



全国医药职业教育药学类规划教材

QUANGUO YIYAO ZHIYE JIAOYU YAOXUELEI GUIHUA JIAOCAI

(供高职高专使用)

药用物理学

YAOYONG
WULI XUE

主编 丁桂祥



中国医药科技出版社

全国医药职业教育药学类规划教材

药用物理学

(供高职高专使用)

主编 丁桂祥

编者 (按姓氏笔画为序)

丁桂祥 (中国药科大学高等职业技术学院)

朱连喜 (中国药科大学高等职业技术学院)

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书根据药学类高等职业教育的特点和需要,充分体现高职教育的针对性和实用性,将《物理学》和《电工学》课程为药学类专业进行了专门整合。本书由三大知识板块组成:其一是物理学部分,主要介绍了与药学类专业应用密切的流体力学、热力学、光学、原子核物理等基本知识及其主要应用;其二是电工学部分,主要介绍了从事药学类一线技术人员所必备的正弦交流电和常用电磁设备的基本知识和主要应用;其三是电子技术部分的基础知识及在药学领域的主要应用。本书注重实际,突出应用,可读性强。本书各章均附有小结和习题,并安排了部分技能实训内容。本书可供药学类高职各专业使用。也可供从事药学类工作的技术人员和社会读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

药用物理学/丁桂祥主编. —北京:中国医药科技出版社,
2008.6

全国医药职业教育药学类规划教材

ISBN 978 - 7 - 5067 - 3880 - 4

I. 药… II. 丁… III. 药理学:物理学—高等学校:技术
学校—教材 IV. R912

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 062852 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 责编:010-62216635 发行:010-62227427

网址 www.cspyp.cn

规格 787×1092mm $\frac{1}{16}$

印张 20 $\frac{3}{4}$

字数 467 千字

印数 1—5000

版次 2008 年 6 月第 1 版

印次 2008 年 6 月第 1 次印刷

印刷 北京市昌平百善印刷厂

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 3880 - 4

定价 36.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国医药职业教育药学类规划教材

编写说明

随着我国医药职业教育的迅速发展,医药院校对具有职业教育特色药学类教材的需求也日益迫切,根据国发[2005]35号《国务院关于大力发展职业教育的决定》文件和教育部[2006]16号文件精神,在教育部、国家食品药品监督管理局、教育部高职高专药品类专业教学指导委员会的指导之下,我们在对全国药学职业教育情况调研的基础上,于2007年7月组织成立了全国医药职业教育药学类规划教材建设委员会,并立即开展了全国医药职业教育药学类规划教材的组织、规划和编写工作。在全国20多所医药院校的大力支持和积极参与下,共确定78种教材作为首轮建设科目,其中高职类规划教材52种,中职类规划教材26种。

在百余位专家、教师和中国医药科技出版社的团结协作、共同努力之下,这套“以人才市场需求为导向,以技能培养为核心,以职业教育人才培养必需知识体系为要素、统一规范科学并符合我国医药事业发展需要”的医药职业教育药学类规划教材终于面世了。

这套教材在调研和总结其他相关教材质量和使用情况的基础上,在编写过程中进一步突出了以下编写特点和原则:①确定了“市场需求→岗位特点→技能需求→课程体系→课程内容→知识模块构建”的指导思想;②树立了以培养能够适应医药行业生产、建设、管理、服务第一线的应用型技术人才为根本任务的编写目标;③体现了理论知识适度、技术应用能力强、知识面宽、综合素质较

高的编写特点。④高职教材和中职教材分别具备“以岗位群技能素质培养为基础，具备适度理论知识深度”和“岗位技能培养为基础，适度拓宽岗位群技能”的特点。

同时，由于我们组织了全国设有药学职业教育的大多数院校的大批教师参加编写工作，强调精品课程带头人、教学一线骨干教师牵头参与编写工作，从而使这套教材能够在较短的时间内以较高的质量出版，以适应我国医药职业教育发展的需要。

根据教育部、国家食品药品监督管理局的相关要求，我们还将组织开展这套教材的修订、评优及配套教材（习题集、学习指导）的编写工作，竭诚欢迎广大教师、学生对这套教材提出宝贵意见。

全国医药职业教育药学类

规划教材建设委员会

2008年5月

前 言

本教材是根据药学类高等职业教育发展的特点和需要,由全国医药职业教育药学类规划教材编写委员会组织编写的。本课程是药学类专业重要的一门综合基础课。其任务是使学生掌握药学类专业所必备的物理学知识和电工学知识。

本教材充分体现了高等职业教育的针对性和实用性,突破传统教学内容和体系,将《物理学》和《电工学》课程为药学类专业进行了专门整合。为此,本书力求简明通俗地介绍基本概念、基本理论、基本定律和基本分析方法;并通过知识链接、阅读材料、技能实训、例题和习题来说明物理学知识和电工技术的实际应用。

本教材由三个知识板块组成,其一是物理学部分,主要介绍了与药学类专业应用密切的流体力学、热力学、光学、原子核物理等基本知识及其主要应用;其二是电工技术部分,主要介绍了对药学类专业和从事药学类工作的专业技术人员所必备的正弦交流电和常用电磁设备的基本知识和主要应用;其三是电子技术部分的基础知识及在药学领域的主要应用。

本教材注重实际,突出应用,并在书中增加了一定数量的知识链接,这不仅能拓宽视野,激发同学们的创造性,而且也在很大程度上增加了本书的可读性。本书各章均附有小结和习题,并安排了部分技能实训内容。本书可供药学类高职各专业使用。也可供从事药学类工作的技术人员和社会读者阅读。

本教材注意与自动控制和电子技术及相关后续课程的分工,为避免不必要的重复,本书并未实质性涉及相关内容。考虑到传感器对药学领域发展的重大影响,本书对其作了科普性介绍。本教材中的知识链接、阅读材料和带“※”内容,教师在讲授时可视教学的实际情况灵活掌握,部分内容建议由学生自学。

本教材所使用的图形符号、文字符号和物理量的单位以国际通用的为准。

编者水平所限,书中难免有疏漏和欠妥之处,请广大读者批评指正,以便通过再版不断完善提高。

编 者
2008年3月

目 录

第一章 流体的性质	(1)
第一节 静止流体的性质	(1)
一、静止流体内部的压强	(1)
二、液体的表面张力	(2)
三、球形液面内外的压强差	(4)
四、毛细现象	(4)
知识链接 表面活性物质	(5)
第二节 理想流体的流动	(6)
一、理想流体	(6)
二、稳定流动	(6)
三、流体的连续性原理	(7)
第三节 伯努利方程	(8)
知识链接一 空吸作用及其应用	(10)
知识链接二 文丘里流量计	(11)
知识链接三 皮托管	(12)
第四节 黏性流体的运动	(13)
一、流体的黏滞性	(13)
二、层流、湍流和雷诺数	(14)
知识链接一 泊肃叶定律与黏度计	(15)
知识链接二 斯托克斯定律与沉降法测定液体的黏滞系数	(17)
技能实训一 测定规则物体的密度	(18)
技能实训二 用落球法测定液体的黏滞系数	(23)
本章小结	(25)
习题一	(27)
第二章 气体动理学理论和热力学定律	(27)
第一节 理想气体的压强和温度	(27)
一、气体的状态参量	(27)
二、理想气体的状态方程	(28)
三、理想气体的微观模型	(29)
四、理想气体的压强公式	(29)
五、理想气体的温度	(30)

第二节 能量均分定理与理想气体的内能	(31)
一、分子的自由度	(31)
二、能量均分定理	(32)
三、理想气体的内能	(33)
第三节 气体分子速率的统计分布规律	(33)
一、麦克斯韦速率分布律	(33)
二、分子速率的三个统计值	(34)
阅读材料 真实气体与范德瓦耳斯方程	(36)
第四节 热力学第一定律	(39)
一、内能、功和热量	(39)
二、热力学第一定律	(40)
三、热力学第一定律的应用	(41)
第五节 热力学第二定律	(43)
一、循环过程	(43)
二、卡诺循环	(44)
三、热力学第二定律	(44)
四、热力学第二定律的统计意义	(45)
阅读材料 熵	(46)
本章小结	(48)
习题二	(49)
第三章 电磁学基础	(50)
第一节 静电场	(50)
一、库仑定律	(50)
二、电场与电场强度	(50)
知识链接 电偶极子	(52)
三、高斯定理	(52)
四、电势 电势差	(53)
五、静电场中的电介质	(55)
第二节 磁场	(56)
一、磁感应强度	(56)
二、毕奥 - 萨伐尔定律	(57)
三、磁场对运动电荷的作用	(58)
知识链接 霍尔效应	(58)
四、磁场对载流导线的作用	(59)
五、电磁感应定律	(60)
知识链接一 磁悬浮列车	(62)
知识链接二 电磁阀	(63)

本章小结	(63)
习题三	(64)
第四章 振动与波	(66)
第一节 简谐振动	(66)
一、简谐振动的表达式	(66)
二、描述简谐振动的物理量	(67)
三、简谐振动的旋转矢量法	(68)
四、简谐振动的速度和加速度	(69)
五、简谐振动的能量	(69)
六、简谐振动的合成	(69)
第二节 机械波	(70)
一、机械波的产生和传播	(70)
二、波长、频率和波速	(71)
三、简谐波的波动方程	(72)
四、波的能量	(74)
第三节 波的衍射	(75)
一、惠更斯原理	(75)
二、波的衍射	(76)
第四节 波的干涉	(77)
一、波的叠加原理	(77)
二、波的干涉	(77)
知识链接 声波、超声波和次声波	(79)
本章小结	(81)
习题四	(82)
第五章 光的波动性	(84)
第一节 光的干涉	(84)
一、光的相干性	(84)
二、杨氏双缝干涉	(84)
三、洛埃德镜实验	(85)
四、光程和光程差	(86)
五、薄膜干涉	(87)
阅读材料 电磁波谱	(88)
知识链接 红外技术	(90)
第二节 光的衍射	(91)
一、光的衍射现象	(91)
二、惠更斯—菲涅耳原理	(91)

三、单缝衍射	(92)
四、光栅衍射	(95)
五、光栅光谱	(97)
知识链接 光栅光谱仪	(98)
第三节 光的偏振	(99)
一、偏振光	(99)
二、起偏和检偏	(101)
三、马吕斯定律	(102)
四、光的双折射现象	(102)
知识链接 尼科耳棱镜	(104)
第四节 旋光现象	(105)
一、旋光现象	(105)
二、旋光率	(106)
知识链接 旋光计	(106)
第五节 光的吸收	(108)
一、光的吸收 朗伯—比尔定律	(108)
二、选择性吸收	(109)
知识链接一 光电比色计	(109)
知识链接二 分光光度计	(110)
技能实训一 利用光栅测定光的波长	(112)
技能实训二 利用旋光性测定溶液的浓度	(117)
本章小结	(120)
习题五	(121)
第六章 原子结构及原子核物理	(123)
第一节 氢原子光谱 玻尔的氢原子理论	(123)
一、氢原子光谱的实验规律	(123)
二、玻尔的氢原子理论	(124)
第二节 原子的激发与辐射—激光技术	(125)
一、原子的激发与辐射	(125)
二、激光的发射原理	(126)
三、激光器	(126)
知识链接 激光的特性及其应用	(127)
第三节 光的粒子性和实物粒子的波动性	(127)
一、光电效应—光的粒子性	(127)
二、实物粒子的波动性	(129)
阅读材料 不确定关系	(131)
知识链接 电子显微镜	(133)

※第四节 波函数 薛定谔方程	(134)
一、波函数	(134)
二、薛定谔方程	(135)
三、量子力学对氢原子的应用	(136)
阅读材料 原子光谱	(139)
阅读材料 分子光谱	(140)
第五节 原子核的组成	(142)
第六节 原子核的自旋与磁矩	(143)
一、原子核的自旋	(143)
二、原子核的磁矩	(144)
知识链接 核磁共振	(145)
第七节 原子核的放射性衰变	(149)
一、放射性衰变	(149)
二、放射性衰变定律	(150)
三、放射性活度	(152)
知识链接 放射性同位素	(153)
本章小结	(155)
习题六	(156)
第七章 直流电路	(158)
第一节 电路的基本概念	(158)
一、电路的组成	(158)
二、电路元件和电路模型	(159)
三、电功率和电能	(159)
知识链接 风力发电	(160)
四、电路的三种工作状态	(160)
第二节 基尔霍夫定律	(162)
一、基尔霍夫电流定律	(163)
二、基尔霍夫电压定律	(163)
三、支路电流法	(164)
第三节 电源的等效变换	(165)
一、电压源	(165)
二、电流源	(166)
三、电压源与电流源的等效变换	(167)
知识链接 磁流电源	(168)
※四、叠加原理	(169)
一、电流的叠加	(169)
二、叠加原理的应用范围	(171)

本章小结	(171)
习题七	(172)
第八章 正弦交流电路	(174)
第一节 正弦交流电的基本概念	(174)
一、正弦量交变的大小	(174)
二、正弦量交变的快慢	(175)
三、正弦量交变的起点	(176)
第二节 正弦量的相量表示法	(177)
一、相量法	(177)
二、相量图	(179)
第三节 单一参数交流电路	(179)
一、纯电阻电路	(180)
二、纯电感电路	(181)
三、纯电容电路	(183)
知识链接 “二分频” 音箱	(186)
第四节 电阻和电感元件串联的交流电路	(186)
一、相量图解法	(186)
二、相量计算法	(188)
知识链接 日光灯	(189)
第五节 电阻、电感和电容元件串联的交流电路	(190)
一、电压与电流的关系	(191)
二、电路的阻抗	(192)
三、电路的功率	(194)
第六节 功率因数	(195)
一、功率因数的定义	(195)
二、功率因数低落的原因	(195)
三、功率因数低落的后果	(196)
四、提高功率因数的方法	(196)
技能实训 日光灯电路	(197)
本章小结	(199)
习题八	(200)
第九章 三相交流电路	(203)
第一节 三相电源	(203)
一、三相电动势的产生	(203)
二、三相电源的星形接法	(204)
三、三相电源的三角形接法	(207)

知识链接 潮汐发电	(207)
第二节 三相负载的星形连接	(208)
知识链接 相序指示器	(212)
第三节 三相负载的三角形连接	(212)
第四节 三相电路的功率	(213)
第五节 安全用电	(215)
一、触电与救护	(215)
二、接地	(217)
三、接零	(218)
技能实训 三相负载的连接	(219)
本章小结	(221)
习题九	(222)
第十章 变压器	(224)
第一节 磁路的基本概念	(224)
一、磁性材料的磁性能	(224)
二、磁路	(224)
※三、交流铁心线圈电路	(225)
知识链接 电磁炉	(226)
第二节 变压器的基本结构	(227)
阅读材料 配电变压器	(228)
第三节 变压器的工作原理	(228)
一、空载运行	(228)
二、有载运行	(229)
第四节 变压器的损耗与效率	(232)
※第五节 变压器的铭牌	(232)
※第六节 特种变压器	(233)
一、自耦变压器	(233)
二、三相变压器	(233)
本章小结	(234)
习题十	(235)
第十一章 交流电动机及其控制电路	(237)
第一节 三相异步电动机	(237)
一、三相异步电动机的结构	(237)
二、三相异步电动机的工作原理	(239)
三、三相异步电动机的铭牌	(242)
第二节 单相异步电动机	(243)

知识链接 洗衣机正反转控制电路	(244)
阅读材料 罩极式异步电动机	(245)
第三节 常用低压电器	(246)
一、闸刀开关	(246)
二、熔断器	(246)
三、按钮	(247)
四、交流接触器	(247)
五、热继电器	(248)
六、中间继电器	(249)
第四节 三相异步电动机的使用	(249)
一、三相异步电动机的选择	(249)
二、三相异步电动机的起动	(249)
三、三相异步电动机的调速	(252)
阅读材料 变频器	(252)
四、三相异步电动机的制动	(256)
第五节 三相异步电动机的继电器接触器控制	(256)
一、点动控制	(256)
二、单向运转控制	(257)
三、正反转控制	(257)
知识链接 安瓿灭菌干燥器自动安全门电路	(259)
※第六节 可编程序控制器	(260)
一、可编程序控制器的主要特点	(261)
二、可编程序控制器的结构及各部分的作用	(261)
三、可编程序控制器的工作原理	(263)
四、可编程序控制器的器件符号及功能	(264)
五、可编程序控制器的编程语言	(264)
技能实训 三相异步电动机的继电器接触器控制	(268)
本章小结	(270)
习题十一	(272)
第十二章 电子技术基础	(273)
第一节 半导体元件	(273)
一、半导体材料	(273)
二、PN 结	(274)
三、晶体二极管	(274)
四、晶体三极管	(276)
第二节 晶体管直流稳压电源	(280)
一、整流电路	(280)

二、滤波电路	(283)
三、稳压电路	(285)
第三节 晶体三极管放大电路	(286)
一、共射极单管低频电压放大电路	(286)
二、射极输出器	(295)
三、多级放大电路	(296)
※四、差动放大电路	(297)
※第四节 模拟集成运算放大器	(298)
第五节 数字电路简介	(299)
第六节 传感器简介	(300)
知识链接一 霍尔传感器	(301)
知识链接二 自动控温系统	(301)
知识链接三 数字式血压计为什么能测量血压	(302)
阅读材料一 温度传感器	(303)
阅读材料二 光电传感器	(304)
技能实训 直流稳压电源的制作与调试	(305)
本章小结	(307)
习题十二	(309)
参考文献	(312)

第一章 流体的性质

物质存在固态、液态和气态三种状态。液态和气态没有固定的形状，各部分之间容易发生相对运动，我们将这种特性称为流动性。凡具有流动性的物体，称为流体。如常温常压下的液体和气体。

流体运动的规律在工程技术和科学实验等方面都有广泛的应用，对于药学类专业，在药物合成和生产过程中，大量涉及有关流体的知识，如压缩空气、洁净空气和纯化水的输送、测量和控制等。因此，具备有关流体运动的基本知识是非常必要的。

本章介绍静止液体的力学性质及液体流动的基本规律。

第一节 静止流体的性质

一、静止流体内部的压强

在静止流体内部，如图 1-1 所示液柱，设液体的密度为 ρ ，液柱截面积为 S ，液柱的深度为 h ，液柱上方压强为 P_1 ，液柱深 h 处的压强为 P_2 ，该液柱铅垂方向上的平衡条件为

$$P_2 S = P_1 S + \rho g h S$$

即

$$P_2 = P_1 + \rho g h \quad (1-1)$$

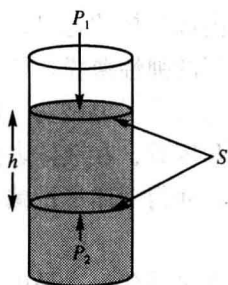


图 1-1 静止流体内部的压强

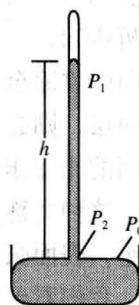


图 1-2 例题 1 图

上式说明在液体内部位于同一高度各处的压强相同。

例题 1-1 1643 年意大利的托里拆里 (Torricelli) 用他发明的水银气压计测量了大气压。先将一端封闭的长玻璃管充满水银，然后倒放于盛水银的槽中，管内水银面下降到一定程度即停止，留下的空间除水银蒸气外没有其他气体，在常温下水银蒸气压可忽略。量得水银柱高 76cm，求大气压。

解：如图 1-2 所示，在管内与槽内水银面等高的点 2 处压强为

$$P_2 = P_0 \text{ (大气压)}$$

因 $P_1 = \text{水银蒸气压} \approx 0$, 所以大气压为

$$\begin{aligned} P_0 &= P_2 = P_1 + \rho gh = \rho gh \\ &= 1.36 \times 10^4 \times 9.80 \times 0.76 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

在科技中定义标准大气压 (atm) 为

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa} \quad (1-2)$$

这相当于水银柱的高度取 76cm, 水银密度取 0℃ 时的值 $\rho = 13595.1 \text{ kg/m}^3$, 重力加速度取 $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$ 。

二、液体的表面张力

在两种不相溶液体或液体与气体之间会形成分界面。我们首先来研究界面上分子的受力情况。在此, 我们采用一个简化模型: 设分子间的有效作用距离为 r_e , 当分子间距大于 r_e 时就忽略他们间的相互作用。用此模型来考察液体内部一个分子 A 的受力情况, 如图 1-3 所示, 所有对该分子有引力的其他分子都处于以 A 为中心以 r_e 为半径的球内, 由于对称性, 其他分子对 A 的合引力为零。但是对于非常靠近液体表面的分子情况就不同了, 对于图中的分子 B, 以 B 为中心、以 r_e 为半径的球体的一部分落在了液面外侧, 对称性受到了破坏, B 受到一个垂直于液面并指向液体内部的合外力的作用。图中虚线上方至液面距离为 r_e 的一层液体称为表面层。可以看出, 所有位于表面层中的分子都将受到一个指向液体内部的作用力, 尽管作用力的大小可能不同。

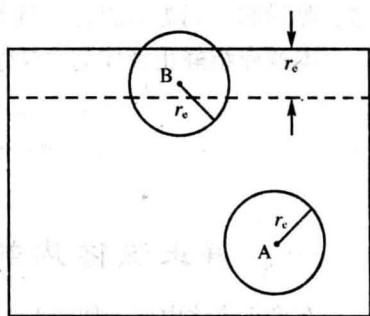


图 1-3 表面分子的受力情况

由上面的分析可知, 处在表面层中的分子都有向液体内部靠拢的趋势, 宏观上表现为液体表面有尽量向内收缩至表面积最小的趋势, 犹如张紧了的弹性薄膜。如果液体内部的分子试图到达表面层, 则必须克服上述指向液体内部的其他分子引力做功, 这部分功将变成表面层中分子间的相互作用势能, 称为表面能。从力的角度看, 在液体表面内形成了一种向内收缩的力, 这种力称为表面张力。表面张力的存在, 使得液体尽量减小他的表面积而使表面能为最小, 表面张力的方向处处与液面相切。

日常生活中, 我们看到小水滴、小水银滴以及肥皂泡都呈球状, 这是由于在体积相同的情况下, 球体的表面积最小的缘故, 这些都是表面张力的具体体现。

表面张力的大小可以用表面张力系数 γ 来描述。在液面上任取长为 l 的一段假想的线段, 把液面分割为两部分如图 1-4 所示。表面张力 f 为 l 两侧液面相互之间的拉力, 他的方向与 l 垂直, 大小与 l 成正比, 定义这个比例系数

$$\gamma = \frac{f}{l} \quad (1-3)$$

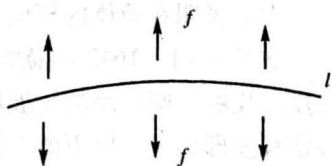


图 1-4 表面张力