上升。這是因為管的較細部分比較粗的部分壓強小的緣故。吹入的氣有一定的數量，在同一時間內通過粗細兩個部分的氣一樣多，則通過粗管時氣流速度自然慢些，而通過細管時必須快些，因而氣流速度不同，壓強不同，細管中氣流速度較大，壓強較小，所以水就上升。



圖48 通管的大小與流速的關係

由此可知，只要使氣流通路狹窄一些，則氣流速度就會加快，壓強就要減小。液體也是一樣。我們常見二船并進，容易互相靠攏，就是因為二船外側水流通暢，而二船中間通路比較狹窄，在同一時間內水流通過一定面積流量必須相等，所以中間流速必然加大，壓強就要減小，二船也就容易靠攏了。

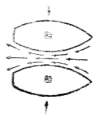


圖49 兩船并進時會互相靠攏

意大利科學家伯努里研究液體、氣體流動時的速度和壓強的關係，得出了一個定律：

“凡液體或氣體如流動速度加大，則壓強就要減小”。這個原理叫做伯努里定律。



圖50 噴霧器

通常使用的噴霧器，就是根據伯努里定律製成的。它的構造如圖50所示。當用力吹氣（或推動活塞向前）時，直立管上部的（流速度增大，使對管內壓強減小，但管外的壓強却未

變，所以把液體壓上來，並在出口處被噴成霧狀。

二、飛機的升力

飛機的升力是由於飛機前進時，流過機翼的氣流對機翼作用而產生的，為什麼流過機翼的氣流會使飛機得到升力呢？我們可以先研究一下機翼的形狀。

機翼橫截面的形狀叫翼型；翼型種類很多，有儒可夫斯基翼型、二十年代翼型、扁豆型、菱型、喬科夫斯基翼型等。

通常機翼形狀是上弧比下弧彎曲，當飛機前進時氣流經過機翼，一部份由機翼上方流過，一部分由機翼下方流過，由於機翼上弧比下弧彎曲，使機翼上方的氣流通路縮細，流塞

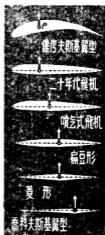


圖51 機翼的形狀

增大，對機翼的壓強減小；而在機翼下方，通路變化少，氣體流速較慢，對機翼的壓強就要大些，所以使整個機翼受到向上的壓力大於向下的壓力而使機翼得到升力。另外，還由於飛機在飛行時，機翼對氣流保持一定的角度，能增大壓強差，以增加升力。



圖52 機翼上下方氣流的流動

三、飛機各部分的主要作用

一架飛機具有五个主要部份，就是机身、机翼、操縱面、動力部份和起落架。如图453所示。



圖53 飛機各部名称

机身是裝載人員和裝備的飛機主體；机翼是承受上升力使飛機上升的；操縱面包括副翼、方向舵和升降舵三部分。副翼的主要作用是使飛機左右傾斜以便轉彎，方向舵的主要作用是使飛機轉換方向；升降舵可使飛機上下俯仰；發動機帶動螺旋槳旋轉，使飛機前進。

起落架裝有兩個主輪，一個尾輪，主要作用是為了便於降落和起飛。

簡短的結論

一、凡液體或氣體如流動速度加大則壓強就要減小，這個關係叫做伯努里定律。

二、飛機升力的產生是由於机翼上弧比下弧彎曲，机翼上方通路細，氣體流速大，因而對机翼的壓強小。而在机翼下方，通路變化小，氣體流速較慢，對机翼的壓強就要大些，所以產生上下壓強差，使飛機得到升力。另外還由於飛機在飛行時，机翼對氣流保持一定的角度，能增大壓強差，以增加升力。

複 習 題

1. 什么叫伯努里定律？試舉例說明。
2. 噴霧器的原理怎樣？
3. 飛機的上升力是怎樣產生的？

第三節 浮力

一、液体的浮力

當人們從河中打水的時候把桶按入水中要費一些勁，水桶裝滿水後在水中並不覺得重，但提出水面時覺得重量突然增加。由此可知：物體浸在水中受有向上的托力。不僅水有托力，其他各種液體也都有托力。物體在液體中所受的托力叫浮力。

二、浮力的大小——浮力定律

物體在液體中所受的浮力究竟有多大呢？我們可以用下面的實驗來說明。

先稱出石塊的重量，然后用旁有嘴管的玻璃筒，盛滿水，使水面與嘴管相齊，把它放在水中再稱一下，如圖 54 所示。因石塊佔據了一定的位置，水必然要從嘴管排出，排出的水用玻璃杯接住，用秤稱一下，結果恰好和石塊所減輕的重量相等。用大小不等的石塊來試，或用不同的

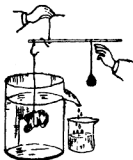


圖54 浮力實驗

液體來試，都符合這個規律。因此，可以得出如下的結論：

“物體在液體中所受的浮力等於物體所排開液體的重量”。

這個關係叫做浮力定律，是在二千多年前被希臘科學家阿基米德首先發現的，所以又叫阿基米德定律。

必須注意：物體在液體中所受浮力，只與物體本身的體積及液體的比重大小有關，而與浸入液體的深度及其本身的重量無關。在上例實驗中，把石塊沉到深處稱，和靠近水面以下稱所受浮力是相同的。再用同樣大小的石塊、煤塊、鉛塊、鐵塊等逐一試驗所受浮力也都相同；若大小不同，那麼所受浮力也就不同了；若在比重不同的液體中實驗，就會發現比重大的液體浮力也大。

三、物體的浮沉

任何物體放入液體中時，都受有兩種力的作用：一種是物體的重量，方向向下；另一種是液體的浮力，方向向上。

若物體重量大於它所受的浮力，那麼物體下沉，稱為沉體。

若物體的重量小於它所受的浮力，那麼物體上浮，稱為浮體。

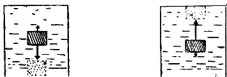


圖55 物體的浮沉

當浮體上浮時，逐漸露出液面，這時它所排開液體的量也逐漸減小，直到排開的液體重量等於物體本身重量時，物體就停止上昇，所

以浮體的重量等於被它所排開液體的重量。

軍艦的排水量，即是表示軍艦滿載時的總重量，譬如說某軍艦排水量10000噸，即它所受的浮力能支持10000噸重，也就是說軍艦本身重量加上物資等的重量是10000噸。

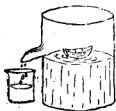


圖56 浮體排水量的實驗



圖57 軍艦

潛水艦本身重量略小於它全部入水時所受的浮力，所以平時它能

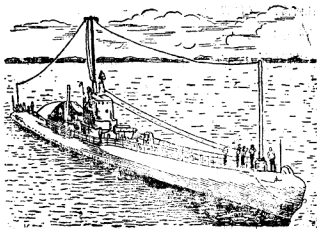


圖58 潛水艦

浮出水面。但它的內部設有水櫃，如將水充入水櫃，使本身重量大於所受的浮力，即可漸漸下沉。若水櫃裏面要上浮，則利用壓縮空氣將水排出，使本身重量小於所受浮力，即可上浮。調節水櫃中的水量，使本身重量略等於所受的浮力，再利用升降舵和方向舵就可在水中自由航行，或隨意改變航向。

此外，水陸兩用坦克和水陸兩用汽車能在水上行駛，也是利用水的浮力作用。

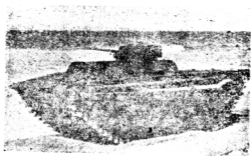


圖59(1) 水陸兩用坦克

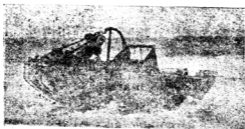


圖59(2) 水陸兩用汽車

簡短的結論

- 一、物體在液體中所受的托力叫浮力。
- 二、物體在液體中所受的浮力等於這物體所排開液體的重量。這個關係叫浮力定律。
- 三、物體的重量大於所受浮力就沉；物體的重量小於所受浮力就浮。潛水艦就是利用物體浮沉的原理制成的。
- 四、浮體的重量等於被它所排開的液體的重量，軍艦的排水量就是表示軍艦滿載時的總重量。

複 習 題

1. 什么叫浮力定律？並舉例說明。
2. 物體的浮沉決定於什麼條件？
3. 潛水艦為什麼能自由浮沉？

第四節 物體的運動和慣性

一、物體的運動和靜止

自然界中一切的物质都是在不停的運動着，而且有着各種不同的運動形式。那么，我們平常所說的靜止不動是什麼意思呢？譬如我們乘火車由南京到上海，火車開動后，我們坐在座位上“不動”，六個

鐘頭后就到了上海，雖然我們坐着不動，但實際上我們是在運動着；否則，我們怎能從南京到了上海呢？因此，運動和靜止是對某一基準物來說的，如果與某基準物發生了位置變化，我們就說它運動，沒有發生位置變化就說它靜止。如上面乘火車一例，人對車箱來說是靜止的；但對地面來說，却是運動的。在地球上的物體都以地球為基準物，把地球當作靜止不動的。其實地球也在運動，因此，靜止是相對的，運動却是絕對的。

物體在單位時間內（一秒鐘、一分鐘或一小時等都可叫單位時間）運動的距離叫速度。如果物體運動時每單位時間內所行的距離都相等，叫勻速運動。若物體運動的方向不變，叫直線運動。

二、慣性定律

放在桌上的物體，如書、筆以及茶杯等，如果沒有人去拿或沒有去碰它們，它們始終保持靜止狀態，不會移動位置。又如火車、汽車當沒有開動時，它們決不會走，既開動後，它們就會保持原有速度繼續直線前進，要叫它們馬上停止也不容易。這些例子說明了：凡是靜止的物體，有保持靜止狀態的特性；凡是運動的物體，有繼續保持原有的運動狀態的特性，這種特性稱為慣性。

立在車上的人，當車突然開動時，必向后倒，這是因為車受力而運動了，人足被帶着前進，而身體却要保持靜止，所以向后倒；當車被煞住而突然停止時，人足跟車停止運動了，而身體卻還繼續保持原有運動狀態，所以向前傾。

砲彈在腔內是靜止的，打出去必須靠發射藥爆發時的推力，既出

砲口，雖再沒有推它的力量，但它已經得到一個速度（即初速）因慣性的作用所以仍能繼續前進。

此外，砲彈信管的擊針所以能掃擊火帽而發火，也是由於慣性的作用（圖60）。

靜止的物體在不受外力的作用時，要保持原有靜止狀態，這是很容易理解的。但是，運動的物體在沒有受到力的作用時，將要保持怎樣的運動呢？這就要再作進一步的討論。

若我們使一個小球在草地上滾動時，很快地就會停下來；在一個平坦的水泥地上就可以滾動得遠一些；在平坦的冰面上則滾得更遠。

從這裡我們可以了解，球的速度逐漸減慢，決不是小球本身運動性質的關係，而是由於所受到地面或冰面的摩擦力即阻力的影響，所受的阻力愈小，則它的速度減小的也愈慢，因而滾動的距離愈遠。那末，如果我們能讓這個小球在一個完全沒有阻力的平面上滾動，它必然就會保持原有的速度不變地作勻速運動。

根據上述情況，我們可以得到這樣的結論：凡物體不受外力的作用，則靜止的將始終保持靜止；運動的將繼續作直線勻速運動。這叫慣性定律。

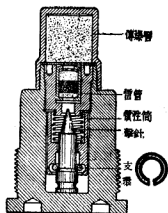


圖60 擊針因慣性作用沖擊火帽

純粹在慣性支配下的運動是看不到的，因為我們不可能完全除去運動物體所受的一切阻力，例如地心吸力、空氣阻力和摩擦力(註)等。因而，我們也就不可能用實驗來證明物體保持勻速直線運動狀態。

三、慣性的大小

要推動一輛載貨的重車，一定要比推動一輛不載貨的空車來得費勁；要改變重車的運動速度，也一定比改變空車的運動速度來得困難，這說明了物體的慣性是有大小的。重車和空車不同之處，只是一個重些，一個輕些。從以上所述的現象及各種實驗，可以知道物體重量越大，慣性越大；重量越小，慣性越小。

簡短的結論

- 一、物體有保持原有靜止或運動狀態的特性，叫慣性。
- 二、凡物體不受外力的作用，則靜止的將始終保持靜止，運動的將繼續作勻速直線運動。這叫慣性定律。
- 三、物體重量大，慣性大；重量小，慣性小。

複 習 題

1. 什麼叫慣性和慣性定律？試舉例說明物體的慣性。
2. 在路上人絆倒的時候是向前倒，滑倒的時候，是向后倒，為什麼？

註：一物體在另一物體的表面上運動時，由於接觸面間的四凸不平，而產生一個阻礙運動的力，這個力叫做摩擦力。

3. 在火車上，桌上放着一個小球，有時小球突然向前滾動；有時向後滾動，這說明火車的運動有了什麼變化？

第五節 反作用力

一、作用力和反作用力

在水面上停有甲、乙兩船，如果在甲船上用篙推乙船，不但乙船因受力而移動，同時，甲船本身也向着與乙船相反的方向移動。這證明甲船本身也同時受到一個方向相反的力的作用。前一個力叫作用力，後一個力叫反作用力。

二、反作用定律

上面的例子可以告訴我們，作用力和反作用力的方向是相反的，並且是同時產生的。像這樣的例子很多，



圖61 作用力和反作用力

如划船時，槳給水一個向後的作用力，結果水也會同時給槳一個向前的反作用力使船前進。其他如人走路和跳高也是利用腳蹬地時而產生的反作用力，要人走得快，跳得高，則腳蹬地也要蹬得重，可見作用力大，反作用力也大。

那麼，作用力和反作用力的數值關係究竟怎樣呢？我們可取兩個彈簧秤鉤在一起，如圖63所示，兩人各拉彈簧秤的一端，實驗時無論



圖62 槳撥水時水給槳一個反作用力使船前進

讓那一个人用力拉，或者讓兩個人同時用力拉，可是每次兩個彈簧秤上所指出的數值總是相等。這就說明作用力和反作用力的數值是相等的。

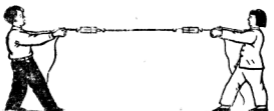


圖63 作用力和反作用力大小相等

科學家牛頓把這些現象歸納出一條定律叫反作用定律：凡有作用力必有反作用力，兩者方向相反，大小相等，同時產生。

必須注意：作用力與反作用力，各自作用在兩個不同的物體上，不能相互抵消，這和兩個力同時作用在一個物體上的情形是不同的。

三、反作用定律在軍事上的應用

1. 火箭 火箭的雛型是“起花”，我國在宋代就發明了“起花”，現代的火箭是相當於一金屬制的大“起花”，它是利用內部火藥燃燒時產生大量氣體被彈體壓迫向後噴出，即彈體給氣體一個作用力，而氣體給彈體一個反作用力使彈體



圖64 起花

前進。第二次大戰時德國使用的飛彈(現名導彈) V—2 是一種大型的遠程火箭，這種火箭彈體內裝有液體燃料，當燃料燃燒時有大量氣體向后噴出，產生反作用力使彈體前進。有名的蘇聯喀秋沙火箭砲也是利用這種原理制成的。

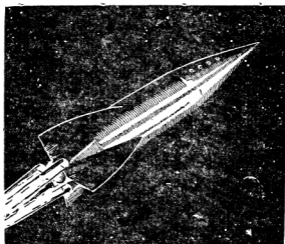


圖65 火箭

火箭是利用它本身噴出氣體的反作用力前進的。因此，不像飛機和氣球是靠空氣的作用才能上升，所以它能够在極稀薄的空氣中和真空中飛行。火箭的高度已達400余公里，在高空探測方面，火箭是具有重要意義的。

火箭技術的發展非常迅速，科學家正在計劃利用火箭作星際飛

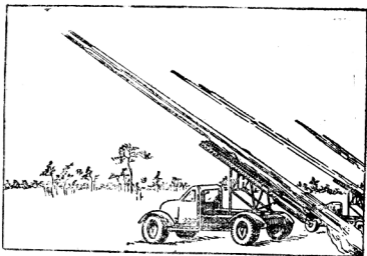


圖66 正在發射的火箭砲

行，1955年秋在丹麥舉行了國際星際飛行會議，蘇聯科學院也設立了星際交通常設委員會的專門組織，研究有關星際飛行問題。根據科學家精密的估計，在1971—1977年就會有探險隊到月球上去，而在1978—1985年就會有探險隊到火星上去了。

2. 噴氣式飛機 噴氣式飛機是靠噴氣發動機的作用，當噴氣發動機開動時，燃燒室中的燃料燃燒產生大量高熱的氣體，這些氣體受到噴氣發動機的一個作用力，

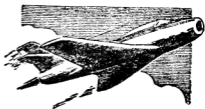


圖67 噴氣式飛機

便从后面的喷气孔高速喷出，同时气体又给发动机一个向前的反作用力使飞机前进。

3. 无后座力砲 无后座力砲没有后座现象。其构造如图68所示，在它的砲門上有两个后開孔，发射时火药燃烧所产生的气体，一部分向前推动弹丸前进，得到一个反作用力推砲身向后；同时另一部分向后開孔喷出，得到一个反作用力推砲身向前。这两个反作用力同时都作用在砲身上互相抵消，所以没有后座现象。

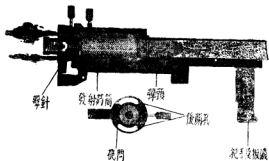


圖68 無后座力砲

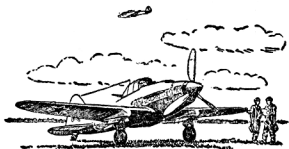


圖69 螺旋槳飛機

4. 螺旋槳飛機 螺旋槳飛機是靠螺旋槳的作用，當螺旋槳被發動機帶動高速轉動時，給空氣一個作用力迫使空氣向後流動，同時空氣給螺旋槳一個向前的反作用力使飛機前進。

5. 直升飛機 直升飛機是把螺旋槳裝在頂部，螺旋槳轉動時將空氣往下趕，產生向上的反作用力，如果反作用力大於飛機重量則飛機上升，反作用力小於飛機重量則飛機下降，反作用力等於飛機重量則可使飛機停在空中不動。直升飛機還可利用螺旋槳向前傾斜旋轉，使

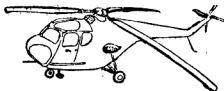


圖70 直升飛機

飛機前進。它尾部的小螺旋槳是用來調動飛機方向及平衡機身用的。

此外軍艦、輪船和帆船等的航行，也是利用螺旋槳的轉動把水趕向後方所得到的反作用力推動它們前進的。

簡短的結論

- 一、凡有作用力必有反作用力，兩者方向相反，大小相等，同時產生，這叫反作用定律。
- 二、火箭是利用內部火藥燃燒時產生大量氣體被彈體壓迫向後噴

出，即彈體給氣體一個作用力，而氣體給彈體一個反作用力使彈體前進。

三、噴氣式飛機是靠噴氣發動機發動時燃燒室中的燃料燃燒產生大量氣體向后高速噴出，得到反作用力使飛機前進的。

四、無后座力砲是利用膛內發射藥燃燒產生大量氣體，一部分推動彈丸前進時得到一個反作用力，推砲身向后；同時另一部分自后開孔噴出得到一個反作用力推砲身向前，這兩個反作用力同時都作用在砲身上相互抵消，所以沒有后座現象。

五、螺旋槳飛機是利用螺旋槳的旋轉把大量空氣趕向后方時所得到的反作用力前進的。

複 習 題

1. 什麼叫做反作用定律？試舉例說明。
2. 火箭彈是利用什麼力量前進的？能不能在真空中飛行？
3. 無后座力砲為什麼沒有后座？
4. 為什麼螺旋槳飛機和輪船的螺旋推進器轉動時就能使飛機和輪船前進？
5. 噴氣式飛機利用什麼力量前進？

第六節 功和能

一、功 把一桶水從井里提上來；或是把一箱子彈舉到車子上去，在這過程中我們都用了力，並把水桶或子彈箱移動了一段距離，在

物理學上就說這是做了功。其他如推車子或在地上提東西，也都做了功。因為在這些過程中都用了力，並把它們移動了一段距離。

所以，凡是用了力，並使物體順力的方向移動一個距離，在物理學上就稱為做功。

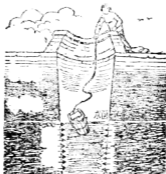


圖71 井中打水

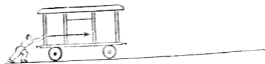


圖72 推車

對相同的物體做功時，雖然用相同的力，但由於移動的距離不同，做功的大小也是不相同的。如用40公斤的力，推重量相同的甲、乙兩車，甲車被推了5公尺，乙車被推了10公尺，這樣，推得距離遠的做功就多，距離近的做功就少。對不同的物體做功時，如移動相同

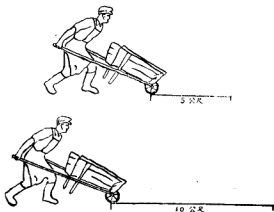


圖73 用力相同，距離愈遠，做功愈多。

的距離，但用力的大小不同，那麼所做功的大小也不相同，如用20公斤的力把輕車子推了10公尺，又用40公斤的力把重車子也推了10公尺，那麼用力大的做功就多。

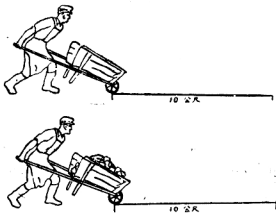


圖74 距離相同，用力愈大做功愈多。

由此可見，做功的多少是由作用力的大小和移動距離的遠近兩個因素來決定的。常用公斤公尺表示功的大小。這正像用架次來表示飛機出動的多少，用人日表示工程的多少一樣。

二、功率 同樣一件工作，能力强的人，完成得快；能力薄弱的人完成得慢，這說明工作效率是不同的。譬如要把1000公斤的水送到10公尺高處去灌溉田地。大人可以滿担的挑，比如化一天時間可以完成；小孩挑得少些，化上二天三天時間也可以完成；如利用抽水機，可能不用一小時就抽上去了。比較起來，自然抽水機效率最高，小孩最差，這種比較是從時間上來考慮的。同樣一件工作完成得快，工作效率高；完成得慢，工作效率低。物理學上把一個機械每秒鐘所做的功稱為功率：譬如某機器在10秒鐘內做了7500公斤公尺的功，那麼這機器的功率必為 $7500 \text{ 公斤公尺} \div 10 \text{ 秒} = 750 \text{ 公斤公尺/秒}$ ，公斤公尺/秒是功率的單位。

工程上多用馬力作為功率單位，一匹馬力就是每秒鐘能做75公斤公尺的功。例如上述機器它的功率為750公斤公尺/秒，相當於10匹馬力。如我國最近出廠的解放牌汽車，它的功率為90匹馬力。

科學上另有功率單位叫瓦特，1瓦特的功率，被規定為每秒鐘能做0.102公斤公尺的功。而1000瓦特則稱千瓦，即每秒鐘能做102公斤公尺的功。如蘇聯古比雪夫水電站發電能力為2100000千瓦，我國長江三峽水電站發電能力至少可達16000000千瓦。

三、能 如果一個物體能夠做功，在物理學上就說這物體具有能（也叫能量），所以能就是物體具有的做功的本領。

能的形式是很多的。有機械能、電能、熱能、光能、化學能、原子能等。機械能又可分為位能和動能；若由於物體位置的變化而具有做功的本領叫做位能（也叫勢能），如高舉的石塊，就具有位能。若由於物體運動而具有做功的本領就叫動能（也叫活力），如飛行中的彈丸碰到障礙物時，就能克服障礙物對它的阻力而做功。

四、能的轉換 對物體做了功，物體才能具有能量。物體有了能量，又能做功。如將夯從地面舉起，這就是人對夯做了功，夯具有位

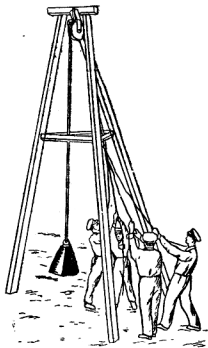


圖75 功能互變

能；奔落到地面上把泥土打緊就是奔具有的位能又做了功。除位能外，其他各種形式的能也都可以做功，所以功能可以互變。

不但功能可以互變，能與能之間，也是可以互相轉換的。如高處的水流到低處時，會越流越快，這時它的位能逐漸地減少了，而動能却逐漸地增加，這就是水的位能逐漸轉變為水的動能。

具有很大動能的流水，沖在發電機的水輪（渦輪）上，使水輪機轉動。水輪轉動後能帶動發電機發電，這就是水的動能轉變為電能了。

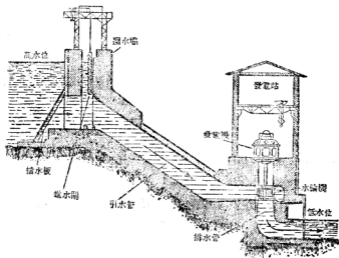


圖76 水的位能轉變為電能

電爐通電後消耗了電能，但電爐絲卻放出大量的熱，這就是電能轉變為熱能了。



圖77 電能轉變為熱能

以上事實都可以說明，各種不同形式的能是可以轉換的。

經過科學家精密的研究，證明了能只可以从一種形式轉換成另一種形式，或从一物體傳給另一物體，但能是不能創造，也不能被消滅的。這個結論就叫能量不滅定律，它是自然界的一個基本定律。

簡短的結論

一、凡是用了力並使物體順力的方向移動一個距離，叫做功。

二、用力大，做的功就多，用力小做的功就少；物體移動距離遠做的功就多，移動距離近，做的功就少。

三、每秒鐘所做的功叫功率。馬力、瓦特、千瓦都是功率的單位。

四、物體具有做功的本領叫能，也叫能量。能的形式很多，有機械能、電能、光能、熱能、化學能、原子能等。機械能又可分為位能和動能。

五、功能可以互變，能與能也可以互相轉換，但能是不能創造，也不能被消滅的。

複 習 題

1. 什么叫功？什么叫能？
2. 馬力、瓦特是什麼單位？一馬力、一千瓦各有多大？
3. 舉例說明功能互變。

第七節 聲 音

一、物体的振動和聲音

正在發聲的物體，譬如打鼓或敲鑼，用手輕輕接觸鼓面或鑼面，就會感覺到它們在很快地振動。當一個音叉發音時，以細繩懸一乒乓球在它的旁邊，如圖78所示，乒乓球就會左右跳動。若用手緊緊按住鼓面，鑼面和音叉，不使它們振動，聲音就沒有了。由此可知，聲音是由物體的振動而產生的。

聲音的大小，決定於物體振動的強弱。敲鑼敲得重聲音就大；敲得輕聲音就小。音調的高低，決定於物體振動的快慢。短、小、輕、薄的物體振動快，音調就高；長大笨重的物體振動慢，音調就低。所以鐘聲和鈴聲不同。調節胡琴弦綫的長短，使振動有快有慢，便可得到高低不同的聲音。

每秒鐘物體振動的次數叫頻率，也稱週率。振動快即頻率高；振動慢即頻率低。

人的發聲是由於喉管內聲帶的振動。女子聲帶短而薄，振動快，頻率約自270至550

次；男子聲帶厚而長，振動慢，頻率約自90至140次，所以女子發聲比男子尖銳。人耳可以聽到的聲音，頻率介於每秒16次到每秒20000次之間。



圖78 振動發聲
實驗

二、聲音的傳播——聲波

爲什麼我講話時你能聽到呢？遠地鐘聲能送到我們耳朵里來呢？這是通過中間物質而轉播的。物體振動時使其周圍空氣也發生振動，當發聲體的表面向某方向運動時，它就壓縮了與它鄰近的空氣層，而當它向相反的方向運動時，則被壓縮的空氣因本身的彈性立即松散。這樣空氣就不斷地成爲疏密相間的狀態，叫做聲波。如圖79所示。

聲波以聲源爲中心向四周傳播出去，傳到人耳里引起鼓膜振動，再傳給聽覺神經，我們就聽到了聲音。

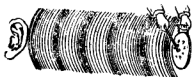


圖79 聲波

任何物質都能傳聲，水和金屬傳聲比空氣更好。譬如將耳貼在鐵軌上面，可以聽到遠地的火車聲。把耳浸在水中也可以聽到較遠船帆的聲音，但真空是不能傳聲的。

三、聲速和回聲

聲波從發聲處傳出，需要一定的時間，才能達到遠處。據實驗測定，在空氣中聲波傳播的速度，當溫度爲 0°C 時，每秒鐘約爲331公尺，若溫度升高，則聲速就要增大，溫度每升高 1°C ，聲速每秒增加0.6公尺。在水中聲速約爲每秒1400公尺，在鋼鐵中約爲每秒5000公尺。

聲波前進時，若遇到障礙物就被反射回來，這種反射回來的聲音叫回聲。如在山谷中大叫一聲，隔一極短時間，即可聽到一個回聲。打雷時我們聽到隆隆的雷聲，也是因爲聲音受到山谷和空中雲層反射

的緣故。這種反射的聲音可以幫助聲音加強，例如室內講話，聲音雖低，聽得却很清楚，而在室外講話就非聲音大些不可；但反射的聲音與原聲若先後進入人耳，就會相互擾亂，聲音就聽不清楚了。為避免反射聲音的擾亂，所以電影院、廣播室及機槍掩體的牆壁上都裝有柔軟的絨氈以減少反射聲音。

軍事上利用聲音傳播的速度，可以測知目標距離。例如觀察敵人發砲時，先見火光后聞砲聲，如果用停表把聲音在空氣中經過的時間記下來，以測量距離這就叫聲光測距。

$$\text{距離} = \text{聲速} \times \text{時間}$$

[例題] 某砲兵觀測員看到敵砲發射的火光后10秒鐘聽到砲聲，求與敵人砲位的距離（當時氣溫為 15°C ）。

$$\text{聲速} = 331 + 0.6 \times 15 = 340 \text{ 公尺/秒}$$

$$\therefore \text{距離} = 340 \times 10 = 3400 \text{ 公尺}$$

另外，也有利用發出聲音到聽到回聲所經歷的時間以及聲音傳播速度，測知目標距離。這叫回聲測距。

$$\text{距離} = \text{聲速} \times \text{時間} \div 2$$

[例題] 戰艦開砲8秒鐘后聽到附近山岩的回聲，空氣溫度是 0°C ，問艦距山岩多遠？

$$331 \text{ 公尺} \times 8 \div 2 = 1324 \text{ 公尺}$$

四、超聲波和聲納：

聲波的頻率在每秒20000次以上，人耳就不能聽到了，這種聲波叫超聲波。超聲波的傳播速度和一般可聽聲波完全相同，超波聲的最

大特點是它不受一切可聽聲音的干擾，而且能夠集中向一個方向發射。好像探照燈一樣，把光線聚成一束向一個方向照射。

超聲波在軍事上很有用處。如海軍用來測知海深的測深儀，和用來搜索海中目標的方位和距離的聲納，都是利用超聲波定向發射的原理而制成的。

測深儀和聲納都用一個定向發射器發射超聲波，當超聲波碰到目標後，即被反射回來，超聲波的回波就立刻被特制的接收器接收，並使指示器顯出信號。指示器是一個圓盤，裝有小寬紅燈在不斷轉動。當發射時和接到回波時使電流通過寬紅燈，寬紅燈先後發一次光，從兩次發光相

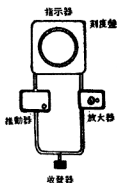


圖80 測深儀的裝置

隔時間就知超聲波來回時間，由此設出距離數字，若使發射器所發超聲波向一定方向發射，而收得回聲，則發射器所指方向就是目標所在的方向。

聲納除偵查敵人的潛水艦外，也可用以探測其他船隻或冰上暗礁等，減少航行危險。

此外超聲波在工業上可用來檢查各種制品的內部缺陷，如裂縫砂眼等。在醫學上能有效地治療各種神經系疾病。超聲波還能影響化學變化的速度。

簡短的結論

一、聲音是由物體振動而產生的，振動越強烈，聲音越大；振動越快，音調越高。物體每秒鐘的振動次數叫頻率。

二、物體在空气中振動時，使周圍空氣形成疏密相間的狀態，叫聲波。

三、除真空外，空氣、水、金屬等都能傳播聲音，但傳播速度各不相同。

四、物體振動頻率如在 20000 次以上，所發出的聲波，人耳不能聽見，稱為超聲波。

複 習 題

1. 刮風時，為什麼電綫會有噼噼的響聲？
2. 拉胡琴時，為什麼會有強弱高低不同的聲音？
3. 聲音在空气中是怎樣傳播的？我們是怎樣聽到聲音的？
4. 聲納發出超聲波，經 5 分秒鐘后收到回波，求與目標的距離是多少（聲波在海中傳播速度為 1500 公尺/秒）？
5. 什麼是超聲波？它有什麼用途？

第二章 熱學

第一節 熱功互變

功和熱 搓手可以取暖，鑽木可以取火，一切工具在使用中要發熱，這說明兩個物體在摩擦時都能生熱。摩擦就是用力使一個物體在另一個物體表面上發生運動。前面說過，用力使物體順力的方向運動，叫做功。顯然這熱是由做機械功而獲得的，所以說功能生熱，換句話說，機械能可以轉變為熱能。

在水壺里裝一些水，將它加熱，則水變成蒸汽而膨脹，會把壺蓋頂開。這是因為加熱以後，分子運動劇烈，體積增大，對壺蓋產生壓力，使其運動的緣故，這說明了熱可以做功。換句話說，熱能又可以轉變為機械能。

由此可知：功可以變成熱，熱也可以轉變為功，兩者可以互變，這叫熱功互變。



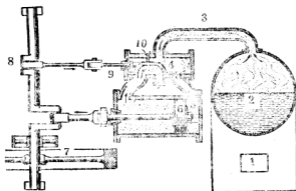
圖81 熱能做功

第二節 熱機

凡是利用熱能來做功的機器叫熱機。下面介紹幾種常用的熱機：

一、蒸汽机

蒸汽机是利用煤做燃料，使水變為蒸汽，推動活塞，帶動機械而做功的一種熱機，其構造如圖82所示。



1. 火爐 2. 蒸汽鍋 3. 蒸汽管 4. 配汽室 5. 汽缸 6. 活塞
7. 飛輪 8. 曲軸 9. 連桿 10. 活閥

圖82 蒸汽机

蒸汽机的動作原理是：在火爐內生火，使蒸汽鍋中的水受熱產生蒸汽，經汽管進入配汽室，从配汽室右邊再進入汽缸，由於蒸汽的壓力作用，就將活塞推向左方。再由連桿曲軸的傳遞，使飛輪發生轉動，同時汽缸中的廢氣經排气孔排出。又由於曲軸和連桿的作用，使活門向右移動，這時蒸汽就从配汽室左方進入汽缸，將活塞推向右方。如此往復運動，且因飛輪的慣性作用，即可保持一定的轉動速度，並產生動力以帶動機械。

這種蒸汽机一般用於火車和有些工厂中作為動力机用。

二、蒸汽輪機

蒸汽輪機是利用高壓蒸汽直接吹動裝有葉片的輪子，使其旋轉，帶動機械作功，原理如圖83所示。迴轉輪與固定輪都裝有葉片，將兩種輪交互穿插排列起來，蒸汽由水管進入輪機內，通過固定葉片，便斜向沖擊迴轉葉片，迴轉輪即受推動而旋轉，可以帶動其他機械。

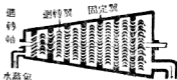


圖83 蒸汽輪機

三、內燃機

蒸汽機是利用火在鍋爐外面燃燒，使鍋內的水化成汽，因而損失了大量的熱；內燃機是利用液體燃料如汽油柴油等與空氣混合直接在氣缸內部燃燒推動活塞做功。一般汽車、坦克、飛機等都用內燃機，其構造如圖84所示。

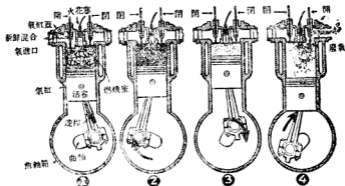


圖84 內燃機的四行程

一般內燃機的工作過程可分為四個行程

第一是吸氣行程：

活塞向下運動，吸氣活門打開，吸進燃料和空氣的混合氣體。

第二是壓縮行程：

活塞向上運動，吸氣活門和排氣活門關閉，壓縮混合氣體。

第三是爆發行程：

火花塞通電點火，使混合氣體猛烈爆發，產生很大的壓力，猛推活塞向下運動。

第四是排氣行程：

活塞向上運動，排氣活門打開，排出廢氣。

第四行程完畢後，然後又恢復到第一行程，繼續不斷地進行工作。在這四個行程中，只有第三行程才產生動力，其餘三個行程，是由飛輪的慣性作用而帶動的。因此，一般內燃機都具有兩個以上的气缸，互相配合，減少震動。

此外在工廠中，在軍艦、潛水艦、汽車、火車中常用柴油作燃料的四行程循環柴油機，它的動作是先吸入空氣，加以壓縮，然後噴入柴油，並靠壓縮空氣所生的熱自動點火，故不需用電火花塞。

四、噴氣發動機

噴氣發動機也是內燃機的一種，現在廣泛應用的噴氣發動機，叫做空氣式噴氣發動機，構造如圖85。

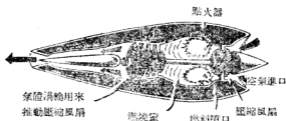


圖85 噴氣發動機

這種噴氣發動機的工作過程如下：

空氣由入口處進入機內，被壓縮風扇把它壓縮到三個大氣壓以上，經過壓縮以後，進入燃燒室，和液體燃料（汽油或煤油）混合，在燃燒室內燃燒，產生大量的高溫氣體，這些高溫氣體以巨大的速度衝擊氣體輪機的葉片，使之轉動，然後再由氣體出口高速噴出。氣體從發動機高速噴出時，即產生一反作用力推動發動機帶動飛機向前飛行。

噴氣發動機的氣體輪機和壓縮機裝在一個共同的轉軸上。氣體輪機本身是依靠發動機中向後流動的氣體衝擊而轉動的，同時氣體輪機又帶動了壓縮機。通常在發動時，是用一個馬達來使轉軸旋轉，當壓縮機已能壓縮空氣，使發動機工作起來以後，馬達就可自動脫離。

噴氣發動機的種類很多，除上面所說的空噴氣發動機外，還有固體燃料式噴氣發動機，用的是固體燃料，如火藥等；液體燃料式噴氣發動機，用的是液體氧和汽油等。

簡短的結論

- 一、功可以變成熟，熟也可以轉變為功，這叫做熱功互變。
- 二、蒸汽机原理：用鍋爐燒水變成蒸汽，此蒸汽經配汽室進入汽缸，利用蒸汽膨脹的壓力推動活塞而帶動機器。
- 三、四行程汽油机動作過程：
 - 第一行程：吸气行程；活塞向下運動，吸气活門打開，吸進燃料和空氣的混合氣體。
 - 第二行程：壓縮行程；活塞向上運動，吸气活門和排气活門關閉，壓縮混合氣體。
 - 第三行程：爆發行程；火花塞通電點火，使混合氣體猛烈爆炸，產生很大的壓力，推動活塞向下運動。
 - 第四行程：排气行程；活塞向上運動，排气活門打開，排出廢氣。
- 四、空氣式噴氣發動机工作原理：利用壓縮机將空氣壓入燃燒室，和液體燃料混合，在燃燒室內燃燒，產生大量的高溫氣體，這高溫氣體以巨大的速度衝擊氣體輪机的叶片並帶動壓縮風扇使之轉動，然后再由氣體出口處高速噴出，產生反作用力推動發動机帶動飛機前進。

複 習 題

1. 試舉例說明熱功互變。
2. 簡述蒸汽机原理。
3. 試述四行程內燃机的動作過程。
4. 空气式噴气發動机的工作原理怎樣？

第三章 電学

第一節 電

一、摩擦生電

電在生產技術、軍事技術和日常生活中的應用極為廣泛，所以我們常說二十世紀是電氣時代。那么電是怎樣產生的呢？早在二千多年前，人們就發現了用絲綢摩擦過的琥珀能夠吸引輕小物體的現象，後來又發現用毛皮摩擦過的硬橡皮，絲綢摩擦過的玻璃棒等都具有這種現象；甚至用自來水筆桿與乾燥的頭髮摩擦后也有這種現象。物理上把任何兩種不同質料的物體互相摩擦后能吸引輕小物體的現象叫帶電。用摩擦的方法使物體帶電就叫摩擦生電，如圖86所示。

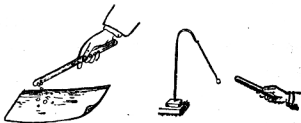


圖86 摩擦生電

二、陰電和陽電

把貓皮擦過的膠木棒，放在易轉動的物體上，如圖87，再拿另一根也用貓皮擦過的膠木棒靠近它，就互相排斥；如用一根絲綢擦過的玻璃棒靠近它，就互相吸引，如圖87所示。可知膠木棒所帶的電和玻璃棒所帶的電性質是不同的。爲了區別起見，在物理學上把膠木棒上所帶的電叫做陰電，把玻璃棒上所帶的電叫做陽電。陰電又叫負電，用“-”號表示；陽電叫做正電，用“+”號表示。從實驗證明：同性電互相排斥；異性電互相吸引。這種陰陽電相互吸引或排斥的力叫靜電力。

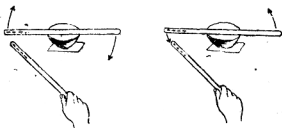


圖87 帶電體同性相排斥異性相吸引

三、摩擦为什么会生电

要了解這個問題，就必須先了解物質的一般結構。我們知道物質是由分子組成的，分子是由原子組成的，而原子是由原子核和以巨大速度圍繞原子核旋轉的電子所組成的。原子核又是由質子和中子組成的，質子帶陽電，中子不帶電，核外的電子帶陰電，質子和

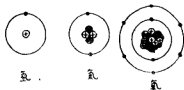


圖88 原子構造

電子的數目相等，它們所帶的陰陽電量也相等，所以原子在平時不顯電性。任何兩種不同的物體互相摩擦時，其中總有一個物體原子核外的一部分電子脫離運動軌道而跑到另一物體的原子上。這樣失掉電子的物體就顯得陽電多了，而帶陽電；得到電子的物體就顯得陰電多了，而帶陰電。由此可見物體的帶電實際上就是物質失去電子或得到電子的一種現象。

四、導體和絕緣體

用帶電的膠木棒和驗電器的一端接觸，則另一端的兩片鋁箔即因帶有同種電互相排斥而張開，如圖89所示，由此可知電子可經金屬到達鋁箔上，這種現象叫做傳電，又叫導電。

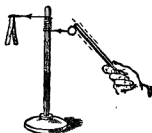


圖89 導電實驗

物質不同時，傳電的難易也不相同。容易傳電的物體叫做導體，例如金屬、炭以及酸鹼鹽的溶液、人體和地球等都是導體。不能傳電的物體，叫做絕緣體，例如玻璃、瓷、橡膠、空氣等都是絕緣體。

簡短的結論

一、兩種不同的物體因互相摩擦後而產生吸引輕小物體的現象叫摩擦生電。

二、電有陰電和陽電兩種。同性電互相排斥；異性電互相吸引。

三、任何兩種不同的物體，互相摩擦后，失去電子的物體帶陽電；得到電子的物體帶陰電。物體帶電實質上就是物體得到電子或失去電子時所產生的現象。

四、能傳電的物體叫導體，如各種金屬、酸鹼鹽的溶液等。不能傳電的物體叫絕緣體如玻璃、橡皮等。

複 習 題

1. 舉例說明什么是導體和絕緣體。
2. 電有幾種？它們的性質怎樣？
3. 兩種不同的物體，經摩擦后，為什麼能生電？

第二節 電 池

一、化學生電

摩擦雖然可以生電，但它所生的電只是停在物體表面，叫靜電。因不能流動，所以不能使用。通常電話、電燈、電熨斗中所用的電是不斷流動的電叫動電。產生動電最簡單的方法是化學生電。把鋅片、銅片各一塊插在稀硫酸中，即可起化學變化而生電，把小燈泡用金屬絲連接到鋅片、銅片上就可發光，這種生電的裝置就叫簡單電池。

由實驗知道這種電池的鋅片帶陰電叫陰極，銅片帶陽電叫陽極，稀硫酸是導電的液體，叫電液。后經多次實驗證

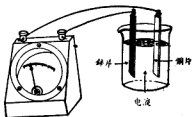


圖90 簡單電池

明：除鋅、銅外，任何兩種不同的導體浸在電液中都可起化學變化而生電，這叫化學生電。化學生電就是物質的化學能變成電能。

二、干電池

簡單電池攜帶不方便，而且所生的電很容易中斷，以后經過人們不斷研究，才發明了我們現在常用的干電池。它的構造是用碳棒作陽極，鋅筒作陰極，為攜帶方便把氯化銨溶液與澱粉調成糊狀作為電液這三樣東西放在一起就起化學變化而生電。由於這種變化會不斷產生

氫氣泡而使電流中斷，所以在碳棒周圍填塞二氧化錳用來吸收氫氣，這樣就可繼續產生電流。干電池攜帶方便，常用於手電筒、電話機和無線電中，但它供給的電力很小，而且用完后就成廢物，蓄電池即可免除這個缺點。

三、蓄電池

蓄電池又叫水電池，我們通常使用的一種蓄電池叫鉛蓄電池，又稱酸蓄電池，它的陽極是褐色的二氧化鉛，陰極是灰色的純鉛，電液是稀硫酸。

鉛蓄電池在使用時，由於兩極和電液發生化學變化，陽極使由

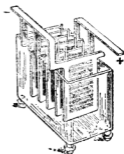


圖92 蓄電池

二氧化鉛逐漸變成硫酸鉛，陰極由純鉛逐漸變成硫酸鉛，這樣兩極變成同樣導體，就不能繼續生電了，所以蓄電池用到一定的程度就必須充電。

所謂充電，就是把它的兩極接到一定的電源上，由於電流的作用，電池內部即發生化學變化，使陽極的硫酸鉛又恢復成褐色的二氧化鉛；陰極的硫酸鉛則又恢復成純鉛，經過了充電兩極又變成原來兩種不同的導體，這時便又能繼續生電。所以蓄電池是可以反復使用的。

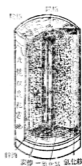


圖91 干電池

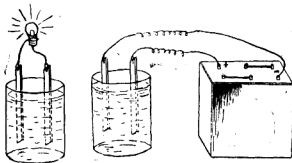


圖93 蓄電池充電和放電

從能量的關係來看蓄電池在放電時是將化學能變成電能，在充電時是將電能變成化學能。

由於蓄電池能放電、充電，故可反復使用，所以它廣泛地用作汽車、坦克、潛水瓶和城市電話、電報的電源。它的最大缺點就是笨重，攜帶不便，保管也較麻煩。

簡短的結論

一、任何兩種不同的導體浸在電液中都能起化學作用而生電，這就叫化學生電。

二、干電池和蓄電池都是利用化學生電的原理而制成的。干電池用完后即成廢物，而蓄電池用過後仍可充電再用。

複 習 題

1. 什么叫化學生電？試舉例說明。
2. 干電池和蓄電池的構造原理怎樣？

第三節 電流、電壓和電阻

一、電流

1. 什么是流電 電在導體中不斷地流動叫電流。我們常見的電燈發光、電爐生熱都是電子流動時所產生的現象。電流經過的道路叫電路。那麼電流到底是怎樣形成的呢？要回答這個問題首先就要弄清金屬導體的構造。金屬導體中的原子是按着一定次序排列的，金屬的特性之一就是它的原子與原子之間平時存在着許多自由電子。這些自由電子都是金屬原子的外層電子，因它們距離原子核較遠，受到的吸引力也較小，所以它們在金屬的原子之間能夠自由活動，但運動是很混亂的，沒有一定的方向。如果導線兩端接上電源，自由電子因受到陰極的排斥和陽極的吸引作用，就立刻在導線上向一定方向運動而形成電流。

2. 電流的方向 電子在導線上只可能由陰極流向陽極，因為帶陽電的質子是構成原子核的微粒，它是不可能_{在導線上流動的}。但平常所說的電流方向却是由陽極流向陰極的，這是由於在確定電流方向時，人們還不了解電的本質的緣故。

3. 電流的大小和計算單位 電流的大小是以每秒鐘通過導體某橫截面的電子數目多少來表示的，每秒鐘通過的電子越多，電流就越大。表示電流大小的單位叫安培 (A)。若導線任何一處橫截面上一秒鐘能通過 628 億億個電子，則這時的電流叫一安培。電路中電流的大小可用安培計來測量。在南京 100 瓦的燈泡中通過的電流大約是 0.5 安

培，電話送話器中的電流一般只有0.06安培左右。

二、電壓

任何一個電源都有兩極，陰極上有多餘的電子，電子與電子存在着相互排斥的力量。陽極上缺少電子，對陰極的電子有吸引的力量。

如果把兩極用導線連起來，電子受陰極的排斥和陽極的吸引作用就會很快流動形成電流。電子就流動就能作功。一定數量的電子在兩極間因電的吸引作用而具有的作功本領就叫電壓。電壓的單位是伏特(用V代表)。物理上規定一伏特就是628

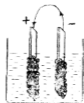


圖94 陰極上多餘電子陽極上缺少電子

億億個電子在電源兩極間移動能作0.102公斤公尺的功時的電壓。如果這些電子能作的功是0.102公斤公尺的10倍，電壓就是10伏特。如果沒有電壓，電子就不可能流動因而也就沒有作功的本領。乾電池兩極間的電壓是1.5伏特，蓄電池的電壓是2伏特，常用的電燈電壓是220伏特，我國東北高壓輸電的電壓是220000伏特。測量電壓的儀器叫伏特計。

三、電阻

1. 什么叫電阻 在同一個電池上先後接上長度相同而粗細不同或質料不同的導線，用安培計來測量，就會發現因連接的導線不同，電路上的電流強度也不同，由此可見各種導線對通過的電流是有一定阻力的。導體對電流的阻力叫電阻。根據實驗知道：導體的質料不

同，電阻大小也不相同，在金屬中銀的電阻最小，銅次之，鋁又次之，其他導體的電阻都比銅鋁大些。質料相同的導體愈粗愈短電阻愈小，愈細愈長電阻愈大。

2. **電阻的單位** 電阻的單位是歐姆(Ω)。根據國際上的規定，長106.3公分，橫截面積為一平方公厘的水銀柱，在0°C時的電阻叫一歐姆。測量電阻的儀器叫歐姆計。南京用40瓦的燈泡燈絲的電阻約為1200歐姆，人體電阻約為20000—50000歐姆。

四、歐姆定律

導線兩端有電壓存在時，導線中就產生電流；導線電阻的大小會影響電流強度的大小。那麼電流強度與電壓、電阻究竟有什麼關係呢？下面就研究這個問題：

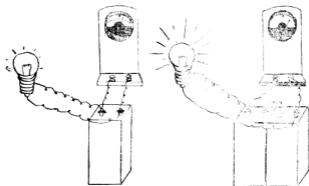


圖95 電阻不變電壓大電流大

把一個小燈泡和安培計與一節乾電池連接起來，一節乾電池的電

壓只有 1.5 伏特，從安培計看出電流很小，所以燈泡也不亮。如果電路中再串聯上兩節乾電池，使電壓增加兩倍，即增到 4.5 伏特，安培計上電流也隨着增大兩倍，燈泡也就格外明亮，這說明導線的電阻不變時，兩端電壓增大，電流強度也隨着增大。

在上面的實驗中，如果再接上一個小燈泡，這就增大了電阻，從安培計上可以看出電流也隨着減小，燈泡也馬上變暗了。這就說明導線兩端電壓不變時，電路中電阻增大，電流強度就要減小。

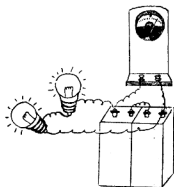


圖96 電壓不變電阻大電流小

德國科學家歐姆研究了電流強度與電壓電阻之間的關

系，在 1827 年得到了下面的結論：電路兩端的電壓不變時，電阻愈大，電流愈小；電阻不變時，電壓愈大，電流愈大，這個關係叫歐姆定律。

根據歐姆定律我們可以解釋與電路有關的一些問題。任何電器都有一定的電阻，所需電流也有一定。如果將用 110 伏特電源的電器聯接到 220 伏特的電源上，電壓加倍，電流也要加倍，因而就會立即損壞，所以電器不可隨便亂接。又如室內兩根導線中的銅線直接接觸時，因導線電阻極小，電流突然增大因而引起火災，這種情況叫短路。再用電雷管起爆炸藥時，一節蓄電池正好使一個電雷管起爆，若接上三個

電雷管就不能起爆了，因為電池的電壓一定，三個電雷管電阻增大為三倍，電路中電流就減少為三分之一，電流太小，所以不能起爆。要想使這三個電雷管起爆，必須再增加電池，使電壓升高、電流增大才行。

簡短的結論

一、電流——電子在導體中流動叫電流。電流的單位叫安培。

二、電壓——一定數量的電子在電源兩極間因電的吸斥作用而具有的作功本領叫電壓。電壓的單位是伏特。

三、電阻——導體對電流的阻力叫電阻。電阻的單位叫歐姆。

四、歐姆定律——電路兩端的電壓不變時，電阻愈大，電流愈小；電阻不變時，電壓愈高，電流愈大。

複 習 題

1. 什么叫電流、電壓、電阻？它們的單位是什麼？
2. 什么叫歐姆定律？試舉例說明。
3. 電燈綫的保護層破裂後，如二銅綫相碰，這會發生什麼現象？為什麼？
4. 接電器於電源時，為什麼必須要按規定的電源電壓？

第四節 電熱和電燈

一、電流生熱

把一根鐵絲接在蓄電池的兩極上，可以看到鐵絲馬上就生熱而變紅。像這樣電流通過導體而生熱的現象就叫電流生熱。那麼電流通過導體為什麼會生熱呢？

我們知道導電性最好的是金屬如銀、銅、鋁等，但是它們對電流也仍然是有阻力的，原因就是自由電子在導體內運動時，經常要與導體中的原子和分子相碰撞而降低運動速度減少動能，導體內部的原子和分子由於受電子的撞擊，運動也就會激烈起來。前面講過，物質的溫度升高就是物質內部分子運動速度增大的表現。所以電流通過導體生熱，實質上就是電子的動能轉變成熱能的一種現象。根據實驗知道導線的電阻愈大或通過的電流愈強或通電的時間愈長，導線上所生的熱就愈多。



圖97 電能生熱

二、電流生熱的應用

我們日常所用的許多電器如電燈、電爐、電熨斗、電雷管等都是利用電流生熱的原理制成的。

電燈：我們知道，任何物體當溫度升高到一定程度時就要發光，電燈就是利用電流生熱使燈絲溫度升高而發光的裝置。電燈泡內裝有不易熔化的（熱到 3000°C 也不熔化）而且電阻較大的鎢絲，所以電流

通過時就會產生高溫發出強光。爲了防止鎢絲在高熱時與空氣中的氧起變化而燒斷，所以要把燈泡內的空氣抽掉，並且充入化學性質不活潑的氮、氬，以阻止鎢絲分子在高熱時而揮發，延長燈泡壽命。

電爐、電熨斗、電烘箱，這些電器內部都裝有電阻較大而且在空氣中不易氧化的鎳鉻合金絲，電流通過時就能生熱。



圖98 電燈泡



圖99 電熨斗和電爐

電雷管：電雷管也是利用電生熱的原理制成的，它內部裝有兩根導線，在兩根導線的頭上接一段電阻絲，外邊兩個線頭接電源，有電流通過時電阻絲即發熱使起爆藥爆發。

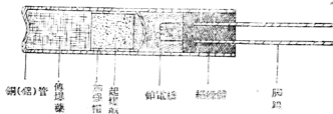


圖100 電發雷管

保險絲：是用較易熔化的合金制成的。一般通用鉛、錫、鋅、鎘等金屬作成粗細適當的合金絲，使它只能通過所限定的電流，倘電流超過定額，保險絲便先因熱而熔斷，電路自行斷絕，這樣就起了保險的作用了。在室內電線引入處常裝有瓷盒子，里面就是裝的保險絲。保險絲熔斷時，切不可使用普通導線代替，因為普通導線不易熔斷，不能起到保險作用。

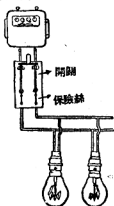


圖101 保險絲的裝置

簡短的結論

一、電流生熱就是電子在導體內流動，撞擊了導體內的分子和原子使其運動速度增大的表現，實質上就是電能變成熱能。

二、電燈是利用熔點很高、電阻很大的鎢絲作成燈絲，裝入玻璃泡內，抽去空氣，充入氮或氬制成的。當電流通過時就能產生高熱而發出強光。

三、保險絲就是熔點很低的合金絲把它接入電路中后，如遇有強大的電流通過時，保險絲就首先熔斷，使電路斷絕，不致引起災害而起保險作用。

複 習 題

1. 試說明電流生熱的道理。
2. 試簡述電燈的構造原理。
3. 電路中的保險絲為什麼保險？若保險絲斷了換上銅絲，將會有什么危險？為什麼？

第五節 磁和電磁

一、磁

1. 磁鐵

早在二千年前我國就發現了一種含鐵的礦石，具有吸鐵的性質，這種礦石叫天然磁鐵，又名吸鐵石。現在使用的磁鐵都是用鋼制成的人



圖102 吸鐵石

造磁鐵。按它們的形狀可分為：條形磁鐵 馬蹄形磁鐵、磁針等。



圖103 磁鐵的種類

2. 磁鐵的性質

(1) 能吸鐵 鐵釘或鐵粉靠近磁鐵的任何一頭都會立即被吸引，而且兩頭吸得最多，這就表示吸力最強。這兩頭叫磁極。



圖104 磁鐵吸鐵

(2) **能指南北** 把條形磁鐵用綫吊起來，使它保持水平，靜止時總是一頭指南，一頭指北。指南的一頭叫南極(用S代表)，指北的一頭叫北極(用N代表)。

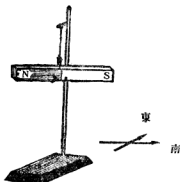


圖105 磁鐵能指南北

(3) 兩磁極靠近時，即發現同名極相排斥，異名極相吸引。

3. 磁力綫 磁鐵與磁鐵相互吸引

和排斥的力叫磁力。把一根磁鐵放在紙板下，上邊撒些鐵粉，用手指輕敲紙板，鐵粉即由於磁力的作用而排成許多環形的曲綫，磁力愈強的地方曲綫愈密。這些表示磁力作用和方向的綫就叫磁力綫。

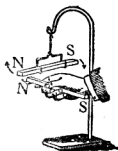
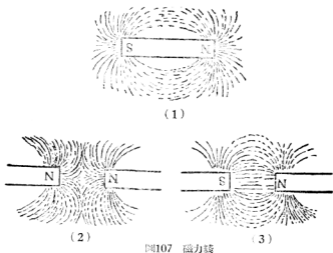
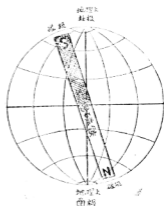


圖106 同名極相排斥異名極相吸引



4. 指北針 指北針是我國的偉大發明之一，約十一世紀即開始在航海上應用，以後才傳到歐洲，對世界航海交通起了很大作用。

指北針為什麼能指南北呢？經科學家的研究証實地球是一大地磁體，也有南北兩個磁極，這兩個磁極各在地球真正的南北兩極的附近。因指北針本身具有磁性，又因受地磁兩極的吸斥作用，所以能指南北。但它所指的是地磁極



的方向，並不是地理上真正的南北。因此指北針所指的方向與地理上

真正南北的方向相差一個角度，這個差角叫磁偏角。各地磁偏角不同，在同一地方，時間不同磁偏角也會有變化。

1952年北京的磁偏角是偏西 $4^{\circ}18'$ ，南京偏西 $3^{\circ}14'$ ，而1954年北京的磁偏角偏西 $5^{\circ}21'$ ，在南京偏西 $3^{\circ}56'$ 。所以在軍事上、航海上測定方位角時必須根據實測數字結合磁偏角加以修正。



圖109 指北針

二、電磁鐵

1. 電流生磁：在磁針旁邊拉一根導線，當導線中有電流通過時，磁針就發生偏轉，切斷電流，磁針就恢復原位。這說明導線中有電流通過就產生磁性，這種現象叫電流生磁。當電流通過線圈時，線圈會

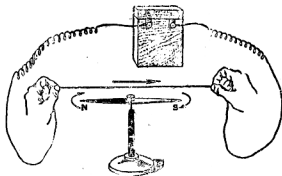


圖110 電流生磁

產生比單根導線更強的磁性，且線圈的兩端有兩極，能與磁針產生明

顯的吸斥作用。

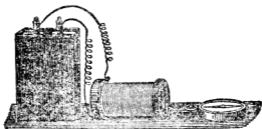


圖111 電磁的作用

2. 電磁鐵：在通電的綫圈中插入一根軟鐵心，軟鐵心就立即產生很強的磁性，這種裝置叫電磁鐵。在通電時它的作用和永久磁鐵一

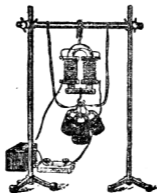


圖112 電磁鐵

樣。如圖 112。此外電磁鐵與永久磁鐵比較有以下几个特性：

電磁鐵接通電流就有磁性，切斷電流磁性就立即消失。如果電磁鐵的鐵心粗，繞圈數多，通入的電流大，就可產生強大的磁力；反之，磁力就較弱。此外電磁鐵的兩極也是隨着通入電流方向的不同而改變的。關於磁極的方向有一條規律，根據實驗知道：用右手握繞圈並將姆指伸直，若四指表示電流方向，那麼大姆指所指的就是北極方向，這個規律叫右手定則。只要知道繞圈上電流方向，就可判斷磁極方向。總之電磁鐵磁性的有無，磁力的大小，磁極的方向都是可以利用通電的方法來控制的。

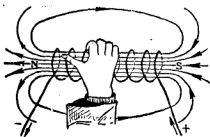


圖113 右手定則

2. 電磁鐵的應用：由於電磁鐵有上述特性，所以在機械工業上和電器工業上應用十分廣泛。利用電磁鐵磁性的可有可無，磁力的可強可弱，制成電磁起重機，用來裝運鋼鐵材料非常方便。利用電磁鐵

通電后能吸引鐵片的作用來控制遠方電路的開關，這種裝置叫電磁繼電器。構造如圖 115 所示。當遠處開關按下時，繼電器內就有電流通過而產生磁性，吸引鐵片，使另一電路被接通或被切斷。在許多電力操縱和自動化機械上都廣泛的應用繼電器。



圖114 電磁起重機

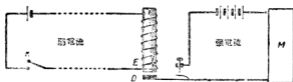


圖 115 電磁繼電器

三、電報

電報是現代主要的通信設備之一，最簡單的裝置，只有一個電池、一個電鍵和一個接收器，如圖116。電鍵就是開關，可以控制電流的

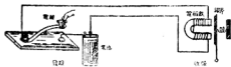


圖116 電報原理

斷續。接收器就是一個發聲器，是由電磁鐵和軟鐵片所組成的。有電流通過時，電磁鐵吸引鐵片與鐵架撞擊發聲；電流切斷時，鐵片因有彈

力而恢復原位。若繼續按放電鍵，并由按鍵時間的長短可以編成電報號碼，以達互相通信的目的。

四、電話

電話的主要裝置有送話器和受話器，它是利用電流傳達聲音的工具。它怎樣利用電流把聲音傳到對方呢？茲分別敘述如下：

送話器 送話器有一個碳精盒，盒內裝上有許多碳精粒，上面蓋着一塊用很薄的鋁片或碳片制成的振動板，送話器就是由這三部份構成的。人對送話器講話時，聲波激動振動板，迫使碳粒忽緊忽松，碳粒的電阻也就忽大忽小，於是通過的電流也就忽大忽小地隨着聲音變化而形成聲音電流，由導線傳到對方。

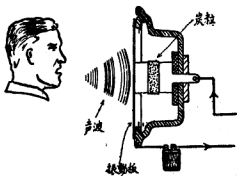


圖117 送話器

受話器 受話器是由一個電磁鐵和一塊振動板（薄鐵片）兩部分構成的。由送話器送出的聲音電流進入受話器的電磁鐵線圈中，使電磁鐵產生強弱時刻變化的磁性，吸引鐵片振動而發出與對方講話聲

全相同的聲音。

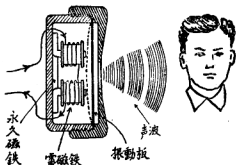


圖118 受話器

簡短的結論

一、磁鐵的性質：能吸鐵，兩頭吸力最強叫磁極。能指南北，指南的一頭叫南極，指北的一頭叫北極。兩磁極互相靠近時，同名極相排斥；異名極相吸引。

二、地球本身是一個大磁體，它的兩極位於地理上南北兩極附近，指北針因受地磁吸斥作用，所以能指南北，但它所指方向與地理真正南北相差一個角度，這角度叫磁偏角。

三、導線中有電流通過時就產生磁性，這種現象叫電流生磁。在通電的線圈中插入一根軟鐵心，就產生很強的磁性，這種裝置叫電磁鐵。電磁鐵的磁性可有可無，磁力可強可弱，磁極的方向隨通入電流的方向而改變。

四、電話中送話器的作用是把聲音變成聲音電流；受話器的作用是把聲音電流再變成聲音。

複 習 題

1. 磁鐵有那些性質？
2. 指北針為什麼能指南北？指的是真正的南北嗎？為什麼？
3. 電磁鐵有那些特性？
4. 試述電話送話器和受話器的構造原理。

第六節 發電機和變壓器

一、電磁感應

前面已講過電能生磁，那麼磁是否也能生電呢？實驗證明是可以的。

將一個線圈的兩個頭接到電流計上，使一根磁鐵在線圈內來回運動，或者磁鐵不動使套在磁鐵上的線圈上下運動，如圖119、120電流計上的指針就會左右擺動，說明線圈內有電流產生。若使線圈或磁鐵停止運動，電流計的指針就不擺動，說明沒有電流產生。我們知道磁鐵周圍都有磁力綫，將磁鐵插入線圈內，線圈內便有磁力綫增加，把磁鐵從線圈中抽出，線圈內磁力綫便減少。當線圈內有磁力綫增多或減少的變化時，線圈本身就受磁的感應而生電。這種因線圈內磁力綫變化

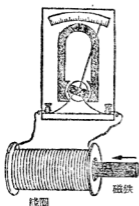


圖119 磁生電——磁鐵動線圈不動

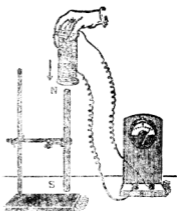


圖120 磁生電——線圈動磁鐵不動

產生電壓和電流的現象叫電磁感應。從電流計上指針擺動角度的大小而可以判定：線圈內磁力線變化愈快，線圈匝數愈多，產生的電流愈大；變化愈慢，線圈匝數愈少，產生的電流愈小。從電流計指針左右擺動的情況又可判定磁力線增多或減少時產生電流方向不同。

假如把一個線圈接在電流計上，使線圈在馬蹄形磁鐵的兩極間轉動，此時線圈內也有磁力線變化，因此也有電流產生。線圈轉動愈快，產生的

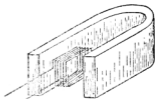


圖121 磁生電——線圈在磁鐵之間轉動

電流愈大。線圈每轉半週，電流方向就要改變一次。

二、**發電機** 發電機是根據電磁感應的原理，利用較多的線圈在磁極間轉動而發電的裝置，也可以說是把機械能變為電能的裝置，常用的發電機有兩類，現將其構造和發電原理分別敘述如下：

1. **交流發電機** 它是由下列部分構成的：

- (1) **線圈** 導線繞在鐵心上，合稱電樞。
- (2) **磁鐵** 永久磁鐵或電磁鐵。
- (3) **滑環** 是兩個金屬圓環，固定在轉軸上與電刷相接。
- (4) **電刷** 內接滑環，外接電路。

當線圈被機械帶動而在磁極間轉動時就產生電流，從一個滑環經

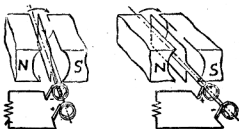


圖122 交流發電機的構造原理

電刷送往外路，再從發電機的另一電刷和滑環回到發電機內。根據上述實驗知道，線圈每轉半週，電流方向改變一次，這種時刻改變方向的電流叫交流電，這種發電機叫交流發電機。一般用的交流電，方向變換是每秒鐘50次，也有60次的。每秒鐘電流方向改變的次數叫週

率。

2. 直流發電機 直流發電機的構造也有四個部份，其中磁鐵、繞圈和電刷三部份與交流發電機完全相同，它只是把滑環改為用兩個金屬半環製成的整流器。整流器固定在轉軸上隨繞圈轉動，它可以把繞圈轉動時所產生的交流電變成只向一個方向流動的直流電。這種產生直流電的發電機叫直流發電機。

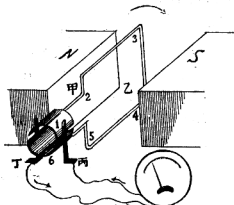


圖123 直流發電機的發電原理

交流電可以使用變壓器，輸送方便。直流電可用於化學工業和電話中，但它不能利用變壓器，輸送不方便。

三、變壓器

發電廠發電機的電壓，一般是幾千伏特或幾萬伏特，因電壓較低輸送不遠，但供應附近用戶，又嫌電壓太高。變壓器就是一種可以按照需要而用來改變電壓的工具。下邊敘述一下變壓器的構造原理。

變壓器是在一個環形鐵心中套上兩個用絕緣導線作好的繞圈而構成的。接交流電源的繞圈叫主繞圈；接用電線路的繞圈叫副繞圈。當主繞圈內通入大小方向時刻變化的交流電時，鐵心內磁力線的多少和

磁極方向也跟着變化，這時套在鐵心上的副線圈，因受磁力線變化的感應作用，也就產生感應電壓和電流。那麼變壓器又是怎樣改變電壓

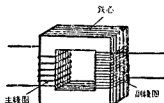


圖 124 變壓器的簡單構造

的呢？從實驗證明：變壓器的副線圈比主線圈圈數多幾倍，輸出電壓比原電壓就高幾倍；圈數少幾倍，輸出電壓就降低幾倍。

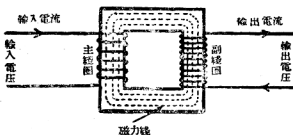


圖125 變壓器的原理

改變主副線圈圈數的比例，就可以改變電壓。向遠方送電要昇高電壓，如蘇聯古比雪夫水電站，輸出電壓高達400000伏特，我國東北高壓電亦可昇至220000伏特。把電送到用戶，一般都要降低電壓。一般家庭用電，電壓是100伏特和220伏特。輸電過程如圖126。

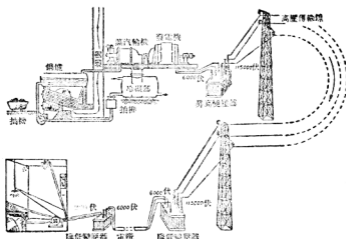


圖126 電壓輸電過程

四、電動機

電動機，又名馬達，它通入電流就會轉動，可以用來帶動其他機械。這是利用電能變成機械能的一種裝置，是現在工業上的重要原動力。下面敘述一下直流電動機的構造和原理。

直流電動機的構造和直流發電機完全相同，是由磁鐵、繞圈、整流器、電刷四部份構成的。那麼它通電後為什麼會轉動呢？根據電生磁的原理，繞圈通入電流後立即產生磁性並有兩極，這

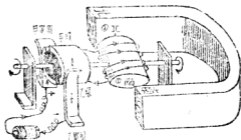


圖127 電動機原理

兩極與固定磁鐵的兩極由於同性相斥、異性相吸的作用，使綫圈轉動，固定在轉軸上的整流器也隨着轉動，它能不斷改變電流通入綫圈內的方向，使綫圈產生的兩極也不斷改變，因而綫圈的磁極經常保持與固定磁極是同名極，這樣綫圈就能不停地轉動。

我們必須明確直流電動機和直流發電機構造雖完全相同，但作用是完全相反的。發電機是用外力帶動綫圈而發電，是磁生電，是機械能變電能。而電動機是通電使綫圈轉動，是電生磁，是電能變機械能。

電動機的構造可大可小，使用方便，在工業、軍事、日常生活中都有廣泛的應用，如電車、潛水艇和電風扇、理髮用的電吹風等都要應用電動機。

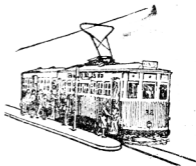


圖128 電車

五、電力化

電在工業上、軍事上、日常生活中都起着很大的作用，其主要原因是由於電有如下的優點：

1. 電能很容易變為其他形式的能如機械能、熱能、光能、聲能、化學能等；
2. 電能取用簡便，只要按下電鈕就可不斷供應，而且可以任意調節；
3. 電能使於輸送；

4. 電能的最大優點就是能够使自然界中許多能源如水力、火力、風力、太陽能等轉變成電能。這樣把自然界能源就地變成電能，再把電能輸送到用電地區而變成各種形式的能叫電力化。我國的煤到處都有，水利資源也十分豐富，這對我國實現電力化是極為有利的條件。

簡短結的論

一、當線圈內有磁力綫增多或減少的變化時就產生感應電壓或感應電流，這叫電磁感應。線圈圈數愈多，磁力綫的變化愈快，產生的感應電壓或感應電流愈強。磁力綫增多或減少時產生的電流方向不同。線圈在兩磁極間轉動時，每轉半圈，電流方向變換一次。

二、發電機就是利用線圈在磁極間轉動而發電的，發出的電由滑環經電刷送到外路。發出的電，方向時刻變化的叫交流電；方向不變的叫直流電。

三、變壓器是利用電生磁和磁生電的原理制成的，改變主副線圈圈數的比例可以任意升高電壓或降低電壓。

四、電動機是利用通電的線圈產生磁性與固定磁極發生相互吸斥作用而轉動的，是一種電能變機械能的裝置。

複 習 題

1. 什么叫電磁感應？
2. 試述交流發電機和直流發電機的構造原理。
3. 試述變壓器的構造原理及其應用，並說明直流電為什麼不能變壓。
4. 直流電動機構造原理如何？它和直流發電機有何區別？

第四章 無線電

第一節 無線電波

一、無線電通訊與有線電通訊的區別 有線電是靠電在導線上流動來通訊的，所以必須要在收發兩地間架設電線。無線電是靠一種用肉眼看不到的東西——電波來進行通訊的，因而不需要電線。它通訊的範圍十分廣泛，只要架設一根天地線，就可以向天空、向四面八方發出電波，讓很多地方收聽，所以無線電通訊是現代的重要通訊方法。

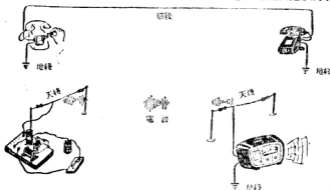


圖129 無線電是靠電波來通訊的

二、無線電波的產生

無線電波究竟是怎樣產生的呢？我們知道在水面上投一塊石子，就會激起水波向四面八方傳播；物體振動時，激動空氣，就會形成聲

波。實驗證明，電子在導線上迅速地來回流動，也會產生一種波，向四面八方傳播。這種波是由於電子振動產生的，所以叫電波，又名無線電波。電子在導線上迅速地來回流動叫振盪電流，有振盪電流就可以產生電波。

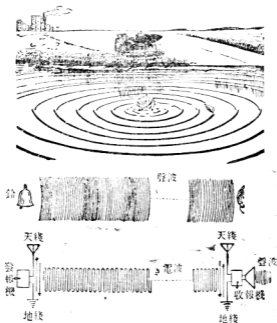


圖130 水波 声波 電波

声波和水波都具有一定的能量，声波能激動人的耳膜使人聽到聲音；水波能使水面上的物體發生振動；電波也是具有能量的，發射電台把語言和信號變成電波向遠方發出以後，在一定情況下，它能使遠方導線上的電子來回流動形成振盪電流，進入接收機內變成與發射電台

相同的語言和訊號，而達到通訊的目的。

三、波速、周率和波長 我們雖然不能用肉眼看到電波，但實驗證明，它的許多性質和水波有些相似。振盪電流每來回振盪一次就產生一個波，相當於水波的一起一伏。當第二個波產生時，第一個波就向前推進一段距離，電波就是這樣一波接一波地向外傳播的。電波每秒鐘傳播的速度叫波速，波速和光速相同，每秒30萬公里（或每秒三萬萬公尺）。一個波的長短叫波長，波長的單位用公尺計算。振盪電流每秒鐘來回振盪的次數叫周率，周率的單位用周（C）、千周（KC）或兆周（MC）。

波長、周率與波速三者之間有什麼關係呢？因為波速是一定的，所以波長愈長周率愈低；波長愈短周率愈高。這好比兩人以同樣速度走路，一個步跨得大些，換步可以慢些；一個步跨得小些，換步必須加快一樣。它們的關係可用一式子表示：波長×周率=波速。

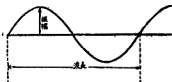


圖131 波長和振幅

例如：一電台波長為300公尺，它的周率是：

$$\frac{300,000,000}{300} = 1,000,000 \text{ 周} = 1000 \text{ 千周}$$

又如一電台周率為1200千周，它的波長是：

$$\frac{300,000,000}{1200 \times 1000} = 250 \text{ (公尺)}$$

簡短的結論

一、無線電是依靠電波的傳播來通訊的，發訊機把語言或訊號轉變為電波，經天地綫發射出去；電波能使遠方天綫上的電子來回流動形成振盪電流，進入接收機內，再變成語言或信號便可達到通訊的目的。

二、電波是由振盪電流產生的。

三、每秒鐘電流振盪的次數叫周率，電流振盪一次，發射一個電波，所以周率又是每秒鐘發射電波的波數。一個波的長度叫波長。

所有電波的傳播迅速都一樣，為每秒30萬公里。

四、周率、波長、波速三者的關係是：

$$\text{周率} \times \text{波長} = \text{波速}$$

複 習 題

1. 無線電和有綫電通訊有什麼區別？
2. 電波是怎樣產生的？
3. 什麼叫做波長和周率？周率、波長和波速之間的關係如何？

第二節 振盪和諧振

一、振盪

我們知道電波是由振盪電流產生的，只要有了振盪電流就可以產生電波。日常用的交流電由於它的周率太低，產生的電波能量太小，

所以發射不遠。無綫電所需要的是高頻率振盪電流，即頻率每秒在十萬次以上的高頻率振盪電流。那麼怎樣才能得到這種高頻率的振盪電流呢？經過研究，用綫圈和容電器結合起來，就可以解決這個問題。下面首先敘述一下綫圈、容電器的構造和作用。

綫圈 把導綫繞在絕緣物體上就叫綫圈，它有一個特殊的作用，就是能阻止電流的增減變化，當電流通入綫圈時，它有阻止電流流動

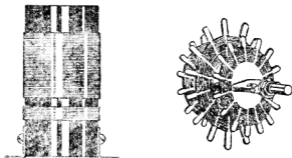


圖132 綫圈

的趨勢，使電流慢慢增大；當電路切斷時，它能使電流再繼續流動一下，好像人跑得很快不能馬上停住一樣。實驗裝置如圖133，當接通電路時小燈泡即發光；當電路切斷時，小燈泡還要猛亮一下，這就說明，綫圈在電路切斷時還能使電流繼續流動一下。



圖133 綫圈的作用

容電器 是由兩組金屬片組成，中間是絕緣的，接上電源后，一組金屬片帶陰電，另一組金屬片

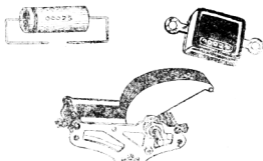


圖134 容電器

帶陽電，陰陽電由於中間絕緣不能通過，而只能互相吸引，分別停留在兩組金屬片上，這種現象叫充電，如金屬片相對的面積愈大，容電量就愈大。若使容電器陰陽極兩端直接接觸，便會有火花發生，這種現象叫放電，所以容電器的作用是可以充電放電。

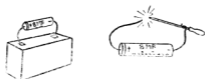


圖135 容電器的作用

振盪電路 把綫圈和容電器聯接在一起叫做振盪電路。用特殊的方法通電到振盪電路中就可以產生振盪電流。

把綫圈和容電器接在一起，然後再接上開關、電池和蜂鳴器。當按下開關時，蜂鳴器即斷續通電而發出聲音，從旁邊的收音機即可聽到相同的聲音，如同 136 所示。如果不接綫圈和容電器，收音機內就

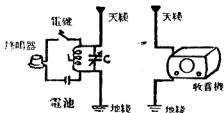
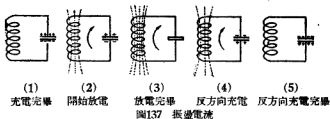


圖136 電波的產生

聽不到聲音。通過這一實驗證明了振盪電路內有振盪電流產生，同時還能發出電波，下面敘述一下產生振盪電流的過程：用導線把充好電的容電器和線圈聯結起來，電子便迅速流動而放電。放電完畢后，由於線圈的作用能使電流繼續流動一下，使容電器另一組金屬片上帶陽電，原來一組金屬片帶陰電，這叫反充電。反充電后又開始反方向放電。這樣在振盪電路內就產生迅速來回流動的高周率振盪電流，因而在振盪電路的周圍就不斷產生電波向外發射。其過程如圖137。



這種電波發射不遠，如把振盪電路與天地線電路配合起來如圖138，當振盪電路中有振盪電流時，天地線電路內由於電磁感應的作用也產生同樣周率的振盪電流，於是天線周圍也就有了電波，這樣就可把電波發射到遠方去。

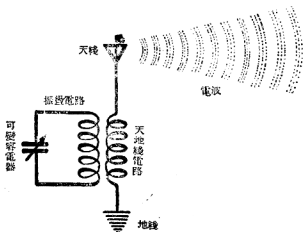


圖138 電波的發射

周率的調節 線圈和容電器是產生振盪電流的重要機件，振盪的快慢可以用線圈的圈數和容電器容電量的大小來調節，線圈圈數愈多，對電流變化的阻礙愈大；容電器容電量愈大，充電放電一次所需的時間愈長，這樣就使電流振盪慢，因而周率也就低；反之振盪得快，周率就高。一般的發射機線圈多已固定，常採用變更可變容電器的容電量的方法來調節周率。

總上所述，利用天線和振盪電路可以產生電波、發射電波。如果在發射天線上

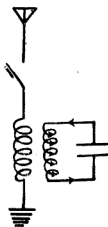


圖139 無線電報發報示意圖

裝一個電鍵（開關），如圖 139 所示。使電路忽通忽斷，若接通電路的時間短，所發出的電波代表一個“點”；若接通時間長，所發出的電波代表一個“一”，如圖 140 所示。無線電報和有線電報一樣，是用點和划的不同組合成電報號碼，再用不同的號碼來代表文字。



圖140 電碼

二、諧振

兩個物體振動的周率完全相同時，一個物體的振動能借波的傳遞作用使另一物體也發生振動，這種現象叫諧振。例如用兩個周率相同的音叉，用錘敲擊其中的一個，則另一個也引起振動，如圖 141，如果二者周率不同，就不能引起諧振。

兩個周率相同的振盪電路，當一個振盪電路中有振盪電流時，由於電波的作用使另一個振盪電路中也產生周率相同的振盪電流，這種現象叫做電的諧振，如圖 142 所示，當諧振時可使電

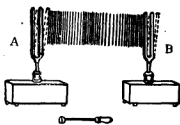


圖141 音叉諧振

路上的燈泡發亮。左邊的振盪電路由於它是用來起諧振作用的，所以叫做諧振電路。如果把諧振電路中的容電器的旋扭轉動，使它的周率



圖142 諧振

與對方發射機振盪電路的周率不一致，燈泡就不亮，這就說明沒有諧振，所以電波的接收主要是靠電的諧振作用。

無線電接收機是利用電諧振的原理來接收電波的，它的內部裝有可變容電器和線圈組成的諧振電路，如圖143所示。調整可變容電器就

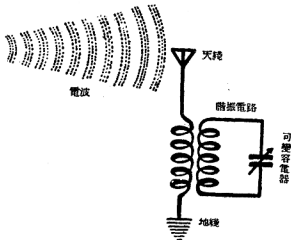


圖143 電波的接收

可以改變接收機本身的周率。若接收機周率與外來電波的周率相同時，就能引起諧振達到接收的目的。若周率不同，就不能接收，因此，空

中雖有各種不同周率的電波，但只要調整可變容電器就可以任意選擇接收，而不混雜。

簡短的結論

一、要產生振盪電流必須要有振盪電路，振盪電路是由綫圈和容電器構成的。

綫圈有阻止電流增減變化的特性，容電器可以充電放電，由於這兩種作用，便可使振盪電路產生振盪電流。

二、把振盪電路加上天地綫電路，則振盪電路內有振盪電流時，天地綫電路內也被感應而產生振盪電流，這樣便可把電波發射出去。

振盪電流或電波的周率是由綫圈的圈數或容電器的容電量決定的，一般是調整容電器的容電量就可改變發出電波的周率。

三、兩個物體的振動周率完全相同時，則一個物體振動能引起另一個物體發生振動，這種現象叫做諧振，電波的接收就是靠電的諧振作用。

接收機內有一由綫圈和容電器構成的電路，專門用來和外來電波發生諧振，稱為諧振電路，調節諧振電路的可變容電器即可選擇電台。

複習題

1. 綫圈和容電器在無線電中各有什么作用？
2. 什么叫做振盪電路？試述振盪電路中振盪電流的振盪過程。
3. 振盪電路內振盪電流的周率，決定於那些因素？怎樣改變發

射機發射出電波的周率？

4. 什麼叫做諧振？諧振電路為什麼可以選擇周率不同的電波？

第三節 調幅和檢波

一、調幅

減幅波和等幅波 當電流在振盪電路中振盪時，因電路中有電阻存在，電流的往返振盪必然要消耗電能，如不及時供電，振盪就會逐漸停止。最簡單的發射機是利用蜂鳴器彈簧片的振動來斷續供電的，由於彈簧片振動比振盪電流振盪得慢得多，彈簧片振動一次，振盪電流就

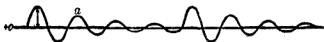


圖144 減幅波

要往返振盪很多次。因為在振盪電路中的電阻要消耗電能，所以當彈簧片剛通電以後，振盪電流最強，以後就逐漸減弱；到第二次再通電後，電流又最大，這樣使得振盪電流發出的電波是由最大到逐漸減小，然后又由最大減到最小，這樣就使電波的振盪逐漸由大變小，所以叫減幅波，如圖144。要是利用真空管供給電能就沒有這種毛病，它可

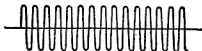


圖145 等幅波

以使振盪電流非常穩定，所產生電波的振幅始終保持相等，所以這種

波叫等幅波，如圖 145 所示。我們已經知道，在天地線上再裝一開關即可發出電報號碼。但是我們要想與對方直接通話怎麼辦呢？我們可以用這樣的方法：把送話器接到天地線上，如圖 146。人對送話器說話

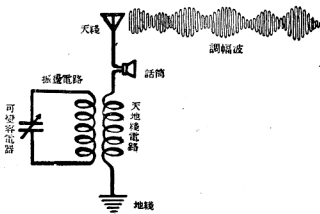


圖146 簡單調幅原理

時，使振動板振動，影響送話器的電阻忽大忽小，使天綫電路內振盪電流的大小也發生變化，聲音大，碳粒壓得緊，電阻減小，振盪電流就增大；聲音小，碳粒放鬆，電阻增大，振盪電流就減小。這樣使不穩的振盪電流就變成了隨聲音變化的振盪電流，這個過程叫調幅。經調幅作用后所產生的隨聲音變化的電波叫調幅波，又名載聲電波，如圖 147。

二、檢波

電波經接收機的諧振作用把空中的調幅波接收下來，在諧振電路

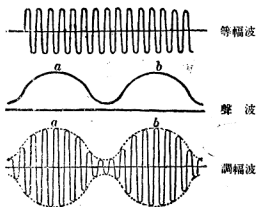


圖147 調幅过程

內就得到隨聲音變化的調幅振盪電流，因為這種電流往返振盪很快，不能使耳機或喇叭發出聲音，所以必須設法從調幅的振盪電流中檢出聲音電流來，然後才能聽到聲音。這種從調幅的振盪電流中檢出聲音電流的過程就叫檢波。

利用礦石（黃銅礦、方鉛礦等）和真空管都可以檢波。檢波實質上就是把在接收機中收到的調幅振盪電流變成沿單方向流動的電流。如圖

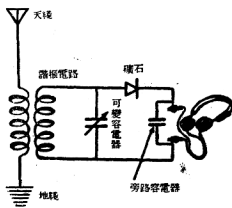


圖148 礦石收音機原理

148 所示。這單方向的電流是隨聲音變化的，通過耳机或喇叭就能發出聲音。

三、無線電機的一般裝置和發收過程

1. 發射機 一般發射機主要包括振盪、調幅、放大等部分。其具體過程是：對送話器講話，聲音即變成聲音電流，經放大后變成較強的聲音電流，此聲音電流再和振盪電路中的等頻振盪電流混合，即變成

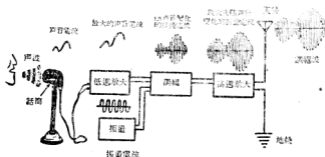


圖149 發射機的發射過程

隨聲音變化的振盪電流，再經過放大通到天地線電路即可發出調幅波（或載聲電波）如圖149。

2. 接收機 一般的接收機主要包括諧振、檢波、放大等部分。電波在空中傳播，被接收機的天線接收后，經諧振作用加以選擇即得到所要收聽的隨聲音變化的振盪電流，再經過檢波把聲音電流分出來，然后加以放大，通入耳机或喇叭即可發出聲音（如圖150）。

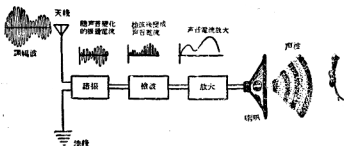


圖150 接收机的接收过程

簡短的結論

一、利用聲音控制振盪電流的大小，使等幅振盪電流變成隨聲音變化的振盪電流的過程叫做調幅。產生的隨聲音電流變化的電波，就叫做調幅波。

二、接收机接收時，在諧振電路內引起的電流是一隨聲音變化的振盪電流，因週率過高，不能直接使耳机或喇叭發出聲音，所以必須先改變成聲音電流。使隨聲音變化的振盪電流變成聲音電流的過程叫做檢波。

三、一般發射机主要包括振盪、調幅和放大等部分，一般接收机主要包括諧振、檢波和放大等部分。

複 習 題

1. 什麼叫做調幅？什麼叫做調幅波？
2. 什麼叫做檢波？如何來檢波？
3. 試述無線電機的一般裝置和通訊過程。

第四節 電波的分段和性質

一、電波的分段 爲了研究和應用的方便，把電波按照週率或波長的不同劃分爲下列各波段（見下表）：

無線電波分段表

波 段	周 率	波 長
最 長 波	低於30千周	大於10000公尺
長 波	30—300千周	10000—1000
中波及中短波	300—3000千周	1000—100
短 波	3—30兆周	100—10
超 公尺波	30—300兆周	10—1公尺
短 公尺波	300—3000兆周	1公尺—10公分
波 公分波	3000—30000兆周	10公分—1公厘

電波發射是向着四面八方傳播的，沿地面傳播的電波叫地面波，如圖152所示，常用作近距離通訊。向天空傳播的電波，叫天波，如圖153，常用作遠距離通訊。經過空間直接傳播到接收天綫的電波，叫空間波，如圖154，軍用電話機都是用這種電波。



圖151 電波向四面八方傳播

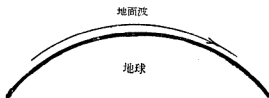


圖152 地面波的傳播

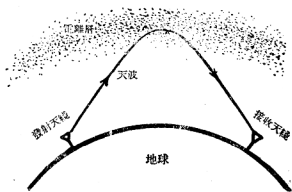


圖153 天波的傳播

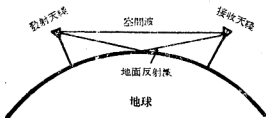


圖154 空間波的傳播

二、地物 and 電離層對電波傳播的影響

地物對電波傳播的影響：地物就是指地面上的高山、樹林、建築物等，地波在傳播時，遇到這些地物，能量就要損耗，電波強度就會受到嚴重的衰減，甚至使電波逐漸消失，這種現象叫做吸收。由於地面能吸收電波，所以地波傳播距離較近。地物對不同周率的電波吸收情況也不同，電波的波長越短，愈容易被吸收，所以傳播較近；波長愈長愈不容易被吸收，所以傳播距離較遠。

電離層對電波傳播的影響：電離層是地球上空約70—500公里之間的空氣層，因受太陽紫外綫等的照射，使空氣中的分子或原子因得到或失去電子而帶電，所以叫電離層（又稱海氏層），電離層實質上就是帶電的空氣層。由於季節、晝夜以及太陽光照射的強弱不同，電離層的強弱和距離地面高低是常有變化的；夏季或白天電離層距地面較低，冬季或夜間距地面較高。電離層對電波有些什麼影響呢？一般地說，電

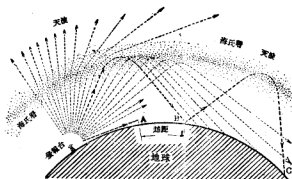


圖155 海氏層反射電波

離層只對天波有影響(因為地波和空間波遇不到電離層)，各種不同周率的電波遇到電離層有以下的三種現象：長波、中波易被吸收，短波易被反射，超短波容易透過。反射和透過的情況如圖155。

利用短波通訊時，它的地波易被地物吸收因而傳播不遠，而天波又因電離層的反射傳播較遠，所以中間超越的一段地區內，收音機就收不到電波。這種現象叫越距現象。又由於冬季、夏季、白天和夜間的電離層高低常有變化，因而使電波的反射距離也就有遠、有近，在收音機內聽到的聲音就會時大時小甚至根本就聽不到，這種現象叫衰落現象。

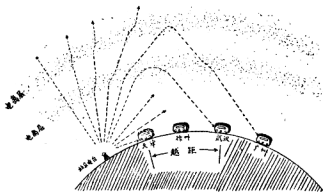


圖156 越距和衰落現象

三、各種波段的特性

長波 天波易被電離層吸收，而地面波却不易被地物吸收，所以長波多用地面波傳播，電波強弱比短波平穩，中波和中短波與長波的情況大致相同。

短波 地面波易被地物吸收，因而傳播不遠，天波易被電離層反射，傳播距離可以很遠，所以短波的傳播主要靠天波，但由於短波全部是利用電離層的反射，因此有越距和衰落的現象。

超短波 地波易被地物吸收，天波又能透過電離層，所以它都是利用空間波來傳播的。常用於中間無障礙物近距離的直線通訊，裝置輕便，適於軍用，如步話機。又由於它的波長極短，便於用特種天線集中向一個方向發射，所以適用於定向通訊。

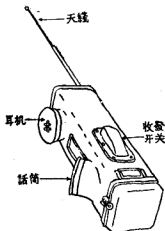


圖157 步話機

簡短的結論

- 一、電波的傳播有地面波、天波和空間波三種方式。
- 二、最長波和長波主要是靠地面波傳播，電波的傳播非常穩定。

三、中波和中短波與長波傳播情況大致相同。

四、短波主要靠天波傳播，傳播距離可以很遠，但有衰落和越距現象。

五、超短波主要靠空間波傳播，適合短距離軍用通訊和定向通訊。

複 習 題

1. 天波、地面波、空間波，它們是怎樣傳播的？
2. 試述短波和超短波通訊的一般特點。

第五節 雷 達

雷達是利用無線電來進行測量的儀器，又名無線電定向探測器，它能很迅速地求出目標的方位和距離，並確定它的位置，它不受天候、氣象及晝夜的限制，而且能測的距離很遠，精度良好，是現代最有效的測量工具，在軍事上是保衛我們海防和空防的有力武器(158)。

一、雷達的基本原

理 雷達的原理說起來非常簡單，和回聲測距的原理很相似。我們對遠處高大的建築物或山峯大喊一聲，在很短的時間內就會聽到回聲，

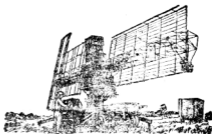


圖158 雷達外形

這是由於聲波碰到遠方物體反射回來的緣故。根據聲波傳播的速度和來回經過的時間即可求出遠處物體的距離，雷達也是這樣，不過它用

的不是聲波而是電波罷了。

雷達是利用天線向一定方向發出電波，如圖 159 所示。電波遇到目標物就有一部分反射回來，反射回來的電波又被接收，根據電波進行的速度及來回的時間，即可求出目標的距離，此時天線所對的方向就是目標的方向，有了方向和距離，目標的位置就完全可以確定了。



圖 159 雷達原理

二、雷達的構造 它主要由以下幾部分構成：

1. 發射機 普通的無線電發射機大致相同，是專門用來發射超短波的。

2. 天線 天線是雷達重要的構成部分，它可以把電波集中起來，向一定方向發射。天線種類很多，有的像探照燈，有的像金屬棒，如圖 160。

這樣的天線不但發射時有定向性，在接收時也有定向性，天線正對電波時，收到的訊號最強，這樣可以根據收到回波時天

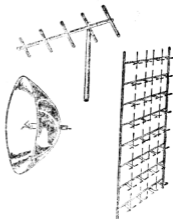


圖 160 雷達的定向天線

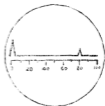
線的位置，決定目標的方向。天線都是裝在可以自由轉動的架子上，

能够不停的轉動，搜索各方向的目標。電波的收發都是用的同一个天綫，因此它在發射時就不能同時接收，它必須先發再收，收到以后又發，不斷地交替工作。雷達上都裝有自動開關，自動控制收發電路而不混亂。

3. 接收机 接收机的構造原理和一般無線電接收机大致相同，它可以把該受到的回波進行檢波、放大，通到指示器中以顯示出信號。

4. 指示器 是由一个可以發射快速電子的管子 and 塗有螢光物質的螢光屏構成的，天綫發出電波和收到回波時在螢光屏上都有信號顯示，根據兩次信號相隔的時間和電波速度，即可算出目標的距離，事實上這些數字不用臨時算，螢光屏上早已刻好了。

螢光屏不但能直接顯示目標和距離，還可顯示目標的方位，也有的能顯示出目標區域的圓形。



三、雷達的工作过程 在雷達的發射机中

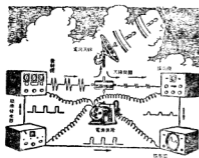


圖162 雷達工作过程

能產 圖161 指示器

生一種高周率的振盪電流，
通到天綫，變成電波，向一
定方向發射出去，電波遇到
障礙物即反射回來，被天綫
接收進入接收機內，經檢波
和放大后，通到指示器中在
螢光屏上即可顯示出目標的

方位和距離。

四、雷達在軍事上的應用：

1. 探測目標的方位和距離，擔任長距離的對空警戒。能發現數百公里外的敵機，使能事先作好準備，以免城市遭受空襲，如圖163。

2. 飛機上用雷達測量飛行高度 飛機上的雷達可以隨時向地面發出電波，測知距離地面的高度而不受雲霧晝夜的限制。

3. 指揮大砲射擊 將

雷達與砲隊聯繫起來，雷達跟蹤目標的不斷測量，把測得目標的方位距離隨時傳達到指揮儀上，火砲受天線轉動指揮儀的控制即能自動瞄準目標進

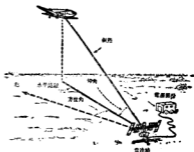


圖163 雷達探測目標的方位和距離

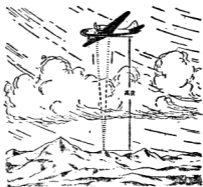


圖164 飛機用雷達測高度

行射擊。雷達還能觀測彈着點，精確的校正射彈，並且不受黑夜雲霧的限制，保證火炮準確地進行射擊。



圖165 用雷達指揮大炮射擊

4. 導彈的近遠控制機構普遍都是採用雷達。

雷達除了在軍事上有重要用途外，在和平建設事業上用途也極其廣泛。在黑暗和濃霧中它能幫助船舶及時發現暗礁和冰山，引導飛機飛行和着陸；保證航海和航空的安全。它還能幫助我們預告天氣，觀察星象發現宇宙的祕密。

簡短的結論

一、雷達又叫無線電定向探測器，它是一種自發自收的無線電機。探測時，先由發射機定向發出超短波，如發出的電波遇到目標，便被反射回來，再經接收機接收。由發出電波到收到回波所經歷的時間，即可測知目標的距離，從天線所指的方向即可得知目標的方位。雷達上都有指示器，可把距離直接指示出來，不必臨時計算。

二、在軍事上用雷達探測目標的方位和距離，擔任長距離的對空警戒。飛機上用它測量飛行高度，同時它還能指揮火炮射擊，控制

導彈飛行。

複 習 題

1. 雷達的基本原理如何？
2. 雷達在軍事上有那些主要用途？

第六節 真空管

在無線電機的工作過程中，有許多任務是需要真空管來完成的。沒有真空管，無線電就只能作短距離的通訊，自從有了真空管以後，無線電才有今天的發展。真空管又名電子管，因為它的內部沒有空氣，其中的電流有一段不是從導體上流過，而是從真空中流過的，所以叫真空管。

真空管的種類很多，如以裏面的極數來分：有二極真空管、三極

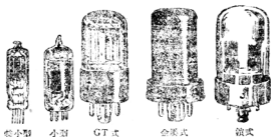


圖166 各種真空管的外形

真空管和多極真空管。下面敘述一下幾種普通真空管的簡單構造和原理。

一、二極真空管 它的主要構成部分是一個燈絲叫絲極和一個套在燈絲周圍並與燈絲有一定間隔的金屬筒叫屏極，如圖167。燈絲

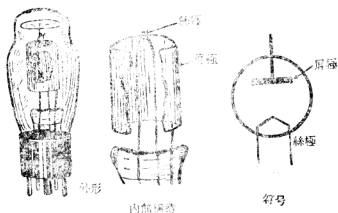


圖167 二極真空管的構造

上有電流通過時，燈絲便因受熱而發出電子，這時若使屏極與電源正極相接，因絲極發出的電子，本身帶陰電，所以就會被屏極的正電吸

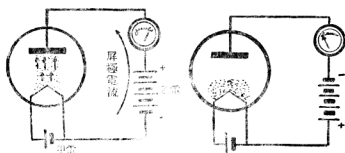


圖168 二極管的作用

引，使屏極有電子流動而形成屏流，如圖168。若屏極電源接負極，就與絲極放出的電子互相排斥，屏極上就沒有電流通過，因而也就沒有屏流。總之屏極接正電時就有屏流，接負電時就沒有屏流。接絲極的電源叫甲電（又稱A電），接屏極的電源叫乙電（又稱B電）。如

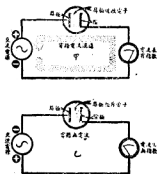


圖169 二極管整流

果把兩極管接在交流電源上，我們知道交流電的正負兩極是不停地交替變化着的，當屏極為正電時吸引電子，就有屏電流通過；屏極為負電時就沒有電流通過。這樣就把交流電改變為只向一個方向流動的電流了，這種作用叫做整流，所以兩極真空管在無線電中的一個重要用途，就是整

流，即變交流電為直流電。若把二極管與諧振電路聯結起來它可以把隨聲音變化的振盪電流，變成單方向流動的聲音電流。這種作用叫做檢波。所以兩極管在收音機中的另一個作用就是檢波。

二、三極真空管 在兩極真空管的絲極和屏極中間，再加上一個用金屬絲繞成螺旋形或柵欄形的電極就叫三極真空管，由於這個極似柵欄所以叫柵極，如圖170。柵極與絲極屏極，是互相隔離的。三極真空管中絲極和屏極的作用與二極真空管相同，絲極能發射電子，屏極能吸引電子。如果柵極接在電源正極上，柵極帶陽電，就幫助屏極吸引電子，使屏極電流增大；將柵極接電源負極，柵極帶陰電，就排斥

電子，使屏極電流減小。若柵極上負電壓增大到一定程度，可以使屏極電流中斷。

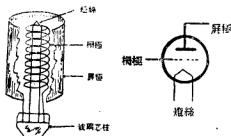
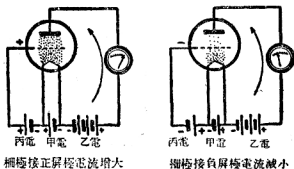


圖170 三極真空管的構造

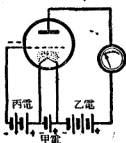
柵極能控制屏流的大小，所以柵極又名控制柵，很像自來水龍頭的開關。三極真空管的柵極，因距離絲極很近，把變化較小的電壓加在柵極上，在屏極電

路中就會得到變化較大的電流和電壓，這種作用叫放大。在發射機中，可利用它把聲音電流或振盪電流放大數次后，從天線向外發射很強的電波；在接收機中可利用它將所得到的聲音電流放大后送入喇叭，使其發出宏量的聲音。聽報告所用的擴音器，就是將送話器產生的聲音電流利用真空管放大數次后，通入喇叭而發聲的。所以真空管放大器在無線電機中是不可缺少的。除以上所述的二極、三極真空管外，



柵極接正屏極電流增大

柵極接負屏極電流減小



柵極負電壓加到一定程度時屏電流無

圖171 三極管的作用

通常還採用四極、五極或多極真空管，它們的作用也不外以上幾種；不過把極的數目增多後可以使放大倍數增高，整流、檢波的性能更加良好，發出的聲音更加宏量清楚。

簡短的結論

一、真空管又名電子管，以它的極數來分有二極真空管、三極真空管和多

極真空管等。

二、二極真空管的主要構成部分有絲極和屏極，它在無線電機中能起整流和檢波的作用。

三、三極真空管的主要構成部分有絲極、屏極和柵極。它在無線電機中能起放大等作用。

複 習 題

1. 試述二極真空管的整流和檢波作用。
2. 試述三極真空管的放大作用。

第七節 無線電傳真和電視

我們要想將一些照片或圖表文件在幾分鐘內，按原樣傳送到幾百幾千里外，或坐在家裡，想同時看到另一地方的球賽或舞台上的表演，

運用無線電傳真和電視就可以解決這個問題。那麼無線電究竟是怎樣完成這一奇妙的工作呢？現分別簡述如下：

一、光電管的構造和原理 無線電傳真的主要儀器就是光電管。

光電管就是利用光能生電的原理而制成的一種儀器。

光電管是一個抽去空氣的玻璃泡，它內部塗上一層鹼金屬（鈉、鉀、鋇等），這個金屬層通過伸出泡外的導體跟電源負極相接。在泡中

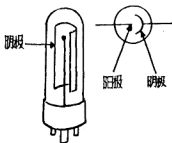


圖172 (1) 光電管的構造

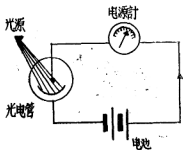


圖172 (2) 光電管的作用

央有一個不大的金屬環與電源陽極相接，如圖172 (1)。當光線射到陰極上時，陰極上便有電子發射出來飛向陽極，這時整個電路中就有電流通過。照射的光線愈強產生的電流愈強，光線愈弱產生的電流愈弱，如圖172 (2)。這種電是由於光線的照射而產生的，所以叫光電流。光線使物質向外蒸發電子的現象，叫光電效應。

二、無線電傳真的原理 將所要傳送的像片或圖表捲在圓筒上，光束射到像片上，它的反光投到光電管上，並使圓筒滾動，由於像片的顏色黑白深淺不同，所以反光也有強有弱，使光電管的電流大小隨着

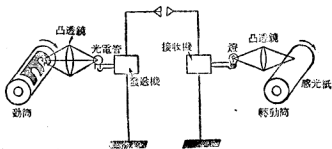


圖173 無線電傳真

反光強弱而產生同樣的變化，這種變化的電流經過放大后，就可以把等幅振盪電流調幅，變成隨光的強弱而變化的調幅振盪電流，再經過發射機而發出電波。在收訊方面用接收機接受電波，使接收機的燈光發生相同的明暗變化，這種明暗變化的光，照射到捲在滾動圓筒的感光紙上，使感光紙發生程度不同的感光變化，然後將感光紙用一般洗像的方法經過顯像、定像的手續，就得到了和原來圖樣完全一致的照片。無線電傳真是傳送照片最快的方法，現在的重要新聞照片都是用無線電傳真表播送的。

三、電視 現代的無線電技術不僅能傳送固定不動的圖片，就是活動的物體如人的演說、歌唱、舞台表演等場面也都可以用無線電發送到遠方去，像這種利用無線電波來傳送活動景像的裝置就叫電視。

電視機所使用的機器，比無線電傳真所使用的機器要複雜些，但是它的基本原理是一樣的。電視的發射機中有一個電視攝影管能够在 $\frac{1}{20}$ 秒內傳出一幅全部圖像。在電視機的接收機內有一個電視顯像管，

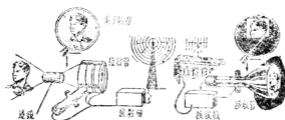


圖174 電視的傳影過程

能够把發射机發出的一幅一幅的圖像不停地顯示在螢光屏上，這樣就能使人像看電影似地看到另一地方活動的影像了。

簡短的結論

一、無線電傳真的主要儀器是光電管。光電管就是利用光來產生電能的一種裝置。這種由光的作用，從金屬上拋射出電子的現象叫光電效應。

二、用電波來傳送照片、圖畫、文件等物叫做無線電傳真，無線電傳真在發送一方有強光源、圓筒筒及光電管等裝置，根據圖片的明暗轉變為強弱變化的光電流，再經發射機轉變為隨光線變化的電波。在接收一方將電波接收後變為強弱變化的光綫，使感光紙逐漸感光，然後經顯影、定影等手續，即可得到圖片。

三、用電波傳送活動的景像叫電視。電視在發送一方是用電視攝影管，將景物的像變為影像訊號；在接收機一方是用電視顯像管把影像訊號變為影像。

複 習 題

1. 什么叫光電效應？
2. 試述無線電傳真的基本原理。
3. 電視和傳真有何區別？

第八節 無線電操縱和導彈

一、無線電操縱

現代的無線電技術不但可以進行各式各樣的通訊、定向和探測，而且還可用來操縱遠距離的機件，這種裝置叫做無線電操縱。如汽車和坦克的行駛，以及飛機和船艇的航行等，都可利用無線電操縱，使它們按着規定的路線運動。第二次世界大戰以後，各種類型的無線電操縱的火箭，也被廣泛地採用了。

那末用無線電怎樣會使機件發生動作呢？我們知道在發射機一邊

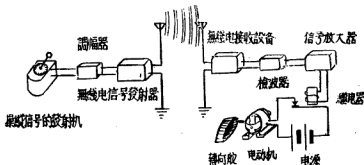


圖175 無線電操縱示意圖

有電波發出時，在接收機一邊就有電波被接收，若接收下的電波，經檢波和放大后，不進入喇叭而進入一繼電器里，繼電器即可吸引鐵片，使鐵片動作，將電動機的電路接通，於是電動機便帶動轉向舵轉動，使運動的物體改變方向(如圖175)。

如果飛機的操縱室里沒有駕駛員而用一系列的無線電接收機和飛機上一系列的操縱器相連，並使各接收機只能接收一定的周率的電波，則在遠處用發射機發出不同周率的電波時，可以使相應的接收機發生動作，從而可使和該接收機相連系的操縱器發生動作，這樣便可用無線電來操縱飛機的飛行，變更速度和方向以及投彈等，代替了駕駛員的一切工作。

以上所述只是說明無線電操縱的基本原理，當然在實際應用中還要複雜得多。

二、導彈

導彈是無人駕駛、具有導向裝置的一種裝有普通炸藥或核子炸藥的“飛彈”，它是防禦現代帶有原子武器的噴氣式飛機、轟炸飛機和導彈的一種最有效的武器，它的外形，有的像飛機，有的像卡秋沙火箭彈。發射出的導彈，可以在遠處操縱它們，使它們命中目標，有的還可以自動地瞄準目標。

圖176所示，是一種具有指揮導向系統的導彈發射情形，它共有兩部地面雷達，一部用來連續地自動跟蹤目標，另一部用來自動地跟蹤導彈，並連續地將目標和導彈的距離、方位和高度等數據，自動傳到計算機，計算機算出目標和導彈恰好相遇的位置后，並借發射機發出

訊號，這種訊號被導彈上的控制設備收到后，就自動地控制導彈按計

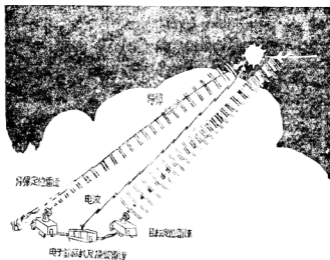


圖176 指揮導向系統簡圖

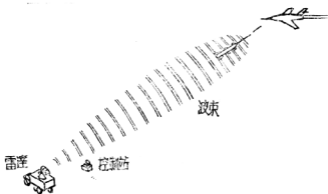


圖177 波束導向系統簡圖

算出的數據準確地命中目標。

圖177所示是一種具有波束導向系統的導彈發射情形。地面跟蹤雷達發現目標時，用發出的波束自動地跟蹤目標，導彈就沿着這個跟蹤的波束飛向目標，導彈上還裝有控制設備能夠使導彈始終保持在波束內。

圖178所示，是一種能自動導向的導彈，它能自動尋找目標，它的控制設備全部裝在導彈上，當導彈發射後，導彈上的雷達便開始工作，發

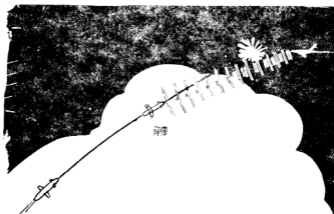


圖178 自動導向

出電波，電波被目標反射回來時，就可控制着導彈上的控制設備自動地奔向目標。此外還有兩種：一種是靠目標發出的電磁波被導彈控制設備接收後，控制導彈自動飛向目標。如圖179。另一種是利用地面雷達發射的波束照射目標並反射回來的電波引導導彈飛向目標。如圖180。

目前各國的導彈，大都採用混合導向系統，例如在發射時，先用

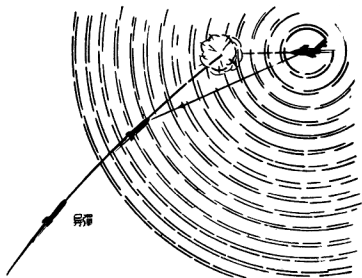


圖179 他動式導向系統

指揮導向把它導向目標附近，在導彈接近目標時，再使用自動導向系統可發揮導彈更大的威力，更準確地命中目標。

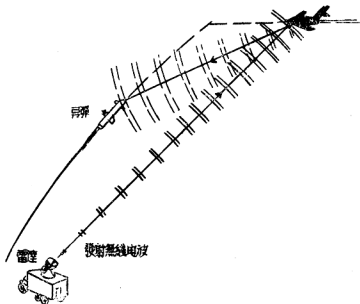


圖180 半自動式導向系統

簡短的結論

一、用無線電裝置來操縱遠距離的機件，使之發生動作，叫做無線電操縱。無線電操縱和無線電通訊的不同處，是把接收下來的訊號通入繼電器，使繼電器控制電路的啓閉从而使有關的機件發生動作。

二、具有導向系統的裝有普通炸藥或核子炸藥的無人駕駛的“飛彈”叫做導彈。不同的導彈，具有不同的導向系統，目前應用最多的是指揮導向、波束導向、自動導向和混合導向等。

複 習 題

1. 什麼叫做無線電操縱？無線電操縱和無線電通訊有什麼不同？
2. 什麼叫做導彈？導彈的導向系統有那幾種？

第九節 半導體

一、什麼是半導體

我們前面講過，容易傳電的物體叫導體，如銀、銅等。不容易傳電的物體，叫絕緣體，如橡皮、玻璃等。另外還有一種物質，它們的電阻比導體大，但比絕緣體小，能夠導電，但導電性不好。因此就把這一些物質叫半導體，如矽、鎢等。具體來說，若把各種物質都做成一公尺長橫截面為一平方公厘的形狀，在 0°C 時來比較它們的電阻，若電阻在一歐姆以下叫導體；在 10^{14} 歐姆以上叫絕緣體；在 $1-10^{14}$ 歐姆之間就叫半導體。過去人們認為半導體既不能用作導電材料，又不能用作絕緣材料，在電學上沒有多大用處。但經過近几年來的研究，發現半導體有很多重要用途，如在遠距離操縱、自動化、動力工程上，特別是在無線電上有着廣泛的應用。它可代替真空管，制成體積很小的收音機，僅有筆記本那樣大，不論你是到那里，只要你高興，就可以任意收聽北京廣播或莫斯科的音樂。

二、半導體的特性

半導體所以有這樣廣泛的用途，不僅因為它的導電能力介於導體與非導體之間，更重要的是它的導電能力與光和熱有着極密切的關

系。當半導體溫度增高或受光綫照射較強時，它的導電能力就顯著地增加；反之溫度降低或光的照射較弱時，半導體的導電能力就顯著地減小，而導體與非導體就沒有這種特性。

半導體和其他物質相比為什麼會有這些特性呢？這是由於各種物體原子構造不同而引起的。前面學過，任何物體的原子都是由原子核和圍繞原子核旋轉的電子構成的，在絕緣體中，電子與原子核結合得非常牢固；而導體中的電子與原子核結合得很不牢固，甚至外層的電子能離開原子而自由地在導體內跑來跑去，形成自由電子，在導體兩端加上電壓則導體中自由電子就向一定方向移動形成電流。絕緣體中沒有自由電子，或者有很少的自由電子，因而接上電壓就沒有電流，所以它不能導電。而半導體中電子與原子核的結合既不像導體那麼松散，也不像絕緣體那樣牢固，因而它的導電能力也就介於導體與非導體之間。

半導體在通常情況下自由電子很少，當它受到一定的光和熱時，其中原子振動劇烈，自由電子增多，電阻減小，因而導電能力也就要加強。當受到光和熱較少時，原子振動緩慢，自由電子增加很少，所以導電能力也小。導體中本來就有自由電子，因而光和熱對它的影響不大；絕緣體因其電子與原子核結合得太牢固，不管原子怎樣振動，電子也很難被釋放出來，所以光和熱對它影響也不大。由於半導體有上述特性，所以它在工業上和人們生活中都可以有廣泛的應用。

三、半導體的應用

1. 光電池 有些半導體如矽和硫化銀等，可用來制作光電池，例

如在矽的兩面各塗一層金屬，並使受光的一面能夠通過光綫。當光線照射時，兩金屬薄層之間便有電壓產生，用導綫連成通路即有電流，如圖181所示。所以利用半導體制成的光電池可使太陽能直接轉變為電能。現在用硫化銀制作的光電池鋪蓋屋頂，即可供給家庭的各種用電。

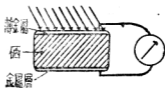


圖181 光電池

現在有這樣一種半導體，在太陽光照射下，每一平方公尺大小就能發出50—100瓩的電力，能點亮50支光的電燈。

如果在一平方公里的面積上，覆蓋着半導體陽光電池，則可得到功率為10萬千瓦的電力，這面積比同樣電功率的火力發電站使用的面

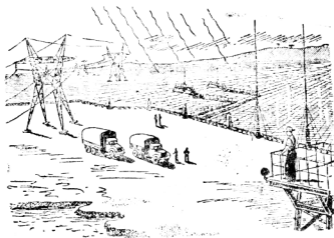


圖182 未來巨大的光電站能供給地球南方地區的工業用電

積還小一些。

用半導體修建的陽光發電站，可以把它鋪設在沙漠上，這樣便可使沙漠變成動力的源泉如圖182 所示。

陽光電池構造簡單，使用和接裝都很方便，相當於古比雪夫發電量的一座光電站，用几台拖拉機就可把它運走。

2. 溫差電池 如果用兩種導電性不同的半導體，將一端連在一起，它端用導線和電流計相接（如圖183），若在連接處加熱，則電表上指針即發生擺動，這證明有電流產生，這種現象叫熱電現象，這種裝置叫做溫差電池。如將許多溫差電池串連如圖184 所示，即可得到相當高的電壓，目前用鎳

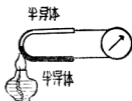


圖183 溫差電池

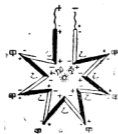


圖184 溫差電池的串聯

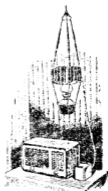


圖185 溫差電池的應用

制成的溫差電池可裝在煤油燈罩上（如圖185）。使油燈的熱能轉變

為電能，足夠一架收音機使用。

應用溫差電池可以很好地利用工廠中煙囪、鍋爐等的廢熱。

半導體制成的溫差電池，當它一頭加熱一頭冷卻時，可把熱能變為電能；反過來，如果把直流電通入溫差電池上，它的兩頭就會變成一冷一熱，如圖186所示，兩頭溫度相差可達 60°C ，而且較冷的一頭可比室溫低 40°C ，蘇聯最近創造的一種電冰箱，就是利用這個原理制成的。它的構造簡單，

堅固耐用，耗電極少，露在冰箱外面的熱端，還可以烘乾東西，把這種裝置與暖氣結合起來，不用燒鍋爐，一年四季可自動調節室內溫度，使室內冬暖夏涼四季如春。

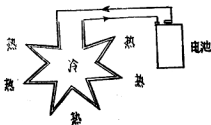


圖 186 直流電通入溫差電池兩端變為一冷一熱

3. 用半導體控制電路開關

半導體受光的照射或溫度升高時，電阻就要減小，因此把半導體接在裝繼電器的電路內（如圖187），當半導體受光的照射或溫度升高時，電阻減小，電流增大，繼電器便發生動作將電動機電路接通，機器就被開動，若光線被

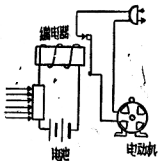


圖187 光敏電阻控制原理

阻斷或溫度降低時，電路就自動切斷，機器就停止開動，這種裝置已廣泛地用於自動化的控制中。

4. 整流器或檢波器 用兩種不同的半導體組合在一起，當接上交流電時，則電流只能從一種半導體流向另一半導體，不能反方向流動，故可用這種裝置來把交流電變成直流電，稱為半導體整流器。半導體整流器可代替二極真空管(圖188)。電表里常用的氧化銅整流器，就是一種半導體整流器。

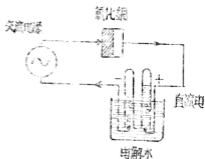


圖188 半導體整流器

無絲電的檢波器是

把高周率振盪電流變成單方向電流的裝置。檢波的過程和整流的過程有些相似，所以也可利用半導體代替二極真空管檢波。平常鑽石收音機內用來檢波的鑽石，就是一種半導體。

5. 放大器 半導體不但可以用作整流器和檢波器，還可以作成放大器和振盪器，來代替無線電上的真空管。用矽制成的放大器只有一粒黃

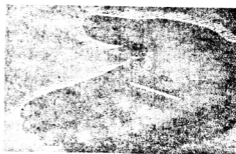


圖189 (1) 電子管與火柴梗的比較

豆那麼大，如圖 189 所示。用鐳放大器製成的收音機比普通收音機用的電要小幾百倍，如圖 189 (2)。



圖 189 (2) 半導體收音機與火柴盒大小的比較

總之半導體有着極其廣泛的應用，無論在動力工程中，在無綫電工程中，都可應用，並且用半導體製成的各種裝置，堅固耐用，小巧輕便，有很多突出的優點，所以科學家們正在進一步地研究半導體各種性能及用途，使半導體更好地應用到各個生產部門中去。

簡短的結論

- 一、導電能力介乎導體與絕緣體之間的物體叫半導體。
- 二、半導體的導電能力與光和熱有着密切的關係；當它的溫度增高或受光的照射較強時，其導電能力就顯著增加。
- 三、利用半導體可製成：光電池、溫差電池和代替真空管作為無綫電中的整流器、檢波器和放大器。

複 習 題

1. 什么叫半導體？半導體有何特性？
2. 半導體有什麼重要用途？

第五章 光 学

第一節 光的性質

一、光和光速 本身發光的物體叫光源。太陽是天然的光源，其他如電燈、蠟燭、油燈等也是光源，叫人造光源。

光源所發出來的光是直綫行進的，所以又叫光綫。由於光綫直綫行進的緣故，所以探照燈照射在空中是一條直的光路。

光在不同的物質中進行有着不同的速度，如在真空中或空氣中每秒鐘所走的距離和無線電波的速度一樣，是三十萬公里。



圖190 光的直進

在水中是每秒約二十二萬五千公里；在玻璃中是每秒約二十萬公里。凡物質傳播光的速度大的叫光疏媒質；傳播速度小的叫光密媒質，空氣是光疏媒質，水和玻璃是光密媒質。水和玻璃比較，水就是光疏媒質，玻璃是光密媒質。

二、光的反射和折射 桌面上平放一面鏡子，斜對着太陽光或手電筒光，可以把光線反射到天花板上或牆上，這種現象叫做光的反射。探照燈就是利用一個特別設計的凹形反射鏡做成的。

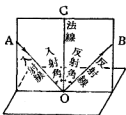


圖191 光的反射現象

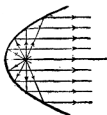


圖192 探照燈的反光鏡

光線由一種物質斜射入另一種物質時在交界面上要發生彎折，這種現象叫光的折射現象。造成這種現象的原因，是由於光在各種不同物質中傳播的速度不一樣，譬如光線由空氣中進入水中或由水中進入空氣中都有折射現象的發生，如圖193 所示。

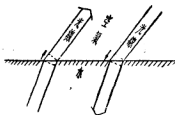


圖193 光的折射現象

三、光的全反射 在一般情況下光的折射和反射是同時存在的，

光線射到兩種物質的分界面時，一部分光線進入另一物質發生折射；一部分光線反射回來。當光線由光密媒質進入光疏媒質時，如果全部被反射，這種現象叫全反射。

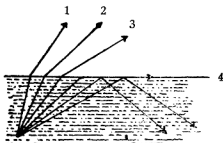


圖194 光的全反射現象

直角稜鏡對光線也能全反射，由實驗證明，若光線從直角的一邊射入，就能使光線的方向改變 90° 。

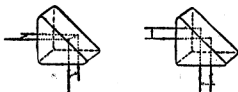


圖195 直角稜鏡能使光線的方向改變 90°

若光線由斜邊垂直射入，則經過兩次全反射，能使光線的方向改變 180° ，並使光線上下顛倒或左右對調。

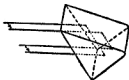


圖196 直角稜鏡能使光線的方向改變 180°

利用稜鏡對光線的全反射，可以控制光線進行的方向，所以在光學儀器中非常重要。

簡短的結論

一、本身發光的物質叫光源。

二、光線射到物體上能够被反射這種現象叫做光的反射，光線由一種物質斜射入另一種物質時，在交界面上要發生彎折，這種現象叫光的折射現象。

三、光線由光密物質進入光疏物質時，如果全部被反射這種現象叫全反射。利用直角稜鏡一次全反射能改變光線方向 90° 。兩次全反射能改變光線方向 180° ，它并能使光線上下顛倒左右對調。

複 習 題

1. 什么叫光源？月亮不是發光體為什麼能看見它？
2. 什么叫光的反射、折射和全反射？
3. 直角三稜鏡在光學上有什麼用途？

第二節 望遠鏡和潛望鏡

一、透鏡和透鏡成像 我們常用的放大鏡和眼鏡，都用玻璃制成，它能使光線透過，這類鏡子都叫透鏡。透鏡有凹凸兩種，中間厚、邊緣薄的叫凸透鏡；中間薄、邊緣厚的叫凹透鏡。



圖197 透 鏡

凸透鏡在光學儀器中應用很多，爲了研究方便，特定出以下幾個名稱，如圖198所示。

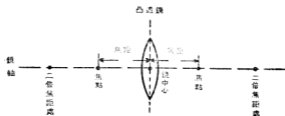


圖198 凸透鏡的幾個名稱

物體所發出的光線，經凸透鏡后能成像，如將凸透鏡放在燭火和紙屏中間，調整它們之間的距離，在紙屏上即可映出一清楚的像。

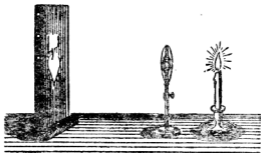


圖199 透 鏡 成 像

再調整紙屏、透鏡和燭火之間的距離，並可得到凸透鏡成像的三條規律：

1. 物在二倍焦距之外，像成在鏡后二倍焦距與焦點之間，為一縮小的倒像。



圖200 物在二倍焦距外

2. 物在二倍焦距與焦點之間，像成在二倍焦距之外為一放大的倒像。



圖201 物在二倍焦距與焦點之間

3. 物在焦點以內，鏡后不成像，但從鏡后看去，可以看到一個放大的，正立的虛像。



圖202 物在焦點以內

這三條規律是一切光學儀器構成的主要原理，如照像機就是利用

第一條規律；幻燈、電影是利用第二條規律；簡單的放大鏡是利用第三條規律。

二、望遠鏡 我們常用的稜鏡式雙筒望遠鏡，它的構造如圖 203 所示，每一個鏡筒除了物鏡、目鏡是兩個凸透鏡以外，中間還裝有兩個直角稜鏡，一個平放，一個豎放。



圖203 望遠鏡的構造

望遠鏡的原理是：遠處景物的反射光線，經過物鏡后，在還未成像之前，先經過兩塊稜鏡四次全反射的作用，使光線上下顛倒，左右對調，然后在目鏡焦點之內成一縮小的、正立的實像，再經過目鏡放大，便可看到遠處景物的正立虛像。

稜鏡式雙筒望遠鏡，鏡筒短，攜帶方便，軍事上都採用這種望遠鏡。我們常見鏡筒上標有“ 8×30 ”等字樣，前面的數字是表示該望遠鏡的放大倍數，后面的數字表示物鏡直徑，單位為公厘。物鏡的直徑愈大，進入的光線愈多，所得像愈明亮。

三、潛望鏡和剪形鏡 最簡單的潛望鏡是在鏡筒上下兩端，各裝一塊平面鏡，使兩塊平面鏡的鏡面互相平行，都和水平面成 45° 的角度，光線由上端進入，經反射向下折，再經下端的平面鏡反射折向人眼，所以能夠潛望。



圖204 潛望鏡原理

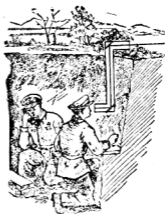


圖205 最簡單的潛望鏡

剪形鏡是由兩只能够望遠的潛望鏡裝成的，形狀如剪刀，兩鏡筒可以張開和合攏，能利用地形地物觀測射彈或搜索敵情，為砲兵不可缺少的觀測器材。所以剪形鏡又叫砲隊鏡。



圖206 筒形鏡原理

簡短的結論

- 一、透鏡有凸透鏡和凹透鏡兩種：中間厚、邊緣薄的叫凸透鏡；中間薄、邊緣厚的叫凹透鏡。
- 二、物體所發出的光線經過凸透鏡后能成像，凸透鏡成像有三條規律：
 1. 物在二倍焦距之外，像成在鏡后二倍焦距與焦點之間，為一縮

小的倒像。

2. 物在二倍焦距與焦點之間，像成在二倍焦距之外，為一放大的倒像。

3. 物在焦點以內，鏡后不成像，但从鏡后看去，可以看到一个放大的、正立的虛像。

三、稜鏡式雙筒望遠的原理是：遠處景物的反射光綫，經過物鏡后在還未成像之前，先經兩塊稜鏡四次全反射的作用，使光綫上下顛倒，左右對調，然后在目鏡焦點之內成一縮小的、正立的實像，再經過目鏡放大，便可看到遠處景物的正立虛像。

複 習 題

1. 什么叫凸透鏡？凸透鏡成像有那些主要規律？
2. 試說明雙筒望遠鏡的構造原理。
3. 潛望鏡的基本原理如何？

第三節 光的色散和紅外線、紫外線

一、光的色散 當白色（如太陽光）經過三稜鏡的折射后，就會變成紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫七種色光，這種現象叫光的色散。為什麼白光經過稜鏡后会分散成各種色光呢？這是由於各種色光在稜鏡中行進的速度不同，折射程度也就不同，其中紅光的速度最大，紫光的速度射最小，其他各色光介於二者之間，因而分散開來成爲色散現象。

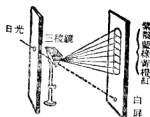


圖207 光的色散現象

二、紅外線 太陽光在色散時，紅光外邊有一種人眼看不見的光綫叫紅外線。

紅外線的熱作用很強，所以紅外線又叫熱射綫。凡能發熱的物體，如電燈、電爐、鍊鋼爐、鍋爐、暖氣設備等甚至我們自己的身體，都有紅外線射出來，所以一切發熱物體都可算是紅外線的光源。在實際應用中，常採用紅外線電燈泡來產生紅外線。

紅外線的穿透能力很強，能穿過雲霧；且能使特別的照相底片感光。

紅外線在工業上，國防上都有廣泛的應用，現在簡單介紹如下：

1. 紅外線烘乾術 紅外線烘乾術在生產上具有重要的意義，例如汽車工業上過去都用熱空氣來烘乾汽車表面的噴漆，這種方法所需的時間很長，而且噴漆表面常有皺紋、氣泡或裂痕。故現在都採用紅外線照射車身，如圖208所示。



圖208 用紅外線烘乾汽車

利用紅外線照射有什么優越性呢？因為紅外線能穿透漆層使漆層內部的溫度同時上升，且當紅外線到達漆層蓋着的金屬板時金屬板的溫度也升高，所以紅外線照射漆層，可使漆層內部及表面同時均勻的受熱，這就能避免表面有皺紋、氣泡或裂痕。

紅外線烘干術還可用來烘干輪船、飛機、大砲的噴漆，烘干棉布棉紗，烘干茶葉和其它須要烘干的工業品及農業品等。

2. 紅外線照像 紅外線照相機和普通照相機大致相同，僅感光底片不同。紅外線照相所用的，是一種特制的底片，只對紅外線作用非常靈敏，在鏡頭上並加上特制濾光器，濾去其他光綫，而只讓紅外線通過，因為紅外線穿透力很強，雲霧不能阻擋，在高空拍攝地面景物，非常清楚，如圖 209 所示，所以在利用飛機偵察敵情時，可以不受霧天的影響。在不能飛到敵人上空時，也可以在較遠的距離上，用它來攝取敵人活動的情形，更重要地是漆和染料對於紅外線的反射，與同樣色彩的天然物對於紅外線的反射大不相同，因此紅外線對識別敵人的軍事偽裝有很大的幫助。

利用紅外線可在夜間照相，我們可以利用敵方飛機或軍艦所發出的紅外線攝影使其不被發覺。



圖209 (1) 紅外線照像的像片

用紅外線照像還可以把被掩蔽、塗改了的東西暴露出來，使我們看到真像，這對我們處理某些密件也有很大的幫助。



圖209(2) 普通照像的像片

3. 紅外線通訊

在戰場上指揮所與指揮所之間通常都利用超短波無線電來通訊，這種通訊容易被敵人收聽，同時敵人也可以利用強力的電台來進行擾亂；在某些情況下利用紅外線通訊，方法也不很複雜，發訊處利用紅外線發生器可向接收處發送紅外線訊號，接收處就



圖210(1) 普通光對一封信照像

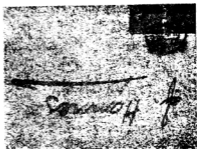


圖210(2) 紅外線檢查秘密信件

把訊號接收下來。若斷續發出訊號就相當於通常的無線電報，如再利用某種特殊設備，使紅外線的強弱隨聲音而變化，這就相當於通常的無線電話。

4. 紅外線換像器 用紅外線照像攝取目標時，一定要經過顯影、定影等照像手續才能把目標的景像顯示出來，紅外線換像器和紅外線照像不同，用它可以直接觀察目標，好像用普通的望遠鏡在可見光下觀察目標一樣。

紅外線換像器的基本原理如圖 211 所示，用紅外線探照燈照射目

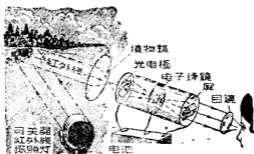


圖211 紅外線換像器基本原理

標，再由目標反射到接物鏡內，經接物鏡折射后，在光電極上成一像，光電極上塗着受紅外線照射時容易發射電子的物質，當目標的像映在光電極時，被照射的地方，就有電子發射出來，使之射在塗有螢光物質的屏上，在屏上即可顯出可見的景像，然后再經目鏡放大，就能清楚地看到遠處的目標。若目標本身能發生紅外線，那么就用不着外線探照燈了。

紅外線換像器的應用很廣，在夜間或霧中可代替望遠鏡偵察目標，裝在汽車上可使汽車夜間開行，裝在槍支和大砲上，可以在夜間瞄準射擊，裝在飛機艦艇上，可以在夜間或雲霧中搜索目標。

利用紅外線的光電效應，還可以用來組成港口的自動警戒站，例如在港口的一端裝有一個紅外線燈，使發出一束紅外線經水面射向對岸上的一光電管，當水面有艦艇通過時，紅外線被遮住，光電管中電流發生變化，使警報器發出信號，如此就能進行警戒工作，防止敵艦艇等的襲擊。

此外紅外線在醫療上也很重要，如醫療瘋濕症、關節炎等都可以利用紅外線。

三、紫外線 太陽光在色散時，在紫光外邊有一種人眼看不見的光線，叫紫外線。

紫外線對細胞有破壞作用，通常利用日光消毒，就是由於紫外線破壞了細菌的細胞的緣故。同時紫外線照射了人膚的表皮，能使表皮的下層產生維生素D，因此，可以預防軟骨症及佝僂症，所以紫外線在生理和治療上有着重要的意義。

有些物質如鉀氯化銀等，在紫外線照射時，能夠發出光來，這種由於射線的照射而發出的光，叫做螢光。我們所用的日光燈，就是利用紫外線照射到螢光物質上能夠發出螢光的原理制成的，所以又叫螢光燈。它是一個內裝水銀蒸氣的玻璃管，內壁上塗有能發螢光的物質，通電後水銀蒸氣所激發的紫外線，引起螢光物質發出可見的螢光。因此這種燈不像普通電燈一樣，是利用電流生熱而發光的。

飛機駕駛員夜間閱讀命令、圖表、照片等物，不需在機艙內設置暗室，可利用紫外燈所發出的紫外綫，射在螢光板上發出微弱的光輝，以供閱讀之用而不為近處飛機所發覺。

簡短的結論

一、白光經過三稜鏡的折射后，就會變成紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫七種色光，這種現象叫光的色散。

二、紅外綫熱作用特別強，所以又叫熱射綫，它的穿透能力很強，能穿過雲霧。

三、紅外綫的應用很廣，如汽車工業上可用來干燥噴漆，軍事上可用來空中攝影以及用於通訊等。

四、紅外綫換像器簡單的原理：是用紅外綫探照燈照射在黑暗中的物體上，紅外綫被物體反射回來經過光電極的作用而發射電子，再用特殊的裝置就可顯示出物體的像來。

五、紫外綫的殺菌能力很強，並能使某些物質發生螢光，故在醫學上或軍事上有很大的用處。

複 習 題

1. 什么叫光的色散？為什麼會有光的色散現象？
2. 什么叫紅外綫？它有什麼特性？有什麼用途？
3. 什么叫紫外綫？它有什麼特性？有什麼用途？

第六章 原子能

第一節 原子結構

一、原子

在學習化學時，我們已經知道，世界上成千上萬種的物質都是由為數不多的基本成分組成的，這些基本成分叫做元素，如圖 212。現在已確定的元素一共有 101 種，其中有 88 種是存在於自然界的，有 13 種是人工製造出來的。

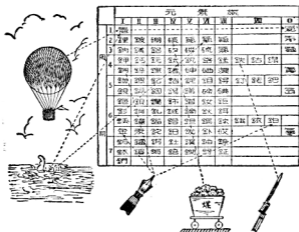


圖212 各種物質都由元素組成

每種元素都是由許許多多性質相同的很小的顆粒組成的，這些顆粒就叫做原子。

原子是非常小的，如把一億個氫原子，一個挨一個地排成一條直綫，也只是一公分長。

原子雖然很小，但它的結構却很複雜，原子中心有一個核，叫做原子核；周圍並有電子以高速度（每秒鐘數百公里）不停地圍繞着它運動着。各種原子核外的電子數目各有不同，如氫原子核外有一個電子，氦有2個，氧有8個，鐵有26個，鎊有92個；直到人造元素鐳的原子核外有101個電子。各個電子各按着一定的軌道在核外運動，和天空中的行星圍繞着太陽運動有些相似，如圖213所示。

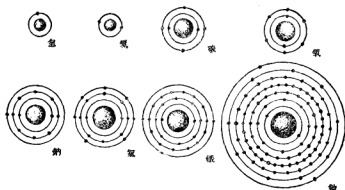


圖213 几种原子的結構

原子核在原子中所佔的體積很小，它的直徑只有原子的直徑的一萬分之一左右，如果我們把整個原子放大到像一個可以容納一千人的大廳那樣大，那末，原子核却只像放在大廳中央的一粒芝蔴。由此可

見，在原子的內部存在着很“大”的空隙。

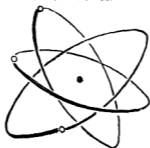


圖214 原子內部有很“大”空隙

二、原子核的組成

我們知道，組成原子核的有兩種顆粒，一種叫質子，一種叫中子。因這兩種顆粒組成了原子核，所以總稱為核子。在電學中學過，原子在一般情況下，是不顯電性的；但是，如果原子受外來的電子或其它高速運動的微粒的碰撞，它的一個或幾個電子離開了原子而跑到其它的原子上面。這樣，原子就顯出帶電現象，失去電子的原子成為帶陽電的原子，叫陽離子；得到電子的原子成為帶陰電的原子，叫陰離子。形成陰陽離子的過程叫電離，如圖215所示。

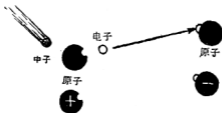


圖215 原子的電離

物質電離后，它的某些物理性質就會發生改變，例如：氣體電離后，就能夠導電。

原子電離后，形成的陽離子，很快就和周圍物質中的自由電子結合，而恢復原來的狀態。

三、原子序數和質量數

不同的元素為什麼有不同的性質呢？這是由於它們的原子組成不同的緣故。

元素的化學性質，主要是由原子核含有的質子的多少來決定的。1869年俄羅斯化學家門捷列夫根據原子重量的大小次序排列成一張表叫門捷列夫元素週期表（見附表）。後來發現元素在週期表中的次序恰好和各元素原子的質子數相等。例如氫原子核中只有一個質子，在表中就列在第一位；氦原子核中有二個質子，就列在第二位；鎂原子核中有12個質子，就列在第12位，以此類推。



圖216 門捷列夫像

門捷列夫元素週期表中，每一種元素各佔有一小格，每一格中左下角的數字，表示這一元素的原子核中含有的質子數目，它同時又表示了每一元素在表中排列的次序，所以叫做元素的原子序數。

原子序數同時又表明了每一元素的原子中含有的電子數目。

在組成原子的三種微粒中，質子和中子的重量略相等；而電子的重量，却只有它們的一千八百四十分之一。由於質子和中子都在原子核內，所以原子的重量有99.95%以上是集中在原子核中。

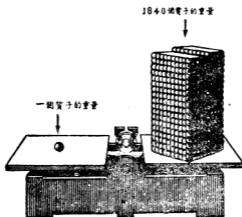


圖217 質子和電子的重量比較

假如不考慮電子的重量以及質子和中子之間重量的差別，我們就可以根據原子核中核子的數目來比較各種元素的原子的輕重。例如：氫原子核中只有1個核子，而氧原子核中有16個核子，那末，氧原子就要比氫原子重16倍。

每一種元素的原子中所含有核子的數目，叫做這元素的原子質量

數。門捷列夫元素週期表的各小格中，元素名稱右上角的數字，就是該元素的原子質量數。

原子質量數一方面說明了各種元素的原子的輕重；另一方面又說明了它們的原子核中質子和中子相加起來的總數。例如：氫原子核中只有一個質子，那末，它的質量數就等於1；氧原子核中有8個質子和8個中子，它的質量數就等於16。

由於原子序數表明了原子核中質子的數目，而質量數又表示質子和中子相加起來的總數，所以從質量數減去原子序數，就是原子核中含有中子的數目。例如：鈹的質量數是9，原子序數是4，根據原子序數，可以知道鈹原子核中有4個質子，再將它的質量數減去原子序數（ $9-4=5$ ），結果得5，就可以知道在它的原子核中有5個中子。因此，任何元素的原子核的組成都可用它們的原子序數和質量數來說明。

Be	9	7
	鈹	10
4		
2 2		

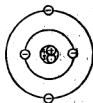


圖218 鈹的原子序數和原子質量數

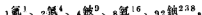
原子序數 = 質子數 = 電子數

質量數 - 原子序數 = 中子數

因為任何原子中所含有的質子數目和電子數目一定相同，所以我們知道了某種原子核內質子的數目，也就很容易知道它的核外電子的數目了。

從上面例子中，顯然該原子含有4個電子。

在物理學中常用下列符號來表示元素的原子核或原子的組成：



其中，元素名稱上方的數字表示這一元素的質量數，而下方的數字表示它的原子序數。在門捷列夫元素週期表中，也用同樣方式表示各種元素的原子質量數和原子序數。所以只要查一查週期表就可以了解每一種元素的原子的組成。例如 ${}_{92}\text{鈾}^{238}$ 有92個質子，92個電子，和146個中子。

四、同位數

科學家在研究原子結構的過程中，又發現一般元素的原子，它們所含的質子或電子的數目彼此相同；而含有中子的數目就不一定相等，因此，它們的化學性質相同而重量不同。凡質子數相同而中子數不同的原子就叫做同位素，如氫有兩種不同的原子，即 ${}_1\text{氫}^1$ 、 ${}_1\text{氫}^2$ 。

一般元素，都是由兩種以上的同位素混合而成的。在門捷列夫元素週期表的每一小格中，除了元素名稱右上角的數字是表示這一元素在自然界中存在的主要同位素之外；在右邊還有一直立小格，其中所列的數字，就是表示這一元素的各種同位素的質量數。例如：氫就有三種同位素，即 ${}_1\text{氫}^1$ 、 ${}_1\text{氫}^2$ 和 ${}_1\text{氫}^3$ ，它們的質量數分別等於1、2和3。 ${}_1\text{氫}^1$ 在自然界的氫元素中佔絕大部分； ${}_1\text{氫}^2$ 或叫做重氫（註），它在氫氣中只佔有0.02%； ${}_1\text{氫}^3$ 或叫做超重氫（註），它在自然界里數量極少，主要是用人工方法製成的（圖219）。

註：重氫也叫氘，超重氫也叫氚。

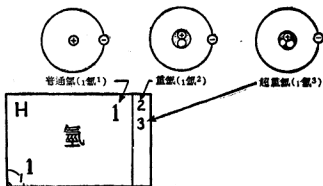


圖219 氫的同位素

在自然界存在的重元素鈾也有幾種同位數，即 ${}_{92}\text{U}^{238}$ 、 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 、 ${}_{92}\text{U}^{234}$ 等。 ${}_{92}\text{U}^{238}$ 在鈾元素中佔99.3%， ${}_{92}\text{U}^{235}$ 佔0.7%，而 ${}_{92}\text{U}^{234}$ 的含量是極少的。此外，鈾還有其他同位素，但是它們在自然界中並不存在而是用人工方法製造出來的。

同一元素的同位素的化學性質彼此是相同的，因此，要分離同位素是一件非常困難的事情。

簡短的結論

一、組成物質的基本成分叫元素，現在已確定的元素有101種。每種元素都是由性質相同的很小顆粒組成的，這些顆粒就叫做原子。

二、原子中心有一個很小的核，叫做原子核；它的周圍有電子圍繞着並以極大的速度不停地運動着，各種原子核外電子數目各不相同。

三、原子核是由帶陽電的質子和不帶電的中子組成，質子和中子總稱為核子。

四、每一種元素的原子，在它原子核中的質子數目，叫元素的原子序數，它表明了每一元素在週期表中排列的次序，每一種元素的原子中所含有核子（質子和中子）的數目叫質量數。

五、凡是質子數相同，而中子數不同的原子就叫同位素。如 ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 和 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 等。

複 習 題

1. 原子的組成怎樣？
2. 根據 ${}^8_8\text{O}$ 、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 說明氧和鈾的原子組成。
3. 什麼叫同位素？舉例說明。

第二節 放射性元素

一、天然放射性元素

1896年法國科學家貝克勒爾，發現鈾的礦石不斷放射出一種特殊射線，這種射線能透過黑紙和其他不透明的物質，並能使照相底片感光，使空氣發生電離。後來波蘭化學家瑪麗亞·居里和她的丈夫皮耶·居里對這些現象進行了長期的研究，進一步明確：上述的特殊射線並不是只有鈾的礦石才會產



圖220 瑪麗亞·居里像

生，任何鎂的化合物都有這樣的特性。1898年他們又發現了兩種比鎂的放射性還要強烈得多的元素——釷和鐳等。

凡能自動地放射出特殊的射綫的元素，叫做天然放射性元素。而含有放射性元素的物質，叫做放射性物質。

1. 放射綫

放射性元素的射綫並不是在原子核中現成存在的，而是由於原子核經歷着不斷地複雜的變化而產生的。在電場中研究放射性元素的射綫有三種：

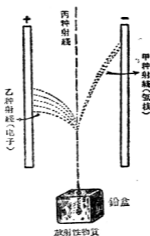


圖221 三種放射綫

甲种放射綫(α 射綫) 這種射綫在電場中所產生的偏折和帶陽電的微粒一樣，偏向於帶陰電的金屬板，這種射綫叫甲种射綫。組成這種射綫的粒子和氦原子核相同，叫甲种粒子，甲种射綫就是氦原子核

流。從同種元素放射出來的甲種粒子速度是相同的，從不同的元素放射出來的甲種粒子，則速度不同，大約在從每秒一萬到兩萬公里之間。

乙種射綫（β射綫）這種射綫在電場中所產生的偏折和帶陰電的粒子一樣，偏向於帶陽電的金屬板，這種射綫叫乙種射綫，組成這種射綫的粒子是電子，叫乙種粒子，乙種射綫就是電子流，它們的速度大小不等，其中大部分所具有的速度都比甲種粒子高，有些還要高到近於光的速度（光速是每秒30萬公里）。

丙種射綫（γ射綫）這種射綫在電場中不產生偏折，它是一種波長極短的電磁波，這種射綫叫丙種射綫，丙種射綫的穿透力極強，約為乙種粒子的50—100倍，為甲種粒子的10000倍。

以上三種射綫，都有穿透物質的本領。乙種射綫的穿透能力較甲種射綫大，丙種射綫的穿透能力更大。在它們穿過物質時，撞擊了物質的原子並使之發生電離，甲種射綫電離本領最大，乙種射綫較小，丙種射綫為最小。多量的放射性射綫對人的健康是有害的。

2. 蛻變

瑪麗亞·居里和許多繼起的科學家，在研究鐳的放射性的時候，發現在鐳的周圍總是要出現兩種元素即氦和錒，這兩種元素原先並不存在於鐳的周圍，也不存在於放射性物質之中，經過仔細的研究，才知道氦和錒都是鐳放射時的產物。這一事實就說明了鐳可以轉變成兩種新元素，這個轉變的過程叫做蛻變。

放射性元素在蛻變時若有甲種粒子射出，就叫做甲種蛻變。例如： ${}_{88}\text{Ra}^{226} \rightarrow {}_{86}\text{Rn}^{222} + {}_2\text{He}^4$ （甲種粒子）

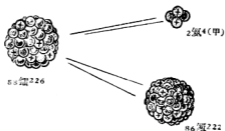
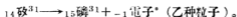


圖222 釷的蛻變

能够發生甲种蛻變的元素並不多，只有原子序數在 83 以上的元素，如釷、錒、鐳等才有這樣的特性。

放射性元素在蛻變時若有乙种粒子射出就叫做乙种蛻變。例如：



這裡需要說明，原子核中只有質子和中子，怎麼會放射出來電子呢？原來質子和中子是可以互相轉變的，當中子轉變成質子時就放出電子。



放射性元素在進行甲种或乙种蛻變時，有可能同時放射丙种射綫。

根据蛻變的種類不同，放射性物質可以分為甲种或乙种放射性物質，若放射性物質同時產生甲种和丙种射綫或乙种和丙种射綫，就叫做甲—丙种或乙—丙种放射性物質。

二、人工放射性元素

某些非放射性元素，受到高速運動的中子或質子等轟擊后，也能轉變為放射性元素，這樣形成的元素，叫做人工放射綫元素。例如，

${}_{27}\text{Co}^{59}$ 並沒有放射現象，當它受到高速運動的中子轟擊后，就吸收了一個中子，轉變為它的同位素 ${}_{27}\text{Co}^{60}$ 。 ${}_{27}\text{Co}^{60}$ 是鈷的一種放射性同位素，叫做放射性鈷。

它的形成如下式所示



放射性鈷是一種乙——丙種放射性物質，它在發生乙種蛻變時，能放射出強烈的丙種射綫。

我們知道，中子是不帶電的，因而原子核對它沒有排斥的作用，所以中子就被廣泛地用來作為轟擊原子核的“砲彈”了，科學家用中子來打擊原子核，已得出了近千種的人工放射性物質。歷史上許多鍊金術家們企圖把水銀變成黃金的幻想，今天也成為現實了。

三、放射性元素的半衰期

所謂放射性元素的半衰期，就是指任何放射性物質（不管多少）蛻變一半時所需要的時間。例如一克鈾要經過45億年才剩半克，這就是說鈾的半衰期是45億年，剩下的半克鈾，又要經過45億年又才變為0.25克，就按照這樣一個規律不斷地變下去。其他如鐳的半衰期為1390年，針為140天等。

放射性元素半衰期的長短決定於原子核結構的穩定程度，不管是加熱、冷卻或燃燒都不能改變它們的半衰期，因此不能用化學方法來消除放射性物質。

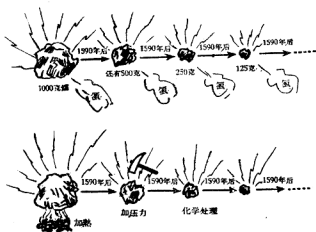


圖223 半衰期不受外界作用的影响

四、放射性物質的偵察

放射性物質有固體、液體或氣體，同時也沒有一定的顏色和形狀，所以判斷是不是放射性物質不能根據它的外表特征，而要从它是否有射線產生來決定，由於放射性射線是看不見的，所以放射性物質需要用專門的儀器來偵察才能發覺。

一般偵察放

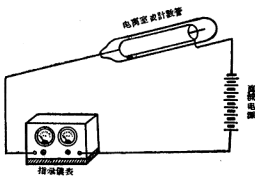


圖224 探測放射性物質的測量機

放射性物質或射綫的儀器是利用射綫的電離作用。它是由電離室、放大器和指示儀器三部分所組成。

當射綫穿過電離室時，電離室內氣體發生電離，這時就有微弱的電流通過，經過放大器就能獲得較強的電流，再由指示儀器（如電流計）等顯示電流的強度，射綫強度愈大，氣體原子電離得就愈多，電流計的指針偏轉的角度也愈大，這樣就可以確定射綫的存在和它的強度了。

另有一種測量儀器，以一種叫做計數管來代替上述儀器中的電離室，它的構造和電離室大致相同，只是它適合於使用較高電壓的電源。因此有射綫通過時，通過它的電流就較強，所以它只要有較簡單的放大儀器就能使指示儀器工作了。計數管測量儀，構造簡單而較輕便，適合於射綫較弱的情況下使用。

簡短的結論

一、凡能自動地放射出特殊射綫的元素叫天然放射性元素。而含有放射性元素的物質叫做放射綫物質。

這些特殊射綫就是：甲種射綫 即氦原子核流；

乙種射綫 即電子流；

丙種射綫 即波長極短的電磁波。

二、放射性物質可以轉變成新的元素，這個轉變的過程叫蛻變，蛻變時如放出甲種粒子叫甲種蛻變，若放出乙種粒子叫乙種蛻變。

三、某些非放射性元素，受到高速運動的中子或質子等轟擊后，

也能轉變為放射性元素，這樣形成的放射性元素叫人工放射性元素，如銻等。

四、放射性物質（不管多少）蛻變一半所需要的時間叫半衰期。

五、根據放射性物質的射綫有電離的作用，可以用儀器測量出放射性物質的存在和強弱。

複 習 題

1. 什麼叫放射性物質？它們能放出些什麼射綫？各有什麼特點？
2. 什麼叫放射性元素的蛻變？蛻變有幾種？
3. 什麼叫放射元素的半衰期？舉例說明。
4. 如何對放射性物質進行偵察？

第三節 原子能

放射性元素在蛻變過程中，射出的三種射綫，都具有一定的能量。由此可知，放射性元素的蛻變，不僅說明了原子核可能發生轉變，而且還告訴我們，原子核發生變化時，有能量釋放出來。

一、原子能

由於原子核發生變化而釋放出來的能量，叫做原子能，更確切地說叫原子核能。

原子核發生變化時放出的能量是巨大的，例如，1克銻蛻變後所放出的全部熱量就可以把29噸冰融化成水。鈾分裂時所放出的能量就更多，1克鈾分裂所放出的熱量相當於2500公斤煤在燃燒時所放出的熱量。

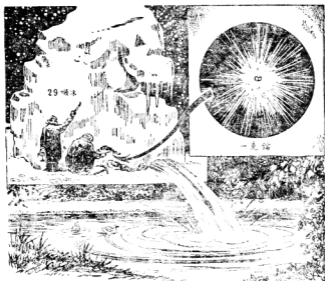


圖225 1克鎊放出的能量可使29噸冰溶化成水

當人們知道了原子核發生變化可以得到巨大的能量時，對於如何釋放和利用原子能的問題，便引起了極大的興趣和注意。

原子核發生變化時，為什麼可以釋放出能量呢？

這是因為在原子核中存在着兩種力，一種是原子核內質子間的排斥力，叫靜電斥力；另一種是核子間互相吸引的力，叫核子力(註)。在通常情況下，核子力要比靜電斥力大得多，所以，核子能夠互相結合在一起而成爲原子核。但是核子力只能在核子間距離很近的情況下才表現出來，如果在某種情況下，使重原子核的核子間距離增大，那

註：這種核子力只是在十萬億分之一公分的小範圍內起着作用。

么核子力就很快地減小，而靜電斥力因距離增大而減小的程度較小，所以靜電斥力就相對地增大，這樣原子核就要發生分裂的現象，分裂的碎塊，受靜電斥力的作用得到很大的速度，因而碎塊都具有很大的動能，這就是原子能。

如果在另一種情況之下，使輕原子核互相接近到核子力能够發生作用的範圍，那么，由於核子力互相吸引的作用，輕原子核就會發生合併現象，這時，它們因受核子力的作用，得到了很大的速度相互碰撞，因而使輕原子核也具有很大的動能，這也是原子能。因此，在原子核發生變化的時候，可以放出原子能，而且可以知道，釋放原子能的方法有兩種：一種是使重原子核分裂；一種是使輕原子核合併。

二、怎樣大量釋放原子能

前面已經說過，原子核發生變化時就會釋放出能量，天然放射性元素在蛻變時也釋放出能量，但是這個過程極為緩慢。例如鐳的半衰期為1590年，就是說假定是1克鐳，經過1590年才能蛻變一半，平均1克鐳在1小時所放出的熱量只有133卡，在一个月中所放射出的熱量，僅能把一大杯水燒開，如圖226所示。因此利用放射性元素蛻變時所釋放的能量來作為各種機械的動力是沒有實際意義的。



一克錳在兩個月裡放出的熱量
才能把一杯水燒開。

圖226 錳放出能量的過程極為緩慢

那麼人們如何大量得到原子能呢？主要有下列兩種方法：

1. 重原子核分裂——鏈式反應

我們知道，中子是打擊原子核並使之分裂的有效武器，特別是一些重原子核，因其中的靜電斥力較大，不太穩定，所以受中子打擊以後，就更容易發生分裂，例如當 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 的原子核受到中子打擊以後，立刻就分裂成兩個較輕的原子核——氙和鉷（也可能分裂成其他元素），並放出原子能，如圖227所示。同時 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 的原子核分裂時還放出2

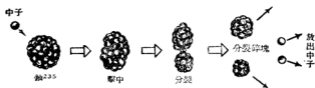


圖227 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 的原子核被中子打擊而分裂并放出原子能

至3个速度很大的中子再打擊另外的 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 的原子核，又使它們起分裂作用而放出能量和中子，假如條件好的話，這樣的反應一經開始就會繼續不斷地進行下去，這種反應叫做鏈式反應，如圖228所示。

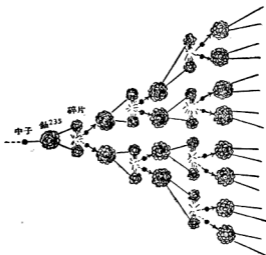


圖228 鏈式反應

通過鏈式反應，我們就有可能使重核發生分裂而在短時間內獲得

原子能而加以利用了。除 $_{92}\text{U}^{235}$ 外， $_{92}\text{U}^{233}$ 、 $_{94}\text{Pu}^{239}$ 在中子的作用下，也可以發生這樣的反應。這類物質叫做可分裂物質，有時也叫做“原子燃料”。可是，我們要知道，使鈾核發生鏈式反應並不是那樣簡單和順利的，因為在這個過程中有阻礙鏈式反應的許多因素。

(1) 鈾內絕大部份是 $_{92}\text{U}^{238}$ ，它能吸收 $_{92}\text{U}^{235}$ 分裂時釋放出來的中子而不引起分裂，阻礙鏈式反應的發生。

(2) 鈾內存在着其他雜質，這些雜質也能吸收中子，它們吸收了中子以後，使鏈式反應也不易發生。

(3) 若鈾塊的體積太小，中子很可能穿過鈾層，跑出鈾塊範圍以外，結果不能發生鏈式反應。很明顯，鈾塊的體積越大，中子在鈾塊中所走的距離越長，它與原子核相遇的機會也就越多。因此，我們所用的鈾塊必須不能小於一定的體積，這個能產生鏈式反應的最小體積，叫臨界體積。它的相應質量就叫做臨界質量。在臨界體積的時

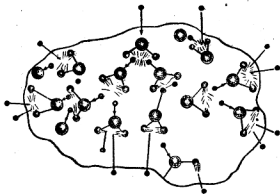


圖229 臨界體積示意圖

候，每次分裂所放出的中子平均至少有一個會引起新的分裂。

爲了消除妨礙鏈式反應的因素，那就必須從鈾礦中分離出純粹的 ^{235}U ，但我們知道鈾的同位素在化學性質上是完全相同的，因而要使它們分開是一個非常複雜的問題，現在這個問題已經得到解決了。另外還必須使鈾塊達到臨界體積或臨界質量。

2. 輕原子核合併——熱核子反應

獲得原子能的另一種方法，就是使輕原子核合併。但是，要使原子核接近和合併，是不容易的。首先，原子核外都有帶陰電的電子在繞核旋轉，因此就有靜電斥力；其次，原子核本身都帶有陽電，原子核之間也就存在着更大的靜電斥力，因此阻礙了它們的接近和合併。要使它們接近和合併，就必須將輕原子加熱到數千萬度使其具有極大的動能以克服上述兩種靜電斥力，因爲在這樣的高溫下，原子就會激烈地互相碰撞，而失去自己的核外電子，只剩下“赤裸裸”的原子核。在這樣高的運動速度下，它們都具有極大的動能，再加上輕核中的質子數較少，靜電斥力也小，所以就可能克服核與核間的靜電斥力，接近到足夠近的距離而發生合併。

這種由高溫而引起輕核的合併叫做熱核子反應。

在目前的技術條件下，熱核子反應是利用 ^2H 、 ^3H 的原子核的合併來實現的。如圖230所示。

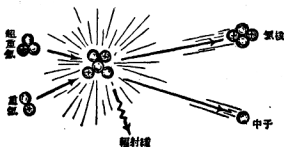


圖230 重氘和超重氘原子核的合併

${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 的合併，可以釋放出巨大的能量。如果參加反應的物質的重量相同，那麼，它釋放的能量比 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 分裂時釋放的能量要大7—9倍。

簡短的結論

一、由於原子核發生變化而釋放出來的能量叫原子能，或叫原子核能。

原子能的由來是：原子核里面有兩種力作用着，一種是靜電斥力；一種是核子力。重原子核分裂時，靜電斥力使分裂部分得到很大的動能；輕原子核合併時，當它們靠得很近時，核子力便使它們得到很大的動能。

二、目前，獲得原子能的方法有重原子核（質量數大於58的元素）分裂和輕原子核（質量數小於8的元素）合併兩種。

重原子核分裂即是利用 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 的原子核被中子打擊以後立刻分裂為二，並放出原子能和2—3個中子，這些中子再打擊別的鈾原子

核，並使它們分裂，如此連續地進行下去，就形成鏈式反應或鏈鎖反應。

輕原子核合併是將輕原子(如： ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$)加熱到數千萬度，使它們有足夠的動能以克服核外電子的靜電斥力和原子核互相間更大的靜電斥力，互相接近和合併，在合併時放出巨大的能量。這種因高熱而引起的核反應叫做熱核子反應。

複 習 題

1. 什么叫原子能？原子能是怎麼來的？
2. 什么叫鏈式反應？什么叫臨界體積？
3. 什么叫熱核子反應？

第四節 原子武器

利用原子核的變化所釋放出的能量來作為戰爭武器，叫做原子武器。

現時的原子武器分為兩類：一類是爆炸性原子武器；另一類是放射性同位素。

一、爆炸性原子武器

爆炸性原子武器包括各種口徑的原子炸彈、大口徑原子砲彈、原子火箭、原子魚雷和各種無人駕駛的導彈。雖然它的形式很多，但按照它們爆炸的原理來分，目前只有原子彈和氫彈兩種。這裡我們簡單地說明原子彈和氫彈的基本原理。

1. 原子彈

原子彈是根據重原子核分裂的原理製成的。彈內的原子裝填物可用 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 或 ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ 或 ${}_{92}\text{U}^{233}$ 。彈的內部構造大致如圖231所示，兩端各有一塊半球形的原子裝填物，每塊的體積都小於臨界體積，在裝填物的附近裝有普通炸藥。原子彈在平時是不會爆炸的，但在使用時，飛機將彈投下，到了指定的時間，預先安裝的定時裝置就發生作用，使炸藥爆發，炸藥爆發後產生的大量氣體迅速將上面的一塊推下，和下面的合併，這時裝填物的總體積就大於臨界體積，便發生鏈式反應（由於原子裝填物可以自行地進行核分裂，所以其中經常有中子存在），並進而發生爆炸。這一過程所需的時間是極短的，大約只要幾百萬分之一秒就行了。顯然最小的原子彈，其中原子裝填物的體積，也應大於臨界體積，在較大的原子彈里，裝填物應分為數部分，各部分的體積都小於臨界體積，在需要的時候，使這些部分合成一個整體就立即發生爆炸。

各種原子裝填物的臨界體積是絕對秘密的，但根據一些材料推測，大約有五十餘立方公分，其重量大約有1公斤。可是原子彈的整個重量却有好幾噸重，這是因為原子彈的外殼必須是非常牢固的，只有這樣才能承受住彈內炸藥的爆炸力，和防止大部分原子裝填物在沒有分裂前就被少部分裝填物的爆炸而帶

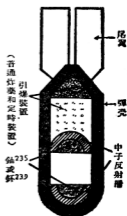


圖231 原子彈的構造

走。此外，在裝填物的周圍還必須有一種能反射中子的金屬(如鍍)做成的中子反射層，用以防止中子過多地跑出來而影響鏈式反應的發生。所以原子彈是需要很厚很重的外殼的。

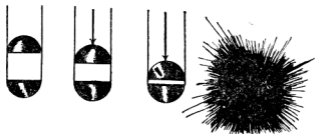


圖232 原子彈爆炸示意圖

一顆原子彈中的裝填物全部爆炸所放出來的能相當於几万至几十万噸梯恩梯炸藥爆炸時所放出的能，但實際上相當大一部分裝填物在爆炸時被拋向四方，沒有來得及分裂，因此降低了爆炸能。

原子彈爆炸後出現一片眩目的閃光，在 250 公里以外都可看見，如果炸彈是在空中爆炸，數秒鐘後，就可以看見一個大火球；如果是在地面爆炸，就可以看見一個光亮的半球，接着就是像巨雷一樣的爆炸聲，數十公里以外都可以聽到，爆炸後有蘑菇形雲逐漸消散。最後失去特有的形狀。



圖233 原子彈爆炸后形成的蘑菇形云

2. 氫彈

氫彈是根據氫的熱核子反應的原理制成的。上節已經講過熱核子反應是由氫原子核的合併而放出大量能量的反應，但要使熱核子反應實現，就必須使各原子核靠近，而這又需要在數千萬度的溫度時才行，除了在太陽和其他恆星的內部有這樣高的溫度以外，現在只有利用鎢原子彈或鈾原子彈的爆炸來產生這樣的高溫。因此普通的原子彈就成為氫彈的不可缺少的一個組成部分。

氫彈的構造如圖234所示，彈殼內裝有 ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^3_1\text{H}$ 。靠近它放置兩個由 ${}_{92}\text{Pb}^{235}$ 或 ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ 做成的半球，需要時用普通炸藥的爆炸來使兩半球相合，當兩邊的炸藥同時爆炸時兩半球即合併，這時因體積

達到臨界值，造成了鏈式反應的條件，原子彈就發生爆炸，原子彈的爆炸又造成了熱核子反應的條件，於是氫彈也就爆炸了。

我們知道，熱核子反應所放出的能比重核分裂所放出的能要大得多，並且氫和鈾、鈾不同，它沒有臨界體積，可以使用任意的量，因而也就可以使爆炸力更加增大，所以氫彈是一種毀滅性和破壞性更大的武器。重氫和超重氫除可裝入炸彈外，也可以裝入火箭彈及水雷中。

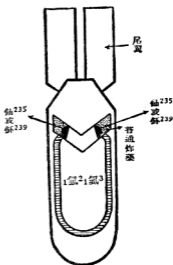


圖234 氫彈的構造

我們可以舉一個例子來說明氫彈的爆炸力量，一九〇八年在西伯利亞波德卡通斯區落下了一個巨大的隕石，這一隕石以每秒60公里的速度落下，它的重量在100萬噸以上，當落下時可以看到一個明亮耀眼的火球，在600公里以外就可看到，落地後撞擊的響聲在1000公里外的地方都可聽到，這一爆炸毀壞了巨大的西伯利亞原始森林，把幾百平方公里面積上的樹木都連根拔出。氫彈的爆炸可以和這次隕石的爆炸相比。

二、放射性戰劑

放射性戰劑在使用方法上和化學戰劑很相似，但是它是利用放射

性物質放出的射線來殺傷人員和妨礙軍隊戰鬥行動的。這些戰劑是用原子工業中的廢料，或專門生產的人工放射性元素來制成的。它們的半衰期一般在几十日到几个月之間。

放射性戰劑可以制成溶液或粉末，裝在炸彈、導彈、火箭和其他器材內來使用。

三、原子武器的殺傷和破壞作用。

原子武器的殺傷和破壞作用有四方面，如圖235 所示。

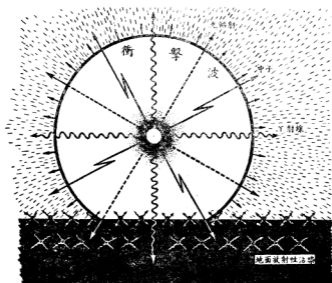


圖235 原子武器的殺傷破壞作用

1. 衝擊波

原子彈爆炸時形成的火球，內部壓強很大，這團赤熱的氣體，以

很大的速度向四周膨脹，周圍空氣突然受到壓縮和推動，形成了所謂衝擊波。

衝擊波具有強烈的殺傷和破壞作用，它掃過地面的時候，就像一陣異常巨大的暴風突然襲來，延續達一兩秒鐘，能夠摧毀軍事技術裝備、建築物、各種工事，並使人員受到間接傷害。衝擊波具有的能量約佔原子彈爆炸時全部能量的40—50%，是原子彈殺傷和破壞的主要方面。對它的防護，一般若有一公尺厚的鋼筋水泥防禦物，除原子彈在正中爆炸外，是可以保證安全的。

2. 光輻射

原子彈爆炸時的火球，由於本身溫度極高，能向四周輻射出強烈的光線，叫做光輻射，它的強度遠遠超過了太陽光的照射，就是在10公里以外看起來，還要比地面上看太陽亮100倍。所以，在這樣強烈的光線照射下，能使人體外露部分受到燒傷，並引起各種物質燃燒。光輻射約佔原子彈釋放全部能量的30—40%，它能夠使離爆炸中心層約600公尺的範圍內的木質建築和工事着火，在較遠的距離，照射到人體暴露部分時，就引起灼傷，但任何不易燃燒的遮蔽物，都可以用來防護光輻射。

3. 貫穿性輻射

${}_{92}\text{U}^{235}$ 或其他可分裂物質在鏈式反應的過程中，有丙種射線及中子流產生。此外， ${}_{92}\text{U}^{235}$ 等分裂后



圖236 有陰影的地段，光輻射就不起作用或作用大大減弱

的碎片，亦都是半衰期很短的放射性物質，在它的蛻變過程中，亦有兩種射綫向四周輻射出去，不論是中子流或丙種射綫，它們都能够貫穿很厚的物體，使人員發生射綫疾病而遭到殺傷，所以叫做貫穿輻射。它對無掩蔽的人員的殺傷半徑在1—2公里之間。但它對在塹壕、掩體和各種天然掩蔽地內的人員，因射綫受到削弱，大大地降低了殺傷作用。

4. 放射性沾染

原子武器爆炸時，它的裝填物經過反應后形成的新物質，和沒有起反應的裝填物，都是一些放射性物質；原子武器爆炸時所產生的中子流也能使土壤或其他物質表層中的某些元素如鈉、鉀、硅、銻等，形成人工放射性元素，上述這些放射性物質在原子爆炸后会散佈在一定區域內，在這區域內的人員就會受到這些放射性物質射綫的殺傷，這樣的殺傷作用叫放射性沾染。對放射性物質可用特种儀器來檢查，也可以進行消除，戴上防毒面具可防止吸入人體。

簡短的結論

一、現時的原子武器分兩類：一類是爆炸性原子武器；另一類是放射性戰劑。

二、原子彈的構造原理：是根據重原子核分裂的原理制成的，原子彈內部兩端各裝有一塊半球形的原子裝填物，每塊的體積都小於臨界體積，在裝填物附近裝有普通炸藥，需要時，在原子彈內須先使按裝的定時裝置發生作用，引起炸藥爆發使兩塊裝填物合併，這時裝填物

的總體積大於臨界體積，於是就發生鏈式反應，引起爆炸。用作原子彈的裝填物有 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 、 ${}_{92}\text{U}^{233}$ 或 ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ 。

三、氫彈：是根據氫的熱核子反應的原理制成的，在氫彈內裝有氘和氚，靠近它放置兩個由鈾二三五或鈾二三九做成的半球，當鈾二三五或鈾二三九發生爆炸時，產生了極高的溫度，造成了熱核子反應的條件，於是氫彈就爆炸了。熱核子反應不受體積大小的限制，所以氫彈是一種毀滅性和破壞性更大的武器。

四、放射性戰劑：放射性戰劑是將許多人工放射性物質製成粉狀或液狀，用飛機散布或用特制砲彈發射出去，使地面受到放射性污染，人進入此區域就會引起放射病，甚至中毒死亡。

五、原子武器殺傷破壞的作用有以下四個方面：

- (1) 沖擊波，
- (2) 光輻射，
- (3) 貫穿性輻射，
- (4) 放射性污染。

複 習 題

1. 原子彈的構造原理怎樣？
2. 氫彈的構造原理怎樣？
3. 原子武器的破壞殺傷作用有那几方面？怎樣進行防護？

第五節 原子能的和平應用

前面曾經說過，在原子核分裂或結合時所釋放出的原子能都是十分巨大的。如果把它應用於和平建設，就可以為人類創造更美好的生

活，這是全世界進步科學家共同奮鬥的目標，也是全世界愛好和平人民的共同願望。

一、原子堆

怎樣把原子能用於和平建設中去呢？這裡我們首先要概略地介紹一下原子堆的作用。

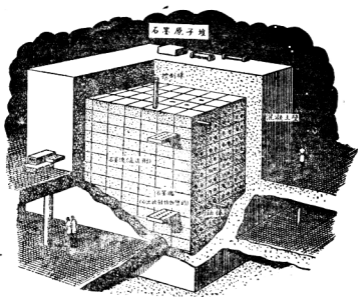


圖237 原子堆的構造

原子堆也叫原子反應堆，是控制原子反應的裝置如圖 237。原子堆中用的原子燃料是天然鈾，其中 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 只佔千分之七，其餘的几乎都是 ${}_{92}\text{U}^{238}$ 。我們知道 ${}_{92}\text{U}^{238}$ 可以吸收中子，不能發生鏈

式反應，爲了使鏈式反應能夠順利進行，可以把 $_{92}\text{U}^{235}$ 分裂時放出的中子的速度降低，使之變成慢速中子，而慢速中子不易爲 $_{92}\text{U}^{238}$ 吸收，這樣，中子撞擊 $_{92}\text{U}^{235}$ 的機會就可增多。爲此，在反應堆里必須要有用以減低中子速度的減速劑如同238。例如水、重水、鈹、

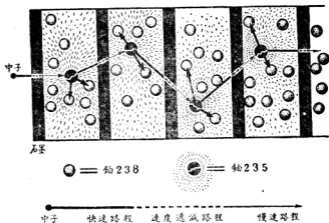


圖238 原子堆的作用示意圖

石墨等均可作減速劑。蘇聯第一座原子能電力站的原子堆就是用石墨作減速劑的。從 $_{92}\text{U}^{235}$ 分裂產生中子，經過減速劑的作用，又使另外的鈾核分裂，得到下一代中子是在很短的時間內完成的，大約一秒鐘可以產生一千代新的中子，以這樣的速度產生這樣多的中子，如果控制不好，極容易造成整個原子堆的爆炸，因此，在原子堆中還裝置有調節棒，調節棒是用對中子有很強大的吸收能力的鈾棒(或硼棒)做成的，當原子分裂太快時，可以將調節棒插入，使之分裂得慢一點；

分裂得太慢時，可將調節棒拉出，使之分裂得快一點，這樣，就可以調節反應堆，使之經常在不快不慢的狀態下正常地進行工作。

當中子在減速劑中前進時，因受到減速劑的原子的阻礙和碰撞，速度逐漸減低，中子的動能大部分變成了熱能， ${}_{92}\text{U}^{235}$ 分裂碎塊的動能大部分也變成了熱能。因此，在原子堆反應的過程中，大量的熱能就能放出來。爲了控制原子堆內的溫度和利用其熱能以獲得動力，所以還需要冷卻的裝置。所用的冷卻劑有水、氣體（如二氧化碳）、金屬鈉等。蘇聯第一座原子能電力站是用水作冷卻劑的。

原子堆中的 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 吸收了中子以後，經過數次蛻變最後轉變爲 ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ 。

${}_{94}\text{Pu}^{239}$ 和 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 一樣，可以作爲原子爆炸的原料，美國在日本廣島投下的原子彈是由 ${}_{92}\text{U}^{235}$ 作原料的，而在長崎投下的一顆是用 ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ 作原料的。

除了利用原子堆獲得動力和製造 ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ 以外，還可利用反應堆中的中子的作用，製造各種人工放射性元素，這些人工放射性元素在軍事上可用作放射性戰劑的原料；在工業上、農業上、醫藥上、科學研究工作上更有其廣泛的用途。

二、原子能電力站

原子能電力站就是利用原子堆中的熱能產生動力而發電的，其裝置就像圖239那樣。利用原子堆中所放出的熱能，使在裝置中循環的水變爲蒸汽，蒸汽進入渦輪機，渦輪機便轉動，即帶動發電機而發出電來。蘇聯在1954年建立的第一座原子能電力站（功率爲5000瓩）從

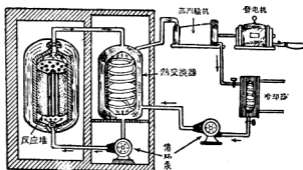


圖239 原子能電力站示意圖

開始發電到現在還沒有發生過故障。現在蘇聯正在設計和建立功率為5萬—10萬千瓦以及更大的原子能電力站。

三、放射性同位素在各方面的應用

一種元素的同位素，其化學性質是彼此相同的；但是有的有放射性，有的沒有放射性，這就給科學家的研究工作提供了極其有利的條件。放射性同位素的射線可以顯示自己的存在，科學家就利用這個特點，把它們當作“標誌”來研究同類元素的原子活動的情況，好像在黑夜里行軍，如果有一兩個拿着燈的人分布在長長的隊伍中間，那麼，我們只要看到燈光的行動，就可以了解整個隊伍的行動了。所以科學家們把放射性同位素的原子起了個名字叫示蹤原子或標記原子。

放射性同位素的發現和利用，對生產上、醫學上、科學工作研究上都有極為重要的意義。

在工業生產中，可以利用放射性同位素的射線，檢驗產品。例如

放射性鈷的射線可以穿透 300 公厘厚的鋼材，可用以探測鋼板的厚薄是否均勻，內部是否有沙眼等等。在蘇聯，放射性同位素已經廣泛地應用在冶金、機械制造、造船及其它工業部門了。

在農業生產中，放射性同位素可幫助農學家研究莊稼生長的情況，從而獲得增加產量的方法。例如棉花，在臨收穫以前不需要再上肥料了，因為這時棉花已不再從田地里吸收營養；但是，蘇聯科學家利用放射性同位素察知，這時它雖然不從根部吸收肥料，但是還可以从葉子上吸收肥料，而且這些肥料是向棉桃里跑的，於是他們用飛機把肥料洒在葉子上，結果棉花增產百分之十二，而且纖維的長度和韌度都增加了許多。

在醫學方面，醫師可以利用放射性同位素測知人體血液循環的速度，診斷病情，檢查診斷效果等，為醫學的發展開闢了廣闊的前途。

此外，放射性同位素在其他各種科學研究的工作上都有廣泛的用途。

結 束 語

原子能的發現和利用，是 20 世紀科學技術上最偉大的成就之一。不幸帝國主義者濫用這寶貴的科學研究的成果，制造原子武器殘殺和平人民，曾經造成了空前的災難。但在人民的手中，原子能已經開始為人類服務了。

原子能的和平應用，為我國人民和政府的奮鬥目標之一。蘇聯決定對我國發展原子能和平用途方面的研究提供幫助，包括設計，供給

設備及建設一個功率達6500千瓦的實驗性原子核反應堆。在必要的情況下，這個反應堆的功率還能提高到10000千瓦。有這樣先進設備的科學中心，我們就應該更快地建設成強大的社會主義國家了。所以我們對蘇聯這樣無私的幫助，感到無限的歡欣鼓舞。我國國務院業已通過決議，熱烈歡迎蘇聯的這一真誠的幫助，並熱烈支持蘇聯在國際合作的基礎上把原子能利用於和平事業上，以促進人類文明的發展這一崇高的偉大目標。在第一屆全國人民代表大會第二次會議上，李富春副總理在第一個五年計劃報告中曾特別提出：在蘇聯的直接幫助下，五年內我國將開始和平利用原子能的建設，使之為國民經濟服務。全國的科學家、工程師和工人們均已踴躍表示以最大的決心來完成這一

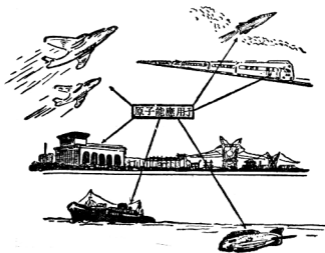


圖240 原子能的应用示意圖

光榮的任務。

和平利用原子能的遠景，是非常光明遠大的。就原子動力方面來說，它可以代替煤、石油所發出的能，如果把原子堆縮小，可以利用原子能開動火車、飛機，也可以用它發動火箭，使我們能到其他星球上去旅行。

至於原子能的原料，現在採用的只是少數幾種放射性元素，或可以變成可以分裂的人造元素的元素。這些元素的儲藏量雖然不算少，但是爲了開辟原子能的來源，隨着科學技術的進步，人們還要設法利用更多的重元素。另一方面，輕原子核的合併也可以產生原子能。如果能利用氫當作產生原子能的原料，那是最好不過的事，因爲我們可以从水里得到豐富的氫。根據我們現在的知識，太陽的能，就是由於氫原子核不斷地合併成氦原子核而釋放出來的。水在地球上取之不盡、用之不竭的，如果我們能夠充分利用它，我們的動力來源就會大大地增加，雖然還不能與太陽相比，但也够豐富了。

簡短的結論

一、原子堆是控制原子反應的裝置。是將天然鈾做成鈾棒，放在各個石墨層中間堆砌而成。原子堆中所用的減速劑有水、重水、鈹、石墨等。

二、原子堆的功用有二：

⊖利用原子堆中所發出的熱能可以產生動力。

⊖可以產生 ^{239}Pu 和其他很多有用的人工放射性物質。

三、原子能電力站是利用原子堆中所放出的熱能傳給汽鍋，再由汽鍋產生蒸汽，推動飛輪，帶動發電機而發電。

複 習 題

1. 試簡述原子堆的構造。
2. 原子堆的功用怎樣？