

高等学校规划教材

矿业基础化学实验

郭良琮 叶良彪 主编

煤炭工业出版社

高等学校规划教材

矿业基础化学实验

郭良琮 叶良彪 主编

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书编入了煤炭部属高校在普通化学和基础化学实验方面较为成熟的实验,共计18个。其中有基础性实验和不同专业需要的共性较强的实验,以及某些专业特殊需要的实验。其量已超过普通化学实验的基本要求,使用时可择其所需。

本书是《矿业基础化学》的配套教材,也可作为工科大专院校普通化学和基础化学实验的教材。

高等学校规划教材

矿业基础化学实验

郭良察 叶良彪 主编

责任编辑:安蓉

煤炭工业出版社 出版

(北京安家门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092\text{mm}^{1/16}$ 印张 $6^{1/2}$

字数149千字 印数1—3,665

1995年10月第1版 1995年10月第1次印刷

ISBN 7-5020-1161-7/TD9

书号 3929 A0313 定价 5.25 元

前 言

根据1992年6月煤炭高校第七届化学协作会决定,由郭良琮、叶良彪任主编,组织编写了与《矿业基础化学》相配套的《矿业基础化学实验》。

依据《普通化学教学基本要求》,为了与《矿业基础化学》密切配合,在编写过程中注意了以下几点:

- (1) 严格遵循《普通化学教学基本要求》进行编写;
- (2) 密切配合《矿业基础化学》教材,理论与实践结合;
- (3) 加强基本操作训练,注意在不同实验中适当重复使用某些重要常规仪器;
- (4) 为了培养学生独立思考能力和初步科研能力,在教材中安排了数据的处理和曲线绘制等科学方法的内容,编入了某些测定常数的实验以及某些重要仪器的使用,以利于提高学生实验操作技能。

参加本教材编写工作的有:山东矿业学院郭良琮(前言、矿业基础化学实验须知、矿业基础化学实验目的和学习方法、化学实验计算中的有效数字及误差的基本概念、作图简介、实验四、实验十一),刘心悦(实验三、实验四)。何国强(实验三),邹振扬(实验五)。淮南矿业学院叶良彪(矿业基础化学实验常用仪器、矿业基础化学实验的基本操作、化学实验的部分精密仪器、实验一、实验二、实验十、实验十六),中国矿业大学庄虹、陈彩茶(实验六、实验七、实验八、实验九)。湘潭矿业学院陈泽盛(实验十一)。黑龙江矿业学院吴大青、张增凤(实验十二)。西安矿业学院蔡会武(实验十三、实验十四)。阜新矿业学院王凤琴、贾艳宇(实验十五),陈海峰(实验十七)。山西矿业学院郭晓峰(实验十八)。

由于编者水平有限,书中难免有所疏漏,敬望读者批评指正。

编 者

1994年10月

目 录

矿业基础化学实验须知	i
矿业基础化学实验的目的和学习方法	2
矿业基础化学实验常用仪器	5
矿业基础化学实验的基本操作	7
化学实验计算中的有效数字及误差的基本概念	25
作图法简介	27
化学实验的部分精密仪器	28
实验	41
实验一 分析天平的使用	41
实验二 摩尔气体常数的测定	42
实验三 硫酸铜的提纯	44
实验四 化学反应焓变的测定	46
实验五 空气中氮氧化物的测定	48
实验六 单、多相离子平衡	51
实验七 二氯化铅溶度积的测定	54
实验八 水中侵蚀性二氧化碳的测定	56
实验九 醋酸离解常数的测定	58
实验十 氧化还原反应与电化学	63
实验十一 溶胶的制备和性质	67
实验十二 化学反应速率	70
实验十三 配合物的生成和性质	73
实验十四 磺基水杨酸铜配合物的组成及稳定常数的测定	76
实验十五 无机化合物	79
实验十六 水溶液中 Fe^{3+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cr^{3+} 、 Zn^{2+} 离子的分离和鉴定	83
实验十七 从沸腾炉渣提取结晶氯化铝	89
实验十八 煤炭腐植酸交换容量的测定和腐植酸钠的制备	91
附录	93

矿业基础化学实验须知

一、实验室工作规则

- (1) 实验室内要保持肃静,切勿喧哗。
- (2) 实验前要清点仪器,如有缺损按规定手续更换或补领。
- (3) 实验时要正确操作,认真观察,深入思考,如实记录结果。
- (4) 要爱护财物,节约药品和水电。损坏仪器必须报告,药品不得带出室外。
- (5) 实验结束后,按照规定将要回收的药品倒入回收瓶中。然后将玻璃仪器刷洗干净,整理好桌面,打扫卫生,洗净双手。

二、实验室安全守则

- (1) 实验室内严禁饮食、吸烟,切勿品尝实验用化学药品和对性质不明的药品任意混合。
- (2) 一切有毒、有刺激性气体物质的实验,都要在通风橱中进行;一切易燃、易爆物质的实验,应在远离火种、电源的地方进行。
- (3) 在试管中加热液体,不要将试管指向自己或别人,也不要俯视正在加热的液体,以免液体溅出将人烫伤。
- (4) 稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢注入水中,并不断搅动,以免迸溅致伤。
- (5) 嗅闻气体时,应用手轻拂,将少量气体扇向自己再嗅。
- (6) 有毒、有腐蚀性废液不得倒入下水道,应回收后集中处理。
- (7) 水、电、煤气使用完毕应立即关闭,方可离开实验室。

三、实验室意外事故的处理

- (1) 如遇起火,首先移走易燃药品,切断电源,根据着火情况选择灭火方法。一般小火可用湿布或砂土等扑灭,火势较大时可使用灭火器,但不可用水扑救;如遇电器设备着火,必须使用 CCl_4 灭火器,切不可用水。
- (2) 如遇触电事故,首先切断电源,然后在必要时进行人工呼吸。
- (3) 若受强酸或浓碱腐蚀,应立即用大量水冲洗,然后相应地用饱和碳酸氢钠或硼酸溶液冲洗。
- (4) 若吸入少量刺激性气体或有毒气体而感到不适时,应立即到室外呼吸新鲜空气。
- (5) 烫伤:切勿用水冲洗,可用高锰酸钾或苦味酸液揩洗后,再搽上清凉油或烫伤油膏。
- (6) 割伤:伤口内若有玻璃碎片或其它异物,需先挑出,然后在伤口上搽上红药水或紫药水,再用纱布包扎。

矿业基础化学实验的目的和学习方法

一、实验目的

化学是以实验为基础的科学。矿业基础化学实验是基础化学的重要组成部分，是不可缺少的教学环节。通过实验，使课堂上讲授的重要理论、概念得以验证、巩固和加深理解；通过具体操作，学生可以掌握实验的基本方法和操作技能，具备细致观察、正确记录实验现象、科学分析实验结果的能力，端正善于动手、勤于思考、实事求是的科学态度，从而逐步掌握科学实验和科学研究的方法。

二、学习方法

要达到实验目的，必须有正确的学习态度，掌握科学的学习方法。做实验时，一般包括以下三个步骤。

1. 预习

为了使实验获得良好效果，在做每个实验前必须进行预习。要求做到：

(1) 阅读、理解本实验教材和教科书中的有关内容。

(2) 弄清实验的目的、步骤、原理、所需仪器、药品和操作注意事项，使心中对实验内容有一个大致轮廓。

(3) 认真思考，解答本实验的思考题并写出预习报告。

2. 实验

依照实验规定的方法进行操作，应做到：

(1) 严格遵守实验室规则，注意安全。节约药品及水、电，爱护仪器等公共财物。细心观察、深入思考，认真记录，得出结论。

(2) 忠实记录实验现象和数据，不能只拣“好”的数据记录，甚至抄袭、伪造数据。

(3) 遇到疑难问题，经思考无法解答时，请教指导老师帮助。

3. 报告

实验完毕，书写实验报告，交老师审阅。实验报告的填写应做到：

(1) 字迹清楚，书写工整，简明扼要，结论明确。

(2) 对实验记录的现象、数据要求认真地计算、作图、分析、解释、讨论。

(3) 除文字叙述外，尽量采用表格、简图、化学反应式、化学符号等清晰而简明的表示方法。

〔示例一〕

实验九 醋酸电离常数的测定

专业班级 _____ 姓名 _____ 日期 _____

一、实验目的

二、实验数据及实验结果

1. 酸度计法

室温 $^{\circ}\text{C}$

HAc溶液编号	1	2	3	4
项目				
$c_0(\text{HAc}), \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$				
pH				
$c(\text{H}^+), \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$				
$K_a^{\ominus}(\text{HAc})$				
$K_a^{\ominus}(\text{HAc})$ 的平均值				

2. 半中和法

室温 $^{\circ}\text{C}$

中和25.00mL、$0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HAc溶液所需NaOH 标准溶液体积的平均值, mL 中和HAc一半时所需体积V_{NaOH}, mL 当$c(\text{HAc}) = c(\text{Ac}^-)$时的$c(\text{Ac}^-)$, $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ pH 离子强度I, $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $V(\text{Ac}^-)$ $K_a^{\ominus}(\text{HAc})$	
--	--

3. 电导率法

HAc溶液编号	1	2	3	4
项目				
醋酸初始浓度 $c_0(\text{HAc}), \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$				
电导率 $\kappa, \text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$				
摩尔电导 $\lambda_m, \text{S}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{mol}^{-1}$				
$K_a^{\ominus} = \frac{c_0(\text{HAc})\lambda_m^2}{\lambda_{m,\infty}(\lambda_{m,\infty} - \lambda_m)}$				
实验时室温				
$\lambda_{m,\infty}, \text{S}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{mol}^{-1}$				
$K_a^{\ominus}$ 的平均值				

三、实验结论及讨论

[示例二]

实验五 空气中氮氧化物的测定

专业班级_____姓名_____日期_____

一、实验目的

二、实验数据及实验结果

1. 标准曲线的绘制

管 号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NO ₂ 含量, μg											
吸光度 A											

作图(用坐标纸):

2. 测定及计算

温度($^{\circ}\text{C}$):

样品溶液吸光度 A :

(或 K)

大气压(mmHg):

样品溶液NO₂含量 $c(\mu\text{g})$:

(或 Pa)

(查标准曲线图得)

采样体积 $V(\text{mL})$:

气样标准状况体积 $V_0(\text{mL})$:

样品体积换算成标准状况下的系数 r :

(根据附录八温度-气压($t-p$)查得 r 值)

$$V_0 = rV$$

设 X 为空气中NO₂浓度 ($\text{mg}\cdot\text{Nm}^{-3}$), 则

$$X = \frac{1000c}{V_0} = \underline{\hspace{2cm}} \text{mg}\cdot\text{Nm}^{-3}$$

3. 处理结果

三、实验结论及讨论

矿业基础化学实验常用仪器



烧瓶



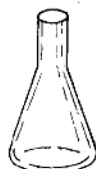
酒精灯



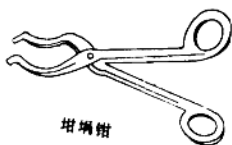
烧杯



洗瓶



锥形瓶



坩埚钳



泥三角



表面皿



三脚架



坩埚



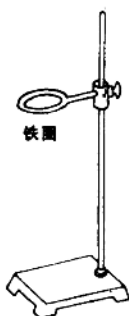
石棉铁丝网



铁夹

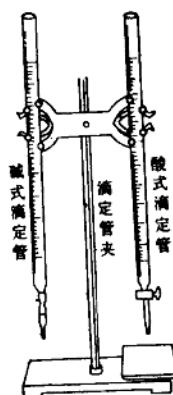


铁夹座



铁圈

铁架

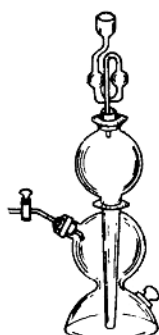


碱式滴定管

滴定管夹

酸式滴定管

白瓷板



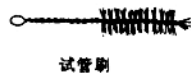
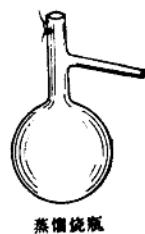
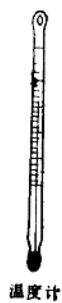
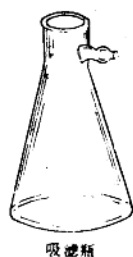
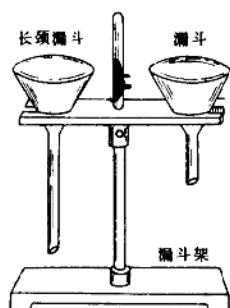
启普发生器



吸量管



移液管



矿业基础化学实验的基本操作

一、常用玻璃仪器的洗涤和干燥

1. 仪器的洗涤

在化学实验中经常使用玻璃仪器和瓷器，用不干净的仪器进行实验往往得不到准确的结果，所以应该经常保持所使用仪器的干净。

洗涤仪器的方法很多，应当根据实验的要求、污物的性质和沾污的程度来选择。一般来说，附着在仪器上的污物有可溶的物质，也有尘土和其它不溶性物质，还有油污。针对这些情况，可以分别用下列方法洗涤：

(1) 用水洗。可以洗去可溶性物质，又可以使附着在仪器上的尘土和其它不溶性物质脱落。

(2) 用去污粉或合成洗涤剂刷洗。由于去污粉中含有碳酸钠，它和合成洗涤剂一样，都能够除去仪器上的油污。去污粉中含有的白土和细砂在刷洗时起摩擦作用，使洗涤的效果更好。经过去污粉或合成洗涤剂洗刷过的仪器，要多用自来水冲洗，以除去附着在仪器上的白土、细砂或洗涤剂。

(3) 用浓盐酸(粗)洗。可以洗去附着在器壁上的氧化剂，如二氧化锰。

(4) 用浓硫酸-重铬酸钾洗涤液洗。定量实验对仪器的洁净程度要求很高，且所用仪器容积精确、形状特殊，不能用刷子机械地刷洗，就要用洗液清洗。这种洗液是由浓硫酸(粗)与重铬酸钾配制成的^①，它具有很强的氧化性，对有机物和油污的去污能力特别强。

使用洗液洗涤仪器时，先往仪器内加少量洗液(其用量约为仪器总容量的1/5)，然后将仪器倾斜并慢慢转动，使仪器的内壁全部为洗液润湿。这样反复操作，最后把洗液倒回原来瓶内，再用水把残留在仪器上的洗液洗去。如果用洗液把仪器浸泡一段时间或者用热的洗液洗，则效率更高。

用以上各种方法洗涤后的仪器，经自来水冲洗后，往往还残留有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 等离子。如果实验中不允许这些杂质存在，则应该用蒸馏水或去离子水把它们除去。用蒸馏水或去离子水洗时，每次用量不必太多。“少量多次”是洗涤仪器时应遵循的重要原则。这样洗的洗涤效率高，既洗得干净又不致浪费洗涤液。

已洗净仪器的器壁上，不应附着有不溶物或油污，应被水润湿。如果把水加到仪器上，再把仪器倒转过来，水会顺着器壁流下，器壁上只留下一层既薄又均匀的水膜，并无水珠附着在上面，这样的仪器才算洗得干净。

已经洗净的仪器，不能用布或纸擦拭，因为布或纸的纤维会留在器壁上沾污仪器。

2. 仪器的干燥

洗净的仪器如需干燥可采用以下方法：

^① 这种洗液的具体制法是：将 $25\text{g K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 固体溶于 50mL 水中，然后向溶液中加入 450mL 浓 H_2SO_4 ，边加边搅。切勿将 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液加到浓 H_2SO_4 中！

(1) 烘干。洗净的仪器可以放在电热干燥箱(也叫烘箱)内烘干,但放进去之前应尽量把水倒净。放置仪器时,应注意使仪器的口朝下(倒置后不稳的仪器则应平放)。可以在电热干燥箱的最下层放一个搪瓷盘,以接受从仪器上滴下的水珠,使水不滴到电炉丝上,以免损坏电炉丝。

(2) 烤干。烧杯和蒸发皿可以放在石棉网上用小火烤干。试管可以直接用小火烤干(图1)。操作时,试管要略为倾斜,管口向下,并不时地来回移动试管,使水珠赶掉,烤到不见水珠时,使管口朝上,以便把水气赶尽。

(3) 晾干。洗净的仪器可倒置在干净的实验柜内(倒置后不稳定的仪器如量筒等,则应平放)或仪器架上晾干。

(4) 吹干。用压缩空气或吹风机把仪器吹干。

(5) 有机溶剂干燥。有些有机溶剂可以和水互相混溶,最常用的是酒精和丙酮。在仪器内加入少量酒精(或丙酮),把仪器倾斜,转动仪器,器壁上的水即与酒精或丙酮混合,然后倾出酒精(或丙酮)和水。最后留在仪器内的酒精(或丙酮)挥发,使仪器干燥。

用布或纸擦干仪器后,会将纤维附着在器壁上而将已洗净的仪器弄脏,所以不应采用这一方法。

带有刻度的计量仪器不能用加热的方法进行干燥,因为加热会影响这些仪器的精密密度。

二、液体体积的度量仪器及其使用方法

1. 量筒

量筒的容量有10mL、25mL、50mL、100mL等,可根据需要来选用。量取液体时,要按图2所示,使视线与量筒内液体的弯月面的最低处保持水平,偏高或偏低都会因读不准而造成较大的误差。

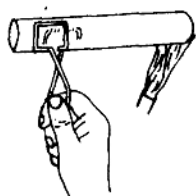


图1 烤干试管

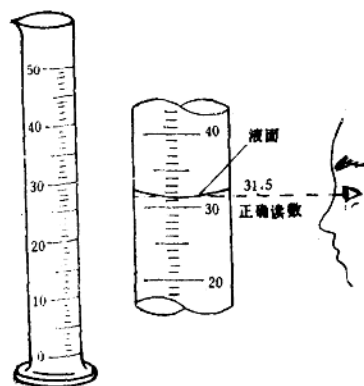


图2 量筒及其读数法

2. 移液管

要求准确地移取一定体积的液体时,可用各种不同容量的移液管。常用的移液管有10mL、25mL和50mL等。移液管的中间为一膨大的球部,上下均为较细的管颈,上管上

还刻有一根标线。在一定的温度下，移液管的标线至下端出口间的容量是一定的。另外，还有一种带分刻度的移液管。它的中间没有球部，一般称为吸量管，可用来移取 10mL 以下的液体。每支移液管上都标有它的容量和使用温度。

移液管的使用方法如下（图3）：

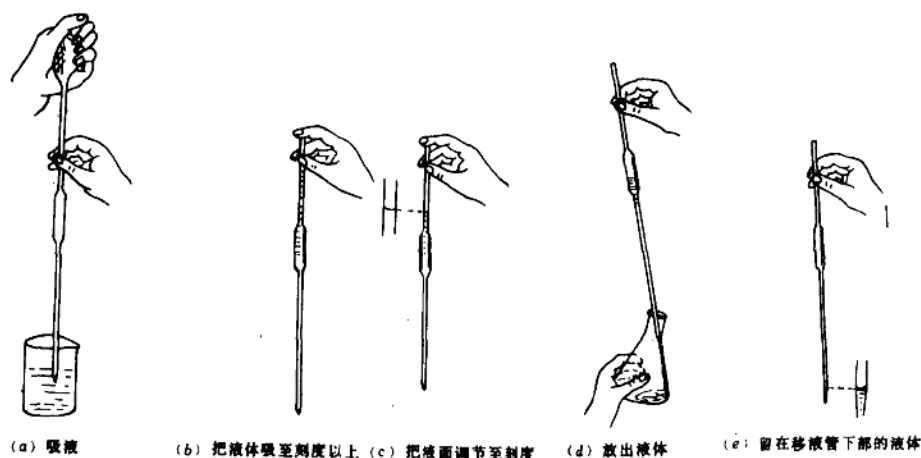


图 3 移液管的使用方法

(1) 依次用洗液、自来水、蒸馏水洗涤移液管（可以用洗耳球将洗液等吸入移液管内进行洗涤），洗净的移液管内壁应不挂水珠。用蒸馏水洗后，要用滤纸将移液管下端内外的水吸去，然后用被移取的液体洗三次（每次用量不必太多，吸液体至刚进球部即可），以免被移取的液体为残留在移液管内壁的蒸馏水所稀释。

(2) 在烧杯内装入比要移取的量多 1~2 倍的液体，然后把移液管的尖端伸入液体中，右手拇指及中指拿住管颈标线以上的地方，左手拿洗耳球，并用洗耳球把液体吸入移液管内至标线以上。迅速拿走洗耳球，以右手的食指按住管口，然后稍微放松食指或轻轻转动移液管，使液面缓慢、平稳地下降，直到液体弯月面与标线相切，即按紧食指，使液体不再流出。

(3) 把移液管的尖端靠在接收容器的内壁上，放松食指，令液体自由流出。这时应使容器倾斜而使移液管直立。待液体不再流出时，还要稍等片刻，再把移液管拿开。最后，移液管的尖端还会剩余少量液体。但原来在标定移液管的体积时，并未把这部分液体计算在内，所以不必要用外力把这点液体吹入接受容器内。

(4) 用以上操作，从移液管中自由流出的液体正好是移液管上标明的体积。如果实验要求的准确度较高，还需要对移液管进行校正。

3. 容量瓶

容量瓶是带细颈的平底瓶，瓶口配有磨口玻璃塞或塑料塞。容量瓶的颈部刻有标线，并在瓶上标明使用温度和容量（表示在标明的温度下液体充至标线时的容积）。容量瓶是为配制准确浓度的溶液用的，常和移液管配合使用。

(1) 使用前应检查是否漏水。在瓶内加水，塞好瓶塞，左手拿瓶，右手顶住瓶塞，将瓶倒立，观察瓶塞周围是否有水漏出。如不漏，把塞子旋转 180° ，塞紧，倒置，试验这个方向是否漏水。合适的瓶塞要用小绳系在瓶颈上，以免打碎或遗失。

(2) 容量瓶是配溶液用的，如果用固体物质配制溶液，要先在烧杯里把固体溶解，再把溶液转移到容量瓶中（图4a）；然后用蒸馏水洗涤烧杯4~5次，洗涤液也倒在容量瓶中，再慢慢往瓶中加入水至颈部的标线。当瓶内溶液体积达到容积的 $3/4$ 时，应将容量瓶沿水平方向摇动使溶液初步混合，然后加蒸馏水至标线，塞好瓶塞，用食指顶住瓶塞，用另一只手的手指顶住瓶底（较小的容量瓶不必用手指顶住瓶底），将瓶倒转和摇动多次，使溶液混合均匀（图4b）。

(3) 热溶液要冷至室温才能倾入容量瓶中，否则溶液的体积会有误差。

(4) 必要时，容量瓶的体积也应进行校正。

4. 滴定管

滴定管分为酸式和碱式两种（图5），除了碱性溶液应放在碱式滴定管中外，其它溶液都使用酸式滴定管。

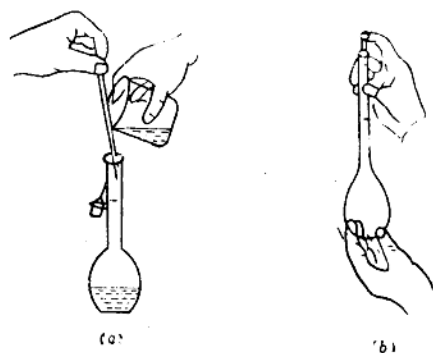


图4 用容量瓶配制溶液

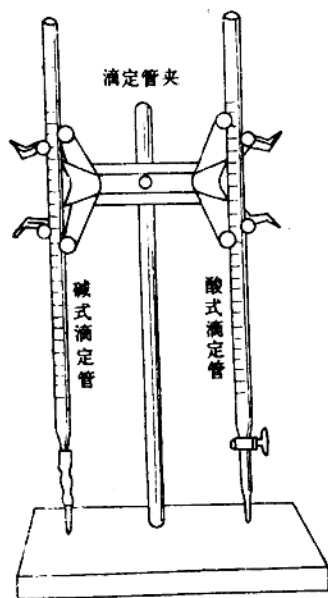


图5 滴定管

(1) 性能。酸式滴定管的下端为一玻璃活塞，开启活塞，液体即自管内滴出。使用前，先把活塞取下，洗净后用滤纸把水吸干或吹干，然后在活塞的两头涂一层很薄的凡士林；在塞孔两旁尽量少涂，以免凡士林堵住塞孔。把活塞塞好，转动活塞，使活塞与塞槽接触的地方呈透明状态，然后在滴定管内装水，试验活塞是否漏水。

碱式滴定管的下端用橡皮管连接一支一端带有尖嘴的小玻璃管。橡皮管内装有一个玻璃圆球，以代替玻璃活塞（碱溶液能与玻璃活塞和塞槽作用，久之会使活塞打不开，所以碱式滴定管不能用玻璃活塞）。用左手拇指和食指轻轻地往一边挤压玻璃球外面的橡皮

管,使管内形成一条缝隙,溶液即自滴管中滴出(注意,挤压玻璃球时,手指要放在球部的稍上一些的地方;如果放在球的下部,则在松手时会在尖嘴玻璃管中出现气泡)。

(2) 洗涤方法。滴定管在使用前应依次用洗液、自来水、蒸馏水洗。洗净后,滴定管的内壁上不应附有液滴。最后用少量(每次约用滴定管容积的 $1/5$ 左右)滴定用的溶液再洗三遍,以免加入管内的溶液被留在管壁上的蒸馏水冲稀。

(3) 装溶液。将溶液加到滴定管中至刻度“0”以上,开启活塞或挤压玻璃球,让多余的溶液滴出,使液面在“0.00”刻度处。

必须注意,滴定管下端不应留有气泡。由于碱式滴定管下端的橡皮管内的气泡不易被察觉,可按图6所示的方法,把尖嘴玻璃管轻轻抬起,用手指挤压玻璃球,将气泡赶出。

(4) 读数。常用的滴定管的容量为50mL,它的刻度的每一大格为1mL。每一大格又分为十小格,每一小格为0.1mL。管中液面位置的读数可读到小数点后两位,如1.36mL、37.90mL。

滴定管应垂直地固定在铁台上,滴定管内的液面呈弯月形,读数时,视线应与弯月面下部实线的最低点保持在同一水平面上,偏高偏低都会带来误差。读数时最好在滴定管的后面衬一张白纸片。

滴定时,最好每次都以0.00mL开始,这样可以在某一刻度范围内操作,减少由于滴定管刻度不均匀而带来的实验误差。

(5) 滴定操作。使用酸式滴定管时,必须用左手拇指、食指及中指控制活塞,旋转活塞的同时应稍稍向里(左方)用力,使玻璃塞保持与塞槽的密合,防止溶液漏出。必须学会慢慢地旋开活塞以控制溶液的流速。

使用碱式滴定管时,必须用左手拇指和食指捏住橡皮管中的玻璃球所在部位稍上一些的地方,向右方挤橡皮管,使橡皮管与玻璃球之间形成一条缝隙,溶液即可流出。要能掌握缝隙的大小以控制溶液流出的速度。

滴定时,将滴定管垂直地夹在滴定管夹上,下端伸入锥形瓶口约1cm,锥形瓶下放一块白瓷板,便于观察溶液颜色的变化。左手按上述方法操作滴定管,右手的拇指、食指和中指拿住锥形瓶颈,沿同一方向按圆周摇动锥形瓶(图7),不要前后振动。开始滴定时,



图6 逐去气泡法



图7 滴定法

无明显变化，液滴流出的速度可以快一些，但必须成滴而不是一股水流；随后，滴落点周围出现暂时性的颜色变化，但随着摇动锥形瓶，颜色变化很快消失；当接近终点时，颜色变化消失较慢，这时就应逐滴加入，加一滴后把溶液摇匀，观察颜色变化情况，再决定是否还要滴加溶液；最后应控制液滴悬而不落，用锥形瓶内壁把液滴沾下来（这时加入的是半滴溶液），用洗瓶冲洗锥形瓶内壁，摇匀。如此重复操作，直到颜色变化不再消失为止，即可认为到达终点。

三、试剂的取用

1. 试剂的等级

根据杂质含量的多少，通常将化学试剂分成四个等级。我国的分级如表 1 所示。

表 1

等 级	一级试剂 (保证试剂)	二级试剂 (分析试剂)	三级试剂 (化学纯试剂)	四级试剂 (实验试剂)
符 号	G.R.	A.R.	C.P.	L.R.
标签颜色	绿 色	红 色	蓝 色	黄 色
应用范围	精确分析与科学研究	一般化学分析与科学研究	一般定性实验和化学制备	化学制备

做实验时，应该按实验要求分别选用不同规格的试剂。

固体试剂装在广口瓶内，液体试剂盛在细口瓶或带有滴管的滴瓶中（盛碱液的细口瓶或滴瓶应用橡皮塞），见光容易分解的试剂应装在棕色的试剂瓶内。每一个试剂瓶上应贴上标签，标明试剂的名称、浓度和纯度。

2. 液体试剂的取用

(1) 从试剂瓶中倾出液体试剂时，把瓶塞倒放在桌上（如果瓶塞倒放不稳时，可用右手中指和无名指夹住瓶塞），右手拿起试剂瓶，并注意使试剂瓶上的标签对着手心，用一根玻璃棒紧靠瓶口，使液体顺着玻璃棒流入容器中（图8a）；或把试剂瓶口紧靠容器边缘，慢慢注入液体，使其沿着容器内壁流下（图8b）。倒出所需液体后，应该将试剂瓶口在玻璃棒或容器上靠一下，再将试剂瓶竖直，这样可以避免遗留在瓶口的试剂从瓶口流到试剂瓶的外壁。必须注意，倒出试剂后，瓶塞要立刻盖在原来的试剂瓶上，并把试剂瓶放回原处。瓶上的标签朝外。

(2) 从滴瓶中取用少量试剂时，用拇指和食指先提起滴管，使管口离开液面。紧捏橡皮乳头，赶出滴管中的空气，然后把滴管伸入试剂中，放松手指，吸入试剂，再提起滴管，取走试剂。用滴管往容器中滴加试剂时，绝对禁止滴管与容器接触。因此，往试管中滴加试剂时，不许将滴管伸入试管中，以免接触器壁而沾污药品（图9）。同时，任何时候装有试剂的滴管不得横置或滴管口向上斜放，以免液体流入滴管的橡皮乳头中。在大瓶的液体试剂瓶旁也常附置专用的滴管供取少量试剂用，用法同上。如果是自备的滴管，使用前必须洗净。

3. 固体试剂的取用

固体试剂要用干净的药匙取用。药匙的两端分别为大小两个匙。取较多的试剂时用大