



国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材配套教材
全国高等医药教材建设研究会“十三五”规划教材配套教材

全国高等学校药学类专业第八轮规划教材配套教材
供药学类专业用

分析化学

学习指导与习题集

第 4 版

主编 柴逸峰 邸欣



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材配套教材
全国高等医药教材建设研究会“十三五”规划教材配套教材

全国高等学校药学类专业第八轮规划教材配套教材
供药学类专业用

分析化学

学习指导与习题集

第4版

主 编 柴逸峰 邸 欣

编 者 (以姓氏笔划为序)

马 勇 (中国医科大学)

石玉杰 (北京大学医学部)

李 嫣 (复旦大学药学院)

吴永江 (浙江大学药学院)

范华均 (广东药科大学)

柴逸峰 (第二军医大学)

黄丽英 (福建医科大学)

王 磊 (山东大学药学院)

朱臻宇 (第二军医大学)

李云兰 (山西医科大学)

邸 欣 (沈阳药科大学)

季一兵 (中国药科大学)

徐 丽 (华中科技大学同济医学院)

熊志立 (沈阳药科大学)

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

分析化学学习指导与习题集/柴逸峰, 邸欣主编.—4 版.—北京: 人民卫生出版社, 2016

ISBN 978-7-117-22367-6

I. ①分… II. ①柴…②邸… III. ①分析化学-高等学校-教学参考资料 IV. ①O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 076737 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数据库服务, 医学教育资源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

分析化学学习指导与习题集

第 4 版

主 编: 柴逸峰 邸 欣

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 26

字 数: 649 千字

版 次: 2004 年 7 月第 1 版 2016 年 2 月第 4 版

2016 年 2 月第 4 版第 1 次印刷 (总第 17 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-22367-6/R · 22368

定 价: 48.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

全国高等学校药学类专业本科国家卫生和计划生育委员会规划教材是我国最权威的药学类专业教材,于1979年出版第1版,1987~2011年间进行了6次修订,并于2011年出版了第七轮规划教材。第七轮规划教材主干教材31种,全部为原卫生部“十二五”规划教材,其中29种为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材;配套教材21种,全部为原卫生部“十二五”规划教材。本次修订出版的第八轮规划教材中主干教材共34种,其中修订第七轮规划教材31种;新编教材3种,《药学信息检索与利用》《药学服务概论》《医药市场营销学》;配套教材29种,其中修订24种,新编5种。同时,为满足院校双语教学的需求,本轮新编双语教材2种,《药理学》《药剂学》。全国高等学校药学类专业第八轮规划教材及其配套教材均为国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材、全国高等医药教材建设研究会“十三五”规划教材,具体品种详见出版说明所附书目。

该套教材曾为全国高等学校药学类专业唯一一套统编教材,后更名为规划教材,具有较高的权威性和较强的影响力,为我国高等教育培养大批的药学类专业人才发挥了重要作用。随着我国高等教育体制改革的不断深入发展,药学类专业办学规模不断扩大,办学形式、专业种类、教学方式亦呈多样化发展,我国高等药学教育进入了一个新的时期。同时,随着药学行业相关法规政策、标准等的出台,以及2015年版《中华人民共和国药典》的颁布等,高等药学教育面临着新的要求和任务。为跟上时代发展的步伐,适应新时期我国高等药学教育改革和发展的要求,培养合格的药学专门人才,进一步做好药学类专业本科教材的组织规划和质量保障工作,全国高等学校药学类专业第五届教材评审委员会围绕药学类专业第七轮教材使用情况、药学教育现状、新时期药学人才培养模式等多个主题,进行了广泛、深入的调研,并对调研结果进行了反复、细致地分析论证。根据药学类专业教材评审委员会的意见和调研、论证的结果,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社决定组织全国专家对第七轮教材进行修订,并根据教学需要组织编写了部分新教材。

药学类专业第八轮规划教材的修订编写,坚持紧紧围绕全国高等学校药学类专业本科教育和人才培养目标要求,突出药学类专业特色,对接国家执业药师资格考试,按照国家卫生和计划生育委员会等相关部门及行业用人要求,在继承和巩固前七轮教材

建设工作成果的基础上,提出了“继承创新”“医教协同”“教考融合”“理实结合”“纸数同步”的编写原则,使得本轮教材更加契合当前药学类专业人才培养的目标和需求,更加适应现阶段高等学校本科药学类人才的培养模式,从而进一步提升了教材的整体质量和水平。

为满足广大师生对教学内容数字化的需求,积极探索传统媒体与新媒体融合发展的新型整体教学解决方案,本轮教材同步启动了网络增值服务和数字教材的编写工作。34种主干教材都将在纸质教材内容的基础上,集合视频、音频、动画、图片、拓展文本等多媒介、多形态、多用途、多层次的数字素材,完成教材数字化的转型升级。

需要特别说明的是,随着教育教学改革的发展和专家队伍的发展变化,根据教材建设工作的需要,在修订编写本轮规划教材之初,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社对第四届教材评审委员会进行了改选换届,成立了第五届教材评审委员会。无论新老评审委员,都为本轮教材建设做出了重要贡献,在此向他们表示衷心的感谢!

众多学术水平一流和教学经验丰富的专家教授以高度负责的态度积极踊跃和严谨认真地参与了本套教材的编写工作,付出了诸多心血,从而使教材的质量得到不断完善和提高,在此我们对长期支持本套教材修订编写的专家和教师及同学们表示诚挚的感谢!

本轮教材出版后,各位教师、学生在使用过程中,如发现问题请反馈给我们(renweiyaoxue@163.com),以便及时更正和修订完善。

全国高等医药教材建设研究会

人民卫生出版社

2016年1月

国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材 全国高等学校药学类专业第八轮规划教材书目

序号	教材名称	主编	单位
1	药学历论(第4版)	毕开顺	沈阳药科大学
2	高等数学(第6版)	顾作林	河北医科大学
	高等数学学习指导与习题集(第3版)	顾作林	河北医科大学
3	医药数理统计方法(第6版)	高祖新	中国药科大学
	医药数理统计方法学习指导与习题集(第2版)	高祖新	中国药科大学
4	物理学(第7版)	武宏	山东大学物理学院
		章新友	江西中医药大学
	物理学学习指导与习题集(第3版)	武宏	山东大学物理学院
	物理学实验指导***	王晨光	哈尔滨医科大学
		武宏	山东大学物理学院
5	物理化学(第8版)	李三鸣	沈阳药科大学
	物理化学学习指导与习题集(第4版)	李三鸣	沈阳药科大学
	物理化学实验指导(第2版)(双语)	崔黎丽	第二军医大学
6	无机化学(第7版)	张天蓝	北京大学药学院
		姜凤超	华中科技大学同济药学院
	无机化学学习指导与习题集(第4版)	姜凤超	华中科技大学同济药学院
7	分析化学(第8版)	柴逸峰	第二军医大学
		邸欣	沈阳药科大学
	分析化学学习指导与习题集(第4版)	柴逸峰	第二军医大学
	分析化学实验指导(第4版)	邸欣	沈阳药科大学
8	有机化学(第8版)	陆涛	中国药科大学
	有机化学学习指导与习题集(第4版)	陆涛	中国药科大学
9	人体解剖生理学(第7版)	周华	四川大学华西基础医学与法医学院
		崔慧先	河北医科大学
10	微生物学与免疫学(第8版)	沈关心	华中科技大学同济医学院
		徐威	沈阳药科大学
	微生物学与免疫学学习指导与习题集***	苏昕	沈阳药科大学
		尹丙姣	华中科技大学同济医学院
11	生物化学(第8版)	姚文兵	中国药科大学
	生物化学学习指导与习题集(第2版)	杨红	广东药科大学

续表

序号	教材名称	主编	单位
12	药理学(第8版)	朱依淳	复旦大学药学院
		殷明	上海交通大学药学院
	药理学(双语)**	朱依淳	复旦大学药学院
		殷明	上海交通大学药学院
	药理学学习指导与习题集(第3版)	程能能	复旦大学药学院
13	药物分析(第8版)	杭太俊	中国药科大学
	药物分析学习指导与习题集(第2版)	于治国	沈阳药科大学
	药物分析实验指导(第2版)	范国荣	第二军医大学
14	药用植物学(第7版)	黄宝康	第二军医大学
	药用植物学实践与学习指导(第2版)	黄宝康	第二军医大学
15	生药学(第7版)	蔡少青	北京大学药学院
		秦路平	第二军医大学
	生药学学习指导与习题集***	姬生国	广东药科大学
	生药学实验指导(第3版)	陈随清	河南中医药大学
16	药物毒理学(第4版)	楼宜嘉	浙江大学药学院
17	临床药物治疗学(第4版)	姜远英	第二军医大学
		文爱东	第四军医大学
18	药物化学(第8版)	尤启冬	中国药科大学
	药物化学习指导与习题集(第3版)	孙铁民	沈阳药科大学
19	药剂学(第8版)	方亮	沈阳药科大学
	药剂学(双语)**	毛世瑞	沈阳药科大学
	药剂学学习指导与习题集(第3版)	王东凯	沈阳药科大学
	药剂学实验指导(第4版)	杨丽	沈阳药科大学
20	天然药物化学(第7版)	裴月湖	沈阳药科大学
		娄红祥	山东大学药学院
	天然药物化学习指导与习题集(第4版)	裴月湖	沈阳药科大学
	天然药物化学实验指导(第4版)	裴月湖	沈阳药科大学
21	中医药学概论(第8版)	王建	成都中医药大学
22	药事管理学(第6版)	杨世民	西安交通大学药学院
	药事管理学学习指导与习题集(第3版)	杨世民	西安交通大学药学院
23	药学生物学(第5版)	张景海	沈阳药科大学
	药学生物学学习指导与习题集***	宋永波	沈阳药科大学
24	生物药剂学与药物动力学(第5版)	刘建平	中国药科大学
	生物药剂学与药物动力学学习指导与习题集(第3版)	张娜	山东大学药学院

续表

序号	教材名称	主编	单位
25	药学英语(上册、下册)(第5版)	史志祥	中国药科大学
	药学英语学习指导(第3版)	史志祥	中国药科大学
26	药物设计学(第3版)	方浩	山东大学药学院
	药物设计学学习指导与习题集(第2版)	杨晓虹	吉林大学药学院
27	制药工程原理与设备(第3版)	王志祥	中国药科大学
28	生物制药工艺学(第2版)	夏焕章	沈阳药科大学
29	生物技术制药(第3版)	王凤山	山东大学药学院
		邹全明	第三军医大学
	生物技术制药实验指导***	邹全明	第三军医大学
30	临床医学概论(第2版)	于锋	中国药科大学
		闻德亮	中国医科大学
31	波谱解析(第2版)	孔令义	中国药科大学
32	药学信息检索与利用*	何华	中国药科大学
33	药学服务概论*	丁选胜	中国药科大学
34	医药市场营销学*	陈玉文	沈阳药科大学

注:*为第八轮新编主干教材;**为第八轮新编双语教材;***为第八轮新编配套教材。

全国高等学校药学类专业第五届教材评审委员会名单

顾 问 吴晓明 中国药科大学
周福成 国家食品药品监督管理总局执业药师资格认证中心

主任委员 毕开顺 沈阳药科大学

副主任委员 姚文兵 中国药科大学
郭 姣 广东药科大学
张志荣 四川大学华西药学院

委 员 (以姓氏笔画为序)

王凤山	山东大学药学院	陆 涛	中国药科大学
朱依淳	复旦大学药学院	周余来	吉林大学药学院
朱 珠	中国药学会医院药学专业委员会	胡长平	中南大学药学院
刘俊义	北京大学药学院	胡 琴	南京医科大学
孙建平	哈尔滨医科大学	姜远英	第二军医大学
李晓波	上海交通大学药学院	夏焕章	沈阳药科大学
李 高	华中科技大学同济药学院	黄 民	中山大学药学院
杨世民	西安交通大学药学院	黄泽波	广东药科大学
杨 波	浙江大学药学院	曹德英	河北医科大学
张振中	郑州大学药学院	彭代银	安徽中医药大学
张淑秋	山西医科大学	董 志	重庆医科大学

《分析化学学习指导与习题集》第4版是《分析化学》第8版的配套教材之一,与《分析化学实验指导》第4版及分析化学数字教材组成系列教材。

习题训练是分析化学学习融会贯通的重要手段。本书为了配合《分析化学》第8版教材的使用,帮助学生掌握教材的基本知识、基本理论和基本技能,扩展教材内容,使其在科学思维方式上有所突破,进一步培养学生的自学能力与启发独立思考能力,是根据分析化学教学过程中的知识体系而编写的。本书供全国高等医药院校药学类专业使用,也可供制药、中药、化学等其他相关专业使用,还可用作研究生考试参考书。

《分析化学学习指导与习题集》第4版是在《分析化学学习指导与习题集》第3版的基础上修订而成的。全书分为23章和综合试题,每章与《分析化学》第8版的各章一一对应,除第一章和第二十三章外,每章分为四部分内容:第一部分是要点和难点,简明扼要地总结了各章的主要内容,教材中需要掌握的重点和难点包含在这一部分中,同时还对某类问题进行综合概括,也有对某些知识点的深入分析。第二部分是例题解析,选择有代表性的例题,包括教材中每章的课后习题,给出详细解题过程、必要的解题思路,以利于学生解题思路 and 能力的提高。第三部分是复习题,相关知识点覆盖全部内容,题型包括问答题、填空题、单选题、多选题、判断题和计算题(或光谱解析题),以适应不同程度读者的需求。第四部分是复习题参考答案,对于难度较大的习题在给出答案的同时还对相关解题思路进行简要阐述,引导学生开拓思路。为了方便学生自测,本书还附有模拟试题,包括4套化学分析试题、4套仪器分析试题和4套考研模拟试题。附录中收录了与习题有关的附表,使本书具有相对的独立性,更方便使用。

本书及其系列教材的编写工作得到了各编委所在院校的大力支持,在此一并致谢。本书使用了上一版中的部分图、表和资料,对未参加本次修订编写工作的原编者致以谢意。

由于本书包含了较多的新内容,难免存在错误和不妥之处,恳请专家与读者批评指正。

编者
2016年1月

第一章 绪论	1
一、要点和难点	1
二、复习题	1
三、复习题参考答案	2
第二章 误差和分析数据处理	4
一、要点和难点	4
二、例题解析	7
三、复习题	13
四、复习题参考答案	18
第三章 滴定分析法概论	23
一、要点和难点	23
二、例题解析	26
三、复习题	28
四、复习题参考答案	31
第四章 酸碱滴定法	35
一、要点和难点	35
二、例题解析	41
三、复习题	48
四、复习题参考答案	53
第五章 配位滴定法	58
一、要点和难点	58
二、例题解析	60
三、复习题	63
四、复习题参考答案	69
第六章 氧化还原滴定法	78
一、要点和难点	78
二、例题解析	83
三、复习题	89

四、复习题参考答案	93
第七章 沉淀滴定法	99
一、要点和难点	99
二、例题解析	100
三、复习题	101
四、复习题参考答案	104
第八章 重量分析法	107
一、要点和难点	107
二、例题解析	108
三、复习题	110
四、复习题参考答案	113
第九章 电位法和永停滴定法	117
一、要点和难点	117
二、例题解析	122
三、复习题	127
四、复习题参考答案	132
第十章 光谱分析法概论	140
一、要点和难点	140
二、例题解析	141
三、复习题	142
四、复习题参考答案	143
第十一章 紫外-可见分光光度法	146
一、要点和难点	146
二、例题解析	149
三、复习题	152
四、复习题参考答案	157
第十二章 荧光分析法	164
一、要点和难点	164
二、例题解析	166
三、复习题	166
四、复习题参考答案	169

第十三章 红外吸收光谱法	174
一、要点和难点	174
二、例题解析	179
三、复习题	184
四、复习题参考答案	189
第十四章 原子吸收分光光度法	191
一、要点和难点	191
二、例题解析	193
三、复习题	195
四、复习题参考答案	198
第十五章 核磁共振波谱法	202
一、要点和难点	202
二、例题解析	204
三、复习题	209
四、复习题参考答案	215
第十六章 质谱法	218
一、要点和难点	218
二、例题解析	222
三、复习题	226
四、复习题参考答案	231
第十七章 色谱分析法概论	237
一、要点与难点	237
二、例题解析	241
三、复习题	243
四、复习题参考答案	247
第十八章 平面色谱法	252
一、要点和难点	252
二、例题解析	253
三、复习题	255
四、复习题参考答案	259
第十九章 气相色谱法	264
一、要点和难点	264

二、例题解析	269
三、复习题	272
四、复习题参考答案	277
第二十章 高效液相色谱法	285
一、要点和难点	285
二、例题解析	288
三、复习题	290
四、复习题参考答案	293
第二十一章 毛细管电泳法	298
一、要点和难点	298
二、例题解析	300
三、复习题	301
四、复习题参考答案	303
第二十二章 色谱联用分析法	306
一、要点与难点	306
二、例题解析	308
三、复习题	309
四、复习题参考答案	310
第二十三章 化学信息分析技术	312
要点和难点	312
综合试题	315
综合试题一(化学分析)	315
综合试题二(化学分析)	319
综合试题三(化学分析)	325
综合试题四(化学分析)	332
综合试题五(仪器分析)	337
综合试题六(仪器分析)	343
综合试题七(仪器分析)	349
综合试题八(仪器分析)	355
综合试题九(考研模拟试题)	361
综合试题十(考研模拟试题)	367
综合试题十一(考研模拟试题)	373
综合试题十二(考研模拟试题)	378

附录一	元素的相对原子质量 (2005)	383
附录二	常用化合物的相对分子质量	385
附录三	常用酸、碱在水中的离解常数(25℃)	387
附录四	配位滴定有关常数	391
附录五	指数加减表	395

一、要点和难点

(一) 分析化学的定义和任务

分析化学是建立和应用各种方法、仪器和策略获取关于物质在空间和时间方面的组成和性质信息的科学。分析化学的主要任务是采用各种方法和手段,获取分析数据,确定物质体系的化学组成,测定其中的有关成分的含量和鉴定体系中物质的结构和形态,解决关于物质体系构成及其性质的问题。

(二) 分析方法的分类

1. 定性分析、定量分析、结构分析和形态分析 这是按照分析任务分类。定性分析即确定物质的组成;定量分析的任务是测定试样中某一或某些组分的量;结构分析的任务是研究物质的分子结构或晶体结构;形态分析的任务是研究物质的价态、晶态、结合态等存在状态及其含量。

2. 无机分析和有机分析 这是按照分析对象分类。无机分析的对象是无机物;有机分析的对象是有机物。按照被分析的对象或者试样,还可将分析方法进一步分类,例如分析对象为食品则称为食品分析等。此外,根据研究的领域,还可将分析方法分类为药物分析、环境分析等。

3. 化学分析和仪器分析 这是按照分析化学的测定原理分类。化学分析是利用物质的化学反应及其计量关系确定被测物质的组成及其含量的分析方法,又称为经典分析法。化学分析包含重量分析法和滴定分析法,其所用仪器简单,结果准确(相对误差约为0.2%),因而应用范围广泛。但只适用于常量组分的分析,且灵敏度较低,分析速度较慢。

仪器分析是使用较特殊仪器进行分析的方法,是以物质的物理或物理化学性质为基础的分析方法。仪器分析法具有高选择性、灵敏、快速、准确、试样用量少等特点,发展很快,应用很广。

4. 常量分析、半微量分析、微量分析和超微量分析 这是根据试样用量的多少分类。化学定量分析一般为常量分析;进行微量分析及超微量分析时,常常采用仪器分析方法。

另外,根据试样中被测组分的含量高低可分为常量组分分析($>1\%$)、微量组分分析($0.01\% \sim 1\%$)和痕量组分分析($<0.01\%$)等。

(三) 分析过程和步骤

分析过程实际上就是获取物质化学信息的过程。因此,分析过程一般包括明确任务和制订计划、取样、试样制备、干扰的消除、测定、结果计算和表达、方法认证、形成报告等步骤。

二、复 习 题

(一) 问答题

1. 简述分析化学的定义和任务。

2. 化学分析与仪器分析的主要区别是什么?
3. 列举国内外主要的分析化学参考期刊。(至少5种)

(二) 填空题

1. 按照分析任务分类,分析化学可分为_____、_____、_____和_____。
2. 分析化学的英文全称是_____。
3. 化学分析的英文全称是_____;仪器分析的英文全称是_____;定性分析的英文全称是_____;定量分析的英文全称是_____;结构分析的英文全称是_____。
4. 整个分析过程一般包括:_____、_____、_____、_____等步骤。

(三) 单选题

1. 分析化学对下列哪一项发现起到决定作用()
 - A. 核聚变
 - B. 光速测定
 - C. 质子理论
 - D. 元素的发现
2. 微量组分分析通常是指试样中被测组分的含量范围在()
 - A. 0.1% ~ 1%
 - B. 0.01% ~ 1%
 - C. 0.01% ~ 0.1%
 - D. 0.001% ~ 0.1%
3. 液体试样体积0.1ml 通常称为()
 - A. 常量分析
 - B. 半微量分析
 - C. 微量分析
 - D. 微量组分分析

三、复习题参考答案

(一) 问答题

1. 分析化学是建立和应用各种方法、仪器和策略获取关于物质在空间和时间方面的组成和性质信息的科学。分析化学的主要任务是采用各种方法和手段,获取分析数据,确定物质体系的化学组成,测定其中的有关成分的含量和鉴定体系中物质的结构和形态,解决关于物质体系构成及其性质的问题。

2. 化学分析是利用物质的化学反应及其计量关系确定被测物质的组成及其含量的分析方法。化学分析所用仪器简单,结果准确,但只适用于常量组分的分析,且灵敏度较低,分析速度较慢。仪器分析是使用较特殊仪器进行分析的方法,是以物质的物理或物理化学性质为基础的分析方法。仪器分析法具有灵敏、快速、准确的特点,且需要的试样量少,应用广泛。

3. 外文期刊:“Analytical Chemistry”, “Analyst”, “Journal of chromatography A”, “Analytical Science”, “Talanta” et al。

中文期刊:“分析化学”, “高等学校化学学报”, “光谱学与光谱分析”, “分析试验室”, “色谱”等。

(二) 填空题

1. 定性分析;定量分析;结构分析;形态分析
2. analytical chemistry
3. chemical analysis; instrumental analysis; qualitative analysis; quantitative analysis; structural analysis