

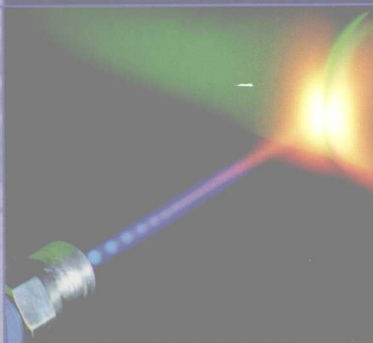


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

物理学 基本教程

(第三版)上册

- 张达宋 主编
- 李行一 修订



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

物理学 基本教程

(第三版)上册

- 张达宋 主编
- 李行一 修订



图书在版编目(CIP)数据

物理学基本教程.上册/张达宋主编.—3版.—北京:
高等教育出版社,2008.6

ISBN 978-7-04-023922-5

I.物… II.张… III.物理学-高等学校-教材
IV.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第061037号

策划编辑 马天魁 责任编辑 王文颖 封面设计 王凌波 责任绘图 尹莉
版式设计 陆瑞红 责任校对 王效珍 责任印制 尤静

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京京科印刷有限公司

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×960 1/16
印 张 19.5
字 数 360 000

版 次 1989年6月第1版
2008年6月第3版
印 次 2008年6月第1次印刷
定 价 22.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 23922-00



内 容 提 要

本书系普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在第二版基础上修订改编而成的,凝结了作者长期教学的经验 and 心血。这次修订保留了原书选材适当、概念阐述清晰、语言精练等特点,并根据新近拟定的“非物理类理工科大学物理课程教学基本要求”,吸取了国内外最新出版的物理教材的优点,调整了全书的体系结构,充实了反映物理学前沿研究、与生活实际和现代工程应用结合的内容,对思考题和习题进行了必要的调整,使之与教材内容协调、与本书所面向的学生相适应。

全书共分上、下两册。上册内容为力学、电场和磁场。下册内容为气体动理论和热力学基础、振动与波动和近代物理学。本册为上册,共九章:质点运动学、牛顿定律、功和能、动量和角动量、刚体的转动、静电场、静电场中的导体和电介质、恒定电流的磁场、电磁感应和电磁场理论的基本概念。

本书可作为高等学校非物理类理工学科各专业的教材,也可供文理科有关专业选用和社会读者阅读。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

物理学(上册)

张三俊 主编
王 毅 副主编

第三版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,依据教育部物理学与天文学教学指导委员会2004年拟定的“非物理类理工科大学物理课程教学基本要求(正式报告稿)”,在第二版基础上,充分注意到使用过程中反馈的信息和意见,进行了修订和改编。

本书凝结了张达宋教授长期教学的经验 and 心血。在这次修订过程中依然力求保留原书选材适当、概念阐述清晰、语言精练等特点,以及便于教师教和学生学的宗旨。考虑到新世纪对人才培养的要求和高等教育的大众化,修订过程中吸取了国内外最新出版的物理教材的优点,调整了全书的体系结构;充实了反映物理学前沿研究、与生活实际和现代工程应用结合的内容;更加注重“以人为本”的教学理念,论述中尽量采取学生容易接受的形式,增加教材的可读性;重新绘制了全部插图,尽可能使插图精美,使教材整体面貌有所改变,提高读者的学习兴趣;对思考题和习题进行了必要的调整,适当降低了习题的难度,使之与教材内容协调、与本书所面向的学生相适应。

本书中带“*”号的内容属于“教学基本要求”中的B类,即扩展内容,其余属于A类,即核心内容。建议学时数不少于126学时。

衷心感谢清华大学崔砚生教授和北京交通大学林铁生教授,他们全面细致地审阅了修订稿,提出了确切、具体的修改意见,使本书的质量得以提升,也使编者深受教益。

伏云昌和贾惠凯参加了本书第三版的修订工作。

由于编者的水平有限,工作中仍难免有所疏漏,敬请读者提出宝贵意见。

李行一

2008年1月

于昆明理工大学

第二版前言摘要

本书依据“高等工业学校大学物理课程教学基本要求”(1995年修订版)和1992年12月全国工科物理教材修订会议为本书确定的“打好基础、精选内容、适当更新、利于教学”的修订工作指导思想,对全书进行了认真的修改和补充。在保持第一版原有体系、风格和特色不变,总体水平相当和篇幅不扩大的前提下,作了一些修改和增删。

作为本书修订版的审稿人,广东工业大学钟韶教授(主审)、西安交通大学吴百诗教授和西安建筑科技大学张明德教授对原书提出了十分详尽具体的修改意见,为修订工作的顺利完成起到了指导和促进作用。

吴光敏、贾惠凯、王安安、于永香、伏云昌和董勋德同志参加了本书的修订工作。

山东大学、武汉理工大学、北京工业大学和武汉食品工业学院等院校的教师对修订工作提出了许多宝贵的意见,使编者获益匪浅,仅在此表示深深的谢意。

第一版前言摘要

本书编写的指导思想是:(1)要便于教师教和学生学。要符合人的认识过程,既与高中物理衔接,又避免不必要的重复,起点不要太高,但又必须达到国家教委颁布的“高等工业学校大学物理课程教学基本要求”。(2)由于本课程内容多学时少,教材既要编写得紧凑,又要把问题阐述清楚,使之便于教学。(3)概念的讲述要清楚,推理论证要严谨,要有逻辑性和系统性。

参加本书编写工作的有李行一、袁长寿、王安安、陈大德、刘坤、王文楷、于永香、董勋德、贾惠凯及张平等同志。

本书审稿人有哈尔滨工业大学洪晶同志(主审)、天津大学杨仲耆同志、华南工学院周勇志同志、华东工学院方光耀同志及上海交通大学胡盘新同志等。他们对本书原稿进行了详细审阅并提出了宝贵意见和具体建议,对本书的修改工作帮助很大,在此表示衷心感谢。

南京空军气象学院、成都地质学院、广东工学院及华东工学院等院校的同志对本书原稿提出许多宝贵意见和建议。云南大学李德修教授对本书“固体能带理论基础”一章提出了宝贵和具体的修改意见,使编者深受教益,在此一并表示感谢。

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 力 学

第一章 质点运动学	5
§ 1-1 参考系 质点	5
§ 1-2 质点的位移、速度和加速度	7
§ 1-3 圆周运动	16
§ 1-4 相对运动	23
思考题	26
习题	27
第二章 牛顿定律	30
§ 2-1 牛顿定律 惯性参考系 力的概念	30
§ 2-2 力学单位制和量纲	36
§ 2-3 牛顿定律应用举例	38
* § 2-4 非惯性系 惯性力	47
思考题	50
习题	51
第三章 功和能	56
§ 3-1 功 功率	56
§ 3-2 动能 动能定理	61
§ 3-3 势能	63
§ 3-4 功能原理 机械能守恒定律	68
§ 3-5 能量守恒定律	75

思考题	76
习题	77
第四章 动量和角动量	84
§4-1 动量 冲量 动量定理	84
§4-2 动量守恒定律	86
§4-3 碰撞	90
§4-4 质点的角动量和角动量守恒定律	94
§4-5 质心 质心运动定理	97
* §4-6 对称性和守恒定律	101
思考题	103
习题	104
第五章 刚体的转动	109
§5-1 刚体的平动、转动和定轴转动	109
§5-2 力矩 转动定律 转动惯量	111
§5-3 刚体定轴转动动能 力矩的功	117
§5-4 绕定轴转动的刚体的角动量和角动量守恒定律	120
思考题	121
习题	122

第二篇 电场和磁场

第六章 静电场	129
§6-1 电荷 库仑定律	129
§6-2 电场 电场强度	132
§6-3 电场线 电场强度通量	140
§6-4 高斯定理	143
§6-5 静电场力的功 电势	149
§6-6 等势面 电场强度与电势的关系	156
§6-7 带电粒子在外电场中受到的力及其运动	160
思考题	162
习题	163

第七章 静电场中的导体和电介质	167
§ 7-1 静电场中的导体	167
§ 7-2 电容器 电容器的并联和串联	173
* § 7-3 电介质的极化	178
§ 7-4 电介质中的电场 有电介质时的高斯定理 电位移	182
§ 7-5 电场的能量	188
思考题	190
习题	192
第八章 恒定电流的磁场	196
§ 8-1 电流 电流密度 电动势	196
§ 8-2 磁场 磁感强度	200
§ 8-3 磁感线 磁通量	203
§ 8-4 毕奥-萨伐尔定律	206
§ 8-5 运动电荷的磁场	211
§ 8-6 安培环路定理	212
§ 8-7 带电粒子在外磁场中受到的力及其运动	217
* § 8-8 霍尔效应	221
§ 8-9 磁场对载流导线的作用	223
§ 8-10 磁场对载流线圈的作用	224
§ 8-11 电流强度的单位——安培的定义	226
§ 8-12 磁介质的磁化 磁导率	227
§ 8-13 磁介质中的磁场 有磁介质时的安培环路定理 磁场 强度	231
* § 8-14 铁磁质	234
思考题	238
习题	239
第九章 电磁感应 电磁场理论的基本概念	246
§ 9-1 法拉第电磁感应定律	246
§ 9-2 动生电动势和感生电动势	250
§ 9-3 自感现象与互感现象	257
§ 9-4 磁场的能量	262
* § 9-5 超导体的电磁性质	264
§ 9-6 位移电流 全电流定理	268

§9-7 麦克斯韦方程组的积分形式	272
思考题	274
习题	276
附录1 我国法定计量单位和国际单位制(SI)单位	282
附录2 常用基本物理常量(2006年推荐值)	285
附录3 常用力学量和电磁学量及其单位	286
习题答案	288
1-1	2-88
1-2	3-88
1-3	4-88
1-4	5-88
1-5	6-88
1-6	7-88
1-7	8-88
1-8	9-88
1-9	10-88
1-10	11-88
1-11	12-88
1-12	13-88
1-13	14-88
1-14	15-88
1-15	16-88
1-16	17-88
1-17	18-88
1-18	19-88
1-19	20-88
1-20	21-88
1-21	22-88
1-22	23-88
1-23	24-88
1-24	25-88
1-25	26-88
1-26	27-88
1-27	28-88
1-28	29-88
1-29	30-88
1-30	31-88
1-31	32-88
1-32	33-88
1-33	34-88
1-34	35-88
1-35	36-88
1-36	37-88
1-37	38-88
1-38	39-88
1-39	40-88
1-40	41-88
1-41	42-88
1-42	43-88
1-43	44-88
1-44	45-88
1-45	46-88
1-46	47-88
1-47	48-88
1-48	49-88
1-49	50-88
1-50	51-88
1-51	52-88
1-52	53-88
1-53	54-88
1-54	55-88
1-55	56-88
1-56	57-88
1-57	58-88
1-58	59-88
1-59	60-88
1-60	61-88
1-61	62-88
1-62	63-88
1-63	64-88
1-64	65-88
1-65	66-88
1-66	67-88
1-67	68-88
1-68	69-88
1-69	70-88
1-70	71-88
1-71	72-88
1-72	73-88
1-73	74-88
1-74	75-88
1-75	76-88
1-76	77-88
1-77	78-88
1-78	79-88
1-79	80-88
1-80	81-88
1-81	82-88
1-82	83-88
1-83	84-88
1-84	85-88
1-85	86-88
1-86	87-88
1-87	88-88
1-88	89-88
1-89	90-88
1-90	91-88
1-91	92-88
1-92	93-88
1-93	94-88
1-94	95-88
1-95	96-88
1-96	97-88
1-97	98-88
1-98	99-88
1-99	100-88

绪 论

一、物理学的研究对象

物理学研究物质的结构和相互作用以及它们的运动规律. 各种气体、液体、固体和组成物体的分子、原子、电子等这些实物都是物质. 电场、磁场、重力场和引力场等这些场也是物质. 整个自然界是由各式各样的物质组成的.

一切物质都处在永不停息的运动之中, 运动和物质是不可分的, 世界上没有不运动的物质, 也没有无物质的运动. 运动是物质存在的形式, 是物质的固有属性, 它包括宇宙中所发生的一切变化和过程. 例如物体位置的变化、生命过程、桌子的腐朽、岩石的风化等等都是物质运动的例子. 人的思维也是一种运动, 是人脑的运动. 运动的形式是多种多样的. 在所有的运动形式中, 位置的变化是最简单的运动, 这种运动称为机械运动. 物质不是处在这种运动形式之中, 就是处在那种运动形式之中.

自然科学的不同学科研究不同的运动形式. 物理学研究的是最基本最普遍的运动形式, 包括机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核内部的运动以及其他微观粒子运动等. 至于其他比较复杂的运动形式, 则属于其他自然科学的范围, 例如化学反应属于化学范围, 生命过程属于生物学范围等等.

物理学所研究的运动形式普遍地存在于其他高级的复杂的运动形式之中, 因此, 物理学所研究的规律也具有极大的普遍性, 例如能量守恒定律, 自然界任何变化和过程都要服从这条定律.

二、物理学在自然科学和工程科学中的地位和作用

自然科学中的基础学科有六门, 即数学、物理、化学、生物、天文、地学, 但最基础的是两门, 一门是数学, 一门是物理. 物理学是除数学以外的一切自然科学的基础, 也是一切工程技术的基础. 许多新学科的建立, 工程技术中许多重大发明创造都是和物理学的发展分不开的. 例如, 在历史上引起工业革命的蒸汽机的发明, 就来源于牛顿力学及热力学的建立, 反过来, 蒸汽机的应用又推动了热学理论的发展; 电机电器的创造及无线电通信等的出现, 就来源于电磁学的发展, 特别是法拉第-麦克斯韦电磁场理论的建立. 20 世纪初, 以爱因斯坦为代表的一

批物理学家创立了相对论和量子力学,开辟了近代科学的新纪元,不但在更深的物质结构层次和更广阔的时空领域内扩展了人类对自然界的认识,揭开了现代自然科学革命的序幕,而且物理学作为自然科学的先驱,推动着其他各学科开始迅猛发展.人们实现了原子核能的综合利用,开创了电子学、半导体、等离子体、激光、量子化学、生物工程、航天工程等一系列新技术领域.尤其是近二三十年来,物理学在理论方法和实验技术上的新突破,使它同数学、化学、生物学、材料科学和信息科学等近邻学科的结合与相互作用更为密切,许多边缘、交叉学科以及高、新技术产业相继诞生并迅速发展.物理学研究的成果和进展,已经广泛而直接地影响到社会生产和生活的各个方面,深刻地改变着人类的物质生产和精神生活,成为科学技术和社会发展的巨大推动力.当前,世界各国为了在 21 世纪的全球经济和军事舞台上占据有利地位正进行着激烈的竞争,其中的关键是科学技术的竞争,也就是科技人才的竞争.作为一个理工科的大学生,要想成为 21 世纪科技领域的骨干,跟上越来越快的新技术革命的步伐,就必须有扎实的自然科学理论基础、宽广的知识面、严谨的作风和创新意识,那么加强物理学基本理论和方法的学习就显得尤为重要了.

物理学是高等学校工科各专业的一门重要的基础理论课.读者通过这门课程的学习,不仅可以对自然界中各种基本运动形式及其规律获得较全面、较系统的认识,而且在实验技能、逻辑思维能力和独立工作能力等方面也将受到初步的训练.因此,学好物理学可以为学习专业知识和近代科学技术奠定良好的基础.

第一篇

力 学

力学的研究对象是机械运动,所谓机械运动就是物体的空间位置随时间变化的过程.地球绕太阳运动,火车在铁路上行驶,吊车吊起重物等都是机械运动的例子.力学就是研究机械运动的规律及其应用的学科.力学分为三部分:

运动学——从几何观点来研究和描述物体的运动,不考虑产生或改变运动的原因.

动力学——研究物体运动与物体间相互作用之间的内在联系.

静力学——研究物体在相互作用下平衡问题.

本篇第一章是运动学的内容,第二章至第五章是动力学内容.静力学内容本书不作介绍.

第一章 质点运动学

本章将首先说明为了描述一个物体的机械运动必须选取适当的参考系和坐标系,然后给出位置矢量、位移、速度和加速度的定义,还要介绍相对运动的速度和加速度合成定理。

§1-1 参考系 质点

一、参考系和坐标系

宇宙间一切物体都在运动.桌子上的书对于桌子和房间里其他物体是静止的,但相对于太阳是运动的,因为地球绕它自己的轴转动,同时又绕太阳作椭圆运动,所以书和房间里其他物体也跟着地球绕太阳运动;太阳也在运动,它以每秒几百千米的速度绕着银河系的中心运动,地球随太阳一起绕银心运动一周约需 2 亿年;在浩瀚的宇宙中,银河系相对于其他星系也在运动,直径大约有 10 万光年的银河系的巨大银盘在不停地旋转,在引力相互作用下,距离地球约 230 万光年、有着美丽的旋涡状结构的仙女星系与银河系正在相互接近.此外,1923 年美国天文学家哈勃用反射望远镜观察,发现离我们更远的河外星系正在背离我们而去,速度与其距离成正比;绝对静止的物体是没有的,这就是运动的绝对性。

既然一切物体都在运动,为了描述一个物体的机械运动,必须另选一个物体作参考,然后研究这一物体相对于被选作参考的物体的运动,这个被选作参考的物体或彼此保持静止的物体组称为参考系.例如要研究物体 A 相对于物体 R 的运动(图 1-1),就要选择 R 作为参考系,然后研究物体 A 相对于参考系的运动.运动学中参考系的选择具有任意性,通常要看问题的性质和研究的方便.例如研究地面上物体的运动,通常选择地球作为参考系.研究地球或其他行星的运动,通常选择太阳作为参考系。

同一物体的运动,由于我们选取的参考系不

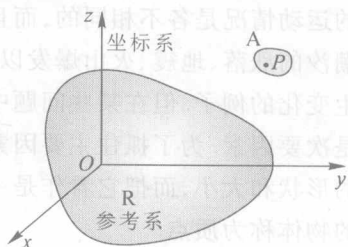


图 1-1

同,对它的运动的描述就不相同.例如,对于铁路边的标志杆上一个脱落的螺丝,如图 1-2 所示,若以地面为参考系(即从地面上的人看来),下落过程中螺丝作直线运动;如以沿水平方向作匀速直线运动的火车机车为参考系(即从机车中的人看来),此过程中螺丝作平抛运动.选用不同的参考系对同一物体的运动有不同的描述,这个事实称为运动描述的相对性.

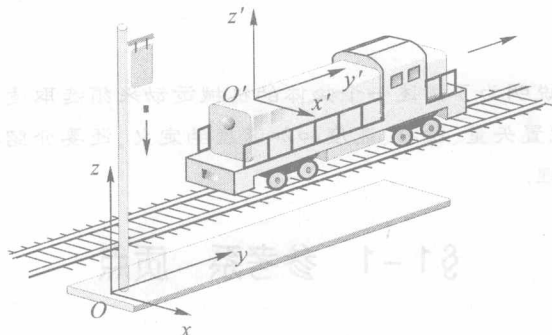


图 1-2

由于对运动的描述是相对的,所以描述物体的机械运动时必须指明所用的参考系.

为了定量地描述物体相对于参考系的运动情况,只有参考系是不够的,还要有一种说明物体相对于参考系的位置的方法.用数值来说明位置的方法是在参考系上选择一个固定的坐标系,如图 1-1 中固定于物体 R 的正交坐标系 $Oxyz$,坐标系选定以后,任一时刻物体 A 中任一点 P 的位置就可以用该时刻它在这个坐标系中的坐标来描述.例如在图 1-2 中可以分别选取固定于地面的正交坐标系 $Oxyz$,或者固定于火车机车的正交坐标系 $O'x'y'z'$,任一时刻螺丝的位置就可以用该时刻它在相应坐标系中的坐标来描述了.

二、质点

任何物体都有一定的大小和形状.在一般情况下,物体运动时,它内部各点的运动情况是各不相同的,而且物体的形状和大小也可能发生变化,例如地球上潮汐的涨落、地震、火山爆发以及由此而引起的海啸等都是地球的大小和形状发生变化的例子.但在某些问题中,物体的形状和大小不起作用或所起作用甚小,是次要因素.为了抓住主要因素和掌握它的基本运动情况,我们有必要忽略物体的形状和大小,而把它看作是一个具有质量而没有大小和形状的理想物体,这样的物体称为质点.

质点是一个理想化的模型.物理学中常用理想模型来代替实际研究的对象,