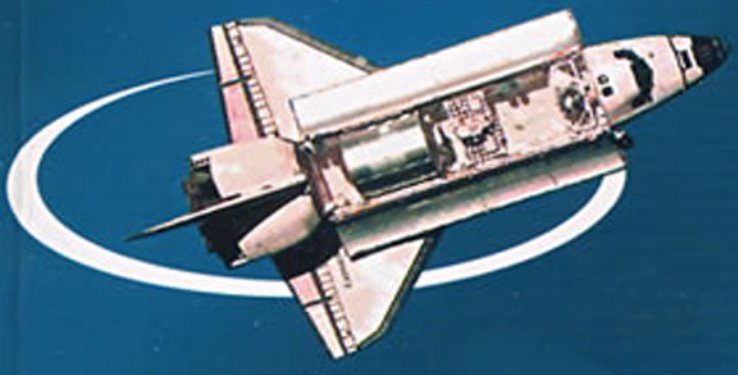
普通高等教育“十一五”规划教材
普通高等院校物理精品教材

大学物理学(上册)

饶瑞昌　主编



华中科技大学出版社
http://www.hustp.com

需要全本请访问 www.ertongbook.com

普通高等教育“十二五”规划教材
普通高等院校物理精品课程教材

大学物理学
上册
（第二版）

饶瑞昌　主编

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

本书是依据教育部高等学校非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会最近颁布的《非物理类理工科大学物理课程基本要求(2008)》,在总结编者长期教学实践经验的基础上编写而成的。全书分为上、下两册,共16章。上册讲述力学、波动学和热学,内容包括:质点运动的基本规律、守恒定律、刚体的定轴转动、机械振动、机械波、波动光学、气体动理论、热力学基础。下册讲述电磁学和近代物理学,内容包括:真空中的静电场、静电场中的导体和电介质、稳恒磁场、变化的磁场和电场、狭义相对论、早期量子论、量子力学初步、现代科学与高新技术物理基础专题。为配合本书的学习,还专门出版了《大学物理学辅导与题解》。

本书可作为普通高等学校理工科非物理专业的大学物理课程的教材,也可作为各类成人大学相关专业的大学物理课程的教材或教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理学·上册(第二版)/饶瑞昌　主编. —武汉:华中科技大学出版社,2011.1
ISBN 978-7-5609-5016-7

Ⅰ. 大…　Ⅱ. 饶…　Ⅲ. 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187081号

大学物理学·上册(第二版)　　饶瑞昌　主编

策划编辑:徐正达
责任编辑:吴　晗
封面设计:潘　群
责任校对:朱　玢
责任监印:熊庆玉
出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)
武昌喻家山　邮编:430074　电话:(027)87557437
录　排:武汉佳年华科技有限公司
印　刷:湖北恒泰印务有限公司
开　本:710mm×1000mm　1/16
印　张:18
字　数:372千字
版　次:2011年1月第2版第3次印刷
定　价:30.00元

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118　竭诚为您服务
版权所有　侵权必究

第二版前言

《大学物理学》自2008年出版以来，受到许多教师和学生的关心，他们通过不同的方式提出了不少宝贵意见和有益建议。在华中科技大学出版社的大力支持下，本书第二版得以和读者见面。

本书第二版在保留第一版的特色和风格的基础上进行了如下修改。

(1) 对全书的文字进行了进一步的加工，使本书表达更清晰、更简洁、更有利于教与学。

(2) 对各章的习题重新进行了精选，以进一步保证习题的科学性与实用性。

(3) 为适应不同学时、不同专业对大学物理课程的要求，对力学(第1～3章)，波动学(第4～6章)，热学(第7、8章)，电磁学(第9～12章)，近代物理学(第13～16章)五篇教学内容，在章节的安排上充分考虑了各篇的相对独立性。因此，本书可满足不同学时、不同专业的教学需要。

(4) 为配合本书的学习，还专门编写了《大学物理学辅导与题解》，以帮助学生更好地掌握所学内容。

参加本书修订工作的有：主编饶瑞昌，副主编吕波，参编潘琳、徐小华、饶黄云、李群、邓玲娜、何娟美、王爱星、周琦、方诚、尧莉、彭凤梅、刘红兵、陈宏伟、李迎等。

由于编者水平有限，第二版中也难免有疏漏和错误，敬请读者不吝赐教。

编　者

2010年12月

第一版前言

科学技术的飞速发展对人才的培养提出了更高、更新的要求。为了满足这一要求，更好地培养跨世纪高等工程技术人才，我们编写了这套适用于理工科非物理专业的大学物理教材。本书的特点如下。

(1) 以教育部颁布的《非物理类理工科大学物理课程基本要求(2008)》A 类核心内容构造本书的体系，以确保 A 类的核心内容，根据需要择要介绍 B 类的扩展内容(其章节用 * 标注)。在保证教材具有科学性、系统性和完整性等鲜明特征的同时，本书着重于基本知识、基本概念、基本原理和基本定律的系统阐述，从而有助于学生对物理世界形成完整的、统一的认识。

(2) 根据当前大学物理教材内容与结构的发展趋势，在内容安排上借鉴了国内外许多教材的长处，在结构体系上有所创新。例如，将机械振动、机械波和波动光学归入一篇，安排在力学之后，以强调波动这一运动形式的普遍性，同时也有利于全部教学内容的调整及教学时数的合理安排；又如，将力学篇和电磁学篇分别安排于上、下册，除了便于分两个学期施教之外，更重要的是分散了难点，可减少学生在学习时的“负重感”。

(3) 为解决大学物理的初学者普遍感到解题困难的问题，我们对书中的例题、习题进行了精选，尽量选编有代表性、应用性的、难度适中的例题和习题。所用例题均是在进行详细分析的基础上进行求解，部分例题采用多种解法，以培养学生灵活应用知识、解决问题的能力。

(4) 注重教学内容的深入浅出和符合教学规律，做到既尽量避免与中学物理重复，又不跨入后继课程的范围。在论述上力求简明扼要、通俗易懂，强调物理思想和方法，突出科学素质和能力。

全书由饶瑞昌任主编，吕波、李群、游泳、王爱星任副主编。参加本书编写工作的还有潘琳、徐小华、饶黄云、邓玲娜、何娟美、尧莉、彭凤梅、刘红兵、陈宏伟等。

本书系东华理工大学重点资助教材，在本书的编写过程中得到了东华理工大学教务处及物理系许多同仁的大力支持和帮助，符五久教授仔细审阅了此书并提出了许多宝贵意见，华中科技大学出版社的有关人员在本书的编辑出版过程中付出了大量的辛勤劳动，在此一并致谢。

由于编者水平所限，书中的缺点和错误在所难免，恳切希望读者批评指正，以期进一步改进。

编　者

2008 年 11 月

目　录

绪论…… (1)

第 1 篇　力　　学

第 1 章　质点运动的基本规律…… (5)

1.1　几个基本概念 …… (5)

1.1.1　质点和质点系 …… (5)

1.1.2　参考系和坐标系 …… (5)

1.1.3　时间和空间 …… (6)

1.1.4　国际单位制和量纲 …… (6)

1.2　描述质点运动的物理量 …… (7)

1.2.1　位矢 …… (7)

1.2.2　位移 …… (7)

1.2.3　速度 …… (8)

1.2.4　加速度 …… (9)

1.3　描述质点运动的坐标系 …… (10)

1.3.1　直角坐标系 …… (10)

1.3.2　自然坐标系 …… (12)

1.3.3　质点运动学的两类基本问题 …… (13)

1.4　圆周运动的角量描述 …… (17)

1.4.1　圆周运动的角量 …… (17)

1.4.2　线量和角量的关系 …… (18)

1.5　相对运动 …… (19)

1.6　牛顿运动定律及其应用 …… (21)

1.6.1　牛顿运动定律 …… (21)

1.6.2　力学中常见的三种力 …… (23)

1.6.3　牛顿运动定律的应用 …… (25)

1.6.4　惯性系和非惯性系 …… (29)

1.6.5　牛顿运动定律的适用范围 …… (30)

*1.7　非惯性系中的力学定律 …… (30)

1.7.1　加速平动参考系中的惯性力 …… (30)

1.7.2　匀速转动参考系中的惯性离心力 …… (32)

习题 …… (33)

第 2 章 守恒定律 …… (38)
2.1 功与动能定理 …… (38)
2.1.1 变力的功 …… (38)
2.1.2 功率 …… (39)
2.1.3 质点的动能定理 …… (41)
2.1.4 质点系的动能定理 …… (43)
2.2 保守力与势能 …… (44)
2.2.1 保守力和非保守力 …… (44)
2.2.2 势能 …… (46)
2.2.3 由势能求保守力 …… (48)
2.3 功能定理与机械能守恒定律 …… (48)
2.3.1 功能定理 …… (48)
2.3.2 机械能守恒定律 …… (50)
2.4 能量守恒定律 …… (51)
2.5 动量定理与动量守恒定律 …… (51)
2.5.1 动量 …… (51)
2.5.2 质点的动量定理 …… (52)
2.5.3 质点系的动量定理 …… (55)
2.5.4 质点系的动量守恒定律 …… (57)
*2.5.5 火箭飞行原理 …… (58)
*2.5.6 碰撞 …… (60)
2.6 质心与质心运动定理 …… (62)
2.6.1 质心 …… (62)
2.6.2 质心运动定理 …… (64)
2.7 角动量定理与角动量守恒定律 …… (66)
2.7.1 质点的角动量 …… (66)
2.7.2 力对点的力矩 …… (67)
2.7.3 质点的角动量定理 …… (68)
2.7.4 质点的角动量守恒定律 …… (68)
2.8 守恒定律的综合应用 …… (69)
2.8.1 守恒定律的意义 …… (69)
2.8.2 守恒定律综合应用基本方法 …… (70)
习题 …… (73)
第 3 章 刚体的定轴转动 …… (79)
3.1 刚体运动的描述 …… (79)
3.1.1 刚体模型 …… (79)

3.1.2　刚体的平动和转动 …… (79)
3.1.3　刚体定轴转动的描述 …… (80)
3.2　转动动能与转动惯量 …… (81)
3.2.1　转动动能 …… (81)
3.2.2　转动惯量的计算 …… (82)
3.3　刚体定轴转动定律 …… (85)
3.3.1　力矩 …… (85)
3.3.2　转动定律 …… (86)
3.3.3　转动定律的应用 …… (87)
*3.4　刚体定轴转动中的功能关系 …… (88)
3.4.1　力矩的功 …… (89)
3.4.2　刚体定轴转动的动能定理 …… (89)
3.4.3　刚体的重力势能 …… (90)
3.4.4　含有刚体力学系统的机械能守恒定律 …… (90)
3.5　刚体的角动量定理与角动量守恒定律 …… (92)
3.5.1　刚体对定轴的角动量 …… (92)
3.5.2　刚体定轴转动的角动量定理 …… (92)
3.5.3　刚体定轴转动的角动量守恒定律 …… (93)
习题 …… (95)

第2篇　波　动　学

第4章　机械振动 …… (101)
4.1　简谐振动 …… (101)
4.1.1　简谐振动的特征 …… (101)
4.1.2　简谐振动的速度和加速度 …… (102)
4.1.3　单摆和复摆 …… (102)
4.2　描述简谐振动的物理量 …… (104)
4.2.1　振幅 …… (104)
4.2.2　周期 …… (104)
4.2.3　位相和初相 …… (105)
4.2.4　振幅和初相的确定 …… (105)
4.3　简谐振动的旋转矢量法 …… (108)
4.4　简谐振动的能量 …… (112)
4.5　简谐振动的合成 …… (113)
4.5.1　两个同方向同频率简谐振动的合成 …… (114)
4.5.2　两个同方向不同频率简谐振动的合成 …… (116)
4.5.3　两个相互垂直同频率简谐振动的合成 …… (117)
4.5.4　两个相互垂直不同频率简谐振动的合成 …… (119)
*4.6　阻尼振动与受迫振动 …… (119)
4.6.1　阻尼振动 …… (119)

4.6.2 受迫振动 …… (121)
习题 …… (123)
第 5 章 机械波 …… (127)
5.1 机械波的产生与传播 …… (127)
5.1.1 机械波的产生 …… (127)
5.1.2 横波和纵波 …… (127)
5.1.3 波的几何描述 …… (128)
5.2 描述波的物理量 …… (128)
5.2.1 波长 …… (128)
5.2.2 周期和频率 …… (129)
5.2.3 波速 …… (129)
5.3 平面简谐波 …… (130)
5.3.1 平面简谐波的波动方程 …… (130)
5.3.2 平面简谐波的微分方程 …… (132)
5.4 平面简谐波的能量 …… (134)
5.4.1 波的能量 …… (134)
5.4.2 波的能量密度 …… (135)
5.4.3 波的能流和能流密度 …… (135)
5.5 惠更斯原理及应用 …… (136)
5.5.1 惠更斯原理 …… (136)
5.5.2 波的衍射 …… (137)
5.6 波的叠加原理及应用 …… (138)
5.6.1 波的叠加原理 …… (138)
5.6.2 波的干涉 …… (138)
5.6.3 驻波 …… (140)
5.6.4 半波损失 …… (142)
*5.6.5 弦线上的驻波 …… (142)
5.7 多普勒效应 …… (145)
习题 …… (147)
第 6 章 波动光学 …… (152)
6.1 几何光学简介 …… (152)
6.1.1 光线 …… (152)
6.1.2 光的反射和折射 …… (153)
6.1.3 透镜 …… (155)
6.1.4 光的色散 …… (157)
6.2 光波及其相干条件 …… (157)
6.2.1 光波 …… (157)
6.2.2 光的相干性 …… (159)
6.2.3 相干光的获得 …… (160)
6.3 光程与光程差 …… (161)

6.3.1　光程 …… (161)
6.3.2　光程差 …… (162)
6.3.3　额外光程差 …… (163)
6.3.4　使用透镜不会引起附加的光程差 …… (163)
6.4　光的干涉 …… (163)
6.4.1　杨氏双缝干涉 …… (163)
6.4.2　洛埃镜实验 …… (165)
6.4.3　薄膜干涉 …… (168)
*6.4.4　迈克尔逊干涉仪 …… (175)
6.5　光的衍射 …… (176)
6.5.1　光的衍射现象及其分类 …… (176)
6.5.2　惠更斯-菲涅耳原理 …… (177)
6.5.3　单缝衍射 …… (178)
6.5.4　圆孔衍射 …… (182)
6.5.5　光栅衍射 …… (184)
6.5.6　X射线的衍射 …… (188)
6.6　光的偏振 …… (189)
6.6.1　自然光和线偏振光 …… (189)
6.6.2　起偏和检偏 …… (191)
6.6.3　马吕斯定理 …… (192)
6.6.4　布儒斯特定律 …… (193)
*6.6.5　双折射现象 …… (195)
习题 …… (196)

第3篇　热　　学

第7章　气体动理论 …… (202)
7.1　分子运动的基本概念 …… (202)
7.1.1　气体分子运动的实验基础 …… (202)
7.1.2　统计规律 …… (203)
7.2　理想气体的状态方程 …… (204)
7.2.1　气体的状态参量 …… (204)
7.2.2　平衡态 …… (205)
7.2.3　热力学第零定律 …… (206)
7.2.4　理想气体的状态方程 …… (206)
7.3　理想气体的压强公式 …… (207)
7.3.1　理想气体的微观模型和统计性假设 …… (207)

7.3.2 理想气体的压强公式 …… (208)
7.4 理想气体的温度公式 …… (210)
7.5 能量按自由度均分的统计规律 …… (212)
7.5.1 分子运动的自由度 …… (212)
7.5.2 能量按自由度均分定理 …… (213)
7.5.3 理想气体的内能 …… (214)
7.6 气体分子速率分布的统计规律 …… (214)
7.6.1 速率分布函数 …… (215)
7.6.2 麦克斯韦速率分布律 …… (215)
7.6.3 麦克斯韦速率分布律的应用 …… (217)
7.7 气体分子碰撞的统计规律 …… (219)
*7.8 真实气体的范德瓦耳斯方程 …… (222)
习题 …… (224)
第 8 章 热力学基础 …… (228)
8.1 热力学中的基本概念 …… (228)
8.1.1 准静态过程 …… (228)
8.1.2 内能 …… (229)
8.1.3 功 …… (229)
8.1.4 热量 …… (230)
8.2 热力学第一定律 …… (230)
8.2.1 热力学第一定律的表述 …… (230)
8.2.2 热力学第一定律对理想气体的应用 …… (231)
8.3 循环过程与卡诺循环 …… (240)
8.3.1 循环过程 …… (240)
8.3.2 卡诺循环 …… (241)
8.4 热力学第二定律 …… (245)
8.4.1 可逆过程和不可逆过程 …… (245)
8.4.2 热力学第二定律的两种表述 …… (246)
8.5 熵与熵增加原理 …… (247)
8.5.1 熵的引入 …… (248)
8.5.2 熵增加原理 …… (250)
8.6 热力学第二定律的统计意义 …… (251)
8.6.1 热力学第二定律的微观意义 …… (251)
8.6.2 玻耳兹曼熵公式 …… (254)
习题 …… (254)
习题参考答案 …… (259)
参考文献 …… (266)
附录 A 矢量 …… (267)
附录 B 常用基本物理常量 …… (274)
附录 C 本书中常用物理量的符号和单位 …… (275)

绪　论

1. 物理学研究的对象

自然科学，包括物理学在内，是以认识物质世界的基本属性、研究物质运动的基本规律为对象的。所谓物质就是我们周围的客观实在。日月星辰、山川草木、飞禽走兽是物质，各种气体、液体、固体和组成物质的分子、原子、电子等实物也是物质，电场、磁场、重力场和引力场这些场还是物质。一句话，我们周围的一切都是物质，整个自然界是由各式各样的物质组成的。一切物质都在永不停息地运动着，而宇宙间的一切现象都是物质运动的表现形式。

物理学研究物质运动最基本最普遍的形式，从宇宙天体到微观粒子，从接近于光速的高速运动到远小于光速的低速运动，从无生命的物体到有生命的世界，涉及范围极为广泛。但就基础物理而言，其内容分为以下五篇。

第 1 篇　力学——研究物体的机械运动的规律。

第 2 篇　波动学——研究宏观领域的波动规律。

第 3 篇　热学——研究大量分子进行无规则运动所表现出来的热现象和热运动规律。

第 4 篇　电磁学——研究电磁场的运动和电磁相互作用的规律。

第 5 篇　近代物理学——研究高速运动的时空观和微观粒子内部结构及粒子之间相互作用的规律。

第 1 篇至第 4 篇通常称为经典物理，它们是 19 世纪以前的物理学成就，而第 5 篇则是 20 世纪初以来物理学产生的革命性成就。

2. 物理学与科学技术的关系

由于物理学研究对象的普遍性和基本性，物理学与自然科学其他领域的结合越来越广泛、越来越密切，从而在物理学与其他自然科学之间形成了一系列分支学科和交叉学科，例如，地球物理、海洋物理、生物物理、电工学、热工学、电子光学、固体力学、工程力学等。这些学科除了一些自身规律外，在很大程度上均需依赖物理学的理论来发展。因此，物理学是一切自然科学的基础。

物理学是伴随着人类的生存、生产活动一起发展起来的，物理学研究的重大突破，往往带来生产技术的飞跃发展。

18 世纪 60 年代，由于力学和热学的发展，蒸汽机和其他机器得到改进和推广，人类结束了单纯依靠人力和畜力做功的局面，掌握了向大自然索取能源的技能，借助自然能源，工业生产迅速发展。19 世纪电磁学的研究成果，促进了电力的应用，电动机与电器的研究成果、无线电通信的实现，使人们学会了把其他形式的能量转化为电能和把电能转化为其他形式的能量，社会生产力由此而跃上新的台阶，世界面貌因此发生了深刻的变化。

进入20世纪以来,物理学的研究深入到物质结构的微观领域。量子理论的产生,使人类不仅可释放并获得核能,而且对固体和液体内部微观粒子的运动规律进行了成功的描述,从而为材料科学提供了理论依据,促使新材料、新器件、新能源、新的通信和控制手段如雨后春笋般地涌现;电子计算机的广泛应用,从根本上改变了工农业生产和科学研究的面貌。

3. 物理学的研究方法

物理学是一门实验科学,实验是物理学的根本,精确的、能够反复重复的实验决定物理学的一切,具有最高权威,而且对于未知领域的探求也主要是靠实验。自1901年以来的诺贝尔物理学奖大约70%颁给了物理实验或与实验有关的项目。实验又是检验理论真理性的最终标准,当新发现的实验事实无情地违反旧的理论时,就促使新理论建立。

物理现象的规律和若干物理量之间的关系是以一定的原理、假设、定律和定理来反映的,其中原理是指在自然科学的某一领域中具有普遍意义的、最基本的、可以作为其他规律的基础规律,它实际上是人们在大量实践的基础上提出来的,其正确性要通过由它所导出的其他结论与实验事实是否一致来检验。自然科学的各个学科领域都是从基本原理出发,推演出各种具体的定理、命题、结论等,由此形成了各自的学科体系。例如爱因斯坦的狭义相对论就是建立在"光速不变原理"和"相对性原理"之上的,由此出发导出了物体在高速运动情况下的运动规律及动力学结论。定律则是通过大量实验事实归纳概括而成的客观规律(如库仑定律、牛顿运动定律等)。从基本定律出发,也可以推演出有关的物理定理及结论,例如从牛顿运动定律出发,导出了动能定理、动量定理、角动量定理等。定理则是根据原理或定律应用数学的方法推导出来的理论结论。当新事实与物理理论不相符合时,常用假设去说明。假设是在一定的观察、实验的基础上对自然现象本质提出的说明方案,其正确与否尚需进一步的实验和观察来验证。如果实验与观察证明它是正确的,这种假设便可上升为真理;如果证实它只有部分正确,则应予以修正;如果证实这种假设完全不对,则应予以否认。例如在一定实验基础上提出来的物质结构的分子假设因为能够解释物质在气、液、固各态的许多现象,就发展成为一套完整的分子运动理论的一部分。如果没有物质结构的分子假设,分子运动理论也就不会出现。

真实的物理世界是非常复杂的。为分析问题的方便常常提出理想模型,它以研究对象为依据,突出主要矛盾,忽略次要因素,从中得出现象或过程的基本规律。实践证明,这种在一定条件下把研究对象抽象化为某种理想模型的方法是一种重要的科学研究方法,不这样做,我们甚至连最简单的现象也会感到难以处理甚至束手无策。实际上,物理学的全部原理、定律都是对一定的理想模型行为的刻画,可以毫不夸张地说,没有理想模型就没有物理学。

基础物理学中常见的理想模型主要有质点、刚体、弹性体、理想气体、弹簧振子、点电荷、薄透镜、点光源、绝对黑体等。

测量是各个学科的基础。整个科学都是建立在少数几个基本定律的基础之上的，而这些定律又是从科学实验的测量结果中推论出来的。因此，只有可以测量的物理量才有实际意义，正如海森堡所说："物理学只讨论一些可以测量的物理量。"

在基础物理学中，物理量大致可分为两类。一类是标量。这类物理量还可以分成两种，一种只具有正值，如质量、速率、动能和频率等；另一种则既有正值，也有负值，如电流强度、电动势、功和电量等。标量的计算遵从代数运算法则。另一类是矢量。这类物理量不仅有大小的不同，还有方向的差异，如力、位移、电场强度和电流密度等。矢量的计算遵从平行四边形法则。

4. 努力学好大学物理学

大学物理学是理工科院校的一门十分重要的基础理论课。学好大学物理学不仅对学习后续课程十分必要，而且对今后学习其他新科学、新技术、新材料、新工艺也都很有帮助。

大学物理学属于高层次的科学，其广度和深度以及处理问题的方法与中学物理有很大的差别。作为大学理工科的学生，学习大学物理时，首先要注重课程内容的内在联系，扎扎实实学好基本理论和基本知识，这包括正确理解理想模型的建立过程及其具体意义，弄清定理和定律的条件和适用范围，对书中的概念、定律、公式含义能用自己的语言表达出来，对书中主要公式的推导、定理的证明能自己独立进行，深思熟虑地独立完成作业。其次要注重思维模式的转变。在中学阶段，物理课程内容限定在常量问题的范围内（例如匀速运动、匀变速运动、恒力作用下的动力学问题等），数学运算多为代数运算，然而大学物理所涉及的问题却是复杂的变量问题。数学运算则为矢量和微积分。因此，在学习大学物理时必须跳出常量思维定式的圈子，建立变量思维的方法，充分运用图表、图线、示意图等有用工具求解有关问题。

牛顿，英国物理学家、数学家、天文学家，经典物理学的奠基人。他总结了前人和自己关于力学方面的研究成果，撰写了《自然哲学的数学原理》这部科学巨著，其中含有牛顿运动三大定律和万有引力定律，以及质量、动量、力和加速度等概念。他还提出了光的微粒说。



（1643—1727）

第1篇　力　学

力学是物理学中最古老和发展最为完善的学科。物理学的建立就是从力学开始的。力学的基本原理乃是整个物理学的重要基础，渗透于物理学的方方面面。力学研究机械运动的描述、规律和成因。物体与物体之间，或物体各部分之间相对位置随时间的变化称为机械运动。如各种机器的运动，弹簧的伸长与压缩、河水及空气的流动、心脏的跳动等都是机械运动。

力学理论的建立与发展经历了漫长的时期，它起源于公元前4世纪古希腊学者亚里士多德关于力产生运动的说法。17世纪，伽利略论述了惯性运动。而后，牛顿又提出了力学的三个定律，解决了大量的实际问题，使力学理论的发展达到了前所未有的水平，人们常把以牛顿三大运动定律为基础的力学理论称为经典力学（或称为牛顿力学）。

尽管力学很古老，但在科学研究及工程技术领域，如机械工程、水利工程、抗震工程、航空、航海与航天工程以及天体的运动等，经典力学都是必不可少的基础理论。

20世纪初，人们发现了经典力学对高速运动及微观领域不成立，于是产生了相对论及量子力学。虽然相对论及量子力学处理问题的思维及方法与经典力学存在很大差异，但是，它们的许多概念和思想都是在经典力学概念和思想上发展与改造而得来的。因此，学好经典力学对更好地学习相对论及量子力学是大有裨益的。

本篇介绍经典力学的基础，包括质点力学和一部分刚体力学的内容。

第 1 章　质点运动的基本规律

力学可分为运动学和动力学。运动学解决如何描述物体运动的问题，动力学则研究物体运动状态变化的原因。

本章讨论质点运动的描述及其运动的基本规律。

1.1　几个基本概念

1.1.1　质点和质点系

任何物体都有一定的大小和形状，一般说来，物体各点的运动状态各不相同。如果物体的大小和形状对所研究的问题没有影响或影响很小，这时就可将物体抽象为一个只有质量而无大小和形状的几何点，这样的点称为质点。显然，质点是一个理想模型。

一个物体能否被看做质点，主要取决于所研究问题的性质。例如，当所研究物体进行平动时，由于物体上各点的运动情况完全相同，物体上任意一个点的运动都可代表整个物体的运动，因此，像这种作平动的物体可以看做质点。又如，研究地球绕太阳公转时，由于地球的直径比地球和太阳之间的距离小得多（地球平均半径约为 6.4×10^{3} km，地球与太阳间距离约为 1.5×10^{8} km），地球上各点运动状态（相对于太阳）的差别可忽略。也就是说，可以忽略地球的大小和形状，把地球看做一个质点；而当研究地球自转时，就不能把地球看做质点了。再如，原子虽小，但在研究原子的内部结构时，也不能把原子当质点看待。

当物体在所研究的问题中不能视为质点时，可把物体看做是由许多个质点所组成的。这许多个质点的集合称为质点系。通过分析质点系的运动，就可以弄清楚整个物体的运动。

1.1.2　参考系和坐标系

宇宙中的任何物体都处于不停的运动中，大到星系，小到原子、电子，无一不在运动，但描述物体的运动总是相对于其他物体而言的。例如，观察行驶着的火车的位置变化，通常以地面某一物体（如电线杆）作为标准，并把它看做是不动的。同样，对于河水的流动，也是以某一个我们认为是不动的物体（如桥墩）为标准来判别的。所以，在观察一个物体的位置以及它的位置变化时，总要选取其他物体作为标准，这个被选为描述物体运动的标准的物体（或物体群）称为参考系。选取的参考系不同，对物体运动情况的描述就不同。例如，在一平稳行驶的轮船中，以轮船为参考系，静坐的乘客相对于轮船是静止不动的，而如果以地面为参考系，静坐的乘客相对于地面的某一物体的位置却是不断变化的。可见，相对于不同的参考系（轮船或地面），物体（乘客）

运动的情况是不同的,这一事实称为运动描述的相对性。因此,在描述物体的运动情况时,必须指明是对什么参考系而言的。在讨论地面上物体的运动时,通常选取地球作为参考系。不过,由于地球在不停地绕太阳运动,所以,一个相对于地面来说是静止的物体,相对于太阳来说则有与地球一起运动的。更进一步来讲,太阳也不是静止的,它在整个银河系中也以约 200 km/s 的速率运动着。所以,任何物体的静止不动都是相对的、有条件的,而运动是绝对的。

为了从数量上精确地描述物体相对于参考系的位置,需要在参考系上选用一个固定的坐标系。坐标系有直角坐标系、极坐标系、自然坐标系、球坐标系和柱坐标系等。在大学物理中,常用的坐标系是直角坐标系和自然坐标系。

当坐标系选定后,矢量就可以用它的坐标分量来表示,矢量的坐标分量依然为矢量,但它的方向却可以用正负号来表示,坐标分量指向与所选坐标轴相同时为正,反之为负。

1.1.3 时间和空间

时间和空间是运动着的物质存在的形式,没有脱离物质的时间和空间,也没有不在时间和空间运动的物质。物理学所描述的现象都离不开时间和空间。

时间反映物质运动过程的持续性和顺序性,其基本计量单位为 s(秒)。1967 年,第十三届国际计量大会定义:秒为铯-133(^{133}CS)原子基态的两个超精细能级之间跃迁辐射周期的 9192631770 倍。除时间外,还常用到时刻的概念。当质点在参考系中运动时,与质点所在某一位置相对应的为某一时刻,与质点所走某一段路程相对应的为某一段时间。例如,火车8:00从甲站开出,10:00 到达乙站,这个8:00和 10:00 就是时刻;从 8:00 到 10:00 经过 2 h(小时),这 2 h 就是时间间隔,简称为时间。

空间反映了物质运动的广延性,其基本计量单位为 m(米)。1983 年,第十七届国际计量大会定义:米为光在真空中 1/299792485 s 的时间间隔内所通过路程的长度。

1.1.4 国际单位制和量纲

物理量是多种多样的,通常在众多的物理量中选取一组彼此独立的物理量作为基本量,其单位作为基本单位,而其他的物理量则根据定义或定律由基本量导出,称为导出量,它们的单位称为导出单位。

由于各国使用的单位制种类很多,给国际科学技术交流带来很大不便,因此,1960 年第十一届国际计量大会通过了国际单位制,缩写为 SI 制。我国的法定计量单位即以国际单位制为基础。

国际单位制选取七个物理量:长度、质量、时间、电流强度、热力学温度、物质的量、发光强度作为基本量,这七个基本量的基本单位相应为 m(米)、kg(千克)、s(秒)、A(安)、K(开尔文)、mol(摩尔)和 cd(坎德拉)。