



全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材



爱慕课
www.imoc985.com

供药学类专业用

物理化学

□ 主编 高 静 马丽英

在线学习版

教学资源 ⊙ 练习测试
互动教学 ⊙ 智能学习

中国医药科技出版社



全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

物 理 化 学

(供药学类专业用)

主 编 高 静 马丽英

副主编 周庆华 邓月义

编 者 (以姓氏笔画为序)

马丽英 (滨州医学院)

邓月义 (桂林医学院)

刘 景 (济宁医学院)

江 欣 (佳木斯大学药学院)

牟 杰 (徐州医学院)

苑 娟 (河南中医学院)

周庆华 (黑龙江中医药大学)

高 静 (牡丹江医学院)

程 艳 (牡丹江医学院)

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本教材是全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材之一。根据本套教材编写的总体思想和要求,本教材针对普通高等医学院校药学类专业教学需要,保证药学教育教学适应医药卫生事业发展要求编写而成。全书包括绪论、热力学第一定律、热力学第二定律、多组分系统热力学、化学平衡、相平衡、电化学、化学动力学、表面现象、胶体分散系统。本教材配有适量的实例解析、课堂互动、知识拓展、本章小结和习题(附有答案),针对医学院校药学类专业教学要求着重阐述基本概念、基本原理及基本方法,突出了物理化学在药学领域中的实际应用。同时,为丰富教学资源,增强教学互动,更好的满足教学需求,本教材免费配套在线学习平台(含电子教材、教学课件、图片、视频和习题集),欢迎广大师生使用。

本教材适用于高等医学院校药学类各专业教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

物理化学 / 高静, 马丽英主编. —北京: 中国医药科技出版社, 2016. 1

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教

ISBN 978-7-5067-7903-6

I. ①物… II. ①高… ②马… III. ①物理化学—医学院校—教材 IV. ①O64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 316603 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 发行: 010-62227427 邮购: 010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 787×1092mm $1/16$

印张 19 $3/4$

字数 455 千字

版次 2016 年 1 月第 1 版

印次 2016 年 1 月第 1 次印刷

印刷 三河市双峰印刷装订有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-7903-6

定价 39.00 元

版权所有 盗版必究

举报电话: 010-62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

出版说明

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材,是在深入贯彻教育部有关教育教学改革和我国医药卫生体制改革新精神,进一步落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010-2020年)的形势下,结合教育部的专业培养目标和全国医学院校培养应用型、创新型药学专门人才的教学实际,在教育部、国家卫生和计划生育委员会、国家食品药品监督管理总局的支持下,由中国医药科技出版社组织全国近100所高等医学院校约400位具有丰富教学经验和较高学术水平的专家教授悉心编撰而成。本套教材的编写,注重理论知识与实践应用相结合、药学与医学知识相结合,强化培养学生的实践能力和创新能力,满足行业发展的需要。

本套教材主要特点如下:

1. 强化理论与实践相结合,满足培养应用型人才需求

针对培养医药卫生行业应用型药学人才的需求,本套教材克服以往教材重理论轻实践、重化工轻医学的不足,在介绍理论知识的同时,注重引入与药品生产、质检、使用、流通等相关的“实例分析/案例解析”内容,以培养学生理论联系实际的应用能力和分析问题、解决问题的能力,并做到理论知识深入浅出、难度适宜。

2. 切合医学院校教学实际,突显教材内容的针对性和适应性

本套教材的编者分别来自全国近100所高等医学院校教学、科研、医疗一线实践经验丰富、学术水平较高的专家教授,在编写教材过程中,编者们始终坚持从全国各医学院校药学教学和人才培养需求以及药学专业就业岗位的实际要求出发,从而保证教材内容具有较强的针对性、适应性和权威性。

3. 紧跟学科发展、适应行业规范要求,具有先进性和行业特色

教材内容既紧跟学科发展,及时吸收新知识,又体现国家药品标准[《中国药典》(2015年版)]、药品管理相关法律法规及行业规范和2015年版《国家执业药师资格考试》(《大纲》、《指南》)的要求,同时做到专业课程教材内容与就业岗位的知识 and 能力要求相对接,满足药学教育教学适应医药卫生事业发展要求。

4. 创新编写模式,提升学习能力

在遵循“三基、五性、三特定”教材建设规律的基础上,在必设“实例分析/案例解析”

模块的同时，还引入“学习导引”“知识链接”“知识拓展”“练习题”（“思考题”）等编写模块，以增强教材内容的指导性、可读性和趣味性，培养学生学习的自觉性和主动性，提升学生学习能力。

5. 搭建在线学习平台，丰富教学资源、促进信息化教学

本套教材在编写出版纸质教材的同时，均免费为师生搭建与纸质教材相配套的“爱慕课”在线学习平台（含数字教材、教学课件、图片、视频、动画及练习题等），使教学资源更加丰富和多样化、立体化，更好地满足在线教学信息发布、师生答疑互动及学生在线测试等教学需求，提升教学管理水平，促进学生自主学习，为提高教育教学水平和质量提供支撑。

本套教材共计29门理论课程的主干教材和9门配套的实验指导教材，将于2016年1月由中国医药科技出版社出版发行。主要供全国普通高等医学院校药学类专业教学使用，也可供医药行业从业人员学习参考。

编写出版本套高质量的教材，得到了全国知名药学专家的精心指导，以及各有关院校领导和编者的大力支持，在此一并表示衷心感谢。希望本套教材的出版，将会受到广大师生的欢迎，对促进我国普通高等医学院校药学类专业教育教学改革和药学类专业人才培养作出积极贡献。希望广大师生在教学中积极使用本套教材，并提出宝贵意见，以便修订完善，共同打造精品教材。

中国医药科技出版社
2016年1月

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

书 目

序号	教材名称	主编	ISBN
1	高等数学	艾国平 李宗学	978-7-5067-7894-7
2	物理学	章新友 白翠珍	978-7-5067-7902-9
3	物理化学	高 静 马丽英	978-7-5067-7903-6
4	无机化学	刘 君 张爱平	978-7-5067-7904-3
5	分析化学	高金波 吴 红	978-7-5067-7905-0
6	仪器分析	吕玉光	978-7-5067-7890-9
7	有机化学	赵正保 项光亚	978-7-5067-7906-7
8	人体解剖生理学	李富德 梅仁彪	978-7-5067-7895-4
9	微生物学与免疫学	张雄鹰	978-7-5067-7897-8
10	临床医学概论	高明奇 尹忠诚	978-7-5067-7898-5
11	生物化学	杨 红 郑晓珂	978-7-5067-7899-2
12	药理学	魏敏杰 周 红	978-7-5067-7900-5
13	临床药物治疗学	曹 霞 陈美娟	978-7-5067-7901-2
14	临床药理学	印晓星 张庆柱	978-7-5067-7889-3
15	药物毒理学	宋丽华	978-7-5067-7891-6
16	天然药物化学	阮汉利 张 宇	978-7-5067-7908-1
17	药物化学	孟繁浩 李柱来	978-7-5067-7907-4
18	药物分析	张振秋 马 宁	978-7-5067-7896-1
19	药用植物学	董诚明 王丽红	978-7-5067-7860-2
20	生药学	张东方 税丕先	978-7-5067-7861-9
21	药剂学	孟胜男 胡容峰	978-7-5067-7881-7
22	生物药剂学与药物动力学	张淑秋 王建新	978-7-5067-7882-4
23	药物制剂设备	王 沛	978-7-5067-7893-0
24	中医药学概要	周 晔 张金莲	978-7-5067-7883-1
25	药事管理学	田 侃 吕雄文	978-7-5067-7884-8
26	药物设计学	姜凤超	978-7-5067-7885-5
27	生物技术制药	冯美卿	978-7-5067-7886-2
28	波谱解析技术的应用	冯卫生	978-7-5067-7887-9
29	药学服务实务	许杜娟	978-7-5067-7888-6

注：29 门主干教材均配套有中国医药科技出版社“爱慕课”在线学习平台。

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

配套教材书目

序号	教材名称	主编	ISBN
1	物理化学实验指导	高 静 马丽英	978 - 7 - 5067 - 8006 - 3
2	分析化学实验指导	高金波 吴 红	978 - 7 - 5067 - 7933 - 3
3	生物化学实验指导	杨 红	978 - 7 - 5067 - 7929 - 6
4	药理学实验指导	周 红 魏敏杰	978 - 7 - 5067 - 7931 - 9
5	药物化学实验指导	李柱来 孟繁浩	978 - 7 - 5067 - 7928 - 9
6	药物分析实验指导	张振秋 马 宁	978 - 7 - 5067 - 7927 - 2
7	仪器分析实验指导	余邦良	978 - 7 - 5067 - 7932 - 6
8	生药学实验指导	张东方 税丕先	978 - 7 - 5067 - 7930 - 2
9	药剂学实验指导	孟胜男 胡容峰	978 - 7 - 5067 - 7934 - 0

前言

PREFACE

物理化学是高等医学院校药学类专业的一门重要的专业必修基础课程，是整个药学科的理论基础。学好物理化学，才能更系统、更深刻地掌握反应规律。本教材针对普通高等医学院校药学类专业教学需要，保证药学教育教学适应医药卫生事业发展，坚持理论与实践、药学与医学相结合，强化培养学生创新能力、实践能力的思想，在编写时力争做到内容的基础性、科学性和先进性；在保证物理化学的基础理论的同时，突出物理化学与医药学的联系。

本教材在编写过程中，始终深入贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要》“重点扩大应用型、复合型、技能型人才培养规模”的教育教学改革精神，切实满足药品生产、检验、经营与管理与药学服务等应用型药学人才培养的需求，在充分调研各院校教学现状和借鉴国内外先进教学经验的基础上，全体编委结合多年来的教学实践完成了本套教材包括《物理化学》《物理化学实验》及在线学习平台内容的编写。《物理化学》教材内容包括绪论、热力学第一定律、热力学第二定律、多组分系统热力学、化学平衡、相平衡、电化学、化学动力学、表面现象、胶体分散系统，相对全面地阐述了药学所必需的物理化学基本概念、基本原理及其重要应用。本教材力求简明扼要，注重理论与实践相结合，注重化学与药学及医学知识相结合，突出学生实践能力和创新能力的培养。为帮助学生自主学习，结合学科特点，各章节中设置了学习导引、实例解析、课堂互动、知识拓展、习题等编写模块。本书采用了大量与医药相关的例题与习题，希望能够提高学生的兴趣及解决实际问题的能力。

本教材可供普通高等医学院校药学各专业的本科学生使用，也可供从事物理化学教学的教师参考。

本教材具体编写分工是：绪论与第五章，高静；第一章，马丽英；第二章，江欣；第三章及附录，程艳；第四章，邓月义；第六章，刘景；第七章，周庆华；第八

章，牟杰；第九章，苑娟。全书由高静、马丽英统稿、审稿。

本教材配套有中国医药科技出版社“爱慕课”在线学习平台，含数字教材、教学课件、图片、视频、大量练习题等，使教学资源更加丰富和多样化、立体化，可供广大师生免费使用。本书在编写时参考了部分已出版的相关教材和著作，从中借鉴了许多有益的内容，在此向相关的作者及单位表示感谢。

鉴于编者水平的局限性，书中的疏漏和不当之处实属难免，恳请批评指正，以求更正和提高。

编者
2015 年 10 月

绪论	1
一、物理化学的任务和内容	1
二、物理化学在化学和医药学中的地位与应用	1
三、物理化学的学习方法	2
第一章 热力学第一定律	4
第一节 热力学基本概念	5
一、系统与环境	5
二、状态与状态函数	5
三、系统的性质	6
四、热力学平衡态	6
五、过程与途径	7
第二节 热力学第一定律	7
一、能量守恒与热力学第一定律	7
二、热和功	8
三、热力学能	8
四、热力学第一定律的数学表达式	9
第三节 体积功的计算与可逆过程	9
一、体积功	9
二、不同过程的体积功	10
三、可逆过程	12
第四节 焓与热容	14
一、焓	14
二、热容	16
第五节 热力学第一定律的应用	18
一、热力学第一定律对理想气体的应用	18

二、热力学第一定律对实际气体的应用	24
第六节 热化学	25
一、化学反应的热效应	25
二、反应进度	27
三、热化学方程式	28
第七节 化学反应热的计算	28
一、Hess 定律	29
二、化学反应热的计算	29
三、反应热与温度的关系	33
第二章 热力学第二定律	40
第一节 自发过程	40
一、自发过程	40
二、自发过程的特征	41
第二节 热力学第二定律的表述	41
第三节 Carnot 循环与 Carnot 定理	41
一、Carnot 循环	42
二、Carnot 定理	43
第四节 熵	44
一、可逆过程的热温商与熵变	44
二、不可逆过程的热温商与熵变	45
三、热力学第二定律数学表达式—Clausius 不等式	46
四、熵增加原理	46
第五节 熵变的计算	47
一、环境熵变的计算	47
二、系统熵变的计算	47
第六节 熵的物理意义	50
第七节 热力学第三定律及规定熵	51
一、热力学第三定律	51
二、规定熵	51
三、化学反应的熵变	51
第八节 Helmholtz 自由能和 Gibbs 自由能	52
一、热力学第一定律、第二定律联合表达式	52
二、Helmholtz 自由能	52

三、Gibbs 自由能	52
四、自发过程方向和限度的判据	53
第九节 ΔG 的计算	54
一、理想气体简单状态变化过程	54
二、相变过程	54
三、化学反应过程	55
第十节 热力学函数间的关系式	55
一、热力学基本关系式	55
二、Maxwell 关系式	56
三、 ΔG 与温度的关系—Gibbs-Helmholtz 方程	57
第三章 多组分系统热力学	62
第一节 多组分系统和组成表示法	62
第二节 偏摩尔量	64
一、偏摩尔量的定义	64
二、偏摩尔量的集合公式	65
三、Gibbs-Duhem 公式	66
第三节 化学势	67
一、化学势的定义	67
二、广义化学势和组成变化系统的热力学基本公式	67
三、温度、压强对化学势的影响	68
四、化学势判据及其应用	69
第四节 稀溶液中的两个经验定律	70
一、拉乌尔定律	70
二、亨利定律	71
第五节 气体混合物中各组分的化学势	72
一、理想气体	72
二、真实气体	73
第六节 液态混合物、稀溶液、真实溶液中组分的化学势	73
一、液态混合物中组分的化学势	73
二、理想稀溶液中各组分的化学势	74
三、真实溶液中各组分的化学势	75
第四章 化学平衡	80
第一节 化学反应的方向和平衡条件	80

第二节 化学反应恒温方程式和平衡常数	81
一、理想气体反应的恒温方程式	81
二、标准平衡常数的导出	82
第三节 平衡常数的表示式	84
一、气相反应的平衡常数	84
二、真实气体的平衡常数	85
三、液相反应的平衡常数	85
四、复相反应的平衡常数	87
第四节 平衡常数的测定及其相关计算	88
一、平衡常数的测定	88
二、平衡组成的计算	88
第五节 标准摩尔反应 Gibbs 能变及化合物的标准生成 Gibbs 能	89
一、标准反应 Gibbs 能变 $\Delta_r G_m^\ominus$ 的应用	89
二、标准反应 Gibbs 能变的计算	91
第六节 温度对标准平衡常数的影响	92
一、 $\Delta_r H_m^\ominus$ 不随温度变化时 $K^\ominus$ 的计算	92
二、 $\Delta_r H_m^\ominus$ 随温度变化时 $K^\ominus$ 的计算	93
第七节 其他因素对化学平衡的影响	95
一、压强对理想气体反应平衡的影响	95
二、压强对凝聚相反应平衡的影响	96
三、惰性组分对化学平衡的影响	96
四、反应对比对化学平衡的影响	97
第八节 反应的耦合	98
 第五章 相平衡	 102
第一节 相律	103
一、相和相数	103
二、物种数与独立组分数	103
三、自由度	104
四、相律	105
第二节 单组分系统	106
一、单组分系统的相图	107
二、克劳修斯-克拉珀龙方程	110
第三节 完全互溶双液系统	113
一、理想的完全互溶双液系统	113

二、非理想的完全互溶双液系统	117
三、蒸馏和精馏	120
第四节 部分互溶双液系统	123
第五节 完全不互溶双液系统	125
第六节 二组分系统的固-液平衡相图	126
一、具有简单低共熔系统的相图	126
二、形成化合物的相图	130
三、形成固溶体的相图	131
第七节 三组分系统相图	133
一、三组分系统组成的表示法	134
二、部分互溶三液体系统的相图	135
三、三组分盐水系统的相图	137
第六章 电化学	142
第一节 电化学基本概念	142
一、原电池与电解池	142
二、Faraday 电解定律	144
三、离子迁移数	144
第二节 电解质溶液的电导	146
一、电解质溶液的电导	146
二、电导率、摩尔电导率与浓度的关系	147
三、离子独立运动定律	149
第三节 电解质溶液电导的测定及其应用	150
一、电解质溶液电导的测定	150
二、电导测定的应用	151
第四节 强电解质溶液中电解质的活度及活度系数	153
一、溶液中离子的平均活度及平均活度系数	153
二、离子强度	155
三、Debye-Hückel 极限公式	156
第五节 可逆电池及其电动势的测定	157
一、可逆电池	157
二、电池电动势的测定	160
第六节 电池电动势和电极电势	161
一、电池电动势的构成	161

二、电极电势	163
三、Nernst 方程	164
第七节 可逆电池热力学	165
一、电池反应的 $\Delta_r S_m$ 和 $\Delta_r H_m$	165
二、电池可逆放电时的热效应	166
第八节 浓差电池	167
一、单液浓差电池	167
二、双液浓差电池	167
第九节 电极电势和电动势的应用	168
一、判断化学反应方向	168
二、求化学反应的平衡常数	169
三、求难溶盐的活度积	169
四、测定溶液的 pH	170
五、测定离子的平均活度系数 $\gamma_{\pm}$	170
第十节 电极的极化和超电势	171
一、分解电压	171
二、电极的极化和超电势	172
第七章 化学动力学	177
第一节 反应速率的表示方法及测定	178
一、化学反应速率的表示方法	178
二、化学反应速率的测定	179
第二节 基本概念	179
一、基元反应与总包反应	179
二、反应分子数	180
三、质量作用定律	180
四、反应级数	180
第三节 简单级数反应	181
一、一级反应	181
二、二级反应	185
三、零级反应	186
四、简单级数反应的速率方程比较	186
五、反应级数的测定	187
第四节 典型的复杂反应	189
一、对峙反应	189

二、平行反应	190
三、连续反应	191
四、链反应	192
第五节 温度对反应速率的影响	194
一、van't Hoff 经验规则	194
二、Arrhenius 经验公式	194
三、活化能	195
四、药物贮存期的预测	197
第六节 反应速率理论简介	197
一、碰撞理论	198
二、过渡态理论	200
第七节 光化学反应	202
一、光化学反应特点	203
二、光化学定律	203
三、量子效率	204
四、光对药物稳定性的影响	204
第八节 影响溶液中化学反应速率的因素	205
一、溶剂极性的影响	206
二、溶剂化的影响	206
三、溶剂介电常数的影响	207
四、离子强度的影响	207
第九节 催化作用	208
一、催化剂的基本特征	208
二、酸碱催化	209
三、酶催化	212
第八章 表面现象	217
第一节 表面张力与表面 Gibbs 能	217
一、分散度	217
二、表面 Gibbs 能和表面张力	218
三、表面的热力学基本关系式	221
第二节 弯曲表面的性质	222
一、弯曲表面的附加压力	222
二、曲面的蒸气压	224
三、亚稳状态与新相的形成	227

第三节 铺展与润湿	228
一、液体的铺展	228
二、固体表面的润湿	230
第四节 溶液表面的吸附	231
一、溶液的表面张力和浓度之间的关系	231
二、溶液表面的吸附和 Gibbs 吸附恒温式	232
三、表面活性剂在溶液表面的定向排列	233
第五节 表面活性剂	235
一、表面活性剂的分类	235
二、表面活性剂的 HLB 值	236
三、胶束的形成及其性质	238
四、表面活性剂的几种重要作用	239
第六节 固体表面的吸附	241
一、物理吸附与化学吸附	241
二、吸附曲线	242
三、Freundlich 吸附等温式	243
四、单分子层吸附理论与 Langmuir 吸附等温式	243
五、多分子层吸附理论与 BET 公式	245
第九章 胶体分散系统	250
第一节 分散系统的分类和溶胶的基本特征	251
一、分散系统的分类	251
二、溶胶的基本特征	251
第二节 溶胶的制备和净化	252
一、溶胶的制备	252
二、溶胶的净化	253
三、纳米粒子及制备方法	254
第三节 溶胶的动力性质	255
一、布朗运动	255
二、扩散与渗透压	256
三、沉降与沉降平衡	257
第四节 溶胶的光学性质	258
一、丁铎尔效应	258
二、瑞利散射公式	258
三、溶胶的颜色	259
四、超显微镜	260