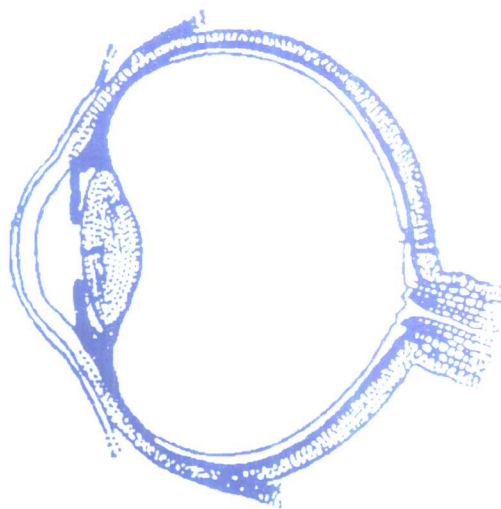




面向21世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

医用物理学

王芝云 主编



科学出版社
SCIENCE PRESS

面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

医用物理学

王芝云 主编

科学出版社

2001

内 容 简 介

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”项目成果。内容包括生物力学基础、相对论基础、流体动力学、振动波动和声、分子动理论、液体的表面现象、静电场、直流电、磁场和电磁场、波动光学、几何光学、量子力学基础、激光、X 射线、原子核与放射性、现代医学成像的物理基础等 16 章及一章专题选读。该书注重配合教学方法的更新,有明显的特色,受到了多位专家的肯定。

本书适宜用作高等医学院校之基础物理教材。

图书在版编目(CIP)数据

医用物理学/王芝云主编. —北京:科学出版社,2001

(面向 21 世纪课程教材)

ISBN 7-03-009372-0

I. 医… II. 王… 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(2001)第 26450 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

科地亚印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001 年 7 月第 一 版 开本:850×1168 1/16

2001 年 7 月第一次印刷 印张:20.3/4

印数:1—6 000 字数:443 000

定价:27.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

前 言

为适应 21 世纪对高科技人才的需求,在对现行医学院校医学专业物理课程内容和内容构建以及与高中物理内容衔接方面进行了广泛深入调查的基础上,依据教育部对普通高等院校医学专业物理课程教学的基本要求,并考虑到中学物理的教学水平和当前普通高等院校医学专业的教学条件,结合多年来教学实践的经验和体会,我们编写了本书。

本书的主要特色为:

1. 与高中物理内容合理衔接避免了不必要的重复,在知识的切入点、内容的安排上做了一些调整,适当提高了起点,增加了深度和广度.例如,液体的表面张力直接从表面张力的定义开始,磁场直接由电流的磁场入手,对于光的干涉衍射,则重点放在定量分析图样的形成,并半定量地分析光强分布规律,删去了磁感应强度的定义、氢原子的玻尔理论、光电效应等中学学过的内容。

2. 与相关课程合理衔接提高学生获取知识的效率.针对医学教育的特点,本书在某些问题及知识的介绍、应用和引深方面进行了一些尝试性的处理.例如,去掉热力学内容(无机化学中已有),而仍保留多电子原子结构方面的内容,但以小字排版,以供教师选讲或留给学生自学。

3. 适当运用数学工具使学生初步了解如何定量研究生命现象.在数学工具的使用方面,本书在编写过程中力求给学生讲清数学方法的物理意义,而不注重具体的数学推导和计算,以求引导学生深刻理解物理问题的本质,并对如何用定量方法研究生命现象有所体会。

4. 为医学专业培养目标服务,适当为后续课程铺路,本书在某些知识的应用和引深方面进行了一些相应的处理.例如,在波动中,介绍了脉搏波的形成原理及其传播速度;作为伯努利方程应用,增加了红细胞的轴向集中、血压与体位有关等医学实例;关于血液的黏滞性,给出了卡森方程;在不确定原理后,通过实际计算,说明可以用牛顿力学的方法研究红细胞的运动等医学问题。

5. 为开阔学生眼界,开发学生智力,提高学生的科学素质,本书对近代物理理论及其技术成果的应用,特别是在医学上应用的物理基础进行了深入浅出的介绍,并在相关的问题及习题中有所体现.例如星球的匀速自转、星系的角动量守恒、宇宙微波背景辐射的探测、热核爆炸辐射度以及 J/Ψ 粒子平均寿命的计算等.同时将作为现代物理理论及其成果应用具有代表性的狭义相对论、量子力学和医学成像独立成章.另外,将广义相对论、超导、光纤、全息、宇称、粒子和天体物理中的宇宙模型等 7 部分内容以专题阅读的形式作为最后一章进行了介绍,以供教师自由选讲或使学生特别是学有余力的学生,花较少的时间和精力,通过自学,便能对一些近代物理理论的内容及其发展过程略知梗概,对某些现代物理技术及其应用有所了解。

EAA 68/1

6. 考虑到培养 21 世纪高科技医学人才的需要, 本书注重对学生进行科学研究方法, 科学思维方式和知识应用能力的培养. 例如在振动中以弹簧振子和单摆为例, 用归纳法分析建立简谐振动方程. 关于激光的工作物质, 通过辩证分析, 告诉学生只有具有四能级的物质才是理想的工作物质. 又如在介绍原子核的自旋时, 通过与原子内电子的自旋进行类比, 方便地得到了原子核自旋的规律和定律, 同时体现了各部分知识之间的联系, 提示学生在学习过程中应掌握要领, 融会贯通, 提高学习效率.

本书由王芝云主编并编写绪论、第二、三、六、十、十二、十七章. 周晋阳任副主编并编写第四、七、九章, 何玉琴任副主编并编写第十三、十六章, 董维任副主编并编写第八、十四、十五章, 改写第五章的部分内容. 樊亚萍编写第一章, 强蕴蕴编写第十一章, 喻有理编写第五章. 许淑菊任主审. 在本书的编写过程中, 承蒙黄诒焯教授的指导、郭桦教授的关心和西安交通大学和长治医学院有关领导和朋友们的支持, 在此编者谨向各位致以衷心的感谢.

由于编者学浅识疏, 书中定有失误和不妥之处, 敬请使用本书的老师和同学们不吝批评指正.

编 者
2000 年 9 月

目 录

绪论	(1)
一、物理学的研究对象	(1)
二、物理学的研究方法	(1)
三、物理学与医学的关系	(2)
第一章 生物力学的物理基础	(3)
第一节 刚体的转动	(3)
一、刚体定轴转动的运动学规律	(3)
二、刚体定轴转动的动力学规律	(6)
三、刚体定轴转动的转动动能、动能定理	(10)
四、刚体定轴转动和角动量、角动量守恒定律	(11)
第二节 人体的静力平衡	(13)
一、刚体的静力平衡	(13)
二、人体的静力平衡	(14)
第三节 物体的弹性	(16)
一、应力和应变	(17)
二、应力与应变的关系	(19)
三、生物材料的力学性质	(21)
思考题	(23)
习题	(23)
第二章 狭义相对论基础	(25)
第一节 伽利略的相对性原理和牛顿的绝对时空观	(25)
一、伽利略的相对性原理	(25)
二、伽利略变换	(25)
三、牛顿的绝对时空观	(26)
第二节 狭义相对论的基本原理	(27)
一、实验基础	(27)
二、狭义相对论的基本原理	(27)
三、洛伦兹变换	(28)
第三节 狭义相对论的时空观	(28)
一、同时性的相对性	(28)
二、时间的相对性	(29)

三、长度的相对性	(29)
第四节 相对论动力学	(30)
一、相对论质量	(30)
二、相对论动能	(31)
三、相对论能量	(31)
四、能量和动量的关系	(32)
思考题	(33)
习题	(33)
第三章 流体动力学	(34)
第一节 理想流体的定常流动	(34)
一、理想流体的定常流动	(34)
二、连续性方程	(35)
三、伯努利方程	(36)
四、伯努利方程的应用	(37)
第二节 黏滞流体的流动	(40)
一、流体的黏滞性	(40)
二、黏滞流体的流动状态	(42)
三、黏滞流体的伯努利方程	(43)
四、泊肃叶定律	(43)
五、斯托克斯定律	(47)
第三节 血液的流动	(48)
一、血液的黏滞性	(48)
二、体循环系统中血压的分布	(49)
三、心脏做功	(49)
思考题	(50)
习题	(51)
第四章 振动、波动和声	(53)
第一节 简谐振动	(53)
一、简谐振动方程	(53)
二、简谐振动的特征量	(54)
三、简谐振动的旋转振幅矢量表示	(55)
四、简谐振动的能量	(55)
五、阻尼振动	(56)
六、受迫振动和共振	(57)
第二节 简谐振动的合成	(57)
一、两个频率相同、振动方向一致的简谐振动的合成	(58)
二、两个频率不同、振动方向一致的简谐振动的合成	(59)
三、两个频率相同、振动方向相互垂直的简谐振动的合成	(60)

四、两个频率不同、振动方向相互垂直的简谐振动的合成	(61)
五、振动的频谱分析	(62)
第三节 简谐波	(62)
一、波的几何描述	(63)
二、惠更斯原理	(63)
三、简谐波的波动方程	(63)
第四节 波的能量	(65)
一、波的能量密度	(65)
二、波的强度	(66)
三、波的衰减	(66)
第五节 波的干涉	(67)
一、波的叠加原理	(67)
二、波的干涉	(67)
三、驻波	(68)
第六节 声 波	(69)
一、声速	(69)
二、声压、声阻和声强	(70)
三、声波的反射和透射	(71)
四、声强级与响度级	(72)
第七节 多普勒效应	(73)
一、多普勒效应	(73)
二、多普勒效应的应用	(74)
第八节 超 声	(75)
一、超声的产生与接收	(75)
二、超声的特性	(76)
三、超声的生物效应	(76)
四、超声诊断的物理原理	(77)
五、超声诊断仪	(78)
思考题	(79)
习题	(79)
第五章 气体分子动理论	(81)
第一节 理想气体的压强公式	(81)
一、理想气体的微观模型	(82)
二、理想气体的压强公式	(82)
第二节 气体分子的速率分布	(83)
一、速率分布函数	(83)
二、速率分布定律	(84)
三、分子速率的三种统计平均值	(85)

第三节 理想气体的内能	(86)
一、平均平动动能	(86)
二、能量均分原理	(86)
三、理想气体的内能	(86)
第四节 混合气体的压强	(87)
一、阿伏伽德罗定律	(87)
二、道尔顿分压定律	(88)
第五节 气体分子的能量分布	(88)
一、重力场中气体分子按高度的分布	(89)
二、能量分布定律	(89)
第六节 气体分子的碰撞	(90)
一、平均碰撞频率	(90)
二、平均自由程	(91)
第七节 气体的迁移现象	(91)
一、动量的迁移	(91)
二、能量的迁移	(92)
三、质量的迁移	(92)
思考题	(95)
习题	(95)
第六章 液体的表面现象	(97)
第一节 表面张力与表面能	(97)
一、表面张力	(97)
二、表面能	(98)
三、表面活性物质与表面吸附	(99)
第二节 弯曲液面的附加压强	(100)
一、任意弯曲液面的附加压强	(100)
二、球形液面的附加压强	(101)
三、肺泡的物理性质	(102)
第三节 毛细现象和气体栓塞	(103)
一、浸润与不浸润	(103)
二、毛细现象	(104)
三、气体栓塞	(105)
思考题	(106)
习题	(106)
第七章 静电场	(107)
第一节 电场强度	(107)
一、电场强度	(107)
二、场强叠加原理	(108)

第二节 高斯定理	(108)
一、电通量	(108)
二、高斯定理	(109)
三、高斯定理的应用	(110)
第三节 电场力的功	(112)
一、点电荷电场中电场力的功	(112)
二、点电荷系电场中电场力的功	(112)
三、场强环路定理	(113)
第四节 电 势	(113)
一、电势	(113)
二、电势叠加原理	(114)
三、离散点电荷组成的带电体电场中电势的计算	(115)
四、电荷连续分布的带电体电场中电势的计算	(117)
五、场强与电势的微分关系	(118)
第五节 静电场中的电介质	(119)
一、电介质及其极化	(119)
二、极化强度	(120)
三、电介质中的场强	(120)
四、电介质的应用	(121)
第六节 静电场的能量	(122)
一、导体的电容	(123)
二、带电孤立导体的电场能量	(123)
三、带电平行板电容器的电场能量	(124)
四、电场能量密度	(124)
五、电场能量的计算	(124)
第七节 生物膜电势	(125)
一、膜电势	(125)
二、静息电势	(126)
三、动作电势	(127)
第八节 心 电	(127)
一、心电向量	(127)
二、心电的形成	(128)
三、心电导联	(128)
思考题	(129)
习题	(130)
第八章 直流电	(131)
第一节 直流电流	(131)
一、电流强度	(131)

二、电流密度	(131)
三、欧姆定律的微分形式	(132)
四、金属导电	(132)
五、电解质导电	(133)
第二节 电动势	(133)
一、电源电动势	(133)
二、带电粒子迁移过程的电动势	(134)
第三节 电路定律	(137)
一、闭合电路的欧姆定律	(137)
二、一段含源电路的欧姆定律	(137)
三、基尔霍夫定律	(138)
四、基尔霍夫定律的应用	(139)
第四节 RC 电路的暂态过程	(139)
一、RC 电路的充电过程	(139)
二、RC 电路的放电过程	(141)
第五节 直流电的医学应用	(141)
一、神经纤维的电学性质	(141)
二、心脏除颤	(142)
三、电泳与电渗	(143)
思考题	(143)
习题	(144)
第九章 磁场和电磁场	(145)
第一节 电流的磁场	(145)
一、毕奥-萨伐尔定律	(145)
二、毕奥-萨伐尔定律的应用	(146)
第二节 高斯定理	(148)
一、磁通量	(148)
二、高斯定理	(148)
第三节 安培环路定理	(149)
一、安培环路定理	(149)
二、安培环路定理的应用	(150)
第四节 磁场对电流的作用	(151)
一、磁场对运动电荷的作用	(151)
二、磁场对载流导线的作用	(153)
三、磁场对载流线圈的作用	(153)
第五节 磁场中的磁介质	(155)
一、磁介质的磁化	(155)
二、磁导率	(155)

三、磁场强度	(156)
第六节 磁场的能量	(156)
一、RL 电路的暂态过程	(156)
二、磁场的能量	(158)
三、磁场的能量密度	(159)
四、磁场能量的计算	(159)
第七节 磁场的生物效应及其医学应用	(160)
一、磁场的生物效应	(160)
二、人体磁场	(160)
三、磁场的医学应用	(161)
第八节 电磁场	(162)
一、涡旋电场和位移电流	(162)
二、电磁波	(163)
三、电磁波的性质	(164)
四、电磁波的能量	(165)
五、电磁波的医学应用	(166)
思考题	(166)
习题	(166)
第十章 波动光学	(168)
第一节 光的干涉	(168)
一、光的相干性	(168)
二、光程、相干长度	(168)
三、双缝干涉	(169)
四、薄膜干涉	(171)
第二节 光的衍射	(174)
一、单缝衍射	(174)
二、圆孔衍射	(177)
三、光栅衍射	(177)
第三节 光的偏振	(179)
一、自然光与偏振光	(179)
二、起偏与检偏	(180)
三、偏振光的产生	(181)
第四节 物质的旋光性	(183)
一、旋光现象	(183)
二、旋光规律	(183)
三、旋光现象的应用	(184)
思考题	(184)
习题	(184)

第十一章 几何光学	(186)
第一节 球面折射	(186)
一、单球面折射	(186)
二、共轴球面系统	(188)
第二节 透镜	(189)
一、薄透镜	(189)
二、薄透镜的组合	(190)
三、厚透镜	(190)
四、圆柱透镜	(192)
第三节 眼睛	(193)
一、眼的结构及其光学性质	(193)
二、眼的屈光不正及其矫正	(193)
第四节 显微镜	(194)
一、放大镜	(194)
二、显微镜	(195)
三、电子显微镜	(196)
四、偏光显微镜	(197)
五、相差显微镜	(197)
六、扫描隧道显微镜	(198)
第五节 光度学	(199)
一、视见函数	(199)
二、光通量、发光强度	(199)
三、亮度、照度	(200)
四、眼的视觉	(201)
第六节 光学仪器成像的质量	(202)
一、分辨本领	(202)
二、像差	(204)
三、像的亮度和照度	(205)
思考题	(206)
习题	(206)
第十二章 量子力学基础	(208)
第一节 热辐射	(208)
一、热辐射现象	(208)
二、基尔霍夫辐射定律	(209)
三、黑体辐射定律	(211)
四、热辐射的机理	(213)
五、热辐射的应用	(215)
第二节 康普顿效应	(216)

一、康普顿效应	(216)
二、康普顿效应的理论解释	(216)
第三节 光的波粒二象性	(218)
一、光子的质量和动量	(218)
二、光的波粒二象性	(219)
第四节 德布罗意假设	(220)
一、实物粒子的波动性	(220)
二、电子的衍射实验	(221)
三、物质波的统计解释	(222)
第五节 不确定原理	(223)
一、位置与动量的不确定原理	(223)
二、能量与时间的不确定原理	(225)
第六节 薛定谔方程	(226)
一、波函数及其物理意义	(226)
二、薛定谔方程	(226)
三、量子力学对氢原子的描述	(227)
四、氢原子内电子的空间分布规律	(230)
第七节 电子自旋	(232)
一、原子的能级分裂	(232)
二、电子的自旋	(232)
第八节 原子的壳层结构	(234)
一、泡利不相容原理和能量最小原理	(234)
二、原子的壳层结构	(234)
第九节 量子力学的应用	(235)
一、量子力学在化学中的应用	(235)
二、量子力学在生物学中的应用	(236)
思考题	(236)
习题	(237)
第十三章 激光	(239)
第一节 激光的产生原理及其特性	(239)
一、激光的产生原理	(239)
二、激光的特性	(242)
第二节 医用激光器	(243)
一、氩-氟激光器	(243)
二、红宝石激光器	(244)
三、准分子激光器	(245)
第三节 激光的生物效应、医学应用及其防护	(245)
一、激光的热作用	(245)

二、激光的光化作用	(246)
三、激光的机械作用	(246)
四、激光的电磁场作用	(247)
五、弱激光的刺激作用	(247)
六、激光的医学应用	(247)
七、激光的防护	(249)
思考题	(249)
第十四章 X 射线	(250)
第一节 X 射线的产生及其性质	(250)
一、X 射线的产生	(250)
二、X 射线的性质	(251)
第二节 X 射线谱	(252)
一、连续 X 射线谱	(253)
二、标识 X 射线谱	(253)
第三节 物质对 X 射线的吸收	(254)
一、物质吸收 X 射线的规律	(254)
二、物质吸收 X 射线的机理	(255)
第四节 X 射线的生物效应及其医学应用	(256)
一、X 射线的生物效应	(256)
二、X 射线的医学应用	(257)
思考题	(258)
习题	(258)
第十五章 原子核与放射性	(259)
第一节 原子核的基本性质	(259)
一、原子核的组成	(259)
二、原子核的性质	(260)
三、原子核的稳定性	(260)
第二节 核衰变的类型	(261)
一、 γ 衰变和内转换	(261)
二、 α 衰变	(262)
三、 β 衰变	(262)
四、电子俘获	(264)
第三节 核衰变的规律	(264)
一、衰变定律	(264)
二、平均寿命	(265)
三、半衰期	(265)
四、放射性活度	(267)
第四节 放射性射线与物质的相互作用	(268)

一、带电粒子与物质的相互作用	(268)
二、 γ 射线与物质的相互作用	(269)
三、中子与物质相互作用	(269)
第五节 放射性射线的辐射剂量与防护	(270)
一、放射性射线的辐射剂量	(270)
二、放射性射线的防护	(271)
第六节 放射性核素的医学应用	(273)
一、放射性示踪法	(273)
二、诊断	(273)
三、治疗	(273)
思考题	(274)
习题	(274)
第十六章 现代医学成像的物理基础	(275)
第一节 X射线 CT	(275)
一、X-CT 概况	(275)
二、X-CT 的物理原理	(276)
三、X-CT 图像重建方法	(277)
四、X-CT 扫描机	(279)
五、CT 值和窗口技术	(281)
六、X-CT 的医学应用	(283)
第二节 磁共振成像	(283)
一、磁共振的物理原理	(283)
二、磁共振成像原理	(288)
三、MRI 参数的测量和医学应用	(290)
四、MRI 系统	(291)
第三节 发射型 CT 成像	(292)
一、单光子发射型 CT	(293)
二、正电子发射型 CT	(294)
思考题	(296)
习题	(296)
第十七章 近代物理专题选读	(297)
第一节 广义相对论的基本概念	(297)
一、等效原理	(297)
二、光的偏折	(297)
三、时空弯曲	(297)
四、引力场方程的物理思想	(298)
五、广义相对论效应	(298)
第二节 超导体、超导技术及其应用	(299)

一、超导现象	(299)
二、超导体的性质	(300)
三、高温超导体	(300)
四、超导技术的应用	(301)
第三节 光纤及其应用	(301)
一、光纤	(301)
二、光纤通信	(302)
三、光缆技术	(302)
第四节 全息照相	(302)
一、全息照相	(302)
二、全息照片的拍摄	(303)
三、全息图像的观察	(303)
四、全息技术的应用	(304)
第五节 宇称守恒与不守恒	(304)
一、对称性	(304)
二、宇称	(305)
三、宇称守恒与不守恒	(305)
第六节 粒子物理学基础	(306)
一、粒子与反粒子	(306)
二、粒子的产生及其性质	(307)
三、粒子的种类	(308)
四、粒子间的相互作用	(309)
五、守恒与不守恒	(310)
六、强子的夸克模型	(310)
第七节 宇宙膨胀和大爆炸	(312)
一、宇宙概况	(312)
二、宇宙模型	(312)
三、宇宙膨胀	(313)
四、宇宙大爆炸	(313)
附录一 基本物理常数	(315)
附录二 希腊字母	(315)