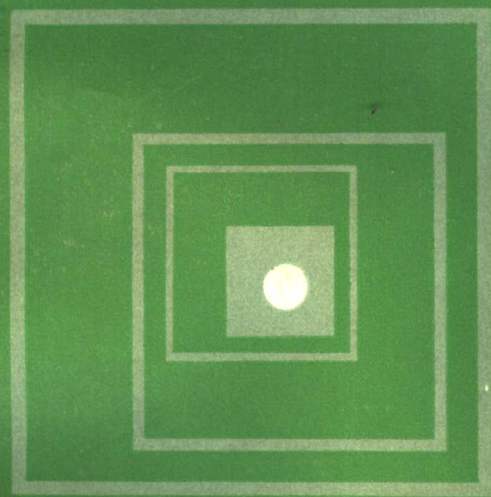


职工技术培训读物

基础化学分析

黄世德 编 高华寿 肖崇厚审



四川科学技术出版社

基础化学分析

黄 世 德 编
高华寿 肖崇厚 审

责任编辑：崔泽海

基础化学分析

黄世德

四川科学技术出版社出版 (成都盐道街三号)

四川省新华书店发行 渡口新华印刷厂印刷

开本850×1168毫米 1/32 印张13.5 插页3 字数339千

1984年5月第一版 1984年5月第1次印刷

印数：1—12,300册

书号：15298·10

定价：1.70元

前 言

分析化学在工农业生产、医药卫生、环境保护以及商品检验中,都是一种应用广泛的知识 and 手段。随着科学的发展,分析方法也越来越先进,几乎成为包罗各种理论和新技术的科学。但行远必自迩,登高必自卑,对初学者还是应从化学分析开始,尤其针对我国工业情况,中小型工厂占大多数,化学分析成为控制生产质量的主要方法。由于工农业的发展,质量要求不断提高,具备一定专业知识的人员远不能满足需要。虽然国内外分析化学书籍不少,但阅读需有一定的基础知识;全国也有一些培养分析专业人才的学校,但入学人数有限并且还需有一定的学历。目前对只具初中或高中文化程度,简明扼要地介绍无机化学的基础知识,并直接引入分析化学基础理论和实验技术以及化学分析方法的应用,供短期培训或用于自学的这类书籍,为数尚少,因此本书的编写为适合广大分析人员自学及供短期分析人员培训作简明教材应用。

党的十一届三中全会以来,科学技术对生产力的发展引起了足够的重视,为了能更多的开发智力,培养大量的有助于质量管理方面的人才,不仅限于正规学校培养,还更应开辟多种渠道,如短期培训、鼓励自学或在职学习提高等,都需要有学习课本。若从无机化学入手,按步就班,既需学习大量书籍,而且旷时费事,常感远不应急。本书选材扼要,既注意必要基础理论和技巧,同时又兼顾其应用。若能由此入门,从基础理论及其应用举一反三,颇有助于分析人才的开发。

化学分析是以无机化学为基础,包括定性和定量两部分。一

般生产单位常有其分析操作规程或标准方法，但在实际情况下能否取得正确的分析结果主要还在于原理的掌握和灵活运用。生产的方面很多，各种操作规程不可能列举。因此本书着重于介绍分析基本知识，各种化学分析方法的基本原理，通用的基本操作技术和实验室基本知识。为了理论与实际结合，也举出一些应用实例。

本书共十五章，除第一章绪论对分析化学作全面概略介绍外，其它十四章可分为五部分：第一部分（第2~5章）是无机化学基本知识，从原子、分子结构、化学反应方程式、化学平衡到溶液中化学反应的类型，为学习化学分析奠定必要的基础；第二部分（第6章），简单讲述定性分析的化学方法，在了解离子性质的基础上，以快速鉴定为主，识别一般常见的阳离子和阴离子，并为定量分析中干扰的消除和分析方法的选择提供理论依据；第三部分（第7章），讲述定量分析的基础知识和一般操作技术，同时对分析中的误差作了初步叙述，以便对分析结果的准确度能作一般的判定；第四部分（第8~13章），分别讲述常用的各类定量分析方法，并根据基本原理结合实例应用。其中以滴定分析为主，同时也介绍了重量分析和比色分析；第五部分（第14~15章），介绍了物质的一般分析步骤和常用试剂的配制方法，便于实验时应用；至于一般化学分析中必需查阅的数据以及常用仪器和材料规格等有关知识综合成附录，以供参考。

由于编写时间较短和编者业务水平的限制，书中错误和遗漏可能不少，敬希读者及应用单位予以指正。

本书承成都科学技术大学高华寿教授、成都中医学院肖崇厚副教授审阅，何其英、张祥富、何桂荣等同志对本书的编写给予极大的帮助，特此一并致谢。

编 者

一九八二年十月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 分析化学的任务和作用	1
第二节 分析化学的分类	2
一、化学分析方法	2
二、仪器分析方法	2
第三节 分析化学的发展趋势	3
第二章 原子结构和元素周期律	5
第一节 原子	5
一、原子的相对质量—原子量	5
二、原子的组成	6
第二节 原子的电子层结构	7
一、电子云的概念	7
二、电子的量子数	8
三、原子核外电子的排布	11
第三节 原子电子层结构和元素周期系	17
一、元素化学性质与原子结构的关系	17
二、元素周期表	18
三、原子电子层结构和元素周期律的关系	19
第四节 分子和离子	19
一、分子	19
二、离子	19
三、化学式、分子式和最简式	20
四、化学式量和分子量	21
五、摩尔质量、摩尔数	21

第五节 分子的形成	22
一、化学键	22
二、氧化数	24
第三章 化学反应方程式和化学平衡	28
第一节 化学反应方程式	28
一、化学反应方程式的意义及配平	28
二、根据化学反应方程式的计算	29
第二节 化学反应速度和化学平衡	30
一、化学反应速度	30
二、化学平衡	33
三、化学平衡的移动	34
第四章 溶液	39
第一节 溶液的一般概念	39
一、溶质、溶剂和溶液	39
二、溶解和结晶	39
第二节 常见溶液的浓度表示法和互相换算	40
一、体积比或体积百分比浓度	41
二、质量百分浓度	41
三、摩尔浓度与克式量浓度	42
四、当量浓度	43
五、常见溶液浓度的相互换算	44
第三节 电解质溶液和离子反应	45
一、电解质溶液	45
二、离子反应方程式	46
三、离子反应进行的条件	47
四、弱电解质的离解平衡	47
第五章 溶液中化学反应的类型	49
第一节 酸碱反应	49
一、酸和碱的一般理论	49
二、酸碱反应的类型	52
第二节 沉淀反应	55

一、难溶电解质的溶度积	56
二、溶度积与溶解度的换算	57
三、沉淀—溶解平衡的移动	59
四、分步沉淀	61
五、沉淀的转化	62
第三节 络合反应	63
一、络合物	63
二、络合物的组成	64
三、简单络合物	65
四、螯合物	65
五、络合物的稳定常数	66
第四节 氧化还原反应	67
一、氧化还原反应的基本概念	67
二、氧化还原反应的配平	68
三、氧化还原当量	70
第六章 定性分析	72
第一节 定性分析的一般问题	72
一、定性分析的任务和分类	72
二、鉴定反应的特征和进行反应的条件	73
三、鉴定反应的灵敏度和选择性	75
四、空白试验与对照试验	79
五、分别分析与系统分析	80
第二节 常见阳离子的分析	81
一、常见阳离子与常用试剂的反应	81
二、常见阳离子的系统分析法	87
三、常见阳离子的鉴定反应	96
四、阳离子混合液的分析	110
第三节 阴离子分析	115
一、阴离子的分析特性	115
二、阴离子的初步试验	118
三、常见阴离子的个别检出	121

四、阴离子混合溶液分析实例	126
第四节 定性分析的一般步骤	129
一、试样的外表观察	130
二、试样的准备	131
三、初步试验	131
四、阳离子分析	133
五、阴离子试液的制备和分析	135
六、分析结果的判断	135
第七章 定量分析的基本知识	137
第一节 分析天平与称量	137
一、机械天平的称量原理	137
二、分析天平的种类和构造	138
三、分析天平应具备的条件	142
四、分析天平的使用及称量方法	144
第二节 定量分析的准确度	148
一、准确度和精密度	148
二、误差的分类及产生的原因	151
三、准确度和精密度的关系	153
四、公差	154
五、提高分析结果准确度的方法	155
六、有效数字及计算规则	157
第三节 滴定分析的一般问题	159
一、滴定分析的特点和主要方法	159
二、滴定分析对化学反应的要求和滴定方式	160
三、滴定分析的计算	162
四、标准溶液和基准物质	167
五、容量仪器的使用及其校正	169
第八章 酸碱滴定法	181
第一节 活度、活度系数和离子强度	181
第二节 溶剂的性质与酸碱平衡的关系	183
一、酸与碱的离解性	183

二、酸碱强度与溶剂性质的关系·····	188
三、溶剂的拉平和区分效应·····	191
第三节 酸碱指示剂·····	192
一、酸碱指示剂的变色原理及变色范围·····	192
二、混合指示剂·····	196
第四节 酸碱水溶液中 H^+ 浓度的计算·····	198
一、强酸(碱)溶液 $[H^+]$ 的计算·····	200
二、弱酸(碱)溶液 $[H^+]$ 的计算·····	201
三、多元酸(碱)溶液 $[H^+]$ 的计算·····	203
四、两性物质溶液 $[H^+]$ 的计算·····	204
五、缓冲溶液的缓冲原理和pH值的计算·····	206
第五节 水溶液中的酸碱滴定·····	209
一、强酸强碱的滴定·····	209
二、强碱滴定弱酸·····	212
三、多元酸的滴定·····	217
四、多元碱的滴定·····	219
五、滴定误差·····	221
六、酸碱标准溶液的配制和标定·····	221
七、应用与实例·····	223
第六节 非水溶液中的酸碱滴定·····	225
一、溶剂的分类及选择·····	225
二、碱的滴定·····	227
三、酸的滴定·····	229
第九章 沉淀滴定法 ·····	231
第一节 概述·····	231
第二节 银量法终点的确定·····	232
一、莫尔法·····	232
二、佛尔哈特法·····	234
三、法扬司法·····	235
第三节 银量法的应用实例·····	237
一、标准溶液与基准物质·····	237

二、应用实例·····	239
第十章 络合滴定法 ·····	240
第一节 概述·····	240
第二节 乙二胺四乙酸的性质及其络合物·····	241
一、EDTA 的离解性·····	242
二、EDTA 与金属离子的络合物及其稳定性·····	243
三、酸度对络合物稳定性的影响·····	245
第三节 EDTA 滴定的原理·····	248
一、滴定曲线·····	248
二、酸度对络合滴定的影响·····	251
三、其它络合剂对络合滴定的影响·····	255
第四节 金属指示剂·····	256
一、金属指示剂的变色原理·····	256
二、金属指示剂应具备的条件·····	257
三、常用的金属指示剂·····	258
第五节 提高络合滴定选择性的方法·····	263
一、两种离子共存时进行滴定的条件·····	263
二、消除干扰的办法·····	263
三、选用其它络合剂滴定·····	268
第六节 络合滴定法的分类·····	269
一、直接滴定法·····	269
二、返滴定法·····	269
三、置换滴定法·····	270
四、间接滴定法·····	271
第七节 络合滴定的应用·····	271
一、EDTA 标准溶液的配制和标定·····	271
二、应用实例·····	271
第十一章 氧化还原法 ·····	274
第一节 概述·····	274
一、氧化还原反应的特点·····	274
二、氧化还原法的分类·····	275

第二节 氧化还原反应的方向和完成的程度.....	275
一、氧化还原反应和电池反应.....	275
二、电极电位和能斯特方程式.....	276
三、氧化还原的方向.....	279
四、氧化还原的次序.....	282
五、氧化还原反应完成的程度.....	283
六、氧化还原反应的速度.....	285
第三节 铈量法.....	286
一、氧化还原滴定终点的确定.....	286
二、氧化还原指示剂.....	290
三、标准溶液与基准物质.....	293
第四节 碘量法.....	294
一、滴定反应的类型.....	294
二、指示剂.....	295
三、标准溶液与基准物质.....	296
四、应用实例.....	297
第五节 高锰酸钾法.....	298
一、滴定反应和条件.....	298
二、标准溶液与基准物质.....	299
三、应用实例.....	299
第六节 重铬酸钾法.....	300
一、滴定反应和条件.....	300
二、标准溶液的配制和标定.....	301
三、应用实例.....	301
第七节 溴酸钾法.....	302
一、溴酸根的反应和终点的确定.....	302
二、标准溶液的配制和标定.....	303
三、应用实例.....	303
第十二章 重量分析	306
第一节 概述.....	306
第二节 沉淀法.....	307

一、试样的称取及溶解	307
二、沉淀的制备	308
三、沉淀的过滤及洗涤	316
四、沉淀的干燥与灼烧	319
五、结果的计算	320
第十三章 比色分析	322
第一节 比色分析及分光光度法概述	322
第二节 基本原理	323
一、有色溶液颜色和光吸收的关系	323
二、光的吸收定律—朗白比尔定律	324
第三节 比色分析方法	327
一、目视比色法	327
二、光电比色法	328
三、分光光度法	329
第四节 比色分析误差的来源及比色测定条件的选择	333
一、显色剂的选择	333
二、显色条件的选择	335
三、干扰元素的影响及其消除	337
四、比色测定条件的选择	338
第五节 应用实例—铁的测定	340
一、邻二氮菲铁吸收曲线及标准曲线的绘制	340
二、试样中铁含量的测定	341
第十四章 物质的一般分析步骤	342
第一节 试样的采取和制备	342
一、组成分布比较均匀的试样的采取和制备	343
二、组成分布不均匀的试样的采取和制备	343
第二节 试样的分解	344
一、溶解法	344
二、熔剂熔融法	346
三、二价金属盐烧结法	349
第三节 分析方法的选择	350

一、应与被测组分含量相适应·····	350
二、考虑被测组分的性质·····	350
三、应与具体要求相适应·····	351
四、应考虑干扰物质的影响·····	351
五、应考虑实验室的条件·····	351
第四节 干扰组分的分离·····	351
一、沉淀分离法·····	352
二、溶剂萃取分离法·····	353
三、离子交换分离法·····	359
四、挥发和蒸馏分离法·····	361
第十五章 常用试剂的配制法 ·····	363
第一节 试剂·····	363
一、试剂的品级·····	363
二、化学试剂的选用和保管·····	364
三、分析用纯水的一般检查·····	365
第二节 一般溶液的配制·····	366
一、配制试剂注意事项·····	366
二、常用常、碱、盐溶液的配制·····	366
三、定性分析用特殊试剂的配制·····	369
四、常用指示剂的配制·····	371
五、常用缓冲溶液的配制·····	372
第三节 容量分析中标准溶液的配制和标定·····	373
一、基准试剂·····	373
二、酸碱滴定用标准溶液的配制的标定·····	374
三、沉淀滴定用标准溶液的配制和标定·····	376
四、络合滴定用标准溶液的配制和标定·····	377
五、氧化还原滴定用标准溶液的配制和标定·····	378
第四节 比色分析中标准溶液的配制·····	380
一、铁标准溶液的配制·····	381
二、铜标准溶液的配制·····	381
三、钙标准溶液的配制·····	381

四、镁标准溶液的配制	381
五、锌标准溶液的配制	381
六、铝标准溶液的配制	381
七、钛标准溶液的配制	382
八、钒标准溶液的配制	382
九、铬标准溶液的配制	382
十、钼标准溶液的配制	382
十一、钨标准溶液的配制	382
十二、锰标准溶液的配制	382
十三、钴标准溶液的配制	383
十四、镍标准溶液的配制	383
十五、锡标准溶液的配制	383
十六、铅标准溶液的配制	383
十七、磷标准溶液的配制	383
十八、砷标准溶液的配制	383
十九、硅标准溶液的配制	384
二十、氨态氮标准溶液的配制	384
附录一 几种常用坩埚的使用与维护	385
附录二 北京滤纸厂滤纸规格	388
附录三 弱酸和弱碱的电离常数	388
附录四 难溶化合物的溶度积常数	390
附录五 络合物稳定常数	393
附录六 常用的缓冲溶液	394
附录七 常用的酸和碱溶液的比重和浓度	398
附录八 标准电极电位	400
附录九 式量电极电位(条件电极电位)	403
附录十 常用化合物的式量表	404
附录十一 国际原子量表	407
附录十二 对数及反对数表	408
参考资料	414

第一章 绪 论

第一节 分析化学的任务和作用

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。它主要分为定性分析和定量分析两部分，彼此又是紧密联系的。

定性分析的任务是鉴定物质由哪些元素或离子组成，对于有机物质还需要确定其官能团及分子结构；定量分析的任务是测定物质各组分的相对含量。

在进行分析工作时，首先必须确定物质含有哪些组分，然后才能选择适当的方法来测定所需测定组分的相对含量。在学习分析化学时，也必须在掌握定性分析的知识以后，才能正确理解和掌握定量分析的方法。

分析化学是研究物质及其变化的重要方法之一。在化学学科本身的发展上，以及和化学有关的学科领域中，分析化学都起着一定的作用，例如矿物学、地质学、生理学、医药学、农业和许多技术科学，都要用到分析化学。几乎任何一门学科从一般到尖端的科学研究，只要涉及化学现象，分析化学就要作为一种手段而被运用到研究工作中去。

在国民经济建设中，分析化学的实用意义就更加明显了。在资源勘探、油田、煤矿、钢铁基地选定中的原料分析；工业生产中的原料、中间体和成品分析；农业生产中的土壤、肥料、粮食和农药分析以及原子能材料、半导体材料、超纯物质中微量杂质的分析等等，都要应用分析化学。分析化学是工业生产的“眼睛”，

有关生产过程的控制与管理，生产技术的改进与革新，都常以分析结果作为一种重要依据。

在医药卫生和环境保护中，分析化学也起着重要的作用。例如环境分析、病因的调查、新药的研究和试制、废气、废液、废渣的处理和利用、药品的检验和临床检验等等都需要应用分析化学的理论和操作技术。

第二节 分析化学的分类

分析化学可以分为定性分析和定量分析两个部分其中基础化学分析的内容主要是无机定性和定量化学分析。对于主要成分及主要杂质已知的试样和工业生产中的原材料分析、中间产品的控制分析和出厂成品的质量检查等，常常不再需要进行定性分析，而只需要进行定量分析。可以用不同的方法来进行分析，一般可把这些方法分为两大类，即化学分析方法与仪器分析方法。

一、化学分析方法

化学分析方法是以物质的化学反应为基础的分析方法。化学分析方法历史悠久，所用仪器简单，结果准确，是分析化学的基础。所以，它又称为经典分析方法，主要有重量分析法和滴定分析法等。

二、仪器分析方法

仪器分析方法是以物质的物理和物理化学性质为基础的分析方法。这类方法大多需要特殊的仪器。仪器分析方法是灵敏、快速和准确的分析方法，发展很快，应用日趋广泛。仪器分析方法有光学分析法、电化学分析法、色谱分析法、热量分析法和放射化学分析法等。

仪器分析常是在化学分析的基础上进行的。如试样的溶解，干扰物的分离等，都是化学分析的基本步骤；同时仪器分析大都需化学纯品作标准，而这些化学纯品的成分，大多需要化学分