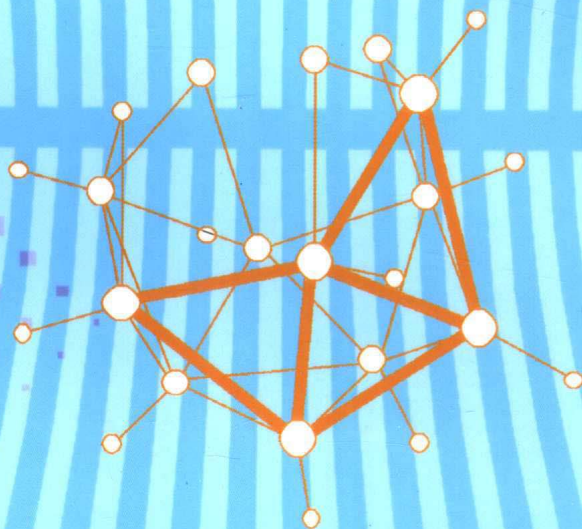
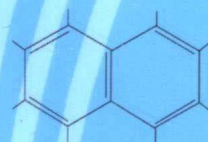


DAXUE HUAXUE JICHU SHIYAN

大学化学基础实验

主编 刘长久 / 刘 峥

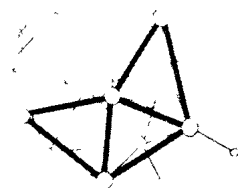


GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS

广西师范大学出版社

DAXUE HUAXUE JICHU SHIYAN

大学化学基础实验



主编 刘长久 / 刘 峰

图书在版编目 (CIP) 数据

大学化学基础实验 / 刘长久, 刘峥主编. — 桂林: 广西师范大学出版社, 2004. 1

ISBN 7-5633-4386-5

I. 大… II. ①刘… ②刘… III. 化学实验—高等学校—教材 IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 000817 号

广西师范大学出版社出版发行

(广西桂林市育才路15号 邮政编码:541004)
网址: <http://www.bbtpress.com.cn>

出版人: 萧启明

全国新华书店经销

广西师范大学印刷厂印刷

(广西桂林市临桂县金山路 168 号 邮政编码: 541100)

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 7.5 字数: 182 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

印数: 0 001 ~ 3 000 册 定价: 12.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

前 言

为了适应 21 世纪教育改革和高等学校加强素质教育以及培养创新能力的要求,我们根据原有的普通化学实验、无机化学实验的内容去粗取精,并选入一些提高性的实验内容,重新编写成大学化学基础实验。全书分为基本实验技术操作训练、综合实验和应用提高实验三大部分,共三十一一个实验,形成大学化学基础实验新体系。

本书适合作普通工科院校无机化学、普通化学课程的实验课教材,也可作其他院校同类课程的实验参考书。

本书由刘长久、刘 崢主编。刁汉明、尚 伟、叶启俭、彭铁辉、钟福新等参加了编写工作。由于时间仓促,水平有限,错误在所难免,欢迎批评指正。

编 者
2003 年 2 月

目 录

实验导言	1
第一部分 基本实验技术操作训练	12
实验一 化学实验的常用仪器和使用技术	12
实验二 分析天平的使用	24
实验三 溶液的配制与滴定技术	28
第二部分 综合实验	33
实验四 化学反应热效应的测定	33
实验五 弱酸 pK 值的测定(缓冲溶液 pH 法)	35
实验六 离解平衡	40
实验七 化学平衡常数的测定	42
实验八 硫酸亚铁铵的制备	47
实验九 化学反应速率和化学平衡	50
实验十 沉淀反应	53
实验十一 氧化还原反应	55
实验十二 配合物形成时性质的改变	57
实验十三 s 区元素的实验	59
实验十四 卤素实验	64
实验十五 氧、硫实验	67
实验十六 铬、锰	71
实验十七 铁、钴、镍	75
实验十八 铜、银	79
第三部分 应用提高实验	82
实验十九 自行设计实验——基本离子的鉴定	82
实验二十 甲基橙的制备(重氮化、偶合反应)	82
实验二十一 聚乙烯醇缩甲醛的制备(胶水的制备)	85
实验二十二 常见电化学过程实验	86
实验二十三 原电池电动势的测定	88
实验二十四 废干电池的综合利用	94
实验二十五 明矾的制备及其单晶的培养	96

实验二十六	植物中某些元素的鉴定	97
实验二十七	对香豆酸的合成	98
实验二十八	西佛碱及其铜配合物的合成	99
实验二十九	碱性氨基酸的制备	99
实验三十	菠菜色素的提取和分离	101
实验三十一	从硫铁矿焙烧渣中制取硫酸亚铁	103
附 录		104
附录一	化学药品的规格	104
附录二	常见元素相对原子质量表	104
附录三	常见弱电解质的电离常数($t=25\text{ }^{\circ}\text{C}$)	105
附录四	难溶电解质的溶度积($18\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$)	106
附录五	常见配位离子的稳定常数	107
附录六	常见离子的鉴定方法	108
附录七	常见酸碱的浓度(15°C)	109
附录八	酸性溶液中的标准电极电势 $E_{\text{标}}$ (298 K)	110
附录九	碱性溶液中的标准电极电势 $E_{\text{标}}$ (298 K)	112
主要参考文献		113

实验导言

一、实验的意义和目的

化学作为一门以实验为基础的学科,许多化学理论与规律都来自实验,同时,这些理论的应用与评价,也要依据实验的探索和检验。因此,实验是化学课程中不可缺少的一个重要环节,做好化学实验是十分重要的。

学生通过实验,可以掌握物质变化的第一手感性知识,从而加深理解和巩固理论上所获得的知识,为理论联系实际创造了条件。

学生通过实验,可以掌握实验的操作技能,学会常用仪器的正确使用方法,获得准确的实验数据和实验结果。

学生通过实验,可以培养独立思考和独立工作的能力。如学生应学会联想理论上掌握的知识,独立地准备和进行实验,细致地观察和记录实验现象。通过分析实验现象,学会归纳、综合及正确处理数据。

学生通过实验,可培养实事求是的科学态度,准确、细致、严谨的工作作风,整齐、整洁、良好的工作习惯以及科学的思维方法。

二、实验程序及要求

要达到实验的目的,必须有正确的学习态度和学习方法,即要把握好如下的实验程序。

(一) 预习

为了使实验能获得良好的效果,实验前必须进行预习。预习应达到下列要求:

(1) 充分阅读实验教材和教科书中的有关内容。

(2) 明确实验目的。

(3) 了解实验内容、原理、步骤、操作方法及注意事项,并初步估计每一步反应的预期效果,根据不同的实验写出预习报告。

(4) 认真思考实验前应预习的问题和实验后的思考题。

(二) 实验

学生应遵守实验室规则,接受教师指导,根据实验教材上规定的方法、步骤和试剂及用量进行操作,并应做到下列几点:

(1) 认真操作,细心观察,并把观察到的现象如实详细地记录在实验报告中。

(2) 应深入思考,分析实验现象产生的原因。如果发现实验现象与理论不符合,应认真查找原因,并仔细地重做实验。

(3) 实验中遇到疑难问题而自己难以解决时,可以请教师解答。

(4) 在实验过程中,应该保持肃静,严格遵守实验室规则。

(三) 实验报告

做完实验后,应解释实验现象,正确处理实验数据,并写出有关反应的化学方程式,做出正确的结论,完成实验报告,交指导教师审阅。

实验报告应做到文字工整、简明扼要、整齐洁净和图表清晰。

实验报告一般应包括下列几个部分：

(1) 实验目的：列出本次实验应达到的目的与要求。

(2) 实验原理：简述本次实验的基本原理(含反应的化学方程式,相关计算公式等)。

(3) 实验步骤：尽量用图表、表格、化学式、符号等表示。

(4) 实验现象或数据记录：把实验中观察到的现象或测得的各种数据记录下来。

(5) 解释、结论或数据的处理和计算：根据实验现象进行分析、解释,得出正确的结论,写出反应的化学方程式,或根据记录的数据进行计算,并将计算值与理论值比较,分析产生误差的原因。

下面举出三种不同类型的实验报告格式,供参考。

化学实验报告

班级： 学号： 姓名： 同组实验者：

实验名称：化学反应速率与化学平衡

日期：

一、实验目的

- (1) 了解浓度、温度、催化剂对反应速率的影响，以及浓度、温度对化学平衡移动的影响。
- (2) 练习在水浴中保持恒温的操作。
- (3) 根据实验数据练习作图。

二、实验原理

(1) 反应速率：对于任意反应： $aA + bB = cC + dD$ ，其反应速率方程为 $v = kc_A^m \cdot c_B^n$ 。可见，同温度下 c_A 或 c_B 越大，反应速率 v 也就越大；温度对反应速率的影响是通过对速率常数 k 的影响实现的，即 $k = Ae^{-E_a/RT}$ ，温度 T 越大， k 也就越大。加入催化剂后，可改变 E_a ，使 k 改变，进而改变反应速率 v 。

(2) 化学平衡：对于可逆反应： $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ ，当正、逆反应速率相等时，即达到化学平衡。当外界条件（如浓度、压力或温度等）改变时，平衡就向减弱这个改变的方向移动——勒·夏特列原理。

三、实验内容

1. 浓度对反应速率的影响

实验序号	NaHSO ₃ 溶液的体积/mL	H ₂ O 的体积/mL	KIO ₃ 溶液的体积/mL	溶液变蓝的时间 t/s	$(1/t) \times 100$	KIO ₃ 溶液的浓度 $c \times 200 / \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
1	10	35	5			
2	10	30	10			
3	10	25	15			
4	10	20	20			
5	10	15	25			

结论：

根据实验数据，用作图纸绘出曲线（略）。

2. 温度对反应速率的影响

实验序号	NaHSO ₃ 溶液的体积/mL	H ₂ O 的体积/mL	KIO ₃ 溶液的体积/mL	实验温度/℃	淀粉溶液变蓝的时间 t/s
1	10	35	5	室温 + 10℃	
2	10	35	5	室温 + 20℃	

结论：

【化学实验报告范例 2】

化学实验报告

班级： 学号： 姓名： 同组实验者：
 实验名称：硫酸亚铁铵的制备 日期：

一、实验目的

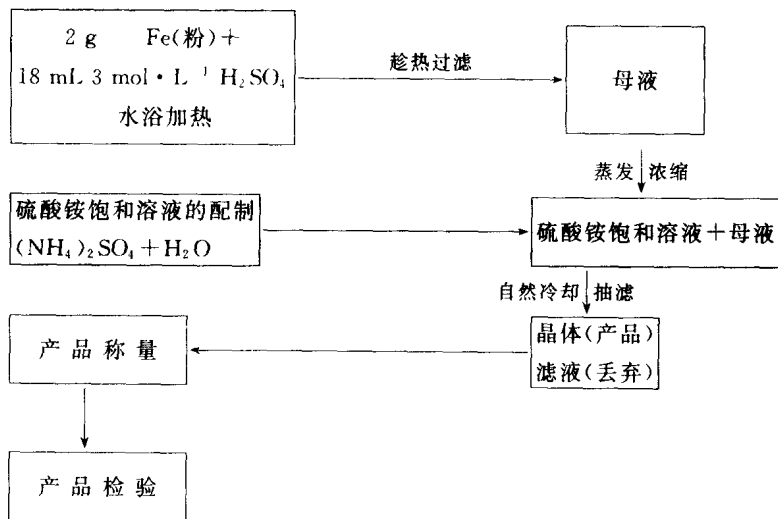
- (1) 了解硫酸亚铁铵的制备方法。
- (2) 练习在水浴上加热、减压过滤等操作。

二、实验原理

- (1) FeSO_4 的制备： $\text{Fe}(\text{粉}) + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2(\text{g})$
- (2) 硫酸亚铁铵的制备： $\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

三、实验内容及步骤

1. 硫酸亚铁铵的制备



2. 数据记录与处理

铁粉的质量/g	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 饱和溶液		$\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$			
	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的质量/g	H_2O 的体积/mL	理论产量/g	实际产量/g	产率/%	级别

化学实验报告

班级： 学号： 姓名： 同组实验者：

实验名称：沉淀反应

日期：

实验目的

(1) 了解沉淀反应的原理及现象,掌握溶度积的概念,学会溶度积规则的运用。

(2) 了解分步沉淀的操作及原理。

实验内容、现象及解释

实验内容、步骤	现象记录	解释、化学方程式
1. 沉淀的生成 (1) $\text{Pb}(\text{Ac})_2 + \text{KI} \rightarrow 5 \text{ mL}$ 水,振荡	有黄色沉淀生成 沉淀溶解	$[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^2 = 0.01 \times 0.02^2 = 4.0 \times 10^{-6}$, 而 $K_{\text{SP}}[\text{PbI}_2] = 8.49 \times 10^{-9} < 4.0 \times 10^{-6}$, 故有 PbI_2 沉淀析出; 加 5 mL 水后, $[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^2 < K_{\text{SP}}[\text{PbI}_2]$, 则沉淀溶解
(2) $\text{Na}_2\text{S} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$	有黑色沉淀生成	$\text{Na}_2\text{S} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbS} \downarrow + 2\text{NaNO}_3$
(3) $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$	有黄色沉淀生成	$\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbCrO}_4 \downarrow + 2\text{KNO}_3$
(4) $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$	有砖红色沉淀生成	$\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow + 2\text{KNO}_3$
(5) $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$	有白色沉淀生成	$\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$
2. 分步沉淀 (1) $\left. \begin{array}{l} \text{Na}_2\text{S} \\ \text{K}_2\text{CrO}_4 \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2}$ 离心清液 $\xrightarrow{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2}$	试管底部有黑色沉淀和黄色沉淀生成	$K_{\text{SP}}(\text{PbS}) = 8.0 \times 10^{-28}$ $K_{\text{SP}}(\text{PbCrO}_4) = 2.8 \times 10^{-13}$ $8.0 \times 10^{-28} \ll 2.8 \times 10^{-13}$ 故黑色 PbS 先沉淀析出, 随着 $[\text{Pb}^{2+}]$ 增大, 至离子浓度乘积大于其溶度积时, 才有黄色 PbCrO_4 沉淀析出
(2) $\left. \begin{array}{l} \text{AgNO}_3 \\ \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{K}_2\text{CrO}_4}$	先有黄色沉淀生成, 随着铬酸钾的加入, 沉淀颜色由黄色变为砖红色	沉淀 PbCrO_4 所需 CrO_4^{2-} 浓度为: $[\text{CrO}_4^{2-}] = \frac{K_{\text{SP}}(\text{PbCrO}_4)}{[\text{Pb}^{2+}]}$ $= 2.8 \times 10^{-13} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$ 同理, 可算得沉淀 Ag_2CrO_4 所需 CrO_4^{2-} 浓度为 $1.0 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。计算结果表明当加入 K_2CrO_4 溶液时, 先达到 PbCrO_4 的溶度积, 先有黄色 PbCrO_4 沉淀析出, 随着 $[\text{CrO}_4^{2-}]$ 增大, 才有 Ag_2CrO_4 沉淀析出

三、遵守实验规则

实验规则是人们在长期的实验室工作中,从正反两方面的经验、教训中总结出来的。它可以防止意外事故的发生,保持正常的实验环境和工作秩序。遵守实验规则是做好实验的重要前提,人人必须严格遵守实验规则。

(1) 实验前一定要做好预习和实验准备工作,检查实验所需的药品、仪器是否齐全。做规定以外的实验,应先经教师允许。

(2) 实验时要集中精力,认真操作,仔细观察,积极思考,如实详细地做好记录。

(3) 实验中必须保持肃静,不准大声喧哗,不得到处走动,不得无故缺席,因故缺席未做的实验应补做。

(4) 爱护国家财物,小心使用仪器和实验室设备,注意节约水、电和煤气。各人应使用自己的仪器,不得动用他人的仪器;公用仪器和临时共用的仪器用毕应洗净,并立即送回原处。如有损坏,必须及时登记补领。

(5) 实验台上的仪器应整齐地放在一定的位置,并经常保持台面的清洁;废纸、火柴梗和碎玻璃等应放入垃圾箱内;酸性废液应倒入废液缸内,切勿倒入水槽,以防堵塞或锈蚀下水道;碱性废液倒入废液缸,并用水冲洗干净盛装碱液的容器。

(6) 按规定的量取用药品,注意节约。称取药品后,及时盖好原瓶盖。放在指定地方的药品不得擅自拿走。

(7) 使用精密仪器时,必须严格按照操作规程进行操作,小心谨慎,避免因粗心大意而损坏仪器。如果发现仪器有故障,应立即停止使用,并报告教师,及时排除故障,使用后必须自觉填写登记本。

(8) 实验后,应将所用仪器洗净并整齐地放回柜子内。实验台及试剂架必须擦干净,最后关好电、水和煤气的开关。实验柜子内的仪器应存放有序、清洁整齐。

(9) 每次实验后由学生轮流值勤,负责打扫卫生和整理实验室,并检查水龙头、煤气开关、门、窗是否关紧,电闸是否断开,以保持实验室的整洁和安全。

(10) 发生意外事故时应保持镇静,不要惊慌失措;遇有同学烧伤、烫伤、割伤时应立即报告教师,及时诊断和治疗。

四、注意实验安全

进行化学实验时,要严格遵守关于水、电、煤气和各种仪器、药品的使用规定。很多化学药品是易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的。因此,重视安全操作,熟悉一般的安全知识是非常必要的。

注意安全不仅仅是个人的事情。发生了事故不仅损害个人的健康,还会危及周围的人们,危及国家的财产,影响工作的正常进行。因此,首先要从思想上重视安全工作,决不能麻痹大意。其次,在实验前应了解仪器的性能和药品的性质以及本实验中应注意的安全事项。在实验过程中,应集中注意力,并严格遵守实验安全守则,以防意外事故的发生。此外,要学会一般的救护措施,一旦发生意外事故,可及时进行处理。同时也要知道一些处理实验室废液的方法,以保持实验室环境不受污染。

(一) 实验室安全守则

(1) 不要用湿手或持潮湿的物体接触电源。水、电、煤气(液化气)使用完毕,要立即关闭水龙头、电闸和煤气开关。点燃的火柴用后应立即熄灭,放入指定地方,不许乱扔。

(2) 严禁在实验室内饮食、吸烟或把食具带入实验室。实验时,应穿实验工作服,不许穿拖鞋。实验完毕,必须洗净双手。

(3) 绝对不允许随意混合各种化学药品,以免发生意外事故。

(4) 因为钾、钠和白磷等暴露在空气中易燃烧,所以钾、钠应保存在煤油中,白磷可保存在水中。使用时必须遵守它们的使用规则,如取用它们应用镊子。一些极易燃的有机溶剂(如乙醚、乙醇、丙酮、苯等)使用时必须远离明火,用毕立即盖紧瓶塞。

(5) 混有空气的不纯氢气、一氧化碳等遇火易爆炸,操作时必须严禁接近明火;在点燃氢气、一氧化碳等易燃气体之前,必须先检查并确保纯度。银氨溶液不能留存,因久置后会变成氮化银极易引起爆炸。

(6) 倾注药剂或加热液体时,除了应配备必要的防护眼镜外,不要俯视容器,以防液体溅出伤人。尤其是浓酸、浓碱具有强腐蚀性,切勿使其溅在皮肤或衣服上,更应注意眼睛的防护。稀释它们时(特别是浓硫酸)应将它们慢慢倒入水中,倘若将水倒入浓酸、浓碱中则会引起飞溅。试管加热时,切记不要使试管口对着自己或他人。

(7) 不要俯向容器去嗅放出的气味。闻气味时,面部应该远离容器,用手把放出的气体慢慢地扇向自己的鼻孔。产生有刺激性或有毒气体(如 H_2S , HF , Cl_2 , CO , NO_2 , Br_2 等)的实验必须在通风橱内进行。

(8) 有毒药品(如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷和汞的化合物,特别是氰化物)不得进入口内或接触伤口。剩余的废液只能倒入指定的地点处理,不能随便倒入下水道。

(9) 金属汞易挥发(瓶中要加一层水保护),其可通过呼吸道而进入人体内,并逐渐积累引起慢性中毒。取用汞时,应在盛水的搪瓷盆上方操作。做金属汞的实验应特别小心,勿使汞洒落在桌上或地上。一旦洒落,必须尽可能收集起来,并用硫磺粉盖在洒落的地方,使汞转变为不挥发的硫化汞。

(10) 实验室所有药品不许带出室外。用剩的有毒药品应交给教师处理。

(11) 洗涤后的容器应放在规定的地方(如试管架上)干燥,严禁用手甩干,以防容器中未洗净的酸碱液等伤害他人身体或衣物。

(二) 实验室三废的处理

实验中经常会产生某些有毒的气体、液体和固体,需要及时排弃。如不经处理直接排出就可能污染周围空气和水源,损害人体健康。因此对废液、废气和废渣要经过一定的处理后,才能排弃。

对产生少量有毒气体的实验应在通风橱内进行,通过排风设备将少量毒气排到室外(使排出气体在室外的空气中稀释),以免污染室内空气。毒气量大的实验必须备有吸收或处理装置。如 H_2S , HF , Cl_2 , NO_2 , SO_2 等可用导管通入碱液中使其尽可能被吸收掉, CO 可燃烧变成 CO_2 。废渣,包括少量有毒的废渣应掩埋于指定地点。一般的酸碱废液可中和后排放。对含重金属离子或汞盐的废液可加碱调节 pH 至 8~10 后再加硫化碱处理,使毒害成分转变成难溶于水的氢氧

化物或硫化物的沉淀而分离出去,并掩埋残渣,清液达环保排放标准后可排放。废铬酸洗液可加入硫酸亚铁,使六价铬还原为三价铬后按普通重金属离子废液处理。含氰废液量少时可先加NaOH调整pH大于10,再加适量的 KMnO_4 使 CN^- 氧化分解;量多时则在碱性介质中加 NaClO 使 CN^- 氧化分解成 CO_2 和 N_2 。

五、养成良好的实验室工作习惯

良好的工作作风和习惯不仅是做好实验、搞好学习和工作所必需的,而且也反映了一个人的思想修养和素质。通过对学生进行化学实验技能的培养和训练,逐步养成以下良好的实验室工作习惯。

- (1) 初步养成认真、仔细、紧张、有序地进行实验的习惯。
- (2) 养成节约药品、水、电及一切实验用品和爱护仪器的习惯。
- (3) 养成保持整洁的实验工作环境的习惯。

六、实验室的应急处理

(一) 实验室事故的处理

1. 创伤 伤处不能用手抚摩,也不能用水洗涤。应先把碎玻璃从伤处挑出。轻伤可涂上紫药水(或红汞、碘酒),必要时撒些消炎粉或涂烫伤膏,并用绑带包扎。

2. 烫伤 皮肤破时,不要用冷水洗涤伤口处。伤口处皮肤未破时可涂擦饱和碳酸氢钠溶液或用碳酸氢钠粉调成糊状敷于伤处,也可抹獾油。如果皮肤伤处已破,可涂些紫药水或质量分数为10%的 KMnO_4 溶液。

3. 被酸腐蚀致伤 先用大量水冲洗,再用饱和碳酸氢钠(或稀氨水、肥皂水)洗,最后再用水洗,如果酸溅入眼中,用大量水冲洗后送医院诊治。

4. 被碱腐蚀致伤 先用大量水冲洗,再用2%的醋酸溶液或饱和硼酸溶液洗,最后用水冲洗。如果碱溅入眼中,应立刻用硼酸溶液洗。

5. 被溴腐蚀致伤 用苯或甘油洗涤伤口,再用水洗。

6. 被磷灼伤 用1%的硝酸银、5%硫酸铜或浓高锰酸钾溶液洗涤伤口,然后包扎。

7. 吸入刺激性或有毒气体 吸入氯气、氯化氢气体时,可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气使之解毒。吸入硫化氢或一氧化碳气体而感到不适时,应立即到室外呼吸新鲜空气。但应注意被氯气、溴中毒不可进行人工呼吸,一氧化碳中毒不可使用兴奋剂。

8. 毒物进入口内 把5~10 mL稀硫酸铜溶液加入一杯温水中,内服后,用手指伸入咽喉部,促使呕吐,吐出毒物,然后立即送去医院救治。

9. 触电 首先切断电源,然后在必要时进行人工呼吸。

10. 起火 起火后,要立即灭火,防止火势蔓延,切断电源,移走易燃药品。灭火的方法要针对起因采用合适的措施。一般的小火可用湿布、石棉布或沙子覆盖燃烧物,即可灭火。火势大时可使用泡沫灭火器。但电器设备引起的火灾,只能用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火,不能使用泡沫灭火器,以免触电。活泼金属如钠、镁以及白磷等着火,宜用干沙灭火,不宜用水、泡沫灭火器以及四氯化碳等灭火。衣服着火时,切勿惊慌乱跑,尽快脱下衣服或用石棉布覆盖着火处。伤势严重者,应立即送往医院治疗。

(二) 实验室急救药箱的配备

为了对实验室意外事故进行紧急处理,实验室须配备急救药箱。常备药品清单如下:① 红药水、② 碘酒(3%)、③ 烫伤膏、④ 饱和碳酸氢钠溶液、⑤ 饱和硼酸溶液、⑥ 醋酸溶液(2%)、⑦ 氨水(5%)、⑧ 硫酸铜溶液(5%)、⑨ 高锰酸钾晶体(需要时再制成溶液)、⑩ 氯化铁溶液、⑪ 甘油、⑫ 消炎粉。

另外,消毒纱布、消毒棉(均放在玻璃瓶内,磨口塞紧)、剪刀、氧化锌橡皮膏、棉花棍等也是不可缺少的。

(三) 实验室常用的灭火器及其适用范围

灭火器类型	药液成分	适用范围
酸碱式	H_2SO_4 和 NaHCO_3	非油类和电器失火的一般初起火灾
泡沫灭火器	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 NaHCO_3	适用于油类火灾
二氧化碳灭火器	液态 CO_2	适用于扑灭电器设备、小范围油类及忌水的化学物品的失火
四氯化碳灭火器	液态 CCl_4	适用于扑灭电器设备、小范围的汽油、丙酮等失火 不能用于扑灭活泼金属钾、钠的失火,因 CCl_4 会强烈分解,甚至爆炸 也不能用于电石、二硫化碳的失火,因为会产生光气一类的毒气
干粉灭火器	主要成分是碳酸氢钠等盐类物质与适量的润滑剂和防潮剂	扑救油类、可燃性气体、电器设备、精密仪器、图书文件和遇水易燃物品的初起火灾
1211 灭火剂	CF_2ClBr 液化气体	适用于扑灭油类、有机溶剂、精密仪器、高压电器设备的失火

七、化学计算中的有效数字

在化学实验中,经常要根据测得的数据进行化学计算。在测定实验数据时,应该采用几位数字?在化学计算时,计算的结果应该保留几位数字?这些都是首先需要解决的问题。为了解决这两个问题,需要了解有效数字的概念。

(一) 有效数字位数的确定

具有实际意义的有效数字位数,是根据测量仪器和观察的精确程度来决定的。现举例说明如下。

例 1 某物质在台秤上称量,得到的结果是 5.6 g。利用台秤称量物质的质量时,大约可以准确到 0.1 g,因此该物质的质量可以表示为 $5.6 \text{ g} \pm 0.1 \text{ g}$,他的有效数字为两位;如果在分析天平上称量该物质时,称得的结果是 5.6115 g,由于用分析天平称量物质的质量时,大约可准确到 0.0001 g,则该物质的质量可表示为 $5.6115 \text{ g} \pm 0.0001 \text{ g}$,它的有效数字可达到 5 位。

例 2 如果在测量液体的体积时,在最小刻度为 1 mL 的量筒中测得液体的弯月面是在

25.3 mL的位置,如图 A-1 中①所示,其中 25 mL 是直接由量筒的刻度读出,而 0.3 mL 是由肉眼估计的,故该液体的液面在量筒中的准确读数是 $25.3 \text{ mL} \pm 0.1 \text{ mL}$,它的有效数字是 3 位。如果该液体在最小刻度为 $1/10 \text{ mL}$ 滴定管中测量,它的弯月面是在 25.35 mL 的位置,如图 A-1②所示,其中 25.3 mL 直接从滴定管的刻度读出,而 0.05 mL 由肉眼估计,故该液体的液面在滴定管中的准确读数可能是 $25.35 \text{ mL} \pm 0.01 \text{ mL}$,它的有效数字为 4 位。

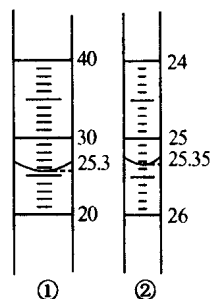


图 A-1 有效数字的读取

从上面的例子可以看出,实验数据的有效数字与仪器的精确度有关。同时还可以看到,有效数字中的最后一位数字已经不是十分准确的。因此,任何超过或低于仪器精确程度的有效位数的数字都是不恰当的。例如:在台秤上读出的 5.6 g ,不能写作 5.6000 g ;在分析天平上读出的数值恰巧是 5.6000 g ,也不能写作 5.6 g 。这是因为前者夸大了实验的精确度,后者缩小了实验的精确度。

有效数字的位数可以从下面一些数字来说明:

有效数字	0.004 5	0.004 0	123	0.012 3	3.005	3.500
位 数	二位	二位	三位	三位	四位	四位

从以上这些数字可以看到,如果“0”在数字的前面,只表示小数点的位置,不包括在有效数字的位数中;如果“0”在数字的中间或末端,则表示一定的数值,应该包括在有效数字的位数中。

(二) 化学计算时保留有效数字的原则

1. 加减法 在加减法中,所得结果的小数点后面的位数,应该与各加减数中的小数点后的位数少者相同。

例如,将下面各数值相加:

$$\begin{array}{r}
 18.2145 \\
 2.563 \\
 4.55 \\
 +) 1.008 \\
 \hline
 26.3355
 \end{array}$$

应该改为 26.34

各数值相加的结果不是 26.3355,而应该是 26.34。因为从 4.55 这个数值来看,精确度只到小数后的第二位,即 4.55 ± 0.01 ,所以在其他各数值中,小数点后的第三位都是没有意义的,答数 26.3355 中小数点后的第三位数值当然也是没有意义的,因此可以将数值 26.3355 用四舍五入法简化为 26.34。

在计算时,为了简便起见,可以在进行加减前就把各数值简化,弃去过多的、没有意义的数字,使各数值中小数点后面的位数和各加减数中小数点后的位数最少者相同。例如,上面各数值相加时可用下式表示:

18.2145	可简化为	18.22
2.563	可简化为	2.56
4.55	保持不变	4.55
1.008	可简化为	$\begin{array}{r} +) \quad 1.01 \\ \hline 26.34 \end{array}$

2. 乘除法 在乘除法中,所得结果的有效数字位数应与各数值中最少有效数字位数相同,而与小数点的位置无关。

例如, $0.112 \times 21.76 = 2.4371$,所得结果应该为 2.44。因为在数值 0.112 中的 0.002 是不太准确的,同理,21.76 中的 0.06 也是不准确的,两者的乘积也不准确,已直接影响到结果的第三位数字,在第三位以后的数字当然是没有意义的。因此,可以简化为 2.44,即保留三位有效数字。

同理, $56.2 \div 48.76 = 1.153$,所得结果应改为 1.15。

在进行一连串数字的乘除中,也可以先将各数值简化。

例如, $0.112 \times 21.76 \times 1.0785$ 可先简化为 $0.112 \times 21.8 \times 1.08$ 。在最后的得数中,应保留三位有效数字,但是在进行计算的中间,应该采用比最后得数多一位的有效数字,以消除在简化数字中累积的误差,所以上面各数的乘法中:

$$0.112 \times 21.8 \times 1.08 = 2.64$$

其中 $0.112 \times 21.8 = 2.4416$ 可简略为 2.442,比最后得数多一位有效数字。

在乘除法中,如果三位有效数字已经足够,应当尽量应用计算器来计算;如果需要四位有效数字,则应尽量利用四位对数表来进行计算,这样可以减少很多计算时间,较快地得出得数。