

高等学校“十二五”规划教材

无机及分析化学 实验

李国祥 李松波 陈晓霞 主编

Wuji Ji Fenxi Huaxue Shixian

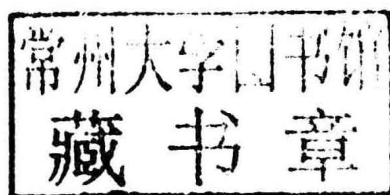
中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

高等学校“十二五”规划教材

无机及分析化学实验

主 编 李国祥 李松波 陈晓霞



中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书以工科基础化学实验课程教学基本要求为出发点,结合教学改革与实践和教学发展,整合和优化了无机化学及分析化学实验教学内容编写而成。

全书包含无机及分析化学实验基础知识、基本操作技能训练 12 项、44 个基础及综合与设计性实验等内容。书后附有各类实验所需的数据表,便于教学。

本书可作为理工类无机及分析化学实验、无机化学实验及分析化学实验课程教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学实验 / 李国祥,李松波,陈晓霞主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2012.3

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1406 - 5

I. ①无… II. ①李… ②李… ③陈… 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(2012)第 Q20105 号

书 名 无机及分析化学实验
主 编 李国祥 李松波 陈晓霞
责任编辑 李 敬
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)
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 13 字数 324 千字
版次印次 2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷
定 价 25.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

《无机及分析化学实验》是在内蒙古科技大学自编的《无机化学实验讲义》和《分析化学实验讲义》基础上,结合我国高等学校“十二五”教育规划纲要,根据教育部《高等学校基础课实验教学示范中心建设标准》和“厚基础、宽专业、大综合”的教育理念,借鉴兄弟院校化学实验教学改革的成功经验,通过优化和整合实验课程教学体系,增加了综合性及设计性实验编写而成的。

本教材包括化学实验基础知识、化学实验基本操作与训练、基础化学实验、综合与设计性实验等内容,精选了44个基础化学实验和综合设计性实验。实验内容的选取既考虑了基本实验方法、操作的完整性和系统性,也充分考虑了与工业生产、材料科学、环境保护、生活实践等的密切相关性。

本教材由内蒙古科技大学基础化学实验教学示范中心李国祥、李松波、陈晓霞主编。具体分工为:李国祥(第一章,第三章实验一~实验八);李松波(第二章第一节~第四节,第三章实验九~实验十);陈晓霞(第二章第五节~第八节,第三章实验十一~实验十七);王震平(第二章第九节~第十一节,第三章实验十九~实验二十六);元清(第三章实验二十七~实验三十二);刘媛媛(第三章实验三十三~实验三十九);杜金花(第三章实验十八、实验四十一、实验四十二,附录);王延铭(第二章第十二节,第三章实验四十、实验四十三、实验四十四)。全书由李国祥策划、整理和统稿。

本教材可作为工科院校化学化工类以及其他相关学科专业学生的实验教材,也可供从事化学实验的工作人员学习、参考。

本教材在编写过程中得到了内蒙古科技大学教务处领导和学院领导的支持和帮助,教材中吸收和借鉴了一些兄弟院校实验教材改革的成果与内容,在此表示真诚的谢意。

本教材获得2011年度内蒙古科技大学教材基金资助。

目 录

第一章 化学实验基础知识.....	1
第二章 化学实验基本操作与训练	18
第一节 玻璃仪器的基本操作	18
第二节 简单玻璃工操作	23
第三节 电光分析天平的使用	25
第四节 pH 计的使用	31
第五节 电导率的测定	38
第六节 常用分离方法	39
第七节 黏度计的使用	43
第八节 分光光度计的使用	46
第九节 紫外分光光度计的使用	51
第十节 熔点的测定和温度的校正	52
第十一节 重结晶	54
第十二节 蒸馏和分馏	56
第三章 基础及综合、设计性实验.....	63
实验一 容量器皿的校准	63
实验二 容量分析操作练习(一)	65
实验三 容量分析操作练习(二)	67
实验四 酸碱溶液浓度的标定	72
实验五 电离平衡和沉淀反应	74
实验六 醋酸解离度与解离常数的测定	77
实验七 电导法测定醋酸解离度和解离常数	79
实验八 氧化还原反应和电化学	82
实验九 配位化合物的生成和性质	84
实验十 铬、锰及其化合物.....	87
实验十一 铁、钴、镍及其化合物	89
实验十二 铜、锌及其化合物.....	92

实验十三	碱金属和碱土金属离子的分离和检出(综合性)	95
实验十四	水溶液中 Ag^+ 、 Pb^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Bi^{3+} 和 Zn^{2+} 等离子的分离和检出(综合性)	97
实验十五	由粗食盐制备试剂级氯化钠	98
实验十六	硫酸亚铁铵的制备(综合性)	101
实验十七	硫铁矿烧渣制备高纯硫酸亚铁及质量检验(综合性)	103
实验十八	缓冲作用和氧化还原性的验证(设计性)	105
实验十九	物质鉴别及混合离子的分离鉴定(设计性)	107
实验二十	含铬废水的处理(综合性)	108
实验二十一	混合碱样的分析(双指示剂法)	111
实验二十二	铵盐中氮含量的测定(甲醛法)	112
实验二十三	食醋中醋酸含量的测定	114
实验二十四	EDTA 标准溶液的配制与标定	117
实验二十五	铋、铅含量的连续滴定	120
实验二十六	水的硬度测定	121
实验二十七	石灰石或白云石中钙、镁的测定	123
实验二十八	KMnO_4 标准溶液的配制和标定	125
实验二十九	过氧化氢含量的测定(高锰酸钾法)	126
实验三十	高锰酸盐指数的测定(酸性高锰酸钾法)	127
实验三十一	铁矿石中全铁含量的测定	130
实验三十二	亚铁盐中铁含量的测定	131
实验三十三	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 I_2 标准溶液的配制及标定	133
实验三十四	碘量法测定铜	135
实验三十五	药片中维生素 C 含量的测定	137
实验三十六	溴酸钾法测定苯酚	139
实验三十七	AgNO_3 和 NH_4SCN 标准溶液的配制和标定	141
实验三十八	可溶性氯化物中氯含量的测定(莫尔法)	143
实验三十九	银盐中银含量的测定(佛尔哈德法)	145
实验四十	邻二氮菲吸光光度法测定铁(条件实验和试样中铁含量的测定)	147
实验四十一	六价铬的测定——二苯碳酰二肼分光光度法	149
实验四十二	5-Br-PADAP 分光光度法测定微量钴	151
实验四十三	铁(Ⅲ)与磺基水杨酸配合物的组成及稳定常数测定(综合性)	153
实验四十四	碱式碳酸铜的制备(设计性)	155

附 录

附录 1	弱酸、弱碱在水溶液中的解离常数	157
附录 2	难溶化合物的溶度积常数	163

附录 3	标准电极电势	166
附录 4	配合物稳定常数	177
附录 5	最常用基准物质的干燥条件和应用	182
附录 6	常用 pH 缓冲溶液	183
附录 7	常用的各种指示剂	185
附录 8	常用掩蔽剂	189
附录 9	常用标准溶液的保存期限	191
附录 10	洗涤液的配制及使用	192
附录 11	国际相对原子质量表	193
附录 12	实验报告样式	195
参考文献		199

第一章 化学实验基础知识

一、基础化学实验目的

化学是一门实验科学,基础化学实验无论是对现有化学基本原理和基础知识的理解和掌握,还是对化学未来的发展都起到了至关重要的作用,因此化学实验在化学教学中占有极其重要的地位。

通过基础实验教学,不但要使学生获得大量物质变化的第一手的感性知识,进一步了解物质结构和性质的关系,掌握化学实验的基本操作方法和技能技巧,学会正确观察和记录现象并归纳、综合和处理实验结果;更为重要的是要培养学生认真、刻苦、严谨、求实的科学态度、习惯和思维方法,使他们掌握从事科学研究的基本实验技能和方法,培养他们独立思考和独立工作的能力,为今后从事创新性研究奠定一个良好的基础。

二、基础化学实验学习方法

要达到上述实验目的,不仅要有正确的学习态度而且要有正确的学习方法。基础化学实验的学习方法大致可分为下列三个步骤。

(一) 预习

为了使实验能够获得良好的效果,实验前必须进行认真的预习,具体说来,它主要包括:认真阅读实验教材、教科书和参考资料中的有关内容,明确实验目的,了解实验内容、步骤、相关仪器操作过程及注意事项,并写好预习报告,方能进行实验。每次实验前,若指导老师发现学生预习不够充分,可让学生在了解实验内容之后再继续进行实验。

(二) 实验

实验前通过教师讲解、示范、提问和讨论相结合的方式,进一步明确实验原理、操作要点和注意事项等,做到心中有数;在实验过程中,严格遵守实验室工作规则,根据实验预定的方法、步骤和试剂用量独立进行认真操作、细心观察,并及时如实地做好详细记录;如果发现实验现象和理论不符合,应认真分析和检查其原因,可通过重做或对照实验、空白实验、自行设计的实验来核对和验证,从中得到有益的科学结论和学习科学思维的方法;实验全过程中应勤于思考、仔细分析,力争自己解决问题,但遇到疑难问题而自己难以解决时,可提请教师指点;在实验过程中应保持肃静,爱护仪器,节约药品、水电和煤气,保证实验室的卫生和安全。

(三) 实验报告

实验做完后应对实验现象进行解释并作出结论,或根据实验数据进行处理和计算,独立完成实验报告,交指导教师审阅。若有实验现象、解释、结论、数据、计算等不符合要求,或实验报告写得草率者,应重做实验或重写报告。书写实验报告应字迹端正,简明扼要,书面整洁。

基础化学实验报告一般包括以下几个部分：

- (1) 实验名称、实验日期,如非独立完成的实验,应注明合作者。
- (2) 实验目的。
- (3) 实验原理。
- (4) 实验步骤(尽量以图、表格、化学式、符号等表示)。
- (5) 实验现象的记录及其解释,或实验数据的测定及处理。
- (6) 实验总结及讨论。

基础化学实验大致可分为物质制备、常数测定、性质实验、定性定量分析和结构表征实验等类型。

三、有效数字、误差及实验数据的处理

在化学实验中,经常需要将实验测得的数据进行计算。要获得准确的结果,不但要有准确的测定,而且还要正确地记录和计算,即正确地记录数字的位数并在计算过程中正确地保留结果的有效位数。

(一) 有效数字及其有关规则

有效数字是指能测到的数字,只有其最后一位是估计得到的,即可疑数字。通常测量结果只能保留一位可疑数字,其余部分是准确的。保留有效数字的位数与测量仪器的精密度以及实验所用的方法有关。例如:用一架台秤称量某物品,得到结果为 24.48 g,前三位数字 24.4 是可从砝码和游码得到的准确数字,而最后一位数字是在游标刻度上估计而得的,是不准确的可疑数字,故这个数据为四位有效数字。

要注意判定 0 是否属于有效数字。在数字之间或数字后面的 0 都是有效数字,如果在小数点前除 0 以外无其他数字,则小数点后其他数字之前的 0 都不是有效数字(仅起数字定位的作用)。如 5.168 0 g 含五位有效数字,标准溶液的浓度 0.010 0 mol/L 为三位有效数字,而 0.008 m 只有一位有效数字。注意在单位换算时不可引起有效数字的位数变化,例如,120 km 有三位有效数字,以米为单位时应写成 1.20×10^5 m,而不能写成 120 000 m,因为后者有六位有效数字。

对数据进行处理时应遵循以下规则:

(1) 加减运算所得结果的有效数字位数应以小数点后面位数最少的数为限;乘除运算所得结果的有效数字位数应以有效数字位数最少的数为准。例: $65.38 + 35.453 \times 2 = 136.29$ 。而 $0.112 \times 21.76 = 2.43712$,结果应修约为 2.44。

(2) 当确定了有效数字位数以后,余下的数字应按“四舍六入五成双”的规则修约。例如,24.655 修约成四位有效数为 24.66,修约成三位时则应为 24.6;如 7.43 和 9.58 保留两位有效数字的话,应分别为 7.4 和 9.6。

(3) 对数的整数部分不能看做有效数字,其尾数即小数部分有效数字的位数应与相应的真数相同。例如: $[\text{H}^+] = 0.020 \text{ mol/L}$, $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 1.70$,其中 1 不属于有效数字。

(4) 如第一位有效数字大于 7,其有效数字位数可多计一位。如 0.097 8,运算时可看做四位有效数字。

(5) 计算公式中出现的乘除因子可看做有无限位有效数字,也就是说只有直接或间接测得的物理量才存在有效数字的问题,而不需测量的数值可认为含无限多位有效数字。如

求算三次测定的平均值：

$$\frac{34.31 + 34.28 + 34.32}{3} = 34.30$$

分母中的 3 为无限多位有效数字,故计算结果不能取一位有效数字而应取四位。

常见仪器的精确度见表 1-1。

表 1-1 常见仪器的精确度

仪器名称	仪器精确度	例子	有效数字位数
台秤	0.1 g	6.5 g	两位
电光天平	0.000 1 g	15.325 0 g	六位
千分之一天平	0.001 g	20.253 g	五位
100 mL 量筒	1 mL	75 mL	两位
滴定管	0.01 mL	35.23 mL	四位
容量瓶	0.01 mL	50.00 mL	四位
移液管	0.01 mL	25.00 mL	四位
pHS-2C 型酸度计	0.01	4.76	两位

(二) 误差

1. 准确度和误差

准确度反映测定值相对真实值的偏离程度。误差分绝对误差和相对误差两种。

绝对误差 = 测定值 - 真实值

绝对误差为正值表示测量值偏高,负值表示偏低。

相对误差(无单位) = (绝对误差 / 真实值) × 100%

例:真实值为 0.100 0 g 的样品,测量值为 0.102 0 g,则

$$\text{绝对误差} = 0.102\ 0 - 0.100\ 0 = 0.002\ 0(\text{g})$$

$$\text{相对误差} = (0.002\ 0 / 0.100\ 0) \times 100\% = 2.0\%$$

又如真实值为 1.000 0 g 的样品,测得值为 1.002 0 g,则绝对误差仍为 0.002 0 g,而相对误差为:

$$\frac{0.002\ 0}{1.000\ 0} \times 100\% = 0.20\%$$

从上例可知:绝对误差与真实值的大小无关,而相对误差则与真实值的大小有关,真实值越大,相对误差越小。一般用相对误差来反映测定值与真实值之间的偏离程度,即准确度。

2. 精密度与偏差

精密度反映的是测量结果的再现性(可重复性)。通常真实值不知道,但可用多次重复测量所得结果的平均值代替真实值。这时,单次测定的结果与平均值之间的差值称为偏差,也分为绝对偏差和相对偏差两种。

绝对偏差 = 单次测定值 - 平均值

相对偏差 = (绝对偏差 / 平均值) × 100%

相对偏差的大小可以反映出测量结果再现性的优劣,即测定的精密度,相对偏差小,则说明再现性好,精密度高。

(三) 产生误差的原因

(1) 系统误差。在进行多次重复测量时,可能由某种固定因素的影响使结果总是偏高或总是偏低,这些固定的因素通常包括实验方法不完善、所用的仪器准确度差、药品不纯等。系统误差可通过改进实验方法、校正仪器、提纯药品等措施来消除,也可在找出引起误差的原因后,测出误差的大小而对结果加以校正。

(2) 偶然误差。在多次重复操作中,即使操作者技能再高、工作再仔细,每次的测量结果也不可能完全一致,而是有时偏高些、有时偏低些,产生这种误差的原因常难以察觉,是由一些偶然因素引起的。偶然误差中,正误差与负误差出现的机会是相等的,大误差出现的机会少,小误差出现的机会多。对于偶然误差通常采用多次平行测定取平均值的方法来消除。

(3) 过失误差。这是由于工作粗枝大叶、操作马虎、不遵守操作规程等原因造成的误差,如实验中加错试剂、溶液损失、读错仪器刻度等。只要加强责任感,认真对待实验,过失误差是完全可以避免的。实验中如确知由于过失而引进了误差,该次测量所得数据应剔除。

(四) 实验数据图解法

将实验数据用几何图形表示出来的方法称为图解法,它能非常直观地显示出实验数据之间的关系,以及数据中的最大值、最小值、转折点及分布周期性等,还可以发现和消除一些偶然误差。作图的步骤如下。

1. 坐标标度的选择

最常用的作图纸是直角毫米坐标纸,习惯上以横坐标表示自变量,以纵坐标表示因变量。选择坐标轴比例尺应遵循以下几个原则:

(1) 能表示出全部有效数字,从图中读出的物理量的精密度应与测量的精密度一致。

(2) 坐标标度应取容易读取的分度,即每单位坐标格应代表 1、2 或 5 的倍数,而不要采用 3、6、7、9 的倍数,而且应把数字标示在图纸逢 5 或逢 10 的粗线上。

(3) 如无特殊需要(如直线外推求截距),就不一定以变量的零点作为坐标轴的原点。实际工作中常用低于最小值的某一整数作起点,高于最大值的某一整数作终点,使图形占满整张坐标纸。如果作的图是直线或是近于直线的曲线,则应使其斜率接近于 1。

(4) 分度确定后,画出坐标轴,在轴旁注明该轴变量的名称,并在轴旁每隔一定距离注明该处变量值,以便于作图和读数。

2. 根据数据作点

把对应于各组数据的点画到坐标纸上,代表某一读数的点可用 $\circ$ 、 $\bullet$ 、 $\times$ 、 $\blacktriangle$ 、 $\triangle$ 、 $\odot$ 等符号标记,符号的中心所在即为读数值。符号应有足够的大小,它可粗略地表示出测量误差的范围。

3. 作曲线

根据点的分布情况作曲线,描出的线必须平滑,尽可能接近或贯穿大多数的点,并使处于平滑曲线(或直线)两边的点的数目大致相等。在曲线的极大、极小值或转折点处应多取一些点,以提高曲线所示规律的可靠性。个别远离曲线的点若是由过失所致,描线时可不考虑该点;如该点具有重现性,则描线时应予考虑,并分析其原因,考虑是否存在某些必然的规律。总之,切不可随意丢弃曲线较远的点。

四、实验室用水

化学实验室中所用的水必须是纯化的水,不同的实验对水质的要求也不相同。一般的化学实验用一次蒸馏水或去离子水;超纯分析或精密物理化学实验中,需要水质更高的二次蒸馏水、三次蒸馏水或根据实验要求用无二氧化碳蒸馏水等。

(一) 规格

《分析实验室用水规格和试验方法》(GB/T 6682—2008)中明确规定了实验室用水的级别、主要技术指标及检验方法,该标准参照采用了国际标准 ISO 3696(1987)。

说明:

(1) 由于在一级水、二级水的纯度下难于测定其真实的 pH 值,因此,对 pH 值范围不做规定。

(2) 由于在一级水的纯度下难于测定其可氧化物质和蒸发残渣,因此,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。

(二) 制备方法

实验室制备纯水一般可用蒸馏法、离子交换法和电渗析法。蒸馏法的优点是设备成本低、操作简单,缺点是只能除掉水中非挥发性杂质,且能耗高;离子交换法制得的水,称为“去离子水”,去离子效果好,但不能除掉水中非离子型杂质,常含有微量的有机物;电渗析法是在直流电场作用下,利用阴、阳离子交换膜对原水中存在的阴、阳离子选择性渗透的性质而除去离子型杂质,电渗析法也不能除掉非离子型杂质。在实验中,要依据需要,选择用水,不应盲目地追求水的纯度。

(三) 检验方法

制备出的纯水水质,一般视其电导率为主要质量指标,一般的检验也可进行,诸如 pH 值、重金属离子、 Cl^- 离子、 SO_4^{2-} 离子等检验。此外,根据实际工作的需要及生化、医药化学等方面的特殊要求,有时还要进行一些特殊项目的检验。

五、化学试剂及其取用

常用的化学试剂根据其纯度不同分成不同的规格。我国生产的试剂一般为四种规格,如表 1-2 所列。

表 1-2 我国生产试剂的四种规格

试剂规格	名称	代号	瓶签颜色	用途
一级	保证或优级试剂	GR	绿	用做基准物
二级	分析试剂(分析纯)	AR	红	科研和分析鉴定
三级	化学纯	CP	蓝	科研或较高级实验或要求不太高的分析实验
四级	实验试剂	LR	棕黄	普通实验、科研

此外,尚有一些特殊规格的试剂,如超纯试剂(光谱纯)、指示剂、生化试剂等。

通常,固体试剂装在广口瓶内,液体试剂盛在细口瓶或滴瓶中。见光易分解的试剂(如硝酸银、碘化钾等)应装在棕色试剂瓶内。盛碱液的瓶子不要用玻璃塞,要用橡皮塞或软木

塞。所有试剂瓶都应贴有标签,以标明试剂的名称和规格。

(一) 液体试剂的取用

(1) 从平顶塞试剂瓶中取用试剂时,先取下瓶塞并将它仰放在实验台上,以免沾污。拿试剂瓶时注意让瓶上的标签贴着手心,倒出的试剂应沿试管壁或玻璃棒流入容器(图 1-1 和图 1-2),然后缓慢竖起试剂瓶,将瓶塞盖好,并将试剂瓶放回原处。

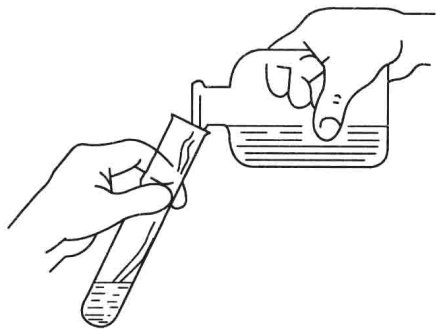


图 1-1 往试管中倒液体试剂

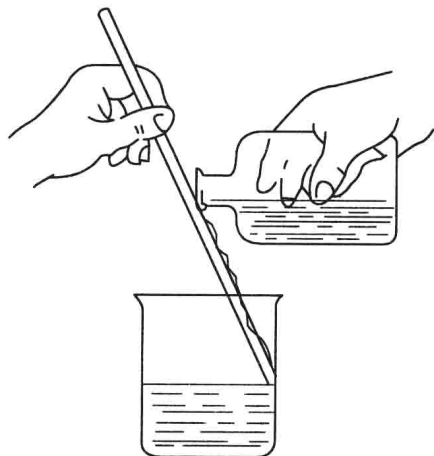


图 1-2 往烧杯中倒液体试剂

(2) 从滴瓶中取用试剂时,要用滴瓶中的滴管,不允许用别的滴管。取用时提起滴管,使管口离开液面。用手指捏紧滴管上部的乳胶帽排出空气,再把滴管伸入试剂瓶中吸取试剂。往试管中滴加试剂时,切勿使滴管伸入试管中,以免污染滴管(图 1-3)。滴加完后,应立即将滴管插回原滴瓶内。

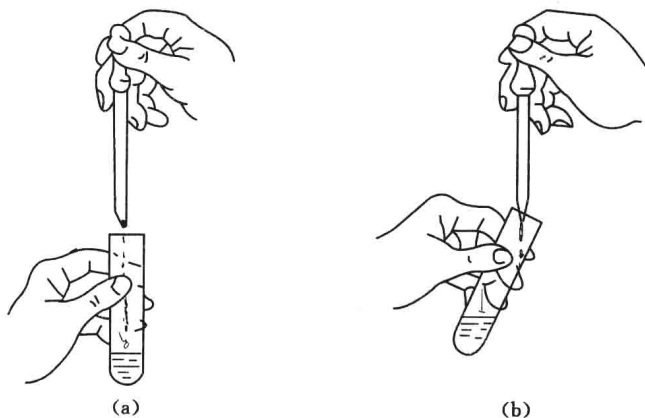


图 1-3 往试管中滴加液体

(a) 正确;(b) 不正确

(二) 固体试剂的取用

要用清洁、干燥的药匙取用。药匙最好专匙专用,否则必须擦拭干净后方可取另一种药品;多取的药品不能倒回原瓶,可放在指定的容器中供他人使用。一般的固体试剂可放在干燥的纸上称量,具有腐蚀性或易潮解的固体应放在表面皿上或玻璃容器内称量。固体颗粒

较大时,可在清洁干燥的研钵中研碎。有毒药品要在教师指导下取用。往试管中加入固体试剂时,应用药匙或将取出的药品放在干净的对折纸片上后伸进试管约 $2/3$ 处。加入块状固体时,应将试管倾斜,使其沿管壁慢慢滑下,以免碰破管底。

六、化学实验规则

实验规则是人们长期从事实验室工作的经验总结,它是正常进行实验,防止意外事故发生的重要保证,必须严格遵守。

(1) 实验前认真预习并做好预习报告,经教师检查通过后开始实验。未预习者,不得进行实验。实验开始前,应检查实验所需的药品、仪器是否齐全。做规定以外的实验,应先经指导教师允许。

(2) 听从教师指导,严守安全守则。实验时要集中精神,认真操作,仔细观察,积极思考,详细如实地做好记录。必须保持肃静,不准大声喧哗,不得到处乱走。不得无故缺席,因故缺席未做的实验应该补做。

(3) 按规定的量取用药品,注意节约。取用试剂时,应注意滴管、移液管等不可混用,以免药品、试剂被污染。称取药品后,及时盖好原瓶盖,放在指定地方,药品不得擅自拿走。绝对不允许用手直接接触任何药品。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,避免粗枝大叶而损坏仪器。如发现仪器有故障,应立即停止使用,报告教师,及时排除故障。

(4) 实验台上的仪器应整齐地放在一定的位置上,并经常保持台面的清洁。废纸、火柴梗和碎玻璃等应倒入垃圾箱内,切勿倒入水槽,以免水槽堵塞。剧毒或腐蚀性废液应倒入指定的废液缸后统一处理。产生有毒气体的实验应在通风橱中进行。

(5) 爱护公物,节约使用水、电、煤气和药品试剂。实验前若发现有仪器破损或短缺应及时报告。实验中应按教师提出的注意事项及操作说明小心使用仪器和实验设备,每人应取用自己的仪器,不得动用他人的仪器。公用仪器及药品等应就地使用,不准拿走、移动,用毕应洗净,并立即送回原处,如有仪器破损,应及时报告,登记后领取,并按规定赔偿。

(6) 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揩净,实验柜内仪器应存放有序,清洁整齐。经教师同意后方可离开实验室。每次实验后由学生轮流值勤,负责打扫和整理实验室,并严格检查水、电、煤气及门、窗是否关闭,以确保实验室的整洁和安全。

七、化学实验安全知识

(一) 化学实验室内的安全操作

在进行化学实验时,需经常使用水、电、煤气,并常碰到一些有毒、有腐蚀性或者易燃、易爆的物质,不正确和不经心的操作以及忽视操作中必须注意的事项都可能造成火灾、爆炸和其他不幸事故的发生。发生事故不仅危害个人,还会危害周围同学,使国家财产受到损失,影响工作的正常进行。因此,重视安全操作,熟悉一般的安全知识是非常必要的。我们必须从思想上重视实验安全工作,决不能麻痹大意。

为了保证实验的顺利进行,必须熟悉和注意以下安全措施:

(1) 必须熟悉实验室及其周围环境和水、电、煤气、灭火器的位置。

(2) 使用电器时,要谨防触电,不要用湿的手、物去接触电源,实验完毕后及时拔下插

头,切断电源。

(3) 一切有毒的、有恶臭气味的气体参与的实验,都应在通风橱内进行。

(4) 为了防止药品腐蚀皮肤和进入体内,不能用手直接拿取物品,要用药匙或指定的容器取用。取用一些强腐蚀性的药品,如氢氟酸、溴水等时,必须戴上橡皮手套。决不允许用舌头尝药品的味道。实验完毕后须将手洗净。严禁在实验室内饮食,或将食品及餐具等带入实验室内。

(5) 不允许将各种化学药品混合,以免引起意外事故,自选设计的实验务必与教师讨论并征得同意后方可进行。

(6) 使用易燃物(如酒精、丙酮、乙醚)、易爆物(如氯酸钾)时,要远离火源,用完后应及时将易燃、易爆物加盖并存放在阴凉的地方。

(7) 酸碱是实验室常用试剂,浓酸碱具有强烈腐蚀性,应小心取用,不要洒在衣服或皮肤上。实验用过的废酸应倒入指定的废酸缸中。

(8) 用完煤气后,或遇临时煤气中断供应时,应立即关闭开关。如遇煤气泄漏时,应停止实验,进行检查。

(9) 实验完毕后,值日生和最后离开实验室的人员应负责检查门、窗、水、煤气是否关好,电闸是否拉开。

(10) 实验室内所有药品不得携出室外。用剩的有毒药品应交还给教师。

(二) 实验室中意外事故的急救处理

实验室内备有小药箱,以应发生事故时临时处理之用。

1. 割伤(玻璃或铁器刺伤等)

先把碎玻璃从伤口处挑出,如轻伤可用生理盐水或硼酸液擦洗伤处,涂上紫药水(或红汞),必要时撒些消炎粉,用绷带包扎。伤势较重时,则先用酒精在伤口周围清洗消毒,再用纱布按住伤口压迫止血,并立即送往医院。

2. 烫伤

可用10%的高锰酸钾溶液擦洗灼伤处,若伤势较重,撒上消炎粉或烫伤药膏,用油纱绷带包扎,切勿用冷水冲洗。

3. 受强酸腐蚀

先用大量水冲洗,然后涂上碳酸氢钠油膏。如受氢氟酸腐蚀受伤,应迅速用水冲洗,再用稀苏打溶液冲洗,然后浸泡在冰冷的饱和硫酸镁溶液中半小时,最后敷以硫酸镁(20%)、甘油(18%)、水和盐酸普鲁卡因(1.2%)配成的药膏,伤势严重时,应立即送医院急救。

当酸溅入眼睛时,首先用大量水冲洗眼睛,然后用稀的碳酸氢钠溶液冲洗,最后再用清水洗眼。

4. 受强碱腐蚀

立即用大量水冲洗,然后用1%柠檬酸或硼酸溶液冲洗。

当碱液溅入眼睛时,先用水冲洗,再用饱和的硼酸溶液冲洗,最后滴入蓖麻油。

5. 磷烧伤

用5%的硫酸铜,1%的硝酸银或浓高锰酸钾溶液处理后,送医院治疗。

6. 吸入溴、氯等有毒气体

可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒,同时应到室外呼吸新鲜空气。

7. 一氧化碳中毒

(1) 理化性状及中毒原因。

一氧化碳是常见的有毒气体之一。凡是含碳的物质如煤、木材等在燃烧不完全时都可产生一氧化碳。一氧化碳进入人体后很快与血红蛋白结合,形成碳氧血红蛋白,而且不易解离。一氧化碳的浓度高时还可与细胞色素氧化酶的铁结合,抑制细胞呼吸而中毒。

(2) 中毒症状。

一氧化碳中毒主要有头痛、心悸、恶心、呕吐、全身乏力、昏厥等症状体征,重者昏迷、抽搐,甚至死亡。根据一氧化碳中毒的程度可分为三度:① 轻度。血碳氧血红蛋白为 10%~20%,有头痛、眩晕、心悸、恶心、呕吐、全身乏力或短暂昏厥,脱离环境可迅速消除。② 中度。血碳氧血红蛋白为 30%~40%,除上述症状加重外,皮肤黏膜呈樱桃红色,脉快,烦躁,常昏迷或虚脱,及时抢救之后可完全恢复。③ 重度。血碳氧血红蛋白在 50%以上。除上述症状加重外,病人可突然昏倒,继而昏迷,可伴有心肌损害、高热惊厥、肺水肿、脑水肿等,一般会产生后遗症。

(3) 现场急救。

立即将病人移到空气新鲜的地方,松解衣服,但要注意保暖。对呼吸心跳停止者立即进行人工呼吸和胸外心脏按压,并肌注呼吸兴奋剂、山梗菜碱或回苏灵等,同时给氧。昏迷者针刺人中、十宣、涌泉等穴。病人自主呼吸、心跳恢复后方可送医院。

若有条件时,可做一般性后续治疗:① 纠正缺氧,改善组织代谢,可采用面罩鼻管或高压给氧,应用细胞色素 C 15 mg(用药前需做过敏试验),辅酶 A 50 单位,ATP 20 mg,静滴以改善组织代谢。② 减轻组织反应,可用地塞米松 10~30 mg 静滴,每日 1 次。③ 高热或抽搐者用冬眠疗法,脑水肿者用甘露醇或高渗糖进行脱水等。④ 严重者可考虑输血或换血,使组织能得到氧合血红蛋白,尽早纠正缺氧状态。

8. 急性氯气中毒

(1) 理化特性与中毒原因。

氯气是一种黄绿色具有强烈刺激性气味的气体,并有窒息臭味,许多工业和农药生产上都离不开氯气。氯气对人体的危害主要表现在对上呼吸道黏膜的强烈刺激,可引起呼吸道烧伤、急性肺水肿等,从而引发肺和心脏功能急性衰竭。

(2) 中毒症状。

吸入高浓度的氯气,如每升空气中氯气的含量超过 2~3 mg 时,即可出现严重症状:呼吸困难、紫绀、心力衰竭,病人很快因呼吸中枢麻痹而致死,往往仅数分钟至 1 h,称为“闪电样死亡”。较重度中毒,病人首先出现明显的上呼吸道黏膜刺激症状:剧烈咳嗽、吐痰、咽喉疼痛发辣、呼吸急促困难、颜面青紫、气喘。当出现支气管肺炎时,肺部听诊可闻及干、湿性罗音。中毒继续加重,造成肺泡水肿,引起急性肺水肿,全身情况也趋衰竭。

(3) 急救。

迅速将伤员脱离现场,移至通风良好处,脱下中毒时所着衣服鞋袜,注意给病人保暖,并让其安静休息。

为解除病人呼吸困难,可给其吸入 2%~3% 的温湿小苏打溶液或 1% 硫酸钠溶液,减轻氯气对上呼吸道黏膜的刺激作用。

抢救中应当注意,氯气中毒病人有呼吸困难时,不应采用徒手式的压胸等人工呼吸方

法,这是因为氯气对上呼吸道黏膜具有强烈刺激,可引起支气管肺炎甚至肺水肿,这种压式的人工呼吸方法会使炎症、肺水肿加重,有害无益。应酌情使用强心剂如西地兰等。鼻部可滴入 1%~2% 麻黄素,或 2%~3% 普鲁卡因加 0.1% 肾上腺素溶液。由于呼吸道黏膜受到刺激腐蚀,故呼吸道失去正常保护机能,极易招致细菌感染,因而对中毒较重的病人可应用抗生素预防感染。

9. 安全用电常识

(1) 防止触电:

- ① 不用潮湿的手接触电器。
- ② 电源裸露部分应有绝缘装置(例如电线接头处应裹上绝缘胶布)。
- ③ 所有电器的金属外壳都应保护接地。
- ④ 实验时,应先连接好电路后才接通电源。实验结束时,先切断电源再拆线路。
- ⑤ 修理或安装电器时,应先切断电源。
- ⑥ 不能用试电笔去试高压电。使用高压电源应有专门的防护措施。
- ⑦ 如有人触电,应迅速切断电源,然后进行抢救。

(2) 防止引起火灾:

- ① 使用的保险丝要与实验室允许的用电量相符。
- ② 电线的安全通电量应大于用电功率。
- ③ 室内若有氢气、煤气等易燃易爆气体,应避免产生电火花。继电器工作和开关电闸时,易产生电火花,要特别小心。电器接触点(如电插头)接触不良时,应及时修理或更换。
- ④ 如遇电线起火,立即切断电源,用沙或二氧化碳、四氯化碳灭火器灭火,禁止用水或泡沫灭火器等导电液体灭火。

(3) 防止短路:

- ① 线路中各接点应牢固,电路元件两端接头不要互相接触,以防短路。
- ② 电线、电器不要被水淋湿或浸在导电液体中,例如实验室加热用的灯泡接口不要浸在水中。

(4) 电器仪表的安全使用:

- ① 在使用前,先了解电器仪表要求使用的电源是交流电还是直流电,是三相电还是单相电以及电压的大小(380 V、220 V、110 V 或 6 V)。须弄清电器功率是否符合要求及直流电器仪表的正、负极。
- ② 仪表量程应大于待测量。若待测量大小不明时,应从最大量程开始测量。
- ③ 实验之前要检查线路连接是否正确,经教师检查同意后方可接通电源。
- ④ 在仪器使用过程中,如发现有不正常声响、局部温升或嗅到绝缘漆过热产生的焦味,应立即切断电源,并报告教师进行检查。

(5) 触电事故:

应立即拉开电闸,切断电源,尽快地用绝缘物(干燥的木棒、竹竿)将触电者与电源隔离。

(三) 实验室中一些剧毒、强腐蚀性药品知识

1. 氰化物和氢氰酸

氰化钾、氰化钠、丙烯腈等系烈性毒品,进入人体 50 mg 即可致死;与皮肤接触经伤口