

高級中学課本物理学

第三册补充教材

人民教育出版社

高級中学課本
物理学第三册补充教材

北京市书刊出版业营业登记证出字第2号

人民教育出版社編輯出版(北京景山东街)

北京出版社重印(北京东单麻线胡同3号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第095号

新华书店发行

北京新华印刷厂印刷

统一书号 K7012·1012 字数: 92千
开本: 787×1092毫米 1/32 印张 4 $\frac{1}{4}$

1960年第一版

第一版 1960年7月第一次印刷

北京 00,001—19,000册

定价: 0.23元

編者的話

由于高中物理課本的知識內容不够丰富，反映最新科学技术成就不够，我們編輯出版了补充教材，供参考选用。

在这本补充教材中，除了对个别問題作必要的补充外，主要补充了交流电路和三相交流电、无綫电和电子学簡介、半导体、原子核物理等連系現代生产技术和初步介紹現代科技成就的內容。

本書的前5节可以結合在高三物理課本的有关章节中講授。其余各节可放在講完高三物理課本之后講授，也可作如下安排：第6—16节結合在原課本交流电一章中講授，第17—27节結合在原課本电磁振蕩和电磁波一章中講授，第28—30节放在講完电学之后講授，第31—38节結合在原子結構一章中講授。

本書編入的三个实习是带有参考性的，各校可根据設備条件选作或改作别的实验实习。由于物理实验在物理教学中十分重要，希望教师尽可能創造条件来安排更多的实验实习。

我們誠懇地希望各地教师对本書提出批評和建議，来信請寄“北京景山东街45号”本社收。

人民教育出版社 1960年5月

目 录

1. 电容器的联接	1
2. 电场在生产上的应用	4
3. 太阳的活动对地球物理现象的影响	7
4. 光谱分析在天文学上的应用	10
5. 电子显微镜	12
6. 交流电的有效值	16
7. 周相 周相差 矢量图示法	18
8. 感抗	21
9. 容抗	25
10. 阻抗 交流电路的欧姆定律	27
11. 交流电的功率	31
12. 量度交流电的仪表	35
13. 三相交流电	38
14. 三相电路的连接法	39
15. 异步电动机	44
16. 电能的分配和输送	49
17. 三极电子管	54
18. 多极管	57
19. 电子管的管底和编号	61
20. 电子管放大器	63
21. 电子管 振荡器	66
22. 简单 电子管 收音机	68
23. 直接放大 式 收音机	73

24. 超外差式收音机	77
25. 电子射线管、雷达和电视	79
26. 无线电天文学	83
27. 电子计算机	87
28. 半导体的基本性质	90
29. 半导体整流器和放大器	93
30. 半导体的其他应用	95
31. 放射线的探测	98
32. 产生高能粒子的现代方法	102
33. 原子核的结合能	109
34. 链式反应和原子堆	113
35. 热核反应的控制问题	118
36. 基本粒子	122
37. 放射性同位素的应用	125
38. 射线对人体的影响及其防护	127
39. 实习一 异步电动机的拆卸和装配	130
40. 实习二 安装交流三管收音机	130
41. 实习三 安装光电替续器	133

1. 电容器的联接 在实际使用电容器时,常常会遇到现有的电容器不适合于实际的需要。例如,电容器的电容大小不合适,或者要加在电容器上的电压超过了电容器的耐压程度^①,因而会发生损坏电容器的危险。在这些情况下,如果把若干个电容器适当地联接起来使用,问题就可以解决。

联接起来的几个电容器,它们所容纳的电量和两端电压之比,叫做这组电容器的等值电容。

电容器的基本联接方法有两种:串联和并联。

串联 设有三个电容器,电容分别是 C_1 、 C_2 和 C_3 。串联的方法如图 1 所示,每个电容器的每个极板只和另一个电容器的一个极板联接。对整个电容器组加上电压 V ,这时两端的极板上将分别带上电量 $+q$ 和 $-q$,其他各极板上也要产生感生电荷,其绝对值也是 q ,正负号如图中所示。

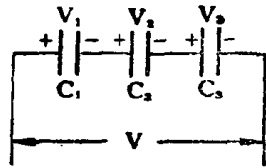


图 1

设 C_1 上的电压是 V_1 , C_2 上的电压是 V_2 , C_3 上的电压是 V_3 ,那么,很容易知道, $V = V_1 + V_2 + V_3$ 。

我们先单独考虑每个电容器的电容、电压和电量的关系,可以得到:

$$V_1 = \frac{q}{C_1}, \quad V_2 = \frac{q}{C_2}, \quad V_3 = \frac{q}{C_3}.$$

相加后可得:

$$V = q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right).$$

^① 当电容器两板间的电压逐渐增加到一定程度时,电容器中的电介质的绝缘性将被破坏,不破坏电介质的绝缘性的最高电压,叫做击穿电压。击穿电压可以用来表示电容器的耐压程度。

現在再把这个电容器組当成整体来考虑，它所貯存的，也就是可以取用的电量，只是两端的极板上的 q ，而这两板間的电压是 V 。所以，这个电容器組的等值电容是：

$$C = \frac{q}{V}.$$

从上面的两个关系式可以得出：

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}.$$

同样可以証明，如果把 n 个电容器串联起来，那么：

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}.$$

这就是說，串联电容器組的等值电容的倒数等于各个电容器电容的倒数之和。

如果各个电容器的电容都相等，都是 C_1 ，那么， $C = \frac{C_1}{n}$ 。这时整个电容器組的电容虽然减小到每个电容器电容的 $\frac{1}{n}$ ，但是整个电容器組的击穿电压却增大为每个电容器的击穿电压的 n 倍，被击穿的危險就大大減輕了，这是串联的优点。

并联 并联的方法如图 2 所示，每个电容器的一个极板都联接在同一点 A 上，另一极板都联接在另一点 B 上。加上电压

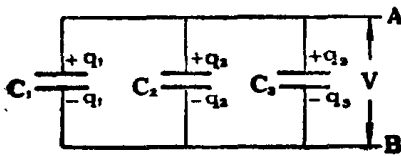


图 2

后，每个电容器上的电压都等于 A、B 两点間的电压 V ，各电容器上的电量分别是 $\pm q_1, \pm q_2, \pm q_3$ 。

对每个电容器來說：

$$C_1 = \frac{q_1}{V}, \quad C_2 = \frac{q_2}{V}, \quad C_3 = \frac{q_3}{V}.$$

对整个电容器組來說，它所貯存的电量是 $q = q_1 + q_2 + q_3$ ，而其电压仍然是 V ，所以，它的等值电容是：

$$C = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{V}$$

于是我們得到：

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

容易証明，如果把 n 个电容器并联起来，那么：

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

所以，并联电容器組的等值电容是各个电容器电容之和。可变电容器就是并联的电容器組。

可以看出，并联以后，虽然被击穿的危險并没有得到改变，但总的电容是增加了。

如果又要增加电容，又要避免被击穿的危險，可以采取混联，就是先把电容器串联起来，使它們的总的击穿电压高于所加的电压，然后再把几个这样的串联电容器組并联起来，就可以达到目的。

習 題

(1) 无綫电收音机里有两个并联电容器。一个是固定电容器，它的电容是 40 靜电系单位电容；另一个是可变电容器，它的电容可以在 7—60 靜电系单位电容範圍內变化。这个并联电容器的总电容可以在怎样的範圍內变动？要想使总电容是 52 靜电系单位电容，可变电容器的电容应该調节到多少？

(2) 有两个串联电容器，一个是固定的，电容是 60 靜电系单位电容，另一个是可变的，电容可以由 15 至 150 靜电系单位电容。总电容可以在多大範圍內变动？要使总电容等于 30 和

40 靜电系单位电容,可变电容器的电容应该分別調节到多少?

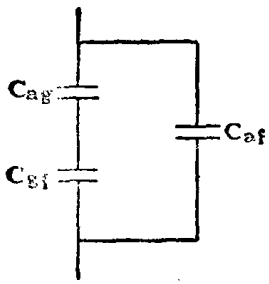


图 3

(3) 在三极管中,阳极、栅极和阴极之間組成一个相当于图 3 所示的混联电容器(參閱本书 18 节)。其中 C_{ag} 表示阳极和栅极間的电容, C_{gk} 表示栅极和阴极間的电容, C_{af} 表示阳极和阴极間的电容。求总电容是多少?

2. 电場在生产上的应用 在电

場中的带电質点,要受到电場力的作用,产生向一定方向的运动。在空气中的强电場,能够使空气分子发生电离,产生放电现象。电場的这些性質,使它在生产技术上得到不少的应用。我們在下面研究几个例子。

靜电植絨 靜电植絨是紡織工业上的一种新技术,它的优点是工艺过程比較簡單、質量好、效率高。我国工人阶级在总路綫的光輝照耀下,大搞技术革命和技术革新,已經在 1958 年掌握了这种新技术。

靜电植絨的装置如图 4 所示,把銅絲网 1 接到高压直流电源的負极,金屬薄片 2 接同一电源的正极并接地,这样,在它們之間就形成一个强电場。在木箱 3 中的絨毛事先要經過酸性处理,使略帶导电性。絨毛在下落中通过轉动翼片 4,可以均匀地落下。在穿过銅絲网时由于与銅絲接触而帶負电,絨毛穿过銅絲网后,在电場的作用下,所帶負电集中在下端,并加速下落,豎直地落到金屬薄片上面的絲綫 5 上。絲綫上要植絨的地方事先塗有特制的胶水,落在这上面的絨毛被粘着。落在沒有塗胶水

上的絨毛，由于与絲綢接触而带正电，又在电場的作用下飞回銅絲网，重新带負电落下，因此，沒塗胶水的地方不会植上絨。經過几分鐘后，在塗有胶水的地方，絨毛就插得很紧密。这时再經自动傳送装置送入烘干机 6，同时把沒有粘着的絨毛吸掉，这样就可以在塗胶水的地方得到絨的花紋，如图中的 7 所示。

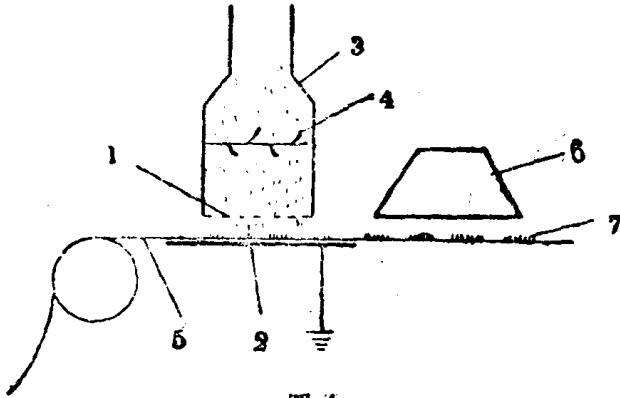


图 4

靜电噴漆 机器或仪器的許多零件表面的噴漆，过去通常是由工人用噴漆器来完成的。但这样生产效率低，油漆有不少浪费，而且工人容易患苯中毒的职业病，影响健康。改用靜电噴漆，就可以消除这些缺点。

一种現代的靜电噴漆装置如图 5 所示。噴杯与高压电源的負极联接，被漆零件与同一电源的正极联接，在它們之間形成电場。噴杯用电动机带动高速旋轉，从高处油漆箱通过油漆管进入噴杯的油漆，被噴射出来并分散成霧状，同时也带上了負电荷。带負电的油漆微粒在电場的作用下奔向带正电的被漆零

件，就吸附在它上面。被漆零件是挂在傳送帶上的，傳送帶

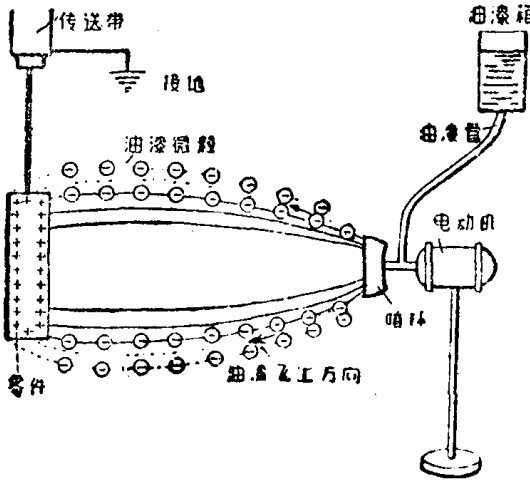


图 5

一面把零件自动送到电場里，另一面又把已漆好的零件自动送到烘乾室里去。为了安全起见，傳送帶要用导线与地连接。

静电除塵 許多工厂都要燒煤，从烟囱出来的煤烟里，含有大量的烟灰。这些烟灰落在

工厂周围的地带，既影响工厂周围的环境卫生，又影响农作物的正常生长。另一方面，烟灰里所含有的却又是很宝贵的物质，可以用来作提取重要产品的原料。所以，把煤烟中的烟灰收集起来是很重要的。静电除尘就能够完成这件工作。

图 6 是一种静电除尘装置的示意图，在一巨型金属管中有一带正电的细金属丝 A，它与周围的带负电的 B 形成强电场，其中 A 附近的电场更特别强。由于 A 附近的电场很强，所以这里的空气发生电离，分成带正电的离子和带负电的离子，其中带正电的离子飞向带负电的 B，带负电的离子飞向金属丝 A。在 A 的后面是一块带负电的金属板 C，由于静电感应，金属管的内壁带有正电，因此在这里也形成一个强电场。进入金属管的煤烟，其中的烟灰在通过金属丝 A 附近的电场时与飞向 B 的正离子结

合,取得了正电荷,然后又随着煤烟进入金属板C附近的电场,在电场力的作用下,已带正电的烟尘就逐渐移向金属板C,最后吸附在板C上。通过板C后的煤烟,就是没有烟尘的了。

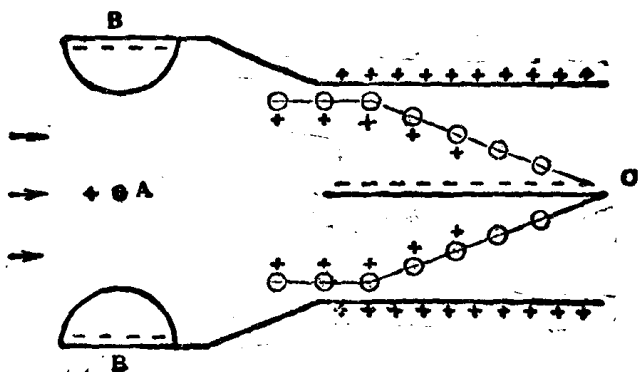


图 6

3. 太阳的活动对地球物理现象的影响 太阳是由炽热的气体组成的,它的表面温度约为六千度,内部温度高达一千多万度。不难想象,在这样炽热的天体上必然会不断地发生剧烈的变化。太阳上的各种变化通常叫做太阳的活动。太阳的活动中最引人注意的就是太阳的黑子。

太阳的黑子就是太阳上的黑斑(图7)。首先发现太阳黑子的是我们中国人。早在纪元前我国就有了世界公认的关于太阳黑子的记载,要比西洋最早的记载早八百多年。

黑子其实并不是黑的,只是它的温度(约四千五百度)比太阳表面的低,才显得比较黑。黑子有很强的磁场,它的强度可以达到地球磁场的几千倍。大多数黑子的寿命不到几天,但也有少数黑子能存在几个月,甚至一年。太阳表面上黑子的多少,平

均每 11 年有一次周期变化,这叫做太阳的活动周期。黑子增多的时候,太阳发出的光和热也随着增多。

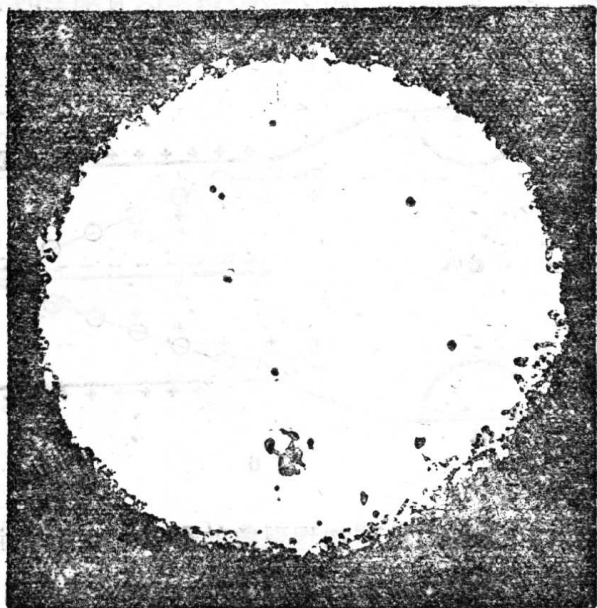


图 7 太阳和它的黑子

太阳为什么有黑子,还有待继续研究,才能肯定说明。现在一般认为,黑子很可能是由于太阳上巨大的气体流动和旋涡运动产生的。太阳的内部温度既然比它的表面温度高得多,太阳内部的气体就可能猛烈地卷到太阳表面上来,上升的气体因膨胀而冷却,温度反而变得比太阳表面的低。

太阳表面的活动,除了黑子外,还有光斑和耀斑。

光斑是太阳上比周围的光更强、象白的云彩一样的斑点,一般多出现在黑子的周围。光斑出现在黑子形成之前,消失却远

在黑子消失之后。可以说光斑是太阳上的火山，在光斑区域往往喷出许多发亮的气体，高达几万公里。

光斑是比较稳定的。在太阳上还有一种突然爆发的发光区域，存在时间短的一、二十分钟，长的可达几小时，这就是耀斑。耀斑发射能量的本领极大，可达邻近区域发射能量本领的一千倍。

地球从太阳得到大量的光和热，因此，太阳的活动对地球上的物理现象会产生不少的影响。

在太阳活动最强烈的时候，地球上往往会发生短波无线电广播失灵的现象。1956年2月23日太阳表面活动的突然剧烈，就使得很多地方不能收听到中央人民广播电台的短波广播。这以后还有很多次太阳活动干扰了无线电通讯。

无线电波的所以能传播得很远，是依靠离地面70公里到300公里的高空中的电离层。这些电离层主要是由于太阳发射的紫外线把大气原子中的电子驱走而形成的。电离层能把广播电台发射的无线电波反射回来。利用地面和电离层间的多次反射，就能使无线电波传播到远方，以至于从地球的这一面传播到地球的另一面。

太阳活动强烈的时候，从太阳的黑子等活动区域发射出大量的带电粒子（质子和电子），这些带电粒子和电离层的离子相碰撞，改变了电离层原有的性质，使电离层发生骚扰，失去反射短波的能力，因而使无线电短波通讯中断。

太阳活动对地磁场也有显著影响。

地面上某一地方的地磁要素——磁偏角、磁倾角和水平强度——不是固定不变，而是随着时间变化的。地磁要素随着时

間的变化可分周期变化和磁暴两类。周期变化有日变、年变和周期更长的变化，这些变化都很小。磁暴是地磁場突然发生的剧烈变化，这时磁針突然出现不平靜状态，左右搖摆不定。在发生磁暴时，有的高压电綫会产生很大的額外电流，使輸电系統破坏。

观测指出，太阳活动极旺盛的时期，也就是磁暴出現最多的时期。

磁暴也可能是从黑子等活动区域射到地球上来的带电粒子引起的，它們与地磁場互相作用，使地磁場发生了剧烈的变化，因而发生磁暴。

此外，太阳活动对地面上的气候也有很大影响。太阳活动强烈的时候，太阳輻射的总能量会增加，达到地球上的輻射能也随着增加，于是就晒热了高层的大气。由于大气的高层和大气下层的相互作用，又引起了大气下层的变化，这就使地面上的气候間接受到了太阳活动的影响。

由此可见，太阳的活动跟我們的生产和生活有密切的关系。現在我們对于太阳活动的情况和成因以及这些活动对地球上物理現象的影响，还了解得很不够，还需要作詳細的研究。苏联利用人造地球卫星和宇宙火箭所进行的科学观测，对这方面的研究将有很大的帮助。

4. 光譜分析在天文学上的应用 利用分光鏡来研究发光天体的吸收光譜，既可以知道它們上面溫度較低的表面层的化学成分，又可以推测出它們的运动速度和溫度。关于利用光譜分析来确定天体的化学成分，我們在高三物理課本第 122 节中已經学过了，那么，又怎样根据光譜推测发光天体的运动速度和

溫度呢？現在我們就來研究這些問題。

要了解根據光譜怎樣知道天體運動速度的道理，必須先了解波動中的一種重要現象——多普勒效應。

注意傾聽一輛從我們身旁急馳而過的汽車的喇叭聲，我們會發現，當汽車向我們而來時，喇叭聲的音調比汽車不動時的高，當汽車離我們而去時，喇叭聲的音調比汽車不動時的低。這個現象就是多普勒效應的一個實例。

從下面的分析不難了解為什麼會產生多普勒效應。

假定聲源不動，那麼一個聲波的密部傳入耳中之後經過時間 T （聲源的振動周期），隨後的另一個聲波的密部才傳入耳中。但是如果聲波以速度 v_s 向我們而來，那麼後一個聲波的密部由聲源到人耳所通過的路程跟聲波不動時相比，就縮短了 Tv_s 一段距離，它從聲源傳到人耳所經過的時間也就要提前 $\frac{Tv_s}{v}$ ，其中 v 是聲波的傳播速度。在這種情況下，相鄰兩個聲波的密部傳入人耳所隔的時間就不再是 T ，而是 $T - \frac{Tv_s}{v}$ 了。這樣，聲源在單位時間內雖然發出 $f \left(= \frac{1}{T} \right)$ 個聲波，而人耳在單位時間內接收到的却是 $f' \left(= \frac{1}{T - \frac{Tv_s}{v}} = \frac{v}{T(v - v_s)} = \frac{1}{T} \cdot \frac{v}{v - v_s} \right)$ 個聲波。聲波的傳播

速度 v 是不因聲源運動而改變的。所以， $\frac{v}{v - v_s} > 1$ ， $f' > f$ 。向我們來的聲源的運動速度 v_s 越大， f' 就比 f 大得越多，我們也就覺得音調變得越高。反之，如果聲源是離我們而去的，那麼它的速度 v_s 越大， f' 就比 f 小得越多，我們也就覺得音調變得越低。

多普勒效應不是聲波所獨有的，而是一切形式的波都能發

生的現象，光波也不例外。当发光天体接近地球时，分光鏡所接收的这个天体的光波的頻率变大，所得到的光譜中的所有譜綫都向光譜的紫端偏移；反之，当发光天体远离地球时，所有譜綫都向光譜的紅端偏移。譜綫偏移的距离决定于天体在它和地球連綫上的分速度。所以，根据譜綫的偏移情况就可以算出天体的运动速度。

发光天体的另一个分速度——垂直于它跟地球連綫的分速度，是不能根据光譜測出的，需要根据它在天球上移动的角度速度和它离开地球的距离来求得。

发光天体的溫度可以从研究它的光譜中各部分的亮度分布来确定。溫度較低的发光体呈紅色，所以它的光譜中最亮的是紅色部分。較热一些的发光体呈黄色，它的光譜中最亮的是黄色部分和紅色部分。更热一些的发光体呈白色，所以如果把它的光譜中各部分的色光再混合起来就是白光。最热的发光体呈藍色，它的光譜中藍色部分就最亮。这样，从发光天体的光譜中各部分的亮度分布情况，就可以知道它們的溫度。

应用光譜分析及許多其他方法对宇宙进行研究的結果，使人类掌握了許多关于宇宙的知識。我們深信，随着科学的不断发展，人类必将越来越深入地洞悉宇宙的秘密。

5. 电子显微鏡 运动的电子在电场或磁场里都会受到力的作用而改变运动方向。因此，一束电子流——电子束进入电场或磁场时，就会象一束光綫射入另一种媒质时那样，改变前进的方向，即发生“折射”。从这里不难想到，发散的电子束通过某种情况的电场或磁场以后，会象发散光束通过凸透鏡以后那样，变成会聚的。这样的电场或磁场对电子束的作用跟凸透鏡对光