

药学实践教学创新系列教材
(供药学类、中药学类及相关专业用)

总主编 李校堃 叶发青

药剂学模块 实验教程

■ 主编 赵应征

高等教育出版社

药学实践教学创新系列教材

(供药学类、中药学类及相关专业用)

总主编 李校堃 叶发青

药剂学模块 实验教程

Yaojixue Mokuai Shiyān Jiāochéng

主 编 赵应征

副主编 胡淑平 杨 伟 卫 涛

主 审 林 丽

编 者(按姓氏笔画排序)

卫 涛 田吉来 苏国琛 杨 伟

张 明 赵应征 胡淑平 姜义娜

傅红兴 雷运涛 虞希冲

高等教育出版社·北京

内容提要

本教材是“药学实践教学创新系列教材”之一。全书系统整合了药剂学相关的三门主干实验课程——物理化学实验、药剂学实验和药物动力学实验,旨在提高学生自主学习、综合分析和实践创新的能力。全书分为三篇,第一篇为药剂学基础实验,使学生掌握基本实验操作技能。第二篇为药剂学综合实验,使学生掌握各种常见剂型的制备工艺和相关质量控制方法。第三篇为药剂学设计实验,要求学生综合应用所学知识,在教师的指导下独立完成特定药物的制剂设计与相关评价。

本书可供高等学校药学类、中药类及相关专业使用,也可供相关科研与生产人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

药剂学模块实验教程 / 赵应征主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2014. 9

药学实践教学创新系列教材 / 李校堃, 叶发青主编
ISBN 978-7-04-040976-5

I. ①药… II. ①赵… III. ①药剂学-实验-高等学校-教材 IV. ①R94-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 182180 号

策划编辑 吴雪梅 赵晓媛
责任印制 尤 静

责任编辑 赵晓媛 胡忠婕

封面设计 赵 阳

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 化学工业出版社印刷厂
开 本 787 mm × 1092 mm 1/16
印 张 14.25
字 数 355 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2014 年 9 月第 1 版
印 次 2014 年 9 月第 1 次印刷
定 价 29.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 40976-00

药学实践教学创新系列教材

总编委会

总 主 编 李校堃 叶发青

总 编 委 (按姓氏笔画排序)

仇佩虹	王晓杰	叶发青	叶晓霞
李校堃	林 丹	林 丽	金利泰
赵应征	胡爱萍	高红昌	梁 广
谢自新	董建勇	蔡 琳	潘建春

数字课程（基础版）

药剂学模块 实验教程

主编 赵应征



登录方法：

1. 访问<http://abook.hep.com.cn/40976>
2. 输入数字课程用户名（见封底明码）、密码
3. 点击“进入课程”

账号自登录之日起一年内有效，过期作废
使用本账号如有任何问题
请发邮件至：medicine@pub.hep.cn

药剂学模块实验教程

主编 赵应征

用户名 密码 验证码 3 8 4 0 进入课程

相关教材

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

本数字课程与纸质教材一体化设计，其资源包括以下各部分：

第一篇药剂学基础实验配备了实验方法和仪器介绍的教学PPT，使学生提纲挈领地掌握基本实验操作技能。第二篇药剂学综合实验配备了制剂操作与工业生产以及动物实验操作的相关视频，使学生能够更加直观地了解各种常见剂型的制备工艺和相关质量控制方法以及动物实验操作的具体流程。附录部分配备了大量与实验操作相关的原理图、示意图以及制剂工业生产相关的仪器设备图片。



大型分析仪器使用教程
主编 高红昌



药物分析模块实验教程
主编 林丽



药实验室安全教程
主编 林丹 高红昌



中药学专业基础实验（上册）
主编 仇佩虹

Copyright © 2014-2015 高等教育出版社 版权所有

<http://abook.hep.com.cn/40976>

► 序言

《教育部等部门关于进一步加强高校实践育人工作的若干意见》（教思政〔2012〕1号）中指出，实践教学是高校教学工作的重要组成部分，是深化课堂教学的重要环节，是学生获取、掌握知识的重要途径。各高校要全面落实本科专业类教学质量国家标准对实践教学的基本要求，加强实践教学管理，提高实验、实习、实践和毕业设计（论文）质量。此外还指出要把加强实践教学方法改革作为专业建设的重要内容，重点推行基于问题、基于项目、基于案例的教学方法和学习方法，加强综合性实践科目设计和应用。

药学是一门实践性很强的学科，药学人才应具备技术覆盖面广、实践能力强的特点。在传统的药学教育中，各门专业课程自成体系，每门课程的实验项目又被分解为许多孤立的操作单元，实验内容缺乏学科间的相互联系。每一个实验项目的针对性比较集中，训练面窄，涉及的知识点单一，很大程度上影响了实验技能训练的系统性，不符合科学技术认识和发展的内在规律。因此，建立科学完善的药学专业实践教学体系具有重要意义。

温州医科大学药学院经过多年实践建立了“学校-企业-医院”循环互动培养药学人才的教学模式，结合药学的定位和依托优势学科，充分利用校内外实习实训基地等资源，以培养学生的创新、创业精神和实践能力为目的，加强整合，注重实践，深化改革，建立了药实践教学创新体系并编写了系列教材。该系列教材具有以下特点：

1. 提出了药学教育理念。“厚基础、宽口径、强实践、求创新”是药学高等教育的理念，是药实践教学创新体系和系列教材的编写必须遵循的教育理念。

2. 创建并实践了药学本科专业“三三”制实践教学新体系。药学本科专业“三三”制实践教学新体系的内容是由实验教学、实训实习、科研实践三部分组成，每一部分包括三个阶段内容。实验教学包括基础性实验（四大模块实验）、药学多学科综合性实验和设计性实验；实训实习包括野外见习和企业见习、医院和企业实训、医院和企业

业实习；科研实践包括开放实验、科技训练和毕业论文三个阶段内容。

3. 构建药学实践教材体系。为了更好实施药学实践教学创新体系，编写一系列实验、实训、实习教材，包括《药物化学模块实验教程》《药物分析模块实验教程》《药理学模块实验教程》《药剂学模块实验教程》《药学综合性与设计性实验教程》《生物制药综合性与设计性实验教程》《中药学专业基础实验（上册）》《中药学专业基础实验（下册）》《药学毕业实习教程》《生物制药工程实训教程》《大型分析仪器使用教程》《药实验室安全教程》共12本教材，包含了基础实验、专业实验、综合性实验、设计性实验、仪器操作及安全实训实习等内容，该实践教学教材具有系统性和创新性。

4. 坚持五项编写原则。该系列教材的编写原则主要包括以下五个方面。

(1) “课程整合法”原则。根据药学专业特点，采用“课程整合法”构建与理论教学有机联系又相对独立的四大模块实验课程。按照学科把相近课程有机地组合起来，避免实验操作和项目的重复。其教学目标是培养学生掌握实验基本理论、基本知识、基本方法、基本技能，以及受到科学素质的基本训练。其教材分别是《药物化学模块实验教程》（专业基础课无机化学实验、有机化学实验和专业课药物化学实验课程整合而成）、《药物分析模块实验教程》（专业基础课分析化学实验、仪器分析实验和专业课药物分析实验、制剂分析实验课程整合而成）、《药剂学模块实验教程》（专业基础课物理化学实验、专业课药剂学和药物动力学实验课程整合而成）和《药理学模块实验教程》（专业课药理学实验、临床药理学实验、毒理学实验课程整合而成）。

(2) 课程之间密切联系的原则。以药物研究为主线，在四个模块完成的基础上开设，是将现代的仪器分析方法和教师新的研究技术引入实验教学中。让学生从实验方法学的角度，理解新药研究全过程，即药物设计—药物合成—结构鉴定—制剂确定—质量控制—药效及安全性评价的一体化实验教学内容。实验教材是《药学综合性与设计性实验教程》。其教学目标是让学生综合应用多门实验课的方法与技能，掌握药学专业各学科的联系，建立药物研究的整体概念，培养学生发现问题、解决问题的能力。

(3) “教学与科研互动”的原则。促使“科研成果教学化，教学内容研究化”，将教师的科研成果、学科的新技术、新方法、现代实验技术与手段引入到实验教学中。开展自主研究性实验，学生在教师指导下自由选题，查阅文献、设计实验方案、实施操作过程、观察记录数据，分析归纳实验结果，撰写报告。其教学目标是使学生受到科学研究的初步训练，了解科研论文写作过程。

(4) 系统性原则。按照人才培养目标和实验理论、技术自身的系统性、科学性，统筹设计了基础性实验，以此进行基本技能强化训练；再通过多学科知识完成综合性实验，为毕业实习和应用型人才就业打下良好的基础；再进一步开展设计性实验，给定题目，学生自己动手查阅文献，自行设计，独立操作，最后总结。系列实验教材内容由浅入深、循序渐进、相互联系。

(5) 坚持强实践，求创新的原则。从学生的学习、就业特点以及综合素质培养出发，构建见习、实训和实习三大平台多样性、立体化的教学体系，以加强学生的实践能力；

依托优势学科,通过开放性实验、大学生创新科技训练和毕业论文三阶段循序展开,创建学生科研实践与教学体系。

此外,为了适应时代的需求,也便于学生课外自主学习,本系列教材每本均配有数字课程,数字化资源包括相关图片、视频、教学 PPT、自测题等,有助于提升教学效果,培养学生自主学习的能力。

药学实践教学创新系列教材是由总编委会进行了大量调研的基础上设计完成的。在教材编写过程中,由于时间仓促,涉及交叉学科多,药学实践教学还有一些问题值得探讨和研究,需要在实践中不断总结和发展,因此,错误和不当之处难以避免,恳请专家、同仁和读者提出宝贵意见,以便今后修改、补充和完善。

李校堃 叶发青

2014 年 2 月于温州医科大学

▶ 前言

《药剂学模块实验教程》为“药学实践教学创新系列教材”之一。以实践药学本科专业“三三”制实践教学新体系和“厚基础、宽口径、强实践、求创新”的药学高等教育理念为宗旨编写而成，旨在提高学生自主学习、综合分析和解决较复杂问题的能力，培养学生科学思维和创新思维能力。

本教材打破原来按照药剂学相关课程单独设置实验课程的情况，将药剂学相关的三门主干实验课程——物理化学实验、药剂学实验和药物动力学实验，根据其内在的规律和联系，进行系统整合。全书分为三篇，第一篇为药剂学基础实验，将药剂学相关的三门实验课程的基本实验内容按照循序渐进的思路综合设计，使学生掌握基本实验操作技能。第二篇为药剂学综合实验，以药剂学为主线，将三门实验课程内容融合成综合实验，使学生掌握各种常见剂型的制备工艺和相关质量控制方法。第三篇为药剂学设计实验，训练学生综合应用所学知识能力，在教师的指导下由学生自己完成特定药物的制剂设计与相关评价。

本教材突破了原有药学类专业实验课程依附于各自理论课程教学的传统框架，突出应用性和实用性，力求重点突出、详略得当、图文并茂，既紧扣药剂学学科基础理论，又紧跟药剂学学科前沿进展，拓展和丰富相关实验内容；在内容的编写和组织上，重视教材的科学性、先进性、逻辑性、启发性、实用性和教学适用性，不仅满足药剂学学科实验课程的教学需求，而且也体现了其前瞻性特色。

本书的编写和出版得到了高等教育出版社的大力支持。赵应征老师负责全书的规划和编排，第一篇药剂学基础实验中实验九到实验十五的部分内容撰写，第二篇药剂学综合实验的实验二十到实验二十二的内容撰写，第三篇药剂学设计实验的部分内容撰写，附录资料部分内容的整理。胡淑平老师负责第一篇药剂学基础实验部分的实验九到实验十一的主要内容撰写，第二篇药剂学综合实验的实验七到实验十四、实验十六、实验十八、实验十九，以及实验二十三、实验二十四的部分内容撰写。杨伟老师和虞希冲老师负责第一篇药剂学基础实验部分的实验十六到实验二十一的内容撰写，第二篇药剂学综合实验的

实验十二、实验十五、实验二十七和实验二十八的内容撰写。田吉来老师负责第二篇药剂学综合实验的实验一到实验六部分内容的撰写，第三篇药剂学设计实验的部分内容撰写，附录资料的编辑整理。卫涛老师和雷运涛老师（中国药科大学理学院）负责药剂学第一篇基础实验部分中实验一到实验八内容的撰写和审核工作。傅红兴老师负责第二篇药剂学综合实验的实验二十三到实验二十六部分内容的撰写。苏国琛老师（南开大学药学院）负责第二篇药剂学综合实验的实验一到实验三、实验九到实验十四、实验十七到实验十九、实验二十五和实验二十六部分内容的撰写。姜义娜老师负责第二篇药剂学综合实验的实验二的内容撰写，并和研究生张明共同负责附录部分的资料收集与汇编。

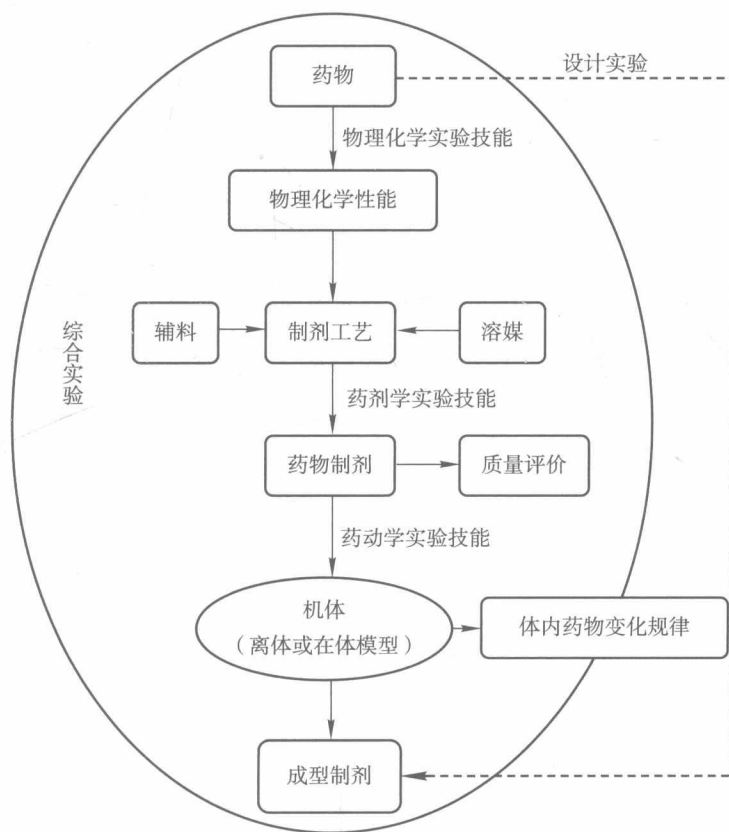
在本教材的编写过程中，各位编者严谨认真、不断修正，使本书圆满完成。在此，对他们的辛勤工作表示衷心的感谢！此外，对书中所引用资料的其他药学工作者，在此也表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不妥和疏漏之处，恳请有关专家和读者批评指正。

赵应征

2013年12月

《药剂学模块实验教程》知识结构框架图



目 录

第一篇 药剂学基础实验

实验一	电导法测定电离平衡常数及难溶盐溶解度	3
实验二	电导率法测定表面活性剂的临界胶束浓度	9
实验三	电位法测化学反应的 ΔG 、 ΔH 和 ΔS	12
实验四	旋光法测定蔗糖转化速率常数	15
实验五	表面（界面）张力的测定	20
实验六	黏度法测定高聚物的摩尔质量	24
实验七	三组分体系等温相图的绘制	28
实验八	胶体的制备、净化及电泳	32
实验九	药物溶解度与油水分配系数的测定	35
实验十	药物的增溶与助溶	39
实验十一	注射剂的稳定性	43
实验十二	流体流变性质的测定	50
实验十三	粉体的粒径与粒度分布的测定	53
实验十四	粉体流动性的测定	57
实验十五	粉体物料的吸湿性及吸湿速度的测定	61
实验十六	动物实验手术基本操作方法	64
实验十七	动物各种体液的采集方法	67
实验十八	桂美辛不同晶型的制备及其溶解性质研究	74
实验十九	药物的蛋白结合及竞争作用实验	76



实验二十 磺胺甲噁唑表观油水分配系数对小肠吸收的影响	79
实验二十一 喹诺酮类对兔体内氨茶碱药动学的影响性实验	83

第二篇 药剂学综合实验

实验一 藿香正气水的制备与质量检查	89
实验二 小建中合剂的制备	92
实验三 浸膏粉体的吸湿性与防潮技术	95
实验四 常见液体制剂的制备	98
实验五 乳剂性能测定与质量考察	102
实验六 W/O/W 型利福平复乳的制备与质量考察	104
实验七 维生素 C 注射液的处方设计与制备	107
实验八 维生素 C 注射液的稳定性加速试验	110
实验九 散剂的制备及质量检查	113
实验十 山楂泡腾颗粒剂的制备	117
实验十一 阿司匹林片剂的制备	119
实验十二 阿司匹林片剂溶出度的检查	125
实验十三 阿司匹林肠溶片的制备与质量检查	128
实验十四 壬苯基聚乙二醇醚膜剂的制备	132
实验十五 水杨酸软膏和凝胶剂的制备及透皮实验	135
实验十六 栓剂的制备	141
实验十七 麝香祛痛气雾剂的制备及质量检查	145
实验十八 黄芪苷固体分散体的制备及质量评价	149
实验十九 莪术油包合物的制备及体外评价	152
实验二十 吲哚美辛微囊的制备及质量评价	155
实验二十一 氟尿嘧啶微球的制备及质量评价	159
实验二十二 姜黄素脂质体的制备及质量评价	162
实验二十三 对乙酰氨基酚缓释片的制备及质量评价	165
实验二十四 诺氟沙星控释胶囊的制备及质量评价	167
实验二十五 盐酸表柔比星-PLGA 纳米粒的制备及质量评价	170

实验二十六 大黄结肠靶向制剂的制备及质量评价	173
实验二十七 药动学单室模型模拟实验	177
实验二十八 药动学实验数据的处理	180

第三篇 药剂学设计实验

实验一 盐酸二甲双胍片剂的设计	186
实验二 双氯芬酸钠灭菌或无菌制剂的设计	189
实验三 月见草油乳剂的制备及检测	192
实验四 莪术油制剂的设计	193
附录 药物制剂常用仪器设备	195
参考文献	211

>>> 第一篇

… 药剂学基础实验

实验一

电导法测定电离平衡常数及难溶盐溶解度

【实验目的】

1. 熟悉电解质溶液电导的测定原理与方法。
2. 测定磺胺水溶液的电导率,计算摩尔电导率、解离度和解离常数。
3. 测定难溶盐的溶解度。

【实验原理】

电解质溶液导电是凭借阴阳离子的相对移动实现的,它的导电能力以电导(conductance, G)来表示,电导 G 是电阻 R 的倒数:

$$G = 1/R \quad (1-1-1)$$

电导的国际单位是西门子,用符号 S (Siemens) 表示。

电阻与导体(电解质溶液)的横截面积(A ,垂直于电流方向的截面积)成反比,与导体的长度 L 成正比,可用下式来表明它们之间的关系:

$$R = \rho L/A \quad (1-1-2)$$

比例常数 ρ 称为电阻率

将式(1-1-2)代入式(1-1-1)可得:

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{A}{L} = \kappa \cdot \frac{A}{L} \quad (1-1-3)$$

式中 $\kappa (=1/\rho)$ 称为电导率或比电导度(specific conductance),单位为 $S \cdot m^{-1}$ 或 $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$,它是长度为 1 m,横截面积为 $1 m^2$ 的导体的电导。

从式(1-1-3)可得:

$$k = \frac{L}{A} \cdot \frac{1}{R} = K \cdot \frac{1}{R} = K \cdot G \quad (1-1-4)$$

式中的 $K (= \frac{L}{A})$ 对于同一个电导池(由两片固定在玻璃上的平行的电极组成)而言是一个常数,称为电导池常数,是一个表示电导池几何特征的量。

从式(1-1-4)可以看出只需测得电阻和电导池常数就可得到电导率。至于求电导池常数的方法并不是实际去测量电极的面积和距离,而是用已知电导率的标准溶液装入电导测定器中,测定其电阻,代入式(1-1-4),便可算出电导池常数。从而可测量待测溶液的电导率。

电解质溶液的电导是随溶液浓度的改变而改变的。在相距 1 m 的两个平行电极之间,放置含有 1 mol 电解质溶液,此溶液的电导称为摩尔电导率,用 Λ_m 表示。因为电解质的量规定为 1 mol,故导电溶液的体积将随溶液的浓度而改变。设 c (单位为 $mol \cdot m^{-3}$) 为电解质溶液的浓度,则含有 1 mol 电解质溶液的体积 V 应为 c 的倒数,即 $V = 1/c$ 。所以,摩尔电