

硕士生入学考试
基础课自学丛书



HUO



HI



HENG

分析 化学

于世林 苗凤琴 编

高等教育出版社

硕士生入学考试基础课自学丛书

分 析 化 学

于世林 编
苗凤琴

高等教育出版社

(京) 112号

内 容 简 介

本书是高等工业学校“硕士生入学考试基础课自学丛书”之一。内容包括分析化学概论、定性分析、定量分析概论、误差和数据处理、酸碱平衡及酸碱滴定法、络合滴定法、氧化还原滴定法、重量分析法和沉淀滴定法、分光光度法及定量分析中的分离、掩蔽方法。

全书针对多次硕士生分析化学入学考试中出现的具有普遍性的问题,在已具备大学本科知识水平的基础上,对分析化学的基本概念、基本理论和基本计算进行概括性的复习和系统、深入的辅导,并通过例题进行指导性的分析,启发读者加深对基础内容的理解。每章还配有适量试题供读者进行练习和自我考核。书中部分习题难度较大,但通过练习会提高读者分析问题和解决问题的能力。

本书对于高等工科学学校化学、化工类本科大学、电视大学、职工大学、函授大学等各种高等教育形式的毕业生和同等学历的在职人员,以及准备报考硕士生入学考试的读者,是一本很好的复习参考书。

硕士生入学考试基础课自学丛书

分 析 化 学

于世林
苗凤琴 编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 12.75 字数 280 000

1993年3月第1版 1993年3月第1次印刷

印数 0001—4 100

ISBN7-04-003986-9/D·1165

定价 6.70 元

硕士生入学考试基础课自学丛书

编写委员会

主任委员	李煌果
副主任委员	过增元
委员	沈永欢
	张 黯
	陈广汉
	袁道之
	朱开云
	范印哲
	王秀卿

序

《中共中央关于教育体制改革的决议》指出，教育必须为社会主义建设服务，社会主义建设必须依靠教育。

研究生教育是一个高层次的教育，是我国高等教育体系中的重要组成部分。它担负着为国家培养高级专门人才的任务，这些人才在本门学科专业方面应具有坚实的基础理论和系统的专门知识，能够从事科学研究、教学工作以及各种实际工作。走上工作岗位后，他们将是科学研究的生力军，是各行各业的骨干力量，有的经过锻炼和提高还将担负更为重要的工作。

一九七八年以来，在党中央的关怀下，我国的研究生教育得以较快的恢复和发展。招生、培养和学位授予工作不断改进，教育质量不断提高。这几年，全国共招收研究生 16.6 万人，其中博士生 7000 多人，已毕业研究生 5.1 万人，其中博士生 700 多人。目前在校研究生共 11 万多人，其中博士生 7000 人。现在我国研究生教育有博士生、硕士生两个层次，有博士生、硕士生和研究生班研究生三种类型；从学习方式讲，有脱产学习研究生和在职学习研究生；从分配去向讲，除有国家计划内实行统一分配的外，还有委托培养研究生和定向培养研究生；同时，还开展了联合招生和联合培养的工作。根据国家教委 1985 年提出的“七五”期间研究生教育要贯彻“保证质量，稳步发展”的方针，我国的研究生教育正在以提高质量为中心，稳步地向前发展中。

我们培养出来的研究生，应该是有理想、有道德、有文化、

有纪律的专门人才，而且在“四有”方面还应有更高的要求；应该做到坚持四项基本原则，有较好的马克思主义理论基础，自觉地执行党的路线、方针和政策；应该既有远大的革命理想，又有艰苦奋斗为人民献身的精神，在各项实际工作中继往开来，开拓前进，为祖国社会主义现代化建设的伟大事业做出贡献。

为能切实做好研究生教育工作，在招生、培养、学位授予等主要环节上，都应从提高培养质量着眼。培养质量应当包括政治素质和业务素质两个方面。这里有培养单位在各个环节各个方面的一系列工作，还要有学生自身的努力。各级各类人才的培养，包括高级专门人才的培养，当然必须要靠各级各类学校，但是学校培养不是唯一途径，实际工作中的培养和锻炼，各种形式自学提高，也起着十分重要的作用。研究生的招生和培养，必须充分重视理论联系实际这个根本问题。要不断创造条件，多招收在职人员入学，在培养过程中，结合我国建设的需要及研究生教育发展的现状，更多地培养应用型人才，培养各方面的实际工作者，在整个培养过程中都应贯彻理论结合实际这一原则。国家教委多次强调，注意多招收有一定实际工作经验的优秀在职人员；特别是应用性学科、实际技能要求比较强的学科，更应做好这方面的工作。关于这一点，应该说现在是有条件的。恢复高考以后，自1981年开始有一批批的大学本科毕业生走上社会，他们当中的许多人在实际工作中坚持自学，准备报考研究生；同时，近几年我国的成人高等教育有了较大的发展，在这部分毕业生中有学习好、工作好、表现好的青年，立志深造，坚持业余自学，也在准备报考研究生。所以说，现在研究生考生在社会上有了较稳定的来源。

青年人应该有一点自学精神，不仅没有上大学的青年需要自学，受过高等教育的人同样需要自学。这里说的自学，是随着社会的发展，科技的进步，特别是国家建设的需要而进行的知识技能的不断补充、完善和更新。因此，任何人，无论是否受过高等教育，都有一个自学提高的任务。只有这样，我们的青年同志在祖国的四化建设中，在各自的工作岗位上，才能做出较大的成绩和贡献。同样，青年同志在自学时，应有一个明确的目标和具体打算，但有一点是应强调的，那就是要兼顾基础理论和专业知识两个方面。再则，从事不同学科专业的学习和从事不同行业在不同岗位上工作的同志，还需要建立一个理想的知识结构。这就要根据祖国四化建设的需要，坚持理论联系实际，运用所学知识搞好工作，在实际工作中又要坚持自学不断提高。

现在有越来越多的青年报考研究生，希望有个提高的机会，这是一件很好的事情。但也应指出，考取研究生只是提高的一种途径，而不是唯一的途径。因而，有志青年不论是否考取研究生，都应懂得“人贵在学，学贵在恒”的道理，坚持不懈地在科学的道路上攀登，正如马克思所说：“在科学上面是没有平坦的大路可走的，只有那在崎岖小路的攀登上不畏劳苦的人，有希望到达光辉的顶点”。

李煌果

一九八七年八月

前 言

为了满足在职工作人员和应届本科大学毕业生,在报考(理)工科硕士研究生时,复习分析化学课程的需要,编写了本复习指导书。

本书编写前分析了自 1978 年十余年来多所高等院校和科研单位用于考取硕士研究生的分析化学试题,其主要特点可概述如下:

1. 内容广泛。试题覆盖了分析化学的全部内容,从常见离子的定性分析、误差和数据处理、容量分析(包括溶液平衡理论)、重量分析、分光光度法,直到分析化学中常用的分离方法、复杂物质分析及仪器分析法。

2. 着重考核“三基”。试题的难度并不太大,但都体现对基本概念、基本知识、基本理论的清晰理解和贯通。

3. 侧重点差异大。由于招生学科的不同,试题的类型和覆盖面差异很大,往往与有关学科的研究方向相关。

基于以上分析,本书编写的出发点是依据下述两本教材:

1. 分析化学:华东化工学院分析化学教研组、成都科学技术大学分析化学教研组编,高等教育出版社,1989 年(第三版);

2. 分析化学:武汉大学主编,高等教育出版社,1985 年(第二版)。

由于考生是在已经学过分析化学课程的基础上进行准备的,我们希望考生通过本复习指导书的学习,能够深化对

分析化学基本内容的理解。为此，在对部分试题进行分析的基础上，向考生指出“三基”的基本要求在各章、节内容上的体现，同时也将难度较大的试题进行指导性分析，并将各章、节的试题形式进行归纳、总结，以使考生能够适应不同形式的试题。

通过本书的学习，希望考生能够进一步明确各章节的重点、难点；加深对基本概念的理解；提高运算能力和解决疑难问题的能力；能够在原有知识水平上提高一步，以保证临场发挥正常水平，取得好的应试成绩。

本书注意贯彻《中华人民共和国法定计量单位制》，废除当量、克当量以及当量定律。详细内容可参看张铁垣编“分析化学中的法定计量单位”一书。

由于编者学识所限，书中难免有错误和不足之处，望读者不吝指正。

编者 北京化工学院工业分析教研室

于世林 苗凤琴

1988.8.

目 录

第一章 绪论	(1)
§1-1 分析化学的任务	(1)
§1-2 各章节复习要求 (见各章内容提要)	(2)
第二章 常见离子的定性分析	(3)
§2-1 定性分析基本概念	(3)
一、鉴定反应进行的条件	(3)
二、鉴定反应的外观特征	(4)
三、鉴定反应的灵敏度	(4)
四、鉴定反应的选择性	(5)
五、系统分析和分别分析	(6)
六、空白试验和对照试验	(6)
§2-2 常见离子的分离性质	(6)
一、与 HCl 反应	(7)
二、与 H_2SO_4 反应	(7)
三、与 NaOH 反应	(8)
四、与 NH_3 反应	(9)
五、与用于分离的其它重要试剂反应	(10)
六、与 H_2S 或 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 反应	(10)
§2-3 常见离子的系统分析法及其鉴定反应	(12)
一、 H_2S 系统分析	(12)
二、盐酸组离子分析	(13)
三、硫化氢组离子分析	(14)
四、 0.3 mol/L HCl 硫化物分组条件计算	(17)
五、硫化铵组离子分析	(18)

六、	碳酸铵组离子分析	(25)
七、	可溶组阳离子分析	(26)
八、	硫代乙酰胺沉淀剂	(27)
§2-4	常见阴离子的基本性质和鉴定	(28)
一、	阴离子初步试验及结果判断	(28)
二、	阴离子的鉴定反应	(29)
	定性分析考题与练习题	(32)
	本章内容提要	(48)
第三章	定量分析概论	(49)
§3-1	定量分析过程	(49)
§3-2	滴定分析计算	(50)
一、	分析化学中常用的物理量及法定单位	(50)
二、	物质的量和摩尔	(50)
三、	摩尔质量与物质的量浓度	(58)
四、	等物质的量规则	(60)
五、	滴定分析中应用等物质的量规则的有关计算	(65)
六、	利用换算因数进行滴定分析的计算	(67)
§3-3	滴定分析法概述	(69)
一、	名词术语	(69)
二、	几种滴定方式	(70)
三、	标准溶液与基准物	(71)
四、	标准溶液的浓度与微量分析浓度	(72)
	本章内容提要	(74)
第四章	误差和数据处理	(75)
§4-1	误差的性质、分类及其表示方法	(75)
一、	系统误差	(75)
二、	偶然(随机)误差	(76)
三、	过失误差	(77)
四、	误差表示方法	(77)

五、	准确度和精密度的关系	(80)
§4-2	误差传递、有效数字及数据的舍弃	(81)
一、	误差传递的计算公式	(81)
二、	有效数字及计算规则	(83)
三、	可疑值的取舍	(85)
§4-3	实验数据的统计处理	(88)
一、	正态分布和 t 分布	(88)
二、	实验数据的统计处理	(93)
三、	t 检验	(96)
四、	F 检验	(100)
	误差和数据处理练习题	(102)
	本章内容提要	(109)
第五章	酸碱平衡与酸碱滴定法	(110)
§5-1	酸碱平衡	(110)
一、	酸碱理论及其比较	(110)
二、	酸碱质子理论	(113)
三、	酸碱水溶液平衡组分浓度计算	(122)
四、	缓冲溶液 pH 计算及配制计算	(152)
§5-2	酸碱滴定法	(160)
一、	酸碱滴定突跃及其影响因素	(160)
二、	酸碱滴定指示剂的选择	(164)
三、	酸碱滴定误差的计算	(174)
四、	酸碱滴定分析结果的计算	(180)
	酸碱平衡与酸碱滴定法练习题	(186)
	本章内容提要	(194)
第六章	络合滴定法	(197)
§6-1	络合平衡及其计算	(197)
一、	稳定常数	(197)
二、	累积稳定常数	(197)

三、	分布系数与平衡浓度的计算	(198)
四、	平均配位数($\bar{n}$)	(199)
五、	副反应系数	(199)
六、	条件稳定常数	(201)
§6-2	络合滴定法及其基本原理	(202)
一、	滴定曲线与理论终点 pM 计算	(202)
二、	金属指示剂与变色点 pM_t 值计算	(203)
三、	滴定误差 TE	(204)
四、	络合滴定酸度选择	(206)
五、	混合离子滴定的有关计算	(206)
六、	络合滴定法及其应用	(208)
	络合滴定法考题	(214)
	络合滴定法练习题	(239)
	本章内容提要	(243)
第七章	氧化还原滴定法	(245)
§7-1	氧化还原平衡中的有关计算	(245)
一、	可逆氧化还原电对的电位计算	(245)
二、	克式量电位及其计算	(246)
三、	氧化还原反应平衡常数计算及其应用	(251)
四、	滴定过程电对电位计算及理论终点电位计算	(252)
§7-2	各类氧化还原滴定方法及其应用	(254)
§7-3	氧化还原滴定的预处理及分析方案拟定	(258)
	氧化还原滴定法考题	(259)
	氧化还原滴定法练习题	(286)
	本章内容提要	(290)
第八章	重量分析法和沉淀滴定法	(291)
§8-1	沉淀溶解平衡	(291)
一、	固有溶解度 S^0	(291)
二、	活度积常数 K_{sp}^0	(292)

三、 条件溶度积 K'_{sp}	(292)
四、 沉淀溶解度及各类影响因素存在下沉淀溶解度的计算	(293)
五、 有关沉淀溶解与生成的计算	(297)
§8-2 重量分析法	(298)
一、 沉淀的形状与沉淀条件的选择	(298)
二、 沉淀的纯度与沾污	(300)
三、 重量分析对称量形式、沉淀剂的要求及有机沉淀剂的 应用	(301)
四、 换算因数及重量分析结果计算	(302)
五、 分析应用实例	(304)
§8-3 沉淀滴定法	(304)
一、 莫尔法	(305)
二、 佛尔哈德法	(307)
三、 法杨司法	(308)
重量分析法和沉淀滴定法考题与练习题	(309)
本章内容提要	(328)
第九章 分光光度法	(329)
§9-1 方法概述	(329)
一、 光的基本性质	(329)
二、 吸收光谱的产生	(329)
三、 物质对光的选择性吸收与其呈现颜色的关系 \.....	(330)
四、 目视比色分析法、光电比色分析法和可见分光光度法 在测量原理上的区别	(331)
§9-2 光的吸收定律——朗伯 - 比尔定律	(332)
一、 光的吸收定律	(332)
二、 分光光度法的灵敏度与选择性	(333)
§9-3 分光光度法的显色条件、测量条件的选择及测量误差	(335)
一、 显色条件	(335)
二、 测量条件	(336)

三、光度测量误差	(336)
§9-4 分光光度计仪器构造与测量技术	(338)
一、分光光度计组件	(338)
二、分光光度计工作原理	(339)
三、分光光度仪器进展	(340)
四、分光光度测定技术进展及其应用	(342)
分光光度法考题	(350)
分光光度法练习题	(367)
本章内容提要	(370)
第十章 定量分析中常用的分离、掩蔽方法	(371)
§10-1 沉淀分离法	(371)
§10-2 液液萃取分离法	(372)
一、萃取过程的本质	(372)
二、分配定律与分配比	(373)
三、萃取百分率	(374)
四、多级连续液液萃取	(375)
五、分离系数(β)	(377)
六、重要的萃取体系	(377)
§10-3 离子交换分离法	(378)
一、概述	(378)
二、交换容量与交联度	(278)
三、离子交换树脂的亲合力	(379)
四、分配系数和分离因子	(380)
§10-4 其它分离方法	(381)
一、液相色谱分离法——柱层析法	(381)
二、挥发和蒸馏分离法	(381)
§10-5 化学掩蔽及解蔽	(381)
分离、掩蔽方法考题	(383)
分离、掩蔽方法练习题	(386)
本章内容提要	(388)

第一章 绪 论

§1-1 分析化学的任务

分析化学是研究物质化学组成的测定方法及有关理论的一门学科。它主要分为定性分析和定量分析两个部分。

定性分析的任务对无机物主要是鉴定物质由哪些元素或离子所组成;对有机物除了要鉴定其由哪些元素组成外,还要判断分子中有哪些特征的官能团,有时还需进一步确定分子中各个官能团排列情况,确定分子结构即结构分析。对半导体材料、合金或绝缘体有时还要进行表面分析以确定其表面的化学状态和结构。

定量分析的任务是确定组成物质的各个组分的含量。由于不同组分含量的差别,定量分析方法可分为常量分析($>1\%$)、微量分析($0.01 \sim 1\%$)和痕量分析($<0.01\%$)。根据测定方法原理的差别,定量分析方法可分为化学分析法和仪器分析法(物理和物理化学分析法)两大类。

作为基础分析化学课程的内容,主要是无机定性分析和定量化学分析。因此,学习本课程时,对于定性分析和定量分析应以掌握定量分析为主;对于化学分析法与仪器分析法应以掌握化学分析法为主。

分析化学是一门实践性很强的学科，在学习过程中除了要掌握分析化学基本理论外，还要通过实验掌握分析化学基本操作。例如，样品称量、配制溶液、重量分析与滴定分析操作方法；在实验过程建立“纯”和“量”的概念，并进一步掌握多种仪器的正确使用方法、必要的安装和维护知识，才能为获得准确可靠的分析结果创造必要的先决条件。

§ 1-2 各章节复习要求 (见各章内容提要)

本章内容提要

要求对分析化学、定性分析、定量分析、结构分析、无机分析、有机分析、化学分析、仪器分析、常量分析、微量分析、痕量分析、例行分析及裁判分析给予确切的定义。