

专题四 化学实验基础

第23讲 物质制备实验与化学计算



1

考点填空

2

真题回放

3

过关检测

1

▶ **考点填空**

一、化学实验基本操作

1. 如何洗涤沉淀？ 往漏斗中加入蒸馏水至浸没沉淀，待水自然流下后，重复以上操作2~3次
2. 如何检验沉淀是否洗涤干净？ 取最后一次洗涤液少许于试管中，逐滴滴加××试剂，振荡，若没有……现象，则沉淀洗涤干净。
3. 如何检验是否沉淀完全？ 静置，向上层清液中继续滴加××试剂；或者过滤，取滤液少许于试管中，滴加××试剂
4. 从溶液中得到结晶水合物晶体的方法： 蒸发浓缩→冷却结晶→过滤→洗涤→干燥。

5. 过滤用到的三个玻璃仪器：普通漏斗、玻璃棒、烧杯。
6. 蒸发浓缩用到的主要仪器：蒸发皿、玻璃棒、烧杯、酒精灯、坩埚钳。
7. “浸出”步骤中，为提高浸出率，可采取的措施：适当提高反应温度，加入过量浸出液，边加浸出液边搅拌
8. 如何进行焰色试验操作？将铂丝放进盐酸中洗净后，再放到酒精灯外焰上灼烧，至与原来的火焰颜色相同时为止，蘸取试样在外焰上灼烧，观察火焰颜色（若检验钾元素要透过蓝色钴玻璃观察）

二、常用的计算方法

1. 守恒法

- (1) 原子守恒：指化学反应前后各元素的种类和原子数目不变。
- (2) 质量守恒：参加化学反应的反应物的总质量等于生成物的总质量。
- (3) 电荷守恒：溶液呈电中性，即阳离子所带的正电荷总数等于阴离子所带的负电荷总数。
- (4) 电子守恒：还原剂失去的电子总数等于氧化剂得到的电子总数，即化合价升降总值相等。

2. 极值法

根据已知条件，把复杂问题假设为处于某种理想的极端状态，从而使问题得到简化，并顺利得出结论的一种思维方法。

3. 关系式法

当反应进行多步计算时，可以分别写出两个方程式，第一个反应的生成物是第二个反应的反应物，由此可以得出第一个反应的反应物与第二个反应的生成物之间的关系。运用此方法，可以简化计算过程。

4. 列方程组法

混合物问题由已知信息，得出两组关系，即由此得到两个方程，联立成方程组，得出所要求的两个量。

【激活思维】

问题1：实验题中常有一些特殊的装置，如图，请分析其作用？

装置	作用
 <p>Diagram showing a gas absorption bottle (Wash bottle) with a porous ball (多孔球泡) inside. An arrow indicates gas entering from the left. The porous ball is partially submerged in the liquid, designed to increase the contact area between the gas and the liquid.</p>	
 <p>Diagram showing a safety bottle (inverted U-tube) setup. An arrow indicates gas entering from the left into a round-bottom flask. The flask is connected to a U-tube that is inverted into a beaker of liquid. This setup is used to prevent back-suction (倒吸) in case of a pressure change.</p>	

增大气体与液体的接触面积，使吸收更充分 作安全瓶，可以防倒吸

问题2: 滴定类计算, 一般会给出消耗某种物质的浓度和体积, 如何求出被滴定物质的物质的量?

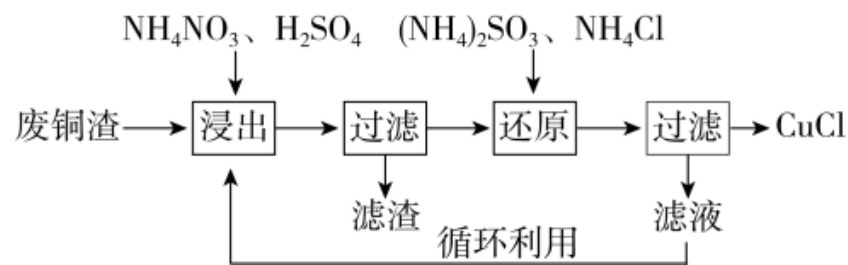
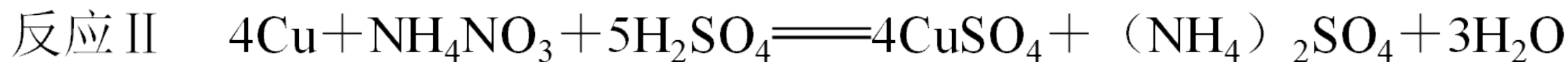
根据滴定物质的浓度和体积, 可以计算出其物质的量。由反应关系, 可以计算出被滴定物质的物质的量。

2

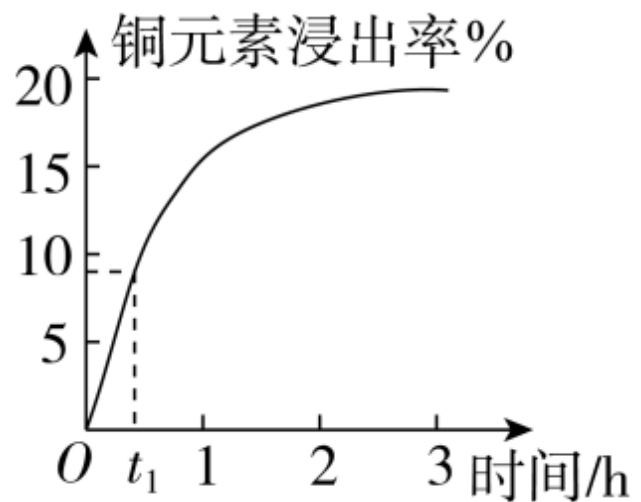
真题回放

【真题1】（2023·江苏合格考真题）氯化亚铜（CuCl）微溶于水，易被氧化，广泛应用于医药等行业。以废铜渣（铜单质的质量分数为64%，CuO的质量分数为8%，其他杂质不含铜元素）为原料，可制备CuCl并获得副产品（NH₄）₂SO₄，流程如下：

（1）“浸出”时，发生的主要反应有：

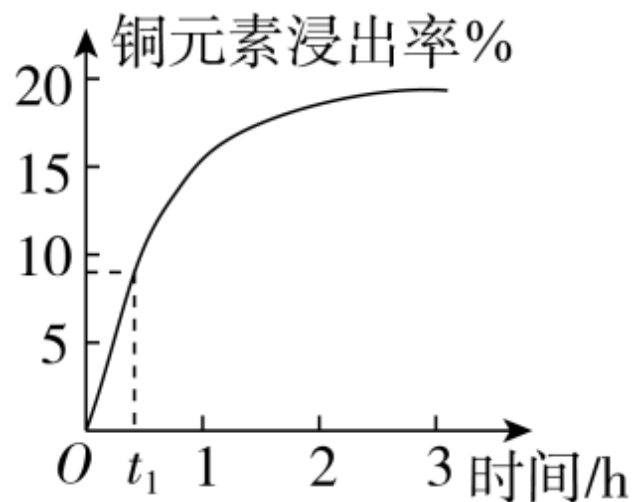


①浸出时，温度为20℃，铜元素浸出率随时间的变化如图：



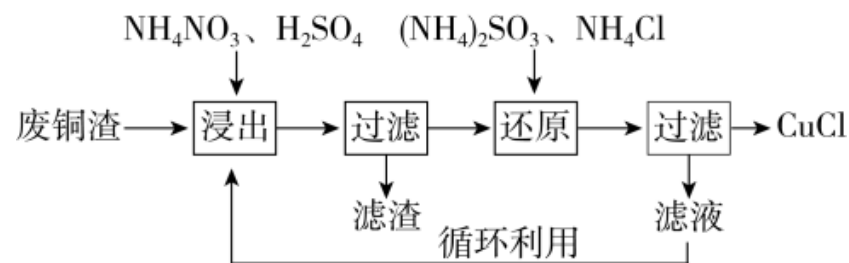
$$\text{铜元素浸出率} = \frac{n(\text{溶液中Cu}^{2+})}{[\text{原料中}n(\text{Cu})+n(\text{CuO})]} \times 100\%。$$

结合图像，从反应速率的角度分析，得出的结论是 **开始时反应快，2 h 之后变得缓慢**。



②实际浸出时，温度选择 65°C ，可提高单位时间内铜元素浸出率，若温度过高，会产生红棕色气体，该气体的化学式 NO_2 。

解析：（1）①由图像知，开始时曲线的斜率很大，反应速率较快；2 h之后，曲线变平缓，反应速率变慢。②浸出液是 NH_4NO_3 和 H_2SO_4 ，相当于溶液中有 HNO_3 ，若温度过高， HNO_3 会分解生成红棕色的 NO_2 气体。



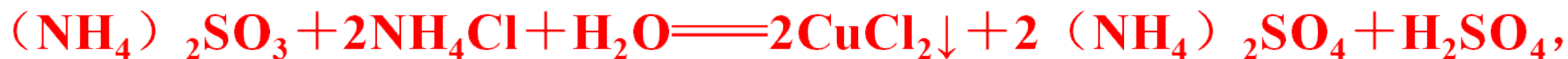
(2) 充分浸出后，“还原”时加入的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 溶液需略过量，“还原”后的滤液经多次循环，可提取一定量的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ （忽略转化流程中杂质参与的反应）。

① “还原”时， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 溶液过量的原因是 使 Cu^{2+} 被充分还原；
获得更多的副产品 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ （写出两点）。

②假设铜元素完全浸出，忽略过量的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ ，计算100 g废铜渣，理论上可制得的 CuCl 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的物质的量（写出计算过程）。

详见解析

解析：（2）①还原过程中，过量的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 溶液可以使得 Cu^{2+} 充分被还原，且过量的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 溶液可以被空气氧化生成副产物 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。②100 g废铜渣中单质铜为64 g， CuO 为8 g，由铜守恒知， $n(\text{Cu}) = 64 \text{ g} / 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 8 \text{ g} / 80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.1 \text{ mol}$ ，则 $n(\text{CuCl}) = 1.1 \text{ mol}$ ；由反应II知， $4\text{Cu} \sim (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，反应II生成的硫酸铵物质的量为0.25 mol；还原时发生的反应为 $2\text{CuSO}_4 +$

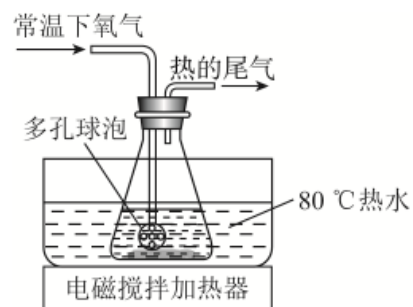


“还原”时生成的硫酸铵物质的量等于硫酸铜物质的量为1.1 mol；则所得硫酸铵物质的量为 $0.25 \text{ mol} + 1.1 \text{ mol} = 1.35 \text{ mol}$ 。

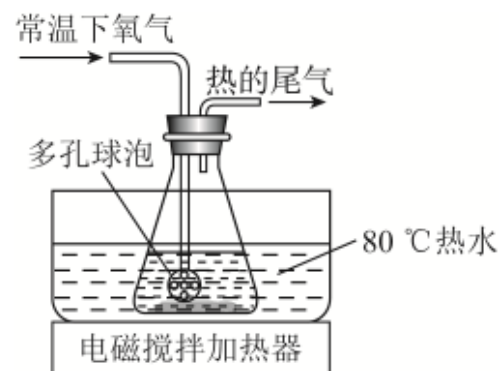
【真题2】（2022·江苏合格考真题）据史料记载，我国古代已将 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 制药用于实践之中。

（1）实验模拟工业制备 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ：在锥形瓶中加入铜屑和稀 H_2SO_4 ，水浴加热使温度达到 180°C 左右。向混合物中通入氧气，充分反应。实验装置如图所示，所得溶液经分离提纯得 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。

- ①反应中将Cu氧化为 Cu^{2+} 的氧化剂为 O_2 （填化学式）。
- ②装置中多孔球泡的作用 增长 O_2 与溶液的接触时间。

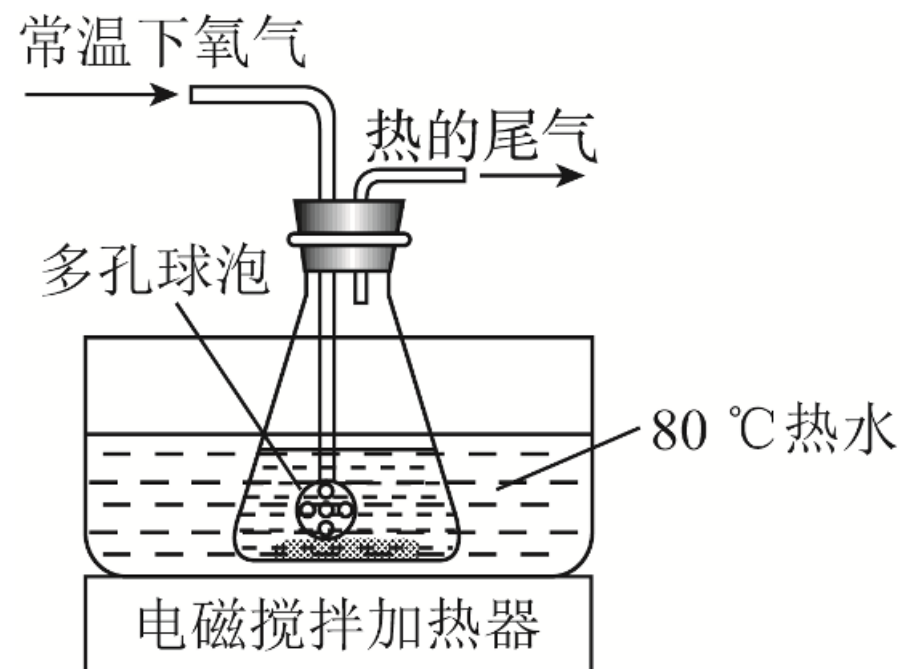


解析：（1）①发生反应的化学方程式为 $2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，该反应中 O_2 作氧化剂。② O_2 通过球泡，可以增长 O_2 与溶液的接触时间，使 O_2 氧化 Cu 更加充分。



(2) 工业用上述方法制备 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 时，若用空气代替 O_2 ，会增加制备过程中的能量消耗，原因是空气中 O_2 的浓度低，Cu被氧化的时间长，能量消耗多

解析：（2）空气代替 O_2 氧化Cu，氧化时间会增长，加热时间也会增长，则能量消耗增多。



(3) 为测定所制得样品中 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数，进行如下实验：称取1.000 g样品，配成250 mL溶液，取25.00 mL溶液，向其中加入 $0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ EDTA溶液与 Cu^{2+} 反应（参加反应的EDTA与 Cu^{2+} 的物质的量之比为1：1）。恰好完全反应时，消耗EDTA溶液19.20 mL。计算样品中 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数（写出计算过程）。

$$0.020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 19.20 \text{ mL}$$

$$3.84 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = n(\text{EDTA}) = 3.84 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

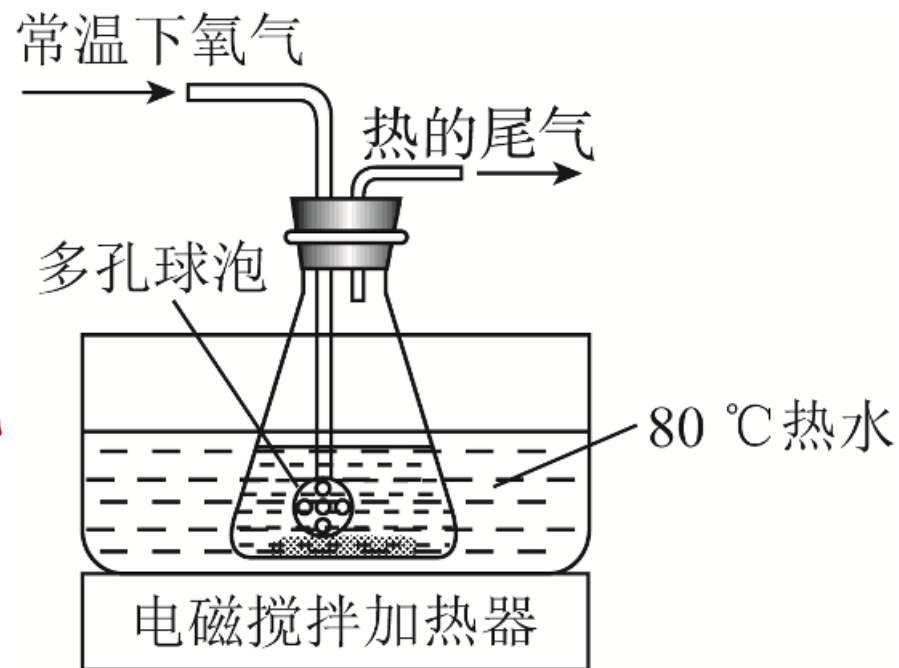
$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0.096 \text{ g}$$

$$w(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.096 \text{ g} \times \frac{250}{25}}{1.000 \text{ g}} \times 100\% = 96\%$$

答：样品中 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数为96%。

解析：（3）根据EDTA与 Cu^{2+} 反应的物质的量之间关系为1:1知， $n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{EDTA})$ ，由EDTA的浓度以及其消耗的体积，可以计算出EDTA的物质的量，由铜元素

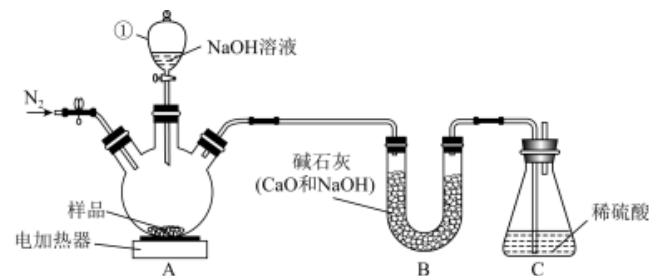
$n(\text{Cu}^{2+})$ ，所得结果扩大10倍，得到1.000 g样品中 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的质量，进而可得样品中 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数。



【真题3】（2021·江苏合格考真题）添加食品膨松剂能使面包、饼干等食品口感松软或脆酥。某兴趣小组对一膨松剂的组成（成分为 NaHCO_3 和 NH_4HCO_3 ）进行分析，设计实验方案如下：

方案一：称量一定量的样品，加热至恒重，再称其质量，记录数据为 m g。

方案二：如图所示，向24.70 g样品中滴加过量 NaOH 溶液，加热至反应完全，再通入一段时间 N_2 ，经测定，装置C中吸收的 NH_3 质量为1.70 g。



(1) 仪器①的名称是 分液漏斗。

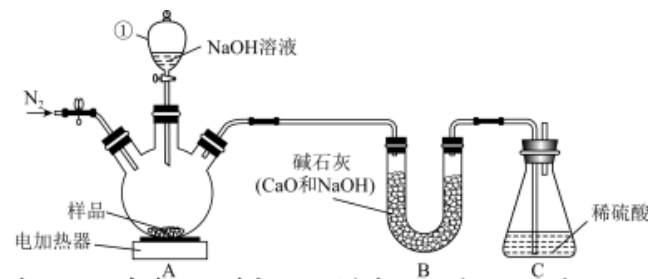
解析： (1) 仪器①的名称为分液漏斗。

(2) ① 方案一中 NaHCO_3 受热分解的化学方程式是



②由方案一计算 NaHCO_3 与 NH_4HCO_3 的物质的量之比，还需要提供的数据是 所称样品的质量。

解析： (2) ① NaHCO_3 受热分解生成 Na_2CO_3 、 CO_2 和 H_2O 。② 方案一测定原理：加热混合固体至恒重， NaHCO_3 和 NH_4HCO_3 均会分解，最终残留固体为 Na_2CO_3 ，根据 $m \text{ g Na}_2\text{CO}_3$ 可以计算出样品中 NaHCO_3 的质量，再由样品的质量减去 NaHCO_3 的质量，可得出 NH_4HCO_3 的质量，进而可得出两者的物质的量之比。



(3) ①方案二中通入 N_2 的目的是 将氨气排到稀硫酸中，使氨气全部吸收，装置B的作用是 干燥氨气。

②由方案二计算 NaHCO_3 与 NH_4HCO_3 的物质的量之比，写出计算过程。

详见解析

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/907045064013006161>