



青年自学读物

# 物理与应用

(下册)

QINGNIAN ZIXUE DUWU

内蒙古人民出版社

青年自学读物

# 物理与应用

(下册)

包头市教育局《物理与应用》编写组

内蒙古人民出版社

一九七五·呼和浩特

青年自学读物  
**物 理 与 应 用**  
(下册)

包头市教育局《物理与应用》编写组

内蒙古人民出版社出版

内蒙古新华书店发行 内蒙古教育印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 7.5 字数: 160千

1975年12月第一版 1976年1月第一次印刷

印数: 1—50,500册

统一书号: 7089·31 每册: 1.05元

# 目 录

## 第三篇 电 学

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 第八章 直流电路.....      | (229) |
| 第一节 正电和负电.....     | (230) |
| 第二节 电荷与电场.....     | (232) |
| 第三节 电压.....        | (238) |
| 第四节 电流和电阻.....     | (244) |
| 第五节 欧姆定律.....      | (251) |
| 第六节 电功和电功率.....    | (257) |
| 第七节 拖拉机电路.....     | (265) |
| 第九章 电和磁的相互转化.....  | (272) |
| 第一节 电流和磁场的关系.....  | (272) |
| 第二节 磁电式直流电表.....   | (281) |
| 第三节 磁路.....        | (288) |
| 第四节 磁是怎样转化为电的..... | (297) |
| 第五节 调节器.....       | (306) |
| 第十章 交流电路.....      | (311) |
| 第一节 交流电的产生.....    | (311) |
| 第二节 交流电路.....      | (322) |

|      |                      |       |
|------|----------------------|-------|
| 第三节  | 功率因数.....            | (345) |
| 第十一章 | 电能的产生和输送.....        | (348) |
| 第一节  | 农村小型电站概况.....        | (343) |
| 第二节  | 三相交流电路.....          | (352) |
| 第三节  | 变压器.....             | (356) |
| 第四节  | 电能的输送.....           | (368) |
| 第十二章 | 交流电动机.....           | (378) |
| 第一节  | 三相异步电动机的构造.....      | (379) |
| 第二节  | 异步电动机的工作原理.....      | (382) |
| 第三节  | 三相异步电动机的定子绕组.....    | (389) |
| 第四节  | 电动机的选择.....          | (406) |
| 第五节  | 三相鼠笼异步电动机的起动和保护..... | (412) |
| 第六节  | 电动机的维护与检修.....       | (422) |
| 第七节  | 三相异步电动机绕组的重换.....    | (433) |
| 第十三章 | 无线电基础知识.....         | (445) |
| 第一节  | 波.....               | (445) |
| 第二节  | 晶体二极管.....           | (449) |
| 第三节  | 整流电路.....            | (458) |
| 第四节  | 晶体三级管.....           | (466) |
| 第五节  | 晶体管的简单测试.....        | (473) |
| 第六节  | 低频放大器的工作原理.....      | (478) |
| 第七节  | 晶体管放大器的偏置电路.....     | (483) |
| 第八节  | 放大器的级间耦合.....        | (492) |
| 第九节  | 功率放大器.....           | (496) |
| 第十节  | 晶体管振荡电路.....         | (500) |

|             |               |              |
|-------------|---------------|--------------|
| 第十一节        | 电磁波的发送和接收     | (505)        |
| 第十二节        | 调谐            | (508)        |
| 第十三节        | 检波            | (511)        |
| 第十四节        | 直接放大式收音机      | (513)        |
| 第十五节        | 超外差式收音机       | (519)        |
| 第十六节        | 超外差收音机的维修     | (535)        |
| <b>第十四章</b> | <b>农村有线广播</b> | <b>(549)</b> |
| 第一节         | 扩音机           | (549)        |
| 第二节         | 扬声器和传声器       | (553)        |
| 第三节         | 唱机            | (563)        |
| 第四节         | 扩音机和扬声器的配接    | (566)        |
| 第五节         | 广播线路及其维护      | (576)        |

#### 第四篇 光及原子物理简介

|             |               |              |
|-------------|---------------|--------------|
| <b>第十五章</b> | <b>光的基础知识</b> | <b>(579)</b> |
| 第一节         | 光的几何传播        | (579)        |
| 第二节         | 光学器件          | (585)        |
| 第三节         | 常见的光学仪器       | (594)        |
| 第四节         | 光的波动性         | (604)        |
| 第五节         | 光的粒子性         | (612)        |
| <b>第十六章</b> | <b>原子物理简述</b> | <b>(618)</b> |
| 第一节         | 原子的移式结构       | (618)        |
| 第二节         | 原子核的组成        | (624)        |
| 第三节         | 原子核能及其释放      | (626)        |
| 第四节         | 核武器的防御        | (636)        |
| 第五节         | 激光的产生及其应用     | (638)        |

## 第三篇 电 学

### 第八章 直流电路

在日常工作和生活中，人们经常使用电灯、电话、电动机等用电设备，我们选择其中一个最常见、最简单的手电筒，给予“解剖”，来研究它的构造及工作原理。

手电筒由电池、金属外壳、小灯泡和按钮等组成，如图8-1(a)所示。电池是供给电能的，叫做电源；灯泡是消耗电能的，叫做负载；金属外壳起着连接电源和负载的作用，相当于导线，按钮是导线的一部分，起着接通或断开的作

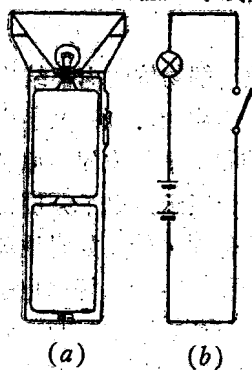


图 8-1

叫做开关。这样，用导线把电源、负载和开关连接起来，就组成了“电路”。通常用一些简单的符号来代表电路中的实物，例如用“ $-|+$ ”代表电池，用“ $\otimes$ ”代表灯泡，用“ $\swarrow \searrow$ ”代表开关，用“—”代表导线，于是就可以把手电筒电路画成图8-1(b)那个样子，这就是电路图。电路图比实物图简单、清晰，因此人

们在研究电路时，总是用电路图来代替实物图。

倘若把其它用电设备的电路，如照明电路、电动机电路等跟手电筒电路比较，就会发现，这些电路也都是由电源、负载、导线和开关组成的，只不过是用电器不同而已。

在手电筒电路中，按下开关，灯泡就会发光。看到这种现象，自然会提出许多问题：是什么东西跑到灯泡里面去了呢？灯丝为什么会发光？电筒外壳为什么一定要用带有金属的材料做呢？面对这些问题，首先要了解“电”究竟是什么，继而研究它是怎样产生的，又有哪些规律，以及如何应用这些规律等等。在本章里，我们将解决其中一些主要问题。

## 第一节 正电和负电

### 一、两种电荷

要了解电现象的本质，首先必须了解物体的内部结构。

自然界里的一切物质都是由分子组成的，分子又是由原子组成的，每个原子，都是由原子核和电子组成的。原子核比电子大得多，而且带正电（用“+”号表示）。电子分层排列并围绕原子核旋转，同时，它自身也不停地旋转，如同地球或其他行星绕太阳运行一样。太阳好比原子核，行星好比电子。电子带负电（用“-”号表示）。电荷（正、负电也叫正、负电荷）有同号相斥，异号相吸的特性。原子中的正电与负电，就是一对矛盾。不同的物质有不同的原子，它们所具有的电



(a)



(b)

图 8-2

子数也不一样。例如铝原子有13个电子，而氢原子只有一个电子，它们的结构分别如图 8-2 中的(a)和(b)所示。

在通常状态下，原子核所带的正电荷和电子所带的负电荷，在数量上相等，物体对外不显示带电现象。这时候，正电和负电这对矛盾的双方是平衡的。如果由于某种原因，使离原子核较远的外层电子摆脱原子核的束缚，转移到其它物体上，这样，失去电子的物体带正电，得到电子的物体带负电。这时候，矛盾的统一体就失去了平衡。例如用丝绸摩擦玻璃棒，玻璃棒便失去电子而带正电，丝绸得到电子而带负电。总之电在一切物体内部都是普遍存在的，我们通常说的物体带电或不带电，实际上指的是物体的正负电荷是否分离，对外界显示电性或不显示电性。

手电筒各组成部分本身都具有两种电荷。灯泡、导线和开关，通常都不显示电性，但电池是显示电性的，例如用舌头同时去舔它的碳棒和锌皮，就会觉得又酸又麻，这就是电池的两极带电的缘故。

## 二、库仑定律

物体带电除了有正负之分，还有多少之分。物体带电的数量叫做电量。用  $q$  或  $Q$  表示。把  $6.25 \times 10^{18}$  个电子所带的电量的总和，规定作电量的单位，叫做 1 库仑。

我们知道，物体之间是存在万有引力的。带电体之间也有相互作用，这与万有引力很相似，但万有引力总是互相吸引的，而电荷之间的作用却有吸引和排斥之分。那么，电荷之间的相互作用，遵从什么规律呢？通过实验总结出电荷之间的相互作用的规律是：两个电荷间的相互作用力的大小，跟两个电荷的电量乘积成正比，跟它们之间的距离平方成反比；作用力的方向是在两个电荷的连线上。这个规律叫做库仑定律。

如果用 $q_1$ 和 $q_2$ 表示这两个电荷的电量， $r$ 表示它们之间的距离， $F$ 表示它们之间的作用力，在真空中的库仑定律就可以用下面的公式表示：

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (8-1)$$

式中 $K$ 是一个比例常数，它的数值决定于公式中 $F$ 、 $r$ 、 $q_1$ 和 $q_2$ 的单位。

如果两个电荷都是同种的，那么 $q_1$ 和 $q_2$ 的符号相同，公式中 $F$ 是正的，这表示两个电荷互相排斥；如果两个电荷是异种的， $q_1$ 和 $q_2$ 的符号相反， $F$ 就是负的，这表示两个电荷互相吸引。

## 第二节 电荷与电场

### 一、电场

库仑定律表明了两个电荷间相互作用力的数量关系。但没有说明这种相互作用是怎样进行的。为了说明这个问题，

历史上曾经出现过两种不同的观点。一种看法认为，一个电荷所受到的作用力是另一个电荷直接给的，不需要通过中间物质传递；认为这是“超距作用”。而且，也不需要经过一段时间就能发生作用。它可以用下面的形式表示：

电荷 $\longleftrightarrow$ 电荷。

第二种看法认为，电荷之间的相互作用，是通过某种物质来传递的。没有物质，电荷之间的相互作用就不可能发生。从而肯定电荷周围存在着一种特殊物质，这种物质，叫做电场，一个电荷对另一个电荷的作用力，正是由电场给予的。这种观点可以表示如下：

电荷 $\longleftrightarrow$ 电场 $\longleftrightarrow$ 电荷。

辩证唯物主义观点认为：“世界上除了运动着的物质，什么也没有，而运动着的物质只有在空间和时间之内才能运动。”认为作用力的传递可以不依赖任何物质的“超距作用”、认为运动和物质可以分离的第一种看法，显然是唯心主义观点。而且大量的实验事实证明了电场是一种物质，它具有能量、动量、质量。这就是说，只要有电荷存在，电荷的周围就有电场，电场是一种物质，而不能单纯看作“场所”。

两个电荷间的相互作用力，实际上是一个电荷产生的电场，对另一个电荷的作用，这个作用，叫做电场力。总之，电场是由电荷产生的，而电场又对电荷有作用力。电场与电荷是互相联系的统一体，电荷与电场有着因果关系。

## 二、电场强度

为了研究电场的性质，我们在一个电荷 $Q$ 所产生的电场

里(图 8-3)，放置另一个体积和电量都很小的正电荷  $q$  (称为试验电荷)。根据库仑定律，电荷  $q$  要受到电场力的作用，并且距离电荷  $Q$  越近(如  $A$  点)，所受的电场力 ( $F_A$ ) 越大；距离电荷越远(如  $D$  点)，所受电场力 ( $F_D$ ) 越小。由此可见，在电场中远近不同的位置上，对同一电荷的作用力不同。这反映了不同位置上电场本身强弱的不同。

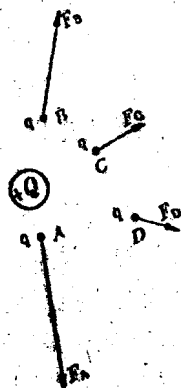


图 8-3

我们用“电场强度”这样一个物理量来描述这种作用的强弱。那么，电场强度的大小是如何量度的呢？

在电场中，电荷所受的电场力除了和位置有关，还和试验电荷本身的电量有关。例如在电场中(图 8-3)的  $A$  点，当电荷的电量为  $q$  时所受电场力为  $F_A$ ，当电量为  $2q$  时，所受电场力也大到两倍，成为  $2F_A$ 。当电量为  $3q$  时，所受电场力就是  $3F_A$ 。从而不难看出，在电场中的某点  $A$ ，电场力跟电荷的电量的比值，是个不变的量(恒量)，即

$$\frac{F_A}{q} = \frac{2F_A}{2q} = \frac{3F_A}{3q} = \dots\dots$$

同样，在电场中  $B$ 、 $C$ 、 $D$  各点，电场力跟电荷电量的比值，也分别为不同的恒量。

在电场中的某点，比值  $\frac{F}{q}$  是个确定的量，它只和电场本身的性质(产生电场的带电体的电量、电场中的位置)有

关，而与试验电荷  $q$  的电量无关。这说明，比值  $\frac{F}{q}$  是可以描述电场的固有特性的，我们把它称做电场强度。电场强度用符号  $E$  表示。

电场中某点的电场强度，在数值上等于放在那点的单位正电荷所受的电场力。用公式表示，则为

$$E = \frac{F}{q} \quad (8-2)$$

电场强度是有方向的。我们规定：电场中某点电场强度的方向，就是正电荷在那点所受的电场力的方向(如图 8-3 所示)。

### 三、电力线

为了形象地描述电场，我们引入电力线的概念。在电场中画出一系列曲线，使曲线上任何一点的切线方向都跟这点的电场强度方向相同，那么这些曲线就叫电力线。

图 8-4(a)、(b)分别是一个正电荷和一个负电荷的

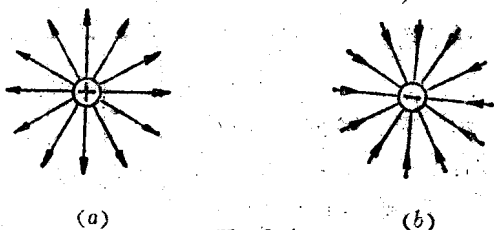
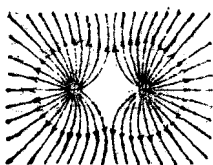
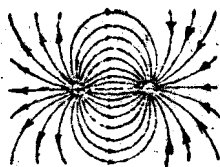


图 8-4

电力线的形状：图 8-5(a)、(b)分别是两个电量相等的



(a)



(b)

图 8-5

同种电荷和异种电荷的电力线的形状。从图中可以看出，在离电荷越近的地方，电力线越密。我们知道在离电荷越近的地方，电场强度越大，这样，电力线越密，就表示电场强度越大。

我们规定电力线的方向是从正电荷出发而终止于负电荷的。这样在电力线的任何一点  $P$  的切线上，顺着电力线的方向画一个箭头，如图 8-6 所示，箭头方向就表示这一点的电场强度的方向。

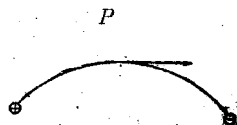


图 8-6

电力线不是电场固有的，而是人为地画出来的，但它能把电场强度的大小和方向清楚地表示出来，所以它的作用还是不容忽视的。

#### 四、匀强电场

图 8-7 是两块平行的金属板，分别带有等量的正电荷和负电荷，除了边缘区域外，它们的电力线是疏密均匀、方向相同的平行直线。这表明，带有等量异号电荷的两块平行金属板之间的

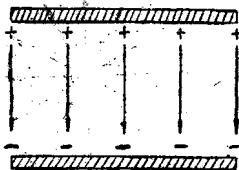


图 8-7

电场强度，大小和方向是处处相同的，这样的电场叫做匀强电场。既然如此，那么电荷在匀强电场中各点所受的 电场力，大小和方向也都是相同的。这种电场在生产和科学实验中有广泛的应用，例如纺织工业上采用的“静电植绒”，就是一个例子。

静电植绒的装置如图 8-8所示。在金属网与金属板间

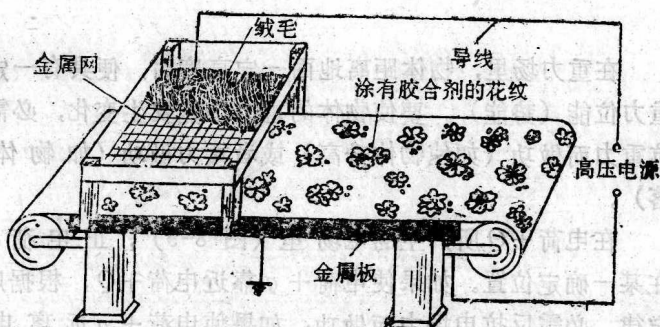


图 8-8

形成一个很强的均匀电场，并且使电场的方向垂直向上，即金属网上带有许多负电荷（接电源负极），金属板上带有等量的正电荷（接电源的正极）。在金属网上的绒毛由于同金属网接触而带负电，于是在电场作用下加速下落，落在金属板上的纺织品上。需要植绒的地方预先涂好胶合剂，绒毛一落上就被粘住；没有涂胶合剂的地方，绒毛落到纺织物上，本身又带上了正电，在电场的作用下，又飞回金属网，重新带上负电而落下。这样，只要几分钟，就可以植好花纹。

到此为止，我们叙述了电荷处在“静止”状态表现出来的一些特性，称作静电现象，如带电体间的相互作用、电荷

的周围有电场存在等等。这里所说的“静止”当然是相对的，因为电荷本身是运动着的微粒。

### 第三节 电 压

#### 一、电位能

在重力场里，物体距离地面一定高度时，便具有一定的重力位能（势能）。要使物体的重力位能发生变化，必需反抗重力而做功（如使物体升高）或者重力做功（如物体下落）。

在电荷 $+Q$ 所产生的电场里（图 8-9），正电荷 $q$ 处在某一确定位置。如果使电荷 $+q$ 靠近电荷 $+Q$ ，根据库仑定律，必需反抗电场力而做功；如果使电荷 $+q$ 远离电荷 $+Q$ ，则需电场力做功。这说明电荷 $+q$ 在电场中的某一确定位置时，也具有一定的位能，我们称它为电位能。例如在图 8-8 中的绒毛，除了具有一定的重力位能外，都具有一定电位能。

在图 8-9 中还可以看出： $+q$ 的位置距 $+Q$ 越近，电位能越大；距 $+Q$ 越远，电位能越小。即电荷在电场中的不同位置上具有不同的电位能。

如果试验电荷 $q$ 在某一匀强电场的 $A$ 处（图 8-10），具有电位能 $W$ ，当电量增加到 $2q$ 时，就相当于两个电荷 $q$ 放在一起，每个

图 8-9

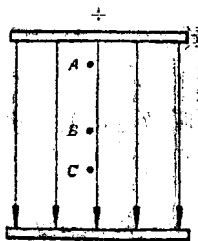


图 8-10

电荷所具有的电位能都是  $W$ ，电荷  $2q$  所具有的电位能就是  $2W$ 。当电量是  $3q$  时，则它在  $A$  处的电位能就是  $3W$ 。可见，在  $A$  处，电荷的电位能跟它的电量之比是一个恒量。即：

$$\frac{W}{q} = \frac{2W}{2q} = \frac{3W}{3q} = \dots\dots$$

同样，在电场中的其它一些点如  $B$ 、 $C$  等，电荷的电位能跟它的电量之比，也分别是一些不同的恒量。可见这个比值只与电场在该点的本身性质有关，而与放置在该点的电荷的大小无关，因此这一比值反映了该点电场本身的性质，我们把它称为电场中该点的电位。如果用  $U$  表示电位，那么，

$$U = \frac{W}{q} \quad (8-3)$$

这个公式说明：电场中某点的电位，等于单位电量的正电荷在该点所具有的电位能。

电位是有高低之分的，例如在图8-10中正电荷  $q$  逆着电场方向由  $B$  点移到  $A$  点，外力要克服电场力而做功，使正电荷  $q$  的电位能增加。这样， $A$  点的电位也就高于  $B$  点的电位。通常把大地的电位规定为“零电位”用来作比较电位高低的标准。

在电场力的作用下，电荷  $+q$  要从  $A$  逐渐移到  $B$ ，即从电位高的地方移向电位低的地方；负电荷在电场力的作用下要从电位低的地方移向电位高的地方。但它们都是从本身电位能大的地方移向本身电位能小的地方。