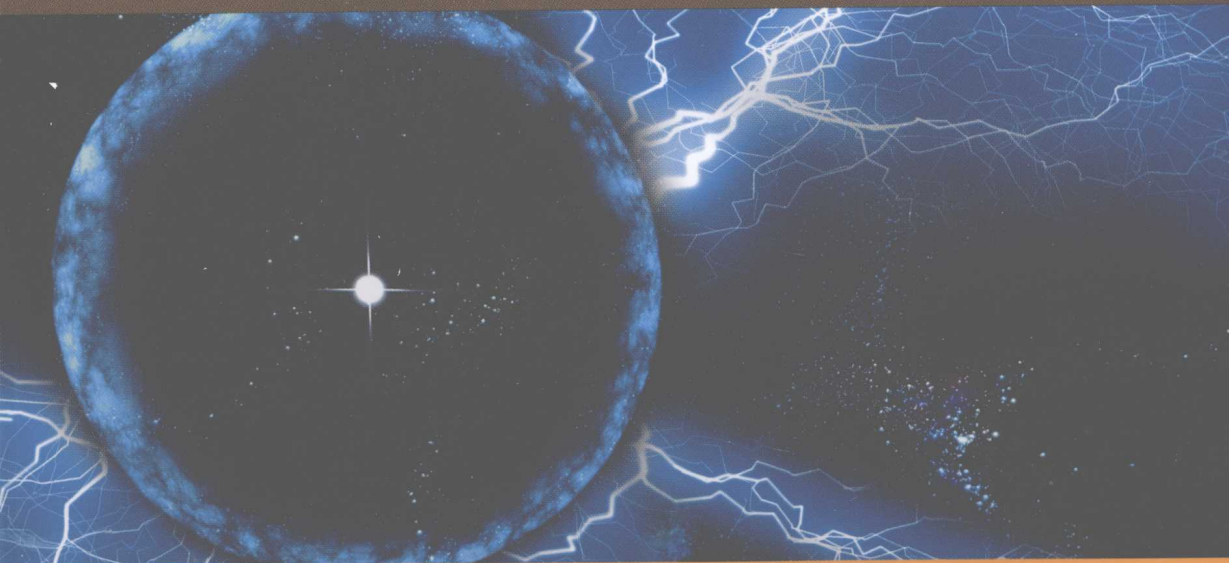




普通高等教育“十一五”规划教材



普通物理教程

(下册)

宋庆功 主编



科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”规划教材

普通物理教程

(下 册)

主 编 宋庆功

副主编 郭松青 王瑞军 王 瑞

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是编者在多年教学实践的基础上,结合近几年的教学成果,根据《理工科类大学物理课程教学基本要求、理工科类大学物理实验课程教学基本要求(2008年版)》编写的。全书分为上、下两册。上册包括力学基础、振动与波动学基础、光学基础、热学基础四篇。下册包括电磁学、近代物理基础、物理学与高新技术专题三篇。配套的学习辅导教材——《普通物理学习辅导精析》同期出版。

本书适合普通高等院校理工科非物理专业学生学习使用,也可作为教师参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

普通物理教程.下册/宋庆功主编. —北京:科学出版社,2009
普通高等教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-03-023008-9

I. 普… II. 宋… III. 普通物理学-高等学校-教材 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 142197 号

责任编辑:胡云志 / 责任校对:张 琪
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏立印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 1 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2009 年 1 月第一次印刷 印张:19 3/4

印数:1—8 000 字数:373 000

定价:56.00 元(全两册)

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

编 委 会

编委会主任

中国民航大学:宋庆功

编委会委员单位及委员

中国民航大学:朱 晨 徐 舟 谭红革 郭松青

天津城市建设学院:王振坡 梁春恬

河北建筑工程学院:王瑞军 苏景顺

天津商业大学:王 瑞

前 言

物理学是研究物质的基本结构、基本运动形式、相互作用及其转化规律的自然科学学科。作为基础学科,它的基本概念、基本理论与基本方法总是毫无例外地成为其他学科和工程技术领域的基础。物理学的新发现及其引发的新概念、新理论常常为新的学科或学科分支的发展指明方向。人类历史上重要的技术革命都是以物理学革命引发的科学革命为先导的。因此,在众多科学和工程技术学科中,物理学始终发挥着独特的、不可替代的作用。2004年6月,联合国大会通过决议,将2005年定为“世界物理年”。国际纯粹与应用物理联合会(IUPAP)和各国于2005年举办了全球性的纪念活动。这无论在世界历史上,还是在物理学发展史上都是绝无仅有的。这也表明,物理学的基础地位是毋庸置疑的。

以物理学基础知识为主要内容的大学物理课程(或普通物理课程),是普通高等学校非物理类理工科专业的重要基础课。它的作用一方面在于为学生较系统地打好必要的物理基础;另一方面在于使学生初步学习科学的思维方法和发现问题、研究问题的方法。对学生而言,这些都起着建立较完整的物质世界图像和科学的世界观,提高科学素质,培养创新意识和探索精神,增强实践能力的重要作用。大学物理课程的学习,不仅对学生在校学习和发展起着重要作用,而且对他们毕业后的工作、学习和发展都将产生深远的影响。

本教程是编者在多年教学实践的基础上,根据教育部教学指导委员会最新公布的“理工科类大学物理课程教学基本要求”编写的,可供非物理类理工科专业教学使用。在编写中力求做到:

(1) 根据当代科学技术的发展和人才培养的需要,确保了经典物理内容的覆盖面和深度,适当地加强了近代物理和高新技术内容及教学要求,有选择地介绍一些物理学前沿知识和发展动态,以拓宽学生的视野,激发他们的求知欲望。

(2) 科学、准确地阐述物理学基本概念、基本规律和基本方法。同时,尽可能多地介绍物理学在科学技术的应用,以展示物理学在科学技术发展中的重要作用,以及它与生产和生活实际的紧密联系。对典型的解题思路与方法进行概括和总结,培育学生运用物理学知识解决实际问题的能力。

(3) 在尽可能地加强与中学物理的衔接、与相关大学数学课程协同的前提下,根据教学内容的可接受性难易程度,设计教学内容顺序。如,将光学放在波动学之后;将气体动理论放在了热力学之后;将相对论、光的量子性和原子的量子理论作

为近代物理基础一篇;将激光、分子与固体、半导体、超导体、液晶和亚原子物理等作为物理学与高新技术专题一篇,供教学选用。

(4) 在对物理学内容的阐述中,以状态量与过程量的性质与区别为主线,尝试将物理学规律按因果关系进行表述,即将系统状态变化视为结果,将相应的物理过程视为产生结果的原因。试图由此展示物理学规律与事物发生、发展的普遍规律的相似性,引导学生消除对“物理学”的神秘感、初步理解“悟物及理”的深刻内涵。

(5) 物理框架清晰而完整,逻辑推理简捷而严谨,名词术语、插图表格科学规范,文字简明,语言流畅,增强内容的可读性。既有利于教师教,更有利于学生学。

本教程分为上、下两册,并配有学习辅导教材——普通物理学习辅导精析。上册包括:力学基础、振动与波动学基础、光学基础、热学基础四篇。下册包括:电磁学、近代物理基础、物理学与高新技术专题三篇。各章配有难易程度不同的习题,供教学选用。标有*号的章节是供选择学习的内容。普通物理学习辅导精析包括:各章的内容提要、学习基本要求、重点与难点分析、典型例题与解题指导、练习题及其答案,教材习题答案。全书和学习辅导教材均采用国际单位制(SI)。

全书由宋庆功提出编写计划,由中国民航大学、天津城市建设学院、河北建筑工程学院、天津商业大学的教师联合编写。参加本册编写的有:郭松青、郭艳蕊、朱文芳、康建海、郝志强、高云娥、王瑞、王娜、郭美丽、曲蛟、张礼刚、胡金江、许佳玲、王树平、范虹、谢革英、王瑞军。郭松青、王瑞军、王瑞任副主编,参加了本册书部分章节的统稿;宋庆功任主编,负责全书的统稿定稿。

本书编写过程中得到中国民航大学、天津城市建设学院、河北建筑工程学院、天津商业大学教务处的的大力支持,特致谢意。

由于编者学识所限,不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2008年7月

目 录

前言

第五篇 电 磁 学

第 14 章 真空中的静电场	3
14.1 电荷 库仑定律	3
14.2 静电场 电场强度	6
14.3 电场线 电通量	13
14.4 静电场的高斯定理及应用	16
14.5 静电场的环路定理	21
14.6 电势能 电势	23
14.7 电场强度与电势梯度的关系	28
习题 14	31
第 15 章 静电场与介质的相互作用	34
15.1 静电场与导体的相互作用	34
15.2 静电场与电介质的相互作用	40
15.3 电容 电容器	42
15.4 电位移 电介质中的高斯定理	48
15.5 电场的能量 能量密度	50
* 15.6 静电的应用	53
习题 15	56
第 16 章 电流与电路基础	58
16.1 电流密度 电流恒定的条件	58
16.2 电阻率 欧姆定律的微分形式	61
16.3 电流的功和功率 焦耳定律	63
16.4 电源 电动势	64
16.5 含有电源的电路	65
* 16.6 基尔霍夫方程组	68
* 16.7 暂态过程	71
* 16.8 交流电	73

习题 16	76
第 17 章 恒定电流的磁场	78
17.1 磁场 磁感应强度	78
17.2 毕奥-萨伐尔定律	82
17.3 磁通量 磁场的高斯定理	87
17.4 安培环路定理	88
17.5 运动电荷的磁场	96
习题 17	96
第 18 章 磁场对电流的作用	99
18.1 磁场对载流导线的作用 安培定律	99
18.2 磁场对载流线圈的作用	102
18.3 洛伦兹力 带电粒子在均匀磁场中的运动	106
* 18.4 磁场对运动电荷作用的应用	109
习题 18	113
第 19 章 磁场与磁介质的相互作用	115
19.1 磁介质 磁化强度	115
19.2 磁场强度 磁介质中的安培环路定理	118
19.3 铁磁质	120
19.4 简单磁路	124
习题 19	125
第 20 章 电磁感应	127
20.1 电磁感应定律	127
20.2 动生电动势	131
20.3 感生电动势 感生电场	134
20.4 自感与互感	139
20.5 磁场的能量 磁能密度	143
习题 20	146
第 21 章 电磁场 电磁波	148
21.1 电磁场理论基础	148
21.2 电磁场 麦克斯韦方程组的积分形式	152
21.3 电磁振荡与电磁波	153
习题 21	158

第六篇 近代物理基础

第 22 章 相对论基础	163
---------------------------	-----

22.1	经典力学的时空观	163
22.2	狭义相对论的基本原理	167
22.3	洛伦兹变换	169
22.4	同时性的相对性 时序的绝对性	173
22.5	长度收缩 时间延缓	175
22.6	相对论动力学基础	179
* 22.7	广义相对论简介	184
	习题 22	187
第 23 章	光的量子性	188
23.1	黑体辐射 普朗克能量子假设	188
23.2	光电效应 爱因斯坦光量子理论	193
23.3	康普顿效应	197
	习题 23	201
第 24 章	原子的量子理论	202
24.1	原子结构和原子光谱	202
24.2	玻尔理论	204
24.3	实物粒子的波粒二象性	211
24.4	不确定关系 波函数	214
24.5	薛定谔方程	219
24.6	一维运动的粒子	222
24.7	氢原子	227
24.8	多电子原子 元素周期律	235
	习题 24	240
第七篇 物理学与高新技术专题		
第 25 章	激光及其应用	243
25.1	光与原子的相互作用	243
25.2	产生激光的条件	245
25.3	激光器简介	248
25.4	激光的特性及其应用	251
	习题 25	254
第 26 章	分子与固体 半导体	255
26.1	化学键 分子的形成	255
26.2	分子的运动与分子光谱	258
26.3	晶体的微观结构 能带的形成	261

26.4	导体 半导体 绝缘体	264
26.5	本征半导体和杂质半导体	266
26.6	P-N 结及其特性	270
	习题 26	272
* 第 27 章	超导体及其应用	273
27.1	超导体的基本性质	273
27.2	超导电性的微观解释	277
27.3	超导体的应用	278
	习题 27	281
* 第 28 章	液晶及其应用	282
28.1	液晶的结构及其分类	282
28.2	液晶的光电特性	284
28.3	液晶的电光效应	285
28.4	液晶的应用	287
	习题 28	290
* 第 29 章	亚原子物理基础	291
29.1	原子核的基本性质	291
29.2	原子核的放射性衰变	294
29.3	核反应的基本概念 核能的应用	296
29.4	基本粒子简介	298
29.5	宇宙形成的大爆炸理论	302
	习题 29	303
	参考文献	304

第五篇 电 磁 学

电磁现象是自然界中一种常见的物理现象. 电磁学则是研究电磁相互作用的基本规律及物质的电磁性质的物理学分支. 电磁相互作用是迄今为止人们了解最深入、应用最广泛、对人类生活影响最大的一种作用. 电磁学是众多科学领域和工程技术的基础.

人们对电磁现象的认识源于对大自然的观察、认识和实践. 早在公元前就有人们对电磁现象的观察记录. 公元前 6 世纪, 希腊学者泰勒斯就观察到琥珀与布摩擦后能吸引轻小物体的现象. 这标志着人类对电现象认识的开始. 公元前 4~公元前 3 世纪, 战国时代的《韩非子》就记载了“司南”, 即应用磁石可以指示方向的原理制成的指南针, 是我国古代四大发明之一; 同时期的《吕氏春秋》记载了“慈石招铁”这一磁石吸引铁的现象. 16 世纪, 人们开始较系统地研究静电现象和静磁现象. 18 世纪中期, 电学和磁学进入定量描述阶段, 但是人们并没有注意到电现象和磁现象之间的密切联系. 直到 1820 年, 奥斯特发现了电流的磁效应, 人们才将电现象和磁现象联系起来, 电磁学从此进入了新的发展阶段. 相继, 法国科学家安培建立了描述电流元受磁场作用规律的安培定律. 同期, 毕奥、萨伐尔和拉普拉斯总结出了描述电流激发磁场的毕奥-萨伐尔定律. 1831 年, 法拉第发现了著名的电磁感应现象和规律, 并提出了电场和磁场及力线的概念, 进一步揭示了电现象和磁现象的密切联系. 1865 年, 麦克斯韦把法拉第和安培的思想结合起来, 提出了感生电场和位移电流的假说; 在前人工作的基础上归纳出描述电磁运动规律的方程组, 建立了完整的宏观电磁场理论. 这标志着经典电磁学理论的建立, 使人类对宏观电磁现象的认识达到了一个新的高度.

纵观电磁学的发展历史, 其中既有目的明确的探索, 也有十分偶然的机遇; 既有精巧灵敏的仪器设计, 也有缜密大胆的理论创新; 既有天才而合理的物理构思, 也有严谨而简洁的数学推证. 可以说电磁学理论的建立既是物理学工作者溯源探幽、刻苦钻研的创举, 也是人类聪明和智慧的结晶. 因此, 电磁学理论是自牛顿力学理论建立以来物理学发展史上一个重要的里程碑.

第 14 章 真空中的静电场

静电场是指相对于观察者静止的电荷在空间所激发的电场. 它是一种以特殊形态存在的物质. 本章主要研究真空中的静电场的描述方法及其性质. 要求掌握描述静电场的物理量——电场强度和电势的概念; 掌握电场强度叠加原理和电势叠加原理; 掌握电势与电场强度的积分关系, 并能熟练地用来分析解决简单电荷分布的场强和电势计算问题; 理解静电场的高斯定理和环路定理; 掌握用高斯定理分析和解决问题所需具备的条件和方法; 了解电场强度和电势的微分关系.

14.1 电荷 库仑定律

14.1.1 电荷

我们知道, 当两种质料不同的物质(如丝绸和有机玻璃棒)相互摩擦后都会出现能够吸引轻小物体的现象——带电现象. 具有带电现象的物体称为**带电体**, 其所带的电称为**电荷**.

显然, 摩擦改变了物质原来的不带电状态, 而使其处于一种新的状态——带电状态, 即物体显现出电性质. 那么, 不同的带电体所带的电荷是否具有相同的性质呢? 大量的实验事实表明, 不同的带电体所带的电荷并不完全相同. 带电体所带的电荷分为两种: 一种称为“正电荷”, 以“+”表示(通常可略); 另一种称为“负电荷”, 以“-”表示. 实验还表明, 任何两种带电体之间都存在相互作用力, 带同种电荷的两个物体相互排斥, 带异种电荷的两个物体相互吸引.

带电体所带电荷数量的多少称为**电量**, 常用符号 Q 或 q 表示. 电量是标量, 单位是库仑(C), 简称库.

14.1.2 电荷守恒定律

在正常状态下, 物体是不带电的. 实验研究表明, 当两种不同物体因摩擦而带电时, 其所带电荷总是等量异号、并同时出现的. 反过来, 两种等量异号电荷相遇时, 电荷会因相互抵消而消失, 使物体恢复正常状态, 即电中性. 由此可知, 电荷的出现一定是等量异号电荷同时出现, 而一种电荷消失必然会伴随着等量的另一种电荷同时消失. 由此可得出结论, 电荷既不能被创造, 也不能被消灭, 它们只能从一

个物体转移到另一个物体,或从物体的一部分转移到另一部分,这称为**电荷守恒定律**. 或者表述为:在一个孤立系统内,无论发生怎样的物理过程,该系统电量的代数和保持不变,电荷守恒定律是自然界普遍遵守的基本规律之一.

14.1.3 电荷的量子化

近代物理学已经证明:分子、原子是组成物质的最基本单位. 由卢瑟福原子模型可知原子是由原子核和电子组成的. 原子核是中子和质子在巨大的核力作用下紧紧束缚在一起形成的;电子则在静电力的作用下围绕原子核做高速运动,形成包围原子核的电子云,由此形成性质稳定的原子. 电子带负电荷,质子带正电荷,二者所带电量相等. 电子与原子核的相互作用,不仅使电子和原子核形成稳定的原子,而且还可以使原子以不同的形式结合,形成稳定的分子,从而形成大千世界的千变万化的物种. 物质的这种电结构是宏观电现象的内因. 在正常状态下,物体中任意一个部分所包含的正电荷(质子)数与负电荷(电子)数相等,物体不呈电性. 受到某种作用时,物体(或其中的一部分)获得或失去一定量的电子,使电子数和质子数不再相等,这时物体呈现电性. 因此,使物体带电的内因是物体内部存在的质子和电子这两类基本粒子. 基本粒子带电是物体带电的本质.

物质电结构模型的建立,不仅揭示了物体带电的本质,还为人们展现了电荷的量子性特征. 实验测得电子和质子电量的绝对值相等. 通常把质子所带电荷称为**基本电荷**,其所带电量记为 $e, e=1.602 \times 10^{-19} \text{C}$. 这样,质子带电为 e ;而电子带电为 $-e$. 迄今为止所有实验表明,一切带电物体所带电量 Q 都是 $\pm e$ 的整数倍,即 $Q = \pm ne$ (n 为正整数). 这就是说,电量是以一个最小的基本电量存在的. 任何物体所带的电量只能是离散的、不连续的量值,这称为**电荷的量子化**.

14.1.4 库仑定律

一般情况下,两个带电体之间的相互作用力受很多因素的影响,诸如带电体所带电量、相互之间的距离、周围有无其他物质,以及带电体自身的几何形状、大小、电荷在其上面的分布等. 当带电体置于真空中时,如果带电体本身的线度比起带电体间的距离小很多,以至于可以忽略带电体的形状、大小以及电荷的分布时,就可以把带电体看作是集中了全部电量的几何点,这样的带电体称为**点电荷**. 应当明确,点电荷是一个抽象的理想模型,它只有相对意义. 一个实际的带电体能否视为点电荷是有条件的,需要根据具体情况而定. 尽管点电荷是理想化模型,但在研究带电体的相互作用、电场的性质等问题中点电荷模型起到了重要作用.

1785年,库仑在“库仑扭秤”实验获得了大量实验数据的基础上,总结出真空中两个点电荷之间相互作用的规律,表述如下:在真空中,两个静止的点电荷之间的相互作用力 F 的大小与它们所带电量 Q_1 和 Q_2 的乘积成正比,与它们之间距离

r 的平方成反比;作用力 F 的方向沿着它们的连线方向,同号电荷相斥,异号电荷相吸,这称为库仑定律.

如图 14-1 所示,相距为 r 、电量分别为 Q_1 和 Q_2 的两个点电荷,如用 F 表示电荷 Q_2 受到电荷 Q_1 的作用力, r_0 表示由施力电荷 Q_1 指向受力电荷 Q_2 的单位矢量,则库仑定律的数学表达式为

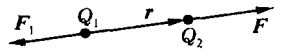


图 14-1 两个点电荷的相互作用力

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} r_0 \quad (14-1)$$

式中 k 是比例系数,且 $k = 8.99 \times 10^9 \text{ m} \cdot \text{F}^{-1} \approx 9.0 \times 10^9 \text{ m} \cdot \text{F}^{-1}$. 为了使由库仑定律推导出的电磁学公式简洁,常把它表示为 $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, 式中 ϵ_0 称为真空电容率(或真空介电常量)其量值为

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} \approx 8.85 \times 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$$

这样库仑定律可以表示为

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} r_0 \quad (14-2)$$

式中若 Q_1 和 Q_2 同号(不计正负),则 F 沿 r_0 方向,表现为斥力;若 Q_1 和 Q_2 异号,则 F 沿 $-r_0$ 方向,表现为引力.

两个静止点电荷之间的相互作用力称为库仑力,或静电力,它们满足牛顿第三定律.任何两个点电荷之间的静电力不会因第三个电荷的存在而改变.因此,当一个点电荷受到两个以上点电荷作用时,该点电荷受到的总静电力等于每个点电荷单独存在时作用于该点电荷的静电力的矢量和,这就是静电力叠加原理,其数学表达式为

$$F = \sum_{i=1} F_i \quad (14-3)$$

任何带电体之间都存在静电相互作用,但不是所有的带电体都可以简化成点电荷.那么,当一个带电体不满足点电荷条件时,它们之间的相互作用问题怎样解决呢?我们将其分解成为许多点电荷,这样的带电体也称为连续型点电荷系;然后计算分解后的点电荷之间的相互作用;最后应用静电力叠加原理即可解决问题.将带电体分解为点电荷的方法如下:

(1) 当电荷连续分布于某曲线时,则某点处的电荷分布可用线电荷密度 λ 来描述,它是曲线在此点附近的单位长度所带的电量.此时以该点为中心,在带电曲线上取一线元 dL ,它所带电量为 $dQ = \lambda dL$.

(2) 当电荷连续分布于某曲面时,则某点处的电荷分布情况可用面电荷密度 σ

来描述,它是曲面在此点附近的单位面积所带的电量.此时以该点为中心,在带电曲面上取一面元 dS ,它所带电量为 $dQ=\sigma dS$.

(3) 当电荷连续分布于某空间区域(体积)时,则某点处的电荷分布可用**体电荷密度** ρ 来描述,它是区域中在该点附近的单位体积所带的电量.此时以该点为中心,在带电体内取一体元 dV ,它所带电量为 $dQ=\rho dV$.

需要说明的是,原则上体元、面元和线元都是宏观无限小,小到其上面所带的电荷可以认为是均匀分布的,且为点电荷;而微观要足够大,大到可以容纳许多基元电荷.据此可以分析、解决许多问题.

14.2 静电场 电场强度

14.2.1 电场

我们知道带电体间存在相互作用,但它们间的相互作用是怎样实现的?历史上有“超距作用”和“近距作用”两种观点,它们各有合理的成分.直到近代,人们才提出最合理的解释,即任何带电体周围都存在一种特殊形态的物质——**电场**.电场作为一种物质,它与由原子、分子组成的实物物质(实物)一样具有能量、动量等属性.它的基本属性之一是对置于其中的电荷施加作用力,即静电力,而电荷之间的静电力是通过电场实现的,其作用过程如图 14-2 所示.

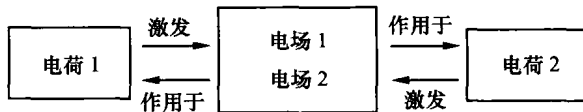


图 14-2 电荷之间的作用

作为场物质,电场除了具有与实物相同的属性之外,还有与实物不同的属性,主要在于:对实物而言,空间的任意一点只能由一个分子或原子占据;而对场物质而言,空间的任意一点可以同时容纳多个或多种场物质.因此,场物质和实物是物质存在的两种不同形态.

14.2.2 电场强度

作为一种物质,电场的物理属性如何定量地描述呢?下面我们从静电场对点电荷施加作用力这一性质出发,研究静电场的定量描述问题.为此,我们在静电场中引入一个**检验电荷**.检验电荷必须满足三个条件:第一,它的电量足够小,以致它的引入不会影响原来电场的分布;第二,它的几何线度要足够小,小到可以视为点电荷,从而使它所检测的区域可以看作一点;第三,它带正电荷.

在电场中,激发电场的电荷称为场源;空间给定点称为场点,我们常常需要研究该处的电场的属性. 设电量为 Q 的点电荷场源位于点 O , 它激发的静电场遍布周围空间. 将检验电荷 q_0 依次地放在三个场点 a 、 b 、 c 处,如图 14-3 所示. 由库仑定律可知, q_0 在三个场点受到的静电力分别为 $\frac{Qq_0}{4\pi\epsilon_0 x^2} \mathbf{i}$, $\frac{Qq_0}{4\pi\epsilon_0 y^2} \mathbf{j}$, $\frac{Qq_0}{4\pi\epsilon_0 z^2} \mathbf{k}$. 由此

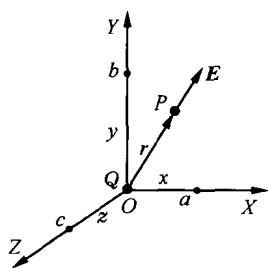


图 14-3 点电荷的电场强度

可知,在不同的场点, q_0 受力的大小和方向一般不同. 这就表明,在不同位置电场的强弱和方向一般不同. 实验研究表明,当检验电荷电量为 q_0 时,它所受的静电力为 F . 若依次将检验电荷的电量变为 $2q_0, 3q_0, \dots$, 则它所受的静电力依次变为 $2F, 3F, \dots$, 静电力与电量的比值 $F/q_0 = (2F)/(2q_0) = (3F)/(3q_0) = \dots = \text{恒矢量}$. 大量实验研究表明,任意带电体激发的电场均有上述特征. 比值 F/q_0 与检验电荷无关,只与该点在电场中的位置有关,完全由电场决定. 因此,我们定义电场强度为

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{q_0} \quad (14-4)$$

式(14-4)表明,静电场中某点的电场强度的大小就是单位正电荷在该点处所受静电力的大小;其方向就是正电荷在该点所受静电力的方向. 由于检验电荷 q_0 受力的大小和方向随场点的位置而改变,因此,电场强度 \mathbf{E} 是空间点(场点)的函数. 这正是场的特征. 电场强度是矢量,电场也就是矢量场.

电场强度单位是牛顿每库仑($\text{N} \cdot \text{C}^{-1}$)或伏特每米($\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$),二者在本质上一致.

如果电场中每个场点的电场强度 \mathbf{E} 都相同,那么这种电场称为均匀电场.

知道了某场点的电场强度 \mathbf{E} ,如果置于该点的点电荷 q 不改变原来的电场分布,则由电场强度就可得到该点电荷所受的静电力为

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} \quad (14-5)$$

当 q 为正值时, \mathbf{F} 与 \mathbf{E} 的方向一致;当 q 为负值时, \mathbf{F} 与 \mathbf{E} 的方向相反.

14.2.3 电场强度叠加原理 电场强度的计算

电场强度的定义式(14-4)不仅给出了确定某个场点的电场强度的实验方法,而且为电场强度的定量计算奠定了基础. 下面我们根据式(14-4)和静电力叠加原理引出电场强度叠加原理,并介绍计算电场强度的实例.

1. 点电荷的电场强度

设场源是电量为 Q 的点电荷. 以场源处为坐标原点 O , 空间任意场点 P 到场