

分析化学学习指导

刘志广 主编

刘志广 宫为民 李楠 编
赵常志 潘玉珍 宿艳

大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

分析化学学习指导/刘志广主编. —大连:大连理工大学出版社,2002.7

ISBN 7-5611-2089-3

I .分… II .刘… III .分析化学-高等学校-自学参考资料 IV .O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040496 号

大连理工大学出版社出版发行
大连市凌水河 邮政编码:116024
电话:0411-4708842 传真:0411-4701466
E-mail:dutp@mail.dlptt.ln.cn
URL:http://www.dutp.com.cn
大连理工印刷有限公司印刷

开本:850 毫米 × 1168 毫米 1/32 字数:365 千字 印张:11.625
印数:1 - 3000 册

2002 年 7 月第 1 版

2002 年 7 月第 1 次印刷

责任编辑:刘新彦

责任校对:耿兆强

封面设计:王福刚

定价:18.00 元

前 言

分析化学教材已有众多版本,但有关学习指导方面的书籍还比较少见。不但学生在课堂学习之余,希望能有一本系统的学习指导书,对于目前迅速发展的网络教育来说,其学习环境的特殊性,也需要一本好的课程学习指导书。

•本书的编写目的

本书的主要目的是为学习工科分析化学课程的学生(包括在校学生和参加网络课程学习的学生)提供一本能够有效掌握课程主要内容,自检学习效果,提高解题能力的学习指导书,也为报考分析化学专业硕士研究生的考生提供一本系统的复习参考资料。

•本书的特点

(1)层次突出、内容精练

每章包含教学基本要求、重点内容概要。主要解决学生上课来不及记笔记,抓不住重点的问题;

每章的自检自测,使学生能够逐章自检学习效果,提高解题能力;

书末提供本科生期末考试模拟试题、硕士生入学考试模拟试题及部分高校硕士生入学考试试题,可帮助学生全面复习、自检及提高;

书末提供网络信息资源,可使学生拓宽知识面,使学习者在可能的情况下多了解一些学科前沿的知识。

(2)通用性强、适用面广

可以与大连理工大学国家工科化学教学基地系列教材《分析化学》(大连理工大学出版社)配套,也可与其他教材配合使用;适合于工科院校各专业学生学习分析化学课程时使用,也可供其他各类学校,特别是网络学校的学生参考。

·学习软件

计算机的应用越来越普及,已逐渐走进大学生寝室。为适应发展需要,配套学习软件(光盘版)将在近期出版。有需要的用户,可与作者直接联系。光盘版不是文字版的搬家,而是在文字版内容的基础上重新设计,充分利用计算机数据库的优点,可任意浏览习题,快速显示答案,组卷自测,提供学习指导,将成为您在课程学习过程中的好学友。

参加本书编写的有官为民(第一、三章,研究生模拟试题一)、李楠(第二、五章)、刘志广(第四、七、八章、其他)、潘玉珍(第六章)、赵常志(第九章),宿艳(参加了第三、四章的工作),全书由刘志广统稿并定稿。

本书是在分析化学教研室全体教师多年教学实践基础上编写而成的,编写时也吸取了众多兄弟院校的宝贵经验,在此表示诚恳谢意。限于编者的业务水平和教学经验以及成书时间仓促,本书中难免有缺点、错误及不妥之处,恳请读者批评指正。

liuzg@mail.dlptt.ln.cn

jcjf@dutp.com.cn

编者

2002.6

如何学习分析化学

分析化学作为四大化学基础课程之一,在化学、化工、生物、环境等专业的人才培养方面的作用是不言而喻的。分析化学学科发展迅速,教学内容不断更新,新的教学手段也在不断采用,分析化学又具有其自身的学科特点,如何学好分析化学,掌握分析化学的基本内容和研究方法,为今后的发展奠定良好基础,是学习者所关注的问题。特别是目前各高校普遍采用多媒体教学软件来辅助课堂教学,更使相当一部分学生或多或少感到一些不适应。

应该说,分析化学并不是化学类课程中最难学的课程,但许多同学仍感到学习中有许多困难的原因之一可能是对课程特点不了解,缺乏学习的针对性,如不能简单地套用高等数学、无机化学的学习方法来学习分析化学。另外,学时少、内容多,课堂信息量大(特别是采用电子教案上课),课程内容的综合性强,以分析方法进行内容的划分方式也使学生感到一些不适应。让我们从分析课程特点开始来一起探讨如何学习分析化学。

1. 了解分析化学的课程特点,适应课程

要学好分析化学,首先要了解课程的整体特点。对教师来说,要讲好绪论,吸引学生对课程的兴趣,使学生对课程有一个整体把握;而对学生来说,上好课程的第一堂课则是建立对课程的兴趣、了解课程的基础。分析化学有哪些特点呢?

(1)分析化学是有关各种分析方法的集合

翻开任何一本分析化学教材的目录,您都可以发现每一章都是一种不同的分析方法,这个特点是由分析化学的性质所决定的。分析化学是认知化学微观世界的工具,其重要任务之一是确定物质的组成、含量,而达到这一目标应该有不同的途径。但这个特点使学生感到课程的系统性不强,但有利之处是易分段学习,前一段并不影响后一段的学习。学习时要针对课程的这种特点,掌握内容主线。分析一下课程目录(特别是仪器分析部分)不难看出,每一种分析方法都存在着一一条相同或相似的内容主线:原理→仪器→分析条件→应用(计算)。如果前两部分没有学好,后面的内容也不可能掌握好。这可能就是同学们常说的“分析化学内容跳跃性大”的问题所在。

(2)突出量的概念

分析化学特别强调“量”的概念和数据的可靠性,这也是不同于其他课程的特别之处。如:0.1,0.10,0.100,对于其他化学类课程,是不加区分的,但对于分析化学,则具有不同的含义。在分析化学中,经常通过数据进行有关界定,如弱酸直接滴定的条件,分步滴定的条件,pH计算的简化条件等。对这些数据需要特别关注,这也使同学们感觉需要记忆的数据太多,但如果您了解了这些数据是如何得到的,记住它也就不难了。

(3)与实验密切相关

分析化学是建立在实验基础上的,强调基本操作和规范。实验是理解理论知识、巩固复习课堂内容的有效途径。但应注意在实验过程中用学过的理论知识解释实验现象,不要“照方配药”。

(4)体现知识的综合应用

分析化学是各学科知识综合运用的体现,涉及到无机化学、有机化学、高等数学、计算机、电子学等各学科的知识。分析化学课

程的学习过程也是您综合、分析、解决问题能力提高的过程。学习时,要注意知识的融会贯通,学会多角度分析问题,有时甚至是逆向思维。

2. 调整学习心态,学会听课

学习分析化学的学生普遍感觉到课程内容繁杂,各种分析方法之间缺乏相互联系,需要记忆的东西较多,特别是采用多媒体电子教案辅助授课,课堂信息量突然加大,仍采用传统的边听、边看书、边记、边思考的学习方法,感到手忙、脑子乱。因此要处理好现代教学方法与传统学习方法之间的矛盾。首先,要认真对待每一堂课,跟上教师讲课的思路,边听边思考,在听与记发生矛盾时,要听而不要急于记笔记和翻书。不要指望教师对所有知识点都讲透,讲细,在有限的课堂教学时间里,教师只能讲方法,讲重点和难点,同学们要善于总结,学会对大量内容进行概括和总结。对于教师在课堂上所讲的知识,要获得整体的认识,不拘泥于细节是否清楚。课后看书要有针对性,看书前先在脑中课堂内容进行概括,对问题进行思考,不清楚的地方再仔细看书,而且对重点内容最好多查看几本参考书。

3. 会看书、学会自学,克服依赖心理

大学学习,更重要的是自学能力和方法的培养,应当充分利用学习的各个环节培养自己的主动精神和自学能力,大学生要学会自学,学会看书,要主动学习。所谓的学会看书就是要在看书时,边看、边记、边总结,能抓住要点,将书看“薄”。

4. 复习与答疑

及时的复习对任何课程都是重要的。不要将问题累积起来,失去学习的自信心。复习时还要注意知识的融会贯通,分析化学中的各种定量分析方法之间的联系不强,如电化学分析法和色谱分析法是两种相互独立的方法,但可以用分析对象将相关分析方

法关联在一起,如, Fe^{3+} 的定量分析方法有滴定分析法、分光光度法、原子吸收法、电化学分析法等,每种方法的特点不同,对应的测量范围不同,误差也不同。通过关联的方法,可以从整体上掌握各种方法。复习时还应注意区分各种分析方法之间的共性与个性及各种分析方法之间的互补性,如紫外可见分光光度法与原子吸收分光光度分析法,都属于光化学分析法,都是电子光谱,前者是分子光谱而后者是原子光谱;而色谱分析法的特殊性在于其是一种高效分离方法。

善于利用答疑是提高学习效果的有效途径。没有答疑习惯的学生或是提不出问题,或怕提出的问题太简单。要学会提问和善于提问,自己给自己提问题,答疑时,听一听别人的提问和教师的解答,对自己也是有帮助的。

答疑不仅是一个学习过程,也是一个与教师进行沟通的过程,教师总是希望答疑的人数越多越好。答疑也为教师提供了了解教学效果,改进教学方法的机会,教、学双方都有提高。

5. 分析化学中基本概念与关键数据的掌握

分析化学中有许多概念和数据,同学们感觉很枯燥,不易掌握。分析化学对于大多数科研工作者来说是一种有力工具,掌握它,可对今后的发展产生良好的影响。“工欲善其事,必先利其器”。很多同学在做毕业论文和研究生论文期间,将会不可避免地遇到很多有关组分分析测定方面的问题,以及实验数据的采集、处理、分析。您合成了一个产品,就要测定纯度及确定结构。采用何种方法是最有效的?如何进行表征?如果采用化学分析的方法来测定痕量组分,所得结果可想而知。当将一块糖扔进游泳池,问能否测定出来?采用什么方法?如果你回答不出来,也暴露出你能力上的不足。记住关键的数据和基本概念,可更好地体现一个人的化学素质和能力。

如何才能记住这些关键的数据和基本概念？理解是最好的记忆。如一元弱酸直接滴定的条件： $cK_a \geq 10^{-8}$ ，理解了浓度 c 与 K_a 对滴定突跃的影响及滴定误差的概念，就不难记住，通过联想，就可扩展到弱碱滴定、混合酸、碱的分析，就能记住更多的数据和基本概念。再如氟离子选择电极的 pH 使用范围，具体在哪两个数据之间，确实难记，但如果理解了电极膜 (LaF_3) 的化学性质，也就不难记住中性条件 5~7。

6. 习题、测试与参考书对学习的作用

考试时，经常出现这样的情况，10 道选择题都做了，但只答对很小一部分，计算题完成了，结果却相差甚远。为什么出现这种情况呢？问题可能出现在两个方面：一是没有学会用分析化学的观点来分析问题。分析化学与其他课程联系密切，如在物理实验中，也学习了误差的概念，但远没有分析化学对其阐述的深刻，如果不从分析化学的观点来分析就不可能解决分析化学中的问题；无机化学与分析化学都涉及到了溶液 pH 计算，分析化学则针对不同场合制定了相应的前提条件，需要计算滴定终点时，溶液（总体积改变）的 pH，如果思维还停留在原有的知识上，不可避免要出现问题，这也就是一些同学感觉题很容易，但一做就错的问题所在；另外，对试题题意的分析不够。选择、判断题通常是考查基本概念和分析判断能力。要搞清楚前因后果。有的同学选来选去，结果还是选择了错误答案，表现在基本概念不清或记得不准确。

怎样才能准确记住基本概念呢？多看书，看不同风格的书是最好的方法。对相同的概念不同作者会有不同风格的描述；多做题，从不同角度理解问题。对于重要的概念要能够在理解的基础上，用自己的语言准确地复述，用具体形象的例子说明某个概念，帮助理解和记忆，这样才能够无论从哪个角度提问，都能正确回答。学习完一部分内容后，进行自检自测，考查对知识的掌握程

度,也是一种有效的复习方法。

7. 充分利用网络资源

随着网络技术的快速发展,网络资源也越来越丰富,已成为获取知识的重要途径。有不少学生喜欢上网,但往往仅停留在看新闻趣事、聊天、玩游戏上。在因特网的信息海洋里仅与分析化学有关的网站就有数千个之多,且网络上的知识呈现方式多种多样,有着书本等传统媒介所无法比拟的优越性,如三维立体动画、视频、虚拟实验室、数据快速查询、各种新专题等。学会利用网络资源,从中获取有用的信息和知识,无疑对课程学习和今后的发展大有帮助。

8. 如何进一步发挥实验在学习中的作用

实验对于化学类课程的作用是不言而喻的。问题是以什么态度和方式进行实验。随着教学改革的深入,教学实验也明显分为验证性实验和综合性实验(研究性实验)等不同层次,特别是实验方式已从固定被动型向开放自主型改变,学生在实验过程中有了更多的自由,不必再担心别的同学已做完了实验,自己拉在后面而不好意思或担心教师的督促。建议在做实验前,要认真学习实验原理,思考有关问题。实验过程中,仔细观察实验现象,多问、多动脑。通过一次实验,可将教材中相应知识完整复习一遍,并能有更深刻的体会,真正发挥实验的作用。

希望本书的出版能给学习分析化学课程的同学带来帮助。

编者

2002.6

目 录

第 1 章 绪 论	1
教学基本要求	1
重点内容概要	1
自检自测	2
自检自测参考答案	3
综合能力训练	4
综合能力训练参考答案	8
第 2 章 误差与数据处理	10
教学基本要求	10
重点内容概要	10
典型例题	17
自检自测	24
自检自测参考答案	28
综合能力训练	28
综合能力训练参考答案	33
第 3 章 滴定分析法	34
教学基本要求	34
重点内容概要	34
典型例题	47
自检自测	62

自检自测参考答案	67
综合能力训练	67
综合能力训练参考答案	102
第4章 电化学分析法	113
教学基本要求	113
重点内容概要	113
典型例题	133
自检自测	139
自检自测参考答案	142
综合能力训练	143
综合能力训练参考答案	157
第5章 紫外-可见分光光度分析法	160
教学基本要求	160
重点内容概要	160
典型例题	167
自检自测	173
自检自测参考答案	175
综合能力训练	175
综合能力训练参考答案	180
第6章 原子吸收分光光度法	182
教学基本要求	182
重点内容概要	182
典型例题	189
自检自测	199
自检自测参考答案	202
综合能力训练	203
综合能力训练参考答案	213

第 7 章 色谱分析法	215
教学基本要求	215
重点内容概要	215
典型例题	227
自检自测	230
自检自测参考答案	233
综合能力训练	234
综合能力训练参考答案	246
第 8 章 分析化学中的分析分离技术	249
教学基本要求	249
重点内容概要	249
典型例题	257
自检自测	259
自检自测参考答案	261
综合能力训练	261
综合能力训练参考答案	266
第 9 章 有机分子结构测定方法	268
教学基本要求	268
重点内容概要	268
典型例题	279
自检自测	292
自检自测参考答案	296
综合能力训练	297
综合能力训练参考答案	307
附录	309
附录 1 本科生期末考试模拟试题及参考答案	309
附录 2 硕士生入学考试模拟试题及参考答案	327
附录 3 硕士生入学考试试题选登	336
附录 4 分析化学的网络资源	356

第1章 绪论

● 教学基本要求 ●

了解分析化学的学科性质和分析化学的主要任务。

了解分析化学在国民经济和科学研究中的地位和作用。

熟悉分析化学的发展概况和当前分析化学发展的主要特点。

熟悉分析方法的基本分类,不同类型分析方法的适用范围和主要特点。

了解分析的基本过程,各步骤的目的,测定方法选择的基本原则。

明确本课程的任务和要求。

● 重点内容概要 ●

1. 分析化学的定义

研究物质组成、含量及其分子结构的一门科学。

2. 分析化学的分类方法

按照测定原理分为:化学分析法和仪器分析法。

化学分析法是以化学反应为基础的分析方法,包括化学定性和定量分析。化学定量分析包括滴定分析和重量分析。化学分析法适用于高含量和中等含量($>1\%$)试样的测定,测定准确度较高,但不适用于低含量的测定。

仪器分析法是根据物质的物理性质或物理化学性质建立起来的一类分析方法。依据的物理性质不同又分为若干种不同的分析方法。

3. 仪器分析方法的主要特点

仪器分析方法的主要特点是测定灵敏度高,分析速度快,提供的信息量大,适合于微量组分的分析、结构分析和过程控制分析等。

仪器分析和化学分析的关系:化学分析是经典分析方法,是仪器分析的

基础。仪器分析是化学分析的发展结果。化学分析对于高含量组分的分析仍然是仪器分析所不能完全取代的。

仪器分析能适用许多新研究领域的需要。

4. 定量分析的基本步骤

取样→试样的预处理→测定→分析结果的计算与结果评价。

其中关键是选择适当的测定方法,进行准确测定,但其他步骤也是重要的。

● 自检自测 ●

一、判断题(10分)

1. 分析化学是测定物质组成的一门学科。 ()
2. 分析化学的组成分析包括定性分析与定量分析。 ()
3. 利用物质能发光的性质建立的分析方法属发射光谱分析。 ()
4. 化学分析法的测定灵敏度高,因此常用于微量分析。 ()
5. 仪器分析法是依据物质的物理性质或物理化学性质建立的分析方法,因此不能测定有机化合物。 ()

二、选择题(20分)

1. 下列情况哪些不属于分析化学的任务

- | | |
|---------------|---------------------------|
| A. 确定试样中的元素组成 | B. 确定试样中是否有某化合物 |
| C. 测定某材料的力学性能 | D. 监测大气中 SO_2 浓度 |
| E. 测定材料的导热性 | |

2. 下列测定属于定量分析的是

- | | |
|--------------------|-----------------------------|
| A. 测定某矿石中是否含有元素 Ni | B. 确定自来水中的 Cl^- 含量 |
| C. 测定矿泉水中是否含有稀有元素 | D. 测定粮食中的农药残留量 |
| E. 测定金器中的含金量 | |

3. 以物质的物理性质建立的分析方法是

- | | |
|-----------|------------|
| A. 确定分析法 | B. 沉淀测定法 |
| C. 光谱分析法 | D. 氧化还原确定法 |
| E. 核磁共振分析 | |

4. 化学分析法适合于测定

- A. 高含量组分
B. 微量组分
C. 产品的纯度
D. 产品中的杂质

E. 化合物中的官能团

5. 试样预处理的目的是

- A. 使被测物成为溶液
B. 使被测物得到富集
C. 使被测物变成有利测定的状态
D. 分离干扰组分

E. 使被测组分生成沉淀

三、填空题(20分)

1. 物质组成的分析包括:(1)_____ (2)_____。

2. 分析方法按原理的不同分为(1)_____,它以_____为基础;(2)_____,它以_____性质为基础。

3. 化学分析法主要包括_____分析和_____分析,化学分析法的特点是_____,适用于_____测定。

4. 化学分析与仪器分析的关系:化学分析法是_____的基础,仪器分析法是分析化学的_____。

5. 完成一项定量分析,通常应经过以下步骤:(1)_____ (2)_____ (3)_____ (4)_____。

● 自检自测参考答案 ●

一、判断题

1. × 2. ✓ 3. ✓ 4. × 5. ×

二、选择题

1. C、E 2. B、D、E 3. C、E 4. A、C 5. A、C、D

三、填空题

- 定性分析; 定量分析
- 化学分析法; 化学反应; 仪器分析法; 物质的物理或物理化学
- 滴定; 重量; 测量准确度高; 高含量和中等含量
- 仪器分析; 发展方向
- 取样; 试样预处理; 测定; 分析结果的计算与评价

●综合能力训练●

一、判断题

- 1-1 分析化学是测定物质含量的一门学科。 ()
- 1-2 确定工业酒精中除了含有大量乙醇外是否含有甲醇、水等物质的测定属于定性分析。 ()
- 1-3 测定某有机化合物中 C、H、O、N 元素含量的方法属于定性分析。 ()
- 1-4 测定某有机物分子中是否含有羰基的测定属于结构定性。 ()
- 1-5 鉴定分子式为 C_2H_4O 的有机化合物是否为乙醛的方法是元素定量分析。 ()
- 1-6 利用 $KMnO_4$ 标准溶液测定铁矿试样中的铁含量的分析方法属于滴定分析法。 ()
- 1-7 使 SO_4^{2-} 反应变为沉淀物,通过称量进行测定 SO_4^{2-} 的方法称为容量分析法。 ()
- 1-8 利用物质分子吸收光的性质,建立的分析方法属于吸收光谱分析。 ()
- 1-9 通常化学分析法的测定准确度比仪器分析法高,仪器分析法的测定灵敏度高,因此仪器分析法适合低含量组分的分析。 ()
- 1-10 化学分析法对高含量组分的结构分析比仪器分析更准确。 ()
- 1-11 为了测定某铜矿中的铜含量,化验人员为使取样有代表性,从现场搬回一块特大的铜矿石,这种取样方法是正确的。 ()
- 1-12 某分析人员将称取的试样进行溶解,容器底部出现少量不溶物,于是从上层取出清液进行测定,这样做不影响结果的准确性。 ()
- 1-13 为了测定工厂生产的成品 Na_2CO_3 (纯碱)的纯度,应选用仪器分析法。 ()
- 1-14 测定化工产品 $KClO_3$ 中的微量 Cl^- ,应采用沉淀滴定法。 ()
- 1-15 为了监测工厂里某生产线排放污水的酸度,应采用电位分析法。 ()