

高 等 学 校

小 学 教 育

专 业 教 材

普通物理

主编 詹佑邦

南京大学出版社

普 通 物 理

主 编 詹佑邦

编写人员 詹佑邦 杨志红

边秋平

南京大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

普通物理 / 詹佑邦主编. —南京: 南京大学出版社,
2001.9

高等学校小学教育专业教材

ISBN 7-305-03751-6

I. 普… II. 詹… III. 普通物理学—师范大学
—教材 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 068053 号

丛 书 名 高等学校小学教育专业教材

书 名 普通物理

主 编 詹佑邦

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京汉口路 22 号 邮编 210093

电 话 025-3596923 025-3592317 传真:025-3303347

网 址 www.njpress.com

电子函件 nupressl@publicl.ptt.js.cn

经 销 全国各地新华书店

印 刷 南京人民印刷厂

开 本 850×1168 毫米 1/32 印张 12.625 字数 326 千

版 次 2001 年 9 月第 1 版 2003 年 7 月第 2 次印刷

印 数 3001—5000

ISBN 7-305-03751-6/O·266

定 价 16.00 元

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

高等学校小学教育专业教材 编写委员会名单

主任委员	周德藩				
副主任委员	朱小蔓	邱坤荣	杨九俊	朱嘉耀	王伦元
	李吉林	鞠 勤	刘明远		
委 员	(以姓氏笔画为序)				
	丁 帆	丁柏铨	马景仑	王铁军	许 结
	师书恩	朱永新	华国栋	汪介之	陈书录
	陈敬朴	吴仁林	吴顺唐	何永康	李庆明
	李复兴	李敏敏	单 搏	金成梁	周明儒
	周建忠	郁炳隆	林德宏	赵炳生	俞 瑾
	姚文放	姚烺强	胡治华	郭亨杰	殷剑兴
	唐忠明	唐厚元	葛 军	辜伟节	彭坤明
	詹佑邦	缪建东	缪铨生	谭锡林	樊和平

前 言

培养具有较高学历的小学教师是江苏社会主义现代化建设和基础教育事业发展的迫切需要,也是我国师范教育改革的必然趋势。1984年,江苏省南通师范学校在全国率先进行培养专科程度小学教师的五年制师范教育试验;1998年,通过联合办学形式,组建南京师范大学晓庄学院,在全国率先进行培养本科程度小学教师的试验,使江苏省较早启动了以高学历、高素质为基本特征的“跨世纪园丁工程”。10多年来,试验院校为基础教育输送了一大批新型小学教师,提升了小学教师的学历结构,提高了小学教育教学质量,受到了教育行政部门和用人单位的普遍欢迎。但自试验以来,江苏省乃至全国还没有一套专为培养本专科程度小学教师而编写的小学教育专业教材,这不能不说是一种缺憾。

1997年6月,江苏省教委根据原国家教委师范教育司《大学专科程度小学教师培养课程方案(试行)》的基本精神,组织制订并印发了《江苏省五年制师范课程与学习手册》,对培养专科程度小学教师的目标、规格、课程体系作了明确规定,对各专业所开设课程的目标、内容和要求作了具体说明。1999年6月,又对《江苏省五年制师范课程与学习手册》中小学教育专业课程方案进行了修订,正式颁布了《江苏省五年制师范小学教育专业课程方案(试行)》(以下简称《方案》),标志着江苏省培养专科程度小学教师的五年制师范教学内容和课程体系的确立。“九五”期间,原国家

教委师范司组织成立了“面向 21 世纪本专科学历小学教师专业建设”课题组,江苏省教委和南京师范大学承担了其中一系列的子课题研究任务,编写教材纳入了课题组的预期研究成果,这为教材建设提供了理论和实践上的准备。为了着力解决培养本专科学历小学教师学校教材紧缺的燃眉之急,进一步规范和完善教学管理,切实保证教学质量,江苏省教委组织编写了这套高等学校小学教育专业教材。

这套教材以全面贯彻党的教育方针,全面提高教育质量为宗旨,以教育要“面向现代化、面向世界、面向未来”为指针,以《方案》为依据,体现素质教育思想和改革创新精神,体现大学文化程度和为小学教育服务的内在要求,遵循小学教师成长的规律和学科教学特点,加强通识教育,注重文理渗透,强化职业能力培养,合理安排教材结构,科学构建教材体系。在教材编写过程中,充分汲取了省内外试验院校的教学经验,并注意借鉴国际师范教育教学改革的先进成果,在确保科学性的前提下,进一步突出教材内容的时代性、针对性和系统性,坚持师范性和学术性统一,基础性和发展性并重,使教材体系更加符合培养面向 21 世纪本专科学历小学教师的需要。

全套教材按照“整体规划、分步实施、逐步到位”的教材建设目标进行编写。第一批主要编写《方案》中规定的学科专业必修课、教育专业必修课和部分选修课的教材,共计 38 本。

学科专业课教材有:《文学理论》、《中国古代文学》、《中国现当代文学》、《外国文学》、《汉语》、《写作》、《普通逻辑概要》、《儿童文学》、《人文社会科学基础》、《高等代数》、《数学分析》、《空间解析几何》、《概率与统计》、《算术基本理论与数论初步》、《微机辅助教学软件设计》、《普通物理》、《现代科技概论》等 17 本。

教育专业课教材有:《教育基本原理》、《教育技术教程》、《教育技艺原理与训练》、《教育科研方法》、《儿童心理学》、《班队管

理》、《小学语文教材概说》、《小学数学教材概说》、《小学语文教学概论》、《小学数学教学概论》等10本。

选修课(必选)教材有:《大学语文》、《高等数学》、《中国文化概说》、《教育思想史》、《素质教育论》、《教育现代化》、《家庭社区教育》、《教育伦理学》、《现代教育思潮》、《小学教育个案研究》、《小学教育比较研究》等11本。

本套教材由国内学养深厚的知名专家学者担任主编,一大批具有丰富教学经验和较高学术水平的学科带头人集体参与编写,确保了教材质量。

本套教材适用于培养大学本、专科学历小学教师的全日制学校,也可以作为在职小学教师本专科学历进修、继续教育和自学考试的指定教学用书。

培养本专科学历小学教师是一项面向未来的探索,小学教育专业建设尤其是教材建设尚处在起步阶段。由于缺乏经验,加上编写时间仓促,难免存在一些不足之处,各地在具体使用过程中有什么问题或建议,请及时与江苏省教委师范教育处联系,以便修订完善。

高等学校小学教育专业
教材编写委员会
2001年9月

目 录

绪论	1
第 1 章 质点运动学	3
1.1 质点 参考系和坐标系	3
1.2 位置矢量 位移	5
1.3 速度 加速度	7
1.4 圆周运动	13
1.5 抛体运动	18
习题 1	21
第 2 章 质点动力学	23
2.1 牛顿运动定律	23
2.2 牛顿运动定律应用举例	27
2.3 动量定理 动量守恒定律	31
2.4 功 动能定理	37
2.5 势能	42
2.6 功能原理 机械能守恒定律	45
*2.7 碰撞	48
习题 2	52
第 3 章 刚体的转动	56
3.1 刚体的定轴转动	56

3.2 转动定律·····	60
3.3 刚体转动的动能定理·····	66
3.4 角动量 角动量守恒定律·····	70
习题 3 ·····	73
第 4 章 气体动理论 ·····	76
4.1 分子热运动理论的基本观点·····	77
4.2 理想气体状态方程·····	80
4.3 理想气体的压强和温度·····	83
4.4 能量按自由度均分定理 理想气体的内能·····	89
4.5 麦克斯韦速率分布律·····	94
4.6 气体分子的平均碰撞频率和平均自由程 ·····	101
习题 4 ·····	104
第 5 章 热力学基础 ·····	106
5.1 热力学第一定律 ·····	106
5.2 热力学第一定律对理想气体的应用 ·····	110
5.3 循环过程 卡诺循环 ·····	116
5.4 热力学第二定律 ·····	123
5.5 熵 熵增加原理 ·····	127
习题 5 ·····	132
第 6 章 静电场 ·····	134
6.1 电荷 库仑定律 ·····	134
6.2 电场 电场强度 ·····	139
6.3 高斯定理 ·····	149
6.4 环流定理 电势 ·····	157
6.5 静电场中的导体 ·····	169
6.6 电容和电容器 ·····	174

6.7 电介质	181
6.8 静电场的能量	188
习题 6	193
第 7 章 稳恒磁场	200
7.1 磁场	200
7.2 毕奥-萨伐尔定律	205
7.3 磁场的高斯定理 安培环路定理	212
7.4 磁场对电流的作用	220
7.5 磁场对运动电荷的作用	226
7.6 磁介质	231
习题 7	235
第 8 章 电磁感应	242
8.1 电源 电动势	242
8.2 电磁感应定律	245
8.3 动生电动势和感生电动势	249
8.4 自感和互感	257
8.5 磁场的能量	263
习题 8	267
第 9 章 机械振动与机械波	272
9.1 简谐振动	272
9.2 简谐振动的合成	281
9.3 机械波	284
9.4 平面简谐波	288
9.5 惠更斯原理 波的干涉	295
习题 9	302

第 10 章 波动光学	307
10.1 相干光	307
10.2 薄膜的干涉	312
10.3 光的衍射	320
10.4 单缝衍射 光栅衍射	322
10.5 圆孔衍射 光学仪器分辨率	331
10.6 光的偏振	334
习题 10	340
第 11 章 狭义相对论	344
11.1 伽利略变换与绝对时空观	344
11.2 狭义相对论的基本原理 洛伦兹变换	347
11.3 狭义相对论时空观	350
11.4 狭义相对论动力学基础	354
习题 11	358
第 12 章 量子物理初步	360
12.1 黑体辐射 普朗克量子假说	360
12.2 光的量子性	364
12.3 玻尔理论	368
12.4 实物粒子的波粒二象性	274
12.5 波函数与薛定谔方程	380
习题 12	383
附录 常用物理常数	385
习题答案	386
后记	392

绪 论

物理学是一门自然科学,它所研究的是最基本的物质运动形式,包括机械运动、热运动、电磁运动、原子和原子核的运动等等.这些运动普遍存在于其他较高级的运动形式之中,诸如化学运动、生命过程,甚至心理学中都包含有许多物理现象.所以,物理学研究的物质运动规律具有极大的普适性.

物理学是一门实验科学,它的理论是在对物理现象进行观察、实验的基础上,进行科学的分析、归纳、演绎等抽象思维而建立起来的.观察和实验是物理学的重要实践手段.观察是对自然界中发生的某些现象加以观测研究,加深对它们的认识,总结出其中的规律.实验是在人工控制的条件下,对某些现象反复进行观测研究,从而得到一些基本的规律.物理实验既是物理学研究的基础,又是最后检验理论正确与否的惟一标准.

抽象和假说是物理学研究中经常使用的方法.抽象是根据研究对象的内容和性质,保留一些起决定性作用的因素,略去次要的因素,建立一些与实际情况近似的理想模型来进行研究的方法.例如,质点、刚体、理想气体等都是理想模型.对理想模型进行研究所得到的某些规律往往是反映物理对象主要方面的基本规律.假说则是根据已知的科学原理和科学事实对未知的自然现象提出的一种假定性理论.例如量子假设、光速不变假设等都是物理学中著名

的假说例子.在近代物理学的发展中,假说是一种很重要的研究方法.然而,假说并不就是理论,假说的正确与否,要由实践来检验.只有在以假说为基础推出的结论能够被实验证实时,才能上升为理论.

生产发展的客观需要是物理学发展的强大动力,而物理学的研究成果,又有力地推动了生产技术的进一步发展.物理学理论的重大突破往往导致工程技术上革命性的变革,甚至引发新的工业革命.例如,17世纪~18世纪,牛顿力学的建立和热力学的发展,满足了研制蒸汽机和发展机械工业的社会需要,引起了第一次工业革命;到了19世纪,由于法拉第-麦克斯韦电磁理论的诞生,使人们成功地制造出电机、电器和电讯设备,从而引起了工业电气化,即第二次工业革命;进入20世纪,由于相对论和量子力学的建立,使人类得以跨入原子能、电子计算机、半导体、激光、空间科学等新技术的时代.从1925年之后,几乎所有的20世纪的物质文明都是从这两个物理基础学科发展衍生的.总之,科学技术的发展,是和物理学的研究和应用分不开的.因此,我们应该努力学好物理学,以适应进一步的学习提高和从事社会主义建设的需要,为在我国实现现代化更好地作出贡献.

第 1 章 质点运动学

世界万物无一不处于永恒的运动变化之中,其中最简单、最基本的运动形式是物体位置的变化,称为机械运动.一个物体相对于另一个物体,或者一个物体的某些部分相对于该物体的其他部分的位置的变化,都是机械运动.研究物体机械运动的学科称为力学.运动学是力学的组成部分之一,它只研究物体位置随时间的变化,而不涉及引起运动变化的原因.

1.1 质点 参考系和坐标系

1.1.1 质点

任何实际物体都有一定的大小和形状,一般说来,在运动中物体上各点的运动情况是各不相同的.因此,描述实际物体的运动不是一件容易的事情.但如果在我们所考察的问题中,物体的体积和形状起的作用可以忽略不计,那么就可以把这个物体看成是没有大小和形状的一个几何点,称其为质点.质点是从实际物体抽象出来的理想模型.运用建立理想模型研究物理问题的方法具有实际意义,它有助于揭示事物的主要性质,使所研究的问题简化,便于找出主要规律,因此这是一种重要的科学分析方法.

一个物体能否看成质点要根据具体问题来确定.例如研究地

球绕太阳的公转时,由于地球到太阳的距离是地球直径的 1 万多倍,地球上各点相对于太阳的运动可以视为相同的,这时可以把地球当作一个质点;但在研究地球本身的自转时,由于地球上各点的运动各不相同,这时就不能再将地球看成质点了.由此可见,把一个物体看成为质点是有条件的,是相对而言的.对于同一个物体,由于研究的问题不同,有时可以把它当作一个质点,有时则不能.

1.1.2 参考系和坐标系

在自然界中,一切物体都在不停地运动着,大到地球、星系等天体,小到分子、原子和各种基本粒子,都无时无刻不在运动.所以,物体的运动是普遍的、绝对的.但是,要描述一个物体的机械运动,却又具有相对性.这是因为,在研究一个物体的机械运动时,为了确定这个物体的位置和运动,就必须选择一个或几个相互保持静止的其他物体作为参考,这些被选作参考的物体称为**参考系**.例如,研究公路上车辆的运动,常选择路面或路边静止的物体作为参考系;研究人造地球卫星的运动,常选择地球作为参考系等等.

对于同一物体的运动,如果所选择的参考系不同,对其运动的描述也就不相同.如在作匀速直线运动的车厢中研究一物体的自由下落时,若以车厢作为参考系,该物体作铅直下落运动;但若以地面作为参考系,则物体在作向下的抛物线运动.因此,在描述物体的运动规律时,必须说明选择的是什么参考系.在运动学中,参考系的选择具有任意性,如何选择应由问题的性质和研究的简便程度来决定.

为了定量地描述物体的机械运动,还必须建立与所选参考系相联系的**坐标系**.通常使用的是直角坐标系,另外还有极坐标系、球坐标系和柱坐标系等.在研究物体的机械运动时,坐标系选择得当,可以简化计算或便于描述.

1.2 位置矢量 位移

1.2.1 位置矢量

为了描述质点的运动,首先要定量地表示质点的位置.在直角坐标系中,质点的位置可以用坐标来表示,也可以用位置矢量来表示.如图 1-1,质点 P 的位置可以用三个坐标 (x, y, z) 表示,也可用从坐标原点 O 到 P 点的有向线段 $\mathbf{r}$ 表示.有向线段 $\mathbf{r}$ 称为 P 点的**位置矢量**或**矢径**,可表示为

$$\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}. \quad (1-1)$$

式中, $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ 分别为沿 x, y, z 轴正方向的**单位矢量**.

位置矢量的大小为

$$r = |\mathbf{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad (1-2)$$

其方向由三个方向余弦来决定,它们分别是

$$\cos \alpha = \frac{x}{r}, \cos \beta = \frac{y}{r}, \cos \gamma = \frac{z}{r}. \quad (1-3)$$

1.2.2 运动方程

当质点运动时,它的位置随时间不断改变,这时质点的位置矢量和坐标是时间 t 的函数,记作

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(t), \quad (1-4)$$

这就是质点的**运动方程**.在直角坐标系中,其分量式为

$$x = x(t), y = y(t), z = z(t). \quad (1-5)$$

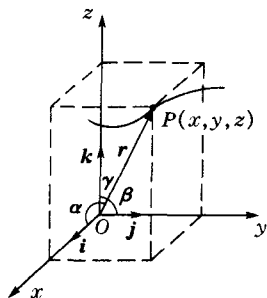


图 1-1

运动质点在空间所经过的路径称为**轨道**或**轨迹**.在质点的运动方程中消去时间 t ,就可得到质点的**轨道方程**.

例如,一质点的运动方程为

$$x = R \sin \frac{\pi}{6} t, y = R \cos \frac{\pi}{6} t, z = 0.$$

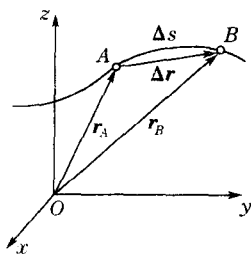
消去 t 后得到轨道方程为

$$x^2 + y^2 = R^2, z = 0.$$

这是 xy 平面内以坐标原点为圆心,半径为 R 的圆.

1.2.3 位移

如图 1-2 所示,设曲线 $\widehat{AB}$ 是质点运动轨道的一部分,在时刻 t 质点位于 A 点,在后一时刻 $t + \Delta t$ 质点位于 B 点, $\mathbf{r}_A, \mathbf{r}_B$ 分别为 A, B 两点的位置矢量.在时间 Δt 内,质点的位置变化可用由 A 点(起点)指向 B 点(终点)的有向线段 $\Delta \mathbf{r}$ 来表示:



$$\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}_B - \mathbf{r}_A, \quad (1-6)$$

图 1-2

$\Delta \mathbf{r}$ 称为质点的**位移**.位移是位置矢量的增量,它不仅能反映质点位置变动的大小,而且能表示质点移动的方向.在国际单位制中,位移的单位是 m(米).

需要指出,位移 $\Delta \mathbf{r}$ 表示的是质点位置的改变,它不同于质点通过的路程 Δs .例如,在图 1-2 中,位移是矢量,有方向,其大小 $|\Delta \mathbf{r}|$ 是割线 AB 的长度,而路程 Δs 是标量,其大小就是曲线 $\widehat{AB}$ 的长度.一般地讲,质点在 Δt 时间内沿着路径走过的路程 Δs 与其位移的大小 $|\Delta \mathbf{r}|$ 之间没有确定的关系.例如质点沿一封闭曲线绕行一周回到起点,这时质点的位移等于零,而路程则等于该封闭曲线的周长.