

高等学校基础化学实验系列教材

FENXI HUAXUE SHIYAN

分析化学实验

柳玉英 王平 张道鹏 主编



化学工业出版社

非
外
借

高等学校基础化学实验系列教材

分析化学实验

柳玉英 王平 张道鹏 主编

（北京）



化学工业出版社

· 北京 ·

（北京）

（北京）

《分析化学实验》介绍了实验室安全知识、常用仪器使用规范和实验基本操作等内容，并按基础、综合、设计三个层次安排了 57 个实验项目，主要侧重于定量分析。项目选取既注重培养学生的实际动手操作能力，又注意与生产生活如工业分析、食品分析、药物分析和环境分析相结合，以提高学生的学习兴趣。

《分析化学实验》可作为高等院校化学化工及其相关专业本科生的教材，也可供实验室分析人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

分析化学实验/柳玉英, 王平, 张道鹏主编. —北京:
化学工业出版社, 2018.8
高等学校基础化学实验系列教材
ISBN 978-7-122-32277-7

I. ①分… II. ①柳…②王…③张… III. ①分析化学-化学实验-高等学校-教材 IV. ①O652.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 110323 号

责任编辑: 宋林青 王 岩

文字编辑: 刘志茹

责任校对: 吴 静

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 刷: 北京市振南印刷有限责任公司

装 订: 北京国马印刷厂

710mm×1000mm 1/16 印张 10 $\frac{3}{4}$ 彩插 1 字数 208 千字 2018 年 9 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: 22.00 元

版权所有 违者必究

《分析化学实验》编写组

主 编：柳玉英 王 平 张道鹏
副主编：王粤博 刘 青 张 天 周 振 蔺红桃
参 编：董丽丽 张志伟 范慧清 肖海滨 王素文
 杨 璐 王 倩

前 言

分析化学是一门实践性很强的学科，分析化学实验作为化学化工类专业重要的基础课之一，与理论课的教学密切配合，相辅相成。通过该课程的学习，可以使学生了解定量分析的一般过程，掌握分析化学的基本操作技能和常用仪器的使用方法，提高动手实践能力，准确树立“量”的概念；加深对分析化学基础理论的理解和掌握，做到理论联系实际；培养学生严密谨慎、实事求是的工作作风和科学态度；提高学生观察现象、发现问题和分析问题、勤于思考和解决问题的综合能力，有助于其具备进行科学实验的初步能力。

本书是为了配合《分析化学》理论课的教学而编写的实验教材，主要内容是定量分析，可用作高等院校化学化工类专业及其相关专业的分析化学实验教材。

本书包括四个部分：分析化学实验基础知识、常用仪器及基本操作、实验和附录。为了强化学生的安全意识和环境保护意识，强化基本操作技能的训练，便于学生自学和指导学生的课前预习，本书对实验室的安全知识和常用仪器规范使用及实验的具体操作叙述较为详细；考虑实验室大都淘汰了阻尼天平的实际情况，书中只介绍电子天平的性能及使用；配合分析化学理论课教学方法和模式的改变，为了培养学生的创新意识、创新精神、创新能力，实验部分分层次编写了三种类型共计57个实验项目。第一层次是基础实验，即基本操作练习项目；第二层次是综合运用知识的综合性实验；第三层次是设计性实验。为了规范原始数据的记录，培养学生良好的实验习惯和严密谨慎、实事求是、精益求精的科学态度及求真务实的科学精神，在每个基础实验和综合性实验后均设有相应的数据记录表格；为了便于教师进行教学准备，并支持学生顺利完成实验的同时加深对理论知识的持续理解，每个实验均对实验过程中的注意事项加注了说明，并配有多个思考题；为了全面训练与提高学生查阅文献、处理数据、独立分析和解决实际问题、交流与合作以及创新研究的能力，本书的设计性实验只对每个项目进行了简单的提示，要求学生独立或分组设计合理完整的、切实可行的实验方案并独立完成实验。

本书的特点如下：一是基础知识和基本操作叙述详细全面，便于学生和相关分析工作者的自学；二是在严格的基本技能训练基础上，注重学生各种能力特别是创新能力的培养，引导学生体会主动发现、积极探索以及从“手艺”到“科学”的工匠精神；三是实验内容系统化、有层次，范围广，基础实验、综合实验和设计实验的比例各占35%、35%、30%左右，教学过程中可以根据客观条件及学生的实际情况进行选做，也可以针对不同的学生进行各种组合，实现因材施教，体现“以人为本”的教学理念；四是实验内容涵盖了工业分析、食品分析、药物分析、环境分

析等多个应用领域，充分体现了分析化学学科在科学研究、国家安全和国民经济建设中的战略地位，可以有效提高学生的学习兴趣和自信心，培养学生高度的质量保障意识、安全意识和责任心，养成良好的职业道德。

本书的编写和实验工作是在山东理工大学化学化工学院分析化学教研室全体教师和无机化学教研室的部分教师共同努力下完成的。柳玉英、王平、张道鹏等负责教材内容和结构的编排以及部分内容的编写；张天、刘青、蔺红桃、周振、张志伟、董丽丽等负责部分基础性实验和综合性实验的编写，王粤博、刘青等负责部分设计性实验的编写。全书由柳玉英统稿，由刘青复阅与校正。此外，本书从前期的准备、编写到最终的出版，得到了学院和学校的大力支持与帮助，编写过程中也参考了国内优秀的分析化学实验教材及其他有关资料，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请广大读者给予批评指正，以便不断完善。

编者

2018年4月

目 录

第 1 章 分析化学实验的基础知识	1
1.1 分析化学实验课的目的	1
1.2 分析化学实验课的要求	1
1.3 分析化学实验室的安全常识	2
1.3.1 防毒	2
1.3.2 防火	2
1.3.3 防爆	3
1.3.4 防腐蚀灼伤	3
1.4 试剂的一般知识	3
1.4.1 常用试剂的规格	3
1.4.2 取用试剂应注意事项	4
1.4.3 试剂的保管	4
1.5 分析用纯水	4
1.5.1 纯水的制备	4
1.5.2 纯水的检验	6
1.6 意外事故的处理	7
1.6.1 割伤、烫伤和化学灼烧	7
1.6.2 吸入刺激性气体或毒气	7
1.6.3 火灾	7
1.7 实验室“三废”的处理	8
1.7.1 废气	8
1.7.2 废液	8
1.7.3 固体废物	8
1.8 预习、实验数据的处理和实验报告	8
1.8.1 预习	8
1.8.2 实验数据的处理	9
1.8.3 实验报告	9
第 2 章 常用仪器及基本操作	10
2.1 定量分析中常用的仪器	10
2.2 玻璃器皿的洗涤	11
2.2.1 洗涤方法	11

2.2.2 常用的玻璃器皿洗涤剂	11
2.3 容量器皿的使用	12
2.3.1 滴定管及使用	12
2.3.2 移液管和吸量管的使用	16
2.3.3 容量瓶	18
2.4 容量器皿的校准	19
2.5 重量分析基本操作	21
2.5.1 蒸发	21
2.5.2 沉淀	21
2.5.3 陈化	21
2.5.4 过滤	21
2.5.5 沉淀的洗涤	24
2.5.6 沉淀的烘干和灼烧	24
2.6 分析天平	25
2.6.1 天平的种类	26
2.6.2 电子天平	26
2.6.3 称量方法	27
2.6.4 注意事项	28
2.7 分光光度计	28
2.7.1 分光光度计的构造	28
2.7.2 使用方法	29
2.7.3 注意事项	29
第3章 基础实验	31
实验1 天平称量练习	31
实验2 滴定分析基本操作练习	33
实验3 容量分析仪器的校准	36
实验4 粗盐的提纯	40
实验5 铵盐中氮含量的测定	43
实验6 有机酸摩尔质量的测定	46
实验7 非水滴定法测定醋酸钠的含量	48
实验8 EDTA标准溶液的配制与标定	50
实验9 自来水总硬度的测定	53
实验10 铝合金中铝含量的测定	55
实验11 高锰酸钾标准溶液的配制与标定	57
实验12 过氧化氢含量的测定	59
实验13 葡萄糖含量的测定	61

实验 14	铁矿石中铁含量的测定	64
实验 15	铜盐中铜含量的测定	66
实验 16	可溶性氯化物中氯含量的测定——莫尔法	68
实验 17	可溶性硫酸盐中硫含量的测定	70
实验 18	钢铁中镍含量的测定	72
实验 19	邻二氮菲光度法测定铁的含量	74
实验 20	气体常数的测定	77
实验 21	五水硫酸铜的制备与提纯及结晶水测定	80
第 4 章	综合性实验	83
实验 22	食醋总酸度的测定	83
实验 23	盐酸、醋酸混合液中各组分的分别测定	85
实验 24	碱灰中总碱度的测定	87
实验 25	阿司匹林药物中乙酰水杨酸含量的测定	89
实验 26	石灰石中钙、镁含量的测定	91
实验 27	铅、铋混合液中铅、铋含量的连续测定	93
实验 28	水泥中 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 含量的测定	95
实验 29	由易拉罐制备明矾及其纯度测定	101
实验 30	水中化学需氧量的测定	104
实验 31	水中总余氯的测定	106
实验 32	工业苯酚纯度的测定	108
实验 33	果蔬中抗坏血酸含量的测定	110
实验 34	氯化物中氯含量的测定——佛尔哈德法	112
实验 35	肥料中钾含量的测定	114
实验 36	分光光度法测定废水中总磷的含量	116
实验 37	Al^{3+} -CAS 二元配合物与 Al^{3+} -CAS-CTMAB 三元配合物的光吸收性质的比较	118
实验 38	废水中六价铬含量的测定	121
实验 39	配合物的组成及稳定常数的测定	123
实验 40	二氯化一氯五氨合钴(Ⅲ)的制备及其组成分析	126
实验 41	分光光度法测定甲基橙的电离常数	129
第 5 章	设计实验	131
实验 42	混合碱中碳酸钠、碳酸氢钠含量的测定	131
实验 43	$\text{HCl-NH}_4\text{Cl}$ 混合液中各组分含量的测定	133
实验 44	HCl 、 H_3PO_4 混合酸各组分含量的测定	134
实验 45	Na_3PO_4 和 Na_2CO_3 混合物中各成分含量的测定	135
实验 46	醋酸解离度和解离常数的测定	136

实验 47	胃舒平药物中铝、镁含量的测定	137
实验 48	酸雨中 SO_4^{2-} 含量的测定	138
实验 49	Bi^{3+} 和 Fe^{3+} 混合液中 Bi^{3+} 和 Fe^{3+} 含量的分别测定	139
实验 50	水中溶解氧的测定	140
实验 51	漂白粉中有效氯含量的测定	141
实验 52	钢铁中铬、锰含量的同时测定	142
实验 53	不锈钢中铬含量的测定	143
实验 54	法扬司法测定氯化物中的氯含量	144
实验 55	蛋白质含量的测定	145
实验 56	室内空气中甲醛含量的测定	147
实验 57	硫酸亚铁铵的制备及纯度分析	148
附录	149
附录 1	弱酸弱碱在水中的电离常数 (25°C , $I=0$)	149
附录 2	滴定分析中常用的指示剂	151
附录 3	市售酸碱的浓度和密度	153
附录 4	常用缓冲溶液的配制	153
附录 5	常用基准物质的干燥条件及应用	154
附录 6	定量分析中常用的掩蔽剂	154
附录 7	定量滤纸的型号及用途	156
附录 8	常用干燥剂	156
附录 9	玻璃砂芯滤器新旧牌号对照及用途	157
附录 10	常用坩埚的使用条件	157
附录 11	常见化合物的分子量	158
附录 12	定量分析化学实验仪器清单	160
参考文献	161

第1章 分析化学实验的基础知识

1.1 分析化学实验课的目的

分析化学实验通过科学的方法和手段获取物质的某些信息，是一门实践性很强的学科。其教学任务和目的如下。

- ① 加深对分析化学基本概念和基本理论的理解。
- ② 正确、熟练地掌握化学分析的基本操作，掌握典型的分析方法。
- ③ 正确树立“量”、“误差”、“有效数字”等概念。
- ④ 培养理论联系实际、手脑并用和统筹安排等能力。
- ⑤ 培养综合能力，如资料的收集与整理，数据的分析与处理，问题的提出与分析，实验方案的设计等，激发学生的探究意识。
- ⑥ 培养严谨的科学态度以及实事求是、一丝不苟的工作作风，培养科学工作者应有的基本素质，为后续的学习和工作奠定良好的基础。

1.2 分析化学实验课的要求

① 课前全面预习 仔细阅读实验教材，结合理论课学习的基本原理以及网络教学平台的预习指导，明确实验的目的和任务，掌握实验原理和操作步骤以及注意事项，学习所用仪器的使用方法，设计实验数据记录表格，并做好必要的预习笔记和预习思考题。

② 课堂认真听讲 实验课上认真听取教师对实验原理、实验过程、基本操作、注意事项等的讲解，仔细观察教师的课堂演示，积极思考并回答教师提出的问题。

③ 实践中主动思考 实验过程中要细心观察现象并进行思考，认真思考每一步操作的目的和作用，所加入的试剂的作用以及所用量的影响。要做到理论联系实际。

④ 操作正确规范 应严格按照正确、规范的方法和步骤准备和使用实验仪器。如：移液管和滴定管的润洗、气泡的排除、溶液的转移、滴定管读数等。

⑤ 正确记录测量数据 实验数据要记在专用的实验记录本上，不许将实验数据记录在单页纸上或小纸片上，或随意记在其他地方。实验过程中的各种测量数据

和有关现象，都应及时、准确地记录下来。记录实验数据时，要有严谨的科学态度，要实事求是，切忌夹杂主观因素，不可随意拼凑和伪造数据。实验过程中涉及的各种特殊仪器的型号和标准溶液的浓度等，也应及时准确地记录下来。在记录实验数据时，要注意所用仪器的精度以及有效数字的位数。如用万分之一的分析天平称量时，要求记录至 0.0001g；滴定管的读数应记录至 0.01mL 等。实验过程中的每一个数据都是测量结果，所以在平行测定时，即使两个数据完全相同，也应记录下来。

⑥ 遵守实验室的规则 保持实验室的整洁、安静，保持实验台的整洁、有序。爱护仪器设备，树立环境保护意识，避免浪费试剂，预防意外事故发生。

⑦ 按时提交实验报告 实验完毕，要及时整理、计算和分析实验结果和数据，把感性认识上升到理性认识。对实验过程中出现的问题以及教师提出的思考题进行分析、讨论，认真、独立地完成实验报告。

1.3 分析化学实验室的安全常识

分析化学实验室中常备有某些易燃、易爆、有毒以及腐蚀性的试剂，要求学生在实验过程中，必须遵守实验室的各项制度和规则，确保人身安全和仪器设备的安全。

1.3.1 防毒

① 实验前，应了解所用药品的毒性及防护措施。

② 操作有毒气体（如 H_2S 、 Cl_2 、 Br_2 、 NO_2 、浓 HCl 和 HF 等）应在通风橱内进行。

③ 汞盐、氰化物、 As_2O_3 、可溶性钡盐、重铬酸盐等试剂有毒，使用时要特别小心。氰化物与酸作用产生剧毒的 HCN ！严禁在酸性介质中加入氰化物。

④ 苯、四氯化碳、乙醚、硝基苯等蒸气会引起中毒，应在通风良好的情况下使用。

⑤ 某些试剂如苯、有机溶剂、汞等能透过皮肤进入人体，应避免与皮肤接触。

⑥ 实验室内严禁饮食、吸烟，一切化学品禁止入口，实验器皿切勿用作食具，实验完毕要洗手。

1.3.2 防火

① 每个实验人员都必须知道实验室内电闸、水阀和煤气阀的位置，实验完毕离开实验室时，应将这些阀或闸关闭。

② 许多有机溶剂如乙醚、丙酮、乙醇、苯等非常容易燃烧，大量使用时室内不能有明火、电火花或静电放电。实验室内不可存放过多这类药品，用后要及时回

收处理，不可倒入下水道，以免聚集引起火灾。

③ 磷、金属钠、钾、电石及金属氢化物在空气中易氧化自燃，铁、锌、铝等金属粉末其比表面积较大，在空气中也易氧化自燃。这些物质应隔绝空气保存。

④ 使用四氯化碳、乙醚、苯、三氯甲烷等有毒或易燃的有机溶剂时，应远离火源和热源。低沸点的有机溶剂不能直接在火焰或热源（煤气灯或电炉）上加热，应在水浴上加热。使用过的有机溶剂不要倒入水槽中，应倒入回收瓶中。

⑤ 切勿用湿润的手去开启电闸或电器开关，不得使用漏电的仪器设备。

⑥ 分析天平、分光光度计、酸度计等是分析实验室常用的精密仪器，使用时应严格按照规程进行操作，使用完毕应将仪器各部分旋钮恢复到原来位置并断开电源。

⑦ 保持水槽清洁，切勿将固体物品投入水槽中，废纸和废屑应投入废纸箱内，废酸和废碱应小心倒入废液缸内，切勿倒入水槽内，以免腐蚀下水道。

1.3.3 防爆

① 使用可燃性气体时，要防止气体逸出，室内通风要好。

② 操作大量可燃性气体时，不仅要禁止使用明火，还要防止发生电火花及其他撞击火花。

③ 过氧化物、高氯酸盐、乙炔铜、乙炔银等化合物受震和受热都易引起爆炸，使用时要特别小心。

④ 严禁将强氧化剂和强还原剂放在一起。

⑤ 久藏的乙醚使用前应除去其中可能产生的过氧化物。

1.3.4 防腐蚀灼伤

① 切勿使浓酸、浓碱等腐蚀性试剂溅在皮肤、衣服或鞋袜上。使用浓的 HNO_3 、 HCl 、 H_2SO_4 、 HClO_4 等溶样时，操作应在通风橱中进行。如不小心将酸或碱溅到皮肤上，应立即用水冲洗，再用 $50\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 碳酸氢钠溶液（酸腐蚀）或 $50\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 硼酸溶液（碱腐蚀）冲洗，最后再用清水冲洗。

② 溴、磷、钠、钾、苯酚、冰醋酸等试剂也会腐蚀皮肤，使用时应防止与皮肤接触。

1.4 试剂的一般知识

1.4.1 常用试剂的规格

化学试剂的规格是以所含杂质的量来划分的。表 1.1 是我国化学试剂等级对照。

表 1.1 化学试剂等级对照

等级	1	2	3	4	5
级别	一级品	二级品	三级品	四级品	
中文标志	优级纯	分析纯	化学纯	实验试剂	生物试剂
符号	GR	AR	CP	LR	BR,CR
标签颜色	绿色	红色	蓝色	棕色	黄色

此外, 还有一些特殊用途的所谓“高纯”试剂。例如, “光谱纯 (SP)” 试剂, 它是光谱分析时出现的干扰谱线强度大小来衡量的, 其杂质含量用光谱分析法已测不出或者其杂质含量低于某一限度; “色谱纯” 试剂, 是在最高灵敏度时以 10^{-10} g 下无杂质峰来表示的; “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; “基准试剂”, 其纯度相当于或高于保证试剂, 用作滴定分析中的基准物, 可用于直接配制或标定标准溶液。

在分析工作中, 要合理使用化学试剂, 既不超规格引起浪费, 又不随意降低规格影响分析结果的准确度。不要盲目追求纯度高的试剂, 应根据要求选用, 且选用的试剂的纯度要与所用方法相当, 实验用水、操作器皿等要与试剂的等级相适应。若试剂都选用 GR 级的, 则不宜用普通的蒸馏水或去离子水, 而应使用经两次蒸馏制得的重蒸馏水, 所用的器皿质地也要求较高, 使用过程中不应有物质溶解, 以免影响测定的准确度。在一般的分析工作中, 通常要求使用 AR 级的分析纯试剂。

1.4.2 取用试剂应注意事项

① 取用试剂时应注意保持清洁。瓶塞不允许任意放置, 取用后应立即盖好, 以防试剂被其他物质沾污或变质。

② 固体试剂应用洁净干燥的药匙取用。取用强碱性试剂后的药匙应立即洗净, 以免腐蚀。

③ 用吸管吸取试剂溶液时, 不能用未经洗净的同一吸管插入不同的试剂瓶中吸取试剂。

④ 所有盛装试剂的瓶上都应有清晰牢固的标签, 注明试剂的名称、规格及配制日期。没有标签的试剂在未查明前不能随便使用。

1.4.3 试剂的保管

一般的化学试剂应保持在通风、干燥、洁净的库房内, 防止水分、灰尘和其他物质沾污。

1.5 分析用纯水

1.5.1 纯水的制备

纯水是分析化学实验中最常用的纯净溶剂和洗涤剂。由于空气中的 CO_2 可溶

于水，故纯水的 pH 常小于 7.0。分析的任务和要求不同，对纯水的纯度要求也不相同。一般的分析工作，采用蒸馏水或去离子水即可；对于超纯物质的分析，则需要纯度较高的“超纯水”。在分析化学实验中，离子选择电极法、络合滴定法和银量法要求所用水的纯度较高。

制备纯水有以下几种方法，制备方法不同，所含杂质的种类和量也各不相同。

(1) 蒸馏法

蒸馏法设备成本低，操作简单，但能耗高，且只能除去水中非挥发性的杂质，而溶解在水中的气体并不能除去。另外，由于所用的蒸馏器材料不同，所带的杂质也不相同（见表 1.2）。通常使用的蒸馏器材质为玻璃、铜和石英。

表 1.2 蒸馏水中杂质含量

蒸馏器材质	杂质含量/ $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$				
	Mn^{2+}	Cu^{2+}	Zn^{2+}	Fe^{3+}	Mo(VI)
铜	1	10	2	2	2
石英	0.1	0.5	0.04	0.02	0.001

(2) 离子交换法

用离子交换法制得的纯水称为去离子水，目前大多采用阴、阳离子交换树脂的混合床装置来制备。此法的优点是制备的水量大、成本低，除去离子的能力强；缺点是设备及操作较复杂，不能除去非电解质杂质，而且有微量树脂溶在水中。离子交换法制得的纯水杂质含量见表 1.3。

表 1.3 去离子水中杂质含量

杂质	Cu^{2+}	Zn^{2+}	Mn^{2+}	Fe^{3+}	Mo(VI)	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Sr^{2+}
含量/ $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	<0.002	0.05	<0.02	0.02	<0.02	2	0.2	<0.06
杂质	Ba^{2+}	Pb^{2+}	Cr^{3+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	B, Sn, Si, Ag		
含量/ $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$	0.006	0.02	0.02	<0.002	0.002	可检出		

(3) 电渗析法

电渗析法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溶液中的溶质和溶剂分离。此法除去杂质的效果较低，制得的纯水水质较差，只适用于一些要求不太高的分析工作。

(4) 反渗透法

反渗透法 (RO) 是当今最先进、最节能的分离技术之一，具有能耗低、无污染、工艺先进、操作简便等优点。用一半透膜把纯水和待处理水隔开，纯水有一种向待处理水内渗透的趋势，即有一渗透压存在。若在待处理的水一侧施加一个比渗透压还大的压力，则水即可从待处理水的一侧向纯水一侧渗透，即反渗透。通过反

渗透可以有效地去除待处理水中的溶解盐、胶体、有机物等杂质。

(5) 电去离子法

电去离子法 (EDI) 是纯水生产领域一项具有革命性的技术突破。该方法是将电渗析与离子交换有机结合而形成的新型膜分离技术。在外加电场作用下, 使离子交换、离子迁移、树脂电再生三个过程同时发生, 既保留了电渗析可连续脱盐及离子树脂可深度脱盐的优点, 又克服了电渗析浓差极化所造成的不良影响及离子交换树脂需用酸碱再生的麻烦和造成的环境污染, 从而可以使制水过程连续进行, 并能获得高质量的纯水。

无论用哪种方法制得的纯水均含有一定量杂质。所用的方法不同, 其杂质的种类和含量也有所不同。用玻璃蒸馏器制得的水中含有较多的 Na^+ 、 SiO_3^{2-} ; 用离子交换法或电渗析法制备的纯水中含有微生物和某些有机物等。

1.5.2 纯水的检验

纯水的质量可以通过检验相关的项目来控制。根据一般实验室要求, 主要的检验项目如下。

(1) 电阻率

水的电阻率越高, 表示水中的离子越少, 水的纯度越高。25℃时, 电阻率为 $1.0 \times 10^6 \sim 10 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 的水为纯水, 电阻率大于 $10 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 的水为高纯水。高纯水应保存在石英或塑料容器中。表 1.4 为各级水的电阻率。

表 1.4 各级水的电阻率

水的类型	电阻率(25℃)/ $\Omega \cdot \text{cm}$	水的类型	电阻率(25℃)/ $\Omega \cdot \text{cm}$
自来水	约1900	混合床离子交换水	约 12.5×10^6
一次蒸馏水(玻璃)	约 3.5×10^6	28次蒸馏水(石英)	约 16×10^6
三次蒸馏水(石英)	约 1.5×10^6	绝对水(理论最大电阻率)	18.3×10^6

(2) pH

用酸度计测定与大气相平衡的纯水的 pH, 一般应为 6 左右。采用简易化学方法测定时, 取两支试管, 各加入 10mL 水, 一支试管中滴加 0.2% 甲基红指示剂 2 滴, 溶液不得呈现红色; 另一支试管中滴加 0.2% 的溴百里酚蓝 5 滴, 溶液不得呈现蓝色。空气中放置较久的纯水, 因溶解有 CO_2 , pH 可降至 5.6 左右。

(3) Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等金属离子

取 10mL 纯水, 加 pH \approx 10 的氨-氯化铵缓冲溶液 5mL, 调节 pH 为 10 左右, 加入铬黑 T 指示剂 1 滴, 如果呈现蓝色, 说明 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 等含量甚微, 水合格; 如呈现紫红色, 则说明水不合格。

(4) 氯离子

取 10mL 纯水, 用 HNO_3 酸化, 加 1% AgNO_3 溶液 2 滴, 摇匀后不得有浑浊现象。

(5) 硅酸盐

取10mL纯水,加入 $4\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 HNO_3 5mL、5%的钼酸铵溶液5mL,室温下放置5min,加入10% Na_2SO_3 溶液5mL,溶液不得现蓝色。

分析用的纯水必须严格保持纯净,防止污染。聚乙烯容器是贮存纯水的理想容器。

1.6 意外事故的处理

1.6.1 割伤、烫伤和化学灼烧

① 割伤 先用药棉揩净伤口,伤口内若有玻璃碎片或污物,应先取出异物,用蒸馏水洗净伤口,然后涂红药水,并用消毒纱布包扎,或贴创可贴。如果伤口较大,应立即到校医院处理。

② 烫伤 可用高锰酸钾或苦味酸溶液揩洗,再抹上凡士林或烫伤膏。切勿用水冲洗,更不能把烫起的水泡戳破。严重时就医。

③ 酸、碱灼伤皮肤 立即用大量水冲洗,酸灼伤用碳酸氢钠饱和溶液冲洗,再用水冲洗,然后涂敷氧化锌软膏;碱灼伤用1%~2%乙酸溶液或硼酸饱和溶液冲洗,再用水冲洗,然后涂敷硼酸软膏。

④ 酸、碱灼伤眼睛 不要揉搓眼睛,立即用大量水冲洗,酸灼伤用3%的碳酸氢钠溶液(碱灼伤用3%的硼酸溶液)淋洗,然后用蒸馏水冲洗。

⑤ 碱金属氰化物、氢氰酸灼伤皮肤 用高锰酸钾溶液冲洗,再用硫化铵溶液漂洗,然后用水冲洗。

⑥ 溴灼伤皮肤 立即用乙醇冲洗,然后用水冲洗,再抹上甘油或烫伤膏。

1.6.2 吸入刺激性气体或毒气

① 误吸入有毒气体(如煤气、硫化氢等)而感到不适时,应及时到窗口或室外呼吸新鲜空气。

② 误吸入溴蒸气、氯气等有毒气体时,立即吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气,以便解毒。

1.6.3 火灾

① 首先应切断电源,关闭可燃性气体的器皿,移走周围的易燃物品,以免火势蔓延。

② 小火用湿布、石棉布或砂子覆盖燃物;大火应使用灭火器,而且需根据不同的着火情况选用不同的灭火器(二氧化碳灭火器可用于有机溶剂着火;泡沫灭火器适用于扑灭油类物质引起的火灾;干粉灭火器用于扑灭油类、可燃性气体等引起的火灾;高效阻燃灭火器适用于油类、可燃性气体、电气等引起的多种火灾,具阻燃和灭火的双重功效;1211型灭火器适用于扑救易燃、可燃液体、气体以及带电