



中学生读物

物理学概念 下 册

美] 小富兰克林·米勒 托马斯·J·狄龙

马尔科姆·K·史密斯 著

彭洪志 秦家达 译

文化教育出版社

中学生读物

物理学概念

下册

[美] 小富兰克林·米勒 托马斯·J·狄龙

马尔科姆·K·史密斯 著

彭洪志 秦家达 译

文化教育出版社

内 容 简 介

本书是美国一种颇得好评的高中物理课本;程度同我国高中物理相当,涉及的知识面较宽。本书作者的首要目标是尽可能以最清楚的方式介绍重要的物理概念,尽可能联系到物理观念和物理方法的来龙去脉和现实意义。书中编入了大量的习题、问题和例题,这些题目都是为了加深理解物理概念而编选的。

中译本分上、下两册出版。下册包括:第五编电学和电磁辐射,第六编光学,第七编原子和物质,共十二章。

本书可供高中学生、中学物理教师、师范院校物理系师生以及社会青年阅读、参考。

第五编是彭洪志译的,第六、七编是秦家达译的。

CONCEPTS IN PHYSICS

SECOND EDITION

Franklin Miller, Jr Thomas J. Dillon

Malcolm K. Smith

HARCOURT BRACE JOVANOVICH, INC.

1974

中学生读物

物理学概念

下 册

[美] 小富兰克林·米勒 托马斯·J·狄龙

马尔科姆·K·史密斯 著

彭洪志 秦家达 译

*

文化教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京市房山县印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 11.5 插页 2 字数 277,000

1982年4月第1版 1983年2月第1次印刷

印数 1—26,000

书号 7057·058 定价 1.10元

- 表 4 单位换算表
表 5 潜热
表 6 轻核性质
表 7 密度
表 8 摩擦系数
表 9 元素的基态能量
表 10 原子半径

目 录

第五编 电学和电磁辐射

第十四章 电力——静电荷2	
14-1 电力和磁力.....2	
14-2 物体的带电.....3	
14-3 静电实验——电荷守恒.....5	
14-4 库仑定律.....12	
14-5 电解.....17	
补充教材 科学的优先权和库仑定律.....	
第十五章 电能 电势差 电动势和电阻29	
15-1 电学中的能量法则.....29	
15-2 使用比喻的利弊.....30	
15-3 流体的压强.....30	
15-4 流体的运动——伯努利方程.....32	
15-5 伯努利方程的应用.....34	
15-6 电势差.....39	
15-7 电流和电动势.....44	
15-8 电路 焦耳定律.....49	
15-9 欧姆定律.....51	
15-10 电阻率.....55	
第十六章 电场和电容的概念61	
16-1 电场的测量.....61	
16-2 电力线.....65	

16-3	电场和电势	66
16-4	电容	68
16-5	电容器在电路中的应用	72
	补充材料 电容器的能量贮存	79
第十七章	电路和电路的组成部分	82
17-1	电池的端电压	83
17-2	电阻的串联和并联	86
17-3	电源的串联和并联	91
17-4	全电路的欧姆定律	93
17-5	安培计和伏特计	98
17-6	电势计	103
第十八章	电磁学——运动电荷间的作用力	111
18-1	磁场	111
18-2	磁场中一段电流受到的力	115
18-3	电流环	118
18-4	磁场源	121
18-5	作用在电流元上的磁力方向	124
18-6	地磁场	125
18-7	感生电动势	128
第十九章	现代技术中的用电	135
19-1	测量仪表	135
19-2	变压器	139
19-3	线圈的电抗	145
19-4	电容器的电抗	147
19-5	电子学	150
19-6	半导体电子学	155
第二十章	电磁辐射	168
20-1	电磁波谱	168
20-2	电振荡	171

20-3	辐射	174
20-4	电磁波的描述	176
20-5	电磁波的产生	179
20-6	辐射源	181
补充教材 无线电信号和电视讯号		

第六编 光 学

第二十一章	波阵面和光线	192
21-1	惠更斯原理	193
21-2	光的直线传播	195
21-3	反射	198
21-4	折射	199
21-5	全反射	204
21-6	薄透镜	206
21-7	成像	210
21-8	光路图 放大率	214
21-9	面镜	217
补充教材 斯涅耳定律的推导		
第二十二章	光的波动性质	224
22-1	陈旧的牛顿微粒理论	225
22-2	干涉 杨氏实验	227
22-3	光波的干涉	233
22-4	电视波和无线电波的干涉	236
22-5	单缝衍射花样	238
第二十三章	波动光学的应用	247
23-1	薄膜干涉	247
23-2	迈克尔逊干涉仪	253

23-3 光栅.....257

23-4 分光镜.....260

补充教材 光的偏振

第七编 原子和物质

第二十四章 原子外层.....269

24-1 电荷的基本单位.....271

24-2 电子.....276

24-3 光电效应.....280

24-4 原子光谱.....287

24-5 康普顿效应.....293

24-6 光的二象性.....295

24-7 物质的二象性.....298

24-8 固态物理.....302

补充教材 量子物理学的发展

第二十五章 原子核.....321

25-1 关于放射现象的早期发现.....321

25-2 核型原子.....323

25-3 放射性衰变.....327

25-4 粒子探测器.....331

25-5 粒子加速器.....333

25-6 高能物理.....338

25-7 核能.....341

25-8 裂变和聚变.....343

附录

表 1 重要常数表

表 2 国际单位制词头

表 3 希腊字母表

第五编 电学和电磁辐射

你们在前一编已经知道牛顿运动定律以及能量和动量的概念如何应用于大量的微小颗粒的运动——气体分子及所有物质原子的运动。这些概念使我们有可能给温度和热的概念以确切的含义，并明确热能只不过是能的另一种形式，即大量分子的无规则运动的机械能。

到此为止，你们在本书中已经学习了万有引力以及与它相关联的引力势能。你们还研究了物体在碰撞时发生的相互作用力，但是尚未探讨它们的本质。在下面几章中，你们将会遇到电荷的概念，并且还会发现它同一种新的力——电力或库仑力有联系。这时运动定律也同样适用，并且在研究有关电的系统时能量的概念将被证明是极为有用的。不过用牛顿定律来分析大量的带电微粒的运动实际上是不可能的。而能量的概念则可以使我们计算大量的带电微粒的总体行为，从而帮助我们理解电气工程 and 技术的某些最新成就。

第十四章 电力——静电荷

大家都知道,绝大部分的现代化器件,从电灯到电视,从简单的电流计到复杂的电子计算机,都需要使用电。人们对于电的研究已经有了很悠久的历史。虽然直到十八世纪还没有形成明确的概念,但是可以肯定有些电现象早已为古希腊人所熟知了。后来,人类对电的了解发生了许多深刻的变化,到十九世纪和二十世纪电终于被人们使用。

本章及接下去的五章专讲电学。我们首先讲某些简单的实验事实,因此必须使用一些以前没有规定过的术语。通过不断使用这些术语,你们将会逐步了解它们的意义。

14-1 电力和磁力

一个致密的核作中心,周围环绕着电子云(图 14-1),这样的原子图景你们可能很熟悉。我们说,原子核有正电荷,电子有负电荷。在用实验的方法研究电的效应时,你们将会对“正”和“负”这两个术语有进一步的了解。本书所描述的实验,将引入“带电体”的概念,这个概念同“电荷”概念有密切的联系。任何具有电荷的物体都叫做带电体,它可以是一般的大小(一个气球或一片云),也

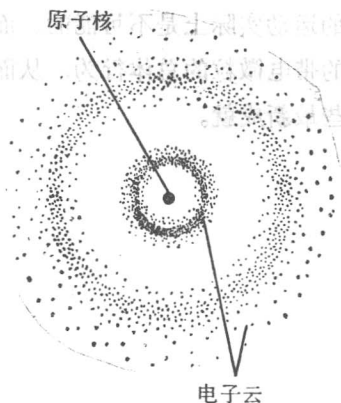


图 14-1

可能很小(电子或原子)。有时你可以认为是带电体的运动,有时你也可以认为只是电荷本身的运动。

从原子模型来看,带电体通常就是在原子外层得到或失去了一些电子的物体。如果物体失去了一些电子,那么它就缺少负电荷,而显正电。反之,如果物体得到了一些电子,那么它就显负电。

电的基本效应实际上是两种力。一种是库仑力,它存在于带电的物体之间;这些带电体可以是静止的也可以是运动的,因而这种力与物体是否运动无关。我们将在第 14-4 节中讨论这种力。除了总是存在着的库仑力以外,还有只在两个带电体彼此相对运动时才出现的力;这种由于带电体的运动而产生的力叫做磁力,我们将在第十八章中进行详细地讨论。磁学是电学的一个分支,它所研究的是运动电荷的各种效应。

判断这两种力的另一个方法是区分开电流和电荷。当电荷从一处移动到另一处时,我们把电荷的这种流动称为电流。采用电流这一术语,我们就可以说:库仑力是由电荷引起的,而磁力是电流引起的。

14-2 物体的带电

在很早的时候,人们就知道用毛皮、丝绸或棉布摩擦过的玻璃棒,硬橡胶棒,琥珀或塑料都可以吸引纸屑、绒毛等轻小物体。这种现象是古希腊人观察到的,他们称琥珀为 elektron。在十六世纪按照威廉·吉伯的建议,用“带电”一词来描述能对纸屑、丝线等轻小物体施以吸引力的琥珀、玻璃或其它物质。我们在几英寸的短距离内都可以观察到这种长程的电力。直到十九世纪初期,人们才得出电或电荷有两种而且仅有两种的结论。譬如:设物体 A(图 14-2)为丝绸摩擦过的玻璃棒, B 为毛皮摩擦过的硬橡胶棒。我们

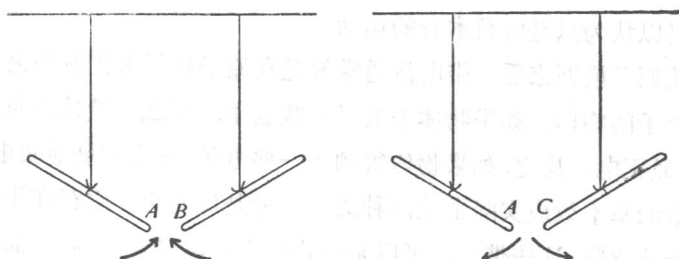


图 14-2

观察到 A 和 B 之间有一种吸引力；如果 C 也是丝绸摩擦过的玻璃棒(即 C 和 A 完全一样), 我们就会发现 A 受到 C 的排斥。

如以上所述, 物体 A 和 B 带有相反的电荷, 它们就是仅有的两种电荷。从未有人发现对 A 和 B 都吸引或都排斥的第三种电荷。

在历史上, 对于这两种电荷的命名, 曾发生过许多不必要的混乱。过去一般把摩擦过的玻璃上的电称为“玻璃电”, 意思只是从摩擦过的玻璃上得来的电。现在我们称这种电为正(+)电。过去一般把摩擦过的琥珀上的电称为“树脂电”, 因为琥珀是一种石化了的树脂。现在, 当然把这种电称为负(-)电了。查理·杜菲(1698—1739)提出电的“双流体”概念, 按“双流体”概念玻璃电和树脂电是处于同样地位的。富兰克林(1703—1790)则提出了“单流体”理论, 认为玻璃电是一种过多的正电, 而树脂电则是缺少正电的一种电。因此, 他把树脂电称为“负”电。现在, 我们知道确有两种电荷, 所以双流体理论实际上是“正确”的。然而, 单流体理论也有它的价值, 因为在许多大尺度的应用上(例如金属导线上的电流), 仅有一种电是自由“流动”的。富兰克林所选择的“正”与“负”的术语造成了一些混乱, 因为在导线中通过的, 使电灯发光, 使电动机运转的自由电子本身是负电。负电是实际存在的, 它不

仅是因为缺少正电的缘故。

在固体里,原子核都以某一位置为中心来回振动,对外表现为热能。温度越高核振动的幅度就越大。然而,除非固体熔解了,原子核几乎不会离开它们在晶体结构中的位置,因此它们不与我们所能看到的固体的电现象。另一方面,在某些物质中,有些轨道上电子极易离开围绕着核的电子云,而变为在固体的电效应中起很大作用的自由电子。

摩擦起电其实是接触起电。如果玻璃棒和丝绸作瞬间的接触,玻璃棒上的部分电子就要离开玻璃而跑到丝绸上去。于是玻璃棒在同丝绸接触的地方就有了多余的正电荷。用丝绸摩擦玻璃棒是使玻璃棒带电的更有效的方法,因为这样可以使玻璃棒同丝绸的接触面更大。这个摩擦起电的主要机理仍然在于接触,从而在表面层产生出多余的电荷来。丝绸上有一个负电层(电子过剩),玻璃棒上有一个正电层(电子缺少)。这一结果表示在图 14-3 中,丝绸和摩擦过的玻璃棒具有相反的电荷,两者相互吸引。到目前为止,我们对于摩擦起电的过程了解得很不透彻。

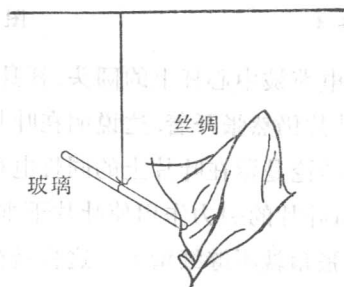


图 14-3

14-3 静电实验——电荷守恒

我们首先定性地来研究电效应,也就是对电现象进行观察而

并不作定量的测量。有一种很简单的仪器能够帮助我们观察电力的行为以及电荷的运动。这仪器就是验电器(图 14-4)。它有一个中心杆,杆上贴有一片柔软的金叶或铝箔,或者装有一根很轻的金属指针。叶片和指针必须是能自由张开的。用一根金属导线把验电器的外壳和大地接通,不过也并不是所有实验都必须这样做。用一个塑料环或某些其它绝缘物使中心杆和验电器的外壳绝缘。有的验电器的中心杆上贴有两片可以自由张开的金属叶片,如图所示。下面是几个可以借助于验电器来完成的实验,而且它还可以显示出有关电荷和电荷分布的重要情况。

(a) 用一根带正电或负电的棒接触验电器顶上的圆头或平片,验电器上的叶片就张开(图 14-5)。这如何解释呢?原来是带

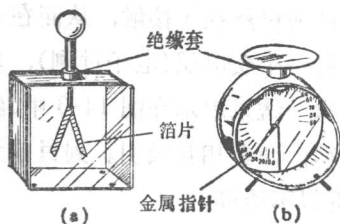


图 14-4

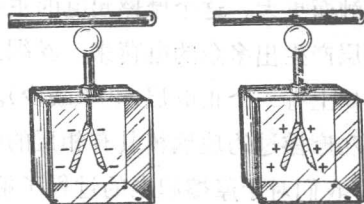


图 14-5

电棒表面上的一些电荷被中心杆上的圆头、杆身和叶片分去了。如果把带电棒挪开,叶片仍然张开着,这说明在叶片上已留下了一些电荷。我们得到的结论是留在叶片上的同性电荷相互排斥的作用使叶片张开,地球对叶片的引力作用使叶片下垂,如果这两个作用达到平衡,叶片的张角就不继续增大。这样就得出了第一个实验结果:同性电荷彼此相斥。

(b) 使验电器带有某种电,设为负电。由于负电之间的相互排斥,叶片分开了(图 14-6)。如果再把一个带有负电荷的棒放到验电器的圆头附近,但并不和它接触,那么这两个叶片张开的角度

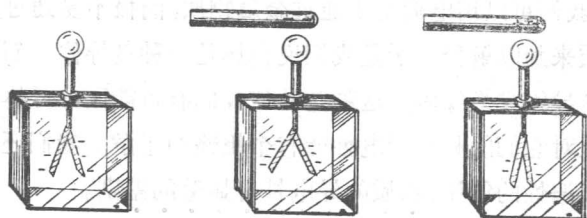


图 14-6

比原来还要大些,我们把这种现象解释为,带电棒上的负电荷和验电器金属杆上的负电荷互相排斥使叶片上的负电荷增多,故叶片张角增大。但是,如果我们换成一根带有正电荷的棒,叶片的张角就要比原来的小一些。这可以解释为异性电荷相互吸引。带正电的棒吸引了叶片上多余的负电荷使叶片上的负电荷减少,故张角减小。于是我们可以把电的这两种不同类型的特征总结如下: 电荷有两种; 异性电荷相互吸引。

(c) 在(b)中所描述的实验还说明电力是一种非接触的力。电力和距离之间的数学关系式将在第 14-4 节中加以讨论。

(d) 在图 14-7 中,有一根不带电的棒与一个带电的球和一个

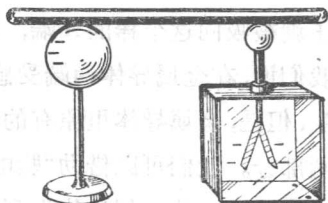


图 14-7

原来不带电的验电器相接触。验电器的两个叶片就开始张开;不过,叶片张开的程度是和这条棒有关系的。如果这条棒是由铜、铁、铝或别种金属制成,叶片就立刻分开。如果这条棒是由玻璃或塑料制成的,即使叶片张开也张开得比较慢。这两种实验结果所

以不同,我们可以用电荷易于通过金属物质,而极不易通过玻璃或塑料物质来加以解释。于是我们说金属是一种良导体,而塑料是一种不良导体或绝缘体。这种实验使我们有可能区分导体和绝缘体,并且对它们的相对导电性能有个粗略的了解。我们还可以得到这样普遍性的结论:物质的导电性有显著的差别。

验电器就是依据物质导电性的不同而设计出来的。叶片必须是电的良导体,以便电荷能自由的流动。因此,是由金属薄片制成的。验电器外壳上端的固定环必须是好的绝缘体,使电荷不致于从圆头“漏”到验电器周围的外壳上去。

(c) 说明感应起电的实验有好几种。如果把一个带正电荷的棒放到一个安装在绝缘架上不带电的金属导体附近(图 14-8),金

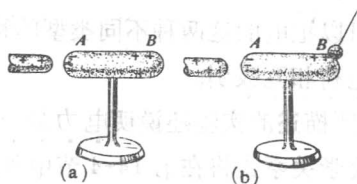


图 14-8

属导体上的自由电子就被吸向这个棒的A端,并且在它的B端出现多余的正电荷。我们说,在金属导体两端受感应而出现了电荷。虽然电荷不能被创生,但是,金属导体里原有的电荷被分成了大小相等,符号相反的两部分。我们可以借助“验电板”——装在绝缘柄上的金属小圆盘或小球——从金属导体得到一些做为检验电荷的样品,对这种解释进行定性的检验。用验电板去接触金属导体的任何一端,它就从这一端得到有待检验的电荷。于是就可以用验电器确定验电板上电荷的正负。这和(b)中所做的实验是一样的。

另外一种感应起电的实验(如图 14-9 所示),是把金属导体的

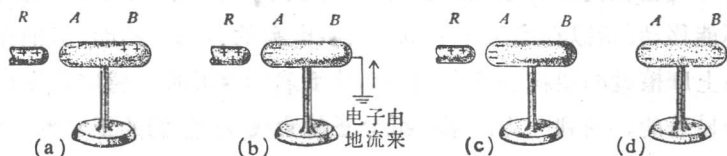


图 14-9

一端“接地”。“接地”就是用一条金属导线跟大地或金属水管连接。如果棒上的电荷(见图 14-9a)是正电荷,那么导体上的负电荷便被束缚在导体的左端(B端)。当把这导体接地时(见图 14-9b),电子就从大地流到B端,并把那里的正电荷中和掉。去掉地线(见图 14-9c),A端仍然有被束缚的负电荷存在。最后,拿开带电棒R,负电荷就要在导体上传播开来,在整个导体上留下了过剩的净负电荷(见图 14-9d)。

图 14-10a 表明在一个带正电荷物体的近旁有两个各自挂在绝缘线上的金属球(实验前都是电中性的)。如果拿开带电物体,金属球将又表现为电中性的;但是,如果使带电体仍留在原位(见图 14-10b)而把两个球彼此分开,那么在电力作用下感应的电荷仍然留在原来位置上不动,从而在球上留下了电荷。利用这样的方法,我们可以分离出大量的正、负电荷来。

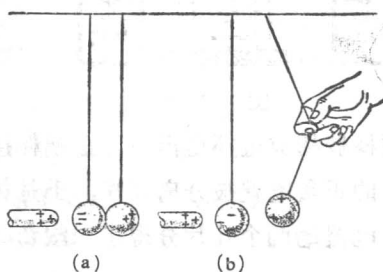


图 14-10