



普通高等教育“十二五”规划教材

基础分析化学

主 编 黄承志

副主编 陈纘光 陈子林 卢建忠

徐 溢 范 琦 王 健



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

基础分析化学

主 编 黄承志
副主编 陈缵光 陈子林 卢建忠
徐 溢 范 琦 王 健



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共 14 章, 涉及数据处理、滴定分析法和重量分析法以及试样前处理。在相关章节中列举了分析化学知识在药学分析中的应用实例, 可进一步理解分析化学的基础知识与药学专业的关系, 并为药物分析课程的学习打下基础。每章后均有不同形式的习题, 可用于理解和巩固全章基础知识。

本书是药学类专业的基本教材, 可供全国高等学校药学及制药类专业使用, 也可供中药、化学等其他相关专业使用, 可用作研究生考试参考书, 还可供有关科研单位或药品等质量检验部门的科研、技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础分析化学/黄承志主编. —北京: 科学出版社, 2016. 3

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-03-047363-9

I. ①基… II. ①黄… III. ①分析化学-高等学校-教材 IV. ①O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 031033 号

责任编辑: 赵晓霞/责任校对: 彭 涛

责任印制: 赵 博/封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年3月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2016年3月第一次印刷 印张: 20 1/2

字数: 500 000

定价: 49.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《基础分析化学》编写委员会

主 编 黄承志

副主编 陈纘光 陈子林 卢建忠

徐 溢 范 琦 王 健

编 委 (以姓名汉语拼音为序)

曹志娟 (复旦大学)

陈子林 (武汉大学)

陈纘光 (中山大学)

范 琦 (重庆医科大学)

付志锋 (西南大学)

黄承志 (西南大学)

季金苟 (重庆大学)

李 嫣 (复旦大学)

刘 慧 (西南大学)

刘忠德 (西南大学)

卢建忠 (复旦大学)

王 健 (西南大学)

徐 溢 (重庆大学)

杨晓明 (西南大学)

姚美村 (中山大学)

前 言

分析化学是药学类及相关专业的一门基础课程。学好分析化学对药学及相关专业至关重要。然而，药学及相关专业的学生普遍感到学习化学很难，更谈不上创新性学习。有鉴于此，本书融知识性、趣味性和创新性为一体，目的在于使药学专业低年级学生形成化学不难学的观念，并能培养“分析”的思维，在头脑里时时有“量”的概念，能充分认识到“科学研究始于测量”，并通过掌握的“分析”基础知识来认识药物研发、质量控制和合理用药。为此，本书主要有以下特点：

(1) 强调分析化学的理论基础。本书将溶液平衡放在十分重要的位置，把各滴定分析方法的平衡理论和滴定分析过程分开讲述。

(2) 以“误差”为主线。在内容取舍上，本书仅涉及滴定分析法和重量分析法，以及试样前处理，不包括仪器分析法(如紫外-可见吸收光度法)。为此，本书在布局上从什么是“分析”开始，并用大量篇幅进行讲述，然后讲解分析过程中存在“不准确”现象是合理的、科学的，而所有数据的准确性都是相对的，再以表示分析过程中“不准确性”的关键概念——“误差”为主线，讲述滴定分析方法和过程，最后在误差要求下讨论样品的采集技术。作为实验科学，分析化学中的误差概念十分重要。为此，本书把要实现各种滴定分析方法准确滴定所必需的条件给予重点强调。

(3) 为药学分析课程的学习打基础。为说明各平衡理论及滴定方法在药物分析中的应用，在各滴定方法后都列出专节，展示滴定分析在药物研发和质量控制过程中的重要性，目的在于使学生尽早接触药物分析的概念，为药学专业的后续课程打基础。

(4) 增强学生的学习趣味性和创新思维。书中列出了大量的“边学习边思考”，使学生能“热炒热卖”、“及时消化”。有些思考题没有唯一答案，需要从不同的角度去思考和探究。“延伸阅读”主要是列出一些在分析化学发展过程中的趣闻轶事。需要说明的是，“延伸阅读”不是讲述“历史”，而是带有一些传记或传奇的色彩。之所以选择这种风格编写，而不采用严谨的历史史实，主要是为了丰富学生的课外阅读生活，培养创新性思维，希望学生把“学习”分析化学变成“品”分析化学，从而感受到学习分析化学是享受和欣赏而并不枯燥，研究分析化学是一种乐趣。让学生认识到科学家是人，而不是“神”。科学的每一个进步都是广大科技工作者灵感、智慧的展现及多年努力的结晶。更重要的是希望学生在了解分析化学历史的同时，能提高人文情怀和素养。

为了增强本书的实用性，在附录中列出丰富的数据，以供教学过程中参考和使用。我们也列出了一些课外阅读材料和参考文献，目的是使有兴趣的学生进一步参考学习，得以升华和提高。同时书中也列出了一系列习题，便于学生课后复习、巩固。为了给非药学专业的学生提供参考，本书同时也列出了一些非药物分析的实例。本书共14章，建议课堂教学48课时，讨论和习题课6课时，除第2章和第14章建议为6课时以外，其余各章均为3课时。

本书第1章由西南大学黄承志教授、杨晓明教授和重庆医科大学范琦教授编写；第2章由中山大学姚美村副教授和西南大学刘忠德副教授、王健副教授编写；第3、5、7、9、11

章由中山大学陈纘光教授编写；第 4、6、8、10、12 章由重庆大学徐溢教授、季金苟教授和西南大学王健副教授编写；第 13 章由复旦大学卢建忠教授、曹志娟副教授和李嫣副教授编写；第 14 章由武汉大学陈子林教授和西南大学付志锋教授编写。西南大学王健副教授和刘慧副教授参与了附录的搜集、整理和编写工作。全书最后由西南大学黄承志教授和王健副教授通读、修改和统稿。

在本书的编写和出版过程中得到了西南大学、中山大学、武汉大学、复旦大学、重庆大学和重庆医科大学领导和同行的支持。在此，我代表编委会对所有支持和关心本书编写、出版的各位领导、同仁表示衷心感谢。本书初稿分别于 2014 年和 2015 年上学期在西南大学药学院试用、于 2014 年下学期在中山大学药学院试用，并于 2014 年 12 月 20~22 日在重庆召开了定稿会，收到了与会专家、科学出版社赵晓霞编辑和许多学生很多好的建议，在此致以衷心感谢。我们期待着使用本书的老师和学生进一步为本书提出修改建议，并在修订版中得到改正。

编写本书的目的就是希望教师和学生在学习的过程中形成自己的观点和看法，能科学看待分析化学理论的形成和发展，从而能成为未来知识的创造者和缔造者。当然，书中肯定有很多不足之处，需要进一步完善和更新。衷心希望广大读者在使用过程中发现问题、找出问题，并及时反馈，以便更好地为药学及相关专业的分析化学教学和人才培养服务。

黄承志

2015 年 8 月于西南大学弘光堂

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 什么是分析化学	1
1.1.1 分析化学的定义	1
1.1.2 分析化学的哲学问题：科学方法论	2
1.1.3 分析化学的基本原理	3
1.1.4 分析化学与其他学科间的关系	3
1.2 分析化学的内容	4
1.2.1 分析化学的分类	4
1.2.2 分析化学的课程体系	7
1.2.3 样品分析的基本步骤	8
1.3 分析化学的社会责任	9
1.3.1 分析化学是自然科学研究的眼睛	10
1.3.2 分析化学是医药卫生事业成功的根本保证	11
1.3.3 分析化学是国民经济发展水平的标志	12
1.3.4 分析化学是防灾、减灾、抗灾和救灾的必需手段	13
1.4 分析化学在药物研发过程中的作用	14
1.4.1 分析化学在药物研发中的作用	14
1.4.2 分析化学在药品生产中的作用	15
1.4.3 分析化学在药品流通中的作用	15
1.4.4 分析化学在药品使用中的作用	15
1.4.5 分析化学在药品监督管理中的作用	15
1.5 学好分析化学的方法和技巧	16
1.5.1 理论与实践相结合原则	16
1.5.2 系统化和结构化原则	17
1.5.3 学习与发展相统一原则	17
1.5.4 及时强化原则	17
1.6 分析化学发展简史	17
1.6.1 分析化学学科的萌芽、孕育与诞生	18
1.6.2 分析化学学科经历的三次大变革	20
1.6.3 分析化学的发展现状和趋势	22
第 2 章 误差理论和分析数据处理	26
2.1 误差概述	27
2.1.1 误差的产生	27

2.1.2	系统误差和偶然误差	27
2.1.3	误差的表述	29
2.1.4	误差的传递	33
2.1.5	减少误差的方法	36
2.1.6	不确定度与误差	38
2.2	有效数字	38
2.2.1	有效数字的概念	39
2.2.2	有效数字的修约	40
2.2.3	有效数字的运算	41
2.3	分析数据处理	44
2.3.1	概述	44
2.3.2	偶然误差的正态分布	45
2.3.3	t -分布	46
2.3.4	平均值的精密度和置信区间	47
2.3.5	可疑数据的取舍	48
2.3.6	显著性检验	50
2.3.7	相关和回归	55
2.4	常用数据分析软件简介	57
2.4.1	EXCEL	58
2.4.2	Origin	58
2.4.3	统计产品与服务解决方案	58
2.4.4	统计分析软件	59
第3章	溶液化学平衡理论	64
3.1	溶液化学平衡与化学分析	64
3.2	活度和活度系数	65
3.3	化学平衡及平衡常数	67
3.3.1	化学平衡及标准平衡常数 K^\ominus	67
3.3.2	热力学平衡常数及浓度平衡常数	70
3.3.3	累积平衡常数	72
3.3.4	平衡浓度和分析浓度	73
3.3.5	副反应、副反应系数和条件平衡常数	74
3.4	物料守恒式	74
3.4.1	物料平衡式	75
3.4.2	电荷平衡式	75
3.4.3	质子条件式	75
3.5	溶液中离子平衡图解	76
3.5.1	分布系数和分布图	76
3.5.2	浓度对数图	77
第4章	滴定分析原理	80

4.1 滴定与滴定分析法	80
4.1.1 滴定是基础的分析实验操作	80
4.1.2 滴定分析法	82
4.1.3 滴定分析法的特点	83
4.1.4 滴定反应必须满足的条件	84
4.1.5 滴定曲线和滴定误差	84
4.2 标准溶液的配制和标定	86
4.2.1 标准溶液的配制	86
4.2.2 溶液浓度的标定	88
4.2.3 标准溶液浓度的计算	88
4.2.4 待测物质含量的计算	90
4.3 滴定方式	92
4.3.1 直接滴定法	93
4.3.2 返滴定法	93
4.3.3 置换滴定法	93
4.3.4 间接滴定法	93
4.4 滴定指示剂	93
4.4.1 酸碱指示剂	95
4.4.2 金属指示剂	100
4.4.3 氧化还原指示剂	105
4.4.4 沉淀滴定指示剂	106
4.4.5 其他指示剂	106
第5章 酸碱平衡	111
5.1 酸碱反应	111
5.2 酸度对酸(碱)形态分布的影响	113
5.2.1 一元弱酸(碱)溶液的形态分布	113
5.2.2 多元弱酸(碱)溶液的形态分布	114
5.3 酸碱溶液 pH 的计算	117
5.3.1 强酸(碱)溶液 pH 的计算	117
5.3.2 一元弱酸(碱)溶液 pH 的计算	118
5.3.3 多元弱酸(碱)溶液 pH 的计算	121
5.3.4 两性物质溶液 pH 的计算	121
5.3.5 弱酸弱碱混合溶液 pH 的计算	123
5.4 缓冲溶液	124
5.4.1 缓冲溶液 pH 的计算	124
5.4.2 缓冲容量	125
5.4.3 缓冲溶液的选择	126
第6章 酸碱滴定分析法	130
6.1 一元强酸(强碱)的滴定	130

6.1.1	滴定原理	130
6.1.2	滴定曲线的绘制	131
6.1.3	滴定曲线的特征	132
6.1.4	酸碱滴定指示剂的选择	133
6.2	一元弱酸(或弱碱)的滴定	134
6.2.1	滴定原理	134
6.2.2	滴定曲线的绘制	134
6.2.3	滴定曲线的特征	135
6.3	多元酸的滴定	137
6.3.1	分步滴定的可行性判断	137
6.3.2	酸碱指示剂的选择	138
6.4	混合酸和混合碱的滴定	139
6.4.1	混合酸的滴定	139
6.4.2	混合碱的滴定	139
6.5	终点误差分析	140
6.5.1	终点误差	140
6.5.2	强酸(碱)滴定的终点误差	140
6.5.3	弱酸(碱)滴定的终点误差	141
6.6	非水滴定法	143
6.6.1	概述	143
6.6.2	非水溶剂的分类	144
6.6.3	溶剂的均化效应和区分效应	145
6.7	酸碱滴定法在药物分析中的应用	146
6.7.1	原料药的含量测定	146
6.7.2	药物制剂的含量测定	148
第7章	配位平衡	153
7.1	分析化学中常见的配合物	153
7.1.1	无机配合物	153
7.1.2	螯合物	153
7.1.3	乙二胺四乙酸及其螯合物	153
7.2	配合物的稳定常数和溶液中各级配合物的分布	156
7.2.1	配合物的稳定常数	156
7.2.2	溶液中各级配合物的分布	157
7.3	配位反应的副反应系数和条件稳定常数	159
7.3.1	配位反应的副反应系数	159
7.3.2	配位反应的条件稳定常数	163
第8章	配位滴定分析法	166
8.1	配位滴定过程	166
8.1.1	配位滴定曲线	166

8.1.2	影响滴定突跃大小的因素	168
8.1.3	准确滴定的条件	168
8.1.4	配位滴定的误差分析	169
8.2	配位滴定中酸度的控制	170
8.2.1	最高酸度	171
8.2.2	适宜酸度范围	171
8.3	混合离子的分别滴定	172
8.3.1	准确滴定判别式	172
8.3.2	分别滴定判别式	172
8.3.3	分别滴定的酸度控制	172
8.4	提高配位滴定选择性的途径	173
8.4.1	配位掩蔽法	173
8.4.2	沉淀掩蔽法	174
8.4.3	氧化还原掩蔽法	174
8.4.4	其他滴定剂的应用	174
8.5	配位滴定方式	175
8.5.1	直接滴定法	175
8.5.2	返滴定法	175
8.5.3	置换滴定法	175
8.5.4	间接滴定法	177
8.6	配位滴定法在药物分析中的应用	177
8.6.1	原料药的含量测定	177
8.6.2	药物制剂的含量测定	178
第9章	氧化还原平衡	183
9.1	可逆电对与不可逆电对	183
9.2	条件电位	184
9.2.1	条件电位概述	184
9.2.2	影响条件电位的因素	184
9.3	氧化还原反应进行的程度和速率	188
9.3.1	氧化还原反应进行的程度	188
9.3.2	氧化还原反应的速率	189
第10章	氧化还原滴定分析法	192
10.1	氧化还原滴定曲线及指示剂选择	192
10.1.1	氧化还原滴定曲线	192
10.1.2	滴定曲线的特征	193
10.1.3	滴定终点的确定	194
10.1.4	氧化还原滴定终点误差	195
10.2	氧化还原滴定法中的预处理	196
10.2.1	氧化还原预处理	196

10.2.2	常用的预处理氧化剂	196
10.2.3	常用的预处理还原剂	197
10.3	高锰酸钾滴定法	197
10.3.1	方法概述	198
10.3.2	高锰酸钾标准溶液	198
10.3.3	高锰酸钾滴定法的应用	199
10.4	重铬酸钾法	201
10.4.1	方法概述	201
10.4.2	重铬酸钾标准溶液的配制和标定	201
10.4.3	重铬酸钾法的应用	202
10.5	碘量法	203
10.5.1	方法概述	203
10.5.2	碘量法滴定方式	204
10.5.3	碘量法标准溶液的配制和标定	205
10.5.4	碘量法的应用	206
10.6	其他氧化还原滴定法	209
10.6.1	硫酸铈法	209
10.6.2	溴酸钾法	209
10.7	氧化还原滴定法在药物分析中的应用	209
10.7.1	原料药的含量测定	209
10.7.2	药物制剂的含量测定	210
第 11 章	沉淀平衡	214
11.1	溶解度、溶度积和条件溶度积	214
11.2	影响沉淀溶解度的因素	215
11.2.1	同离子效应	215
11.2.2	盐效应	216
11.2.3	酸效应	216
11.2.4	配位效应	217
11.2.5	其他影响因素	218
第 12 章	沉淀滴定分析法	221
12.1	银量法总述	221
12.1.1	银量法原理	221
12.1.2	银量法的滴定过程	222
12.2	莫尔法	224
12.2.1	滴定原理	224
12.2.2	指示剂浓度	224
12.2.3	溶液的酸度	225
12.2.4	注意事项	225
12.3	福尔哈德法	226

12.3.1	直接滴定法	226
12.3.2	返滴定法	226
12.3.3	滴定条件	228
12.4	法扬斯法	229
12.4.1	指示原理	229
12.4.2	滴定条件	229
12.4.3	应用范围	230
12.5	沉淀滴定法在药物分析中的应用	231
12.5.1	原料药的含量测定	231
12.5.2	药物制剂的含量测定	232
第13章	重量分析法	237
13.1	沉淀重量分析法	237
13.1.1	基本原理	237
13.1.2	沉淀的形成机理	239
13.1.3	沉淀的纯度	241
13.1.4	沉淀条件的选择	243
13.1.5	沉淀的过滤、洗涤与干燥	247
13.2	挥发重量分析法	248
13.2.1	直接挥发重量分析法	248
13.2.2	间接挥发重量分析法	249
13.3	萃取重量分析法	251
13.3.1	分配系数和分配比	251
13.3.2	萃取效率	253
13.4	电重量分析法	254
13.4.1	基本原理	254
13.4.2	恒电流电重量分析	255
13.4.3	控制阴极电位电重量分析	256
第14章	样品的预处理方法	260
14.1	分析样品的复杂性	260
14.1.1	待测物质在样品中分布不均匀	260
14.1.2	待测物质在样品中含量较低	260
14.1.3	干扰成分多	261
14.2	样品采集的原则及方法	261
14.2.1	样品采集所遵循的原则	261
14.2.2	各种样品的采集方法	262
14.3	常规的样品预处理技术	263
14.3.1	沉淀分离法	263
14.3.2	液-液萃取法	265
14.3.3	离子交换法	267

14.3.4	固相萃取	268
14.3.5	微波辅助萃取	271
14.4	预处理新方法简介	272
14.4.1	超临界萃取	272
14.4.2	固相微萃取技术	274
14.4.3	双水相萃取	274
参考文献		278
附录		280
附录 1	常用酸碱在水中的解离常数(25℃)	280
附录 2	常用缓冲溶液的配制方法	287
附录 3	常用电极电位	295
附录 4	配位滴定有关常数	298
附录 5	难溶化合物的溶度积常数	312

第 1 章 绪 论

我们知道，世界是物质的，物质世界是不断运动和发展变化的。但是，物质世界是由什么组成、各种成分各有多少、彼此之间的关系如何以及各种成分是如何随着时间和空间的发展变化而变化等诸多问题就如黑箱(black box)，自古以来就是人们一直探索并试图解决的问题。

认识黑箱最简单的办法是由表及里，或者把黑箱劈开或凿开小孔，使用肉眼或探头观察。例如，检验科医生利用配备有激光或 LED 灯管的内窥镜(endoscope)观察胃溃疡(gastric ulcer)、中耳炎(otitis media)或肠道肿瘤(tumor)，或者利用超声波成像仪获得各种内脏影像从而通过影像学行为进行疾病诊断；如果临床检验报告血清中甲胎蛋白(α -fetoprotein, AFP)含量升高，说明病人可能患了肝疾病；临床中医师通过望(observation)、闻(listening)、问(interrogation)、切(pulse-taking)等四诊手段(four diagnostic methods)感知病人的信息等。人们正是通过这样的方法逐渐认识了我们赖以生存的客观物质世界(黑箱)，形成了认识客观世界的各种科学方法和科学理论，从而发明了各种各样的实用技术，并为人们的生产和生活提供服务。

药学和制药学工作者为了研究和开发各种药物，需要掌握与疾病相关的各种科学方法、科学理论和各种实用技术，其中分析化学是药学工作者必须掌握的并以此来确定有关药物研发、制造、组成、含量和代谢的理论、方法和技术。

1.1 什么是分析化学

1.1.1 分析化学的定义

分析化学(analytical chemistry)是关于测定物质的质(quality)和量(quantity)的科学，是通过化学、物理、生物或其他手段获得物质、结构和形态等信息的方法论和技术。它涉及一般化学、物理、生物或医学测量和计算机数据分析处理过程中的相关概念、一般原理和实验技术等基础问题，也涉及方法的正确性、准确度、技术实用性等评价。美国化学会^①(American Chemical Society, ACS)认为，分析化学是获取、处理和传递有关物质组成和结构信息的科学，是测定物质是什么和有多少的艺术(art, 精湛技术)和科学(science)^②。因此，分析化学在某种程度上体现了艺术和科学的完美结合。国际纯粹与应用化学联合会(International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC)认为分析化学是“关于建立或使

^① Analytical chemistry is the science of obtaining, processing, and communicating information about the composition and structure of matter. In other words, it is the art and science of determining what matter is and how much of it exists.

^② 维基百科(Wikipedia)认为，艺术是各种人为活动及其产物的总和，通常充满了想象力和技巧(Art is a diverse range of human activities and the products of those activities, usually involving imaginative or technical skill)；而科学是构建并组织知识的体系，能对宇宙世界进行可验证的解释和预测(Science is a systematic enterprise that builds and organizes knowledge in the form of testable explanations and predictions about the universe)。

用方法、仪器和策略以获取物质在空间和时间方面的组成和性质信息的一门自然科学”^①。

总之，分析化学是以获取客观世界各种物质(或物体)的组成、含量、结构和形态以及这些组成、含量、结构和形态是如何随时间变化等信息为根本任务。通俗地说，分析化学是关于测量物质的科学。通过测定，人们知道了研究对象的物质“是什么(定性分析)”、“有多少(定量分析)”、“结构如何(结构分析)”、“状态怎样(形态分析)”等问题。所以，分析化学的任务就是搭建新的仪器设备、建立新的检测分析方法或用公认的方法对产品性能进行实时质量监控(real-time quality control)。社会发展的各行各业都需要分析化学，需要了解各种产品品质的实时变化(real-time variation)，其重要性关系到人们的生活品质、身体健康、社会稳定乃至国家安全。

1.1.2 分析化学的哲学问题：科学方法论

从汉字字面结构上理解，“分”字为上下结构，“八”、“刀”意为“以刀剖物、使之分开”；而“析”字为左右结构，“木”、“斤”意为用斧子劈开木头。因此，“分析”实际上就是使用一定的工具使物质“分崩离析(becoming to pieces)”，是将事物、现象、概念分门别类，离析出物质的本质及其内在联系，与“归纳”相对。

怎样才能使物质“分崩离析”？通过什么技术手段来进行？这实际上就是使用什么工具和什么技术手段和工艺路线的问题。“分崩离析”不是目的，而是通过认识“分崩离析”后产生的碎片(fragments, pieces)的性质来还原客观物质世界的本质，从而为人类自己服务。因此当人们获得大量数据后，还需要考虑怎么处理这些数据或信息才能回归到物质的本质，这也是需要解决的问题。所以，分析化学的精髓实际上就是使用什么方法或手段来获取有关物质的组成和结构信息，并通过所获信息反过来对所采用的方法或手段的正确性或合理性进行评价。正因如此，分析化学所讨论的问题实际上就是关于科学方法论和科学技术性的问题。

认识客观世界的方法越是能准确(accurate)、自动(automatic)地在大量纷繁复杂的环境中快速(speedy)找到含量稀少(sensitive, 灵敏)的目标物(selective, 选择)越好。所以，一个新的分析方法或技术需要快速(speediness)、灵敏(sensitivity)、选择性好(selectivity)，并且能准确(accuracy)、自动化(automatics)，有一定的实用性(application)。也就是，具有3S+3A的分析方法和技术就是很理想的。

学习与思考

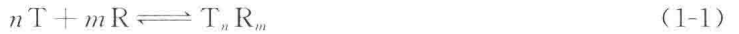
- (1) 试讨论美国化学会(ACS)和国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)各自定义的“分析化学”有何异同，各自所强调的重点有何差异。
- (2) 试从英语构词法的角度理解“analyze”、“analysis”、“analyzed”、“analyzing”、“assay”和“construe”等词汇的含义。
- (3) 品味“measurement”、“detection”、“determination”、“assay”、“analysis”等词汇的细微差别。

^① Analytical chemistry is a scientific discipline that develops and applies methods, instruments, and strategies to obtain information on the composition and nature of matter in space and time, as well as on the value of these measurements, i. e., their uncertainty, validation, and/or traceability to fundamental standards.

1.1.3 分析化学的基本原理

如前所述,要获得物质的组成、含量、结构和形态等信息,人们必须使用一定的物理、化学、生物或计算机的方法和技术手段。无论什么方法和技术手段,都需要借助于物质的固有物理、化学或生物学性质,获得与待分析物质(target)或成分(components)作用产生可检测的信号。反过来,物质的物理或化学性质不同,所使用的分析测试手段就不同,所依据的测定原理也就不同,所获得的信号也有本质的区别。物质成分剂量不同,会产生不同的信号性质。因此,分析化学的核心思想就是获得能反映物质组成和性质的信号,并且信号特征与物质组成和性质有简单函数关系。换句话说,如果要测定物质的含量,那么所获得的信号变化就要与含量呈简单函数关系,即分析化学的实质就是利用物质产生的信号探索物质的“质”和物质的“量”的过程。

通常情况下,建立分析方法需要使用试剂(R)与样品中待测物质(T)发生定量的物理作用、化学反应或生物作用:



式(1-1)用于分析测试 R 必须要满足一定的定量关系,才可以进一步使用一定的仪器设备检测反应或作用过程中所产生的物理信号(如光、电、磁、声、热、体积、质量等反映物质数量性质的参数),再通过物理信号的性质(如强度或位移)变化来确定待测物质 T 的量。所以,一个分析方法的建立涉及三个方面的内容:①依据定量化学反应或物理/生物作用所使用的试剂(R);②测定试剂 R 与物质某个成分反应或作用产生的信号所必须使用的仪器设备;③信号与物质数量性质的关系。

从式(1-1)所示的原理中知道,分析化学是采用化学、物理学、数学、计算机科学及生命科学的理论、技术和手段,应用各种仪器测试得到物质成分的数据、图像等相关信息,通过进一步对这些信息进行加工和处理确定物质的化学成分、测定各组成的含量及确定物质化学结构。

1.1.4 分析化学与其他学科间的关系

如前所述,要使物质“分崩离析”,必须使用一定的手段或工具,并且需要一定的策略来确定使用什么样的工具、采用什么形式或者在什么条件下才能获得大量的相关物质的化学组成、含量、结构和形态等信息。获得信息的能力越全面、越具有 3S+3A 特性就越好。因此,需要借助相关学科的理论基础和实验技术才能快速(S)、灵敏(S)、有选择(S)地准确(A)、自动(A)、应用性较强(A)地实现“分崩离析”的目的。

首先,基础化学、物理学和生物学为分析化学的反应原理提供了很好的支撑。在获取信息的时候,往往需要使用一些化学或生物试剂与待测物质发生定量化学反应或一些定量物理作用或定量生物作用[如式(1-1)]。有很多分析方法是建立在定量无机反应、定量有机反应、定量物理/生物作用基础之上的,或者通过相关的无机反应、有机反应及生物作用合成新的分析试剂,然后利用分析试剂再与待测组分发生反应或作用产生可检测信号。人们正是通过反应或相互作用所产生的仪器可检测信号来确定物质成分是什么或者有多少。很显然,基础化学的定量化学反应或一些典型的定量物理或生物相互作用为建立新的分析方法奠定了基础。没有相关的质或量的关系,很难建立分析方法。换句话说,没有合适的信号来反映物质