



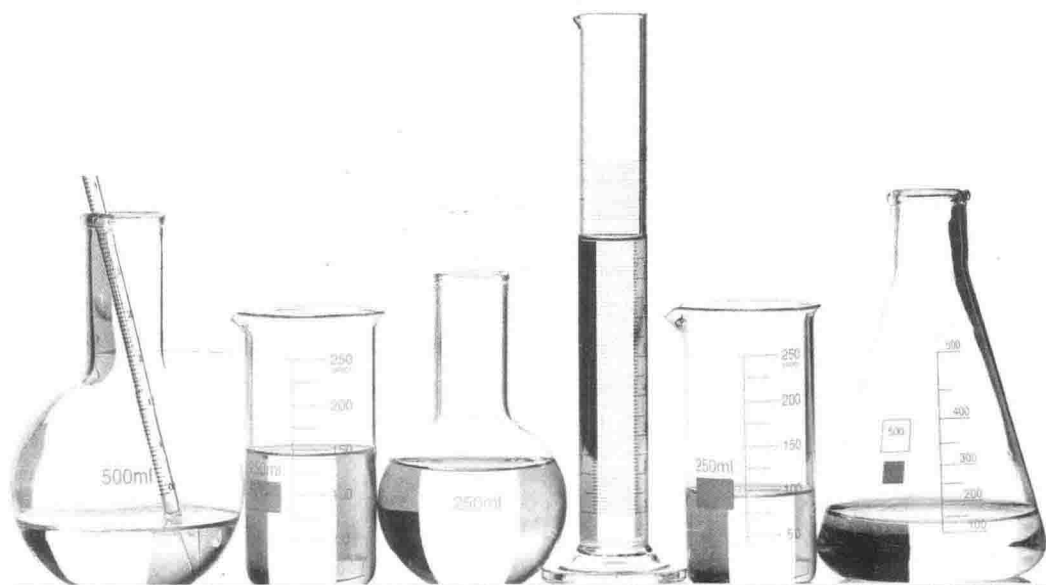
Microscale Chemistry Experiment and Teaching Case Design

微型化学实验及 教学案例设计

主 编 毕建洪 董华泽 夏建华

副主编 邵忠德 纪 政 张斌玉

中国科学技术大学出版社



Microscale Chemistry Experiment and
Teaching Case Design

微型化学实验及 教学案例设计

主 编 毕建洪 董华泽 夏建华
副主编 邵忠德 纪 政 张斌玉

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书旨在通过设计新颖有趣的实验内容来增强学生的兴趣,注重在设计过程中对学生创新精神和实践精神的培养,以及沟通和合作能力的锻炼,利用仿真技术,帮助学生提高实验成功率。本书共分 11 章,包括微型化学实验概述、微型化学实验仪器简介、中学化学实验基本操作、碘酒中碘的检验、氢氧化亚铁的制取、空气中氧气含量的测定、 Fe^{3+} 与 SCN^- 络合系数研究、墙壁上的白灰成分检验、绿茶中维生素 C 的检验、猪肝制氧气、硫黄皂中硫的检验。

本书既可以作为高等师范、理工科院校化学及相关专业开设微型实验的教材,也可供其他化学教育工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

微型化学实验及教学案例设计/毕建洪,董华泽,夏建华主编. —合肥:中国科学技术大学出版社,2017. 8

ISBN 978-7-312-04175-4

I. 微… II. ①毕… ②董… ③夏… III. 化学实验—教案(教育)—高等学校
IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 104227 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026
<http://press.ustc.edu.cn>
<https://zgkxjsdxcbbs.tmall.com>
印刷 安徽省瑞隆印务有限公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 710 mm×1000 mm 1/16
印张 8.75
字数 172 千
版次 2017 年 8 月第 1 版
印次 2017 年 8 月第 1 次印刷
定价 26.00 元

前 言

化学是一门以实验为基础的学科,因此实验教学在化学教学和研究中有非常重要的作用。在化学学习的过程中,普通的化学实验教学模式已经不能满足学生的学习。在此种情况下,中学化学教学中出现了一种新的实验教学模式——微型化学实验。所谓微型化学实验,就是以尽可能少的试剂来获得所需化学信息的实验方法与技术。

1982年美国化学家 Mayo、Pike 等首次进行了微型化学实验的系统研究。微型实验的迅速推广,逐渐将传统的化学实验转向微型化。1989年,周宁怀教授介绍了微型化学实验在化学教育中的应用及研究情况,并在此领域进行了广泛的研究;同年,华东师范大学和杭州师范学院创立了化学实验研究课题组。在研究开发出多套实验仪器设备之后,微型化学实验迅速发展。无机化学、普通化学的微型化带动了有机化学和中学化学的研究。目前,我国已经形成了具有自己特色的实验工作。但是,在发展的过程中出现了“研究者热,使用者冷”的局面。面对这样的现象,要加速对微型化学实验的推广。

全书共分11章,前3章概述了微型化学实验与微型化学实验仪器设备,后8章分别由8个微型化学实验案例和实验组成。本书旨在通过设计新颖有趣的实验内容来提高学生的兴趣。注重在设计过程中对学生创新精神和实践精神的培养,以及沟通和合作能力的锻炼。利用仿真技术,帮助学生提高实验成功率。在实验案例第一部分增加背景知识和应用前景的介绍,改变传统教学中枯燥乏味的课堂氛围;通过课前和课后的资料链接,让学生自己去主动学习,扩大学生的知识视野,同时有利于提高课堂效率。在实验讨论环节,设置不同层次的问题,学生可以根据自己的能力去选择性地回答问题,有助于照顾不同层次的学生理解能力。采取分组讨论的教学模式来设计微型化学实验的教学案例中的讨论环节,通过仿真实验软件制作相应的课件,采取有效的知识链接来帮助学生理解,做到学生对该案例感兴趣,且案例设计达到面向全体学生的目的。

毕建洪

2016年5月

目 录

前言	(i)
第一章 微型化学实验概述	(1)
第二章 微型化学实验仪器简介	(4)
第三章 中学化学实验基本操作	(8)
第四章 碘酒中碘的检验	(18)
第五章 氢氧化亚铁的制取	(29)
第六章 空气中氧气含量的测定	(42)
第七章 Fe^{3+} 与 SCN^- 络合系数探究	(56)
第八章 墙壁上的白灰成分检验	(71)
第九章 绿茶中维生素 C 的检验	(82)
第十章 猪肝制氧气	(97)
第十一章 硫黄皂中硫的检验	(114)
参考文献	(132)

第一章 微型化学实验概述

一、微型化学实验的提出

微型化学实验是在微型化的仪器装置中进行的化学实验,其试剂用量比对应的常规实验少 90% 以上。采用微型化学实验仪器可以节约试剂和时间,训练学生的操作技巧,使教师和学生得以在有限的学时内,有限的经费条件下完成实验教学的要求。

在 20 世纪 50 年代,我国赴美学者马祖圣对微型化学实验技术进行了系统的研究工作,并于 1975 年出版了第一部有关微型化学实验的专著——《化学中的微型操作法》。该书介绍了多种微型化学实验技术和大量微型实验仪器的设计。1982 年美国 Dana W. Mayo 博士和他的同事们在 Bowdin 学院和 Bron 大学等几所院校的基础有机化学实验中试用微型实验取得成功。他们的经验得到迅速推广,到 1989 年已有 400 余所院校和科研单位采用了微型化学实验,其应用范围也由有机化学实验扩展到无机化学、普通化学和中学化学的实验。有的学者在评述这些进展时,称之为“微型实验的革命”。此后微型化学实验在美国、日本和西欧被迅速推广,同时加拿大、澳大利亚、印度、泰国、新加坡等国和我国的台湾、香港、澳门等地区也相继开展了微型化学实验的研究与推广工作。

1989 年我国高等学校化学教育研究中心把微型化学实验课题列入科研计划,其后研制出符合中国教学要求的微型化学实验仪器,并批量生产。1992 年我国自编的首本《微型化学实验》出版。1995 年原国家教委装备司将微型化学仪器正式列入中学理科教学仪器目录,向全国推广。我国是由无机、普化实验的微型化带动有机化学和中学化学实验的微型化,目前已扩展到分析化学、物理化学、医用化学和高分子化学等领域,形成了中国开展微型实验工作的特色。到 2000 年我国已有 1000 多所大、中学校在教学中采用微型化学实验。周宁怀等牵头申报的“强化实验教学,推动中学化学教学内容与模式改革”的课题被列入教育部高师教育面向 21 世纪教育改革项目。针对我国化学教育中实验教学是薄弱的教学环节、学生动

手率低、实践能力差这些“根本性的缺陷”，摸索通过推广微型化学实验，实现每人一套仪器，人人动手实验，以实验教学革新带动化学教学改革，贯彻全面推进素质教育的方针，实施以培养创新精神和实践能力为核心的素质教育的研究与探索实验。

二、微型化学实验的优点

（一）用量少、节约成本

微型化学实验是以尽可能少的化学试剂来获得所需化学信息的实验方法与技术。在进行微型化学实验时，药品的用量仅仅是传统化学实验试剂用量的几十分之一甚至是几千分之一。所以，试剂用量较少，经费投入自然比较小，从而能够达到节约实验成本的目的。这一优点，在经济相对困难的中学，使开展化学实验成为了可能。

（二）污染小、安全性高

在化学实验过程中，经常会产生一些废气、废液等，如果处理不当可能就会污染环境甚至会危害到人们的生活健康。比如，在使用高锰酸钾制取氧气的过程中，学生有时不听取老师的建议，随意称取实验用品的质量，造成大量的资源浪费；而且高锰酸钾本身就有一定的毒性，会腐蚀我们的皮肤，在清理方面也存在一定的难度。微型化学实验在该方面就存在较大的优势，由于它的实验用量较少，因此在进行微型化学实验后所产生的废气、废液等相对较少，造成的污染也相对较少，相较于传统化学实验安全，符合绿色化学的概念。

（三）实验易、效果更佳

由于实验仪器的微小化和实验试剂的微量化，实验在达到预期效果的时间相较于传统化学实验的短，教师不用担心开展化学实验浪费课堂时间，影响教学进度。由于实验成本相对较低，学生可以每人一套实验仪器来开展实验，不会造成“教师讲实验、学生听实验”的尴尬教学实验模式的出现。

微型化学实验的很多实验仪器都可以在生活中找到代用品，比如导管可以用

吸管、笔芯来代替,漏斗可以用饮料瓶的上半部分来代替,水槽可以用各种塑料盒、塑料碗来代替等。在实验过程中利用生活中常见的用品,可以培养学生学习化学的兴趣,提高教学效果。此外,由于其成本相对比较低廉,安全性高,产生预期实验结果的时间相对较短,学生可以人手一套实验仪器,因此,学生可以开动自己的大脑,尽可能多地来设计实验方案,可以一一对实验进行验证,进而培养学生的逻辑思维能力和实验动手能力。开展微型化学实验教学符合新课改的要求,培养学生全面发展。

第二章 微型化学实验仪器简介

微型化学实验是近十年来在国内外得到迅速发展的化学实验新方法,是“绿色化学”的重要组成部分,已成为 21 世纪化学实验教学改革的一个重要趋势。它的特点是在微小型的仪器中,用尽可能少的试剂(一般为常规的十分之一至千分之一)来进行实验,是在微型化的条件下对化学实验进行重新设计与表现。微型化学实验现象明显,且操作安全、环境污染小、节约药品、节省时间、利于学生动手实验,是开拓化学实验素质教育的有效途径。

一、配套微型实验仪器

由湛江师范学院研制开发的中学化学微型实验仪器箱(MI-1),其外形包装美观、仪器精巧新颖、配置合理、组装灵活,具有较强的实用性,已获多项国家专利。该仪器结合中学化学教学的实际情况,按新课程标准的要求而设计,能满足初、高中和职业技术学校的大部分化学实验的需求,其具体优点如下:

- ① 仪器具有多功能,能以不多的仪器种类和数量满足较多的实验需求。
- ② 仪器连接部位虽采用简易标准接口(非磨口)设计(专利号:01258568.8),但具有磨口仪器安装方便的特点。
- ③ 仪器组装成的具有启普原理的微型气体发生器(专利号:01258569.6),兼有固-液制气、液-液制气和固体加热制气等多种用途。
- ④ 多功能微型实验操作台(专利号:01258570.X)能方便地安装各种微型化学实验装置。

操作台的底座上设计有四个孔穴,可用于点滴反应。其中仪器夹为不锈钢弹簧式设计,安装时不需旋螺母固定,易装、易调、易拆卸。

- ⑤ 由配套仪器与微型实验操作台组成的便培式微型仪器箱($24\text{ cm} \times 13\text{ cm} \times 11\text{ cm}$),使用、携带和保管都很便利。

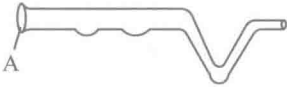
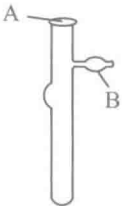
因此,全套仪器不仅造价低廉、体积小,而且集功能性与实用性于一体。

在我国现班级授课制下,由于全班的学生人数较多,常规化学实验难以满足现行课程标准的教学和实验要求。而这套仪器可以作为学生的学具,每人一套,能边听课边实验,为开展以学生为主体的各种学习活动,尤其是科学探究活动提供了技术上的支持。因此,这套仪器的开发和应用将为基础教育课程改革提供有效的化学课程资源。

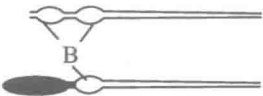
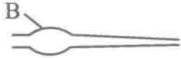
二、微型实验常用仪器介绍

ML-1 微型实验的仪器名称、常见用途和使用注意事项,如表 2.1 所示。

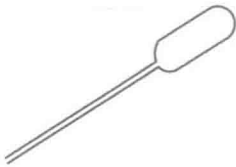
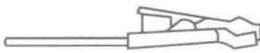
表 2.1 ML-1 微型实验常用仪器介绍

仪 器 名 称	常 见 用 途	使用注意事项
微型气体发生器 	• 微型气体发生器由 U 形管和内套管组成,该装置可以用于液-固制气、液-液制气和固-固加热制气; • 可作电解、电镀的盛液容器	• 在直接加热时,要防止骤冷、骤热,以免引起仪器破裂; • 使用时要轻拿轻放,以免用力过猛,在弯曲处断裂; • 若内套管需要取出,应注意保存; • 与其他仪器连接时,不要用力过猛,以免破裂
V 形侧泡反应管 	• 用于气体与液体或气体与固体进行反应的仪器; • 可作液、固体加热分解的反应器	• 在直接加热时,要先使其均匀受热,再在固定部位加热; • 与其他仪器连接时,不要用力过大,以免破裂
具支试管 	• 用于制取少量气体; • 用作反应的容器; • 作洗气或干燥管; • 当斜放时可同时在两处装载试剂分别进行实验	• 在直接加热时,要防止骤冷、骤热,以免引起仪器破裂; • 与其他仪器连接时,不要用力过猛,以免破裂

续表

仪 器 名 称	常 见 用 途	使用注意事项
小试管 	• 盛少量试剂; • 用作少量试剂的反应容器; • 可用于收集少量气体	• 可直接加热,防止骤冷、骤热; • 加热时应用仪器夹夹持; • 与其他仪器连接时,不要用力过猛,以免破裂
直形通气管 	• 用于导气; • 作搅拌棒; • 接上普通滴管胶头即可组成一支滴管,用于吸取或滴加少量液体药品; • 球状处为内接口,套上乳胶管弓与微型气体发生器或具支试管连接组装成各种装置	• 作为滴管取液时不能倒置; • 与其他仪器连接时,不要用力过猛,以免破裂
直角形通气管 	• 用于导气; • 球状处为内接口,套上乳胶管可与具支试管连接组装成气体干燥和洗气装置	与其他仪器连接时,不要用力过猛,尤其要注意弯曲处,以免折断破裂
尖嘴管 	• 作可燃气体的燃烧管; • 用于导气; • 球状处为内接口,套上乳胶管可与其他仪器连接组装	与其他仪器连接时,不要用力过猛,以免折断破裂
小烧杯 	• 用作较大容量的反应容器以使反应物均匀混合; • 作配制溶液的容器; • 盛水容器	• 防止搅动时液体溅出,或沸腾时液体溢出; • 防止玻璃受热不均匀而破裂
酒精灯 	加热用	• 第一次点燃时,先打开盖子用手扇去其中聚集的酒精蒸气后再点燃,以免发生事故; • 停止加热时必须用灯帽盖灭

续表

仪 器 名 称	常 见 用 途	使用注意事项
多用滴管 	• 可作为液体试剂或气体的储存容器、滴管、反应容器等； • 把颈管拉细,作为毛细管和搅拌棒	• 不能直接加热,可在 80°C 以下水浴； • 聚乙烯制品,耐一般无机酸碱的腐蚀,不能装载有机试剂； • 储存液体和固体时,一般要对管口熔封
小药匙 	• 取固体药品用； • 作搅拌棒	取一种药品后,必须洗净并用滤纸擦干后才能取另一种药品
仪器夹 	• 可夹持仪器进行加热； • 可夹持试管和 V 形侧泡反应管等	• 使用过程中不要同时用手抓着两个把柄,以免夹子打开； • 使用完毕后应擦去沾污的化学药品和水
多用途微型化学实验仪器 	• 可用于固-液、气-液、固态、气态、液态等多种反应实验； • 可用于微型过滤实验	• 使用过程中注意拧紧螺旋接口,防止试剂泄漏； • 过滤时可以根据需要在滤盘内安装不同孔径的滤纸

第三章 中学化学实验基本操作

一、药品的取用

实验室里所用药品,很多是易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的。在使用时,一定要严格遵照有关规定和操作规程,保证安全。因此,操作人员要注意以下几点:

① 不能用手接触药品,不要把鼻孔凑到容器口去闻药品(特别是气体)的气味,更不能尝任何药品的味道,在实验室中闻气体的方法如图 3.1 所示。



图 3.1 在实验室中闻气体的方法

② 注意节约药品。应该严格按照规定的用量取用药品。如果没有规定,液体一般取 5 滴左右,固体只需 1~2 粒或一微型药勺的量。

③ 实验剩余的药品,既不能放回原处,也不能随意丢弃,更不能拿出实验室,应放回到指定的容器中。

(一) 固体药品的取用

粉末状药品用药匙或纸条将药品送入试管底, 固体药品用镊子夹取, 如图 3.2 所示。

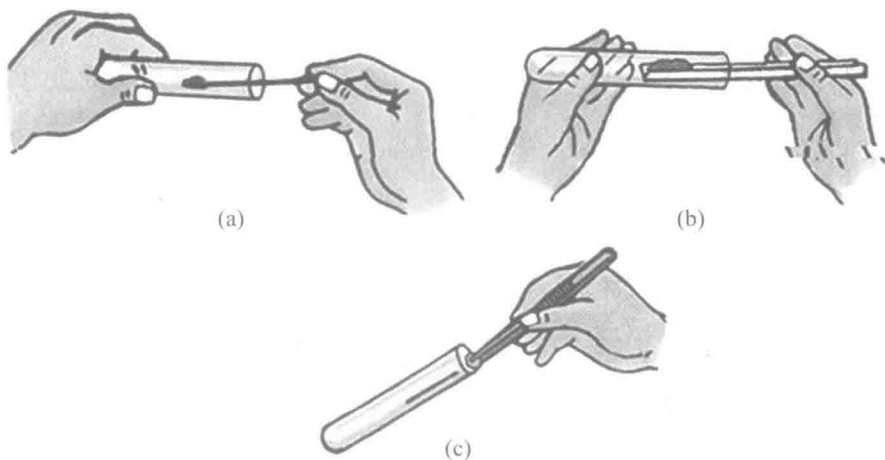


图 3.2 固体药品的取用

(二) 液体药品的取用

1. 液体的倾倒

倾斜试管或量筒, 向其中倾倒药品; 瓶盖倒置, 标签对着手心, 以防腐蚀, 如图 3.3 所示。(注: 读数时, 量筒应水平放置, 视线与凹液面最低处保持水平)。



图 3.3 液体的倾倒

2. 用滴管取液

用干净、干燥的多用滴管取液时,用手指捏紧吸泡,将径管部分插入试剂瓶中,放开手指,试剂即被吸入。

(三) 浓酸、浓碱的使用

在使用浓酸、浓碱等强腐蚀性药品时,必须特别小心,防止皮肤或衣服等被腐蚀。如果酸(或碱)流到实验台上,应立即用适量的碳酸氢钠溶液(或稀醋酸)冲洗,再用水冲洗,最后用抹布擦干。如果只是少量的酸或碱滴到实验台上,立即用湿抹布擦净,再用水冲洗抹布。

如果不慎将酸沾到皮肤或衣服上,立即用较多的水冲洗(如果是浓硫酸,必须迅速用抹布擦拭,然后用水冲洗);如果强碱沾到皮肤上,要用较多的水冲洗,再涂上硼酸溶液,如图 3.4 所示。



图 3.4 用水冲洗皮肤上的酸或碱

实验中要特别注意保护眼睛。万一眼睛里溅进了酸或碱溶液,要立即用水冲洗(切不要用手揉眼睛)。洗的时候要眨眼睛,必要时请医生治疗。

二、托盘天平的使用

托盘天平由托盘(分左、右两个)、指针、标尺、调节零点的平衡螺母、游码、分度盘等组成(见图 3.5)。托盘天平只能用于粗略的称量,能称准到 0.1 g。

① 称量前先把游码放在标尺的零刻度处,检查天平是否平衡。如果天平达到

平衡,指针摆动时先后指示的分度盘上的左、右两边的格数接近相等,指针静止时应指在分度盘的中间;如果天平未达到平衡,调节左、右的平衡螺母,使天平平衡。

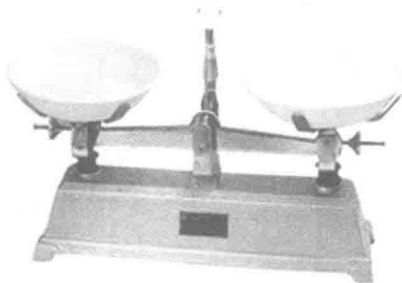


图 3.5 托盘天平

② 称量时把称量物放在左盘,砝码(见图 3.6)放在右盘。砝码要用镊子夹取。先加质量大的砝码,再加质量小的砝码,最后移动游码,直到天平平衡为止。记录所加砝码和游码的质量。



图 3.6 砝码

③ 称量完毕后,应把砝码放回砝码盒中,游码移回零处。

化学实验称量的药品,常是一些粉末状或易潮解的、有腐蚀性的药品。为了不使天平受到污染和损坏,使用时还应特别注意:

a. 称量干燥的固体药品前,应在两个托盘上各放一张相同质量的纸,然后把药品放在纸上称量。

b. 易潮解的药品,必须放在玻璃皿(如小烧杯、表面皿)里称量。

注:易吸水的都易潮解,比如氢氧化钠固体、无水硫酸铜(见图 3.7,潮解后的硫酸铜如图 3.8 所示)、碱石灰等。能与水反应的也易潮解,比如氧化钙、氧化钠、过氧化钠等。

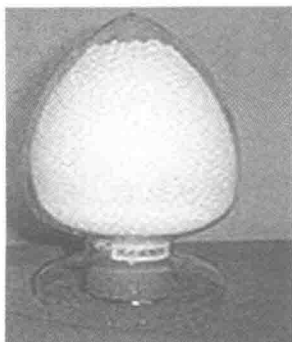


图 3.7 无水硫酸铜

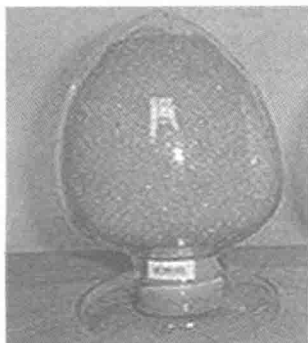


图 3.8 潮解后的硫酸铜

三、连接仪器装置

1. 把导管插入带孔橡皮塞

左手拿橡皮塞,右手拿导管,先把导管的一端用水润湿,然后稍微用力转动,使它插入。(如果导管是玻璃管,应防止玻璃管折断,以至刺破手掌。)

2. 连接导管和胶皮管

左手拿胶皮管,右手拿导管,先将导管的一端用水润湿,稍稍用力即可把导管插入胶皮管。

3. 在容器口塞橡皮塞

左手拿容器,右手拿橡皮塞慢慢转动,塞进容器口。切不可把容器放在桌上,再使劲塞进塞子,因为这样做容易压破容器。

四、检查装置的气密性

如图 3.9 所示,把导管的一端浸在水里,两手紧贴容器的外壁。如果装置不漏气,里面的空气受热膨胀,导管口会有气泡冒出;如果装置漏气,则导管无气泡,应重新组装仪器,再检查装置的气密性。