



普通高等教育“十五”国家级规划教材
全国高等医药教材建设研究会 卫生部规划教材
全国高等学校教材
供基础、临床、预防、口腔医学类专业用

医学物理学

第 6 版

主 编 胡新珉

 人民卫生出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材
全国高等学校教材
供基础、临床、预防、口腔医学类专业用

医学物理学

第 6 版

主 编 胡新珉

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 磊 (四川大学)	胡新珉 (四川大学)
刘筑闻 (首都医科大学)	曾仁端 (华中科技大学)
吴明海 (山东大学)	鲍修增 (哈尔滨医科大学)
李晓春 (中南大学)	潘志达 (大连医科大学)
李晓原 (中山大学)	冀 敏 (复旦大学)
杨继庆 (第四军医大学)	魏 杰 (蚌埠医学院)
杨海珉 (昆明医学院)	

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学物理学/胡新珉主编. —6版. —北京:
人民卫生出版社, 2004. 6

ISBN 7-117-06213-4

I. 医… II. 胡… 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 (2004) 第 047268 号

医学物理学 第 6 版

主 编: 胡新珉

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 67616688)

地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: [http://www. pmph. com](http://www.pmph.com)

E - mail: [pmph @ pmph. com](mailto:pmph@pmph.com)

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 850 × 1168 1/16 印张: 28 插页: 1

字 数: 670 千字

版 次: 1978 年 7 月第 1 版 2004 年 9 月第 6 版第 33 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-06213-4/R · 6214

定 价: 34.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

全国高等学校五年制临床医学专业

第六轮规划教材修订说明

为适应我国高等医学教育改革和发展的需要,经全国高等医药教材建设研究会和卫生部临床医学专业教材评审委员会审议,决定从2002年9月开始进行五年制临床医学专业规划教材第六轮的修订。第六轮的修订工作要以《中国医学教育改革和发展纲要》和《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》为指导,及时反映新世纪教学内容和课程改革的成果,在选择教材内容和编写体系时,应注意素质教育和创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。第六轮的修订要继承和发扬第五轮教材编写的优点,在坚持“三基”、“五性”、“三特定”的同时,提倡创新,可同时编写配套教材(含光盘);增加英文的词汇量;加强人文科学的内容;并强调增强学生的法律意识等,力争编出精品教材。

随着教材品种的不断增多和完善,第六轮教材将不再与七年制共用;并为适应各院校的具体情况,不再划分必修教材和选修教材,由各院校自行选择使用。

全套教材共50种,于2004年秋季全部出齐,其中24种同时为教育部确定的普通高等教育“十五”国家级规划教材。另根据学科发展的需要,本轮教材将原《耳鼻喉科学》更名为《耳鼻喉-头颈外科学》;将原《计算机应用基础》更名为《医学计算机应用基础》。

第六轮教材目录

1. 《医用高等数学》第4版	主编 张选群	14. 《病理学》第6版	主编 李玉林
△2. 《医学物理学》第6版	主编 胡新珉		副主编 唐建武
3. 《基础化学》第6版	主编 魏祖期	△15. 《病理生理学》第6版	主编 金惠铭
4. 《有机化学》第6版	主编 吕以仙		王建枝
	副主编 陆阳	16. 《药理学》第6版	主编 杨宝峰
5. 《医学生物学》第6版	主编 傅松滨		副主编 苏定冯
△6. 《系统解剖学》第6版	主编 柏树令	17. 《医学心理学》第4版	主编 姜乾金
△7. 《局部解剖学》第6版	主编 彭裕文	18. 《法医学》第4版	主编 王保捷
△8. 《组织学与胚胎学》第6版	主编 邹仲之	△19. 《诊断学》第6版	主编 陈文彬
△9. 《生物化学》第6版	主编 周爱儒		潘祥林
	副主编 查锡良		副主编 康熙雄
△10. 《生理学》第6版	主编 姚泰		王笑云
	副主编 吴博威	△20. 《医学影像学》第5版	主编 吴恩惠
11. 《医学微生物学》第6版	主编 周正任		副主编 冯敢生
	副主编 李凡	△21. 《内科学》第6版	主编 叶任高
12. 《人体寄生虫学》第6版	主编 李雍龙		陆再英
13. 《医学免疫学》第4版	主编 陈慰峰		副主编 谢毅
	副主编 金伯泉		王辰

- | | | | |
|--------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| △22.《外科学》第6版 | 主编 吴在德
吴肇汉 | △35.《预防医学》第4版 | 副主编 刘移民
主编 傅 华 |
| | 副主编 郑 树
安 洪 | | 副主编 段广才
主编 李家邦 |
| △23.《妇产科学》第6版 | 主编 乐 杰 | 36.《中医学》第6版 | 副主编 高鹏翔 |
| | 副主编 谢 幸 | | 主编 邹赛德 |
| 24.《儿科学》第6版 | 丰有吉 | 37.《医学计算机应用基础》第3版 | 副主编 杨长兴 |
| | 主编 杨锡强 | | 主编 裴海泓 |
| | 易著文 | 38.《体育》第3版 | 主编 宋今丹 |
| | 副主编 沈晓明 | 39.《医学细胞生物学》第3版 | 主编 药立波 |
| | 常立文 | 40.《医学分子生物学》第2版 | 副主编 冯作化 |
| △25.《神经病学》第5版 | 主编 王维治 | | 周春燕 |
| | 副主编 罗祖明 | 41.《医学遗传学》第4版 | 主编 左 伋 |
| △26.《精神病学》第5版 | 主编 郝 伟 | △42.《临床药理学》第3版 | 主编 徐叔云 |
| △27.《传染病学》第6版 | 主编 彭文伟 | | 副主编 魏 伟 |
| | 副主编 李兰娟 | 43.《医学统计学》第4版 | 主编 马斌荣 |
| | 乔光彦 | △44.《医学伦理学》第2版 | 主编 丘祥兴 |
| △28.《眼科学》第6版 | 主编 惠延年 | | 副主编 王明旭 |
| 29.《耳鼻咽喉-头颈外科学》第6版 | 主编 田勇泉 | △45.《临床流行病学》第2版 | 主编 王家良 |
| | 副主编 孙爱华 | 46.《康复医学》第3版 | 主编 南登崑 |
| △30.《口腔科学》第6版 | 主编 张志愿 | 47.《医学文献检索》第2版 | 主编 郭继军 |
| △31.《皮肤性病学》第6版 | 主编 张学军 | 48.《卫生法》第2版 | 主编 赵同刚 |
| 32.《核医学》第6版 | 主编 李少林 | | 副主编 达庆东 |
| | 副主编 张永学 | | 汪建荣 |
| △33.《流行病学》第6版 | 主编 王建华 | 49.《医学导论》第2版 | 主编 文历阳 |
| 34.《卫生学》第6版 | 主编 仲来福 | △50.《全科医学概论》第2版 | 主编 杨秉辉 |

注：画△者为普通高等教育“十五”国家级规划教材

全国高等学校临床医学专业 第五届教材评审委员会

名誉主任委员 裘法祖

主任委员 陈灏珠 副主任委员 龚非力

委员（以姓氏笔画为序）

于修平 王卫平 王鸿利 文继舫 朱明德 刘国良
李焕章 杨世杰 张肇达 沈 悌 吴一龙 郑树森
原 林 曾因明 廖秦平 樊小力

秘书 孙利军

第6版前言

本书第5版为卫生部规划教材,并由教育部评选为《普通高等教育“十五”国家级规划教材》。

第6版是在第5版的基础上修订而成的。修改的原则是:调整、完善和提高。使之能更好地满足21世纪我国高等医学教育对物理学的需求。

调整是指内容有增有减。删去了第5版中的“量子生物学基础”和“生物物理遗传学简介”两章。增加了一些新概念和应用方面的内容,更好地体现先进性和实用性。如:在力学部分增加了碰撞定律、应力分析与测量、血液的触变性、驻波、冲击波等内容;在热学部分增加了信息熵与遗传;在电磁学部分增加了量子霍尔效应、电磁波;在光学部分增加了生物液晶和荧光显微镜;在核物理部分增加了核自旋磁矩、宇称和放射治疗技术的QA和QC概念、核磁共振谱,而删去了基本粒子内容。全书调整后共20章。

完善是指完善内容结构。当细则细,当粗则粗,重点突出,概念明确,符号和名称前后一致,全书构成一个完整体系。本书涉及的物理量和单位的名称、符号均按《中华人民共和国国家标准——量和单位》(GB3100-3102-93)进行修订。教材结构分为两个板块,前十七章为基本内容,供必修课讲授用,其中标有星号(*)的内容供选用;后三章为专题内容,供选修或开专题讲座用。每章配有一定数量的例题、思考题和习题,习题附有答案,便于学生自学。并同时编写有配套教材《医学物理学学习指导》,供教师和学生使用,教学参考学时数为72~108学时。

提高则是指更进一步提高本书的科学水准。使其在先进性、科学性和实用性三方面结合得更好,体现得更突出。

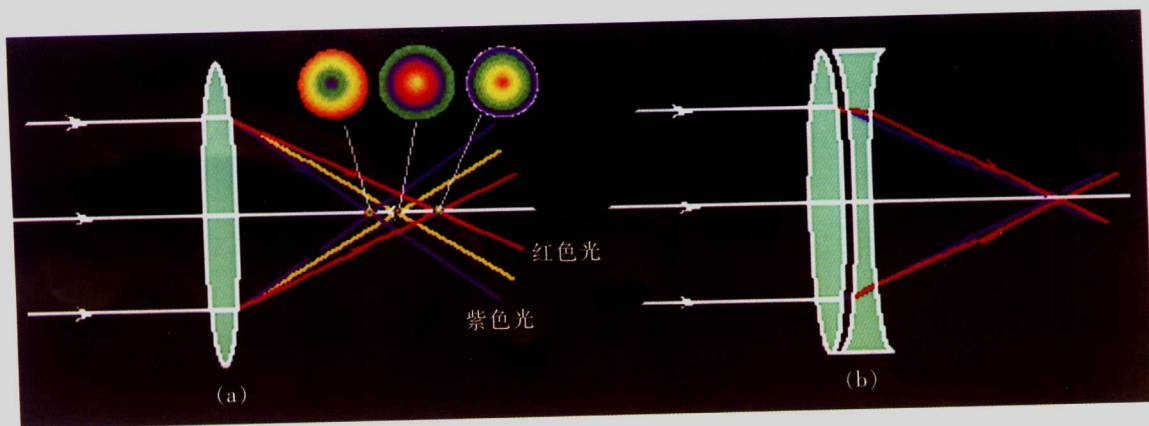
本书适合高等医药院校五年制和七年制临床、基础、口腔、儿科、法医、医检、卫检、预防医学、护理等专业用,也可供医药院校其他专业,生命科学有关专业的师生和研究工作者作为参考书。

本书的编写得到四川大学校领导、教务处、物理科学与技术学院的领导以及各编者所在大学的领导的关心支持,得到人民卫生出版社的领导 and 责任编辑的支持,在此表示衷心谢意。对热情支持本书编写的国内外专家、教授及其他人员表示诚挚的谢意。

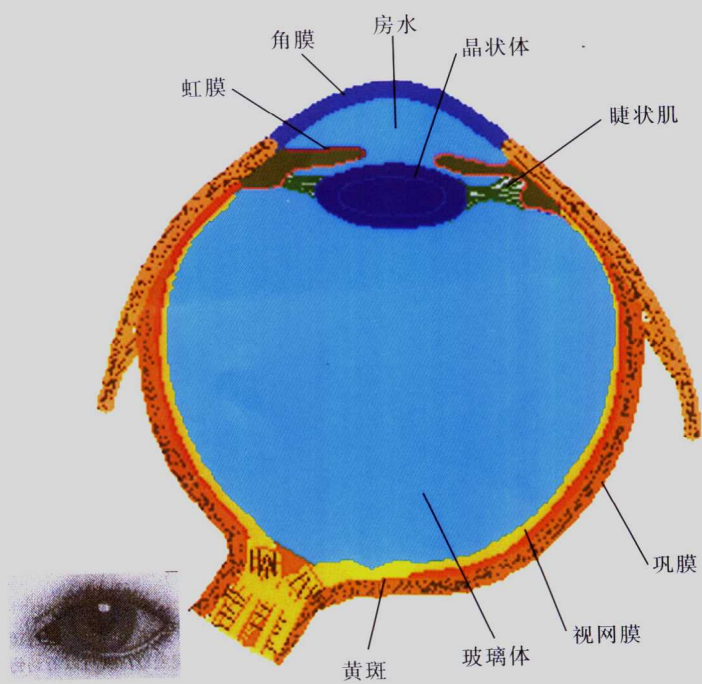
由于编者的水平有限,错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2004年4月



彩图 14-13 色像差及其矫正



彩图 14-14 眼和眼球的水平剖面

目 录

绪论	1
第一章 力学基本定律	4
第一节 质点的运动	4
一、位移 运动方程	4
二、速度 加速度	5
第二节 牛顿运动规律	6
一、牛顿运动定律	6
二、力学单位的国际单位制和量纲	7
三、惯性系和非惯性系	7
第三节 功和能 能量守恒定律	9
一、功	9
二、动能 势能	9
三、功能原理 时间平移对称性与能量守恒定律	10
第四节 动量 动量守恒定律	12
一、冲量与动量	12
二、空间平移对称性与动量守恒定律	12
三、碰撞	13
第五节 刚体的转动	15
一、刚体的定轴转动	15
二、转动定律	17
三、角动量 空间旋转对称性与角动量守恒定律	17
四、旋进	18
思考题与习题一	20
第二章 物体的弹性	22
第一节 应变和应力	22
一、应变	22
二、应力	23
第二节 弹性模量	24
一、弹性和塑性	24
二、弹性模量	26
第三节 骨与肌肉的力学特性	27

一、骨骼的力学性质	28
二、肌肉的力学特性	30
第四节* 应力分析与测量	32
一、有限元分析法	32
二、应力测量	33
思考题与习题二	35
第三章 流体的运动	37
第一节 理想流体 稳定流动	37
一、理想流体	37
二、稳定流动	37
三、连续性方程	38
第二节 伯努利方程	39
一、伯努利方程	39
二、伯努利方程的应用	41
第三节 粘性流体的流动	43
一、层流和湍流	43
二、牛顿粘滞定律	43
三、雷诺数	44
第四节 粘性流体的运动规律	45
一、粘性流体的伯努利方程	45
二、泊肃叶定律	45
三、斯托克司定律	47
第五节* 血液在循环系统中的流动	48
一、血液的组成及特性	48
二、心脏做功	49
三、血流速度分布	50
四、血流过程中的血压分布	50
第六节* 生物材料的粘弹性	51
一、生物材料的结构特点	52
二、生物材料的粘弹性	52
三、粘弹性材料的力学模型	52
思考题与习题三	54
第四章 振动	57
第一节 简谐振动	57
一、简谐振动方程	57
二、简谐振动的特征量	58
三、简谐振动的矢量图示法	59

四、简谐振动的能量	59
第二节 阻尼振动、受迫振动和共振	61
一、阻尼振动	61
二、受迫振动	62
三、共振	62
第三节 简谐振动的合成	63
一、两个同方向、同频率简谐振动的合成	63
二、同方向、不同频率的简谐振动的合成	64
三、谐振分析	65
四、两个同频率、互相垂直的简谐振动的合成	66
思考题与习题四	68
第五章 波动	69
第一节 机械波	69
一、机械波的产生	69
二、波面和波线	69
三、波速 波长 波的周期和频率	69
第二节 简谐波	70
一、波函数	70
二、波动方程	71
第三节 波的能量	72
一、波的能量和强度	72
二、波的衰减	73
第四节 波的干涉	73
一、惠更斯原理	73
二、波的叠加原理	74
三、波的干涉	74
四、调幅波	75
五、驻波	76
第五节 声波	79
一、声压和声强	79
二、听觉域	80
三、声强级和响度级	80
第六节 多普勒效应	81
一、多普勒效应	81
二、冲击波	82
第七节 超声波及其医学应用	83
一、超声波的特性	83
二、超声波的产生与探测	84

三、超声波在医学中的应用	84
思考题与习题五	87
第六章 相对论基础	89
第一节 伽利略变换	89
一、经典力学的绝对时空观和相对性原理	89
二、伽利略变换	89
第二节 洛伦兹变换	90
一、迈克耳孙-莫雷实验	90
二、狭义相对论的基本假设	91
三、洛伦兹变换	91
第三节 狭义相对论的时空观	93
一、时间膨胀	93
二、洛伦兹收缩	94
三、同时性的相对性	94
四、因果律和信号速度	95
五、光多普勒效应	95
六、退行红移和膨胀宇宙	96
第四节 相对论动力学	96
一、动量和质量	96
二、力和动能	97
三、质能关系	98
四、能量和动量的关系	98
第五节 广义相对论简介	99
一、等效原理	99
二、广义相对性原理	101
三、引力场的时空特性	101
四、引力坍缩与黑洞	102
五、引力波	103
六、视在超光速*	103
思考题与习题六	104
第七章 分子动理论	105
第一节 物质的微观结构	105
第二节 理想气体分子动理论	106
一、理想气体状态方程	106
二、理想气体微观模型	107
三、理想气体的压强公式	107
四、理想气体的能量公式	108

五、理想气体定律的推导	109
第三节 气体分子速率分布律和能量分布律	110
一、麦克斯韦速率分布定律	110
二、平均自由程和平均碰撞频率	112
三、玻耳兹曼能量分布定律	113
第四节 输运过程	114
一、热传导	114
二、扩散	115
三、透膜输运	116
第五节 液体的表面现象	117
一、表面张力和表面能	117
二、曲面下的附加压强	118
三、毛细现象和气体栓塞	120
四、表面活性物质与表面吸附	122
思考题与习题七	122
第八章 热力学基础	125
第一节 热力学的一些基本概念	125
一、热力学系统	125
二、准静态过程	125
第二节 热力学第一定律	126
一、功 热量 内能	126
二、热力学第一定律	127
第三节 热力学第一定律的应用	128
一、等体过程	128
二、等压过程	128
三、等温过程	129
四、绝热过程	130
五、人体的能量交换	131
第四节 循环过程 卡诺循环	133
一、循环过程和热机效率	133
二、卡诺循环及其效率	134
第五节 热力学第二定律	136
一、热力学第二定律	136
二、可逆过程和不可逆过程	136
三、热力学第二定律的统计意义	137
四、卡诺定理	138
第六节 熵 熵增加原理	140
一、克劳修斯等式	140

二、熵	141
三、熵增加原理与能量退降	142
四、信息熵与遗传	144
思考题与习题八	146
第九章 静电场	148
第一节 电场 电场强度	148
一、电荷 库仑定律	148
二、电场与电场强度	149
三、场强叠加原理	149
四、电场强度的计算	149
第二节 高斯定理	151
一、电场线和电通量	151
二、高斯定理	152
三、高斯定理的应用举例	153
第三节 电势	154
一、静电场的环路定理	154
二、电势	155
三、电势叠加原理	156
四、电场强度与电势的关系	157
第四节 电偶极子 电偶层	158
一、电偶极子的电场	158
二、电偶层	159
第五节 静电场中的电介质	160
一、电介质的极化	160
二、电介质中的静电场	162
三、电位移 有电介质时的高斯定理	163
四、电容器及其电容	164
五、静电场的能量	164
第六节 心电知识	167
一、心电场	167
二、心电图	168
三、心电图导联	168
思考题与习题九	169
第十章 直流电	173
第一节 电流密度	173
一、电流和电流密度	173
二、金属与电解质的导电性	174

三、欧姆定律的微分形式	175
第二节 基尔霍夫定律	176
一、基尔霍夫第一定律	176
二、基尔霍夫第二定律	177
第三节 电容器的充电和放电	178
一、RC 电路的充电过程	178
二、RC 电路的放电过程	180
第四节 生物膜电位	180
一、能斯特方程	180
二、静息电位	182
三、神经纤维的电缆方程	183
四、动作电位	185
五、电泳	185
思考题与习题十	186
第十一章 稳恒磁场	188
第一节 磁场 磁感应强度	188
一、磁感应强度	188
二、磁通量 磁场中的高斯定理	189
第二节 电流的磁场	190
一、毕奥-萨伐尔定律	190
二、毕奥-萨伐尔定律的应用	190
第三节 安培环路定律	193
第四节 磁场对电流的作用	194
一、磁场对运动电荷的作用	194
二、磁场对载流导线的作用	194
三、载流线圈所受磁力矩	195
四、霍尔效应	196
五、质谱仪和回旋加速器	198
六、电磁泵和电磁船	199
七、磁流体发电	200
八、生物医学电磁传感器	200
第五节 磁介质	201
一、介质中的磁场	201
二、顺磁质、抗磁质和铁磁质	202
三、超导体及其磁学特性	202
第六节 磁场的生物效应	204
一、生物磁现象	204
二、磁场的生物效应	205

三、生物磁场的测定	206
思考题与习题十一	207
第十二章 电磁感应与电磁波	209
第一节 法拉第电磁感应定律	209
一、法拉第电磁感应定律	209
二、动生电动势	211
三、感生电动势 有旋电场	212
第二节 自感和互感	213
一、互感现象	213
二、自感现象	215
第三节 磁场的能量	215
一、 RL 电路的暂态过程	215
二、磁场的能量	217
第四节 麦克斯韦方程组	219
一、位移电流	219
二、麦克斯韦方程组	220
第五节 电磁振荡与电磁波	221
一、电磁振荡	221
二、电磁波及电磁波谱	222
三、电磁场对生物体的作用	223
第六节 生物电阻抗	224
一、生物体的交流等效电路	224
二、机体阻抗测量	226
三、阻抗图与阻抗微分图	226
思考题与习题十二	228
第十三章 波动光学	231
第一节 光的干涉	231
一、光的相干性	231
二、光程 光程差	232
三、杨氏双缝实验	233
四、洛埃德镜实验	234
五、薄膜干涉	235
六、等厚干涉	236
七、迈克耳孙干涉仪	238
第二节 光的衍射	239
一、单缝衍射	239
二、圆孔衍射	241

三、光栅衍射	241
第三节 光的偏振	242
一、自然光和偏振光	242
二、马吕斯定律	243
三、布儒斯特定律	244
四、光的双折射	245
五、二向色性和偏振片	247
第四节 偏振光的干涉	248
第五节* 偏振光的应用	249
一、光弹效应	249
二、克尔效应	250
三、物质的旋光性	250
第六节* 液晶的光学特性	251
一、液晶的分类和结构	252
二、液晶的双折射现象	252
三、胆甾相液晶的选择反射	253
四、液晶的电光效应	253
五、液晶的光生伏特效应	254
思考题与习题十三	254
第十四章 几何光学	256
第一节 球面折射	256
一、单球面折射	256
二、共轴球面系统	258
第二节 透镜	259
一、薄透镜成像公式	259
二、薄透镜组合	261
三、厚透镜	262
四、柱面透镜	263
五、透镜的像差	264
第三节 眼睛	265
一、眼的光学结构	265
二、眼的调节	266
三、眼的分辨本领及视力	266
四、眼的屈光不正及其矫正	267
第四节 几种医用光学仪器	269
一、放大镜	269
二、光学显微镜	270
三、纤镜	273

四*、特殊显微镜	273
思考题和习题十四	278
第十五章 量子力学基础	280
第一节 黑体辐射	280
一、黑体辐射	280
二、普朗克能量量子化假设	282
第二节 光电效应	283
一、光电效应	284
二、爱因斯坦光子假设	285
第三节 康普顿效应	287
一、康普顿效应	287
二、光子理论对康普顿效应的解释	288
第四节 氢原子光谱 玻尔的氢原子理论	289
一、氢原子光谱	289
二、玻尔的氢原子理论	290
第五节 物质的波动性质	292
一、德布罗意物质波假设	292
二、电子衍射	293
三、不确定关系	294
第六节 波函数 薛定谔方程	296
一、波函数及其统计解释	296
二、薛定谔方程	297
三、一维无限深势阱	298
四、势垒 隧道效应	300
第七节 量子力学的原子结构概念	302
一、四个量子数	303
二、多电子原子	304
第八节 原子光谱与分子光谱	305
一、原子光谱	305
二、分子光谱	306
思考题与习题十五	309
第十六章 X 射线	311
第一节 X 射线的产生	311
一、X 射线的产生装置	311
二、X 射线的强度和硬度	313
第二节 X 射线谱	313
一、连续 X 射线谱	314