



全国普通高等医学院校五年制临床医学专业“十三五”规划教材
(供五年制临床医学专业用)

医用物理学

主 审 洪 洋

主 编 张 燕 郭嘉泰

副主编 石继飞 余傲秋 杜 琰 周建莉

中国医药科技出版社



全国普通高等医学院校五年制临床医学专业“十三五”规划教材
(供五年制临床医学专业用)

医用物理学

主 审 洪 洋

主 编 张 燕 郭嘉泰

副主编 石继飞 余傲秋 杜 琰 周建莉

编 者 (以姓氏笔画为序)

石继飞 (包头医学院)

杨光晔 (山西医科大学)

余傲秋 (九江学院理学院)

张盛华 (桂林医学院)

单晶心 (辽宁何氏医学院)

徐 立 (包头医学院)

郭嘉泰 (长治医学院)

杜 琰 (江西中医药大学)

杨晓岚 (福建医科大学)

张 燕 (广西医科大学)

周建莉 (昆明医科大学)

赵占娟 (河北大学医学院)

袁建辉 (广西医科大学)

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本教材为全国普通高等医学院校五年制临床医学专业“十三五”规划教材之一,系根据全国普通高等医学院校五年制临床医学专业“十三五”规划教材编写总体原则、要求和医用物理学课程教学大纲的基本要求及课程特点编写而成。其内容主要包括生物力学基础、流体的运动、分子动理论、静电场、直流电、磁场、振动和波、声和超声、波动光学、几何光学、光的辐射和量子性、激光、X射线、原子核与放射性,紧密结合和突出了物理学与医学的联系,介绍了物理学在临床医学中的应用。

本教材每章设有“学习要求”“知识链接”“案例讨论”“本章小结”及“练习题”模块,同时配套有“爱慕课”在线学习平台(包括电子教材、教学大纲、教学指南、课件、题库等),从而使教材内容立体化、生动化,易教易学。

本教材供全国普通高等医学院校五年制临床医学专业师生教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

医用物理学/张燕,郭嘉泰主编. —北京:中国医药科技出版社,2016.8

全国普通高等医学院校五年制临床医学专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5067-8195-4

I. ①医… II. ①张… ②郭… III. ①医用物理学-医学院校-教材 IV. ①R312

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第108288号

美术编辑 陈君杞

版式设计 张 璐

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 $\frac{1}{16}$

印张 14 $\frac{1}{4}$

字数 339千字

版次 2016年8月第1版

印次 2016年8月第1次印刷

印刷 三河市航远印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-8195-4

定价 32.00元

版权所有 盗版必究

举报电话:010-62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国普通高等医学院校五年制临床医学专业“十三五”规划教材

出版说明

为面向全国省属院校五年制临床医学专业教学实际编写出版一套切实满足培养应用型、复合型、技能型临床医学人才需求和“老师好教、学生好学及学后好用”的五年制临床医学专业教材，在教育部、国家卫生和计划生育委员会、国家食品药品监督管理总局的支持下，根据以“5+3”为主体的临床医学教育综合改革和国家医药卫生体制改革新精神，依据“强化医学生职业道德、医学人文素养教育”“提升临床胜任力”“培养学生临床思维能力和临床实践操作能力”等人才培养要求，在中国工程院副院长、第四军医大学原校长、中华医学会消化病学分会原主任委员樊代明院士等专家的悉心指导下，中国医药科技出版社组织全国近100所省属高等医学院校为主体的具有丰富教学经验和较高学术水平的550余位专家教授历时1年余的编撰，全国普通高等医学院校五年制临床医学专业“十三五”规划教材即将付梓出版。

本套教材包括五年制临床医学专业理论课程主干教材共计40门。将于2016年8月由中国医药科技出版社出版发行。主要供全国普通高等医学院校五年制临床医学专业教学使用，基础课程教材也可供基础医学、预防医学、口腔医学等专业教学使用。

本套教材定位清晰、特色鲜明，主要体现在以下方面：

1. 切合院校教学实际，突显教材针对性和适应性

在编写本套教材过程中，编者们始终坚持从全国省属医学院校五年制临床医学专业教学实际出发，并根据培养应用型临床医学人才的需求和基层医疗机构对医学生临床实践操作能力等要求，结合国家执业医师资格考试和住院医师规范化培训新要求，同时适当吸收行业发展的新知识、新技术、新方法，从而保证教材内容具有针对性、适应性和权威性。

2. 提升临床胜任能力，满足应用型人才需求

本套教材的内容和体系构建以强化医学生职业道德、医学人文素养教育和临床实践能力培养为核心，以提升临床胜任力为导向，体现“早临床、多临床、反复临床”，推进医学基础课程与临床课程相结合，转变重理论而轻临床实践、重医学而轻职业道德、人文素养的传统观念，注重培养学生临床思维能力和临床实践操作能力，满足培养应用型、复合型、技能型临床医学人才的要求。

3. 体现整合医学理念，强化医德与人文情感教育

本套教材基础课程与临床课程教材通过临床问题或者典型的案例来实现双向渗透与重组，

各临床课程教材之间考虑了各专科之间的联系和融通，逐步形成立体式模块课程知识体系。基础课程注重临床实践环节的设置，以体现医学特色，医学专业课程注重体现人文关怀，强化学生的人文情感和人际沟通能力的培养。

4. 创新教材编写模式，增强内容的可读性实用性

在遵循教材“三基、五性、三特定”的建设规律基础上，创新编写模式，引入“临床讨论”（或“案例讨论”）内容，同时设计“学习要求”“知识链接”“本章小结”及“练习题”或“思考题”模块，以增强教材内容的可读性和实用性，更好地培养学生学习的自觉性和主动性以及理论联系实际的能力、创新思维能力和综合分析能力。

5. 搭建在线学习平台，立体化资源促进数字教学

在编写出版整套纸质教材的同时，编者与出版社为师生均免费搭建了与每门纸质教材相配套的“爱慕课”在线学习平台（含电子教材、教学课件、图片、微课、视频、动画及练习题等教学资源），使教学内容资源更加丰富和多样化、立体化，更好地满足在线教学信息发布、师生答疑互动及学生在线测试等教学需求，促进学生自主学习，为提高教育教学水平和质量，实现教学形成性评价等、提升教学管理手段和水平提供支撑。

编写出版本套高质量教材，得到了全国知名专家的精心指导和各有关院校领导与编者的大力支持，同时本套教材专门成立了评审委员会，十余位院士和专家教授对教材内容进行了认真审定并提出了宝贵意见，在此一并表示衷心感谢。出版发行本套教材，希望受到广大师生欢迎，并在教学中积极使用本套教材和提出宝贵意见，以便修订完善，共同打造精品教材，为促进我国五年制临床医学专业教育教学改革和人才培养作出积极贡献。

中国医药科技出版社

2016年7月

全国普通高等医学院校五年制临床医学专业“十三五”规划教材

教材建设指导委员会

主任委员 樊代明 (中国工程院、第四军医大学)

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

冯向先 (长治医学院)

刘志跃 (内蒙古医科大学)

杨 柱 (贵阳中医学院)

吴开春 (第四军医大学)

郑建中 (长治医学院)

蔡映云 (复旦大学附属中山医院)

委 员 (以姓氏笔画为序)

丰慧根 (新乡医学院)

王旭霞 (山东大学齐鲁医学部)

王金胜 (长治医学院)

王桂琴 (山西医科大学)

王雪梅 (内蒙古医科大学)

王勤英 (山西医科大学)

石秀梅 (牡丹江医学院)

卢 海 (首都医科大学附属北京同仁医院)

叶本兰 (厦门大学医学院)

付升旗 (新乡医学院)

邢 健 (牡丹江医学院)

吕 丹 (温州医科大学)

吕杰强 (温州医科大学)

朱金富 (新乡医学院)

任明姬 (内蒙古医科大学)

刘学敏 (长治医学院)

刘挨师 (内蒙古医科大学)

孙思琴 (泰山医学院)

孙钰玮 (牡丹江医学院)

杨 征 (四川大学华西口腔医院)

杨少华 (桂林医学院)

李永芳 (泰山医学院)

李建华 (青海大学医学院)

吴学森 (蚌埠医学院)

邱丽颖 (江南大学无锡医学院)

何志巍 (广东医科大学)

邹义洲 (中南大学湘雅医学院)

张 闻 (昆明医科大学)

张 燕 (广西医科大学)

张丽芳 (长治医学院)

张轩萍 (山西医科大学)

张秀花 (江南大学无锡医学院)

张荣波 (安徽理工大学医学院)

张福良 (大连医科大学)

林 昶 (福建医科大学)

林友文 (福建医科大学)

林贤浩 (福建医科大学)

明海霞 (甘肃中医药大学)

罗晓红 (成都中医药大学)	金子兵 (温州医科大学)
金美玲 (复旦大学附属中山医院)	郑 多 (深圳大学医学院)
赵小菲 (成都中医药大学)	赵幸福 (江南大学无锡医学院)
郝岗平 (泰山医学院)	柳雅玲 (泰山医学院)
段 斐 (河北大学医学院)	费 舟 (第四军医大学)
姚应水 (皖南医学院)	夏 寅 (首都医科大学附属北京天坛医院)
夏超明 (苏州大学医学部)	钱睿哲 (复旦大学基础医学院)
高凤敏 (牡丹江医学院)	郭子健 (江南大学无锡医学院)
郭艳芹 (牡丹江医学院)	郭晓玲 (承德医学院)
郭崇政 (长治医学院)	郭嘉泰 (长治医学院)
席 彪 (河北医科大学)	黄利华 (江南大学无锡医学院)
曹颖平 (福建医科大学)	彭鸿娟 (南方医科大学)
韩光亮 (新乡医学院)	游言文 (河南中医药大学)
强 华 (福建医科大学)	路孝琴 (首都医科大学)
窦晓兵 (浙江中医药大学)	

全国普通高等医学院校五年制临床医学专业“十三五”规划教材

教材评审委员会

主任委员 樊代明 (中国工程院副院长、院士,第四军医大学)

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

刘昌孝 (中国工程院院士,天津药物研究院)

张志愿 (中国工程院院士,上海交通大学医学院)

张伯礼 (中国工程院院士,天津中医药大学、中国中医科学院)

顾晓松 (中国工程院院士,南通大学)

委员 (以姓氏笔画为序)

丁 炯 (南京医科大学)

王海波 (山东大学医学院)

吕广明 (南通大学医学院)

刘志跃 (内蒙古医科大学)

李亚明 (中国医科大学)

杨 柱 (贵阳中医学院)

吴开春 (第四军医大学)

张亚林 (中南大学湘雅二医院)

郑建中 (长治医学院)

洪 洋 (中国医科大学)

高志强 (北京协和医院)

葛金文 (湖南中医药大学)

蔡映云 (复旦大学附属中山医院)

全国普通高等医学院校五年制临床医学专业“十三五”规划教材

书 目

序号	教材名称	主编	ISBN
1	医用高等数学	吕 丹 张福良	978 - 7 - 5067 - 8193 - 0
2	医学统计学	吴学森	978 - 7 - 5067 - 8200 - 5
3	医用物理学	张 燕 郭嘉泰	978 - 7 - 5067 - 8195 - 4
4	有机化学	林友文 石秀梅	978 - 7 - 5067 - 8196 - 1
5	生物化学与分子生物学	郝岗平	978 - 7 - 5067 - 8194 - 7
6	系统解剖学	付升旗 游言文	978 - 7 - 5067 - 8198 - 5
7	局部解剖学	李建华 刘学敏	978 - 7 - 5067 - 8199 - 2
8	组织学与胚胎学	段 斐 任明姬	978 - 7 - 5067 - 8217 - 3
9	医学微生物学	王桂琴 强 华	978 - 7 - 5067 - 8219 - 7
10	医学免疫学	张荣波 邹义洲	978 - 7 - 5067 - 8221 - 0
11	医学生物学	张 闻 郑 多	978 - 7 - 5067 - 8197 - 8
12	医学细胞生物学	丰慧根 窦晓兵	978 - 7 - 5067 - 8201 - 2
13	人体寄生虫学	夏超明 彭鸿娟	978 - 7 - 5067 - 8220 - 3
14	生理学	叶本兰 明海霞	978 - 7 - 5067 - 8218 - 0
15	病理学	柳雅玲 王金胜	978 - 7 - 5067 - 8222 - 7
16	病理生理学	钱睿哲 何志巍	978 - 7 - 5067 - 8223 - 4
17	药理学	邱丽颖 张轩萍	978 - 7 - 5067 - 8224 - 1
18	临床医学导论	郑建中	978 - 7 - 5067 - 8215 - 9
19	诊断学	高凤敏 曹颖平	978 - 7 - 5067 - 8226 - 5
20	内科学	吴开春 金美玲	978 - 7 - 5067 - 8231 - 9
21	外科学	郭子健 费 舟	978 - 7 - 5067 - 8229 - 6
22	妇产科学	吕杰强 罗晓红	978 - 7 - 5067 - 8230 - 2
23	儿科学	孙钰玮 赵小菲	978 - 7 - 5067 - 8227 - 2
24	中医学	杨 柱	978 - 7 - 5067 - 8212 - 8
25	口腔科学	王旭霞 杨 征	978 - 7 - 5067 - 8205 - 0
26	耳鼻咽喉头颈外科学	夏 寅 林 昶	978 - 7 - 5067 - 8204 - 3
27	眼科学	卢 海 金子兵	978 - 7 - 5067 - 8203 - 6
28	神经病学	郭艳芹 郭晓玲	978 - 7 - 5067 - 8202 - 9
29	精神病学	赵幸福 张丽芳	978 - 7 - 5067 - 8207 - 4
30	传染病学	王勤英 黄利华	978 - 7 - 5067 - 8208 - 1
31	医学心理学	朱金富 林贤浩	978 - 7 - 5067 - 8225 - 8
32	医学影像学	邢 健 刘挨师	978 - 7 - 5067 - 8228 - 9
33	医学遗传学	李永芳	978 - 7 - 5067 - 8206 - 7
34	核医学	王雪梅	978 - 7 - 5067 - 8209 - 8
35	全科医学概论	路孝琴 席 彪	978 - 7 - 5067 - 8192 - 3
36	临床循证医学	韩光亮 郭崇政	978 - 7 - 5067 - 8213 - 5
37	流行病学	冯向先	978 - 7 - 5067 - 8210 - 4
38	预防医学	姚应水	978 - 7 - 5067 - 8211 - 1
39	康复医学	杨少华 张秀花	978 - 7 - 5067 - 8214 - 4
40	医学文献检索	孙思琴	978 - 7 - 5067 - 8216 - 6

注:40 门主干教材均配套有中国医药科技出版社“爱慕课”在线学习平台。

物理学是研究物质基本结构和物质最基本运动规律的学科。物理学研究的对象大至宇宙、小至基本粒子,因此成为其他自然科学学科的研究基础。

医用物理学是一门医学与物理学交叉的学科,是高等医药院校本科学生必修的公共基础课程,本教材是根据高等院校医用物理学教育的现状,参照教育部颁发的医用物理学教学基本要求,结合“5+3”为主体的临床医学教育综合改革模式,总结了多所院校近年来医用物理学教学改革的经验编写而成。

本教材在编写过程中注重内容的基础性、科学性和先进性,强调启发性、适用性。编者力图为高等医药院校本科生提供一套难度适宜、深入浅出、篇幅不大、易教易学的医用物理学教材,因此本教材既重视物理学的知识点,突出医用物理学的基本特点,也注重物理学原理在医学中的应用。在编写上注意由浅入深、由易到难、循序渐进,摒弃繁杂的文字叙述及数学推演,在介绍物理学中的基本概念、基本规律、基本方法的基础上,每章都有物理学基础知识与临床医学结合的内容,以凸显“医用物理学”的交叉学科性,让学生能够了解生物体的物理现象以及物理技术在医学领域中的广泛应用,使教材更好地服务于应用型临床医学人才的培养。在不影响教材主体内容的基础上,设计了“学习要求”“案例讨论”“知识链接”“本章小结”及“练习题”模块,以加强“三基”训练,增强教材的实用性和可读性。此外,为了满足当前教育信息化发展的需要,加快推进“互联网+医药教育”,促进学生自主学习,在出版纸质教材的同时,中国医药科技出版社免费提供了与纸质教材配套的“爱慕课”在线学习平台(包括电子教材、教学大纲、教学指南、课件、题库等),丰富了教学资源。同时,该平台还可以实现教学信息发布、师生答疑交流、学生在线测试等,为学生提供了一个可持续性学习的平台。

本教材作为“十三五”期间医学院校物理教学改革的一种尝试,得到中国医科大学洪洋教授的大力帮助,以及十二所编者所在学校的大力支持,在此一并表示衷心感谢。由于编者较多,教材风格难以统一,加之时间仓促,不当之处还请老师和同学在使用过程中提出意见和建议,以便再版时不断完善。

编 者

2016 年 3 月

第一章 生物力学基础	1
第一节 刚体的转动	1
一、刚体转动运动学	1
二、刚体转动动力学	2
三、刚体的转动定理	3
四、刚体转动的角动量守恒定律	4
五、旋进	5
第二节 物体的弹性	6
一、应变和应力	6
二、弹性模量	8
三、黏弹性	9
第三节 骨的力学性质	10
一、骨组织与形变	11
二、骨骼生长与应力刺激	12
第二章 流体的运动	15
第一节 理想流体的流动	15
一、理想流体和定常流动	15
二、连续性方程	16
三、理想流体的伯努利方程	17
四、伯努利方程的应用	19
第二节 黏性流体的流动	21
一、层流和湍流	21
二、雷诺数	22
三、牛顿黏性定律	23
四、黏性流体的伯努利方程	24
五、泊肃叶定律	25
六、斯托克司定律	26
第三节 血流动力学基础	27
一、血液的组成和物理特性	27
二、心脏做功	28
三、人体血流速度分布	29
四、人体血流过程中的血压分布	30
五、体位和血压的关系	31

第三章 分子动理论	35
第一节 分子间作用力	35
第二节 液体的表面现象	36
一、表面张力和表面能	36
二、曲面下的附加压强	38
第三节 毛细现象和气体栓塞	40
一、毛细现象	40
二、气体栓塞	42
三、表面活性物质与表面吸附	43
第四章 静电场	46
第一节 电荷与电场	46
一、电荷和库仑定律	46
二、电场和电场强度	47
三、电通量和高斯定理	49
第二节 静电场的电势	52
一、静电场力做功和电势能	52
二、电势和电势差	53
三、电场强度和电势的关系	55
第三节 静电场的能量	56
一、电容和电容器	56
二、电容器中的能量	57
三、静电场的能量	57
第四节 心电	58
一、心电向量	58
二、心电图波形的形成	58
第五章 直流电	62
第一节 电流密度和欧姆定律的微分形式	62
一、电流强度和电流密度	62
二、欧姆定律的微分形式	64
第二节 直流电路的基本规律	65
一、电源电动势	65
二、一段含源电路的欧姆定律	66
三、基尔霍夫定律	67
第三节 电容器的充放电	69
一、电容器的充电过程	69
二、电容器的放电过程	70
第四节 直流电对人体的作用	71
一、直流电对机体的作用	71
二、直流电在医学中的应用	71
第六章 磁场	76
第一节 磁场 磁感应强度	76
一、磁场	76
二、磁感应强度	77

三、磁感应线与磁通量	78
四、磁场中的高斯定理	78
第二节 电流的磁场	79
一、毕奥-萨伐尔定律	79
二、毕奥-萨伐尔定律的应用	79
三、安培环路定理及其应用	82
第三节 磁场对运动电荷的作用	83
一、洛伦兹力	83
二、带电粒子在磁场中的运动	84
三、霍尔效应与量子霍尔效应	85
第四节 磁场对载流导线的作用	86
一、磁场对载流导线的作用——安培力	86
二、磁场对平面载流线圈的作用	86
三、磁矩	87
第五节 磁介质	87
一、介质中的磁场	87
二、磁介质的分类	88
第六节 生物磁场和磁场的生物效应	89
一、生物磁场	89
二、生物磁场的测定	90
三、磁场的生物效应	91
第七章 振动和波	94
第一节 简谐振动	94
一、简谐振动方程	94
二、描述简谐振动的物理量	95
三、简谐振动的矢量图示法	96
四、简谐振动的能量	97
第二节 简谐振动的合成和振动的分解	98
一、同方向、同频率简谐振动的合成	98
二、同方向、不同频率简谐振动的合成	99
三、振动的分解	100
第三节 简谐波	101
一、机械波的产生和传播	101
二、平面简谐波的波函数	102
第四节 波的能量和能流密度	104
一、波的能量	104
二、能流和能流密度	105
三、波的衰减	105
第五节 惠更斯原理和波的干涉	106
一、惠更斯原理	106
二、波的叠加原理	107
三、波的干涉	108
四、驻波	109

第八章 声和超声	115
第一节 声波	115
一、声压、声强和声阻	115
二、声强级和响度	116
第二节 多普勒效应	117
一、相对于介质波源静止, 观测者运动	117
二、相对于介质观测者静止, 波源运动	118
三、波源和观测者在同一波线上同时相对于介质运动	118
第三节 超声波	119
一、超声波的特性	119
二、超声波的产生	119
三、超声波在医学中的应用	120
第四节 次声波	122
第九章 波动光学	125
第一节 光的干涉	125
一、相干光源	125
二、光程和光程差	126
三、杨氏双缝实验	127
四、劳埃德镜实验	129
五、薄膜干涉	129
第二节 光的衍射	130
一、单缝衍射	130
二、圆孔衍射	133
三、光栅衍射	133
第三节 光的偏振	134
一、自然光和偏振光	135
二、布儒斯特定律	135
三、光的双折射	136
四、二向色性和偏振片	137
五、起偏和检偏	137
六、马吕斯定律	138
七、物质的旋光性	139
第十章 几何光学	143
第一节 球面折射	143
一、单球面折射成像	143
二、共轴球面系统	145
第二节 透镜	145
一、透镜的分类	146
二、薄透镜成像公式	146
三、薄透镜组合	147
四、柱面透镜	148
五、透镜像差	148
第三节 几何光学在医学中的应用	149

一、眼睛与视力矫正	150
二、放大镜	152
三、光学显微镜	153
第十一章 光的辐射和量子性	159
第一节 热辐射	159
一、热辐射现象	159
二、基尔霍夫定律	160
三、黑体辐射定律	160
第二节 光的量子性	162
一、普朗克量子假设	162
二、光电效应	163
三、康普顿效应	167
第三节 微观粒子的波动性	169
第十二章 激光	174
第一节 激光的产生原理及特性	174
一、粒子的能级和分布	174
二、光辐射的三种形式	174
三、激光的产生原理	175
四、激光的特性	176
第二节 激光的生物效应及其在医学中的应用	177
一、激光的生物效应	177
二、激光在医学中的应用	180
第三节 医用激光器	180
一、氦-氖气体激光器	181
二、红宝石激光器	181
三、激光的安全与防护	182
第十三章 X 射线	184
第一节 X 射线的产生及其强度和硬度	184
一、X 射线的产生	184
二、X 射线的强度和硬度	185
第二节 X 射线的基本性质	186
第三节 X 射线谱	187
一、连续 X 射线谱	187
二、标识 X 射线谱	188
第四节 X 射线的衰减规律	189
一、X 射线衰减的指数规律	190
二、衰减系数与波长、原子序数的关系	190
第五节 X 射线在医学中的应用	191
一、X 射线在医学诊断中的应用	191
二、X 射线在临床治疗中的应用	192
第十四章 原子核与放射性	194
第一节 原子核的基本性质	194
一、原子核的组成、质量和大小	194

二、原子核的结合能	195
三、原子核的稳定性	195
四、核力	196
第二节 放射性核素的衰变种类	197
一、 α 衰变	197
二、 β 衰变	197
三、 γ 衰变和内转换	199
第三节 放射性核素的衰变规律	199
一、衰变规律	199
二、半衰期和平均寿命	200
三、放射性活度	202
四、放射性平衡	202
第四节 放射性核素在医学中的应用	203
一、放射性核素在示踪诊断中的应用	203
二、放射性核素在放射治疗中的应用	203
三、放射性核素在放射诊断中的应用	204
第五节 辐射剂量和辐射防护	205
一、辐射剂量	205
二、辐射防护	206
参考文献	210

第一章 生物力学基础

学习要求

1. 掌握 转动力矩概念；刚体定轴转动的基本规律。
2. 熟悉 物体的弹性；应力和应变。
3. 了解 人体力学的基本研究方法；骨的力学性质。

生物力学是基于物理学最基本的力学知识，用数理力学的观点和方法定量地分析、研究并表述生物材料和人体组织及器官力学特征的一门科学。

在力学中，研究物体的运动状态可以分为三种基本的运动形式来表述，即平动、转动和振动。高中物理学已经初步介绍了质点平动的基本规律，本章将从刚体的定轴转动着手，引入生物力学所需的关于转动的基本概念和理论，然后介绍物体弹性的基本研究方法，并对人体骨骼的力学性质做一简单介绍。

第一节 刚体的转动

一、刚体转动运动学

大小及形状绝对不发生改变的物体称为刚体 (rigid body)。显然在物理学中，刚体是一个理想模型。在物体形变很小的情况下，为了使问题简化，可以把物体作为刚体来处理。通常把刚体看成是一个质点系，对于质量、力、能量等可加性物理量，整个刚体的力学表述就等于构成刚体的所有质点力学量的叠加。

刚体的运动有两种形式，即平动和转动。平动 (translation) 是在运动过程中，刚体上任意一条给定直线始终保持方向不变；而转动 (rotation) 则是刚体上所有的点在任一瞬间都绕同一条直线做圆周运动，这条直线称为转轴 (rotation axis)。

当刚体转动时，如果转轴的空间位置保持不变，则这种转动称为定轴转动 (fixed-axis rotation)。比如，房门沿其一边轴的开闭、离心机的转动，都是定轴转动。

在定轴转动中，刚体上的任意一点都绕轴做圆周运动，位于平行转轴同一直线上的所有点运动状态完全相同。因此刚体转动行为可由转动平面来简化表述。如图 1-1 所示，一刚体绕定轴转动，过刚体内某点 P 做垂直于轴的平面，即为转动平面 (rotation plane)。设过 P 点的转动平面交转轴于 O 点，则 P 点到轴的距离 OP 称为位置矢量，记为 r ，其方向由 O 指向 P 。在转动平面内建立坐标轴 Ox ， OP 与 Ox 的夹角 θ 称为角位置。在刚体转动过程中， θ 是随时间 t 发生变化的。刚体在 Δt 时间内转过的角度为 $\Delta\theta$ ，则 $\Delta\theta$ 称为刚体的角位移 (angular displacement)，单位是

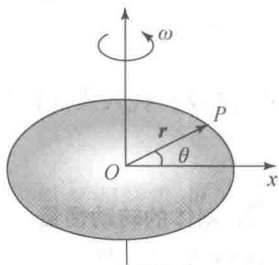


图 1-1 刚体的定轴转动