



全国高职高专化学课程
“十二五”规划教材



工作过程导向

无机及分析化学实训

(第二版)

WUJI JI FENXI HUAXUE
SHIXUN

● 苏候香 王欣 主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

无机及分析化学实训

(第二版)

主 编	苏候香	王 欣	
副主编	黄明权	范洪琼	王如全
	郑志平	郁惠珍	
参 编	刘明娣	邹春阳	薛建娥
	朱 琳	孔梅岩	郝会军

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

本书是高职高专无机及分析化学实训教材,全书共分为五部分:无机及分析化学实训基础知识;无机及分析化学实训基本技能;无机化学实训;分析化学实训;无机及分析化学综合实训。基础知识部分简要介绍了实训常用试剂的分类及选择,以及实训中的安全操作和事故处理;基本技能部分介绍了实训基本操作规范和常用分析仪器的原理及操作方法。全书共列举了 51 个实训,包括基本操作练习、基础实训、自拟和综合设计实训。其中,无机化学实训部分包括物质的制备、提纯和离子的定性鉴定;分析化学实训部分包括分析仪器的使用练习、酸碱、配位、氧化还原和沉淀滴定分析法,重量分析法和各种仪器分析法;无机及分析化学综合实训部分包括一些综合性实训和学生自主设计实训。

本书主要适用于生命科学、环境科学、医药学和农学等相关类专业学生的化学基础实训,也可以作为教师参考书。

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学实训/苏候香,王欣主编. —2 版. —武汉:华中科技大学出版社,2014.5
ISBN 978-7-5609-9981-4

I. ①无… II. ①苏… ②王… III. ①无机化学 ②分析化学 IV. ①O61 ②O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 081208 号

无机及分析化学实训(第二版)

苏候香 王 欣 主编

策划编辑:王新华

责任编辑:王新华

封面设计:刘 卉

责任校对:封力煊

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中理工大学印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:14.5

字 数:350 千字

版 次:2010 年 1 月第 1 版 2014 年 5 月第 2 版第 1 次印刷

定 价:29.80 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前言

本书是高职高专无机及分析化学课程的实训教材,同《无机及分析化学》教材配套使用,也可以在培训学生的实训技能时独立使用。

为了适应不同类别、不同层次学校的需求,本书侧重于基础定量和定性分析,同时也编写了结合生物学、食品工程和药品等专业的实际样品分析,分析实训学时数较多,各专业可根据实际情况选做。

根据第一版教材的使用情况和课程的发展,本书在第一版的基础上进行了适当的修改和增删,删除了一些不常用、试剂有毒的实验项目,新增了实训考核项目。

本书由苏候香、王欣担任主编。参加本书编写的有:吕梁学院苏候香、薛建娥,信阳农林学院王欣,鄱阳师范高等专科学校黄明权,重庆三峡职业学院范洪琼,沧州职业技术学院王如全,咸宁职业技术学院郑志平,健雄职业技术学院郁惠珍,三门峡职业技术学院刘明娣,辽宁卫生职业技术学院邹春阳,辽宁经济职业技术学院朱琳,山西运城农业职业技术学院孔梅岩,潍坊职业学院郝会军。

本书主要适用于生命科学、环境科学、医药学和农学等相关类专业学生的化学基础实训,也可作为教师教学参考书。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者
2014年4月

目录

绪论	/1
任务 1 明确无机及分析化学实训的目的	1
任务 2 掌握无机及分析化学实训的学习方法	1
模块一 无机及分析化学实训基础知识	3
项目 1 无机及分析化学实训常用试剂和仪器	3
任务 1 实训室用水基础知识	3
任务 2 化学试剂的基础知识	5
任务 3 常用干燥剂、制冷剂与加热载体的基础知识	9
任务 4 滤纸与试纸	11
任务 5 无机及分析化学实训常用仪器介绍	14
项目 2 无机及分析化学实训中的安全操作和事故处理 ..	21
任务 1 实训室规则和安全守则	21
任务 2 常见化学毒物	24
任务 3 无机及分析化学实训室安全防护	25
任务 4 实训废弃物的无害化处理	28
项目 3 无机及分析化学实训数据的处理及实训报告	29
任务 1 测量误差与有效数字	29
任务 2 实训数据的记录与处理	31
任务 3 实训报告	34
模块二 无机及分析化学实训基本技能	36
项目 1 无机及分析化学实训基本操作规范	36
任务 1 常用仪器的洗涤和干燥	36
任务 2 基本度量仪器的使用	39
任务 3 加热	44
任务 4 液体试剂的配制和取用	49
任务 5 分析试样的采集与制备	51
任务 6 溶解和结晶	51
任务 7 沉淀及沉淀与溶液的分离	52



任务 8 干燥器的使用	57
项目 2 无机及分析化学实训常用仪器的介绍及操作	58
任务 1 天平	58
任务 2 酸度计(pH 计)	67
任务 3 分光光度计	70
任务 4 滴定分析仪器的使用	77
任务 5 气相色谱仪	80
模块三 无机化学实训	87
实训 1 玻璃管与玻璃棒的加工	87
实训 2 硫酸亚铁铵的制备	91
实训 3 常见离子的定性鉴定	93
实训 4 粗盐的提纯	96
实训 5 电解质溶液的性质	98
实训 6 乙酸电离常数的测定	102
实训 7 化学反应速率和化学平衡	104
模块四 分析化学实训	108
项目 1 分析仪器的使用练习	108
实训 1 分析天平的使用练习	108
实训 2 滴定分析仪器的使用和滴定终点练习	111
实训 3 滴定分析仪器的校准	113
项目 2 酸碱滴定法	115
实训 1 HCl 标准溶液的配制及标定	116
实训 2 氢氧化钠标准溶液的配制及标定	118
实训 3 食醋总酸度的测定	120
实训 4 阿司匹林药片中乙酰水杨酸含量的测定	121
项目 3 配位滴定法	124
实训 1 EDTA 标准溶液的配制及标定	124
实训 2 自来水总硬度的测定	127
实训 3 复方氢氧化铝药片中铝、镁含量的测定	129
实训 4 钙制剂中钙含量的测定	132
项目 4 氧化还原滴定法	133
实训 1 硫代硫酸钠标准溶液的配制及标定	134
实训 2 碘标准溶液的配制及标定	137
实训 3 维生素 C 片剂中抗坏血酸含量的测定	139
实训 4 食盐中碘含量的测定	141
实训 5 高锰酸钾标准溶液的配制及标定	143

实训 6	双氧水中过氧化氢含量的测定	145
实训 7	水中化学耗氧量(COD)的测定	147
实训 8	亚硝酸钠标准溶液的制备及磺胺嘧啶含量的测定	150
实训 9	亚铁盐中铁含量的测定	152
项目 5	沉淀滴定法	154
实训 1	硝酸银标准溶液的制备	154
实训 2	水中氯离子含量的测定	157
实训 3	溴化钾含量的测定	158
项目 6	重量分析法	160
实训 1	葡萄糖干燥失重的测定	161
实训 2	植物或钾料中钾含量的测定	163
实训 3	重量法测定土壤中 SO_4^{2-} 的含量	165
项目 7	电势分析法	167
实训 1	直接电势法测定溶液的 pH	168
实训 2	电势滴定法测定苯巴比妥钠的含量	170
项目 8	分光光度法	171
实训 1	高锰酸钾溶液吸收曲线的绘制	172
实训 2	维生素 B_{12} 注射液的鉴别及含量测定	173
实训 3	邻二氮菲分光光度法测定水样中铁的含量	175
实训 4	复方磺胺甲噁唑片的含量测定	177
项目 9	色谱分析法	179
实训 1	纸色谱法分离氨基酸	179
实训 2	薄层色谱法分离混合磺胺类药物	181
实训 3	气相色谱法测定藿香正气水中乙醇含量	183
实训 4	高效液相色谱法(HPLC)测定双黄连口服液 中黄芩苷的含量	185
模块五	无机及分析化学综合实训	187
实训 1	碳酸钠的制备与分析	187
实训 2	粗氯化钠的提纯及纯度检测	189
实训 3	盐酸与磷酸混合酸的含量测定	191
实训 4	混合碱中 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 含量的测定	193
实训 5	饲料中铜含量的测定	195
实训 6	土壤中有效磷含量的测定	196
实训 7	用茶叶末制取茶多酚	198
实训 8	滴定分析操作考核	199



附录

/205

附录 A	不同标准溶液浓度的温度补正值	205
附录 B	常用标准溶液的配制与标定	207
附录 C	常用试剂的配制	209
附录 D	常用酸碱溶液的密度和浓度	213
附录 E	弱酸、弱碱在水中的电离常数(25 °C、 $I=0$) ...	214
附录 F	元素相对原子质量表(2007 年)	217
附录 G	化合物相对分子质量表	218
附录 H	常用缓冲溶液的配制	221

参考文献

/222

绪 论



任务1 明确无机及分析化学实训的目的

在无机及分析化学的学习中,实训是基础化学内容的重要组成部分,也是高等院校中化学、化工、轻工、医药、生物等专业的主要基础课程。无机及分析化学实训作为一门独立设置的课程,突破了原无机化学和分析化学实训分科设课的界限,将二者融为一体,旨在充分发挥无机及分析化学实训教学在素质教育和创新能力培养中的独特地位,使学生在实践中学习、巩固和深化化学基础知识和理论,掌握基本操作技术,培养实践能力和创新能力。通过实训,我们要达到以下四个方面的目的:

(1) 掌握物质变化的感性知识,掌握重要化合物的制备、分离和分析方法,加深对基本原理和基本知识的理解,培养用实训方法获取新知识的能力。

(2) 熟练地掌握实训操作中的基本技术;正确使用无机及分析化学实训中的各种常见仪器;培养独立的工作能力和思考能力(如在综合性和设计性实训中,培养学生独立准备和进行实训的能力);培养细致观察和及时记录实训现象及归纳、综合、正确处理数据,用文字准确表达结果的能力;培养分析实训结果的能力和一定的组织实训、科学研究和创新的能力。

(3) 培养实事求是的科学态度,培养准确、细致、整洁等良好的科学习惯,以及科学的思维方法,培养敬业、一丝不苟和团队协作的工作精神,养成良好的实训室工作习惯。

(4) 了解实训室工作的有关知识,如实训室试剂与仪器的管理、实训中可能发生的一般事故及其处理措施、实训室废液的处理方法等。

化学实训教学是实施全面化学教育的一种最有效的教学形式。全面的化学教育不仅要求教师传授化学知识和技术,而且应训练学生科学的研究方法和思维,培养学生献身于科学事业的精神和品德。因此,高等院校对化学实训课应该给予充分的重视。



任务2 掌握无机及分析化学实训的学习方法

要很好地完成实训任务,达到上述实训目的,除了应有正确的学习态度外,还要有正确的学习方法。无机及分析化学实训课一般包括以下三个环节。



(一) 预习

为了使实训能够获得良好的效果,实训前学生必须进行预习。通过阅读实训教材和参考资料,明确实训的目的与要求,理解实训原理,弄清操作步骤和注意事项,设计好数据记录格式,写出简明扼要的预习报告(对综合性和设计性实训,要写出设计方案),并于实训前对时间做好统一安排,然后才能进入实训室有条不紊地进行各项操作。

(二) 实训操作

在教师指导下独立地进行实训是实训课的主要教学环节,也是训练学生正确掌握实训技术,实现化学实训目的的重要手段。原则上,在实训过程中,学生应根据实训教材上所提示的方法、步骤和试剂进行操作;在进行设计性实训或对一般实训提出新的实训方案时,学生应该与指导教师讨论,修改和定稿后方可进行实训,并要求做到以下几点:①认真操作,细心观察,如实而详细地记录实训现象和数据;②如果发现实训现象和理论不相符,就应首先尊重实训事实,并认真分析和检查其原因,通过必要手段重做实训,有疑问时力争自己解决问题,也可以相互轻声讨论或询问教师;③实训过程中应保持肃静,严格遵守实训室工作规则;④实训结束后,洗净仪器,整理药品及清洁实训台。

(三) 实训报告

做完课堂实训只是完成了实训的一半,余下更为重要的工作是分析实训现象,整理实训数据,将直接的感性认识提高到理性思维阶段。实训后应认真、及时地完成实训报告,这是实训的基本环节之一。

模块一

无机及分析化学实训基础知识



知识目标

- (1) 了解玻璃仪器的洗涤原理、化学实训室用水的制备与选用原则；了解常用干燥剂、制冷剂、加热载体的种类与分析试样的制备方法。
- (2) 掌握学习无机及分析化学实训的方法。
- (3) 学会对化学试剂、常用器皿、滤纸、试纸、化学实训室用水进行分类。



能力目标

- (1) 了解常用干燥剂、制冷剂、加热载体的种类与分析试样的制备方法。
- (2) 掌握化学实训室常用玻璃仪器的洗涤方法与实训数据处理方法。
- (3) 学会认识化学试剂、常用器皿、滤纸、试纸、化学实训室用水的种类与选用。

项目1 无机及分析化学实训常用试剂和仪器



任务1 实训室用水基础知识

水是一种使用最广泛的化学试剂，是最廉价的溶剂和洗涤液。进行化学实训时，洗涤仪器、配制溶液、溶解试样、冷却降温均需用水。自来水中常含有 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 等杂质，这些杂质对化学反应会造成不同程度的干扰。因此，自来水只能用于初步洗涤或冷却。自来水经纯化处理后所得的纯水即化学实训室用水，方可作为精洗仪器用水、溶剂用水、分析用水及无机制备的后期用水等。

我国已制定了实训室用水的国家标准(GB/T 6682—2008《分析实验室用水规格和试验方法》)，其中规定了实训室用水的技术指标、制备方法及检验方法。这一基础标准的制定，对规范我国化学实训室用水、提高化学实训的可靠性和准确性有着重要的作用。进行化学实训时，应根据具体任务和要求的不同，选用不同规格的实训室用水。



(一) 实训室用水的级别

国家标准规定的实训室用水分为三级,其规格见表 1-1。

表 1-1 实训室用水的级别及主要指标

指标名称	一 级	二 级	三 级
pH 范围	—	—	5.0~7.5
电导率(25 ℃)/(mS/m)	≤ 0.01	≤ 0.10	≤ 0.50
吸光度(254 nm, 1 cm 光程)	≤ 0.001	≤ 0.01	—
可氧化物质(以 O 计)/(mg/L)	—	≤ 0.08	≤ 0.4
蒸发残渣((105±2) ℃)/(mg/L)	—	≤ 1.0	≤ 2.0
可溶性硅(以 SiO ₂ 计)/(mg/L)	≤ 0.01	≤ 0.02	—

注:① 由于在一级水、二级水的纯度下,难以测定其真实的 pH,因此,对一级水、二级水的 pH 范围不做规定;

② 由于在一级水的纯度下,难以测定可氧化物质和蒸发残渣,对其限量不做规定,可用其他条件和制备方法来保证一级水的质量。

(1) 一级水 一级水可用二级水经过石英设备蒸馏或离子交换混合床处理后,再经 0.2 μm 微孔滤膜过滤来制取。一级水用于有严格要求的分析实训,包括对颗粒有要求的实训,如高压液相色谱分析用水。

(2) 二级水 二级水可用多次蒸馏或离子交换等方法制取,用于无机痕量分析等实训,如原子吸收光谱分析、电化学分析实训等。

(3) 三级水 三级水可用蒸馏或离子交换等方法制取,是使用最普遍的纯水,可用于一般无机及分析化学实训,还可用于制备二级水乃至一级水。

为保证纯水的质量符合分析工作的要求,对于所制备的每一批纯水,都必须进行质量检查。国家标准(GB/T 6682—2008)中只规定了实训室用水质量的一般技术指标,但在实际工作中,有些实训对水有特殊要求,还要进行其他有关项目的检查。

(二) 实训室用水的制备

制备实训室用水的原料水,通常采用自来水。根据制备方法的不同,一般将实训用水分为蒸馏水、离子交换水、电渗析水和特殊纯水。由于制备方法不同,实训用水的质量也有差异。

1. 蒸馏水的制备

蒸馏水是根据水与杂质的沸点不同,将自来水(或其他天然水)用蒸馏器蒸馏而制得的。用这种方法制备纯水的操作简单,成本低廉,不挥发的离子型和非离子型杂质均可除去,但不能除去易溶于水的气体。蒸馏一次所得的蒸馏水仍含有微量杂质,只能用于一般化学实训;洗涤洁净度要求高的仪器和进行精确的定量分析工作时,必须采用多次蒸馏而得到的二次、三次甚至更多次的高纯蒸馏水。

蒸馏器有多种类型,目前使用的蒸馏器一般是由玻璃、镀锡铜皮、铝皮或石英等材料

制成的。由于微量的冷凝管材料成分也能带入蒸馏水中,故蒸馏器的材质不同,带入蒸馏水中的杂质也不同。例如:用玻璃蒸馏器制得的蒸馏水会有 Na^+ 、 SiO_3^{2-} 等,用铜蒸馏器制得的蒸馏水通常含有 Cu^{2+} 。蒸馏水中通常还含有一些其他杂质,如:二氧化碳及某些低沸点易挥发物质,能随水蒸气带入蒸馏水中;少量液态水呈雾状逸出,直接进入蒸馏水中。制备高纯蒸馏水时,须使用硬质玻璃蒸馏器或石英、银及聚四氟乙烯等蒸馏器。

一般水的纯度可用电阻率(或电导率)的大小来衡量,电阻率越高(或电导率越低),说明水越纯净。蒸馏水在室温时的电阻率可达 $1 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$,而自来水一般约为 $3 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 。在某些实训(如精密分析化学实训等)中,往往要求使用更高纯度的水,这时可在蒸馏水中加入少量高锰酸钾和氢氧化钡,再次进行蒸馏,以除去水中极微量的有机杂质、无机杂质及挥发性的酸性氧化物(如 CO_2)。这种水称为重蒸水,电阻率可达 $5 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 左右。保存重蒸水应用塑料容器而不能用玻璃容器,以免玻璃中所含的钠盐及其他杂质慢慢溶于水,而使水的纯度降低。

必须指出:以生产中的水汽冷凝制得的蒸馏水,因其含杂质较多,不能直接用于分析化学实训。

2. 离子交换水的制备

蒸馏法制备的纯水产量低,一般纯度也不够高。化学实训室广泛采用离子交换树脂来分离出水中的杂质离子,这种方法称为离子交换法。因为溶于水的杂质离子已被除去,所以制得的纯水又称为去离子水。去离子水常温下的电阻率可达 $5 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上。离子交换法制纯水具有出水纯度高、操作技术易掌握、产量大、成本低等优点,很适合于各种规模的化验室采用。该方法的缺点是设备较复杂,制备的水未除去非离子型杂质,含有微生物和某些微量有机物。

3. 电渗析水的制备

这是在离子交换技术基础上发展起来的一种方法。它是在外电场的作用下,利用阴、阳离子交换膜对溶液中离子的选择性透过而使杂质离子自水中分离出来,从而制得纯水的方法。电渗析水纯度比蒸馏水低,未除去非离子型杂质,电阻率为 $10^3 \sim 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

4. 特殊纯水的制备

在一些分析化学实训中,要求使用不含某种指定物质的特殊纯水。常用的几种特殊纯水的制备方法如下:

(1) 无二氧化碳纯水 将普通纯水注入烧瓶中,煮沸 10 min,立即用装有钠石灰管的胶塞塞紧瓶口,放置冷却后即得无二氧化碳纯水。

(2) 无氧纯水 将普通纯水注入烧瓶中,煮沸 1 h 后,立即用装有玻璃导管的胶塞塞紧瓶口,导管与盛有 100 g/L 焦性没食子酸碱性溶液的洗瓶连接,放置冷却后即得无氧纯水。

(3) 无氨纯水 将普通纯水以 $3 \sim 5 \text{ mL/min}$ 的流速通过离子交换柱即得无氨纯水。交换柱直径为 3 cm,长度为 50 cm,依次填入 2 份强碱性阴离子交换树脂和 1 份强酸性阳离子交换树脂。



任务2 化学试剂的基础知识

化学试剂是符合一定质量标准的、纯度较高的化学物质,它是用于教学、科研和生产



检验的重要物质,并可作为精细化学品生产的功能材料与原料。化学试剂是无机及分析化学实训工作的物质基础,能否正确选择与使用化学试剂,将直接影响到实训的成败、准确度的高低及实训成本的高低。因此,必须充分了解化学试剂的类别、性质、选择、应用与保管等方面的知识。

(一) 化学试剂的分类

国际标准化组织(ISO)已制定了多种化学试剂的国际标准,国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)对化学标准物质的分级也有了规定。我国化学试剂产品目前有国家标准(GB)、原化工部标准(HG)及企业标准(QB)三级。各类各级标准均明确规定了化学试剂的质量指标。

随着科学技术的进步与生产的发展,新型化学试剂还将不断被推出,化学试剂的应用范围越来越广泛。虽然现在化学试剂还没有统一的分类方法,但根据质量标准及用途的不同,可将其大体分为标准试剂、普通试剂、高纯试剂和专用试剂四大类。

1. 标准试剂

标准试剂是用于衡量其他物质化学量的标准物质(标准物质是指已确定其一种或几种特性,用于校准测量器皿、评价测量方法或确定材料特性量值的物质),通常由大型试剂厂生产,并严格按照国家标准规定的方法进行检验。其特点是主体成分含量高而且准确可靠。国产主要标准试剂见表 1-2。

表 1-2 国产主要标准试剂

类 别	主 要 用 途
滴定分析标准滴定溶液	滴定分析法测定物质的含量
pH 基准试剂	pH 计的校准(定位)
一级 pH 基准试剂	pH 基准试剂的定值和高精密度 pH 计的校准
滴定分析第一基准试剂(C 级)	工作基准试剂的定值
滴定分析工作基准试剂(D 级)	滴定分析标准滴定溶液的定值
色谱分析标准	气相色谱法进行定性和定量分析的标准
杂质分析标准溶液	仪器与化学分析中作为微量杂质分析的标准
农药分析标准	农药分析
有机元素分析标准	有机元素分析
临床分析标准滴定溶液	临床化验
热值分析试剂	热值分析仪的标定

滴定分析用标准试剂在我国习惯称为基准试剂,它分为 C 级(第一基准)与 D 级(工作基准)两个级别。我国迄今共计有 6 种 C 级和 14 种 D 级基准试剂。前者主体成分的质量分数为 99.98%~100.02%,后者为 99.95%~100.05%。基准试剂采用浅绿色标签。D 级基准试剂是滴定分析中的计量标准物质。D 级基准试剂见表 1-3。

表 1-3 D 级基准试剂

名 称	国家标准代号	使用前的干燥方法	主 要 用 途
氧化锌	GB 1260—2008	800℃灼烧至恒重	标定 EDTA 溶液
碳酸钙	GB 12596—2008	(110±2)℃干燥至恒重	标定 EDTA 溶液
乙二胺四乙酸二钠	GB 12593—2008	硝酸镁饱和溶液恒湿器中放置 7 天	标定金属离子溶液
无水碳酸钠	GB 1255—2008	270~300℃灼烧至恒重	标定 HCl、H ₂ SO ₄ 溶液
邻苯二甲酸氢钾	GB 1257—2008	105~110℃干燥至恒重	标定 NaOH、HClO ₄ 溶液
草酸钠	GB 1254—2008	105~110℃干燥至恒重	标定 KMnO ₄ 溶液
三氧化二砷	GB 1256—2008	硫酸干燥器干燥至恒重	标定 I ₂ 溶液
碘酸钾	GB 1258—2008	(180±2)℃干燥至恒重	标定 Na ₂ S ₂ O ₃ 溶液
重铬酸钾	GB 1259—2008	(120±2)℃干燥至恒重	标定 Na ₂ S ₂ O ₃ 、FeSO ₄ 溶液
溴酸钾	GB 12594—2008	(180±2)℃干燥至恒重	标定 Na ₂ S ₂ O ₃ 溶液
氯化钠	GB 1253—2008	500~600℃灼烧至恒重	标定 AgNO ₃ 溶液
硝酸银	GB 12595—2008	硫酸干燥器干燥至恒重	标定卤化物及硫氰酸盐溶液
无水对氨基苯磺酸	GB 1261—1977	(120±2)℃干燥至恒重	标定 NaNO ₂ 溶液
苯甲酸	GB 1259—2008	五氧化二磷干燥器减压干燥至恒重	标定甲醇钠溶液

2. 普通试剂

普通试剂是实训室广泛使用的通用试剂,国家和主管部门颁布质量指标的主要是三个级别,其规格和适用范围见表 1-4。生化试剂、指示剂也属于普通试剂。

表 1-4 普通试剂

试剂级别	名 称	英文名称	符号	标签颜色	适 用 范 围
一级品	优级纯	guaranteed reagent	G. R.	深绿	主体成分含量最高,杂质含量最低,适用于精密分析及科学研究工作
二级品	分析纯	analytical reagent	A. R.	金光红	主体成分含量低于优级纯试剂,杂质含量略高,主要用于一般分析测试、科学研究工作
三级品	化学纯	chemical reagent	C. P.	中蓝	质量较分析纯试剂低,适用于教学或精度要求不高的分析测试工作和无机、有机化学实训



3. 高纯试剂

高纯试剂主体成分含量通常与优级纯试剂相当,杂质含量很低,而且规定的杂质检测项目比优级纯或基准试剂的多1~2倍,通常杂质含量控制在 $10^{-9} \sim 10^{-6}$ 级的范围内。高纯试剂主要用于微量分析中试样的分解及试液的制备。

高纯试剂多属于通用试剂(如盐酸、高氯酸、氨水、碳酸钠、硼酸等),目前只有8种高纯试剂颁布了国家标准。其他产品一般执行企业标准,称谓也不统一,在产品的标签上常常标为“特优”“超优”或“特纯”“超纯”试剂。选用时,应注意标示的杂质含量是否符合实训要求。

4. 专用试剂

专用试剂是一类具有专门用途的试剂。该试剂主体成分含量高,杂质含量很低。它与高纯试剂的区别是:在特定的用途中,只须将杂质干扰成分控制在不致产生明显干扰的限度以下。

专用试剂种类颇多,如紫外及红外光谱纯试剂、色谱分析标准试剂、薄层分析试剂及气相色谱担体与固定液等。

按规定,试剂瓶的标签上应标示试剂的名称、化学式、摩尔质量、级别、技术规格、产品标准号、生产许可证号(部分常用试剂)、生产批号、厂名等,危险品和有毒品还应给出相应的标志。

(二) 化学试剂的选用

化学试剂的主体成分含量越高,杂质含量越少,则级别越高。高级别化学试剂由于其生产或提纯过程复杂而价格高,如基准试剂和高纯试剂的价格要比普通试剂高数倍乃至数十倍。在进行实训时,应根据实训的性质、实训方法的灵敏度与选择性、待测组分的含量及对实训结果准确度的要求等,选择合适的化学试剂。选择时,既不要超级别造成浪费,又不要随意降低级别而影响实训结果。

选用化学试剂时应注意以下几点:

(1) 一般无机化学教学实训使用化学纯试剂,而提纯实训、配制洗涤液则可使用工业级试剂。

(2) 一般滴定分析常用的标准滴定溶液,应采用分析纯试剂配制,再用D级基准试剂标定;对分析结果要求不高的实训,则可用优级纯,甚至分析纯试剂代替基准试剂;滴定分析所用其他试剂一般为分析纯试剂。

(3) 仪器分析实训中一般使用优级纯或专用试剂,而测定微量或超微量成分时应选用高纯试剂。

(4) 化学试剂的级别必须与相应的纯水及容器配合。比如,在精密分析实训中常使用优级纯试剂,就需要以二次蒸馏水或去离子水及硬质硼硅玻璃器皿或聚乙烯器皿与之配合,只有这样才能发挥化学试剂的纯度作用,达到要求的实训精度。



任务3 常用干燥剂、制冷剂与加热载体的基础知识

(一) 干燥剂

凡是能吸收水分的物质,一般都可以称为干燥剂。干燥剂主要用于脱除气态或液态物质中的游离水分。干燥剂既要有易与游离水分结合的活性,又要有不破坏被干燥物质的惰性。实训室常用干燥剂主要有无机干燥剂与分子筛干燥剂两类。常用于气体的无机干燥剂见表 1-5,常用于液体的无机干燥剂见表 1-6。

分子筛是人工合成的一种多水合晶体硅铝酸盐型超微孔吸附剂,适合于多种气体(如空气、天然气、氢气、氧气、二氧化碳、硫化氢、乙炔等)和有机溶剂(如苯、乙醇、乙醚、丙酮、四氯化碳等)的干燥。分子筛干燥剂种类很多,目前广泛应用的是 A 型、X 型和 Y 型。各类分子筛干燥剂的化学组成及其特性见表 1-7。

表 1-5 用于气体的无机干燥剂

干 燥 剂	适用干燥的气体
氧化铝	多数气体
硅胶	氨气、胺类、氧气、氮气
碱石灰	氨气、胺类、氧气、氮气
氢氧化钾	氨气、胺类
氧化钙	氨气、胺类
浓硫酸	氢气、二氧化碳、一氧化碳、氮气、氯气、烷烃
氯化钙	氧气、氢气、氯化氢、氮气、二氧化硫、乙醚、烯烃、氯代烃、烷烃
五氧化二磷	氧气、氢气、二氧化碳、一氧化碳、氮气、二氧化硫、乙烯、烷烃

表 1-6 用于液体的无机干燥剂

干 燥 剂	适用干燥的液体	不适用干燥的液体
硫酸铜	醚、醇	甲醇
氯化钙	醚、酯、卤代烷	醇、酮、胺、酚、脂肪酸
钠	醚、饱和烃	醇、胺、酯
氢氧化钾	碱	酮、醛、脂肪酸、酸
五氧化二磷	烃、卤代烃	碱、酮
碳酸钾	碱、卤代物、酮	脂肪酸、酯
浓硫酸	饱和烃、卤代烃	碱、酮、醇、酚
硫酸钠	普通物质	—