



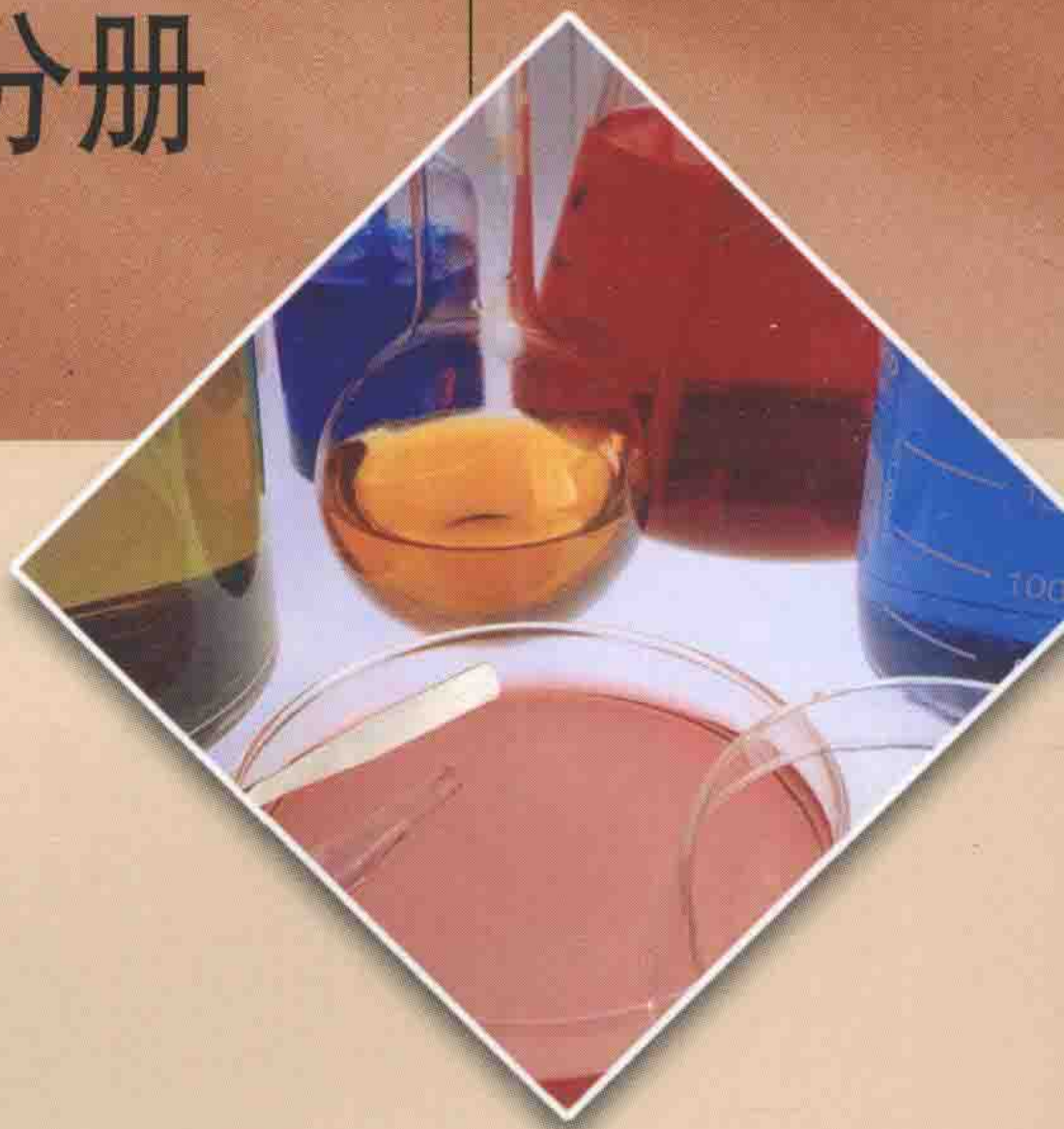
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

基础化学实验 (第二版)

无机化学实验分册

吉林大学

范勇 屈学俭 徐家宁 编



高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教

基础化学实验 (第二版)

无机化学实验分册

Jichu Huaxue Shiyan
Wuji Huaxue Shiyan Fence

吉林大学

范 勇 屈学俭 徐家宁 编

高等教育出版社·北京

内容提要

《基础化学实验》(第二版)为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,分五册出版。本册为无机化学实验分册。

本册包括无机化学实验基本要求、无机化学实验基础知识、基本操作和基本原理实验、简单无机化合物制备实验、元素性质实验、综合和设计实验共六部分内容。

本册可作为高等院校化学化工类各专业和其他相关专业无机化学实验课程的教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学实验. 无机化学实验分册 / 范勇, 屈学俭, 徐家宁编. -- 2版. -- 北京: 高等教育出版社, 2015. 8
ISBN 978 - 7 - 04 - 043834 - 5

I. ①基… II. ①范… ②屈… ③徐… III. ①化学实验-高等学校-教材②无机化学-化学实验-高等学校-教材 IV. ①O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 214238 号

策划编辑	鲍浩波	责任编辑	鲍浩波	封面设计	于文燕	版式设计	杜微言
插图绘制	杜晓丹	责任校对	刁丽丽	责任印制	毛斯璐		

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400 - 810 - 0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	国防工业出版社印刷厂	网上订购	http://www.landaco.com
开 本	787mm × 960mm 1/16		http://www.landaco.com.cn
印 张	15.25	版 次	2006 年 5 月第 1 版
字 数	280 千字		2015 年 8 月第 2 版
插 页	1	印 次	2015 年 8 月第 1 次印刷
购书热线	010 - 58581118	定 价	25.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 43834 - 00

第二版前言

《基础化学实验》(第二版)为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,共包含五个分册(无机化学实验、化学分析实验、有机化学实验、物理化学实验、仪器分析实验)。其第一版为普通高等教育“十五”国家级规划教材,2012年入选第一批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

本系列教材在继承第一版教材优点的基础上,充分吸收近年来化学研究和实验教学改革成果,主要做出如下改动:

1. 将各门化学实验分开编写,更有利于与化学基础理论课程的衔接;
2. 根据学科发展,对实验内容进行必要的增减和修改;
3. 增加一些新的开放实验、综合实验和设计实验项目,使基础实验教学与学生综合能力培养相结合。

使用本系列教材时,可根据教学进度和教学大纲的要求进行取舍、组合,不必拘泥于教材的编写顺序。部分实验配有视频录像,通过扫描书中的二维码,可在移动终端上直接观看。

本系列教材由徐家宁任主编。无机化学实验分册由范勇主持编写,化学分析实验分册由王英华主持编写,有机化学实验分册由张锁秦主持编写,物理化学实验分册由朱万春主持编写,仪器分析实验分册由王兴华主持编写。最后由徐家宁统一补充、修改、定稿。

借本系列教材出版之际,对多年来为本系列教材编写做出贡献的吉林大学化学学院从事实验教学的教师和实验技术人员表示最诚挚的谢意;特别感谢参与第一版编写的门瑞芝、张艺华、张寒琦等对本书第二版编写工作的大力支持和无私奉献。

由于编者水平有限,书中一定有错误和不当之处,敬请广大读者批评指正,使本系列教材得以不断完善。

《基础化学实验》(第二版)编写组

2015年6月

目 录

第一部分 无机化学实验基本要求	1
一、无机化学实验目的	1
二、学生实验室守则	1
三、实验室安全知识	3
四、实验室事故处理	4
五、实验室三废的处理	7
六、无机化学实验基本要求	8
第二部分 无机化学实验基础知识	12
一、无机化学实验室常用仪器	12
二、玻璃器皿的洗涤	17
三、仪器的干燥	19
四、加热方法	19
五、玻璃工操作与塞子钻孔	27
六、天平的使用方法和称量方法	30
七、液体体积的度量仪器及使用方法	36
八、化学试剂的规格和取用	42
九、气体的发生、净化与收集	45
十、固体与溶液的分离和结晶	47
十一、溶液的配制方法	51
第三部分 基本操作和基本原理实验	54
实验 1 煤气灯的使用及玻璃工操作	54
实验 2 天平的使用	56
实验 3 摩尔气体常数的测定	58
实验 4 二氧化碳相对分子质量的测定	61
实验 5 溶液的配制与酸碱滴定	64
实验 6 阿伏加德罗常数的测定	68

实验 7	氯化铵生成热的测定	71
实验 8	凝固点降低法测定萘的相对分子质量	75
实验 9	醋酸解离常数的测定	79
实验 10	硫酸铜结晶水的测定和大单晶的培养	82
实验 11	化学反应速率和活化能的测定	84
实验 12	光度法测定碘酸铜的溶度积常数	89
实验 13	水溶液中的平衡	93
实验 14	光度法测定三价铬配合物的分裂能	97
实验 15	氧化还原反应和电化学	100
实验 16	配位化合物的生成和性质	104
实验 17	磺基水杨酸合铁配合物组成和稳定常数的测定	108
第四部分 简单无机化合物制备实验		111
实验 18	水合硫酸铜的制备	111
实验 19	水合硫酸亚铁和莫尔盐的制备	114
实验 20	由易拉罐制备明矾及其纯度测定	116
实验 21	电解法制备高锰酸钾	119
实验 22	过二硫酸钾的制备与性质	122
实验 23	热致变色示温材料	125
实验 24	由钛铁矿制备二氧化钛	127
实验 25	由白钨矿制备三氧化钨	129
实验 26	分子筛的合成和性能	131
第五部分 元素性质实验		134
实验 27	卤素	134
实验 28	氧和硫	138
实验 29	氮和磷	142
实验 30	碳、硅、硼	146
实验 31	锑和铋	149
实验 32	锡和铅	152
实验 33	铜和银	155
实验 34	锌和汞	158
实验 35	钛和钒	161
实验 36	铬和锰	164

实验 37	钨和钨	168
实验 38	铁、钴、镍	171
第六部分	综合和设计实验	175
实验 39	从含碘废液中回收碘	175
实验 40	过氧化钙的制备及含量的分析	178
实验 41	三氯化六氨合钴(Ⅲ)的制备、性质和组成	181
实验 42	铜系列化合物的制备与分析	185
实验 43	由菱锌矿制备锌的系列化合物	190
实验 44	铁系列化合物的制备	195
实验 45	铬系列化合物的制备	200
实验 46	离子交换法制备 NaHCO_3	206
实验 47	锂电池正极材料磷酸铁锂的合成与表征	210
实验 48	由烂板液制取氯化铜	214
实验 49	从废定影液中回收银	215
实验 50	含铬废液的处理	216
实验 51	TiO_2 纳米材料的制备与表征	218
实验 52	柠檬酸铁铵的制备与分析	220
附录	222
主要参考书目	232
元素周期表		

—— 第一部分 无机化学实验基本要求

化学是一门以实验为基础的自然科学,化学实验是化学教学与科学研究的最基本特征。化学实验教学是对学生进行科学知识、科学方法、科学能力、科学思想和科学品质教育的最生动形式。

化学实验课程以培养学生能力为宗旨,训练操作技能,拓展知识领域,鼓励个性发展,培养创新精神,锻炼意志作风,造就优秀人才。

无机化学实验是化学及相关学科本科生第一门化学实验课程,是一门独立的化学基础课程。本课程把培养学生实事求是的科学态度、良好的实验习惯、勤俭节约的优良作风、相互协作的精神和勇于开拓的创新意识贯穿于实验教学的全过程。

一、无机化学实验目的

(1) 对学生进行严格的化学实验基本操作和基本技能的训练,学会使用一些常用仪器,掌握无机化合物的一般提纯和制备方法。

(2) 使学生通过实验将抽象知识具体化,巩固和加深对无机化学基础知识、基本理论的理解,达到理论与实践相结合的目标,提升实验兴趣。

(3) 培养学生独立的操作能力、观察能力、设计能力和总结表达能力。细致观察与记录实验现象,正确测定与处理实验数据,准确阐述实验的结果。

(4) 树立严格的“量”的概念,培养学生严谨的科学态度、良好的实验习惯和环境保护意识,为学习后继课程和未来的科学研究及实际工作打下良好的基础。

(5) 在实验中培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力,树立科学的思维方法;在自主思考、独立操作过程中培养创新能力。

(6) 掌握实验的基本流程和实验室各项规章制度;培养学生实验的应急能力,能简单处理各种小事故。

二、学生实验室守则

(1) 遵守实验室各项规章制度和安全守则,自身衣物、书包等物品放

在指定位置,遵守纪律,不迟到早退,听从教师指导。

(2) 课前应预习。了解实验目的、原理、要求、基本步骤,查阅相关文献数据,熟悉仪器设备操作规程。

(3) 实验时保持肃静,集中精力,认真操作,仔细观察实验现象并如实地详细记录在实验报告中。

(4) 保持实验室和桌面清洁整齐。仪器试剂尽量往里放,不要放在实验台边缘;三废要合理处置,废液等应倒在废液缸内;废纸、火柴梗、固体和有毒有害液体严禁倒入水槽内,以防水槽淤塞和污染环境;碎玻璃应放在废玻璃箱内回收。

(5) 所有试剂、仪器用后及时放回原位。爱护公物,小心使用仪器设备,注意节约水、电,用后及时清理维护并填写使用记录。

(6) 使用试剂时应注意下列几点:

① 试剂应按规定量取用,如果书中未规定用量,应注意节约,尽量少用。

② 试剂瓶用过后,应立即盖上塞子,并放回原处,避免吸潮或与空气反应,避免和其他瓶上的塞子搞错而混入杂质。

③ 取用固体试剂时,注意勿使其撒落在实验台上,从瓶中取出的试剂,不应倒回原瓶中,以免带入杂质而引起瓶中试剂污染变质。

④ 同一滴管在未洗净时,不应在不同的试剂瓶中吸取溶液。

⑤ 严禁随意混合各种试剂,以免发生意外事故。

⑥ 实验教材中规定在实验后要回收的试剂或产品,一定要倒入指定回收瓶中。

(7) 使用精密仪器时,必须严格按照操作规程进行操作,细心谨慎,如发现仪器有故障,应立即停止使用并报告指导教师,及时排除故障。

(8) 实验进行时,不得中途离开,要经常注意反应情况是否正常,装置有无漏气、破裂等现象。

(9) 实验后,应将仪器洗刷干净并放回规定的位置,整理好桌面,把实验台揩净,按值日顺序打扫地面。最后检查水龙头是否关紧,电插头或闸刀是否断开。

(10) 实验室内一切物品(仪器药品和产物等)不得带离实验室。离开实验室必须经指导教师同意。

三、实验室安全知识

(1) 实验前要了解实验室安全出口和紧急情况时的逃生路线;了解电源、消防栓、灭火器、紧急洗眼器的位置及正确的使用方法。

(2) 实验时要根据情况采取必要的安全措施,如穿实验服,戴防护眼镜、面罩、橡胶手套等。不准穿拖鞋、大开口鞋和凉鞋,不准穿底部带铁钉的鞋。长发(过衣领)必须束起或藏于帽内。不许穿裙子进入实验室。

(3) 实验室内严禁饮食、吸烟。一切化学试剂严禁入口。

(4) 开启存有挥发性试剂的瓶塞时,必须先充分冷却然后再开启(有些需要用布包裹),尽量在通风橱内进行;开启时瓶口须指向无人处,以免液体喷溅而导致伤害。如遇到瓶塞不易开启时,必须注意瓶内储物的性质,切不可贸然用火加热或乱敲瓶塞。

(5) 在闻瓶中气体的气味时,鼻子不能直接对着瓶口(或管口)吸气,而应用手把少量气体轻轻扇向自己的鼻孔。

(6) 一切有毒气体或有恶臭气味的实验,必须在通风橱中进行,实验结束时废弃物处理也应在通风橱内进行;使用易燃、易爆气体(如氢气、乙炔等)时,要保持室内空气流通,严禁明火并应防止一切火星的发生。如敲击、电器的开关等易产生火花,有些机械搅拌器的电刷极易产生火花,应避免使用,禁止在实验室使用移动电话。

(7) 一切易挥发的或易燃的物质的实验,都应在离明火较远的地方进行,并应尽可能在通风橱中进行;使用乙醚、苯、丙酮、三氯甲烷等易燃有机溶剂时,要远离火焰和热源,且用后应倒入回收瓶(桶)中回收,不准倒入水槽中,以免造成污染。

(8) 浓酸、浓碱等具有强腐蚀性,切勿溅在衣服、皮肤,尤其是眼睛上。用浓 HNO_3 、 HCl 、 HClO_4 、 H_2SO_4 等溶解样品时均应在通风橱中进行操作,不准在实验台上直接进行操作。稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢地注入水中,并不断搅动,切勿将水注入浓硫酸中,以免产生局部过热使浓硫酸溅出,引起灼伤。

(9) 汞盐、钡盐、铬盐、 As_2O_3 、氰化物及 H_2S 气体等毒性较大,使用时要特别小心。由于氰化物与酸作用放出的 HCN 气体有剧毒,因此,严禁在酸性介质中加入氰化物!

(10) 割伤是实验中最常见的事故之一。为了避免割伤应注意以下几点:玻璃管(棒)截断时不能用力过猛,以防破碎;截断后断面锋利,应进行

熔光;清扫桌面上碎玻璃管(棒)及毛细管时,要仔细小心;将玻璃管(棒)或温度计插入塞子或橡胶管中时,应先检查塞孔大小是否合适,然后将玻璃管(棒)或温度计上沾点水或甘油润滑,再用布裹住后逐渐旋转插入,拿玻璃管的手应靠近塞子,否则易使玻璃管折断,从而引起严重割伤。

(11) 使用酒精灯应随用随点燃,不用时盖上灯罩。不要用已点燃的酒精灯去点燃别的酒精灯,以免酒精溢出而发生火。

(12) 使用煤气灯时应先将空气孔关闭,再点燃火柴。然后,一边打开煤气开关,一边点火。不允许先打开煤气开关,再点燃火柴。点燃煤气灯后,调节好火焰,用后立即关闭阀门和总阀。

(13) 加热试管时,不要将试管口指向自己和他人,也不要俯视正在加热的液体,以免溅出的液体把人烫伤。

(14) 使用电器设备时,切不可用湿手去开启电闸和电器开关。电线、电器不要被水淋湿或浸在导电液体中。电器在使用前应检查线路是否有裸露的地方,以防触电或者短路,注意电压是否匹配。凡是漏电的仪器不要使用,以免触电。使用电热板时,要把其电源线整理好,并距离主机 10 cm 以上,防止烫坏电源线的绝缘皮而漏电;使用水浴锅加热时,要随时注意锅内的水位,以免烧坏加热元件或者引发火灾。

(15) 分析天平、分光光度计、酸度计等常用的精密仪器,使用时应严格按照规定进行操作。用后应将仪器各旋钮恢复到原来位置,切断电源。

(16) 离开实验室前应关闭水、电、煤气,把手洗净。

四、实验室事故处理

在实验中如果不慎发生意外事故,不要慌张,应沉着、冷静,在自身能力范围内迅速处理,同时联系指导老师,超出能力范围的迅速报警。

1. 火灾

火灾是实验室最易发生的事故之一。一旦发生火灾,应保持沉着镇静,在保证自身安全条件下在自己能力范围内迅速采取相应措施降低损失,超出自己能力范围的尽快拨打报警电话。

在保证自身安全条件下一方面防止火势蔓延:立即熄灭所有火源,关闭室内总电源,搬开易燃物品;另一方面立即灭火。无论使用哪种灭火器材,都应从火的四周开始向中心扑灭,把灭火器的喷口对准火焰的底部后喷射。

(1) 小器皿内着火(如烧杯或烧瓶),可盖上石棉网或瓷片或者防火毯等,使之隔绝空气而灭火,绝不能用嘴吹气。

(2) 酒精及其他可溶于水的液体着火时,可用水灭火。

(3) 汽油、乙醚等有机溶剂着火时,用沙土扑灭,此时绝不能用水,否则反而扩大燃烧面。

(4) 油类着火,要用沙土或灭火器或者防火毯灭火。

(5) 电线、电器着火,应切断电源,然后才能用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火。不能用泡沫灭火器,以免触电。

(6) 衣服着火,切勿奔跑而应立即在地上打滚,用防火毯包住起火部位,使之隔绝空气而灭火,或用湿衣服在身上抽打灭火。

总之,遇火灾发生时,应根据起火的原因和火场周围的情况采取不同的方法扑灭火焰。常见的灭火器类型和灭火适用范围、使用方法见表1-4-1。

如果火势蔓延,应及时报警,并在实验室老师的安排下做好人员疏散。

表 1-4-1 实验室常用灭火器及其适用范围、使用方法

灭火器类型	主要成分	灭火适用范围	使用方法
泡沫灭火器	硫酸铝和碳酸氢钠;水解蛋白质;氟碳表面活性剂	非水溶性油类起火、可燃固体物质;不能扑救带电设备和醇、酮、酯、醚等有机溶剂发生的火灾	使用时先用手指堵住喷嘴将筒体上下颠倒两次,拔去保险销,压下压把就有泡沫喷出
二氧化碳灭火器	液态二氧化碳	乙醇、可燃气体、油类等可燃液体和电器设备等初起火灾;不适合固体类物质火灾	拔出保险销,一手握住喇叭筒根部的手柄,另一只手紧握启闭阀的压把。使用时,不能直接用手抓住喇叭筒外壁或金属连线管,防止手被冻伤
干粉灭火器	磷酸铵盐、碳酸氢钠、氯化钠、氯化钾等	有机溶剂、可燃气体、石油和电气设备的初期火灾;不适合固体类物质火灾	上下颠倒几次,喷嘴对准燃烧最猛烈处,拔去保险销,压下压把
卤代烷灭火器	卤代烷,如四氯化碳	电器火灾、非水溶性油类火灾	拔出保险销,一手握在喷射软管前端的喷嘴处,一手压下压把

2. 中毒

化学试剂大多数具有不同程度的毒性,主要通过皮肤接触或呼吸道吸入引起中毒。一旦发生中毒现象可视情况不同采取相应的急救措施并立即送往医院。

(1) 溅入口中而未咽下的毒物应立即吐出来,用大量水冲洗口腔;如果已咽下,应根据毒物的性质采取不同的解毒方法。

(2) 腐蚀性中毒,强酸、强碱中毒都要先饮大量的水,对于强酸中毒可服用氢氧化铝膏。不论酸或碱中毒都可服牛奶解毒,但不要吃呕吐剂。

(3) 刺激性及神经性中毒,要先服牛奶或蛋白缓和,再服硫酸镁溶液催吐。

(4) 吸入有毒气体时,将中毒者搬到室外空气新鲜处,解开衣领纽扣,利于呼吸从而缓解症状。吸入少量氯气和溴气者,可用碳酸氢钠溶液漱口。

上述应急措施完毕后,应及时将伤者送往医院观察治疗。

3. 玻璃割伤

玻璃割伤也是常见事故,一旦被玻璃割伤,首先仔细检查伤口处有无玻璃碎片,若有先取出。如果伤口不大,可先用蒸馏水洗净伤口,涂上药水,用纱布包扎好送往医院;若伤口较大,流血不止时,可在伤口上部 10 cm 处用带子扎紧,减缓流血,并立即送往医院救治。

4. 灼伤和烫伤

(1) 酸灼伤。皮肤被酸灼伤应立即用大量水冲洗,再用饱和 Na_2CO_3 溶液或稀氨水溶液清洗,最后再用水冲洗。

衣服溅上酸后应先用水冲洗,再用稀氨水洗,最后用水冲洗净;地上有酸应先撒石灰粉,然后用水冲刷。

(2) 碱灼伤。皮肤被碱灼伤应用大量水冲洗,再用饱和硼酸溶液或 1% 醋酸溶液清洗,涂上油膏,包扎伤口。眼睛受伤先抹去眼外部的碱,用水冲洗,再用饱和硼酸溶液洗涤后,滴入蓖麻油。

衣服溅上碱液后先用水洗,然后用 10% 醋酸溶液洗涤,再用氨水中和多余的醋酸,最后用水洗净。

(3) 溴灼伤。皮肤被溴灼伤应立即用水冲洗,也可用酒精洗涤或用 2% 硫代硫酸钠溶液洗至伤口呈白色,然后涂甘油后加以按摩。如果眼睛被

溴蒸气刺激后受伤而暂时不能睁开时,可以对着盛有氯仿或乙醇的瓶内注视片刻加以缓解。

(4) 烫伤。皮肤接触高温(火焰、蒸气)会造成烫伤,轻伤者涂甘油、玉树油等,重伤者涂以烫伤油膏后速送医院治疗。

五、实验室三废的处理

化学实验中,常有固体废物、废液和废气(三废)的排放。三废中往往含有大量的有毒有害物质。为了保证实验人员的健康,防止环境污染,需进行相应的简单处理或者转移到专业人员处进行处理。

1. 汞蒸气或其他废气

为减少汞的蒸发,可在汞液面上覆盖化学液体,如甘油、5%硫化钠溶液或水等。不慎溅落的少量汞,可以撒上多硫化钙、硫黄或漂白粉,充分作用后及时收集处理。产生有毒气体如 H_2S 、 HCN 和 SO_2 等的实验应在通风橱内进行,同时应采用适当的吸收装置进行尾气吸收。

2. 废渣处理

碎玻璃及锐角的废物不要丢入废纸篓中,应放入专用废物箱。实验室中少量有毒废渣应集中后转移到指定地点。有回收价值的废渣应回收利用。

3. 废液处理

不同的废液不能混装,应按不同性质分别倒入专用的废液桶内,再集中由专业人员处理。下面是几种常见废液的简单处理方法:

(1) 含酸废液或含碱废液应用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 或 H_2SO_4 中和至 $\text{pH}=6\sim 8$ 后排放。

(2) 含汞、砷、锑和铋的废液可控制酸度在 $[\text{H}^+]=0.3\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,使其生成硫化物沉淀而除去。

(3) 少量含氰化物废液可用 NaOH 调节溶液至 $\text{pH}>10$ 后,加适量 KMnO_4 将 CN^- 氧化。较大的含氰化物废液可用次氯酸盐或铁盐处理。

(4) 含铬废液一般可在调节溶液呈酸性后加入 FeSO_4 ,将 Cr^{6+} 还原为 Cr^{3+} ,再加入 NaOH 调节溶液至 $\text{pH}=6\sim 8$ 。加热废液至 80°C 左右,通入适量空气,使 Cr^{3+} 以 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 的形式与 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 一起沉淀除去。

六、无机化学实验基本要求

1. 预习

实验前的预习,是保证做好实验的第一步。

(1) 明确实验的目的,阅读实验教材和理论课教科书和参考资料中的有关内容,必要时查阅专业文献资料。

(2) 了解实验内容、有关原理、步骤、操作过程和实验时的注意事项,熟悉实验涉及化学试剂的性质,观看教材配套的视频资料。

(3) 认真思考实验教材中给出的思考题,提出初步的想法,以备在课堂上进行交流讨论,认真思考实验前应准备的问题。

(4) 写好预习报告。其内容主要包括:实验名称、实验目的和原理、实验内容及步骤(对于制备实验和基本原理实验要写出实验步骤,设计好数据记录表格;对于元素性质实验要设计好包括实验内容、现象、反应方程式、解释或说明、备注等项目在内的表格)。

2. 实验

学生进入实验室必须遵守实验室守则和实验室规章制度,接受教师指导,按照要求进行规范化操作。

(1) 在实验过程中应保持肃静,保持室内整洁有序,不影响他人实验。

(2) 认真操作,细心观察,把观察到的现象或实验数据真实、详细地记录在记录本上或预习报告中。

(3) 如发现实验现象和预先的设想或理论不符,应尊重事实做好记录,认真查找出原因并耐心细致地重新做实验,必要时可与指导教师进行探讨。

(4) 实验中遇到疑难问题应勤于思考,仔细分析问题,力争自己解决问题,自己难以解决时可请教指导教师。

3. 实验数据的记录

(1) 学生要有专门的实验记录本用于记录实验数据和写预习报告,标上页码(不得撕去任何一页)。绝不允许将数据记在单页纸或小纸片上,或随意记在其他地方。

(2) 实验过程中的各种测量数据及有关现象,应及时、准确而清楚地

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,绝不允许随意拼凑和伪造数据。

(3) 实验过程中涉及的各种精密仪器的型号、标准溶液及浓度等,也应及时准确记录下来。

(4) 记录实验数据时,应注意其有效数字的位数。用分析天平称量时,要求记录至 0.000 1 g;滴定管及移液管的读数,应记录至 0.01 mL;用分光光度计测量溶液的吸光度时,如吸光度在 0.6 以下,应记录至 0.001 的读数,大于 0.6 时,则要求记录至 0.01 读数。

(5) 实验中的每一个数据,都是测量结果,所以,重复测量时,即使数据完全相同,也必须记录下来。在实验过程中,如果发现数据算错、测错或读错而需要改动时,可将数据用一横线划去,并在其上方写上正确的数字。

4. 实验数据处理

每次实验完成后,按要求及时完成实验报告。实验报告是在预习报告和实验记录的基础上整理而成,要求格式正确、整洁工整、简明扼要。

(1) 列表。实验后应该将获得的大量数据尽可能整齐地、有规律地列表表达出来,以便处理运算。列表时应注意,每一个表都应有简明完整的表头;在表的每一行或每一列的第一栏,要详细地写出名称、单位等;在每一行中数字排列要整齐,位数和小数点要对齐,有效数字的位数要合理;原始数据可与处理的结果写在一张表上,在表下注明处理方法和选用的公式。

(2) 数据的取舍。为了衡量分析结果的精密度,一般对单次测定的一组结果 x_1, x_2, \dots, x_n , 计算出算术平均值 \bar{x} 后,应再用单次测定偏差 ($d_i = x_i - \bar{x}$)、单次测定结果的相对偏差 $\left(\frac{x_i - \bar{x}}{\bar{x}}\right)$, 等表示结果的精密度。若某一数值偏差较大时,可以舍弃。

(3) 作图。利用图形表达实验结果更直观,易显示出数据的特点,如极大值、极小值、转折点等,还可利用图形求面积、作切线、进行内插和外推等。常用的有以下几种方法。

① 求外推值。例如强电解质无限稀释溶液的摩尔电导率的值无法由实验直接测定,但可作图外推至浓度为 0, 即得无限稀释溶液的摩尔电导率。

② 求转折点和极值。例如配合物分裂能的测定等。

③ 求经验方程。例如依据反应速度常数 k 与活化能 E_a 的关系式(阿

仑尼乌斯公式)测不同温度 T 下的 k 值,以 $\lg k$ 对 $1/T$ 作图,则可得一条直线,由直线的斜率和截距可分别求出活化能 E_a 和碰撞频率 Z 的数值。

作图时应注意以下几点:

① 坐标纸的选择。无机化学实验作图最常用的是直角坐标纸,而对数坐标纸、半对数坐标纸和三角坐标纸较少用到。

② 画坐标轴。用直角坐标纸作图时,横轴读数由左至右,纵轴由下而上。注明该轴所代表变数的名称及单位。

③ 确定比例尺。用直角坐标纸作图时,横坐标与纵坐标的读数不一定从 0 开始,要视具体情况而定,充分利用坐标纸的全部面积,使全图布局匀称合理。

制图时选择比例尺是极为重要的,因为比例尺的改变,将会引起曲线外形的变化。特别对于曲线的一些特殊性质,如极大值、极小值、转折点等,比例尺选择不当会使图形特点显示不清楚。

比例尺的选择应遵循的规则:一是要能表示出全部有效数字,以便使作图法求出的物理量的精确度与测量的精确度相适应;二是读数方便,图纸每小格所对应的数值应便于迅速简便地读数,便于计算。

④ 作实验点。将测得数值的各点绘于图上,用铅笔以 \times 、 \square 、 \circ 等符号标出(符号的大小表示误差的范围)。若测量的精确度很高,这些符号应作得小些,反之就大些。在一张图纸上如有数组不同的测量值时,各组测量值代表点应用不同符号表示,以示区别。

⑤ 连线。借助于曲线板或直尺把各点连成线。实验点与线间的距离表示测量的误差,线与实验点间的距离应尽可能小。

曲线应光滑均匀,细而清晰,曲线不必强求通过所有各点,实验点应该分布在曲线的两边,曲线的两边的点在数量上应近似相等。

根据作图的意义,有些实验要求画直线(如化学反应速率与活化能的测定, $\lg k$ 对 $1/T$ 作图为直线)或折线(如自由能-氧化数图为折线)。

选用合适的绘图工具。铅笔应该削尖,线条才能明晰清楚。画线时应该用直尺或曲线尺辅助,不能单凭手来描绘。选用的直尺或曲线板应该透明,才能全面地观察实验点的分布情况,画出较理想的图形。

⑥ 写图标。写上清楚完备的图标(图的名称)。

5. 实验报告

实验完毕后,要及时而认真地写出实验报告,并在离开实验室前或指定时间交给指导老师。实验报告一般包括以下内容: