



中等职业学校教材

化学检验技术

● 孙彩兰 主编 ●



化学工业出版社



本书是根据教育部《中等职业学校教学大纲》和《中等职业学校化学教学大纲》的要求，结合中等职业学校化学教学的实际，在充分调研的基础上，参照国外先进教材，精心编写而成的。本书可作为中等职业学校化学专业及相关专业的教材，也可供从事化学工作的工程技术人员参考。

本书在编写过程中，参考了有关文献资料，并得到了有关专家、学者的指导和帮助，在此表示衷心的感谢。

中等职业学校教材

化学检验技术

孙彩兰 主编

图书在版编目(CIP)数据

化学检验技术 / 孙彩兰主编. — 北京: 化学工业出版社, 2003.3
 ISBN 7-122-01299-3
 I. ①化… II. ①孙… III. ①化学—分析—专业学校—教材
 ②化学—分析—专业学校—教材—化学工业出版社

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第012993号

责任编辑: 孙彩兰
 封面设计: 孙彩兰

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区黄柏大街13号 邮政编码: 100011)
 印刷: 北京工业印刷厂
 装订: 北京工业印刷厂
 2003年10月第1版 2003年10月第1次印刷
 16开 160mm×100mm 32印张 1.25印张
 ISBN 7-122-01299-3 定价: 18.00元



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要介绍化学检验基础知识、安全技术、化学检验基本技能、化工产品检验技术、煤炭燃料检验技术以及环境资源检验技术,附录中附有实验室常用溶液试剂配制技术。各章设有相应的技能要求,明确技能要点,强调训练目的。本书结合化学化工专业实践教学特点,面向社会需要,适应学生状况,以就业为主,培养技术能手;反应中职教育特点,突出实用性和实践性,有利于学生综合能力和创新能力的培养,强化职业的实用性技能教育,使中职院校学生毕业前通过化学检验考级考核。

本书内容简明扼要,实用性强。可作为中等职业学校分析或检验专业的教材,也可作为从事分析检验工作人员的操作技能培训教材和参考书。

化学检验技术

主编 孙彩兰

图书在版编目(CIP)数据

化学检验技术/孙彩兰主编. —北京:化学工业出版社, 2008.2
中等职业学校教材
ISBN 978-7-122-01936-3

I. 化… II. 孙… III. 化工产品-检验-专业学校-教材 IV. TQ075

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005920 号

责任编辑:冯国庆 窦臻
责任校对:边涛

装帧设计:关飞

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:化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 10½ 字数 254 千字 2008 年 3 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:18.00 元

版权所有 违者必究

前 言

目前我国中等职业技术教育在教学思想、教学内容等方面仍然受着传统教育思想的制约,已经严重影响了职业教育目标的实现。教材建设是职业教育的一个重要环节(师资、专业、教材建设),是奠基工程。教材是教师实施教育教学的重要载体和主要依据,是学生获取知识、发展能力的重要渠道,也是考核教育教学成效的重要依据。教材改革要体现教育教学的思想性、科学性、先进性、实用性和趣味性,必须与当前中等职业教育的改革相适应,要和地区差异相适应,要和人才市场的要求相适应。因此必须将先进的教育教学思想以及科学技术的新发展、新成果和新动向反映到新教材中,依此定位,结合教学实际,编写这本教材。本教材编写力求做到反应中职教育特点,突出实用性和实践性,有利于学生综合能力和创新能力的培养,同时能够使中职院校学生毕业前通过化学检验考级考核,取得当地职业技术鉴定中心颁发的化学检验初、中级工证书。

本书结合化学化工专业实践教学特点,面向社会需要,适应学生状况,强化职业的实用性技能教育;结合社会现实需要,以就业为主,删去过于高深的“理论”,侧重“操作”,教学重点放在“实训”,培养技术能手。从实验室基础、化学检验基本技术到化学检验技术在实践工作中应用实例等多方面、多角度进行阐述,体现其“创新性、实用性、综合性和先进性”,紧密联系生产、生活实际,编写了有关化工产品、石油产品、煤炭、环境资源等方面的化学检验内容。为使学生在学习训练操作过程中更得心应手,附录中列出了实验室常用酸碱浓度、常用指示剂及某些试剂配制方法等相关内容。

本书由抚顺职业技术学院孙彩兰主编,辽宁石油化工大学职业技术学院马荣兰参加编写(绪论、第一章的第一节~第四节、第二章的第二节~第五节、第四章、第五章、第六章的第一节和第二节)。本书适用于中等职业学校化学化工类相关专业教学,也可用于工厂企业培训教材、自学教材及技能鉴定的培训教材,还可作为从事化工生产、石油生产、环境监测、化工分析类的技术人员及管理人员的参考书,各培训部门可根据所培训人员的不同酌情选用部分或全部内容。

本书在编写过程中得到了劳动技术监督局、各厂家企业的大力支持。

由于编者水平有限,书中不妥之处,请广大读者批评指正,在此非常感谢。

编者

2008年2月

目 录

绪论	1
一、化学检验技术课程性质任务和作用	1
二、化学检验技术课程的内容	1
三、化学检验技术课程的基本要求	1
四、化学检验报告的撰写要求	1
五、化学检验技术成绩的评定	2
第一章 实验室基础	3
第一节 实验室用水知识	3
一、实验用水的级别和规格	3
二、实验用水的制备	4
三、实验用水的检验	5
四、实验用水的贮存	6
第二节 化学试剂知识	6
一、化学试剂的分类	7
二、化学试剂的选用	7
三、化学试剂的保管和取用	7
第三节 化学检验中常用器皿	8
一、玻璃仪器	8
二、其他非金属器皿	10
三、金属器皿	11
第四节 玻璃仪器洗涤技术	11
一、洗涤剂的种类	11
二、玻璃仪器洗涤标准	12
三、洗涤方法	12
第五节 实验室安全常识	13
一、实验室安全守则	14
二、实验室防火防爆知识	14
三、安全用电常识	17
第六节 实验室“三废”处理	18
一、废气处理	18
二、废液处理	19
三、废渣处理	21
第七节 试剂回收	22
一、有机溶剂	22
二、金属及其化合物	23
思考题	23

第二章 化学检验基本技术	25
第一节 分析天平与称量技术	25
一、天平的种类与性能	25
二、分析天平的主要技术规范	26
三、双盘天平	27
四、单盘精密天平	30
五、电子天平	33
六、分析天平的使用规则	35
第二节 化学分析技术	35
一、称量分析	36
二、滴定分析	42
三、测定实例	49
第三节 有机分析技术	50
一、蒸馏和分馏技术	50
二、熔点和沸点的测定	52
第四节 仪器分析技术	57
一、可见分光光度计	57
二、原子吸收分光光度计	58
三、气相色谱仪	60
四、酸度计	61
第五节 物理常数测定	63
一、折射率测定技术	63
二、旋光度测定技术	65
三、黏度测定技术	66
思考题	67
第三章 化学检验技术常规技能训练	69
第一节 化学分析常规技能训练	69
训练一 分析天平的称量练习	69
训练二 可溶性硫酸盐中硫含量的测定	70
训练三 酸碱标准溶液的配制及浓度比较	71
训练四 酸碱标准溶液浓度的标定	73
训练五 铵盐中含氮量的测定(甲醛法)	76
训练六 食醋中总酸量的测定(考核训练)	78
训练七 工业纯碱总碱度的测定	78
训练八 EDTA 标准溶液的配制与标定	80
训练九 水硬度的测定(考核训练)	82
训练十 高锰酸钾标准溶液的配制与标定	83
训练十一 过氧化氢含量的测定——高锰酸钾法(考核训练)	85
第二节 其他分析检验常规技能训练	86
训练十二 工业乙醇的蒸馏与沸点测定(考核训练)	86
训练十三 甲醇和水的分馏和折射率测定	87

训练十四 熔点的测定	89
训练十五 从茶叶中提取咖啡因	90
训练十六 醋酸电离常数和电离度的测定——pH 电位法 (考核训练)	91
训练十七 邻二氮菲分光光度法测定微量铁	92
训练十八 原子吸收分光光度法测定自来水中镁的含量	94
思考题	95
第四章 化工产品检验技术	97
第一节 化学试剂检验技术	97
一、化学试剂检验标准	97
二、化学试剂主要含量测定	97
三、化学试剂通常项目检验	98
第二节 涂料检验技术	101
一、概述	101
二、涂料检验标准	102
三、涂料产品通用性能检验	102
四、涂料中有害成分检验	109
第三节 颜料和染料检验技术	111
一、颜料	111
二、染料	116
思考题	119
第五章 煤炭产品检验技术	121
第一节 煤炭产品基本知识	121
一、煤的形成和分类	121
二、煤的组成及各组分性质	121
第二节 煤炭检验技术	121
一、煤中水分的测定	122
二、灰分的测定	124
三、挥发分的测定	124
四、发热量的测定	126
第三节 石油化工产品检验概述	127
一、石油化工产品检验意义	127
二、石油化工产品检验标准	128
三、石油化工产品检验程序	128
第四节 理化性能检验	130
一、密度的测定	130
二、闪点的测定	131
三、水分的测定	132
四、灰分的测定	133
思考题	134
第六章 水泥产品和环境资源检验技术	135
第一节 水泥检验基本知识	135

一、概述	135
二、水泥化学分析检验技术	135
第二节 产品质量例行控制检验技术	136
一、二氧化硅的测定	136
二、三氧化二铁的测定	137
三、三氧化二铝的测定	137
四、二氧化钛的测定	138
五、钙和镁的测定	139
第三节 环境水资源检验技术	140
一、水质酸度的测定	141
二、化学需氧量的测定	142
三、总氮量的测定	144
第四节 大气环境资源检验技术	145
一、二氧化碳的测定	145
二、甲醛的测定	146
思考题	148
附录	149
附录一 常见酸碱的密度和浓度	149
附录二 常见基准物质的干燥条件和应用	149
附录三 常用指示剂	150
附录四 常用缓冲溶液	153
附录五 实验室中某些试剂配制	155
参考文献	159

绪论

一、化学检验技术课程性质任务和作用

化学检验技术是化学分析的基本理论和基本技能在检验技术中的应用,是利用化学分析的方法对物质或产品的特性进行检查、测量、试验,并将其结果与规定的要求进行比较以确定每项特性合格情况所进行的活动。化学检验技术是实验室和工业分析中最基本的检验技术,是实验室工作人员、工业分析测试人员、中等职业技术人员以及从事环保、化工专业的中等职业技术学校的学生必须掌握的一门基本技能。

在科学迅猛发展的今天,任何科研、生产部门都离不开化学检验技术,化学检验的结果是评价工业生产中的原料和产品质量的依据,是对工业生产进行过程控制,合理使用原料、提高产品质量的依据。随着科学技术的发展,各行各业都离不开化学检验技术。石油、化工、环保、农业、医药卫生、食品等都需要化学检验技术,更需要合格的化学检验技术人员。学好化学检验技术课程具有十分重要的意义。

二、化学检验技术课程的内容

本课程内容以实验室基础知识和基本检验技能为主线,包括实验室基础知识、化学试剂、常用玻璃仪器的使用等基础知识以及基本操作技能;基本检验技术、物质物理常数的测定技术以及常见的工业产品的检验分析,是无机分析、有机分析、化学分析和仪器分析知识的融会贯通,另外还涉及一些工业分析方面的内容和基本检验技术。

三、化学检验技术课程的基本要求

化学检验技术课程是一门化学知识技能要求很强的课程,要求学生要具备一定的化学基础知识,要有把化学检验的基本理论应用于化学检验的实践中去,除了认真学习本课程之外,更要重视动手能力的培养,加强实验基本功的训练,实验前,要认真做好预习,写出预习报告,实验中要认真观察,做好记录。实验后写出检验的实验报告。通过理论与实践,培养学生运用理论知识解决实际问题的能力,不断提高学生分析问题解决问题的能力,在未来的工作中成为合格的检验技术人员。以检验结果的准确性、科学性、公正性和权威性为工业生产过程提供依据。

四、化学检验报告的撰写要求

1. 化学检验实验报告

化学检验实验报告是化学检验实验的记录和总结,是化学检验课程的基本训练内容。要求内容真实、准确,格式规范,字迹端正、整齐。化学检验报告通常包括以下内容。

- ① 检验题目、目的、内容、日期。
- ② 检验所用的仪器与药品:仪器要标明所用型号,药品要写出规格及溶液的浓度。
- ③ 原理:用简单的文字说明或用反应方程式表示。
- ④ 检验记录。
- ⑤ 检验结论。
- ⑥ 检验者签名。

2. 检验报告

检验报告在国民经济各个领域起着十分重要的作用。生产控制方面、产品开发、科学研究等都离不开化学检验,写出合格的检验报告是化学检验工作者必备的最基本的能力。由于各行各业的要求不同,检验报告的格式会有所不同,但应该具备下列最基本的内容:

- ① 检验项目;
- ② 检验地点;
- ③ 检验日期;
- ④ 结论;
- ⑤ 检验人。

五、化学检验技术成绩的评定

化学检验课程的成绩是检验学生学习程度的依据,成绩的评定应以平时的考察为主,一般平时应占 50%,平时成绩要以实验操作为主,期末考试占 50%。成绩的评定可参考以下标准。

1. 优秀

能够正确理解化学检验的目的和要求,独立、正确地完成各项操作,能较好地处理试验中遇到的问题。较好地完成各项化学检验并有检验报告。实验中认真操作,试验结束后,实验台面整洁,物放有序。

2. 良好

能理解化学检验的目的和要求,能认真完成各项试验操作,实验中操作认真,能处理在检验中遇到的问题,能完成检验报告。实验结束后,实验台面整洁,物放有序。

3. 中等

基本理解化学检验的基本要求,能努力认真地进行化学检验各项操作,但技能较差,能完成检验报告,认真遵守规则,学习努力。实验结束后,实验台面基本整洁,物放基本有序。

4. 及格

能机械地了解实验内容,掌握知识技能不太好,在教师的指导下或在同学的帮助下能完成实验内容,能完成检验报告,遵守实验室的规章制度。

5. 不及格

实验技能掌握的不好,有些实验能做,但效果较差。检验报告不符合要求。缺课达到 1/4 者。

第一章 实验室基础

第一节 实验室用水知识

技能要求：

1. 了解实验室用水的级别和实验用水的制备。
2. 掌握实验室用水贮存的和检验方法。

在化学检验中经常要用到水，水在日常生活、生产、科研中起到了十分重要的作用。水在化学实验、工业分析、化学检验中是最廉价的溶剂和洗涤剂。水质的好与坏将直接影响到化学检验的结果。天然水长期与土壤、空气、矿物接触，水中含无机盐和有机物等杂质，所以天然水不能直接用于化学检验。实验室用水需要按照一定的方法制备纯水。纯水只是杂质的含量极少，而不是绝对不含杂质。

一、实验用水的级别和规格

实验用水有相应的国家标准。我国已经建立了实验室用水规格的国家标准。参见 GB 6882—92《分析实验室用水规格和试验方法》，在“标准”中，将试验用水分为三个级别，即一级水、二级水和三级水。在化学试验中，一般的情况下，使用三级水。仪器分析使用二级水。

三级水：包括蒸馏水、电渗析水和离子交换水。它是最普遍的纯水，可以直接用于一般的实验。

二级水：用离子交换方法制取或多次蒸馏，含有微量的无机、有机或胶态离子杂质。用于痕量分析，如原子吸收光谱等。

一级水：用二级水经石英设备蒸馏，再经微孔滤膜过滤制取，基本上不含有微量的无机、有机或胶态离子杂质，主要适用于较严格的实验。

实验室用水的级别与主要指标见表 1-1。

表 1-1 实验室用水的级别与主要指标

指标名称	一级水	二级水	三级水
pH 值范围(25℃)	—	—	6.0~7.5
电导率(25℃)/(mS/m)	≤0.01	≤0.1	≤0.50
可氧化物质(O)/(mg/L)	—	≤0.08	≤0.04
吸光度(254nm,1cm 光程)	≤0.001	≤0.01	—
蒸发残渣[(105±2)℃]/(mg/L)	—	≤1.0	≤0.2
二氧化硅(SiO ₂)/(mg/L)	≤0.01	≤0.02	—

注：1. 由于高纯水难于测定其真实的 pH，故一级水和二级水的 pH 不做规定。

2. 一级水和二级水的电导率必须用新制备的水“在线”测定（即将测量电极安装在制水设备的出水管内）。

3. 由于在一级水的纯度下，难于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。

在工业检验和化学实验中,要按照试验要求,合理选用检验用水的级别。在保证实验要求的前提下,要节约用水。

二、实验用水的制备

按照制备方法的不同,实验用水可分为蒸馏水、电渗析水和离子交换水。

1. 蒸馏法

用蒸馏的方法制得的水称为蒸馏水。将自来水在蒸馏装置中加热汽化,水蒸气冷凝后便得到蒸馏水。蒸馏装置通常是硬质玻璃、铜、石英等材料。在蒸馏过程中,大部分无机盐不挥发,留在了剩余的水中。由于蒸馏器材不同,带入水中的杂质也不同。例如,用玻璃蒸馏器制得的蒸馏水中就会含有 Na^+ 、 SiO_3^{2-} 等离子,用铜蒸馏器蒸馏得到的蒸馏水中就含有 Cu^{2+} ,另外蒸馏水中还含有一些其他的杂质。所以,这样得到的蒸馏水虽然比较纯净,但仍含有微量的杂质。当然,在实验室中还可以进行二次蒸馏,可以提高蒸馏水的纯度。在制取二次蒸馏水时,可先加入少量的高锰酸钾和氢氧化钡溶液,破坏水中的有机物。再次进行蒸馏时,收集蒸馏中段的流出液。为了防止 CO_2 的进入,接收器上口应安装碱石棉管。这种水称为重蒸馏水(二次蒸馏水)。保存这种水要用塑料容器。若用玻璃容器,则玻璃中的钠离子或其他杂质可能会慢慢地溶于水中,从而使水的纯度降低。

此法设备成本低,但耗能大,只能除去水中非挥发性杂质,不能完全除去水中溶解的气体杂质。本法不适合大量水的制备。

2. 离子交换法

用离子交换树脂分离出水中的杂质离子而制得纯水的方法称为离子交换法。离子交换树脂是有机高分子离子交换剂,在水、酸、碱中不溶解,对有机溶剂、氧化剂、还原剂和其他化学试剂具有较好的稳定性,对热也较稳定。离子交换树脂还具有交换容量大、机械强度高、耐磨、膨胀性小和可反复使用等优点。根据离子交换树脂中活性基团不同,分为强酸性离子交换树脂、弱酸性离子交换树脂和强碱性离子交换树脂、弱碱性离子交换树脂。制取纯水一般选用强酸性阳离子交换树脂和强碱性阴离子交换树脂,市售阳离子树脂一般为钠型,阴离子交换树脂一般为氯型,使用前应用酸、碱处理成氢型和氢氧型。

(1) 原理

原料水流经预先处理好的氢型阳离子交换树脂时,水中的金属离子(例如 Na^+)与树脂上的氢离子交换,金属离子留在树脂上, H^+ 进入水中,可以简单的表示为



含有阴离子的水再流经预先处理好的氢氧型阳离子交换树脂,则阴离子与树脂上的 OH^- 交换,阴离子留在树脂上,被交换下来的 OH^- 与 H^+ 结合成水。



经离子交换处理过的水,除去了大部分阴阳离子,因此成为去离子水。

(2) 离子交换法的操作过程

离子交换法制备纯水的过程包括树脂处理、装柱连接、采水和树脂再生等。

① 树脂处理 处理方法包括水漂洗、醇浸泡和酸碱处理三个步骤。

a. 水漂洗 将新树脂放在盆中,用自来水反复漂洗,除去其中杂质、灰尘等,至洗出液不浑浊为止,再用蒸馏水浸泡 24h。

b. 醇浸泡 将水排尽,加入 95% 乙醇浸没树脂层,搅拌摇匀浸泡 24h,将乙醇排尽,再用自来水洗净。

c. 酸碱处理 对阳离子交换树脂, 加入盐酸 (4%~10%) 浸泡 2~3h, 用水洗至 pH=3~4。再用氢氧化钠 (4%~10%) 洗, 用水洗至 pH=9~10 止。再用盐酸 (4%~10%) 浸泡 4h, 搅拌, 用蒸馏水洗至 pH=4。对阴离子交换树脂, 加入氢氧化钠 (4%~10%), 操作方法同阳离子交换树脂, 最后用蒸馏水洗至 pH 值为 8 止。

② 装柱连接和采水 装柱方法是先注半柱水, 再将浸泡在水中的树脂连同水一起倒入柱中。装柱时应注意避免树脂间形成气泡而影响交换量和水的流速。

连接方式: 按强酸性阳离子交换柱→强碱性阴离子交换柱→混合离子交换柱进行串联。水从柱的上端流入, 下端流出。配以其他一些辅助设备, 便可产生去离子水。

③ 树脂再生 树脂再生与树脂处理方法基本相同。

再生方法大体可分为四个过程, 即逆洗、再生、洗涤和运行。

a. 逆洗 水从交换柱底部进入, 上部流出, 逆洗时间一般为 10~30min。洗出水清澈透明为合格。

b. 再生 从逆洗后的阳离子交换柱顶部注入盐酸 (4%~10%), 流经阳离子交换柱。阴离子交换树脂的再生是以氢氧化钠 (4%~10%) 从已逆洗的阴离子交换柱顶部注入流经阴离子交换柱。

c. 洗涤 分别用去离子水淋洗已再生的阴离子、阳离子交换柱。阳离子交换柱流出液 pH=3~4, 阴离子交换柱流出液 pH=8~9。

d. 运行 经逆洗、再生、洗涤后各交换柱连在一起便可以采水。

离子交换树脂制水方式主要有复合床法、混合床法、联合床法。

复合床法是比较常用的离子交换法制水方式。

用离子交换法制得的水叫离子交换水, 因为除去了溶于水中的杂质离子, 所以又称去离子水。离子交换法制得的水的纯度很高, 操作简单, 成本低。但不能除去水中非离子型杂质, 因此常含有微量的有机物, 故为三级水。

3. 电渗析法

电渗析法是在直流电场的作用下, 利用阴离子、阳离子交换膜对水中的阴阳离子选择性渗透的性质而除去水中杂质离子的。电渗析法制得的水纯度比蒸馏水低, 接近三级水的质量。

三、实验用水的检验

纯水的检验有标准方法和一般检验法。

国家标准 GB 6282—92 详细规定了分析检验用水的质量检验方法。按标准检验方法的要求, 用待测水洗净容器后, 至少取 3L 具有代表性的水样, 检验中所用的试剂溶液的制备、及刷洗仪器的溶液, 均不能低于待检验级别的水。检验方法主要有 pH 的测定、电导率的测定、吸光度的测定、可氧化物质限度的测定、蒸发残渣的测定、可溶性硅的测定。这些标准的检验方法比较费时烦琐, 下面介绍一般的化验工作使用纯水的检验方法。

(1) 纯水的检验

① 使用酸度计测定 用酸度计测定纯水的 pH。测定时, 先用 pH 值为 5.0~8.0 的标准缓冲溶液校正 pH 计, 然后取 100mL 水于烧杯中, 插入玻璃电极和甘汞电极, 测定其 pH。

② 使用电导率仪测定 使用电导率法测定纯水是很方便的, 一般的纯水可用电导率的

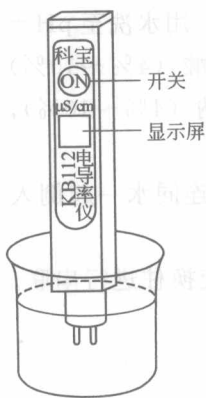


图 1-1 手持式
微型电导率仪

大小来衡量，电导率越低，表明水越纯净。一般离子交换法制得的纯水可以用电导率仪监测水的电导率，根据电导率确定何时需再生交换柱。取水样后要立即测定，避免空气中的二氧化碳溶于水，导致水的电导率增大。图 1-1 是手持式微型电导率仪示意图。

③ 指示剂法 在两只试管中各加入 10mL 待测的水，一只试管中加入 2~3 滴 0.1% 甲基红指示剂，不显红色，在另一试管中滴加 5~6 滴 0.1% 溴百里酚蓝指示剂，不显蓝色。如果纯水的 pH 值在 6~7，即为符合要求。

(2) 纯水中离子的检验

① 氯离子的检验 取 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，无浑浊产生即为无氯离子。

② 硫酸根的检验 取 2~3mL 待测水，放入试管中，加 2~3 滴 $2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸酸化，再滴加 0.1% 氯化钡溶液，放置 15h，无沉淀析出即无硫酸根。

③ 钙离子的检验 取 2~3mL 待测水，加数滴 $6\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水使呈碱性，再滴加 2 滴草酸铵溶液，不产生沉淀即可。

四、实验用水的贮存

经过各种纯化方法制得的化学实验用水，其纯度越高，成本也越高，应根据不同分析方法和实际需要，合理地选用实验用水。由于纯水在贮存过程中，贮水的容器材料的可溶解成分或多或少地会进入水中，或吸收空气中 CO_2 等气体和其他杂质，这些都会引起纯水质量的改变。高纯水要在使用前制备，不宜存放。一般实验用水的贮存时间也不易过久。

表 1-2 列出了国家标准中规定的各级水的制备方法、贮存条件和使用范围。

表 1-2 分析实验室用水的制备、贮存及使用

级别	制备与贮存	使用
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 $0.2\mu\text{m}$ 微孔滤膜过滤制取，不可贮存，使用前制备	有严格的分析实验，包括对颗粒有要求的实验，如高压液相色谱分析用水
二级水	可用多次蒸馏或离子交换等方法制取，贮存于密闭的专用聚乙烯容器中	无机痕量分析等试验，如原子吸收光谱分析用水
三级水	可用蒸馏或离子交换等方法制取，贮存于密闭的专用聚乙烯容器中，也可使用密闭的专用玻璃容器贮存	一般化学分析试验

注：贮存水的新容器在使用前需用盐酸溶液（20%）浸泡 2~3 天，再用待贮存的水反复冲洗，然后注满，浸泡 6h 以上方可使用。

第二节 化学试剂知识

技能要求：

- 1. 了解化学试剂的分类和选用。
- 2. 了解化学试剂的保管和使用。

化学试剂是保证化学检验质量的因素之一，它直接影响到检验结果的准确度。化学试剂的种类繁多，一般按照试剂的组成或用途分类。有一般试剂、标准试剂、高纯试剂、专用试剂等。实验中要合理选择、正确使用、妥善保管。

一、化学试剂的分类

化学试剂按用途可分为一般化学试剂和特殊化学试剂。根据国家标准,化学试剂可以分为四类。

(1) 一般试剂

一般试剂就是实验室普遍使用的试剂。用于无机分析的试剂,如氧化物、酸、碱、盐、单质以及用于有机分析的试剂醇、醛、醚羧酸等。

(2) 基准试剂

基准试剂是衡量其他物质化学量的标准物质,是化学试剂中的标准物质,用于标定标准滴定溶液的浓度等。

(3) 高纯试剂

高纯试剂其主体含量与优级纯相当,用于某些特殊的材料,如痕量分析等,其纯度在99.9999%以上

(4) 专用试剂

专用试剂是指具有特殊用途的试剂,包括各类仪器分析所用的试剂,如光谱纯试剂、色谱分析标准试剂等。

化学试剂的规格及使用范围见表 1-3。

表 1-3 化学试剂的规格及使用范围

试剂级别	名称	英文标志	标签颜色	使用范围
一级品	优级纯	G. R.	绿色	纯度很高,适用于精密分析及科学研究工作
二级品	分析纯	A. R.	红色	纯度仅次于一级品,主要用于一般分析测试、科学研究及教学实验工作
三级品	化学纯	C. P.	蓝色	纯度较二级品差,适用于教学或精密度要求不高的分析测试工作和教学实验
四级品	实验试剂	L. R.	棕色或黄色	纯度较低,只能用于一般性的化学实验及教学工作

二、化学试剂的选用

化学试剂的选用要综合考虑,根据化学检验的要求合理选用,即分析结果的准确度、分析方法的灵敏度、分析成本等因素。因为试剂的纯度越高,价格也越贵,高纯试剂和基准试剂的价格比一般试剂高数倍甚至数十倍,盲目的选择可能会造成浪费或影响测定结果的准确性。在能满足试验的前提下,尽量选择价格合理的试剂。

通常滴定分析配制标准溶液选用分析纯试剂;仪器分析一般使用专用试剂或优级纯试剂;微量、超微量实验则选用高纯试剂,以降低空白值和避免杂质干扰。一般的教学试验如酸碱滴定可以用化学纯试剂,有一些则需要分析纯,如配位滴定,若试剂中的含有少量的金属离子杂质易与指示剂产生封闭现象。对于进出口商品检验、仲裁分析等对分析结果要求的比较高时,应选用优级纯、分析纯试剂。用于热浴等试验的试剂应选择工业品。

所购买的化学试剂的标签上应表明试剂名称、化学式、摩尔质量、级别、生产批号、厂家等,危险品和毒品还应该给出相应的标志。如果所购的试剂纯度不能满足试验的要求时,应将试剂提纯后再使用。在购买化学试剂时,应根据用量购买,以免造成浪费。

三、化学试剂的保管和取用

实验室贮存着种类繁多的化学试剂,在保管化学试剂时应该分类贮存和保管,既取用方便又具有安全性。无机物可按酸、碱、盐分类,盐可以按钾盐、钠盐等分类保管。

一般的情况下,化学试剂应保存在通风、干燥、洁净的房间里防止污染和变质。氧化剂、

还原剂应密封保存。相互混合或接触后可以发生反应的，不能混放，如强氧化性物质与强还原性物质、挥发性的酸与碱等。易挥发的试剂或低沸点的液体应放于低温阴暗处。易燃易爆和有毒的试剂应有安全措施。剧毒试剂如氰化物、砒霜等应由专人保管，使用时要严格登记。需要避光的试剂如 KMnO_4 、 AgNO_3 等应贮存在棕色瓶中或用黑纸包好，贮存于暗处。

试剂瓶上的标签脱落，要及时粘贴，无标签的或标签字迹不清的试剂，要小心处理，不可随意乱扔，以免引起严重的后果。盛碱的试剂瓶要用橡皮塞，不能用磨口塞，防止瓶口被碱溶解。实验室保管员要具有一定的化学知识，要经过培训上岗。

在使用化学试剂前，要看清标签，取用时瓶盖不许随意乱放，要将瓶盖反放在干净的地方。取固体试剂时，要用干净的药匙，取液体试剂一般用量筒。倒液体试剂时，标签朝手心，多余的液体不要到流回原试剂瓶。取完试剂后，瓶盖要随手盖上，切不可弄错，以防沾污试剂。试剂瓶要贴上标签，写上试剂的名称、浓度等，使用标准溶液前，应充分摇匀。

第三节 化学检验中常用器皿

技能要求：

- 1. 认识化学检验中常用的仪器。
- 2. 了解常用仪器的规格和用途。

化学实验经常用到一些仪器，大部分为玻璃制品，还有一些是瓷质类和少量的金属类。种类比较多，按用途可以分为容器类、量器类和其他器皿类。容器类包括试剂瓶、烧杯、烧瓶等。量器类包括量筒、移液管、滴定管、容量瓶等。其他器皿包括冷凝管、干燥器等。按质地可分为玻璃仪器、其他非金属器皿、金属器皿。

一、玻璃仪器

化学检验中常用的玻璃仪器种类很多，这里主要介绍常用的玻璃仪器的规格用途及使用注意事项，见表 1-4。

表 1-4 常用的玻璃仪器

名 称	常用 规格	主要用途及注意事项
烧杯	容量(mL):25、50、100、250、400、500、1000 等	配制溶液、溶解试样等;在石棉网上加热,加热时液体不超过容积的 1/3
试管	带刻度、不带刻度 容量(mL):试管 10、20;离心试管 5、10、15	做少量试剂的反应器,离心试管在离心机中用于沉淀的分离 直接在火焰上加热,但不能骤冷;加热时液体不能超过容积的 1/3,离心管只能在水浴上加热
试剂瓶	有广口、无色、棕色等 容 量 (mL): 30、60、125、250、500、1000、2000、10000、20000	细口瓶用于存放液体试剂;广口瓶用于盛装固体试剂;棕色瓶用于存放见光易分解的试剂 不能加热,瓶塞要用橡皮塞。试剂瓶上要有标签
滴瓶	有无色、棕色容量(mL):30、60、125	用于滴加试剂
锥形瓶(具塞)	容量(mL):50、100、250、500、1000	用于加热处理试样、滴定分析 滴定时,盛装的液体不能超过容积的 1/3,其他同烧杯
碘量瓶	容量(mL):50、100、250、500、1000、	用于碘量法或其他挥发性物质的定量分析 其他同锥形瓶
烧瓶	有平底、圆底 容量(mL):50、100、250、500、1000 等	在常温和加热条件下做反应容器,用于蒸馏 避免直火加热;盛装的反应液体不超过容积的 2/3

续表

名 称	常用规格	主要用途及注意事项
称量瓶	扁形容量(mL):10、15、30 高形容量(mL):10、20	扁形用于测定水分或在烘箱中烘烤基准物,高形用于称量不能加热,瓶盖要原配,烘烤时不可盖紧盖子
量筒、量杯	容量(mL):5、10、25、50、100、250、500、1000、2000等	用于粗略地量取一定体积的液体 不能加热,不能做反应容器
容量瓶	容量(mL):5、10、25、50、100、250、500、1000、2000等	用于容量分析,配制准确浓度的标准溶液 塞子要配套;不能加热
移液管吸量管	容量(mL):5、10、25、50、100	准确地移取一定量的液体 用后立即洗净
滴定管	有无色、棕色;酸式、碱式 容量(mL):5、10、25、50、100	容量分析中的滴定仪器,可以准确测量溶液的体积 酸式滴定管的活塞要配套,不能加热
漏斗	有长颈、短颈等 规格以口径(mm)表示,长颈口径:50、60、75,管长150mm。短颈口径:50、60,管长90、120	用于过滤 不能加热
分液漏斗、滴液漏斗	有球形、梨形等 容量(mL):50、100、250、500、1000	用于液体的分离、洗涤、萃取;制备反应中加液体 不能直火加热,漏斗活塞要原配
洗瓶	有玻璃和塑料的两种 容量(mL):市售150、200	盛装纯净水用于洗涤沉淀、容器等 不能装自来水
冷凝管	有直形、球形、蛇形、空气冷凝管等 全长(cm):320、370、490	蒸馏的冷凝装置,沸点高于150℃的液体用空气冷凝管,蛇形冷凝管适用于冷凝低沸点的液体 使用时下口进水,上口出水
表面皿	直径(mm):45、60、75、90、100、120	用于盖在烧杯、蒸发皿上或做称量固体试剂的容器 不能用火直接加热
比色管	容量(mL):10、25、50、100	用于光度分析 不可直火加热,不可用去污粉、毛刷刷洗,注意保持管壁透明
抽滤瓶	容量(mL):250、500、1000等	抽滤时接收滤液,不可加热
干燥器	有普通干燥器和真空干燥器 内径(mm):150、180、210	存放试剂,保持干燥 底部放入干燥剂,磨口处要涂凡士林,不可放温度过高的物体
砂芯玻璃坩埚	容量(mL):10、15、30	用于重量分析烘干沉淀,不能骤冷骤热,不能用于碱等
砂芯玻璃漏斗	容量(mL):10、15、30	抽滤,不能骤冷骤热,不能用于碱等

各种常见玻璃仪器外观如图 1-2 所示。

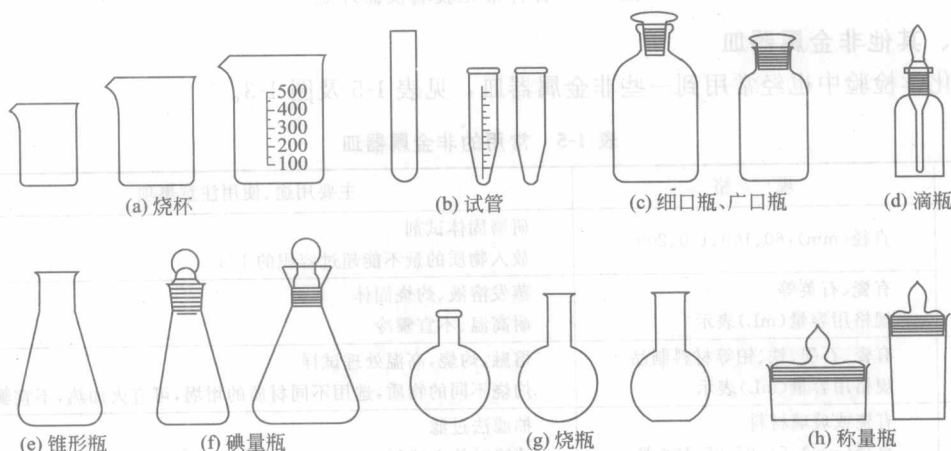


图 1-2