

实验细节吃透

第一部分 必修第一册实验梳理

第二部分 必修第二册实验梳理

第三部分 选择性必修 1 实验梳理

第四部分 选择性必修 2 实验梳理

第五部分 选择性必修 3 实验梳理

第六部分 必记高考中的新仪器及装置

第七部分 必记的常见仪器知识及仪器的创新使用

第八部分 必记的常见实验操作

第九部分 必记四个定量实验

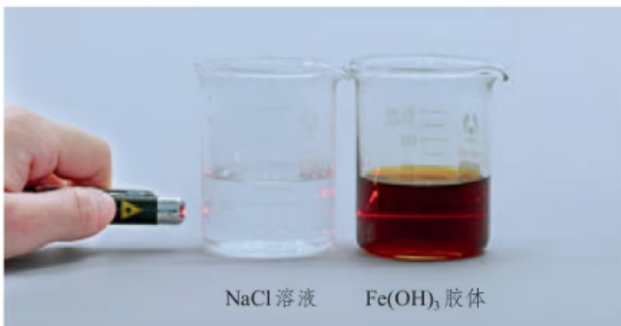
第十部分 必记的实验现象

第十一部分 必记的实验安全知识

第十二部分 必记的有机反应实验装置

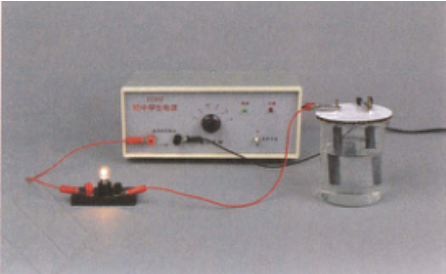
第一部分 必修第一册实验梳理

1. 教材 P9

实验 1-1	胶体的性质与制取
实验装置	 <p>The image shows a hand holding a laser pointer on the left, directing a red beam of light through two beakers. The first beaker on the left contains a clear, colorless liquid labeled 'NaCl 溶液' (NaCl solution). The second beaker on the right contains a reddish-brown liquid labeled 'Fe(OH)₃ 胶体' (Fe(OH)₃ colloid). The laser beam is clearly visible as a red line passing through the Fe(OH)₃ colloid, demonstrating the Tyndall effect.</p>
实验原理	①胶体可发生丁达尔效应，即当光束通过胶体时，会产生光亮的通路。

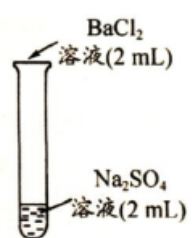
	②氢氧化铁胶体制备： $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$ 。
实验用品	蒸馏水、 CuSO_4 溶液、泥水、水、 FeCl_3 饱和溶液；酒精灯、铁架台、石棉网、烧杯、胶头滴管、激光笔(或手电筒)。
实验步骤	①取 3 个小烧杯，分别加入 25mL 蒸馏水、25mL CuSO_4 溶液和 25mL 泥水。将烧杯中的蒸馏水加热至沸腾，向沸水中逐滴加入 5~6 滴 FeCl_3 饱和溶液。继续煮沸至溶液呈红褐色，停止加热。观察制得的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体，并与 CuSO_4 溶液和泥水比较。 ②把盛有 CuSO_4 溶液和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的烧杯置于暗处，分别用激光笔(或手电筒)照射烧杯中的液体，在与光束垂直的方向进行观察，并记录实验现象。 ③将 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体和泥水分别进行过滤，观察并记录实验现象。
实验现象	①当光束通过 CuSO_4 溶液时，无光路现象出现。当光束通过 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体时，可以看到形成一条光亮的通路。 ②将 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体过滤后溶液仍呈红褐色；将泥水过滤后得到澄清溶液。
实验结论	当一束光线通过胶体时，可以看到形成一条光亮的通路。
实验说明	①氢氧化铁胶体制备注意事项：a.自来水含有电解质等，易使胶体聚沉，需用蒸馏水制备。b. FeCl_3 溶液要求是饱和的，是为了提高转化效率，若浓度过稀，不利于 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的形成。c.可稍微加热沸腾，但不宜长时间加热，否则胶体会聚沉。d.边滴加 FeCl_3 饱和溶液边振荡烧杯，但不能用玻璃棒搅拌，否则会使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体微粒形成大颗粒沉淀析出。 ②丁达尔效应是区分胶体与溶液的一种常用物理方法。

2. 教材 P14

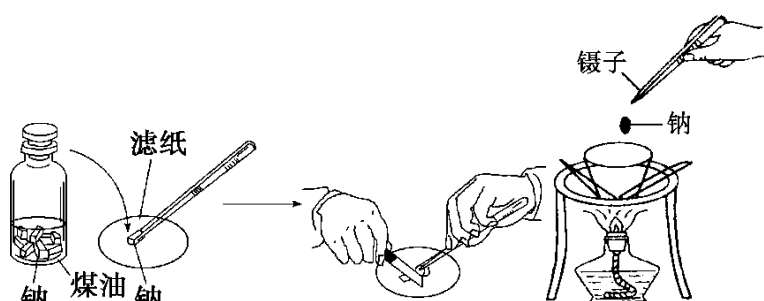
实验 1-2	试验物质的导电性
实验装置	
实验原理	溶液中自由移动的离子能够导电
实验用品	①干燥的 NaCl 固体；② KNO_3 固体；③ NaCl 溶液；④ KNO_3 溶液⑤蒸馏水；
实验步骤	在上述烧杯中分别装入上述①~④药品

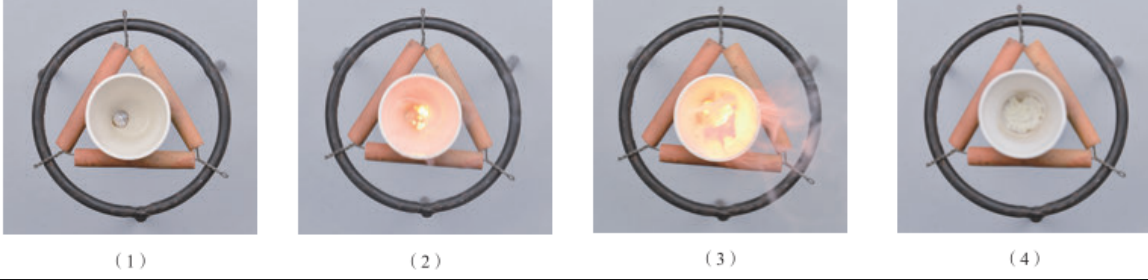
实验现象	①干燥的 NaCl 固体、KNO ₃ 固体和蒸馏水接入电路后，灯泡不亮。 ②NaCl 溶液和 KNO ₃ 溶液接入电路后，灯泡发光。
实验结论	NaCl 溶液、KNO ₃ 溶液可以导电；干燥的 NaCl 固体和 KNO ₃ 固体不能导电。
实验说明	严格地说，蒸馏水也能导电，只是导电能力较弱，用上述实验装置测不出来。

3. 教材 P17

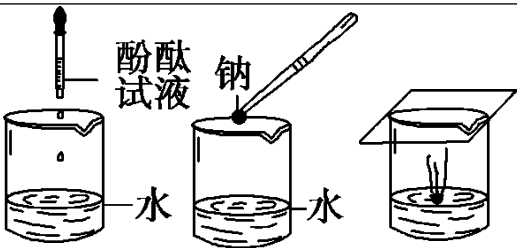
实验 1-3	离子反应
实验装置	
实验原理	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ ($\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4\downarrow$);
实验用品	Na ₂ SO ₄ 溶液、BaCl ₂ 溶液；试管、胶头滴管。
实验步骤	向盛有 2mL Na ₂ SO ₄ 溶液的试管里加入 2mL BaCl ₂ 溶液。
实验现象	产生白色沉淀
实验结论	①离子反应特点：离子反应总是向着某种离子浓度减小的方向进行。 ②复分解离子反应发生的条件：a.生成难溶的物质，如生成 BaSO ₄ 、AgCl、CaCO ₃ 、Fe(OH) ₃ 、Cu(OH) ₂ 等沉淀。b.生成气体或易挥发性物质，如生成 CO ₂ 、SO ₂ 、H ₂ S 等气体。c.生成难电离的物质，如生成 H ₂ O 等。

4. 教材 P34-35


实验 2-1.2-2	钠的切割、钠与氧气的反应
实验装置	
实验原理	$4\text{Na} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{O}$; $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Na}_2\text{O}_2$

实验用品	钠；滤纸、小刀、镊子、表面皿、坩埚、泥三角、铁圈。
实验步骤	<p>①取一小块金属钠，用滤纸吸干表面的煤油后，用刀切去一端的外皮，这时可以看到钠的真面目。观察钠的表面的光泽和颜色。新切开的钠的表面在空气中会不会发生变化？</p> <p>②把小块钠放在坩埚上加热，有何现象？</p> 
实验现象	<p>①钠的新切面呈银白色，具有金属光泽，在空气中很快变暗。</p> <p>②钠先熔化为银白色小球，然后燃烧，火焰呈黄色，最后生成淡黄色固体。</p>
实验结论	钠是银白色金属，硬度小，熔点低。常温及加热条件下与 O ₂ 都容易发生反应，说明钠比铁、铝、镁等活泼得多。

5. 教材 P36

实验探究	钠与水的反应
实验装置	
实验原理	$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$
实验用品	钠、水、酚酞溶液；滤纸、小刀、镊子、表面皿、烧杯。
实验步骤	在烧杯中加一些水，滴入几滴酚酞溶液，然后把一小块钠投入水中。你看到什么现象？
实验现象	钠浮在水面上，熔成光亮小球，四处游动，发出“嘶嘶”的响声，且很快消失，溶液变红色。
实验结论	钠的密度比水小，反应放热且钠的熔点低，反应剧烈，产生 H ₂ 和 NaOH。
实验说明	<p>①钠通常保存在煤油中，防止与氧气、水等反应。</p> <p>②未用完的钠必须放回原试剂瓶。</p> <p>③金属钠着火，不能用水(或 CO₂)灭火，必须用干燥的沙土来灭火。</p>

6. 教材 P37

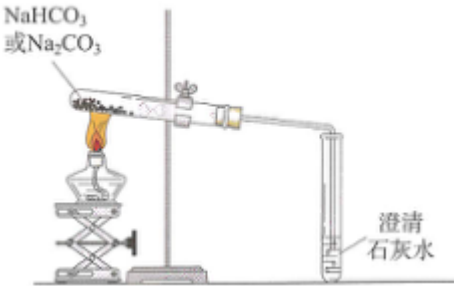
实验 2-3	过氧化钠与水的反应
实验装置	
实验原理	$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2\uparrow$
实验用品	水、过氧化钠固体、pH 试纸；木条、试管。
实验步骤	把水滴入盛有少量过氧化钠固体的试管中，立即把带火星的木条放在试管口，检验生成的气体。用手轻轻摸一摸试管外壁，有什么感觉？然后用 pH 试纸检验溶液的酸碱性。
实验现象	试管中有大量气泡产生，带火星的木条复燃。用手轻摸试管外壁，感觉试管壁温度升高。向试管用 pH 试纸检验溶液的酸碱性，现象为溶液呈碱性。
实验结论	过氧化钠与水反应产生 O_2 和碱性物质，同时放热，过氧化钠有漂白性。
实验说明	① Na_2O_2 、 H_2O_2 有强氧化性、漂白性，可杀菌消毒，也可使有机色素(酸碱指示剂、花草等)褪色。 ②可向反应后的溶液中加入少量 MnO_2 ，产生使带火星的木条复燃的气体，证明反应后的溶液中还有没分解完全的 H_2O_2 。 ③可以利用 Na_2O_2 与水或 H_2O_2 与 MnO_2 反应制备少量氧气。

7. 教材 P38

实验 2-4	碳酸钠、碳酸氢钠溶解性的探究
实验原理	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaOH}$, $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH}$
实验用品	Na_2CO_3 固体、 NaHCO_3 固体、酚酞溶液、水；试管、胶头滴管。
实验步骤	在 2 支试管里分别加入少量 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 (各约 1g)。 ①观察二者外观上的细小差别。分别滴入几滴水，振荡试管，观察现象。用手摸一摸试管底部，有什么感觉？ ②继续向试管内加入 10mL 水，用力振荡，有什么现象？ ③向试管内滴入 1~2 滴酚酞溶液，各有什么现象？
实验现象	① Na_2CO_3 为白色粉末； NaHCO_3 为细小的白色晶体。 ② Na_2CO_3 完全溶解，溶液变红色； NaHCO_3 部分溶解，溶液变浅红色。

实验结论	①水溶性： Na_2CO_3 和 NaHCO_3 都能溶于水，溶解度大小比较： Na_2CO_3 溶解度大于 NaHCO_3 。 ②水溶液酸碱性： Na_2CO_3 、 NaHCO_3 水溶液都呈碱性。
------	---

8. 教材 P39

实验 2-5	碳酸钠、碳酸氢钠的热稳定性对比实验
实验装置	
实验原理	$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
实验用品	Na_2CO_3 固体、 NaHCO_3 固体、澄清石灰水；大硬质试管、试管、酒精灯、铁架台。
实验步骤	在大硬质试管中加入 Na_2CO_3 固体或 NaHCO_3 固体。点燃酒精灯加热，观察实验现象。
实验现象	加热 Na_2CO_3 固体时试管中澄清石灰水不变浑浊，加热 NaHCO_3 固体时，试管中澄清石灰水变浑浊。
实验结论	① Na_2CO_3 受热不易分解； NaHCO_3 受热易分解，生成物中含有 CO_2 。 ② Na_2CO_3 的热稳定性比 NaHCO_3 强。

9. 教材 P40

实验 2-6	焰色反应
实验原理	很多金属或它们的化合物在灼烧时都会使火焰呈现特殊的颜色。
实验用品	碳酸钠溶液、碳酸钾溶液、盐酸；铂丝(或铁丝)、酒精灯(或煤油灯)、蓝色钴玻璃。
实验步骤	①把焊在玻璃棒上的铂丝(或用光洁无锈的铁丝)放在酒精灯(最好用煤气灯)外焰里灼烧，至与原来火焰颜色相同时为止。用铂丝(或铁丝)蘸取碳酸钠溶液，在外焰上灼烧，观察火焰颜色。 ②将铂丝(或铁丝)用盐酸洗净后，在外焰上灼烧至没有颜色时，再蘸取碳酸钾做同样的实验，此时要透过蓝色钴玻璃观察火焰的颜色。
实验现象	①火焰呈黄色。②透过蓝色钴玻璃可观察到火焰呈紫色。
实验结论	很多金属或它们的化合物在灼烧时都会使火焰呈现特殊的颜色。

实验说明	①焰色反应产生的火焰颜色与元素的存在状态无关，如：灼烧钠的化合物和单质时，火焰颜色均为黄色。几种常见金属的焰色：钠：黄色，钾：紫色(透过蓝色钴玻璃)，钙：砖红色。
	②可以用焰色反应鉴别钠、钾等等金属或离子；利用焰色反应也可制成节日烟花。
	③焰色反应是物理变化而不是化学变化。
	④操作流程
	<p>洗——将铂丝（或光洁无锈的铁丝）用盐酸洗净</p> <p>↓</p> <p>烧——将洗净的铂丝在火焰上灼烧至与原火焰颜色相同</p> <p>↓</p> <p>蘸——蘸取试样</p> <p>↓</p> <p>烧——在无色的火焰上灼烧，并观察火焰的颜色</p> <p>↓</p> <p>洗——再用盐酸洗净铂丝（或铁丝），并在火焰上灼烧至无色</p>

10. 教材 P45

实验 2-7	氯气与氢气的反应
实验装置	
实验原理	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$
实验用品	氢气、氯气；集气瓶。
实验步骤	在空气中点燃氢气，然后把导管缓缓伸入盛满氯气的集气瓶中。观察现象。
实验现象	氢气在氯气中安静地燃烧，发出苍白色火焰，集气瓶口上方出现白雾。
实验结论	氢气在氯气中能够燃烧。
实验说明	<p>①氯气和氢气的混合气体在强光照射时爆炸，产生此现象的原因是 H_2 和 Cl_2 混合后点燃，反应瞬间完成，放出的热量使气体急剧膨胀而发生爆炸。</p> <p>②燃烧是指发热发光的剧烈的化学反应。它强调的是：a.发光时也要发热；b.反应剧烈；c.实质是剧烈的氧化还原反应；d.不一定要有氧的参加。</p>

11. 教材 P46

实验 2-8	氯气的漂白实验
实验装置	
实验原理	$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, 次氯酸有强氧化性, 能使有机色素氧化从而导致其褪色。
实验用品	有色纸条或布条、有色花瓣、新制氯水、氯气; 集气瓶, 玻璃片、镊子。
实验步骤	<p>①将有色纸条或布条、有色花瓣放入盛有 1/3 容积新制氯水的广口瓶中, 盖上玻璃片。观察现象。</p> <p>②将有色纸条或布条、有色花瓣放入盛满干燥氯气的集气瓶中, 盖上玻璃片。观察现象。</p>
实验现象	①有色布条、有色花瓣褪色。②有色布条不褪色, 有色花瓣褪色。
实验结论	①新制氯水具有漂白性, 氯水中起漂白作用的是 HClO。②干燥氯气不具有漂白性。
实验说明	有色花瓣中含水, 干燥的氯气能使其褪色。

12. 教材 P48

实验制备	氯气的实验室制法
实验装置	
实验原理	$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$
实验用品	浓盐酸、 MnO_2 、饱和食盐水、浓硫酸、氢氧化钠溶液、水、红色布条(或淀粉·KI 试纸); 铁架台(带铁圈)、酒精灯、石棉网、圆底烧瓶、分液漏斗、集气瓶、洗气瓶、烧杯、镊子。
实验步骤	搭建如图所示实验装置, 检查气密性。加入相关药品, 打开分液漏斗活塞滴加浓盐酸, 加热圆底烧瓶, 观察现象。

实验现象	集气瓶中充满了黄绿色的气体；湿润的红色布条放在瓶口褪色(或湿润淀粉•KI 试纸放在瓶口变蓝)。
实验说明	<p>反应原理 → 用强氧化剂(如 KMnO_4、$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$、$\text{KClO}_3$、$\text{MnO}_2$ 等) 氧化浓盐酸</p> $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>制备装置类型 → 固体 + 液体 $\xrightarrow{\Delta}$ 气体</p> <p>净化方法 → 用饱和食盐水除去 HCl 气体,再用浓 H_2SO_4 除去水蒸气</p> <p>收集方法 → 向上排空气法或排饱和食盐水法</p> <p>尾气吸收 → 用强碱溶液(如 NaOH 溶液)吸收</p> <p>验满方法 →</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 将湿润的淀粉-KI 试纸靠近盛 Cl_2 的瓶口,观察到试纸立即变蓝,则证明已集满 (2) 将湿润的蓝色石蕊试纸靠近盛 Cl_2 的瓶口,观察到试纸立即发生先变红后褪色的变化,则证明已集满 (3) 实验室制取 Cl_2 时,常常根据氯气的颜色判断是否收集满

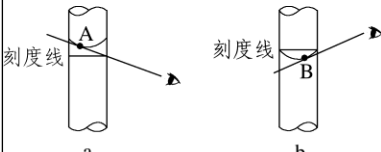
13. 教材 P49

实验 2-9	氯离子的检验		
实验原理	$\text{HCl} + \text{AgNO}_3 \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$, $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$; $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{AgNO}_3 \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$, $\text{Ag}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + 2\text{AgNO}_3$;		
实验用品	稀盐酸、 NaCl 溶液、 Na_2CO_3 溶液、 AgNO_3 溶液、稀硝酸; 试管、胶头滴管。		
实验步骤	在 3 支试管中分别加入 2~3 mL 稀盐酸、 NaCl 溶液、 Na_2CO_3 溶液,然后各滴入几滴 AgNO_3 溶液,再分别加入少量稀硝酸,观察现象。		
实验现象		实验现象	
		滴入几滴 AgNO_3 溶液	加入少量稀硝酸
	①稀盐酸	有白色沉淀生成	沉淀不溶解
	② NaCl 溶液	有白色沉淀生成	沉淀不溶解
	③ Na_2CO_3 溶液	有白色沉淀生成	沉淀溶解,有气泡产生
实验说明	检验 Cl^- 时,一般先在被检测的溶液中滴入少量稀 HNO_3 使其酸化,目的是排除 OH^- 、 CO_3^{2-} 等离子的干扰。但是稀 HNO_3 不能排除 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 等离子的干扰,可用过量 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液		

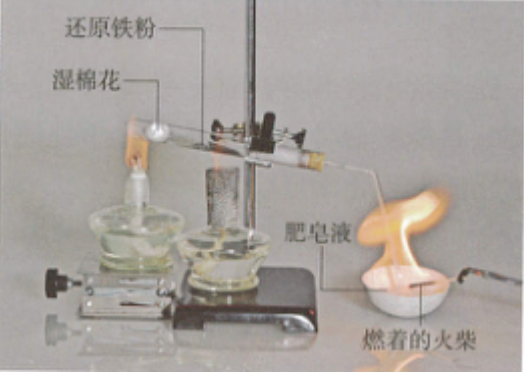
除掉 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 离子，再检验 Cl^- 。

14. 教材 P59


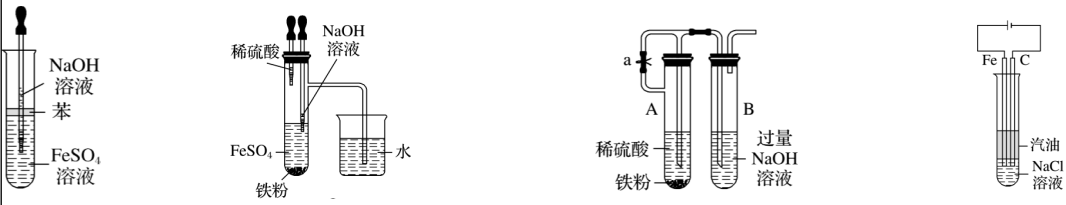
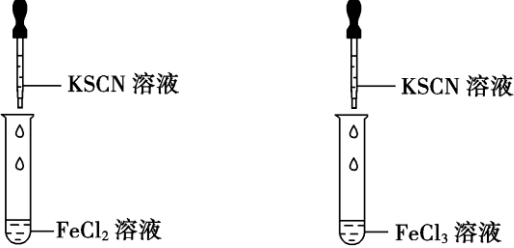
实验 2-10	配制 100 mL 1.00 mol/L NaCl 溶液
实验装置	<p>计算和称量 溶解 转移 摇匀</p> <p>洗涤 定容 摇匀 装瓶贴签</p>
实验用品	NaCl 固体、水；托盘天平、量筒、烧杯、玻璃棒、100 mL 容量瓶、胶头滴管、试剂瓶。
实验步骤	<p>①计算：根据 $n_B = c_B \cdot V$ 及 $m = M \cdot n$ 可计算 $m(\text{NaCl}) = 5.85\text{g}$。</p> <p>②称量：若用托盘天平可准确称取 NaCl 固体 5.9g。</p> <p>③溶解：将称好的 NaCl 固体放入烧杯中，用适量蒸馏水溶解，用玻璃棒搅拌，并冷却至室温。</p> <p>④转移：将烧杯中的溶液用玻璃棒引流转移到 100 mL 容量瓶中。</p> <p>⑤洗涤：用蒸馏水洗涤烧杯内壁 2~3 次，并将洗涤液都注入容量瓶中，轻轻摇动容量瓶，使溶液混合均匀。</p> <p>⑥定容：将蒸馏水注入容量瓶，当液面离容量瓶颈刻度线下 1~2cm 时，改用胶头滴管滴加蒸馏水至液面与刻度线相切。</p> <p>⑦摇匀：盖好瓶塞，反复上下颠倒，摇匀。</p> <p>⑧装瓶。</p>

实验说明	<p>①容量瓶的选择与使用注意： a.常见规格有：100 mL、250 mL、500 mL 及 1000 mL。 b.容量瓶是配制物质的量浓度溶液的专用仪器，选择容量瓶应遵循“大而近”的原则：所配溶液的体积等于或略小于容量瓶的容积。 c.使用容量瓶注意“五不”：不能溶解固体；不能稀释浓溶液；不能加热；不能作反应容器；不能长期贮存溶液。 d.使用前要检验容量瓶是否漏水。检验程序：加水→塞瓶塞→倒立→查漏→正立，瓶塞旋转 180°→倒立→查漏。</p> <p>②俯视、仰视对结果的影响(如下图)： a.仰视刻度线(如图 a)：由于操作时以刻度线为基准加水，故加水量增多，导致溶液体积偏大，c 偏小。 b.俯视刻度线(如图 b)：加水量偏少，溶液体积偏小，故 c 偏大。</p> <div style="text-align: center;">  </div>
------	---

15. 教材 P70

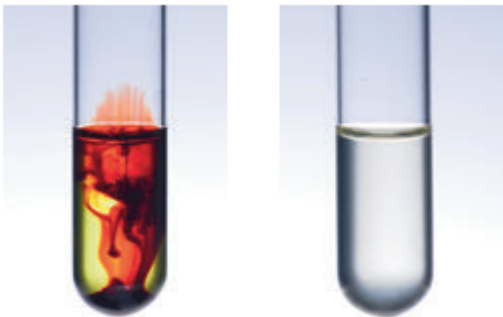
思考与讨论	铁与水蒸气的反应	
实验装置		
实验原理	$3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$	
实验用品	还原铁粉、肥皂水；湿棉花、试管、酒精灯、导管、蒸发皿、铁架台、镊子。	
实验步骤	用镊子将一湿棉花团塞入试管底部，用药匙向试管中部加入适量还原铁粉，塞紧带导管的橡皮塞，将导管浸入肥皂水液面下，加热试管，一段时间后用火柴点燃肥皂泡，观察现象。	
实验现象	红热的铁粉与水蒸气反应产生气体，蒸发皿中产生大量肥皂泡，用火柴点燃肥皂泡，听到爆鸣声，反应后试管内的固体仍为黑色。	
实验结论	铁不能与冷水、热水反应，但能与高温水蒸气反应，生成氢气。	
实验说明	<p>①酒精灯上加一个金属网罩是为了集中加热，提高温度，也可以使用酒精喷灯代替酒精灯。</p> <p>②实验结束时，先将导管从肥皂水中取出，再熄灭酒精灯。</p>	

16. 教材 P71

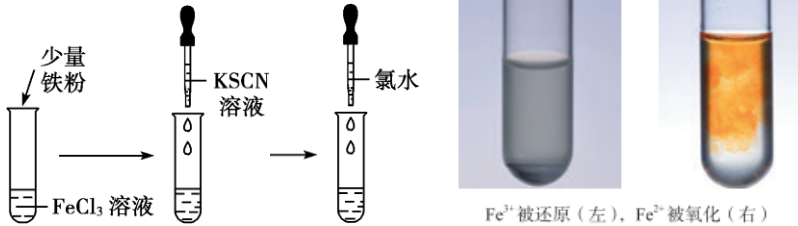
实验 3-1	铁的氢氧化物的制备
实验装置	
实验原理	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$; $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow (\text{白色})$, $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
实验用品	FeCl_3 溶液、 FeSO_4 溶液、 NaOH 溶液；试管、长胶头滴管。
实验步骤	在 2 支试管里分别加入少量 FeCl_3 和 FeSO_4 溶液，然后滴入 NaOH 溶液。观察并描述发生的现象。
实验现象	①试管中有红褐色沉淀产生。②试管中先生成白色沉淀，迅速变成灰绿色，最后变成红褐色。
实验说明	①氢氧化亚铁制备的核心问题：一是溶液中的溶解氧必须除去，二是反应过程必须与氧隔绝。 ② Fe^{2+} 易被氧化，所以 FeSO_4 溶液要现用现配，且配制 FeSO_4 溶液的蒸馏水要煮沸除去氧气。③为了防止 NaOH 溶液加入时带入空气，可将吸有 NaOH 溶液的长胶头滴管伸入到 FeSO_4 液面下，再挤出 NaOH 溶液。 ④能较长时间看到 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀的装置如下： 
实验 3-2	三价铁离子的检验(必修第一册 p68)
实验装置	
实验原理	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$
实验用品	FeCl_2 溶液、 FeCl_3 溶液、 KSCN 溶液；试管、胶头滴管。
实验步骤	在 2 支试管里分别加入 5mL FeCl_2 溶液和 5mL FeCl_3 溶液，各滴入几滴 KSCN 溶液。观察现

	象。
实验现象	FeCl ₂ 溶液无明显变化, FeCl ₃ 溶液变为红色。
实验说明	①Fe ²⁺ 的检验方法: 碱液法; KSCN+氧化剂法; 酸性高锰酸钾法; 铁氰化钾法。 ②Fe ³⁺ 的检验方法: 碱液法; KSCN 法; 苯酚法。

17. 教材 P72

实验 3-2	三价铁离子的检验
实验装置	 <p>向FeCl₃溶液中滴入KSCN溶液(左), 向FeCl₂溶液中滴入KSCN溶液(右)</p>
实验原理	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$
实验用品	FeCl ₂ 溶液、FeCl ₃ 溶液、KSCN 溶液; 试管、胶头滴管。
实验步骤	在 2 支试管里分别加入 5mL FeCl ₂ 溶液和 5mL FeCl ₃ 溶液, 各滴入几滴 KSCN 溶液。观察现象。
实验现象	FeCl ₂ 溶液无明显变化, FeCl ₃ 溶液变为红色。
实验说明	①Fe ²⁺ 的检验方法: 碱液法; KSCN+氧化剂法; 酸性高锰酸钾法; 铁氰化钾法。 ②Fe ³⁺ 的检验方法: 碱液法; KSCN 法; 苯酚法。

18. 教材 P73

实验 3-3	三价铁离子和亚铁离子的转化
实验装置	 <p>少量铁粉 FeCl₃ 溶液 KSCN 溶液 氯水 Fe³⁺ 被还原(左), Fe²⁺ 被氧化(右)</p>
实验原理	$2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$, $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$

实验用品	FeCl ₃ 溶液、铁粉、KSCN 溶液、氯水；试管、胶头滴管。
实验步骤	在盛有 2mL FeCl ₃ 溶液的试管中，加入适量铁粉，振荡试管。充分反应后，滴入几滴 KSCN 溶液，观察现象。把上层清液倒入另一试管，再加入几滴氯水，又发生了什么变化？
实验现象	溶液先变红后褪色，加入几滴氯水，溶液又变为红色。
实验结论	Fe ³⁺ 与 Fe ²⁺ 在适当的还原剂、氧化剂作用下可以相互转化。
实验说明	KSCN+氧化剂法检验 Fe ²⁺ 时，先加入 KSCN 溶液，无明显变化后，再加入新制氯水等氧化剂，试剂加入的顺序不能颠倒。

19. 教材 P75

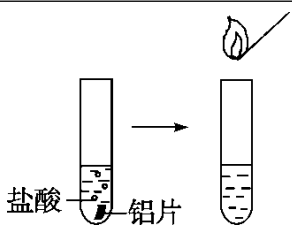
探究实验	印刷线路版制作
实验装置	
实验原理	$2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$
实验用品	FeCl ₃ 溶液、覆铜板；烧杯。
实验步骤	取一小块覆铜板，用油性笔在覆铜板上画上设计好的图——化学，然后浸入盛有 FeCl ₃ 溶液的小杯中。过一段时间后，取出覆铜板并用水清洗干净。观察实验现象，并展示制作的图案。
实验现象	在覆铜板上留下了铜红色的化学两字。
实验结论	FeCl ₃ 溶液能腐蚀铜。
实验说明	电子工业中常用覆铜板(以绝板为基材，一面或两面覆以铜箔，热压而成的一种板状材料)为基础材料制作印刷电路板，印刷电路板广泛用于电视机、计算机、手机等电子产品中。用铜板制作印电路板的原理是，利用 FeCl ₃ 溶液作为“腐蚀液”，将铜板上不需要的铜腐蚀。即把预先设计好的电路在覆铜板上用蜡或不透水的物料覆盖，以保护不被腐蚀；

20. 教材 P76


研究与实践 2	检验食品中的铁元素
阅读材料	<p>一、铁元素在人体中的作用</p> <p>成年人体内含有 4~5 克铁，根据在体内的功能状态可分成功能性铁和储存铁两部分。功能</p>

	<p>性铁存在于血红蛋白、肌红蛋白和一些酶中，约占体内总铁量的 70%。其余 30%为储存铁，主要储存在肝、脾和骨髓中。</p> <p>铁是合成血红蛋白的主要原料之一。血红蛋白的主要功能是把新鲜氧气运送到各组织。铁缺乏时不能合成足够的血红蛋白，造成缺铁性贫血。铁还是体内参与氧化还原反应的一些酶和电子传递体的组成部分，如过氧化氢酶和细胞色素都含有铁。</p> <p>二、人体铁元素的来源</p> <p>动物内脏(特别是肝脏)、血液、鱼、肉类都是富含血红素铁的食品。深绿叶蔬菜所含铁虽不是血红素铁，但摄入量多，所以仍是我国人民膳食铁的重要来源。</p> <p>三、常用的三价铁离子的检验方法</p> <p>1. 苯酚检验法</p> <p>铁离子与苯酚反应，可生成显紫色的络离子(络合物)。</p> <p>2. 硫氰化物鉴别法</p> <p>取溶液各少量，滴入可溶性硫氰化物(如 KSCN、NaSCN 等)溶液，变红色的是铁离子溶液，因为生成了显红色的络合物。</p> <p>3. 碱鉴别法</p> <p>加入氢氧化钠、氨水或氢氧化钾等碱性溶液后，有红褐色沉淀生成，并检测开始沉淀和沉淀完全时的 pH，发现从开始沉淀到沉淀完全时溶液的 pH(常温下)为 2.7~3.7 的是铁离子。</p> <p>4. 亚铁氰化钾溶液法(黄血盐溶液)</p> <p>铁离子在酸性溶液中与亚铁氰化钾溶液生成蓝色沉淀，称为普鲁士蓝。</p>
实验原理	$3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^{+} + \text{NO}_3^{-} = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^{-} = \text{Fe}(\text{SCN})_3$
实验用品	菠菜、蒸水、稀硝酸、KSCN 溶液；研钵、烧杯、剪刀、漏斗、玻璃棒、试管、滴管、滤纸。
实验步骤	<p>1. 取鲜的菠菜 10g，将菠菜剪碎后放在研钵中研磨，然后倒入烧杯中，加入 30mL 蒸水，搅拌。将上述浊液过滤，得到的滤液作为试验样品。</p> <p>2. 取少许试验样品加入试管中，然后加入少量稀硝酸(具有氧化性)。再滴加几滴 KSCN 溶液，振荡，观察溶液的变化。</p>
实验现象	观察到溶液变红。
实验结论	菠菜中含有铁元素。
实验说明	<p>1. 加入稀硝酸是将菠菜汁里的铁元素变成三价铁离子，从而进行检验。</p> <p>2. 样品处理还可以先将菠菜燃烧成灰，再溶解、过滤进行实验。</p>

21. 教材 P82

实验 3-4	氧化铝、铝与盐酸反应
实验装置	
实验原理	$\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$; $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow$
实验用品	盐酸、铝片；小试管、酒精灯、木条。
实验步骤	在 1 支小试管里分别加入 5mL 盐酸，再放入一小段铝片。观察实验现象。过一段时间后，将点燃的木条放入 试管口，你看到什么现象？
实验现象	试管中有气泡冒出，铝片逐渐溶解，铝片刚开始反应较慢，后来渐渐加快；将点燃的木条放在试管口时发出爆鸣声。
实验结论	氧化铝和铝都能与盐酸发生反应，铝能产生 H_2 。
实验说明	酸、碱、盐等可直接侵蚀铝的保护膜及铝制品本身，因此铝制餐具不易用来蒸煮或长时间存放酸性、碱性或咸的食物。

22. 教材 P76-77

实验 3-5	氧化铝、氢氧化钠铝与盐酸反应
实验装置	
实验原理	$2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow$; $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2\uparrow$
实验用品	NaOH 溶液、铝片；小试管、酒精灯、木条。
实验步骤	在 2 支小试管里分别加入 5mL NaOH 溶液，再分别放入一小段铝片和打磨过的一小段铝片。观察实验现象。过一段时间后，将点燃的木条分别放入 2 支试管口，你看到什么现象？
实验现象	放入打磨过的铝片的试管中立即产生气泡；而放入未打磨过的铝片的试管中开始没有气泡，一段时间后产生气泡；将点燃的木条放在试管口时发出爆鸣声。

实验结论	打磨过铝片和未打磨过的铝片都能与 NaOH 溶液发生反应，且都能产生 H ₂ 。
实验说明	酸、碱、盐等可直接侵蚀铝的保护膜及铝制品本身，因此铝制餐具不易用来蒸煮或长时间存放酸性、碱性或咸的食物。

23. 教材 P100

实验探究	钾的化学性质
实验装置	 
实验原理	$K + O_2 \rightleftharpoons KO_2$; $2K + 2H_2O \rightleftharpoons 2KOH + H_2 \uparrow$
实验用品	钾、水、酚酞溶液；镊子、小刀、滤纸、坩埚、泥三角、铁圈、酒精灯、培养皿(或烧杯)、玻璃片、胶头滴管。
实验步骤	<p>①将一干燥的坩埚加热，同时取一小块钾，擦干表面的煤油后，迅速投到热坩埚中，观察现象。</p> <p>②在培养皿(或烧杯)中放入一些水，然后取绿豆大的钾，用滤纸吸干表面的煤油，投入培养皿(或烧杯)中，观察现象。</p>
实验现象	<p>①钾迅速燃烧并产生紫色火焰，生成橙黄色固体；钾燃烧比钠更剧烈。</p> <p>②钾浮于水面，熔成小球，四处游动，产生轻微爆炸，反应比钠更剧烈，反应后的溶液滴加酚酞变红。</p>
实验结论	钾比钠更容易与氧气、水反应，钾比钠的金属性(或还原性)强。
实验说明	<p>①实验室钠、钾都保存在煤油中，锂用石蜡密封保存。</p> <p>②实验时一般钠取黄豆大小，钾取绿豆大小，必须用滤纸吸干表面的煤油，否则燃烧时会产生少量黑烟。</p> <p>③做钾与水的反应的实验要用玻璃片盖好培养皿(或烧杯)，以免因轻微爆炸而飞溅出液体来。</p>

24. 教材 P104

实验 4-1	卤素单质间的置换反应
--------	------------

实验装置	
实验原理	$2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$, $2\text{KI} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{I}_2$, $2\text{KI} + \text{Br}_2 = 2\text{KBr} + \text{I}_2$
实验用品	新制氯水、溴水、NaBr 溶液、KI 溶液、四氯化碳；试管、胶头滴管。
实验步骤	<p>①将少量新制的饱和氯水分别加入盛有 NaBr 溶液和 KI 溶液的试管中，用力振荡后加入少量四氯化碳，振荡、静置。</p> <p>②将少量溴水加入盛有 KI 溶液的试管中，用力振荡后加入少量四氯化碳，振荡、静置。</p>
实验现象	<p>①溶液分层，下层呈橙色；溶液分层，下层呈深紫色。②溶液分层，下层呈深紫色。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> KBr 溶液 + 氯水 </div> <div style="text-align: center;"> KI 溶液 + 氯水 </div> <div style="text-align: center;"> 向 KI 溶液中加入溴水 </div> </div> <p>图4-11 分别向KBr溶液和KI溶液中加入氯水 图4-12 向KI溶液中加入溴水</p>
实验结论	氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ ；非金属性： $\text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$ 。
实验说明	F_2 极易与水反应， $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HF} + \text{O}_2$ ， F_2 不能从溶液中置换其他卤素单质。


25. 教材 P109

实验探究	金属与水、酸的反应
实验装置	

实验原理	$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$, $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$; $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$, $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow$
实验用品	钠、镁、铝、水、酚酞溶液、1mol/L 盐酸; 镊子、小刀、滤纸、砂纸、酒精灯、烧杯、胶头滴管、试管、试管夹。
实验步骤	①在烧杯中放入一些水, 然后取黄豆大的钠, 用滤纸吸干表面的煤油, 投入烧杯中。观察现象。 ②取一小段镁带, 用砂纸磨去表面的氧化膜, 放入试管中。向试管中加入 2mL 水, 并滴入 2 滴酚酞溶液。观察现象。过一会儿加热试管至水沸腾。观察现象。 ③去一小段镁带和一小片铝, 用砂纸磨去它们表面的氧化膜, 分别放入两支试管, 再加入 2mL 1mol/L 盐酸。观察现象。
实验现象	①钠浮于水面, 熔成小球, 四处游动, 发出“嘶嘶”响声, 向反应后的溶液里加入 2 滴酚酞, 立即显红色。 ②镁与冷水反应缓慢, 滴加酚酞无明显现象; 加热时, 镁条表面有气泡产生, 溶液变红。 ③镁与酸剧烈反应, 有大量气泡产生; 铝与酸反应较剧烈, 有气泡产生。
实验结论	还原性: $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$; 金属性: $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$ 。
实验说明	金属与水或同浓度的酸反应的难易程度、剧烈程度可以用于比较金属的活泼性。


第二部分 必修第二册实验梳理

1. 教材 P3

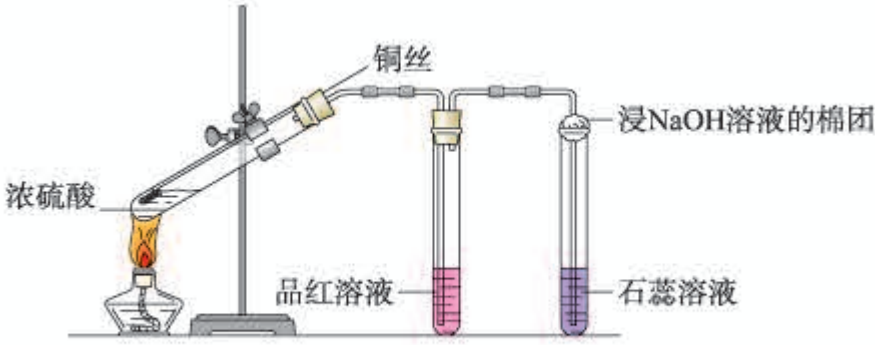
实验 5-1	二氧化硫溶于水
实验装置	 <p>图5-2 二氧化硫溶于水</p>
实验原理	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$
实验用品	二氧化硫、水、试管、橡胶塞、水槽
实验步骤	如图 5-2 所示, 把充满 SO_2 塞有橡胶塞的试管倒立在水中, 在水面下打开橡胶塞, 观察试管

	内液面的上升待液面高度不再明显变化时，在水下用橡胶塞塞紧试管口，取出试管，用 pH 试纸测定试管中溶液的酸碱度(保留该溶液供实验 5-2 使用)
实验现象	试管内液面上升
实验结论	SO ₂ 易溶于水
实验说明	1 体积水可溶解 40 体积 SO ₂

2. 教材 P4

实验 5-2	二氧化硫性质的实验探究
实验装置	 <p>图 5-3 二氧化硫的漂白作用</p>
实验原理	二氧化硫与有机色素反应生成不稳定的无色物质，受热分解又生成有色物质
实验用品	二氧化硫、水、石蕊溶液、品红溶液；试管、胶塞、水槽、胶头滴管、pH 试纸。
实验步骤	用试管取 2L 在实验 51 中得到的溶液，向其中滴入 1-2 滴品红溶液，振荡，观察溶液的颜色变化。然后加热试管，注意通风，再观察溶液的变化
实验现象	滴加品红溶液后，溶液先变红，振荡后退色，再加热后溶液颜色恢复红色，同时有刺激性气味的气体生成。
实验结论	SO ₂ 具有漂白性，但生成的化合物不稳定。
实验说明	亚硫酸、亚硫酸氢盐、亚硫酸盐也有此性质

3. 教材 P5

实验 5-3	浓硫酸与铜的反应
实验装置	 <p>图 5-6 浓硫酸与铜反应</p>


实验原理	$\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
实验用品	浓硫酸、铜丝、品红溶液、氢氧化钠溶液、石蕊溶液、水；烧杯、试管、橡胶塞、酒精灯、铁架台、棉花。
实验步骤	在带导管的橡胶塞侧面挖一个凹槽，并嵌入下端卷成螺旋状的铜丝在试管中加入 2mL 浓硫酸，塞好橡胶塞，使铜丝与浓硫酸接触。加热，将产生的气体先后通入品红溶液和石蕊溶液中，观察实验现象。向外拉铜丝，终止反应。冷却后，将试管里的物质慢慢倒入盛有大量水的另一支试管里，观察溶液的颜色。
实验现象	①加热前铜丝在浓硫酸中无明显现象 ②加热后，试管中铜丝表面变黑，有气泡逸出；试管中的品红溶液逐渐变为无色，试管中的紫色石蕊溶液逐渐变为红色 ③试管中的溶液呈蓝色
实验结论	①加热前铜与浓硫酸不反应②在加热条件下铜与浓硫酸反应生成二氧化硫。②在加热条件下铜与浓硫酸反应生成硫酸铜。总结论：浓硫酸具有强氧化性。
实验说明	①浓硫酸能与大多数金属反应，生成高价态金属的硫酸盐，本身一般被还原为 SO_2 。 ②常温下，浓硫酸能使铁、铝钝化。 ③浓硫酸可将碳、磷等非金属单质氧化成高价态的氧化物或含氧酸，本身被还原为 SO_2 。

4. 教材 P6

实验 5-4	硫酸根离子的检验
实验原理	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ ， BaSO_4 不溶于稀盐酸的特性来检验 SO_4^{2-}
实验用品	稀硫酸、 Na_2SO_4 溶液、 Na_2CO_3 溶液、盐酸、 BaCl_2 溶液；试管、胶头滴管。
实验步骤	在三支试管中分别加入少量稀硫酸， Na_2SO_4 溶液和 Na_2CO_3 溶液，然后各滴入几滴 BaCl_2 溶液，观察现象，再分别加入少量稀盐酸，振荡，观察现象，从这个实验中你能得出什么结论？写出相关反应的离子方程式。
实验现象	三支试管都产生白色沉淀，加盐酸前两支试管中白色沉淀无明显变化，装 Na_2CO_3 溶液产生白色沉淀溶解。
实验结论	溶液中的 CO_3^{2-} 也能与 Ba^{2+} 反应生成白色沉淀，但 BaCO_3 沉淀可以与稀盐酸反应故 CO_2 。因此在实验室里：通常将溶液先用稀盐酸酸化以排除 CO_3^{2-} 等可能造成的干扰，然后加入 BaCl_2 溶液来检验 SO_4^{2-} 的存在


实验说明	SO ₄ ²⁻ 的检验方法：①向未知液中加入适量的盐酸(排除 Ag ⁺ 、CO ₃ ²⁻ 、SO ₃ ²⁻ 的干扰)；②若出现沉淀，则应过滤，保留滤液，滤出沉淀；③向滤液中或未出现白色沉淀的溶液中加入 BaCl ₂ 溶液，观察是否有白色沉淀生成，若产生白色沉淀，则可证明未知液含 SO ₄ ²⁻ 。
------	---

5. 教材 P13

实验 5-5	二氧化氮被水吸收的实验
实验装置	 <p>图 5-10 二氧化氮溶于水的实验</p>
实验原理	$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ 或 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$
实验用品	二氧化氮、氧气、水；试管、水槽。
实验步骤	图 5-10 所示，左一支 50mL 的注射器里充入 20mL NO，然后吸入 5mL 水，用乳胶管和弹簧夹封住管口，振荡注射器，观察现象。打开弹簧夹，快速吸入 10mL 空气后夹上弹簧夹，观察现象。振荡注射器，观察现象。
实验现象	①无明显现象 ②注射器中气体由无色变为红棕色，注射器活塞向左移动 ③注射器中气体由红棕色变为无色，注射器活塞继续向左移动
实验结论	①NO 不溶于水 ②NO 和 O ₂ 反应生成红棕色 NO ₂ ，气体体积减小。 ③NO ₂ 不能全部被水吸收，有无色气体 NO 生成，气体体积继续减小。
实验说明	①以上过程实际是水吸收 NO ₂ 制硝酸的原理。 ②NO ₂ 的污染可用 NaOH 溶液处理： $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。 ③NO 的污染可用 NaOH 溶液处理(NO 不能单独被 NaOH 溶液吸收)： $\text{NO}_2 + \text{NO} + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。

6. 教材 P13


实验 5-6	氨气的喷泉实验(必修第二册，P13)
--------	--------------------

实验装置	 <p>图 5-11 氨溶于水的喷泉实验</p>
实验原理	氨气极易溶于水($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$), 导致容器内的气体压强变小, 容器内外产生压强差, 外界大气压将水压入从而形成喷泉。
实验用品	氨气、酚酞溶液、水; 圆底烧瓶、玻璃管、胶头滴管、烧杯、铁架台。
实验步骤	如图 5-11, 在干燥的圆底烧瓶里充满氨, 用带有玻璃管和滴管(预先吸入水)的塞子塞紧瓶口。倒置烧瓶, 使玻璃管插入盛有水的烧杯(预先在水里滴入少量酚酞溶液)。打开弹簧夹, 挤压滴管, 使水进入烧瓶。观察并描述现象, 分析出现这些现象的可能原因。
实验现象	烧杯中的溶液由玻璃管进入烧瓶, 形成喷泉, 瓶内液体呈红色。
实验结论	氨易溶于水, 水溶液呈碱性。
实验说明	①实验成功的关键: a.装置的气密性要好; b.烧瓶要干燥; c.氨气要充满。 ②若无胶头滴管引发喷泉, 可采用热敷法或冷敷法引发喷泉。

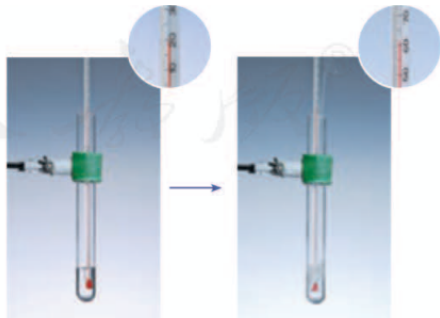
7. 教材 P14

实验 5-7	铵根离子的检验
实验原理	$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 通过 NH_3 使湿润的红色石蕊试纸变蓝来检验 NH_4^+
实验用品	NH_4Cl 溶液、 NH_4NO_3 溶液、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液、红色石蕊试纸、 NaOH 溶液、蒸馏水; 试管、胶头滴管。
实验步骤	在 NH_4Cl 溶液、 NH_4NO_3 溶液和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液的三支试管中分别加入 NaOH 溶液并加热(注意通风), 用镊子夹住一片湿润的红色石蕊试纸放在试管口, 观察现象, 分析产生现象的原因, 写出反应的离子方程式。
实验现象	三支试管都能产生能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体
实验结论	铵盐与强碱反应生成了氨气
实验说明	实验室中, 常利用铵盐与强碱反应产生氨这一性质来检验铵根离子的存在和制取氨

8. 教材 P15


实验 5-8	硝酸与铜的反应
实验装置	 <p>图 5-14 硝酸与铜反应</p>
实验原理	$\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
实验用品	浓硝酸、稀硝酸、铜丝、氢氧化钠溶液；烧杯、试管、橡胶塞、酒精灯、铁架台。
实验步骤	如图 5-14 所示，在橡胶塞侧面挖一个凹槽，并嵌入下端卷成螺旋状的铜丝。向两支具支试管中分别加入 2mL 浓硝酸和稀硝酸，用橡胶塞塞住试管口，使铜丝与硝酸接触。观察并比较实验现象。向上拉铜丝，终止反应。
实验现象	<p>①装浓硝酸的试管中铜丝溶解，产生红棕色气体，溶液变蓝</p> <p>②装稀硝酸的试管中铜丝溶解，产生无色气体，溶液变蓝</p>
实验结论	浓、稀硝酸都具有强氧化性。
实验说明	<p>①硝酸几乎能与绝大多数金属(除 Au、Pt 外)反应，生成高价态金属的硝酸盐，本身一般被还原为 NO_2 或 NO。</p> <p>②常温下，浓硝酸能使铁、铝钝化。</p> <p>③浓硝酸可将碳、磷等非金属单质氧化成高价态的氧化物或含氧酸，本身被还原为 NO_2。</p>

9. 教材 P32


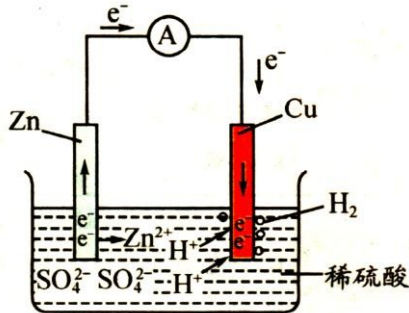
实验 6-1	放热反应
实验装置	 <p>图 6-1 盐酸与镁反应前后溶液的温度变化</p>
实验原理	$\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\uparrow \quad \Delta H < 0$

实验用品	2mol/L 的盐酸、镁条；温度计、试管、砂纸。
实验步骤	在一支试管中加入 2 mL 2mol/L 的盐酸，并用温度计测量其温度。再向试管中放入用砂纸打磨光亮的镁条。观察现象，并用温度计测量溶液温度的变化。
实验现象	试管中有大量气泡产生，试管壁发烫，溶液的温度升高。
实验结论	镁和盐酸的反应是放热反应。

10. 教材 P33

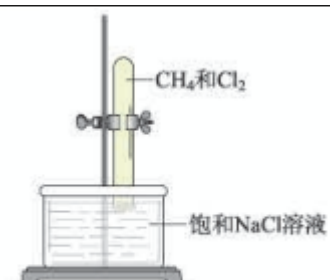
实验 6-2	吸热反应
实验装置	 <p>图6-2 化学反应吸热使烧杯与木片间的水凝结成冰</p>
实验原理	$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow + 10\text{H}_2\text{O} \quad \Delta H > 0$
实验用品	$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 晶体、 NH_4Cl 晶体；烧杯、玻璃片(或小木板)、玻璃棒。
实验步骤	将 20g $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 晶体研细后与 10g NH_4Cl 晶体一起放入烧杯中，并将烧杯放在滴有几滴水的木片上，用玻璃棒快速搅拌，闻到气味后迅速用玻璃片盖上烧杯，用手触摸烧壁下部，试着用手拿起烧杯，观察现象。
实验现象	有少许刺激性气味的气体产生；烧杯变凉，木片和烧杯底部粘接在一起。
实验结论	① $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 晶体和 NH_4Cl 晶体的反应是吸热反应。②反应产生了氨气。

11. 教材 P36

实验 6-3	原电池
实验装置	  <p>图6-6 原电池实验</p>

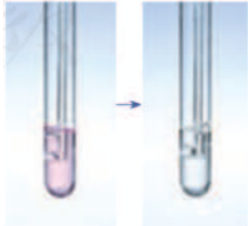
实验原理	锌片(负极): $\text{Zn}-2\text{e}^{-}=\text{Zn}^{2+}$ (氧化反应); 铜片(正极): $2\text{H}^{+}+2\text{e}^{-}=\text{H}_2\uparrow$ (还原反应); 总反应: $2\text{H}^{+}+\text{Zn}=\text{H}_2\uparrow+\text{Zn}^{2+}$ (工作原理如上右图)
实验用品	锌片、铜片、稀硫酸; 导线、电流表、烧杯。
实验步骤	(1)将锌片和铜片插入盛有稀硫酸的烧杯中, 观察现象。 (2)用导线连接锌片和铜片, 观察、比较导线连接前后的现象 (3)如图所示, 用导线在锌片和铜片之间串联一个电流表, 观察电流表的指针是否偏转。
实验现象	(1)当锌片与铜片插入稀硫酸时, 锌片上有气泡产生, 铜片上无气泡产生; (2)当用导线将锌片和铜片相连后, 铜片上有气泡产生; (3)串联电流表后, 电流表指针发生偏转。
实验结论	锌--铜--稀硫酸构成了原电池装置, 产生了电流, 化学能转化为电能。
实验说明	形成原电池后锌片表面有少量气体产生, 可能原因: 一是锌片不纯, 自身构成了微电池; 二是锌片与 H^{+} 直接接触发生氧化还原反应产生 H_2 (化学能转化为电能损耗)。

12. 教材 P64

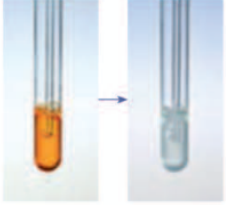
实验 7-1	甲烷的取代反应
实验装置	 <p>图 7-8 甲烷与氯气反应</p>
实验原理	$\text{CH}_4+\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl}(\text{气体})+\text{HCl}, \quad \text{CH}_3\text{Cl}+\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_2\text{Cl}_2(\text{液体})+\text{HCl},$ $\text{CH}_2\text{Cl}_2+\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CHCl}_3(\text{液体})+\text{HCl}, \quad \text{CHCl}_3+\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CCl}_4(\text{液体})+\text{HCl}$
实验用品	甲烷、氯气、饱和食盐水; 铁架台、硬质大试管、铝箔套、水槽。
实验步骤	取两支硬质大试管, 均通过排饱和食盐水的方法先后各收集半试管甲烷和半试管氯气, 分别用铁架台固定好(如图 7-8)。其中一支试管用铝箔套上, 另一支试管放在光亮处(不要放在日光直射的地方)。静置, 比较两支试管内的现象。
实验现象	套有铝箔试管内无明显现象。未套铝箔试管内气体颜色变浅; 试管内壁有油状液滴出现; 试管中有少量白雾; 试管内液面上升; 水槽中有固体析出。

实验结论	甲烷和氯气在光照的条件下发生反应，生成难溶于水的有机物。
实验说明	①CH ₄ 与纯卤素单质发生取代反应，与氯水、溴水不反应。 ②CH ₄ 与 Cl ₂ 的光照取代反应是一个连锁反应，各取代产物都有，有机产物在通常下的状态是“一气三液”。

13. 教材 P67

实验 7-2	乙烯的氧化反应
实验装置	 <p>图 7-10 乙烯与高锰酸钾反应</p>
实验原理	$\text{CH}_2=\text{CH}_2+3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2+2\text{H}_2\text{O}$; $5\text{C}_2\text{H}_4+12\text{KMnO}_4+18\text{H}_2\text{SO}_4=10\text{CO}_2+12\text{MnSO}_4+6\text{K}_2\text{SO}_4+28\text{H}_2\text{O}$
实验用品	乙烯、酸性高锰酸钾溶液；铁架台、石棉、碎瓷片、硬质试管、试管、导管、酒精灯。
实验步骤	(1)点燃纯净的乙烯，观察燃烧时的现象。 (2)将乙烯通入盛有酸性高锰酸钾溶液试管中，观察现象；
实验现象	(1)乙烯能在空气中燃烧，火焰明亮且伴有黑烟。 (2)乙烯使酸性高锰酸钾溶液和溴的四氯化碳溶液褪色。
实验结论	乙烯有可燃性。乙烯可被酸性高锰酸钾氧化；

14. 教材 P68

实验 7-3	乙烯的加成反应
实验装置	 <p>图 7-11 乙烯与溴反应</p>
实验原理	$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$
实验用品	乙烯、溴的四氯化碳溶液；试管、导管。


实验步骤	将乙烯通入盛有溴的四氯化碳溶液的试管中，观察现象。
实验现象	乙烯溴的四氯化碳溶液褪色。
实验结论	乙烯与溴发生了加成反应

14. 教材 P78

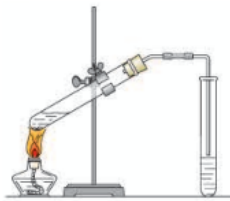
实验 7-4	乙醇与金属钠的反应
实验装置	 <p>图7-19 乙醇与钠反应</p>
实验原理	$2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\uparrow$
实验用品	无水乙醇、钠、澄清石灰水；镊子、小刀、滤纸、试管、医用注射针头、单孔塞、烧杯。
实验步骤	在盛有少量无水乙醇的试管中，加入一小块新切的、用滤纸擦干表面煤油的金属钠，在试管口迅速塞上带有尖嘴导管的橡胶塞，用小试管收集气体并检验其纯度；然后点燃(如图 7-19)，再将干燥的小烧杯罩在火焰上，待烧杯壁上出现液滴后，迅速倒转烧杯，向烧杯中加入少量澄清石灰水。观察实验现象，并与前面做过的水与钠反应的实验现象进行比较。
实验现象	钠开始沉于无水乙醇底部，不熔成闪亮的小球，也不发出响声，反应缓慢。产生的气体在空气中安静地燃烧，火焰呈淡蓝色，倒扣在火焰上方的干燥烧杯内壁有液滴产生，向烧杯中加入澄清石灰水无明显现象。
实验结论	乙醇与钠可以反应，产物为 H_2 。
实验说明	①点燃可燃性气体前要检验气体的纯度。 ②钠与乙醇反应不如与水反应剧烈，说明乙醇中羟基不如水中羟基活泼。

15. 教材 P78

实验 7-5	乙醇的催化氧化
--------	---------

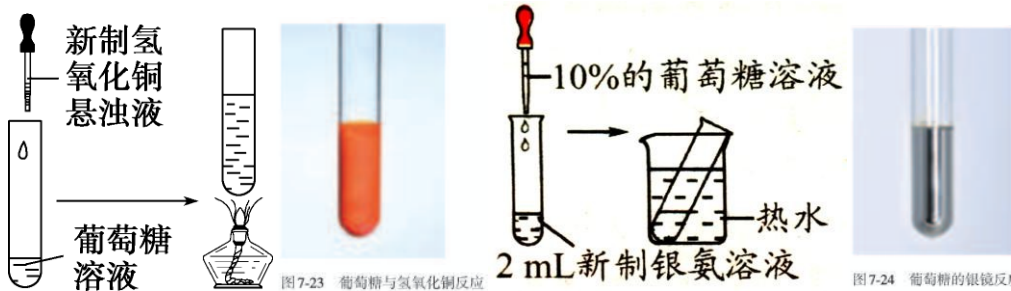
实验装置	
实验原理	$2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}, \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}$
实验用品	乙醇、铜丝；试管、酒精灯。
实验步骤	向试管中加入少量乙醇，取一根铜丝，下端绕成螺旋状，在酒精灯上灼烧后插入乙醇，反复几次。注意观察反应现象，小心闻试管中液体产生的气味。
实验现象	在空气中灼烧过呈黑色的铜丝表面变红，试管中的液体有刺激性气味。
实验结论	乙醇在铜作催化剂时被氧化为乙醛。
实验说明	铜丝绕成螺旋状是为了增大反应的接触面积，减少热量散失。

16. 教材 P78

实验 7-6	乙酸的酯化反应
实验装置	
实验原理	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{HOCH}_2\text{CH}_3 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
实验用品	乙酸、乙醇、浓硫酸、饱和碳酸钠溶液；酒精灯、大试管、长导管、铁架台。
实验步骤	在一支试管中加入 3mL 乙醇，然后边振荡试管边慢慢加入 2mL 浓硫酸和 2mL 乙酸，再加入几片碎瓷片，连接好装置，用酒精灯缓慢加热，将产生的蒸气经导管通到饱和碳酸钠溶液的液面上(如图 7-22)，观察现象。

实验现象	在饱和碳酸钠溶液的上方有透明的油状液体产生，并可闻到香味。
实验结论	在浓硫酸存在、加热的条件下，乙酸和乙醇发生酯化反应，生成无色、透明、不溶于水，且有香味的乙酸乙酯。
实验说明	<p>①盛反应液的试管向上倾斜 45 度，以增大试管的受热面积。</p> <p>②导气管末端不能浸入饱和 Na_2CO_3 溶液中是防止受热不均发生倒吸；实验中导管要长，起导气、冷凝回流挥发的乙醇和乙酸的作用。</p> <p>③饱和 $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ 的作用是：吸收未反应的乙醇和乙酸；降低乙酸乙酯的溶解度，有利于分层。</p> <p>④乙酸酯化反应的条件及其作用：加热，主要目的是提高反应速率，其次是使生成的乙酸乙酯挥发，提高乙醇、乙酸的转化率且利于收集产物；用浓硫酸作催化剂，提高反应速率；用浓硫酸做吸水剂，使化学平衡右移，提高乙醇、乙酸的转化率；使用过量乙醇，提高乙酸转化为酯的产率。</p>

17. 教材 P84

实验 7-7	葡萄糖的性质
实验装置	 <p>Figure 7-23: Glucose with copper(II) hydroxide reaction. Figure 7-24: Silver mirror reaction of glucose.</p>
实验原理	$\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COONa} + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO} + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \xrightarrow{\text{水浴加热}} \text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COONH}_4 + 2\text{Ag}\downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
实验用品	10%的葡萄糖溶液、银氨溶液、5%的 CuSO_4 溶液、10%的 NaOH 溶液、水；试管、烧杯、酒精灯、胶头滴管、试管夹。
实验步骤	<p>①在试管中加入 2mL 10%的 NaOH 溶液，滴加 5%的 CuSO_4 溶液 5 滴，再加入 2mL 10%的葡萄糖溶液，加热。观察并记录实验现象。</p> <p>②在一支洁净的试管中配制 2mL 的银氨溶液，加入 1mL 10%的葡萄糖溶液，振荡，然后在水浴中加热 3~5min。观察并记录实验现象。</p>

19. 教材 P86

实验 7-9	蛋白质的性质
实验装置	
实验原理	含有苯基的蛋白质和浓硝酸作用显黄色，称为“黄蛋白反应”，可用于鉴别蛋白质。
实验用品	鸡蛋清溶液、1%的醋酸铅溶液、浓硝酸、蒸馏、水头发、一小块丝织品；试管、胶头滴管、酒精灯。
实验步骤	(1)向盛有鸡蛋清溶液的试管中加入几滴醋酸铅溶液，观察现象。 (2)向盛有鸡蛋清溶液的试管中滴入几滴浓硝酸，加热。观察现象。 (3)在酒精灯的火焰上灼烧分别灼烧一小段头发和丝织品，小心地闻气味。
实验现象	(1)试管内蛋白质均产生沉淀 (2)开始有白色沉淀，加热沉淀变黄色。 (3)都有烧焦羽毛的气味
实验说明	用蛋白质的颜色反应和灼烧的方法可以鉴别含苯环的蛋白质。

第三部分 选择性必修 1 实验梳理

1. 教材 P5

实验探究	中和反应反应热的测定
实验装置	

实验原理	<p>强酸与强碱中和反应的实质是 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$，反应放出的热量会引起溶液温度的变化。在绝热的容器里加入一定量的盐酸和氢氧化钠溶液，通过测定反应前后溶液的温度，再利用比热容公式——$Q = cm\Delta t$，即可计算出该反应的反应热，最后再换算成生成 1mol 水所放出的热量，即得该反应条件下的中和热。</p>																																			
实验用品	<p>0.50mol/L 盐酸、0.55mol/L NaOH 溶液；大烧杯(500mL)、小烧杯(100mL)、温度计、量筒(50mL)两个、泡沫塑料或纸条、泡沫塑料板或硬纸板(中心有两个小孔)、环形玻璃搅拌棒。</p>																																			
实验步骤	<p>①在大烧杯底部垫泡沫塑料(或纸条)，使放入的小烧杯杯口与大烧杯杯口相平。然后再在大、小烧杯之间填满泡沫塑料(或纸条)，大烧杯上用泡沫塑料板(或硬纸板)作盖板，在板中间开两个小孔，正好使温度计和环形玻璃搅拌棒通过，以达到保温、隔热、减少实验过程中热量损失的目的。</p> <p>②用一个量筒量取 50mL 0.50mol/L 盐酸，倒入小烧杯中，并用温度计测量盐酸的温度，记入下表。然后把温度计上的酸用水冲洗干净。</p> <p>③用另一个量筒量取 50mL 0.55mol/L NaOH 溶液，并用温度计测量 NaOH 溶液的温度，记入下表。</p> <p>④把套有盖板的温度计和环形玻璃搅拌棒放入小烧杯的盐酸中，并把量筒中的 NaOH 溶液一次性倒入小烧杯(注意不要洒到外面)，盖好盖板。用环形玻璃搅拌棒轻轻搅动溶液，并准确读取混合溶液的最高温度，记为终止温度，记入下表。</p> <p>⑤重复实验步骤②~④三次。</p> <p>⑥计算反应热。</p>																																			
	<table border="1" data-bbox="268 1373 1414 1688"> <thead> <tr> <th data-bbox="268 1373 468 1431">温度</th> <th colspan="3" data-bbox="473 1373 1029 1431">起始温度 $t_1/^\circ\text{C}$</th> <th data-bbox="1034 1373 1219 1431">终止温度</th> <th data-bbox="1224 1373 1414 1431">温度差</th> </tr> <tr> <th data-bbox="268 1438 468 1496">实验次数</th> <th data-bbox="473 1438 654 1496">HCl</th> <th data-bbox="658 1438 839 1496">NaOH</th> <th data-bbox="844 1438 1029 1496">平均值</th> <th data-bbox="1034 1438 1219 1496">$t_2/^\circ\text{C}$</th> <th data-bbox="1224 1438 1414 1496">$(t_2 - t_1)/^\circ\text{C}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="268 1502 468 1560">1</td> <td data-bbox="473 1502 654 1560"></td> <td data-bbox="658 1502 839 1560"></td> <td data-bbox="844 1502 1029 1560"></td> <td data-bbox="1034 1502 1219 1560"></td> <td data-bbox="1224 1502 1414 1560"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 1567 468 1625">2</td> <td data-bbox="473 1567 654 1625"></td> <td data-bbox="658 1567 839 1625"></td> <td data-bbox="844 1567 1029 1625"></td> <td data-bbox="1034 1567 1219 1625"></td> <td data-bbox="1224 1567 1414 1625"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="268 1632 468 1688">3</td> <td data-bbox="473 1632 654 1688"></td> <td data-bbox="658 1632 839 1688"></td> <td data-bbox="844 1632 1029 1688"></td> <td data-bbox="1034 1632 1219 1688"></td> <td data-bbox="1224 1632 1414 1688"></td> </tr> </tbody> </table>	温度	起始温度 $t_1/^\circ\text{C}$			终止温度	温度差	实验次数	HCl	NaOH	平均值	$t_2/^\circ\text{C}$	$(t_2 - t_1)/^\circ\text{C}$	1						2						3										
温度	起始温度 $t_1/^\circ\text{C}$			终止温度	温度差																															
实验次数	HCl	NaOH	平均值	$t_2/^\circ\text{C}$	$(t_2 - t_1)/^\circ\text{C}$																															
1																																				
2																																				
3																																				
实验结论	<p>通常条件下，强酸与强碱溶液反应的中和热约为 57.3kJ/mol。已知生成 1mol 水时的反应热为： $\Delta H = -0.418(t_2 - t_1) / 0.025 \text{kJ/mol}$。取接近的温度差值的平均值代入进行计算。</p>																																			

实验说明	<p>①本实验成败的关键在于容器的绝热效果及温度测量的准确。因此，若用上述仪器进行组装，则严格按照操作进行，也可以用保温杯等其他绝热较好的容器代替进行。</p> <p>②酸碱溶液的混合要迅速，以减少热量的损失。</p> <p>③为了保证盐酸完全被碱中和，使碱稍过量。</p>
------	---

2. 教材 P24

实验探究	硫代硫酸钠与不同浓度硫酸反应速率的比较
实验装置	
实验原理	<p>在实验中，控制温度和 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 浓度不变，探究 H_2SO_4 浓度不同时对反应速率的影响。</p> <p>本实验涉及的化学方程式为：$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \text{S}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$</p>
实验用品	<p>0.1mol/L$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液、0.1mol/LH_2SO_4 溶液、0.5mol/LH_2SO_4 溶液；试管、胶头滴管、10mL量筒、100mL 烧杯、秒表、温度计。</p>
实验步骤	<p>取两支试管各加入 5mL 0.1mol/L$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液；另取两支试管分别加入 5mL 0.1mol/LH_2SO_4 溶液和 5mL 0.5mol/LH_2SO_4 溶液；分别将同一烧杯中的两溶液混合并振荡，记录每组中从混合到出现浑浊的时间。</p>
实验现象	硫酸浓度大的一组首先出现浑浊。
实验结论	在其他条件相同时，增大反应物浓度反应速率加快，降低反应物浓度反应速率减小。
实验说明	<p>在实验过程中计时由刚混合两溶液开始按秒表，当溶液出现浑浊时停止计时。为了对比更明显、观察得更清楚，可在试管后面衬一张白纸来观察现象。</p>

3. 教材 P24

实验探究	不同温度下硫代硫酸钠与硫酸反应速率的比较
------	----------------------

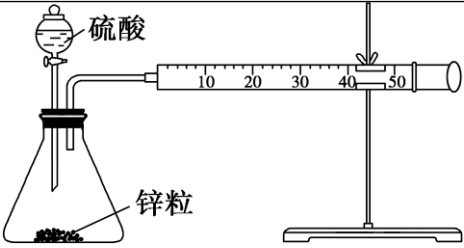
实验装置	<p>0.1 mol·L⁻¹ H₂SO₄ 5 mL 0.1 mol·L⁻¹ Na₂S₂O₃ 5 mL 25℃冷水</p> <p>0.1 mol·L⁻¹ Na₂S₂O₃ 5 mL 0.1 mol·L⁻¹ H₂SO₄ 5 mL 70℃热水</p> <p>3 min后分别混合并振荡</p>
实验原理	<p>在实验中，控制 Na₂S₂O₃ 与 H₂SO₄ 溶液浓度不变，探究温度不同时对反应速率的影响。</p> <p>本实验涉及的化学方程式为：$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \text{S}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$</p>
实验用品	0.1mol/LNa ₂ S ₂ O ₃ 溶液、0.1mol/LH ₂ SO ₄ 溶液；试管、胶头滴管、10mL 量筒、100mL 烧杯、秒表、温度计。
实验步骤	取两支试管各加入 5mL 0.1mol/LNa ₂ S ₂ O ₃ 溶液；另取两支试管各加入 5mL 0.1mol/LH ₂ SO ₄ 溶液；将四支试管分成两组(各有一支盛有 Na ₂ S ₂ O ₃ 和 H ₂ SO ₄ 的试管)，一组放入盛冷水的烧杯中，另一组放入盛有热水的烧杯中。经过一段时间后，分别将同一烧杯中的两溶液混合并振荡，记录每组中从混合到出现浑浊的时间。
实验现象	加热的一组首先出现浑浊。
实验结论	在其他条件相同时，升高温度反应速率增大，降低温度反应速度减小。
实验说明	在实验过程中计时由刚混合两溶液开始按秒表，当溶液出现浑浊时停止计时。为了对比更明显、观察得更清楚，可在试管后面衬一张白纸来观察现象。

4. 教材 P24

实验探究	催化剂对反应速率的影响(人教版化学选择性必修 1p24)
实验装置	<p>1 mL 0.1 mol/L FeCl₃ 溶液</p> <p>1 mL 0.1 mol/L CuSO₄ 溶液</p> <p>2 mL 5% H₂O₂ 溶液</p> <p>① ②</p>
实验原理	$2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$
实验用品	5% 的双氧水、0.1mol/LFeCl ₃ 、0.1mol/L CuSO ₄ ；试管、胶头滴管、10mL 量筒。
实验步骤	在两支试管中分别加入 2mL 5% 的 H ₂ O ₂ 溶液，再向 H ₂ O ₂ 溶液中分别滴入 0.1mol/L FeCl ₃ 和 CuSO ₄ (使用 CuCl ₂ 更好)溶液各 1mL，摇匀，比较 H ₂ O ₂ 的分解速率。
实验现象	试管中均有气泡产生，且速率均较快。

实验结论	FeCl_3 和 CuSO_4 对 H_2O_2 的分解都有催化作用，可加快反应速率，但催化效果不同。
实验说明	正催化剂能显著加快化学反应速率，且不同催化剂对同一化学反应的催化作用是不同的。 若使用 CuCl_2 ，可说明 Fe^{3+} 和 Cu^{2+} 对 H_2O_2 的分解都有催化作用。

5. 教材 P26

实验名称	定量研究影响化学反应速率的因素：以锌和稀硫酸的反应为例
实验装置	
实验用品	锌粒(颗粒大小基本相同), 1mol/L 稀硫酸、4mol/L 稀硫酸; 锥形瓶、分液漏斗、双孔塞、注射器、铁架台、导管、橡胶管、秒表。
实验步骤	<p>①按上图安装两套装置。检查装置的气密性(关闭分液漏斗的活塞, 将注射器往外拉一段距离, 松开手后观察是否会迅速回到原位)。</p> <p>②在锥形瓶内各盛有 2g 锌粒(颗粒大小基本相同), 然后通过分液漏斗分别加入 40mL 1mol/L 和 40mL 4mol/L 的硫酸。比较两者收集 10mL 氢气所用的时间。</p>
实验现象	收集 10mL H_2 , 4mol/L 硫酸所用时间比 1mol/L 硫酸所用时间短。
实验结论	在温度及金属质量大小相同的条件下, 酸的浓度越大, 速度越快。
实验说明	<p>本实验需要注意的几个关键操作有: ①实验装置的气密性要好。②尽可能做好“不变量的控制”——锌粒的表面积、温度、氢气的体积或时间等。③可用恒压漏斗代替分液漏斗滴加稀硫酸, 减少滴加硫酸对气体体积测量的影响。</p>

6. 教材 P36

实验 2-1	Fe^{3+} 、 SCN^- 浓度对 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 溶液中平衡移动的影响
实验装置	

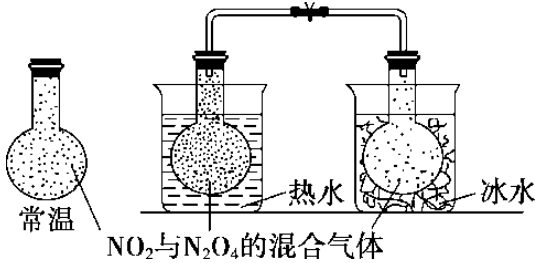
实验原理	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ (红色)
实验用品	0.005mol/L FeCl_3 溶液、饱和 FeCl_3 溶液 0.01mol/L KSCN 溶液 1mol/L KSCN 溶液；试管、胶头滴管。
实验步骤	<p>①向盛有 5mL 0.005mol/L FeCl_3 溶液的试管中加入 5mL 0.01mol/L KSCN 溶液，将溶液均分三份置于三个试管(a、b、c)中。</p> <p>②向第二支试管 b 中加入少量铁粉，充分振荡。向第三支试管 c 中滴加 4 滴 1mol/L KSCN 溶液，充分振荡。分别与第一支试管 a 中的溶液进行颜色比较，观察溶液颜色变化。</p>
实验现象	①溶液呈红色。②第二试管 b 中溶液红色变浅、第三支试管 c 中溶液红色加深。
实验结论	增大反应物浓度，正反应速率明显加快，平衡正向移动。减小反应物浓度，正反应速率明显减慢，平衡逆向移动。
实验说明	<p>①本实验的关键是第一次获得的溶液浓度要小、红色要浅。</p> <p>②本实验所加少量铁粉与 Fe^{3+} 反应生成 Fe^{2+}，减小了 Fe^{3+} 浓度，使 Fe^{3+} 浓度明显低于原来的 0.005mol/L，另一方面体积改变可以忽略不计，很好地控制了单一变量。</p> <p>③作为离子反应，只有改变实际参加反应的离子浓度，对平衡才有影响，如增加 KCl 固体量，平衡不移动，因为 KCl 不参与离子反应。</p>

7. 教材 P38

实验 2-2	压强对二氧化氮、四氧化二氮平衡体系的影响
实验装置	
实验原理	$2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ <p>(红棕色) (无色)</p>

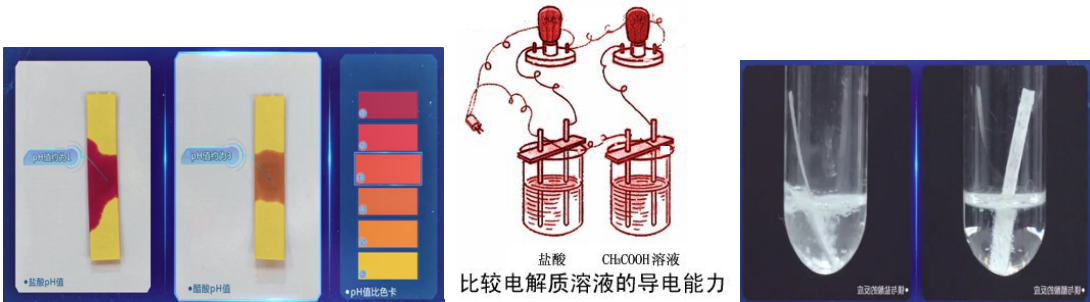
实验用品	NO ₂ 气体；50mL 或 100mL 注射器。
实验步骤	用一支注射器(50mL 或更大些的)吸入约 30mL 二氧化氮和四氧化氮的混合气体，并将针头插入胶塞封闭。然后推针管将二氧化氮急速压缩，观察针管内气体的颜色变化。再拉针管使二氧化氮气体急速膨胀，观察管内气体的颜色变化。
实验现象	当推针管急速压缩气体时，可以看到针管内气体颜色先变深后慢慢变浅。当拉针管急速膨胀气体时，针管内气体颜色先变浅后慢慢变深。
实验结论	管内气体存在平衡，推针管气体颜色先深后浅，是因为管内气体体积减小，浓度增大而变深，后变浅是因压强增大使平衡向生成物方向移动。四氧化二氮为无色气体，所以混合气体颜色变浅。拉针管时气体颜色先浅后深，是因为拉针管，管内气体体积膨胀，压强减小，浓度降低，后变深是因为压强减小，使上述平衡左移，生成较多红棕色气体。综合上述实验可知，在其他条件不变的情况下，增大压强，会使化学平衡向着气体体积缩小的方向移动；减小压强，会使平衡向着气体体积增大的方向移动。

8. 教材 P39

实验 2-3	温度对二氧化氮、四氧化二氮平衡体系的影响
实验装置	
实验原理	$2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \quad \Delta H = -56.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ <p>(红棕色) (无色)</p>
实验用品	冰水、热水、NO ₂ 气体；圆底烧瓶、玻璃导管、单孔橡皮塞、烧杯、止水夹、橡胶管。
实验步骤	<p>①将两个圆底烧瓶里面分别充满 NO₂ 气体，塞上塞子现察颜色。</p> <p>②选取两个烧杯，一边加入冰水，一边加入热水，将上述充满 NO₂ 气体的圆底烧瓶用玻璃导管和橡胶管连起来，夹住止水夹，观察颜色变化。</p>
实验现象	热水中混合气体颜色加深；冰水中混合气体颜色变浅。
实验结论	混合气体受热颜色加深，说明 NO ₂ 浓度增大，即平衡向逆反应(吸热反应)方向移动；混合气体

	被冷却时颜色变浅, 说明 NO_2 浓度减小, 即平衡向正反应(放热反应)方向移动。
实验说明	①热水温度稍高一点为宜, 否则颜色变化不明显。②可留一个室温下的参照物便于颜色对比。

9. 教材 P58

实验 3-1	等浓度的盐酸、醋酸溶液酸性的比较
实验装置	
实验原理	$\text{Mg}+2\text{H}^+=\text{Mg}^{2+}+\text{H}_2\uparrow$, $\text{Mg}+2\text{CH}_3\text{COOH}=\text{Mg}^{2+}+2\text{CH}_3\text{COO}^-+\text{H}_2\uparrow$
实验用品	1. 0mol/L 盐酸溶液、1. 0mol/L 醋酸溶液、镁条; pH 试纸、小灯泡、导线、电极、烧杯、试管、胶头滴管。
实验步骤	<p>①测定 1. 0mol/L 盐酸溶液、1. 0mol/L 醋酸溶液的 pH。</p> <p>②按上述接好电路, 测定等体积 1. 0mol/L 盐酸溶液、1. 0mol/L 醋酸溶液导电能力。</p> <p>③分别取等体积的 1. 0mol/L 盐酸溶液和 1. 0mol/L 醋酸溶液与等量的镁条反应, 观察实验现象。</p>
实验现象	<p>①1. 0mol/L 盐酸溶液的 pH 为 0, 1. 0mol/L 醋酸溶液的 pH 约为 3。</p> <p>②盐酸溶液的灯泡更亮。</p> <p>③盐酸溶液中剧烈反应, 产生大量气泡, 醋酸溶液中缓慢反应, 产生少量气泡。</p>
实验结论	<p>①反应的剧烈程度和 pH 都有差别, 说明两溶液中的 H^+ 浓度是不同的。</p> <p>②盐酸溶液导电能力更强, 说明盐酸溶液离子浓度比醋酸溶液浓度大, 即 HCl 的电离程度大于 CH_3COOH 的电离程度。</p> <p>③盐酸溶液中的现象更为剧烈, 说明盐酸中 H^+ 浓度比醋酸中 H^+ 浓度大, 即 HCl 的电离程度大于 CH_3COOH 的电离程度。</p>

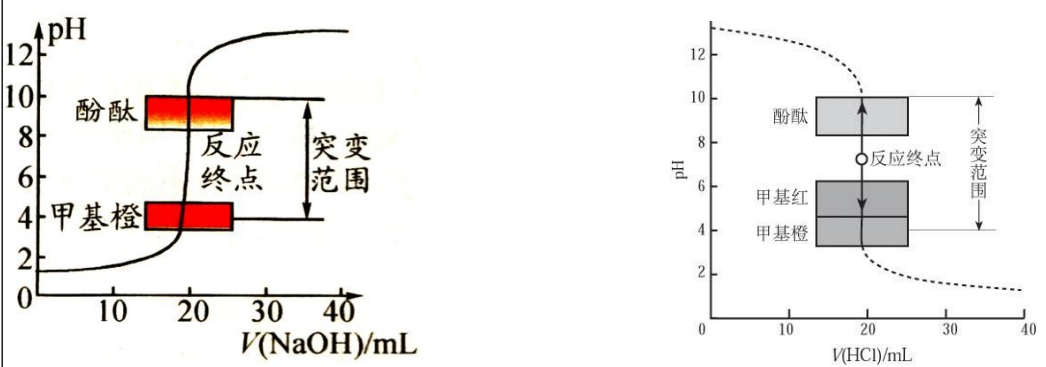
10. 教材 P61

实验 3-2	醋酸与饱和碳酸溶液酸性比较
--------	---------------

实验装置	
实验原理	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
实验用品	0.1mol/L 醋酸、1mol/L 碳酸钠溶液；铁架台、试管、胶头滴管。
实验步骤	向洁净的试管中分别加入 0.1mol/L 醋酸，然后向试管中加入 1mol/L 的碳酸钠溶液，观察实验现象。
实验现象	醋酸溶液中产生气泡。
实验结论	①醋酸能与碳酸钠溶液反应，放出 CO_2 气体。 ②酸性强弱： $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3$ 。
实验说明	为使实验现象更加明显，易于观察，滴加顺序必须为向酸溶液中滴加碳酸钠。

11. 教材 P67-68

实验名称	实验测定酸碱中和滴定曲线
实验装置	
实验原理	酸碱滴定曲线是以酸碱中和滴定过程中滴加酸(或碱)的量为横坐标，以溶液 pH 为纵坐标绘出的一条溶液 pH 随酸(或碱)的滴加量而变化的曲线。它描述了酸碱中和滴定过程中溶液 pH 的变化情况，其中酸碱滴定终点附近的 pH 突变情况(如下滴定曲线图)，对于酸碱滴定中如何选择合适的酸碱指示剂具有重要意义。
实验用品	蒸馏水、0.1000mol/L 盐酸溶液、0.1000mol/L NaOH 溶液、酚酞指示剂、甲基橙指示剂；pH 计、

	锥形瓶、烧杯、酸式和碱式滴定管、滴定管夹、铁架台。
实验步骤	<p>①滴定前的准备工作。滴定管：查漏→水洗→润洗→装液→赶气泡→调液面→记录初始读数；锥形瓶：水洗→装液→滴加指示剂。</p> <p>②滴定。左手控制滴定管，右手不停摇动锥形瓶，眼睛注视锥形瓶内溶液颜色的变化。酸碱中和滴定开始时和达到滴定终点之后，测试和记录 pH 的间隔可稍大些，如每加入 5~10mL 酸或碱，测试和记录一次；滴定终点附近，测试和记录 pH 的间隔要小，每滴加一滴测一次。</p> <p>③数据处理。</p>
滴定曲线	
实验说明	<p>1. 中和滴定的关键</p> <p>(1)准确测定参加反应的两种溶液的体积。</p> <p>(2)准确判断中和滴定的终点。</p> <p>2. 指示剂的选择</p> <p>在酸碱中和滴定时，常选甲基橙和酚酞作指示剂，不能用石蕊试液(因变色范围太大)。</p> <p>3. 操作注意事项</p> <p>(1)滴速：先快后慢，当接近终点时，应一滴一摇。</p> <p>(2)终点：最后一滴恰好使指示剂颜色发生明显的改变且半分钟内不变色，读出 $V(\text{标})$ 记录。</p> <p>(3)在滴定过程中，左手控制活塞或玻璃小球，右手摇动锥形瓶，两眼注视锥形瓶内溶液颜色的变化。</p>

12. 教材 P72

实验探究	探究盐溶液酸碱性
------	----------

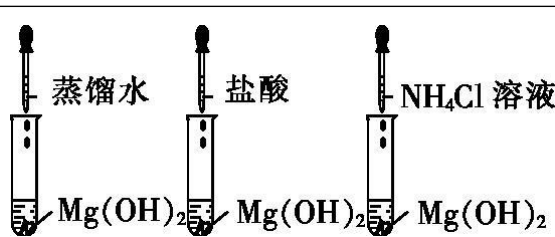
实验装置						
实验原理	在溶液中盐电离出来的离子(弱碱的阳离子或弱酸的阴离子)结合水电离出的 OH^- 或 H^+ 生成弱电解质, 破坏了水的电离平衡, 促进了水的电离, 使溶液显示酸性、碱性或中性					
实验用品	$0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$ 、 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KNO}_3$ 、 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COONa}$ 、 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、蒸馏水; pH 试纸、试管、玻璃棒、表面皿					
实验步骤	取 6 支试管, 分别加入上述六种溶液, 并用 pH 试纸测定溶液的 pH。					
实验现象						
实验结论	①强酸强碱盐溶液呈中性。 ②弱酸强碱盐溶液呈碱性。 ③强酸弱碱盐溶液呈酸性。					
实验说明	在可溶性盐溶液中: 有弱才水解, 无弱不水解, 越弱越水解, 都弱都水解, 谁强显谁性					

13. 教材 P75

实验探究	探究反应条件对 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 水解平衡的影响			
实验原理	$\text{Fe}^{3+}(\text{黄色}) + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{红褐色}) + 3\text{H}^+$			
实验用品	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液、 FeCl_3 晶体、 HCl 气体、 NaHCO_3 固体; pH 计、试管、胶体滴管、酒精灯。			
实验步骤	向 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入少量 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 晶体, 看溶液颜色变化, 并用 pH 计测其 pH 变化。	向 FeCl_3 溶液中加入少量 HCl 气体, 看溶液颜色变化。	向 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入少量 NaHCO_3 固体, 观察现象。	将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液加热, 看溶液颜色变化。
实验现象	溶液颜色变深, pH 减小。	溶液颜色变浅。	产生红褐色沉淀, 无色气体。	溶液颜色变深。
实验结论	增大反应物浓度或减小生成物浓度或升高温度, 水解平衡向右移动; 增大生成物浓度, 水解平			

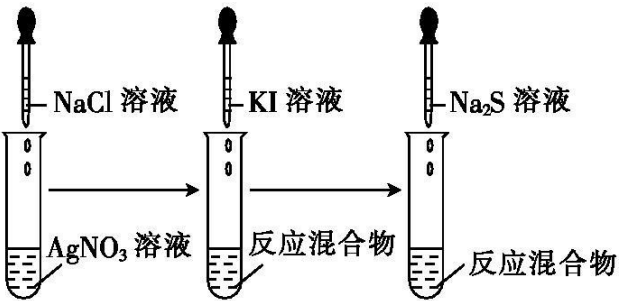
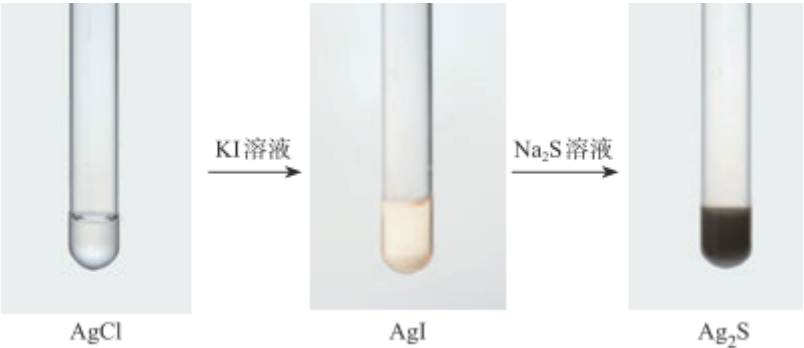
	衡向左移动。
实验说明	<p>(1)主要因素——盐本身的性质</p> <p>相同条件下，组成盐的酸根离子对应的酸越弱或阳离子对应的碱越弱，水解程度就越大(越弱越水解)。</p> <p>(2)外界因素</p> <p>①温度：盐的水解是吸热反应，因此升高温度，水解程度增大。</p> <p>②浓度：盐的浓度越小，电解质离子相互碰撞结合成电解质分子的几率越小，水解程度越大。</p> <p>③酸碱性：向盐溶液中加入 H^+，可抑制阳离子水解，促进阴离子水解；向盐溶液中加入 OH^-，能抑制阴离子水解，促进阳离子水解。</p>

14. 教材 P82

实验 3-3	氢氧化镁沉淀在蒸馏水、盐酸中的溶解
实验装置	
实验原理	<p>氢氧化镁难溶于水，但与酸反应，溶于酸性溶液。</p> $Mg(OH)_2 + 2H^+ = Mg^{2+} + H_2O$
实验用品	蒸馏水、盐酸、氢氧化镁固体；试管、胶头滴管。
实验步骤	<p>①取两支干燥的试管，分别加入等量的氢氧化镁固体。</p> <p>②分别向两支试管中依次加入蒸馏水、盐酸，充分振荡，观察沉淀的溶解情况。</p>
实验现象	氢氧化镁中加入蒸馏水沉淀量无明显减少；氢氧化镁中加入盐酸溶液，沉淀迅速完全溶解，得无色溶液；
实验结论	<p>①氢氧化镁溶于酸。在含有难溶物氢氧化镁的溶液中存在溶解平衡，加入酸能促进沉淀的溶解。</p> <p>②加入能与沉淀溶解所产生的离子发生反应的试剂，生成挥发性物质或弱电解质而使溶解平衡向溶解的方向移动。</p>

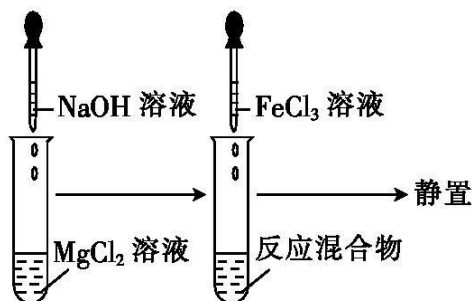
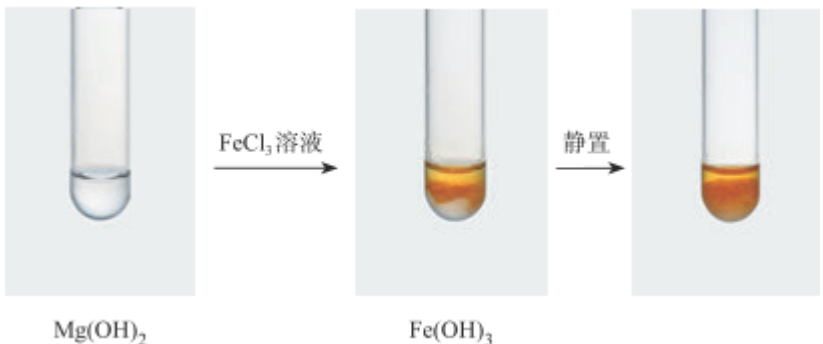
15. 教材 P83

实验 3-4	氯化银、碘化银、硫化银沉淀的转化
--------	------------------

实验装置	
实验原理	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow, \text{AgCl} + \text{I}^- = \text{AgI} + \text{Cl}^-, 2\text{AgI} + \text{S}^{2-} = \text{Ag}_2\text{S} + 2\text{I}^-$
实验用品	0.1mol/L AgNO_3 溶液、0.1mol/L NaCl 溶液、0.1mol/L KI 溶液、0.1mol/L Na_2S 溶液；试管、滴管。
实验步骤	<ol style="list-style-type: none"> ①向盛有 2mL 0.1mol/L NaCl 溶液试管中滴加 5 滴 0.1mol/L AgNO_3 溶液，观察并记录现象。 ②振荡试管，向其中滴加 4 滴 0.1mol/L KI 溶液，观察并记录现象。 ③振荡试管，然后再向其中滴加 8 滴 0.1mol/L Na_2S 溶液，观察并记录现象。
实验现象	<ol style="list-style-type: none"> ①NaCl 溶液和 AgNO_3 溶液混合产生白色沉淀。 ②向所得固液混合物中滴加 KI 溶液，沉淀颜色逐渐变成黄色。 ③再向所得固液混合物中滴加 Na_2S 溶液，沉淀颜色逐渐变成黑色。 
实验结论	<ol style="list-style-type: none"> ①溶解度由大到小的顺序为：$\text{AgCl} > \text{AgI} > \text{Ag}_2\text{S}$ [或 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$，因沉淀类型不同通常不能比较 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$、$K_{\text{sp}}(\text{AgI})$ 与 $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{S})$ 的大小]。 ②溶解度小的沉淀会转化成溶解度更小的沉淀，且两者差别越大，转化越容易。
实验说明	利用沉淀的转化探究沉淀的溶解度大小时，与多个沉淀均相关的离子(如 Ag^+)不能过量。

16. 教材 P83

实验 3-5	氢氧化镁、氢氧化铁沉淀的转化
--------	----------------

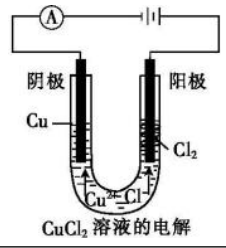
实验装置	
实验原理	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^{-} = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow, \quad 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Mg}^{2+} + 2\text{Fe}(\text{OH})_3$
实验用品	0.1mol/L MgCl_2 溶液、0.1mol/L FeCl_3 溶液、2mol/L NaOH 溶液；试管、量筒、胶头滴管。
实验步骤	<p>①向盛有 2mL 0.1mol/L MgCl_2 溶液的试管中滴加 2~4 滴 2mol/L NaOH 溶液，观察并记录现象。</p> <p>②向上述试管中再滴加 4 滴 0.1mol/L FeCl_3 溶液，静置，观察并记录现象。</p>
实验现象	<p>MgCl_2 溶液中加入 NaOH 得到白色沉淀，再加入 FeCl_3 后，沉淀逐渐变为红褐色。</p> 
实验结论	<p>①溶解度由大到小的顺序为：$\text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Fe}(\text{OH})_3$ (因沉淀类型不同通常不能比较两者 K_{sp} 的大小)。</p> <p>②溶解度小的沉淀会转化成溶解度更小的沉淀，且两者差别越大，转化越容易。</p>
实验说明	利用沉淀的转化探究沉淀的溶解度大小时，与多个沉淀均相关的离子(如 OH^{-})不能过量。

17. 教材 P96

实验 4-1	双液锌铜原电池
--------	---------

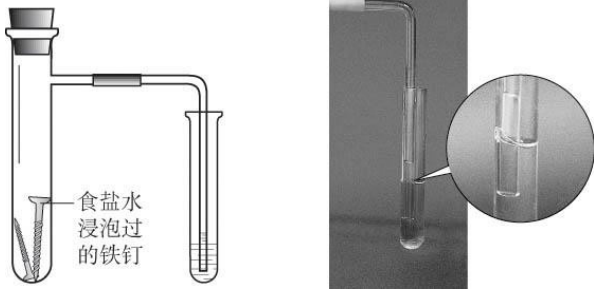
实验装置	
实验原理	锌片(负极): $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ (氧化反应); 铜片(正极): $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ (还原反应); 总反应: $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} = \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$
实验用品	ZnSO ₄ 溶液、CuSO ₄ 溶液; 锌片、铜片、大烧杯、导线、电流表、盐桥。
实验步骤	用一个充满电解质溶液的盐桥, 将置有锌片的 ZnSO ₄ 溶液和置有铜片的 CuSO ₄ 溶液连接起来, 然后将锌片和铜片用导线连接, 并在中间串联一个电流表, 观察现象。取出盐桥, 观察现象。
实验现象	有盐桥存在时, 锌片表面逐渐失去光泽, 铜片上逐渐覆盖一层光泽的亮红色物质, 电流计指针偏转。没有盐桥时, 电流计指针回零, 锌片和铜片上均无变化。
实验结论	盐桥中的电解质将两个烧杯中的溶液连成一个通路, 并使氧化反应和还原反应完全分开在两个不同的区域进行, 避免了电流损耗。
实验说明	①盐桥通常是装有饱和 KCl 琼脂溶胶的 U 形管, 溶液不致流出来, 但离子则可以在其中自由移动。 ②单液锌铜原电池实验, 除了上述现象外, 溶液的温度会略微升高, 化学能转化为电能和热能。

18. 教材 P104

实验 4-2	电解氯化铜溶液 
实验装置	
实验原理	阴极: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ (还原反应); 阳极: $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2\uparrow$ (氧化反应); 总反应: $\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cu} + \text{Cl}_2\uparrow$
实验用品	25%CuCl ₂ 溶液; 碘化钾淀粉试纸、导线、电流表、U 型管、直流电源、石墨电极。
实验步骤	在 U 型管中注入 25% CuCl ₂ 溶液, 插入两根石墨棒作电极, 把湿润的碘化钾淀粉试纸放在与

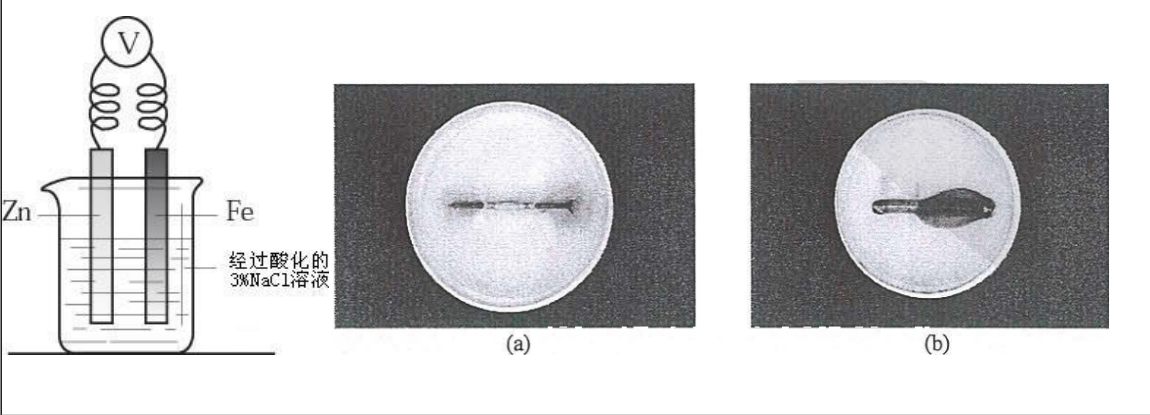
	直流电源正极相连的电极(阳极)附近。接通直流电源,观察 U 型管内的现象和试纸颜色的变化。
实验现象	通电一段时间可观察到阳极碳棒附近有气泡产生,并有刺激性气味,湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝,证明产生的气体是氯气;阴极碳棒底部有红色的固体覆盖。
实验结论	①CuCl ₂ 溶液在电流作用下发生了化学变化,分解生成了 Cu 和 Cl ₂ 。 ②电解过程电能转化为化学能。

19. 教材 P112

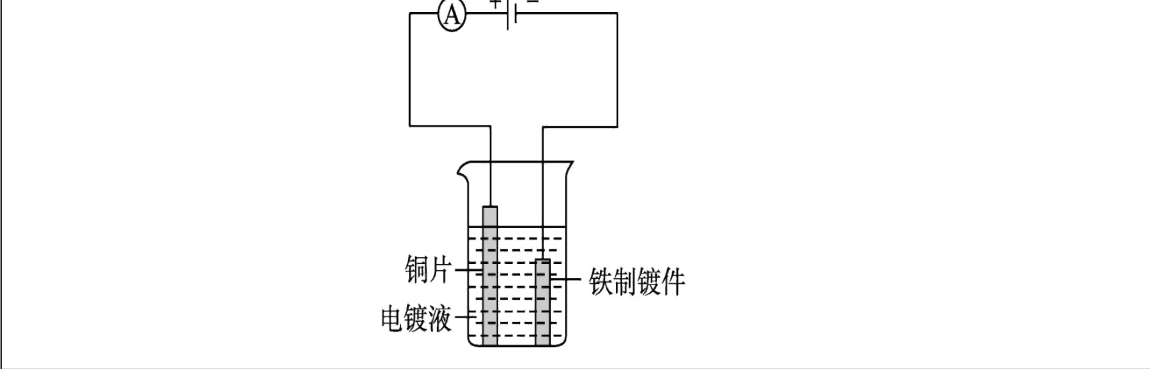
实验 4-3	钢铁生锈原理
实验装置	
实验原理	负极: $2\text{Fe} - 4\text{e}^- = 2\text{Fe}^{2+}$; 正极: $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$; 总反应: $2\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$; 后续反应: $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
实验用品	铁钉、锌粒、稀盐酸、硫酸铜溶液、饱和食盐水、水; 具支试管、橡皮塞、导管、试管。
实验步骤	①将经过酸洗涤除锈的铁钉,用饱和食盐水浸泡一下,放入具支试管中。几分钟后,观察导管中水柱的变化。 ②取两支试管,分别放入两颗锌粒和等体积、等浓度的稀盐酸,观察现象。然后向其中一支试管滴加 1~2 滴硫酸铜溶液,再观察现象。
实验现象	①几分钟后,导管末端的水柱液面上升,铁钉表面有锈迹产生。 ②两支试管反应现象相同,滴加硫酸铜溶液后的试管产生气泡更快。
实验说明	装置的气密性必须良好,否则很难观察到导管末端的水柱高度变化。

20. 教材 P114

实验 4-4	验证牺牲阳极的阴极保护法
--------	--------------

实验装置	
实验原理	锌电极： $Zn - 2e^- = Zn^{2+}$ ； 铁电极： $2H^+ + 2e^- = H_2\uparrow$ ； 总反应： $Zn + 2H^+ = Zn^{2+} + H_2\uparrow$
实验用品	$K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液、酸化的 3%NaCl 溶液、酚酞溶液、琼脂；Zn、Fe、电压表、烧杯、培养皿。
实验步骤	①按图连接好装置，观察电压表和铁电极上的现象。往铁电极区滴入 2 滴黄色 $K_3[Fe(CN)_6]$ (铁氰化钾)溶液，观察烧杯内溶液颜色的变化。 ②将 1g 琼脂加入 250mL 烧杯中，再加入 50mL 和食盐水和 150mL 水。搅拌、加热煮沸，使琼脂溶解。稍冷后，趁热把琼脂溶液分别倒入两个培养皿中，各滴入 5-6 滴酚酞溶液和 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液，混合均匀。取两个 2~3cm 的铁钉，用砂纸擦光。如图(a)所示，将裹有锌皮的铁钉放入上述的一个培养皿中；如图(b)所示，将缠有铜丝的铁钉放入另一个培养皿中，观察实验现象
实验现象	①电压表指针发生偏转，铁电极上有气泡产生；往铁电极区滴入 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液后，溶液不变蓝色。 ②a 中溶液变红色，b 中铁钉附近出现蓝色沉淀，铜丝附近溶液变红色。
实验结论	①图示装置构成了原电池，较活泼金属锌被腐蚀，铁未被腐蚀(被保护)。 ②实验②说明裹有锌皮的铁钉未被腐蚀，铁被保护，缠有铜丝的铁钉被腐蚀，铁未被保护。

21. 教材 P122

实验名称	简单的电镀实验
实验装置	
实验原理	Fe 作阴极： $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$ ； Cu 作阳极： $Cu - 2e^- = Cu^{2+}$ 。

实验用品	烧杯、砂纸、导线、2~3 V 的直流电源、电流表。 铁制镀件、铜片、电镀液(以 CuSO_4 溶液为主配制)、 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液、20%盐酸。
实验步骤	①用砂纸把铁制镀件打磨干净,放入 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液中除去油污,然后用蒸馏水洗净。再放入 20%盐酸中除锈,几分钟后取出,并用蒸馏水洗净。 ②把铁制镀件与 2~3 V 的直流电源的负极相连,铜片与直流电源的正极相连(如图)。将两极平行浸入电镀液中,两极间距约 5cm,5~10 min 后取出,观察镀件颜色变化。
实验现象	镀件由银白色变成红色

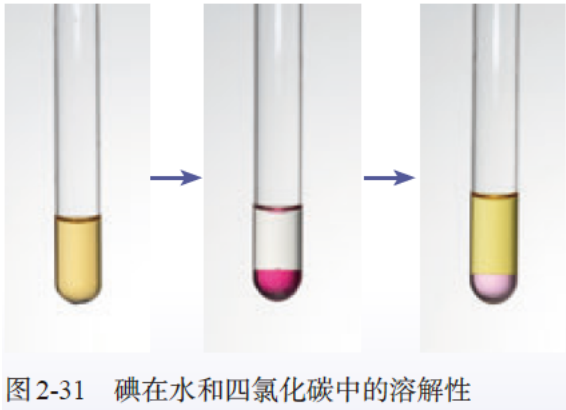
22. 教材 P123

实验名称	制作简单的燃料电池
实验装置	
实验原理	<p>电解水: 阳极:$2\text{H}_2\text{O}-4\text{e}^-=\text{O}_2\uparrow+4\text{H}^+$ 阴极:$4\text{H}_2\text{O}+4\text{e}^-=2\text{H}_2\uparrow+4\text{OH}^-$ 总反应式:$2\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{电解}}2\text{H}_2\uparrow+\text{O}_2\uparrow$</p> <p>氢氧燃料电池: 负极:$2\text{H}_2-4\text{e}^-=4\text{H}^+$ 正极:$\text{O}_2+4\text{e}^-+2\text{H}_2\text{O}=4\text{OH}^-$ 总反应式:$2\text{H}_2+\text{O}_2=2\text{H}_2\text{O}$</p>
实验用品	一只 U 形管、两根石墨棒(石墨棒使用前应该经过烘干活化处理)、3~6 V 的直流电源、鳄鱼夹、导线和开关、电流表(或发光二极管、音乐盒等)。 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Na_2SO_4 溶液、酚酞溶液。
实验步骤	<p>1. 电解水。</p> <p>在 U 形管中注入 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Na_2SO_4 溶液,然后向其中滴加 1~2 滴酚酞溶液。在 U 形管的两边分别插入一根石墨棒,并用鳄鱼夹、导线连接电源。闭合 K_1,接通直流电源开始电解,观察现象</p> <p>2. 制作一个氢氧燃料电池。</p> <p>当上述电解过程进行 1~2 min 后,打开 K_1,断开直流电源。将两根石墨棒用导线分别与电流表(或发光二极管、音乐盒等)相连,闭合 K_2,</p>
实验现象	1. 两极石墨棒均产生气泡,右侧石墨棒附近溶液变红。

	2. 电流表指针发生偏转。
实验结论	氢氧燃料电池是自发的氧化还原反应，电解水是非自发的氧化还原反应。

第五部分 选择性必修 2 实验梳理

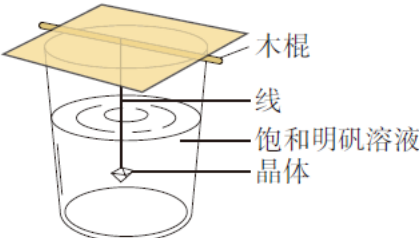

1. 教材 P59

实验名称	碘在水和四氯化碳中的溶解性
实验内容	<p>(1)比较 NH_3 和 CH_4 在水中的溶解度。怎样用“相似相溶”规律理解它们的溶解度不同？</p> <p>(2)为什么在日常生活中用有机溶剂(如乙酸乙酯等)溶解油漆而不用水？</p> <p>(3)在一个小试管里放入一小粒碘晶体，加入约 5 mL 蒸馏水，观察碘在水中的溶解性(若有不溶的碘，可将碘水溶液倾倒在另一个试管里继续下面的实验)。在碘水溶液中加入约 1 mL 四氯化碳(CCl_4)，振荡试管，观察碘被四氯化碳萃取，形成紫红色的碘的四氯化碳溶液。再向试管里加入 1 mL 浓碘化钾(KI)水溶液，振荡试管，溶液紫色变浅，这是由于在水溶液里可发生如下反应：$\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$。</p> <p>实验表明碘在纯水还是在四氯化碳中溶解性较好？为什么？</p>
实验装置	 <p style="text-align: center;">图 2-31 碘在水和四氯化碳中的溶解性</p>
实验结论	<p>碘是非极性分子，所以在极性溶剂水中的溶解度很小，而易溶于非极性溶剂四氯化碳。我们观察到碘中加水后，碘没有全部溶解，表明碘在水中的溶解度很小。而在碘水中加入 CCl_4 振荡后，水层颜色明显变浅，而 CCl_4 层呈紫红色，表明碘在 CCl_4 中溶解度较大，所以使碘从水中萃取到了 CCl_4 中而在碘水中加入浓的 KI 溶液后，由于发生反应：$\text{I}_2 + \text{I}^- = \text{I}_3^-$，碘生成了无色的 I_3^-，并溶解到水中，碘的浓度降低，所以溶液紫色变浅。</p>

2. 教材 P71

实验名称	不同途径获得晶体
实验内容	<p>(1)硫黄粉末熔化后变为亮棕色黏稠液体，该液体自然冷却后变为黄色晶体。</p> <p>(2)加热后，小烧杯底部的紫黑色固体逐渐减少并在烧杯中产生了紫红色气体，表面皿的底部产生了紫黑色固体并逐渐增多，最终，小烧杯底部的紫黑色固体全部转移到了表面皿的底部。</p> <p>(3)小烧杯底部产生了白色细小晶体。</p>
实验装置	
实验结论	<p>(1)熔融态硫凝固后可获得硫晶体。</p> <p>(2)碘晶体可通过凝华的方法得到。</p> <p>(3)氯化钠可从氯化钠饱和溶液中析出。</p>

3. 教材 P93

实验名称	明矾晶体的制备
实验内容	<p>(1)在玻璃杯中放入比室温高 10-20℃的水，并加入明矾晶体$[KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$，用筷子搅拌，直到有少量晶体不能再溶解。</p> <p>(2)待溶液自然冷却到比室温略高 3-5℃时，把溶液倒入洁净的碗中，用硬纸片盖好，静置一夜。</p> <p>(3)从碗中选取 2-3 粒形状完整的小晶体作为晶核。将所选的晶核用细线轻轻系好。</p> <p>(4)把明矾溶液倒入玻璃杯中，向溶液中补充适量明矾，使其成为比室温高 10-15℃的饱和溶液。待其自然冷却到比室温略高 3-5℃时，把小晶体悬挂在玻璃杯中央(如图 3-35 左)，注意不要使晶核接触杯壁。用硬纸片盖好玻璃杯，静置过夜。</p> <p>(5)每天把已形成的小晶体轻轻取出，重复第(4)项操作，直到晶体长到一定大小。</p> <p>(6)将所得明矾晶体放进铬钾矾的饱和溶液中，使铬钾矾晶体$[KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$在明矾晶体表面上生长，长到一定厚度后，再将所得晶体放到明矾饱和溶液中去，使铬钾矾晶体表面再覆盖一层明矾晶体。</p>
实验装置	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  <p>木棍 线 饱和明矾溶液 晶体</p> </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div> <p style="text-align: center;">图 3-35 制取明矾晶体的结晶装置及完美的明矾晶体的照片</p>

实验结论	(1)你是否得到了完美的明矾晶体？请描述你制备的明矾晶体颜色和外形。 【答】能得到明矾晶体，但要得到完美的明矾晶体是比较困难的。颜色：无色透明；外形：块状，有平滑的晶面与棱角。
	(2)在上述实验中，为什么所用仪器都要用蒸馏水洗净？为什么晶种一定要悬挂在溶液的中央位置？ 【答】仪器用蒸馏水洗净，是防止杂质影响结晶的纯度，也会影响结晶的速率与形状。晶种悬挂在溶液中央位置，有利于离子对称地扩散、溶解与结晶，有利于获得外形对称性较好的晶体。离杯底太近，会与沉底晶体生长在一起，离液面太近或者杯壁太近，也会造成同样结果，使晶体形状不规则。
	(3)在上述实验中，制备明矾大晶体所需时间较长，请查阅资料，并制定快速制备明矾大晶体的实验方案。 【答】查阅文献并总结快速制备明矾晶体大晶体的文章，实验方案主要从晶体载体(铜丝、培养皿等)和溶液温度(均高于教材温度)两个方面探究。加热的温度与室温的温差越大，越有利于大晶体的快速生长。

4. 教材 P95

实验名称	配离子对溶液颜色的影响
实验装置	
实验原理	$\text{Cu}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+ \quad \text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$
实验用品	①CuSO ₄ ②CuCl ₂ ③CuBr ₂ ④NaCl⑤K ₂ SO ₄ ⑥KBr、点滴板、蒸馏水
实验步骤	取上述少量 6 种固体于点滴板，分别加蒸馏水溶解，观察现象
实验现象	①②③三种溶液呈天蓝色 ④⑤⑥三种溶液呈无色
实验结论	Cu ²⁺ 在水溶液中常显蓝色，溶液呈蓝色与 Cu ²⁺ 和 H ₂ O 有关，与 SO ₄ ²⁻ 、Cl ⁻ 、Br ⁻ 、Na ⁺ 、K ⁺ 无关

实验说明	实验证明，硫酸铜晶体和 Cu^{2+} 的水溶液呈蓝色，实际上是 Cu^{2+} 和 H_2O 形成的 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 呈蓝色。 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 叫做四水合铜离子。
------	--

5. 教材 P96

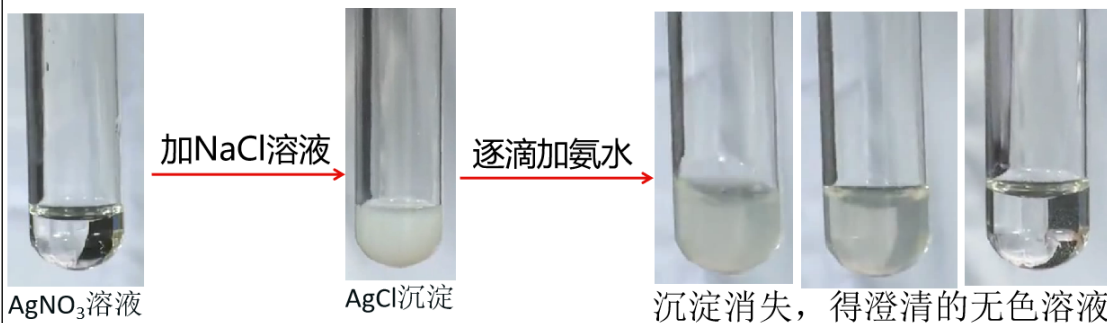
实验名称	配合物的制备与应用： $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
实验装置	<p>蓝色溶液 ① → 加氨水 → 蓝色沉淀 ② → 继续加氨水 → 沉淀溶解，得深蓝色溶液 ③ → 加乙醇 静置 → 得深蓝色晶体</p>
实验原理	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \downarrow$
实验用品	0.1mol/L CuSO_4 、1mol/L 氨水、95%乙醇、试管、玻璃棒
实验步骤	向盛有 4mL 0.1mol/L CuSO_4 溶液的试管里滴加几滴 1mol/L 氨水，首先形成难溶物，继续添加氨水并振荡试管，观察实验现象；再向试管中加入极性较小的溶剂(如加入 8mL 95%乙醇)，并用玻璃棒摩擦试管壁，观察实验现象。
实验现象	加入氨水后首先生成蓝色沉淀，继续加入氨水后蓝色沉淀溶解形成深蓝色溶液。加入乙醇后又析出深蓝色晶体。
实验结论	深蓝色晶体是 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \downarrow$
实验说明	实验证明，无论在得到的深蓝色透明溶液中，还是在析出的深蓝色晶体中，深蓝色都是由于存在 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，中心离子是 Cu^{2+} ，而配体是 NH_3 ，配位数为 4

6. 教材 P97

实验名称	配合物的制备与应用： $\text{Fe}(\text{SCN})_3$
------	--------------------------------------

实验装置	 <p>FeCl₃溶液棕黄色</p> <p>硫氰化钾(KSCN)溶液</p> <p>溶液变为血红色</p>
实验原理	$\text{Fe}^{3+} + n\text{SCN}^- = [\text{Fe}(\text{SCN})_n]^{3-n}$, $n = 1 \sim 6$, 随 SCN^- 的浓度而异, 可用于鉴别 Fe^{3+}
实验用品	0.1mol/L FeCl ₃ 溶液、0.1mol/L KSCN 溶液; 试管、胶头滴管。
实验步骤	向盛有少量 0.1mol/L FeCl ₃ 溶液的试管中加 1 滴 0.1mol/L KSCN 溶液, 观察现象。
实验现象	FeCl ₃ 溶液变为红色。
实验说明	Fe ³⁺ 的检验方法: KSCN 法、苯酚法、亚铁氰化钾法。

7. 教材 P97

实验名称	配合物的制备与应用: [Ag(NH ₃) ₂]Cl		
实验装置	 <p>AgNO₃溶液</p> <p>加NaCl溶液</p> <p>AgCl沉淀</p> <p>逐滴加氨水</p> <p>沉淀消失, 得澄清的无色溶液</p>		
实验原理	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$		
实验用品	0.1mol/L NaCl、0.1mol/L AgNO ₃ 、1mol/L 氨水、试管、玻璃棒		
实验步骤	向盛有少量 0.1mol/L NaCl 溶液的试管里滴几滴 0.1mol/L AgNO ₃ 溶液, 产生难溶于水白色的 AgCl 沉淀, 再滴入 1mol/L 氨水, 振荡, 观察实验现象		
实验现象	白色的 AgCl 沉淀, 再滴入 1mol/L 氨水后沉淀消失, 得到澄清的无色溶液		
实验结论	制得了 [Ag(NH ₃) ₂]Cl 溶液		
实验说明	AgCl 沉淀溶于氨水, 发生 $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 反应生成 [Ag(NH ₃) ₂]Cl 溶液		

第五部分 选择性必修 3 实验梳理

1. 教材 P7

实验名称	水、无水乙醇与钠的反应
------	-------------

实验用品	乙醇、蒸馏水、钠、烧杯
实验步骤	向两只分别盛有蒸馏水和无水乙醇的烧杯中各加入同样大小的钠(约绿豆大)
实验现象	Na 与乙醇反应比水更缓慢。
实验结论	水的氢氧键的极性更大
实验说明	乙醇与钠能发生反应放出氢气，原因在于乙醇分子中的氢氧键极性较强，能够发生断裂。同样条件下，乙醇与钠的反应没有水与钠的反应剧烈，这是由于乙醇分子中氢氧键的极性比水分子中氢氧键的极性弱。基团之间的相互影响使官能团中化学键的极性发生变化，从而影响官能团和物质的性质。

2. 教材 P7

实验名称	重结晶法提纯苯甲酸
实验装置	<p style="text-align: center;">加热溶解 趁热过滤 冷却结晶</p>
实验原理	<p>重结晶是利用混合物中各组分在某种溶剂中溶解度不同或同一溶剂中不同温度时的溶解度不同。而使它们相互分离，是提纯固体有机物的常用方法。</p> <p>溶剂的选择①杂质在此溶剂中溶解度很小或很大，易于除去；②被提纯的物质在此溶剂中的溶解度，受温度的影响大，高温下溶解度大，低温下溶解度小；③与被提纯的物质不发生化学反应。</p>
实验用品	粗苯甲酸、蒸馏水；三脚架、石棉网、酒精灯、烧杯、漏斗、玻璃棒。
实验步骤	<p>(1)观察粗苯甲酸样品的状态。</p> <p>(2)将 1.0g 粗苯甲酸放入 100 mL 烧杯，加入 50 mL 蒸馏水。加热，搅拌，使粗苯甲酸充分溶解。</p> <p>(3)使用漏斗趁热将溶液过滤至另一烧杯中，将滤液静置，使其缓慢冷却结晶。</p> <p>(4)待滤液完全冷却后滤出晶体，并用少量蒸馏水洗涤。将晶体铺在干燥的滤纸上，晾干后称其质量。</p>
实验说明	①全溶后再加入少量蒸馏水，是为了减少趁热过滤过程中损失苯甲酸。

	<p>②在重结晶过程中进行热过滤后，要用少量热溶剂冲洗一遍，其目的是洗涤不溶性固体表面的可溶性有机物，减少有机物的损失。</p> <p>③在晶体析出后，分离晶体和滤液时，要用少量的冷溶剂洗涤晶体，其目的是洗涤除去晶体表面附着可溶性杂质；用冷溶剂洗涤可降低洗涤过程中晶体的损耗。</p> <p>④冷却结晶不是温度越低越好，因为温度过低，杂质的溶解度也会降低，部分杂质会析出，达不到提纯苯甲酸的目的；温度极低时，溶剂(水)也会结晶，给实验操作带来麻烦</p>
--	---

3. 教材 P37

实验名称	乙炔的化学性质
实验装置	
实验原理	$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH}=\text{CH}\uparrow;$ $\text{CH}=\text{CH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CHBr}=\text{CHBr}(\text{1,2-二溴乙烷});$ $\text{CHBr}=\text{CHBr} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CHBr}_2\text{CHBr}_2(\text{1,1,2,2-四溴乙烷});$ $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\quad\quad} 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
实验用品	块状 CaC_2 、饱和食盐水、水槽、 CuSO_4 溶液、高锰酸钾酸性溶液、溴的四氯化碳溶液；镊子、铁架台、圆底烧瓶、双孔橡皮塞、试管、玻璃导管、酒精灯。
实验步骤	在圆底烧瓶中放如几小块电石。打开分液漏斗的活塞，逐滴加入适量饱和氯化钠溶液，将产生的气体通入硫酸铜溶液后，再分别通入酸性高锰酸钾溶液和溴的四氯化碳溶液。最后换上尖嘴导管，先检验气体纯度，再点燃乙炔，观察现象。
实验现象	KMnO_4 酸性溶液和溴的 CCl_4 溶液溶液褪色。乙炔点燃后火焰明亮，伴有浓烈黑烟。
实验结论	乙炔被 KMnO_4 酸性氧化，使 KMnO_4 酸性溶液褪色，与溴的 CCl_4 溶液发生加成反应而使之褪色。
实验说明	<p>①用饱和食盐水代替蒸馏水的目的是为了减缓电石与水的反应速率，用分液漏斗控制滴加液体的速度，可得到平稳的乙炔气流；制取时常在导气管口附近塞入少量棉花的作用是防止产生的泡沫涌入导气管。</p> <p>②CuSO_4 溶液的作用是除去 H_2S 等杂质气体，防止 H_2S 等气体干扰乙炔性质的检验。</p> <p>③制取乙炔不能用启普发生器的原因：CaC_2 与 H_2O 反应剧烈，不能保持块状、不能随</p>

	用随停；b.反应中放出大量的热，易发生爆炸；c.生成的 Ca(OH)_2 呈糊状易堵塞球形漏斗。 ④点燃乙炔前要验纯。
--	---

4. 教材 P43

实验名称	苯的分子结构
实验用品	苯、酸性高锰酸钾溶液、溴水、试管、胶头滴管
实验步骤	向两支各盛有 2mL 苯的试管中分别加入酸性高锰酸钾溶液和溴水，用力振荡，观察现象。
实验现象	与酸性高锰酸钾溶液分层；与溴水分层，苯层橙红色
实验结论	苯不能被酸性高锰酸钾溶液氧化，也不与溴水反应。溴在苯中的溶解度比在水中的大，因此苯能将溴从水中萃取出来。
实验说明	苯的化学性质与烯烃和炔烃有很大差别，说明苯分子具有不同于烯烃和炔烃的特殊结构

5. 教材 P46

实验名称	苯的同系物
实验装置	
实验原理	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{KMnO}_4/\text{H}^+} \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
实验用品	苯、甲苯、溴水、酸性高锰酸钾溶液；试管、胶头滴管
实验步骤	(1)向两支分别盛有 2mL 苯和甲苯的试管中各加入几滴溴水，静置 (2)将上述试管用力振荡，静置 (3)向两支分别盛有 2mL 苯和甲苯的试管中各加入几滴酸性高锰酸钾溶液，静置 (4)将上述试管用力振荡，静置
实验现象	(1) 溴水沉到试管底部 (2) 均分层，上层为橙红色，下层为无色 (3) 酸性 KMnO_4 溶液沉到试管底部 (4) 苯未使酸性 KMnO_4 溶液褪色，甲苯能使酸性高锰酸钾溶液褪色
实验结论	溴水的密度大于苯、甲苯；苯、甲苯不与溴水发生化学反应，但能萃取溴单质

	酸性 KMnO_4 溶液的密度大于苯与甲苯；苯与酸性 KMnO_4 溶液不反应，甲苯被酸性高锰酸钾氧化
实验说明	甲苯分子中含有苯环和甲基，因此其化学性质与苯和甲烷有相似之处。同时，由于甲基与苯环之间存在相互作用，甲基使苯环上与甲基处于邻人对位的氢原子活化而易被取代，而苯环也使甲基活化，因此甲苯的化学性质又有不同于苯和甲烷之处。

6. 教材 P55

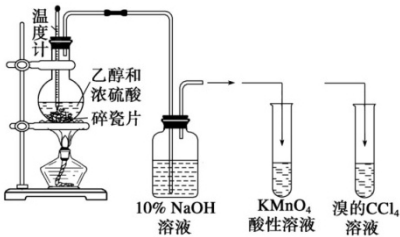
实验名称	溴乙烷的取代反应
实验原理	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaBr}$ $\text{NaBr} + \text{AgNO}_3 = \text{AgBr}\downarrow + \text{NaNO}_3$
实验用品	溴乙烷、 NaOH 溶液、稀硝酸、硝酸银溶液；铁架台、试管、胶头滴管、酒精灯。
实验步骤	取一支试管，滴入 10~15 滴溴乙烷，再加入 1mL 5% NaOH 溶液，振荡后加热，静置。待溶液分层后，用胶头滴管小心吸取少量上层水溶液，移入另一支盛有 1mL 稀硝酸的试管中，然后加入 2 滴 AgNO_3 溶液，观察实验现象。
实验装置	
实验现象	试管中有浅黄色沉淀生成
实验结论	溴乙烷可以在 NaOH 水溶液中发生取代反应，该反应也称溴乙烷的水解反应，羟基取代溴原子生成乙醇和溴化钠
实验说明	在卤代烃分子中，由于卤素原子的电负性比碳原子的大，使 C-X 的电子向卤素原子偏移，进而使碳原子带部分正电荷(δ^+)，卤素原子带部分负电荷(δ^-)，这样就成一个极性较强的共价键： $\text{C}^{\delta^+}-\text{X}^{\delta^-}$ 。因此，卤代烃在学反应中， $\text{C}-\text{X}$ 较易断裂，使卤素原子被其他原子或原团所取代，生成负离子而离去。

7. 教材 P56

实验名称	1-溴丁烷的取代反应
------	------------

实验装置	
实验原理	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH} + \text{NaBr}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
实验用品	NaOH、无水乙醇、1-溴丁烷、1-溴丁烷、蒸馏水、圆底烧瓶、导管、橡胶管、酒精灯、具支试管
实验步骤	向圆底烧瓶中加入 2.0 g NaOH 和 15 mL 无水乙醇，搅拌。再向其中加入 5 mL 1-溴丁烷和几片碎瓷片，微热。将产生的气体通入盛水的试管后，再用 1-溴丁烷进行检验。
实验现象	酸性 KMnO_4 溶液褪色
实验结论	卤代烃在氢氧化钠醇溶液加热条件下发生消去反应
实验说明	因受热而挥发的乙醇也能使高锰酸钾褪色，所以要先通过水除去乙醇，防止干扰实验。还可以利用溴水、溴的 CCl_4 溶液检验丁烯。此时不需要先通入水中。乙醇与溴不反应，不会干扰乙烯的检验。

8. 教材 P61

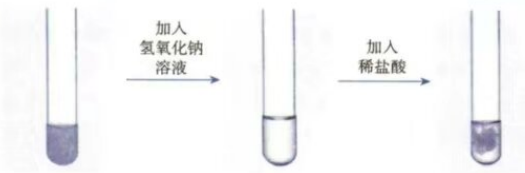
实验名称	乙醇的消去反应
实验装置	
实验原理	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2=\text{CH}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
实验用品	乙醇、浓硫酸、 KMnO_4 酸性溶液、溴的四氯化碳溶液、10%的 NaOH 溶液；碎瓷片、酒精灯、圆底烧瓶、石棉网、温度计、试管、洗气瓶、导管、铁架台
实验步骤	在圆底烧瓶中加入乙醇和浓硫酸(体积比约为 1:3)的混合液 20mL，放入几片碎瓷片，以避

	免混合液在受热时暴沸。加热混合液，使液体温度迅速升到 170℃，将生成的气体先通入氢氧化钠溶液除去杂质，再分别通入酸性高锰酸钾溶液和溴的四氯化碳溶液中，观察实验现象。
实验现象	KMnO ₄ 酸性溶液、溴的四氯化碳溶液褪色。
实验结论	乙醇在浓硫酸作用下，加热到 170℃，发生了消去反应，生成乙烯。
实验说明	①乙醇和浓硫酸相混合时，必须是将浓硫酸倒入乙醇中；浓硫酸是反应的催化剂和脱水剂。 ②温度要迅速升高并稳定在 170℃，否则副反应多，且温度计的水银球要置于反应液的中央。 ③NaOH 溶液的作用是除去乙烯中的 CO ₂ 、SO ₂ 等杂质，防止干扰乙烯的性质实验。


9. 教材 P62

实验名称	乙醇的氧化反应
实验装置	
实验原理	乙醇被重铬酸钾酸性溶液或高锰酸钾酸性溶液氧化，过程分为两个阶段： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{氧化}} \text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{\text{氧化}} \text{CH}_3\text{COOH}$ $3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 3\text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O},$ $3\text{CH}_3\text{CHO} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 3\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O},$ $3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 3\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 11\text{H}_2\text{O}$
实验用品	无水乙醇、重铬酸钾溶液、稀硫酸；试管、胶头滴管。
实验步骤	在试管中加入少量重铬酸钾酸性溶液，然后滴加少量乙醇，充分振荡。观察现象。
实验现象	橙色重铬酸钾酸性溶液变绿色。
实验结论	乙醇能被重铬酸钾酸性溶液氧化
实验说明	①重铬酸钾酸性溶液是 K ₂ Cr ₂ O ₇ 晶体溶于水、再加稀硫酸配制而成。实验时建议做空白对比实验以便更好的观察其颜色的变化。 ②利用该原理可制成检测司机是否饮酒的手持装置

10. 教材 P64

实验名称	苯酚的酸性
实验装置	
实验原理	<p>苯酚与氢氧化钠溶液: $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>苯酚钠与稀盐酸: $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaCl}$</p>
实验用品	苯酚晶体、蒸馏水、5%的 NaOH 溶液、稀盐酸；试管、胶头滴管。
实验步骤	<p>①向盛有少量苯酚晶体的试管中加入 2mL 蒸馏水，振荡试管。</p> <p>②向试管中逐滴加入 5%的 NaOH 溶液并振荡试管。</p> <p>③再向试管中加入稀盐酸</p>
实验现象	①得到浑浊液体。②浑浊液体变澄清。③溶液均变浑浊
实验结论	<p>①室温下，苯酚在水中的溶解度较小。</p> <p>②苯酚能与 NaOH 溶液反应，表现了苯酚的酸性。</p> <p>③苯酚的酸性比盐酸酸性弱</p>
实验说明	<p>①苯酚有弱酸性，体现了苯环对羟基的影响，使羟基变得活泼。</p> <p>②苯酚的酸性极弱，不能使酸碱指示剂变色，不能用酸碱指示剂来检验苯酚。</p>

11. 教材 P65

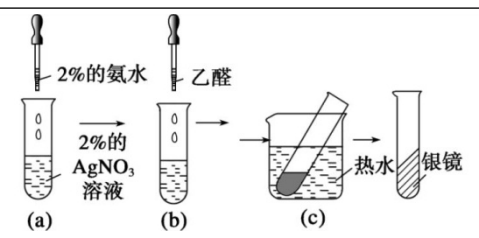
实验名称	苯酚与溴水的反应
实验装置	
实验原理	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})(\text{Br})_3 + 3\text{HBr}$
实验用品	苯酚稀溶液、饱和溴水；试管、胶头滴管。
实验步骤	向试管中加入 0.1g 苯酚和 3mL 水，振荡,得到苯酚溶液。再向其中逐滴加入饱和溴水，边

	加边振荡，观察实验现象。
实验现象	有白色沉淀生成。
实验结论	苯酚易与溴水发生反应。
实验说明	①溴水要饱和且过量，否则生成的产物溶解于苯酚不易出现沉淀。 ②苯酚分子中羟基对苯环产生的影响是羟基使苯环邻位、对位上的氢原子变得活泼，易被取代。 ③苯酚与溴的反应灵敏，可用于苯酚的定性检验和定量测定。

12. 教材 P66

实验名称	苯酚的显色反应
实验用品	苯酚溶液、FeCl ₃ 溶液；试管、胶头滴管。
实验步骤	向盛有少量苯酚稀溶液的试管中，滴入几滴 FeCl ₃ 溶液，振荡，观察现象。
实验现象	溶液显紫色。
实验说明	①该显色反应可用来检验苯酚或 Fe ³⁺ 的存在。②酚类也能与 Fe ³⁺ 发生显色反应，但不一定显蓝色。

13. 教材 P69

实验名称	乙醛的银镜反应
实验装置	
实验原理	$\text{AgNO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{AgOH} \downarrow + \text{NH}_4\text{NO}_3$ $\text{AgOH} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag} \downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
实验用品	2%的 AgNO ₃ 溶液、2%的稀氨水、水、乙醛；试管、烧杯、酒精灯、胶头滴管。
实验步骤	在洁净的试管中加入 1mL 2%的 AgNO ₃ 溶液，然后边振荡试管边逐滴滴入 2%的稀氨水，至最初产生的沉淀恰好溶解为止，制得银氨溶液。再滴入 3 滴乙醛，振荡后将试管放在热水浴中温热。观察现象。
实验现象	①先生成白色沉淀，之后白色沉淀逐渐溶解。②试管内壁出现光亮的银镜。
实验结论	Ag(NH ₃) ₂ OH 是一种弱氧化剂，将乙醛氧化，而[Ag(NH ₃) ₂] ⁺ 中的银离子被还原成单质银。

实验说明	<p>①试验成功的关键是：试管洁净、碱性环境、水浴加热、不能搅拌。</p> <p>②银氨溶液必须是现用现配，不可久置，否则会产生易爆炸物质。</p> <p>③配置银氨溶液必须用稀溶液，且是把稀氨水逐滴加到稀 AgNO_3 溶液中，至最初产生的沉淀恰好溶解为止。</p> <p>④该反应可用于醛基的定性检验和定量测定。</p>
------	--

14. 教材 P69

实验名称	乙醛与新制氢氧化铜的反应
实验装置	
实验原理	$\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{CH}_3\text{CHO} + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONa} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$
实验用品	10%的 NaOH 溶液、5%的 CuSO_4 溶液、乙醛；试管、试管夹、酒精灯、胶头滴管。
实验步骤	在试管中加入 10%的 NaOH 溶液 2mL，滴入 5 滴 5%的 CuSO_4 溶液，得到新制的氢氧化铜，振荡后加入 0.5mL 乙醛溶液，加热。观察并记录实验现象
实验现象	①有蓝色沉淀产生。②有砖红色沉淀生成
实验结论	新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 是一种弱氧化剂，将乙醛氧化，自身被还原为 Cu_2O 。
实验说明	<p>①试验成功的关键是：碱性环境、加热煮沸。</p> <p>②$\text{Cu}(\text{OH})_2$ 必须是新制的，且保证 NaOH 溶液过量，新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 为絮状沉淀，接触面积大。</p> <p>③加热煮沸的时间不能太长，否则 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 受热分解为黑色的 CuO。</p> <p>④该反应可用于醛基的定性检验和定量测定。</p>

15. 教材 75

实验名称	羧酸的酸性 实验探究乙酸、碳酸和苯酚的酸性强弱
实验装置	

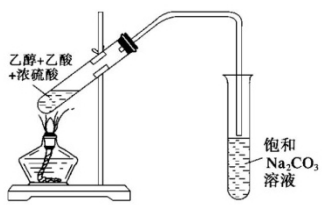
实验原理	$2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaHCO}_3$
实验用品	甲酸溶液、PH 试纸、碳酸钠固体、饱和碳酸氢钠溶液、乙酸溶液、苯酚钠溶液；分液漏斗、试管、洗气瓶、导管。
实验步骤	1、用玻璃棒蘸取甲酸溶液，点在 PH 试纸中央，对照标准比色卡 2、如图所示仪器，检查气密性后加入对应试剂。打开分液漏斗旋塞，向碳酸钠固体中滴加乙酸溶液，观察现象
实验现象	1、甲酸有酸性 2. 乙酸和碳酸钠反应，有无色气泡产生；生成的气体通入苯酚钠溶液中，溶液变浑浊。
实验结论	其他羧酸也有酸性 酸性： $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
实验说明	饱和碳酸氢钠溶液的作用是除去挥发的乙酸，防止干扰碳酸与苯酚酸性的检验。

16. 教材 P77

实验名称	实验探究乙酸乙酯的水解与反应条件的关系
实验原理	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
实验用品	乙酸乙酯、蒸馏水、稀硫酸、氢氧化钠溶液；试管、胶头滴管、量筒、烧杯、酒精灯
实验步骤	1、在 a 试管中加入 6 滴乙酸乙酯和蒸馏水 5. 5 mL；b 试管中 6 滴乙酸乙酯、蒸馏水 5. 0 mL 和稀硫酸 0.5 mL；c 试管中加入 6 滴乙酸乙酯、蒸馏水 5. 0 mL 和氢氧化钠溶液 0.5 mL； 2、将三只试管放入 70℃ 的水浴中加热，观察
实验现象	a 试管酯层几乎无变化，b 试管酯层部分消失，c 试管酯层消失
实验结论	酯的水解速率，碱性条件大于酸性条件

实验说明	在酸或碱存在的条件下，酯可以发生水解反应生成相应的羧酸和醇，酯的水解反应是酯化反应的逆反应。在酸存在的条件下，乙酸乙酯的水解是可逆反应。但在碱性条件下，由于生成了乙酸钠，水解反应是不可逆的。
------	---

17. 教材 98

实验名称	实验活动 1 乙酸乙酯的制备与性质
实验装置	
实验原理	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
实验用品	<p>试管、试管夹、烧杯、量筒、胶头滴管、玻璃导管、乳胶管、橡胶塞、铁架台、酒精灯、火柴、秒表、碎瓷片。</p> <p>乙醇、乙酸、浓硫酸、饱和 Na_2CO_3 溶液、乙酸乙酯、蒸馏水、3mol/L H_2SO_4 溶液、6 mol/L NaOH 溶液。</p>
实验步骤	<p>1. 乙酸乙酯的制备</p> <p>(1) 在一支试管中加入 2mL 乙醇，然后边振荡试管边慢慢加入 0.5mL 浓硫酸和 2mL 乙酸，再加入几片碎瓷片。在另一支试管中加入 3mL 饱和 Na_2CO_3 溶液。按图所示连接装置。</p> <p>(2) 用小火加热试管里的混合物，将产生的蒸气经导管通到饱和 Na_2CO_3 溶液的上方约 0.5cm 处，注意观察试管内的变化。反应一段时间后，取下盛有 Na_2CO_3 溶液的试管，并停止加热。</p> <p>(3) 振荡盛有 Na_2CO_3 溶液的试管，静置。待溶液分层后，观察上层的油状液体，并注意闻气味。</p> <p>2. 乙酸乙酯的水解</p> <p>在 A、B、C 三支试管里各加入 6 滴乙酸乙酯。再向 A 试管里加入 5.5mL 蒸馏水；向 B 试管里加入 0.5mL 3mol/L H_2SO_4 溶液和 5.0mL 蒸馏水；向 C 试管里加入 0.5mL 6mol/L NaOH 溶液和 5.0mL 蒸馏水。振荡均匀后，把三支试管都放入 70~80℃ 的水浴里加热。比较试管里乙酸乙酯气味消失的快慢。如实验 16。</p>

实验现象	在饱和碳酸钠溶液的上方有透明的油状液体产生，并可闻到香味。
实验结论	①在浓硫酸存在、加热的条件下，乙酸和乙醇发生酯化反应，生成无色、透明、不溶于水，且有香味的乙酸乙酯。
实验说明	①导气管末端不能浸入饱和 Na_2CO_3 溶液中是防止受热不均发生倒吸；实验中导管要长，起导气、冷凝回流挥发的乙醇和乙酸的作用。 ②饱和 $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ 的作用是：吸收未反应的乙醇和乙酸；降低乙酸乙酯的溶解度，有利于分层。 ③乙酸酯化反应的条件及其作用：加热，主要目的是提高反应速率，其次是使生成的乙酸乙酯挥发，提高乙醇、乙酸的转化率且利于收集产物；用浓硫酸作催化剂，提高反应速率；用浓硫酸做吸水剂，使化学平衡右移，提高乙醇、乙酸的转化率；使用过量乙醇，提高乙酸转化为酯的产率。

18. 教材 P99

实验名称	实验活动 2 有机化合物中常见官能团的检验
实验用品	试管、试管夹、胶头滴管、烧杯、研钵、酒精灯、三脚架、石棉网(或陶土网)、火柴。 1-己烯、1-溴丁烷、无水乙醇、苯酚溶液、乙醛溶液、苯、1-丙醇、2-氯丙烷、丙醛、四氯化碳、阿司匹林片、饱和溴水、酸性 KMnO_4 溶液、5% NaOH 溶液、10% NaOH 溶液、稀硝酸、稀硫酸、2% AgNO_3 溶液、5% CuSO_4 溶液、 FeCl_3 溶液、 NaHCO_3 溶液、石蕊溶液。
实验步骤	1. 向盛有少量 1-己烯的试管里滴加溴水，观察现象。向盛有少量 1-己烯的试管里滴加酸性 KMnO_4 溶液，观察现象 2. 向试管里加入几滴 1-溴丁烷，再加入 2 mL 5% NaOH 溶液，振荡后加热。反应一段时间后停止加热，静置。小心地取数滴水层液体置于另一支试管中，加入稀硝酸酸化，加入几滴 2% AgNO_3 溶液，观察现象 3. 向盛有少量苯酚稀溶液的试管里滴加饱和溴水，观察现象。向盛有少量苯酚稀溶液的试管里滴加 FeCl_3 溶液，观察现象 4. 在试管里加入 2 mL 10% NaOH 溶液，滴入几滴 5% CuSO_4 溶液，振荡。然后加入 0.5 mL 乙醛溶液，加热，观察现象 5. 乙醇、1-己烯、苯和四氯化碳的区分，各取 2 mL 待测液于试管中，加入 2 mL 溴水，

	<p>充分振荡、静置</p> <p>6. 1-丙醇、2-氯丙烷、丙醛和苯酚溶液的区别，各取 2 mL 待测液于试管中，加入溴水，充分振荡、静置</p> <p>7. 将一片阿司匹林片研碎后放入适量水中，振荡后静置，取用上层清液。向两支试管中分别加入 2 mL 清液。向一支试管中滴入 2 滴石蕊溶液，观察现象。向另一支试管中滴入 2 滴稀硫酸，加热后滴入几滴 NaHCO₃ 溶液，振荡。再向其中滴入几滴 FeCl₃ 溶液，振荡。观察现象</p>
实验现象	<p>1. 溴水褪色，液体分层，下层为无色油状液体。KMnO₄ 溶液褪色，有无色气泡冒出</p> <p>2. 加热后液体不再分层，另一试管中有淡黄色沉淀生成</p> <p>3. 有白色沉淀生成，溶液显紫色</p> <p>4. 有砖红色沉淀生成</p> <p>5. 乙醇：溶液不分层，不褪色；1-己烯：溶液分层，溴水褪色；苯：溶液分层，上层紫色；四氯化碳：溶液分层，下层紫色。</p> <p>6. 1-丙醇：溶液不分层，不褪色；2-氯丙烷：溶液分层，不褪色；丙醛：溶液不分层，褪色；苯酚：产生白色沉淀。</p> <p>7. 溶液变红，溶液显紫色</p>
实验结论	阿司匹林分子中含有羧基，发生反应的生成物分子中含有酚羟基，证明阿司匹林中含有酯基

19. 教材 P103

实验名称	葡萄糖的还原性
实验原理	$\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO} + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COONH}_4 + 2\text{Ag}\downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} ;$ $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COONa} + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$
实验用品	10%的葡萄糖溶液、银氨溶液、5%的 CuSO ₄ 溶液、10%的 NaOH 溶液、水；试管、烧杯、酒精灯、胶头滴管、试管夹。
实验步骤	①在一支洁净的试管中配制 2mL 的银氨溶液，加入 1mL 10%的葡萄糖溶液，振荡，然后在水浴中加热 3~5min。观察并记录实验现象。

实验步骤	在试管中放入少量脱脂棉,加入几滴蒸馏水和几滴浓硫酸,用玻璃棒将混合物搅拌成糊状。加入过量 NaOH 溶液中和至碱性,再滴入 3 滴 5%CuSO ₄ 溶液,加热,观察并解释实验现象。
实验现象	产生砖红色沉淀
实验结论	纤维素水解产生葡萄糖
实验说明	纤维素可发生水解,不能被银氨溶液和氢氧化铜等弱氧化剂氧化,属于非还原糖。

22. 教材 P115

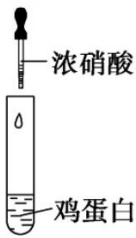
实验名称	蛋白质的盐析
实验原理	少量的盐(如硫酸铵、硫酸钠、氯化钠等)能促使蛋白质溶解。当向蛋白质溶液中加入的盐溶液达到一定浓度时,反而使蛋白质的溶解度降低而从溶液中析出,即发生盐析。
实验用品	鸡蛋清溶液、饱和(NH ₄) ₂ SO ₄ 溶液、蒸馏水;试管、胶头滴管
实验步骤	在试管中加入 2mL 饱和(NH ₄) ₂ SO ₄ 溶液,向其中加入几滴鸡蛋清溶液,振荡,观察现象。再继续加入蒸馏水,振荡,观察现象。
实验现象	加入饱和(NH ₄) ₂ SO ₄ 溶液,试管内蛋白质产生白色沉淀,加蒸馏水后沉淀溶解
实验结论	浓的无机轻金属盐或铵盐[如(NH ₄) ₂ SO ₄ 、Na ₂ SO ₄ 、NaCl 等]使蛋白质溶解度降低而从溶液中析出;蛋白质的盐析是一个可逆过程,盐析出的蛋白质稀释后仍能溶解,盐析不影响蛋白质的活性。
实验说明	蛋白质的盐析是一个可逆过程,采用多次盐析和溶解可分离提纯蛋白质。

23. 教材 P116


实验名称	蛋白质的变性
实验原理	含有苯基的蛋白质和浓硝酸作用显黄色,可用于鉴别蛋白质。
实验用品	鸡蛋清溶液、硝酸银溶液、乙醇、蒸馏水;试管、胶头滴管、酒精灯。
实验步骤	在三支试管中各加入 2mL 鸡蛋清溶液,将一支试管加热,向另两支试管中分别加入硝酸银溶液和乙醇,观察现象。再向试管中加入蒸馏水,观察产生的沉淀能否溶解。
实验现象	加热及加入硝酸银溶液和乙醇,三支试管内蛋白质均产生沉淀;加入蒸馏水后沉淀不溶解。
实验结论	蛋白质在受热或重金属盐或乙醇作用下均能发生变性;变性后的蛋白质在水中不能重新溶解,同时也失去了原有的生理活性。

实验说明	蛋白质的变性是一个不可逆过程，利用蛋白质的变性，可用于杀菌消毒，而疫苗等生物制剂的保存则要防止变性。
------	--

24. 教材 P117

实验名称	蛋白质的显色反应
实验装置	
实验原理	含有苯基的蛋白质和浓硝酸作用显黄色，可用于鉴别蛋白质。
实验用品	鸡蛋清溶液、浓硝酸；试管、胶头滴管、酒精灯。
实验步骤	在盛有 2mL 鸡蛋清溶液的试管中，滴入 5 滴浓硝酸，加热。观察实验现象。
实验现象	开始有白色沉淀，加热沉淀变黄色。
实验结论	用蛋白质的颜色反应可以鉴别含苯环的蛋白质。

25. 教材 P140

实验名称	酚醛树脂的制备
实验装置	
实验原理	<p>①在酸催化下，生成羟甲基苯酚，再缩合成线型结构高分子：</p> <p>②在碱催化下，生成羟甲基苯酚、二羟甲基苯酚、三羟甲基苯酚等，加热继续反应，生成网状结构树脂。</p> $ \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH} $ $ n \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{H} \left[\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})\text{CH}_2 \right]_n \text{OH} + (n-1)\text{H}_2\text{O} $
实验用品	苯酚、甲醛溶液、浓盐酸、浓氨水、水、大试管、胶头滴管、玻璃棒、烧杯、酒精灯、铁

	架台
实验步骤	(1)在大试管中加入 2g 苯酚、3mL 质量分数为 40%的甲醛溶液和 3 滴浓盐酸，在水浴中加热。当试管中反应物接近沸腾时，从水浴中取出试管，并用玻璃棒搅拌，观察产物的颜色和状态。 (2)在另一大试管中加入 2g 苯酚和 3mL 质量分数为 40%的甲醛溶液，置于水浴中加热片刻，稍加振荡后，加入 0.5mL 浓氨水，在水浴中加热，注意与(1)中酸催化的聚合反应进行比较。
实验现象	(1) 米黄色略带粉色固体 (2) 米黄色固体
实验结论	苯酚与甲醛在酸或碱作用下均可发生缩聚反应生成树脂。
实验说明	(1) 在酸催化下，等物质的量的苯酚与甲醛反应，苯酚邻位或对位的氢原子与甲醛的羰基加成生成羟甲基苯酚，然后羟甲基苯酚之间相互脱水缩合成线型结构的高分子。 (2) 在碱催化下，苯酚与过量的甲醛反应，生成羟甲基苯酚的同时，还生成二羟甲基苯酚、三羟甲基苯酚等，继续 反应就可以生成网状结构的酚醛树脂。 具有网状结构的高分子受热后不能软化或熔融，不溶于一般溶剂。

26. 教材 147

实验名称	高吸水性树脂的吸水性能
实验原理	高吸水性树脂具有强亲水基团，吸水能力强
实验用品	高吸水性材料、水、烧杯、天平
实验步骤	(1)选择吸水材料进行实验。可以取一条纸尿裤，用剪刀剪开，取出其中的高吸水性树脂颗粒(也可使用你选择的其他高吸水性材料)。一般吸水材料可以选择医用脱脂棉、餐巾纸或海绵等。 (2)在已知质量的 100mL 烧杯中放入 70mL 水，再放入 1. 0g(m)高吸水性树脂，用玻璃棒充分搅匀后静置 5min，观察和记录现象。倾出未被吸收的水，再称出吸收水后的高吸水性树脂的质量(m ₂)，计算其吸水率。 (3)取 1. 0g 医用脱脂棉(或其他一般吸水材料)，按上述方法进行实验，并计算出它的吸水率，与高吸水性树脂的吸水率进行比较。
实验结论	

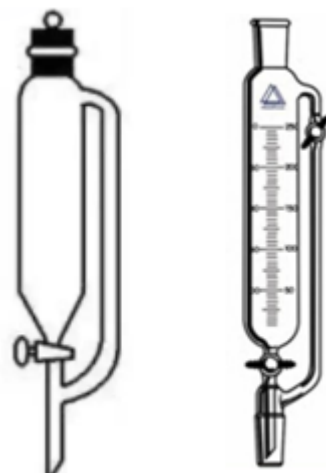
	吸水材料	高吸水性树脂(聚丙烯酸钠)	一般吸水材料(餐巾纸)
	吸水前质量 m_1/g	1. 0	1. 0
	吸水后质量 m_2/g	87. 83	12. 3
	吸水率 $(m_2-m_1)/m_1$	8683%	1230%
实验说明	高吸水性树脂比一般吸水材料吸水性要强得多。		

第六部分 必记高考中的新仪器及装置



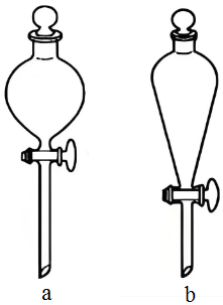
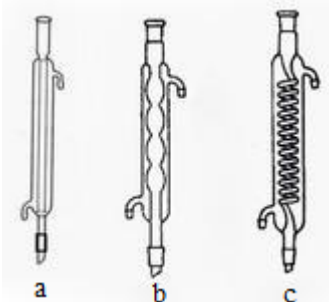

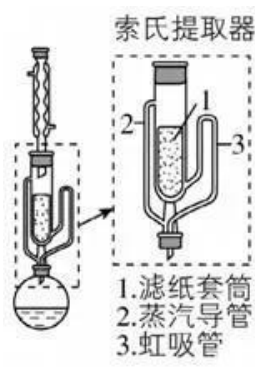
三颈烧瓶

三颈烧瓶又称三口烧瓶，用作当溶液长时间的反应，需加热回流反应的反应容器。三颈圆底烧瓶是一种常用的化学玻璃仪器，在有机化学实验中被广泛使用。三颈圆底烧瓶通常具有圆肚细颈的外观。它有三个口，可以同时加入多种反应物，或是加装冷凝管。它的窄口是用来防止溶液溅出或是减少溶液的蒸发，并可配合橡皮塞的使用，来连接其它的玻璃器材。

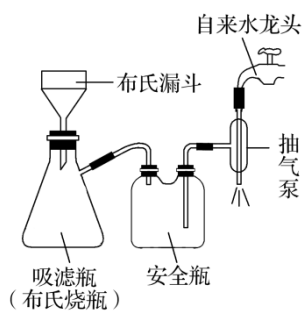


恒压滴液漏斗

恒压滴液漏斗是一种便于添加液体，并且在添加液体时不会有气体泄漏，可以通过控制滴液的速率来控制反应速率的漏斗，也可装在反应装置上，作滴加料液之用。它和其他分液漏斗一样，都可以进行分液、萃取等操作，与其他分液漏斗不同的是，恒压漏斗可以保证内部压强不变，一是可以防止倒吸，二是可以使漏斗内液体顺利流下，三是减小增加的液体对气体压强的影响，从而在测量气体体积时更加准确。

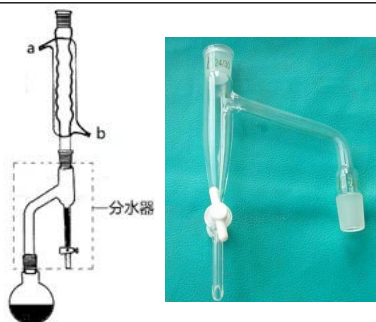
 <p style="text-align: center;">a b</p>	<p>3. 球形分液漏斗(a)和梨形分液漏斗(b): 球形分液漏斗为球形, 颈较长, 多用于制气装置中滴加液体, 控制所加液体的量及反应速率的大小; 梨形分液漏斗为梨形, 颈比较短, 常用做萃取操作的仪器, 对萃取后形成的互不相溶的两液体进行分液, 使用过程: 检漏→加液→振摇→静置→分液→洗涤。</p>
 <p style="text-align: center;">a b c</p>	<p>直形冷凝管(a)、球形冷凝管(b)和蛇形冷凝管(c):一般用于沸点低的液体的回流。直形冷凝管一般是用于蒸馏, 即在用蒸馏法分离物质时使用; 球形冷凝管一般用于反应装置, 即在反应时考虑到反应物的蒸发流失而用球形冷凝管冷凝回流, 使反应更彻底; 蛇形冷凝管:一般用于沸点低的液体的回流。注意不论何种冷凝管, 不论如何放置(斜放或直立), 冷却水均为下口进、上口出。</p>
 <p style="text-align: center;">b 形管</p>	<p>b 型管为化学中测量固体样品熔点时用的玻璃仪器, 形状如一个 b 字, 配合熔点管使用。将样品装于熔点管后, 用橡皮筋与温度计绑于一起, 穿过带孔的软木塞, 放入 b 型, 熔点管的有样品部分和温度计水银球置于环状部位的左侧, 加热环状部位的右侧, 进行热浴。b 型管中可装液体石蜡等, 测量时要将 b 型管装满管中的环状部分。</p>
 <p style="text-align: center;">索氏提取器</p>	<p>索氏提取器是由提取瓶、提取管、冷凝器三部分组成的, 提取管两侧分别有虹吸管和连接管, 各部分连接处要严密不能漏气。提取时, 将待测样品包在脱脂滤纸包内, 放入提取管内。萃取前先将固体物质研碎, 以增加固液接触的面积。然后, 将固体物质放在滤纸包内, 置于提取器中, 提取器的下端与盛有浸出溶剂的圆底烧瓶相连, 上面接回流冷凝管。加热圆底烧瓶, 使溶剂沸腾, 蒸气通过连接管上升, 进入到冷凝管中, 被冷凝后滴入提取器中, 溶剂和固体接触进行萃取, 当提取器中溶剂液面达到虹吸管的最高处时, 含有萃取物的溶剂虹吸回到烧瓶, 因而萃取出了一部分物质。然后圆底烧瓶中的浸出溶剂继续蒸发、冷凝、浸出、回流, 如此重复, 使固体物质不断为纯的浸出溶</p>

	<p>剂所萃取，将萃取出的物质富集在烧瓶中。液—固萃取是利用溶剂对固体混合物中所需成分的溶解度大，对杂质的溶解度小来达到提取分离的目的。</p>
 <p style="text-align: center;">玻璃液封管</p>	<p>7. : 指的是使 1 和 4 的气压与大气压保持一致。当 1 和 4 中的压力大于大气压时，会通过玻璃液封管排出气体。当 1 和 4 中的气压小于大气压时，玻璃液封管会倒吸 3 中的液体，从而平衡 1 和 4 的压力使之与大气压相等。</p>
 <p style="text-align: center;">凯氏定氮仪</p>	<p>8. 凯氏定氮仪是根据蛋白质中氮的含量恒定的原理，通过测定样品中氮的含量从而计算蛋白质含量的仪器。因其蛋白质含量测量计算的方法叫做凯氏定氮法，故被称为凯氏定氮仪，又名定氮仪、蛋白质测定仪、粗蛋白测定仪。</p>
 <p style="text-align: center;">水蒸气蒸馏</p>	<p>水蒸气蒸馏法是指将含有挥发性成分的植物材料与水共蒸馏，使挥发性成分随水蒸气一并馏出，经冷凝分取挥发性成分的浸提方法。该法适用于具有挥发性、能随水蒸气蒸馏而不被破坏、在水中稳定且难溶或不溶于水的植物活性成分的提取。</p>
 <p style="text-align: center;">布氏漏斗</p>	<p>布氏漏斗形状为扁圆筒状，其圆筒底面上开了很多小孔，以便液体能够通过这些小孔被抽走，而下连的狭长筒状出口则用于导出经过滤的液体。布氏漏斗常用于有机化学实验中提取结晶。通过真空或负压力抽吸，布氏漏斗可以迅速且有效地将溶液中的固体颗粒或结晶物过滤出来，从而实现固液分离。</p> <p>减压过滤：也称抽滤，可加速过滤，并使沉淀抽吸得较干燥，但不宜过滤胶状沉淀和颗粒太小的沉淀。循环水真空泵使吸滤瓶内减压，由于瓶内与布氏漏斗液面上形成压力差，因而加快</p>



减压过滤装置

了过滤速度；布氏漏斗上有许多小孔，滤纸应剪成比漏斗的内径略小，但又能把瓷孔全部盖住的大小。用少量水润湿滤纸，开泵，减压使滤纸与漏斗贴紧，然后开始过滤。当停止吸滤时，需先拔掉连接吸滤瓶和泵的橡皮管，再关泵，以防反吸。为了防止反吸现象，一般在吸滤瓶和泵之间，装上一个安全瓶。



分水器

在某些有机实验中，水和有机物蒸发后被冷凝回流，收集到分水器中，水在下层，有机相在上层流回烧瓶，分水器中的水可从下口放出。如在酯化反应中为了提高产率，可加装冷凝回流装置，将蒸发出的酸与醇蒸汽冷凝回流至烧瓶内，使反应物充分反应，同时使用分水器将水分出，使酯化反应平衡向右移动。



移液管

移液管是用来准确移取一定体积液体的量器。移液管是一种量出式仪器，只用来测量它所放出液体的体积。它是一根中间有一膨大部分的细长玻璃管，其下端为尖嘴状，上端管颈处刻有一条标线，是所移取液体准确体积的标志。常用的移液管有 5、10、25 和 50mL 等规格。通常又把具有刻度的直形玻璃管称为吸量管。常用的吸量管有 1、2、5 和 10mL 等规格。移液管和吸量管所移取的液体体积通常可准确到 0.01mL。使用方法：(1)使用时，应先将移液管洗净，自然沥干，并用待量取的溶液少许荡洗 3 次。(2)然后以右手拇指及中指捏住管颈标线以上的地方，将移液管插入供试品溶液液面下约 1cm，不应伸入太多，以免管尖外壁粘有溶液过多，也不应伸入太少，以免液面下降后而吸空。这时，左手拿橡皮吸球(一般用 60ml 洗耳球)轻轻将溶液吸上，眼睛注意正在上升的液面位置，移液管应随容器内液面下降而下降，当液面上升到刻度标线以上约 1cm 时，迅速用右手食指堵住管口，取出移液管，用滤纸条拭干移液管下端外壁，

	<p>并使与地面垂直，稍微松开右手食指，使液面缓缓下降，此时视线应平视标线，直到弯月面与标线相切，立即按紧食指，使液体不再流出。(3)再将移液管移入准备接受溶液的容器中，使其出口尖端接触器壁，使容器微倾斜，而使移液管直立，然后放松右手食指，使溶液自由地顺壁流下，待溶液停止流出后，一般等待 15 秒钟拿出。(4)注意此时移液管尖端仍残留有一滴液体，不可吹出。</p>
--	---

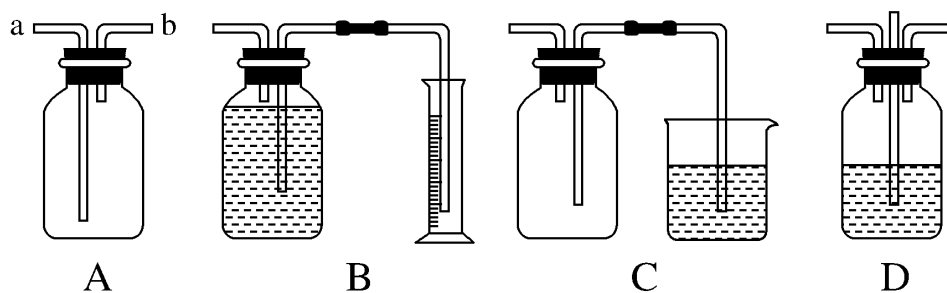
第七部分 必记的常见仪器知识及仪器的创新使用

一. 易混淆的几种常见仪器

仪器	分类
漏斗	普通漏斗(用于过滤、防倒吸、向小口容器中转移液体等) 长颈漏斗(用于向反应器中添加液体) 分液漏斗(用于分液、向反应器中添加液体) 恒压滴液漏斗(用于向反应器中添加液体，在添加液体时不会有气体泄漏，可以通过控制滴液的速率来控制反应速率的漏斗) 布氏漏斗(是实验室中使用的一种陶瓷仪器，也有用塑料制作的，用来以真空或负压抽吸进行过滤即减压过滤)
烧瓶	平底烧瓶(一般作有液体参与反应但不需加热的反应器) 圆底烧瓶(一般作有液体参与反应且需加热的反应器) 蒸馏烧瓶(用于蒸馏或分馏)
冷凝管	直形冷凝管(用于蒸馏或分馏馏分冷凝) 球形冷凝管(用于液态物质反应冷凝回流) 蛇形冷凝管(用于液态物质反应冷凝回流)

二、仪器的创新使用

广口瓶的多种用途	<p>一种仪器，根据需要可有多种用途，如广口瓶。要注意在广口瓶的不同用途中，导气管长短的不同。</p>
----------	---



(1)装置 A 可作集气瓶、洗气瓶和监控气体流速

①作洗气瓶：装入合适的试剂除去气体中的杂质，气体“长进短出”。

②作集气瓶：a.不装任何试剂，收集密度比空气大且不与空气反应的气体，气体从长导管进。

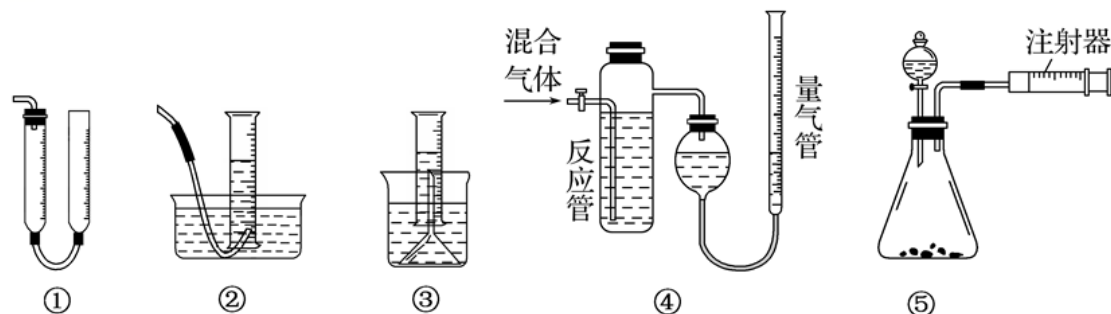
b.不装任何试剂，收集密度比空气小且不与空气反应的气体，气体从短导管进。c.装水，可收集难溶于水的气体，装饱和食盐水，可收集 Cl_2 ，气体从短导管进。

③监控气体流速：集气瓶中装入一定量的与气体不反应和溶解的液体，通入气体，根据液体中产生气泡的速率来监控气体的流速。

(2)与量筒组合成装置 B 用于测量气体的体积

广口瓶中盛满水(或其他试剂)，气体从短导管进，将广口瓶中的水(或其他试剂)排到量筒中。

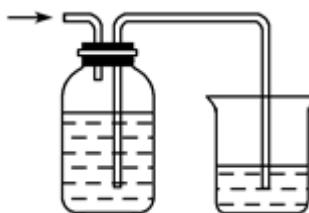
其他可以量气的装置还有：

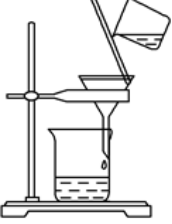
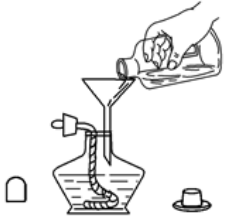
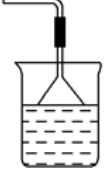
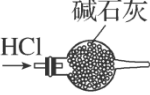

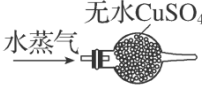

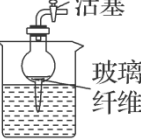

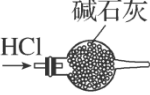

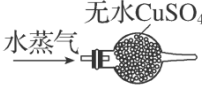

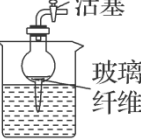

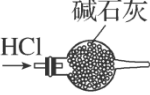

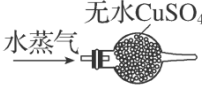

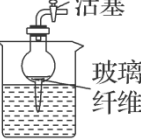



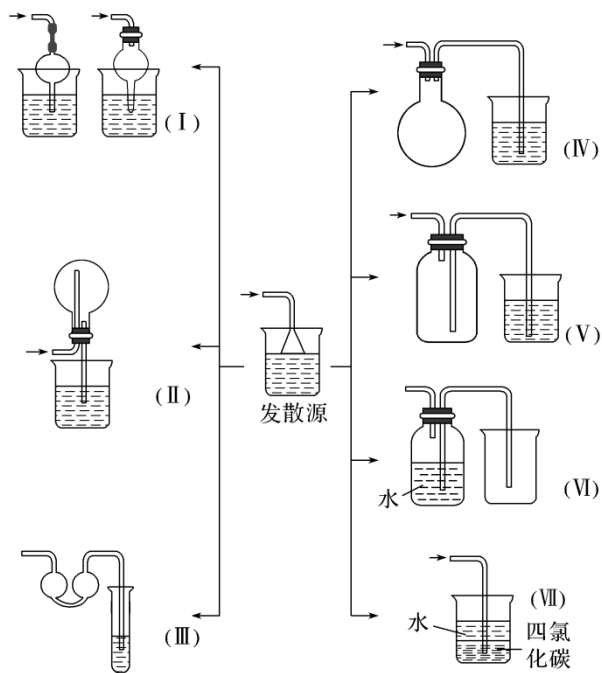
(3)组成装置 C 和 D 可作安全瓶

①装置 C 用于防倒吸。②装置 D 用于缓冲和防堵塞。

(4)组成如下装置可用作储气，瓶内装一一定量与气体不反应也不溶解的液体，用于暂时贮存反应产生的气体，注意导管短进长出。



<p>漏斗的创新使用</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>图1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>图2</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>图3</p> </div> </div> <p>(1)组成过滤器进行过滤操作，如图1；</p> <p>(2)向酒精灯添加酒精，如图2；</p> <p>(3)倒置接在导管末端防倒吸，如图3。</p>													
<p>球形干燥管的创新使用 “一材多用”</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">装置图</th> <th style="width: 50%;">解读</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="375 707 863 931"> <div style="text-align: center;">  <p>图 a</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>图 b</p> </div> </td> <td data-bbox="863 707 1301 931"> <p>尾气吸收装置；可用于防倒吸</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="375 931 863 1125"> <div style="text-align: center;">  <p>图 c</p> </div> </td> <td data-bbox="863 931 1301 1125"> <p>用于水蒸气的检验</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="375 1125 863 1310"> <div style="text-align: center;">  <p>图 d</p> </div> </td> <td data-bbox="863 1125 1301 1310"> <p>辅助测定气体，防止外界因素干扰</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="375 1310 863 1541"> <div style="text-align: center;">  <p>图 e</p> </div> </td> <td data-bbox="863 1310 1301 1541"> <p>简易的气体发生装置</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="375 1541 863 1772"> <div style="text-align: center;">  <p>图 f</p> </div> </td> <td data-bbox="863 1541 1301 1772"> <p>过滤装置可用于水的净化等较简单的过滤</p> </td> </tr> </tbody> </table>	装置图	解读	<div style="text-align: center;">  <p>图 a</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>图 b</p> </div>	<p>尾气吸收装置；可用于防倒吸</p>	<div style="text-align: center;">  <p>图 c</p> </div>	<p>用于水蒸气的检验</p>	<div style="text-align: center;">  <p>图 d</p> </div>	<p>辅助测定气体，防止外界因素干扰</p>	<div style="text-align: center;">  <p>图 e</p> </div>	<p>简易的气体发生装置</p>	<div style="text-align: center;">  <p>图 f</p> </div>	<p>过滤装置可用于水的净化等较简单的过滤</p>	
装置图	解读													
<div style="text-align: center;">  <p>图 a</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>图 b</p> </div>	<p>尾气吸收装置；可用于防倒吸</p>													
<div style="text-align: center;">  <p>图 c</p> </div>	<p>用于水蒸气的检验</p>													
<div style="text-align: center;">  <p>图 d</p> </div>	<p>辅助测定气体，防止外界因素干扰</p>													
<div style="text-align: center;">  <p>图 e</p> </div>	<p>简易的气体发生装置</p>													
<div style="text-align: center;">  <p>图 f</p> </div>	<p>过滤装置可用于水的净化等较简单的过滤</p>													
<p>常用的实验安全装置</p>	<p>1. 防倒吸装置</p>													



(1)肚容式：(上图中的发散源及 I 和 II)

由于上部有一容积较大的空间，当水进入该部分时，烧杯(或试管)中液面显著下降而低于漏斗口(或导管口)，由于重力作用，液体又流回到烧杯(或试管)中。

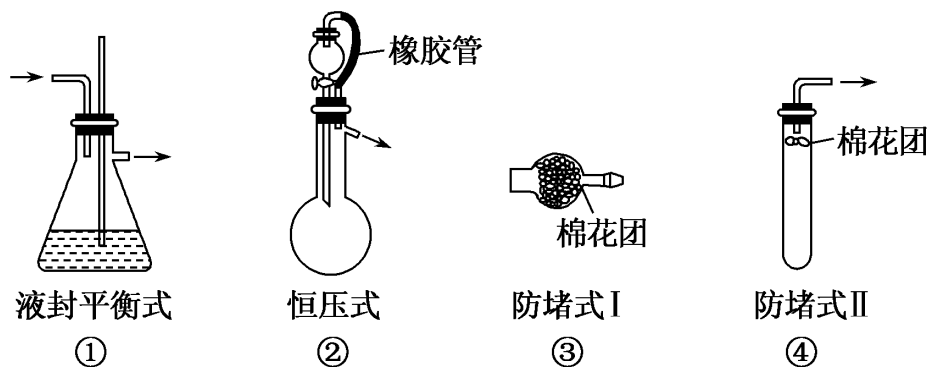
(2)接收式(上图中的III、IV、V)

使用较大容积的容器将可能倒吸来的液体接收，防止进入前端装置(如气体收集装置等)。它与肚容式的主要区别是液体不再流回到原容器。

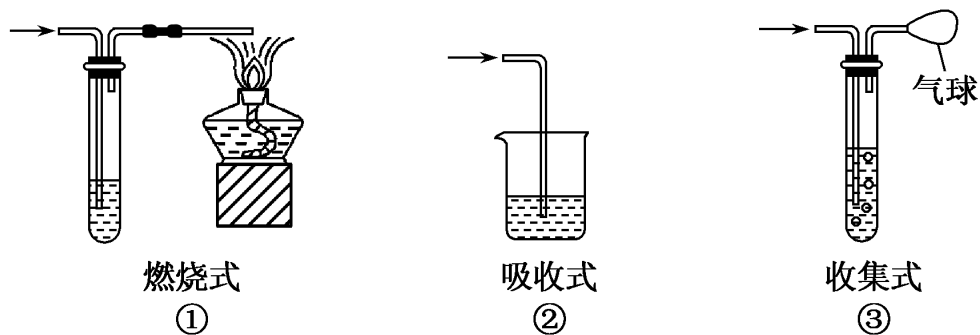
(3)隔离式(上图中的VI、VII)

导管末端与液体吸收剂呈隔离状态，导管内压强不会减小，能起到防倒吸作用。

2. 防堵塞装置

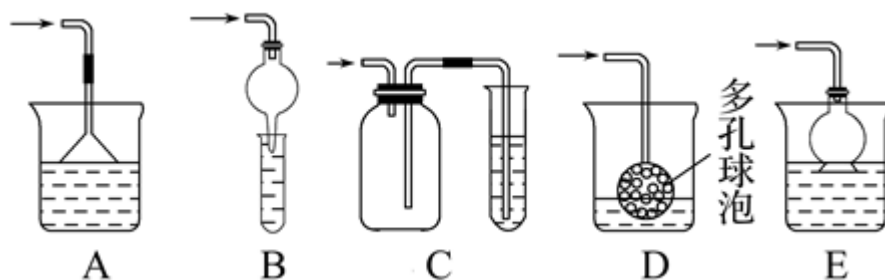


3. 防污染装置



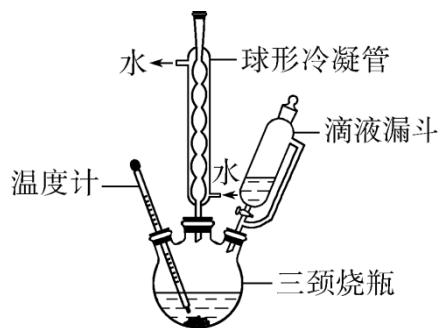
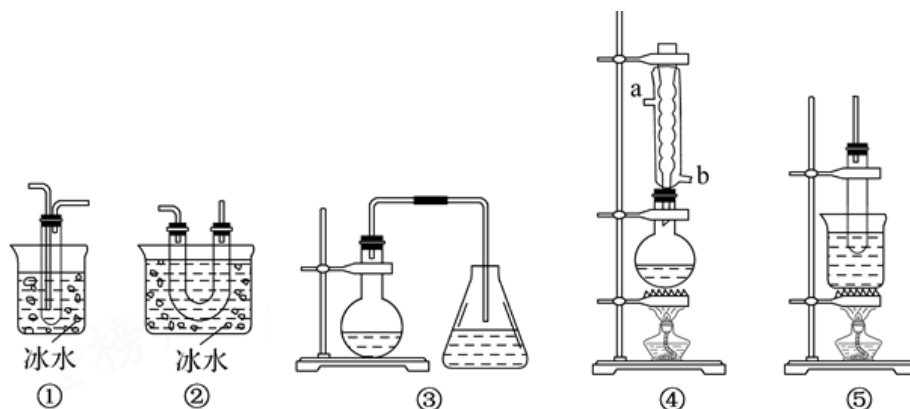
如：实验室制取 Cl_2 时，尾气的处理可采用装置②；制取 CO 、 H_2 时，尾气处理可采用装置①、③。

其他的尾气处理装置还有：

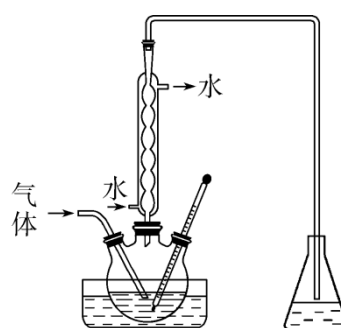


注：ABCE 还兼有防倒吸作用，D 可增大气体与溶液的接触面积，可加快气体的吸收速率。

4. 冷凝或冷却装置



图一



图二

图一、图二装置中由于冷凝管竖立，使液体混合物能冷凝回流，以此装置作为反应装置，可使反应物循环利用，提高反应物的转化率。

第八部分 必记的常见实验操作

一、必记的常见实验操作

1. 仪器的洗涤	玻璃仪器洗净的标准是：内壁上附着的水膜均匀，既不聚成水滴，也不成股流下。
2. 试纸的使用	<p>常用的有红色石蕊试纸、蓝色石蕊试纸、pH 试纸、淀粉碘化钾试纸、醋酸铅试纸和品红试纸等。</p> <p>(1)在使用试纸检验溶液的性质时，一般先把一小块试纸放在表面皿或玻璃片上，用蘸有待测溶液的玻璃棒点试纸的中部，观察试纸颜色的变化，判断溶液的性质。</p> <p>(2)在使用试纸检验气体的性质时，一般先用蒸馏水把试纸润湿，粘在玻璃棒的一端，用玻璃棒把试纸放到盛有待测气体的导管口或集气瓶口(注意不要接触)，观察试纸颜色的变化情况来判断气体的性质。</p> <p>注意：使用试纸测定 pH 值时不能用蒸馏水润湿。</p>
3. 药品的取用和保存	<p>(1)实验室里所用的药品，很多是易燃、易爆、有腐蚀性或有毒的。因此在使用时一定要严格遵照有关规定，保证安全。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，不得尝任何药品的味道。注意节约药品，严格按照实验规定的用量取用药品。如果没有说明用量，一般应按最少量取用：液体 1~2mL，固体只需要盖满试管底部。实验剩余的药品既不能放回原瓶，也不要随意丢弃，更不要拿出实验室，要放入指定的容器内或交由老师处理。</p> <p>注意：多余的金属钠、钾和白磷要放回原瓶。</p> <p>(2)固体药品的取用：取用固体药品一般用药匙。往试管里装入固体粉末时，为避免药品沾在管口和管壁上，先使试管倾斜，用盛有药品的药匙(或用小纸条折叠成的纸槽)小心地送入试管底部，然后使试管直立起来，让药品全部落到底部。有些块状的药品可用镊子夹取。</p> <p>(3)液体药品的取用：取用很少量液体时可用胶头滴管吸取;取用较多量液体时可用直接倾注法。取用细口瓶里的药液时，先拿下瓶塞，倒放在桌上，然后拿起瓶子(标签对着手心)，瓶口要紧挨着试管口，使液体缓缓地倒入试管。注意防止残留在瓶口的药液流下来，腐蚀标签。一般往大口容器或容量瓶、漏斗里倾注液体时，应用玻璃棒引流。</p> <p>(4)几种特殊试剂的存放</p> <p>(A)钾、钙、钠在空气中极易氧化，遇水发生剧烈反应，应放在盛有煤油的广口瓶中以隔</p>

	<p>绝空气。</p> <p>(B)白磷着火点低(40℃)，在空气中能缓慢氧化而自燃，通常保存在冷水中。</p> <p>(C)液溴有毒且易挥发，需盛放在磨口的细口瓶里，并加些水(水覆盖在液溴上面)，起水封作用。</p> <p>(D)碘易升华且具有强烈刺激性气味，盛放在磨口的广口瓶里。</p> <p>(E)浓硝酸、硝酸银见光易分解，应保存在棕色瓶中，贮放在阴凉处。</p> <p>(P)氢氧化钠固体易潮解且易在空气中变质，应密封保存;其溶液盛放在无色细口瓶里，瓶口用橡皮塞塞紧，不能用玻璃塞。</p>
4. 过滤	<p>过滤是除去溶液里混有不溶于溶剂的杂质的方法。</p> <p>过滤时应注意：</p> <p>(1)一贴：将滤纸折叠好放入漏斗，加少量蒸馏水润湿，使滤纸紧贴漏斗内壁。</p> <p>(2)二低：滤纸边缘应略低于漏斗边缘，加入漏斗中液体的液面应略低于滤纸的边缘。</p> <p>(3)三靠：向漏斗中倾倒液体时，烧杯的尖嘴应与玻璃棒紧靠;玻璃棒的底端应和过滤器有三层滤纸处轻靠;漏斗颈的下端出口应与接受器的内壁紧靠。</p>
5. 蒸发和结	<p>蒸发是将溶液浓缩，溶剂气体或使溶质以晶体析出的方法。结晶是溶质从溶液中析出晶体的过程，可以用来分离和提纯几种可溶性固体的混合物。结晶的原理是根据混合物中各成分在某种溶剂里的溶解度的不同，通过蒸发溶剂或降低温度使溶解度变小，从而析出晶体。加热蒸发皿使溶液蒸发时，要用玻璃棒不断搅动溶液，防止由于局部温度过高，造成液滴外溅。当蒸发皿中出现较多的固体时，即停止加热，例如用结晶的方法分离 NaCl 和 KNO₃ 混合物。</p>
6. 蒸馏	<p>蒸馏是提纯或分离沸点不同的液体混合物的方法。用蒸馏原理进行多种混合液体的分离，叫分馏。如用分馏的方法进行石油的分馏。</p> <p>操作时要注意：</p> <p>(1)液体混合物蒸馏时，应在蒸馏烧瓶中放少量碎瓷片，防止液体暴沸。</p> <p>(2)温度计水银球的位置应与支管口下缘位于同一水平线上。</p> <p>(3)蒸馏烧瓶中所盛放液体不能超过其容积的 2/3，也不能少于 1/3。</p> <p>(4)冷凝管中冷却水从下口进，从上口出，使之与被冷却物质形成逆流冷却效果才好。</p> <p>(5)加热温度不能超过混合物中沸点最高物质的沸点。</p>
7. 升华	<p>升华是指固态物质吸热后不经过液态直接变成气态的过程。利用某些物质具有升华的特</p>

	性，可以将这种物质和其它受热不升华的物质分离开来，例如加热使碘升华，来分解 I_2 和 SiO_2 的混合物。
8. 分液和萃取	<p>分液是把两种互不相溶、密度也不相同的液体分离开的方法。萃取是利用溶质在互不相溶的溶剂里的溶解度不同，用一种溶剂把溶质从它与另一种溶剂所组成的溶液中提取出来的方法。选择的萃取剂应符合下列要求：和原溶液中的溶剂互不相溶；对溶质的溶解度要远大于原溶剂，并且溶剂易挥发。</p> <p>在萃取过程中要注意：</p> <p>(1)将要萃取的溶液和萃取溶剂依次从上口倒入分液漏斗，其量不能超过漏斗容积的 2/3，塞好塞子进行振荡。</p> <p>(2)振荡时右手捏住漏斗上口的颈部，并用食指根部压紧塞子，以左手握住旋塞，同时用手指控制活塞，将漏斗倒转过来用力振荡，同时要注意不时地打开活旋塞放气。</p> <p>(3)将分液漏斗静置，待液体分层后进行分液，分液时下层液体从漏斗口放出，上层液体从上口倒出。例如用四氯化碳萃取溴水里的溴。</p>
9. 渗析	<p>利用半透膜(如膀胱膜、羊皮纸、玻璃纸等)使胶体跟混在其中的分子、离子分离的方法。常用渗析的方法来提纯、精制胶体。</p>

二、必记化学实验中的先与后

<ol style="list-style-type: none"> 1. 加热试管时，应先均匀加热后局部加热。 2. 用排水法收集气体时，先拿出导管后撤酒精灯。 3. 制取气体时，先检验气密性后装药品。 4. 收集气体时，先排净装置中的空气后再收集。 5. 稀释浓硫酸时，烧杯中先装一定量蒸馏水后再沿器壁缓慢注入浓硫酸。 6. 点燃 H_2、CH_4、C_2H_4、C_2H_2 等可燃气体时，先检验纯度再点燃。 7. 检验卤化烃分子的卤元素时，在水解后的溶液中先加稀 HNO_3 再加 $AgNO_3$ 溶液。 8. 检验 NH_3(用红色石蕊试纸)、Cl_2(用淀粉 KI 试纸)、H_2S[用 $Pb(Ac)_2$ 试纸]等气体时，先用蒸馏水润湿试纸后再与气体接触。 9. 做固体药品之间的反应实验时，先单独研碎后再混合。 10. 配制 $FeCl_3$、$FeCl_2$、$SnCl_2$ 等易水解的盐溶液时，先溶于少量浓盐酸中，再稀释。 11. 中和滴定实验时，用蒸馏水洗过的滴定管先用标准液润洗后再装标准液；先用待测液润洗后再移取液体；滴定管读数时先等一二分钟后再读数；观察锥形瓶中溶液颜色的改变时，先等半分钟颜色不变后即为止。

点。

12. 焰色反应实验时，每做一次，铂丝应先沾上稀盐酸放在火焰上灼烧到无色时，再做下一次实验。
13. 用 H_2 还原 CuO 时，先通入 H_2 ，后加热 CuO ，反应完毕后先撤酒精灯，冷却后再停止通 H_2 。
14. 配制物质的量浓度溶液时，先用烧杯加蒸馏水至容量瓶刻度线 $1\sim 2\text{ cm}$ 后，再改用胶头滴管加水至刻度线。
15. 安装发生装置时，遵循的原则是：自下而上，先左后右或先下后上，先左后右。
16. 浓 H_2SO_4 不慎洒到皮肤上，先迅速用布擦干，再用水冲洗，最后再涂上 $3\%\sim 5\%$ 的 $NaHCO_3$ 溶液。沾上其他酸时，先水洗，后涂 $NaHCO_3$ 溶液。
17. 碱液沾到皮肤上，先水洗后涂硼酸溶液。
18. 酸(或碱)流到桌子上，先加 $NaHCO_3$ 溶液(或醋酸)中和，再水洗，最后用布擦。
19. 检验蔗糖、淀粉、纤维素是否水解时，先在水解后的溶液中加入 $NaOH$ 溶液中和 H_2SO_4 ，再加银氨溶液或 $Cu(OH)_2$ 悬浊液。
20. 用 pH 试纸时，先用玻璃棒蘸取待测溶液涂到试纸上，再把试纸的颜色跟标准比色卡对比，定出 pH 。
21. 配制和保存 Fe^{2+} ， Sn^{2+} 等易水解、易被空气氧化的盐溶液时；先把蒸馏水煮沸赶走 O_2 ，再溶解，并加入少量的相应金属粉末和相应酸。
22. 称量药品时，先在盘上各放两张大小，重量相等的纸(腐蚀药品放在烧杯等玻璃器皿) 加热后的药品，先冷却，后称量。

三、必记的物质分离提纯的方法

1. 结晶和重结晶：利用物质在溶液中溶解度随温度变化较大，如 $NaCl$ 、 KNO_3 。
2. 蒸馏冷却法：在沸点上差值大。乙醇中(水)：加入新制的 CaO 吸收大部分水再蒸馏。
3. 过滤法：溶与不溶。
4. 升华法： $SiO_2(I_2)$ 。
5. 萃取法：如用 CCl_4 来萃取 I_2 水中的 I_2 。
6. 溶解法： Fe 粉(Al 粉)：溶解在过量的 $NaOH$ 溶液里过滤分离。
7. 增加法：把杂质转化成所需要的物质： $CO_2(CO)$ ：通过热的 CuO ； $CO_2(SO_2)$ ：通过 $NaHCO_3$ 溶液。
8. 吸收法：除去混合气体中的气体杂质，气体杂质必须被药品吸收： $N_2(O_2)$ ：将混合气体通过铜网吸收 O_2 。
9. 转化法：两种物质难以直接分离，加药品变得容易分离，然后再还原回去： $Al(OH)_3$ 、 $Fe(OH)_3$ ：先加 $NaOH$ 溶液把 $Al(OH)_3$ 溶解，过滤，除去 $Fe(OH)_3$ ，再加酸让 $NaAlO_2$ 转化成 $Al(OH)_3$ 。

四、必记化学实验基本操作中的“9个不能”

- (1)块状或颗粒状的固体药品不能直接放入竖直放置的试管或其他容器中；原因解释：防止试管或容器底部被砸破。
- (2)用量筒、滴定管和移液管量取液体时，不能仰视或俯视液面；原因解释：读数有误差。
- (3)不能直接用手取砝码；原因解释：防止砝码生锈。
- (4)不能不检查装置气密性就进行气体的制备与性质实验；原因解释：防止实验过程中装置漏气而使实验失败。
- (5)不能不对可燃性气体验纯就进行可燃性气体的点燃或加热实验；原因解释：防止爆炸。
- (6)进行过滤操作时，玻璃棒不能放在单层滤纸处(应放在三层滤纸处)；原因解释：防止玻璃棒戳破滤纸。
- (7)加热后的蒸发皿、坩埚不能直接放在实验台上；原因解释：防止热的蒸发皿、坩埚烫坏实验台。
- (8)实验剩余药品不能放回原处(K、Na等除外)，不能随意丢弃，要放入指定容器内；原因解释：防止污染原试剂，防止污染环境。
- (9)配制一定物质的量浓度的溶液时，不能直接将溶液倒入容量瓶中，应该用玻璃棒引流；原因解释：防止液体流出。

第九部分 必记四个定量实验

一、硫酸铜晶体结晶水含量的测定——热重分析法

原理	硫酸铜晶体是一种比较稳定的结晶水合物，当加热到 258℃ 左右全部失去结晶水，据加热前后的质量差，可推算出其晶体的结晶水含量。 $\text{硫酸铜晶体中结晶水的质量分数} = \frac{\text{结晶水的质量}}{\text{硫酸铜晶体的质量}} \times 100\%$
仪器	坩埚、天平、干燥器、坩埚钳、研钵、角匙、酒精灯、泥三角、三脚架、玻璃棒。
步骤	“四称”“两热”：(1)称坩埚(W_1 g)(2)称坩埚及晶体(W_2 g)(3)加热至白(4)冷却称重(W_3 g) (5)再加热(6)冷却称重(两次称量误差不得超过 0.1g)(7)计算(设分子式为 $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) $x = \frac{160(W_2 - W_3)}{18(W_3 - W_1)}$ $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + x \cdot \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">160 18x</p>

	$W_3 - W_1 \quad W_2 - W_3$ $\therefore x = \frac{160(W_2 - W_3)}{18(W_3 - W_1)}$		
注意事项	(1)称前研细；(2)小火加热；(3)在干燥器中冷却；(4)不能用试管代替坩埚；(5)加热要充分但不“过头”(否则硫酸铜本身也会分解)。		
误差分析	(1)客观原因：晶体本身不纯		
	①如果晶体中含有难挥发性杂质， $m(\text{H}_2\text{O})/m(\text{CuSO}_4)$ 变小，结果偏低；		
	②实验前晶体表面有水， $m(\text{H}_2\text{O})/m(\text{CuSO}_4)$ 变大，结果偏高。		
	(2)主观原因		
	产生误差的原因	$m(\text{H}_2\text{O})/m(\text{CuSO}_4)$ 的值	X 值
	称量的坩埚不干燥	变大	偏大
	坩埚内附有挥发性杂质	无影响	无影响
	加热后，未放入干燥器中冷却	变小	偏低
晶体未完全变白停止加热	变小	偏低	
加热温度过高，晶体部分变黑	变大	偏大	
加热时有少量晶体溅出	变大	偏大	

二、中和滴定——滴定分析法

原理	<p>利用酸碱中和反应中物质的量之间的关系，用已知物质的量浓度的酸(或碱)来测定碱(或酸)的物质的量浓度。</p> <p>实验的关键在于：</p> <p>(1)确保实验过程中维持酸或碱的浓度不变，滴定管或移液管要用所取溶液洗涤。</p> <p>(2)量准、测准碱液、酸液的体积 [$V(\text{碱})$、$V(\text{酸})$]。</p> <p>(3)选择适宜的指示剂以准确指示中和终点。</p>
仪器	酸式滴定管、碱式滴定管、移液管(粗略移取可用小量筒)、锥形瓶、铁架台、滴定管夹等。
步骤	<p>(1)滴定前的准备工作：</p> <p>①洗涤滴定管，依次用洗液、自来水、蒸馏水洗涤干净。</p> <p>②检查滴定管是否漏水，操作中活塞是否灵活。</p> <p>③用待装溶液润洗 2~3 次，以保证装入溶液时不改变溶液的浓度。</p> <p>(2)滴定：以已知标准酸液滴定未知碱液为例：</p> <p>①准备标准酸溶液：注酸液→赶气泡→调液面→记刻度 $V(\text{始})$。用同样的方法把碱式滴定管准备好</p>

	<p>并记刻度。</p> <p>②移取待测碱液(用移液管或碱式滴定管): 洗涤并润洗移液管→吸取碱溶液→放入锥形瓶→滴加指示剂。把锥形瓶放在酸式滴定管下, 垫一张白纸。</p> <p>③操作: 左手控制滴定管活塞(或挤压玻璃球); 右手拇、食、中三指拿住锥形瓶颈部, 并不断按同一方向摇动; 眼睛一定注视锥形瓶中溶液颜色变化及滴定流速。</p> <p>边滴边振荡→滴加速度先快后慢→注意指示剂的变化→判断终点(半分钟再变化)→记下刻度V(终)。V(酸)=V(终)-V(始)。</p> <p>(3)计算: $c(\text{碱})=c(\text{酸})V(\text{酸}) / V(\text{碱})$</p>									
<p>终点判断</p>	<p>当滴入最后一滴标准液, 溶液颜色发生突变, 且半分钟不再变化。</p> <table border="1" data-bbox="209 720 1322 998"> <tr> <td data-bbox="209 720 580 871"></td> <td data-bbox="580 720 951 871">酚酞</td> <td data-bbox="951 720 1322 871">甲基橙</td> </tr> <tr> <td data-bbox="209 871 580 935">强酸滴定强碱</td> <td data-bbox="580 871 951 935">红色→无色</td> <td data-bbox="951 871 1322 935">黄色→橙色</td> </tr> <tr> <td data-bbox="209 935 580 998">强碱滴定强酸</td> <td data-bbox="580 935 951 998">无色→浅红色</td> <td data-bbox="951 935 1322 998">红色→橙色</td> </tr> </table>		酚酞	甲基橙	强酸滴定强碱	红色→无色	黄色→橙色	强碱滴定强酸	无色→浅红色	红色→橙色
	酚酞	甲基橙								
强酸滴定强碱	红色→无色	黄色→橙色								
强碱滴定强酸	无色→浅红色	红色→橙色								
<p>误差分析</p>	<p>构成实验误差的因素是多方面的, 中学阶段仅对由于操作不当引起的实验误差进行讨论和判断。中学化学对实验误差的考查主要从以下两个方面设题: (1)在假定实验过程中其他操作均正确的前提下, 判断(一般不考查分析过程)由于某一项操作不当, 对实验结果的影响(偏高或偏低或无影响); (2)已知实验产生了误差, 判断在给定的操作中, 可能是由哪项引起的。</p> <p>误差判断的方法: 一般是依据实验原理, 对实验结果的数学表达式进行分析(属于公式法), 先找出决定误差大小的有关量, 再进一步研究该量的大小与某一项操作间的关系。</p> <p>(以盐酸滴定烧碱为例)判断实验数据与真实值之间的差, 应根据待测液浓度的计算公式: $c(\text{测}) = \frac{c(\text{标})V(\text{标})}{V(\text{测})}$, 可见, $c(\text{测})$与 $V(\text{标})$成正比, 与 $V(\text{测})$成反比, 凡是因错误操作使 $V(\text{标})$的读数偏大的都会使 $c(\text{测})$偏大, 反之, 同理可解。</p> <p>(1)偏高: 酸式滴定管水洗后没润洗即装酸; 锥形瓶用待测液润洗; 滴定时酸液溅出; 滴前酸式滴定管内有气泡, 滴后消失; 滴后滴定管尖嘴处悬有液滴; 滴后仰视读数; 滴前俯视读数; 终点判断滞后; 移液时将尖嘴残存液滴吹入瓶内; 其他。</p> <p>(2)偏低: 移液管水洗后即移碱液; 滴定时碱液溅出; 滴前酸式滴定管无气泡, 滴后有气泡; 滴后俯视读数; 滴前仰视读数; 终点判断超前; 滴时碱液溅到锥形瓶内壁上又没洗下; 其他。</p> <p>注意: 酸碱中和后的溶液一般 $\text{pH} \neq 7$, 因为生成的盐可能水解或者标准液多加或少加了几分之一</p>									

滴，而这种误差是允许的。

(1) 滴定法是获得实验数据的典型方法

1) 常用滴定方法的分类：

① 中和反应滴定法

② 氧化还原反应滴定法

③ 沉淀反应滴定法

④ 络合反应滴定法

2) 常见“滴定分析法”的定量关系

常见类型	滴定方法	定量关系	反应原理
凯氏定氮法	中和滴定	$n(\text{N}) = n(\text{HCl})$	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_3\text{BO}_3$
I_2 与 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	氧化还原滴定	$2n(\text{I}_2) = n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$	$2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$
K_2CrO_4 与 AgNO_3	沉淀滴定	$n(\text{Ag}^+) = 2n(\text{CrO}_4^{2-})$	$2\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} = \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow (\text{砖红色})$
KMnO_4 与 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	氧化还原滴定	$5n(\text{KMnO}_4) = 2n(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)$	$2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
KMnO_4 与 H_2O_2	氧化还原滴定	$5n(\text{KMnO}_4) = 2n(\text{H}_2\text{O}_2)$	$2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 与 Fe^{2+}	氧化还原滴定	$6n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = n(\text{Fe}^{2+})$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
EDTA 与金属阳离子 (M^{n+})	络合滴定	$n(\text{Y}^{4-}) = n(\text{M}^{n+})$	$\text{M}^{n+} + \text{Y}^{4-} = \text{MY}^{n-4}$

(2) 滴定法常见的计算方法

① 关系式法

多步反应是多个反应连续发生，各反应物、生成物之间存在确定的物质的量关系，根据有关反应物、生成物之间物质的量的关系，找出已知物的量与未知物的量间的数量关系；列比例式求解，能简化计算过程。

② 守恒法

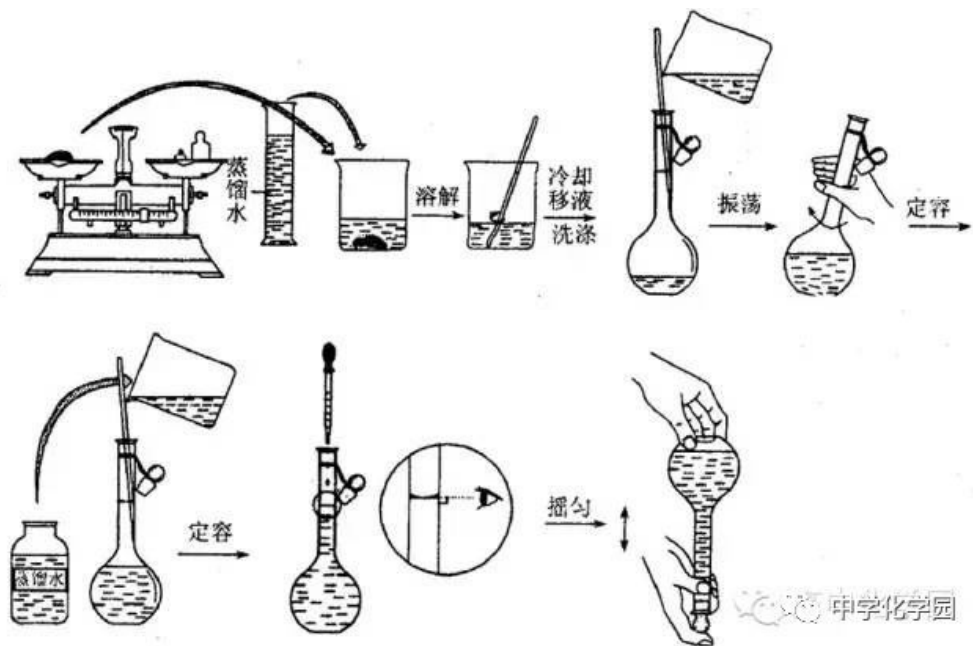
所谓“守恒”就是物质在发生“变化”或两物质在发生“相互作用”的过程中某些物理量的总量保持“不

变”。在化学变化中有各种各样的守恒，如质量守恒、原子守恒、得失电子守恒、电荷守恒等。根据守恒关系可列等式求解。

③计算公式

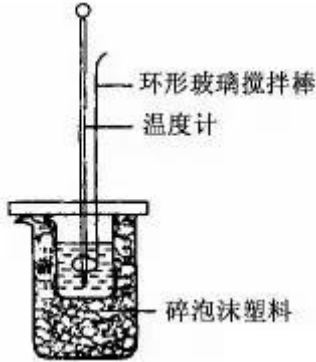
$$\text{产品产率} = \frac{\text{产品的实际产量}}{\text{产品的理论产量}} \times 100\% \quad \text{反应物转化率} = \frac{\text{参加反应的反应物的量}}{\text{起始反应物的量}} \times 100\%$$

三、一定物质的量浓度溶液的配制

实验仪器	容量瓶、托盘天平(或量筒)、烧杯、玻璃棒、胶头滴管和药匙。
<p>实验步骤</p>	 <p>(1)计算：根据要求计算出固体溶质的质量或液体的体积；</p> <p>(2)称量或量取；</p> <p>(3)溶解：往小烧杯中放入溶质，加入适量的蒸馏水，用玻璃棒搅拌溶解。(但用 98% 浓硫酸配制溶液时，一定要把 98% 浓硫酸沿烧杯壁倒入盛水的烧杯中，边倒边搅拌)</p> <p>(4)转移：将溶解的溶液冷却至室温，沿玻璃棒注入容量瓶；</p> <p>(5)洗涤：用少量蒸馏水冲洗玻璃棒和烧杯 2~3 次，并将每次的洗涤液也倒入容量瓶中；</p> <p>(6)定容：向上述容量瓶继续加蒸馏水至离刻度线 1~2 厘米，改用胶头滴管逐滴加入蒸馏水，直到凹液面最低点与刻度线相切；</p> <p>(7)装瓶：将溶液转入试剂瓶，贴好标签放在指定位置存放。</p>

<p>注意事项</p>	<p>(1)容量瓶在使用前要检验是否漏水；</p> <p>(2)转移溶液要用玻璃棒引流；</p> <p>(3)只能配制容量瓶上规定的容积的溶液，溶液温度需与标注温度相仿。</p> <p>(4)配制好的溶液不能长期存放在容量瓶中，要及时倒入指定的细口瓶中。</p> <p>(5)定容时，仰视读刻度，液面会看低，所加水量增大，浓度变小；反之，俯视浓度变大。</p> <p>(6)用胶头滴管滴加蒸馏水时，若液面过了刻度线，就宣布实验失败，重做实验。</p>
<p>误差分析</p>	<p>(1)误差偏高的实验操作：天平的砝码上粘有其他物质或已锈蚀；定容时俯视刻度线；所配溶液未冷却至室温即转入容量瓶定容；</p> <p>(2)误差偏低的实验操作：试剂与砝码的左右位置搞错；量取液体溶质(如浓硫酸)时，俯视读数；转移溶液时不洗涤烧杯与玻璃棒或未将洗涤液转入容量瓶；溶解、转移、洗涤时有溶液流出容器外，使溶质减小；定容摇匀后，静止时发现液面低于刻度线，再加水到刻度线；如配制氢氧化钠溶液，用滤纸称量氢氧化钠；</p> <p>(3)无影响的实验操作：容量瓶在使用前，用蒸馏水洗净，在瓶内有少量水残留。</p>

四、中和热的测定

<p>实验原理</p>	<p>在稀溶液中，强酸跟强碱发生中和反应生成 $1\text{molH}_2\text{O}$，这时的反应热叫中和热。</p> <p>实验中通过酸碱中和反应，测定反应过程中所放出的热量可计算中和热。</p> <p>$\text{H}^+(\text{aq})+\text{OH}^-(\text{aq})=\text{H}_2\text{O}(\text{l})$； $\Delta\text{H}=-57.3\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$。</p>
<p>实验用品</p>	<p>大烧杯(500mL)、小烧杯(100mL)、温度计、2个量筒(50mL)、泡沫塑料或硬纸条、泡沫塑料板或硬纸板(中心有两个小孔)、环形玻璃搅拌棒。</p> <p>0.50mol.L-1 盐酸、0.55mol.L-1NaOH 溶液。</p>
<p>实验装置</p>	

实验步骤

- 1)在大烧杯底部垫泡沫塑料或纸条，使放入的小烧杯杯口与大烧杯杯口相平，然后在两大小烧杯间隙填满泡沫或纸条，烧杯上用泡沫塑料作盖板，盖板孔上插入温度计和玻璃搅拌棒。
- 2)用量筒量取 50ml HCl(aq)倒入小烧杯中并测量 HCl(aq)温度，记入下表。然后把温度计上的酸用水冲洗干净。
- 3)用另一量筒量取 50ml NaOH(aq)，并用温度计测量 NaOH(aq)的温度，记入下表。
- 4)把带有硬纸板(泡沫塑料板)的温度计、环形玻璃搅拌器放入小烧杯中，并把量筒中的 NaOH(aq)一次性倒入小烧杯(注意：防止溅出)。用环形玻璃搅拌棒轻轻搅动溶液，准确读取混合溶液的最高温度。记入下表。
- 5)重复实验两次，取测量所得的平均值，做计算的依据。

实验数据记录：

实验次数	起始温度 t 始/℃	终止温度 t 终/℃	温度差 (t 终-t 始)/℃
	HCl NaOH	平均值	
1			
2			
3			

- 6)根据实验数据计算中和热。
- (1)0.5mol/L HCl(aq)和 0.55mol/L NaOH(aq)因为是稀溶液，密度近似于水的密度，故
- $$m(\text{HCl}) = \rho_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = 1\text{g/ml} \times 50\text{ml} = 50\text{g}$$
- $$m(\text{NaOH}) = \rho_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 1\text{g/ml} \times 50\text{ml} = 50\text{g}$$
- (2)中和后生成溶液为稀溶液，其比热近似于水的比热 $C = 4.18\text{J/g} \cdot ^\circ\text{C}$ ，由此可以计算出 50mlHCl(aq)和 50mlNaOH(aq)发生反应时放出的热量为：

$$Q = Cm\Delta t$$

	<p>Q: 中和反应放出的热量</p> <p>M: 反应混合液的质量</p> <p>C: 反应混合液的比热容</p> <p>Δt: 反应后溶液温度的差值</p> <p>$Q_{\text{放}} = (m_1 + m_2) \cdot C \cdot (t_{\text{终}} - t_{\text{始}})$</p> <p>$Q_{\text{放}} = 100\text{g} \cdot 4.18\text{J/g} \cdot ^\circ\text{C} \cdot (t_{\text{终}} - t_{\text{始}})$</p> <p>即 $Q_{\text{放}} = 0.418(t_{\text{终}} - t_{\text{始}}) \text{ KJ}$</p> <p>(3)中和热为生成 1molH₂O(l)时的反应热, 现在生成 0.025molH₂O(l),</p> <p>(4)所以$\Delta H = -[0.418(t_{\text{终}} - t_{\text{始}})]/0.025(\text{kJ/mol})$</p>
<p>注意事项</p>	<p>(1)为了保证 50mL 0.50mol·L⁻¹ 盐酸完全被氢氧化钠溶液中和, 采用 50mL 0.55mol·L⁻¹NaOH 溶液, 使碱稍稍过量。</p> <p>(2)实验过程中一定要隔热保温, 减少误差。</p> <p>(3)必须使用稀的强酸与稀的强碱反应。</p>
<p>思考</p>	<p>1)大、小烧杯放置时, 为何要使两杯口相平? 填碎纸条的作用是什么? 对此装置, 你有何更好的建议?</p> <p>2)温度计上的酸为何要用水冲洗干净? 冲洗后的溶液能否倒入小烧杯? 为什么?</p> <p>3)酸、碱混合时, 为何要把量筒中的 NaOH 溶液一次倒入小烧杯而不能缓缓倒入?</p> <p>4)实验中所用 HCl 和 NaOH 的物质的量比为何不是 1 : 1 而是 NaOH 过量? 若用 HCl 过量行吗?</p> <p>5)本实验中若把 50 mL 0.50 mol/L 的盐酸改为 50 mL 0.50 mol/L 醋酸, 所测结果是否会有所变化? 为什么?</p> <p>6)若改用 100 mL 0.50 mol/L 的盐酸和 100 mL 0.55 mol/L 的 NaOH 溶液, 所测中和热的数值是否约为本实验结果的二倍(假定各步操作没有失误)?</p> <p>答案:</p> <p>1)两杯口相平, 可使盖板把杯口尽量盖严, 从而减少热量损失; 填碎纸条的作用是为了达到保温、隔热、减少实验过程中热量损失的目的。若换用隔热、密封性能更好的装置(如保温杯)会使实验结果更准确。</p>

2)因为该温度计还要用来测碱液的温度，若不冲洗，温度计上的酸会和碱发生中和反应而使热量散失，故要冲洗干净；冲洗后的溶液不能倒入小烧杯，若倒入，会使总溶液的质量增加，而导致实验结果误差。

3)因为本实验的关键是测反应的反应热，若动作迟缓，将会使热量损失而使误差增大。

4)为了保证 0.50mol/L 的盐酸完全被 NaOH 中和，采用 0.55mol/LNaOH 溶液，使碱稍稍过量。不宜使盐酸过量，原因是稀盐酸比较稳定，取 50mL 、 $0.50\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$ ，它的物质的量就是 0.025mol ，而 NaOH 溶液极易吸收空气中的 CO_2 ，如果恰好取 50mL 、 $0.50\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ ，就很难保证有 0.025molNaOH 参与反应去中和 0.025mol 的 HCl 。

5)会有所变化。因为醋酸为弱电解质，其电离时要吸热，故将使测得结果偏小。

6)否。因中和热是指酸与碱发生中和反应生成 $1\text{mol H}_2\text{O}$ 时放出的热量，其数值与反应物的量的多少无关，故所测结果应基本和本次实验结果相同(若所有操作都准确无误，且无热量损失，则二者结果相同)。

第十部分 必记的实验现象

一、燃烧类现象

1. 镁条在空气中燃烧：发出耀眼强光，放出大量的热，生成白烟同时生成白色固体。
2. 木炭在氧气中燃烧：发出白光，放出热量。
3. 硫在氧气中燃烧：发出明亮的蓝紫色火焰，放出热量，生成一种有刺激性气味的气体。
4. 铁丝在氧气中燃烧：剧烈燃烧，火星四射，放出热量，生成黑色固体物质。
5. 加热试管中碳酸氢铵：有刺激性气味气体生成，试管上有液滴生成。
6. 氢气在空气中燃烧：火焰呈现淡蓝色。
7. 氢气在氯气中燃烧：发出苍白色火焰，产生大量的热。
8. 在试管中用氢气还原氧化铜：黑色氧化铜变为红色物质，试管口有液滴生成。
9. 用木炭粉还原氧化铜粉末，使生成气体通入澄清石灰水，黑色氧化铜变为有光泽的金属颗粒，石灰水变浑浊。
10. 一氧化碳在空气中燃烧：发出蓝色的火焰，放出热量。
11. 钠在氯气中燃烧：剧烈燃烧，生成白色固体。
12. 钠在空气中燃烧：火焰呈黄色，生成淡黄色物质。

13. 点燃纯净的氯气，用干冷烧杯罩在火焰上：发出淡蓝色火焰，烧杯内壁有液滴生成。
14. 红磷在氯气中燃烧：有白色烟雾生成。
15. 硫化氢气体不完全燃烧(在火焰上罩上蒸发皿)：火焰呈淡蓝色(蒸发皿底部有黄色的粉末)。
16. 硫化氢气体完全燃烧(在火焰上罩上干冷烧杯)：火焰呈淡蓝色，生成有刺激性气味的气体(烧杯内壁有液滴生成)。
17. 将点燃的镁条伸入盛有二氧化碳的集气瓶中：剧烈燃烧，有黑色物质附着于集气瓶内壁。
18. 细铜丝在硫蒸气中燃烧：细铜丝发红后生成黑色物质。
19. 铁粉与硫粉混合后加热到红热：反应继续进行，放出大量热，生成黑色物质。

二、溶液类现象

1. 向盛有少量碳酸钾固体的试管中滴加盐酸：有气体生成。
2. 加热试管中的硫酸铜晶体：蓝色晶体逐渐变为白色粉末，且试管口有液滴生成。
3. 向含有 Cl^- 的溶液中滴加用硝酸酸化的硝酸银溶液，有白色沉淀生成。
4. 向含有 SO_4^{2-} 的溶液中滴加用硝酸酸化的氯化钡溶液，有白色沉淀生成。
5. 一带锈铁钉投入盛稀硫酸的试管中并加热：铁锈逐渐溶解，溶液呈浅黄色，并有气体生成。
6. 在硫酸铜溶液中滴加氢氧化钠溶液：有蓝色絮状沉淀生成。
7. 将 Cl_2 通入无色 KI 溶液中，溶液中有褐色的物质产生。
8. 在三氯化铁溶液中滴加氢氧化钠溶液：有红褐色沉淀生成。
9. 盛有生石灰的试管里加少量水：反应剧烈，发出大量热。
10. 将一洁净铁钉浸入硫酸铜溶液中：铁钉表面有红色物质附着，溶液颜色逐渐变浅。
11. 将铜片插入硝酸汞溶液中：铜片表面有银白色物质附着。
12. 向盛有石灰水的试管里，注入浓的碳酸钠溶液：有白色沉淀生成。
13. 细铜丝在氯气中燃烧后加入水：有棕色的烟生成，加水后生成绿色的溶液。
14. 加热浓盐酸与二氧化锰的混合物：有黄绿色刺激性气味气体生成。
15. 给氯化钠(固)与硫酸(浓)的混合物加热：有雾生成且有刺激性的气味生成。
16. 在溴化钠溶液中滴加硝酸银溶液后再加稀硝酸：有浅黄色沉淀生成。
17. 在碘化钾溶液中滴加硝酸银溶液后再加稀硝酸：有黄色沉淀生成。
18. I_2 遇淀粉溶液，生成蓝色溶液。
19. 二氧化硫气体通入品红溶液后再加热：红色退去，加热后又恢复原来颜色。
20. 过量的铜投入盛有浓硫酸的试管，并加热，反应毕，待溶液冷却后加水：有刺激性气味的气体生成，加

水后溶液呈天蓝色。

21. 加热盛有浓硫酸和木炭的试管：有气体生成，且气体有刺激性的气味。
22. 钠投入水中：反应激烈，钠浮于水面，放出大量的热使钠溶成小球在水面上游动，有“嗤嗤”声。
23. 把水滴入盛有过氧化钠固体的试管里，将带火星木条伸入试管口：木条复燃。
24. 加热碳酸氢钠固体，使生成气体通入澄清石灰水：澄清石灰水变浑浊。
25. 无色试剂瓶内的浓硝酸受到阳光照射：瓶中空间部分显棕色，硝酸呈黄色。
26. 铜片与浓硝酸反应：反应激烈，有红棕色气体产生。
27. 铜片与稀硝酸反应：试管下端产生无色气体，气体上升逐渐变成红棕色。
28. 在硅酸钠溶液中加入稀盐酸，有白色胶状沉淀产生。
29. 在氢氧化铁胶体中加硫酸镁溶液：胶体变浑浊。
30. 加热氢氧化铁胶体：胶体变浑浊。
31. 向硫酸铝溶液中滴加氨水：生成蓬松的白色絮状物质。
32. 向硫酸亚铁溶液中滴加氢氧化钠溶液：有白色絮状沉淀生成，立即转变为灰绿色，一会儿又转变为红褐色沉淀。
33. 向含 Fe^{3+} 的溶液中滴入 KSCN 溶液：溶液呈血红色。
34. 向硫化钠水溶液中滴加氯水：溶液变浑浊。 $\text{S}^{2-} + \text{Cl}_2 = 2\text{Cl}^- + \text{S} \downarrow$
35. 向天然水中加入少量肥皂液：泡沫逐渐减少，且有沉淀产生。
36. 产生黄色(或浅黄色)沉淀： AgNO_3 与 Br^- 、 I^- ； $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 与 H^+ ； H_2S 或 Na_2S 溶液与一些氧化性物质(Cl_2 、 O_2 、 SO_2 等)； Ag^+ 与 PO_4^{3-} 。
37. 产生黑色沉淀： Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 与 S^{2-} 。
38. 向一溶液中滴入碱液，先生成白色沉淀，进而沉淀变为灰绿色，最后变为红褐色，则原溶液中一定含有 Fe^{2+} 。
39. 与碱反应产生红褐色沉淀的必是 Fe^{3+} 。
40. 与碱反应生成白色沉淀的一般是 Mg^{2+} 和 Al^{3+} ，加过量 NaOH 溶液若沉淀不溶解，则是 Mg^{2+} ，若沉淀溶解则是 Al^{3+} 。
41. 加过量酸产生白色胶状沉淀的是 SiO_3^{2-} 。
42. 与稀盐酸反应生成无色有刺激性气味的气体，且此气体可使品红溶液褪色或使澄清石灰水变浑浊，该气体一定是 SO_2 ，原溶液中含有 SO_3^{2-} 或 HSO_3^- 。
43. 与稀盐酸反应生成无色无味的气体，且此气体可使澄清的石灰水变浑浊，此气体是 CO_2 ，原溶液中含

有 CO_3^{2-} 或 HCO_3^- 。

44. 与碱溶液反应且加热时产生有刺激性气味的气体，此气体可使湿润的红色石蕊试纸变蓝，此气体为 NH_3 ，原溶液中一定含有 NH_4^+ 。

45. 电解电解质溶液时，阳极气态产物一般是 Cl_2 或 O_2 ，阴极气态产物是 H_2 。

三、气体固体类现象

1. 强光照射氢气、氯气的混合气体：迅速反应发生爆炸。
2. 在集气瓶中混合硫化氢和二氧化硫：瓶内壁有黄色粉末生成。
3. 氯气遇到湿的有色布条：有色布条的颜色退去。
4. 氨气与氯化氢相遇：有大量的白烟产生。
5. 加热氯化铵与氢氧化钙的混合物：有刺激性气味的气体产生。
6. 加热盛有固体氯化铵的试管：在试管口有白色晶体产生。
7. 加热铁粉和硫粉的混合物：产生红热现象，并生成黑色固体。

四、有机类现象

1. 在空气中点燃甲烷，并在火焰上放干冷烧杯：火焰呈淡蓝色，烧杯内壁有液滴产生。
2. 光照甲烷与氯气的混合气体：黄绿色逐渐变浅，时间较长，(容器内壁有液滴生成)。
3. 加热(170°C)乙醇与浓硫酸的混合物，并使产生的气体通入溴水，通入酸性高锰酸钾溶液：有气体产生，溴水褪色，紫色逐渐变浅。
4. 在空气中点燃乙烯：火焰明亮，有黑烟产生，放出热量。
5. 在空气中点燃乙炔：火焰明亮，有浓烟产生，放出热量。
6. 苯在空气中燃烧：火焰明亮，并带有黑烟。
7. 乙醇在空气中燃烧：火焰呈现淡蓝色。
8. 将乙炔通入溴水：溴水褪去颜色。
9. 将乙炔通入酸性高锰酸钾溶液：紫色逐渐变浅，直至褪去。
10. 苯与溴在有铁粉做催化剂的条件下反应：有白雾产生，生成物油状且带有褐色。
11. 将少量甲苯倒入适量的高锰酸钾溶液中，振荡：紫色褪色。
12. 将金属钠投入到盛有乙醇的试管中：有气体放出。
13. 在盛有少量苯酚的试管中滴入过量的浓溴水：有白色沉淀生成。
14. 在盛有苯酚的试管中滴入几滴三氯化铁溶液，振荡：溶液显紫色。
15. 乙醛与银氨溶液在试管中反应：洁净的试管内壁附着了一层光亮如镜的物质。

16. 在加热至沸腾的情况下乙醛与新制的氢氧化铜反应：有红色沉淀生成。
17. 在适宜条件下乙醇和乙酸反应：有透明的带香味的油状液体生成。
18. 蛋白质遇到浓 HNO_3 溶液：变成黄色。

五、吸(放)热现象归纳

1. 强酸和强碱溶于水时一般放热，盐溶于水时一般吸热， NaCl 溶于水时热量变化不大。
2. 氢氧化钡晶体 $[\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]$ 与氯化铵晶体混合反应吸热，二氧化碳与碳的反应也是吸热反应，碳与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、 CuO 的反应都是吸热反应。
3. 酸碱中和反应、金属与酸反应、燃烧反应都是放热反应。
4. NH_4NO_3 固体溶于水时吸热。

六、变色现象归纳

1. Fe^{3+} 与 SCN^- (红色)、苯酚溶液(紫色)； Fe 、 Cu 反应生成 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 时，溶液颜色的变化。
2. 遇空气迅速由无色变为红棕色的气体必为 NO 。
3. Fe^{2+} 与 Cl_2 、 Br_2 等氧化性物质反应，溶液由浅绿色变为棕黄色。
4. 向酸、碱性溶液中滴入酸碱指示剂时溶液颜色的变化。
5. 品红溶液遇到 Cl_2 、 SO_2 、次氯酸盐[如 NaClO 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$]、氯水、 Na_2O_2 等褪色，但将褪色后的溶液加热又恢复为红色的是 SO_2 。
6. 淀粉溶液遇单质碘变蓝。
7. 卤素单质在水、有机溶剂中的颜色变化：如 Cl_2 通入含 Br^- 的溶液中，溶液变为橙色，若加入有机溶剂(不溶于水)，则有机层变为橙红色； Cl_2 通入含 I^- 的溶液中，溶液变为棕黄色，若加入有机溶剂(不溶于水)，则有机层变为紫色。
8. 能使溴水褪色的物质有 H_2S 、 SO_2 、烯烃、炔烃、活泼金属、碱等。

七、燃烧时火焰的颜色归纳

1. 火焰为蓝色或淡蓝色： H_2 、 CO 、 CH_4 、 H_2S 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 S 等在空气中燃烧。
2. 火焰为苍白色： H_2 在 Cl_2 中燃烧。
3. Na 燃烧时火焰呈黄色。

第十一部分 必记的实验安全知识

一、常用危险化学品药品的标志



二、三禁

- (1)任何化学药品都禁止手触、口尝。
- (2)禁止用燃着的酒精灯去引燃另一盏酒精灯。
- (3)用试管加热液体时禁止试管口对着自己或他人。

三、化学实验安全操作的“十防”

防爆炸	<p>①点燃可燃性气体(如 H_2、CO、CH_4、C_2H_4)或用 CO、H_2 还原 Fe_2O_3、CuO 之前, 要<u>检验气体纯度</u></p> <p>②用 H_2 或 CO 还原 CuO 时, 应先通入 H_2 或 CO, 在装置尾部收集气体并检验纯度, 若尾部气体已纯净, 说明装置中的空气已排尽, 可对装置加热</p>
防暴沸	配制硫酸的水溶液或硫酸的酒精溶液时, 要将 <u>密度大的浓硫酸缓慢倒入水或酒精中</u> ; 加热液体混合物时要加沸石或碎瓷片
防倒吸	用试管加热固体时, 试管底部要略 <u>高于</u> 管口, 如实验室制 O_2 、 NH_3 等; 加热液体时试管口要向上倾斜; 加热法制取并用排水法收集气体或吸收溶解度较大气体时, 要注意熄灯顺序或加装安全瓶
防失火	<p>①可燃性物质如钾、钠、白磷等强还原剂要妥善保存, 与强氧化剂要分开存放</p> <p>②使用易挥发性可燃物, 如乙醇、乙醚、汽油等应防止蒸气逸出, 添加易燃品一定要远离火源</p>
防中毒	制取有毒气体(如 Cl_2 、 CO 、 SO_2 、 H_2S 、 NO_2 、 NO)时, 应在通风橱中进行, 且进行尾气处理
防污染	用胶头滴管滴加液体时, 不伸入瓶内, 不接触试管壁(向 $FeSO_4$ 溶液中加入 $NaOH$ 溶液除外);

	取用试剂时试剂瓶盖倒放于桌面上；药匙和胶头滴管尽可能专用(或洗净、擦干后再取其他试剂)；废液及时处理；凡有污染性气体(如 Cl_2 、 SO_2 、 CO 、 NO_x 等)产生的均需对尾气进行吸收或处理
防堵塞	如加热 KMnO_4 制 O_2 ，细小的 KMnO_4 粉末可能引起导管堵塞，要在试管口放一团棉花
防泄漏	防气体泄漏主要是检查装置的气密性；防液体泄漏主要是检查滴定管、分液漏斗、容量瓶等是否漏水及其处理
防炸裂	普通玻璃制品都有受热不均匀易炸裂的特性，因此：①试管加热时要先预热；②做固体在气体中燃烧的实验时要在集气瓶中预留少量水或铺一层细沙；③注意防止倒吸。
防倒流	用试管加热固体时，试管底部要略高于管口，如实验室用固体制取 O_2 、 NH_3 、 CH_4 等。

四、化学灼伤的急救措施

灼伤物质	急救措施
各种酸(浓硫酸、硝酸等)	立即用水冲洗，接着用 3%~5% NaHCO_3 溶液冲洗，最后用水洗净，必要时涂上甘油。如果出现水泡，应涂上紫药水
氢氟酸	立即用流水长时间冲洗(15~30 min)，然后用 3%~5% NaHCO_3 溶液湿敷，再涂上 33%的氧化镁甘油糊剂或敷上 1%的氢化可的松软膏
各种碱(氢氧化钠、氢氧化钾、氨水等)	先用大量水冲洗，然后涂上 2%的硼酸或 2%的醋酸

五、常见意外事故的处理

化学药品很多是有毒或有腐蚀性，不能用手接触药品，不要把鼻孔凑到容器口去闻药品(尤其是气体)的气味，不得品尝任何药品的味道。误食重金属盐中毒，应立即服食大量的鲜牛奶、豆浆或鸡蛋清。物品着火时，应冷静判断情况，根据不同药品着火的情况，选用适当措施灭火。

意外事故	处理方法
金属钠、钾起火	用 <u>沙土</u> 盖灭
酒精灯不慎碰倒起火	用 <u>湿抹布</u> 盖灭
浓碱液溅到皮肤上	用较多水冲洗，然后涂上 <u>硼酸</u> 溶液
浓硫酸溅到皮肤上	用大量 <u>水</u> 冲洗，然后涂上 3%~5% NaHCO_3 溶液
不慎将酸溅到眼中	用大量水冲洗，边洗边眨眼睛，切不可用手揉眼睛
温度计水银球不慎碰破	先用胶头滴管吸回试剂瓶，再用 <u>硫粉</u> 覆盖
液溴沾到皮肤上	用酒精擦洗

重金属盐中毒	喝大量豆浆、牛奶，并及时送医院
--------	-----------------

注意：苯酚、液溴洒到皮肤上，不能用 NaOH 溶液清洗，因为 NaOH 溶液具有强腐蚀性，会造成二次伤害。

六、基本操作中的安全常识

取用药品的安全注意事项	<p>(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，不得品尝任何药品的味道。</p> <p>(2)取用有毒有腐蚀性的药品时，要防止将药品洒落在容器的外面，一旦洒落，要及时进行有效的处理。</p>
用酒精灯给物质加热时注意事项	<p>(1)绝对禁止用燃着的酒精灯引燃另一盏酒精灯；绝对禁止向燃着的酒精灯里添加酒精；用完酒精灯，必须用灯帽盖灭，不可用嘴去吹；不小心碰倒酒精灯，万一洒出的酒精在桌上燃烧起来，应立即用湿抹布扑盖。</p> <p>(2)如果被加热的玻璃容器外壁有水，应在加热前擦拭干净，然后加热。烧瓶、烧杯等加热时还要加垫石棉网，以免容器炸裂。</p> <p>(3)给试管里的药品加热，不需要垫石棉网，但必须先进行预热，以免试管炸裂；如果试管里的药品是液体，液体体积不要超过试管容积的 1/3，使试管以约 45°角倾斜，但切不可让试管口朝着自己和有人的方向，以免液体沸腾喷出伤人；如果试管里的药品是固体，要使试管以约 20°角、管口朝下倾斜，以免试管内有水倒流炸裂试管。</p> <p>(4)烧得很热的玻璃容器，不要立即用冷水冲洗，否则可能破裂；也不要直接放在实验台上，以免烫坏实验台；更不要直接用手去拿，否则手会被烫伤。</p>
称量	称量药品时，不能把称量物直接放在托盘上，也不能把称量物放在右盘上，加砝码时不要用手去拿砝码。
温度计	温度计不能代替玻璃棒用于搅拌，测定液体温度时不能与容器内壁接触。

七、实验室常见的爆炸事故、分析及预防与急救

实验室常见的爆炸事故	<p>可能由于实验操作的不规范、粗心或违反操作程序而导致爆炸。例如：</p> <p>(1)当制备溶液时，将水倒入浓硫酸中，或者当制备浓氢氧化钠时，塞子可以堵塞并摇动以爆炸。</p> <p>(2)在真空蒸馏过程中，用平底瓶或锥形瓶作为蒸馏瓶或接收瓶时，平底部分不能承受较大的负压，会发生爆炸。</p> <p>(3)用过的四氧化二氢、二乙醚等进行蒸馏时，在试剂长时间释放后产生某种过氧化物，在蒸馏物质之前，不检查是否存在过氧化物，过氧化物被除去，</p>
-------------------	---

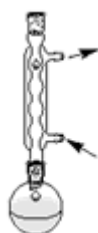
	<p>过氧化物浓缩到一定程度，或干燥引起爆炸。</p> <p>(4)在准备可燃气体时，必须注意附近没有明火。在制备和检查氧气时，必须注意没有其他易燃气体混合。例如，氧气的制备，氢气的制备，如果无意中在实验中操作，容易爆炸(见火节)。</p> <p>(5)金属钾、钠和白磷在发生火灾时容易爆炸。</p>
<p>实验室爆炸事故原因</p>	<p>(1)随机混合化学品。氧化剂和还原剂的混合物被加热。当发生摩擦或撞击时发生爆炸。</p> <p>(2)在密闭系统中进行蒸馏、回流等加热操作。</p> <p>(3)应在压力或减压试验中使用无压力玻璃仪器。</p> <p>(4)反应强烈，不能失控。</p> <p>(5)大量氢气、乙炔等易燃易爆气体、气体和有机蒸气逸出到空气中，引起爆燃。空气中常见易燃易爆物质的爆炸极限见表 1-3。</p> <p>(6)硝酸盐、硝酸盐、三碘化氮、芳香化合物、乙炔及其重金属盐、重氮盐、叠氮、有机过氧化物(如过氧化乙醚和过氧酸)在加热或撞击时爆炸。强氧化剂与一些有机化合物如乙醇和浓硝酸接触以剧烈反应。</p> <p>(7)搬运气瓶时，不要使用气瓶车，而是让气瓶在地面上滚动，或撞击气缸盖，随意更换气缸盖，或气瓶减压阀失灵等。</p> <p>(8)在使用和制备易燃和易爆气体的情况下，如氢气、乙炔等。并且在通风室中不进行,或者在其附近被点燃。</p> <p>(9)煤气灯用完或中途中断供气时，煤气龙头不立即关闭。或者气体泄漏,不停止实验,进行实时维护。</p> <p>(10)将氧气瓶和氢气瓶放在一起。</p>
<p>爆炸事故的预防与急救</p>	<p>爆炸的破坏力很大，危害十分严重，直接灾害影响人身安全。必须给予足够的重视。为了防止爆炸事故，必须遵守以下几点：</p> <p>(1)任何有爆炸危险的实验，必须在实验教材中加以指导，并须安排在特别的防爆设施(或通风架)内。</p> <p>(2)高压试验必须在远离人群的实验室进行。</p> <p>(3)在高压和减压试验的情况下，应使用防护屏或隔爆型面罩。</p> <p>(4)不得随意混合高锰酸钾、甘油等各种化学品。</p>

(5)在点燃可燃气体如氢气和 CO 之前，必须检查并确保纯度。

(6)在煤油中保存钾、钠，并在水中保存磷，取出时应使用镊子。一些易燃的有机溶剂应远离明火，使用后应立即关闭软木塞。

第十二部分 必记的有机反应实验装置

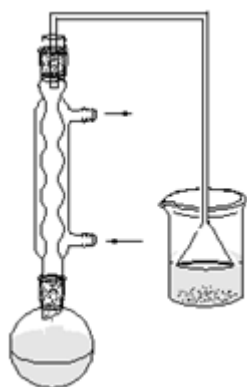
不同有机反应有不同反应特征，反应物、产物、催化剂也有不同的理化性质，对反应装置也有不同的要求，纵观各种装置，有机反应的容器是圆底烧瓶，圆底以其对称性带来好的承受外力作用和小的接触面而作为有机反应的场所，烧瓶上有数个磨口，磨口可与不同实验仪器构件相连，相互组成一套反应装置，适应于某个反应要求，常用装置如下：



回流装置

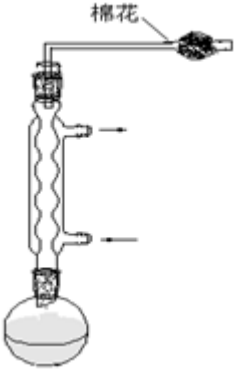
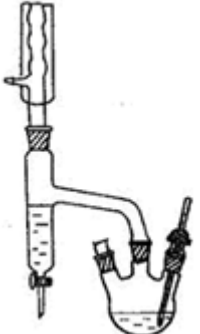
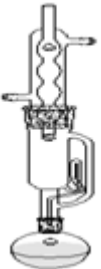

回流装置是圆底烧瓶与球形冷凝管直接相连组成的一套装置。球形冷凝管能将烧瓶中上升的热蒸汽快速冷却凝聚成液体，重新回落到烧瓶中，从而达到减少或防治有机物在加热时挥发，也使有机蒸汽出口远离热源而增加操作过程的安全性，主要应用包括以下三个方面。

1. 加热有机物；2. 制备有机物饱和溶液(重结晶)；3. 反应装置(如乙酸乙酯制备)



回流吸收装置

回流吸收装置是对产生卤化氢、氮、硫化物等有毒气体的反应，回流冷凝管顶端必须与毒气吸收装置相连防治毒气外溢，若反应能产生易挥发可燃物质时，也需要在回流冷凝管顶端另用导管相连，通入下水道或室外，防止可燃性气体在室内积聚而发生安全事故。回流冷凝管顶端连接了毒气吸收装置后，整个系统形成一个密闭体系，这个体系在反应开始后，可能反应剧烈产生气体来不及吸收而发生爆炸，在反应后期又因体系冷却或毒气溶解而发生倒吸，避免的办法是：三角漏斗紧贴液面(勿深入液面)，判断这类反应进行程度的办法：观察反应体系中产生气泡的速度，若无气体产生，主反应已完成。实例：由醇制备卤代烃、己二酸制备(硝酸氧化法)。

	<p>回流干燥装置是对于反应物、催化剂、产物之一能与水反应时，不仅要求反应物、试剂、仪器在实验前进行干燥处理，也要保持在反应过程中，外界水蒸气不进入反应体系，因此在回流冷凝管顶端与装有干燥剂的干燥管相连，例如：格氏试剂制备，安装时要注意干燥剂要疏松透气，防止过分紧密使反应体系成为密闭体系留下安全隐患。对于既要干燥无水又有毒气产生的反应，则可在干燥管后再接毒气吸收装置，安装合操作注意点同二、三所述，例：对二叔丁苯的制备。</p>
 <p style="text-align: center;">回流分水装置</p>	<p>回流分水装置是再回流装置的烧瓶与回流冷凝管之间插入一个油水分离器，使回流液先滴入油水分离器后再回流到烧瓶中，这套装置最适合于原料和产物都不溶于水，但有水生成的可逆反应。例：正丁醚的制备。借油水分离器将水蒸出，减少产物的浓度，使可逆平衡向产物方向移动，对反应物之中有可溶于水的物质时，可以通过计算用过量可溶性反应物和加入带水剂，应用回流分水器装置控制反应，所谓分水剂就是该物质可与水形成低恒沸混合物，降低蒸出水的温度，减少其它物质蒸出。例：苯甲酸乙酯制备。回流分水装置可借蒸出水的量判断反应进行程度。</p>
 <p style="text-align: center;">回流提取装置</p>	<p>回流提取装置如脂肪提取器，是从固体物质中提取有机物的重要方法之一，原理是溶剂蒸汽在回流冷凝管中回流首先滴到被提取固体物质上使固体物质中被提取成份溶解在溶剂中，再流回圆底烧瓶，这一过程蒸发的是纯溶剂，流回烧瓶的是溶解了被提取物的溶剂，通过溶剂循环达到用有限的溶剂将固体物质中的被提取物完全被提取出来。</p>
 <p style="text-align: center;">蒸馏装置——反应蒸出装置</p>	<p>蒸馏装置是将烧瓶中产生的热蒸汽通蒸馏头流入冷凝管，冷凝成液体的装置，这套装置可以用来测定沸点(被蒸出液体的沸点)，也可用于分离合提纯有机物，还能用作反应装置，形成反应蒸出装置，应用于产物之一为低沸点物质的可逆反应，通过反应蒸出产物促使可逆反应平衡向产物方向移动来控制反应的进行。例：乙酸乙酯的制备。若低沸点产物与反应物的沸点相差不大时，可采用回流蒸出装置使沸点稍高的原料回流重新参加反应。</p>

 <p style="text-align: center;">分馏装置</p>	<p>分馏装置是在蒸馏装置的烧瓶与蒸馏头之间安装分馏柱，这样上升的热蒸汽先进入分馏柱并在分馏柱中不断与回流的冷凝液发生热量交换合物质的交换，最终使沸点相差不大的低沸点组分被蒸出，用来分离沸点相差不太大的混合物。另外，反应蒸出还可用来防止产物发生二次反应，所谓二次反应不同于副反应，反应物和试剂首先发生一次反应包括主反应和副反应，一次反应的主产物在此反应条件下可以接着再发生反应称二次反应，例以伯醇为原料氧化制醛，醛再相同条件下也被氧化最终生成羧酸，醛氧化成酸即为二次反应。由此可见能发生二次反应的产物必须在生成后立即使其脱离反应体系，因此需反应蒸出装置，至于究竟用蒸馏还是分馏，可根据被蒸出物与反应物的沸点差距大小定。</p>
 <p style="text-align: center;">滴加回流装置</p>	<p>滴加回流装置指在烧瓶一口装回流装置外(含回流、回流吸收、回流干燥等)另一磨口接恒压漏斗，将反应物或反应之一逐滴滴加到反应体系中，来控制反应的进行。尤其是以下特征的反应，必须选用滴加回流装置：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 反应物活性较大，为了使反应平稳进行采用滴加以控制活性大的物质的浓度，以达到控制整个反应的目的。 2. 强放热反应。为了使反应热能有效向环境扩散，防止发生事故，需控制反应物浓度来使反应热量的逐点释放，达到控制反应的目的。 3. 控制副反应或二次反应发生，对反应物之一能与产物反应时，除了严格控制反应条件外，还要控制好该反应物在反应体系的浓度，而采用滴加方法，如格氏试剂制备时，若采用将镁投入卤代烃中，则镁与卤代烃反应声称的格氏试剂也与卤代烃反应生成烃。因此需采用将卤代烃滴入到镁的醚溶液中，在其基本反应完以后，再滴加以控制卤代烃的浓度，减少副反应发生。 4. 控制过量，在实施可逆反应时，有时也采用反应物之一过量的方法控制反应。一般采用教便宜的物质为主，使较贵的物质比较完全转变成产物而降低成本(例乙酸乙酯制备)。过量其含义包括两个方面，其一是用量上过量，其二在操作技术上将有限的过量的物质转变成数量上的绝对过量，如乙酸乙酯制备将1：1的反应物滴加到乙醇—硫酸溶液中，达到乙醇的最大程度过量，获得最大收益。 5. 滴加蒸馏或分馏若在分离

	<p>混合物时，其成分之一在沸点时虽稳定，但不能长时间加热，而蒸馏或分馏的量又较大，就可选用小的二口或三口瓶，采用边滴加边蒸馏或分馏的办法，使滴入的少量液体在烧瓶中立即气化进入冷凝管或分馏柱，防止长时间加热而发生变化。</p>
<div data-bbox="130 491 463 888" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="175 909 427 944">带搅拌器的反应装置</p>	<p>搅拌器是有机实验中常用仪器之一，与回流滴加组合成反应装置，在以下三种情况下需安装：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在异相反应中为了增加反应物之间相互接触，以加快反应的进程，尤其两相互不相溶的液体时靠振荡很难有效，必须用搅拌器。 2. 强放热反应。为了使热量能尽快向环境传递，防止局部过热而诱发副反应或事故，必须采用搅拌器。 3. 反应体系的粘度。反应体系的粘度不仅影响反应物之间可接触，也影响热量扩散和小分子物质的挥发，故一般需要搅拌。总之搅拌利于反应物之间的接触，防止反应体系中局部过热或局部过浓。及在缩和反应时能促使小分子逸出等，达到控制反应的目的。