



普通高等教育“十三五”规划教材

分析化学

FENXIHUAXUE



赠教学课件

黄浩 李林福 刘海 主编



延边大学出版社

普通高

教材

分析化学

主 编 黄 浩 李林福 刘 海

常州大学图书馆
藏书章

延边大学出版社

定价: 38.00 元

图书在版编目(CIP)数据

分析化学/黄浩, 李林福, 刘海主编. —延吉: 延边
大学出版社, 2016. 12

ISBN 978-7-5688-0772-2

I. ①分… II. ①黄… ②李… ③刘… 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 325772 号

分析化学

主编: 黄浩 李林福 刘海

责任编辑: 崔文香

封面设计: 曾宪春

出版发行: 延边大学出版社

社址: 吉林省延吉市公园路 977 号 邮编: 133002

网址: <http://www.ydcbs.com>

E-mail: ydcbs@ydcbs.com

电话: 0433-2732435

传真: 0433-2732434

发行部电话: 0433-2732442

传真: 0433-2733266

印刷: 北京文星印刷厂

开本: 787×1092 毫米 1/16

印张: 13

字数: 310 千字

版次: 2017 年 1 月第 1 版

印次: 2017 年 1 月第 1 次

ISBN 978-7-5688-0772-2

定价: 38.00 元

前言

本书是根据教育部理工科化学教学指导委员会和化学化工教学指导委员会等拟订的化学、应用化学、化工、医药学及环境科学等专业化学教学基本内容的要求和有关专业综合应用与创新人才的培养需要而编写的,同时参考了近年来分析化学的学科进展综述和新出版的分析化学教材与教学参考书。

分析化学是研究物质的化学组成和分析方法的科学。其任务是鉴定物质的化学组成(或成分),测定各组分的相对含量及确定物质的化学结构。分析化学家的主导作用在生命科学、食品安全、环境科学、材料科学、突发事件处理等许多涉及人类健康和生命安全的领域得到充分体现。这就要求不断探索,采用各种新方法、新仪器和新技术,以解决分析化学所面临的越来越复杂的挑战。

本书共八章,包括绪论、误差和分析数据的处理、滴定分析法概论、酸碱滴定法、配位滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法和重量分析法和分析化学中的样品制备和常用分离方法等内容。

本书可作为化学、应用化学、化工、轻工、材料、生物、医药、环境、地质、农林等专业的分析化学教材及考研参考书,也可供相关师生及分析测试工作者、自学者阅读参考。

限于学识和水平,本书不足之处在所难免,恳请读者批评指正,以待再版修订。

第一节 绪论	40
第二节 滴定方式	50
第三节 基准物质与标准溶液	51
第四节 滴定分析的计算	53
复习题	56
第二章 酸碱滴定法	58
第一节 酸碱滴定法准备知识	58
第二节 酸碱指示剂	69
第三节 一元酸(碱)一元碱(酸)滴定	71



目录

第一章 绪论	1
第一节 分析化学概述	1
第二节 分析化学实验基础知识	4
第三节 滴定分析常用玻璃器皿	10
复习题	12
第二章 误差和分析数据的处理	14
第一节 测量误差	14
第二节 有效数字及运算规则	24
第三节 有限量分析数据的统计处理	27
第四节 质量保证	40
复习题	45
第三章 滴定分析法概论	48
第一节 滴定反应类型与条件	48
第二节 滴定方式	50
第三节 基准物质与标准溶液	51
第四节 滴定分析的计算	53
复习题	56
第四章 酸碱滴定法	58
第一节 酸碱滴定法准备知识	58
第二节 酸碱指示剂	69
第三节 一元酸(或一元碱)滴定	71

第四节	多元酸(或多元碱)及混合酸(或混合碱)滴定	78
第五节	酸碱滴定法的应用	84
复习题		90
第五章	配位滴定法	93
第一节	配位平衡	94
第二节	基本原理	101
第三节	滴定条件的选择	109
第四节	应用与示例	115
复习题		119
第六章	氧化还原滴定法	121
第一节	概述	121
第二节	氧化还原平衡	121
第三节	氧化还原滴定	125
第四节	被测组分滴定前的预处理	130
第五节	常用的氧化还原滴定法	130
复习题		137
第七章	沉淀滴定法和重量分析法	139
第一节	沉淀滴定法	139
第二节	重量分析法简介	141
复习题		143
第八章	分析化学中的样品制备和常用分离方法	145
第一节	分析试样的采取与制备	145
第二节	常用的分离方法	149
第三节	平面色谱分离法	158
第四节	离子交换分离法	162
第五节	气浮分离法	169
第六节	液膜分离法	172
复习题		176

附录	178
----------	-----

附录一 弱酸和弱碱的解离常数	178
附录二 常用酸碱溶液的相对密度、质量分数与物质的量浓度	180
附录三 常用的缓冲溶液	181
附录四 常用基准物质的干燥条件和应用	183
附录五 金属配合物的稳定常数	184
附录六 标准电极电位(18℃~25℃)	186
附录七 一些氧化还原电对的条件电极电位	190
附录八 难溶化合物的溶度积常数(18℃)	192
附录九 国际相对原子质量表(1997 年)	194
附录十 一些化合物的相对分子质量	195

参考文献	199
------------	-----

一、分析化学的任务及其作用

分析化学是化学学科的一个重要分支,是研究物质的组成、含量、结构、性质及其变化规律的重要理论的一门学科。它可分为定性分析和定量分析两个部分。定性分析的任务是确定物质由哪些元素或离子所组成,对于有机物,还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成成分的含量。在进行物质分析时,首先要确定物质由哪些成分组成,然后选择适当的分析方法来测定各成分的含量。在生产中,大多数情况下物料的基本组成是已知的,只需要对生产中的原料、半成品、成品以及其它物质进行定量分析,因此,本书主要内容是讨论定量分析。

分析化学是研究物质及其变化的重要方法之一,对于自然科学本身的发展以及与化学有关的各学科领域,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、农学及其它科学技术,凡涉及化学现象,在其研究过程中必用分析化学,因此,人们常将分析化学称为生产、科研的“眼睛”。

分析化学在国民经济建设中,在生产实践中,都具有重要的实用价值。解决人类面临的“五大危机”(资源、能源、粮食、人口、环境)问题,研究当今科学领域的四大理论(天体、地球、生命、人类起源和进化),解决环境中的五大全球性问题(温室效应、酸雨、臭氧层、水污染、森林减少)以及工农业生产、国防建设等,无一下不依赖分析化学的配合。

分析化学是一门实践性很强的学科,是以实验为基础的学科。在学习过程中一定要理论联系实际,加强实验操作训练。通过本课程的学习,要求学生掌握分析化学的基本理

第一章

绪 论

第一节 分析化学概述

一、分析化学的任务及其作用

分析化学是化学学科的一个重要分支,是研究物质化学组成、含量、结构的分析方法及有关理论的一门学科。它可分为定性分析和定量分析两个部分。定性分析的任务是鉴定物质有哪些元素或离子所组成,对于有机物,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成部分的含量。在进行物质分析时,首先要确定物质有哪些组分,然后选择适当的分析方法来测定各组分的含量。在生产中,大多数情况下物料的基本组成是已知的,只需要对生产中的原料、半成品、成品以及其它辅助材料进行及时、准确的定量分析,因此,本书主要内容是讨论定量分析。

分析化学是研究物质及其变化的重要方法之一,对于化学学科本身的发展以及与化学有关的各学科领域,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、农学及其它科学技术,凡涉及化学现象,在其研究过程中必用到分析化学,因此,人们常将分析化学称为生产、科研的“眼睛”。

分析化学在国民经济建设中、在生活实践中,都具有很强的实用价值。解决人类面临的“五大危机”(资源、能源、粮食、人口、环境)问题,研究当代科学领域的四大理论(天体、地球、生命、人类起源和进化),解决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)以及工农业生产、国防建设等,无一不依赖分析化学的配合。

分析化学是一门实践性很强的学科,是以实验为基础的学科。在学习过程中一定要理论联系实际,加强实验操作的训练。通过本课程的学习。要求学生掌握分析化学的基本理

论知识和基本分析方法,加强分析化学基本操作技能的训练,提高分析问题和解决问题的能力,提高综合素质,为学习后继课程和今后从事相关工作打下坚实的基础。

二、分析化学的分类

分析化学的内容十分丰富,所采用的方法也多种多样,除按任务分为定性分析与定量分析外,还可根据分析对象、测定原理、试样用量、被测组分含量多少及生产部门的要求,分为如下不同类别。

1. 无机分析和有机分析

按分析对象的不同,分为无机分析和有机分析。无机分析的对象是无机化合物,有机分析的对象是有机化合物。两者分析对象不同,对分析的要求和使用的方法也多有不同。在无机分析中,无机化合物所含的元素种类繁多,通常要求鉴定试样是由哪些元素、离子、原子或化合物所组成,各组分的含量是多少。在有机分析中,不仅要进行元素分析,还要进行官能团分析和结构分析。

2. 化学分析和仪器分析

按分析原理的不同,分为化学分析法和仪器分析法。以物质的化学反应为基础的分析方法称为化学分析法。化学分析法是分析化学的基础,又称经典分析法,主要有重量分析法和滴定分析法。

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。

滴定分析法是将已知准确浓度的标准溶液滴加到待测物质溶液中,使两者定量完全反应,根据用去的标准溶液的准确体积和浓度计算出待测组分的含量。

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。化学分析法的特点是准确度高,误差一般小于0.2%。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。

以物质的物理或物理化学性质为基础的分析方法称为物理分析法或物理化学分析法。这类方法都需要较特殊的仪器,通常称为仪器分析法。仪器分析法主要有光学分析法、电化学分析法、色谱分析法、质谱分析法和放射化学分析法等。

3. 常量分析、半微量分析和微量分析

在分析工作中根据试样用量的多少分为常量分析、半微量分析和微量分析。见表1-1。



表 1-1 根据试样用量划分的分析方法

方法	试样用量/g	试液用量/mL
常量分析	>0.1	>10
半微量分析	$0.01 \sim 0.1$	$1 \sim 10$
微量分析	$0.0001 \sim 0.1$	$0.01 \sim 1$
痕量分析	<0.0001	<0.01

按被测组分含量范围分为：常量组分($>1\%$)、微量组分($1\% \sim 0.01\%$)和痕量组分($<0.01\%$)分析。

三、分析化学的发展

分析化学是近年来发展最为迅速的学科之一。它同现代科学技术总的发展是分不开的，一方面，现代科学的发展要求分析化学提供更多的关于物质组成和结构的信息；另一方面，现代科学也向分析化学不断提供新的理论、方法和手段，促进了分析化学的发展。

分析化学朝着灵敏、准确、快速、简便和自动化的方向发展。例如，半导体技术中的原子级加工，要求测出单个原子的数目；纯氧顶吹炼钢每炉只用几十分钟，它要求炉前高速分析；在地质普查、勘探工作中，需要获得上百万、上千万个数据，不仅要求快速自动化，而且要求发展遥测技术。不仅如此，分析化学的任务也不再限于测定物质的成分和含量，而且往往还要知道物质的结构、价态、状态等性质，因而活动的领域也由宏观发展到微观，由表观深入到内部，从总体进入到微区、表面或薄层，由静态发展到动态。

随着电子工业和真空技术的发展，许多新技术渗透到分析化学中来，出现了日益增多的新的测试方法和分析仪器，它们以高度灵敏和快速为其特点。例如，使用电子探针，测试样体积可小至 10^{-12} mL；电子光谱的绝对灵敏度可达 10^{-18} g。各种分析方法的结合和仪器的联用技术，使原有分析方法更为迅速有效，扩大了应用范围。

由于计算机和计算机科学的发展，微机与分析仪器的联用，不但可以自动报出数据，对科学实验条件或生产工艺进行自动调节、控制，而且可以对分析程序进行自动控制，使分析过程自动化，大大提高了分析工作的水平。

尽管分析化学正向着高灵敏度、高速度和仪器自动化的方向发展，化学分析仍然是分析化学的基础，当前许多仪器分析方法都离不开化学处理和溶液平衡理论的应用，因此分析化学仍然要从化学分析学起，进而扩展到仪器分析。

第二节 分析化学实验基础知识

一、分析化学实验室规则

分析化学的实验性很强,要学好分析化学必须学习分析化学实验课。掌握规范的分析化学实验基本操作技能,培养严格、认真、实事求是的工作习惯和态度,提高分析和解决实际问题的能力,同时加强对分析化学基础理论的理解。为保证实验的顺利进行,达到上述目的,必须遵守下列规则:

①实验课前必须认真预习,明确实验目的和要求,理解实验原理,熟悉实验内容和步骤,写出实验预习报告,做到心中有数。

②实验时,保持实验室安静,严格遵守操作规程,积极思考每一步操作的目的和作用。

③认真、仔细观察实验现象,随时如实做好记录。所有原始数据和现象都要及时记录在专用的实验记录本上,而不得记在单页纸、教材及其他地方。不得实验结束后补记或随意更改伪造数据。实验记录本应事先编好页码,不得撕毁其中的任何一页。

④公用试剂用完后放回原处,以方便大家。

⑤实验室要保持整洁,废纸片、碎玻璃不应扔入水槽内,以防堵塞下水管道,应及时放入指定废物桶内;废酸、废碱则应小心倒入废液缸内,切勿倒入水槽,以免腐蚀下水管。

⑥未经老师允许不得随意动用与本实验无关的仪器、药品,实验中不得擅自离开实验室。

⑦实验完毕,认真书写实验报告,总结实验收获及教训,找出存在的问题及进行误差分析与评价。

⑧结束实验后,将玻璃器皿洗净放回原处,仪器复原,填写使用登记卡,整理实验台面,清扫实验室,最后检查水、电、门、窗等是否关闭。

二、分析化学实验用水

1. 纯水的规格及合理选用

分析化学实验离不开水,但不能直接使用自来水或其他天然水,而要使用按一定方法制备得出的纯水。纯水并不是绝对不含杂质,只是其含量极微小而已。制备纯水的方法不同,水中含杂质的情况也不同。实验室用水规格的国家标准(GB-T 6682-2008),其中规定了实



验室用水的技术指标、制备方法及检验方法。实验室用水的级别及主要指标见表 1-2。

表 1-2 实验室用水的级别及主要指标

指标名称	一级	二级	三级
pH 范围(25℃)	—	—	5.0~7.5
电导率(25℃)/(mS·m ⁻¹)	≤0.01	≤0.10	≤0.50
吸光度(254 nm, 1cm 光程)	≤0.001	≤0.01	—
可溶性硅(以 SiO ₂ 计)/(mg·L ⁻¹)	≤0.01	≤0.02	—

应根据实验对水质量的要求,合理选用适当级别的水,并注意节约用水。在化学定量分析试验中,一般使用三级水,仪器分析实验一般用二级水,有的实验(电化学分析实验)则需使用一级水。

2. 纯水的制备方法

三级水:是普遍使用的纯水,多采用蒸馏的方法制备,故通常称为蒸馏水。为节约能源和减少污染,多改用离子交换法、电渗析法制备。

蒸馏法制备成本低,操作简单,但能耗大,且只能除去水中非挥发性杂质及微生物等,不能完全除去水中溶解的气体杂质。

离子交换法的去离子效果好,通常称去离子水,其纯度比蒸馏水高,但不能除去水中非离子型杂质,故去离子水中含有微量的有机物。

电渗析法是在直流电场的作用下,利用阴、阳离子交换膜对水中存在的阴、阳离子选择性渗透的性质而除去离子型杂质。同离子交换法相似,该法也不能除去非离子型杂质。

二级水:将三级水再次蒸馏后制得。含有微量的无机、有机或胶态杂质。

一级水:将二级水经进一步处理后制得。如将二级水用石英蒸馏器再次蒸馏,通过离子交换混合床或 $0.2\mu\text{m} \cdot \text{cm}^{-1}$ 的过滤膜的方法制备。基本上不含有溶解及胶态离子杂质及有机物。

3. 纯水的检验方法

纯水质量的综合指标是电导率(或换算成电阻率)。测定时,应选用适于测定高纯水的电导率仪(最小量程为 $0.02\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)。测定一、二级水时,电导池常数为 $0.01 \sim 0.1\text{cm}^{-1}$,进行“在线”(即将电极装入制水设备的出水管道中)测定;测定三级水时,电导池常数为 $0.1 \sim 1\text{cm}^{-1}$,用烧杯接取约 300mL 水样,立即测定。

电导率仪应有温度补偿功能,否则应在测定电导率的同时测定水温,再换算成 25℃ 时的电导率。

在实际工作中,有些实验对水有特殊的要求,还需检验有关的项目,如 pH、钙离子、氯离子等。其方法如下:

①酸度:要求纯水的 pH 在 6~7 之间。检查方法是取两支试管各加 10mL 待测水,一支

试管中加 2 滴 0.1% 甲基红指示剂,不显红色;另一支试管中加 5 滴 0.1% 溴百里酚蓝指示剂,不显蓝色,即为合格。

②硫酸根:取一支试管加入 2~3mL 待测水,加 2~3 滴 $2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸酸化,再加 1 滴 0.1% 氯化钡溶液,放置 15h 后,不应有沉淀析出。

③氯离子:取一支试管加 2~3mL 待测水,加 1 滴 $6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸酸化,再加 1 滴 0.1% 硝酸银溶液,不应产生浑浊。

④钙离子:取 2~3mL 待测水,加数滴 $6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水使呈碱性,再加 2 滴饱和草酸铵溶液,放置 12h 后,应无沉淀析出。

⑤镁离子:取 2~3mL 待测水,加 1 滴 0.1% 达旦黄溶液及数滴 $6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氢氧化钠溶液,如有淡红色出现,即有镁离子,如呈橙色则合格。

⑥硫酸根离子:在滤纸上加 1 滴待测水,1 滴 3% 的 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ 溶液,烘干,再加 1 滴联苯胺醋酸(1 g 联苯胺溶于 100mL $2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 醋酸中)溶液,1 滴饱和醋酸钠溶液,斑点显蓝色,说明有硅酸根离子存在。

还需指出,纯水在与空气接触或储存过程中,由于容器材料可溶解成分的引入或吸收空气中的 CO_2 等气体杂质,都会引起纯水质量的改变,水越纯,影响就越显著,所以高纯水要临用前制备,不宜存放。

实验时使用纯水要注意:装纯水的容器本身(内壁、外部)要清洁;纯水瓶口要随时盖上盖子(无论瓶内是否有水),空气导管口最好加盖指形管或纸套;纯水瓶旁不要放置易挥发的试剂,如浓盐酸、氨水等。

三、化学试剂

1. 化学试剂的级别

根据化学试剂中所含杂质的多少,将实验室普遍使用的一般试剂划分为四个等级,见表 1-3。

表 1-3 化学试剂的级别和主要用途

级别	中文名称	英文标志	标签颜色	主要用途
一级	优级纯	GR	绿	精密分析实验
二级	分析	AR	红	一般分析实验
三级	化学	CP	蓝	一般化学实验
专用试剂	实验试剂	LR	棕色等	辅助实验
	生化试剂	BR	黄色等	生物化学及医化学实验



此外还有基准试剂、色谱试剂、光谱试剂等,它们都属于高纯品。基准试剂的纯度相当于或高于优级纯试剂,它们的价格要比一般试剂高出数倍乃至数十倍。因此应根据分析工作的具体情况选择相应的试剂。

2. 选用试剂的一般原则

①滴定分析常用的标准溶液,一般应选用分析纯试剂配制,再用基准试剂进行标定。某些情况下,对分析结果要求不是很高的实验,可以用优级纯或分析纯试剂代替基准试剂。滴定分析中所用其他试剂一般为分析纯。

②仪器分析实验一般使用优级纯或专用试剂,测定微量或超微量成分时应选用高纯试剂。

③从主体含量看,优级纯与分析纯相同或很接近,只是杂质含量不同。若所做实验对试剂杂质要求高,应选择优级纯试剂;若只对主体含量要求高,就应选用分析纯试剂。

④按规定,试剂的标签上应标明试剂名称、化学式、摩尔质量、级别、技术规格、产品标准号、生产许可证号、生产批号、厂名等,危险品和毒品还应给出相应的标志。若上述标志不全,应提出质疑。若所购试剂的纯度不能满足实验要求,应将试剂提纯后再使用。

3. 试剂的保管和取用

试剂保管不善或取用不当,极易变质和沾污,给分析化学实验带来较大的误差,甚至造成实验失败,因此,必须按一定的要求保管和取用试剂。

①使用前,要认清标签。取用时,瓶盖不可随意乱放,应将其反放在干净的台面上。固体试剂用干净的药匙取用,液体试剂一般用量筒量取。倾倒试剂时,标签朝上,取多的试剂不可倒回试剂瓶内。取完试剂应随手盖好瓶盖,切不可“张冠李戴”,以防沾污。

②所有盛装试剂的瓶上都应贴上标签,写明试剂的名称、规格,不可在试剂瓶中装入与标签不符的试剂,以免造成差错。标签脱落的试剂,未经查明不可使用。

③易腐蚀玻璃的试剂,如氟化物、苛性碱等,应保存在塑料瓶或涂有石蜡的玻璃瓶中。

④易氧化的试剂(如硫酸亚铁、氯化亚锡)、易风化或潮解的试剂(无水 AlCl_3 、无水 Na_2CO_3 等),应用石蜡密封瓶口。

⑤见光易分解的试剂(KMnO_4 、 AgNO_3),应用棕色瓶盛装并保存至暗处。

⑥剧毒试剂,如氰化物、三氧化二砷、三氯化汞等,应由专人妥善保管,并做好使用记录。

四、常用玻璃器皿的洗涤与干燥



分析化学实验中常使用各种玻璃器皿,要求其非常干净,否则会影响实验的准确性,产生较大的误差。所以在使用前必须将器皿充分洗净。

1. 常用的洗涤方法

①自来水刷洗:用水和毛刷洗涤可以除去可溶性物质,又可使附着在器皿上的尘土和其

他不溶性物质脱落下来。

②肥皂、洗涤剂刷洗:可除去一般的油污,然后再用自来水冲洗。

③浓盐酸洗涤:对于附着的碱性物质或氧化剂如二氧化锰,可用浓盐酸与之反应洗涤,然后用水冲洗。

④铬酸溶液洗涤:对于器皿洗净度要求更高,形状特殊,不能用刷子机械洗涤的,可用铬酸洗液洗涤。铬酸洗液是由浓硫酸与重铬酸钾配制的,具有很强的氧化性,对于有机物和油污的去污能力特别强。使用洗液前,应先用水刷洗器皿,尽量除去其中的污物并将其中残留的水倒掉,以免水把洗液冲稀降低洗液洗涤的能力。洗涤时,倒少量洗液于器皿中,转动器皿使其内壁被洗液浸润(如有必要可用洗液浸泡),然后将洗液倒回原装洗液瓶内以备再用(若洗液变绿,说明已失去氧化作用,则另作处理)。再用水冲洗器皿内残留的洗液,直至洗净为止。如用热的洗液洗涤,去污能力则更强。

⑤盐酸、乙醇洗涤:主要用于洗涤吸收池、比色管、比色皿及吸量管等。

无论用上述哪种方法洗涤的器皿,最后都必须用自来水冲洗,再用蒸馏水或去离子水洗3次。洗净的器皿,放去水后内壁只留下一层既薄又均匀的水膜,并无水珠附着其上,否则说明没有洗净,需要重新洗涤。

2. 玻璃器皿的干燥方法

分析实验常需使用干燥的玻璃器皿,洗净的玻璃仪器可采用以下方法进行干燥:

(1)烘干:将仪器内的水倒净,口朝下(倒置不稳的要平放)放入电热干燥箱(也叫烘箱)内烘干。

(2)晾干:洗净的仪器倒置在干净的实验柜内(倒置后不稳的应平放)或容器架上自然晾干。

(3)吹干:使用电吹风机把仪器吹干。

(4)烤干:烧杯或蒸发皿可在石棉网上用小火烤干。

(5)此外,向容器内加入少量酒精,将其与容器壁上的水混合,然后倾出酒精和水,留在器皿内的酒精快速挥发,从而使器皿干燥。

五、分析天平

分析天平是精确测定物体质量的计量仪器,也是分析化学实验中常用的仪器之一。分析天平的种类可根据天平的结构特点将其分为等臂(双盘)天平、不等臂(单盘)天平和电子天平三类。

在实验室常用天平中,还可根据分度值大小,将其细分为常量分析天平(0.1mg/分度)、微量分析天平(0.01mg/分度)和超微量分析天平(0.001mg/分度)。

常用分析天平的规格及型号见表1-4。

表 1-4 常用分析天平的规格及型号

种类	型号	名称	规格
双盘天平	TG——328A	全自动加码电光天平	220g/0.1mg
	TG——328B	半自动加码电光天平	200g/0.1mg
	TG——32A	微量天平	20g/0.01mg
单盘天平	DT——00	单盘精密天平	100g/0.1mg
	DTG——60	单盘电光天平	160g/0.1mg
	BWT——1	单盘微量天平	20g/0.01mg
电子天平	AL104	常量电子天平	110g/0.1mg

按 GB-T 26497-2011,根据天平分度值与最大载荷的比值,分析天平可分为 10 级,见表 1-5。

表 1-5 分析天平的级别

精确级别	1	2	3	4	5
分度值/最大载荷	1×10^{-7}	2×10^{-7}	5×10^{-7}	1×10^{-6}	2×10^{-6}
精确级别	6	7	8	9	10
分度值/最大载荷	5×10^{-6}	1×10^{-5}	2×10^{-5}	5×10^{-5}	1×10^{-4}

1 级天平精确最高,10 级最低。常用的分析天平的最大载荷为 200g,分度值为 0.1mg,其精度为

$$\frac{0.1000}{200}=5\times10^{-7}$$

相当于三级天平。

常用分析天平中,其双盘、单盘天平是传统的分析天平,构造比较复杂,使用操作也比较烦琐。电子天平的使用已经逐渐普及。本书简要介绍电子天平。

1. 电子天平的特点

电子天平的结构紧凑,性质优良,称量准确可靠,自动计量,数字显示,操作简便,具有去皮重,自校,记忆,计数功能。

2. 电子天平的分类

电子天平是常量电子天平、半微量电子天平、微量电子天平和超微量电子天平的总称。

(1)超微量电子天平

超微量电子天平的称量范围一般为 2~5g,其标尺分度值小于(最大)量程的 10^{-5} ,如瑞

士梅特勒的 UMT2 型电子天平。

(2) 微量电子天平

其称量范围一般为 3~50g, 其标尺分度值小于(最大)量程的 10^{-5} , 如瑞士梅特勒的 AT21 型电子天平以及德国赛多利斯的 S4 型电子天平。

(3) 半微量电子天平

其称量范围一般为 20~100g, 其标尺分度值小于(最大)量程的 10^{-5} , 如瑞士梅特勒的 AE50 型电子天平和德国赛多利斯的 M25D 型电子天平等。

(4) 常量电子天平

常量电子天平的称量范围一般为 100~200g, 其标尺分度值小于(最大)量程的 10^{-5} , 如瑞士梅特勒的 AE200 型电子天平和德国赛多利斯的 A120S、A200S 型电子天平等。

3. 使用方法(操作步骤)

①使用天平前, 首先清洁称量盘, 检查、调整天平处于水平位置。

②接通电源, 预热 30min。

③按下“ON”键, 天平显示自检。当天平出现“OFF”时, 自检结束。当天平回零时, 显示屏上出现“0.0000”。如果空载时有读数, 按下清除键回零。

④称量: 将待称物品轻放于称盘中心, 关上天平门, 待显示稳定后即可读取称量值。操纵相应的按键可以实现“去皮”“增重”“减重”等称量功能。

例如用小烧杯称取药品时, 可先将洁净干燥的小烧杯放在称盘中央, 显示数字稳定后按“去皮”键, 显示即恢复为零, 再缓缓加样品至显示出所需样品的质量时, 停止加样, 直接记录称取样品的质量。

短时间内, 暂不使用天平, 不可关闭天平电源开关, 以免再使用时重新通电预热。但如若长时间内不再使用天平, 应拔下电源插头, 盖好防尘罩。

第三节 滴定分析常用玻璃器皿

一、滴定管

滴定管是滴定分析的主要器皿, 它是一种量出式量器, 主要用于滴定分析中对滴定剂体积的测量。按其容积可分为常量、半微量、微量滴定管。经常使用的是容积为 25mL、50mL 的常量滴定管。最小刻度是 0.1mL, 可估读到 0.01mL, 测量体积的最大误差是 $\pm 0.02\text{mL}$ 。