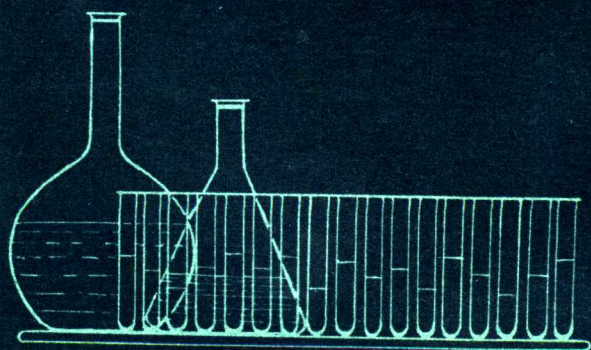


普通化学实验

张志蔚 主编



3
11

哈尔滨工业大学出版社

普通化学实验

张志蔚 主编

哈尔滨工业大学出版社

普通化学实验

张志蔚 主编

*

哈尔滨工业大学出版社出版发行
哈尔滨工业大学印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 8 字数 184,000

1985年7月第1版 1985年7月第1次印刷

印数 1—10,000

书号 13341.9 定价 1.35 元

前 言

化学是一门实践性非常强的自然科学。普通化学实验在教学过程中，占有十分重要的地位，它是培养学生实践能力和认识理论的一个重要环节。

本书是工科大学一年级化学实验课的教材，是在总结近几年实验教学经验的基礎上，并考虑到化学学科与技术学科的发展趋势而编写的。实验内容既考虑密切配合化学教学，又考虑专业实际要求，各个实验之间，既有互相联系又保持一定的独立性，其中一些选做的实验内容（用※号表明）可根据教学大纲要求以及具体情况灵活选用。

为了注重对学生的能力培养，在编写时注意了以下几点：

1. 加强基本操作技能的训练。如仪器的洗涤、加热与蒸发、溶解与结晶、沉淀与过滤、称量及滴定、离心分离等基本操作，尽可能在不同实验中多次运用，以利于反复训练。书中对化学实验常用仪器及基本操作技能附有插图并作了说明。

2. 加强定量的要求。为此，本书特安排了测定反应热、活化能、 d 轨道分裂能等的实验，除有利于基本操作的严格训练外，还可使学生在定性认识的基础上加强定量的概念，并要求对实验数据进行正确处理，如应用“有效数字”进行计算，用作图法处理实验数据等。

3. 培养独立思考和独立工作能力。本书为便于学生在实验预习时联系理论进行思考，在每一实验后有思考题，在较后面的实验中，还选入了一些使用分析仪器的实验，如酸度计、电导率仪、分光光度计等，以扩大知识面，对这些仪器还编写了使用说明，供预习时参考。此外还增加了由学生独立设计实验步骤并自己动手装置仪器的设计性实验，培养学生运用基本理论及实验操作技能，解决一些简单的化学实际问题的能力，以期达到举一反三，触类旁通的目的。

本实验教材由张志蔚主编，参加编写的还有傅凤玲（实验二十一）、王清华（实验二十）、强亮生（实验十、十一、十四），张志蔚（前言、附录、及其余十六个实验），全书由傅凤玲审阅，最后由周定教授主审定稿。编写过程中参考了兄弟院校的实验教材及有关资料。

由于编者水平有限，书中存在的缺点和错误在所难免，真诚地希望读者批评指正。

编 者

1985年1月26日

目 录

实验的程序与要求	(1)
实验室工作规则	(1)
实验室安全守则	(2)
实验室意外事故的处理	(2)
普通化学实验常用仪器介绍	(4)
化学实验的基本操作	(10)
一、玻璃仪器的洗涤	(10)
二、酒精灯的使用方法	(10)
三、台秤的使用方法	(10)
四、药品的取用方法	(11)
五、试管、烧杯等的加热方法	(11)
六、过滤	(12)
七、离心分离	(13)
八、量筒和洗瓶的使用	(14)
九、比重计的使用	(14)
十、容量仪器及其使用	(14)
十一、气体的发生、净化、干燥和收集	(17)
有效数字与测量误差	(20)
作图方法简介	(23)
实验内容	
实验一 硫酸铜的提纯	(25)
实验二 台秤与天平的使用	(28)
实验三 溶液的配制与酸碱滴定	(34)
实验四 化学反应热效应的测定	(37)
实验五 化学反应速度	(41)
实验六 化学反应速度常数及活化能的测定	(45)
实验七 沉淀反应	(50)
实验八 氧化还原与电化学	(53)
实验九 金属腐蚀与电动势的测定	(57)
实验十 过渡元素	(61)
实验十一 络合物	(64)
实验十二 精制氯化钠	(67)
实验十三 钢铁中 Mn 的比色测定	(69)

实验十四	表面现象	(74)
实验十五	络合物配位场轨道能量分裂参数的光谱测定	(78)
实验十六	实验习题课	(82)
实验十七	水玻璃模数的测定	(87)
实验十八	变压器油中pH值及酸值测定(碱蓝 6B 法)	(90)
实验十九	环氧树脂的粘接	(94)
实验二十	水的净化	(98)
实验二十一	水的硬度和碱度的测定	(102)
附录一、	几种常用酸、碱的百分浓度和比重($\frac{15^{\circ}\text{C}}{4^{\circ}\text{C}}$)对照表	(105)
附录二、	一些电解质的电离常数 (18~20℃)	(105)
附录三、	难溶物质的溶度积常数 (18~25℃)	(106)
附录四、	主要盐类在水中的溶解度	(107)
附录五、	几种常用酸碱的浓度	(107)
附录六、	重要的反应及其颜色	(107)
附录七、	常见离子的颜色	(108)
附录八、	某些络离子的不稳定常数	(108)
附录九、	常用酸碱指示剂及配制方法	(109)
附录十、	标准电极电位	(109)
附录十一、	常用仪器使用说明	(111)
附录十二、	原子量表	(119)
附录十三、	对数表	(120)

实验的程序与要求

1. 预习

充分预习实验教材是保证做好实验的一个重要环节。预习时应当搞清实验的目的、内容、原理、操作方法及注意事项等，并初步估计每一反应的预期结果，根据不同的实验及指导教师的要求做好预习报告。对于每个实验后面的“思考题”，预习时应认真思考。

2. 提问和检查

实验开始前由指导教师进行集体或个别提问和检查。一方面了解学生的预习情况，另一方面可以具体指导学生的学习方法。查问的内容主要是实验的目的、内容、原理、操作和注意事项等。如发现个别学生准备不够，教师可以停止他进行本次实验，在指定日期另行补做。

3. 进行实验

学生应遵守实验室规则，接受教师指导，按照实验教材上规定的方法、步骤及药品用量进行实验。细心观察现象，如实记录于实验报告中。同时，应深入思考，分析产生现象的原因。如有疑问，可相互讨论或询问教师。

4. 写实验报告

实验完毕，应当堂或在指定时间内写好实验报告，总结实验收获。实验报告力求书写整洁，内容简练确切，结论明确。实验报告一般应包括

- (1) 实验题目、目的。
- (2) 内容和简单的操作过程（可用简图、符号表示，但要清楚明确）。
- (3) 现象和结果（包括数据记录和整理）。
- (4) 讨论和结论（包括反应方程式或误差原因分析）。

实验报告不合格者，教师可退回，要求学生重写。教师在接受实验报告时，可以提出实验中的问题，对学生进行再次查问。

实验室工作规则

1. 实验前必须作好准备，不得迟到。
2. 与实验无直接关系的用品（如书包、衣帽等）勿放在实验桌上，应挂在衣架上。
3. 实验前验收桌上的仪器，如有破损或缺少应告诉实验室工作人员处理，勿拿别桌东西。
4. 实验室内应保持肃静，不准吸烟。
5. 必须按照正确的操作方法进行实验，注意安全。不得擅自用不熟悉的仪器和

药品。

6. 必须按规定用量取用药品,没有规定用量的应尽量少用为原则。用剩药品不要倒回原瓶以免污染瓶内药品。

7. 指定回收的药品,要倒入回收瓶内。未指定回收的废液(或余渣废纸),要倒入废液缸内,不要倒入水槽,以免腐蚀或堵塞下水道。

8. 仪器如有损坏应立即填写仪器损坏登记本,由教师签字后才能补领。

9. 实验完毕,应将仪器洗净,放回原处。药品排列整齐,桌面地板打扫干净,并洗手。

10. 实验完毕后必须检查是否拉开电闸,是否关闭水龙头等,实验室内的一切物品不得带离实验室。

实验室安全守则

化学药品中有很多是易燃、易爆炸、有腐蚀性或有毒的。所以在化学实验时,首先必须在思想上十分重视安全问题,决不能麻痹大意。其次,在实验前应充分了解安全注意事项。在实验过程中要集中注意力,遵守操作规程,以避免事故的发生。

1. 加热试管时不要将试管口指向自己或别人,不要俯视正在加热的液体,以免溅出,受到伤害。

2. 嗅闻气体时,应用手轻拂气体,煽向自己后再嗅。

3. 使用酒精灯,应随用随点,不用时盖上灯罩。不要用已点燃的酒精灯去点燃别的酒精灯,以免酒精流出而失火。

4. 浓酸、浓碱具有强腐蚀性,切勿溅在衣服、皮肤尤其眼睛上。稀释浓硫酸时,应将浓硫酸慢慢倒入水中,而不能将水向浓硫酸里倒,以免迸溅。

5. 能产生有刺激性或有毒气的实验,应在通风橱内(或通风处)进行。

6. 有毒药品如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物、氰化物等,不得进入口内或接触伤口,也不能将有毒药品随便倒入下水管道。

7. 对于易燃品或有机溶剂(如酒精、苯、丙酮等),使用时一定要远离火源,用后盖上瓶盖。

8. 实验完毕,应洗净双手后,才可离开实验室。实验室内严禁饮食、吸烟。

实验室意外事故的处理

1. 若因酒精、苯或乙醚等引起着火,应立即用湿布或砂土(实验室应有灭火砂箱)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,可用高锰酸钾或苦味酸溶液揩洗灼伤处,再擦上凡士林或烫伤油膏。

3. 若在眼睛或皮肤上溅着强酸或强碱,应立即用大量水冲洗。若是浓硫酸则应先

用干布擦去，然后用大量水冲洗，再用 3% 碳酸氢钠溶液（或稀氨水）洗。若碱灼伤需用 2% 醋酸（或硼酸）洗。最后还可涂些凡士林在皮肤上。

4. 氢氟酸烧伤皮肤时，先用 10% 的碳酸氢钠溶液（或 2% 的氯化钙溶液）洗涤，再用二份甘油与一份氧化镁制成的糊状物涂在纱布上掩盖患处，同时在烧伤的皮肤下注入 10% 的葡萄糖溶液。

5. 四氯化碳有轻度麻醉作用，对肝和肾有严重损害，如遇中毒症状（恶心、呕吐）应立即离开现场，按一般急救处理，眼和皮肤受损害时，可用 2% 碳酸氢钠溶液或 1% 硼酸溶液冲洗。

6. 金属汞易挥发，它通过人的呼吸进入人体内，逐渐积累会引起慢性中毒，所以不能把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，使汞转变成不挥发的硫化汞。

7. 毒物进入口内，把 5~10 毫升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，然后立即送医院。

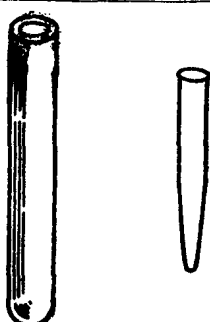
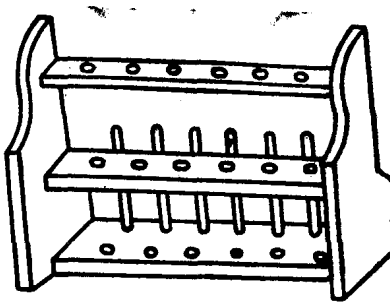
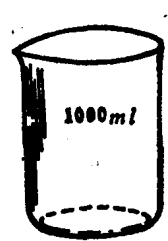
8. 若吸入氯、氯化氢气体，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸汽以解毒，若吸入硫化氢气体而感到不适或头晕时，应立即到室外呼吸新鲜空气。

9. 被玻璃割伤时，伤口若有玻璃碎片，须先挑出，然后抹上红药水并包扎。

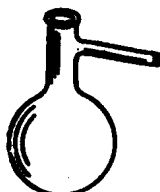
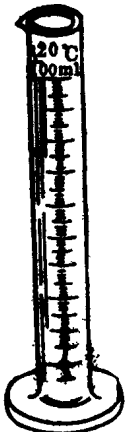
10. 遇有触电事故，应切断电源，必要时进行人工呼吸，对伤势较重者，应立即送医院。

表

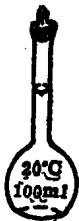
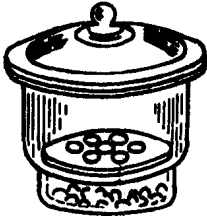
普通化学实验常用仪器介绍

仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 试管 离心试管  试管架	分硬质试管，软质试管；普通试管，离心试管。 普通试管以管口外径 × 长度 (mm) 表示。如：25 × 150，10 × 15 等。离心试管以毫升数表示。 试管架有木质、铝质的。	用作少量试剂的反应容器，便于操作和观察。 离心试管还可用于定性分析中的沉淀分离。 试管架放试管用。	可直接用火加热。硬质试管可以加热至高温。 加热后不能骤冷，特别是软质试管更易破裂。 离心试管只能用水浴加热。
 试管夹	由木料或粗钢丝制成。	加热试管时夹试管用。	防止烧损或锈蚀。
 毛刷	以大小和用途表示。如试管刷、滴定管刷等。	洗刷玻璃仪器。	小心刷子顶端的铁丝撞破玻璃仪器。
 烧杯	以容积 (毫升) 大小表示。外形有高、低之分。	用作反应物量较多时的反应容器，反应物易混合均匀。	加热时应放置在石棉网上，使受热均匀。

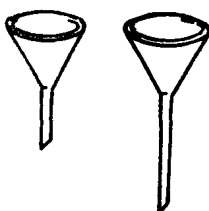
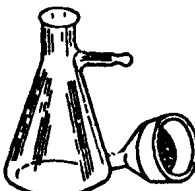
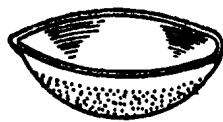
续表

仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 圆底烧瓶	以容积(毫升)表示。	反应物多,且需长时间加热时,常用它作反应容器。	同 上
 蒸馏烧瓶	同 上	用于液体蒸馏,也可用于少量气体的发生。	同 上
 锥形烧瓶	同 上	反应容器。振荡很方便,适用于滴定操作。	同 上
 量筒	以所能量度的最大容积(毫升)表示。	用于量度一定体积的液体。	不能加热。不能用作反应容器。

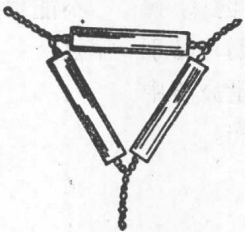
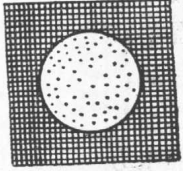
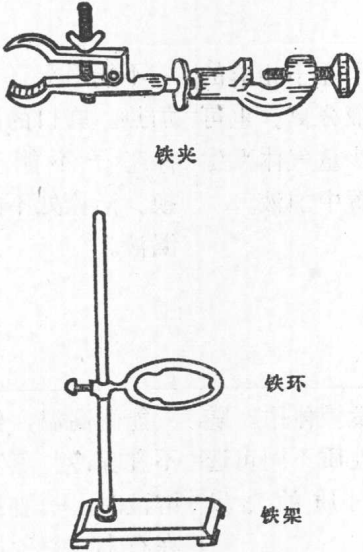
续表

仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 容量瓶	以刻度以下的容积(毫升)大小表示。	配制准确浓度的溶液时用。配制时液面应恰在刻度上。	不能加热。磨口瓶塞是配套的,不能互换,不要打碎。
 称量瓶	以外径(毫米)×高(毫米)表示。分“扁形”和“高形”两种。	要求准确称取一定量的固体时用。	不能直接用火加热。盖子和瓶子是配套的,不能互换。
 干燥器	以外径(毫米)大小表示。分普通干燥器和真空干燥器。	内放干燥剂,可保持样品或产物的干燥。	防止盖子滑动而打碎。红热的物品待稍冷后才能放入。 未完全冷却前要每隔一定时间开一开盖子,以调节器内的气压。
 药勺	由牛角、瓷或塑料制成。现多数是塑料制品。	拿取固体药品用。药勺两端各有一个勺,一大一小,根据取用药量多少选用。	不能用以取灼热的药品。
   滴瓶 细口瓶 广口瓶	以容积(毫升)大小表示。	广口瓶用于盛放固体药品。滴瓶、细口瓶用于盛放液体药品。不带磨口塞子的广口瓶可作集气瓶。	不能直接用火加热。瓶塞不要互换。如盛放碱液时,要用橡皮塞,不能用磨口瓶塞以免时间长了,玻璃磨口瓶塞被腐蚀粘牢。
 表面皿	以口径(毫米)大小表示。	盖在烧杯上,防止液体进溅或其他用途。	不能用火直接加热。

续表

仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 漏斗 长颈漏斗	以口径(毫米)大小表示。	用于过滤等操作。长颈漏斗特别适用于定量分析中的过滤操作。	不能用火直接加热。
 吸滤瓶和布氏漏斗	布氏漏斗为瓷质,以容量(毫升)或口径(厘米)大小表示。吸滤瓶以容积大小表示。	两者配套使用于无机制备中晶体或沉淀的减压过滤。利用水泵或真空泵降低吸滤瓶中压力以加速过滤。	
 分液漏斗	以容积(毫升)的大小和形状(球形,梨形)表示。	用于互不相溶的液—液分离。也可用于少量气体发生器装置中加液。	不能用火直接加热。磨口的漏斗塞子不能互换。活栓处不能漏液。
 蒸发皿	以口径(厘米)或容积(毫升)大小表示。有瓷、石英、铂等不同质地。	蒸发液体用。随液体性质不同可选用不同质的蒸发皿。	能耐高温,但不宜骤冷。蒸发溶液时,一般放在石棉网上加热。也可直接火加热。
 坩埚	以容积(毫升)大小表示。 有瓷、石英、铁、镍或铂等不同质地。	灼烧固体用。随固体性质之不同可选用不同质的坩埚。	可直接用火灼烧至高温。灼热的坩埚不要直接放在桌上(可放在石棉网上)。

续表

仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 泥三角	由铁丝弯成，套有瓷管。有大、小之分。	灼烧坩埚时放置坩埚用。	
 石棉网	由铁丝编成，中间涂有石棉。有大、小之分。	加热时，垫上石棉网能使受热物体均匀受热，不致造成局部过热。	不能与水接触，以免石棉脱落或铁丝锈蚀。
 铁夹 铁环 铁架		用于固定或放置反应容器。铁环还可以代替漏斗架使用。	
 三脚架	铁制品，有大小高低之分，比较牢固。	放置较大或较重的加热容器。	

续表

仪 器	规 格	用 途	注 意 事 项
 研钵	以口径大小表示。 有用瓷、玻璃、玛瑙或铁来制作的。	用于研磨固体物质。按固体的性质和硬度选用不同的研钵。	不能用火直接加热。
 坩埚钳	铁制品或铜制品。	检验物质可燃性用。	
 水浴锅	铜或铝制品。	用于间接加热。也用于控温实验。	

化学实验的基本操作

一、玻璃仪器的洗涤

为了使实验结果正确，实验前必须把仪器洗涤干净。

一般玻璃仪器如试管、烧杯等，在仪器内注入约 $1/3$ 体积的自来水，用大小适当的刷子刷洗，再用自来水冲洗即可。

若洗不干净，可用刷子沾去污粉进行刷洗，再用自来水冲洗干净。洗干净的仪器，壁上能被水湿润而不挂水珠。

若仪器上油污较多，可用洗液（由浓硫酸和重铬酸钾配合的溶液）洗涤，使仪器内壁全被洗液浸润或浸泡一些时间。洗液腐蚀性大，切勿溅在衣物上，也不要用于接触洗液。洗液用完倒回原瓶内，再用自来水把仪器冲洗干净。洗净的仪器最后用少量蒸馏水冲洗 1~2 次。

二、酒精灯的使用方法

酒精灯一般为玻璃制的，带有磨口灯盖。使用时要用火柴点燃，不能用另一个燃着的酒精灯来点燃，否则灯内的酒精会洒在外面引起燃烧。要熄灭灯焰时将灯盖盖上，切勿用嘴去吹。为了防止灯盖和灯口炸裂，采用盖两次的方法。第一次盖上使灯熄灭，再打开让热量散发后再盖上。

三、台秤的使用方法

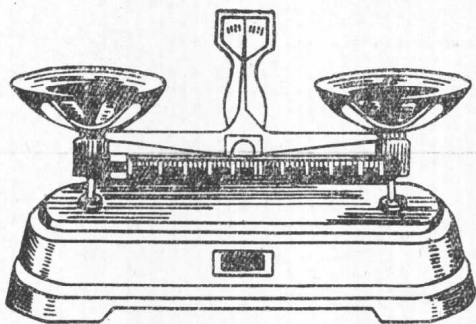


图 1 台秤

台秤用于粗略称量，能准确称量至 0.1 克（如图 1）。使用前先检查台秤的摆动是否平衡。即未放物品和砝码，游码在 0 刻度处，指针摆动的格数是否相等。不等即不平衡，可调节零点螺丝使之平衡。

称量时把被称物品放在左托盘，砝码放在右托盘。添加砝码通常从大的加起，如果偏重，就换放小的砝码，10 克以下的砝码用游码代替，直到天平平衡为止，砝码和游码加起来的数值就是被称物品的重

量。

但必须注意被称物品不能直接放在托盘上。称固体药品时，应在两盘上各放一张重量相近的纸，再将药品放在左盘纸上（或放在称过重量的干燥容器上）进行称量。称量

液体药品时也要用已知重量的容器来盛放药品。

称完后把砝码放回盒内原位置。

四、药品的取用方法

取用药品前应看清标签，取用时瓶盖取出后倒放在桌上，不可横放在桌上（见图3），以免沾污。更不能张冠李戴盖在别的瓶子上。

固体药品用洁净、干燥的药匙（牛角或塑料的）取用。它的两端有大小两个匙，取大量固体时用大匙，取用少量固体时用小匙，切勿用手直接拿取。



图2 滴瓶

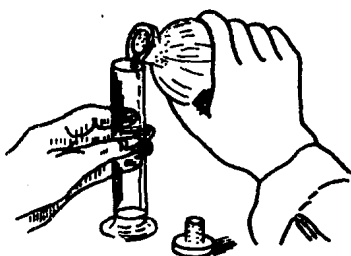


图3 往量筒中倒取液体的操作

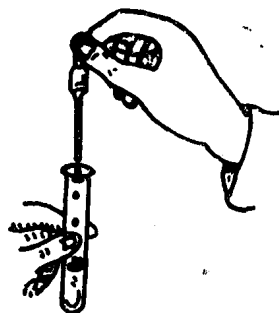


图4 用滴管滴加少量液体药品的操作

液体药品通常盛在细口试剂瓶或滴瓶中（如图2）。从试剂瓶中取试剂时，左手拿容器，右手拿试剂瓶，顺着容器壁倒取所需试剂（如图3）。倒完后，将试剂瓶口在容器上靠一下，再使瓶子竖直，以免遗留瓶口的试剂流到瓶子的外壁，并立即盖上瓶盖，把试剂瓶放回原处。

从滴瓶中取少量试剂时，提起滴管，使管口离开液面，用手指紧捏滴管上部的橡皮头，以赶出滴管中的空气。然后把滴管伸入试剂瓶内，放开手指吸入试剂。再提起滴管，把试剂滴入容器（如试管或烧杯）中。滴入试管内的操作（如图4）所示，绝不可把滴管伸入试管内，否则滴管口易碰到试管壁沾附其他溶液，当再放回原瓶时就把此瓶试剂沾污而不能使用。滴管用完后立即插回原瓶中。

五、试管、烧杯等的加热方法

实验室常用于加热的仪器有试管、烧杯、烧瓶、蒸发皿等等。这些仪器能承受一定的温度，但不能骤冷或骤热，因此加热前必须将容器外面的水擦干，加热后不能骤热或立即与水接触。

1. 在试管中加热液体

用试管盛液体加热时，液量不能过多，一般不能超过 $\frac{1}{3}$ 试管为宜。要用试管夹子夹在距试管口稍下处，斜持试管加热（如图5），从液体上部开始预热，并不断摇动试管，以免局部过热液体喷出或受热不均试管炸裂。加热时注意管口不能朝着别人和自