

文本学习

“文本学习”是将所有的化学实验内容以文本形式呈现的授课内容。此学习方式将与视频课堂的内容完全一致，确保学习的方便性与快捷性。实验室的安全有序管理是实验工作正常进行的基本保证。凡进入实验室工作、学习的人员，必须遵守实验室有关要求。进一步完善和掌握化学实验的整体知识。

第二章 实验基础知识介绍(1)

一. 学习目的

1. 了解实验室常用仪器及其洗涤和干燥方法
2. 学习化学试剂的规格和取用
3. 了解实验室用水的规格、制备及检验方法

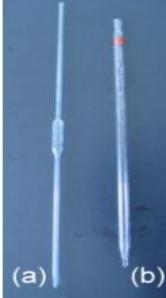
二. 实验室常用仪器及仪器洗涤和干燥

1. 实验室常用仪器

实验室常用仪器及使用方法见表 2-1

表 2-1 实验室常用仪器及使用方法

仪器图形与名称	主要用途	使用方法和注意事项
 细口试剂瓶和广口试剂瓶	分别用于储存液体和固体试剂	不能加热，存放见光易分解的试剂时应用棕色瓶，存放碱液时应使用橡胶塞。
 滴瓶	盛放少量液体试剂	滴管专用，滴管不能倒持，防止试剂腐蚀橡胶帽使试剂变质，存放见光易分解的试剂时应用棕色瓶
 称量瓶	扁型用于干燥失重或烘箱中烘干基准物质，高型用于称量基准物质或样品	不可盖紧磨口塞烘烤，磨口塞要原配

 干燥器	<p>存放保持干燥的物品的容器，或使热的物质在干燥环境下冷却</p>	<p>太热的物品要稍冷后再放入，干燥剂要适时更换</p>
 量筒	<p>量取一定体积的液体</p>	<p>不能用作反应容器，不能加热，不能量取热的溶液，不能在烘箱中烘烤</p>
 容量瓶	<p>配制准确浓度的溶液，定量地稀释溶液</p>	<p>容量瓶与瓶塞要配套，不能加热，不能代替试剂瓶来存放溶液，使用后瓶塞与瓶口处垫纸条</p>
 移液管和吸量管	<p>准确量取一定体积的液体</p>	<p>不能加热，常用洗液或洗洁精清洗，不能用去污粉洗涤</p>
 滴定管	<p>滴定，准确量取滴定剂的体积</p>	<p>碱式滴定管装碱性或还原性溶液，酸式滴定管装酸性或氧化性溶液，需避光的试剂用棕色的滴定管</p>

 三口蒸馏烧瓶	大量物质的反应容器	蒸馏时使用蒸馏烧瓶带温度计；其他实验用平底（圆底）烧瓶，加热时要垫石棉网；盛放液体的体积为烧瓶容积的 1/3 – 2/3。
 锥形瓶	反应容器，滴定分析常用容器	加热时应将锥形瓶置于石棉网上，可避免液体大量蒸发，液体量不可超过其容积的 2/3
 烧杯	反应容器，配制溶液，蒸发浓缩溶液	所盛液体不得超过其容积的 2/3，加热时应将烧杯置于石棉网上
 试管	用于少量试剂的反应容器，离心试管可用于少量沉淀与溶液的离心分离	所盛液体不能超过试管容积的 1/2，加热时不能超过 1/3，试管可直接用火加热，离心试管只能水浴加热
 瓷坩埚	灼烧固体	放于泥三角上直接加热灼烧，耐高温，忌骤冷
 研钵	研磨固体物质，固体物质的混合	固体放入量不宜超过其容积的1/3，大块物质只能研碎，不能杵碎，易爆物质只能轻轻压碎，不能研磨

 表面皿	盖在烧杯上防止液体迸溅，存放待干燥的固体物质	不能用火直接加热
 蒸发皿	蒸发浓缩液体	所盛液体不能超过其容积的2/3, 可以直接加热, 耐高温, 忌骤冷
 漏斗	常压过滤, 适合过滤胶体或细微晶体沉淀物	过滤速率较慢, 过滤时应遵守“一贴、二低、三靠”原则
 分液漏斗	用于液体的分离、洗涤和萃取	所盛液体的总体积不能超过其容积的3/4, 不可加热, 磨口塞必须原配
 布氏漏斗	减压过滤（抽滤），与吸滤瓶配套使用	不宜过滤胶体或颗粒太小的沉淀物, 过滤速率较快
 吸滤瓶	减压过滤时用于接收滤液, 与布氏漏斗配套使用	属于厚壁容器, 能耐负压, 不可直接加热

 <p>china.makepolo.com</p> <p>冷凝管</p>	<p>用于蒸馏分馏，冷凝易液化的气体</p>	<p>组装时管头高，管尾低，蒸气与冷却水逆向流动</p>
 <p>试管夹</p>	<p>夹持试管</p>	<p>夹持试管时从试管底部套入，夹在距试管口 1/3 处</p>
 <p>铁架台、铁圈、铁夹</p>	<p>固定放置各种实验仪器，常与铁夹和铁圈配合使用</p>	<p>固定仪器时，采用由下而上的顺序，仪器和铁架的重心应落在铁架台底盘中部，使用中避免与酸碱接触</p>
 <p>坩埚夹</p>	<p>夹持坩埚及夹取热的蒸发皿</p>	<p>夹持热坩埚时先将钳头预热，坩埚钳用后，尖端向上平放于实验台上</p>
 <p>试管架</p>	<p>放置试管</p>	<p>加热后的试管应用试管夹夹持悬放在试管架上</p>

 石棉网	<p>是一种不良导体，可使受热物体均匀受热，不致造成局部高温</p>	<p>不能与水接触，不可卷折</p>
 不锈钢药勺	<p>取用粉末状或小颗粒状的固体试剂</p>	<p>不能用塑料药勺取用热的药品，药匙用毕，需洗净，用滤纸吸干后，再取另一种药品</p>

2. 仪器洗涤和干燥

1) 玻璃仪器的洗涤

普通玻璃仪器（如烧杯、试管，量筒等），可用水冲洗除去仪器上的灰尘及可溶性污物。洗涤时先在仪器内注入容积1/3左右的水，稍用力振荡后把水倒掉，如此连续振动数次。当仪器内壁有不易被冲洗掉的物质时，可选用合成洗涤剂，并用毛刷进来刷洗，刷洗后，再用自来水将仪器冲洗干净，必要时用蒸馏水淋洗2~3次。

具有精确刻度的仪器（如容量瓶、滴定管、移液管等），洗净程度要求较高，因形状特殊且容量准确，不能用毛刷摩擦其内壁，常用铬酸洗液进行浸泡洗涤。洗涤时先将容器用水冲洗，然后加入少量洗液，转动仪器使其内壁全部被洗液润湿，经一段时间后，将洗液倒回原瓶，用自来水冲净残留在器壁上的洗液，再用蒸馏水润洗2~3次。近年来，常用洗洁精代替洗液，也能取得很好的效果。

此外，还可以用超声波清洗器来洗涤仪器，在超声波清洗器中放入水或合适的洗涤剂，接通电源，利用超声波的能量和振动，将仪器洗干净。

玻璃仪器洗净的标准是器壁内附着一层均匀的水膜，既不聚成水滴，也不成股流下。当把仪器倒置时，水流出后器壁不挂水珠。洗净的仪器不能用布或软纸擦干，以免少量纤维留在器壁上而污染仪器。

2) 常用的洗涤剂

* 合成洗涤剂。这类洗涤剂主要是去污粉、洗衣粉和洗洁精等，一般的器皿都可以用它们洗涤，可有效地洗去油污及某些有机化合物。洗涤时，在器皿中加入少量洗涤剂和水，然后用毛刷反复刷洗，再用水冲洗干净，必要时用蒸馏水淋洗2~3次。

* 铬酸洗液。铬酸洗液由重铬酸钾 ($K_2Cr_2O_7$) 和浓硫酸配制而成，具有强氧化性和强酸性，去污能力强，适用于洗涤油污和部分有机化合物。具体配制方法：将20 g重铬酸钾溶于50 mL水中，加热搅拌，待重铬酸钾全部溶解后，在不断搅拌下，慢慢加入350 mL浓硫酸，切勿将重铬酸钾溶液加到浓硫酸中，冷却后将洗液转入磨口试剂瓶中，盖好瓶盖，以防吸潮。新配制的铬酸洗液为红褐色液体，氧化能力很强。

使用铬酸洗液时应注意以下几点：① 使用洗液洗涤前，应尽量把仪器中残留的水倒尽，以免将洗液稀释，降低洗涤效果。② 用洗液洗涤过的仪器，应先用自来水洗净，再用蒸馏水润洗仪器内壁2~3次。③ 铬酸洗液可反复使用。当洗液变为黑绿色时，说明 $K_2Cr_2O_7$ 被还原为 $Cr_2(SO_4)_3$ ，洗液已失去去污效能。可将失去去污效能的洗液倒入废液桶中，绝不能随意倒入下水道，以免污染环境。

④ 铬酸洗液具有很强的腐蚀性，使用时应注意安全，不要溅到皮肤和衣物上。

* 其他洗涤剂。浓盐酸与水以1:1的体积比进行混合（也可加入少量草酸），该盐酸溶液为还原性强酸洗涤剂，可洗去多种金属氧化物及金属离子。

将60 g 氢氧化钠溶于75 mL水中，再用95% 乙醇溶液稀释至500 mL，该氢氧化钠乙醇溶液主要用于洗去油污及某些有机化合物。用其洗涤精密量器时，不可长时间浸泡，以免腐蚀玻璃、影响量器精度。

3) 仪器的干燥

仪器常用的干燥方法见表2-2。

表2-2 仪器常用的干燥方法

方法	具体介绍
晾干	把洗净的仪器倒置于干净的滴水架上或仪器柜中晾干
吹干	用吹风机将仪器吹干。一般先用热风吹玻璃仪器的内壁，吹干后再用冷风使其冷却。另外，也可先用乙醇、丙酮等易挥发的溶剂润洗仪器内壁，将润洗液倒净后，再用吹风机按冷风 – 热风 – 冷风的顺序吹，仪器会干得更快

烘干	将洗净的仪器放在电热干燥箱（简称烘箱）内烘干。烘箱温度一般控制在105 °C。仪器放进烘箱前应尽量把水倒净，仪器应放平或仪器口朝上放入烘箱，带塞的瓶子应将瓶塞打开，若能将仪器放入托盘里更好。沾有有机溶剂的玻璃仪器不能用烘箱干燥，以免发生危险
有机溶剂快干法	用少量乙醇、丙酮等易挥发的有机溶剂淋洗仪器内壁，然后晾干。带有刻度的量器（如容量瓶、移液管、滴定管等）不能用加热的方法干燥，以免热胀冷缩影响仪器的精密度，应使用此法干燥或直接晾干
烤干	用煤气灯小火烤干仪器。烧杯、蒸发皿等可放在石棉网上小火烤干，试管可用试管夹夹住后，直接用小火烤干

三. 化学试剂的规格和取用

1. 化学试剂的分级和规格

化学试剂的分级和规格如表 2-3 所示：

表 2-3 化学试剂的分级和规格

级别	名称	英文符号	标签颜色	应用范围
一级	优级纯（保证试剂）	G R	绿	精密分析研究工作。
二级	分析纯（分析试剂）	A R	红	分析实验
三级	化学纯	C P	蓝	一般化学实验
四级	实验试剂	L R	棕或黄	工业或化学制备
生化试剂	生化试剂 (生物染色剂)	B R	咖啡或玫红	生化实验

2. 化学试剂的取用

常用的试剂瓶有广口瓶、细口瓶和滴瓶，它们分别有无色和棕色两种。一般固体试剂装在广口瓶内，液体试剂装在细口瓶内，需要滴加使用的液体试剂装在滴瓶内，见光易分解的试剂（如硝酸银、高锰酸钾等）应装在棕色瓶中。试剂瓶的瓶塞一般都是磨口玻璃塞，但盛放碱液的试剂瓶应换用橡胶塞。试剂瓶上必须贴有标签，并写明试剂的名称、纯度、浓度和配制日期，标签外面应涂蜡或用透

明胶带等保护。

取用试剂前，应看清标签，没有标签的药品不能使用，以免发生事故。取用试剂时，先取下瓶塞，将瓶塞仰放在实验台上，不能用手接触试剂，应按量取用试剂，避免浪费。多取的试剂不能倒回原试剂瓶中，可放在指定的容器中或分给他人使用。试剂取用后，要立即把瓶塞盖严，注意不要将瓶塞张冠李戴，并将试剂瓶放回原处。

1) 固体试剂的取用

用药匙取用固体试剂，药匙必须干净且专匙专用。用过的药匙必须洗净擦干后才能再次使用。取用固体试剂时，应按量取用，避免浪费。当需要称量固体试剂时，一般把固体试剂放于称量纸上进行称量。称量具有腐蚀性或易潮解的固体时，应把固体试剂放于表面皿或小烧杯等玻璃容器内进行称量。根据称量精确度的不同，可分别选择托盘天平或电子天平称量固体试剂。当固体颗粒较大时，可先在干净的研钵中将固体研碎。研钵中所盛固体量不得超过研钵容积的1/3。有毒的试剂要在教师指导下取用。

向试管（特别是湿试管）中加入粉末状固体试剂时，可用药匙或将取出的试剂放在对折的纸条上，伸进水平的试管中约2/3处，然后竖直试管，将固体试剂放下去，再抽出药匙或纸条。加入块状固体时，应将试管倾斜，使其沿试管壁慢慢滑下，以免碰破试管底部。

2) 液体试剂的取用

* 从细口瓶中取用试剂。从细口瓶中取用液体试剂时，手应握住试剂瓶上贴有标签的一面，缓慢倾斜试剂瓶，让试剂沿着洁净的器壁或玻璃棒流入容器中。倒出需要量后，将试剂瓶口在容器上或玻璃棒上靠一下，再缓慢竖起试剂瓶，以免残留在瓶口的试剂流到试剂瓶的外壁。一旦有试剂流到试剂瓶的外壁上，应立即擦净，不允许液体试剂污染标签。

* 从滴瓶中取用试剂。从滴瓶中取用液体试剂时，应先提起滴管，使滴管口离开液面，用手指握紧滴管上部的胶帽，排去空气，再把滴管伸入溶液中吸取试剂。滴加试剂时，滴管应垂直，滴管口应距接收容器口（如试管口）上方0.5 cm左右，不能伸入容器中，以免滴管口与器壁接触黏附其他试剂，使滴瓶内试剂受到污染。滴管不能倒持，以防试剂腐蚀胶帽使试剂变质。一只滴瓶上的滴管不能用来吸取其他试剂，也不能用其他的滴管伸入滴瓶中去吸取试剂。

当取用液体试剂不需要准确量取时，只要估计取用液体的体积即可。例如，

用滴管取用液体试剂时，1滴相当于0.05 mL，1 mL相当于20滴。当要准确量取液体试剂时，应根据量取的准确度和量的要求，选用合适的量筒或移液管。

四. 实验室用水的规格、制备及检验方法

1. 实验室用水的级别

化学实验中所用的水须是纯化的水，不同的实验，对水质的要求也不相同。表2-4列出了实验室用水的级别及主要技术指标。

表2-4 实验室用水的级别及主要技术指标(引自GB 6682-92)

指标名称	一级	二级	三级
pH值范围(25°C)	-----	-----	5.0-7.5
电导率(25°C)/mS·m ⁻¹	≤0.01	≤0.10	≤0.50
可氧化物质(以氧计)/mg·cm ⁻³	-----	<0.08	<0.4
蒸发残渣(105±2°C)/mg·cm ⁻³	-----	≤1.0	≤2.0
吸光度(254nm,1cm光程)	≤0.001	≤0.01	
可溶性硅(以SiO ₂ 计)/mg·cm ⁻³	<0.01	<0.02	

由于在一级水、二级水的纯度下，难于测定其真实的pH值，因此，对其pH值范围不做规定。由于在一级水的纯度下，难于测定其可氧化物质和蒸发残渣，因此，对其限量不做规定。可用其他条件和制备方法来保证一级水的质量。

2. 实验室制备纯水方法

实验室一般采用蒸馏法、离子交换法或电渗析法制备纯水。通过蒸馏方法除去水中非挥发性杂质而得到的纯水称为蒸馏水，其优点是设备成本低、操作简单，缺点是只能除掉水中非挥发性杂质，且能耗高。利用离子交换剂去除水中的阳离子和阴离子杂质所得的纯水，称之为离子交换水或“去离子水”。离子交换法去离子效果好，但不能除掉水中非离子型杂质，常含有微量的有机物。电渗析法是在直流电场作用下，利用阴、阳离子交换膜对原水中存在的阴、阳离子选择性渗透的性质而除去离子型杂质，电渗析法也不能除掉非离子型杂质。在实验中，要依据需要选择用水，不应盲目追求水的纯度。一般的化学实验用一次蒸馏水或去离子水；超纯分析或精密物理化学实验中，需用水质更高的二次蒸馏水、三次蒸馏水或根据实验要求用无二氧化碳蒸馏水等。

实验室制备纯水方法实例—离子交换法

1. 离子交换树脂：是带有官能团（有交换离子的活性基团）、具有网状结构、不溶性的高分子化合物。通常是球形颗粒物。即指树脂以苯乙烯和二乙烯苯的共聚体作为骨架（用 R 来表示），在骨架上导入一些活性基团（如磺酸基、羧基和酚基等），即离子交换树脂。

2. 离子交换树脂的性质：离子交换树脂具有一定的机械强度、耐磨，不溶于水、酸、碱和任何有机溶剂，对一般的氧化剂和还原剂具有一定的化学稳定性。

3. 离子交换树脂的预处理：

新离子交换树脂常含有少量低聚物和未参加反应的单体，还含有铁、铅、铜等无机杂质。当树脂与水、酸、碱或其它溶液接触时，上述物质就会转入溶液中，影响出水质量。因此，新树脂在使用前必须进行预处理。一般先用水使树脂膨胀，然后，对其中的无机杂质（主要是铁的化合物）可用 4-5% 的稀盐酸除去，有机杂质可用 2-4% 稀氢氧化钠溶液除去洗到近中性即可。

4. 离子交换法制备纯水的原理

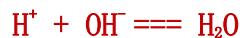
水中含有的杂质离子：

阳离子： Ca^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} ；

阴离子： SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 NO_3^- 等；

有色物

离子交换法制备纯水的反应方程式：

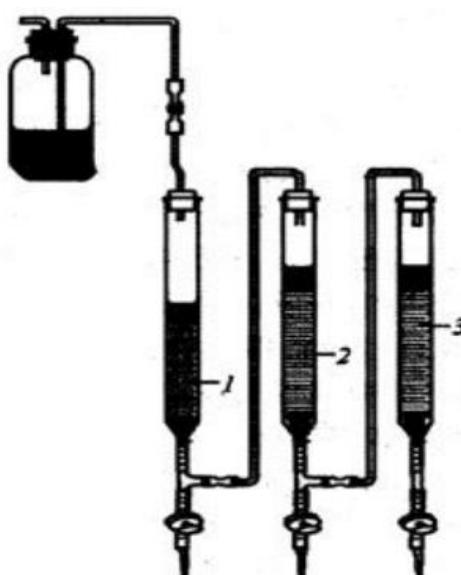


实验室中常用的简易离子交换装置是用硬质玻璃或有机玻璃制成的两支离子交换柱（直径与长度比例为 1:10），柱的下端铺以玻璃棉，并装有瓷片或玻璃球。装填前，都要用碱或酸以及蒸馏水分别煮洗干净。上端装以胶塞及接管。一切准备就绪以后，可将处理好的阳离子交换树脂装入到第一支柱的 2/3 处，第二支柱以同样要求装入处理好的阴离子交换树脂，然后，用聚乙烯管将两柱连接起

来，并在第一支柱的上端接下口瓶，第二支柱的下端接入接受瓶。安装妥当后，开启活塞，控制流速。实验室用的流速一般可控制在每分钟通过的水相当于树脂体积即可。交换制得的无离子水经检验合格后便可使用。

制备去离子水的装置

实验室中常用的简易离子交换装置是用硬质玻璃或有机玻璃制成的两支离子交换柱（直径与长度比例为 1:10），柱的下端铺以玻璃棉，并装有瓷片或玻璃球。装填前，都要用碱或酸以及蒸馏水分别煮洗干净。上端装以胶塞及接管。



1. 阳离子交换柱；2. 阴离子交换柱；3. 混合离子交换柱

制备去离子水的装置图

准备就绪以后，可将处理好的阳离子交换树脂装入到第一支柱的 2/3 处，第二支柱以同样要求装入处理好的阴离子交换树脂，然后，用聚乙烯管将两柱连接起来，并在第一支柱的上端接下口瓶，第二支柱的下端接入接受瓶。安装妥当后，开启活塞，控制流速。实验室用的流速一般可控制在每分钟通过的水相当于树脂体积即可（流速 1~2 d/s）。交换制得的无离子水经检验合格后便可使用。

将去离子水装置与蒸馏器装置配套使用，组装在一个系统装置中，并可配备上自动检验纯水的装置，通常可装电导仪，来测量纯水的导电率，从而反映出水的纯度。当纯水不符合要求时，仪器能自动报警，便于采取措施。这样，实验室可以连续不断地得到不含有机物和其它离子杂质的新鲜的纯水，满足痕量分析的需要。

3. 检验方法

纯水的质量检验指标很多，化学实验用水一般以其电导率为主要质量指标，其它的检验如酸碱度、钙镁离子、氯离子的含量等也可进行。

1) 电导率：利用电导率仪测定。

2) 酸碱度：要求 pH 值为 6-7。检验方法如下：

* 简易法：取 2 支试管，各加待测水样 10 mL，其中一支加入 2 滴甲基红指示剂应不显红色；另一支试管加 5 滴 0.1% 溴麝香草酚蓝（溴百里酚蓝）不显蓝色为合格要求。

* 仪器法：用酸度计测量与大气相平衡的纯水的 pH 值，在 6-7 为合格。

3) 钙镁离子：取 50 mL 待测水样，加入 pH=10 的氨水-氯化铵缓冲液 1 mL 和少许铬黑 T (EBT) 指示剂，不显红色（应显纯蓝色）。

4) 氯离子：取 10 mL 待测水样，用 2 滴 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HNO_3 酸化，然后加入 2 滴 $10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ AgNO_3 溶液，摇匀后不浑浊为合格。

此外，根据实际工作的需要及生化、医药化学等方面的特殊要求，有时还要进行一些特殊项目的检验。