

五年制高等职业教育教材



物理

(第二册)

《物理》编写组 编



Physics



苏州大学出版社

五年制高等职业教育教材

五年制高等职业教育教材

物理

(第二册)

《物理》编写组 编

Physics



温州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理 第2册/王荣成,李石熙主编. —苏州:苏州大学出版社,2004.5 重印
五年制高等职业教育教材
ISBN 7-81037-489-3

I. 物… II. ①王… ②李… III. 物理学-高等教育:职业教育-教材 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 32000 号

声 明

非经我社授权同意,任何单位和个人不得编写出版与苏大版高职系列教材配套使用的教辅读物,否则将视作对我社权益的侵害。

特此声明。

苏州大学出版社

五年制高等职业教育教材

物 理(第二册)

《物理》编写组 编

责任编辑 陈兴昌

苏州大学出版社出版发行

(地址:苏州市干将东路200号 邮编:215021)

常熟高专印刷厂印装

(地址:常熟市元和路98号 邮编:215500)

开本 787×1092 1/16 印张 16.5 字数 402 千

1998 年 12 月第 1 版 2004 年 5 月第 15 次印刷

ISBN 7-81037-489-3/O · 21(课) 定价:20.00 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换
苏州大学出版社营销部 电话:0512-67258835

五年制高等职业教育教材编审委员会

顾 问：周稽裘

主任委员：王兆明 马能和 常晓宝

副主任委员：戴 勇 殷冬生 睦 平

委 员：(以姓氏笔画为序)

王荣成	王淑芳	尤佳春	田万海	吉文林
李石熙	张天明	陈小玉	周大农	赵佩华
施肇基	姜渭强	袁望曦	徐建中	徐 鹏
谈兴华	黄仲英	谢煜山		

前言

1994年起,江苏省部分重点中专校先后试办了五年制高职班,对江苏职业教育的发展和提高起到了很大的促进作用。几年来的实践证明,这种学制有其独特的优势,是我国高等职业教育的一种重要形式。

为确保五年制高职教育的教学质量,努力办出高职特色,1996年,在原国家教委的关心指导下,原江苏省教育委员会组织五年制高职教育学校协作会,先后编写出版了语文、英语、数学、物理、化学、信息技术基础等六门公共课的教材和配套的教学参考书、录音磁带或实习指导书。其中,语文、英语、数学、物理等四门教材曾进行过二版修订。

编写五年制高职公共课教材的指导思想是强化培养目标,开发好课程教学大纲,体现高职教育中公共课的基础性和实用性的和谐统一。在教学内容的安排和取舍上,遵循“尊重学科,但不恪守学科”的原则,删旧增新,减少理论推导,着重阐明实际应用价值,强调公共课与相关学科之间的横向联系,注意与专门课程的接口,力求做到立足实践与应用,拓宽基础知识面,强化能力训练和迁移,使一般能力的培养与职业能力的培养相结合。

为不断提高教材质量,2001年,我们在广泛征求意见的基础上,再次组织修订。这次修订的原则是:总结本套教材的编写经验,广泛吸取同类、同层次教材的长处,做好与初中文化课程的衔接,适应生源变化的实际,适当降低起点,力求做到“重视基础、突出应用、反映前沿”。我们期望修订后的教材既能保证学生应有的文化素质,又能为学生后续课程的学习、终身学习和自主发展打好基础。

为提高教学效果,六门课程均编写了教学参考书,语文、化学、数学还编制了多媒体课件和教学软件,英语教材

附有配套的教学录音磁带,信息技术基础编写了实习指导书。此外,教材的装帧设计和印制质量也有了较大的改进。

本次教材的修订由江苏省教育厅职业教育与社会教育处组织,江苏省五年制高职教育学校协作会具体负责。教材采用主编负责制,主审协助主编把好质量关。如何编好五年制高职教材,我们仍在不断探索。尽管我们作了很大的努力,但限于经验和水平,教材的缺点和不完善之处在所难免,请使用本教材的师生和同行予以指正。

五年制高等职业教育教材编审委员会

2002年4月30日

编写说明

本套教材是根据江苏省五年制高职《物理教学大纲》编写的。全套教材分上、下两册。教材教学总时数为 150 学时,其中理论课为 112 学时,实验课 27 学时,习题课、复习考试课 11 学时。根据五年制高职的特点,另外再安排一周实践内容,供五年制高职班一年级学生使用。本套教材同时也可作为中专校(工科类)物理教学用书。

教材自 1998 年出版以来曾两次修订。第一版由常州轻工业学校王荣成、南京无线电工业学校李石熙主编,苏州铁路机械学校袁望曦主审。各章节撰写人员是:南通纺织工业学校姚建宁(第 1、2、5 章),无锡机械学校陈永涛(第 3、4、7 章),常州轻工业学校史静波(第 6 章),南京无线电工业学校赵志芳(第 8 章),南京机电学校傅美欢(第 9 章),徐州工业学校卓士创(第 10、11 章),南京无线电工业学校黎雳(第 12 章),南京无线电工业学校单振法(第 13 章)。《实验与练习》由南京铁路运输学校张必赋编写,其中实践专用周部分由南京无线电工业学校单振法编写。南京交通学校邢江勇、盐城卫校王德华、无锡商业学校邵祖德、南通航运学校倪健中等也参加了第一版的编写工作。第二版由常州轻工业学校王荣成、南京无线电工业学校李石熙主编,苏州铁路机械学校袁望曦主审。第一册由南京铁路运输学校张必赋负责修订,第二册由南京无线电工业学校单振法负责修订,徐州化工学校丁振华补充修订了实验部分内容。

本教材在多次征求各方面意见后,在原有的基础上进行开发。编写中充分考虑到职业技术教育培养的是各行各业生产一线的熟练劳动者和社会需要的各种技术应用型人才,同时也兼顾到学生终身学习的需要,不再采用

传统的物理篇章结构,尽量以“能量”作为全书的主线,按物体运动形态组织材料,降低起点而不减少基本内容为要求,尽可能使学生易学易懂;章节展开采用问题的引入——原理(定律)的剖析——应用、实践三步走的形式完成一次知识循环,达到螺旋式上升的目的;注意开好新科学“窗口”,留下与应用技术的“接口”,加强“边框注释”中的“点拨”,增加物理学名词英文注释,加强学生学法指导,使物理的基础性与技术性、物理原理与工程技术、知识传授与方法学习有机地结合。“实践专用周”的内容,各校可依据本校专业特点与设备条件,选做其中2~3个。

书中带“*”部分超出大纲要求,各校可选学。

本教材由常州轻工业职业技术学院王荣成、南京信息职业技术学院李石熙主编,苏州铁路机械学校袁望曦主审。

参加编写的有南京铁道职业技术学院张必赋(第1、2、3、4、5、6章),南京信息职业技术学院赵志芳(第7章、实践专用周),中国药科大学朱连喜(第8、9章),徐州师范大学卓士创(第10、11章),山西林业职业技术学院张爱华(第12、13章)。

本套教材在编写过程中始终得到了江苏省教育厅与殷冬生顾问的关心与指导,同时也得到了山西省教育厅、各有关院校以及苏州大学出版社的大力支持与帮助,在此深表感谢。

本次教材开发,在印刷上也作了较大的调整,尽量做到图文并茂、形式活泼,使教材更贴近五年制高职的培养目标。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免有不当之处,恳请读者提出宝贵意见,以便再次修订时作参考。

《物理》编写组

2002年5月

目录

CONTENTS

第8章 静电场

8.1 真空中的库仑定律	(1)
8.2 电场 电场强度	(5)
8.3 电势 电势差	(9)
8.4 等势面 场强与电势差的关系	(12)
8.5 静电场中的导体	(15)
8.6 电容器 电容	(18)
8.7 带电粒子在匀强电场中的运动	(22)
8.8 静电的利用和防止	(25)
本章知识小结	(27)
 本章检测题	(28)

第9章 恒定电流

9.1 电流 欧姆定律	(31)
9.2 电阻定律 电阻率	(34)
9.3 电功 电功率	(37)
9.4 电阻的联接	(40)
9.5 闭合电路欧姆定律	(43)
9.6 电池组	(47)
9.7 电阻的测量	(50)
本章知识小结	(53)
 本章检测题	(55)

第10章 电流的磁场 电磁感应

10.1 磁感线 磁感应强度	(57)
10.2 电流的磁场	(63)

10.3	磁场对通电直导线的作用力	(68)
10.4	磁场对运动电荷的作用力	(73)
10.5	电磁感应现象	(78)
10.6	感应电动势	(84)
10.7	互感和自感	(87)
	本章知识小结	(93)

	本章检测题	(95)
---	-------------	------

第11章 波 动

11.1	机械波	(99)
11.2	机械波的干涉和衍射	(103)
11.3	声波 次声波 超声波	(107)
11.4	电磁振荡 电磁波	(110)
*11.5	电磁波的发射和接收	(114)
11.6	光的波动性	(117)
11.7	光的电磁说 *电磁波谱	(122)
*11.8	光谱分析及其应用	(126)
	本章知识小结	(133)

	本章检测题	(135)
--	-------------	-------

第12章 近代物理简介

12.1	光电效应 光量子学说	(137)
12.2	光的波粒二象性	(142)
12.3	天然放射现象 衰变	(144)
12.4	人工核反应 核力	(149)
12.5	放射性同位素及其应用	(151)
12.6	核 能	(153)
12.7	重核裂变	(154)
12.8	轻核聚变	(157)
*12.9	基本粒子	(160)
	本章知识小结	(161)

	本章检测题	(163)
---	-------------	-------

第13章 物理学与高新技术

13.1	新材料	(166)
13.2	新能源	(175)
13.3	信息技术与互联网络	(180)
13.4	空间技术	(188)
13.5	自动化技术	(195)

物理实验与实训

一、学生分组实验

实验1	静电场的描绘	(202)
实验2	测导体的电阻	(204)
实验3	测电源电动势和内阻(设计性实验)	(209)
实验4	研究电源的输出功率(设计性实验)	(211)
*实验5	感应电流方向的研究	(213)

二、观察实验

实验1	观察阴极射线和洛伦兹力	(216)
实验2	观察光的干涉、衍射	(221)
实验3	光谱的观察	(222)

三、实践专用周

实践一	照相机的使用	(227)
实践二	自行车拆装与原理分析	(231)
实践三	小制作	(236)
实践四	火箭发射原理探究	(238)
实践五	多用表的基本原理与使用	(240)
实践六	黑箱内电学元件的探索	(244)
实践七	示波器的使用	(246)



第8章

静电场

在现代文明社会中,电视、电话、电脑已成为人类生活中不可缺少的一部分,人们的衣食住行已离不开电。人类对电的认识是从静电开始的。公元前 500 多年人们就发现摩擦过的琥珀能吸引轻小物体。“电”(electricity)这一词在西方是从希腊文“琥珀”(elektron)意译而来的。

实际上,我们居住的地球就是一个带负电的带电体,在距地面上空几十千米的地方,是一层带正电的离子层。我们就生活在一个静电的世界里。从震撼大地的雷电,到脱下化纤内衣时的响声和火花,都使我们感受到静电的存在。今天,人们已逐渐认识、掌握了静电学(electrostatics)的基本规律,静电学正日益得到广泛的应用。

本章将学习静电学,讨论静止电荷相互作用的规律。学好静电学,是学习电磁理论的基础。

8.1 真空中的库仑定律

在气候干燥的季节,如果你在干燥的地板或地毯上长时间行走后,伸手去抓一只金属门柄,常常会意想不到地“触电”。而在阴雨季节不会产生这种现象。这是由于摩擦起电,电荷间的

相互作用引起的. 那么电荷间相互作用力的大小和方向如何呢? 本节将介绍静电学的基本规律之一——库仑定律(Coulomb's law).

电荷(charge) 电荷守恒定律

自然界只存在两种电荷:正电荷(positive charge)和负电荷(negative charge). 同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引. 电荷的多少叫做电荷量,常用 Q (或 q)表示. 在国际单位制中,电荷量的单位是库仑,简称库,用字母 C 表示.

用摩擦的方法可以使物体带电. 用丝绸摩擦过的玻璃棒带正电荷,用毛皮摩擦过的硬橡胶棒带负电荷. 在摩擦起电过程中,一个物体失去一些电子(electron)而带正电,另一个物体得到这些电子而带负电. 在物质的原子内部,中心是带正电的原子核,外面是绕核旋转的带负电的电子. 通常物体内部的正电荷与负电荷的电荷量大小是相等的,整个物体对外不显电性. 摩擦起电只是使物体中的正负电荷分开,使电子从一个物体转移到另一个物体.

大量事实说明,电荷既不能被创生,也不能被消灭,只能从一个物体转移到另一个物体,或者从物体的一部分转移到另一部分,在转移的过程中,电荷的总量不变. 这个结论叫做电荷守恒定律.

元电荷

质子和电子带有等量的异种电荷,电荷量的大小 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$. 电荷量 e 的数值最早是由美国科学家密立根用实验测得的. 实验还指出,所有带电体的电荷量或者等于电荷量 e ,或者等于电荷量 e 的整数倍. 因此,电荷量 e 叫做元电荷. 密立根因测量元电荷(以及光电效应方面的研究)而获得 1923 年诺贝尔物理学奖. 现在测得元电荷的精确值为

$$e = (1.60217733 \pm 0.00000049) \times 10^{-19} \text{C},$$

通常可取

$$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}.$$

真空中的库仑定律

电荷之间的相互作用力有多大?与哪些因素有关呢?让我们来做下面的实验.

用绝缘支架,把两个完全相同的轻质小球悬挂在丝线下端,让它们带上同种等量电荷,改变小球之间的距离,比较小球所受

作用力的大小. 保持两小球的距离不变, 改变球上的电荷量, 比较小球所受的作用力的变化(图 8.1).

实验表明, 电荷之间的作用力随着电荷量的增大而增大, 随着距离的增大而减小.

法国物理学家库仑(1736—1806 年)设计了一扭秤, 用实验研究了静止的点电荷(point charge)间的作用, 于 1785 年发现了以下规律:

在真空中, 两个静止点电荷之间相互作用力的大小, 跟它们的电荷量的乘积成正比, 跟它们的距离的二次方成反比, 作用力的方向在它们的连线上. 这个规律叫做真空中的库仑定律.

静止电荷间的相互作用力叫做静电力(electrostatic force)或库仑力(coulombian force). 定律中的点电荷也是一种理想化的物理模型. 如果带电体间的距离比它们自身的大小大得多, 以至带电体的形状和大小对相互作用力的影响可以忽略不计, 这样的带电体就可以看作点电荷.

如用 q_1 和 q_2 表示两个点电荷的电荷量, 用 r 表示两个点电荷间的距离, 用 F 表示它们之间的相互作用力, 库仑定律可以用公式表示如下:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

式中 k 叫做静电力常量. 在国际单位制中, F 、 q 、 r 的单位分别是 N、C、m, 由实验测得 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$. 应用上式计算时, 电量 q_1 、 q_2 可取绝对值, F 的方向可根据“同种电荷相互排斥, 异种电荷相互吸引”的规律来判断.

库仑定律是电磁学的基本规律之一. 请你回忆一下, 它与什么公式有相似之处.

例题 试比较电子和质子间的静电引力和万有引力的大小. 已知电子质量是 $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 质子质量是 $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

分析与解答 电子和质子间的静电引力 F_1 和万有引力 F_2 分别是

$$F_1 = k \frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad F_2 = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

所以

$$\begin{aligned} \frac{F_1}{F_2} &= \frac{k q_1 q_2}{G m_1 m_2} \\ &= \frac{9.0 \times 10^9 \times 1.60 \times 10^{-19} \times 1.60 \times 10^{-19}}{6.67 \times 10^{-11} \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.67 \times 10^{-27}} \end{aligned}$$

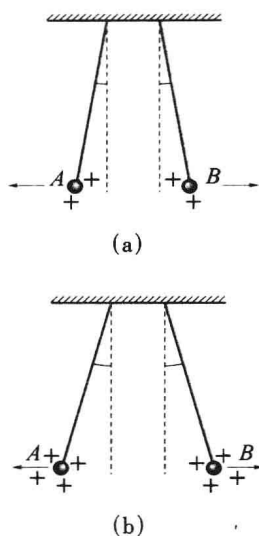


图 8.1

库仑定律和万有引力定律形式上如此相似, 力和距离的关系都遵从二次方反比定律.

$$= 2.3 \times 10^{39}.$$

可见,电子和质子间的静电力是它们之间万有引力的 2.3×10^{39} 倍. 在研究微观粒子间的相互作用时,万有引力一般可以忽略不计.



阅读材料

库仑扭秤实验

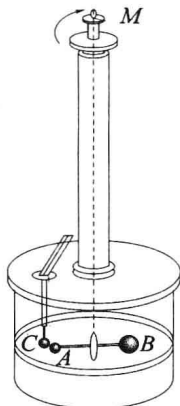
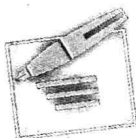


图 8.2 库仑扭秤

1785 年库仑利用自己发明的扭秤研究了电荷间的相互作用力. 库仑实验装置的主要部分是一个扭力测微计 M (如图 8.2 所示). M 下面夹了一根金属丝,金属丝下端悬挂一根玻璃棒,棒的一端有一个平衡小球 B ,玻璃棒保持水平. 再取一个与 A 相同的金属小球 C ,它与 A 带同种电荷,将 C 球悬挂于 A 球附近,它们之间的斥力使玻璃棒转过一个角度,向相反方向扭转 M ,使 A 球回到原来的位置,这时金属丝的扭转弹力的力矩与电荷间斥力的力矩平衡. 从 M 转过的角度就可以计算出电荷间的作用力的大小. 库仑用扭秤实验测得电荷之间的作用力与距离的二次方成反比,后来科学家用越来越精确的实验验证了二次方反比定律.



思考与练习

1. 真空中有两个点电荷,它们间的静电力为 F . 如果保持它们的电荷量不变,将它们的距离增大为原来的 2 倍,它们之间作用力的大小等于 []

- (A) F (B) $2F$ (C) $\frac{F}{2}$ (D) $\frac{F}{4}$

2. 电荷量是 $4.8 \times 10^{-8} \text{C}$ 的电荷中含有多少个元电荷?

3. 在真空中,电荷量都是 1C 的两个点电荷相距 1m ,它们之间的静电力为 _____.

4. 在真空中,电荷量为 $2.7 \times 10^{-9} \text{C}$ 的点电荷 q_1 受到另一个点电荷 q_2 的吸引力为 $8.0 \times 10^{-5} \text{N}$, q_1 与 q_2 间的距离为 0.1m ,求 q_2 的电荷量.

5. 两个相同的金属小球,一个带的电荷量为 $+2.0 \times 10^{-11}\text{C}$,另一个带的电荷量为 $-4.0 \times 10^{-11}\text{C}$,求:

(1) 两球相距 0.1m 时,它们之间的静电力有多大?

(2) 把两球接触后分开,使它们仍相距 0.1m ,它们之间的静电力有多大?

8.2 电 场 电场强度

力是物体间的相互作用.真空中两个电荷相互作用时并不直接接触,这种力靠什么来传递呢?还有类似的情况,如两磁体间的相互作用力,两物体间的万有引力,这些作用力是怎样发生的呢?

电场(electric field)

在 19 世纪 30 年代,英国物理学家法拉第(1791—1867 年)首先提出,一个电荷周围存在着由它所产生的电场,电荷间的相互作用是通过它的电场施加给对方的.只要有电荷存在,电荷的周围就存在着电场.电场的基本性质是对处于场中的其他电荷有力的作用,这种力叫做**电场力**.静电力实质上就是电场力.

近代物理学的理论和实验完全肯定电场的观点.除了电场,我们还可引入磁场、引力场来解释磁相互作用力和万有引力.电场和磁场虽然跟分子、原子组成的物质不同,但它们是客观存在的一种特殊形态.本章我们只讨论静止电荷所产生的电场,这种电场叫做**静电场(electrostatic field)**.产生电场的电荷叫做**场源电荷**.

虽然电场看不见,摸不着,但可以根据它表现出来的性质研究它,认识它,因而必须承认它是客观存在的一种特殊物质.这是人们认识未知世界的基本方法.

电场强度(electric field strength)

在电荷 Q 产生的电场中(图 8.3),放一个带电荷量很小的点电荷 q (叫做**试探电荷**),电荷 q 在电场中的不同点受到的电场力的大小一般是不同的,这表示各点的电场强弱不同,如图 8.3 所示.在距 Q 较近的 A 点,电荷 q 受到的电场力大,表示这点的电场强;在距 Q 较远的 B 点,电荷 q 受到的电场力小,表示这点的电场弱.如果把带电量不同的试探电荷 q 和 q' 分别放在电场的同一点 A ,它们受到的电场力分别为

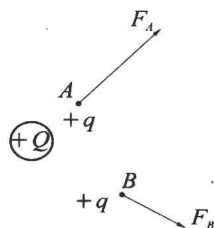


图 8.3

$$F_A = k \frac{Qq}{r_A^2}, \quad F_A' = k \frac{Qq'}{r_A^2}.$$

不难看出

$$\frac{F_A}{q} = \frac{F_A'}{q'} = k \frac{Q}{r_A^2}.$$

上式说明,在电场中的同一点,比值 $\frac{F}{q}$ 是恒定的;在电场中的不同点,比值 $\frac{F}{q}$ 一般是不同的. 这个比值由试探电荷 q 在电场中的位置所决定,跟试探电荷 q 无关,是反映电场性质的物理量.

放入电场中某点的电荷所受的电场力跟它的电荷量 q 的比值,叫做该点的电场强度,简称场强,用 E 表示,即

$$E = \frac{F}{q}.$$

电场强度在数值上等于单位试探电荷所受电场力的大小. 在国际单位制中,电场强度的单位是牛/库,符号是 N/C . 以后将证明,这个单位和伏/米是等价的,即

$$1\text{V/m} = 1\text{N/C}.$$

电场强度是矢量. 物理学中规定,电场中某点场强的方向就是正电荷在该点所受电场力的方向.

如果已知某点的场强 E ,那么任一电荷在该点所受的电场力就是

$$F = qE.$$

正电荷在某点所受电场力的方向跟该点场强的方向相同;负电荷在某点所受电场力的方向跟该点场强的方向相反.

点电荷电场的场强

在点电荷 Q 形成的电场中,在距离 Q 为 r 的某点场强的大小,由 $F = k \frac{Qq}{r^2}$ 和 $E = \frac{F}{q}$ 得

$$E = k \frac{Q}{r^2}.$$

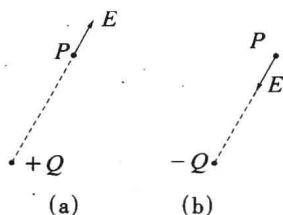


图 8.4

上式表明电场中任一点的场强与场源电荷和这一点在电场中的位置有关,而与试探电荷无关. 如果 Q 是正电荷, P 点 E 的方向沿 PQ 连线并背离 Q ; 如果 Q 是负电荷, P 点 E 的方向沿 PQ 连线并指向 Q (图 8.4).

如果有几个点电荷同时存在,电场中任意一点的场强等于各点电荷的电场在该点的场强的矢量和.