



普通高等教育中医药类“十二五”规划教材  
全国普通高等教育中医药类精编教材

# 物理学

WULIXUE

(供中医类、中西医结合、中药、药学等专业用)

主 编 邵建华 顾柏平

副主编 韦相忠 刚 晶 李 光

黄 浩 柴 英

主 审 侯俊玲

上海科学技术出版社

普通高等教育中医药类“十二五”规划

全国普通高等教育中医药类精编教材

# 物理学

(供中医类、中西医结合、中药、药学等专业用)

|     |                                 |
|-----|---------------------------------|
| 主 编 | 邵建华<br>顾柏平                      |
| 副主编 | 韦相忠<br>刚 晶<br>李 光<br>黄 浩<br>柴 英 |

|     |     |
|-----|-----|
| 主 审 | 侯俊玲 |
|-----|-----|

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理学 / 邵建华, 顾柏平主编. — 上海: 上海科学技术出版社, 2013. 8

普通高等教育中医药类“十二五”规划教材 全国普通高等教育中医药类精编教材

ISBN 978 - 7 - 5478 - 1732 - 2

I. ①物… II. ①邵… ②顾… III. ①物理学 - 医学院 - 教材 IV. ①04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 132955 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行  
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

南京展望文化发展有限公司排版

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张: 18

字数: 360 千字

2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 1732 - 2/O · 27

定价: 28.00 元

---

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,  
请向工厂联系调换

## 《物理学》编委会名单

主 编

邵建华(上海中医药大学)  
顾柏平(南京中医药大学)

主 审

侯俊玲(北京中医药大学)

副 主 编

韦相忠(广西中医药大学)  
刚 晶(辽宁中医药大学)  
李 光(长春中医药大学)  
黄 浩(福建中医药大学)  
柴 英(大连医科大学中山学院)

编 委

(以姓氏笔画为序)  
王 贺(黑龙江中医药大学)  
王 勤(贵阳中医学院)  
王冬梅(黑龙江中医药大学)  
王立普(邢台医学高等专科学校)  
孔志勇(山东中医药大学)  
叶 红(上海中医药大学)  
刘 慧(成都中医药大学)  
杨林静(云南中医学院)  
张 莉(北京中医药大学)  
张灵帅(河南中医学院)  
俞 允(福建中医药大学)  
钱天虹(安徽中医药大学)  
莫嘉雯(广西中医药大学)  
凌高宏(湖南中医药大学)  
郭晓玉(河南中医学院)  
高建平(甘肃中医学院)  
高清河(辽宁中医药大学)  
彭春花(上海中医药大学)  
蒋良平(大连大学)  
鲁玮瑗(首都医科大学)  
林 蓉(上海中医药大学)

学术秘书

普通高等教育中医药类“十二五”规划教材  
全国普通高等教育中医药类精编教材

# 专家指导委员会名单

(以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 万德光 | 王 华 | 王 键 | 王之虹 | 王永炎 |
| 王亚利 | 王新陆 | 邓铁涛 | 石学敏 | 匡海学 |
| 刘红宁 | 刘振民 | 许能贵 | 李灿东 | 李金田 |
| 严世芸 | 吴勉华 | 杨关林 | 何 任 | 余曙光 |
| 张伯礼 | 张俊龙 | 陆德铭 | 范永升 | 周永学 |
| 周仲瑛 | 郑玉玲 | 郑 进 | 胡鸿毅 | 施建蓉 |
| 耿 直 | 高思华 | 唐 农 | 梁光义 | 黄政德 |
| 翟双庆 | 颜德馨 |     |     |     |

# 前言

医学乃性命之学,医学教材为医者入门行医之准绳。上海科学技术出版社于1964年受国家卫生部委托出版全国中医院校试用教材迄今,肩负了近半个世纪全国中医院校教材建设、出版的重任。中医前辈殚精竭虑编写的历版中医教材,培养造就了成千上万的中医卓越人才报效于中医事业,尤其是1985年出版的全国统编高等医学院校中医教材(五版教材),被誉为中医教材之经典而蜚声海内外。

进入21世纪,高等教育教材改革提倡一纲多本、形式多样,先后有多家出版社参与了中医教材建设,呈现百花齐放之势。2006年,上海科学技术出版社在全国高等中医药教学管理研究会和专家指导委员会精心指导下,在全国中医院校积极参与下,出版了供中医院校本科生使用的“全国普通高等教育中医药类精编教材”。“精编教材”综合、继承了历版教材之精华,遵循“三基”、“五性”和“三特定”教材编写原则,教材编写依据国家教育部新版教学大纲和国家中医药执业医师资格考试要求,突出“精炼、创新、适用”特点。在教材的组织策划、编写和出版过程中,上海科学技术出版社与作者一起秉承认真、严谨、务实的作风,反复论证,层层把关,使“精编教材”的内容编写、版式设计和质量控制等均达到了预期的要求,并获得中医院校师生的好评。

为了更好地贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》,全面提升本科教材质量,充分发挥教材在提高人才培养质量中的基础性作用,2010年秋季,全国高等中医药教学管理研究会和上海科学技术出版社在上海召开了中医院校教材建设研讨会。在会上,院校领导和专家们就如何提高高等教育质量和人才培养质量发表了真知灼见,并就中医药教育和教材建设等议题进行了深入的探讨。根据会议提议,在“十二五”开局之年,上海科学技术出版社全面启动“全国普通高等教育中医药类精编教材”的修订和完善工作。“精编教材”修订和完善将根据《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》(教高[2011]5号)精神,实施教材精品战略,充分吸纳教材使用过程中的反馈意见,进一步完善教材的组织、编写和出版机制,有利于教材内容的更新、结构的完善和体系的创新,更切合中医院

校的教学实践。

“教书育人,教材领先”。教材作为授业传道解惑之书,应使学生能诵而解,解而明,明而彰,然要做到这点实在不易。要提高教材质量,必须不断地对其锤炼和修订,诚恳希望广大中医院校的师生和读者在使用中进行检验,并提出宝贵意见,以使本套教材更加适合现代中医药教学的需要。

全国普通高等教育中医药类精编教材  
编审委员会

---

2011年5月

# 编写说明

物理学是研究物质的基本结构、基本运动形式以及相互作用的科学。物理学的理论、方法和技术对现代医药科学的发展作出了突出贡献。20 世纪初相对论、量子论的出现更是推动自然科学进入高速发展的时代。目前 X 射线、生物电、激光、超声、核放射、核磁共振、各种显微技术等已广泛应用于医学临床及研究领域。

本教材是在全国高等中医药教学管理研究会的指导下,由上海中医药大学立项、经上海科学技术出版社组织全国 10 余所高等医药院校在教学第一线的专家教授,按照教育部的高等医药院校物理学教学的基本要求,结合各自学校的教学实践经验及国内外同类教材编写而成。

本书所选的内容涵盖了绝大部分中医药院校现在讲授的物理学全部内容,如刚体力学、分子物理学、热力学、电磁学、光学、量子物理、原子核物理学基础、相对论基础等,并增加了与医药学紧密相关的物体的弹性、流体力学、液体的表面现象、生物电现象、X 射线等内容。在编写时注意由浅入深,避免繁琐的数学运算,力求文字简练、流畅,最大限度满足教学的实际需要。在传授物理知识的同时,注重物理思想、物理方法的介绍。为加强物理学与实际的结合,在每章最后安排了拓展阅读,内容涉及相关重大理论发现的过程、新方法及新技术的应用等。教材最后列出了相关网站,学生通过查阅可以开阔视野、激发兴趣、拾遗补缺。

本书主要供高等中医药院校的中药、药学、中医类、中西医结合、护理、针灸推拿、康复、营养等本专科学生使用。对于广大中医工作者和中医院校的研究生而言,本书也可谓是一本有益的参考书。

我们深知编写基础课程教材并非易事,教材中也做了一些尝试和改进,由于我们的水平有限,不妥之处,恳请专家、教师和同学给予批评指正,以便再版时修订和改进。

《物理学》编委会

2013 年 7 月

# 目 录

|            |               |    |
|------------|---------------|----|
| <b>第一章</b> | <b>力学基础知识</b> | 1  |
| 第一节        | 刚体力学          | 1  |
| 一、         | 刚体的定轴转动       | 1  |
| 二、         | 转动动能 转动惯量     | 4  |
| 三、         | 转动定律          | 6  |
| 四、         | 角动量定理 角动量守恒定律 | 7  |
| 五、         | 陀螺的进动         | 8  |
| 第二节        | 物体的弹性         | 9  |
| 一、         | 应变和应力         | 9  |
| 二、         | 弹性模量          | 11 |
| 三、         | 形变势能          | 13 |
| 第三节        | 骨骼和肌肉的力学性质    | 14 |
| 一、         | 骨骼的力学性质       | 14 |
| 二、         | 肌肉的力学性质       | 16 |
| 拓展阅读       | 骨骼的生物力学性质     | 18 |
| 思考题        |               | 20 |
| 习题         |               | 20 |
| <b>第二章</b> | <b>流体的运动</b>  | 21 |
| 第一节        | 理想流体的稳定流动     | 21 |
| 一、         | 流体的特性         | 21 |
| 二、         | 理想流体的稳定流动     | 22 |
| 三、         | 连续性方程         | 22 |
| 第二节        | 伯努利方程及其应用     | 23 |
| 一、         | 伯努利方程         | 23 |
| 二、         | 伯努利方程的应用      | 25 |
| 第三节        | 黏性流体的运动       | 27 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 一、牛顿黏滞定律 .....         | 27 |
| 二、层流 湍流 雷诺数 .....      | 28 |
| 三、黏性流体的运动规律 .....      | 29 |
| 第四节 血液的流动 .....        | 31 |
| 一、血液循环的特性 .....        | 31 |
| 二、人体血液循环系统中的血流速度 ..... | 32 |
| 三、血流过程中的血压分布 .....     | 32 |
| 四、心脏的功和功率 .....        | 33 |
| 拓展阅读 血压计 .....         | 34 |
| 思考题 .....              | 34 |
| 习题 .....               | 35 |

### 第三章 分子物理学基础 .....

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第一节 理想气体的压强和温度 .....     | 36 |
| 一、理想气体的微观模型 .....        | 36 |
| 二、理想气体的压强公式 .....        | 37 |
| 三、理想气体的温度 .....          | 39 |
| 第二节 能量按自由度均分原理 .....     | 40 |
| 一、自由度数 .....             | 41 |
| 二、能量按自由度均分原理 .....       | 41 |
| 三、理想气体的内能 .....          | 43 |
| 第三节 液体的表面现象 .....        | 44 |
| 一、表面张力 表面能 .....         | 45 |
| 二、弯曲液面的附加压强 气体栓塞现象 ..... | 47 |
| 三、表面活性物质和表面吸附 .....      | 50 |
| 第四节 液体的附着层现象 .....       | 51 |
| 一、浸润现象 .....             | 51 |
| 二、毛细现象 .....             | 52 |
| 拓展阅读 肺泡中的压强 .....        | 54 |
| 思考题 .....                | 55 |
| 习题 .....                 | 55 |

### 第四章 热力学基础 .....

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一节 热力学的一些基本概念 ..... | 57 |
| 一、热力学系统 .....        | 57 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 二、平衡态 .....          | 57 |
| 三、准静态平衡过程 .....      | 58 |
| 第二节 热力学第一定律 .....    | 58 |
| 一、内能 热量 功 .....      | 58 |
| 二、热力学第一定律 .....      | 59 |
| 第三节 热力学第一定律的应用 ..... | 60 |
| 一、等容过程 .....         | 60 |
| 二、等压过程 .....         | 61 |
| 三、等温过程 .....         | 61 |
| 四、绝热过程 .....         | 62 |
| 第四节 卡诺循环 热机效率 .....  | 63 |
| 一、循环过程 .....         | 63 |
| 二、热机效率 .....         | 64 |
| 三、卡诺循环 卡诺热机效率 .....  | 65 |
| 第五节 热力学第二定律 .....    | 66 |
| 一、热力学第二定律 .....      | 66 |
| 二、可逆和不可逆过程 .....     | 67 |
| 三、卡诺定理 .....         | 67 |
| 第六节 熵 熵增加原理 .....    | 68 |
| 一、熵的概念 .....         | 68 |
| 二、熵增加原理 .....        | 69 |
| 三、熵变的计算 .....        | 71 |
| 拓展阅读 熵与信息 .....      | 71 |
| 思考题 .....            | 72 |
| 习题 .....             | 73 |

## 第五章

|                     |    |
|---------------------|----|
| 静电场 .....           | 75 |
| 第一节 库仑定律 电场强度 ..... | 75 |
| 一、库仑定律 .....        | 75 |
| 二、电场 电场强度 .....     | 76 |
| 第二节 静电场中的高斯定理 ..... | 80 |
| 一、电场线 电通量 .....     | 80 |
| 二、高斯定理及其应用 .....    | 81 |
| 第三节 电势与电势差 .....    | 85 |
| 一、电场力所做的功 .....     | 85 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 二、电势与电势差 .....       | 86 |
| 三、电场强度与电势的关系 .....   | 89 |
| 第四节 静电场中的电介质 .....   | 91 |
| 一、电介质 .....          | 91 |
| 二、电介质的极化 电极化强度 ..... | 91 |
| 三、电介质中的电场 .....      | 93 |
| 第五节 生物电现象 .....      | 94 |
| 一、能斯特方程 .....        | 94 |
| 二、静息电位 动作电位 .....    | 95 |
| 第六节 心电的物理基础 .....    | 96 |
| 一、心肌细胞的电偶极矩 .....    | 96 |
| 二、心电向量 心电向量环 .....   | 96 |
| 三、心电图波的形成 .....      | 97 |
| 拓展阅读 静电在医学中的应用 ..... | 97 |
| 思考题 .....            | 98 |
| 习题 .....             | 98 |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| <b>第六章 恒定电流与电路 .....</b> | <b>100</b> |
| 第一节 电流密度 .....           | 100        |
| 一、电流强度 .....             | 100        |
| 二、电流密度 .....             | 101        |
| 三、电流的恒定条件 .....          | 101        |
| 第二节 一段含源电路的欧姆定律 .....    | 102        |
| 一、电源 电动势 .....           | 102        |
| 二、一段含源电路的欧姆定律 .....      | 103        |
| 第三节 基尔霍夫定律 .....         | 104        |
| 一、基尔霍夫第一定律 .....         | 104        |
| 二、基尔霍夫第二定律 .....         | 105        |
| 第四节 惠斯通电桥 .....          | 106        |
| 第五节 电泳 电疗 .....          | 108        |
| 一、电泳 .....               | 108        |
| 二、电疗 .....               | 109        |
| 拓展阅读 直流电中草药离子导入疗法 .....  | 110        |
| 思考题 .....                | 111        |
| 习题 .....                 | 111        |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| <b>第七章 电磁现象</b>     | 113 |
| 第一节 磁场 磁感应强度        | 113 |
| 一、磁场                | 113 |
| 二、磁感应强度             | 113 |
| 三、毕奥-萨伐尔定律          | 114 |
| 四、磁感应线 磁通量 磁场的高斯定理  | 115 |
| 五、安培环路定理            | 116 |
| 第二节 磁场对运动电荷的作用      | 117 |
| 一、洛伦兹力              | 117 |
| 二、质谱仪               | 117 |
| 三、霍尔效应              | 118 |
| 第三节 磁场对载流导体的作用      | 119 |
| 一、安培力               | 119 |
| 二、磁场对载流线圈的作用        | 120 |
| 第四节 电磁感应            | 121 |
| 一、电磁感应定律            | 121 |
| 二、电磁感应的本质           | 122 |
| 第五节 生物磁效应           | 126 |
| 一、生物磁现象             | 126 |
| 二、磁场生物效应的医学应用       | 126 |
| 拓展阅读 磁性药物制剂的临床应用    | 127 |
| 思考题                 | 128 |
| 习题                  | 129 |
| <b>第八章 机械振动和机械波</b> | 132 |
| 第一节 简谐振动            | 132 |
| 一、简谐振动和谐振动方程        | 133 |
| 二、简谐振动的特征量及矢量表示法    | 134 |
| 三、简谐振动的能量           | 135 |
| 四、简谐振动的合成           | 136 |
| 第二节 波动学基础           | 139 |
| 一、机械波               | 139 |
| 二、平面简谐波波动方程         | 140 |
| 三、波的能量              | 142 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 四、波的吸收 .....             | 144 |
| 第三节 波的干涉 .....           | 145 |
| 一、惠更斯原理 .....            | 145 |
| 二、波的干涉 .....             | 146 |
| 第四节 声波 超声波 .....         | 149 |
| 一、声波 .....               | 149 |
| 二、声压、声强与声强级 .....        | 150 |
| 三、多普勒效应 .....            | 153 |
| 四、超声波 .....              | 157 |
| 拓展阅读 超声技术及其在医学上的应用 ..... | 159 |
| 思考题 .....                | 161 |
| 习题 .....                 | 161 |

## 第九章 波动光学 .....

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第一节 光的干涉 .....         | 164 |
| 一、光的相干性 .....          | 164 |
| 二、光程 光程差 .....         | 165 |
| 三、杨氏双缝干涉——分波阵面干涉 ..... | 166 |
| 四、薄膜干涉——分振幅干涉 .....    | 168 |
| 第二节 光的衍射 .....         | 170 |
| 一、光的衍射现象 .....         | 170 |
| 二、惠更斯-菲涅耳原理 .....      | 170 |
| 三、单缝衍射 .....           | 171 |
| 四、圆孔衍射 .....           | 173 |
| 五、光栅衍射 .....           | 173 |
| 第三节 光的偏振 .....         | 175 |
| 一、自然光 偏振光 .....        | 175 |
| 二、起偏器 检偏器 .....        | 175 |
| 三、马吕斯定律 .....          | 176 |
| 四、光的双折射现象 .....        | 177 |
| 五、物质的旋光性 .....         | 177 |
| 第四节 光的吸收 .....         | 178 |
| 一、光的吸收 .....           | 178 |
| 二、吸收定律 朗伯-比尔定律 .....   | 179 |
| 拓展阅读 全息摄影 .....        | 180 |

|           |     |
|-----------|-----|
| 思考题 ..... | 180 |
| 习题 .....  | 181 |

## 第十章 几何光学 ..... 182

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第一节 球面折射 透镜 .....     | 182 |
| 一、单球面折射 .....         | 182 |
| 二、共轴球面系统 .....        | 184 |
| 三、薄透镜 .....           | 184 |
| 四、柱面透镜 .....          | 186 |
| 五、透镜的像差 .....         | 186 |
| 第二节 眼睛的屈光系统 .....     | 186 |
| 一、眼球的构造 .....         | 186 |
| 二、眼的光学系统 .....        | 187 |
| 三、眼的分辨本领和视力 .....     | 188 |
| 四、眼的调节 .....          | 189 |
| 第三节 放大镜 光学显微镜 .....   | 190 |
| 一、放大镜 .....           | 190 |
| 二、光学显微镜 .....         | 191 |
| 三、显微镜的分辨限度 .....      | 191 |
| 第四节 内镜 .....          | 193 |
| 一、光导纤维 .....          | 193 |
| 二、医用内镜 .....          | 193 |
| 拓展阅读 眼睛的屈光不正与矫正 ..... | 194 |
| 思考题 .....             | 196 |
| 习题 .....              | 196 |

## 第十一章 量子力学基础 ..... 197

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第一节 量子力学产生的实验基础 .....   | 197 |
| 一、黑体辐射问题 普朗克公式 .....    | 197 |
| 二、光电效应 .....            | 198 |
| 三、原子的线状光谱及其规律 .....     | 199 |
| 四、原子的稳定性 .....          | 199 |
| 第二节 普朗克-爱因斯坦的光量子论 ..... | 200 |
| 第三节 玻尔的量子论 .....        | 201 |
| 一、玻尔的量子论 .....          | 201 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 二、氢原子及类氢原子的能量 .....  | 202 |
| 三、四个量子数 .....        | 204 |
| 第四节 微观粒子的波粒二象性 ..... | 206 |
| 第五节 测不准关系 .....      | 207 |
| 第六节 薛定谔方程 .....      | 209 |
| 一、波函数 .....          | 209 |
| 二、薛定谔方程 .....        | 211 |
| 第七节 原子光谱与分子光谱 .....  | 213 |
| 一、光谱的基本知识 .....      | 213 |
| 二、原子光谱 .....         | 214 |
| 三、分子光谱 .....         | 214 |
| 第八节 激光 .....         | 218 |
| 一、激光产生的原理 .....      | 218 |
| 二、激光的特点 .....        | 219 |
| 三、激光在医药学上的应用 .....   | 220 |
| 拓展阅读 薛定谔 .....       | 220 |
| 思考题 .....            | 221 |
| 习题 .....             | 221 |

## 第十二章

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| X 射线 .....              | 223 |
| 第一节 X 射线的产生及其基本性质 ..... | 223 |
| 一、X 射线的产生 .....         | 223 |
| 二、基本性质 .....            | 224 |
| 第二节 X 射线的硬度和强度 .....    | 224 |
| 第三节 X 射线的衍射 .....       | 225 |
| 一、X 射线的波动性 .....        | 225 |
| 二、布拉格方程 .....           | 226 |
| 三、X 射线摄谱仪 .....         | 226 |
| 第四节 X 射线谱 .....         | 226 |
| 一、连续 X 射线谱 .....        | 227 |
| 二、标识 X 射线谱 .....        | 227 |
| 第五节 X 射线与物质的相互作用 .....  | 228 |
| 第六节 X 射线在医药学上的应用 .....  | 229 |
| 一、治疗方面的应用 .....         | 229 |
| 二、药物分析方面的应用 .....       | 229 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 三、诊断方面的应用 .....  | 229 |
| 拓展阅读 螺旋 CT ..... | 232 |
| 思考题 .....        | 233 |
| 习题 .....         | 234 |

### 第十三章 原子核物理学基础 .....

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第一节 原子核的组成 .....       | 235 |
| 第二节 原子核的放射性 .....      | 236 |
| 一、核衰变类型 .....          | 236 |
| 二、核衰变定律 .....          | 238 |
| 第三节 辐射剂量与辐射防护 .....    | 240 |
| 一、辐射剂量 .....           | 240 |
| 二、辐射防护 .....           | 241 |
| 第四节 放射性核素在医学上的应用 ..... | 242 |
| 一、诊断方面 .....           | 242 |
| 二、治疗方面 .....           | 242 |
| 三、核医学显像 .....          | 243 |
| 第五节 核磁共振 .....         | 244 |
| 一、核磁共振的基本原理 .....      | 244 |
| 二、核磁共振在医药学上的应用 .....   | 247 |
| 拓展阅读 放射性药物 .....       | 248 |
| 思考题 .....              | 249 |
| 习题 .....               | 249 |

### 第十四章 狭义相对论简介 .....

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第一节 经典力学时空观和伽利略变换 .....    | 252 |
| 一、经典力学时空观的概念 .....         | 252 |
| 二、伽利略变换 .....              | 252 |
| 三、经典力学时空观的两个结论 .....       | 252 |
| 四、力学相对性原理 .....            | 253 |
| 第二节 狭义相对论的基本原理及洛伦兹变换 ..... | 253 |
| 一、狭义相对论的基本原理 .....         | 253 |
| 二、洛伦兹变换 .....              | 254 |
| 第三节 狭义相对论的时空观 .....        | 255 |
| 一、长度的收缩 .....              | 255 |