

新世纪全国高等中医药院校规划教材

医 用 物 理 学

（供中医类专业用）

主　编　余国建（湖南中医学院）

副主编　章新友（江西中医学院）

邵建华（上海中医药大学）

侯俊玲（北京中医药大学）

顾柏平（南京中医药大学）

主　审　庄心田（安徽中医学院）

中国中医药出版社

·北　京·

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图书在版编目（CIP）数据

医用物理学/余国建主编. —北京：中国中医药出版社，

新世纪全国高等中医药院校规划教材

ISBN

Ⅰ.医… Ⅱ.余… Ⅲ.医用物理学-中医学院-教材

Ⅳ.

中国版本图书馆 CIP 数据核字（

中国中医药出版社出版

发行者：中国中医药出版社

（北京市朝阳区北三环东路 号易亨大厦 电话：

邮编：

（邮购联系电话：

印刷者：北京市松源印刷有限责任公司

经销者：新华书店总店北京发行所

开 本：毫米 开

字 数：千字

印 张：

版 次： 年 月第 版

印 次： 年 月第 次印刷

册 数：

书 号：ISBN

定 价： 元

如有质量问题，请与出版社发行部调换。

新世纪全国高等中医药院校规划教材
《医用物理学》编委会

主　编　余国建　（湖南中医学院）

副主编　章新友　（江西中医学院）

　　邵建华　（上海中医药大学）

　　侯俊玲　（北京中医药大学）

　　顾柏平　（南京中医药大学）

编　委　（以姓氏笔画为序）

　　韦相忠　（广西中医学院）

　　刚　晶　（辽宁中医学院）

　　孙　铭　（首都医科大学中医药学院）

　　李　光　（长春中医学院）

　　杨国平　（浙江中医学院）

　　孟　丽　（成都中医药大学）

　　高建平　（甘肃中医学院）

　　凌高宏　（湖南中医学院）

　　黄　浩　（福建中医学院）

　　程方荣　（河南中医学院）

主　审　庄心田　（安徽中医学院）

编 写 说 明

“国家杰出科学家”钱学森同志在《现代自然科学中的基础学科》的论文中指出：“根本的基础学科，就是研究物质运动基本规律的物理，加上作为科学技术工具的数学。……物理和数学也可以称为现代自然科学体系的基础。”医用物理学是医学各专业的一门普通基础课，它是学习后续课程及将来从事医学工作和科研的必备基础。

新世纪全国高等中医药院校规划教材《医用物理学》是根据国家教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》精神，在国家中医药管理局指导下，由全国中医药高等教育学会组织编写而成。本教材是在[illegible]年出版的全国高等医药院校统编教材《医用物理学》的基础上，总结近二十年来全国高等中医药院校《医用物理学》教学和教材改革的经验，参考理工、医药类等同类教材的最新版本编写的，主要供高等中医药院校医学各专业及其相近专业的本、专科学生使用。

本书在编写过程中，注意精选材料，加强基础，服务专业，反映本学科的新进展，强调遵循科学性、系统性、先进性、实用性及规范化、标准化原则，力求概念准确，条理清晰，语言流畅，教师好教，学生好学。为此，在各章前面载有教学要求，各章后面编写了小结和习题，需要重点理解和记忆的公式作了加框标记，第一次定义的重要物理名词注明了英文，书后附有附录，小字部分为阅读材料，并在标题前加＊号表示，以扩充学生的知识面。为了使没有学过高等数学的学生也能使用本书，特在附录中增加了微积分内容。本书的物理量、单位和符号采用国际单位和我国的国家标准。

希望广大教师和学生使用后提出批评和改进意见，以便再版时修订。

编者

[illegible]年[illegible]月

目　录

第一章　物体的弹性……(1)
第一节　应力与应变……(1)
一、力的平衡与医学应用……(1)
二、正应力和正应变……(4)
三、切应力和切应变……(6)
四、体应变……(8)
第二节　弹性模量……(9)
一、弹性与范性……(9)
二、弹性模量……(10)
三、弹性势能……(12)
第三节　物质的黏弹性……(13)
一、黏弹性物质应力-应变关系的动态特性……(13)
二、黏弹性物质静态特征……(15)
第四节　骨骼和肌肉的力学性质……(15)
一、骨骼的力学性质……(15)
二、肌肉的力学性质……(17)
* 骨骼的生物力学特性……(19)
小结……(20)
习题……(21)
第二章　流体动力学基础……(23)
第一节　理想流体　稳定流动……(23)
一、理想流体……(23)
二、稳定流动……(24)
三、连续性方程……(25)
第二节　伯努利方程及其应用……(25)
一、伯努利方程……(25)
二、伯努利方程的应用……(27)
第三节　实际流体的流动……(28)
一、牛顿黏滞定律……(28)
二、层流、湍流、雷诺数……(29)
第四节　泊肃叶定律　斯托克斯定律……(31)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

一、泊肃叶定律 …… 猿圆
二、斯托克斯定律 …… 猿圆
* 血液的流动 …… 猿猿
小结 …… 猿缘
习题 …… 猿远
第三章　液体的表面性质 …… 猿怨
第一节　表面张力　表面能 …… 猿怨
一、表面张力 …… 猿怨
二、表面张力系数 …… 源圆
三、表面能 …… 源员
第二节　弯曲液面内外的压强差 …… 源员
第三节　毛细现象 …… 源源
一、润湿现象 …… 源源
二、毛细现象 …… 源缘
第四节　表面吸附和表面活性物质 …… 源远
第五节　肺泡中的压强　气体栓塞 …… 源怨
一、肺泡中的压强 …… 源怨
二、气体栓塞 …… 源怨
小结 …… 缘圆
习题 …… 缘员
第四章　振动　波动　超声波 …… 缘圆
第一节　简谐振动 …… 缘圆
一、简谐振动的表达式 …… 缘圆
二、简谐振动的能量 …… 缘远
三、同方向同频率简谐振动的合成 …… 缘远
第二节　波动 …… 缘怨
一、机械波的产生和几何表示 …… 缘怨
二、描述波动的物理量 …… 缘怨
三、平面简谐波的表达式 …… 缘怨
四、波的能量、波的衰减 …… 远员
第三节　声波 …… 远源
一、声波的物理性质 …… 远源
二、声压与声阻 …… 远源
三、声强与声强级 …… 远缘
第四节　多普勒效应 …… 远苑
第五节　超声波及其医学应用 …… 远怨
一、超声波的产生和接收 …… 远怨

二、超声波的特性与作用 …… (36)
三、超声波在医学上的应用 …… (36)
小结 …… (37)
习题 …… (37)
第五章　静电场与生物电现象 …… (38)
第一节　电场　电场强度 …… (38)
一、库仑定律 …… (38)
二、电场强度 …… (39)
第二节　电势差　电势 …… (40)
一、电场力所作的功 …… (40)
二、电势差、电势 …… (41)
三、电势的计算 …… (42)
第三节　静电场中的电介质 …… (43)
一、电介质的分类 …… (43)
二、电介质的极化 …… (43)
三、极化强度 …… (44)
第四节　生物电　神经传导的电学特性 …… (45)
一、能斯脱方程 …… (45)
二、静息电位、动作电位 …… (46)
三、神经传导的电学特性 …… (47)
第五节　心电的物理基础 …… (48)
一、心电向量、心电向量环 …… (48)
二、心电图波的形成 …… (49)
小结 …… (49)
习题 …… (50)
第六章　直流电 …… (51)
第一节　电流密度 …… (51)
一、电流强度 …… (51)
二、电流密度 …… (52)
第二节　一段含源电路的欧姆定律 …… (53)
一、电动势 …… (53)
二、一段含源电路的欧姆定律 …… (54)
第三节　基尔霍夫定律 …… (55)
一、基尔霍夫第一定律 …… (55)
二、基尔霍夫第二定律 …… (56)
第四节　惠斯通电桥和电位差计 …… (58)
一、惠斯通电桥 …… (58)

二、电位差计 …… (略)
第五节 接触电位差 温差电动势 …… (略)
一、接触电位差 …… (略)
二、温差电动势 …… (略)
三、温差电现象的应用 …… (略)
* 直流电对机体的作用 …… (略)
小结 …… (略)
习题 …… (略)
第七章 电磁现象 …… (略)
第一节 磁现象 磁感应强度 …… (略)
一、磁现象 …… (略)
二、磁现象的本质 …… (略)
三、磁感应强度 月 …… (略)
四、磁通量及磁场中的高斯定律 …… (略)
第二节 磁场对运动电荷的作用 …… (略)
一、洛仑兹力 …… (略)
二、带电粒子在磁场中的运动 …… (略)
三、质谱仪的工作原理 …… (略)
第三节 磁场对载流导体的作用 …… (略)
一、安培力公式 …… (略)
二、磁场对载流线圈的作用 …… (略)
第四节 电磁感应现象 …… (略)
一、法拉第电磁感应定律 …… (略)
二、动生电动势和感生电动势 …… (略)
三、自感与互感 …… (略)
* 生物磁现象 磁疗 …… (略)
小结 …… (略)
习题 …… (略)
第八章 交流电 …… (略)
第一节 正弦交流电 …… (略)
一、交流电的类型 …… (略)
二、描述正弦交流电的特征量 …… (略)
第二节 纯电阻、纯电感和纯电容交流电路 …… (略)
第三节 串联谐振 并联谐振 …… (略)
一、串联谐振 …… (略)
二、并联谐振 …… (略)

第四节　电磁振荡　电磁波 …… (页码)
一、电磁振荡 …… (页码)
二、电磁波 …… (页码)
三、电磁波谱 …… (页码)
* 交流电对机体的作用 …… (页码)
小结 …… (页码)
习题 …… (页码)
第九章　几何光学与医用光学仪器 …… (页码)
第一节　单球面折射　透镜 …… (页码)
一、单球面折射 …… (页码)
二、共轴球面系统 …… (页码)
第二节　眼睛的屈光系统 …… (页码)
一、眼球的构造 …… (页码)
二、眼的光学系统 …… (页码)
三、视角 …… (页码)
四、眼的调节、非正视眼的矫正 …… (页码)
第三节　放大镜　显微镜 …… (页码)
一、放大镜与角放大率 …… (页码)
二、显微镜 …… (页码)
三、显微镜的分辨限度 …… (页码)
第四节　检眼镜　纤镜 …… (页码)
一、检眼镜 …… (页码)
二、光学纤维　纤镜 …… (页码)
小结 …… (页码)
习题 …… (页码)
第十章　光的辐射与吸收 …… (页码)
第一节　黑体辐射 …… (页码)
一、热辐射 …… (页码)
二、基尔霍夫辐射定律 …… (页码)
三、黑体辐射定律 …… (页码)
四、普朗克量子假说 …… (页码)
第二节　非温度辐射 …… (页码)
一、荧光、磷光 …… (页码)
二、荧光分析 …… (页码)
三、荧光灯、紫外线灯 …… (页码)
第三节　红外线和紫外线 …… (页码)
一、红外线 …… (页码)

二、紫外线 …… (略)
第四节　光的吸收 …… (略)
一、光的吸收 …… (略)
二、吸收的线性规律 …… (略)
三、光的吸收与波长的关系 …… (略)
第五节　光度学基本知识 …… (略)
一、辐射通量与光见度函数 …… (略)
二、光通量、发光强度与照度 …… (略)
小结 …… (略)
习题 …… (略)
第十一章　量子物理学基础知识 …… (略)
第一节　玻尔的氢原子理论 …… (略)
一、氢原子光谱的规律性 …… (略)
二、玻尔的氢原子理论 …… (略)
第二节　原子光谱　分子光谱 …… (略)
一、原子光谱 …… (略)
二、分子光谱 …… (略)
第三节　微观粒子的波粒二象性 …… (略)
一、德布罗意假设及实验验证 …… (略)
二、不确定关系 …… (略)
第四节　波函数　薛定谔方程 …… (略)
一、波函数 …… (略)
二、薛定谔方程 …… (略)
第五节　描述原子状态的四个量子数 …… (略)
一、能量量子化和主量子数 …… (略)
二、轨道角动量量子化和角量子数 …… (略)
三、轨道角动量空间量子化和磁量子数 …… (略)
四、电子自旋和自旋磁量子数 …… (略)
第六节　激光及其医学应用 …… (略)
一、激光产生原理 …… (略)
二、激光的特点 …… (略)
三、激光器 …… (略)
四、激光在医学上的应用 …… (略)
小结 …… (略)
习题 …… (略)
第十二章　原子核与放射性 …… (略)
第一节　原子核的基本性质 …… (略)

一、原子核的组成 …… (1)
二、原子核的性质 …… (1)
三、原子核的稳定性 …… (1)
第二节 原子核的衰变类型 …… (1)
一、α 衰变 …… (1)
二、β 衰变 …… (2)
三、γ 衰变和内转换 …… (3)
第三节 放射性核素的衰变规律 …… (3)
一、衰变规律 …… (3)
二、半衰期和平均寿命 …… (4)
三、放射性活度 …… (4)
第四节 辐射剂量与辐射防护 …… (5)
一、辐射剂量 …… (5)
二、辐射防护 …… (6)
第五节 放射性核素在医学上的应用 …… (6)
一、示踪原子的应用 …… (6)
二、诊断 …… (7)
三、治疗 …… (7)
* 射线与物质的相互作用 …… (8)
小结 …… (8)
习题 …… (8)
第十三章 载射线 …… (9)
第一节 载射线的产生及其性质 …… (9)
一、载射线的产生 …… (9)
二、载射线的一般性质 …… (10)
第二节 载射线的强度与硬度 …… (10)
第三节 载射线谱 …… (11)
一、连续 载射线谱 …… (11)
二、标识 载射线谱 …… (11)
第四节 物质对 载射线的吸收规律 …… (12)
第五节 载射线在医学上的应用 …… (13)
一、用于治疗方面 …… (13)
二、用于诊断方面 …… (14)
第六节 载原射线 …… (14)
小结 …… (15)
习题 …… (15)
第十四章 核医学成像技术 …… (16)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一节　核磁共振原理 …… (1)
一、原子核的自旋和磁矩 …… (1)
二、核磁共振的基本原理 …… (3)
三、核磁共振波谱的测量 …… (5)
四、弛豫 …… (6)
第二节　核磁共振成像方法 …… (8)
第三节　γ 照相 …… (9)
一、γ 照相机的探头结构 …… (9)
二、位置通道和能量通道 …… (10)
三、显示记录系统 …… (10)
第四节　发射型计算机断层成像 …… (11)
一、正电子发射型计算机断层显像 …… (11)
二、同位素发射计算机辅助断层显像 …… (12)
小结 …… (12)
习题 …… (13)
第十五章　晶体管电路基础 …… (14)
第一节　晶体二极管 …… (14)
一、本征半导体和杂质半导体 …… (14)
二、PN结 …… (15)
三、晶体二极管 …… (16)
四、稳压管 …… (17)
第二节　晶体三极管 …… (18)
一、晶体三极管的基本结构 …… (18)
二、晶体三极管的放大作用 …… (18)
三、晶体三极管的特性曲线 …… (19)
四、晶体三极管的主要参数 …… (20)
第三节　基本交流放大电路 …… (21)
一、共发射极放大电路 …… (21)
二、交流放大电路的基本分析方法 …… (23)
第四节　多级放大器 …… (24)
一、阻容耦合放大器 …… (24)
二、差动放大器 …… (25)
第五节　电子电路的简单应用举例 …… (26)
一、直流稳压电源 …… (26)
二、耳穴探测器 …… (27)
三、简单的温控电路 …… (27)
小结 …… (28)

习题 …… 圆横
附录一　微积分 …… 圆横
附录二　常用物理量及其单位的定义、名称和符号 …… 圆苑
附录三　历届诺贝尔物理学奖获奖者名单 …… 圆缘

· · · ·

（二）常见力的平衡

员援共点力系的平衡

若一个物体同时受到几个外力的作用，如果这些外力的作用点为同一点，或这些外力的作用线或作用线的延长线相交于同一点，则这些外力所构成的力系称为共点力系（[illegible]）。对于共点力系来说，如果它们的合力等于零。可以证明，它们的合力矩也必然等于零。因此，物体在共点力作用下，处于平衡状态时所应该满足的条件，可以简化为共点力系中的力的矢量和为零，即

$$\sum \vec{F} = 0 \qquad (1)$$

如果物体所受到的共点力系由三个力组成，当该物体处于平衡状态时，由式（1）可知这三个力的合力为零。由力的合成的多边形法则得知，这三个力必然组成一个三角形，且三角形的三条边一定处于同一平面内。

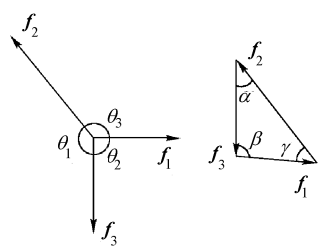

图 员原员 拉密定律

设三个力 [illegible]、[illegible]、[illegible]构成一个平衡的共点力系，按力的合成的多边形法则，这三个力必然组成一个三角形，且在同一个平面内，如图 员原员所示。由正弦定理得

$$\frac{F_1}{\sin\theta_1} = \frac{F_2}{\sin\theta_2} = \frac{F_3}{\sin\theta_3}$$

由于，$\alpha = \theta_1$，$\beta = \theta_2$，$\gamma = \theta_3$，则有

$$\frac{F_1}{\sin\alpha} = \frac{F_2}{\sin\beta} = \frac{F_3}{\sin\gamma} \qquad (2)$$

式（2）表明，一个物体受到由三个力构成的共点力系的作用而处于平衡状态时，其中每个力的大小与其他两个力所夹的角的正弦成正比，且这三个力共处同一个平面内，式（2）称为拉密定理（[illegible]）。拉密定理是两个独立的方程式，即它为一个方程组，其中有五个独立变量，即三个力的大小和两个角度。在五个变量中如有三个为已知，就可以求得其余的两个变量。

若物体所受的共点力系是由四个或四个以上的力所组成，一般情况下这些力为空间力。当该物体处于平衡状态时，它应满足式（1）的条件，在空间坐标系中则为

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum F_z = 0 \end{cases} \qquad (3)$$

式中 F_x、F_y和 F_z分别表示 [illegible]、[illegible]、[illegible]方向上的外力。

· · · ·

他部位隔离，如图 员原缘所示。为了简化，我们把行走时的这一瞬间仍作为平衡状态处理，同时略去足本身的重力。

设地面的支持力为 晕，由于行走时足跟刚要离地的瞬间另一足尚未着地，故而地面的支持力其大小等于体重，它的方向竖直向上，作用点在足前掌，设作用点与胫距关节施力点间的水平距离为 遭 则 遭≈员缘糟皿。

设跟腱力为 酝，已知其方向沿跟腱竖直向上，作用点是跟腱在跟骨上的附着点，设其与胫距关节施力点间的水平距离为 葬 葬≈猿缘糟皿。未知 酝 大小。

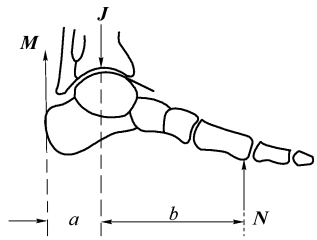

图 员原缘 踝关节受力分析

设胫距关节上的作用力为 允 其施力点由解剖学结构确定，是已知的，未知其大小和方向。

上述三个力可视为平面力系。由于力 晕和 酝 均在竖直方向上，由物体处于平衡状态时外力的矢量和为零的条件，可以得知，胫距关节上的作用力 允的方向为竖直向下，其大小为

$$允 = 酝 + 晕$$

若选胫距关节上的作用力 允的作用点为转动轴，则由物体处于平衡状态时外力矩之和为零的条件，可得

$$酝 \cdot 葬 = 晕 \cdot 遭$$

将 葬 遭的数值代入，从而得到 酝≈源晕与 允≈缘晕 即跟腱力约为体重的 源倍，胫距关节上的作用力约为体重的 缘倍。

二、正应力和正应变

设有一横截面积为 杂的细棒，如图 员原源所示，当细棒的两端各加大小均为 云而方向相反的力时，细棒受到拉力的作用情况如图 员原源 (葬 所示，细棒处于的这种状态称为张力状态 (

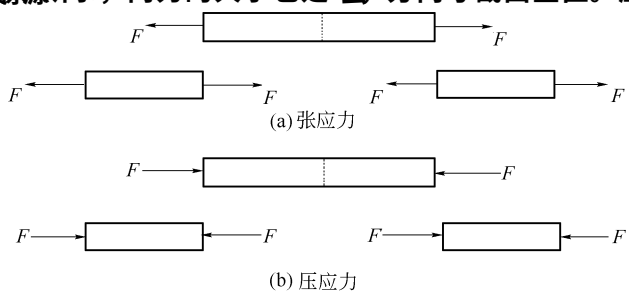

图 员原源 正应力作用下的细棒

需要全本请访问 www.ertongbook.com