
揭阳职业技术学院

Jieyang Vocational & Technical College

教 案

系 部 化学工程系

课程名称 无机化学（含实验）(实验)

学 时 18

教 材 无机化学实验

授课教师 钟小寅

授课对象 应化 251(3+)、分检 251、分检 251（3+）

上课地点 实训楼 A202

上课时间 6-17 周周四 2-4 节、5-7 节

教 案

授课日期：2025 年 10 月 16 日、10 月 23 日

教案编号：01

授课题目 (章、节)	实验一、实验室安全教育、思政教育及常用仪器操作练习
教学安排	教学学时：3 学时 教学方式：讲述、演示、讲解、实验 教学资源：教材、板书、常用化学实验室玻璃仪器：玻璃棒、试管、试管刷、烧杯等
教学目标	一、熟悉化学实验室的规则和要求 二、学习老一辈科学家刻苦钻研的精神，坚定学习意志，培养其奉献社会的使命感 三、领取无机化学实验常用仪器，熟知其名称、用途 四、练习常用仪器的使用方法
教学重点	化学实验室各类规章制度、安全守则、各类无机化学实验常用仪器的用途
教学难点	各类无机化学实验常用仪器的使用注意事项、安全技术要点
教学内容	<p>(一) 化学实验规则</p> <ol style="list-style-type: none">1、实验前应认真预习，明确实验目的，了解实验的基本原理和方法，了解注意事项，写出预习报告。2、实验时要遵守操作规则，遵守一切必要的安全措施，保证实验安全。3、遵守纪律，不迟到，不早退（迟到 15 分钟者，不得参加当天实验）。保持室内安静，不要大声谈笑。不做与实验无关的事情。4、使用水、电、药品时都要以节约为原则，对仪器要爱护，损坏仪器必须进行登记赔偿。5、不准将实验仪器、药品及其它用品随便带出实验室，如果确有需要，必须办理借用手续。6、实验过程中，随时注意保持工作环境的整洁。火柴梗、纸张、废品等只能丢入废物桶内，不要丢入水槽，以免水槽堵塞。实验完毕后洗净、收好玻璃仪器，把实验桌、公用仪器、试剂架整理好。7、实验中要集中注意力，认真操作，仔细观察，将实验中的一切现象和数据都如实记在报告本上，不得涂改和伪造。根据原始记录，认真处理数据，按时写出实验

报告。

8、对实验内容和安排不合理的地方提出改进的方法。对实验中的一切现象（包括反常现象）进行讨论，并大胆提出自己的看法，做到生动、活泼、主动地学习。

9、实验后由同学们轮流值日，负责打扫和整理实验室。检查水、门窗是否关好，电源插头是否拔掉，以保证实验室的安全。

10、尊重教师的指导。

（二）实验室的安全教育

化学实验时，经常使用水、电、各种药品及仪器，如果马马虎虎，不遵守操作规则，不但实验会失败，还可能造成事故（如失火、中毒、烫伤或烧伤等）。出了事故，不但国家财产受到损失，还会损害人的健康。在化学实验中是否一定会出现事故呢？不是！只要我们思想上重视，又遵守操作规则，那么，事故是完全可以避免的。

❖ 实验室的安全规则

1、浓酸、浓碱具有强腐蚀性，用时要小心，不要把它洒在皮肤和衣服上。稀释硫酸时，必须把酸注入水中，而不是把水注入酸中。

2、有机溶剂（如乙醇、乙醚、苯、丙酮等）易燃，使用时一定要远离火焰，用后应把瓶塞塞严，放在阴凉的地方。

3、制备具有刺激性的、恶臭的、有毒的气体（如 H_2S 、 Cl_2 、 CO 、 SO_2 、 Br_2 等），或进行能产生这些气体的实验，以及加热或蒸发盐酸、硝酸、硫酸或溶解试样时，必须注意要在通风的条件下进行。

4、氯化汞和氰化物有剧毒，不得进入口内或接触伤口。氰化物不能碰到酸（氰化物与酸作用放出氢氰酸，使人中毒）。砷酸和钡盐毒性很强，不得进入口内。

5、实验完毕后，值日生和最后离开实验室的人员都应负责检查水、电开关是否关好，门窗是否关好。

❖ 消防

消防，应以防为主。万一不慎起火，切不要惊慌，只要掌握灭火的方法，就能迅速把火扑灭。在失火以后，应立即采取如下措施：

1、防止火势蔓延

(1) 停止加热。

(2) 拉开电闸。

(3) 把一切可燃物质（特别是有机物质、易燃、易爆物质）移到远处。

2、灭火

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，就能达到灭火的目的。谈到灭火，大家很自然地会想到水，它来源丰富，使用方便，水使燃烧区的温度降低而灭火。但化学实验室有其特殊的地方，例如，水能和某些化学药品（如金属钠）发生剧烈反应，从而导致更大火灾。又如某些有机溶剂（如苯、汽油）着火时，因它们与水互不相溶，又比水轻，故浮在水面上，水不仅不能灭火，反而使火场扩大。在这种情况下应用沙土和石棉布灭火。实验室常备的灭火器材有沙箱、灭火毯（石棉布或玻璃纤维布）、灭火器（泡沫、二氧化碳、干粉）等种类。

泡沫灭火器的药液成分是碳酸氢钠和硫酸铝，用灭火器喷射起火处，泡沫把燃烧物包住，使燃烧物隔绝空气而灭火，此法不适用于电线走火引起的火灾。二氧化碳灭火器内装液态二氧化碳，是化学实验室最常使用，也是最安全的一种灭火器，适用于油脂和电器的灭火，但不能用于金属灭火。干粉灭火器的主要成分是碳酸氢钠等盐类物质，适量的润滑剂和防潮剂，适用于油类、可燃气体、电器设备等不能用水扑灭的火焰。

❖ 实验室一般伤害的救护

1、割伤 先挑出伤口的异物，然后在伤口抹上碘酒后用消毒纱布包扎。也可贴上“创可贴”，能立即止血，且易愈合。

2、烫伤 在伤口处抹烫伤油膏或万花油，不要把烫出的水泡挑破。

3、受酸腐伤 先用大量水冲洗，再用饱和碳酸氢钠溶液或稀氨水冲洗，最后再用水冲洗。

4、受碱腐伤 先用大量水冲洗，再用醋酸溶液（ $20\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ）或硼酸溶液冲洗，最后再用水冲洗。

5、酸和碱不小心溅入眼中 必须用大量水洗冲，持续 15min，随后即到医生处检查。

6、吸入溴蒸气、氯气、氯化氢气体，可吸入少量酒精或乙醚混合蒸气。

每个实验室里都备有必要的药品，以备急用。如果伤势较重，应立即去医院就医。

（三）思政教育

加强学生的思想政治教育，将大国工匠精神、科技强国发展历程、国家科技实力

等方面内容融入专业知识讲授中，呼吁学生向国内外老一辈科研工作者学习，能够让学生坚定学习意志，培养其奉献社会的使命感。举例：“侯氏联合制碱法”发明者侯德榜，出身贫寒，学业有成后在县城小化肥厂通过刻苦钻研，同样可以开发出“碳化法合成氨制碳酸氢铵”工艺，缓解中国当时氮肥不足的问题。

(四) 熟悉仪器

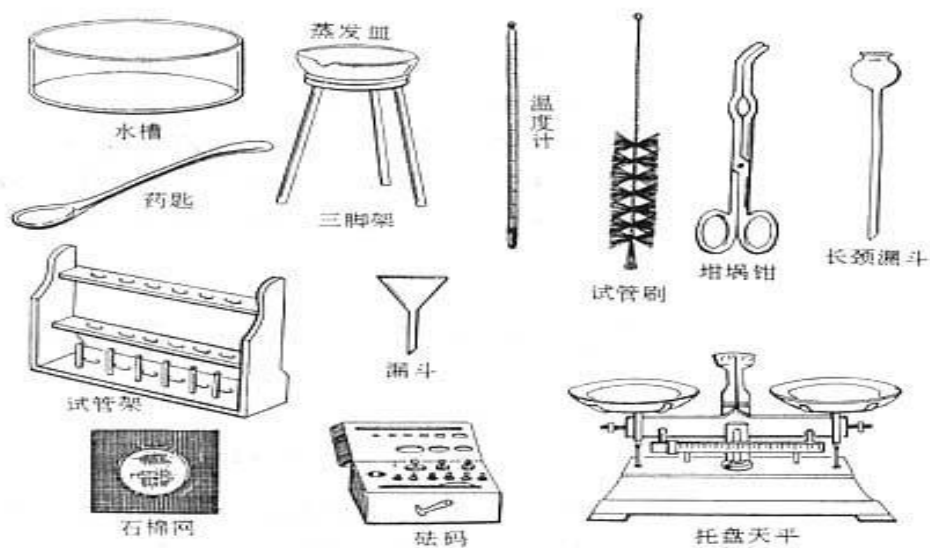
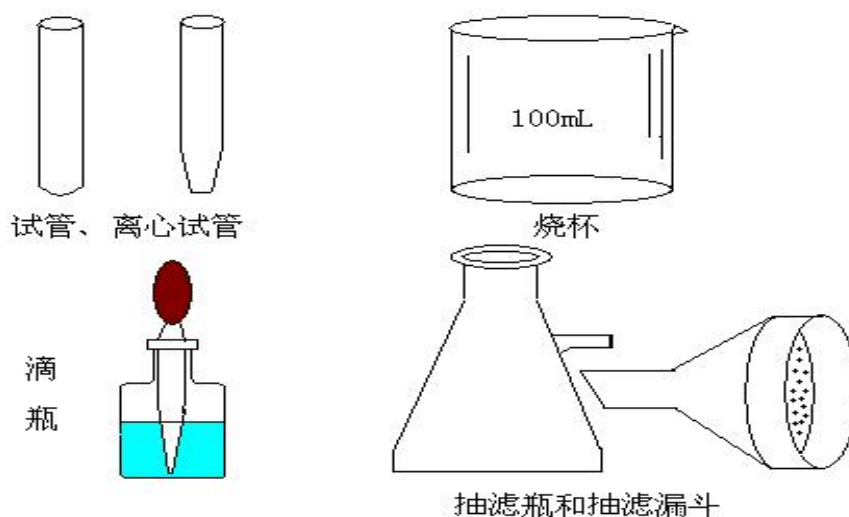
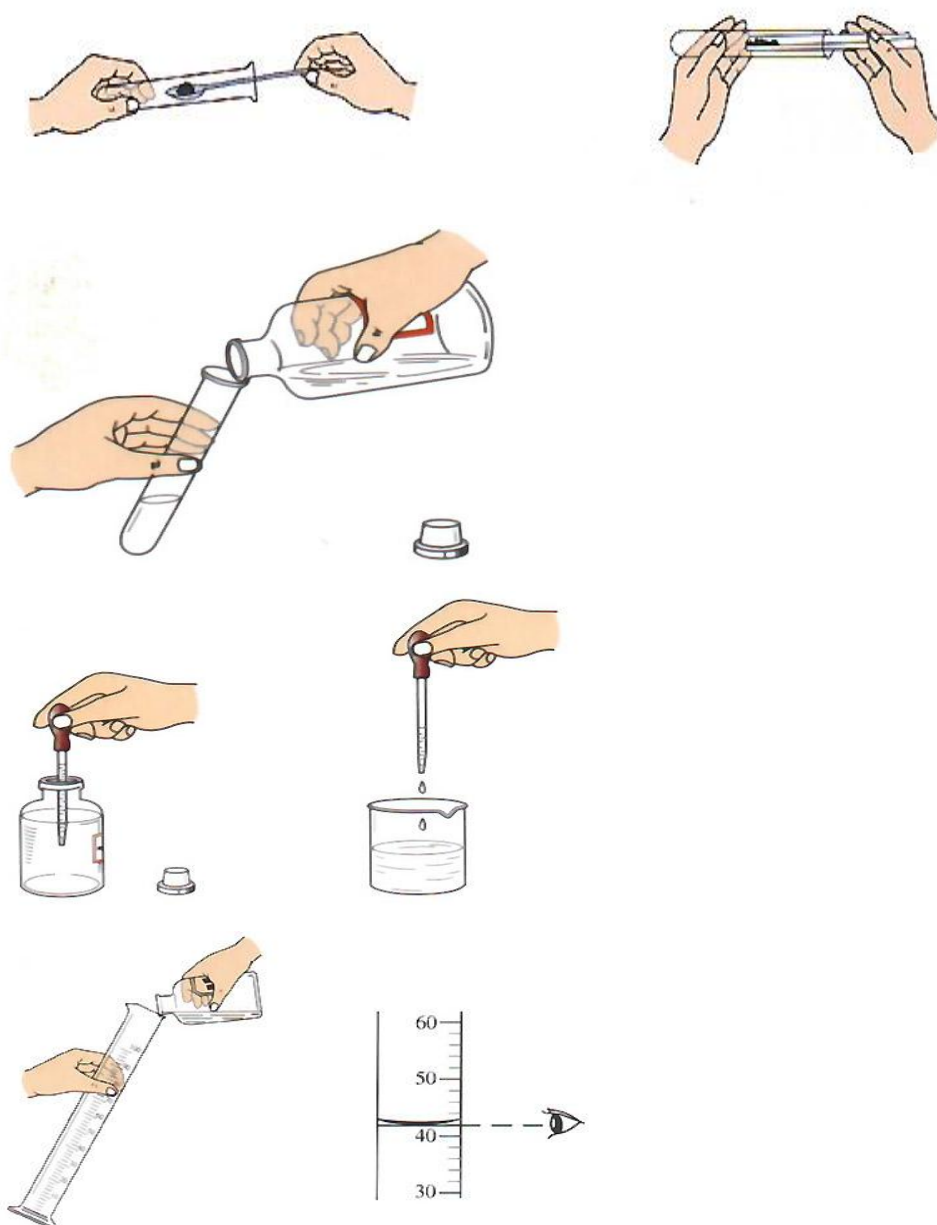


图 1 化学实验中其它比较常用仪器示意图



1、试剂的取用



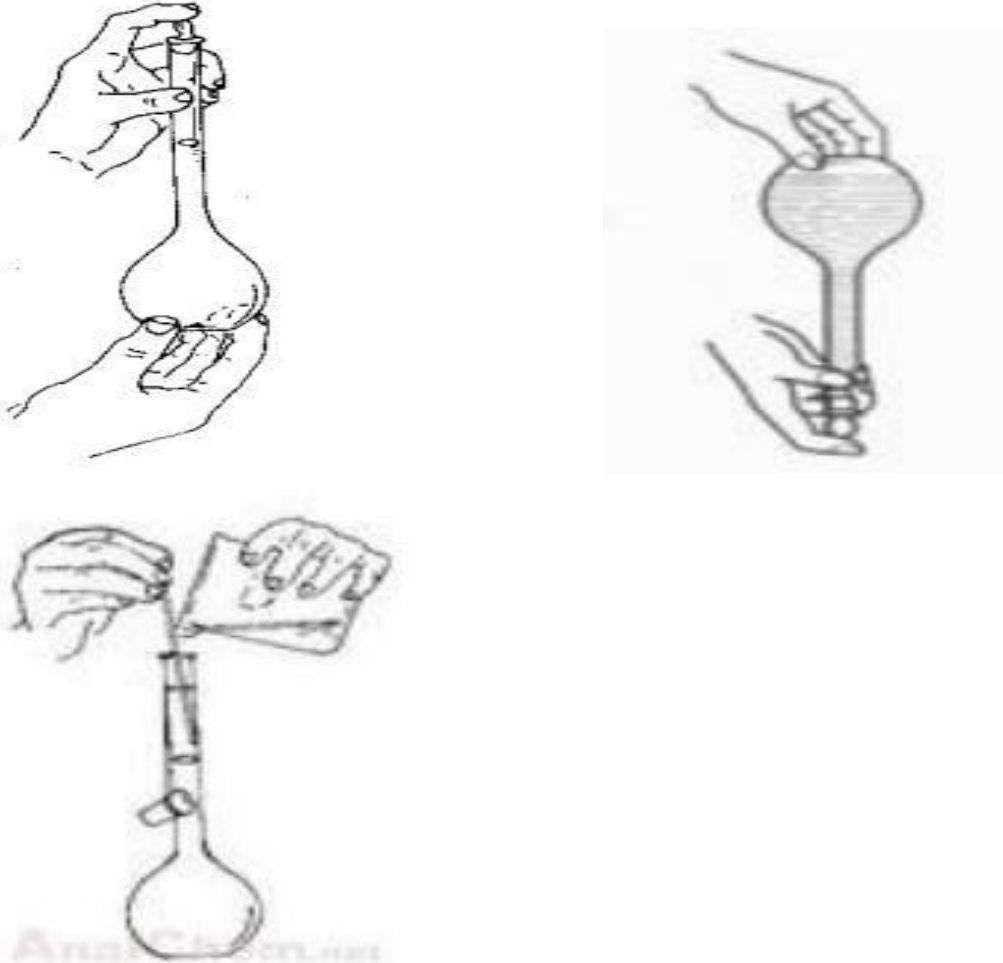
2、移液管的使用

移液管是用于准确移取一定体积的量出式玻璃仪器常见规格有 1mL、2mL、5mL、10mL、25mL、50mL。

①如移液管未标“吹”字，残留在移液管末端的溶液，不可用外力使其流出，因移液管的容积不包括末端残留的溶液；

②移液管不得在烘箱中烘烤，也不许以任何方式对其加热。

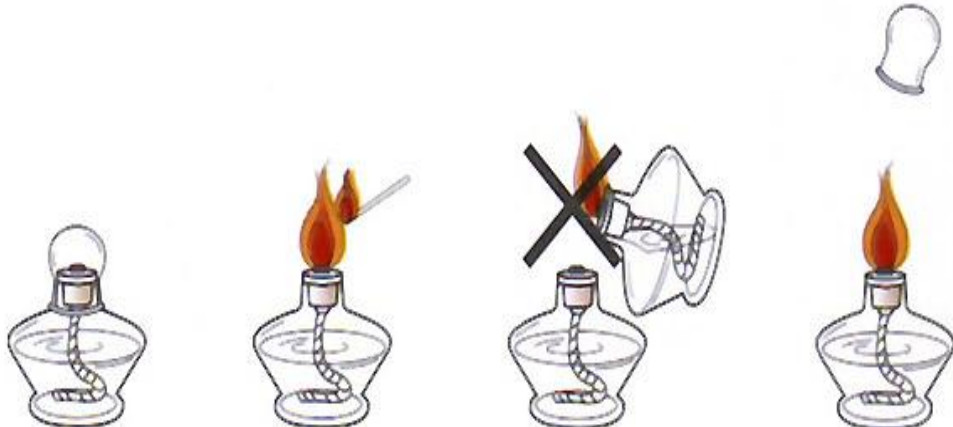
3、容量瓶的使用

	 <p>① 溶样② 移液③ 涮洗烧杯及玻璃棒④ 定容⑤ 摇匀</p> <p>注意：</p> <p>①若振荡后液面下落，此为正常现象，不要加蒸馏水补齐；</p> <p>②热溶液应先冷却至室温再配制；</p> <p>③不要用容量瓶长期存放溶液，未用完的溶液应转移至试剂瓶中保存；</p> <p>④容量瓶不得在烘箱中烘烤，也不许以任何方式对其加热。</p>
<p>组织设计</p>	<p>一、介绍化学实验室的实验守则、安全注意事项、应急处置方法</p> <p>二、讲解无机化学实验常用仪器的名称用途及演示操作要点</p> <p>三、讲解常用仪器洗涤和烘干的方法</p> <p>四、组织分组进行实验练习操作</p> <p>五、思考题、实验报告</p>
<p>教学实践</p>	<p>实验一、仪器的认领、洗涤和基本操作训练</p>

教 案

授课日期：2025年10月30日、11月6日

教案编号：02

授课题目 (章、节)	实验二、 玻璃仪器的加工及酒精灯、酒精喷灯的使用
教学安排	教学学时：3学时 教学方式：讲述、演示、讲解、实验 教学资源：教材、板书、酒精灯、酒精喷灯、玻璃棒、玻璃管等
教学目标	一、了解酒精灯和酒精喷灯的构造和原理，掌握正确的使用方法 二、练习玻璃管（棒）的截断、弯曲、拉制和熔烧等基本操作 三、完成玻璃棒、滴管的制作
教学重点	酒精喷灯的使用，玻璃管的加工
教学难点	用酒精喷灯进行加热操作，滴管的加工
教学内容	<p>(一) 酒精灯的构造、使用</p> <p>构造：灯罩、灯芯、灯壶三部分组成 使用注意事项：</p> <p>(1) 点灯：决不允许用燃着的酒精灯对点，否则易引起火灾。 (2) 添灯：添加酒精必须熄灭灯焰，再用漏斗注入。酒精的最大容量不超过容积的 2/3，最小容量不少于 1/4。 (3) 灭灯：熄灭灯焰时，用灯罩将火焰熄灭，决不能吹灭。盖灭片刻后，应将灯罩打开一次，再重新盖上，以免冷却后盖内形成负压而打不开罩子。 (4) 放置：盖好灯帽，否则酒精易挥发造成浪费，且酒精挥发后灯芯上遗留下酒精中的水分使灯芯不易点燃或燃烧不好。</p> <p>使用方法</p> 



(二) 酒精喷灯的构造和使用方法



使用方法:

(1) 添加酒精 先用漏斗从油孔注入酒精, 不超过酒精罐的 $\frac{4}{5}$ (约 250mL), 将盖拧紧, 避免漏气, 然后倾倒一下, 以使立管内灯芯被酒精润湿, 以防灯芯烧焦。

(2) 预热 将预热盆内注入少量酒精, 点燃, 待酒精快燃尽时, 喷气桶即行喷火。

(3) 调节空气进入量 上下移动空气调节器至适当位置, 待达到火力集中, 喷火强烈时, 拧紧固定, 即可工作。

(4) 灭灯 旋松空气调节器旋钮, 用空气吹灭或用石棉网盖灭。

(三) 玻璃管的加工

玻璃管的加工通常有截断、熔烧、弯曲、拉细等操作。

(1) 玻管的截断

常用玻管内径为 6-15mm。将玻管平放在桌子边缘, 左手捏紧玻管, 右手持锉刀, 用锉刀的棱沿着拇指指甲在需截断处用力向前锉或向后拉 (注意不允许来回锉, 以免磨损锉刀和锉痕不平整), 锉出一道凹痕。锉出来的凹痕应与玻璃管垂直, 以保证玻璃管截断后截面平整。

刻好痕迹后, 两手分别握住玻管锉痕的两边, 使双手拇指抵住挫痕的背面, 其余各指按住玻管, 拇指放在划痕的背后向前推压, 同时食指向后拉, 即可截断玻璃管。

玻棒的截断与上相同。

(2) 管口的加工—熔光

玻管截断后的断面非常锋利, 不但很容易割破手指, 而且也不能把它插入橡皮塞或橡皮管。因此截断后应立即把断口整平和烧圆, 烧圆时应把断口放在酒精灯焰的外焰部分加热。加热时, 要不断转动玻管, 使端口各部分受热均匀到被加热的地方发红, 就可移离火焰。如果加热时间长, 端口处可能完全熔化而使断口收缩变小, 直径小的玻管, 可能由于熔化而把断口封牢, 断口移离火焰时, 动作可以慢些, 让它在火焰附近转动, 以便红热部分慢慢冷却下来。如果冷却过快, 红热部分可能由于冷热不均而炸裂。

玻棒一经截断, 其断面应该烧圆后才可使用。

	<p>(3) 玻璃管的弯曲</p> <p>玻璃管受热到一定程度就会变软，发生形变，这是弯曲玻璃管时所依据的道理。</p> <p>弯曲玻璃管时，应该使弯曲处的受热部位长一些（约 4-5cm），弯曲时才比较容易。同时也不会产生皱褶。如果弯曲处的受热部位只有 1-2cm，那么左右相邻的地方不会变软，弯曲时只有受热部位变形，而使弯曲处产生皱褶，或是瘪进去。</p> <p>酒精灯焰弯曲玻璃管：可在灯头上加一个金属制的鱼尾形的扩焰器，把火焰变得扁平宽大，以便使玻璃管的受热长度长一些。当玻璃管烧至红软还没有自动变形之前，就可以利用两手的动作，在火焰里把它弯成需要的角度。弯曲时两手握住玻璃管的两端，手心向上，并同时轻轻地向上托，借着玻璃管红软部分下坠的力，一次完成所需要的角度。</p> <p>酒精喷灯弯曲玻璃管：由于温度较高，玻璃管在很短的时间里就会变得红软，所以加热时受热长度可以长一些（约 4-5cm），让它受热发软，软到松开右手就会在重力的作用下弯曲。这时就可以把它从火焰里移出来，完成所需的角度的。</p> <p>弯曲要求：内侧不瘪、两侧不鼓、角度正确、不偏不歪，而且弯曲后的玻璃管要在同一平面上（不能有扭曲现象）。</p>
<p>组织设计</p>	<p>一、介绍酒精灯的构造、使用、安全注意事项等</p> <p>二、介绍酒精喷灯的构造、使用、安全注意事项等</p> <p>三、讲解、演示玻璃棒、玻璃管截断</p> <p>四、讲解、演示玻璃管加热制作弯头</p> <p>五、讲解、演示玻璃管加热拉制滴管</p> <p>六、组织分组进行实验练习操作</p> <p>七、思考题、实验报告</p>
<p>教学实践</p>	<p>实验二、 玻璃仪器的加工及酒精灯、酒精喷灯的使用</p>

教 案

授课日期：2025年11月13日、11月20日

教案编号：03

授课题目 (章、节)	实验三、溶液的配制
教学安排	<p>教学学时：3学时</p> <p>教学方式：讲述、演示、讲解、实验</p> <p>教学资源：教材、板书、电子天平、量筒、移液管、容量瓶等</p>
教学目标	<p>一、练习电子天平的使用、学习移液管、吸管、量筒、容量瓶的使用方法</p> <p>二、掌握溶液的质量分数、质量摩尔浓度、物质的量浓度的概念和计算方法</p> <p>三、掌握一般溶液和特殊溶液的配制方法和基本操作。</p>
教学重点	溶液的质量分数、质量摩尔浓度、物质的量浓度概念及计算方法的讲解
教学难点	量筒、移液管的使用和容量瓶的定容
教学内容	<p>配制一定浓度的溶液的方法有多种，一般根据溶质的性质而定。对于某些易于提纯而稳定不变物质[如草酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、碳酸钠($\text{Na}_2\text{CO}_3$)等]，可以精确称取其纯晶体，并通过容量瓶等仪器直接配制所需一定体积的精确浓度的溶液。对于某些不易提纯的物质[如氢氧化钠(NaOH)]或市售的浓溶液[如硫酸(H_2SO_4)、盐酸(HCl)等]，可先配制成近浓度的溶液，然后用已知精确浓度的溶液(叫做标准溶液)来测定它们的浓度。</p> <p>(一) 浓度的表示方法</p> <p>用固体配制</p> <p>1、质量分数(x)或(w): $x = \frac{m_{\text{质}}}{m_{\text{液}}}$</p> <p>2、质量摩尔浓度(m或b): $b = \frac{n_{\text{溶质}}(\text{mol})}{\text{溶剂质量}(\text{kg})}$</p> <p>3、物质的量浓度(c): $c = \frac{n_{\text{质}}(\text{mol})}{V_{\text{液}}(\text{L})} = \frac{m_{\text{质}}(\text{g})}{M_{\text{质}}(\text{g/mol})V_{\text{液}}(\text{L})}$</p> <p>用液体或浓溶液配制</p> <p>1、$c_1V_1 = c_2V_2$ 或 $c_2 = c_1 \frac{V_1}{V_2}$</p> <p>2、$c = \frac{1000 \times \rho \times \omega}{M_{\text{质}}}$</p> <p>注：市售浓 H_2SO_4 $c = 18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓 HCl $c = 12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$</p>

浓 H_3PO_4 $c = 14.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓 HNO_3 $c = 16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

浓 HAc $c = 17.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓氨水 $c = 14.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(二) 配制方法

1、粗略配制

仪器：台秤（称固体）、量筒、量杯、烧杯、搅棒、比重计。

方法：用固体配制：称固体→溶解→定容（冷后）

用液体配制：量浓溶液→混合→定容（冷后）

2、准确配制

仪器：分析天平、吸量管、移液管、容量瓶。

方法：用固体配制：精确称量→溶解→定容→装瓶

用液体配制：吸取浓液→混合→定容→装瓶

(三) 基本操作

1、容量瓶、量筒的使用

2、移液管、吸量管、洗耳球的使用

3、比重计和比较计的使用

4、台秤的使用

(四) 实验内容

1、用 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 配制 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CuSO_4 溶液 50mL, ($M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 249.68$)

计算：
$$m_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 0.2 \times \frac{50}{1000} \times 249.68 = 2.5(\text{g})$$

配制：研细→称量（用台秤）→溶解→定容（量筒、量杯、带刻度烧杯均可）→回收
到指定容器中。

2、配制 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液 100mL

计算：
$$m_{\text{NaOH}} = c \cdot V \cdot M = 2 \times \frac{100}{1000} \times 40 = 8(\text{g})$$

配制：称量（用玻璃器皿）→溶解→冷却→定容→回收

* NaOH 不用研细，固极易溶。

3、用浓 H_2SO_4 配制 $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 溶液 50mL

计算：
$$c_2 = c_1 \frac{V_1}{V_2} \quad V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = V_2 \frac{c_2}{c_1} = 50 \times \frac{3}{18.4} = 8.3(\text{ml})$$

配制：量取浓 H_2SO_4 （用 10ml 量筒）→混合（入适量水中）→冷却→定容→回收

4、由 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HAc 溶液配制 50ml $0.200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HAc 溶液

计算：
$$c_1 V_1 = c_2 V_2 \quad V_1 = V_2 \frac{c_2}{c_1} = 50 \times \frac{0.200}{2.000} = 5.00(\text{ml})$$

	配制：吸取浓 HAc5.0mL（用吸量管）→注入容量瓶→稀释→摇晃→定容→回收
组织设计	<p>一、介绍溶液浓度的表示方法</p> <p>二、讲解质量分数、质量摩尔浓度、物质的量浓度的概念和计算方法</p> <p>三、演示固体药品配制溶液、液体试剂配制溶液的方法</p> <p>四、溶液的配制实训</p> <p>五、思考题、实验报告</p>
教学实践	实验三、溶液的配制

教 案

授课日期：2025年11月27日、12月4日

教案编号：04

授课题目 (章、节)	实验四、氯化钠的提纯
教学安排	教学学时：3学时 教学方式：讲述、演示、讲解、实验 教学资源：教材、板书、电子天平、量筒、普通漏斗、布氏漏斗、酒精灯等
教学目标	一、学习提纯氯化钠的原理和方法 二、熟悉溶解、沉淀、过滤、抽滤、蒸发浓缩、结晶和烘干等操作 三、掌握酒精灯、普通漏斗、布氏漏斗的使用方法
教学重点	Ca ²⁺ 、Mg ²⁺ 、SO ₄ ²⁻ 等杂质去除的原理和方法
教学难点	溶解、沉淀、过滤、抽滤、蒸发浓缩、结晶和烘干各实验步骤的正确操作方法
教学内容	<p>粗食盐中的不溶性杂质（如泥沙等）可通过溶解和过滤的方法除去。粗食盐中的可溶性杂质主要是 Ca²⁺、Mg²⁺、K⁺和 SO₄²⁻离子等，选择适当的试剂使它们生成难溶化合物的沉淀而被除去。</p> <p>(1) 在粗盐溶液中加入过量的 BaCl₂ 溶液，除去 SO₄²⁻：</p> $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4\downarrow$ <p>过滤，除去难溶化合物和 BaSO₄ 沉淀。</p> <p>(2) 在滤液中加入 NaOH 和 Na₂CO₃ 溶液，除去 Mg²⁺，Ca²⁺和沉淀时加入的过量 Ba²⁺和 SO₄²⁻：</p> $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$ $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3\downarrow$ $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3\downarrow \text{ (多余的 Ba}^{2+}\text{)}$ <p>过滤除去沉淀。</p> <p>(3) 在溶液中过量的 NaOH 和 Na₂CO₃ 可以用盐酸中和除去。</p> <p>(4) 粗盐中的 K⁺和上述的沉淀剂都不起作用。由于 KCl 的溶解度大于 NaCl 的溶解度，且含量较少，因此在蒸发和浓缩过程中，NaCl 先结晶出来，而 KCl 则留在溶液中。</p> <p>实训步骤：</p>

	<p>1、粗食盐的称量和溶解 称 5g 粗盐，加 20ml 水溶解（加热搅拌）。</p> <p>2、除 SO_4^{2-} 将粗盐溶液加热至沸腾，边搅拌边滴加 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ BaCl_2 溶液共 (3-4ml)，继续加热 5min。</p> <p>3、检验 SO_4^{2-} 是否除尽 停止加热，让溶液静置，沉降至上部澄清，取上清液 0.5ml，加几滴 $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$，加几滴 BaCl_2 溶液，若无沉淀产生，示 SO_4^{2-} 已除尽；若有沉淀，需再加 BaCl_2 至 SO_4^{2-} 沉淀完全。</p> <p>4、除去 Ca^{2+}、Mg^{2+} 和过量 Ba^{2+} 将上述混合物加热至沸腾，边搅拌边滴加饱和 Na_2CO_3 溶液（共 6—8ml），直至沉淀完全。</p> <p>5、检验 Ba^{2+} 是否除去 将上述混合物放置沉降，取 0.5ml 上清液，滴加 $3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$，若无沉淀，示 Ba^{2+} 已除净；否则，再补加 Na_2CO_3 至沉淀完全。 验证沉淀完全后，常压过滤，弃去沉淀，保留溶液。</p> <p>6、用 HCl 调酸度，除去 CO_3^{2-}。 在滤液中滴加 $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$，搅匀，用 pH 试纸检验，至 pH 为 3—4 左右。</p> <p>7、加热，蒸发，结晶 将滤液在蒸发皿中加热蒸发，体积为 1/3 时（糊状，勿蒸干），停止加热，冷却、结晶、抽滤。用少量 2：1 酒精洗涤沉淀，抽干。</p> <p>8、烘干 将抽滤得到的 NaCl 晶体，在干净干燥的蒸发皿中小火烘干，冷却，称重 _ g，计算产率。</p>
<p>组织设计</p>	<p>一、介绍粗盐中杂质的种类 二、讲解粗盐中杂质的去除 三、过滤、抽滤的操作演示 四、浓缩、结晶的操作演示 五、洗涤结晶溶剂的选用原则讲解 六、产率计算 七、组织分组进行实验练习操作 八、思考题、实验报告</p>
<p>教学实践</p>	<p>实验四、氯化钠的提纯</p>

教 案

授课日期：2025 年 12 月 11 日、12 月 18 日

教案编号：05

授课题目 (章、节)	实验五、缓冲溶液 pH 值的测定
教学安排	教学学时：3 学时 教学方式：讲述、演示、讲解、实验 教学资源：教材、板书、精密 PH 试纸、酸度计 (pH 计)、缓冲溶液等
教学目标	一、了解缓冲溶液的配制及缓冲溶液的性质 二、掌握溶液配制的基本实验方法 三、学习 pH 计的使用方法
教学重点	缓冲溶液的组成及性质
教学难点	pH 计的正确使用方法
教学内容	<p>1、基本概念:在一定程度上能抵抗外加少量酸、碱或稀释, 而保持溶液 pH 值基本不变的作用称为缓冲作用。具有缓冲作用的溶液称为缓冲溶液。</p> <p>2、缓冲溶液组成及计算公式:缓冲溶液一般是由共轭酸碱对组成的, 例如弱酸和弱酸盐, 或弱碱和弱碱盐。如果缓冲溶液由弱酸和弱酸盐(例如 HAc-NaAc) 组成, 则:</p> $C_{\text{H}} \approx K_{\text{a}} C_{\text{a}} / C_{\text{s}}$ $\text{pH} = \text{p}K_{\text{a}} - \lg \frac{C_{\text{a}}}{C_{\text{s}}}$ <p>3、缓冲溶液性质:</p> <p>a. 抗酸/碱, 抗稀释作用 因为缓冲溶液中具有抗酸成分和抗碱成分, 所以加入少量强酸或强碱, 其 pH 值基本上是不变的。稀释缓冲溶液时, 酸和碱的浓度比值不改变, 适当稀释不影响其 pH 值。</p> <p>b. 缓冲容量缓冲容量是衡量缓冲溶液缓冲能力大小的尺度。缓冲容量的大小与缓冲组分浓度和缓冲组分的比值有关。缓冲组分浓度越大, 缓冲容量越大; 缓冲组分比值为 1:1 时, 缓冲容量最大。</p> <p>实训步骤</p> <p>1、缓冲溶液的配制与 pH 值的测定</p> <p>按照下表, 通过计算配制三种不同 pH 值的缓冲溶液, 然后用精密 pH 试纸和 pH 计</p>

分别测定它们的 pH 值。比较理论计算值与两种测定方法实验值是否相符(溶液留作后面实验用)。

表 1 缓冲溶液的配制与 pH 值的测定

实训 编号	理论 pH 值	各组分的体积 (ml) (总体积 50ml)		精密 pH 试纸 测 pH 值	pH 计测 pH 值
甲	4.0	HAc (0.1 mol/L) 用量/ml			
		NaAc (0.1 mol/L) 用量/ml			
乙	7.0	NaH ₂ PO ₄ (0.1 mol/L) 用量/ml			
		Na ₂ HPO ₄ (0.1 mol/L) 用量/ml			
丙	10.0	NH ₃ ·H ₂ O (0.1 mol/L) 用量/ml			
		NH ₄ Cl (0.1 mol/L) 用量/ml			

2、缓冲溶液的性质

①取 3 支试管，依次加入蒸馏水，pH=4 的 HCl 溶液，pH=10 的 NaOH 溶液各 3mL，用 pH 试纸测其 pH 值，然后向各管加入 5 滴 0.1mol/L HCl，再测其 pH 值。用相同的方法，试验 5 滴 0.1mol/L NaOH 对上述三种溶液 pH 值的影响。将结果记录在表 2 中。

②取 3 支试管，依次加入自己配制的 pH=4.0、pH=7.0、pH=10.0 的缓冲溶液各 3mL。然后向各管加入 5 滴 0.1mol/L HCl，用精密 pH 试纸测其 pH 值。用相同的方法，试验 5 滴 0.1mol/L NaOH 对上述三种缓冲溶液 pH 值的影响。将结果记录在表 2 中。

③取 4 支试管，依次加入 pH=4.0 的缓冲溶液，pH=4 的 HCl 溶液，pH=10.0 的缓冲溶液，pH=10.0 的 NaOH 溶液各 1mL，用精密 pH 试纸测定各管中溶液的 pH 值。然后向各管中加入 10mL 水，混匀后再用精密 pH 试纸测其 pH 值，考查稀释上述四种溶液 pH 值的影响。将实验结果记录于表 2。

表 2 缓冲溶液的性质

编号	溶液类别	pH 值	加 5 滴 HCl 后的 pH 值	加 5 滴 NaOH 后的 pH 值	加 10ml 水后的 pH 值
1	蒸馏水				
2	pH=4 的 HCl				
3	pH= 10 的 NaOH				
4	pH=4.00 缓冲溶液				
5	pH=7.00 缓冲溶液				
6	pH=10.00 缓冲溶液				

3、缓冲溶液的缓冲容量

①缓冲容量与缓冲组分浓度的关系

取两支大试管，在一试管中加入 0.1mol /LHAc 和 0.1mol / LNaAc 各 3mL，另一试管中加入 1mol /LHAc 和 1mol/LNaAc 各 3mL，混匀后用精密 pH 试纸测定两试管内溶液的 pH 值(是否相同)?在两试管中分别滴入 2 滴甲基红指示剂，溶液呈何色?(甲基红在 pH<4.2 时呈红色，pH>6.3 时呈黄色)。然后在两试管中分别逐滴加入 1mol/ LNaOH 溶液(每加入 1 滴 NaOH 均需摇匀)，直至溶液的颜色变成黄色。记录各试管所滴入 NaOH 的滴数，说明哪一试管中缓冲溶液的缓冲容量大。

②缓冲容量与缓冲组分比值的关系

取两支大试管，用吸量管在一试管中加入 NaH_2PO_4 和 Na_2HPO_4 各 10ml，另一试管中加入 2mL 0.1 mol /L NaH_2PO_4 和 18mL0.1 mol /L Na_2HPO_4 ，混匀后用精密 pH 试纸分别测量两试管中溶液的 pH 值。然后在每试管中各加入 1.8mol/L0.1mol/LNaOH，混匀后再用精密 pH 试纸分别测量两试管中溶液的 pH 值。说明哪一试管中缓冲溶液的缓冲容量大。

组织设计

- 一、介绍缓冲溶液的概念、组成、性质
- 二、缓冲溶液的配制
- 三、精密 pH 测定缓冲溶液的 pH 值
- 四、演示 pH 计的组装、正确使用及日常维护方法
- 五、演示 pH 测定缓冲溶液的 pH 值
- 六、组织分组进行实验练习操作
- 七、思考题、实验报告

教学实践

实验五、缓冲溶液 pH 值的测定

教 案

授课日期：2025 年 12 月 25 日、2026 年 1 月 1 日

教案编号：06

授课题目 (章、节)	实验六、硫酸亚铁铵的制备
教学安排	教学学时：3 学时 教学方式：讲述、演示、讲解、实验 教学资源：教材、板书、布氏漏斗、抽滤瓶、蒸发皿等
教学目标	一、学习制备硫酸复盐的方法 二、掌握称量、加热、溶解、过滤、蒸发、结晶等基本操作
教学重点	复盐的概念、硫酸复盐制备的方法、趁热减压抽滤的操作要点
教学难点	铁质量的计算、产率的计算、影响产率的因素
教学内容	<p>硫酸亚铁铵$[\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$，俗称摩尔盐，为浅蓝绿色透明晶体，易溶于水，难溶于酒精存放时不易被氧化，故比 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 稳定，但仍具有 Fe^{2+} 的还原性，是分析化学中常用的还原剂。</p> <p>常用的制备方法是用铁与稀硫酸作用制得硫酸亚铁，再用 FeSO_4 与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 在水溶液中等物质的量相互作用，由于复盐的溶解度比单盐要小，因此经冷却后复盐在水溶液中首先结晶，形成 $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 复盐。</p> <p>主要化学反应：</p> <p>• $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$</p> <p>• $\text{FeSO}_4 + 6\text{H}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow$ $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$</p> <p>实训步骤</p> <p>1、碎铁屑的准备</p> <p>称取 2g 铁屑，放入 150mL 锥形瓶中，加 15mL 10% Na_2CO_3 加热煮沸除去油污。倾去碱液，用水洗至铁屑为中性。</p> <p>注意：如纯净的铁用热水洗，不必加 Na_2CO_3</p> <p>2、FeSO_4 溶液的制备</p>

	<p>铁屑加入 15mL 3mol·L⁻¹H₂SO₄，在水浴中加热约 30min（无气泡放出），加热过程中可补充水分，防止结晶析出，然后趁热减压过滤，分别用 1ml 3mol·L⁻¹ H₂SO₄ 和少量蒸馏水洗涤。滤液转移至蒸发皿中。</p> <p>3、硫酸亚铁铵的制备</p> <p>在上述 FeSO₄ 溶液中加入 4.3g 化学纯硫酸铵，用水浴加热至溶解，将 pH 调到 1-2 左右，继续加热蒸发浓缩至表面出现晶膜为止，自然冷却，结晶，抽滤，并用少量酒精洗涤表面的水分。</p> <p>4、称量计算产率</p> <p>产率的计算：$m(\text{实际}) / m(\text{理论}) \times 100\%$</p>
组织设计	<p>一、介绍复盐的基本概念</p> <p>二、实验原理解析</p> <p>三、实验内容及步骤</p> <p>1、碎铁屑的准备</p> <p>2、FeSO₄ 溶液的制备</p> <p>3、FeSO₄·(NH₄)₂SO₄·6H₂O 的制备</p> <p>4、计算产率</p> <p>四、组织分组进行实验练习操作</p> <p>五、思考题、实验报告</p>
教学实践	实验六、硫酸亚铁铵的制备