



国家教委中等专业学校规划教材

工科各类专业通用

物 理

(第三版) 下册

工科中专物理教材编写组 编
陕西省中专物理教材编写组 修订



高等教育出版社

·04

395

委中等专业学校规
工科各专业通用

物 理

(第三版)

下 册

工科中专物理教材编写组 编

陕西省中专物理教材编写组 修订

高等教育出版社

(京)112号

本书是在第二版的基础上,根据国家教委1987年审订的《中等专业学校物理教学大纲》的要求,再次修订而成的。

在修订过程中,按照1985年中专教材规划会议上提出的“要扭转中专教学重理论、轻实践,重学科的系统性、完整性过多,而对应用性、实践性重视不够的倾向”的精神,并吸收了几年来各地在使用中的经验和意见,在理论深度上较第二版有所降低,在内容上对某些章节做了较大的删简和修改,以求做到理论联系实际,既打好基础,又加强知识的应用和实践技能的培养。本教材语言简练,文字流畅,在教材内容的编排上注意教学规律,便教便学。

本书分上、下两册,并另有《物理实验》一册与其配套。上册包括力学,热学;下册包括电学、光学和原子核物理基础知识。

本书可作为中等专业学校工科各专业的教材,亦可供初、中级技术人员及中学教师和自学青年参考。

图书在版编目(CIP)数据

物理 下册/工科中专物理教材编写组编. —3版. —北京:高等教育出版社,1990.4(1995重印)

ISBN 7-04-002853-0

I. 物… II. 工… III. 物理-专业学校-教材 IV. 04

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第16947号

*

高等教育出版社出版
新华书店上海发行所发行
上海群众印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 7.625 插页 1 字数 155 000

1990年4月第3版 1997年7月第19次印刷

印数 1 485 469 - 1 703 477

定价 6.10元

目 录

第三篇 电 磁 学

第八章 静电场

§ 8-1 两种电荷 电荷守恒定律	1
§ 8-2 库仑定律	3
阅读材料：库仑扭秤实验	6
§ 8-3 电场 电场强度 电力线	7
阅读材料：场——一种特殊形态的物质	13
§ 8-4 电势能 电势 电势差	14
§ 8-5 等势面 电势差和场强的关系	19
§ 8-6 带电粒子在电场中的运动	22
§ 8-7 静电场中的导体	26
§ 8-8 电容器 电容	29
选讲材料：静电的防止和应用	34
复习题	37

第九章 稳恒电流

§ 9-1 电流	39
§ 9-2 一段电路的欧姆定律	40
§ 9-3 电阻定律 电阻率	42
阅读材料：超导体	44
§ 9-4 串、并联电路的性质和作用	46

§ 9-5 电流的功和功率 焦耳定律	51
§ 9-6 电源及其电动势 全电路的欧姆定律	55
§ 9-7 路端电压 电源的输出功率	59
§ 9-8 电池的串联和并联	64
§ 9-9 电阻的测量	67
复习题	71

第十章 磁场

§ 10-1 磁场	74
§ 10-2 电流的磁场	76
§ 10-3 磁感应强度 磁通量	81
§ 10-4 磁场对通电直导线的作用力	86
阅读材料：安培	92
§ 10-5 磁场对运动电荷的作用力	93
复习题	101

第十一章 电磁感应

§ 11-1 电磁感应现象	103
§ 11-2 感生电流的方向 楞次定律	106
§ 11-3 感生电动势 电磁感应定律	112
§ 11-4 互感 感应圈	117
§ 11-5 自感	119
阅读材料：电磁感应现象发现的前后	122
复习题	123

第十二章 电磁振荡和电磁波

§ 12-1 电磁振荡	126
§ 12-2 电磁场和电磁波	130
§ 12-3 电磁波的发射 调制	135
§ 12-4 电磁波的接收 电谐振	138

第四篇 光 学

第十三章 几何光学

§ 13-1 光源 光的直线传播	143
§ 13-2 光的反射定律和折射定律	144
§ 13-3 光的全反射	151
§ 13-4 平行透明板 棱镜	155
§ 13-5 透镜	159
§ 13-6 透镜成像作图法	163
§ 13-7 透镜成像公式	165
§ 13-8 视角 放大镜	168
§ 13-9 显微镜	171
§ 13-10 照相机	173
复习题	175

第十四章 物理光学基础知识

§ 14-1 光的干涉	177
§ 14-2 光的衍射	180
§ 14-3 光的偏振	182
阅读材料：自然光和偏振光	184
§ 14-4 光的电磁说	185
§ 14-5 光的色散 电磁波波谱	186
§ 14-6 光电效应	191
§ 14-7 光的量子说	195
§ 14-8 光的二象性	197
§ 14-9 光谱 光谱分析	198
§ 14-10 玻尔的原子理论 原子能级	201
§ 14-11 原子对能量的吸收和发射	203

§ 14-12 激光	206
------------------	-----

第五篇 原子核物理基础知识

第十五篇 原子核物理基础知识

§ 15-1 天然放射性 放射线的探测	211
§ 15-2 原子核的人工分裂	214
§ 15-3 原子核的组成	218
§ 15-4 放射性同位素及其应用	219
§ 15-5 原子核的结合能	222
§ 15-6 重核裂变 链式反应	225
§ 15-7 轻核聚变	231
复习题	234

第三篇 电 磁 学

电磁学是研究电磁现象的规律及其应用的一门学科，它是物理学的重要组成部分。

电磁现象是一种非常普遍的自然现象。从日常生活、工农业生产到现代科学技术，无不与电磁现象有密切的关系。由于电能便于远距离输送、控制和调节，而且易于转换为其他形式的能量，所以在工农业生产和日常生活中广泛地用电能作为能源。

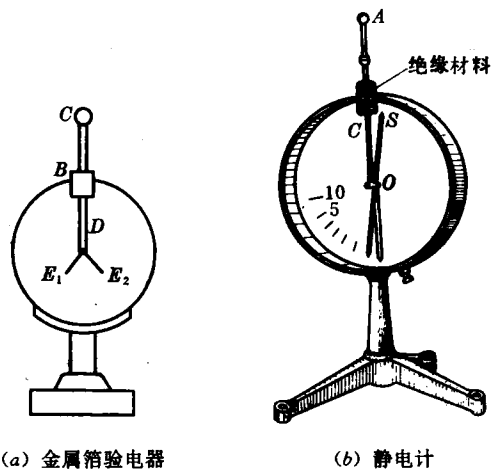
本篇包括电学和磁学两部分，主要研究电和磁以及它们之间相互联系的基本现象与规律。下面我们先讨论静电场。

第八章 静 电 场

§ 8-1 两种电荷 电荷守恒定律

两种电荷 在初中我们已经学过，用毛皮摩擦过的硬橡胶棒，用丝绸摩擦过的玻璃棒都能吸引轻小物体。对这种现象我们说它们都带上了电荷。玻璃棒上所带的电荷叫做正电荷；硬橡胶棒上所带的电荷叫做负电荷。同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。验电器[图 8-1(a)]就是根据电荷间这种相互作用而制成的。为了便于比较作用的大小，也可以不用金箔，

而在金属杆上安装一根可以偏转的金属指针，金属杆被绝缘地固定在金属外壳上，背面附一弧形标度尺用来量度指针偏转的角度，如图 8-1(b)，这样的仪器叫静电计。静电计更主要的用途是量度导体的电势和电势差。



(a) 金属箔验电器

(b) 静电计

图 8-1

物体所带电荷的量值叫做**电量**。电量常用字母 Q 或 q 表示。在国际单位制中电量的单位是库仑(C,库)。经测定可知质子和电子带有等量的正负电荷，其电量为 1.602×10^{-19} 库，至今尚未发现比它们的带电量更少的电荷，因此这一电荷叫做**基本电荷**，用 e 表示。任何带电体所带电量总是基本电荷 e 的整数倍，即 $q = ne$ ， n 是正、负整数。

电荷守恒定律 物体为什么会带电呢？我们知道，一切物体都是由分子、原子组成的，原子又是由带正电的原子核和带负电的电子组成的。在一般情况下，由于原子核所带的正电数

量与电子所带的负电数量相等，物体对外不显电性。当物体间由于摩擦等原因发生电荷交换时，某物体如果失去一部分电子，该物体便带正电；同时，另一物体得到等量的电子，便带负电。可见，带电过程是电子转移的过程，即电子从一个物体转移到另一物体上的过程。对于一个与外界没有电荷交换的物体系统来说，在它们交换电荷的过程中，一些物体失去多少电荷，另一些物体就得到多少电荷，而系统电量的代数和保持不变，这一结论叫做**电荷守恒定律**。它是物理学中的一条基本定律。

§ 8-2 库仑定律

点电荷 我们知道，同种电荷相排斥，异种电荷相吸引。那么，电荷间这种相互作用力和哪些因素有关呢？一般说来，两个带电体间的相互作用既和它们所带电量有关，也和两个带电体的大小、形状有关，同时还和它们周围的介质有关，情况比较复杂。下面我们讨论两个点电荷在真空中的相互作用规律。

所谓点电荷，是当带电体的线度比起它到其他带电体的距离要小很多时，这个带电体的几何形状和电荷的分布已无关紧要了，这样的带电体叫点电荷。

真空中的库仑定律 1785年，法国物理学家库仑(1736—1806)根据实验总结出了点电荷间相互作用的规律。在真空中，两个点电荷 q_1 和 q_2 之间的相互作用力的大小和 q_1 、 q_2 的乘积成正比，和它们之间的距离 r 的二次方成反比，作用力的方向在两个点电荷的连线上。这就是真空中的库仑

定律,它的数学表示式为

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

式中 k 是比例系数,叫做**静电力恒量**,其值与式中各量的单位有关。在国际单位制中, $k \approx 9 \times 10^9$ 牛·米²/库²。

电荷间的相互作用力叫做**静电力**,又叫**库仑力**。

电介质中的库仑定律 如果把两个点电荷放在电介质(又叫**绝缘体**)里,这两个电荷间的作用力比放在同样情况下真空中的作用力小。小到多少,依电介质的不同而不同。这时的库仑定律可以用下述公式表示:

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

上式叫做**电介质中的库仑定律**,式中的 ϵ 是一纯数,叫做物质的**介电常数**。物质不同,其介电常数也不同。表 8-1 所列出的是几种电介质的介电常数。

表 8-1

空气	1.0006	硬橡胶	4
煤油	2~4	瓷	6
纯水	81	云母	6~8
石蜡	2	玻璃	4~7

真空的介电常数为 1,通常也把空气的介电常数取为 1。

如果同时存在两个以上点电荷,每两个电荷间的作用力仍由库仑定律决定,而每个电荷受到的总作用力则是其他电荷对它的作用力的矢量和。

例题 两个正、负点电荷,相距 10 厘米,电量分别是 2×10^{-8} 库和 3×10^{-8} 库。它们在真空中的作用力是多少? 如果把它们放在煤油中 ($\epsilon=2$),它们间的作用力又是多少?

解 已知: $q_1=2 \times 10^{-8}$ C, $q_2=3 \times 10^{-8}$ C, $r=10$ cm = 0.10 m, $\epsilon=2$ 。
由公式(8-1)得

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-8} \times 3 \times 10^{-8}}{(0.10)^2} = 5.4 \times 10^{-4} \text{ (N)}$$

放在煤油中时,由式(8-2)得

$$F' = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2} = \frac{F}{\epsilon} = 2.7 \times 10^{-4} \text{ (N)}$$

由于 q_1 和 q_2 是异种电荷,所以 F 和 F' 是引力。

习 题

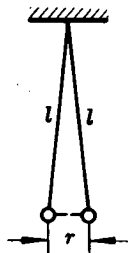
8-1-1. 电量为 1 库的电荷包含有多少个基本电荷?

8-1-2. 真空中有两个点电荷,相距 5 厘米,带电量分别是 1×10^{-10} 库和 5×10^{-10} 库。电荷间的相互作用力是多少?

8-1-3. 在真空中,一个电量是 2.7×10^{-9} 库的点电荷 q ,受到另一个点电荷 Q 的吸引力为 8.1×10^{-3} 牛, q 与 Q 间距离为 0.1 米,求 Q 的电量。

8-1-4. 两个带电小球,在煤油中 ($\epsilon=2$) 相距 0.5 米,其中一个小球带电 5×10^{-9} 库,另一个小球带电 3×10^{-9} 库,求小球间的作用力。

8-1-5. 重力场中有两个质量各为 10^{-4} 千克的小球,分别系在长 l 均为 25 厘米的细线上(见图 8-1-5 图),使小球带等量的电量之后,分开的距离 $r=5 \times 10^{-2}$ 米,求小球



题 8-1-5 图

所带电量。

阅读材料：库仑扭秤实验

库仑扭秤是库仑研究电荷间相互作用力的实验装置，如图 8-2 所示。它的主要部分是在一根金属丝下端悬挂一根玻璃棒，棒的一端有一个金属小球 A，另一端有一个平衡小球 B。在 A 球附近固定一个跟 A 球相同的金属小球 C。如果球 A 和球 C 带同种电荷，它们间的斥力将使玻璃棒转过一个角度。要使玻璃棒回到原来的位置，必须向相反方向扭转旋钮 M。这时金属丝扭转弹力的力矩跟电荷间斥力的力矩平衡。如果悬丝的扭力矩与转角之间的关系已事先确定，那么，根据旋钮 M 转过的角度可以计算出电荷间作用力的大小。

要确定力和距离的关系比较好办，只要保持球 A、球 C 所带电量不变(玻璃桶抽成真空)，改变两球距离并测出作用

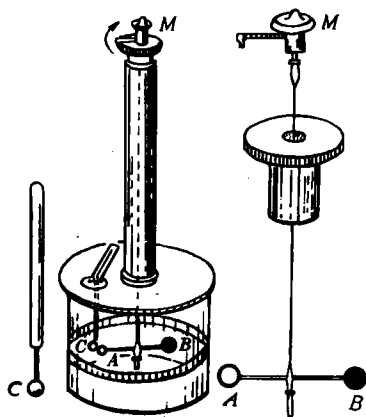


图 8-2 库仑扭秤

力,即可得出力和距离的关系。困难在于力和电量间的关系不好确定,因为当时还无法量度小球上所带的电量,甚至连电量的单位还没有确定。这时,库仑想出了一个巧妙的办法,解决了这一难题。他把一个带电的金属球与另一个同样大小不带电的金属球相接触,两球的带电量一定相等,都是原来带电量的 $1/2$ 。用同样方法可使小球带电量变为原来的 $1/4, 1/8$ 等。库仑就是用这种方法改变了小球所带的电量,并保持距离不变,用扭秤测量了力和电量间的关系。

库仑的实验结论是: $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$,它与万有引力定律 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 作比较是如此相似,即力与距离都是平方反比关系。至于这两个定律为什么如此相似,还有待科学家不断探索,我们相信这个问题是会得到解决的。

库仑扭秤实验是物理学史上有名的实验之一。

§ 8-3 电场 电场强度 电力线

电场 电场间的相互作用是怎样发生的呢?通过长期的研究,人们认识到电荷的周围存在着一种特殊形式的物质,叫做**电场**,电荷间的相互作用就是通过电场发生的。例如,甲电荷对乙电荷的作用,是甲电荷产生的电场对乙电荷的作用;同样,乙电荷对甲电荷的作用,是乙电荷产生的电场对甲电荷的作用。电场对电荷的作用叫做**电场力**,或叫**电力**。这一章我们只讨论静电荷产生的电场,这种电场叫做**静电场**。

电场强度 电场最基本的性质是它对置入其中的电荷有

作用。要研究电场的这一性质，我们把一个正的试验电荷 q ^① 先后放在正电荷 Q 在真空中(或空气中)形成的电场中的 a 、 b 、 c 各点上(如图 8-3)。由库仑定律 $F = k \frac{Qq}{r^2}$ 可知，试验电荷 q 在电场中不同的位置，受到的电场力的大小、方向各不相同，电场力大，说明那点的电场强；电场力小，说明那点的电场弱。

如何表示电场的强弱呢？把正试验电荷放在电场中的点 a ，它受到的电场力 $F_a = k \frac{Qq}{r^2}$ 。同样将正电荷 q' 放在点 a ，它受到的电场力 $F'_a = k \frac{Qq'}{r^2}$ 。不难看出 $\frac{F_a}{q} = \frac{F'_a}{q'} = k \frac{Q}{r^2}$ ，这就是说，对电场中同一点，电荷所受电场力的大小与它的电量的比值总是一个与置入该点的电荷无关的恒量。对于电场中不同的

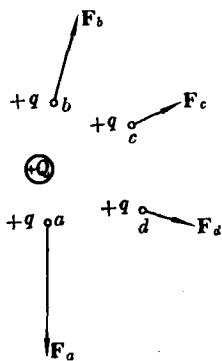


图 8-3

点，如 b 、 c 各点，该比值的大小一般不同。此比值越大的位置，单位电荷受到的电场力越大，电场也越强。这不仅对正电荷 Q 产生的电场是适用的，而且对任何电场都适用。因此，用上述比值可以表示电场的强弱。

置入电场中某点的试验电荷受到的电场力 F 跟它的电量 q 的比值，叫做该点的电场强度，简称

① 带电量很小的点电荷叫做试验电荷。它的电量之所以很小是为了使它的电场不致影响原来的电场。

为场强。用 E 表示,即

$$E = \frac{F}{q} \quad (8-3)$$

电场强度是一个矢量,我们把正电荷受力的方向规定为该点的电场强度方向。

在国际单位制中,场强的单位是牛顿每库仑(N/C,牛/库)。

如果知道某点的场强 E ,那么任一电荷在该点受到的电场力就是

$$F = qE \quad (8-4)$$

正、负电荷在电场中某点受到的电场力的方向相反。正电荷受力的方向与电场强度的方向相同,负电荷受力的方向与该点场强的方向相反。

点电荷电场的场强 真空中有一个点电荷 Q ,在距 Q 为 r 的点 P 的场强怎样计算呢?

设在点 P 放一个点电荷 q ,按库仑定律, q 受到的电场力为

$$F = k \frac{Qq}{r^2}$$

根据场强的定义式,点 P 的场强为

$$E = k \frac{Q}{r^2} \quad (8-5)$$

上式是真空中点电荷电场的场强计算公式。由公式可见,某点场强 E 与场源电荷 Q 及该点到 Q 的距离有关,与置入该点的电荷 q 无关。

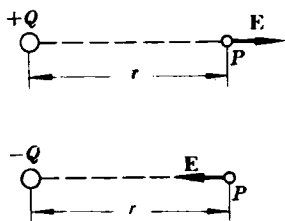


图 8-4

若 Q 为正电荷, 则场强的方向是沿 Q 和 P 的连线而背离 Q ; 若 Q 为负电荷, 则场强的方向沿 Q 和 P 的连线而指向 Q (图 8-4)。

在几个点电荷的电场中, 某点 P 的场强是每一个点电荷在该点产生的场强的矢量和。下面举例说明。

例题 两个点电荷相距 20 厘米, 它们所带的电量分别为 3×10^{-7} 库和 -3×10^{-7} 库, 求两点电荷连线的中垂线上且与它们相距 30 厘米的点 P 的场强。

解 按题意作图 (图 8-5)。

已知: $l = 0.2\text{m}$, $r = 0.30\text{m}$, $q_1 = 3 \times 10^{-7}\text{C}$, $q_2 = -3 \times 10^{-7}\text{C}$ 。

根据公式 (8-5), 点电荷 q_1, q_2 在点 P 产生的场强数值为

$$E_1 = E_2 = k \frac{q_1}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-7}}{(0.3)^2} = 3 \times 10^4 (\text{N/C})$$

两点电荷在点 P 产生的合场强为

$$\begin{aligned} E &= 2E_1 \cos \alpha = 2 \times 3 \times 10^4 \times \frac{0.1}{0.3} \\ &= 2 \times 10^4 (\text{N/C}) \end{aligned}$$

E 的方向如图 8-5 所示。

电力线 对于电场的研究, 重要的是知道电场中各点场强的大小和方向。如果能够用图形把电场中各点场强的大小和方向形象地表示出来, 这

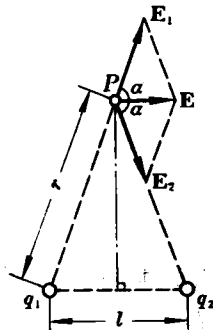


图 8-5