

中国矿业大学教材建设工程资助教材

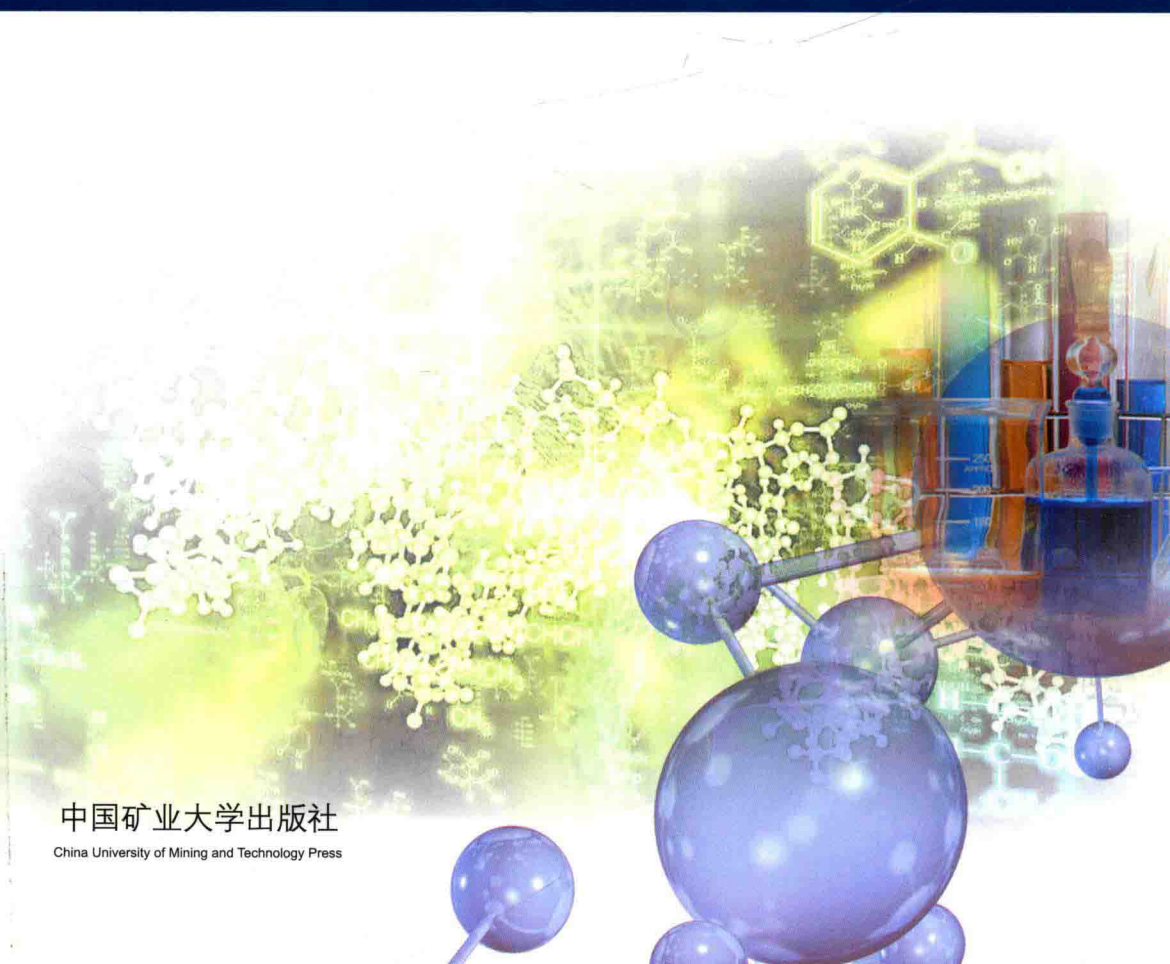
anxi Huaxue Shiyan

无机及分析化学实验

主 编 蒋荣立

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press



建设工程资助教材

无机及分析化学实验

主 编 蒋荣立

副主编 周长春 郑菊花 郑宏伟

中国矿业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学实验 / 蒋荣立主编. —2 版. —徐州: 中国矿业大学出版社, 2016. 7

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3152 - 9

I. ①无… II. ①蒋… III. ①无机化学—化学实验—高等学校—教材②分析化学—化学实验—高等学校—教材
IV. ①O61—33②O65—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 146667 号

书 名 无机及分析化学实验
主 编 蒋荣立
责任编辑 褚建萍
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×960 1/16 印张 16.5 字数 315 千字
版次印次 2016 年 7 月第 2 版 2016 年 7 月第 1 次印刷
定 价 27.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

第二版前言

近年来,我国社会经济和科技迅速发展,高等教育和教学改革不断深化,社会对学生的实践能力要求越来越高,实验教材也必须不断地改进以满足这种要求。

本教材第一版自 2006 年出版以来,到 2008 年 7 月第二次印刷,收到了良好的使用效果。为了进一步提高本教材的质量,编者结合多年教学实践的使用体会和经验积累,以及读者反馈的意见和建议,对本书进行了全面修订。

本书第二版在保持第一版特色的基础上,更加注重加强对基本操作技能的训练,增补一些新的综合实验以满足现代化学实验教学的需要,由浅入深,由易到难,循序渐进,着力于提高学生独立分析与解决实际问题的能力。本次改版内容如下:

(1) 对“化学实验基本知识”中部分内容进行了补充和修订,使该部分的知识更全面、系统。

(2) 更注重基本操作技能的培养,增加了实验项目“分析化学实验基本操作练习和溶液配制”。

(3) 添加新的综合实验项目,如:“高锰酸钾的制备及纯度的测定”,“硫代硫酸钠的制备及含量测定”,“葡萄糖酸锌的制备及质量分析”,“草酸合铜(Ⅱ)酸钾的制备及组成测定”,“三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备及组成测定”,等。

(4) 积极贯彻绿色环保理念,将元素性质实验的操作仪器由原来大试管改成使用小试管,对实验步骤中的试液用量进行了调整,以尽量减少实验室有毒有害废液的产生。

另外,对部分实验项目内容进行了修改、调整及补充,使条理更加清楚,步骤更加明确,更具有可操作性。

第二版第一篇第一、二、三部分分别由郑菊花、郑宏伟、周长春老师编写,实验八、十八、十九、二十二、三十二、三十七由郑宏伟老师编写,实验七、九、十、十一、十三、十四、十五、五十、五十一由周长春老师编写,实验二、十二、二十一、二十三、二十四、二十八、三十、三十三、三十四、三十五、四十、四十二、四十三、四十四、四十五、四十六、四十九由郑菊花老师编写,其余部分由蒋荣立老师编写,并

进行全书统稿。在本书的编写过程中,中国矿业大学应用化学系和化学实验中心的许多同志都给予关心、支持与帮助,并提出改进意见,对此表示谢意!

我们希望通过本次的改版,使这本教材变得更完善一些,适用性和针对性更强一些,但限于编者水平,错误和缺点难免,恳切希望读者批评指正。

编 者
2016 年 6 月

第一版前言

根据新世纪人才培养的需要,国家强调人才的素质教育和创新能力的培养,因此,培养学生的实验能力具有更加重要的意义。由于“211”工程立项项目、“高等教育发展”世界银行贷款项目和教育部留学回国人员实验室项目的支持,无机及分析化学实验的教学条件(仪器设备)不断地更新和完善,为无机及分析化学实验的教学改革创造了条件。该实验教材的编写是在原实验讲义的基础上参考近年来国内外出版的同类教材,按照教育部“面向 21 世纪化学化工类专业教学内容和课程体系改革”的要求,配合各专业培养计划而完成的。

本书在编写过程中注意了以下几个方面:

(1) 本书在实验内容的精选与安排上既加强了基本实验的内容,又注重了实验的典型性、系统性、适用性与先进性,并注意到无机化学反应、试剂制备与无机分析、环境分析、矿物分析等多方面的结合。内容包括无机及分析化学实验基础知识,无机及分析化学实验常用仪器和基本操作,无机及分析化学基础实验、综合实验、设计实验等。同时,本书还对微型仪器、微型实验、绿色化学实验有所考虑和安排。

(2) 全书采用法定计量单位,注意引入教学和科研的最新成果,采用新颖及比较先进的实验仪器,体现了教材的先进性。

(3) 选材丰富,难易结合,可满足不同课程、不同专业、不同层次学生的实验教学要求,能适应中级无机实验、开放性实验的开设,体现了教材的综合性 and 灵活性。

(4) 重视实践环节对课堂理论教学的理解强化作用,并通过实验培养学生科学的实验态度,严谨的实验作风以及实验现象的观察能力,实验数据的处理能力,实验结果的分析、归纳、概括能力。

本书第一篇第一、二、三部分分别由郑菊花、郑宏伟、周长春老师编写,实验一、七、十五、十六、十七、十八、十九、三十、三十五由郑宏伟老师编写,实验六、八、九、十、十二、十三、十四、三十九、四十、四十三由周长春老师编写,实验十一、二十、二十二、二十三、二十七、二十九、三十二、三十三、三十四、三十七、四十一由郑菊花老师编写,其余部分由蒋荣立等老师编写。在本书的编写过程中,中国

矿业大学应用化学系和化学实验中心的许多同志都给予关心、支持与帮助,并提出改进意见,对此表示谢意!

限于编者水平,书中难免有不妥甚至错误之处,希望使用本书的教师和同学给予批评指正,以便我们改进。

编 者

2006 年 1 月

目 录

绪论	1
第一篇 化学实验基本知识	10
第一部分 基本知识	10
第二部分 实验仪器与基本操作	20
第三部分 实验的数据处理	56
第二篇 基础实验	58
实验一 玻璃管操作和塞子钻孔	59
实验二 分析化学实验基本操作练习和溶液配制	63
实验三 化学反应速率的测定—— 测定 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 与KI反应速率常数	67
实验四 摩尔气体常数的测定	71
实验五 化学反应焓变的测定	73
实验六 化学平衡常数的测定	77
实验七 碘化铅溶度积常数的测定——分光光度法	80
实验八 醋酸解离度和解离常数的测定	82
实验九 电解质溶液(微型实验)	86
实验十 沉淀反应	90
实验十一 氧化还原反应	93
实验十二 配合物的生成和性质(微型实验)	96
实验十三 氮、磷重要化合物的性质	99
实验十四 氯、溴、碘重要化合物的性质	103
实验十五 铜、银、锌、汞重要化合物的性质	106
实验十六 铬、锰、铁、钴重要化合物的性质	113
实验十七 分析天平的使用和称量	121

实验十八	容量器皿的校准	124
实验十九	酸、碱溶液的配制与标定	127
实验二十	混合碱中碳酸钠和碳酸氢钠含量的测定	130
实验二十一	EDTA 标准溶液的配制与标定	132
实验二十二	水的硬度测定	134
实验二十三	高锰酸钾溶液的配制与标定	136
实验二十四	过氧化氢含量的测定	137
实验二十五	铁矿石中的铁含量的测定	138
实验二十六	碘和硫代硫酸钠溶液的配制与标定	140
实验二十七	维生素 C 含量的测定(直接碘量法)	143
实验二十八	生理盐水中氯化钠含量的测定(莫尔法)	144
实验二十九	氯化钡中钡的测定	145
实验三十	磷肥中水溶磷的测定	147
实验三十一	微量铁的比色测定	149
实验三十二	水样中化学耗氧量的测定	151
实验三十三	工业苯酚纯度的测定	154
实验三十四	水中氟含量的测定	156
实验三十五	土壤中腐殖质含量的测定	159
实验三十六	原子吸收光谱法测定自来水中镁的含量	161
实验三十七	煤系高岭土中 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 含量的测定	164
第三篇 综合实验		168
实验三十八	高锰酸钾的制备及纯度的测定	168
实验三十九	硫代硫酸钠的制备及含量测定	170
实验四十	硫酸亚铁铵的制备及纯度检测	173
实验四十一	过氧化钙的制备及含量分析	176
实验四十二	葡萄糖酸锌的制备及质量分析	179
实验四十三	草酸合铜(Ⅱ)酸钾的制备及组成测定	182
实验四十四	三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备及组成测定	185
实验四十五	水泥中铁、铝、钙和镁的测定	188
实验四十六	废定影液中金属银的回收	191

实验四十七	由煤矸石制备硫酸铝·····	193
实验四十八	Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Fe^{3+} 离子交换层析分离和测定 ·····	195
实验四十九	水热水解法制备氧化铁纳米材料(微型实验)·····	197
实验五十	用离子交换法从海带中提取碘(微型实验)·····	199
实验五十一	硫代硫酸钠的制备和应用·····	202
实验五十二	含铬废液的处理与比色测定·····	204
实验五十三	洗衣粉中活性组分与碱度的测定·····	206
第四篇 设计实验·····		208
实验五十四	活性氧化锌的制备·····	208
实验五十五	由煤系高岭土制备 4A 分子筛及产品质量鉴定 ·····	210
实验五十六	碳酸钙表面改性·····	212
实验五十七	磁流体的制备与检测·····	213
实验五十八	三草酸合铁(Ⅲ)酸钾的合成和组成分析·····	215
附录·····		218
参考文献·····		251

绪 论

一、课程实验的目的

化学是一门实验科学,许多化学理论与规律都源自实验,同时又为实验所检验。因此,化学实验在培养未来化学、化工科技工作者的大学教育中,占有相当重要的地位。

“无机及分析化学实验”是大学化学、化工类专业本科生必修的一门专业基础实验课。它既是一门独立的课程,又与相应的理论课——“无机及分析化学”有紧密的联系。本课程的教学目标是:在培养学生掌握实验的基本操作、基本技能和基本知识的同时,努力培养学生的创新意识与创新能力。

通过实验,学生可以直接观察到大量的化学现象,通过思维、归纳、总结,从感性认识上升到理性认识,从而加深对理论课中基础化学的基本理论、基本知识的理解,并运用其指导实验。

在实验中,学生自己动手进行操作,由提出问题、查阅资料、设计方案、动手实验、观察现象、测定数据,到正确地处理、概括实验结果和解决化学问题,所以化学实验的全过程是综合培养学生全部智力因素(动手、观测、查问、记忆、思维、想象、表达)的最有效的方法,从而使具备分析问题、解决问题的独立工作能力。

在培养智力因素的同时,化学实验又是对学生进行各方面综合素质训练的理想场所,包括艰苦创业、勤奋不懈、谦虚好学、乐于协作、求实、求真、存疑等科学品德和科学精神的训练,以及整洁、节约、准确、有条不紊等良好实验素养的形成,均是每一个化学工作者获得成功所不可缺少的因素。

二、课程实验的学习方法

实验主要由学生独立完成,因此实验效果与正确的学习态度和学习方法密切相关。对于“无机及分析化学实验”的学习方法,应抓住下述三个环节。

1. 预习

预习是实验前必须完成的准备工作,是做好实验的前提。实验预习的要求包括:

(1) 认真阅读实验教材、有关教科书和参考资料,明确实验目的和实验原理,熟悉实验内容,了解实验中的有关操作技能及注意事项。

(2) 通过网络课件观看多媒体实验教学演示。

(3) 预习或复习基本操作及有关仪器的使用。

(4) 认真写好实验预习报告。包括实验目的、简要的实验步骤与操作、测量数据记录的表格、定量实验的计算公式等,而且要留有记录实验现象和测量数据的位置。实验前经教师检查,预习合格方可进入实验。

2. 实验及记录

实验是培养独立工作和思维能力的重要环节,必须认真、独立地完成。在实验中必须做到:

(1) 按教材规定的实验步骤、试剂用量认真操作,严格控制实验条件。

(2) 仔细观察实验现象,认真测定数据,做到边实验、边记录、边思考。

(3) 在实验中遇到疑难问题或者“反常现象”,应认真分析操作过程,思考其原因。为了正确说明问题,可在教师指导下,重做或补充进行某些实验,以培养独立分析、解决问题的能力。

(4) 对于设计性实验,审题要确切,方案要合理,现象要清晰。在实验中发现设计方案存在问题时,应找出原因,及时修改方案,直至达到满意的结果。

(5) 实验中自觉养成良好的科研习惯,遵守实验工作规则。桌面布局合理,环境整洁。

3. 实验报告及示例

实验报告是每次实验的概括和总结,必须严肃认真如实书写以下几部分内容。

(1) 实验目的。

(2) 实验原理:用自己的话扼要写出。

(3) 实验步骤:表达宜清晰、明了,避免抄书本。

(4) 实验现象和数据记录:表达要正确,数据记录要完整。绝对不允许主观臆造,抄袭他人的作业。

(5) 解释、结论或数据计算:对现象加以简明的解释,写出主要反应方程式,分标题小结或者最后得出结论。数据计算要表达清晰。完成实验教材中规定的作业。

(6) 问题讨论:针对实验中遇到的疑难问题提出自己的见解。定量实验应分析实验误差产生的原因。对实验方法、教学方法和实验内容等提出意见或建议。

附:实验报告格式示例

I. 性质实验类

实验 铬 锰 铁 钴

一、实验目的(略)

二、实验内容、现象、解释及结论

实验步骤	实验现象	解释和结论
1. 铬的化合物 (1) 氢氧化铬的生成和性质 ① $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CrCl}_3 + \text{NaOH}$ ② 加入过量 NaOH	生成灰绿色沉淀 沉淀消失	$\text{CrCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$
(2) Cr^{3+} 的氧化 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CrCl}_3 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$	溶液变成亮黄色	$2\text{Cr}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 10\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$
略	略	略

三、问题讨论(略)

II. 定量实验类

实验 混合碱中碳酸钠与碳酸氢钠含量的测定

一、实验目的

1. 进一步掌握分析天平的使用方法。
2. 了解强碱弱酸盐滴定过程中 pH 值的变化。
3. 用双指示剂测定混合碱中 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 及总碱量。
4. 了解酸碱滴定法在碱度测定中的应用。

二、实验原理

“双指示剂法”:先加酚酞指示剂($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$),然后用溴甲酚绿—二甲基黄指示剂滴定至溶液由绿色到亮黄色,此时 NaHCO_3 完全被中和($\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$),假设用酚酞作指示剂时,消耗 HCl 体积为 V_1 ,再用溴甲酚绿—二甲基黄作指示剂时,又用去酸的体积为 V_2 ,则 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 以及 Na_2O 的含量可由下列式子计算:

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{c(\text{HCl}) \times V_1 \times \frac{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1\,000}}{m_s} \times 100\%$$

$$w(\text{NaHCO}_3) = \frac{c(\text{HCl}) \times (V_2 - V_1) \times \frac{M(\text{NaHCO}_3)}{1\,000}}{m_s} \times 100\%$$

$$w(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{\frac{1}{2} c(\text{HCl}) \times V \times \frac{M(\text{Na}_2\text{O})}{1\,000}}{m_s} \times 100\%$$

式中, m_s 为碱灰试样质量, g; V 为滴定碱灰试液用去 HCl 的体积, mL。

三、实验用品

碱灰试样, 酚酞指示剂, 溴甲酚绿—二甲基黄指示剂, HCl 溶液 ($0.095\,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$), 三角瓶, 酸式滴定管, 分析天平, 台式天平。

四、实验步骤

1. 准确称量 0.3~0.4 g 碱灰试样两份,分别置于 250 mL 的三角瓶内;然后各加入 50 mL 去离子水,配成溶液。

2. 向三角瓶内各加 1 滴酚酞指示剂。

3. 用 $0.0954 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HCl 溶液滴定至无色,记下用去 HCl 体积 V_1 。

4. 第一终点到达后,分别再加入 9 滴混合指示剂,继续用 HCl 溶液滴定,直到溶液由绿色到亮黄色,即到达第二终点,记下用去 HCl 体积 V_2 。

5. 将所用仪器洗净,归位。

五、注意事项

1. 用分析天平称量物体时,加减砝码和药品均要将旋钮旋至初始位置。

2. 滴定至化学计量点时,注意溶液颜色的变化。

3. 滴定管要正确使用。

六、数据记录和处理

$$c(\text{HCl}) = 0.0954 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

记录项目 \ 编号	1	2
称量瓶+样品:初称/g	12.784 3	12.567 3
末称/g	12.407 3	12.238 1
试样质量/g	0.377 0	0.329 2
HCl 消耗量:第一终点/mL	16.91	16.80
第二终点/mL	17.99	17.90
$w(\text{Na}_2\text{CO}_3)$	45.36%	45.06%
平均值	45.21%	
$w(\text{NaHCO}_3)$	2.30%	2.34%
平均值	2.32%	

七、问题讨论(略)

III. 测定实验类

实验 化学反应焓变的测定

一、实验目的(略)

二、实验原理(略)

三、实验用品

1. 仪器(略)

2. 药品(略)

四、实验步骤(略)

五、数据记录及处理

室温 13.8 °C。

时间 t/s	20	40	60	80	100	120	140	160	180
温度 $T/^\circ\text{C}$	11.2	11.2	11.2	14.0	15.8	15.9	16.3	17.7	18.0
时间 t/s	200	220	240	260	280	320	340	360	380
温度 $T/^\circ\text{C}$	18.4	19.1	19.3	19.7	20.2	20.6	20.9	20.9	20.9

$$\Delta H \approx -\frac{V_{\text{pc}} \Delta T}{n \times 1\,000} = -\frac{0.1 \times 10^3 \times 4.18 \times (20.9 - 11.2)}{0.1 \times 0.2 \times 1\,000} = -202.73 \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$$

$$\text{实验误差} = \frac{-218.6 + 202.73}{-218.6} \times 100\% = 7.26\%$$

六、结论

1. 外推法作图弥补了反应时系统升温过程中所散失的热量。
2. 所测的实验结果 ΔH 值比查表所得的值偏小, 主要由于忽略了容器等吸收的热量。

IV. 制备实验类

实验 过氧化钙的制备及含量分析

一、实验目的(略)

二、实验原理(略)

三、实验用品

1. 仪器(略)

2. 药品(略)

四、实验内容

五、数据记录及处理

1. 产品外观;
2. 理论产量;
3. 产量;
4. 产率;
5. 产品纯度检测。

六、问题讨论(略)

三、学生实验守则

(1) 按时进入实验室, 熟悉实验室的各项规章制度、学生实验守则等。了解各种设施位置, 清点仪器。

(2) 严格遵守实验室的规章制度。保持实验室安静, 勿高声谈笑、抽烟, 勿进食, 勿饮水; 不迟到、不早退, 遵守实验纪律。

(3) 实验过程中保持肃静, 集中思想, 认真操作, 仔细观察, 如实记录, 积极思考, 独立完成各项实验任务。不准做与实验无关的事情。

(4) 爱护仪器, 节约水、电、煤气和试剂药品。精密仪器使用后要在登记本

上记录使用情况,并经教师检查认可。

(5) 实验过程中,始终保持台面的整洁,使用的各种仪器安放合理。遵守试剂取用规则,不准将公用药品取走或挪动位置。废纸、火柴梗和碎玻璃等应倒入垃圾箱内,废液应倒入废液缸中,严禁投入水槽内,以防堵塞或腐蚀水槽。

(6) 损坏仪器应填写仪器破损单,按规定进行赔偿。

(7) 发生意外事故应保持镇静,立即报告教师,及时处理。

(8) 实验后,应将所用仪器洗净并整齐地放回实验柜内。实验台和试剂架必须擦净,并关好电闸、水和煤气阀门。

(9) 每次实验后由学生轮流值日,负责打扫和整理实验室,以保证实验室的整洁和安全。

(10) 不准将实验室仪器、药品及其他用品随便带出实验室。

四、化学实验室安全常识

化学实验室是学习、研究化学的重要场所。在实验室中,经常会接触到各种化学药品和各种仪器,而且实验室常常潜藏着诸如发生爆炸、着火、中毒、灼伤、割伤、触电等事故的危险性,因此,实验者必须特别重视实验安全。

1. 化学实验室安全守则

(1) 实验室内禁止吸烟、饮食和打闹。

(2) 对于性质不明的化学试剂严禁任意混合,以免发生意外事故。

(3) 使用易燃的有机溶剂(酒精、乙醚、丙酮、苯等)时,应远离火源。

(4) 使用浓酸、浓碱、溴、洗液等具有强腐蚀性试剂时,切莫溅在皮肤和衣服上,以免灼伤。

(5) 加热试管中的液体时,不能将试管口对着别人和自己,也不能俯视正在加热的液体,以免液体溅出受到伤害。

(6) 有刺激性或有毒气体的实验,应在通风橱内进行。嗅闻气体时,不要用鼻直接对准气体逸出的瓶口或试管口,应该用手将少量气体轻轻扇向自己。

(7) 使用有毒试剂,如汞盐、铅盐、砷盐、氰化物、氮化物和铬酸盐等,不要接触皮肤和洒落在桌面上。用后的废液不能随意倾入水槽,应回收统一处理。

(8) 实验完毕,洗净双手,关闭水、电、气等阀门后再离开实验室。

2. 危险品的使用方法

(1) 强氧化剂(如高氯酸、氯酸钾等)及其混合物(氯酸钾与红磷、碳、硫等的混合物),不能研磨或撞击,否则易发生爆炸。

(2) 银氨溶液放久后会变成氯化银而引起爆炸,因此用剩的银氨溶液应及时处理。

(3) 活泼金属钾、钠等不要与水接触或暴露在空气中,应将它们保存在煤油

中,用镊子取用。

(4) 白磷有剧毒,并能灼伤皮肤,切勿与人体接触。白磷在空气中易自燃,应保存在水中。取用时,应在水下进行切割,用镊子夹取。

(5) 氢气与空气的混合物遇火要发生爆炸,因此产生氢气的装置要远离明火。点燃氢气前,必须先检查氢气的纯度。进行产生大量氢气的实验时,应把废气通至室外,注意室内的通风。

(6) 汞易挥发,在人体内会积累起来,引起慢性中毒。可溶性汞盐、铅的化合物、氰化物、砷盐、锑盐、镍盐和钡盐都有毒,不得进入口内或接触伤口,其废液也不能倒入下水道,应统一回收处理。

3. 实验废液的处理

(1) 废酸液:可先用耐酸塑料网纱或玻璃纤维过滤,滤液加碱中和,调 pH 值至 6 可排出,少量滤渣可埋于地下。

(2) 废洗液:可用高锰酸钾氧化法使其再生后使用。少量的洗液可加废碱液或石灰使其生成 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀,将沉淀埋于地下即可。

(3) 含氰化物废液:氰化物是剧毒物质,少量的含氰废液可先加 NaOH 调至 $\text{pH} > 10$,再加入几克高锰酸钾使 CN^- 氧化分解。大量的含氰废液可用碱性氯化法处理。先用碱调至 $\text{pH} > 10$,再加入次氯酸钠,使 CN^- 氧化成氰酸盐,并进一步分解为 CO_2 和 N_2 。

(4) 含汞盐的废液:先调 pH 值至 8~10,然后加入过量的 Na_2S ,使其生成 HgS 沉淀,并加 FeSO_4 与过量 S^{2-} 生成 FeS 沉淀,从而吸附 HgS 共沉淀下来,再离心分离。当清液含汞量降到 $0.02 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下时,即可排放。少量残渣可埋于地下,大量残渣可用焙烧法回收汞,但一定要在通风橱内进行。

(5) 含重金属离子的废液:最有效最经济的方法是加碱或加 Na_2S 把重金属离子变成难溶性的氢氧化物或硫化物而沉积下来,过滤后,残渣可埋于地下。

4. 化学防护

(1) 保护好眼睛。防止眼睛受刺激性气体的熏染,防止任何化学药品特别是强酸、强碱、玻璃屑等异物进入眼内。

(2) 禁止用手直接取用任何化学药品,使用有毒物品时,除用药匙、量器外,必须佩戴橡皮手套,实验后马上清洗仪器用具,立即用肥皂洗手。

(3) 尽量避免吸入任何药品和溶剂的蒸气。处理具有刺激性、恶臭的和有毒的化学药品时(如: H_2S , NO_2 , Cl_2 , Br_2 , CO , SO_2 , HCl , HF , 浓硝酸,发烟硫酸,浓盐酸,乙酰氯等),必须在通风橱中进行。通风橱开启后,不要把头伸入橱内,并保持实验室通风良好。

(4) 严禁在酸性介质中使用氰化物。