



# 新世纪课程教材

Textbook Series of New Century

全国高等医药院校教材 • 供基础、预防、临床、口腔医学类专业用

# 医学物理学

第五版

主编

胡新珉



人民卫生出版社

新世纪课程教材  
全国高等医药院校教材  
供基础、预防、临床、口腔医学类专业用

# 医学物理学

第五版

主编 胡新珉  
编者 (以姓氏笔画为序)  
刘筑闻 (首都医科大学)  
吴明海 (山东大学)  
李宜贵 (四川大学)  
李晓春 (中南大学)  
杨继庆 (第四军医大学)  
杨海珉 (昆明医学院)  
胡新珉 (四川大学)  
曾仁端 (华中科技大学)  
潘志达 (大连医科大学)  
冀敏 (复旦大学)

秘书

张益珍 (四川大学)

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. —5版. —北京:  
人民卫生出版社, 2001  
ISBN 7-117-04245-1

I. 医… II. 胡… III. 医学物理学 IV. R312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 044066 号

**医学物理学**  
第五版

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>  
E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)  
印 刷: 北京通县永乐印刷厂  
经 销: 新华书店  
开 本: 850×1168 1/16 印张: 26.5  
字 数: 571 千字  
版 次: 1978 年 7 月第 1 版 2001 年 9 月第 5 版第 25 次印刷  
印 数: 656 598—716 597  
标准书号: ISBN 7-117-04245-1/R·4246  
定 价: 32.00 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)

# 全国高等医药院校五年制临床医学专业

## 第五轮教材修订说明

为适应我国高等医学教育改革和发展的需要,经卫生部临床医学专业教材评审委员会审议,卫生部教材办公室决定从1998年开始进行临床医学专业教材第五轮修订。在总结第四轮教材编写质量、使用情况的基础上,提出第五轮修订要面向21世纪,遵循培养目标,适用于本科五年制教学需要;突出教材三基(基础理论、基本知识和基本技能)、五性(思想性、科学性、先进性、启发性和适用性)的特点,注重教材的整体优化及编写的标准化、规范化。同时决定第五轮教材的修订分两批进行,第二批修订是由全国高等医药教材建设研究会和卫生部教材办公室共同组织的。全套教材共50种,第五轮修订40种,新增10种,并有26种是五、七年制共用教材。随着学科发展的需要,教材名称以及必修课与选修课的科目也有所调整。

## 五年制五轮教材目录

### 必修课教材

- |                  |         |                 |         |
|------------------|---------|-----------------|---------|
| △1. 《医用高等数学》第三版  | 主编 张选群  | 15. 《病理生理学》第五版  | 主编 金惠铭  |
| △2. 《医学物理学》第五版   | 主编 胡新珉  | 16. 《药理学》第五版    | 主编 金有豫  |
| △3. 《基础化学》第五版    | 主编 魏祖期  | △17. 《医学心理学》第三版 | 主编 姜乾金  |
|                  | 副主编 祁嘉义 | △18. 《法医学》第三版   | 主编 王保捷  |
| △4. 《有机化学》第五版    | 主编 吕以仙  | 19. 《诊断学》第五版    | 主编 陈文彬  |
|                  | 副主编 陆阳  |                 | 副主编 王友赤 |
| △5. 《医学生物学》第五版   | 主编 左伋   | 20. 《医学影像学》第四版  | 主编 吴恩惠  |
| △6. 《系统解剖学》第五版   | 主编 柏树令  | 21. 《内科学》第五版    | 主编 叶任高  |
| 7. 《局部解剖学》第五版    | 主编 彭裕文  |                 | 副主编 陆再英 |
| 8. 《组织学与胚胎学》第五版  | 主编 邹仲之  | 22. 《外科学》第五版    | 主编 吴在德  |
| △9. 《生物化学》第五版    | 主编 周爱儒  |                 | 副主编 郑树  |
|                  | 副主编 查锡良 | 23. 《妇产科学》第五版   | 主编 乐杰   |
| 10. 《生理学》第五版     | 主编 姚泰   | 24. 《儿科学》第五版    | 主编 王慕逖  |
|                  | 副主编 乔健天 | 25. 《神经病学》第四版   | 主编 王维治  |
| 11. 《医学微生物学》第五版  | 主编 陆德源  |                 | 副主编 罗祖明 |
| △12. 《人体寄生虫学》第五版 | 主编 詹希美  | 26. 《精神病学》第四版   | 主编 郝伟   |
| △13. 《医学免疫学》第三版  | 主编 陈慰峰  | 27. 《传染病学》第五版   | 主编 彭文伟  |
| 14. 《病理学》第五版     | 主编 杨光华  | 28. 《眼科学》第五版    | 主编 惠延年  |

- |                 |                   |                   |                   |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 29. 《耳鼻喉科学》第五版  | 主编 田勇泉<br>副主编 孙爱华 | 34. 《卫生学》第五版      | 主编 仲来福<br>副主编 刘移民 |
| △30. 《口腔科学》第五版  | 主编 张志愿            | 35. 《预防医学》第三版     | 主编 叶葶葶            |
| △31. 《皮肤性病学》第五版 | 主编 张学军            | △36. 《中医学》第五版     | 主编 郑守曾            |
| △32. 《核医学》第五版   | 主编 李少林<br>副主编 张永学 | △37. 《计算机应用基础》第二版 | 主编 邹赛德<br>副主编 杨长兴 |
| 33. 《流行病学》第五版   | 主编 王建华            | △38. 《体育》第二版      | 主编 裴海泓            |

## 选修课教材

- |                |        |                |        |
|----------------|--------|----------------|--------|
| △39. 《细胞生物学》   | 主编 凌诒萍 | 45. 《临床流行病学》   | 主编 王家良 |
| △40. 《医学分子生物学》 | 主编 冯作化 | △46. 《康复医学》第二版 | 主编 南登崑 |
| △41. 《医学遗传学》   | 主编 陈 竺 | △47. 《医学文献检索》  | 主编 方 平 |
| 42. 《临床药理学》第二版 | 主编 徐叔云 | △48. 《卫生法》     | 主编 赵同刚 |
| 43. 《医学统计学》第三版 | 主编 马斌荣 | △49. 《医学导论》    | 主编 文历阳 |
| △44. 《医学伦理学》   | 主编 丘祥兴 | △50. 《全科医学概论》  | 主编 杨秉辉 |

注：画△者为五、七年制共用教材

# 全国高等医药院校临床医学专业 第四届教材评审委员会

主任委员 裘法祖

副主任委员 杨光华

## 委 员

(以姓氏笔画为序)

方 圻 (特邀)	卢永德	乐 杰	许积德
朱元珩	朱学骏	乔健天	吴恩惠
陈文彬	陆美芳	武忠弼 (特邀)	郑 树
周 申	周东海	金有豫	金惠铭
南 潮	钟世镇	谈一飞	彭文伟
董永绥			

## 第五版 前 言

本书是以第四版规划教材《医用物理学》为基础，根据现代医学对物理学的基本需求，参考国内外有关教材，并结合我们的教学实践和教改经验，由九所院校共同编写的，并将书名改为《医学物理学》。

在本书编写中，我们的编写宗旨是：把教材的先进性、科学性、实用性结合在一起，有一个较完整的理论结构体系，突出基本的宏观理论和微观理论，重视反映现代物理科学新成就，注重适当联系生物医学实际，强化现代物理思想、概念和方法，并保持一定的物理学系统性。因此，本书内容丰富，具有现代化教材的特性，能为培养面向 21 世纪高素质的医学人才打下坚实的基础。

本书与第四版《医用物理学》教材相比较有以下特点：①内容广度有较大幅度的扩充，增加了狭义相对论和广义相对论、量子生物学基础、生物非线性动力学、生物物理遗传学和基本粒子等学科前沿内容。②内容深度有一定提升，特别是在与生物医学直接相联系的内容方面，如在流体运动部分增加了生物材料的粘弹性模型；电学部分介绍了心电导联、神经传导的电缆方程、生物阻抗及测定；光学部分增加液晶、特种显微镜；在量子力学部分介绍了扫描隧穿显微镜等。③教材结构分为两个板块，前 14 章基本内容为第一个板块，后 5 章专题内容为第二个板块。这种结构体例与国际教科文组织关于 21 世纪国际物理教育规划的教材模式是相一致的，使教材具有较大弹性，既保证了基本内容的介绍，又不失现代科学成就的介绍，可供不同教学时数的学校的教学需求。④强化现代物理思想、概念和方法，如在力学中强调三大时空平移性和三大守恒定律及现代时空观，还在相关部分分别介绍了对称性、统计性概念、统一性思想和对应原理等。这些内容是现代物理研究和自然科学研究的指导思想，对启迪学生创造思维、培养高科学素质人才有重要作用。⑤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)进行了修订。

本书共 19 章，前 14 章为基本内容，供必修课讲授用；后 5 章为专题内容，供选修用。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。教学参考时数为 72~108 学时。

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人员作为参考。

本书的编写得到四川大学校领导、教务处、基础医学院，大连医科大学领导以及各编者所在大学领导的极大关心和支持，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，脱稿仓促，错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2001年6月

# 目 录

绪论	1
<b>第一章 力学基本定律</b>	<b>4</b>
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	10
三、功能原理 时间平移对称性与能量守恒定律	11
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	13
第五节 刚体的转动	14
一、刚体的定轴转动	14
二、转动定律	16
三、角动量 空间旋转对称性与角动量守恒定律	16
四、旋进	18
第六节 应力和应变	18
一、应力	19
二、应变	19
第七节 弹性模量	20
一、弹性和塑性	20
二、弹性模量	20
第八节 骨与肌肉的力学特性	21
一、骨骼的力学性质	21
二、肌肉的力学特性	24



思考题与习题一 .....	26
<b>第二章 流体的运动</b> .....	28
<b>第一节 理想流体 稳定流动</b> .....	28
一、理想流体 .....	28
二、稳定流动 .....	29
三、连续性方程 .....	29
<b>第二节 伯努利方程</b> .....	30
一、伯努利方程 .....	30
二、伯努利方程的应用 .....	32
<b>第三节 粘性流体的流动</b> .....	34
一、层流和湍流 .....	34
二、牛顿粘滞定律 .....	35
三、雷诺数 .....	36
<b>第四节 粘性流体的运动规律</b> .....	37
一、粘性流体的伯努利方程 .....	37
二、泊肃叶定律 .....	37
三、斯托克司定律 .....	39
<b>第五节 生物材料的粘弹性</b> .....	40
一、生物材料的结构特点 .....	40
二、生物材料的粘弹性 .....	40
三、粘弹性材料的力学模型 .....	42
<b>第六节 血液在循环系统中的流动</b> .....	43
一、心脏做功 .....	43
二、血流速度分布 .....	44
三、血流过程中的血压分布 .....	45
思考题与习题二 .....	46
<b>第三章 振动、波动和声波</b> .....	47
<b>第一节 简谐振动</b> .....	47
一、简谐振动方程 .....	47
二、简谐振动的特征量 .....	48
三、简谐振动的矢量图示法 .....	48
四、简谐振动的能量 .....	49
<b>第二节 阻尼振动、受迫振动和共振</b> .....	49
一、阻尼振动 .....	49
二、受迫振动 .....	50
三、共振 .....	50

第三节 简谐振动的合成 .....	51
一、两个同方向、同频率简谐振动的合成 .....	51
二、同方向、不同频率的简谐振动的合成 .....	52
三、振动谱 .....	52
四、两个同频率、互相垂直的简谐振动的合成 .....	53
第四节 机械波 .....	54
一、机械波的产生 .....	54
二、波面和波线 .....	54
三、波速、波长、波的周期和频率 .....	55
第五节 波动方程 .....	55
第六节 波的能量 .....	57
一、波的能量 .....	57
二、波的强度 .....	57
三、波的衰减 .....	58
第七节 惠更斯原理 .....	58
一、惠更斯原理 .....	58
二、解释波的衍射 .....	58
第八节 波的干涉 .....	59
一、波的叠加原理 .....	59
二、波的干涉 .....	59
三、调幅波 .....	60
四、驻波 .....	61
第九节 声波 .....	63
一、声压和声强 .....	63
二、听觉域 .....	64
三、声强级和响度级 .....	65
第十节 多普勒效应 .....	65
第十一节 超声波及其医学应用 .....	67
一、超声波的特性 .....	67
二、超声波的产生与探测 .....	68
三、超声波在医学中的应用 .....	68
思考题与习题三 .....	71
第四章 狭义相对论和广义相对论 .....	73
第一节 伽利略变换 .....	73
一、经典力学的绝对时空观和相对性原理 .....	73
二、伽利略变换 .....	74
第二节 洛伦兹变换 .....	75

一、迈克耳孙-莫雷实验 .....	75
二、狭义相对论的基本假设 .....	75
三、洛伦兹变换 .....	76
第三节 狭义相对论的时空观 .....	77
一、时间膨胀 .....	77
二、洛伦兹收缩 .....	78
三、同时性的相对性 .....	79
四、因果率和信号速度 .....	79
五、光多普勒效应 .....	79
六、退行红移和膨胀宇宙 .....	80
第四节 相对论动力学 .....	80
一、动量和质量 .....	81
二、力和动能 .....	81
三、质能关系 .....	82
四、能量和动量的关系 .....	83
第五节 广义相对论简介 .....	84
一、等效原理 .....	84
二、广义相对性原理 .....	85
三、引力场的时空特性 .....	85
四、引力坍缩与黑洞 .....	87
五、引力波 .....	87
思考题与习题四 .....	87
<b>第五章 分子动理论 .....</b>	<b>89</b>
第一节 物质的微观结构 .....	89
第二节 理想气体分子动理论 .....	90
一、理想气体状态方程 .....	90
二、理想气体微观模型 .....	91
三、理想气体的压强公式 .....	91
四、理想气体的能量公式 .....	92
五、理想气体定律的推导 .....	93
第三节 气体分子速率分布律和能量分布律 .....	94
一、麦克斯韦速率分布定律 .....	94
二、平均自由程和平均碰撞频率 .....	96
三、玻耳兹曼能量分布定律 .....	98
第四节 输运过程 .....	98
一、热传导 .....	99
二、扩散 .....	100

三、透膜运输 .....	100
第五节 液体的表面现象 .....	102
一、表面张力和表面能 .....	102
二、曲面下的附加压强 .....	104
三、毛细现象和气体栓塞 .....	105
四、表面活性物质与表面吸附 .....	107
思考题与习题五 .....	108
<b>第六章 热力学基础</b> .....	109
第一节 热力学的一些基本概念 .....	109
一、热力学系统 .....	109
二、准静态过程 .....	109
第二节 热力学第一定律 .....	110
一、功、热量、内能 .....	110
二、热力学第一定律 .....	111
第三节 热力学第一定律的应用 .....	112
一、定容过程 .....	112
二、定压过程 .....	112
三、等温过程 .....	114
四、绝热过程 .....	114
五、人体的能量交换 .....	115
第四节 循环过程 卡诺循环 .....	117
一、循环过程和热机效率 .....	117
二、卡诺循环及其效率 .....	119
第五节 热力学第二定律 .....	120
一、热力学第二定律 .....	120
二、可逆过程和不可逆过程 .....	121
三、热力学第二定律的统计意义 .....	121
四、卡诺定理 .....	123
第六节 熵和熵增加原理 .....	123
一、克劳修斯等式 .....	123
二、熵 .....	124
三、熵增加原理与能量退降 .....	125
思考题与习题六 .....	127
<b>第七章 静电场</b> .....	129
第一节 电场 电场强度 .....	129
一、电荷 库仑定律 .....	129

二、电场与电场强度 .....	130
三、场强叠加原理 .....	130
四、电场强度的计算 .....	131
第二节 高斯定理 .....	132
一、电场线和电通量 .....	132
二、高斯定理 .....	133
三、高斯定理的应用举例 .....	134
第三节 电势 .....	135
一、静电场力所作的功 .....	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 .....	139
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 .....	143
三、电位移 有电介质时的高斯定理 .....	145
四、电容器及其电容 .....	146
五、静电场的能量 .....	146
第六节 心电知识 .....	148
一、心电场 .....	148
二、心电图 .....	150
三、心电图导联 .....	150
思考题与习题七 .....	151
第八章 直流电 .....	154
第一节 电流密度 .....	154
一、电流和电流密度 .....	154
二、金属与电解质的导电性 .....	155
三、欧姆定律的微分形式 .....	156
第二节 基尔霍夫定律 .....	157
一、基尔霍夫第一定律 .....	157
二、基尔霍夫第二定律 .....	158
第三节 电容器的充电和放电 .....	159
一、RC 电路的充电过程 .....	160

二、RC 电路的放电过程 .....	161
第四节 生物膜电位 .....	162
一、能斯特方程 .....	162
二、静息电位 .....	163
三、神经纤维的电缆方程 .....	165
四、动作电位 .....	167
思考题与习题八 .....	167
<b>第九章 电磁现象</b> .....	<b>169</b>
第一节 磁场 磁感应强度 .....	169
一、磁感应强度 .....	169
二、磁通量 磁场中的高斯定理 .....	170
第二节 电流的磁场 .....	171
一、毕奥-萨伐尔定律 .....	171
二、安培环路定律 .....	174
第三节 场磁对电流的作用 .....	175
一、磁场对运动电荷的作用 .....	175
二、磁场对载流导线的作用 .....	176
三、载流线圈所受磁力矩 .....	176
四、霍尔效应 .....	178
五、质谱仪和回旋加速器 .....	178
六、电磁泵和电磁船 .....	180
七、磁带与磁头 .....	180
八、生物医学电磁传感器 .....	181
第四节 磁介质 .....	181
一、介质中的磁场 .....	182
二、顺磁质、抗磁质和铁磁质 .....	183
三、超导体及其磁学特性 .....	183
第五节 磁场的生物效应 .....	185
一、生物磁现象 .....	185
二、磁场的生物效应 .....	186
三、生物磁场的测定 .....	187
第六节 电磁感应定律 .....	188
一、电磁感应定律 .....	188
二、动生电动势 .....	189
三、感生电动势 涡旋电场 .....	190
第七节 生物电阻抗 .....	191
一、生物体的交流等效电路 .....	191

二、机体阻抗测量 .....	193
三、阻抗图与阻抗微分图 .....	193
第八节 电磁振荡和电磁波 .....	195
一、位移电流 .....	195
二、麦克斯韦方程组 .....	196
三、电磁振荡 .....	197
四、电磁波和电磁波谱 .....	198
五、电磁场对生物体的作用 .....	199
思考题与习题九 .....	200
<b>第十章 波动光学</b> .....	<b>202</b>
<b>第一节 光的干涉</b> .....	<b>202</b>
一、光的相干性 .....	202
二、光程和光程差 .....	203
三、杨氏双缝实验 .....	204
四、洛埃镜实验 .....	206
五、薄膜干涉 .....	206
六、等厚干涉 .....	207
七、迈克耳孙干涉仪 .....	209
<b>第二节 光的衍射</b> .....	<b>210</b>
一、单缝衍射 .....	210
二、圆孔衍射 .....	213
三、光栅衍射 .....	213
<b>第三节 光的偏振</b> .....	<b>214</b>
一、自然光和偏振光 .....	214
二、马吕斯定律 .....	215
三、布儒斯特定律 .....	216
四、光的双折射 .....	217
五、二向色性和偏振片 .....	219
<b>第四节 偏振光的干涉</b> .....	<b>220</b>
<b>第五节 偏振光的应用</b> .....	<b>221</b>
一、光弹效应 .....	221
二、克尔效应 .....	222
三、物质的旋光性 .....	223
<b>第六节 液晶的光学特性</b> .....	<b>224</b>
一、液晶的分类和结构 .....	224
二、液晶的双折射现象 .....	225
三、胆甾相液晶的选择反射 .....	225

四、液晶的电光效应 .....	225
思考题与习题十 .....	226
<b>第十一章 几何光学</b> .....	228
<b>第一节 球面折射</b> .....	228
一、单球面折射 .....	228
二、共轴球面系统 .....	231
<b>第二节 透镜</b> .....	231
一、薄透镜公式 .....	232
二、薄透镜组合 .....	232
三、厚透镜 .....	234
四、柱面透镜 .....	235
五、透镜的像差 .....	236
<b>第三节 眼睛</b> .....	237
一、眼的光学结构 .....	237
二、眼的调节 .....	238
三、眼的分辨本领 .....	239
四、眼的屈光不正及其矫正 .....	239
<b>第四节 几种医用光学仪器</b> .....	241
一、放大镜 .....	241
二、光学显微镜 .....	242
三、纤镜 .....	246
四、特殊显微镜 .....	247
思考题与习题十一 .....	252
<b>第十二章 量子力学基础</b> .....	254
<b>第一节 黑体辐射</b> .....	254
一、黑体辐射 .....	254
二、普朗克能量子假设 .....	256
<b>第二节 光电效应</b> .....	257
一、光电效应 .....	257
二、爱因斯坦光子假设 .....	258
<b>第三节 康普顿效应</b> .....	259
一、康普顿效应 .....	259
二、康普顿效应的解释 .....	260
<b>第四节 线状谱 原子中的能量量子化</b> .....	261
一、氢原子光谱 .....	261
二、玻尔理论 .....	262



第五节 物质的波动性质 .....	264
一、德布罗意假设 .....	264
二、电子衍射 .....	265
三、不确定关系 .....	266
第六节 薛定谔方程 .....	267
一、波函数 .....	267
二、薛定谔方程 .....	267
三、一维无限深势阱 .....	268
四、势垒 隧道效应 .....	270
第七节 量子力学的原子结构概念 .....	273
一、四个量子数 .....	273
二、多电子原子 .....	274
第八节 原子光谱与分子光谱 .....	275
一、原子光谱 .....	275
二、分子光谱 .....	276
思考题与习题十二 .....	279
<b>第十三章 X 射线</b> .....	<b>281</b>
<b>第一节 X 射线的产生</b> .....	<b>281</b>
一、X 射线的产生装置 .....	281
二、X 射线的强度和硬度 .....	283
<b>第二节 X 射线谱</b> .....	<b>284</b>
一、连续 X 射线谱 .....	284
二、标识 X 射线谱 .....	285
<b>第三节 X 射线的基本性质</b> .....	<b>286</b>
一、X 射线的一般性质 .....	286
二、X 射线的衍射 .....	287
<b>第四节 物质对 X 射线的衰减规律</b> .....	<b>288</b>
一、单色 X 射线的衰减规律 .....	288
二、衰减系数与波长、原子序数的关系 .....	289
<b>第五节 X 射线的医学应用</b> .....	<b>290</b>
一、治疗 .....	290
二、诊断 .....	290
三、X-CT .....	291
思考题与习题十三 .....	297
<b>第十四章 原子核和放射性</b> .....	<b>299</b>
<b>第一节 原子核的基本性质</b> .....	<b>299</b>