



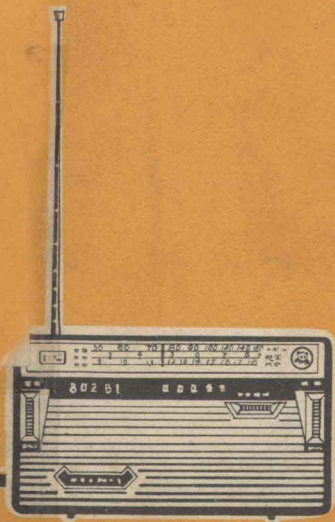
江苏省中学课本

# 物理

WULI

高中第四册

江苏人民出版社



# 毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

学生也是这样，以学为主，兼学别样，即不但学文，也要学工、学农、学军，也要批判资产阶级。学制要缩短，教育要革命，资产阶级知识分子统治我们学校的现象，再也不能继续下去了。

# 目 录

## 第一章 电子管及其应用

- 第一节 二极电子管及其单向导电性 ..... (1)
- 第二节 整流器 滤波器 ..... (3)
- 第三节 三极电子管及其放大原理 ..... (8)
- 第四节 电子管扩音机 ..... (15)

## 第二章 半导体和晶体管

- 第一节 半导体 ..... (18)
- 第二节 晶体二极管及其单向导电性 ..... (21)
- 第三节 晶体三极管及其放大原理 ..... (26)
- 第四节 可控硅 ..... (32)

## 第三章 电磁波的发射和接收

- 第一节 电磁振荡 ..... (38)
- 第二节 电磁波 ..... (42)
- 第三节 电磁波的发射 ..... (45)
- 第四节 电磁波的接收 ..... (47)

## 第四章 几何光学

- 第一节 光的直线传播 ..... (61)
- 第二节 光的反射 ..... (62)
- 第三节 反射镜 ..... (65)

第四节	光的折射 .....	(70)
第五节	透镜和透镜成象 .....	(77)
第六节	显微镜和望远镜 .....	(89)
实 验	凸透镜成象 .....	(95)

## 第五章 光的本性

第一节	光的干涉 .....	(97)
第二节	光的电磁理论 .....	(100)
第三节	光的色散 光谱 .....	(102)
第四节	红外线 紫外线 X射线 .....	(109)
第五节	光电效应 .....	(113)
第六节	光电效应的应用 .....	(117)
第七节	光的发射和吸收 .....	(121)
第八节	激光 .....	(125)
第九节	光的本性 .....	(131)

## 第六章 原子能及其利用

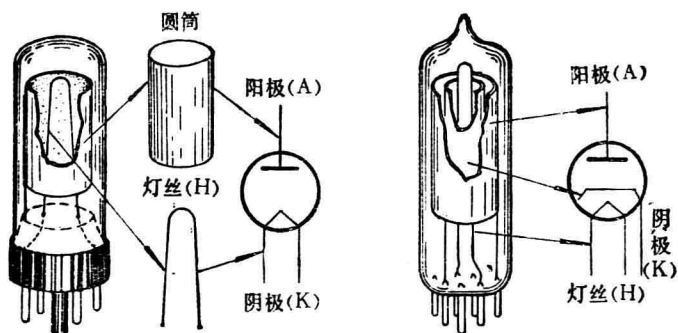
第一节	放射现象 .....	(133)
第二节	原子的人为嬗变 .....	(137)
第三节	原子核的组成 .....	(140)
第四节	原子能 .....	(142)
第五节	核武器及其防护 .....	(147)
第六节	原子能的利用 .....	(150)
第七节	放射性同位素及其应用 .....	(154)

# 第一章 电子管及其应用

电子管在无线电和其它电子学中有广泛的应用。下面我们对几种最简单电子管的构造、特性及其应用进行讨论。

## 第一节 二极管及其单向导电性

把钨丝制成灯丝和把镍板制成圆筒(或扁匣形),将它们封闭在高度真空(气压约为 $10^{-5}$ — $10^{-7}$ 毫米水银柱高)的玻璃泡或金属泡里,就构成了二极管(图1—1)。



甲、直热式

乙、旁热式

图 1—1 二极管

在二极管管中有两个电极，一个电极受热后能发射出电子，叫做阴极；另一个电极(圆筒)能收集电子，叫做阳极(或板极、屏极)。根据二极管管的阴极受热方式不同，分为直热式二极管管和旁热式二极管管两种。直热式二极管管是在灯丝上直接通电把灯丝加热，使它发射出电子，所以直热式二极管管的灯丝就是阴极(图 1—1 甲)；旁热式二极管管的阴极是套在灯丝外面的圆筒，当灯丝通电加热后，把热量传递给阴极，使阴极发射出电子，所以旁热式二极管管的灯丝并不是阴极(图 1—1 乙)。

我们用图 1—2 的实验，来研究二极管管是如何导电的和它在导电过程中又有什么特性。

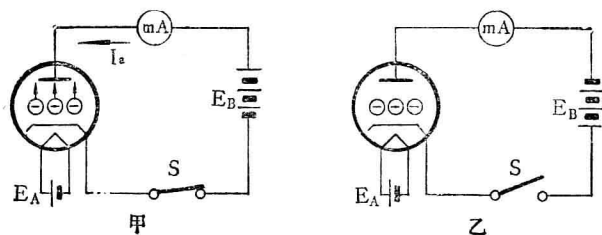


图 1—2 二极管管单向导电性电路

在图 1—2 甲中，灯丝将  $E_A$  供给的电能，转变成热能传递给阴极，使阴极发射出电子，这些电子在阴极附近便形成了“电子云”。当电键  $S$  接通时，由于电子管的

板极接  $E_B$  的正极,电子管的阴极接  $E_B$  的负极,所以在电子管的内部就形成了由板极指向阴极的电场。电子在电场力的作用下,就由阴极附近流向板极而形成板极电流  $I_a$ ,这时就可以看到电流表的指针发生偏转,表明电子管已导通。如果我们将  $E_B$  象图 1—2 乙那样接法,再将电键  $S$  接通,这时在电子管内部就形成了由阴极指向板极的电场。电子在电场力的作用下,阻碍电子向板极移动,并不能形成板极电流,所以电流表的指针并不发生偏转,这表明电子管未导通。

二极管,只有当板极接电池正极,阴极接电池负极才被导通,否则就不会被导通。这种性质叫做二极管的单向导电性。

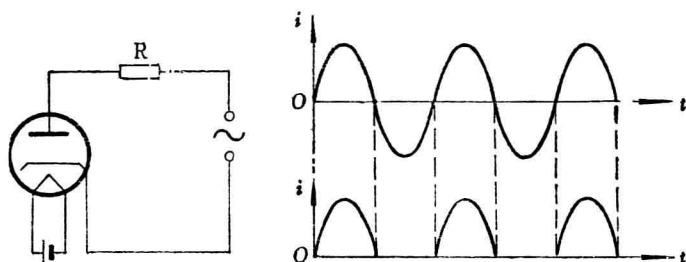
二极管的单向导电性是由它的内因所决定的。如果它的阴极不能发射出电子,即使在板极上加很高的电压,它也不会有单向导电的性质。

## 第二节 整流器 滤波器

利用二极管的单向导电性,我们就可以把交流电变成所需要的脉动性直流电。现在我们利用图 1—3 的实验,来研究一下二极管是如何把交流电变成脉动性直流电的。

在图 1—3 甲中,当电子管的板极为正,阴极为负

的半个周期内,因为板极电势高于阴极电势,所以在负载电阻  $R$  中就有自右向左的电流通过。但是当电子管的板极为负,阴极为正的半个周期内,由于板极电势比阴极电势低,所以在负载电阻  $R$  中就没有电流通过。这说明,只有在正半周内负载电阻  $R$  中才有自右向左的脉动性直流电流通过。



甲、二极电子管半波整流电路

乙、上图是整流前的交流电图线  
下图是整流后的电流图线

图 1—3 二极电子管半波整流原理

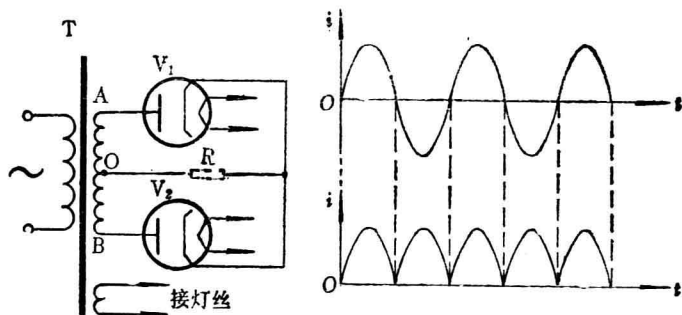
把交流电变成脉动性直流电的过程,叫做交流电的整流。能够完成交流电整流的装置,叫做整流器。

从图 1—3 乙中,我们可以看出,整流后的电流只有未整流前波形的一半,所以图 1—3 甲,叫做二极电子管半波整流电路。

交流电经半波整流后,只有半波能被利用,另一个半波未能被利用,为了使交流电的正、负半波都能被利用,就需要用全波整流器进行整流。图 1—4 甲所示的



就是利用两个二极电子管组成的全波整流电路。



甲、二极电子管全波整流电路

乙、上图是整流前的交流电图线  
下图是整流后的电流图线

图 1—4 二极电子管全波整流原理

在图 1—4 甲中，当变压器 T 次级线圈 A 端为正，B 端为负的半个周期内，电子管  $V_2$  不导通，只有电子管  $V_1$  导通。其电流方向是从负载电阻 R 的右端流向左端。当变压器 T 的次级线圈的 B 端为正、A 端为负的半个周期内，电子管  $V_1$  不导通，只有电子管  $V_2$  导通，其电流方向仍然从负载电阻 R 的右端流向左端。这样，就把交流电的正负半周都变成了单向脉动性电流供给了负载电阻 R。

为了使二极电子管便于用作全波整流，同时又节约材料，缩小体积，一般都把两个二极电子管的内部结构，封闭在同一个高度真空的玻璃泡或金属泡里。这样

构成的电子管，叫做双二极管，其符号如图 1—5 所示。



甲、直热式

乙、旁热式

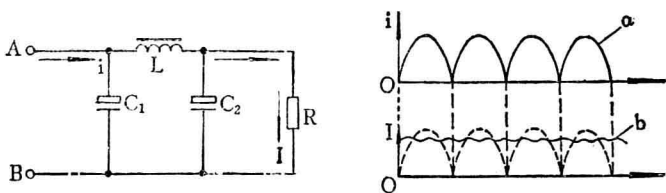
图 1—5 双二极管符号

由图 1—3 乙和图 1—4 乙可知，不论是半波整流器还是全波整流器，输出的都是单向脉动性电流，这种单向脉动性电流，只能供蓄电池充电等方面用，而不能满足收音机、扩音机等所需要的较平稳的直流电。因为在脉动电流中，既含有平稳的直流成分又含有交流成分。交流成分的电流会使喇叭发出嗡嗡的交流声，使收音机、扩音机不能正常工作。

为了将脉动电流中的交流成分去掉，获得较平稳的直流电。在无线电技术中，经常用  $\pi$  型滤波器来进行滤波(图 1—6 甲)。

在图 1—6 甲中， $C_1$ 、 $C_2$  为电解电容器； $L$  为有铁芯的线圈(或与铁芯线圈起相当作用的电阻)； $R$  为负载电阻。当脉动性电流  $i$  从 AB 端输入时，其中直流

成分比较容易通过线圈，而不能通过电容器；交流成分比较容易通过电容器，而不容易通过线圈。所以我们只要选择适当的电容器  $C_1$ 、 $C_2$  和线圈  $L$ ，就可以使脉动电流中的交流电绝大部分通过  $C_1$ 、 $C_2$  到达  $B$ ，这样，负载电阻  $R$  就能得到比较平稳的直流电（图 1—6 乙中的 b）。



甲、 $\pi$  型滤波电路

乙、上图 a 是滤波前的脉动电流图线，下图中的实线 b 是滤波后较平稳的直流电流图线

图 1—6  $\pi$  型滤波器滤波原理

我们把图 1—6 甲和双二极管热式电子管整流电路组合起来就构成了交流电收音机中经常用到的整流、滤波电路（图 1—7）。

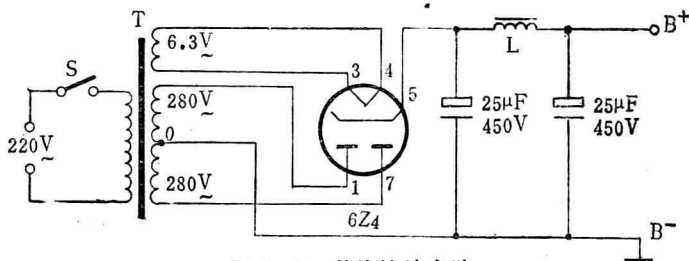


图 1—7 整流滤波电路

## 习 题 一

试画出用直热式双二极管、电源变压器、两个电解电容器和一个电阻器组成的整流、滤波电路图。

### 第三节 三极电子管及其放大原理

三极电子管就是在二极管的阴极和板极之间加入第三个电极(栅极)而构成的(图 1—8)。栅极是用金属丝绕成螺旋状或网状,套在阴极的外面,它距离阴极较近,而离板极较远。

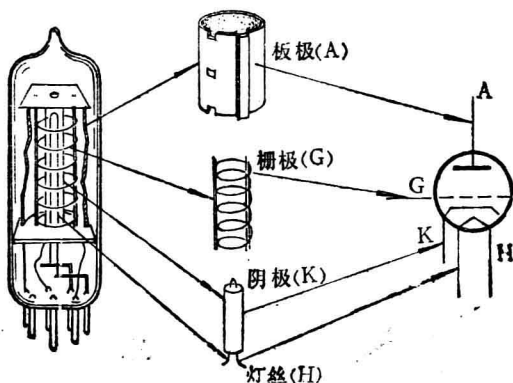


图 1—8 三极电子管

#### 一、三极电子管的放大原理

三极电子管具有放大作用。下面我们通过实验来

进行研究。

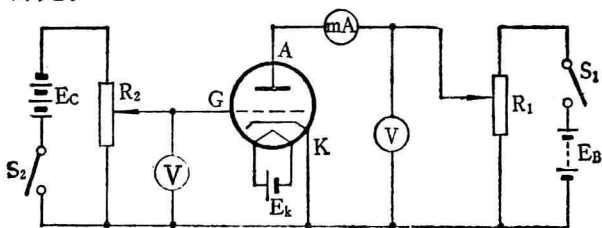


图 1—9

在图 1—9 所示的装置中,  $R_1$  和  $R_2$  均为滑动变阻器, 用来改变板极电压(板极和阴极之间的电压)和栅极电压(栅极和阴极之间的电压)。

实验时先保持栅极电压不变, 调节滑动变阻器  $R_1$  以改变板极电压; 再保持板极电压不变, 调节滑动变阻器  $R_2$  以改变栅极电压。观察板极电流变化情况。

实验的结果告诉我们: 当栅极电压不变而板极电压增大时, 板极电流就随之增大(板极电流也不是随板极电压的增大而无限制的增大, 当板极电压增大到某一数值时, 板极电流就达到了最大值, 这时板极电压再增大, 板极电流也不再增大了)。板极电压减小时, 板极电流就随之减小。当板极电压一定时, 改变栅极电压, 板极电流就随着栅极电压的变化而变化, 并且当栅极电压有微小变化时, 就能引起板极电流很大的变化, 这时板极电流变化的数值, 相当于板极电压作很大变化时所引起板极电流的变化。这说明, 栅极电压

对板极电流的影响要比板极电压对板极电流的影响大得多。当栅极电压增大到一定值（也即栅极电势比阴极电势低到一定数值）时，板极电流便减小到零。

上述实验说明，板极电流不但与板极电压有关，而且还受到栅极电压的控制，所以我们把这个栅极叫做控制栅极。

为什么栅极电压控制板极电流的能力比板极电压控制板极电流的能力强呢？

这是因为“事物的性质，主要地是由取得支配地位的矛盾的主要方面所规定的。”（《矛盾论》，《毛泽东选集》第二九七页）在三极电子管的板极和阴极之间同时存在两个电场。一个是由板极指向阴极的电场，另一个是由阴极指向栅极的电场。这样，从阴极发射出来的电子就同时受到两个电场的作用。由板极指向阴极的电场，驱使电子向板极移动，在一定范围内，板极电势愈高（板极电压愈大），这种驱使作用就愈强，板极电流也就愈大。而由阴极指向栅极的电场却是阻碍电子流向板极的。栅极相对于阴极的电势愈低（栅极电压愈大），这种阻碍作用就愈大，板极电流也就愈小。但是，由于栅极距离阴极很近，而板极距离阴极较远，所以，当栅极电压作微小变化时，就相当于板极电压有相当大的变化，从而引起板极电流相当大变化。这说明，在三极电子管中，栅极电压起着矛盾的主要方面的作用。因

此,我们就可以利用改变栅极电压的方法,来控制板极电流的变化,使三极电子管起到放大的作用。

必须指出,只有栅极电势低于阴极电势时,三极电子管才能正常工作,如果栅极电势高于阴极电势,从阴极发射出来的电子,就有一部分流向栅极,形成栅极电流,使三极电子管的放大性能变坏,破坏了三极电子管的正常工作。所以在实际应用中,栅极通常都选用适当的负电势。

## 二、电压放大和功率放大

利用三极电子管的放大作用,可以将微弱的交变信号放大成我们所需要的信号。

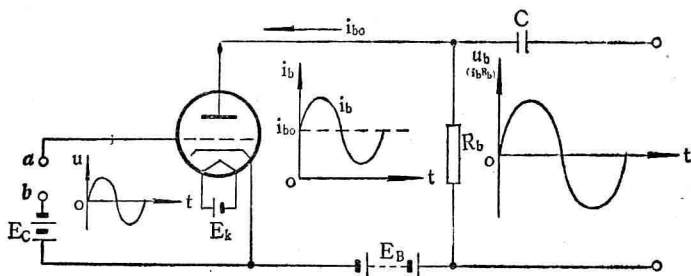


图 1—10

在图 1—10 中,当 a、b 两点连接在一起而没有交变信号电压输入时,由于板极电压和栅极电压是一定的,所以在板极电路中就存在着平稳的板极电流  $i_{bo}$

(图 1—10 中虚线所示)。

当 a、b 两点断开，并且输入微弱的交变信号电压时，控制栅极上的电压将受到外来信号电压的影响，使板极电流不能再保持平稳状态。当外来信号电压处于正半周内，相当于在栅极电路中除原来的电源  $E_c$  外，又加进了一个反向电压，使栅极与阴极之间的电场减弱，这时到达板极的电子数增多，从而增强了板极电流。当外来的信号电压处于负半周内，就相当于在栅极电路里，加入了一个与电源  $E_c$  相同方向的电压，使栅极与阴极之间的电场加强，这时，到达板极的电子数也就减少，从而减弱了板极电流。所以，在栅极上输入一个微弱交变的信号电压时，栅极电压就发生微小的变化，相应地，板极电流也就发生很大的变化。当板极电流通过负载电阻  $R_b$  ( $R_b$  足够大) 时，在负载电阻两端就得到一个放大的交变信号电压  $u_b(i_b R_b)$ ，而这个交变信号电压的变化规律与输入信号电压的变化规律相同(图 1—10)。图 1—10 的电路就是电压放大电路。

电压放大器对电压放大的倍数虽然很高，但它的电流较小，输出功率很小，不能推动喇叭正常工作。所以，收音机、扩音机等在电压放大级后面再加一级输出功率较大的放大级，叫功率放大级(图 1—11)。功率放大器和电压放大器的基本原理是相同的，但是在功率放大器中，我们要求的是放大信号的电功率，而不着



重于电压放大，所以要求它有较大的输出电流。用内阻较小的电子管和用变压器作板极负载后，电子管就能输出较大电流，并使变压器获得较大功率而输送给喇叭(图 1—11)。

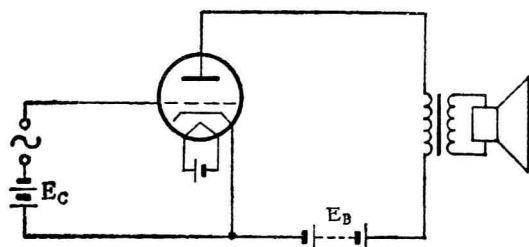


图 1—11

必须指出，功率放大并不是说电子管将输入信号的功率本身放大，同时根据能量守恒定律它也不可能放大。我们所说的放大是将信号电压加在电子管的控制栅极上，使板极电路里供给的直流电功率转变为交流电功率的结果。由上面分析可知，电子管并不是能量的源泉，而只是能量的转换机构，它不仅不能供给能量，而且还要消耗能量。

在实际使用中，栅极电路里并不专门用一个电源  $E_C$  来供给电压，而是在阴极上串联一个电阻(阴极电阻)  $R_K$  来供给电压的(图1—12)。

在图 1—12 电路中，当没有信号电压输入时，通过电子管的是平稳直流电。电流通过  $R_K$  时，在  $R_K$  上产