


全国中等卫生职业教育任务引领型规划教材

● YIXUE WULIXUE JICHU ●

供中等卫生职业教育各专业用

# 医学物理学 基础

主编 ● 王震宇

 军事医学科学出版社

THE UNIVERSITY OF CHINA PRESS

THE UNIVERSITY OF CHINA PRESS

UNIVERSITY OF CHINA PRESS

# 数学物理学

## 第二卷

2011年11月

UNIVERSITY OF CHINA PRESS

全国中等卫生职业教育任务引领型规划教材  
供中等卫生职业教育各专业用

# 医学物理学基础

主 编 王震宇

军事医学科学出版社

· 北 京 ·

---

图书在版编目(CIP)数据

医学物理学基础/王震宇主编.

-北京:军事医学科学出版社,2010.7

ISBN 978-7-80245-534-4

I. ①医… II. ①王… III. ①医用物理学 -  
专业学校 - 教材 IV. ①R312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 135446 号

---

出 版:军事医学科学出版社

地 址:北京市海淀区太平路 27 号

邮 编:100850

联系电话:发行部:(010)66931051,66931049,63827166

编辑部:(010)66931039,66931127,66931038

86702759,86703183

传 真:(010)63801284

网 址:<http://www.mmsp.cn>

印 装:北京市顺义兴华印刷厂

发 行:新华书店

---

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:16

字 数:396千字

版 次:2010年8月第1版

印 次:2010年8月第1次

定 价:34.00元

---

本社图书凡缺、损、倒、脱页者,本社发行部负责调换

# 全国中等卫生职业教育任务 引领型规划教材建设委员会

主任委员 王筱亭

副主任委员 毛春燕 李 召

委 员 (以姓氏笔画为序)

王 红 甘肃省酒泉市卫生学校

王天峰 甘肃省庆阳市卫生学校

王生云 甘肃省兰州市卫生学校

毛如君 甘肃省天水市卫生学校

毛春燕 甘肃省中医学校

孔六霖 甘肃省临夏回族自治州卫生学校

孙忠生 黑龙江省林业卫生学校

李 召 甘肃省武威卫生学校

李小龙 湖南省岳阳职业技术学院

张小汉 甘肃省甘南藏族自治州卫生学校

陈碧强 甘肃省陇南市卫生学校

徐龙海 山东省聊城市职业技术学院

袁 宁 青海省卫生职业技术学院

黄万林 甘肃省定西市卫生学校

# 前言 PREFACE

我国已进入现代化建设“三步走”战略的关键阶段和黄金发展时期。国家把职业教育放在更加突出的位置,尤其是大力发展面向农村的职业教育。医学教育是我国职业教育的重要组成部分,面对我国人口老龄化、家居养老和人民群众日益增长的、多样化的卫生需求的今天,大力发展中等卫生职业教育尤为重要。目前,我国卫生类中等职业教育各专业物理学教材,有的沿用高中模式,只注重基础理论知识,不利于职业技能的培养;有的过于专业,压缩了必要的医学相关物理知识,又不利于毕业生进一步深造。为了改变此种现状,我们坚持“以服务为宗旨,以就业为导向,以岗位需求为标准”的现代卫生职业教育基本指导思想,结合多年的教学实践经验和体会,编写了这本中等卫生类各专业使用的《医学物理学基础》教材。

本书以卫生部《关于加强卫生职业教育的指导意见》的精神为指导,以最新“全国中等卫生职业教育物理教学计划和教学大纲”为依据,体现思想性、科学性、先进性、启发性和实用性的原则。在编写过程中,首先考虑了我国中等卫生职业教育的现状和中等职业学校学生的认知接受能力,在知识讲述上做到循序渐进,通俗易懂;在编排形式上做到生动活泼,图文并茂。其次,注重理论联系实际。突出用物理学的理论对生命现象的解释;突出用物理学的技术、方法和设备在医学诊断和治疗中的应用;突出前沿知识与课程内容的恰当结合;力求提高学生把物理知识应用到医学实际的能力,激发学生的学习兴趣。本书包括力 牛顿运动定律、功和机械能、机械振动 机械波、液体的表面现象与流动、分子热运动 热和功、气体的性质、静电场、直流电、电流磁场和交流电、几何光学、物理光学和原子核基础知识共 13 章,综合练习 13 个,物理实验 13 个。

本教材在编写过程中借鉴和参考了刘发武主编的《物理》,邵长泰主编的《物理》(上、下册),由芸主编的《物理》,宋大卫主编的《物理应用基础》,梁路光和赵大伟主编的《医用物理学》,潘志达主编的《医用物理学》,明纪堂主编的《医用物理学》,胡运惠主编的《医用物理学》,潘百年主编的《物理学》,王林森主编的《物理学》,李迅主编的《放射物理与防护》,王振常主编的《医学影像学》,王怀生主编的《解剖生理学》,郭奕玲、沈慧君主编的《物理学史》,刘鸿文主编的《材料力学》和阎金铎、田世昆主编的《中学物理教学概论》等教材。在此对这些专家和老师表示衷心的感谢。

本书适于中等卫生职业学校各专业使用。

由于编者水平有限,时间仓促,对书中存在的不妥之处,敬请有关专家、师生及广大读者批评指正。

王震宇  
2010年6月

第二节 匀速圆周运动 .....	( 28 )
一、匀速圆周运动的概念 .....	( 28 )
二、匀速圆周运动的特征物理量 .....	( 29 )
三、向心力 向心加速度 .....	( 30 )
四、离心现象 .....	( 31 )
第三节 万有引力定律 .....	( 32 )
本章知识要点 .....	( 33 )
综合练习题二 .....	( 35 )
<b>第三章 功和机械能</b> .....	<b>( 37 )</b>
第一节 功 功率 .....	( 37 )
一、功 .....	( 37 )
二、功率 .....	( 38 )
第二节 机械能 .....	( 40 )
一、动能 动能定理 .....	( 40 )
二、势能 .....	( 41 )
第三节 机械能守恒定律 .....	( 43 )
本章知识要点 .....	( 46 )
综合练习题三 .....	( 47 )
<b>第四章 机械振动 机械波</b> .....	<b>( 49 )</b>
第一节 机械振动 .....	( 49 )
一、简谐振动 .....	( 49 )
二、描述振动特征的物理量 .....	( 50 )
三、受迫振动 共振 .....	( 51 )
第二节 机械波 .....	( 52 )
一、机械波 .....	( 52 )
二、波长、周期(或频率)和波速的关系 .....	( 53 )
第三节 声波 .....	( 54 )
一、声音的传播 .....	( 54 )
二、声强、听觉区域和声强级 .....	( 55 )
三、乐音、噪声与健康 .....	( 56 )
四、叩诊和听诊 .....	( 57 )
第四节 超声波 .....	( 58 )
一、超声波的特性和作用 .....	( 58 )

第二节 匀速圆周运动 .....	( 28 )
一、匀速圆周运动的概念 .....	( 28 )
二、匀速圆周运动的特征物理量 .....	( 29 )
三、向心力 向心加速度 .....	( 30 )
四、离心现象 .....	( 31 )
第三节 万有引力定律 .....	( 32 )
本章知识要点 .....	( 33 )
综合练习题二 .....	( 35 )
<b>第三章 功和机械能</b> .....	<b>( 37 )</b>
第一节 功 功率 .....	( 37 )
一、功 .....	( 37 )
二、功率 .....	( 38 )
第二节 机械能 .....	( 40 )
一、动能 动能定理 .....	( 40 )
二、势能 .....	( 41 )
第三节 机械能守恒定律 .....	( 43 )
本章知识要点 .....	( 46 )
综合练习题三 .....	( 47 )
<b>第四章 机械振动 机械波</b> .....	<b>( 49 )</b>
第一节 机械振动 .....	( 49 )
一、简谐振动 .....	( 49 )
二、描述振动特征的物理量 .....	( 50 )
三、受迫振动 共振 .....	( 51 )
第二节 机械波 .....	( 52 )
一、机械波 .....	( 52 )
二、波长、周期(或频率)和波速的关系 .....	( 53 )
第三节 声波 .....	( 54 )
一、声音的传播 .....	( 54 )
二、声强、听觉区域和声强级 .....	( 55 )
三、乐音、噪声与健康 .....	( 56 )
四、叩诊和听诊 .....	( 57 )
第四节 超声波 .....	( 58 )
一、超声波的特性和作用 .....	( 58 )



二、超声波在医学中的应用 .....	( 58 )
本章知识要点 .....	( 60 )
综合练习题四 .....	( 61 )
<b>第五章 液体的表面现象与流动</b> .....	<b>( 63 )</b>
第一节 液体的表面张力 .....	( 63 )
一、液体表面层的性质 .....	( 63 )
二、浸润现象和不浸润现象 .....	( 65 )
第二节 液体表面张力的应用 .....	( 65 )
一、弯曲液面的附加压强 .....	( 65 )
二、毛细现象 .....	( 67 )
三、气体栓塞 .....	( 68 )
四、表面活性物质与肺泡表面张力 .....	( 69 )
第三节 理想液体的流动 .....	( 70 )
一、理想液体 稳定流动 .....	( 70 )
二、液体的连续性原理 .....	( 71 )
三、流动液体的压强与流速的关系 .....	( 72 )
第四节 实际液体的流动 .....	( 74 )
一、液体的黏滞性 .....	( 74 )
二、泊肃叶公式 .....	( 75 )
第五节 血液的流动 血压计 .....	( 77 )
一、血液的流动规律 .....	( 77 )
二、血液的黏度 .....	( 79 )
三、血压计 .....	( 79 )
本章知识要点 .....	( 80 )
综合练习题五 .....	( 82 )
<b>第六章 分子热运动 热和功</b> .....	<b>( 84 )</b>
第一节 分子的热运动 .....	( 84 )
第二节 内能 热和功 .....	( 86 )
一、物体的内能 .....	( 86 )
二、物体内能的改变 .....	( 86 )
第三节 热力学第一定律 能量转化和守恒定律 .....	( 87 )
一、热力学第一定律 .....	( 87 )
二、能量转化和守恒定律 .....	( 87 )

本章知识要点 .....	( 88 )
综合练习题六 .....	( 89 )
<b>第七章 气体的性质</b> .....	<b>( 90 )</b>
第一节 气体的状态参量 .....	( 90 )
一、温度 .....	( 90 )
二、压强 .....	( 91 )
三、体积 .....	( 91 )
第二节 理想气体 .....	( 91 )
一、理想气体状态方程 .....	( 91 )
二、道尔顿分压定律 .....	( 92 )
三、人体呼吸系统的分压原理 .....	( 92 )
第三节 大气压 正压 负压 .....	( 93 )
一、大气压 虹吸现象 .....	( 93 )
二、正压 负压 .....	( 94 )
第四节 空气的湿度 .....	( 95 )
一、饱和汽与饱和汽压 .....	( 95 )
二、湿度和湿度对人体的影响 .....	( 96 )
三、湿度计 .....	( 96 )
本章知识要点 .....	( 98 )
综合练习题七 .....	( 99 )
<b>第八章 静电场</b> .....	<b>( 101 )</b>
第一节 点电荷 真空中的库仑定律 .....	( 101 )
第二节 电场 电场强度 .....	( 102 )
一、电场 .....	( 102 )
二、电场强度 .....	( 102 )
三、电场线 .....	( 103 )
四、匀强电场 .....	( 104 )
第三节 电势能 电势 电势差 .....	( 104 )
一、电势能 .....	( 104 )
二、电势 电势差 .....	( 105 )
三、电势差与电场力做功的关系 .....	( 106 )
第四节 等势面 电场强度与电势差的关系 .....	( 107 )
第五节 静电的应用与防止 .....	( 108 )

第六节 人体的电现象 .....	(109)
本章知识要点 .....	(110)
综合练习题八 .....	(111)
<b>第九章 直流电</b> .....	<b>(114)</b>
第一节 电流 部分电路的欧姆定律 .....	(114)
一、电流 .....	(114)
二、部分电路的欧姆定律 .....	(115)
第二节 导体的电阻和电阻定律 .....	(115)
第三节 电功 电功率 焦耳定律 .....	(117)
一、电功 .....	(117)
二、电功率 .....	(117)
三、焦耳定律 .....	(117)
第四节 直流电路 .....	(118)
一、串联电路 .....	(118)
二、并联电路 .....	(120)
第五节 电源的电动势 全电路欧姆定律 .....	(122)
一、电源的电动势 .....	(122)
二、全电路欧姆定律 .....	(123)
三、路端电压随负载电阻的变化 .....	(124)
四、电池组 .....	(125)
第六节 电疗与安全用电 .....	(126)
一、电疗 .....	(126)
二、安全用电 .....	(127)
本章知识要点 .....	(128)
综合练习题九 .....	(130)
<b>第十章 电流磁场和交流电</b> .....	<b>(132)</b>
第一节 磁场 .....	(132)
一、磁场 .....	(132)
二、磁感应强度 磁通量 .....	(135)
三、磁场对电流的作用 .....	(136)
四、磁场对运动电荷的作用 .....	(138)
第二节 电磁感应 .....	(139)
一、电磁感应现象 楞次定律 .....	(139)

二、法拉第电磁感应定律 .....	(142)
第三节 交流电 .....	(144)
一、交流电的产生 .....	(144)
二、交流电的有效值 周期和频率 .....	(145)
第四节 自感 互感 .....	(146)
一、自感现象 .....	(146)
二、互感现象 变压器 .....	(147)
第五节 磁疗 .....	(148)
本章知识要点 .....	(149)
综合练习题十 .....	(151)
<b>第十一章 几何光学</b> .....	<b>(155)</b>
第一节 光的折射 .....	(155)
一、折射定律 .....	(155)
二、折射率 .....	(156)
三、光的色散 .....	(157)
第二节 全反射 .....	(158)
第三节 透镜成像 .....	(159)
一、透镜 .....	(159)
二、透镜成像的几何作图方法 .....	(161)
三、透镜成像公式 .....	(162)
第四节 眼的成像原理和异常眼的矫正 .....	(162)
一、眼的光学结构 简约眼 .....	(162)
二、眼的成像原理和调节作用 .....	(163)
三、视角与视力 .....	(164)
四、异常眼及其矫正 .....	(165)
第五节 医用常见光学仪器 .....	(167)
一、放大镜 .....	(167)
二、光学显微镜 .....	(168)
三、分光光度计 .....	(169)
四、玻璃纤维内镜 .....	(170)
本章知识要点 .....	(171)
综合练习题十一 .....	(174)
<b>第十二章 物理光学</b> .....	<b>(176)</b>

第一节 光的干涉 衍射和偏振 .....	(176)
一、光的干涉 .....	(176)
二、光的衍射 .....	(178)
三、光的偏振 .....	(178)
第二节 光的电磁理论 电磁波谱 .....	(180)
一、光的电磁理论 .....	(180)
二、电磁波谱 .....	(181)
第三节 光电效应 .....	(181)
第四节 光的波粒二象性 .....	(183)
本章知识要点 .....	(183)
综合练习题十二 .....	(184)
<b>第十三章 原子与原子核基础知识</b> .....	<b>(186)</b>
第一节 原子结构 玻尔原子理论 .....	(186)
一、原子的核式结构 .....	(186)
二、玻尔原子理论 .....	(186)
三、原子能级和原子发光原理 .....	(187)
四、原子光谱 .....	(188)
第二节 激光 .....	(189)
一、激光的产生 .....	(189)
二、激光的特性 .....	(191)
三、激光的生物效应与医学应用 .....	(192)
第三节 X射线 .....	(193)
一、X射线的产生 .....	(193)
二、X射线的基本特性 .....	(194)
三、X射线的医学应用与防护 .....	(195)
第四节 原子核 .....	(197)
一、原子核的组成 .....	(197)
二、核素和同位素 .....	(198)
三、放射性 .....	(199)
四、放射性核素在医学上的应用 .....	(200)
第五节 原子核能 .....	(202)
一、核能 质量亏损 .....	(202)
二、重核的裂变 .....	(202)
三、轻核的聚变 .....	(204)

本章知识要点 .....	(204)
综合练习题十三 .....	(206)
<b>学生实验</b> .....	(209)
预备知识 .....	(209)
一、物理实验是物理学的基础 .....	(209)
二、实验课的基本程序和要求 .....	(209)
三、测量与误差 .....	(210)
四、有效数字的表示及其运算 .....	(211)
实验一 游标卡尺 螺旋测微仪的使用 .....	(212)
实验二 验证力的平行四边形法则 .....	(216)
实验三 牛顿第二定律的验证 .....	(217)
实验四 液体黏滞系数的测定 .....	(219)
实验五 血压计的使用 .....	(221)
实验六 测定空气的相对湿度 .....	(223)
实验七 听觉的测试 .....	(224)
实验八 多用电表的使用 .....	(226)
实验九 测定电源的电动势和内电阻 .....	(229)
实验十 观察电磁感应现象 .....	(230)
实验十一 凸透镜焦距的测定和透镜成像规律的研究 .....	(231)
实验十二 分光光度计的使用 .....	(233)
实验十三 X 射线成像与 X-CT 成像设备的临床观摩 .....	(234)
<b>附录</b> .....	(238)
附录一 国际单位制(SI) .....	(238)
附录二 常见物理量的符号及国际单位制 .....	(238)
附录三 常用物理常数与数据 .....	(240)
附录四 希腊字母表 .....	(241)
附录五 十进制数的倍数和分数的词头名称与符号 .....	(242)

# 绪 论

## 一、物理学的研究对象

世界是物质的,尽管物质是多种多样的,但可分为两种基本形态:一种是**实物**,即作用于人的感官而引起感觉的东西,如大至日月、星辰,小至分子、原子、核子等实体物质;另一种是**场**,场是一种特殊物质,它看不见摸不着,其本身具有力的作用和能,可通过客观现象或科学实验间接地感受到它的存在,它如同烟雾一样弥漫在一定空间内,如引力场、电磁场、核力场等特殊物质。实物和场这两类物质不可分割地联系在一起,如地球周围弥漫着重力场、电荷周围弥漫着电场、磁体和电流周围弥漫着磁场等。实物和场尽管存在的形式不同,但它们都是不依赖于人的意识而客观存在的,并且能被人类认识和利用。

一切物质都处于永恒不停地运动之中,其运动形式是多种多样的,从简单的物体位置变化(如河水的流动、汽车的行驶等)到生命有机体的复杂运动(如心脏的跳动、血液的循环、新陈代谢、遗传繁衍、大脑思维等)都是物质运动的不同表现形式,它们既有共同的规律,又有各自的特点。物质运动的各种形式是相互联系的、相互渗透的,在一定条件下可以相互转化。如机械运动可转化为热运动,热运动又可以转变为机械运动;电磁运动可转化为机械运动,机械运动又可以转化为电磁运动等。

物理学是一门基础科学,它是研究**物质最普遍的、最基本的运动规律和基本结构及基本性质的科学**,主要包括机械运动、分子热运动、电磁运动、原子和原子核的运动等。物理学所研究的这些运动广泛地存在于各种有生命和无生命的、复杂的、高级的运动形式之中,如万有引力定律和能量转换与守恒定律存在于自然界的一切运动过程中。由于物理学所研究的运动形式和规律具有极大的普遍性,所以物理学成为其他自然科学和应用科学的基础,医学也不例外,物理学也是医学的重要基础。

## 二、物理学的研究方法和学习方法

1. 物理学的研究方法 物理学对物质世界的性质及运动规律的研究,已形成了一整套独特而卓有成效的思想方法体系。学习和掌握这些方法其意义就更加重大。物理学的理论是通过**观察、实验、抽象和假说**等研究方法并经实践检验而建立起来的。观察和实验是研究物理学的基础。

**观察** 是对所研究的对象,在不改变自然条件的情况下,有目的地观测和考察其原来情况的方法。

**实验** 是在人为控制条件下,使所研究的现象反复重现而进行观测研究的方法。

**抽象** 是根据所研究的问题,突出主要矛盾,忽略次要因素,建立理想模型进行研究的方法。

**假说** 是在观察和实验所获得的大量资料的基础上,经过进一步的整理、分析、概括、判断和推理等过程,得出关于事物的基本论点,即假说。经过实践的反复验证和不断修改补充完善,在一定范围内可正确反映客观规律的假说,最后上升为理论。

物理学的研究方法,也是一种学习方法。我们要联系学习实际、专业实际和生活实际,学会并熟练掌握这些方法,将终身受益。

2. 物理学的学习方法 现代自然科学的突出特征,是以实验为基础。物理知识来源于生活和生产实际,特别是来源于人们有目的的观察和实验。因此,学习物理要认真做好实验,要认清实验仪器的设计特点,掌握实验原理和实验操作技术,学会使用仪器;要在实验过程中仔细观察物理对象,分析和研究物理现象,分析物理现象产生的原因和条件;还要学会用科学的方法处理实验数据,并做出合理的结论。

有的物理概念和规律是在大量事实和实验观察的基础上取得的,有的是在已有知识的基础上,经过类比、演绎等科学方法抽象和概括出来的。因此,学习物理必须学习一些相关的物理科学方法;对于用数学公式表达的物理概念和规律,不仅要掌握它们之间的数量关系,更重要的是掌握它们的物理意义以及这些规律成立的条件和适用的范围;学习物理要树立辩证唯物论的思想;学习物理还要善于理论联系实际,做一定数量的习题和实验,从而锻炼和提高自己运用物理知识分析和解决实际问题的能力。

## 三、物理学与医学的关系

物理学是基础学科之一,物理学的发展促进了现代科学技术的发展,并且和其他学科的关系愈来愈密切。物理学所提供的理论、技术和设备,是医学发展和进步的基础、工具和阶梯。特别是将原子能、电子计算机、自动化、激光等新技术广泛的应用于现代医学领域,相继出现的心电图机、脑电图机、X射线诊断仪、超声诊断仪、X射线计算机断层摄影机、放射性核素计算机断层摄影机、核磁共振仪、激光器、纤维内镜等先进的医疗仪器,为医学研究、诊疗疾病提供了强有力的技术服务和可靠的依据,物理学对医学科学的发展起着巨大的推动作用。

作为新世纪的医护工作者,在医学科学迅速发展的今天,掌握一定的物理知识和技术,不仅是医学科学本身发展的客观要求,也是提高医护工作者文化科学素质和综合能力的迫切需要。



# 第一章 力 牛顿运动定律

力学是物理学的一个重要组成部分,同时也是物理学的基础,也是医学相关学科的基础。本章主要学习力的概念、力的种类、力的合成与分解、力矩及力矩平衡、人体力学性质、牛顿运动定律、人体动力学及其他方面的应用、动量和动量守恒定律、冲量和动量定理等。

## 第一节 力和物体的平衡

### 一、力的概念

人们最初对力的认识是来源于日常生活和生产劳动之中。如用肩扛重物、用手推车子、用手拉弹簧、用手提着书包等。这些情形我们说是人用了力,施力者是人,受力者分别是重物、车子、弹簧和书包等。像这样的实际例子还很多,这些例子讲的都是个别的、特殊的、具体的力。在对这些个别的、特殊的、具体的力的研究中,我们归纳得出结论:力是物体之间的相互作用。物体间的相互作用,可以产生于相互接触的物体之间,如放在桌面上的书,书对桌面有向下的压力,桌面又对书有向上的支持力;也可以产生于没有接触的物体之间,如磁体与磁针之间的相互作用,等等。

#### (一)力的作用效果

力的作用效果是使受力物体的形状或物体的运动状态发生变化。如用力拉或压弹簧,弹簧就会伸长或缩短;火车从车站开出时,在机车牵引力的作用下,其速度逐渐加快。火车在进站前,在制动力的作用下,其速度逐渐减缓,最后为零;直线滚动的铁质小球在经过旁侧磁体时,因受到磁体的吸引力而改变运动方向,等等。

#### (二)力的基本特性

1. 力不能脱离物体而单独存在 一个物体受到力的作用,一定有另一个物体施加这种作用。前者为受力物体,后者为施力物体。力是物体间的相互作用。