



高等院校小学教育专业教材

# 物理学

王沛清 主 编

GAODENG YUANXIAO XIAOXUE JIAOYU ZHUANYE JIAOCAI



人民教育出版社

高等院校小学教育专业教材

# 物理学

WULIXUE

主 编 王沛清

副主编 徐春华 周振铎



人民教育出版社  
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

物理学/王沛清主编. —北京: 人民教育出版社, 2010

高等院校小学教育专业教材

ISBN 978 - 7 - 107 - 22806 - 3

I. ①物…

II. ①王…

III. ①物理学-高等学校-教材

IV. ①04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 169608 号

人民教育出版社出版发行

网址: <http://www.pep.com.cn>

人民教育出版社印刷厂印装 全国新华书店经销

2010 年 6 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

开本: 787 毫米×1 092 毫米 1/16 印张: 23

字数: 382 千字 印数: 0 001~1 000 册

定价: 25.40 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与本社出版科联系调换。

(联系地址: 北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编: 100081)

## 高等院校小学教育专业教材

# 总 序

随着教育体制改革的不断深入,我国开放性的教师教育体系逐步建立起来。在高等教育大众化和基础教育新课程改革的大背景下,小学教师的培养融入高等教育体系的步伐大大加快,进一步深化小学教师教育课程教材改革势在必行。教育部师范教育司根据国际教师教育发展的趋势,结合我国新时期小学教师教育实际,提出了一整套高等院校小学教育专业课程建设的措施,为小学教师教育课程教材研究开发提供了重要依据。

为了进一步促进教师教育在新世纪的改革与发展,教育部课程教材研究所和人民教育出版社计划在“十一五”期间,组织全国各师范院校的专家、学者,共同研究、编写高等院校小学教育专业系列教材。为了加强对教材编写工作的管理,保证教材的质量和水平,特成立“高等院校小学教育专业教材编写委员会”,中国教育学会会长顾明远、教育部师范教育司原司长马立、中央教育科学研究所原所长朱小蔓为编写委员会顾问,中国教育学会副会长、人民教育出版社原社长韩绍祥,人民教育出版社社长李志军,人民教育出版社原总编辑、教育部课程教材研究所原所长魏国栋为编写委员会主任。编写委员会聘请了全国各师范院校具有丰富教学经验和较高学术水平的学科带头人分别担任各科教材的主编,全国各师范学院、初等教育学院(系、科)等直接从事小学教育专业教学的一线骨干教师共同参与编写,并聘请了知名专家对各科编写大纲和初稿进行审核。为了加强对这套教材编审工作的领导、协调和统筹,另成立“高等院校小学教育专业教材编审委员会”,教育部课程教材研究所原常务副所长吕达、人民教育出版社副总编辑魏运华为编审委员会主任。

本套教材的编写,力求以“面向现代化,面向世界,面向未来”为指导思想,反映当代社会经济、文化和科技发展的趋势,体现基础教育新课程改革的理念,紧密结合高等院校小学教育专业教学改革的发展趋势和实施素质教育的要求,注重提高小学教师的综合能力,努力构建科学的教材体系。本套教材的编写,以党和国家的教育方针以及小学教师的培养目标为依据,坚

持以思想性、科学性、时代性和师范性为基本原则，努力实现基础性与时代表性、国际化与本土化、逻辑性与专业性、规范性与灵活性、统一要求与各具特色五个结合，试图在内容及其呈现方式上进行大胆的创新，强调培养未来小学教师的创新精神和实践能力；注重把国内外最新研究成果与小学教育一线丰富的教学实践经验融为一体，紧密结合我国大多数地区小学教育的实际。本套教材可以作为全国高等院校小学教育专业的通用教材，也可供广大在职小学教师进修或自学使用。

本套教材的编写出版得到了教育部师范教育司、教育部高等教育司和教育部社会科学司等有关司局领导的多方指导，也得到了中国教育学会、中国高等教育学会、全国教师教育学会、北京师范大学、首都师范大学等学术团体及高校领导和专家的大力支持，谨在此一并致谢。本套教材的编写难免有不完善之处，敬请广大师生不吝指正，以使本套教材日臻完善。

高等院校小学教育专业教材编写委员会

2009年1月

# 本书前言

进入 21 世纪以来,我国的基础教育领域与世界潮流同步,开始了新一轮的课程改革。这次课程改革的总体目标是提高学生的科学文化素养。作为培养学生科学素养的启蒙课程,小学科学课程的教学和改革也受到了社会各界的广泛关注。

为了适应社会需要,提高小学科学教师自身的科学素养,许多高等院校纷纷开设了小学教育专业,本书就是针对这一专业的学科特点编写的。

为了满足高校小学教育专业(包括大学本科水平和大学专科水平)的实际需要,我们特别邀请了一批在本领域工作多年、具有丰富的教学经验,并且非常熟悉本专业学生特点和需求的一线教师执笔,根据下列两项原则进行编写。

1. 注意针对性。针对小学教育专业的学科特点和学生知识基础,以及学生将来所从事的小学科学教学工作的实际需要,认真选取对学生确有实用价值的内容,并在编写形式上做到“以定性分析、介绍为主,以数学推导、论证为辅”,大幅度降低高等数学工具的运用,加强教材的可读性和实用性,使得本书具有“教师好教,学生好学”的特点。

2. 体现综合性。具体表现在下列五个方面:

①作为一本以培养学生的科学素养为目标的教材,本书一定要在内容的选取和呈现方式上体现出科学精神和科学中的人文精神。

②要体现知识与技能、过程与方法、情感态度和价值观等三个维度教育目标的综合性,做到三位一体。不能就知识论知识,要突破学科本位的传统做法。

③教学内容要体现“大综合”的现代教育理念。

④要体现科学、技术、社会的相互作用,要结合物理知识的学习,渗透环境教育、科学道德观的教育以及维持人类社会可持续发展的意识教育。

⑤内容的选取和呈现方式要能反映出过去、现在和将来之间的内在联系。

按照上述编写原则,本书以篇、讲的形式组织编写内容。全书分为经典

篇、近代篇、展望篇、实验篇等四个部分，下设若干讲。同时，书中设置了“科学家的故事”“技能提高”“链接”等栏目。其中，“科学家的故事”栏目旨在通过介绍科学家的成长历程和一些科学原理的发现过程，渗透科学精神和科学方法的教育；“技能提高”栏目设计了一些可以利用身边的材料在小学科学课堂内开展的小型探究活动，旨在培养学生的操作技能和思维能力，同时通过提出问题，启发学生思考这类活动在小学科学教学中的组织形式，提高学生的教学实践能力；“链接”栏目旨在结合正文中的具体内容，联系社会、技术或其他学科的相关内容，起到拓展学生视野、启发学生深入思考的作用。

另外，本书在实验篇中，还针对小学教育专业科学方向的实际需要，特别编写了“小学科学课程中实验活动的指导”一讲，旨在为未来和在职的小学科学教师提供一些可以借鉴的教学指导建议。

本书由湖南省第一师范学院王沛清主编，首都师范大学徐春华、湖南省教育科学研究院周振铎任副主编。各部分内容的编写分工情况为：经典篇第一讲、第二讲由湖南工业大学李中奇编写，第三讲由大连大学师范学院姜海波编写，第四讲由广西工学院林建强编写；近代篇第一讲由北京师范大学张萍编写，第二讲由江苏教育学院如皋分院沙书俊编写；展望篇由湖南省教育科学研究院周振铎编写；实验篇第一讲由南京晓庄学院袁从领编写，第二讲由教育部课程教材研究所殷志杰编写。全书由首都师范大学徐春华统稿。

北京师范大学赵峥教授、裴寿镛教授、中国科学院理论物理研究所张元仲研究员等，对部分书稿内容进行了认真、细致的审阅，并提出了宝贵的修改意见，张元仲研究员还对展望篇的部分内容作了重要的补充和更正。编者参照各位专家的审查意见，对书稿进行了修改和补充。本书的插图绘制工作由人民教育出版社的张傲冰、郑文娟、王国栋等完成，在此一并表示衷心感谢！

由于编者的水平、经验有限，书中难免有各种不足，欢迎大家批评、指正。

编者

2010年1月

# 目录

## 经典篇

### 第一讲 运动和力 2

#### 一、质点运动学 3

(一) 运动的描述 3

(二) 匀加速直线运动 7

(三) 抛体运动 7

(四) 圆周运动 9

思考与练习 14

#### 二、牛顿运动定律 14

(一) 牛顿运动定律 14

(二) 几种常见的力 19

(三) 自然界中的四种基本相互作用 22

(四) 牛顿运动定律的应用 24

思考与练习 26

#### 三、动量与角动量 27

(一) 动量和动量守恒 27

(二) 冲量和动量定理 31

(三) 火箭是怎样飞行的 33

(四) 角动量和角动量守恒定律 36

思考与练习 39

#### 四、功与能 40

(一) 变力的功 40

(二) 保守力与势能 42

(三) 动能和动能定理 43

(四) 功能原理 44

(五) 机械能守恒定律 45

思考与练习 45

- 五、刚体的定轴转动 46
  - (一) 刚体的运动 47
  - (二) 刚体的定轴转动定理 48
- 思考与练习 55

## 第二讲 电与磁 56

- 一、静电场 56
  - (一) 电荷和电场 56
  - (二) 静电场的性质 60
  - (三) 静电场中的导体与电介质 67
- 思考与练习 71
- 二、恒定电流 72
  - (一) 恒定电流的条件和导电规律 72
  - (二) 电源与电动势 76
  - (三) 闭合回路的欧姆定律 77
  - (四) 基尔霍夫定律 78
- 思考与练习 81
- 三、磁场 82
  - (一) 恒定电流的磁场 82
  - (二) 磁场对运动电荷及通电导线的作用 87
  - (三) 恒定磁场的基本性质 93
  - (四) 磁场中的磁介质 97
- 思考与练习 99
- 四、电磁场与电磁波 100
  - (一) 电磁感应的基本规律 100
  - (二) 感应电动势 103
  - (三) 自感与互感 107
  - (四) 麦克斯韦电磁场理论 108
  - (五) 电磁波 110
- 思考与练习 112

## 第三讲 波 113

- 一、机械振动 113
  - (一) 简谐振动 113

(二) 描述振动的物理量 115

(三) 简谐振动的合成 116

(四) 振动的频谱分析 118

思考与练习 119

## 二、机械波 120

(一) 机械波的产生与传播 120

(二) 波的描述 121

(三) 平面简谐波的波动方程 122

(四) 波的能量 125

(五) 声波 125

思考与练习 131

## 三、电磁波 131

(一) 电磁波的发现 132

(二) 电磁波谱 135

(三) 电磁波的应用 136

(四) 电磁辐射污染 139

思考与练习 142

## 四、光的波动性 142

(一) 光源 142

(二) 光的干涉现象 145

(三) 光的衍射现象和光学仪器的分辨本领 149

(四) 认识偏振光 155

思考与练习 159

## 第四讲 能与能源 160

### 一、温度 160

(一) 热是什么 161

(二) 平衡态 162

(三) 温度 162

(四) 温标 163

(五) 温度计 164

思考与练习 166

### 二、热力学第一定律 166

(一) 内能 166

|                  |     |
|------------------|-----|
| (二) 功与热量的等效性     | 168 |
| (三) 热力学第一定律      | 169 |
| (四) 能量转化与守恒定律    | 170 |
| 思考与练习            | 172 |
| 三、热力学第二定律        | 173 |
| (一) 可逆过程与不可逆过程   | 173 |
| (二) 热力学第二定律的两种表述 | 174 |
| (三) 卡诺定理         | 174 |
| (四) 热力学第二定律的统计解释 | 175 |
| (五) 熵增加原理        | 177 |
| (六) 熵与能量退降       | 178 |
| 思考与练习            | 178 |
| 四、能源的基本概念和基础知识   | 179 |
| (一) 人类利用能源的历史    | 179 |
| (二) 能源的分类        | 180 |
| (三) 能源的评价        | 181 |
| (四) 各种能源的危险性比较   | 182 |
| (五) 能量转化的基本原理    | 183 |
| 思考与练习            | 184 |
| 五、形形色色的能源        | 184 |
| (一) 核能           | 184 |
| (二) 太阳能          | 191 |
| (三) 风能           | 192 |
| (四) 氢能           | 193 |
| (五) 地热能          | 194 |
| (六) 生物质能         | 194 |
| (七) 海洋能          | 195 |
| 思考与练习            | 197 |
| 六、能源与可持续发展       | 198 |
| (一) 化石能源面临枯竭     | 198 |
| (二) 环境污染         | 199 |
| (三) 节能与科学用能      | 201 |
| (四) 能源与可持续发展     | 203 |
| 思考与练习            | 204 |

## 近代篇

**第一讲 狭义相对论 206**

- 一、狭义相对论的创立 206
  - (一) 伽利略相对性原理和运动的相对性 206
  - (二) 电磁学疑难 209
  - (三) 狭义相对论的创立 213
- 思考与练习 217
- 二、狭义相对论 217
  - (一) 狭义相对论的基本假设 217
  - (二) 狭义相对论的时空观 220
  - (三) 狭义相对论的其他结论 231
  - (四) 狭义相对论的贡献、局限性和发展 234
- 思考与练习 240

**第二讲 量子物理 241**

- 一、量子力学是怎样建立的 241
  - (一) 光的波粒二象性 241
  - (二) 原子的结构 246
  - (三) 微观粒子的波粒二象性 252
- 思考与练习 253
- 二、波函数 不确定度关系 薛定谔方程 253
  - (一) 波函数 254
  - (二) 不确定度关系 255
  - (三) 薛定谔方程 257
- 思考与练习 259

## 展望篇

**第一讲 21 世纪物理学研究的发展前景 261**

- 一、走近物理学研究的前沿 261
  - (一) 理论物理 261
  - (二) 凝聚态物理 263

- (三) 纳米物理 264
- (四) 空间物理 266
- (五) 关于奇特大分子  $C_{60}$  的研究 268
- 思考与练习 270
- 二、21 世纪物理学研究发展展望 270
  - (一) 当今物理学研究前沿的十大难题 271
  - (二) 21 世纪物理学研究的发展趋势 274
  - 思考与练习 276

## 第二讲 物理学研究在社会和技术发展过程中的推动作用 277

- 一、物理学与社会、技术之间的相互影响 277
  - (一) 近代科学史上的带头学科——物理学 277
  - (二) 物理学研究对其他学科的影响 279
  - (三) 技术对物理学研究的反作用 281
  - 思考与练习 282
- 二、继续开拓物理学研究的新领域 282
  - 思考与练习 284

## 实验篇

### 第一讲 大学基础物理实验 286

- 一、物理实验课的性质、任务与要求 286
  - (一) 物理实验课的性质与任务 286
  - (二) 物理实验课的基本要求 287
- 二、物理测量的基本方法 289
  - (一) 比较法 289
  - (二) 放大法 289
  - (三) 换测法 290
- 三、测量误差和数据处理 291
  - (一) 测量误差 291
  - (二) 数据处理 292
- 四、基本实验 295
  - 实验一 长度和质量的测量 295

|     |               |     |
|-----|---------------|-----|
| 实验二 | 重力加速度的测量      | 301 |
| 实验三 | 用电桥法测量电阻      | 304 |
| 实验四 | 全息照相          | 306 |
| 实验五 | 密立根油滴实验       | 312 |
| 实验六 | 用光电效应法测定普朗克常量 | 316 |
| 实验七 | 弗兰克-赫兹实验      | 319 |
| 实验八 | 光的单缝衍射        | 322 |

## 第二讲 小学科学课程中实验活动的指导 327

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 一、实验在小学科学课程中的作用                          | 327 |
| (一) 激发学生的学习兴趣                            | 327 |
| (二) 帮助学生更好地学习科学知识                        | 327 |
| (三) 培养学生的实验能力                            | 328 |
| (四) 培养学生的逻辑思维能力                          | 330 |
| (五) 培养学生的科学态度和科学精神                       | 331 |
| 二、小学科学课程中实验活动的主要类型                       | 331 |
| (一) 按照实验的操作者分类                           | 331 |
| (二) 按照实验方法分类                             | 332 |
| (三) 按照实验结果是否量化分类                         | 332 |
| (四) 按照实验在探究过程中的作用分类                      | 333 |
| 三、小学科学课程中实验教学的基本策略                       | 334 |
| (一) 用现代科学教育理念指导实验教学活动                    | 334 |
| (二) 根据教学的实际需要确定实验的内容和类型                  | 335 |
| (三) 通过精心设计、反复实验, 确定实验方法, 掌握操作要领          | 337 |
| (四) 把握实验活动的基本教学过程                        | 338 |
| (五) 根据实验难度、学生能力和教学实际情况, 确定指导的程度、时机、方式和内容 | 339 |
| (六) 从培养学生科学素养的高度, 全面评价学生的实验活动            | 340 |

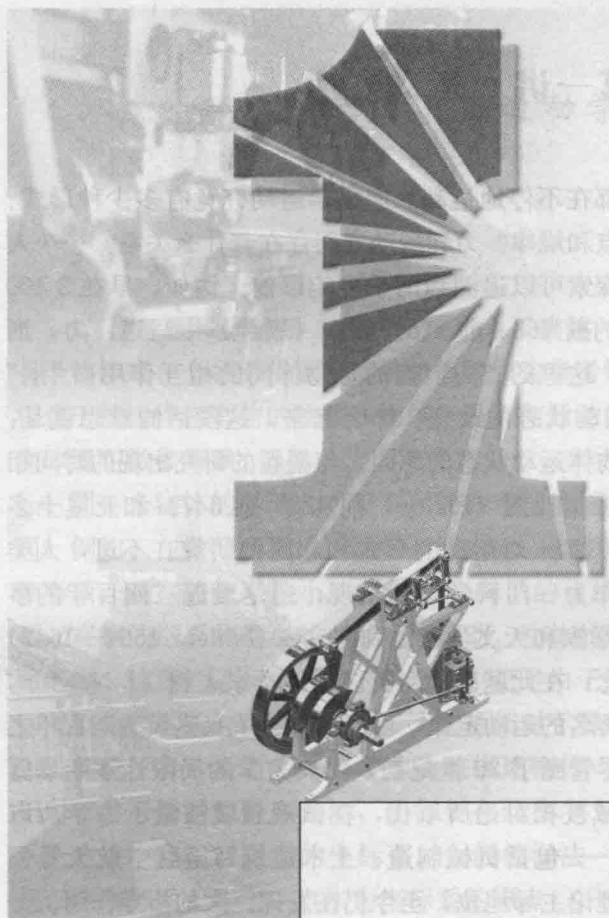
主要参考文献 342

附录 347

附录 I 常用物理量单位 347

附录 II 基本物理常量 350

附录 III 希腊字母表 351



## 经典篇

在平面直角坐标系中，我们通常用有序实数对  $(x, y)$  来表示一个点的位置。这里， $x$  和  $y$  分别表示该点在  $x$  轴和  $y$  轴上的投影长度。这种表示方法不仅简洁明了，而且便于进行数学运算。例如，我们可以利用坐标来描述图形的形状、大小和位置，从而为几何问题的求解提供有力的工具。

在三维空间中，我们同样可以用有序实数三元组  $(x, y, z)$  来表示一个点的位置。这里， $x$ 、 $y$  和  $z$  分别表示该点在三个相互垂直的轴上的投影长度。这种表示方法同样具有简洁性和可操作性，广泛应用于物理学、工程学等领域。

1. 位置矢量的定义：在三维空间中，我们通常选择一个固定的点作为原点  $O$ ，并建立三个相互垂直的轴。对于任意一点  $P$ ，我们定义从原点  $O$  到点  $P$  的有向线段为位置矢量，记作  $\vec{r}$ 。位置矢量的大小表示点  $P$  到原点的距离，而其方向则表示点  $P$  相对于原点的方位。

位置在空间的位置可以用矢量来表示。位置矢量可以由直角坐标系中的三个基矢量确定。

## 第一讲 运动和力

我们知道，世间万物都在不停地运动。但是，运动究竟有多少种形式？各种形式的运动有什么特点和规律？力和运动之间存在着什么关系？……人类关于这些问题的思考和探索可以追溯到两千多年以前。例如，早在 2 400 年前，我国哲学家墨翟（约前 468—前 376）就在《墨经》中写道：力，刑（古通“形”）之所以奋也。这里的“力”指的是物体间的相互作用，“刑”指物体，“奋”则指物体运动状态的改变。综合起来，这段话的意思就是：物体间的相互作用是改变物体运动状态的原因。与墨翟的研究出现的时间相近，在西方有古希腊哲学家柏拉图（Platon，前 427—前 347）和亚里士多德（Aristotle，前 384—前 322）对运动的形式和起因的研究。不过，人类对于物体运动规律的探索作为一门科学理论出现，还是最近三四百年的事情：17 世纪，意大利物理学家和天文学家伽利略（G. Galilei，1564—1642）提出“惯性参考系”的概念；在此基础上，英国物理学家牛顿（I. Newton，1643—1727）创立了三条著名的运动定律，由此才形成了兴盛长达三百年之久的经典力学理论体系。尽管到了 20 世纪初，经典力学的局限性逐渐暴露出来，并且因此在高速领域被相对论所取代，在微观领域被量子力学所取代，但在一般的技术领域——包括机械制造、土木建筑乃至航空航天等领域，经典力学依然占据着理论主导地位，至今仍在发挥巨大的指导作用。

经典力学是研究物体机械运动规律的科学，由运动学和动力学两大部分组成。运动学侧重描述物体的运动特点和规律，动力学则主要研究物体做某种运动的原因和条件。

为了研究方便，物理学家引进了“质点”和“刚体”等力学简化模型。

本讲主要介绍质点的运动学和动力学规律，其中相当一部分概念和公式是在中学物理课程中已经学过的，这里我们则用一种更加准确的数学语言——矢量和微积分——对这些概念和规律进行描述和研究。

在此基础上，本讲还将介绍刚体所遵循的力学规律。考虑到小学科学教学的实际需要，本讲只介绍刚体定轴转动的特殊情况，而不涉及其他复杂的刚体运动情况。