

普通化学实验

P U T O N G H U A X U E S H I Y A N

李桂珍 主编
史乃立

PUTONGHUA XUESH

油大学出版社

普通化學實驗

PLTFOURTH EDITION

李祖培

主編

王國

高等教育出版社

68

06-3

231

普通化学实验

李桂珍 主编
史乃立

石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

普通化学实验/李桂珍主编. —东营:石油大学出版社, 2000. 12

ISBN 7-5636-1451-6

I. 普… I. 李… III. 普通化学-化学实验-高等学校-教材 N. 06. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 55414 号

普通化学实验

李桂珍 史乃立 主编

出版者:石油大学出版社(山东 东营,邮编 257062)

网 址: <http://suncetr.hdpu.edu.cn/~upcpres>

电子信箱: upcpres@suncetr.hdpu.edu.cn

印刷者:青岛胶南印刷厂

发 行 者:石油大学出版社(电话 0546—8392563)

开 本: 787×1092 1/16 印张: 5.75 字数: 103 千字

版 次: 2000 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 1—2000 册

定 价: 9.50 元

前 言

高等教育必须面向 21 世纪,培养高素质复合型人才,为此,普通化学课程的改革势在必行,而普通化学实验的改革是其重要内容之一。实验课不仅是巩固、扩大和加深基本理论知识,更重要的是培养学生理论联系实际的能力,分析、解决问题的能力及创新能力。因此,有必要编写一本新的实验教材,以适应普通化学课程改革的需要。

根据国家教委制定的《普通化学课程教学基本要求》和《工科普通化学教学基本内容框架》,新编的《普通化学实验》,内容包括基本操作实验、理论验证实验、数据测定实验和综合应用实验四部分,共 15 个实验。

本教材的特点是:

(1) 偏重对仪器的了解和使用。实验涵盖了分析天平、pH 计、电导率仪和分光光度计四种基本仪器的使用和对现代分析仪器的了解。

(2) 减少理论验证性实验。在某些验证性实验中,增加应用性内容,并将一些定性实验定量化。

(3) 增加了以科研为基础的新实验,并展现了学生第二课堂活动的部分成果。

(4) 精选实验思考题,加深学生对理论知识的理解和应用。

(5) 增加综合应用性实验,注重学生环保意识的培养。

(6) 增加设计、思考性实验,以培养学生科学思维方法和创新意识。

参加本教材编写的有:李桂珍、史乃立、冯锡兰、吕仁庆,最后由李桂珍统稿。本教材的编写参考了原《普通化学实验》,在此,对原教材作者所做的贡献表示感谢。另外,在编写过程中,得到了本教研室和其他教研室同志的热情支持,也得到了实验室同志的大力协助,在此一并致谢!

本教材是普通化学实验改革的尝试,肯定存在许多不足和错误,欢迎读者批评指正。

编 者

2000 年 5 月

目 录

I、基本知识	(1)
一、实验基本程序与要求	(2)
二、实验须知	(2)
三、实验和计算中的有效数字	(4)
II、普通化学实验常用仪器	(7)
III、普通化学实验基本操作	(10)
一、玻璃仪器的洗涤	(11)
二、基本量度仪器的使用方法	(11)
三、试剂药品的取用方法	(15)
四、加热方法	(16)
五、蒸发与结晶	(17)
六、液体与固体的分离	(18)
七、称量	(20)
IV、实验内容	(22)
基本操作实验	
实验一、半自动电光天平的使用	(23)
实验二、溶液配制和酸碱滴定	(28)
实验三、硫酸亚铁铵的制备	(31)
实验四、碘盐的制备与检测	(34)
理论验证实验	
实验五、化学反应速率和化学平衡	(37)
实验六、溶液中的离子平衡	(41)
实验七、氧化还原反应与电化学	(45)
实验八、无机化合物	(50)
数据测定实验	
实验九、 H_2O_2 分解反应级数及活化能的测定	(54)
实验十、醋酸解离常数和解离度的测定	(58)
实验十一、普通蒸馏及沸点的测定	(62)

综合应用实验

实验十二、含铬废水的处理	(65)
实验十三、去离子水的制备与检测	(70)
实验十四、无机有害气体的处理	(74)
实验十五、现代分析测试技术简介	(75)
V、附录	(80)
附录一、常见离子的颜色	(81)
附录二、常见化合物的颜色	(82)
附录三、常见离子的简易鉴定方法	(83)
附录四、我国生活饮用水水质标准	(86)

I 基本知识

一、实验基本程序与要求

“普通化学实验”与“普通化学”是两门既密切相关,又有相对独立性的课程。实验课的学习有其特殊性,只有掌握了正确的学习方法,才能保证实验课的学习效果。一般来说,实验课的学习应当遵循以下三个步骤:

1. 预习

预习是保证实验顺利进行、取得良好实验效果的前提。预习的关键是要搞清楚实验的目的、原理、步骤以及有关的操作方法和注意事项,做到对实验内容心中有数,并应简明扼要地写出预习报告(包括简要的实验操作步骤、有关计算公式,并留出记录实验现象和数据的地方)。

2. 实验

(1) 严格按照实验要求,认真操作,细心观察,如实将实验现象和实验数据记录在预习报告中。

(2) 实验中遇到疑难问题或反常现象,应认真分析操作过程,找出原因,在教师指导下,重做或补做某些环节。

(3) 严格遵守实验室规则及有关安全注意事项。实验过程尽量做到安全、有序、卫生。

3. 实验报告

实验报告是每次实验的总结性报告,应包括以下几部分内容:

(1) 实验目的。

(2) 实验原理。

(3) 实验内容。尽量采用表格、简图、符号、反应式等形式,简要、清楚地表述实验过程。实验内容中应包括实验现象和数据记录,以及解释、结论和数据处理结果。

(4) 按要求完成有关思考题,并对实验结果进行分析讨论,提出自己的见解或写出收获。定量实验应分析误差原因。

二、实验须知

1. 实验室规则

(1) 进入实验室要保持安静,勿大声喧哗。

(2) 实验前要清点仪器,如发现缺损,要报告教师,按规定手续补领。

(3) 实验过程中要准确操作,认真观察,积极思考,按要求完成各项实验内容,如实记录实验结果。

(4) 实验时要爱护财物,小心使用仪器和设备,节约使用药品和水电。如将仪器损坏应立即报告教师,按规定给予适当赔偿。

(5) 使用公用试剂和药品一般不要从架上取下。若取下,用过后应立即放回原处。取用试剂或药品后,应立即将滴管或瓶塞盖回原瓶,避免搞混、沾污试剂或药品。

(6) 遵守安全守则,注意安全操作。

(7) 实验完毕,应将用过的玻璃仪器洗涤干净,摆放整齐,清理好实验台面和地面。

(8) 离开实验室前,必须检查电源、水龙头是否关闭,实验室内的一切物品不得带离实验室。

2. 实验室安全守则

化学实验室中有许多易燃、易爆、具有腐蚀性或毒性的试剂药品,所以进行化学实验时,必须树立安全第一的思想意识,严格遵守安全守则,避免意外事故的发生。

(1) 加热试管时,不要将试管口指向自己或别人;实验人员不要俯视正在加热的液体,以免液体溅出,受到伤害。

(2) 对于易燃物质应尽可能使其远离火焰。

(3) 禁止随意混合各种试剂或药品,以免发生任何意外事故。

(4) 嗅闻气体时,应用手轻拂气体,扇向自己再嗅。

(5) 酒精灯应随用随点,不用时盖上灯罩。不要用自己已点燃的酒精灯去点燃别的酒精灯,以免酒精流出而失火。

(6) 浓酸、浓碱具有强腐蚀性,切勿溅在衣服或皮肤上,尤其注意保护眼睛。稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢倒入水中,不能将水向浓硫酸里倒,以免迸溅。

(7) 能产生有刺激性或有毒气体的实验,应在通风橱内进行。

(8) 有毒药品(重铬酸钾、钡盐、砷的化合物、汞的化合物等,特别是氰化物)不得进入口内或接触伤口。

实验过程中,使用和生成有毒和污染环境的药品,都应当回收或经适当处理后再排放到下水管道。

3. 意外事故处理

若遇意外事故,应注意以下几点:

(1) 若因酒精、苯或乙醚等引起着火,应立即用湿布或砂土(实验室内备

有灭火砂箱)等扑灭。若遇电器设备着火,必须先切断电源,再用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火。

(2) 遇有烫伤事故,可用高锰酸钾苦味酸溶液揩洗伤处,再搽上凡士林或烫伤油膏。

(3) 若人的眼睛或皮肤溅上强酸或强碱,应立即用大量水冲洗(若是浓硫酸,则应先用于布擦去,然后用大量水冲洗),然后相应地用碳酸氢钠溶液或硼酸溶液冲洗(若溅在皮肤上,最后还可涂些凡士林)。

(4) 人若吸入氯、氯化氢气体,应立即吸入少量酒精或乙醚的混合蒸气以解毒;若吸入硫化氢气体而感到不适或头晕时,应立即到室外呼吸新鲜空气。

(5) 实验人员被玻璃割伤时,伤口内若有玻璃碎片,须先挑出,然后抹上红药水并包扎。

(6) 若有触电事故,首先应切断电源,必要时应对触电者进行人工呼吸。

(7) 对伤势较重者,应立即送往医院。

三、实验和计算中的有效数字

(一) 有效数字的概念

在科学实验中,为了得到准确的结果,不仅要准确地选用实验仪器测定各种量的数值,还要正确地记录和运算。实验所获得的数值,不仅表示某个量的大小,还应反映测量这个量的准确程度。因此,实验中各种量应采用几位数字,运算结果应保留几位数字,是很严格的,不能随意增减和书写。例如:在测量液体的体积时,在最小刻度为 1 cm^3 的量筒中测得体积为 20.7 cm^3 ,其中 20 是由量筒的刻度读出来的,0.7 是估计的,它的有效数字是 3 位。如果该液体用最小刻度 0.1 cm^3 的滴定管来测量,测得体积为 20.75 cm^3 ,其中 20.7 是直接由滴定管的刻度读出的,而 0.05 是估计的,它的有效数字是 4 位。所以,有效数字是指在科学实验中实际能测量到的数字,在这个数中,除最后一位是“可疑数字”外,其余各位数都是准确的。

有效数字的位数是根据测量仪器和观察的精确程度来决定的,任何超过仪器精确程度的数字都是不正确的。例如:某物质在台秤上称量读数为 4.8 g ,表示准确到 0.1 g ,所以该物质量的范围为 $(4.8 \pm 0.1)\text{ g}$,有效数字是 2 位,不能表示 4.80 g 或 4.800 g ,因为台秤只能准确称量到 0.1 g ,小数点后一位数已经是可疑数,小数点后第二位、第三位数就没有意义了。有效数字的位数还反映了测量的误差。若某铝片在分析天平上称量得 0.6100 g ,表示铝片的实际质量在 $(0.6100 \pm 0.0001)\text{ g}$ 范围内。测量的相对误差为 0.02% 。若少表示

一位数(0.610 g),则表示铝片的质量在(0.610±0.001) g 范围内,其测量相对误差为 0.2%,准确度比前者低一个数量级。这样由于表示不恰当而降低了测量准确度也是不正确的。

有效数字的位数可以通过以下几个数字来说明:

23.00 23.0 23 0.230 0.023 0.002 03 23 000

有效数字位数: 4 位 3 位 2 位 3 位 2 位 3 位 不确定

可以看出,“0”如果在数字的前面,只起定位作用,不是有效数字。因为“0”与所取的单位有关。例如 0.004 5 dm³ 和 4.5 cm³ 准确度完全相同。“0”如果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。另外,像 2 300 这样的数值,有效数字不好确定,应该根据实际的有效数字位数写成 2.3×10^3 , 2.30×10^3 , 2.300×10^3 等。

在 pH、lg K 等对数值中,其有效数字的位数仅取决于小数部分数字的位数,整数部分决定数字的方次,只起定位作用。

(二) 化学运算中保留有效数字的规则

1. 加减法

加减法运算,所得结果的小数点位数,应该与各加减数的小数点的位数最少相同。例如 0.126, 1.050 3 及 25.23 三个数相加:

方法(一) $ \begin{array}{r} 0.126 \\ 1.053\ 0 \\ \hline 25.23 \\ \hline 26.409\ 0 \end{array} $	加法(二) $ \begin{array}{r} 0.13 \\ 1.05 \\ \hline 25.23 \\ \hline 26.41 \end{array} $
--	---

在上述三个数中,小数点后的位数最少的是 25.23,小数点后有二位数,它表示 25.23 的 3 是可疑数。该数有 0.01 的误差,因此,三数之和的结果最多保留小数点后第二位。第一种加法保留小数点后第 3 和第 4 位是没有意义的。正确的加法如第二种所示,以小数点后第二位为界,其他数据中处于小数点第二位以后的数字按四舍五入的原则取舍。

2. 乘除法

乘除法运算,所得结果的有效数字位数应与各数值中有效数字位数最少的位数相同,而与小数点后的位数或者小数点的位置无关。例如:

$$0.126 \times 1.050\ 3\ 0 \times 25.23 = ?$$

上述三个数中,第一个数是 3 位有效数字,它的有效数字位数最少,所以以此数为标准确定其他各数的位数,然后进行运算。

$$0.126 \times 1.05 \times 25.2 = 3.333\ 96 = 3.33$$

计算结果应为 3.33, 若为 3.333 96 是不合理的。

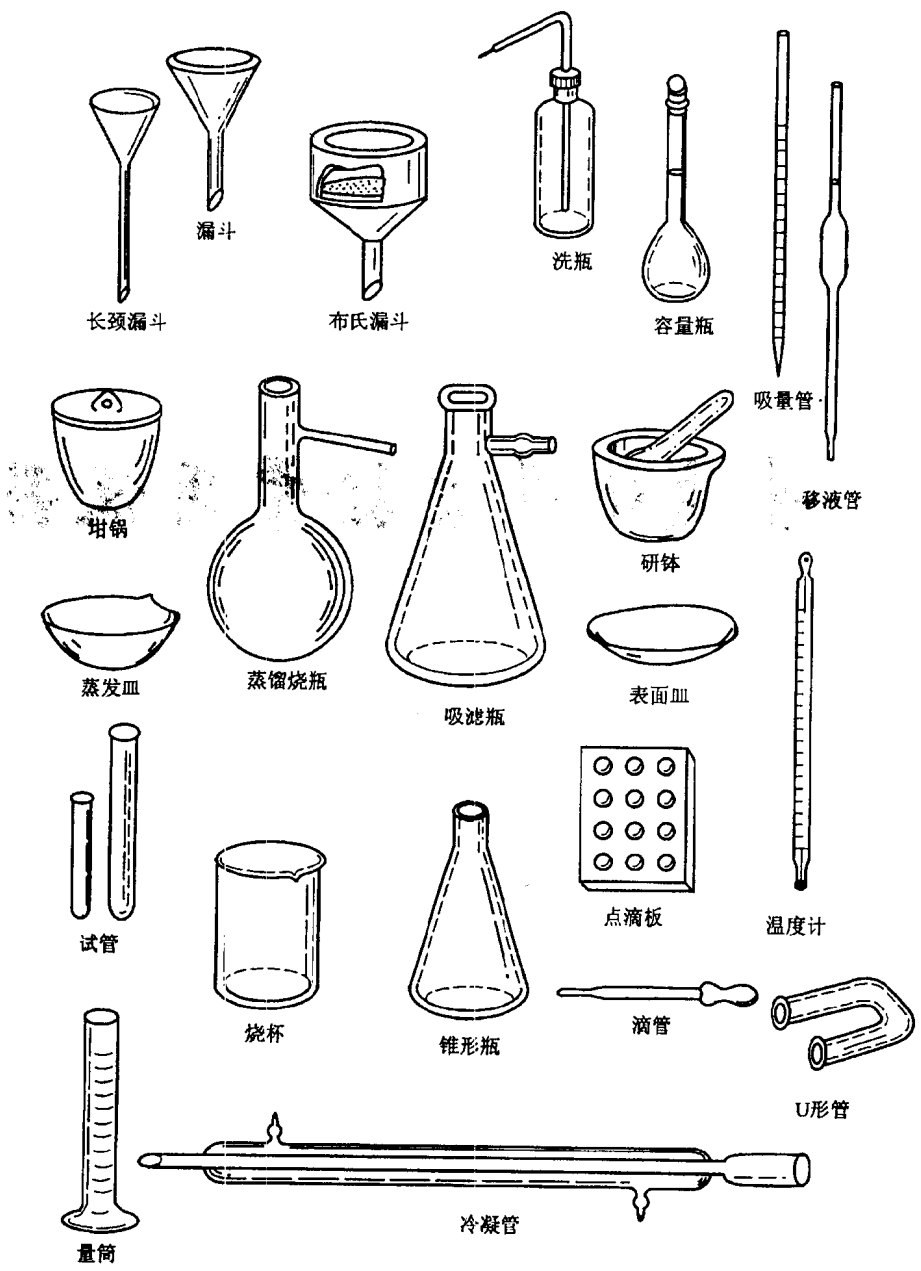
3. 对数中的有效数字

对数中的有效数字的位数应与真数的有效数字的位数相同。例如, 溶液中氢离子浓度 $c(\text{H}^+) = 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 其 pH 为

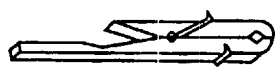
$$\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)/c^\ominus = -\lg 1.8 \times 10^{-5} = 5 - 0.26 = 4.74$$

这是由于真数 1.8×10^{-5} 的有效数字位数为 2 位, 其对数的尾数只能取 2 位有效数字 (0.26), 其首数 5 来自被认为是足够准确的负指数, 所以 pH 值的有效数字实际的位数应是 2 位 (0.74), 而不是 3 位。

II 普通化学实验常用仪器



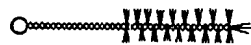
(一)



试管夹



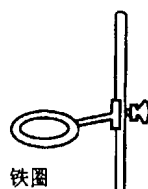
铁夹



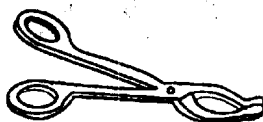
试管刷



铁夹座



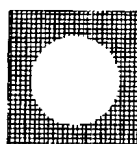
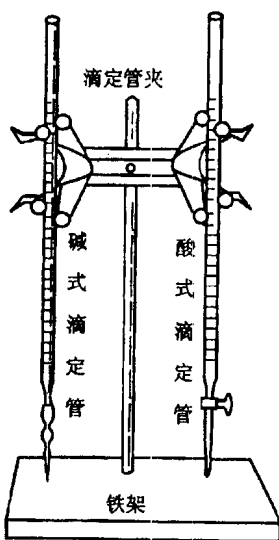
铁圈



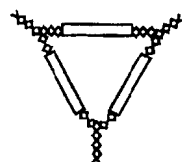
坩埚钳



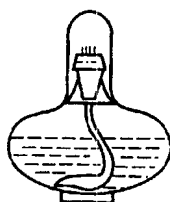
铁架台



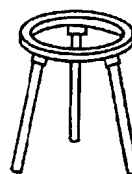
石棉铁丝网



泥三角



酒精灯



三脚架

(二)

Ⅲ 普通化学实验基本操作