



## 介绍几种农村中学适用的自制教具(一)

河北省衡水地区教具研究小组

**编者按:**河北省衡水地区广大中学物理教师,自无产阶级文化大革命以来,在毛主席的教育路线指引下,在批林批孔运动的推动下,自力更生,艰苦奋斗,破除迷信,解放思想,坚持土法上马,就地取材和密切联系三大革命运动实际的原则,积极开展群众性的教具配套、改进和创新的研究活动,他们的实践表明,自制教具的使用,不仅改进了教学方法,提高了教学质量,并且为国家节约了大量开支,促进了无产阶级教育革命的深入发展,这也是对林彪和孔老二宣扬的唯心论的先验论的有力批判。现选择其中几种在该地区广大农村中学已普遍推广、效果较好的自制教具在本刊陆续发表,供大家参考。

### 一、走马灯横纵波投影仪

旧有的波动演示器结构比较复杂,又不易于自制。在贫下中农管理学校委员会的直接领导和具体帮助下,革命师生打破洋框框,吸取民间手工艺品走马灯的制作经验,用高粱杆、铁丝、纸条为原料,制作了一个“走马灯横纵波投影仪”,收到了较好的效果。

投影仪主要由木箱架、投影面、转轮及光源四部分组成。

#### 1. 木箱架:

按图1所示,用木条做一个长方体木箱架。木箱架上方和下方各安一条横木作为转轴的支架,横木应通过木箱架上、下底面的中心。在上、下横木的中心位置各钻一个孔(孔不必钻透),孔内可嵌入用白铁片做的轴套,上横木应能够自由拆卸:拆下来,便于更换转轮;安上去,用螺丝制紧,便可支持转轮旋转。

#### 2. 投影面:

木箱架四个侧面安上玻璃。其中两对面玻璃涂绿漆(也可以钉上两块硬纸板代替玻璃),其余两对面玻璃涂黑漆。其中一块玻璃涂黑漆时,留有若干条透明的彼此平行的竖直狭缝,作为横波投影面,如图2(a)。注意,中间一条狭缝应染成红色。另一块玻璃涂黑漆时,留有一条透明的竖直狭缝,作为纵波投影面,如图2(b)。投影面还可以用不透光的黑纸来做:按照图2(a)、图2(b)在黑纸上刻出狭缝,夹在两块平面玻璃之间,镶在木箱架相应的侧面上。

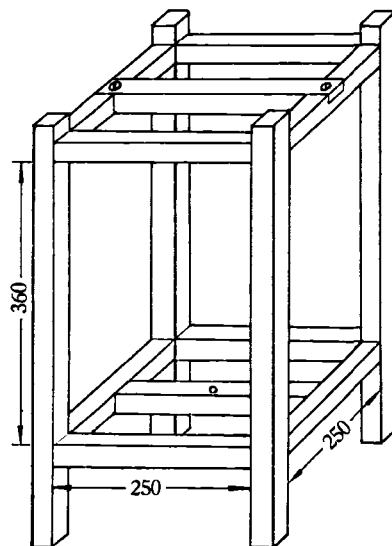


图 1

#### 3. 转轮:

取一根长340毫米左右、粗细均匀、结实的高粱杆,上下两端各固定一根硬铁丝做的轴尖,作为转轴。转轴的 length 应以可以插在上、下横木的轴套之间,并能转动自如为宜。

在离转轴上端50毫米的地方,互相垂直地穿过两条240毫米长的竹篾子(或硬铁丝),在其端点扎上一个用细竹篾(或硬铁丝)做成的直径240毫米的圆圈,作为风车的骨架。风车的叶片可按图3(a)所示方法用纸粘成。

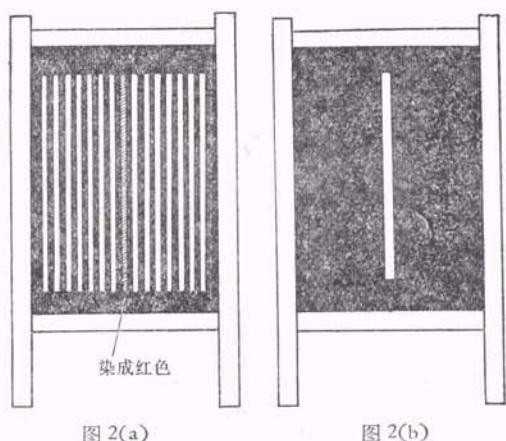


图 2(a)

图 2(b)

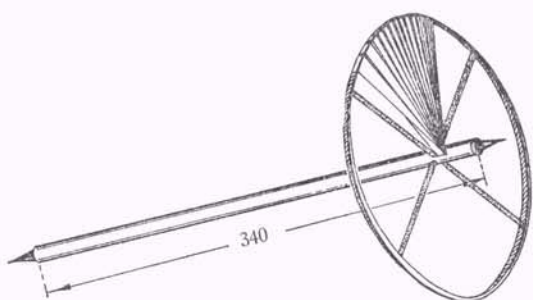


图 3(a)

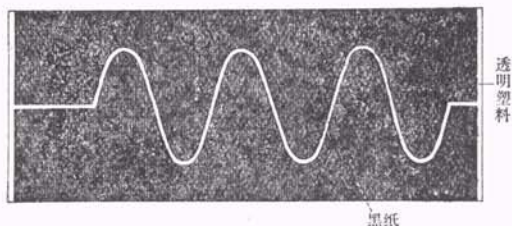


图 3(b)

取一张  $760 \times 300$  毫米<sup>2</sup>的不透光黑纸，在上面刻出图 3(b) 所示的横波波形。再把黑纸粘在同样大小的透明的塑料薄膜上，使其保持为一个整体。然后卷成一个直径 240 毫米的圆筒，上方粘在风车的骨架上。为了使纸筒结实，下方亦可粘在一个细竹圈上。这样，就做好了横波转轮。如图 3(c)。

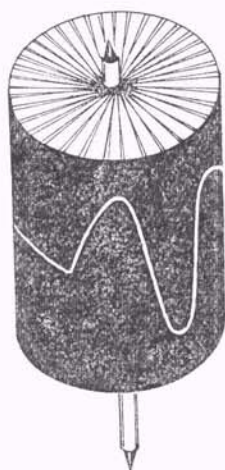


图 3(c)

用同样的方法，按照图 3(d) 所示纵波波形，再做一个纵波转轮。所不同的是，在纵波波形中，中间的一个波形应涂上红色。

为了保证转轮转动自如，制作中应力求减轻转轮的重量。

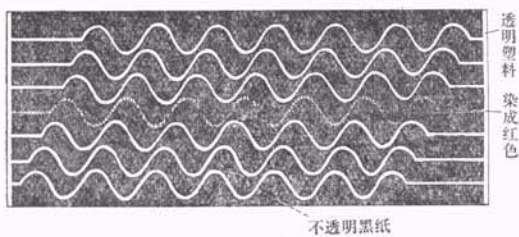


图 3(d)

#### 4. 光源:

用蜡烛或带罩煤油灯作光源。如有条件的话，用白炽灯或一组日光灯效果可能更好。

利用这件教具，可以生动地演示横波、纵波的传播过程。

在演示横波的传播时，点燃油灯，将横波转轮放入投影箱。首先使波形中平直的部分对准横波投影面，利用狭缝栅栏，将连续的介质分割成一个个质点，在投影面上显示出一排光点。随着纸筒内热空气上升，推动风车徐徐转动，可以看到第一个光点首先离开平衡位置，开始振动，紧接着第二个光点、第三个光点、……也相继离开平衡位置开始振动，如图 4，我们便看到一系列前进的波。在波的传播过程中，引导学生注意观察每个光点的运动，譬如红色光点的运动，可以看到，它本身并没有向前推移，仅仅是在平衡位置上作简谐振动，只不过将它的运动形式传给了下一个光点。因此，整体上看去，一个个波峰滚滚向前。当转轮旋转一周的时候，投影面上各光点也依次回到原来的平衡位置上，恢复原状。这就表示一系列横波在介质中传播过去了。

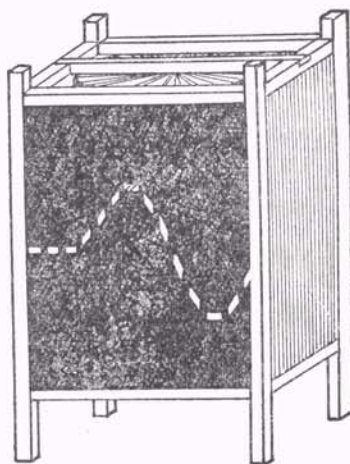


图 4

利用纵波转轮，通过纵波投影面，同样可以清楚地显示出在波的传播过程中，每一个质点只在平衡位置

上做简谐振动,而向前不断传播的仅仅是运动的形式,不是物体的本身。这两者的对立统一,构成了波动的基本矛盾。从而可以帮助学生很快地抓住波动的本质,建立清晰的概念。

## 二、大气压强演示器

传统的大气压强实验,不仅需要特制的马得堡半球,还需要有较好的抽气设备。现在我们不用复杂的设备,只用塑料挂衣钩同样可以很好地完成这个实验。

取两个塑料挂衣钩,把两个衣钩的“吸盘”对在一起,用手挤压,排出中间的空气,两个衣钩便紧紧地贴在一起了。然后提起衣钩,在下面挂上重物,甚至一、二块砖,也不能够把衣钩分开,如图5所示。

空气是有重量的,所以空气对任何物体都有压力。这个压力是来自各个方面的,因为两个衣钩内的空气被挤压出去,周围空气便紧紧地把它压在一起。

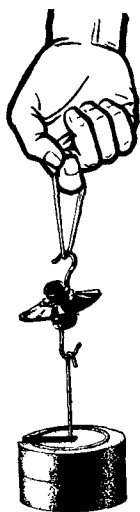


图5 大气压强演示器

## 三、喷气式小飞机

动量守恒定律,是物理学的基本定律之一,在三大革命运动中有着广泛的应用,火箭的上天,喷气机的飞行,都遵循着这一基本规律。结合这一部分教学,我们用废电解电容器的铝壳做了一个喷气式小飞机。利用铝壳中急剧喷射出来的酒精蒸气的反冲作用,推动小飞机高速运动,从而生动地说明了反冲原理及其在实际中的应用。

其制作方法简介如下:

1. 喷气发动机:取一个废铝壳电解电容器,从前面小心将电容器打开,把胶木盖片及里面的金属箔片、电解液统统清除干净。在铝壳底部靠近边缘的地方,打一个小孔,作为喷孔。孔径在0.1毫米左右。注意孔径不要太大,否则会降低喷射速度,影响演示效果。然后把一个厚2毫米的铝片(或铁片)剪成和胶木盖同样大小,铆在电容器铝壳前部原来胶木盖的位置上,注意铆接处一定要密合无隙,不能漏气。

厚铝片的中心,钻有一个小圆孔,用一个稍大的机器螺丝拧进去,在圆孔四壁套出螺纹。这个圆孔用来注入酒精。为了防止演示时高压酒精蒸气从圆孔与螺丝之间的空隙中漏出,在厚铝片上再盖上一个中间也有同样大小圆孔的橡皮垫和圆铁片,然后用螺钉把它们紧紧地拧在一起,将口堵严,如图6。

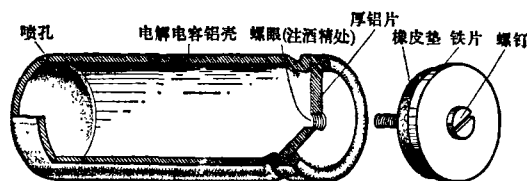


图6

铝壳后面的孔开得要小,前面的口堵得要严,这是制作发动机的两个关键。

2. 飞机模型:飞机模型主要由机头、机身、机尾、吊盒等几部分组成。

机头:用一个小铝盒(或一个电解电容器的铝壳),把底部冲压成图7的形状,作为机头。机头大圆的直径,稍大于发动机,以便套在上面。

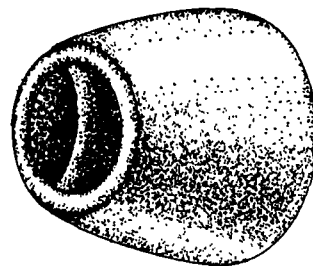


图7 机头

机身:用铝片(或铁片)卷成一个直径稍大于喷气发动机的圆筒,筒长要小于发动机的长度,以便套在发动机上面时前后留有安装机头和机尾的余地。机身两侧,铆有薄铝片做成的机翼,如图8。

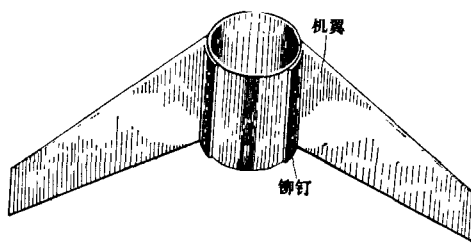


图8 机身

机尾:如图9,也是用铝片(或白铁片)铆成。机尾下部开有一个进火口,以便吊盒里的火焰可以进入机尾内,将喷口喷出的酒精蒸气点燃。

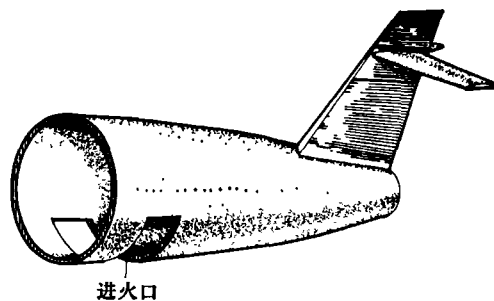


图9 机尾

吊盒:如图10,用一个小铝盒做成,上面穿有铁

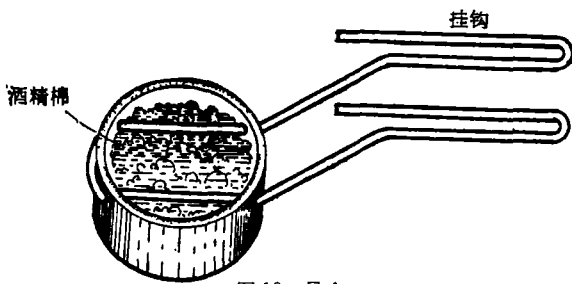


图 10 吊盒

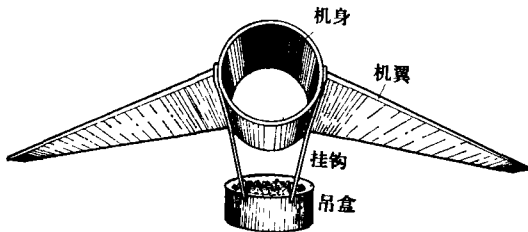


图 11

丝弯成的挂钩,可以挂在机翼上,如图 11。

组装:用移液管通过注酒精圆孔,往喷气发动机内注入适量的酒精(约占发动机容积的一半左右),然后用螺钉将圆孔封死。将机身套在发动机中部,前面套上机头,后面套上机尾。注意应使发动机的喷口处于飞机的上半部。挂上吊盒,并调整吊盒位置,使它处于发动机后半部,机尾入火口附近。吊盒内装有浸泡酒精的棉花(棉花的作用是防止飞行中将酒精甩出),全貌如图 12。

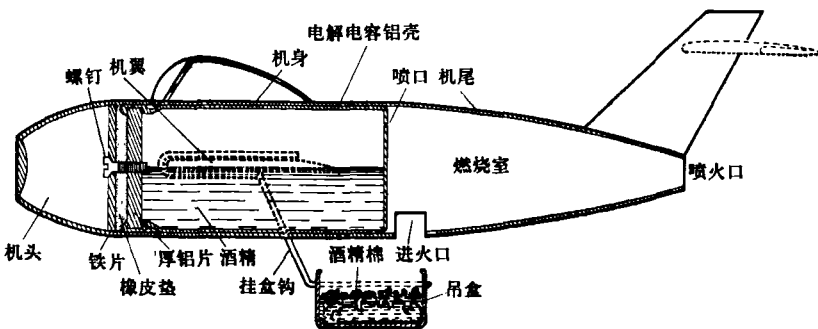


图 12 装配全貌图

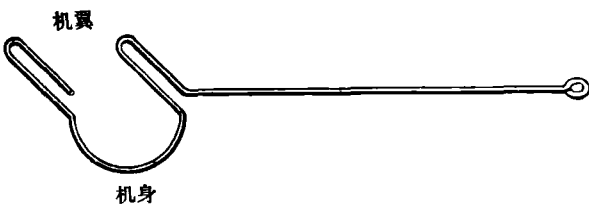


图 13 飞机支架

制作中特别应当注意,由于演示时飞机转速很快,机身温度又很高,因此各连接部分一定要牢靠,同时严

禁焊接。

3. 支架:用 8 号铁丝按图 13 弯成飞机支架,通过机翼卡和机托,将飞机卡紧、托住。飞机支架焊在一个转动轴上,转动轴安放在底座上。

演示时,用火柴将吊盒中酒精点燃,发动机(电解电容铝壳)内的酒精蒸气受热后,体积急剧膨胀,以高速从喷口中喷射出来。这时燃烧室被点燃了,从喷火口吐出长长的火舌,同时,飞机开始向前运动。随着酒精蒸气喷射速度越来越高,小飞机拖着长长的火舌

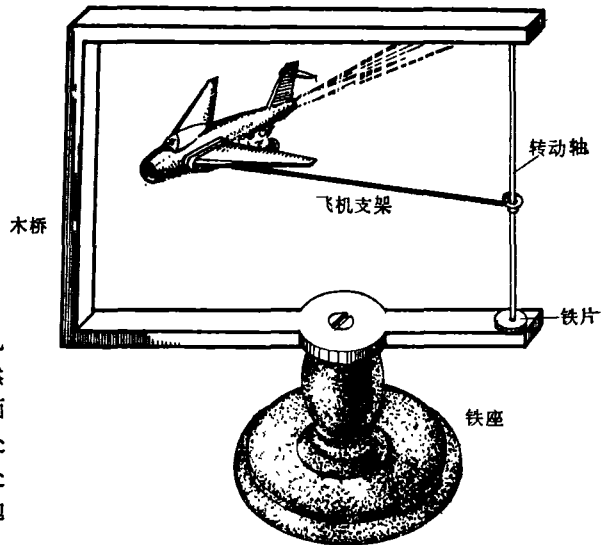


图 14

围绕着转轴也越转越快,可以达到相当高的速度,如图 14。

#### 四、电子束的磁致偏转演示器

用调谐指示管 6E1 做成的电子束的磁致偏转演示器,可以观察电子束在磁场中的偏转现象,说明运动电荷在磁场中受力情况,讲解

左手定则;同时,还可以用来研究交流电、单向脉动电流、稳恒电流产生的磁场对电子束的影响。

按图 15 将线路连接好。其中调谐指示管 6E1 的右侧是一个带有弯头的电磁铁,电磁铁的铁芯用直径 8 毫米、长 35 毫米的软铁棍做成,弯曲部分长约 10 毫米。线圈用直径 0.52 毫米的漆包线绕 100 匝。 $S_1$  为一个 2×5 波段开关, $S_2$  为电源开关, $R_1$  为电磁铁电流调节电位器。

将演示器装入一个 250×120×100 毫米<sup>3</sup>的木盒中,木盒上部放置调谐指示管 6E1,电磁铁在调谐指示

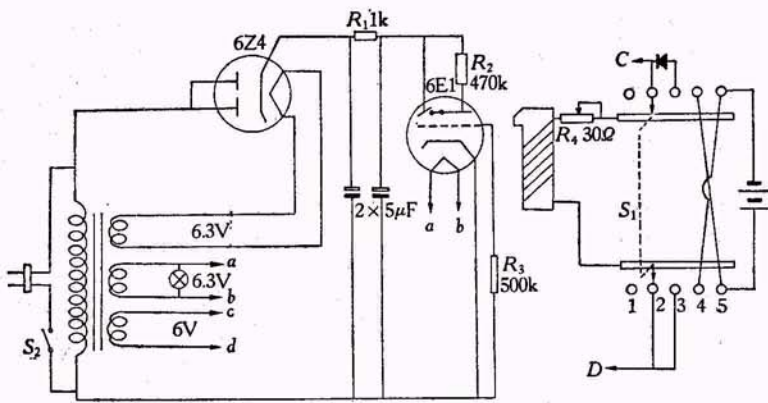


图 15 电子束磁致偏转演示器原理图

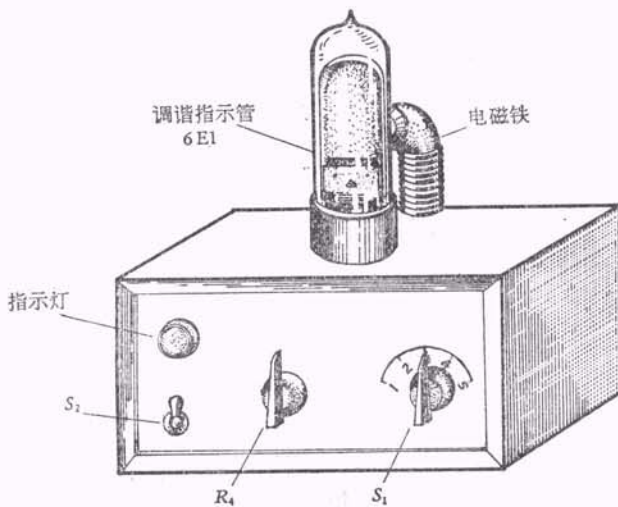


图 16 电子束磁致偏转演示器

管后面，弯头部分对准荧光屏（板极），如图 16。

使用时，接通电源，待约一、二分钟，调谐指示管发出绿色光束后，再把  $S_1$  拨到 1 的位置，可以看到一束很窄的绿光沿光屏垂直向上射出，这就代表了电子束的径迹。用一块永久磁铁靠近调谐指示管，绿色光束马上就发生弯曲，磁铁靠得越近，光束弯曲地就越厉害。说明电子束在磁场的的作用下，发生了偏转，磁场越

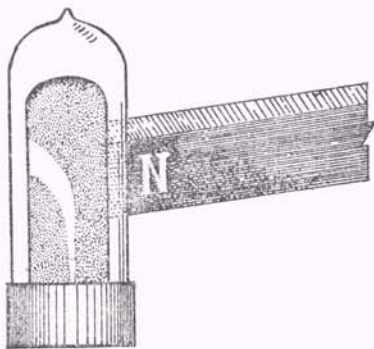


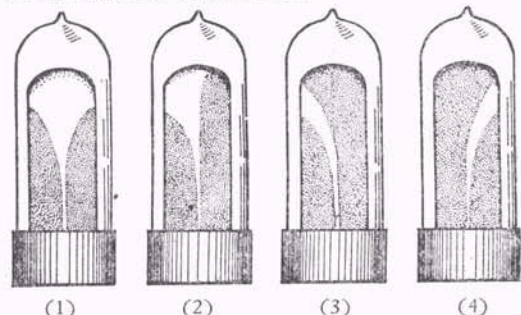
图 17 永久磁铁对电子束的影响

强，电子束受到的作用力就越大，因而偏转的也就越大，如图 17。

通过这个教具的演示，可以看到电荷运动方向（正电荷由板极到阴极，即电流的方向）、磁场的方向以及运动电荷在磁场中受到作用力的方向，从而可以进一步弄清三者相互关系，帮助我们学习左手定则。

把开关  $S_2$  依次拨到 2、3、4、5 的位置，可以分别看到交流电(2)、单向脉动电流(3)和直流电(4、5)所产生的磁场对运动电荷的影响，如图 18。演示器演示出形象生动的

图象，可以帮助我们更深刻地理解交流电、单向脉动电流、直流电及其磁场的特性。



(1) 交流电产生的磁场(交变磁场)；(2) 单向脉动电流磁场(单向脉动磁场)；(3) 直流电的磁场(I)(稳恒磁场) (4) 直流电的磁场(II)(稳恒磁场)。

图 18

## 五、简易光电效应实验及光控计数器

演示光电效应这个物理现象，有好几个实验装置，如斯托列托夫试验装置、光电管等。但是，这些实验或者装置比较复杂，或者取材不甚方便，往往一般农村中学不易进行。

大家知道，光照能大大改变半导体的导电性能，当光照射在 p-n 结的势垒区上时，n 区的光生空穴就被内建电场扫入 p 区，p 区的光生电子被电场扫入 n 区，使 p-n 结产生一个正向电压。如果把 p-n 结与外回路接通，回路中将产生电流。根据这个原理，不用专门的光电元件，利用普通晶体三极管也可以演示光电效应实验。

简易光电效应实验就是利用普通三极管(3A×81 或 3A×71)作为光电元件的。由于 3A×81 (或 3A×71) 是玻璃管壳，因此，不用破坏管子的外壳，只须把管

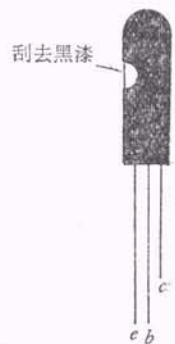


图 19

壳外面靠发射极一边的黑漆刮掉一点,露出发射极来,就可以用来演示光电效应实验,如图 19。

简易光电效应实验的线路如图 20,把灵敏电流计或微安表接在三极管的发射极和基极之间,电表的正极接发射极,负极接基极。用手电筒的光照射其发射结,可以产生 20 微安左右的电流。若用太阳光照射,可以产生 100 微安左右的电流。

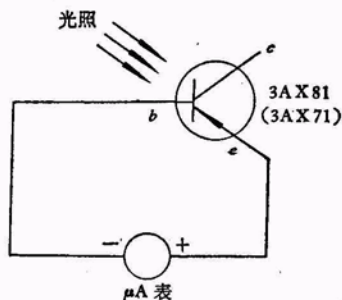


图 20

但是,要用这样微弱的电流去控制什么东西还不行,也就是说,这样的微弱电流还没有什么实际用途,必须放大。因为三极管本身有放大能力,所以将图 20 的线路稍加改变,就变成了一个光电微电流放大装置,如图 21。图中的  $R_1$  是基极回路电阻,改变它可控制光电电流的强弱,一般采用 2K 欧姆较好; $R_2$  是集电极直流负载电阻,一般选用 1K 欧姆,电源电压为 6 伏。用这个线路,电流可以达到 20—30 毫安,现象比较明显,也很容易成功。

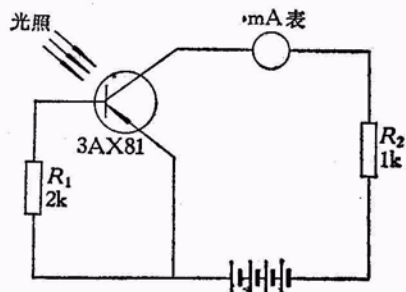


图 21

如果有条件的话,在这个线路的基础上,再加一级放大,就可以做成一个简单的光控计数器,如图 22。

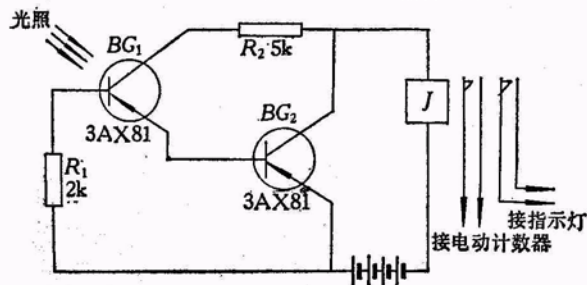


图 22

图中  $BG_1$  和  $BG_2$  组成一个复合管线路,它的放大倍数等于  $BG_1$  和  $BG_2$  的  $\beta$  值的乘积。这个线路中  $BG_2$  的集电极的静止电流受  $BG_1$  穿透电流的影响很大,因为  $BG_1$  的穿透电流近似等于  $BG_2$  的基极电流,那么  $BG_2$  集电极电流就等于这个电流的  $\beta_2$  倍。所以,采用此电路,  $BG_1$  一定要选穿透电流小的管子。

$J$  是一个直流电阻为 60 欧姆的继电器。继电器可以用旧电话机上的继电器改制,将原来的线圈拆去,用直径 0.27 毫米的漆包线绕成一个直流电阻为 60 欧姆的线圈。利用其中的两组触点,一组用来控制电动计数器,一组用来控制作为计数指示用的指示灯。电动十进计数器可用直流电阻为 100 欧姆,工作电流为 75 毫安的一种。

演示时,对准光控计数器的  $BG_1$  (光电元件),放置一具平行光源。在计数器与平行光源之间光路通过的地方,可以放一个传送带模型,上面放有一列小盒(如火柴盒)。随着传送带的运动,小盒依次遮断光线,这时,数字盘的窗口,就会自动标出经过的小盒个数来,如图 23。

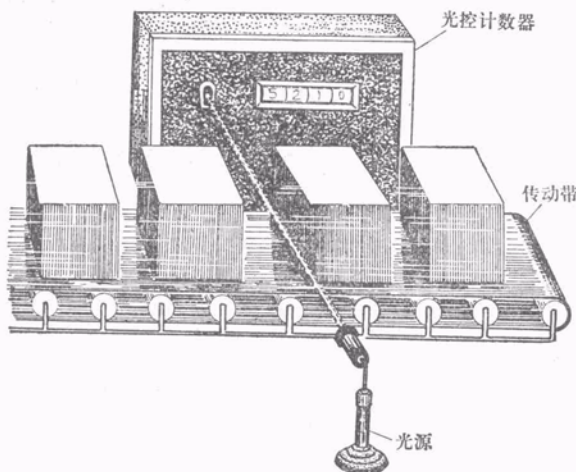


图 23

## 六、水质透镜及眼睛和眼镜演示器

用表面皿或废电灯泡作成水质透镜,可以代替光学镜片作一些简单的光学实验。

### 1. 水质透镜:

取两片大小相同的表面皿,将边缘锉成锯齿状,然后用环氧树脂胶将这两片表面皿相对粘合在一起。如果没有环氧树脂胶,可以用普通黑膏药作为粘合剂。粘好后,四周包上一圈胶布,效果也很快。粘合时,两片表面皿中间要留有一个小孔,作为注水孔。用注射器将蒸馏水(或经过过滤的凉开水)注入表面皿内,将口封严,即做成一个水质凸透镜,如图24(a)。

如果用两个表面皿和一个浸泡过沥青的木环把水封在中间,就可以作成凹透镜,如图 24(b)。

凹透镜还可以用一块表面皿和一个与其直径相同的培养皿作成,如图 24(c)。

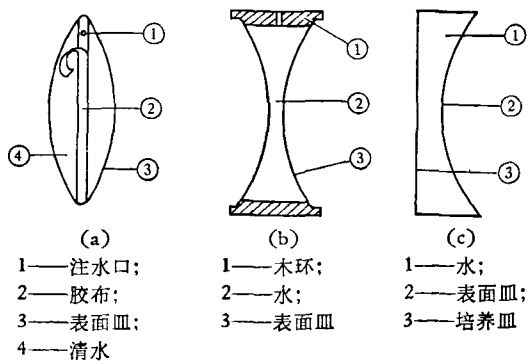


图 24

## 2. 眼睛和眼镜演示器:

在透镜成象的教学中,为配合讲解视觉的形成和近视眼、远视眼的矫正,用水质透镜可以做一个眼睛和眼镜演示器。

取一只废旧白炽灯泡,用小螺丝刀把灯头上的焊锡片挖走,将里面的黑色玻璃绝缘体除掉,轻轻将抽气管、玻璃支架等敲碎,里面注满清水,再将口封严。灯泡外壁涂上一层黑漆。干透后,用小刀刮出一个圆形的透光孔,作为眼睛的晶状体。用一块毛玻璃作为眼睛的视网膜,用水质凹、凸透镜作为近、远视眼镜的镜片。将这组装置安放在带有梯形滑轨的底座上,如图 25。

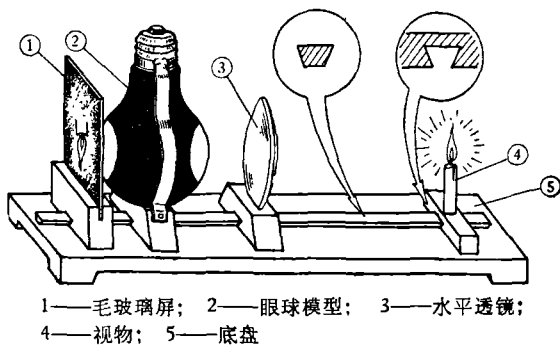


图 25

点燃蜡烛,调整毛玻璃屏的位置,即可出现清晰的倒立实象,可以用来讲解视觉的形成和眼睛的调节作用。改换不同焦距的灯泡(眼睛的晶状体)或者改变象距,使毛玻璃屏(视网膜)上的象变模糊,可用来讲解病态眼(近、远视眼)的成因。病态眼戴上了我们自制的“水质眼镜”之后,看起东西来马上就清清楚楚了。

## 七、自制放射源与云雾室

农村学校能不能上好近代物理学的课程? 土教具

能不能做近代物理学的“洋”试验? 在批林批孔斗争和教育革命的实践中,我们用实际行动回答了这个问题。先后用土法做出了光电效应实验、伦琴射线实验和放射现象实验。下面简单介绍一下如何用土法进行放射现象实验。

### 1. 自制放射源:

普通汽灯的纱罩是用浸过硝酸钍  $[\text{Th}(\text{NO}_3)_4]$  的苧麻做成的。灼烧后含 99% 的二氧化钍  $(\text{ThO}_2)$ , 能放射出  $\alpha$  粒子。将普通汽灯的纱罩灼烧后,取灰烬并用胶水粘合成小球,便成为放射源。

### 2. 自制云雾室:

取一个容积为 100 毫升左右的玻璃容器(可用底部平整的玻璃杯、玻璃瓶做成),用胶塞把容器口塞紧,不要漏气。用铜丝做两个圆环形电极,固定在胶塞上,一个电极在容器的上部,一个电极紧贴着胶塞。电极从胶塞底部穿出,分别接到两个接线柱上。胶塞的正中央紧插一根玻璃管,用橡皮管把它跟一个橡皮球连接起来。再将自制放射源支架固定在胶塞上,使放射源处于整个容器的中央。最后,把这套装置固定在底座上。这样就做成一个简单的云雾室,如图 26。

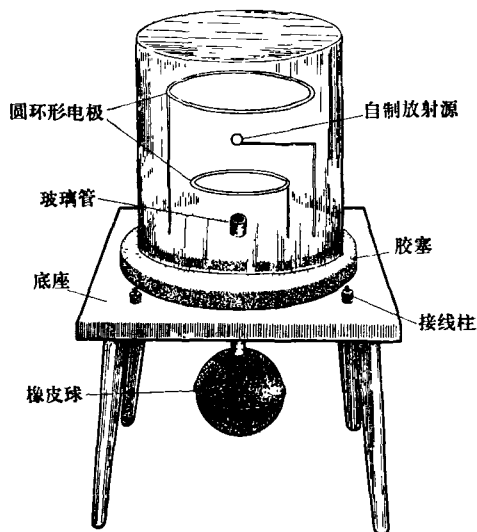


图 26

在安装的过程中,各个部件如电极、玻璃管、橡皮球及容器四壁等都应当用酒精洗刷干净,力求清洁无尘。各个接合部都应当密合无隙。为了防止漏气,可以在各个接合部涂上凡士林。

使用时,首先把两个电极的接线柱接在 300—400 伏直流电源上(可用五灯收音机电源代替),这样就形成了一个强电场,使云雾室内残留的其它离子、灰尘等沉淀,从而成为一个清洁的和没有灰尘及其它离子

弥漫着的空间。只有放射源不断发出 $\alpha$ 粒子(或 $\beta$ 粒子),这些粒子穿过空气时,会使附近气体电离,于是在 $\alpha$ 粒子( $\beta$ 粒子)经过的道路上,出现了一串带电的离子。

取数滴酒精,滴入橡皮球内,再将橡皮球套好。然后缓缓压缩橡皮球,使云雾室内压强增加。稍停片刻,突然放松橡皮球,这时,由于云雾室内气体突然膨胀,造成温度下降(这种过程可以近似地看成是绝热膨胀),酒精蒸气到达过饱和状态。于是,过饱和的酒精蒸气,就以被放射性粒子电离出的一串带电离子为凝结核,形成一串可见的雾珠,显示出 $\alpha$ 粒子(或 $\beta$ 粒子)运动的径迹。从容器的顶部可以清楚地看到象礼花似的一束束的线,以放射源为中心,向四周伸延,形成辐射状。

如果用较强的光线从侧面照亮容器,可

以大大提高演示的效果。

为了使更多的人看到 $\alpha$ 粒子的径迹,可以用有机玻璃,按图27的形状,做成一个长方形云室,放在白昼教学幻灯内,投影出来。

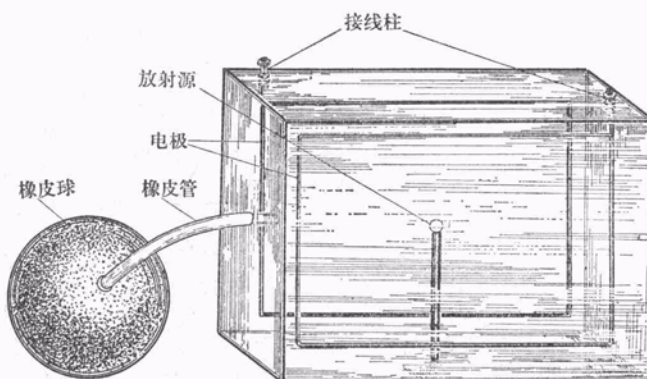
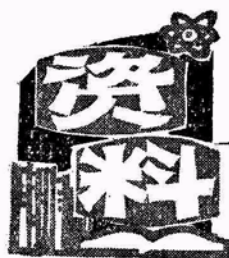


图 27



## 地心引力常数 ( $G_M$ )

1964年召开的第12届国际天文学协会通过的天文常数中,包括地心引力常数一项。当时采用的数值是:

$$G_M = 398603 \times 10^9 \text{ 米}^3/\text{秒}^2.$$

后来,这个数值在1967年的国际测地和地球物理学协会上,列为“测地参考系统”的基本数据之一。从1968年起,世界各国都应用这个数字,计算天文年历以及人造卫星和月球火箭等的运动。

$G_M$ 采用值,过去是通过对飞往月球的“徘徊者”火箭的加速运动的观测得到的。可是,近几年来,采用

同样观测所求得的结果,却有所不同。由下表可以看出  $G_M$  值存在逐年下降的趋势。

1965年	398603.2
1966年	398601.3
1967年	398601.22
1968年	398601.15
1972年	398600.8

是什么原因,促使  $G_M$  值不断变化,且有下降趋势,这是值得我们注意的课题。

(转载自中国科学院上海天文台  
《天文参考资料》1973年第4期)