

高明慧 编

化学与人类文明

实验指导书



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

化学与人类文明实验指导书

高明慧 编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

内容简介

本书是在南京航空航天大学材料科学与技术学院应用化学系文科化学实验讲义的基础上编写的,本书也是由浙江大学出版社出版的《化学与人类文明》配套实验教材。

本书以理论课程的基本要求为依据,由八个实验组成,同时增加了趣味化学实验和日常生活中的化学实验。

本书适合经济与管理、人文与社会科学、外语和艺术等文科专业大学一、二年级学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

化学与人类文明实验指导书 / 高明慧编. — 杭州: 浙江大学出版社, 2009. 6

ISBN 978-7-308-06806-2

I .化… II .高… III .化学实验—高等学校—教学参考资料 IV .06—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 080094 号

化学与人类文明实验指导书

高明慧 编

责任编辑 邹小宁

封面设计 姚燕鸣

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排版 杭州中大图文设计有限公司

印刷 富阳市育才印刷有限公司

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 3

字数 71 千

版印次 2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-308-06806-2

定价 6.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571) 88925591

前 言

本书是在南京航空航天大学材料科学与技术学院应用化学系文科化学实验讲义的基础上编写的,本书也是由浙江大学出版社出版的《化学与人类文明》配套实验教材。

文科班学生在高中阶段几乎没有学过化学,要让文科班学生做专业的化学实验显然是不可能的。基于这种情况,编写了适合文科学生的可与《化学与人类文明》配套使用的化学实验指导书,以满足文科化学实验教学的需要。

本书是理论课程学习的一个重要环节。通过实验,加深并巩固学生对基本概念和基本理论的理解,掌握化学实验的基本操作技能,学会正确使用基本仪器测量实验数据,正确处理数据和表达实验结果。培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力,培养学生实事求是、严谨认真的科学态度。最终目的是通过实验培养文科学生的学习兴趣,提高教学质量。本书以理论课程的基本要求为依据,由八个实验组成,同时增加了趣味化学实验和日常生活中的化学实验。相信文科学生通过这些实验,自然会喜欢化学。

本书适合经济与管理、人文与社会科学、外语和艺术等文科专业大学一、二年级学生使用。

目 录

绪 论	1
实验一 化学反应热效应的测定	4
实验二 日常生活中的化学	11
实验三 自来水中钙和镁总量的测定	16
实验四 氧化还原反应及电动势的测定	22
实验五 趣味化学实验一	28
实验六 趣味化学实验二	32
实验七 趣味化学实验三	35
实验八 趣味化学实验四	39

绪 论

一、化学实验室安全守则

1. 实验室内严禁吸烟、饮食、打闹。
2. 水、电、气使用完毕立即关闭。实验室所有药品、仪器不得带出室外。
3. 洗液、浓酸、浓碱具有强腐蚀性,应避免溅落在皮肤、衣服、书本上,更应防止溅入眼睛里。
4. 能产生有刺激性或有毒气体(如 H_2S 、 Cl_2 、 SO_2 等)的实验应在通风橱内进行。有机溶剂(如苯、丙酮、乙醚)易燃,使用时要远离火源,最好在通风橱内进行操作。
5. 加热试管时,不要将试管口对着自己或别人,也不要俯视正在加热的液体,以免液体溅出。嗅气体时,应用手轻拂气体,把少量气体煽向自己再闻。
6. 有毒试剂(如氰化钾、汞盐、铅盐、钡盐、重铬酸钾等)不得入口或接触伤口,也不能随便倒入下水道,应回收统一处理。在不了解化学药品性质时,禁止任意混合各种试剂药品,以免发生意外事故。
7. 实验完毕,应将实验桌整理干净,检查水、电、气等阀门是否关闭,洗净双手后离开实验室。
8. 灭火常识。物质燃烧需要空气和一定的温度,所以通过降温或者将燃烧的物质与空气隔绝,能达到灭火的目的。可采取:①停止加热和切断电源;②用湿布、石棉布、砂土灭火;③使用灭火器等措施灭火。
9. 实验室中一般伤害的简单救护。
 - (1)割伤:首先用洁净的工具(如镊子)挑出伤口的异物,然后用红药水、紫药水或消炎粉处理。
 - (2)烫伤:涂抹烫伤药(如红花油),不要把烫出的水泡挑破。
 - (3)酸伤:先用大量水冲洗,再用饱和碳酸氢钠溶液或稀氨水冲洗,最后用水冲洗干净。
 - (4)碱伤:先用大量水冲洗,再用 20g/L 醋酸溶液冲洗,最后用水冲洗干净。
 - (5)吸入溴蒸气、氯气、氯化氢气体后,可吸入少量酒精和乙醚混合蒸气。

二、学生实验守则

1. 实验前必须认真预习,明确实验目的和要求,了解实验基本原理、方法、步骤,写出





化学与人类文明实验指导书

HUAXUE YU RENLEI WENMING SHIYAN ZHIDAO SHU

预习报告。

2. 实验过程中认真观察,如实记录,积极思考,独立完成各项实验任务。
3. 遵守实验室的各项制度,爱护仪器,节约药品、水、电。
4. 听从教师的指导。
5. 实验完毕,做好实验室的整理工作,及时完成实验报告。

三、化学实验的学习方法

实验主要由学生独立完成,因此实验效果与正确的学习态度和学习方法密切相关。化学实验的学习方法,应抓住下面3个环节。

(一)预习

预习是实验前必须完成的准备工作,是做好实验的前提,但是,这个环节往往没有引起学生足够的重视,甚至不预习就进实验室,对实验的目的、要求和内容不清楚,结果浪费时间和药品。为了确保实验质量,实验前,任课教师要检查每个学生的预习情况,对没有预习或预习不合格者,任课教师有权不让学生参加本次实验,学生应听从教师的安排。

实验预习一般应达到下列要求:

1. 阅读实验教材和有关参考资料,明确本次实验的目的和内容。
2. 掌握本次实验主要内容,阅读实验中有关实验操作技术及注意事项。
3. 写出实验预习报告。预习报告是进行实验的依据,因此预习报告应包括简要的实验步骤与操作、需要记录的实验现象、记录测量数据的表格以及定量实验的计算公式等。

(二)实验

实验是培养学生独立工作和思维能力的重要环节,必须认真、独立完成。

1. 按照教材内容,认真操作,细心观察,耐心等待,一丝不苟,如实将实验现象、实验数据记录填写在实验报告中,这是养成良好科学学习习惯必需的训练。
2. 在实验中遇到疑难问题或者“反常现象”,应认真分析操作过程,思考其原因。为了正确说明问题,可在教师指导下重做或补充进行某些实验,自觉养成研究问题的习惯。
3. 养成良好的科学学习习惯,遵守实验工作规则。实验过程中应始终保持桌面布局合理、环境整齐和清洁。

(三)实验报告

实验报告是每次实验的总结,它反映了学生的实验水平,必须严肃认真如实填写。合格报告包括以下5部分内容:

1. 概述。简述实验目的和实验的基本原理。
2. 实验内容。采用表格、框图、符号等形式来清晰明确地表示实验内容。

3. 实验现象和数据记录。实验现象要表达正确,实验数据记录要完整。绝不允许主观臆造,抄袭别人的作业,若经发现,本次实验按不及格处理。
4. 最后给予简明的结论和解释,写出主要反应方程式。数据处理要表达清晰。
5. 问题讨论。对实验中遇到的问题提出自己的看法,或对实验方法、实验内容等提出意见。此项内容的评分作为实验附加分的依据。





实验一 化学反应热效应的测定

[概述]

在化学反应过程中,除了发生物质的变化外,还有能量的传递。通常遇到的是化学能与热能间的转化,例如,燃料燃烧释放出热量,燃烧 1kg 石油发热量达 4×10^4 kJ,而煤矸石仅有 8×10^3 kJ。

在恒压下发生化学反应时,体系吸收或放出的热量为恒压反应热(也称为反应的热效应),用 ΔH 表示。规定体系吸收热量时, ΔH 为正值;体系放出热量时, ΔH 为负值。本实验测定锌粉和硫酸铜溶液反应的热效应:

这个反应是放热反应,每摩尔 CuSO_4 与 Zn 反应放出 216.8kJ 热量。

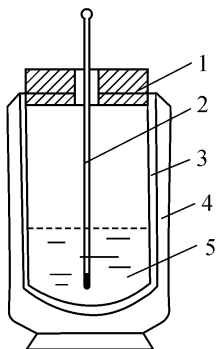


图 1-1 反应热测定装置示意图

1—保温杯盖;2—温度计;3—真空隔热层;4—保温杯外壳;5— CuSO_4 溶液



$$\Delta H = -216.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

测定反应热的方法很多。本实验是在一个保温杯式量热计中进行的(见图 1-1)。反应放出的热量一方面将引起量热计中溶液的温度升高,另一方面也使量热计的温度相应提高,根据其温升和查表所得溶液的比热容,即可求得它的焓变:

$$\Delta H = - \frac{\Delta T \cdot C \cdot V \cdot d + \Delta T \cdot C_p}{n}$$

式中, ΔH —焓变, $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

ΔT —溶液终了温度与起始温度的差,K;

C —溶液的比热容, $\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;

V — CuSO_4 溶液的体积,mL;

d —溶液的密度, $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$;

n — CuSO_4 物质的量, mol ;

C_p —量热计的热容, $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$ 。

实验的关键是求 ΔT 。由于反应后的温度需要一段时间才能升到最高值,而本实验所用简易量热计并不是严格的绝热系统,因此在这段时间里,量热计不可避免地会与周围环境发生少量热交换。为了校正这些因素所造成测定 ΔT 的偏差,需要用图解法确定体系温度变化的最大值 ΔT 。即以测得的温度为纵坐标,时间为横坐标绘图(见图 1-2),按虚线外推到混合时间($t=0$)得 ΔT 。这样外推得到的 ΔT 值能较客观地反映出反应热效应所引起的真正温差。

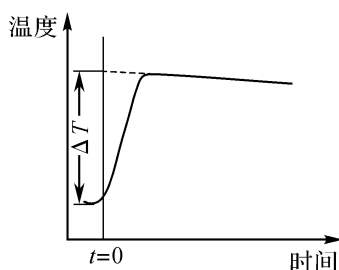


图 1-2 反应时间与温度变化的关系

所谓“量热计的热容”是指量热计温度升高 1°C 所需热量。在测定反应热之前必须先确定所用量热计的热容。确定的方法是:在量热计中加入一定量(如 50mL)温度为 T_1 的冷水,再加入相同量温度为 T_2 的热水,测混合后水的最高温度 T_3 ,已知水的比热容为 $4.184\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,则:

$$\text{热水失热} = (T_2 - T_3) \times 50 \times 4.184 \text{ (J)}$$

$$\text{冷水得热} = (T_3 - T_1) \times 50 \times 4.184 \text{ (J)}$$

$$\text{量热计得热} = (T_3 - T_1) \times C_p \text{ (J)}$$

因为热水失热与冷水得热之差即为量热计得热,所以

$$C_p = \frac{[(T_2 - T_3) - (T_3 - T_1)] \times 50 \times 4.184}{T_3 - T_1} \text{ (J} \cdot \text{K}^{-1}\text{)}$$

本实验采用保温杯式量热计。对于常温下水溶液中进行的反应,保温杯式量热计适用;对于气体或反应后升温很高的反应,保温杯式量热计就不适用了,而应采用弹式量热计。

[实验目的]

1. 学习用量热计测定物质化学反应热效应的简单方法。
2. 巩固对有关热力学基本知识的理解。
3. 熟悉化学实验室常用仪器的基本操作。

[实验用品]

保温杯式量热计、温度计、秒表、台秤、药匙、称量纸、洗瓶、电炉(或水浴)、 50mL 移液





管、100mL 烧杯、50mL 量筒、洗耳球。

0.2mol/L CuSO_4 、锌粉。

附：玻璃仪器的使用

(一) 移液管

移液管用来准确地移取一定体积的溶液。常用的移液管中间有一膨胀部分的玻璃管，管颈上部刻有一圈标线。在一定温度下，管颈上端标线至下端出口间的容积是一定的，如 50mL、25mL 等不同规格。

使用移液管时，通常要先依次分别用铬酸洗液、自来水和去离子水洗净，并且用少量要移取的溶液润洗 2~3 次，以保证所移溶液的浓度不变。一般洗涤移液管用小烧杯盛放洗涤液，用吸耳球使移液管从小烧杯中吸入少量洗涤液，用双手把移液管端平，并水平转动移液管，使管内洗涤液润洗移液管内壁，然后把洗过的洗涤液从移液管下端出口放出。

使用移液管移取溶液时，一般是用右手大拇指和中指拿住移液管管颈上端，把移液管下端管口插入装有要移取的溶液中，左手拿吸耳球，先把吸耳球内空气挤出，然后把吸耳球的出口尖端紧压在移液管上端管口上，慢慢松开紧握吸耳球的左手，使移取的溶液吸入移液管内(见图 1-3(a))。当移液管内溶液液面升高到移液管上端管颈刻度标线以上时，立即拿开吸耳球，并马上用右手食指按住移液管上端管口，然后稍微放松食指，同时用大拇指和中指转动移液管，使移液管内液面慢慢下降，直至管内溶液的弯月面与管颈上端刻度标线相切(见图 1-3(b))，立即用食指按紧移液管上端管口，从小烧杯中取出移液管。把装满溶液的移液管垂直放入已洗净的锥形瓶中，使移液管下端出口紧靠在锥形瓶内壁上，锥形瓶略倾斜，松开食指，让移液管内溶液自然流入锥形瓶中(见图 1-3(c))。当移液管内溶液流完后，还需停留约 15s，然后将移液管从锥形瓶中拿开。此时移液管下端出口处还会剩余少量溶液，不可用吸耳球将它吹入锥形瓶中，因为在校正它的容积刻度时，已除去了剩余少量溶液的体积。当使用标有“吹”字的移液管时，则必须把管内的残液吹入锥形瓶中。

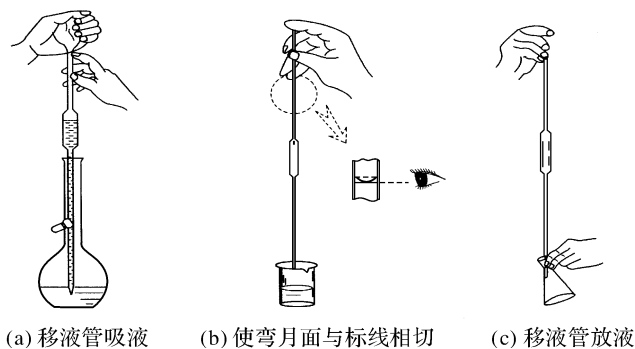


图 1-3 移液管的使用方法

(二)量筒

量筒是实验室中常用的度量液体体积的容量仪器。读取容积时,注意使视线与仪器内液体的弯月面的最低处保持同一水平。弯月面最低点与刻度线水平相切的刻度为液体体积的读数(见图 1-4)。

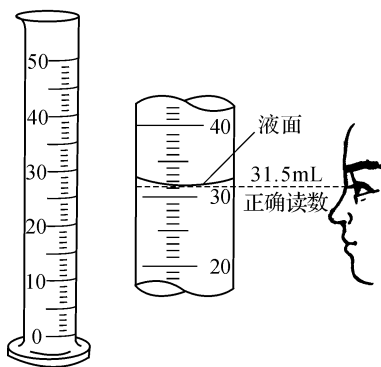


图 1-4 量筒及其读数法

(三)烧杯中液体的加热

所盛液体的体积,应不超过烧杯容积的 $1/3$ 。加热前,要先将烧杯外壁上的水擦干,再放在石棉网上加热。

实验报告一 化学反应热效应的测定

(一)量热计热容的测定

实验步骤	数据记录	数据处理
1.用量筒量取 50mL 蒸馏水,倒入量热计中,盖好后适当摇动,待系统达到热平衡后(约 2~5min),记录温度 T_1 (精确到 0.1K)。	$t_1 = \text{_____}^\circ\text{C}$ 。	$T_1 = \text{_____} \text{K}$ 。
2. 在 100mL 烧杯加入 50mL 蒸馏水,加热到高于 $T_1 = 30\text{K}$ 左右,静置 1~2min,待热水系统温度均匀时,迅速测量温度 T_2 (精确到 0.1K)。	$t_2 = \text{_____}^\circ\text{C}$ 。	$T_2 = \text{_____} \text{K}$ 。



化学与人类文明实验指导书

HUAXUE YU RENLEI WENMING SHIYAN ZHIDAO SHU

实验步骤	数据记录	数据处理
3. 尽快将热水倒入量热计中,盖好后不断地摇荡量热计,并立即计时和记录水温,每隔 30s 记录一次温度,直到温度上升到最高点,再继续测定 3min。	加入热水每隔 30s 测得的温度: _____°C、_____°C、_____°C、 _____°C、_____°C、_____°C、 _____°C、_____°C、_____°C、 _____°C、_____°C、_____°C、 _____°C、_____°C。	外推法求得最高温度 $t_b = \text{_____}^\circ\text{C}$; $T_3 = \text{_____} \text{K}$ 。
4. 将上述实验重复一次,同样作温度—时间图,用外推法求最高温度 T_3 ,并计算量热计热容 C_p ,取两次实验结果的平均值。	$t_1 = \text{_____}^\circ\text{C}$; $t_2 = \text{_____}^\circ\text{C}$ 。 加入热水每隔 30s 测得的温度: _____°C、_____°C、_____°C、 _____°C、_____°C、_____°C、 _____°C、_____°C、_____°C、 _____°C、_____°C、_____°C、 _____°C、_____°C。	$T_1 = \text{_____} \text{K}$; $T_2 = \text{_____} \text{K}$; $T_3 = \text{_____} \text{K}$ 。
5. 计算:		
	$C_{p1} = \text{_____}$;	
	$C_{p2} = \text{_____}$;	
	$\overline{C_p} = \text{_____}$ 。	

(二) 锌与硫酸铜反应热效应的测定

实验步骤	数据记录	数据处理
1. 用台秤称取 2g 锌粉。		
2. 用 50mL 移液管准确移取 0.2mol/L CuSO_4 溶液 50.00mL 于量热计中,注意温度计要插入溶液中,但不要碰到杯底。		

实验一 化学反应热效应的测定

实验步骤	数据记录	数据处理
3. 盖好盖子,沿桌面轻轻摇动量热计,使 CuSO_4 溶液与量热计的温度达到平衡,每隔 30s 记录一次温度。注意动作要轻,以免溶液溢出量热计。	50mL CuSO_4 加入量热计每隔 30s 测得的温度: _____ $^\circ\text{C}$ 、 _____ $^\circ\text{C}$ 、_____ $^\circ\text{C}$ 、_____ $^\circ\text{C}$ 。	均值_____ $^\circ\text{C}$ 。
4. 在测定开始 2min 后,迅速加入已称好的 2g 锌粉,并立即盖好盖子,不断沿桌面轻轻摇动量热计,使锌粉和硫酸铜溶液充分反应,并每隔 30s 记录一次温度,直到温度上升到最高点后,再继续测定 3min。	2g 锌粉加入量热计每隔 30s 测得的温度: _____ $^\circ\text{C}$ 、_____ $^\circ\text{C}$ 、 _____ $^\circ\text{C}$ 、_____ $^\circ\text{C}$ 、_____ $^\circ\text{C}$ 、 _____ $^\circ\text{C}$ 、_____ $^\circ\text{C}$ 、_____ $^\circ\text{C}$ 、 _____ $^\circ\text{C}$ 、_____ $^\circ\text{C}$ 、_____ $^\circ\text{C}$ 、 _____ $^\circ\text{C}$ 、_____ $^\circ\text{C}$ 。	用作图外推法求得量热计上升的最高温度为_____ $^\circ\text{C}$ 。
5. 计算: $\Delta T =$ _____; $\Delta H =$ _____; 相对误差 = $\frac{\text{测定值} - \text{理论值}}{\text{理论值}} \times 100\% =$ _____。 分析产生误差的原因: _____ _____。		

说明:

1. 用坐标纸作温度—时间图(见图 1-2),求得反应溶液的温升 ΔT 。
2. 根据实验概述中的公式计算焓变 ΔH ,溶液的比热容为 $4.184\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$,溶液的密度为 $1\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ (严格应用密度计测定实验室准备好的 0.2mol/L CuSO_4 溶液的密度)。
3. ΔH 是焓变, Q_p 为恒压热, $\Delta H = Q_p$,但是它们不是一个概念,不能混淆。

[问题讨论]

1. 测定量热计的热容时,需测定哪些数据?

答: _____
 _____。





化学与人类文明实验指导书

HUAXUE YU RENLEI WENMING SHIYAN ZHIDAOSHU

2. 测定锌粉和硫酸铜溶液的反应热效应时,需测定哪些数据?

答:_____

[思考与质疑]

实验中的问题与思考	教师批阅意见

[实验成绩]

成绩等第_____

批阅教师_____

_____年_____月_____日

实验二 日常生活中的化学

[概述]

生活中会遇到各种各样的化学问题,需要通过化学实验加以解决。下面举例讨论和实验。

(一)牛奶中掺入蔗糖的检查

鲜乳掺水之后比重降低,掺入蔗糖可以提高牛乳的比重,从而隐蔽掺水情况。蔗糖的检查可用两种方法:

(1)蔗糖与间苯二酚作用生成一种红色化合物。

(2)蔗糖遇到钼酸铵生成一种蓝色物质。

由反应产生的颜色可确定蔗糖的存在。

(二)亚硝酸钠与食盐的区别

亚硝酸钠是一种白色或淡黄色晶体,有咸味,类似食盐。如错当食盐食用 0.3~0.5g 即会中毒,严重时还会危及生命。亚硝酸钠有毒,如长期或过量食用有致癌作用,危害人体健康。

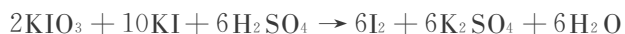
如何区分亚硝酸钠和食盐?可以利用 NaNO_2 在酸性条件下氧化 KI 生成单质 I_2 的反应:



单质 I_2 遇淀粉试液变蓝。 NaCl 与 KI 不反应,这样便可区分亚硝酸钠和食盐。

(三)检验含碘食盐成分中的碘

含碘食盐中含有碘酸钾(KIO_3),除此之外,一般不含有其他氧化性物质。在酸性条件下 IO_3^- 能将 I^- 氧化成单质 I_2 。单质 I_2 遇淀粉试液变蓝,而不加碘的食盐则不能发生类似的反应。



(四)蔬菜中维生素 C 的测定

淀粉溶液遇到碘会变成蓝紫色,这是淀粉的特性。而维生素 C 具有还原性,能与蓝紫色溶液中的碘发生反应,使溶液还原成原来的颜色。通过这个原理,可以用来检验一些蔬菜中的维生素 C。





[实验目的]

1. 初步了解化学与日常生活的关系。
2. 学习样品处理并掌握某些离子的鉴定方法。

[实验用品]

恒温水浴、台秤、药勺、称量纸、研钵、长滴管、试管、试管架、试管夹、洗瓶、对折的纸片。

10% 间苯二酚酒精溶液(质量分数)、钼酸铵(固体)、6mol/L HCl、2mol/L HCl、NaNO₂(固体)、2mol/L H₂SO₄、0.1mol/L KI、0.2% 淀粉溶液、碘酒。

牛奶、掺入蔗糖的牛奶、含碘食盐、不含碘食盐、青菜。

附：化学试剂的取用

(一) 固体试剂的取用

一般都用药匙来取用固体试剂。药匙的两端有大小不同的两个匙,分别用于取大量固体和小量固体。注意药匙的清洁,以避免固体试剂被沾污,最好专匙专用。用玻璃棒制作的小玻璃勺可长期存放于盛有固体试剂的小广口瓶中,勿须每次洗涤。往试管中加入固体试剂时,也可将药品放在对折的纸片上,再伸进试管的 2/3 处。

(二) 液体试剂的取用

1. 从细口瓶中取用液体试剂

先将瓶塞取下,然后反放在实验台上,手握瓶上贴标签的一侧倾注试剂(见图 2-1),用后将瓶口在容器上贴一下,以免留在瓶口的液滴流到瓶的外壁。

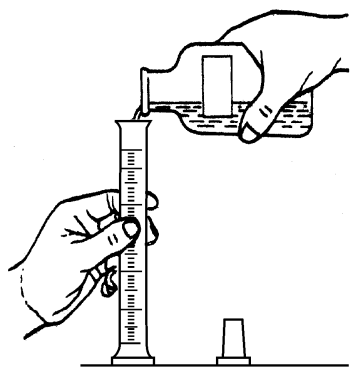
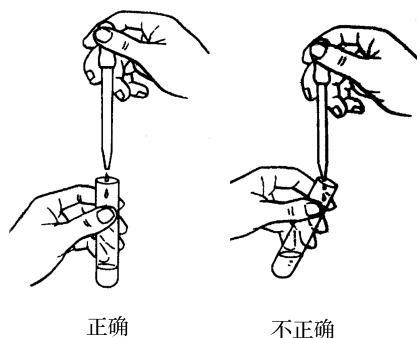


图 2-1 倾注溶液



正确 不正确
图 2-2 用滴管加试剂