



技工院校工学一体示范教材

HUAXUE
FENXI
JIANYAN
JISHU

化学分析检验技术

(含学生工作页)

李丹莹 主编

黄春媛 崔金娟 副主编



化学工业出版社

化学分析检验技术 (含学生工作页)

李丹莹 主编

黄春媛 崔金娟 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书共包括六个模块,分别是绪论、酸碱滴定分析技术、氧化还原滴定分析技术、配位滴定法、沉淀滴定法和重量分析法。主要对化学分析中各类分析方法的基本原理、特点、应用领域及最新进展等做了介绍。

本书可作为高等职业技术教育中应用化学、化工、材料、生物、环境等专业的教材,也可供相关师生、分析测试工作者和自学者参考和阅读。

图书在版编目(CIP)数据

化学分析检验技术(含学生工作页)/李丹莹主编.
北京:化学工业出版社,2014.5
ISBN 978-7-122-19937-9

I. ①化… II. ①李… III. ①化学分析-检验 IV.
①O652

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 039618 号

责任编辑:蔡洪伟 陈有华
责任校对:吴 静

文字编辑:颜克俭
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装:三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张 15½ 字数 395 千字 2014 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

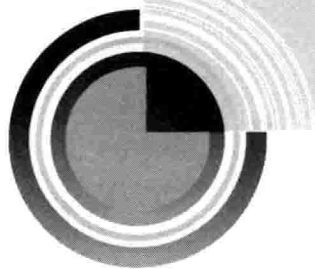
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:35.00 元

版权所有 违者必究



FOREWORD 前言

本书为食品安全与质量检验专业、工业分析与质量检验专业的专业基础课程之一。全书共包括六个模块，分别是绪论、酸碱滴定分析技术、氧化还原滴定分析技术、配位滴定法、沉淀滴定法和重量分析法。主要对化学分析中各类分析方法的基本原理、特点、应用领域及最新进展等做了介绍。

目前职业技术教育所用教材大多难度较大，理论水平要求较高，给职业技术学校的学生学习带来较大的难度，并且与技工学校的教学要求不相匹配。本书以能力为本位，对理论知识以“够用”为原则，“以典型工作任务为载体”，采用模块化进行编写，着重强调操作技能的培养，可作为高等职业技术教育中应用化学、化工、材料、生物、环境等专业的教材，也可供相关师生、分析测试工作者和自学者参考和阅读。

本书由李丹莹主编，黄春媛、崔金娟副主编，丁忠耀、赵丽冰参编。全书采用任务引领的方式进行编排，力求突出以能力为本位的主线；引入大量图片、表格，增强直观性；以在“做中学、手脑并用”的设计思想组织材料。

由于编者水平有限，本书可能存在许多不足之处，恳请广大读者批评、指正。

编者
2014年2月

CONTENTS 目 录

绪论

1

任务 1 认识化学分析课程	1
任务描述	1
学习目标	1
相关知识	1
任务 2 标准溶液的浓度及配制	6
任务描述	6
学习目标	6
相关知识	6
任务 3 分析结果的表示与数据处理	12
任务描述	12
学习目标	12
相关知识	12
习题	20

模块 1 酸碱滴定分析技术

22

背景知识	22
任务 1 食醋总酸度的测定	30
任务背景	30
学习目标	30
情境设置	31
资讯信息	31
问题引领	31
工作计划	31
任务实施	31
交流讨论	32
考核评价	32
任务 2 混合碱的测定	33
学习目标	33
相关知识	33
子任务 1 盐酸标准溶液的配制与标定	35

情境设置	35
资讯信息	35
问题引领	35
方法原理	35
仪器试剂	35
操作过程	36
数据处理	36
交流讨论	36
考核评价	37
子任务 2 混合碱的测定	38
情境设置	38
资讯信息	38
问题引领	38
工作计划	38
任务实施	38
考核项目 工业硫酸纯度的测定	40
习题	40

模块 2 氧化还原滴定分析技术

42

背景知识	42
高锰酸钾法	50
任务 1 双氧水中过氧化氢含量的测定	54
学习目标	54
前期准备	54
情境设置	55
资讯信息	55
问题引领	55
工作计划	56
任务实施	56
交流与思考	57
重铬酸钾法	57
碘量法	60
任务 2 胆矾($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)含量的测定	64
学习目标	64
任务描述	64
前期准备	65
情境设置	67
资讯信息	67
问题引领	67
工作计划	67
任务实施	67
交流与思考	68

任务 3 维生素 C 含量的测定	68
学习目标	68
任务背景	69
资讯信息	69
问题引领	69
工作计划	70
任务实施	70
其他氧化还原滴定法	71
考核项目 绿矾含量的测定 (高锰酸钾法)	72
习题	72

模块 3 配位滴定法

74

背景知识	74
任务 1 EDTA 标准溶液的配制和标定	88
学习目标	88
任务背景	89
标定原理	89
仪器和试剂	89
操作步骤	89
结果计算	90
交流与思考	90
任务 2 工业结晶氯化铝含量的测定	90
学习目标	90
任务背景	91
情境设置	91
资讯信息	91
问题引领	91
工作计划	92
任务实施	92
考核评价	93
考核项目 工业碳酸钙含量的测定	94
习题	94

模块 4 沉淀滴定法

95

背景知识	95
任务 食盐中氯含量的测定	99
学习目标	99
任务背景	100
前期准备	100
情境设置	102
资讯信息	102
问题引领	102

工作计划	102
任务实施	102
考核项目 自来水氯含量的测定	103
习题	103

模块5 重量分析法

105

背景知识	105
任务 氯化钡中钡含量的测定	115
任务背景	115
情境设置	115
资讯信息	115
问题引领	115
工作计划	116
任务实施	116
考核评价	117
考核项目 水泥中二氧化硅含量的测定	118
习题	118

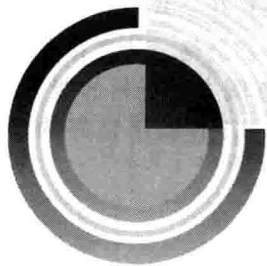
附录

119

附录1 洗涤液的配制及使用	119
附录2 市售酸碱试剂的浓度及密度	119
附录3 常用指示剂	120
附录4 不同温度下,稀溶液体积对温度的补正值	123
附录5 化学试剂纯度分级表	123
附录6 元素的相对原子质量表(1989)	124
附录7 化合物的相对分子质量表(1989)	125
附录8 常用基准物质的干燥条件和应用	129
附录9 无机酸在水溶液中的解离常数(25℃)	129
附录10 EDTA的 $\lg\alpha_{Y(H)}$ 值	131
附录11 标准电极电势	132
附录12 难溶化合物的溶度积常数	142

参考文献

147



绪论

任务1 认识化学分析课程

任务描述

本学习任务主要是让学生对本课程相关信息进行了解，主要包括课程的定位、相关的专业术语、学时及考核评价等，旨在加深学生对课程的了解。

学习目标

专业能力：1. 能介绍分析化学的任务和作用；

2. 能解释分析化学的分类；

3. 能讲解滴定分析的相关术语。

方法能力：1. 能独立解决实验过程中遇到的一些问题；

2. 能独立使用各种媒介完成学习任务；

3. 信息收集能力能得到相应的拓展。

社会能力：1. 具备与团队负责人、成员相互沟通的能力；

2. 树立良好的时间观念。



相关知识

一、分析化学概述

（一）分析化学的任务和作用

分析化学是研究物质的化学组成、结构和测定方法及有关理论的科学。也就是说它是研究物质化学组成的表征和测量的科学，是化学学科的重要分支，它所要解决的问题是确定物质中含有哪些组分、这些组分在物质中是如何存在的、各个组分的相对含量是多少以及如何表征物质的化学结构等。其主要任务是鉴定物质的化学成分、测定有关成分的含量、确定物质的化学结构等。

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，以及与化学有关的各科学领域中，分析化学都起着一定的作用，如材料科学、环境科学、能源科学、生命科学、矿物学、地质学、生理学、医学、农业及其他科学技术，凡涉及化学现象，在其研究过程中必用到分析化学，故分析化学有科学技术的“眼睛”之美誉。

分析化学在国民经济建设中，在生活实践中具有实用价值。如：解决人类面临的“五大危机”（资源、能源、粮食、人口、环境）问题；当代科学领域的四大理论（天体、地球、生命、人类起源和演化）；环境中的五大全球性问题（温室效应、酸雨、臭氧层、水质污染、

森林减少)；在工农业生产、国防建设等方面，都依赖分析化学的配合。

总之，分析化学在解决各种理论和实际问题起着巨大的作用，在我国现代化建设中有着广泛的应用。因此，各类高校与化学有关的专业都设有适当课时的分析化学基础课。

通过分析化学的学习，使大家把理论更密切地联系实际，培养同学们严格、认真和实事求是的科学态度，具备分析化学工作者的实验动手能力、观察能力、查阅文献资料的能力、记忆能力、思维能力、想象能力和表达能力七种能力，为以后的学习和工作打下良好的基础。图 0-1 为分析化学的知识体系。

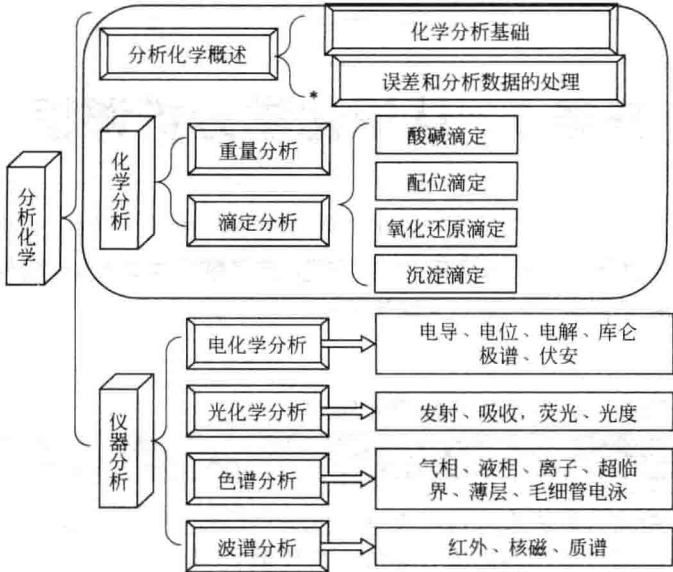


图 0-1 分析化学知识体系

(二) 分析方法的分类

分析化学不仅应用广泛，它所采用的方法也多种多样。多年来，人们从不同的角度，如根据分析工作的目的、任务、对象方法和原理的不同对分析方法进行了分类。

1. 按分析目的分类 分为定性分析、定量分析和结构分析。

定性分析的任务是鉴定物质由哪些元素、原子团或化合物所组成；定量分析的任务是测定物质中有关成分的含量。结构分析的任务是研究物质的分子结构、晶体结构或综合形态。

2. 按分析对象分类 分为无机分析和有机分析。

无机分析的对象是无机物质，有机分析的对象是有机物质。两者分析对象不同，对分析的要求和使用的方法多有不同。针对不同的分析对象，还可以进一步分类，例如冶金分析、地质分析、环境分析、药物分析、材料分析和生物分析等。

3. 按照测定原理和操作方法的分类 (图 0-2)

4. 按试样用量分类 (表 0-1)

表 0-1 按试样用量分类

分析 方法	试样用量/g	试液体积/mL
常量分析	≥0.1	>10
半微量分析	0.01~0.1	1~10
微量分析	0.001~0.01	0.01~1
痕量分析	<0.0001	<0.01

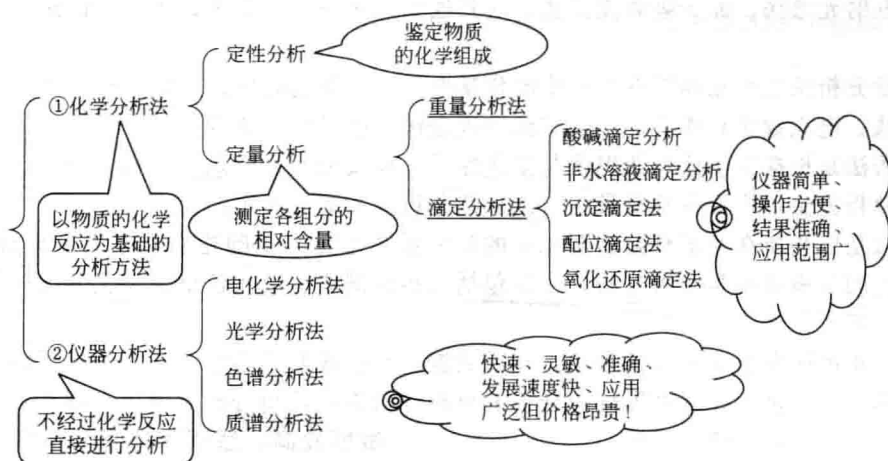


图 0-2 按测定原理和操作方法的分类

5. 按组分含量分类（见表 0-2）

表 0-2 按组分含量分类

分析方法	被测组分的含量/%
常量组分分析	>1
微量组分分析	$0.01 \sim 1$
痕量组分分析	<0.01

6. 按分析原理分类

按分析原理分为化学分析法和仪器分析法。以物质的化学反应及其计量关系为基础的分析方法称为化学分析法。化学分析是分析化学的基础，又称经典分析法，主要有重量分析（称重分析）法和滴定分析（容量分析）法等。

重量分析法是通过化学反应及一系列操作步骤使试样中的待测组分转化为另一种化学组成恒定的化合物，再称量该化合物的质量，从而计算出待测组分的含量。如测试样中钡的含量，称取一定量试样溶解于水（或酸），加过量稀 H_2SO_4 ，使之生成 BaSO_4 ，然后过滤、洗涤、烘干、灼烧、称重，就可求出钡的百分含量。

滴定分析法是将已知浓度的标准滴定溶液滴加到待测物质溶液中，使两者定量完全反应，根据用去的标准滴定溶液的准确体积和浓度即可计算出待测组分的含量，故又称容量分析法。根据反应类型不同，滴定分析又可分为酸碱滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法和沉淀滴定法。

化学分析法常用于常量组分的测定，即待测组分的含量一般在 1% 以上。化学分析法特点：准确度高，误差一般小于 0.2%，在基准方法中起着重要作用。缺点是速度慢、时间长，尤其是重量分析法，灵敏度较低，比滴定分析法麻烦、费时，适于常量组分（大于 1%）分析。

以物质的物理性质和物理化学性质为基础的分析方法称为物理和物理化学分析法。这类方法通过测量物质的物理或物理化学参数完成，需要较特殊的仪器，通常称为仪器分析法。最主要的仪器分析法有：光学分析法、电化学分析法、热分析法、色谱法等。

光学分析法是根据物质的光学性质和能量变化所建立的分析方法，主要包括：①分子光谱法，例如可见和紫外吸光光度法、红外光谱法、分子荧光及磷光分析法；②原子光谱法，

例如原子发射光谱法、原子吸收光谱法；③其他如激光拉曼光谱法、光声光谱法、化学发光分析等。

电化学分析法是根据物质在溶液中电化学性质变化为基础所建立的分析方法，主要包括电位分析法、电重量法和库仑法、伏安法和极谱法、电导分析法等。

热分析法是根据测量体系的温度与某些性质（如质量、反应热或体积）间的动力学关系所建立的分析方法，主要有热重量法、差示热分析法和测温滴定法。

色谱法是以物质在互不相溶的两相中的分配系数差异为基础建立起来的分离分析方法，是一种重要的分离富集和分析方法，主要包括气相色谱法、液相色谱法（又分为柱色谱、纸色谱）以及离子色谱法。

近几十年迅速发展起来的质谱法、核磁共振、X射线电子能谱法、电子显微镜分析以及毛细管电泳、纳米化学传感器等仪器分析的分离分析方法使得分析手段更为强大。

仪器分析法具有准确度较高（2%~10%）、灵敏度较高、适用于微量、痕量组分的测定，分析速度快，易于实施实时、在线监测，如炼钢炉前分析。

（三）定量分析的一般程序

1. 取样

所谓样品或试样是指在分析工作中被采用来进行分析的物质体系，它可以是固体、液体或气体。分析化学对试样的基本要求是其在组成和含量上具有一定的代表性，能代表被分析的总体。合理的取样是分析结果是否准确可靠的基础。取有代表性的样品必须采取特定的方法和程序。一般来说要多点取样（指不同部位、深度），然后将各点取得的样品粉碎之后混合均匀，再从混合均匀的样品中取少量物质作为试样进行分析。

2. 试样的分解

定量分析一般采用湿法分析，即将试样分解后转入溶液中，然后进行滴定。分解试样的方法很多，主要有酸溶法、碱溶法和熔融法，操作时可根据试样的性质和分析的要求选用适当的分解方法。

3. 测定

根据分析要求以及样品的性质选择合适的方法进行测定。

4. 数据处理

根据测定的有关数据计算出组分的含量，并对分析结果的可靠性进行分析，最后得出结论。

二、滴定分析法概述

（一）滴定分析法概述

滴定分析中常用术语如下。

（1）滴定分析 滴定分析是用滴定管将已知准确浓度的溶液，滴加到被测物质的溶液中，直到被测组分恰好完全反应为止。由所用溶液的浓度和体积，根据化学反应方程式量的关系，来计算被测物质含量的方法。

（2）滴定剂（标准溶液） 已知准确浓度的溶液。

（3）滴定 滴加标准溶液并发生化学反应的操作过程称滴定。

（4）试液 被测物质的溶液称试液。

（5）等量点 滴加的标准溶液的量与被测物质的量相等时，称等量点。

（6）指示剂 用来指示滴定等量点的物质称指示剂。

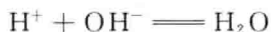
（7）滴定终点 滴定至指示剂变色时，停止滴定，称滴定终点。

(8) 终点误差 指示剂的变色点与滴定反应的等量点不一致所造成的误差称终点误差。滴定分析的误差一般小于 0.1%。

(二) 滴定分析法的分类与滴定方式

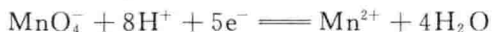
1. 滴定分析法分类

(1) 酸碱滴定 以酸碱中和反应为基础的滴定分析法。反应实质为:



此法可以用来测定酸、碱以及可以和酸、碱进行定量反应的物质。

(2) 氧化还原滴定法 以氧化还原反应为基础的滴定分析法。(其中常用的有高锰酸钾法、重铬酸钾法、碘量法、铈量法等)。反应如:



此法可用来测定具有氧化性或还原性的物质, 以及能和氧化剂或还原剂发生间接反应的物质。

(3) 配位滴定法 以配合反应为基础的滴定分析法。如 EDTA 法。反应为:



此法主要用于测定金属离子。其中 M^{n+} 表示 1~4 价的金属离子, H_2Y^{2-} 表示 EDTA 的阴离子。

(4) 沉淀滴定法 以沉淀反应为基础的滴定分析法。如银量法, 反应为:



此法主要用于 Ag^+ 、 CN^- 、 CNS^- 、卤素的测定。

2. 滴定分析必须具备的条件

- ① 反应必须按方程式进行, 无副反应发生, 或副反应可以忽略不计。
- ② 滴定反应完全的程度必须大于 99.9%。
- ③ 反应速度要快。或者通过催化、加热等方法, 可以加速的反应。
- ④ 要有简便可靠的方法来确定滴定的终点。

3. 按滴定方式不同分类

(1) 直接滴定法 用标准溶液直接滴定被测物质溶液的方法。

(2) 返滴定法(剩余量滴定法) 被测物质先与一定过量的已知浓度的试剂作用; 反应完全后, 再用另一标准溶液滴定剩余的试剂。此法适应于反应速度较慢, 需要加热才能反应完全的物质, 或者直接法无法选择指示剂等类型的反应。

(3) 置换滴定法 将被测物质和适当过量的试剂反应, 生成一定量的新物质, 再用一标准溶液来滴定生成的物质。此法适应于直接滴定时有副反应的物质测定。

(4) 间接滴定法 不能和滴定剂反应的物质, 可以用能够与滴定剂反应的试剂定量沉淀出来, 然后再把沉淀溶解, 用滴定剂滴定沉淀剂, 从而求出被测物质的含量。如: KMnO_4 不能测定 Ca^{2+} , 但是用下面方法可以测定:



课后工作任务

假如你是小老师, 请你介绍化学分析这门课程的相关信息。

课后任务实施

1. 小组讨论、获取信息

2. 信息整理、归纳

3. 派出代表进行介绍

任务2 标准溶液的浓度及配制

任务描述

从事化学分析工作，始终离不开标准溶液的配制及浓度计算，本任务主要是熟悉常用化学试剂的规格、基本物质，并学会标准溶液的配制、浓度计算、标定方法及浓度调整。

学习目标

- 专业能力：1. 能说出分析化学中试剂的分类方法及常用的基准试剂；
2. 知道标准溶液的配制方法；
3. 能对溶液浓度进行调整。
- 方法能力：1. 能独立解决实验过程中遇到的一些问题；
2. 能独立使用各种媒介完成学习任务；
3. 信息收集能力能得到相应的拓展。
- 社会能力：1. 具备与团队负责人、成员相互沟通的能力；
2. 形成团队合作意识。

相关知识

一、化学试剂

1. 常用化学试剂的规格

化学试剂产品很多，门类很多，有无机试剂和有机试剂两大类，又可按用途分为标准试剂、一般试剂、高纯试剂、特效试剂、仪器分析专用试剂、指示剂、生化试剂、临床试剂、电子工业或食品工业专用试剂等。世界各国对化学试剂的分类和分级及标准不尽相同。我国化学试剂产品有国家标准（GB）、专业（行业，ZB）标准及企业标准（QB）等。国际标准化组织（ISO）和国际纯粹化学与应用化学联合会（IUPAC）也都有很多相应的标准和规定。例如，IUPAC对化学标准物质的分级有A级、B级、C级、D级和E级。A级为原子量标准，B级为与A级最接近的基准物质，C级和D级为滴定分析标准试剂，含量分别为（100%±0.02%）和（100%±0.05%），而E级为以C级和D级试剂为标准进行对比测定所得的纯度或相当于这种纯度的试剂。表0-3为我国的主要国产标准试剂和一般试剂的等级及用途。

表 0-3 我国的主要国产标准试剂和一般试剂的等级及用途

标准试剂类别（级别）	主要用途	相当于 IUPAC 的级别
容量分析第一基准	容量分析工作基准试剂的定值	C
容量分析工作基准	容量分析标准溶液的定值	D

续表

标准试剂类别（级别）	主 要 用 途			相当于 IUPAC 的级别
容量分析标准溶液	容量分析测定物质的含量			E
杂质分析标准溶液	仪器及化学分析中用作杂质分析的标准			
一级 pH 基准试剂	pH 基准试剂的定值和精密 pH 计的校准			C
pH 基准试剂	pH 计的定位（校准）			D
有机元素分析标准	有机物的元素分析			E
热值分析标准	热值分析仪的标定			
农药分析标准	农药分析的标准			
临床分析标准	临床分析化验标准			
气相色谱分析标准	气相色谱法进行定性和定量分析的标准			
一般试剂级别	中文名称	英文符号	标签颜色	主要用途
一级	优级纯（保证试剂）	GR	深绿色	精密分析实验
二级	分析纯（分析试剂）	AR	红色	一般分析实验
三级	化学纯	CP	蓝色	一般化学实验
生化试剂	生化试剂	BR	咖啡色	生物化学实验
	生物染色剂			

化学试剂中，指示剂纯度往往不太明确。除少数标明“分析纯”、“试剂四级”外，经常遇到只写明“化学试剂”、“企业标准”或“生物染色素”等。常用的有机溶剂、掩蔽剂等，也经常见到级别不明的情况，平常只可作为“化学纯”试剂使用，必要时需进行提纯。例如，三乙醇胺中铁含量较大，而又常用来掩蔽铁，因此使用该试剂时，必须注意。

生物化学中使用的特殊试剂，纯度表示和化学中一般试剂表示也不相同。例如，蛋白质类试剂，经常以含量表示，或以某种方法（如电泳法等）测定杂质含量来表示。再如，酶是以每单位时间能酶解多少物质来表示其纯度，就是说，它是以其活力来表示的。此外，还有一些特殊用途的所谓高纯试剂。例如，“色谱纯”试剂，是在最高灵敏度下以 10^{-10} g 下无杂质峰来表示的；“光谱纯”试剂，是以光谱分析时出现的干扰谱线的数目强度大小来衡量的，往往含有该试剂各种氧化物，它不能认为是化学分析的基准试剂，这点须特别注意；“放射化学纯”试剂，是以放射性测定时出现干扰的核辐射强度来衡量的；“MOS”级试剂，是“金属氧化物-半导体”试剂的简称，是电子工业专用的化学试剂，等等。

在一般分析工作中，通常要求使用 AR 级的分析纯试剂。

常用化学试剂的检验，除经典的湿法化学方法之外，已越来越多地使用物理化学方法和物理方法，如原子吸收光谱法、发射光谱法、电化学方法、紫外分析法、红外分析法和核磁共振分析法以及色谱法等。高纯试剂的检验无疑只能选用比较灵敏的痕量分析方法。分析工作者必须对化学试剂标准有一个明确的认识，做到科学地存放和合理地使用化学试剂，既不超规格造成浪费，又不随意降低规格而影响分析结果的准确度。

2. 基准物质

已确定其一种或几种特性，用于校准测量工具、评价测量方法或测定材料特性量值的物质、或能用于直接配制标准溶液的化学试剂称为基准物质（基准试剂）。

基准试剂应该符合的条件如下：

- (1) 试剂组成和化学式完全相符；
- (2) 试剂的纯度一般应在 99.9% 以上；
- (3) 化学性质稳定；
- (4) 满足滴定分析对反应的各项要求，不发生副反应；
- (5) 试剂最好有较大的摩尔质量，可减少称量误差。

常用基准物质的标定对象及干燥条件见表 0-4 所示。

表 0-4 常用基准物质的标定对象及干燥条件

标定对象	基准物质		干燥后组成	干燥条件/℃
	名称	化学式		
酸	碳酸氢钠	NaHCO_3	NaHCO_3	270~300
	十水合碳酸钠	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Na_2CO_3	270~300
	无水碳酸钠	Na_2CO_3	Na_2CO_3	270~300
	碳酸氢钾	KHCO_3	KHCO_3	270~300
	硼砂	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	放在装有 NaCl 和蔗糖饱和溶液的干燥器中
碱或 KMnO_4	二水合草酸 邻苯二甲酸氢钾	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$	室温空气干燥 105~110
还原剂	重铬酸钾	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	120
	溴酸钾	KBrO_3	KBrO_3	180
	碘酸钾	KIO_3	KIO_3	180
	铜	Cu	Cu	室温干燥器中保存
氧化剂	三氧化二砷	As_2O_3	As_2O_3	硫酸干燥器中保存
	草酸钠	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	105
EDTA	碳酸钙	CaCO_3	CaCO_3	110
	锌	Zn	Zn	室温干燥器中保存
	氧化锌	ZnO	ZnO	800
AgNO_3	氯化钠	NaCl	NaCl	500~550
	氯化钾	KCl	KCl	500~550
氯化物	硝酸银	AgNO_3	AgNO_3	硫酸干燥器中保存

二、标准溶液的配制与标定

1. 标准溶液

已知其准确浓度的溶液。(常用四位有效数字表示)

例如： $c_{\text{HCl}} = 0.1002 \text{ mol/L}$ ，用于测定被测物质含量。

2. 标准溶液的配制与标定

标准溶液的配制，通常有直接法和间接法两种。

(1) 直接法 准确称取一定量的纯物质，溶解后定量的转移到一定体积的容量瓶中，稀释至刻度。根据称取物质的质量和容量瓶的体积即可算出标准溶液的准确浓度。

直接配制法步骤：

- ① 用分析天平 (见图 0-3) 称量基准物质 (基准试剂)；
- ② 溶解；
- ③ 转移至容量瓶 (见图 0-3) 定容。

例：锌标准溶液的配制如下。准确称取氧化锌约 0.16g 于 100mL 烧杯中，用少量水润

湿,再逐滴加入 6mol/L 盐酸溶液 1mL,边加边搅至完全溶解,定量转移入 200mL 容量瓶中,加水稀释到刻度,摇匀。

(2) 间接法(标定法) 有些试剂不易制纯,有些组成不明确,有些在放置时发生变化,它们都不能用直接法配制标准溶液,而要用标定法。即先配成接近所需浓度的溶液,再用基准物质(或另一种标准溶液)来测定它的准确浓度。这种利用基准物质来确定标准溶液浓度的操作过程称标定,因此称为标定法。标定一般至少做 2~3 次平行标定,标定的相对偏差通常要求不大于 0.2%。

间接配制法步骤如下。

① 配制溶液: 配制成近似所需浓度的溶液。

② 标定(standardization): 用基准物或另一种已知浓度的标准溶液来准确测定滴定液浓度的操作过程。

③ 计算浓度: 由基准物的质量(或另一种已知浓度的标准溶液体积、浓度),计算确定之。

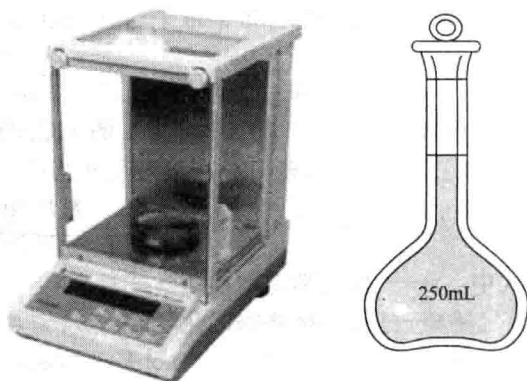


图 0-3 分析天平和容量瓶

例: 氢氧化钠标准溶液的配制与标定(见图 0-4)。

① 配制: 取澄清的氢氧化钠饱和溶液 5.6mL, 加新沸过的冷水使成 1000mL, 摇匀。

② 标定: 取在 105℃ 干燥至恒重的基准邻苯二甲酸氢钾约 0.6g, 精密称定, 加新沸过的冷水 50mL, 振摇, 使其溶解; 加酚酞指示剂 2 滴, 用配制好的氢氧化钠溶液滴定至溶液显粉红色。

间接配制注意事项如下。

① 配制溶液: 溶质与溶剂的取用量均应根据规定量进行称取或量取, 并使制成后滴定液的浓度为规定浓度的 0.95~1.05 倍。

② 标定: 标定工作应由初标者和复标者在相同条件下各作 3 份平行试验; 3 份平行试验结果的相对平均偏差不得大于 0.1%; 初标平均值和复标平均值的相对偏差也不得大于 0.1%; 标定结果按初、复标的平均值计算, 取 4 位有效数字。

③ 为减小测量误差, 基准物质的量不应太少。

④ 校正配制和标定溶液时使用的量器。

⑤ 标定后的溶液应妥善保管。

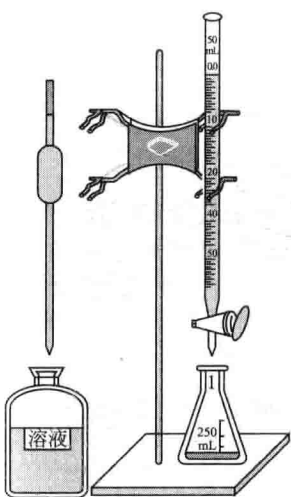


图 0-4 标准溶液的配制
标定装置

三、标准溶液的浓度调整

标准溶液的浓度表示如下。

(1) 物质的量浓度

$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

式中 c_B ——物质 B 的物质的量浓度, mol/L;

n_B ——物质 B 的物质的量, mol;