

高等医学院校本科教材

MEDICAL PHYSICS

医用物理学

主编 黄大同

郑州大学出版社

高等医学院校本科教材

医用物理学

Medical Physics

主 编 黄大同

郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

医用物理学/黄大同主编. —郑州:郑州大学出版社,2002.8

ISBN 7-81048-646-2

I. 医… II. 黄… III. 医用物理学—医学院校—教材 IV. R312

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第061327号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路40号

出版人:谷振清

全国新华书店经销

河南东方制图印刷有限公司印制

开本:787 mm × 1 092 mm

印张:21.5

字数:517千字

版次:2002年8月第1版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-6966070

1/16

印次:2002年8月第1次印刷

书号:ISBN 7-81048-646-2/R·533

定价:32.00元

本书如有质量问题,由承印厂负责调换

《医用物理学》作者名单

主 编 黄大同

副主编 唐伟跃 王振华

编 委 (以姓氏笔画为序)

王振华 朱培毅 刘婉华

李云涛 侯晓强 唐伟跃

郭 萍 黄大同 梅秉强

谢安平

内容简介

本书是由 22 所高等医学院校根据 1981 年卫生部颁布的《五年制高等医学院校教学计划》的要求,结合近 10 年各院校的教学实践经验而协作编写的。

全书包括力学、分子物理学和热力学、电磁学、光学、原子物理学等内容,具有基础性、医用性和时代性等特点,既注意保持物理学的系统性,适当结合现代医学,又便于学生自学。

本书可供高等医学院校临床医学、检验、影像和护理等专业作医用物理学教材之用,也可供医学工作者参考。

前 言

本书是原 22 所高等医学院校协编教材《医用物理学》的第 3 版。前面 2 版的主编为广州医学院谢楠柱教授,分别于 1992 年和 1997 年由广东科技出版社和河南医科大学出版社出版。本书是以原教材为基础,根据现代医学对物理学的基本需求,参考国内外的有关教材,结合最近几年各院校教学实践和教学改革的经验而协作编写的。

面对 21 世纪初教育和教学改革的新形势,需要编写一本比较适合于 5 年制医学院校物理教学、具有一定质量和特色的教材。为此,各协编单位于 2002 年 1 月在郑州举行了第 3 版教材编写会议,就有关指导思想与基本原则等取得了共识,并且在编写过程中贯彻和体现如下几点:

1. 紧紧围绕新世纪医学人才培养的目标和模式,既要突出基本理论、基本知识和基本技能,又要反映学科的新进展。具体地说,就是要使教材具有“五性”,即思想性、科学性、先进性、启发性和适用性,力求做到“教师易教、学生易学”,以适应当前加强素质教育,培养创新型人才的需要。

2. 按照与时俱进的思想,要积极更新教学内容。我们查阅了一些近年出版的中外教科书和科技资料,将能反映物理学最新进展,结合现代生活与医学实际而学生又可以理解的素材编入了有关章节。例如,超声波、激光的医学应用,热力学和物理光学在现代生活中的应用,超导磁体、X 射线成像技术,核物理学的新进展等内容。编者力求以现代物理学的思想、方法和概念统帅全书,注意各相关学科之间的渗透和融合,既要保持物理学科本身的特点,又要适当结合现代医学。

3. 为了保持教学大纲和内容的连贯性,在教材编写方面既要大胆改革,又要慎重稳妥。鉴于目前国内同类教材的编写尚在探索和变动中,我们保持原教材(1997 年版)的结构架,对部分章节做了必要的增删处理。其中包括:①删去第十章“医学信号测量的基本知识”(这部分内容可放到医用电子学课程讲授);②补充新的素材代替原来某些落后或过时的内容,并且相应地增加了一些知识点;③调整并增加了各章的习题和思考题,使题量恰当,难度适中,知识点的分布更为合理。总的来说,本教材优化了知识结构体系,有更好的系统性和条理性。

4. 为了增强教材的启发性和易读性,编者注意用简明易懂的语言进行深入浅出的论述,做到循序渐进,思路清晰。即既要说理充分,论述精确,又要严格控制难度,方便学生自学。本书部分章节还试行采用大量的插图,以达到用直观、形象的方法阐明物理学概念和原理,有利于克服难点和增强教学效果。考虑到近几年高考模式的改变和高校扩招的影响,部分医学生中学物理基础知识相对薄弱,本书尽量精简物理公式和减少数学推导,尤其是避免采用难度较大的高等数学推导。有的内容只作定性解释,力求删繁就简,减轻学生负担。

本教材共 15 章,教学参考课时数为 54 ~ 72 学时。每章大致上有 1 ~ 2 节(或分节)内容打上 * 号,供选讲或自学。任课老师可以按照本院校设定的教学课时数灵活选择必修或重点讲授内容,其余任何部分(包括打 * 号的内容)均可指定学生自学。为了方便学生阅读或参考国外同类教材,书中主要物理概念和名词均列出英文以供对照。本书适合高等医学院校 5 年制临床医学、医学检验、医学影像、预防医学和护理等专业使用,也可供医药院校其他专业、生命科学相关专业的师生和医务工作者参考。

参加本书编写工作的教师有广州医学院黄大同(主编)、朱培毅、梅秉强,郑州大学基础医学院(原河南医科大学)唐伟跃(副主编)、李云涛、刁振琦、刘婉华、侯晓强、罗荣辉,南华大学数理学院(原衡阳医学院)王振华(副主编)、谢安平、单健、陈铀。各编委分工编写的内容详见本教材,署名在各章末。

本书的编写工作得到了广州医学院、郑州大学基础医学院和南华大学数理学院领导及有关部处的大力支持,郑州大学出版社李喜婷主任为组织教材的编写与出版做了大量工作。中国医学物理学会副理事长、华中科技大学同济医学院曾仁端教授认真审阅了全部书稿,对教材的编写提出了重要的指导意见和详细的修改建议。我们在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,本教材可能存在一些错误或不当之处,恳请读者批评指正。

黄大同

2002 年 7 月

目 录

绪论	1
一、物理学的研究对象、研究方法与发展趋势	1
二、物理学与医学的关系、医学物理学简介	2
三、医用物理学课程的目的要求与学习方法	3
第一章 医用力学基础	5
第一节 刚体的转动	5
一、角量与线量的关系	5
二、转动动能与转动惯量	6
三、力矩与转动定律	8
四、角动量守恒定律	11
*五、离心分离器原理	12
第二节 物体的弹性	14
一、应力和应变	14
二、弹性模量	16
*第三节 骨骼和肌肉的力学性质	17
一、骨骼的力学性质	17
二、肌肉的力学特性	19
习题一	20
第二章 振动	23
第一节 谐振动	23
一、谐振动与谐振动方程	23
二、用旋转矢量表示谐振动	25
三、谐振动的振幅、周期、频率和相位	26
四、简谐振动的能量	28
五、几种常见的简谐振动	29
第二节 谐振动的合成	31
一、同方向同频率的2个谐振动的合成	31
二、同方向不同频率的2个谐振动的合成	32
三、频谱分析	33
*四、2个相互垂直频率相同的谐振动的合成	35
*第三节 阻尼振动 受迫振动与共振	37
一、阻尼振动	37

二、受迫振动与共振	39
习题二	40
第三章 波动 声波	43
第一节 波动方程	43
一、机械波的产生	43
二、波面和波线	44
三、波速、波长、波的周期和频率	45
四、波动方程	46
第二节 波的能量	48
一、波的能量 能量密度	48
二、波的强度——能流密度	49
三、波的衰减	50
第三节 惠更斯原理与波的干涉	51
一、惠更斯原理	51
二、波的叠加原理	52
三、波的干涉	52
四、驻波	54
第四节 声波	55
一、声速	55
二、声压和声阻	56
三、声强和声强级	57
四、响度级和等响曲线	59
第五节 超声波及其医学应用	61
一、超声波的产生与接收	61
二、超声波的特性	61
三、超声波在医学中的应用	62
习题三	67
第四章 液体的流动	69
第一节 理想液体的流动	69
一、理想液体的稳定流动	69
二、液流连续原理	70
第二节 柏努利方程及其应用	71
一、柏努利方程	71
二、柏努利方程的应用	73
第三节 实际液体的流动	75
一、实际液体的黏滞性与黏度系数	75
二、血液的黏度	76
三、实际液体的柏努利方程	78

四、湍流和雷诺数	79
第四节 泊肃叶定律	80
一、泊肃叶定律	80
二、泊肃叶定律的推导	80
三、血液的流动及血压在血流过程中的分布	82
*第五节 斯托克斯定律	83
习题四	84
第五章 液体的表面现象	86
第一节 表面张力和表面能	86
一、液体的表面层和表面能	86
二、表面张力系数	87
第二节 表面吸附和表面活性物质	90
第三节 弯曲液面的附加压强	91
一、弯曲液面的附加压强	91
二、肺泡内外的压强差	93
*第四节 毛细现象 气体栓塞	94
一、润湿作用	94
二、毛细现象	96
三、气体栓塞	97
习题五	98
第六章 气体动理论与热力学定律	100
第一节 气体动理论	100
一、气体动理论的一些基本概念	100
二、理想气体的微观模型	101
三、理想气体的压强公式	101
四、理想气体的能量公式	103
第二节 热力学第一定律	105
一、热力学系统与平衡态	105
二、准静态过程	105
三、热量、功和内能	106
四、热力学第一定律	107
第三节 理想气体的热力学过程	108
一、等体过程	108
二、等压过程	109
三、等温过程	110
四、绝热过程	111
*第四节 热力学第一定律的应用	113
一、人体的能量交换与基础代谢	113

二、卡诺循环与制冷机	114
三、制冷机和热泵	116
第五节 热力学第二定律	118
一、可逆过程与不可逆过程	118
二、热力学第二定律	119
三、卡诺定理	120
四、熵的概念和熵增加原理	121
五、热力学第二定律的统计意义	124
习题六	126
第七章 静电场	128
第一节 电场 电场强度	128
一、电荷 库仑定律	128
二、电场与电场强度	129
三、场强叠加原理	129
四、电场强度的计算	129
第二节 高斯定理	131
一、电场线和电通量	131
二、高斯定理	132
三、高斯定理的应用举例	133
第三节 电势	135
一、静电场力所做的功	135
二、静电场的环路定理	136
三、电势	136
四、电势叠加原理	137
五、电场强度与电势的关系	138
第四节 电偶极子 电偶层	140
一、电偶极子电场的电势	140
二、电偶层	141
第五节 静电场中的电介质	142
一、电介质的极化	142
二、电介质中的静电场	144
三、电容器及其电容	145
四、静电场的能量	146
*第六节 心电知识	148
一、心电场	148
二、心电图	149
三、心电图导联	149
习题七	150

第八章 稳恒电流	152
第一节 电流的描述	152
一、电流线	152
二、电流强度	152
三、电流密度	153
四、稳恒电流	155
第二节 欧姆定律	155
一、物质的导电性与超导现象	155
二、欧姆定律	156
第三节 含源电路的欧姆定律	157
一、一段含源电路的欧姆定律	157
二、闭合电路的欧姆定律	158
第四节 基尔霍夫电路方程	158
一、节点电流方程	158
二、回路电压方程	159
*第五节 直流电在医学中的应用	160
一、人体的导电性	160
二、直流电对机体的作用	161
三、离子透入疗法	161
习题八	162
第九章 电流磁场与电磁感应	165
第一节 电流的磁场	165
一、磁场力与磁感应强度	165
二、磁通量	166
三、毕奥-沙伐尔定律	167
四、3种电流的磁场	168
第二节 磁场对运动电荷的作用	171
一、带电粒子在磁场中的运动	171
二、霍尔效应	172
三、磁场对载流导体的作用	174
*第三节 磁介质	176
一、磁介质的磁化	176
二、顺磁质和抗磁质	176
三、铁磁质	177
第四节 电磁感应和电磁波	177
一、电磁感应	177
二、感生电动势和动生电动势	178
三、自感和互感	178

四、超导磁体	179
五、电磁振荡	180
六、电磁波	181
习题九	182
第十章 波动光学	185
第一节 光的干涉	186
一、相干光源的获得	186
二、光程和光程差	186
三、杨氏双缝实验	187
四、薄膜干涉	189
五、劈尖干涉与牛顿环	191
六、迈克尔逊干涉仪	193
第二节 光的衍射	194
一、单缝衍射	195
二、圆孔衍射	198
第三节 光的偏振	201
一、自然光与偏振光	201
二、起偏与检偏 马吕斯定律	202
三、部分偏振光的获得 布儒斯特定律	204
四、光的双折射现象与二向色性	205
五、旋光现象	208
*第四节 波动光学的应用	209
一、CD 光盘播放原理	209
二、计算机芯片的制作	211
三、光学仪器的分辨本领	211
四、糖量计	212
习题十	213
第十一章 几何光学	216
第一节 球面折射	216
一、单球面的折射	216
二、共轴球面系统	218
第二节 透镜	219
一、薄透镜公式	219
二、透镜组合	220
三、像差	221
第三节 共轴球面系统的基点和成像公式	222
一、共轴球面系统的三对基点	222
二、成像作图法	223

三、成像公式	223
第四节 眼睛	224
一、眼球结构简介	224
二、眼睛的光学系统	225
二、眼的分辨本领	225
四、眼的调节及非正常眼的矫正	227
第五节 放大镜 显微镜	230
一、放大镜	230
二、显微镜	230
三、显微镜的分辨本领	231
四、电子显微镜	232
*第六节 纤镜	234
一、光学纤维导光原理	234
二、纤镜及其医疗应用	235
习题十二	235
第十二章 热辐射与光的量子性	238
第一节 热辐射	238
一、热辐射	238
二、辐射度 吸收比 黑体	239
第二节 基尔霍夫辐射定律与黑体辐射定律	240
一、基尔霍夫辐射定律	240
二、黑体辐射定律	240
第三节 普朗克量子假设	242
*第四节 光电效应	243
一、光电效应	243
二、光电效应与光的波动学说的矛盾	244
三、爱因斯坦光电效应方程	245
四、光子的质量和动量	245
五、光电效应的应用	246
六、光的波粒二象性	247
第五节 康普顿效应	248
一、康普顿效应	248
二、康普顿效应的解释	248
习题十二	250
第十三章 原子结构理论基础与激光	252
第一节 氢原子光谱	252
一、氢原子光谱的实验规律	252
二、广义巴尔末公式	253

第二节 玻尔的氢原子理论	254
一、玻尔的基本假设	254
二、氢原子的能级	254
三、氢原子光谱的解释	255
四、玻尔理论的局限性	257
第三节 德布罗意假设 物质波	257
一、德布罗意假设	257
二、物质波	258
*第四节 不确定关系	259
一、坐标和动量的不确定关系	259
二、能量和时间的不确定关系	260
*第五节 薛定谔方程	260
一、波函数	260
二、薛定谔方程	260
第六节 激光	261
一、激光的发射原理	262
二、医用激光器简介	264
三、激光的特点	265
*第七节 激光在医学上的应用	266
一、利用激光进行基础医学研究	266
二、利用激光进行检测诊断	266
三、利用激光进行各种治疗	266
习题十三	267
第十四章 X 射线	269
第一节 X 射线的基本性质	269
第二节 X 射线的产生	270
第三节 X 射线的强度和硬度	270
一、X 射线的强度	271
二、X 射线的硬度	271
第四节 X 射线谱	271
一、连续 X 射线谱	272
二、标识 X 射线谱	272
第五节 X 射线的吸收	274
*第六节 医用 X 射线摄影与透视装置	276
一、医用 X 射线摄影装置	276
二、医用 X 射线透视装置	277
*第七节 X 射线 CT	278
一、概述	278

二、CT 成像原理·····	279
三、CT 设备的系统结构·····	280
习题十四·····	281
第十五章 原子核与放射性 ·····	283
第一节 原子核的结构·····	283
一、原子核的组成·····	283
二、放射性同位素和核素·····	284
第二节 原子核的结合能与核力·····	285
一、原子核的结合能·····	285
二、核力·····	288
第三节 原子核的放射性衰变·····	288
一、 α 衰变·····	288
二、 β 衰变和电子俘获·····	289
三、 γ 衰变和内转换·····	292
第四节 核衰变规律·····	292
一、放射性衰变规律·····	292
二、半衰期·····	293
三、平均寿命·····	295
四、放射性活度·····	295
第五节 射线与实物的相互作用·····	296
一、带电粒子与实物的相互作用·····	296
二、 γ 射线与实物的相互作用·····	298
三、中子与实物的相互作用·····	300
第六节 射线的探测与射线的剂量·····	301
一、射线的深测·····	301
二、射线的剂量·····	304
*第七节 放射性在医疗中的应用·····	305
一、医用加速器·····	305
二、放射性诊断·····	305
三、放射治疗·····	306
*第八节 基本粒子简介·····	307
一、粒子的基本性质·····	307
二、粒子的相互作用·····	308
三、粒子的分类·····	308
习题十五·····	310
附录 ·····	311
附表一 常用物理常量·····	311
附表二 国际单位制·····	312

附表三 数学符号及常用数学公式.....	317
习题参考答案.....	319
参考文献.....	328