



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



全国普通高等专科教育药学类规划教材
QUANGUO PUTONG GAODENG ZHUANKE JIAOYU YAOXUELEI GUIHUA JIAOCAI

物理学

(第三版)

PHYSICS

主编 许静芬



中国医药科技出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国普通高等专科学校教育药学类规划教材

物 理 学

(第3版)

主 编	许静芬
主 审	潘 正
编 委	(以姓氏笔画为序)
	王立普 (邢台医学高等专科学校)
	丘翠环 (广东药学院)
	许静芬 (广东药学院)
	李 辛 (沈阳药科大学)
	杨宏伟 (泰山医学院)
	黄耀庭 (广东药学院)
	董克江 (泰山医学院)
	潘 正 (广东药学院)

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本教材在修订时根据 21 世纪对中国高等学校应用型人才培养体系的需要和专科教育实用性的特点,在内容选取上“突出药学”的特点,并注意与中学物理教学的衔接,精简定理、定律的推导过程,选用典型、实用、难度低、有趣味性的例题和习题。在“必需、够用”的基础上,适量介绍一些著名科学家的故事和著名的历史事件,简单介绍近代物理学理论、物理新技术在医药学领域的应用。本书可作为药学专科、夜大、函授、高职及其他相关专业的物理教材。

图书在版编目(CIP)数据

物理学/许静芬主编.—3 版.—北京:中国医药科技出版社,2010.9

普通高等教育“十一五”国家级规划教材.全国普通
高等专科教育药学类规划教材

ISBN 978-7-5067-4717-2

I. ①物… II. ①许… 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 139111 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行:010-62227427 邮购:010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 787×1092mm^{1/16}

印张 19^{3/4}

字数 445 千字

初版 1997 年 8 月第 1 版

版次 2010 年 9 月第 3 版

印次 2010 年 9 月第 1 次印刷

印刷 廊坊市华北石油华星印务有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-4717-2

定价 36.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

序 言

1993年,原国家医药管理局科技教育司鉴于我国药学高等专科学校教育一直没有进行全国性的教材建设,根据国家教委(1991)25号文的要求负责组织、规划高等药学专科教材的编审出版工作。在国家教委的指导下,在对全国高等药学专科教育情况调查的基础上,普通高等专科学校教育药学类教材建设委员会于1993年底正式成立,并立即制订了“八五”教材编审出版规划。1995年,经100多位专家组、编写组教师和中国医药科技出版社的团结协作、共同努力,建国以来第一套普通高等专科学校教育药学类规划教材终于面世了。其后,又根据高等药学专科教育的主要任务是为医药行业生产、流通、服务、管理第一线培养应用型人才的需要,立即组织编审、出版了相关的配套教材(实验指导、习题集),以加强对学生的实验教学,培养学生的实际操作能力。

该套规划教材是国家教委“八五”教材建设的一个组成部分。从当时高等药学专科教育的现实情况考虑,统筹规划、全面组织教材建设活动,为优化教材编审队伍,确保教材质量,规范教材规格,起到了至关重要的作用。也正因为如此,这套规划教材受到了药学专科教育的大多数院校的追崇及广大师生的喜爱,其使用情况一直作为全国高等药学专科教育教学质量评估的基本依据之一,可见这套教材的影响之大。

由于我国的高等教育近年进行了一系列改革,我国药学高等专科学校变化也较大,加之教学大纲的不断调整,这套教材已不能满足现在的教学需要,亟需进行修订。但是,因为原主管部门已不再管理我国药学高等专科学校教育,加之一些高等药学专科学校已经合并到其他院校,原普通高等专科学校教育药学类教材建设委员会已不能履行修订计划。因此,全国高等医药院校药学类教材编辑委员会接管了这项工作,组成了新的普通高等专科学校教育药学类教材建设委员会,组织了这套规划教材的修订,希望修订后的这套规划教材能够适应当前高等药学专科教育发展的需求。在修订过程中,考虑到高等专科学校教育中全日制教育、函授教育、自学考试等多种办学形式,力求使这套教材能具有通用性,以适应不同办学形式的教学要求。学术是有继承性的,虽然第一版的一些作者已经退休或因为其他原因离开了药学高等专科学校岗位,不能继续参加这套教材的修订工作,但是他们对这套教材做出了非常重大的贡献,在此,我们谨对他们表示衷心的感谢。

这套规划教材修订出版后,竭诚欢迎使用本教材的广大读者提出宝贵意见,以便我们进行教材评优工作,不足之处我们将在以后修订时改正。

全国普通高等专科学校教育
药学类规划教材建设委员会
2003年12月

普通高等专科学校教育药学类规划教材编委会

(第二版)

主任委员 姚文兵 (中国药科大学)

副主任委员 (按姓氏笔画排名)

尹 舫 (湖北中医学院)

王 玮 (河南大学药学院)

罗向红 (沈阳药科大学)

郭 姣 (广东药学院)

委员 (按姓氏笔画排名)

丁 红 (山西医科大学)

于信民 (菏泽医学高等专科学校)

马祥志 (湖南长沙医学院)

王润玲 (天津医科大学)

王庸晋 (长治医学院)

刘 斌 (天津医学高等专科学校)

刘志华 (怀化医学高等专科学校)

孙 涛 (宁夏医学院)

吴琪俊 (右江民族医学院)

宋智敏 (哈尔滨医科大学大庆校区)

张德志 (广东药学院)

李淑惠 (长春医学高等专科学校)

肖孟泽 (井冈山医学高等专科学校)

陈 旭 (桂林医学院)

林 宁 (湖北中医学院)

罗载刚 (黔南医学高等专科学校)

赵冰清 (湖南师范大学药学院)

徐世义 (沈阳药科大学)

徐晓媛 (中国药科大学)

高允生 (泰山医学院)

黄林帮 (赣南医学院)

谭桂山 (中南大学药学院)

前言

本书是“普通高等教育‘十一五’国家级教材规划”教材，是在原全国普通高等专科学校教育药学类规划教材《物理学》（第2版，潘正主编）的基础上修订的。根据21世纪我国高等教育从精英教育向大众化教育的重大转移进程中社会对高等学校应用型人才培养体系的需要，并考虑到目前中学物理课程改革对大学物理课程教学可能带来的影响，以及教改对教学方式“多元化”的要求，编委会在修订教材时，在保持上一版“必需、够用、实用、突出药学”等特点的基础上，注意与中学物理教学的衔接，适度降低必修部分内容的起点，在注重物理概念准确性的基础上，尽量简练陈述物理定律的含义，简化定律的推导过程，适度降低例题和习题的难度，根据基础性、典型性、实用性和趣味性的原则选用例题和习题。适量加入一些著名科学家的故事或一些历史上的著名事件，简单介绍近代物理学的理论，突出介绍一些物理新技术在医药学领域的应用，可供学生课外阅读，拓展学生知识，提高他们的阅读兴趣。

修订的教材仍保留上一版的章节结构，分为“必修”和“选修”两个版块。第一章到第十二章是必修内容，包括：流体力学、振动和波动、分子物理学、静电场、直流电路、电流的磁场、电磁感应、交流电、光的波动性、光的量子性、原子光谱和分子光谱、原子核。第十三章到第十六章是介绍近代物理理论、物理新技术及在医药学领域应用的专题，分别是：狭义相对论基础、量子力学基础、激光、纳米技术在医药学中的应用。本书可作为药学专科、夜大、函授、高职及其他相关专业的物理教材，其中选修部分可作为课时充裕时选用或选修课选用。

本次教材修订还配备了PPT电子教案，以便于教师采用现代化教育手段进行教学，同时也会编写与本书配套的学习指导和习题解答，作为学生的辅助教材，以适应现代“多元化”教育的需要。

参与本书的编写人员有：许静芬（三、九章），潘正（绪论、十一、十二章），丘翠环（一、四章），黄耀庭（二、六章），李辛（七、十五章），杨宏伟（十二、十四章），王立普（五、八章），董克江（十三、十六四章）。黄耀庭负责全书插图的修改以及新增部分插图的绘制。本书潘正老师担任主审。

同时本书的出版过程得到各级主管部门和有关院校的关注和支持，在此我们表示衷心的感谢。限于编者的学识和水平，书中难免有错误和不足之处，恳切希望使用本书的老师和同学提出宝贵意见，以便今后改进。

编者

2010年6月

目 录

绪论	(1)
一、物理学的研究对象	(1)
二、物理学与药学的关系	(1)
三、物理学的学习方法	(2)
第一章 流体力学	(3)
第一节 理想流体的定常流动	(3)
一、理想流体	(3)
二、定常流动	(3)
三、定常流动的连续性方程	(4)
第二节 伯努利方程及其应用	(5)
一、伯努利方程	(5)
二、伯努利方程的应用	(8)
第三节 黏性流体的运动	(12)
一、黏性流体的流动状态	(12)
二、黏性定律与黏度	(13)
三、黏性流体的伯努利方程	(14)
四、泊肃叶定律	(15)
五、斯托克斯定律	(15)
习题一	(16)
第二章 振动和波	(19)
第一节 简谐运动	(19)
一、简谐运动方程	(19)
二、简谐运动的特征量	(20)
三、简谐运动的矢量图示法	(22)
四、简谐运动的能量	(23)
第二节 简谐运动的合成	(24)
一、同振动方向的简谐运动的合成	(24)
二、两个振动方向相互垂直的简谐运动的合成	(27)
三、振动的频谱分析	(28)
第三节 波动	(30)
一、机械波的形成	(30)
二、描述波动的特征量	(31)
三、波动方程	(31)
四、波的能量、波的强度	(33)

第四节 波的干涉	(34)
一、惠更斯原理	(34)
二、波的叠加原理	(35)
三、波的干涉	(35)
第五节 声波、超声波和次声波	(38)
一、声波	(38)
二、多普勒效应	(40)
三、超声波的特性和应用	(41)
四、次声波	(43)
习题二	(44)
第三章 分子物理学	(47)
第一节 理想气体的压强和温度	(47)
一、理想气体物态方程	(47)
二、理想气体微观模型	(48)
三、理想气体的压强公式	(49)
四、分子的平均平动动能 温度的微观意义	(50)
第二节 能量均分定理、理想气体的内能	(51)
一、分子的自由度	(51)
二、能量均分定理	(52)
三、理想气体的内能	(52)
第三节 液体的表面现象	(53)
一、表面张力	(53)
二、弯曲液面的附加压强	(56)
三、液体和固体接触处的表面现象	(57)
四、表面活性物质与表面吸附	(60)
习题三	(60)
第四章 静电场	(62)
第一节 电场、电场强度	(62)
一、库仑定律	(62)
二、电场、电场强度	(63)
三、电场线	(68)
第二节 电势	(69)
一、静电场的环路定理	(69)
二、电势、电势差	(70)
三、等势面	(74)
第三节 电场强度与电势的关系	(75)
一、电势梯度	(75)
二、场强和电势梯度的关系	(75)

第四节 静电场中的电介质	(76)
一、电介质的极化	(76)
二、电介质中的静电场	(78)
三、电容及电介质对电容的影响	(79)
第五节 静电场的能量	(81)
一、电容器的能量	(81)
二、电场的能量和能量密度	(81)
习题四	(82)
第五章 直流电路	(86)
第一节 含源电路的欧姆定律	(86)
一、电源电动势	(86)
二、一段含源电路的欧姆定律	(87)
第二节 基尔霍夫定律	(89)
一、基尔霍夫第一定律 (KCL)	(89)
二、基尔霍夫第二定律 (KVL)	(89)
三、基尔霍夫定律的应用	(90)
习题五	(92)
第六章 电流的磁场	(95)
第一节 磁场、磁感应强度	(95)
一、磁场	(96)
二、磁感应强度	(96)
三、磁感应线、磁通量	(97)
第二节 电流的磁场	(98)
一、毕奥—萨伐尔定律	(98)
二、毕奥—萨伐尔定律的应用	(99)
三、通电螺线管的磁场	(100)
第三节 磁场对电流的作用	(102)
一、安培定律	(102)
二、磁场对载流线圈的作用	(103)
第四节 磁场对运动电荷的作用	(105)
一、洛伦兹力	(105)
二、质谱仪	(107)
三、霍尔效应	(109)
第五节 磁介质	(110)
一、磁导率、磁场强度	(110)
二、磁介质的磁化机制	(111)
三、铁磁质的磁化	(112)
习题六	(114)

第七章 电磁感应	(119)
第一节 法拉第电磁感应定律	(119)
一、法拉第电磁感应定律	(119)
二、楞次定律	(120)
第二节 动生电动势、感生电动势	(122)
一、动生电动势	(122)
二、感生电动势	(123)
第三节 自感与互感现象	(124)
一、自感现象、自感电动势	(124)
二、互感现象、互感电动势	(125)
第四节 磁场能量	(126)
第五节 电磁场及其传播	(127)
一、电磁场	(127)
二、电磁波	(128)
三、电磁波谱	(131)
习题七	(132)
第八章 交流电	(135)
第一节 正弦交流电	(135)
一、正弦量的三要素	(135)
二、正弦交流电的旋转矢量表示法	(137)
第二节 单一参数的交流电路	(137)
一、纯电阻电路	(138)
二、纯电感电路	(138)
三、纯电容电路	(139)
第三节 RLC 串联电路	(140)
一、 RLC 串联电路分析	(140)
二、串联谐振	(142)
第四节 LC 并联电路	(143)
第五节 交流电的功率	(146)
一、瞬时功率	(146)
二、平均功率	(147)
三、功率因数	(148)
习题八	(151)
第九章 光的波动性	(153)
第一节 光的干涉	(153)
一、光的相干性	(153)
二、光程和光程差	(154)
三、杨氏双缝实验	(155)

四、薄膜干涉	(159)
第二节 光的衍射	(162)
一、光的衍射现象和分类	(162)
二、惠更斯 - 菲涅耳原理	(163)
三、单缝衍射	(164)
四、光栅衍射	(168)
五、X 射线衍射简介	(171)
第三节 光的偏振	(173)
一、光的偏振态	(173)
二、马吕斯定律	(174)
三、布儒斯特定律	(176)
四、双折射现象	(178)
五、二向色性	(179)
六、旋光现象	(179)
第四节 光的吸收	(181)
一、朗伯 - 比耳定律	(181)
二、比色分析法	(182)
三、分光光度法	(183)
习题九	(184)
第十章 光的量子性	(187)
第一节 热辐射	(187)
一、热辐射现象	(187)
二、基尔霍夫定律	(187)
三、黑体辐射定律	(189)
四、普朗克量子假设	(191)
第二节 光电效应	(193)
一、光电效应的基本规律	(193)
二、爱因斯坦的光量子理论	(195)
三、光电效应的应用	(196)
第三节 光的波粒二象性	(197)
习题十	(198)
第十一章 原子光谱和分子光谱	(200)
第一节 原子光谱	(200)
一、玻尔的氢原子理论	(200)
二、原子光谱	(204)
第二节 分子光谱	(205)
一、分子光谱的特征	(205)
二、分子能级与分子光谱	(206)

习题十一	(211)
第十二章 原子核物理	(212)
第一节 原子核的组成	(212)
一、原子核的组成	(213)
二、核力	(213)
三、原子核的结合能	(214)
第二节 原子核的放射性衰变	(215)
一、放射性衰变类型	(215)
二、放射性衰变定律、半衰期	(217)
三、短寿命核素的生产和保存	(220)
四、辐射量及单位	(220)
五、核辐射在医药领域的应用	(222)
六、辐射防护	(223)
第三节 核磁共振	(224)
一、原子核的自旋和磁矩	(224)
二、核磁共振的基本原理	(225)
三、核磁共振波谱	(227)
四、核磁共振的应用	(228)
习题十二	(229)
第十三章 狭义相对论基础	(230)
第一节 伽利略变换和经典力学的时空观	(230)
一、伽利略相对性原理	(230)
二、伽利略变换	(231)
三、经典力学的时空观及其局限性	(232)
第二节 狭义相对论基本原理、洛伦兹变换	(235)
一、狭义相对论的基本原理	(235)
二、洛伦兹变换	(235)
第三节 狭义相对论的时空观	(237)
一、同时性的相对性	(237)
二、时间膨胀	(238)
三、长度收缩	(239)
第四节 狭义相对论动力学基础	(240)
一、相对论中的动量和质量、质速关系	(240)
二、相对论中的力和动能 相对论动力学基本方程	(241)
三、相对论中的能量 质能关系	(242)
四、能量和动量的关系	(243)
习题十三	(244)

第十四章 量子力学基础	(246)
第一节 物质的波动性	(246)
一、德布罗意假设	(246)
二、电子衍射	(248)
三、不确定关系	(249)
第二节 波函数 薛定谔方程	(252)
一、波函数	(252)
二、薛定谔方程	(254)
第三节 量子力学在医药学上的应用	(258)
习题十四	(259)
第十五章 激光	(261)
第一节 激光发射原理	(261)
一、粒子数按能级分布	(261)
二、粒子跃迁类型	(262)
三、产生激光的条件和物质基础	(263)
四、激光产生的过程	(266)
第二节 常用激光器	(266)
一、固体激光器	(266)
二、气体激光器	(268)
三、液体激光器	(269)
四、化学激光器	(269)
五、半导体激光器	(269)
六、医用激光器	(269)
第三节 激光特性	(270)
一、单色性好	(270)
二、相干性好	(270)
三、方向性好	(271)
四、亮度高	(271)
第四节 激光的生物效应	(272)
一、热效应	(272)
二、压强效应	(273)
三、光化效应	(274)
四、电磁效应	(275)
第五节 激光在医药学中的应用及防护	(275)
一、激光临床应用	(275)
二、激光在药物合成研究与分析中的应用	(276)
三、激光导入技术推动透皮 DDS 发展	(277)
四、激光危害与防护	(277)

习题十五	(278)
第十六章 纳米技术在医药学中的应用	(279)
第一节 纳米科学技术	(279)
一、纳米	(279)
二、纳米科学技术的基本内容	(279)
第二节 纳米科学技术在医药学中的应用	(281)
一、纳米医药学	(281)
二、纳米生物技术	(283)
三、开创新纪元的纳米生物医学工程	(285)
习题十六	(285)
习题参考答案	(287)
附录	(296)
附录一 国际单位制 (SI)	(296)
附录二 基本物理常量	(299)

绪 论

一、物理学的研究对象

自然界是由物质构成的，一切物质都处于永恒不息的运动之中。物理学是研究物质的结构、相互作用以及它们的基本运动规律的科学。因此，物理学的基本概念和基本规律具有极大的普遍性，为其他自然科学和工程技术提供了理论基础和实验技术。物理学的思想和方法，对自然科学的研究和技术的进步有指导作用。十九世纪末期，物理学已经发展成一个完整的体系，称为经典物理学。20 世纪初的 30 年间，随着相对论和量子力学的诞生，物理学进行了一次伟大的革命，产生了近代物理学。

物理学研究的物质大致分为**实物**和**场**两类。从质子、中子、原子核、电子、分子、物质微粒到细胞、人体以至天体宇宙，都是实物。原子层次以上的实物，通常按其物理特性分为固态、液态、气态和等离子态。固态又有晶态、准晶态和非晶态之分；液态有液晶和非液晶之分。固态和液态统称为**凝聚态**。近年还证实存在一种新的物质形态，称为**玻色-爱因斯坦聚集质**。是一种在超低温下，成千上万的原子集中在微米线度的空间内形成的聚集质。其中所有原子的速度全同、方向锁定，因此失去了运动的个性，形成一个单一的、聚合的整体。实物之间通过“场”来实现相互作用，如引力场、电磁场、核力场等。场作为物质的存在形式，具有质量、动量和能量。所有物质都在不停地运动和变化着，自然界发生的各种现象就是物质运动的表现，因此运动和相互作用是物质的固有属性。

物理学研究对象所涉及的空间尺度，从亚原子粒子线度的 10^{-17}m ，到目前可观察到的最远宇宙中的类星体的距离 10^{26}m ；所涉及的时间尺度，从 Z^0 粒子的寿命约为 10^{-25}s 到宇宙年龄约为 10^{18}s 。物理学通常把大小接近或小于原子线度数量级的研究对象称为**微观系统**；把大小在人体尺度附近几个数量级范围内的研究对象称为**宏观系统**；近年由于纳米科学的发展，把由十几个到数百个原子组成的团簇及同数量级大小的研究对象称为**介观系统**。一般来说，宏观系统和微观系统遵守的规律是不同的，介观系统虽然空间尺度接近宏观系统，但常常表现出微观系统的性质和效应。

二、物理学与药学的关系

物理学的基本原理在药学领域得到广泛应用。例如在药物合成和制剂过程中流体的输送、测量和控制要应用流体力学的规律；药物的释放要考虑制剂的表面张力；放射性药物的制备和使用要根据核衰变定律；药物分析最常用的电导仪、电泳仪、阿贝折射计、分光光度计应用了电学、光学原理；红外光谱、紫外光谱、有机质谱和核磁共振谱等药物结构分析四大谱要用到电磁学、光学、原子核物理和近代物理学的理论。

物理学与化学、生物学的结合促进了药学理论的发展。**物理化学**是应用物理学中的热学、电学、光学的原理研究化学反应体系所遵循的普遍规律的一门边缘学科，它是药

学的专业基础课程。**量子化学**是应用量子力学的理论研究原子结合力的本质、原子和分子在空间的排列方式以及结构和性能之间的关系。利用量子化学理论计算和预测未知的化学现象,为寻找新药物、新材料和新流程开拓了广阔的前景。所谓“分子设计”方法,是以量子化学理论为指导设计指定性能的新药物、新材料和新催化剂。**生物物理学**应用电磁学、非平衡热力学和量子力学等理论研究生命活动的量子效应、信息处理和质能转换机理,把生命现象的研究向微观推进到分子甚至电子水平;向宏观扩展到种群、生态系统和生物圈水平。对目前人们正在试图中断致癌基因的表达和制造高效杀癌功能的生化药物提供理论根据。

物理学的进步也促进了药学科学技术的发展。加速器技术、放射性技术、激光技术的发展为药学研究提供了更有力的工具。核磁共振与计算机的结合实现了二维、三维和多维核磁共振谱和多量子跃迁测定,对研究复杂分子的谱线非常有用。1000MHz 的超导核磁共振仪使药物分析获得更高的灵敏度和分辨率。一些大型的医疗中心装备了小型回旋加速器,自己生产大量半衰期为数小时、适宜于临床应用的人工放射性核素,促进了核医学和核药学的普及和应用。纳米技术使药物颗粒尺度缩小,大大提高药物的溶解速率,也能提高难溶性药物的药效。纳米控释载药系统具备较高的载药量、靶向性、药物释放的可控性,利用这一技术研制的“智能药物”或“生物导弹”,可以进入单个癌细胞并摧毁它。

三、物理学的学习方法

本书介绍的主要内容是与药学关系密切的经典物理学理论,它的基本原理和研究方法不仅是学习近代物理理论的基础,也是包括药学在内的其他学科发展的基础,是本课程学习的主要内容。

学习物理学必须**理解**和**掌握**各部分的基本概念和基本规律,清楚了解这些规律的适用范围、它所揭示的物理涵义、各物理量的意义和单位。通过做习题和实验运用它们分析问题和解决问题,进一步加深对它们的认识。此外,也要了解前人发现这些规律的过程和学习他们解决问题的方法,学习他们探索真理的毅力和科学态度。物理学是一门实验科学,它的理论必须经过实验的严格检验才能成立,因此实验是本课程的一个重要环节。学生通过实验学会基本仪器的使用和常见物理量的测量方法,掌握正确记录和处理实验数据的原则和方法,训练实验操作技能,培养严肃认真、实事求是的工作态度和勇于创新的精神。

同学们通过大学物理课程的学习和严格的训练,不仅为进一步学习药学的其他专业课打下基础,而且提高了自己的科学素质,今后一定能对我国的药学事业发展发挥积极的作用。

(潘 正)

第一章 流体力学

气体和液体没有固定的形状，各部分之间极易发生相对运动，这种特性称为**流动性** (fluidity)。具有流动性的物体称为**流体** (fluid)。研究流体运动规律的学科称为**流体动力学** (fluid dynamics)。流体运动的规律在航空、水利、化工等工程技术上有着广泛的应用。在药物合成和制剂过程中，流体的输送、流量的测量和控制都涉及到流体的运动。因此，药学专业的学生有必要学习流体运动的知识，掌握流体运动的规律。本章主要讨论理想流体的一些基本规律，研究黏性流体的运动情况，并介绍流体力学规律的一些基本应用。

第一节 理想流体的定常流动

一、理想流体

流动性是流体最基本的特性，是流体区别于固体的最主要特征。流体的运动十分复杂，有必要进一步了解流体的其他性质。

1. 实际流体

实际流体具有**黏性** (viscosity)，运动着的流体中速度不同的各流体层之间存在着切向的内摩擦力，称为**黏性力**。

实际流体具有**可压缩性** (compressibility)，流体的体积随压强不同而改变。

实际流体的黏性和可压缩性使得研究流体运动的问题复杂化。实际上，在一些流体运动问题中，流体的黏性和可压缩性对流体运动的影响是很小的，为使研究的问题简化，在讨论时可以忽略这两种性质。如水、酒精等很多液体的黏性都很小，气体的黏性更小，在讨论这些流体在小范围的流体时，均可忽略其黏性。液体的可压缩性很小，气体的可压缩性虽然非常显著，但是，当气体处于流动状态时，只要很小的压强差就能使密度较大处的气体流向密度较小的地方，使各处的密度趋于均匀，因此，液体和流动中压强差较小的气体都可以忽略其可压缩性，近似看作是**不可压缩**的。

2. 理想流体

流体的流动性是决定流体运动的主要因素。因此，在研究流体运动时，可把研究的问题简化，忽略流体的黏性和可压缩性，只研究流体的流动性，用**理想流体** (ideal fluid) 代替实际流体。所谓理想流体，是指**绝对不可压缩，完全没有黏性的流体**。

二、定常流动

1. 定常流动

流体的运动，可以看成是组成流体的所有质点的运动的总和。一般情况下，同一时刻通过空间各点的流速是不同的；在不同的时刻，通过空间同一点的流速也不同。即流速是空间坐标和时间的函数， $v=f(x, y, z, t)$ 。若流体通过空间任一点的流速都不随时