


21世纪高等教育应用型规划教材·环境系列

# 分析化学实验

## (英汉双语教材)

FENXI HUAXUE SHIYAN

主编 黄应平

 教育部直属师范大学  
华中师范大学出版社

## 内 容 提 要

本教材分为“分析化学实验基础知识”和“分析化学实验”两部分。同时,还特别采用英汉两种语言编写,可为分析化学实验双语教学提供参考,给学习者提供一个学习专业外语的平台,亦可作为研究生开展相关研究工作的参考资料。

### 新出图证(鄂)字 10 号

#### 图书在版编目(CIP)数据

分析化学实验(英汉双语教材)/黄应平 主编. —武汉:华中师范大学出版社, 2012. 1

ISBN 978-7-5622-5355-6

I. ①分… II. ①黄… III. ①分析化学—化学实验—双语教学—高等学校—教材—英、汉 IV. ①O652.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 006879 号

### 分析化学实验

(英汉双语教材)

---

主 编:黄应平◎

选题策划:华中师范大学出版社第二编辑室

电话:027-67867362

出版发行:华中师范大学出版社

地 址:湖北省武汉市珞喻路 152 号

邮编:430079

销售电话:027-67863426 67863280

邮购电话:027-67861321

传真:027-67863291

网 址:<http://www.ccnupress.com>

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

责任编辑:王文琴

责任校对:罗 艺

封面设计:罗明波

印 刷 者:武汉理工大印刷厂

督印:章光琼

开本/规格:787mm×960mm 1/16

印张:10.5

字数:180千字

版次/印次:2012年1月第1版 2012年1月第1次印刷

定 价:22.00元

欢迎上网查询、购书

---

敬告读者:欢迎举报盗版,请打举报电话 027-67861321。

本书如有印装质量问题,可向承印厂调换。



## 前 言

2010年9月至2011年7月,美国 Ferrum College 的 David Mark Johnson 教授到三峡大学进行访问研究,在黄应平教授的主导下,与分析化学教研室的老师们合作完成了双语教材—《分析化学实验(英汉双语教材)》。教材分为“分析化学实验基础知识”和“分析化学实验”两部分。“分析化学基础知识”部分由分析化学实验目的及要求、实验基础知识、实验仪器及基本操作和实验数据处理及实验报告四个部分组成,主要强化了对分析化学实验课程教学目的及实验总结(实验报告)的要求。“分析化学实验”部分以独立实验编排的形式,将22个分析实验项目整合成册,每项实验内容分为:实验目的、实验原理、实验过程(包括实验准备、实验步骤)、结果分析;同时突出了实验注意事项、实验思考题,增加了相关实验应用的参考文献。注重让学生从实验准备到实验应用的总体理解;突出学生实验以人为本的主体理念;将实验中注意事项表达出来,让学生针对实验成功的关键加以理解,实验之前就提醒实验中可能遇到的问题和需要注意的事项,有利于总结实验成功的经验,也有利于分析实验失败的原因,符合将分析化学理论与实验结合的一般教学思维模式。另外,为了方便教学和学生的自学,每项实验后均设有思考题及该实验在实际应用中的参考文献,可以在巩固学生基础知识的基础上,引导学生研究性学习的发散思维,这些往往需要学生查阅资料,独立思考来完成。期待以上内容的编排和设计能有效地训练学生的独立思维与创新能力。

全书共包含“分析化学基础知识”及“分析化学实验”中22个实验项目,实验1至实验13主要为酸碱滴定、配位滴定、氧化还原滴定、沉淀滴定和重量分析传统的分析方法性实验;实验16至实验21主要为以分析对象为改变的体现应用性的分析化学实验;实验22为分析设计性实验,学生根据所学知识对分析对象设计不同的分析方法,从实验目的、实验原理、实验步骤、结果处理等方面来拟定实验方案。此外,教材采用英汉两种语言编写,为分析实验双语教学提供参考,期待能给学习者提供一个学习专业外语的平台。

本书“分析化学基础知识”及实验19~22由黄应平教授编写;实验1~7由贾漫珂博士编写;实验8~12由刘国勇博士编写;实验13~16由李瑞萍教授编写;实验17~18由廖照江博士编写,书稿英文部分由David教授负责完成,全书最后由黄应平教授统稿。



此外,分析化学教研室陈百玲老师、杨昌英博士及汪淑廉、杨静等研究生为本书的编写提供了大量资料和实践素材,同时对校稿等付出了辛勤的劳动,中国科学院化学所马万红研究员,三峡大学颜克美教授、刘德富教授、罗光富教授分别对书稿进行了审核,在此一并表示衷心的感谢。最后还要感谢三峡大学国际合作与交流处席敬教授的支持与帮助。

由于编者水平和能力有限,本书不妥之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

编者

2010年7月



<b>目 录</b>	
<b>第一部分 分析化学实验基础知识</b> .....	<b>1</b>
1 绪论 .....	1
1.1 定量化学分析实验课的目的和要求 .....	1
1.2 学生实验守则 .....	2
1.3 实验室安全知识 .....	3
2 定量化学分析实验基础知识 .....	4
2.1 分析实验用水 .....	4
2.2 化学试剂 .....	6
2.3 玻璃器皿的洗涤与干燥 .....	7
3 定量化学分析实验仪器及其基本操作 .....	9
3.1 分析天平 .....	9
3.2 容量玻璃仪器及其使用 .....	10
3.3 重量分析的基本操作 .....	16
4 实验数据的记录、处理和实验报告 .....	20
4.1 实验数据的记录 .....	20
4.2 分析数据处理的基本方法 .....	20
4.3 实验报告 .....	20
<b>Chapter 1 Elementary knowledge of Analytical Chemistry Experiment</b> .....	<b>22</b>
1 Introduction .....	22
1.1 Goals and requirements of quantitative chemical analysis course .....	22
1.2 Laboratory guidelines for students .....	24
1.3 Laboratory safety .....	25



2	Basic knowledge of quantitative chemical analysis experiment .....	27
2.1	Water for analysis experiment .....	27
2.2	Chemical reagents .....	29
2.3	Washing and drying of glassware .....	31
3	Experimental apparatus for quantitatively chemical analysis and basic operation .....	33
3.1	Analytical balance .....	33
3.2	Volumetric glassware and use .....	34
3.3	Basic procedures of weighing analysis .....	42
4	Recording, processing of experimental data and experimental reports .....	46
4.1	Recording of experimental data .....	46
4.2	Basic method of data processing .....	47
4.3	Experimental report .....	47
<b>第二部分</b>	<b>分析化学实验</b> .....	<b>49</b>
实验 1	NaOH 标准溶液的配制与标定 .....	49
Experiment 1	Preparation and standardization of NaOH standard solution .....	51
实验 2	混合碱中各组分含量的测定(双指示剂法) .....	53
Experiment 2	Determination of the composition of mixed base (double-tracer technique) .....	56
实验 3	铵盐中氮含量的测定(甲醛法) .....	59
Experiment 3	Determination of nitrogen content of ammonium salt (formaldehyde method) .....	61
实验 4	EDTA 标准溶液的配制与标定 .....	63
Experiment 4	Preparation and standardization of EDTA standard solution .....	66
实验 5	水的硬度测定 .....	69



Experiment 5	Determination of water hardness	71
实验 6	铋、铅混合液中 $\text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 的连续滴定	73
Experiment 6	Determination of $\text{Bi}^{3+}$ and $\text{Pb}^{2+}$ in the mixed solution of bismuth and lead	76
实验 7	工业硫酸铝中铝含量的测定	78
Experiment 7	Determination of aluminum in industrial aluminum sulfate	81
实验 8	$\text{KMnO}_4$ 标准溶液的配制与标定	84
Experiment 8	Preparation and standardization of $\text{KMnO}_4$ standard solution	86
实验 9	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的配制与标定	89
Experiment 9	Preparation and standardization of $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ standard solution	92
实验 10	亚铁铵矾含量的测定(高锰酸钾法)	95
Experiment 10	Determination of ferrous ammonium alum ( $\text{KMnO}_4$ titrimetry)	97
实验 11	硫酸铜中铜含量的测定(间接碘量法)	99
Experiment 11	Determination of the content of copper in copper sulfate (indirect iodometry)	101
实验 12	可溶性氯化物中氯含量的测定(莫尔法)	104
Experiment 12	Determination of the content of chlorine in soluble chloride (Mohr Method)	106
实验 13	氯化物中氯含量的测定(佛尔哈德法)	109
Experiment 13	Determination of the content of chlorine in chloride (Volhard Method)	111
实验 14	钡盐中钡含量的测定(沉淀重量法)	114
Experiment 14	Determination of barium in barium salt (precipitation method)	117



实验 15 钡盐中结晶水含量的测定(汽化法) .....	120
Experiment 15 Determination of crystal water in barium salt (gasification method) .....	121
实验 16 阿司匹林药片中阿司匹林的含量测定(两步酸碱滴定法) .....	124
Experiment 16 Determination of content of aspirin (two-step acid-base titration) .....	126
实验 17 食用油酸价的测定 .....	129
Experiment 17 Determination of acid value of edible oil .....	130
实验 18 蛋壳中钙镁总含量的测定 .....	132
Experiment 18 Determination of the concentration of $\text{Ca}^{2+}$ and $\text{Mg}^{2+}$ in eggshell .....	138
实验 19 胃舒平药片中铝和镁含量的测定 .....	144
Experiment 19 Determination of aluminum and magnesium in Gastropine tablets .....	147
实验 20 食用油过氧化值的测定(间接碘量法) .....	150
Experiment 20 Determination of peroxide value of edible oil (indirect iodometry) .....	153
实验 21 果汁饮料中维生素 C 含量的测定 .....	155
Experiment 21 Determination of vitamin C in juice beverage .....	157
实验 22 化工产品 KCl 中 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 含量的测定 .....	159
Experiment 22 Determination of $\text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ and $\text{Mg}^{2+}$ in chemical product KCl .....	160





# 第一部分 分析化学实验基础知识

## 1 绪 论

### 1.1 定量化学分析实验课的目的和要求

#### 1.1.1 教学目的

本课程是《分析化学》课程的重要组成部分,是培养学生动手能力和科学研究能力的重要实践环节。课程教学目的如下:

(1) 正确掌握定量化学分析实验的基本知识、基本操作、基本技能、典型的分析方法和实验数据处理方法。

(2) 通过定量分析实验基本操作训练,要求学生熟练掌握规范化的操作技术,如分析天平的正确使用、滴定分析的基本操作及重量分析的基本操作等,加深对“量”的概念的认识,培养学生严谨的工作作风和科学态度。

(3) 通过设计性实验的学习,加深学生对有关理论的理解,提高学生分析解决实际问题的能力及统筹思维能力,培养其创新能力和综合应用知识的能力及团结协作精神。

(4) 养成良好的实验习惯(准备充分、操作规范、记录简明、台面整洁、实验有序、仔细耐心、有良好的环保和公德意识),使学生逐步掌握科学研究的技能和办法,为后续专业课程的学习和将来从事各项专业工作打下扎实的实验技术基础。

#### 1.1.2 基本要求

本课程按照从易到难、循序渐进的原则来安排,从基本操作训练入手,逐渐提高要求和加大训练力度。通过基本操作练习和综合设计性实验两个教学环节完成本课程的任务,以讲解、示范、练习、讨论的形式进行,整个教学过程以学生动手实践为主,教师在实验课中指导为辅。

因此,要求学生做到以下几点:

(1) 实验前认真预习。理解实验原理,明确实验步骤和注意事项,做到心中有数,并写出预习报告。对于设计性实验,要根据实验提示及要求,查阅有关手册、参考书和文献,设计出自己的实验方案,经小组讨论及指导教师审查后,方可进入实验室。

(2) 实验中认真操作,仔细观察,及时记录。对所用仪器应严格按照正确操作



规程进行,实验中所有测量数据都要随时记在专用的记录本上,并且不可以更改。

(3) 及时完成实验报告。实验报告一般包括题目、日期、实验目的、实验原理、原始记录、结果(附计算公式)和讨论。讨论一般写实验过程中存在的问题,并用所学理论知识对实验存在问题进行解释。

(4) 实验过程中要保持实验室内安静、整洁,实验完成后要及时清理实验台,仪器药品要摆放有序。

为更好的完成实验教学任务,教师应做到以下几点:

(1) 组织安排好实验课。在第一次实验课中,注意强调实验的重要性,介绍整个学期实验课程的安排、注意事项及成绩评定标准。

(2) 认真做好实验课前的准备工作。如在上课前做预备实验、检查学生实验的预习情况、对学生前次实验和实验报告情况进行评价总结。

(3) 实验课教学过程中应坚守岗位,及时发现和指出学生的操作错误及不良习惯。

(4) 在整个实验课过程中,要利用一切环节对学生进行能力的训练。

(5) 认真批改实验报告,及时归纳总结学生实验中普遍存在的问题,以便下次实验前总结。

(6) 严格考核。实验的考核应将平时每次实验的操作与报告部分分别纳入考核范围,做到全程考核,以强化学生对实验重要性的认识,达到重视实验的目的。

## 1.2 学生实验守则

(1) 实验前,应认真预习,明确实验目的,理解实验原理,熟悉实验步骤及注意事项,做到胸有成竹,并写好预习报告。

(2) 严格遵守实验室各项规章制度。实验时要遵守操作规程和安全措施,保证实验安全。

(3) 遵守纪律,不迟到、不早退,保持实验室安静,严禁大声喧哗、抽烟、饮食。做实验时应穿实验服,禁止穿背心、拖鞋进实验室。

(4) 实验过程中保持实验室整洁。实验台台面应无灰尘和水渍,仪器和试剂应有序摆放,废纸、废毛刷等固体废弃物应投入废物桶内,废液(如废酸、废碱等)倒入废液缸内集中收集和處理,切勿倒入水槽,以免腐蚀下水道及污染环境。实验结束后,洗净、收好玻璃仪器,抹干净桌面,清理水槽。

(5) 实验过程中严格按照实验规范认真操作、仔细观察、及时记录、勤于思考。实验中的现象和数据如实记录在实验记录本上,不得涂改和伪造,养成良好的实事求是的科学态度和严谨的科学作风。实验结束后,根据原始记录认真处理数据,及时写好实验报告并上交老师批阅。

(6) 实验过程中每人一套仪器,实验课程开始时认真清点领取,学期结束时



归还。实验中损坏和丢失的仪器及时领取补齐,期末按有关规定赔偿。实验器材及药品等一律不得私自带离实验室。

(7) 爱护实验仪器,节约使用水、电、气、药品等。

(8) 实验结束后由同学轮流值日,负责打扫、整理实验室;整理公用仪器、试剂架;检查水、电、门窗是否关好,保证实验室安全。

(9) 实验过程中应尊重教师指导,实验结束后应得到教师同意后方可离开实验室。

### 1.3 实验室安全知识

(1) 在分析化学实验中,经常使用的设备、玻璃仪器、电器及化学药品等都潜伏着很大的危险,如果不遵守操作规则,不仅会导致实验失败,而且可能会造成事故,如发生割伤、触电、中毒、着火及爆炸等。为确保人身安全和实验室、仪器设备的安全,以及避免环境污染,学生必须认真学习实验教材中有关实验安全知识,养成安全实验的良好习惯,认真做好实验前的预习,注意听从老师的指导,在实验过程中严格执行操作规范,以保证实验的正常进行。

(2) 实验室内严禁吸烟、饮食,一切化学药品禁止入口。进入实验室开始工作前应了解煤气总阀门、水阀门及电闸所在处。离开实验室时,应仔细检查水阀门、电闸、煤气阀门、门、窗是否均已关好。

(3) 使用煤气灯时,应先将火柴点燃,一手执火柴靠近灯口,一手慢开煤气开关。不能先开煤气开关,后点燃火柴。应根据实验需要调节煤气灯火焰大小和火力强弱。用火时,应做到火着人在,人走火灭。

(4) 使用电器设备(如电炉、烘箱、恒温水浴、离心机等)时,绝不可用湿手开关电闸和电器开关。应该用试电笔检查电器设备是否漏电,凡是漏电的仪器,一律不能使用,严防触电。

(5) 使用浓酸、浓碱时应特别细心,防止溅出。使用浓  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{HClO}_4$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  时,均须在通风橱中进行。用移液管量取这些试剂时,必须使用洗耳球,绝对不能用嘴吸取。若不慎溅在实验台上或地面上,必须及时用湿抹布擦洗干净;若不小心将酸或碱溅到皮肤或眼内,应立即用大量水冲洗,然后用 50 g/L  $\text{NaHCO}_3$  溶液(酸腐蚀时采用)或 50 g/L  $\text{H}_3\text{BO}_3$  溶液(碱腐蚀时采用)冲洗,最后用水冲洗。

(6) 使用可燃物(如乙醚、丙酮、乙醇、苯、金属钠等)时,一定要远离火焰和热源。使用完后将试剂瓶塞严,放在阴凉处保存。低沸点的有机溶剂不准在火上直接加热,只能在水浴上利用回流冷凝管加热或蒸馏。

(7) 有毒物质(如汞盐、砷化物、氰化物等)应按实验室的规定办理审批手续后领取。氰化物不能接触酸,否则产生剧毒的  $\text{HCN}$ 。氰化物废液应倒入碱性亚铁盐溶液



中,使其转化为亚铁氰化铁盐,然后做废液处理,严禁直接倒入废液缸或下水道内。

(8) 平时要注意消防安全,常备适用于各种情况的灭火材料,包括消防沙、石棉布及各类灭火器。实验中一旦不慎起火,切不可惊慌失措,应保持镇静。首先立即切断室内一切火源和电源,把一切可燃物质(特别是有机物质、易燃、易爆物质)移到远处,然后根据具体情况正确地进行抢救和灭火。酒精及其他可溶于水的液体着火时,可用水灭火;汽油、乙醚、甲苯等有机溶剂着火时,应用石棉布或砂土扑灭,绝对不能用水,否则反而会扩大燃烧面;衣服着火时,忌奔跑,应就地躺下滚动,或用湿衣服在身上抽打灭火;导线或电器着火时不能用水及二氧化碳灭火器,应首先切断电源或用四氯化碳灭火器灭火,并根据火情决定是否需要向消防部门报告。

(9) 在实验过程中不慎发生烫伤,一般用浓的(90% ~ 95%)酒精消毒后,涂上苦味酸溶液或烫伤软膏,严重者应立即送医院治疗。

(10) 一切电器设备在使用前检查是否漏电,触电时可按下述方法之一切断电路:关闭电源;用干木棍使导线与触电者分开;使触电者与地分离,急救时急救者必须做好防止触电的安全措施,手或脚必须绝缘。

## 2 定量化学分析实验基础知识

### 2.1 分析实验用水

#### 2.1.1 分析实验室用水的规格

分析化学实验中最常用的纯净溶剂和洗涤剂是纯水,在分析化学实验中,应根据所做实验对水质量的要求,合理地选用不同规格的纯水。我国已建立了实验室用水规格的国家标准(GB 6682—92),规定了实验室用水的技术指标,制备方法和检验方法。表 1-2-1 列出了实验室用纯水的级别与主要指标。

表 1-2-1 实验室用纯水级别与主要指标

名称	一级	二级	三级
pH 范围(25 °C)	—	—	0.50
电导率(25 °C), mS/m $\leq$	0.01	0.01	0.2
比电阻(25 °C), $\Omega \cdot m$	10	1	—
可氧化物[以(O)计], mg/L	—	0.08	0.40
<吸光度(254 nm, 1 cm 光程) $\leq$	0.001	0.01	—
蒸发残渣[(105 $\pm$ 2) °C], mg/L $\leq$	—	1.0	2.0
可溶性硅[以(SiO <sub>2</sub> )计], mg/L $\leq$	0.01	0.02	—

在实际操作中,有些实验对纯水还有特殊的要求,可根据需要检验的有关项



目,如氧、铁、氨含量等进行选择。

### 2.1.2 纯水的制备

分析实验室用于溶解、稀释和配制溶液的水,都必须先经过纯化。分析实验的要求不同,对水质纯度的要求也不同。应根据不同要求,采用不同纯化方法制得纯水。一般实验室用的纯水有蒸馏水、二次蒸馏水、去离子水、无 $\text{CO}_2$ 蒸馏水、无氨蒸馏水等。常用纯水制备方法如下:

#### (1) 蒸馏水

将自来水在蒸发装置上加热汽化,然后将蒸汽冷凝即得到蒸馏水。由于杂质离子一般不挥发,所以蒸馏水中所含杂质比自来水少得多,比较纯净,可达到三级水指标,但还是有少量的金属离子、 $\text{CO}_2$ 等杂质。

#### (2) 去离子水

去离子水是使自来水或普通蒸馏水通过离子交换树脂柱后所得的水。其纯度比蒸馏水高,质量可达到二级或一级水指标,但离子交换树脂对非电解质及胶体物质无效,同时还会有微量的有机物从树脂中溶出。

#### (3) 电导水

在第一套蒸馏器中装入蒸馏水,加入少量高锰酸钾固体后,经蒸馏除去水中的有机物,制得重蒸水。再将重蒸水装入第二套蒸馏器中,加少量硫酸钡和硫酸氢钾固体,进行蒸馏。弃去馏头、馏后各 10 mL,收集中间组分,即为电导水。

#### (4) 二次亚沸石英蒸馏水

若想获得比较纯净的蒸馏水,可以进行重蒸馏,并在准备重蒸馏的蒸馏水中加入适当的试剂以抑制某些杂质的挥发。二次蒸馏水一般可达到二级指标。

#### (5) 特殊用水

① 无氨水:每升蒸馏水中加入 25 mL 5% NaOH 溶液后,再煮沸 1 h,然后用前述的方法检查氨离子,或每升蒸馏水中加入 2 mL 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,再重蒸馏,即得无氨蒸馏水。

② 无 $\text{CO}_2$ 蒸馏水:煮沸蒸馏水,直至体积为原来的  $\frac{3}{4}$  或  $\frac{4}{5}$  为止,隔离空气,冷却即得。此水应贮存于连接碱石灰吸收管的瓶中,其 pH 值应为 7。

③ 无氯蒸馏水:将蒸馏水在硬质玻璃蒸馏器中先煮沸,再进行蒸馏,收集中间馏出部分,即得无氯蒸馏水。

### 2.1.3 水纯度的检查

电导率是纯水质量的主要指标,因此,可选用适宜的电导率仪来测定纯水的电导率。也可根据具体实验要求测定纯水中某些杂质的含量。一般检查项目有以下几种:



### (1) 电阻率

25 °C 时, 纯水的电阻率为  $(1.0 \sim 10) \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ , 超纯水为  $10 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

### (2) 酸碱度

分析实验用纯水要求 pH 为 6~7。

### (3) 钙镁离子

取适量被检测的水, 滴加  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} - \text{NH}_4\text{Cl}$  缓冲液, pH 调至 10 左右, 加入 1 滴铬黑 T 指示剂, 不显红色。

根据具体实验要求, 纯水检测项目有时还包括氯离子、铁离子、铜离子等。

## 2.1.4 水纯度分析结果的表示

通常用以下几种表示方法:

(1) 毫克/升(mg/L): 表示每升水中含有某物质的毫克数。

(2) 微克/升( $\mu\text{g/L}$ ): 表示每升水中含有某物质的微克数。

(3) 硬度: 我国采用 1 L 水中含有 10 mg CaO 作为硬度的 1 度。

## 2.2 化学试剂

### 2.2.1 化学试剂的等级

化学试剂的纯度对实验结果影响很大, 不同实验对化学试剂纯度的要求也不相同, 因此, 必须了解化学试剂的分类标准。表 1-2-2 是化学试剂等级对照表。

表 1-2-2 化学试剂等级对照表

等级	名称	符号	标签颜色	适用范围
一级试剂	优级纯(保证试剂)	GR	绿色	精密的科学分析和实验
二级试剂	分析纯(分析试剂)	AR	红色	一般科学分析和实验
三级试剂	化学纯	CP 或 P	蓝色	要求不高的分析实验
四级试剂	实验试剂	LP	棕色等	一般实验和要求不高的科学实验
	生物试剂	BR 或 CR	黄色等	

其中, 化学纯用于一般化学实验, 杂质含量较少。分析纯用于做分析测定实验, 杂质更少, 对分析测定结果影响较小。此外, 还有一些特殊用途的高纯试剂。例如, “光谱纯”试剂中的杂质低于光谱分析法的检测限, “色谱纯”试剂是在最高灵敏度时以  $10^{-10} \text{g}$  下无杂质峰来表示的, “超纯试剂”用于痕量分析和一些科学研究工作, 这种试剂的生产、贮存和使用都有一些特殊的要求。

在分析工作中所选用试剂的级别并非越高越好, 而是要和所用的方法、实验用水、操作器皿的等级等相适应。在通常情况下, 分析实验中所用的一般溶剂可



选用 AR 级试剂,并用蒸馏水或去离子水配制。在某些要求较高的工作中,若试剂选用 GR 级,则不宜使用普通蒸馏水或去离子水。在特殊情况下,当市售试剂纯度不能满足要求时,可自己动手精制。

### 2.2.2 化学试剂的取用原则

取用化学试剂时必须遵守两个原则:

#### (1) 不污染化学试剂

化学试剂不能用手接触,固体应用干净的药匙取用;化学试剂瓶盖决不能弄混。

#### (2) 节约原则

实验操作中,化学试剂的用量应按规定量取。若未注明用量,则尽可能取少量。万一取多了,多余试剂不能倒回原试剂瓶,以免污染原试剂瓶中试剂。

### 2.2.3 试剂的保管

在实验室中,试剂的保管是一项十分重要的工作。保管不好,可能造成有些试剂的变质失效,不仅浪费试剂,而且会使分析工作失败,甚至会引起事故。通常情况下,化学试剂应保存在通风良好、干净、干燥的地方,防止水分、灰尘和其他物质污染。同时,对有特殊性质的试剂还应用不同方法保管。

(1) 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。

(2) 易氧化的试剂(如氯化亚锡、低价铁盐)和易风化或潮解的试剂(如  $\text{AlCl}_3$ 、无水  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaOH}$  等)应用石蜡密封瓶口。

(3) 易见光分解的试剂(如  $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{AgNO}_3$  等)应用棕色瓶装盛,并保存在暗处。

(4) 易受热分解的试剂、低沸点的液体和易挥发的试剂,应保存在阴凉处。

(5) 吸水性强的试剂(如无水碳酸钠、苛性钠等)应严格密封。

(6) 相互会发生化学反应的试剂(如氧化剂和还原剂)应分开存放。

(7) 剧毒试剂(如氰化物、三氧化二砷、二氯化汞等)必须特别妥善保管和安全使用。

## 2.3 玻璃器皿的洗涤与干燥

### 2.3.1 玻璃仪器的洗涤

仪器洗涤是化学工作者进行化学实验的一项基本技术性操作。定量分析用仪器的洗涤干净程度直接关系到分析结果的精密度和准确度。

玻璃仪器的洗涤方法很多,应根据实验要求、污物的性质和程度来选择,常用玻璃仪器洗涤方法如下:



### (1) 初用玻璃仪器

新购买的玻璃仪器表面常附着有游离的碱性物质,可先用洗涤灵稀释液、肥皂水或去污粉等洗刷再用自来水洗净,然后浸泡在1%~2% HCl 溶液中放置过夜(不少于4 h),再用自来水冲洗,最后用蒸馏水冲洗2~3次,在80℃~100℃烘箱内烘干备用。

### (2) 一般玻璃仪器

如试管、烧杯、锥形瓶等(包括量筒),先用自来水洗刷至无污物,再选用大小合适的毛刷蘸取洗涤灵稀释液或浸入洗涤灵稀释液内,将器皿内外(特别是内壁)仔细刷洗,用自来水冲洗干净后,再用蒸馏水冲洗2~3次,烘干或倒置在清洁处,备用。凡洗净的玻璃器皿,器壁上不应带有水珠,否则应再按上述方法重新洗涤。若发现内壁有难以去掉的污迹,应重新冲洗。

### (3) 量器

如移液管、滴定管、容量瓶等,使用后应立即浸泡于凉水中。工作完毕后用流水冲洗去附着的试剂、蛋白质等物质,晾干后在铬酸洗液中浸泡4 h~6 h(或放置过夜),再用自来水充分冲洗,最后用蒸馏水冲洗2~4次,风干备用。

### (4) 其他

盛过各种有毒药品,特别是剧毒药品和放射性同位素等物质的容器,必须经过专门处理,确知没有残余毒物存在方可进行清洗。

## 2.3.2 常用洗涤剂的配制

### (1) 铬酸洗涤液

将4 g粗 $K_2Cr_2O_7$ 研细,溶解在100 mL温热的浓 $H_2SO_4$ 中。

### (2) NaOH-KMnO<sub>4</sub> 洗涤液

将适量粗 $KMnO_4$ 溶于水中,再加入100 mL 10% NaOH 溶液。

## 2.3.3 玻璃仪器的干燥

实验中需使用的玻璃器皿,可具体根据不同情况,采用下列方法进行干燥。

(1) 空气晾干:又叫风干,是最简单易行的干燥方法,将仪器在空气中放置一段时间即可。

(2) 烤干:将仪器外壁擦干后用小火烘烤,并不停转动仪器,使其受热均匀。该法适用于试管、烧杯、蒸发皿等仪器的干燥。

(3) 烘干:将仪器放入烘箱中,控制温度在105℃左右。待烘干的仪器在放入烘箱前应尽量将水倒净并放在金属托盘上。此法不能用于精密度高的容量仪器。

(4) 用有机溶剂润洗后吹干:用少量乙醇或丙酮润洗已洗净的容器内壁,倾出溶剂后,用电风吹干或用气流烘干机烘干。





### 3 定量化学分析实验仪器及其基本操作

#### 3.1 分析天平

##### 3.1.1 分析天平的种类

分析天平是分析化学实验中最重要、最常用的仪器之一。分析天平的种类很多,有普通分析天平、半自动/全自动加码电光投影阻尼分析天平及电子分析天平等。目前,常用的分析天平是电子天平,电子天平是根据电磁力平衡原理,直接称量,全量程不需砝码。放上被称物后,在几秒钟内即达到平衡,显示读数,称量速度快,精度高。下面就某公司生产的 FA.JA 系列电子分析天平为例(表 1-3-1 为 FA 系列电子天平的规格型号,图 1-3-1 为 FA 系列电子天平的外观图),对其使用方法及注意事项做介绍。

表 1-3-1 FA 系列电子天平的规格型号

型号	FA2104	FA2004	FA1604	FA1104	FA1004
最大称量(g)	0~210	0~200	0~160	0~110	0~100
去皮范围(g)	0~210	0~200	0~160	0~110	0~100
最小读数(mg)	0.1				
称盘直径(mm)	90				
信号输出接口	RS 232				
电源	220 V 50 Hz 12 VA				
外形尺寸(mm)	320 × 200 × 300				

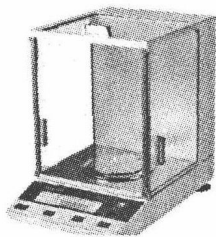


图 1-3-1 FA 系列电子分析天平外观图

##### 3.1.2 电子分析天平的使用方法

- (1) 检查并调整天平至水平位置。
- (2) 事先检查电源电压是否匹配(必要时应配置稳压器),按仪器要求通电预热。