

中等医药学校试用教科书

医士专业用

# 物 理

(下 册)

人民卫生出版社

物 理  
(下 册)

开本: 850×1092/32 印张: 3 3/8 字数: 80 千字

---

江苏省卫生厅組織編写

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京書刊出版業營業許可證出字第〇四六號)

·北京崇文區校子胡同三十六號·

人 民 卫 生 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

---

統一書号: 14048·2597

1961年6月新第1版—第1次印刷

1961年8月新第1版—第2次印刷

定 价: 0.28 元

(北京版)印数: 10,001—50,000

# 目 录

## (下 册)

### 第十五章 無綫电基礎

- 15-1. 电磁振荡·阻尼振荡和  
强迫振荡·····187
- 15-2. 电磁波·····190
- 15-3. 电磁波的发送和接收·····194
- 15-4. 热电子发射·电子管·····196
- 15-5. 电子管整流器·····200
- 15-6. 电子管放大器·····202
- 15-7. 电子管振荡器·····205
- 15-8. 檢波器·····206
- 15-9. 三管接收机·····207

### 第十六章 半导体

- 16-1. 半导体的导电性质·····209
- 16-2. 半导体整流器和放大  
器·····211
- 16-3. 热敏电阻·····213
- 16-4. 半导体温差电现象·····214
- 16-5. 光敏电阻·····216
- 16-6. 光电池·····217

### 第十七章 光度学

- 17-1. 发光强度·光通量·····218
- 17-2. 照度·····220
- 17-3. 照度定律·····220

### 第十八章 几何光学

- 18-1. 光的折射·····223
- 18-2. 全反射·····225
- 18-3. 棱鏡·····226

- 18-4. 透鏡·····228
- 18-5. 透鏡的成象和作图法·····229
- 18-6. 透鏡公式·····231
- 18-7. 眼睛·····233
- 18-8. 显微镜·····234

### 第十九章 光的波动性和 粒子性

- 19-1. 波的干涉·····237
- 19-2. 光的干涉·····238
- 19-3. 光的色散·····239
- 19-4. 紅外線和紫外綫·····241
- 19-5. 光电效应·····244
- 19-6. 光电管及其应用·····246
- 19-7. 光的本性·····247
- 19-8. 电子显微镜·····248

### 第二十章 原子結構

- 20-1. 原子的核外結構·····250
- 20-2. 倫琴射綫·····254
- 20-3. 倫琴射綫的剂量單位·  
倫琴射綫在医学上的应  
用·····257

### 第二十一章 原子核

- 21-1. 原子核的組成·····259
- 21-2. 結合能·····260
- 21-3. 放射性物質嬗变的位移  
定則·····263
- 21-4. 半衰期·放射性單位·····265

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 21-5. 放射性的探測·····            | 267 |
| 21-6. 核的人为蜕变·人为放<br>射現象····· | 269 |
| 21-7. 放射性同位素在医学上<br>的应用····· | 271 |
| 21-8. 裂变鏈式反应·····            | 273 |
| 21-9. 反应堆的構造和工作原<br>理·····   | 274 |
| 21-10. 核的聚变·····             | 277 |
| 21-11. 基本粒子·····             | 279 |

## 实验部分

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 实验一、交流三管收音机的安<br>装·····      | 281 |
| 实验二、測定玻璃的折射率·····            | 283 |
| 实验三、測定透鏡的焦距和研<br>究物象的关系····· | 285 |
| 实验四、光电自动控制电路的<br>制作·····     | 286 |
| 实验五、用云霧室观察粒子徑<br>迹·····      | 288 |
| 附录·····                      | 289 |

## 第十五章 无线电基础

### 15-1. 电磁振荡·阻尼振荡和强迫振荡

把电容器  $C$ 、自感线圈  $L$ 、电键  $K$  和电池连接成如图 15-1 所示的电路。先把电键扳到 1 的位置,这时电池对电容器充电,然后把电键扳到 2 的位置,这时电容器就通过线圈  $L$  放电,电路中就有方向和大小作周期性改变的电流产生,这种电流叫做振荡电流。产生振荡电流的电路叫做振荡电路。现在我们来研究一下产生振荡电流的过程。

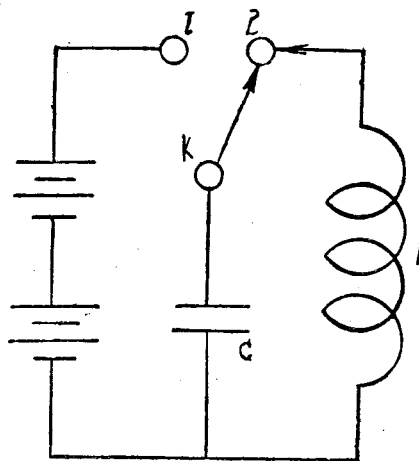


图 15-1. 振荡电路。

图 15-2, *a* 表示电键刚扳到位置 2 的时刻, 这时电容器上已经带电, 假定上板带正电, 下板带负电。电容器带电后在两板之间形成了电场, 电场是具有能量的, 在这一时刻电路中的能量全部是电场能, 随后电容器开始放电, 但由于线圈的自感作用, 电路中的电流只能逐渐增大, 经一段时间后才到达最大值。随着电流的增大, 线圈周围的磁场也逐渐增强, 同时电容器中的电场逐渐减弱。在电流到达最大值的瞬间, 线圈周围的磁场最强。而电容器则放电完毕, 两板间的电场消失(图 15-2, *b*), 这时电场的能量全部转变为磁场能。以后磁场逐渐减弱, 线圈中产生感应电动势维持电路中的电流继续流动, 使电容器充电。充电的结果使电容器下板带正电上板带负电。电容器两板间重新建立起电场, 并逐渐增强起来。在磁场消失的瞬间电路中电流为零, 而电容器中的电场最强(图 15-2, *c*), 这时磁场能又全部变成了电场能。接着电容器又放电,

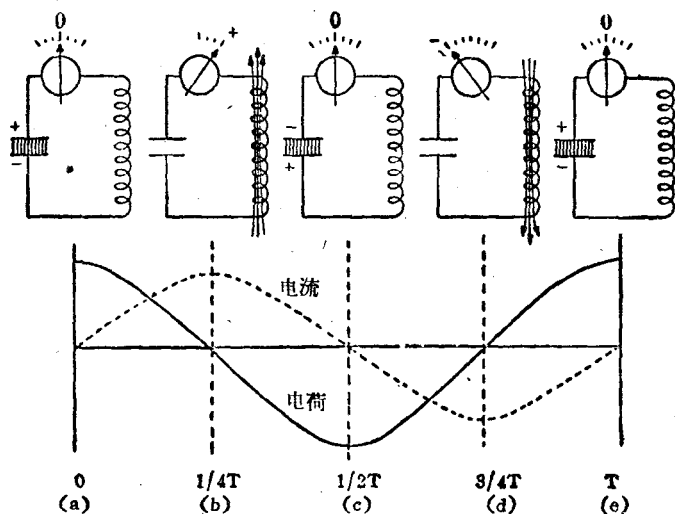


图 15-2. 电磁振荡:

上一产生振荡电流的过程; 下一电流和电荷与时间关系的曲线。

不过电路中的电流方向和綫圈周围的磁場方向都和以前相反，放电后随即充电，最后使电容器上板重新带正电，下板重新带負电，即恢复原来的情况(图 15-2e)。上述的过程不断地重复下去，电路中就形成了振荡电流。

电路中的电流强度和电容器上的电荷都是按照正弦規律作周期性的变化的，如图 15-2 的下半部所示。振荡电流的頻率由下式决定：

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (15-1)$$

公式(15-1)表明，振荡頻率由电路中的自感系数和电容决定，这个頻率叫做电路的固有頻率。从上面的討論可知，当电路中产生振荡电流时，电場和磁場也在作周期性的变化，即在发生振荡，这种同时存在着的电場和磁場的周期性变化叫做电磁振荡。

上面我們假定电路中沒有电阻，因而能量沒有损耗。实际上电路中总是有电阻的，电場和磁場的能量总有损失，同时还可能有一部分能量輻射到周圍空間中去。由于能量的損失，振荡电路中电流的幅值就要逐漸减小，最后振荡停止，这种振荡叫做阻尼振荡。阻尼振荡时电流的变化如图 15-3。

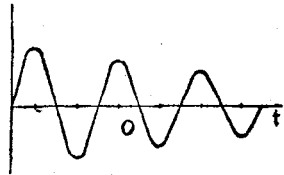


图 15-3. 阻尼振荡。

要維持振荡电流的幅值不变(即获得等幅振荡)可在电路中加入周期性变化的电动势以供給电路能量。这种在外加电动势作用下产生的振荡叫做强迫振荡。在交流电中我們耕过的电阻、电容和电感的串联交流电路就是强迫振荡的例子，在这个电路中振荡电流的幅值由公式(14-8)决定，振荡电路的頻率等于电源的頻率。从这个例子可知，在强迫振荡时，电路中振荡电流的幅值不变，頻率等于电源的頻率而与电路的固有頻率无关。

如果，电源的频率等于电路的固有频率时，电路中振荡电流的幅值最大。这个现象叫做电谐振。谐振时电流的幅值由外加电动势和电阻决定。若以电源频率为横坐标，电流强度的幅值为纵坐标，则可得如图 15-4 所示串联电路的谐振曲线。从图上可以看出，当电源频率等于电路的固有频率  $\nu_0$  时，电流强度的幅值最大；从图上还可以看出，电路中电阻愈小，电流的幅值愈大。

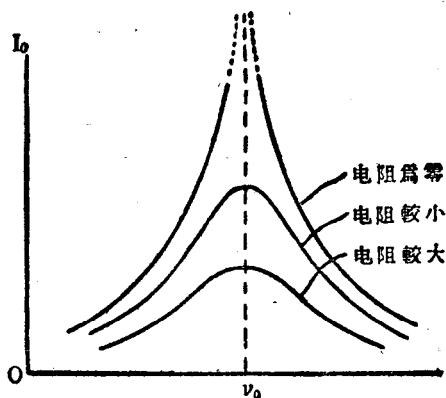


图 15-4. 不同欧姆电阻的共振曲线。

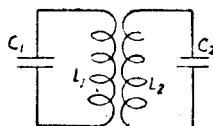


图 15-5. 耦合电路。

在一般情况下，一个电路总是和其他电路耦合着的。图 15-5 就是利用互感现象耦合着的两个电路。如果初级电路中（左方的电路）有振荡电流产生，那么在次级电路中就会产生一个感应电动势。当次级电路的固有频率和初级电路中振荡电流的频率相同时（即谐振），次级电路中的感应电动势最大。在无线电中，为了使振荡电流得到最大的感应电动势，可以改变电路的自感或电容（通常利用可变电容器）使它和另一电路发生谐振。调节谐振的过程叫做调谐。

## 15-2. 电磁波

我们知道，闭合线圈内的磁通量发生变化时，线圈中就有感应



电流产生。麦克斯韦指出：在电磁感应现象中，导线并不起主要的作用，它仅不过使我们能够觉察到感应现象而已。即使没有导体，在变化磁场周围的空間内也产生电场，这种电场和我们已知的电场不同，它的电力线是封闭的，叫做动电场。电场的方向可由楞次定律决定，在图 15-6 中就表示着这种变化的磁场  $B$  和动电场  $E$ 。如果把封闭导线放在变化磁场周围的空間内，那么感生电场就使电荷移动形成了电流。

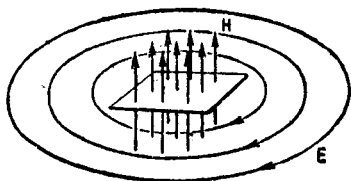


图 15-6. 磁场的变化引起电场。

由此可见，磁场的变化在它周围的空間内产生电场；反过来，电场的变化也使它周围空間内产生磁场。

当电场变化很慢时，它所引起的磁场是很弱的。同样，磁场变化很慢时，它所引起的电场也是很弱的，在这种情况下，电场变化所引起的磁场或磁场变化所引起的电场可以不計。因此当变化很慢时，电场和磁场可以看作是分别存在的。但当电场(或磁场)变化很快时，它所产生的磁场(或电场)就很强。很快地变化着的磁场和跟它不可分割地联系在一起的电场形成统一的电磁场。

如果在空間中任何一点产生了变化的电场，它就在和这点相邻的其他各点引起了变化的磁场，这个磁场又在空間内較远的其他各点引起了电场。因此电场和磁场能够逐步地扩展开去。变化的电磁场携带着能量的传播叫做电磁波。

在 15-1 中所讨论的振荡电路中，电场和磁场的能量几乎都分别集中在线圈和电容器中，而且振荡频率很低，辐射到空間去的能量也就很少。但如果把电路作成开放电路即把电容器的两板分开并使线圈的匝数减少最后拉成一条直线，如图 15-7, a, 这时电场和磁场就分散在周围空間。同时由于电容和自感变小，电路的固有频

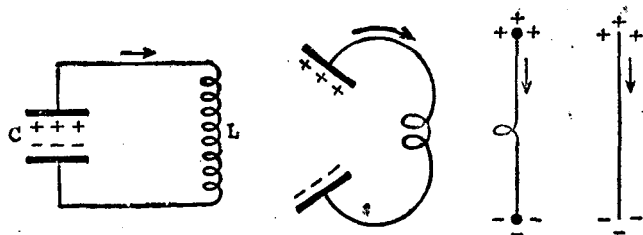


图 15-7, a. 开放电路。

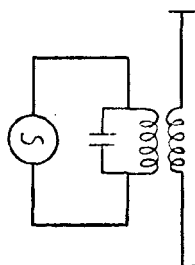


图 15-7, b. 振荡电路和开放电路耦合。

率很高, 这样电磁能量就容易辐射出去。

在图 15-7, b 中, 左方是一个产生等幅振荡的电路, 它和一个开放电路耦合, 这时就有电磁波发射出去, 在离开开放电路较远的地方, 空间任一点的电场强度和磁感强度是同时到达最大值, 同时到达零的, 即它们的位相相同。电场、磁场和电磁波的传播方向是垂直的, 电磁波在真空中的传播速度等于光速  $c(3 \times 10^{10}$  厘米/秒), 图 15-8 是电磁波传播时电场和磁场在空间分布的情形。以  $\lambda$ 、 $c$  和  $\nu$  分别表示电磁波的波长、速度和频率时, 可得

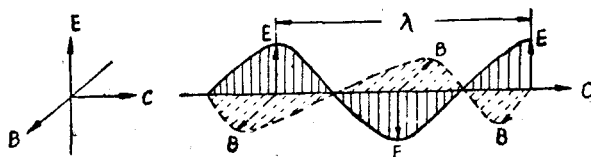


图 15-8. 电磁波在空间传播的情形。

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad (15-2)$$

电磁波在空間傳播时, 如果遇到导体, 它就把自己的一部分能量傳給导体, 使导体中产生頻率和电磁波的頻率相同的感应电流, 因此导体放在空間中就可以接收电磁波。

麦克斯韦在得出电磁波理論的同时, 他認為光就是一种波长很短的电磁波。不仅电磁波應該具有反射、折射等光所具有的基本性質, 而且它的傳播速度和光速相等。麦克斯韦的理論发表了

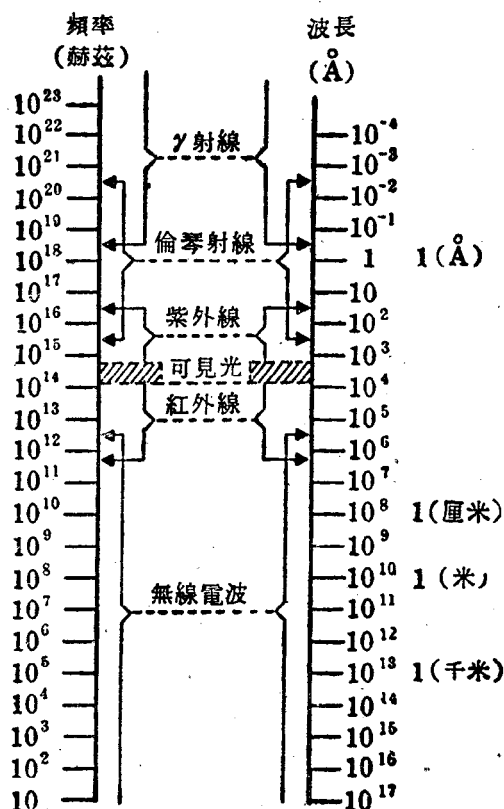


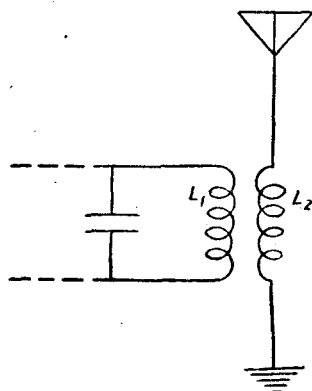
图 15-9. 电磁波譜。

二十多年以后，赫芝用实验方法产生了电磁波，并证实了电磁波的速度和光速相同。电磁波的反射、折射、干涉、偏振等现象也陆续被证实了。因此光的电磁学说很快就被当时科学家所承认。

除了无线电波和可见光以外，还有红外线、紫外线、伦琴射线和 $\gamma$ 射线都是电磁波。它们在本质上是完全一样的，但是由于波长不同，表现的性质也不同，图 15-9 就是按照波长长短排列而成的电磁波谱。在上面可以看到，可见光在整个电磁波谱中只占着很小的区域，大约是波长从 4000—7600 埃（埃可用  $\text{\AA}$  表示， $1\text{\AA} = 10^{-8}$  厘米）。

### 15-3. 电磁波的发送和接收

在 15-2 中我们已经知道，当振荡电路和开放电路耦合时，就有电磁波发射出来。图 15-10 是最简单的发送电磁波的线路，开放电路中和地连接的导线叫做地线，开放电路在空中部分的导线



叫做天线。电磁波就是通过天线和地线组成的电路发送出去的，但是这样发送电磁波还不能达到通讯的目的，为了使电磁波能够传递某种信号，必须使高频电流依照一定的讯号改变，这个过程叫做调制。常用的调制方法是使高频振荡电流的振幅按照所要传递的语言、音乐等所造成音频电

图 15-10. 简单的发送电磁波的线路。流（振荡频率在声音的频率范围的振荡电流叫做音频电流）的波形而变化，这种调制叫做调幅。图 15-11 表示调幅的情形， $a$  是音频讯号， $b$  是高频等幅波， $c$  是调幅后的电磁波。

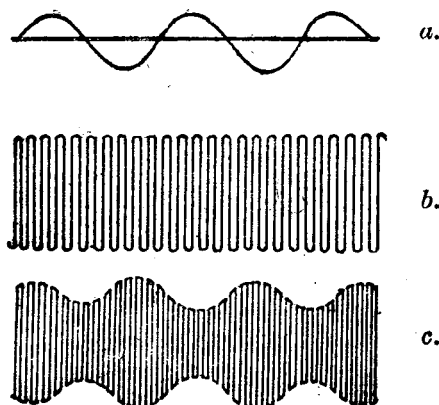


图 15-11 調幅波：

*a*—音頻訊号；*b*—高频等幅波；*c*—調幅波。

图 15-12 是广播台发射調幅波的簡图，当对着話筒播送音乐或語言时，話筒中产生音頻电压經放大器放大后送入調幅器的輸入端，振荡器产生的高频电磁振荡也同时輸入到調幅器，經調幅器的作用产生振幅随音頻电压变化的高频振荡，然后送到天綫发射出去。

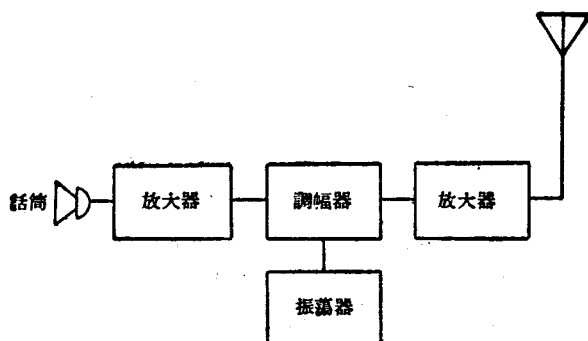


图 15-12. 发射电磁波的原理簡图。

接收电磁波的接收机主要由天地綫电路和調諧电路組成。各个电台发射的电磁波在接收天綫中引起感应电流，調节調諧电

路,使电路和需要接收的电台的电磁波在天綫中引起的振蕩,发生諧振,这样就把这个电台发送的高頻調幅波接收了进来。这个被接收的高頻电流經放大器放大后送到檢波器,把音頻电流从高频电流中分离出来,把高頻电流中的音頻訊号分离出来的过程叫做檢波。檢波后得到的音頻电流經音頻放大器放大以后,輸入到听筒或揚声器中放出声音来,图 15-13 是接收机的原理簡图。

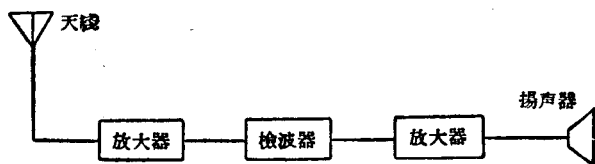


图 15-13. 接收机原理簡图。

#### 15-4. 热电子发射 · 电子管

金属中的电子在金属中可以自由运动,但它要从金属中脱离出来就必须克服金属内部的引力做功,这个功叫做脫出功。在通常温度下,电子的动能比脫出功小,所以它不能脫出金属表面。金属受热后,温度升高,电子的动能随着增大,当温度高达一定数值时,电子的动能大于脫出功,它就可以从金属中发射出来。温度愈高,发射的电子就愈多,这种现象叫做热电子发射。在现代技术中,热电子发射有着广泛的应用。例如各种电子管、倫琴射綫管、阴极射綫管等都要利用到热电子发射。

两极电子管是一个抽成真空的玻璃泡,其中安装着一个发射电子的阴极和一个吸收电子的板极。阴极是用电流来加热的,当阴极中通过电流时,它的温度升高,就有电子发射出来。由于通过电流的方式不同,阴极可分为直热式阴极(或称灯絲)和傍热式阴极两种。直热式阴极是把电流直接通入灯絲加热,以发射电子。傍热式阴极是把发射热电子的发射体做成圓筒形,灯絲放在圓筒中,

灯絲和圓筒是互相絕緣的,当电流通入灯絲时,温度升高,它发出的热为发射体吸收,因而发射体温度随之升高而发射大量电子。板极做成圓筒形套在阴极外面,图 15-14, *a* 是直热式两极电子管的实物图,图 15-14, *b* 是直热式和傍热式两极电子管的符号。

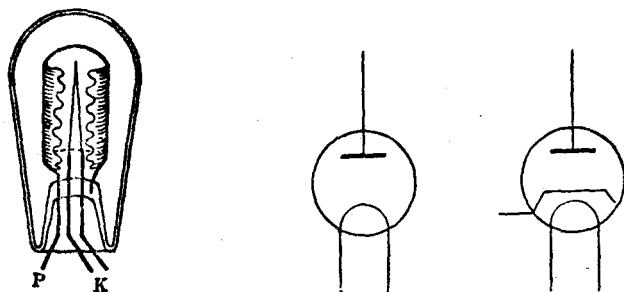


图 15-14, *a*. 两极电子管的实物图。 图 15-14, *b*. 直热式和傍热式两极管的符号。

在两极电子管的灯絲中通以电流,阴极因发热而温度升高后,就有电子发射出来。在板极和阴极之間接上电池組 *B*, 使两极間具有一定的电势差,如果板极接电源正极,阴极接负极,如图 15-15, *a*, 这时电子在两极間电場的作用下将向板极移动,板极吸收电子,这时板极电路內就有电流(板流)流过。如果把电源的正负两极对調,使板极电势低于阴极,那么两极間的电場对电子作用的力

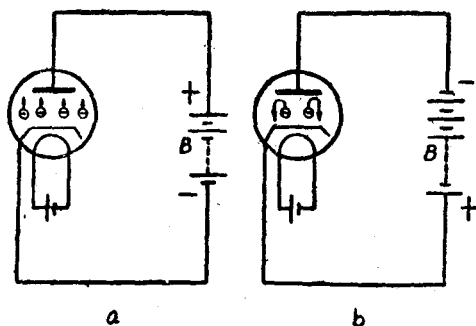


图 15-15. 两极电子管的单向导电性。

把电子斥回阴极,这时板极电路中没有电流流过(图 15-15, b)。由此可见,两极电子管具有单向导电性。

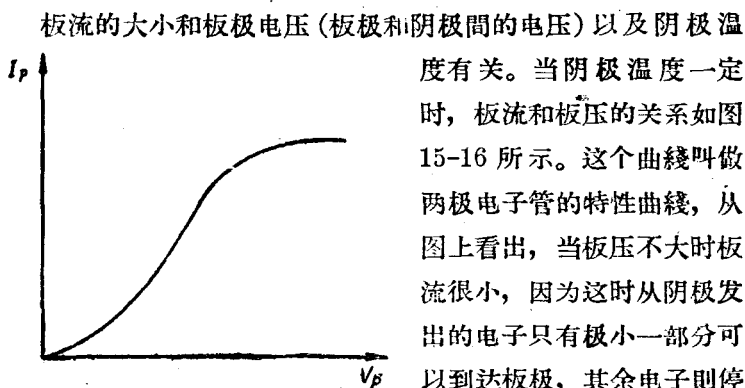


图 15-16. 两极管的特性曲线。

板流的大小和板极电压(板极和阴极间的电压)以及阴极温度有关。当阴极温度一定时,板流和板压的关系如图 15-16 所示。这个曲线叫做两极电子管的特性曲线,从图上看,当板压不大时板流很小,因为这时从阴极发出的电子只有极小一部分可以到达板极,其余电子则停留在两极之间形成空间电荷。随着板压的升高,到达板极的电子数增多,板流增大。但当板压增加到足够大时,单位时间内从阴极发出的电子全部到达板极以后,即使再增大板压,板流也不会再增加了,这时的板流  $I_0$  叫做饱和电流。对于一定的电子管,饱和电流的数值和阴极温度有关,阴极温度愈高,饱和电流就愈大。

在两极电子管的板极和阴极之间,加上一个网状或螺旋状的电极,就成为一个三极电子管,这个网状或螺旋状的电极叫做栅极。从阴极发射出来的电子可以穿过栅极上的小孔到达板极。由于栅极和阴极靠近,因此栅极电势的变化对板流的影响很大,如果

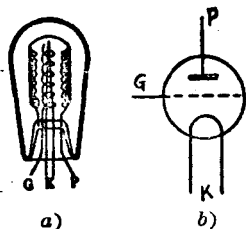


图 15-17. 三极电子管。

栅极电势高于阴极(栅压为正),它帮助板极吸引电子使板流增大,反之,如果栅极电势低于阴极电势(栅压为负),则阻碍电子到达板极使板流减少。三极电子管的实物图和符号分别如图 15-17, a, b 所示。



如果保持板压不变，那么板流将随栅压的变化而变化。这个变化关系可从下面的实验来求得。实验装置如图 15-18, a, 板流可

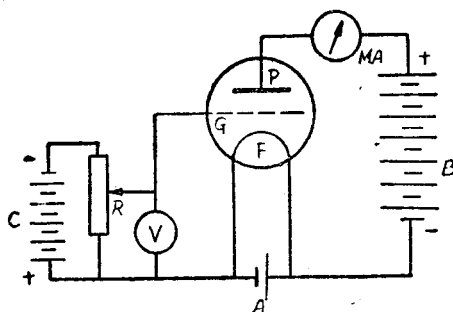


图 15-18, a. 测定三极管特性曲线的电路。

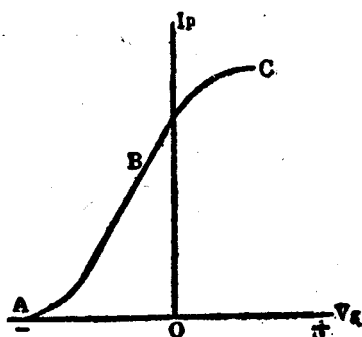


图 15-18, b. 三极管板流栅压特性曲线。

从毫安计  $mA$  上读出，移动可变电阻的滑动接头时，可以改变栅压，栅压的数值可从伏特计上读出。实验开始时，先使栅压为零，这时有板流流过，然后把滑动接头向上移使栅压变负，当栅压负到一定程度时板流为零，这时的栅负压叫做截止栅压。在每一次改变栅压时，从毫安计上读下相应的板流的数值。以后把电源的正负极反接，这时栅压为正，板流增大，移动变阻器的滑动接头改变栅压并读出与一定栅压对应的板流的值。以栅压  $V_g$  作横坐标，板流  $I_p$  作纵坐标时，可画出板流栅压曲线 ( $I_p - V_g$  曲线)，这个