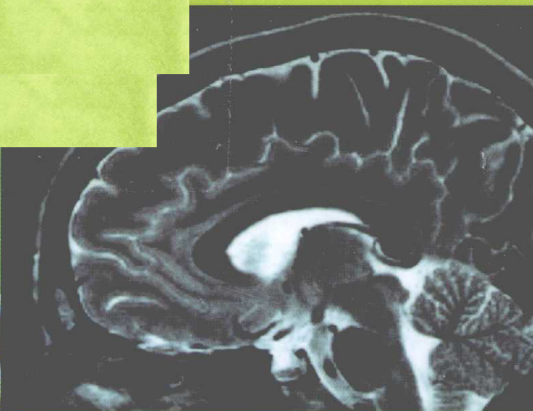
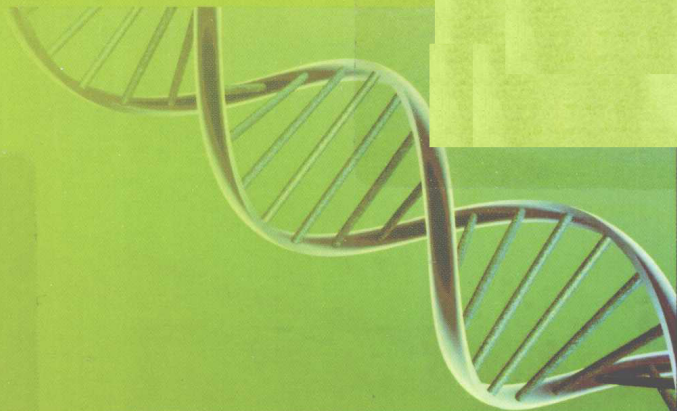




普通高等教育“十一五”
国家级规划教材

□ 陈仲本 况明星 主编

医用物理学



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



教育部
全国高等学校
教材

医学物理学

医用物理学

第2版

王力军 主编

人民卫生出版社

北京

100071

ISBN 7-117-14000-0

定价：35.00元

（含增值税）

（含邮费）

（含运费）

第2版

王力军 主编

人民卫生出版社

北京

100071

ISBN 7-117-14000-0

定价：35.00元

（含增值税）

（含邮费）

（含运费）



人民卫生出版社



普通高等教育“十一五”
国家级规划教材

□ 陈仲本 况明星 主编

医用物理学



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书在内容的选取和编写方法上特色鲜明,在注重保持物理学的基本理论体系的同时,照顾到医学专业学生的知识结构,将物理学知识与其在医学中的应用紧密结合,使教材更能体现强调基础性、突出先进性和应用性,适应现代医学教育对医学专业学生的培养要求。

本书共分十五章,基本覆盖了本科医学各专业所需要的物理学基本知识及其在医学中的主要应用。本书为基础、临床、预防、口腔、影像、法医、麻醉、护理等医学类专业的医用物理学教材,也可作为长学制医学生、研究生、教师的科研参考书。

图书在版编目(CIP)数据

医用物理学/陈仲本,况明星主编. —北京:高等教育出版社,2010.7

ISBN 978-7-04-029767-6

I. ①医… II. ①陈…②况… III. ①医用物理学-高等学校-教材 IV. ①R312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 098571 号

策划编辑 郭亚嫒 责任编辑 张海雁 封面设计 王凌波
责任绘图 郝林 版式设计 余杨 责任校对 俞声佳
责任印制 朱学忠

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

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京明月印务有限责任公司

开 本 787×960 1/16
印 张 25.5
字 数 480 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010 年 7 月第 1 版
印 次 2010 年 7 月第 1 次印刷
定 价 31.90 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 29767-00

前 言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,它是根据编者在教学第一线的教学体会编写而成的。

长期以来,医学院校如何为本科医学生开设物理课,教材的结构体系是突出物理学的基本理论和基础知识,还是在保证掌握一定的物理学基本理论和基础知识的前提下,融合一些物理学在医学中的应用,不同教材有不同的特色。本书编者认为后一种方式更能适合现代医学教育对医学生的培养要求。在参照2004年9月青岛会议制定的《医药类专业大学物理课程教学基本要求》的基础上,本书注重了物理学与医学的结合,把学生掌握的物理学知识融进医学应用之中,使之成为一个紧密关联的“医用物理学”知识体系。

全书在内容的选取和编写方法上既保持了物理学的基本理论体系,又照顾到低年级医学生的知识结构,用深入浅出的方法,将例如人体静力学、血流动力学、人体的热平衡、心电图的电学原理、电流对人体的作用、人耳的听觉特性、超声成像、眼的光学系统、医用光学仪器、光谱、激光、X射线、数字减影、X-CT成像、放射治疗、磁共振成像、放射性核素成像等内容与对应的物理学理论和方法相结合,作了适度的介绍,使物理学与医学的结合更加紧密,在形式上更具体,内容上更充实,让学生在规定的授课学时内掌握和了解医学专业急需的物理学知识。多年来的教学实践已证明,物理学与医学紧密结合,教学内容针对性强,就可以激发学生学习物理学的兴趣,较好地解决“医学生为什么要学物理”的问题,消除部分学生对“医学生学习物理学没用”的误解,使他们真正认识到物理学在现代医学中所起的作用,是学习医学不可缺少的基础课程。

本书强调基础性、突出先进性和应用性,可作为基础、临床、预防、口腔、影像、法医、麻醉、护理等医学类专业的医用物理学教材,也可作为长学制医学生、研究生、教师的科研参考书。

全书共分十五章,基本覆盖了医学各专业所需要的物理学基本知识及其在医学中的主要应用。编写分工为:绪论、第一、第七、第十二章和附录由南昌大学况明星、胡爱荣、刘笑兰编写;第二章由广东医学院张延芳编写;第三章由苏州大学朱天淳编写;第四章由中山大学贺奇才编写;第五、第六章由苏州大学江美福编写;第八、第九章由中山大学陈仲本编写;第十、第十三章由第二军医大学江键编写;第十一章由广东医学院吴祖明编写;第十四、第十五章由广州医学院黄大同编写。最后由陈仲本、况明星统一修改、整理、定稿。

II 前 言

本教材还配套出版供师生教学参考用的电子教案课件等数字化教学资源。

本书的编写工作得到了高等教育出版社的大力支持和指导,在编写过程中也得到了各合作单位领导的大力支持和热情帮助,编写会议也得到苏州大学的鼎力协助,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中难免有错漏和不妥之处,恳请读者赐正。

编 者

2010年2月

目 录

绪论	1
第一章 生物力学基础	3
1-1 刚体的定轴转动	3
一、角量与线量的关系	3
二、转动动能和转动惯量	5
三、力矩和转动定律	7
四、刚体的角动量	8
1-2 应变 应力 弹性模量	9
一、正应变和正应力	9
二、切应变和切应力	11
三、体应变和体压强	12
1-3 人体生物材料的力学性质	12
一、骨的力学性质	12
二、肌肉的力学性质	14
三、血管壁的力学性质	16
1-4 作用在骨骼上的力	17
一、物体平衡的力学条件	17
二、作用在踝关节的力	19
三、作用在腕关节的力	20
四、作用在脊柱上的力	22
习题一	23
第二章 流体的运动	26
2-1 连续性方程	26
一、理想流体 稳定流动	26
二、连续性方程	27
三、循环系统中血流速度的分布	28
2-2 伯努利方程	28
一、伯努利方程	28
二、流量计 流速计	30
三、虹吸管 空吸作用	31
2-3 黏性流体的流动	33

II 目 录

一、层流 牛顿黏性定律	33
二、血液的黏度	35
三、红细胞的轴向集中	35
四、湍流 雷诺数	36
五、黏性流体的伯努利方程	37
2-4 泊肃叶公式和斯托克斯定律	38
一、泊肃叶公式	38
二、体循环总外周阻力	40
三、斯托克斯定律	41
四、红细胞的沉降	42
2-5 血压的测量	43
一、循环系统中的血压分布	43
二、血压的测量原理	44
三、体位对血压测量的影响	45
2-6 心脏做功	46
一、血液循环的物理模型	46
二、心脏做功	47
习题二	48
第三章 分子动理论	51
3-1 物质的微观结构	51
一、热运动 分子力	51
二、理想气体的微观模型	52
3-2 气体的运动	53
一、平衡态 状态参量	53
二、理想气体物态方程	54
三、理想气体的压强公式	55
四、理想气体的能量公式	57
五、道尔顿分压定律	58
3-3 热平衡态的统计分布	59
一、麦克斯韦速率分布定律	59
二、玻耳兹曼能量分布定律	61
三、气体的溶解 高压氧治疗	63
3-4 液体的表面现象	64
一、表面张力 表面能	64
二、弯曲液面下的附加压强	67

三、肺泡的吸气和稳定	68
四、毛细现象 气体栓塞	69
习题三	72
第四章 热力学基础	74
4-1 热力学的一些基本概念	74
一、热力学系统及其基本描述	74
二、内能 功和热	75
4-2 热力学第一定律	77
一、热力学第一定律	77
二、热力学第一定律的应用	78
三、循环过程 热机和制冷机	82
四、人体的能量交换	86
五、体温的恒定和控制	87
4-3 热力学第二定律	89
一、热力学第二定律	89
二、可逆过程与不可逆过程	90
三、热力学第二定律的统计意义	90
4-4 熵和熵增加原理	91
一、熵的概念	91
二、熵增加原理	92
三、人体中的熵变问题	93
习题四	94
第五章 静电场	96
5-1 电场和电场强度	96
一、电场 库仑定律	96
二、电场强度	97
三、场强叠加原理	97
四、电场线和电场强度通量	99
五、高斯定理及其应用	100
5-2 电势	103
一、静电场力做功	103
二、电势能 电势	104
三、场强与电势的关系	105
四、电偶极子电场的电势	107
五、电偶层电场的电势	108

IV 目 录

5-3 静电场中的导体	110
一、导体的静电平衡	110
二、静电平衡时导体上的电荷分布	111
三、静电屏蔽	112
5-4 电介质极化和电容器	112
一、电介质的极化	112
二、电介质中的电场强度	114
三、电容器	115
四、静电场的能量	116
5-5 细胞膜电位 心电图的电学原理	117
一、能斯特方程	117
二、细胞静息电位	118
三、心电的产生和心电偶	119
四、心电图机和心电导联	121
习题五	123
第六章 磁场	126
6-1 磁场和磁感应强度	126
一、磁场力和磁感应强度	126
二、磁感应线和磁通量	127
三、毕奥-萨伐尔定律	128
四、几种电流的磁场	128
五、安培环路定理	131
6-2 磁场对运动电荷和电流的作用	133
一、带电粒子在磁场中的运动 磁聚焦	133
二、质谱仪	134
三、霍尔效应	135
四、电磁流量计 电磁泵	136
五、磁场对载流导线的作用	137
六、磁场对载流线圈的作用	138
6-3 磁介质和超导磁体	140
一、物质的磁性和磁化	140
二、超导体及其抗磁性	142
三、超导磁体	143
6-4 电磁感应	143
一、电磁感应定律	143

二、动生电动势	144
三、感生电动势 涡旋电场	146
四、自感和互感	147
五、磁场的能量	148
6-5 生物磁现象	149
一、人体生物磁场	149
二、磁场的生物效应	151
习题六	152
第七章 电流与电路	155
7-1 电流密度	155
一、电流 电流密度	155
二、欧姆定律的微分形式	157
三、电解质的导电	159
四、电泳	159
7-2 电路的基本定律	160
一、含源电路的欧姆定律	160
二、基尔霍夫电路定律	162
三、桥式应变片压力-电压转换电路	163
7-3 电容器的充放电	165
一、电容器的充电过程	165
二、电容器的放电过程	166
三、心脏除颤器	167
7-4 示波器	168
一、示波管的结构和作用	169
二、示波原理	171
三、示波器的基本组成	173
四、心电示波器	174
7-5 电流对人体的作用	174
一、人体的导电特性	174
二、直流电对人体的作用	176
三、低频电的作用 心脏起搏器	176
四、高频电疗和高频电刀	178
五、人体的触电问题	179
习题七	180

第八章 振动和波	184
8-1 振动	184
一、简谐振动方程	184
二、简谐振动方程的建立	185
三、简谐振动的旋转矢量图示法	186
四、简谐振动的能量	187
五、阻尼振动 受迫振动 共振	188
8-2 振动的合成和分解	189
一、同方向同频率简谐振动的合成	190
二、同方向不同频率简谐振动的合成 拍	191
三、复杂振动的分解	191
8-3 简谐波	193
一、波的产生和传播	193
二、惠更斯原理	194
三、波动方程	195
四、波的能量和强度	197
五、波的衰减	198
8-4 波的干涉	199
一、波的叠加原理	199
二、波的干涉	200
三、驻波	201
习题八	203
第九章 声和超声	205
9-1 声波	205
一、声波的速度	205
二、声压和声阻抗	206
三、声强和声强反射系数	207
四、多普勒效应	208
9-2 声学在医学中的应用	211
一、人耳的听觉区域	211
二、声强级和响度级	212
三、体外冲击波碎石	213
9-3 超声波	214
一、超声波的性质	214
二、超声波对物质的作用 超声刀	215

三、超声波的产生和接收	216
9-4 常用超声诊断仪	217
一、A型超声诊断仪	217
二、B型超声切面显像仪	219
三、M型超声心动图仪	221
9-5 超声多普勒诊断仪	222
一、超声多普勒血流频谱分析	222
二、超声多普勒血流仪	224
三、彩色多普勒血流显像仪	226
习题九	228
第十章 波动光学	230
10-1 光的干涉	230
一、光的相干性	230
二、杨氏双缝干涉实验	231
三、光程和光程差	233
四、薄膜干涉	234
10-2 光的衍射	237
一、单缝衍射	237
二、圆孔衍射	240
三、衍射光栅	241
10-3 光的偏振	243
一、自然光和偏振光	243
二、起偏和检偏 马吕斯定律	244
三、反射光和折射光的偏振	245
四、双折射现象 二向色性	246
五、旋光性 糖量计	248
10-4 液晶	249
一、液晶的光学特性	249
二、液晶的电光效应	249
10-5 光的吸收	250
一、朗伯-比尔定律	250
二、比色分析法原理	251
习题十	252
第十一章 几何光学	255
11-1 球面折射	255

一、折射定律	255
二、单球面折射	256
三、共轴球面系统	257
11-2 透镜成像	258
一、薄透镜成像	258
二、薄透镜的组合	261
三、共轴球面系统的三对基点	262
四、透镜的像差	265
11-3 眼的光学系统	266
一、眼的结构和光学性质	266
二、眼的分辨本领和视力	268
三、眼的色觉 色盲	269
11-4 屈光不正眼的矫正	269
一、近视眼	270
二、远视眼	271
三、散光眼	271
11-5 医用光学仪器	273
一、放大镜 角放大率	273
二、光学显微镜	274
三、几种特殊光学显微镜简介	278
四、检眼镜	279
五、光导纤维内窥镜	280
习题十一	281
第十二章 量子力学基础	283
12-1 黑体辐射	283
一、黑体辐射定律	283
二、普朗克的量子假设	285
12-2 光的量子性	286
一、光电效应的实验规律	286
二、爱因斯坦的光子假设	287
三、光的波粒二象性	288
四、康普顿效应	289
12-3 氢原子的玻尔理论	290
一、氢原子光谱的规律性	290
二、玻尔的假设及其推论	291

12-4 实物粒子的波动性	294
一、德布罗意的假设	294
二、德布罗意波的实验证明	295
三、电子显微镜	295
四、波函数的物理意义	296
五、不确定关系	298
12-5 薛定谔方程	299
一、薛定谔方程的建立	299
二、一维势阱中的粒子	300
三、隧道效应 扫描隧穿显微镜	302
四、四个量子数	304
五、定态波函数和概率分布	306
习题十二	308
第十三章 光谱 激光和 X 射线	310
13-1 光谱	310
一、原子光谱	310
二、分子光谱	311
三、拉曼散射光谱	312
13-2 激光	314
一、激光的特点	314
二、激光的产生原理	315
三、医学上常用的激光器	317
四、激光的生物效应	318
五、激光的医学应用	319
13-3 X 射线	321
一、X 射线的衍射	321
二、X 射线的基本性质	322
三、X 射线的产生	322
四、X 射线的强度和硬度	324
五、X 射线谱	325
六、物质对 X 射线的吸收规律	328
13-4 X 射线的医学应用	329
一、X 射线摄影和透视	330
二、数字减影血管造影	331
三、X 射线 CT	332

四、X 射线治疗	335
习题十三	336
第十四章 原子核与放射性	338
14-1 原子核的结构和性质	338
一、原子核的组成	338
二、原子核的性质	339
三、放射性核素和同位素	340
四、结合能 原子核的稳定性	340
14-2 原子核的放射性衰变	342
一、 α 衰变	342
二、 β 衰变和电子俘获	343
三、 γ 衰变和内转换	346
14-3 核衰变的规律	346
一、指数衰变定律	346
二、半衰期和平均寿命	347
三、放射性活度	349
四、放射平衡	350
14-4 射线与物质的相互作用	351
一、带电粒子与物质的相互作用	351
二、光子与物质的相互作用	352
三、中子与物质的相互作用	354
14-5 射线的探测、剂量与防护	355
一、射线的探测	355
二、射线的剂量	357
三、放射性防护	357
14-6 放射性核素的医学应用	358
一、放射治疗与 γ 刀	358
二、示踪诊断	360
三、放射性核素成像	361
习题十四	364
第十五章 磁共振成像	366
15-1 核磁共振的基本概念	366
一、原子核在磁场中的进动	366
二、核磁共振现象	368
三、弛豫过程和弛豫时间	371

15-2 磁共振成像的原理和方法	372
一、磁共振成像的基本原理	372
二、磁共振成像的基本方法	373
15-3 磁共振成像系统	377
一、磁体和梯度线圈	378
二、射频装置	379
三、电脑系统	380
15-4 磁共振成像的临床应用与最新进展	380
一、磁共振影像技术的特点和优势	380
二、磁共振影像技术的医学应用	381
三、磁共振影像技术的最新进展	382
习题十五	383
附录	384
附录一 矢量的标积和矢积	384
附录二 国际单位制(SI)	385
附录三 一些单位的换算关系	387
附录四 常用基本物理常量	388
附录五 希腊字母表	388
参考文献	389