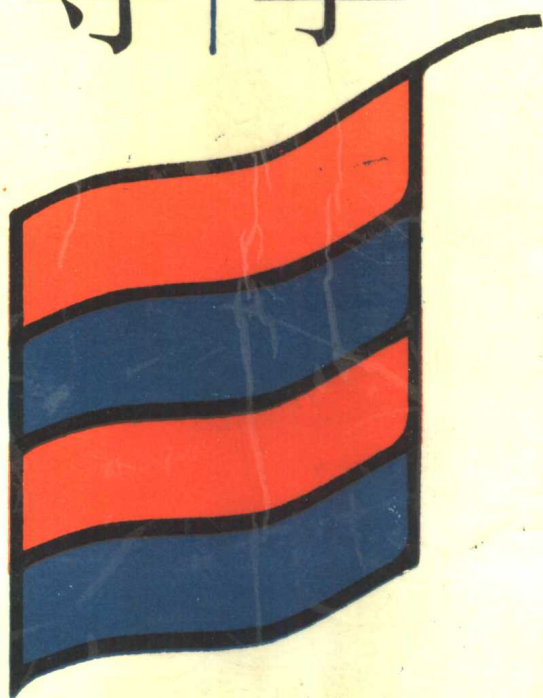


● 高等学校教学参考书

分析化学

学习指导

● 李俊义 张渔夫 徐书绅 等编



FēnxiHuaxué Xuéxizhīdǎo 高等教育出版社

4
高等学校教学参考书

分析化学学习指导

李俊义 张渔夫 徐书绅等 编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是与华中师范大学、东北师范大学、陕西师范大学所编《分析化学》(1987年第二版)配套的学习指导书。每章内容一般包括基本要求,教材分析,内容提要,习题选解,补充与讨论,自测试题和参考资料等七部分。自测试题除问答题外,在书后均附有答案,以供核对。

本书可作为高等师范院校和师范专科学校(包括各类成人高等学校)分析化学课程的教学参考书,也可供其它高等院校和厂矿分析化学实验室的有关人员参考。

高等学校教学参考书

分析化学学习指导

李俊义 张渔夫 徐书绅等 编

*

高等教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

天津新华印刷一厂印装

*

开本850×1168 1/32 印张 16.125 字数 390 000

1991年6月第1版 1991年6月第1次印刷

印数00 001—2 900

ISBN 7-04-002700-3/O·1025

定价7.15元

前 言

为了适应高校学生和自学青年学习《分析化学》(华中师范大学、东北师范大学、陕西师范大学编,高等教育出版社出版,1987年第二版)(以下简称教材)一书的需要,我们根据编写教材的目的要求和自己的教学实践经验,编写了这本《分析化学学习指导》。我们希望本书对在校(包括各类成人高等学校)学习或自学《分析化学》一书的读者能够有所帮助。

本书基本上是按照教材的章节和顺序编写的。每章内容一般包括以下七个部分:

一、基本要求 简要介绍学习该章的主要内容,并参照国家教委颁布的《高等师范院校本科化学专业分析化学课程教学基本要求》,从理论、计算和应用等方面,向读者提出每章的具体要求,分为掌握、理解、了解等三个层次。要求掌握部分是该章的学习重点,要求读者能够“应用”所学知识,做到学以致用,具有一定的举一反三,触类旁通的能力;要求理解部分,能够懂得“为什么”,领会各种概念和原理的基本涵义及其知识间的内在联系;要求了解部分,一般属于扩大知识面的内容,只要求对这类知识有一般了解。

二、教材分析 扼要地指出该章所学内容在分析化学中的地位 and 作用及其与其它章节间的相互关系。同时还指出该章教材的教学思路、重点和难点以及学习当中应注意的有关问题。

三、内容提要 对每节的主要内容,根据实际情况,作概括性小结或者作进一步讨论与说明。其次对计算公式的使用条件和界限,结合计算实例也作了进一步分析与讨论,以起到复习提纲的作用。

四、习题选解 这部分选作了“复习思考题和习题”当中难度

较大题目计110道题,目的在于帮助读者进一步通过题解的思路与分析来加深对所学知识和基本理论及公式的进一步理解和运用。

五、补充与讨论 对于易混淆的概念、有争议的和疑难问题,作了必要的解释说明。对教材中因篇幅所限而不便展开讨论的某些问题和未推导的公式等,本书作了适当补充讨论、推导和评述。

六、自测试题 根据对各章的基本要求,这里拟出了各种类型的自测试题约450道,使读者在学完每章之后,进行一次自我测验,以检查自己掌握的程度。自测试题除问答题外,在书后均附有答案,以供核对。

七、参考资料 结合当前分析化学教学的实际需要,在每章之后列出了国内外近期发表的教学研究论文以及专著和教材等约160种,以帮助读者了解和扩大视野,特别是为学习上有余力的读者提供必要的阅读资料。另外,我们希望这部分参考资料也会为教师备课提供一些方便。

本书虽然包含以上内容,但学习时仍须以教材为主。读者在阅读每章学习指导之前,应先阅读教材,在充分理解这一章的主要内容之后,再阅读本书,这样就可起到综合归纳的作用。

本书由华中师范大学李俊义主编。参加编写的有:徐书绅(绪论、一、二、三、四各章)、李俊义(第五、六、七、八、九各章)、张渔夫(第十、十一、十二、十三、十四各章)、张雁滨、李玉武、陆光汉、胡满成(附录部分)。全书由李俊义整理定稿。

本书稿承蒙武汉大学杨麒教授审阅。此书在成稿过程中,得到全国各地许多同志的热情支持与关怀。在此一并表示感谢。

由于我们水平有限,错误和缺点,在所难免,希望广大读者批评指正。

编 者

一九八九年九月

目 录

绪论	1
基本要求	1
教材分析	1
内容提要	2
§ 1 分析化学的任务	2
§ 2 分析方法的分类	3
§ 3 分析化学的发展趋势	4
补充与讨论	4
自测试题	6
参考资料	7
第一章 定性分析概论	8
基本要求	8
教材分析	8
内容提要	9
§ 1-1 定性分析的任务和方法	9
§ 1-2 反应进行的条件	10
§ 1-3 反应的灵敏性和选择性	11
§ 1-4 空白试验和对照试验	14
§ 1-5 分别分析和系统分析	15
习题选解	15
补充与讨论	16
自测试题	19
参考资料	21
第二章 阳离子分析	23
基本要求	23
教材分析	24
内容提要	24
§ 2-1 常见阳离子的分组	24
§ 2-2 第一组阳离子	25

§ 2-3 第二组阳离子·····	30
§ 2-4 第三组阳离子·····	38
§ 2-5 第四组阳离子·····	44
§ 2-6 第五组阳离子·····	49
习题选解·····	50
补充与讨论·····	57
自测试题·····	59
参考资料·····	64
第三章 阴离子分析 ·····	66
基本要求·····	66
教材分析·····	66
内容提要·····	67
§ 3-1 阴离子的分析特性·····	67
§ 3-2 阴离子的初步试验·····	68
§ 3-3 阴离子的分别鉴定·····	70
习题选解·····	70
补充与讨论·····	75
自测试题·····	77
参考资料·····	79
第四章 定性分析的一般步骤 ·····	80
基本要求·····	80
教材分析·····	80
内容提要·····	81
§ 4-1 概述·····	81
§ 4-2 试样的外表观察和准备·····	81
§ 4-3 初步试验·····	82
§ 4-4 阳离子分析·····	83
§ 4-5 阴离子分析·····	84
§ 4-6 分析结果的判断·····	85
习题选解·····	86
补充与讨论·····	88
自测试题·····	89
参考资料·····	92

第五章 误差和分析数据的处理	94
基本要求	94
教材分析	95
内容提要	95
§ 5-1 误差及其产生的原因	95
§ 5-2 误差和偏差的表示方法	97
§ 5-3 随机误差的正态分布	102
§ 5-4 分析数据的处理——有限数据的统计处理	107
§ 5-5 提高测定结果准确度的方法	124
§ 5-6 有效数字及其运算规则	128
习题选解	131
补充与讨论	137
自测试题	138
参考资料	142
第六章 滴定分析法概论	144
基本要求	144
教材分析	145
内容提要	145
§ 6-1 滴定分析的过程和方法特点	145
§ 6-2 滴定分析法的分类和对滴定反应的要求	147
§ 6-3 标准溶液浓度的表示方法	148
§ 6-4 标准溶液和基准物质	151
§ 6-5 滴定分析的计算	153
习题选解	162
补充与讨论	168
自测试题	173
参考资料	176
第七章 酸碱滴定法	178
基本要求	178
教材分析	180
内容提要	181
§ 7-1 酸碱质子理论	181

§ 7-2 酸度对弱酸(碱)平衡体系中各型体分布的影响	187
§ 7-3 水溶液中酸碱平衡体系的处理方法	193
§ 7-4 酸碱溶液中酸碱度的计算	197
§ 7-5 酸碱缓冲溶液	216
§ 7-6 酸碱指示剂	216
§ 7-7 滴定曲线与指示剂的选择	216
§ 7-8 酸碱滴定法的应用和计算示例	222
习题选解	223
补充与讨论	231
自测试题	233
参考资料	238
第八章 配位滴定法	240
基本要求	240
教材分析	242
内容提要	242
§ 8-1 配位滴定法概述	242
§ 8-2 配位平衡中几个术语的含义	243
§ 8-3 配合物的型体分布与平均配位体数	247
§ 8-4 乙二胺四乙酸的性质及其配合物	252
§ 8-5 影响配位平衡的主要因素	256
§ 8-6 配合物的条件形成常数	264
§ 8-7 配位滴定法原理	266
§ 8-8 配位滴定指示剂	271
§ 8-9 提高配位滴定选择性的方法	271
§ 8-10 配位滴定的方式和计算示例	271
习题选解	272
补充与讨论	291
自测试题	294
参考资料	299
第九章 氧化还原滴定法	301
基本要求	301
教材分析	302
内容提要	303

§ 9-1 方法特点和分类	303
§ 9-2 条件电位	304
§ 9-3 影响条件电位的因素	305
§ 9-4 氧化还原反应进行的次序和反应进行的程度	309
§ 9-5 影响氧化还原反应速度的因素	311
§ 9-6 氧化还原滴定原理	312
§ 9-7 常用的氧化还原滴定方法	317
习题选解	318
补充与讨论	331
自测试题	336
参考资料	341
第十章 沉淀滴定法	343
基本要求	343
教材分析	343
内容提要	344
§ 10-1 概述	344
§ 10-2 确定滴定终点的方法	345
§ 10-3 沉淀滴定法应用实例	350
§ 10-4 沉淀滴定法的计算示例	351
习题选解	355
补充与讨论	357
自测试题	362
参考资料	364
第十一章 重量分析法	365
基本要求	365
教材分析	366
内容提要	365
§ 11-1 重量分析法的特点和分类	366
§ 11-2 重量分析对沉淀的要求	367
§ 11-3 沉淀的溶解度及其影响因素	368
§ 11-4 沉淀的形成	381
§ 11-5 影响沉淀纯度的因素	384
§ 11-6 进行沉淀的条件	385

§ 11-7 有机沉淀剂·····	387
§ 11-8 重量分析结果的计算·····	388
习题选解·····	390
补充与讨论·····	394
自测试题·····	395
参考资料·····	397
第十二章 分光光度法·····	399
基本要求·····	399
教材分析·····	400
内容提要·····	400
§ 12-1 光的性质和物质对光的吸收·····	401
§ 12-2 光吸收的基本定律·····	402
§ 12-3 分光光度计的构造·····	408
§ 12-4 显色反应及其影响因素·····	409
§ 12-5 光度测量误差及测量条件的选择·····	411
§ 12-6 分光光度法的应用·····	413
习题选解·····	420
补充与讨论·····	422
自测试题·····	424
参考资料·····	426
第十三章 定量分析中常用的分离方法·····	428
基本要求·····	428
教材分析·····	428
内容提要·····	429
§ 13-1 引言·····	429
§ 13-2 沉淀分离法·····	430
§ 13-3 萃取分离法·····	431
§ 13-4 离子交换分离法·····	436
§ 13-5 液相色谱分离法·····	440
习题选解·····	443
自测试题·····	443
参考资料·····	446
第十四章 一般物质分析步骤·····	447

基本要求	447
教材分析	447
内容提要	448
§ 14-1 试样的采取和制备	448
§ 14-2 试样的分解	450
§ 14-3 测定方法的选择	452
§ 14-4 试样分析实例——硅酸盐的分析	453
习题选解	453
补充与讨论	454
自测试题	454
参考资料	456
附录	457
附录一 《自测试题》部分答案	457
附录二 相对密度(d)与波美度($^{\circ}\text{Be}'$)的换算	467
附录三 EDTA 在不同 pH 值时的 $p^{\alpha}_{Y(H)}$ 值	469
附录四 天平、砝码检定简介	480

绪 论

基 本 要 求

绪论部分扼要地叙述了分析化学的任务和重要性、分析方法的分类以及分析化学的发展趋势等,要求读者对分析化学这门学科有一个概括的了解,激起进一步深入学习的主动性和积极性。每章的基本要求可分为掌握、理解、了解等三个不同的层次。要求掌握的部分是本课程的基本内容,也是学习的重点,要求学生在充分理解的基础上具有一定的运用能力或有较牢固的记忆;要求理解的部分,重点在于有较好的理解,不更多要求运用能力或牢固记忆;要求了解的部分一般属于扩大知识面的内容,只要求有一个概括的认识。具体要求如下:

一、掌握

分析化学的研究对象及其主要内容:组分分析(定性分析、定量分析)和结构分析。

二、理解

分析化学的重要性,分析方法的分类。

三、了解

分析化学的发展趋势。

教 材 分 析

绪论部分共3节,包括三个主要内容。

第一节讲述分析化学的任务及其重要性,包括分析化学的定

义、分析化学在各个领域中的重要作用,特别是在学校教育中所占的地位。

第二节讲述分析方法的分类,指出由于分类角度不同而有多种分类方式,本节讨论了其中三个重要的分类方法,即(1)按分析对象,(2)按方法原理,(3)按所用试样量大小及被测组分含量高低而划分的分析方法。

第三节扼要地指出分析化学几个重要的发展趋势,以使读者对当今分析化学迅速发展的面貌有一个初步的认识,激起学习的积极性。

绪论最后指出,经典的化学分析方法是一切分析方法的基础,也是学好分析化学的起点。

内 容 提 要

§ 1 分析化学的任务

一、分析化学的任务

分析化学是研究物质化学组成和结构的分析方法及有关理论的一门学科,是化学学科的一个重要分支。

分析化学包括组分分析和结构分析两个方面。组分分析又分为定性分析和定量分析。前者的任务是鉴定物质所含的组分(元素、离子、官能团、化合物或物相);后者的任务是测定各组分的相对含量。这两者是基础分析化学的基本内容。结构分析的任务是运用分析手段解析分子结构和晶体结构,主要使用仪器分析方法。

二、分析化学的重要性

(一) 在科学研究方面,分析化学是一门有力的工具科学,无

论对化学学科本身以及对其他多种有关学科，分析化学都曾起过而且继续起着重要的作用。

(二) 在国民经济的各部门，分析化学有着巨大的实用价值，它是工、农、商以及其他许多行业中不可缺少的物质检测手段。

(三) 在高等学校的许多专业、特别是高等师范院校的化学专业中，分析化学是一门重要的基础课，对于培养各专业的合格人才，分析化学课程具有重要的教育价值。

§2 分析方法的分类

一、无机分析和有机分析

无机分析和有机分析分别以无机物或有机物为其分析对象。两者在原理上大体相同，但在要求上和具体作法上各有一些特点。本书主要以无机物为分析实例进行讨论。

二、化学分析和仪器分析

(一) 化学分析法

以物质的化学反应为基础的分析方法，称为化学分析法。定性分析中的系统分析和以点滴反应为主的分别分析，定量分析中的滴定分析和重量分析等，都属于化学分析法。

(二) 仪器分析法

仪器分析法因使用较为特殊的仪器而得名，又可分为物理分析法和物理化学分析法。

物理分析法是以测定物质的某种物理性质为基础的分析方法。这类方法不需进行化学反应，可直接取试样测定其某种物理性质，例如旋光性质或X射线荧光性质等等。

物理化学分析法是以测定物质的某种物理化学性质为基础的分析方法。这类方法需要进行化学反应，但测定的是反应中或反应后的某种物理性质，例如光学性质或电学性质等等。

三、常量、半微量和微量分析

这是按所用试样量大小划分的分析方法。常量分析使用100mg或10mL以上的试样；半微量和微量分析所用的试样量分别为常量分析试样量的1/10和1/100；试样量小于0.1mg或0.01mL的分析方法称为超微量分析。

四、常量组分、微量组分和痕量组分分析

这是按待测组分含量大小划分的分析方法。含量大于1%的组分称为常量组分；含量小于0.01%的组分一般称为痕量组分；介于两者之间的称为微量组分。按待测组分不同含量级别，可相应地划分为不同的分析方法。

§3 分析化学的发展趋势

分析化学是近年来发展非常迅速的学科之一。

分析手段越来越灵敏、准确、快速、简便和自动化，所能解决的问题已不仅限于测定静态组分的总体含量，而且要求解析组分的结构、价态和状态，了解物质微区、表面或薄层的组成，了解动态或活性组分的含量。

分析化学的原理和方法，随着其他许多新学科的发展与渗入而不断丰富和发展，出现了一些新原理、新方法。

分析设备的仪器化、微机化的速度很快，不仅大大节省了时间和精力，也提高了分析工作的水平。

但化学分析方法仍然是学习分析化学的基础。

补充与讨论

一、关于分析化学的定义

分析化学的研究对象是物质化学组成与化学结构的分析方法

及有关理论,这一点是没有疑问的。但是作为分析化学的定义,则目前有几种不同的提法。较为普遍的提法是:“分析化学是研究物质化学组成的分析方法及有关理论的一门学科”。本书第一版曾使用过这一定义。但考虑到许多分析方法,如红外光谱法、核磁共振波谱法、X射线分析法、质谱法等大量涉及到物质分子结构或晶体结构的解析,从而结构分析与组分分析一样,都是分析化学的重要组成部分。因此,将分析化学的定义加以补充是必要的。

但是,需要明确的是,对于物质结构,分析化学只是研究其分析方法及有关理论,而不是研究物质结构本身。研究物质是怎样由原子和分子构成的,这是结构化学的任务。

二、分析方法的其他分类

(一) 根据对分析工作的不同要求分类

1. 常规分析 常规分析是指化验单位按照一定的分析规程进行的日常分析,用以控制原料规格、生产流程和产品质量,也称为例行分析。这类分析方法对准确度的要求以满足需要为原则,但一般重视分析方法的简捷、快速,以便于分析批量试样。

2. 标准分析 为了便于控制某些原料或产品的规格,由国家、主管部门、企业或厂矿、学会等制定的具有法规或权威性质的分析方法称为标准方法。标准方法有不同的级别,国内最高级别的标准方法是由国家制定或认可的,可用以检验其他分析方法是否符合要求。

3. 仲裁分析 在对某项分析结果发生争议时,要求有仲裁权的单位按照某种指定的或可靠的分析方法进行裁决。此种分析称为仲裁分析。

(二) 根据应用分析手段的不同部门分类

1. 工业分析 以工业生产为对象,例如化工、食品、冶炼等分析项目,都属于工业分析。

2. 农业分析 以农业生产为对象,包括土壤、化肥、农药、作物