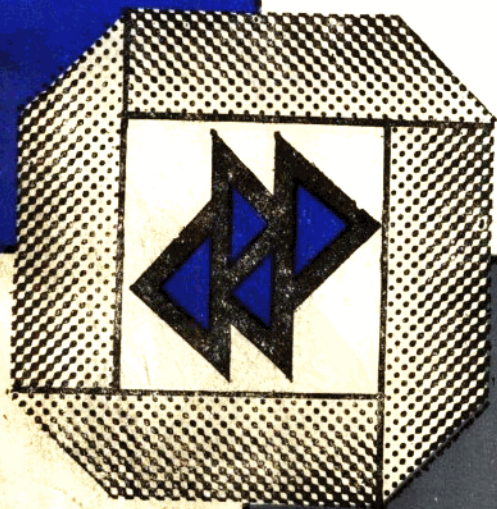


物理

(下
册)



成人中专试用教材



北京市成人教育局
杨树声 任继文 编
高等教育出版社

成人中专试用教材

物 理

下 册

北京市成人教育局

杨树声 任继文 编

高等教育出版社

(京)112号

内 容 简 介

本书是国家教委成人教育司和高等教育出版社共同组织编写的成人中专系列教材之一，全书分上、下两册。上册的主要内容是力学和热学，下册包括“静电场”、“直流电路”、“磁场”、“电磁感应—交流电”、“电磁振荡和电磁波”、“几何光学”、“光的本性”、“原子和原子核的初步知识”等八章。

在注重科学性和理论联系实际的前提下，本书在选材和文字编排方面，具有前枝强干、保证重点、简明通俗、便于自学的特点。本书的例题、习题类型多样化，着重培养学员分析和解决问题的能力，避免繁琐的数字计算。每章之后都编有复习提要、学习指导和习题，便于学员掌握重点，复习巩固。

本书除供成人中等专业学校作物理教材使用外，也可作为成人自学读物。

成人中专试用教材

物 理

下 册

北京市成人教育局

杨树声 任继文 编

*

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

上海中华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 8.25 字数 170,000

1991年5月第1版 1991年9月第1次印刷

印数 00,001—6,135

ISBN 7-04-003452-2/O·1048

定价 2.50元

前 言

本书是国家教委成人教育司和高等教育出版社共同组织编写的成人中专系列教材之一。根据成人中专物理教学目的要求和成人学习的特点,本教材以力学、电学的基础知识为重点,对热学、光学、原子物理则作一般性介绍。书中标有*号为选学内容,可根据需要自行选用。全书分上、下两册,下册为电磁学、光学、原子物理学部分,其中包括3个实验,授课时数约为90学时。

本书在编写过程中,根据理论与实践相结合以及学以致用、便于自学的原则,从一些易于理解的现象入手,提出问题,引出概念和规律,指出应用概念和规律解决问题的方法,同时注意到了培养学员的逻辑思维能力、避免习题与课文脱节的弊病、减少听课容易,作业困难的矛盾等问题。本书在每章之后,都编写了“学习指导”,以帮助学员加深理解并总结学习过的概念和规律。

参加下册编写工作的有:杨树声(一、二、三、四、五章),任继文(六、七、八章),由杨树声负责统稿工作。

本书由南京师大物理系杨松龄副教授主审,邹美华同志参加审稿。

在编写过程中,我们参考了普通中学物理课本、职工高中物理课本和普通中专物理课本,并得到北京市成人教育局中教处的大力支持,在此一并表示感谢。

我们在编写过程中力图使教材适合成人学习的特点，但限于水平，不妥和错误之处在所难免，希望广大教师和研究成人中专物理教学的同志们提出批评和修改意见。

编者

1990年8月

下 册 目 录

第一章 静电场

§1-1 真空中的库仑定律	1
§1-2 电场 电场强度	5
§1-3 电力线 匀强电场	9
§1-4 电势能	12
§1-5 电势	14
§1-6 电势差	17
§1-7 等势面	19
§1-8 电势差与电场强度的关系	22
§1-9 带电粒子在电场中的运动	24
§1-10 电容器 电容	30
§1-11 静电与工业的关系	35

第二章 直流电路

§2-1 电流	43
§2-2 部分电路的欧姆定律	46
§2-3 电阻定律 超导现象	48
§2-4 电功和电功率	51
§2-5 焦耳定律	53
§2-6 串联电路及其应用	55
§2-7 并联电路及其应用	60
§2-8 电动势	65
§2-9 电池组	68
§2-10 闭合电路的欧姆定律	71

§2-11 电阻的测量	77
-------------------	----

第三章 磁场

§3-1 电流的磁场	87
§3-2 磁感应强度 磁通量	94
§3-3 磁场对电流的作用力——安培力	98
§3-4 磁电式电表的工作原理	101
§3-5 磁场对运动电荷的作用力——洛伦兹力	105
§3-6 带电粒子在匀强磁场中的运动	108

第四章 电磁感应 交流电

§4-1 感生电流的产生	116
§4-2 感生电流的方向 楞次定律	120
§4-3 电磁感应定律	126
§4-4 自感	131
§4-5 交流电	135
*§4-6 三相交流电	141
*§4-7 变压器	146

第五章 电磁振荡和电磁波

§5-1 电磁振荡	156
§5-2 电磁振荡的周期和频率	159
§5-3 电磁场和电磁波	161
§5-4 电磁波的发射	164
§5-5 电磁波的接收	168

第六章 几何光学

§6-1 光的折射	172
§6-2 全反射	177
§6-3 透镜	182
§6-4 透镜	185

§6-5	透镜成像作图法	187
§6-6	透镜成像公式	192
*§6-7	眼睛	195
*§6-8	显微镜和望远镜	199
第七章 光的本性		
§7-1	光的干涉和衍射	207
§7-2	电磁波谱	212
§7-3	光电效应和光子说	214
§7-4	光的波粒二象性	218
第八章 原子和原子核的初步知识		
§8-1	原子的核式结构	222
§8-2	玻尔的原子模型 *能级	225
*§8-3	激光及其应用	231
§8-4	天然放射现象	234
§8-5	原子核的人工转变 原子核的组成	236
§8-6	放射性同位素	240
§8-7	核能	242
*§8-8	核能的应用	244
学生实验		
一、	把电流表改装成伏特表	252
二、	测电源的电动势和内电阻	253
三、	研究电磁感应现象	253
附录一 常用的电磁学量的国际制单位		
附录二 常用的物理恒量		

第一章 静 电 场

电磁现象是一种极为普遍的自然现象。研究电磁现象的规律和应用的学科，叫做电磁学。电磁学研究的对象包括静电现象、磁现象、电流现象、电磁辐射和电磁场等。我们研究电磁现象是为了掌握它的运动规律，并运用这些规律去改造自然，为社会主义建设服务。

从本章开始，我们将在力学和分子物理学知识的基础上学习有关电磁的基本知识。

通过静电场的学习，你将会对电场的物质属性有所认识，并初步建立起场的概念，为以后的学习打下基础

§1-1 真空中的库仑定律

一、电荷 电量

我们知道，物体带电，就是指这个物体带有电荷。电荷有两种，国际公认用丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷叫做正电荷；用毛皮摩擦过的硬橡胶棒所带的电荷叫做负电荷。实验证明，电荷间相互作用时，同种电荷相斥，异种电荷相吸。

电荷的多少叫做电量，它的国际单位是库仑，简称库，国际符号是 C。实验证实，质子和电子所带的正、负电荷量是电量的最小单元，我们把这个最小的电荷量叫做基本电荷量，用 e 表示，经测定， $e = \pm 1.602 \times 10^{-19} \text{C}$ 。

二、电荷守恒定律

丝绸和玻璃棒在摩擦前是两个中性物体,都不带电,它们的总电荷量为零;摩擦后,丝绸和玻璃棒分别带等量异种电荷,电荷量的代数和仍为零。大量事实证明,物体带电的过程,就是物体中或物体间电荷的重新分配或转移的过程,不论电荷怎样进行分配,电荷量的代数和都必定保持不变,这个规律叫做电荷守恒定律。电荷守恒定律不仅适用于宏观的电现象,也适用于原子、原子核和基本粒子等微观领域。

三、真空中的库仑定律

1. 点电荷 实验表明,在静电现象中,两个带电体间的相互作用力,不仅跟带电体所带电荷的正负、电量的多少以及距离的远近有关,还跟带电体的大小、形状有关。为简化问题起见,我们引用了点电荷的概念,点电荷和力学中的质点相似,是物理的理想模型

当两个带电体间的距离远大于它们本身的大小,致使带电体的形状和大小对作用力的影响可以忽略不计时,这个带电体就可以看成是点电荷。

2. 真空中的库仑定律 法国物理学家库仑(1736~1806)通过多次实验,于1785年总结出静止的点电荷之间相互作用力的规律。

库仑实验所用的装置叫做库仑扭秤,扭秤的结构如图1-1所示。在细金属丝下面水平地悬挂一根玻璃棒,棒的两端装有两个平衡的金属小球A和B。在球A附近放置一个固定

在扭秤盖上的金属小球 C，整个装置被封闭在玻璃圆筒中。

当球 A 与球 C 带有同种电荷时，由于斥力作用，球 A 将带动玻璃棒扭转一定的角度。这时扭动悬丝上端的旋钮 M，使球 A 与棒回到原来的位置，保持静止。这样悬丝的弹力扭矩就等于电荷间斥力的力矩。如果悬丝的弹力扭矩与扭角之间的关系已事先校准和标定，那么，就可以根据旋钮 M 转过的角度计算出电荷间作用力的大小了。

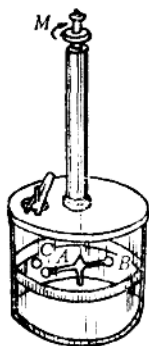


图 1-1

库仑的实验是在空气中做的，但它跟在真空中的实验结果相差无几。实验中，两个均匀带电的小球，可以看成是两个电量集中于球心的点电荷。

库仑实验的结论是：在真空中，两个点电荷间的相互作用力的方向沿着它们的连线，同号电荷相斥，异号电荷相吸；作用力的大小相等，与两个点电荷电量的乘积成正比，与两个点电荷间距离的平方成反比。这就是真空中的库仑定律。

如果用 Q_1 、 Q_2 表示两个点电荷的电量，用 r 表示电荷间的距离，用 F 表示电荷间的作用力（又叫静电力或库仑力），则真空中的库仑定律可表示为

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad (1-1)$$

式中 k 叫做**静电力恒量**。在国际单位制中， $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{M}^2/\text{C}^2$ 。

公式(1-1)只适用于真空或空气中的点电荷。实验证实,如果两个点电荷之间充满的不是空气而是其它的绝缘物质(或叫电介质),上述库仑定律虽然成立,但是在其它条件相同的情况下,电荷间的静电力却比真空中的小,究竟小多少,则由电介质的性质所决定。

[例题 1] 已知质子的质量 $m_1 = 1.67 \times 10^{-27} \text{kg}$, 电子的质量 $m_2 = 9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$, 它们的电量 $Q_1 = Q_2 = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$ 。试比较它们之间的静电引力和万有引力。($k = 9.0 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{M}^2/\text{C}^2$, $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$)

解 设质子和电子间的距离为 r , 则电子和质子间的静电引力 $F_{\text{电}}$ 和万有引力 $F_{\text{引}}$ 分别为

$$F_{\text{电}} = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \qquad F_{\text{引}} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

因此

$$\frac{F_{\text{电}}}{F_{\text{引}}} = \frac{KQ_1 Q_2}{Gm_1 m_2}$$

将题中数据代入, 则

$$\begin{aligned} \frac{F_{\text{电}}}{F_{\text{引}}} &= \frac{9.0 \times 10^9 \times 1.60 \times 10^{-19} \times 1.60 \times 10^{-19}}{6.67 \times 10^{-11} \times 1.67 \times 10^{-27} \times 9.1 \times 10^{-31}} \\ &= 2.3 \times 10^{39} \end{aligned}$$

可见, 质子和电子间的静电引力远比它们之间的万有引力大得多, 所以研究微观带电粒子间的相互作用时, 经常忽略万有引力的影响。

习 一

1. 真空中, 电量为 $2.7 \times 10^{-9} \text{C}$ 的点电荷 q 受到另一个点电荷 Q 的吸引, 吸引力为 $8.1 \times 10^{-3} \text{N}$, q 与 Q 之间的距离为 0.1m , 求 Q 的电量。

2. 空气中有两个带相同电荷的小球, 一个小球所带电量是另一小球的 3 倍, 当它们相距 5cm 时, 斥力为 $3 \times 10^{-5} \text{N}$, 那么当它们相距 10cm 时, 斥力是多少? 小球所带的电量各是多少?

3. 当两个点电荷相距为 r 时, 它们之间的吸引力为 F , 若改变它们之间的距离, 当吸引力为 $16F$ 时, 它们相距为多少? 当吸引力为 $1/4 F$ 时, 它们相距多少?

§1-2 电场 电场强度

一、电场

电荷间的相互作用力, 可以发生在两个相隔一定距离的带电体之间, 并不需要直接接触。那么, 这些力究竟是怎样传递的呢? 人们经过长期研究, 终于认识到: 电荷之间的相互作用, 是通过它们之间存在的一种叫做电场的物质来进行的。事实证明, 只要有电荷, 它周围的空间里就必定存在着电场。静止不动的电荷产生的电场叫做静电场, 产生电场的电荷叫做场源电荷。

电场不同于一般实体物质, 既看不见, 又摸不到, 怎样研究它的性质呢? 由于电场对处在该场中的电荷有力的作用, 因此可以把一个检验电荷 (即带正电的点电荷) 放在电场中,

观察检验电荷的受力情况,用以检测所要研究的电场,从而达到认识电场性质的目的。

二、电场强度

电场对放入其中的电荷有力的作用,这是电场的主要特性之一,我们把这种力叫做**电场力**。

如果在场源电荷 $+Q$ 的电场中,我们把一个检验电荷 q 分

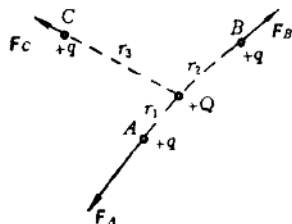


图 1-2

别放在 A 、 B 、 C 三点(图1-2),

那么,检验电荷都将受到电场力的作用。根据库仑定律得知,

由于 $r_3 > r_2 > r_1$,所以电场力的大小为 $F_C < F_B < F_A$;又因为

A 、 B 、 C 三点的方位不同,所以 F_A 、 F_B 、 F_C 的方向也不同。可见,

同一电荷在同一电场中的

不同位置上,它所受到的电场力不同。实验证明,正电荷 q 所受的电场力大的点,电场就强,因而在图1-2中, A 点的电场强, B 点的电场较弱, C 点的电场更弱。

如果在同一位置 A 处,依次改变检验电荷的电量为 q 、 $2q$ 、 $\dots$,则检验电荷所受的电场力的大小将依次为 $F_A = kQq/r_1^2$, $F'_A = kQ \cdot 2q/r_1^2 = 2F_A$, $\dots$,可见

$$\frac{F_A}{q} = \frac{2F_A}{2q} = \dots = \frac{kQ}{r_1^2} = \text{恒量}$$

这就是说,检验电荷在电场中任一点所受的电场力的大小跟它的电量的比值,总是一个恒量。显然,这个比值只与场源电

荷及该点所在位置有关,而与检验电荷无关。比值的大小,既与检验电荷无关,又能表示检验电荷的受力情况,所以它反映了电场本身的施力情况。

在电场中某点,检验电荷所受到的电场力 F 与它的电量 q 的比值,叫做该点的**电场强度**,简称**场强**。如果用 E 表示电场强度,则

$$E = \frac{F}{q} \quad (1-2)$$

场强是矢量,人们规定:电场中某点场强的方向,就是该点正电荷所受电场力的方向。

在国际单位制中,场强单位为牛/库(N/C)。

公式(1-2)是场强的定义式,它对任何电场都是适用的。如果电场是由点电荷 Q 产生的,那么根据库仑定律和场强的定义式,就可得出点电荷的场强公式,即

$$E = k \frac{Q}{r^2} \quad (1-3)$$

公式(1-3)只适用于点电荷在真空中或空气中的场强计算。如果电场是由两个或两个以上点电荷共同形成的,电场中任意一点的场强就应当是各个点电荷在该点产生的场强的矢量和。

[例题 2] 已知电场中某点的场强为 $4 \times 10^4 \text{ N/C}$, 方向为水平向右。现将一电子 e 放在该点, 求电子受到的电场力的大小和方向。

解 根据场强的定义式 $E = \frac{F}{q}$, 得出电子在该点受到的

电场力为

$$\begin{aligned} F &= Ee = 4 \times 10^4 \times 1.6 \times 10^{-19} \\ &= 6.4 \times 10^{-15} \text{ N} \end{aligned}$$

因为正电荷所受电场力的方向与场强方向相同，所以电子所受电场力的方向与场强方向相反，为水平向左。

〔例题 3〕 已知负点电荷 $Q = 2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ ，试分别计算在它的正上方 20 cm 处的 a 点和正下方 50 cm 处的 b 点的场强。

解 按题意作图，如图 1-3。根据点电荷的场强公式

$$E = k \frac{Q}{r^2} \quad \text{得}$$

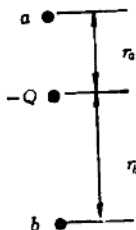


图 1-3

$$\begin{aligned} E_a &= k \frac{Q}{r_a^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2.0 \times 10^{-6}}{(20 \times 10^{-2})^2} \\ &= 4.5 \times 10^5 \text{ N/C} \end{aligned}$$

其方向为竖直向下，指向 $-Q$ 。

$$\begin{aligned} E_b &= k \frac{Q}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2.0 \times 10^{-6}}{(50 \times 10^{-2})^2} \\ &= 7.2 \times 10^4 \text{ N/C} \end{aligned}$$

其方向为竖直向上，指向 $-Q$ 。

练 习 二

1. 在下面的说法中，哪个是正确的：

- ① 根据公式 $E = F/q$ 可知场强跟电场力成正比，跟放入场中的电荷的电量成反比；
- ② 场强的方向总是跟电场力的方向一致；
- ③ 用负电荷受到的电场力跟它的电量的比值也可以求出场强的

大小,不过场强方向跟负电荷受到的电场力的方向相反.

2. 在真空中有一个电场,在这个电场中的某点放入一个电量为 $5.0 \times 10^{-8} \text{C}$ 的点电荷,它受到的电场力为 $3.0 \times 10^4 \text{N}$,求该点场强的大小.

3. 在氢核形成的电场中,距核 $5.0 \times 10^{-11} \text{m}$ 处的场强是多少?核外电子在该处将受多大的力?

4. 两个点电荷的电量分别为 $+Q$ 和 $-2Q$,在真空中的距离为 L ,求它们连线中点处的场强大小和方向.

§1-3 电力线 匀强电场

一、电力线

一般情况下,静电场中每一点的场强都不相同,各有确定的大小和方向,必须逐点进行计算,比较麻烦. 如果不需要知道各点场强的精确数值,就可以采用电场的图示方法进行描述. 在电场中作出一系列的曲线,使曲线上每一点的切线方向都与该点的场强方向一致,这些曲线叫做电力线. 图 1-4 就是电场中的一条电力线,根据这条电力线,可以知道其上 A 、 B 两点的场强 E_A 、 E_B 的方向,它们是在以 A 、 B 两点为切点,顺着电力线指向的切线方向上,如图中箭头所指.

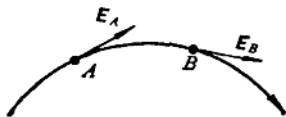


图 1-4