

大题专练 5 化学实验综合

刷题型

刷题型 A

1. (1) 恒压滴液漏斗 1.5 20

(2) $\text{TsCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{TsOH} + \text{HCl}$ 硫酸镁

(3) AB

(4) 分离操作方便、便于回收重复利用催化剂、增大催化剂与反应物间的接触面积(合理即可)

(5) 93.5

考查点 ▶ 常见有机物的制备、物质选择性的计算

【解析】 本实验利用环己酮肟的乙腈溶液在催化剂(TsCl)作用下反应生成己内酰胺,反应完成后减压蒸馏除去乙醇,再经过除杂、萃取、蒸馏得到产品。

(1) 仪器 c 的名称为恒压滴液漏斗;根据题图可知,催化剂用量为 1.5 g 时,原料转化率和选择性均达到较高水平,继续提高催化剂用量,原料转化率和选择性提升不大,故 $m = 1.5 \text{ g}$,同理乙腈选择 20 mL。

(2) 催化剂对甲苯磺酰氯(TsCl)分子中含有氯原子,易水解,与水发生反应的化学方程式为 $\text{TsCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{TsOH} + \text{HCl}$;己内酰胺中含有酰胺基,在酸性、碱性环境下均能水解,故选择中性干燥剂硫酸镁。

(3) 氯仿萃取振荡时,分液漏斗下口应倾斜向上进行放气,A 错误;实施减压蒸馏时,应该先减压,降低沸点后再加热,B 错误;由题表可知,产品的熔点和原料的熔点不同,可通过测定产品熔点定性判断其纯度高低,C 正确;该实验所用有机试剂大多有毒,需要在通风橱内进行,且己内酰胺有腐蚀性,需要戴防护手套进行操作,D 正确;故选 AB。

(4) 将硫酸“固定”在树脂上可得磺酸树脂类催化剂,首先,其易于分离和回收,能减少催化剂的损失并减轻环境污染,具有良好的重复使用性,能降低生产成本;其次,该类催化剂稳定性高,能够在较宽的温度和 pH 范围内保持活性;此外,磺酸树脂类催化剂具有较大的比表面积,能增大催化剂与反应物间的接触面积,加快反应速率;这些特性使其在工业中具有广泛的应用。

(5) 环己酮肟与己内酰胺的摩尔质量均为 $113 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 2.0 g 环己酮肟理论上可得到 2.0 g 己内酰胺,实际上测得环己酮肟的转化率为 98.4%,若选择性为 100%,则理论上得到 $2.0 \text{ g} \times 98.4\% = 1.968 \text{ g}$ 己内酰胺,实际得到己内酰胺 1.84 g,则选择性为 $\frac{1.84 \text{ g}}{1.968 \text{ g}} \times 100\% \approx 93.5\%$ 。

2. (1) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{Cl}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$

(2) 浓硫酸 吸收 SO_2 和 HCl ;防止空气中的水蒸气进入装置

(3) $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{SOCl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CrCl}_3 + 6\text{SO}_2 + 12\text{HCl}$

(4) 关闭 K_1 ,打开 K_2 、 K_3

(5) 防止 CrCl_3 冷凝堵塞连接管

(6) 63.40 偏高

考查点 ▶ 物质制备与纯度测定

思路分析

由图可知,装置 A 产生 CO_2 ,用于排尽装置中的空气,由于 SOCl_2 遇水极易反应,故装置 B 中盛放的是浓硫酸,用于干燥 CO_2 ;打开 K_1 、关闭 K_2 和 K_3 ,通一段时间 CO_2 排尽装置内空气后,关闭 K_1 、打开 K_2 和 K_3 ,利用 CO_2 流经装置 C 将 SOCl_2 蒸气带入装置 D 与 $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 反应;装置 E 为气体缓冲装置, $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 与 SOCl_2 蒸气加热制 CrCl_3 的反应为 $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{SOCl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CrCl}_3 + 6\text{SO}_2 + 12\text{HCl}$,会产生 SO_2 和 HCl ,污染空气,故装置 F 中盛放碱石灰,用来吸收 SO_2 和 HCl (防止污染空气),并防止空气中的水蒸气进入装置。

易错点

【解析】(1) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 中 Cr 为 +6 价,浓盐酸中 Cl 为 -1 价,两者发生氧化还原反应,故离子方程式为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{Cl}^- = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 由思路分析可知,装置 B 中盛放的是浓硫酸,用于干燥 CO_2 ;装置 F 中碱石灰的作用为吸收 SO_2 和 HCl ,同时防止空气中的水

易错点

蒸气进入装置,造成 CrCl_3 水解。

(5) 由于无水 CrCl_3 650 °C 以上升华,故实验过程中,连接管需间

关键点

歇性加热,其目的是防止 CrCl_3 蒸气冷凝堵塞连接管。

(6) 测定样品纯度过程相关反应的离子方程式为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{I}^- + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$, 则 $2\text{Cr}^{3+} \sim 3\text{I}_2 \sim 6\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 故 $n(\text{CrCl}_3) = \frac{1}{3}n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$, 所以无水 CrCl_3 的质量分数

为 $\frac{0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 30.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times \frac{100 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}} \times \frac{1}{3} \times 158.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1.000 \text{ g}} \times$

$100\% = 63.40\%$; 步骤②煮沸是为了除去过量的 NaO_2 与水反应生成的 H_2O_2 , 若不煮沸, H_2O_2 也会将 I^- 氧化为 I_2 , 导致消耗的

关键点

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 偏多,故测得的无水 CrCl_3 的质量分数偏高。

3. (1) 三颈烧瓶

(2) 在装置 A、B 间安放盛有浓硫酸的洗气瓶

(3) 向少量氨基磺酸溶液中加入足量浓 NaOH 溶液,加热,产生使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体,证明溶于水有 NH_4^+ 产生

(4) c

(5) > 氨基磺酸分子中的氨基和磺酸基反应生成 $^+\text{H}_3\text{NSO}_3^-$, 类似氨基酸形成内盐,熔点较高,而固态硫酸为分子晶体,熔点较低

(6) 77.6% 甲基橙

考查点 ▶ 仪器名称、设计实验、熔点比较、滴定计算

思路分析

由装置 A 制备二氧化硫,经过干燥后在装置 C 中二氧化硫和 NH_2OH 反应制备氨基磺酸,由于二氧化硫有毒,会污染环境,同时产品遇水会发生反应,故装置 D 为装有碱石灰的干燥管。

【解析】(1) 仪器 X 的名称是三颈烧瓶。

(2) 由于氨基磺酸室温下同时吸收水蒸气和 CO_2 , 制备时反应体系要保持干燥,则改进的办法是在装置 A、B 间安放盛有浓硫酸的洗气瓶,由于单向阀具有单向截止的作用,可用于防倒吸,故

易错点

不能在 B、C 处安放浓硫酸的洗气瓶。

(3) 铵根离子和氢氧根离子在加热时会生成氨气,则证明氨基磺

关键点

酸溶于水有 NH_4^+ 生成的方法为向少量氨基磺酸溶液中加入足量浓 NaOH 溶液,加热,若产生使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气

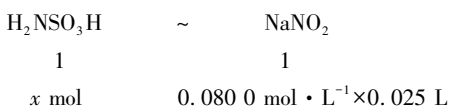
体,证明氨基磺酸溶于水有 NH_4^+ 产生。

(4) 制备二氧化硫的原理是用强酸制备弱酸,所用硫酸浓度不能

易错点

太大,否则电离程度小,氢离子浓度低,反应速率慢,通常是用 70% 左右的硫酸, a 错误; NH_2OH 沸点为 70°C , 性质不稳定,加热时爆炸,则装置 C 不可采用热水浴加快反应速率, b 错误;氨基磺酸是一种一元固体强酸,微溶于乙醇,实验完毕后,大部分氨基磺酸以固体形式存在,所以实验完毕后,采用过滤分离装置 C 中混合物, c 正确。

(6) 设 25.00 mL 待测液中氨基磺酸的物质的量为 x mol, 已知氨基磺酸的氧化产物与 NaNO_2 的还原产物均为 N_2 , 则由得失电子守恒可得:



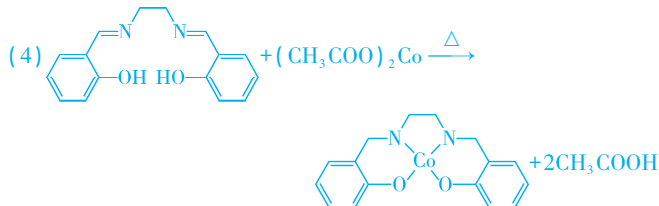
$$x = 0.002, \text{氨基磺酸粗品的纯度} = \frac{0.002 \text{ mol} \times \frac{250}{25} \times 97 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.500 \text{ g}} \times 100\% = 77.6\%。$$

结合信息可知,氨基磺酸中混有硫酸氢铵,都能与氢氧化钠反应,以酚酞为指示剂,用 NaOH 进行酸碱中和滴定,只有氨基磺酸与硫酸氢铵均反应后,才出现滴定终点现象,测定结果偏高,并且滴定时,因为氨基磺酸酸性大于硫酸氢铵, NaOH 会先与氨基磺酸反应,在消耗其中的氨基磺酸后,剩余硫酸氢铵使溶液显酸性,故指示剂应该选择甲基橙。

4. (1) 球形冷凝管 平衡气压,使漏斗中的液体顺利流下

(2) Co^{2+} 或双水杨醛缩乙二胺易被空气中的氧气氧化 使胶状微粒聚沉,便于过滤

(3) ②①③



(5) 调整水准调节器高度,使其液面和量气管内液面相平

$$(6) \frac{3.21 \times 10^{-3} \times 325}{22.4 \text{ m}}$$

考查点 ▶ 物质制备的实验探究、实验方案评价、物质含量的测定

思路分析

由题意可知,制备配合物的操作为通 N_2 排出装置内的空气,在氮气保护作用下,向含有双水杨醛缩乙二胺的乙醇溶液中缓慢滴加醋酸钴溶液,加热回流 1 h,待沉淀完全转化为暗红色晶体后停止加热、关闭冷凝水、停止通氮气,充分冷却后,过滤、洗涤并干燥,得到配合物 $[\text{Co}(\text{II})\text{Salen}]$ 。

【解析】(1) 为了提高反应物的转化率,使反应充分进行, A 处应安装的仪器是球形冷凝管(冷凝回流);恒压滴液漏斗支管的作用是平衡气压,使漏斗中的液体顺利流下。

(2) Co^{2+} 或双水杨醛缩乙二胺会被空气中的氧气氧化,通入氮气可排除装置中的空气,防止其被氧化;“保持微沸”可以使胶状微粒聚沉,形成大颗粒,便于过滤。

关键点

(3) 回流结束后的操作为停止加热、关闭冷凝水、停止通入氮气,充分冷却后过滤、洗涤、干燥,得到配合物。

(4) 从双水杨醛缩乙二胺与 $[\text{Co}(\text{II})\text{Salen}]$ 的结构可知,双水杨

醛缩乙二胺与醋酸钴反应生成[Co(II)Salen]的同时生成醋酸。

(5) 每次记录时应先进行的操作是调整水准调节器,使其液面和量气管内液面相平,保持装置内外压强相等。

(6) 由三次实验数据可知,第二次试验误差较大,数据应舍去,则

易错点

标准状况下吸收氧气平均体积为 $\frac{3.22 \text{ mL} + 3.20 \text{ mL}}{2} = 3.21 \text{ mL}$,

则 $n(\text{吸收的 O}_2) = \frac{3.21 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$, $n\{[\text{Co(II)Salen}]\} =$

$\frac{m \text{ g}}{325 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$, 故 $\frac{n(\text{吸收的 O}_2)}{n\{[\text{Co(II)Salen}]\}} = \frac{\frac{3.21 \times 10^{-3}}{22.4} \text{ mol}}{\frac{m}{325} \text{ mol}} = \frac{3.21 \times 325 \times 10^{-3}}{22.4m}$ 。

刷题型 B

5. (1) HNO₃

(2) c

(3) 增大气体与溶液的接触面积,使气体被充分吸收 防止倒吸

(4) $\frac{7.1 \times (V_1 - V_0) \times 10^{-3}}{m} \%$

(5) 偏大 在酸性条件下, S²⁻ 会与 Hg²⁺ 反应生成 HgS 沉淀, 即 $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} \longrightarrow \text{HgS} \downarrow$, 导致消耗的 Hg(NO₃)₂ 溶液的体积偏大

(6) BD

创新点 ▶ 利用“磷酸蒸馏-汞盐滴定法”测定水泥中少量氯离子含量

思路分析

空气通过多孔球泡进入装有硝酸银溶液的装置 A, 多孔球泡能增大空气与溶液的接触面积, 起到净化空气、除去空气中可能含有的含氯杂质的作用。净化后的空气经单向阀进入石英蒸馏管中, 使水泥样品中的氯离子在磷酸存在下转化为氯化氢气体被蒸馏出来。蒸馏出的氯化氢气体进入装置 C, 被装置 C 下方 D 中的稀硝酸吸收, 形成含氯离子的溶液。向吸收了氯化氢的稀硝酸中加入含汞离子的溶液, 汞离子与氯离子发生反应, 当氯离子完全反应后, 继续滴加含汞离子的溶液, 过量的汞离子可与二苯偶氮碳酰肼生成紫红色物质, 以此作为滴定终点的判断依据, 通过消耗汞盐溶液的量来计算水泥中氯离子的含量。

【解析】(1) Hg(NO₃)₂ 是强酸弱碱盐, Hg²⁺ 会发生水解, 为抑制其水解, 在配制溶液时, 应将 Hg(NO₃)₂ 固体溶于 HNO₃ 中, 再加水稀释到相应浓度。

(2) 蛇形冷凝管的冷凝效果较好, 能使蒸气充分冷凝回流, 所以为达到最佳的冷凝效果, 装置图 C 虚框中未画出的仪器最好选择蛇形冷凝管, 即 c。

(3) 装置 A 中多孔球泡可以增大气体与溶液的接触面积, 使气体被充分吸收; 单向阀的作用是防止倒吸, 避免产生的 HCl 进入装置 A 中。

(4) 根据滴定原理 $\text{Hg}^{2+} + 2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{HgCl}_2 \downarrow$, $n(\text{Cl}^-) = 2n(\text{Hg}^{2+})$, $n(\text{Hg}^{2+}) = 0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (V_1 - V_0) \times 10^{-3} \text{ L} = (V_1 - V_0) \times 10^{-6} \text{ mol}$, 则 $n(\text{Cl}^-) = 2 \times (V_1 - V_0) \times 10^{-6} \text{ mol}$, $m(\text{Cl}^-) = 2 \times (V_1 - V_0) \times 10^{-6} \text{ mol} \times 35.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 71 \times (V_1 - V_0) \times 10^{-6} \text{ g}$, 水泥试样中氯离子的质量分数 $w(\text{Cl}^-) = \frac{71 \times (V_1 - V_0) \times 10^{-6} \text{ g}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{7.1 \times (V_1 - V_0) \times 10^{-3}}{m} \%$ 。

(5) 若水泥样品中含有 Na₂S, 在酸性条件下, S²⁻ 会与 Hg²⁺ 反应生

成 HgS 沉淀, 即 $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{HgS} \downarrow$, 导致消耗的 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液的体积偏大, 根据 (4) 中计算式, 测定结果会偏大。

(6) 在用 AgNO_3 标准液滴定含 Cl^- 的待测液时, 发生反应 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$ 。在滴定过程中, 随着 AgNO_3 标准液的加入, 溶液中离子浓度发生变化, 导致电位 E 改变, 接近滴定终点时, Ag^+ 浓度会发生突变, 使得电位 E 也会有明显的变化。到滴定终点时, 由于 Ag^+ 浓度突变, 电位 E 会发生突跃, A 项图像符合电位滴定过程中电位随 AgNO_3 标准液消耗体积的变化情况, A 正确; B 项图像也呈现出在滴定过程中电位逐渐变化, 但在滴定终点处电位没有发生突跃, 不符合电位滴定的规律, B 错误; $\frac{\Delta E}{\Delta V} - V$ 图像中, $\frac{\Delta E}{\Delta V}$ 表示电位的变化率, 在滴定终点时, 电位变化最快, 即电位变化率 $\frac{\Delta E}{\Delta V}$ 达到最大, 会出现一个峰值, C 项图像符合这种变化, C 正确; $\frac{\Delta^2 E}{\Delta V^2} - V$ 图像中, $\frac{\Delta^2 E}{\Delta V^2}$ 表示电位的变化率的变化率, 在滴定终点时, $\frac{\Delta E}{\Delta V}$ 达到最大, 此时 $\frac{\Delta^2 E}{\Delta V^2} = 0$, 图像应该与横轴有交点, D 项图像不符合, D 错误。

6. (1) ②④⑥③ 恒压滴液漏斗 $\text{B}_2\text{O}_3 + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{BN} + 3\text{H}_2\text{O}$
装置 B 和 C 之间无干燥装置、无 NH_3 的尾气处理装置

(2) 11. 12

(3) D 滴定硼酸时突跃范围过小, 且滴定终点不在指示剂变色范围内, 加甘油生成甘油硼酸, 便于观察滴定终点 (或其他合理

答案) $\left(1 - \frac{35cV \times 10^{-3}}{a}\right) \times 100\%$ 偏大

突破点 ▶ 无机物的制备

【解析】(1) 实验开始前要先连接装置, 检查气密性, 然后加入相应试剂, 接下来要先产生氨气排尽装置内空气, 所以先打开旋塞 K 滴入适量浓氨水, 接着打开管式炉加热开关进行反应, 反应完全后关闭管式炉加热开关, 待装置冷却, 再关闭旋塞 K (停止通 NH_3), 防止 BN 高温下被氧化, 故正确操作顺序为①⑤②④⑥③。仪器 a 用于添加液体试剂, 其名称为恒压滴液漏斗。装置 C 中是 B_2O_3 和 NH_3 反应制备 BN, 根据原子守恒可知, 反应的化学方程式为 $\text{B}_2\text{O}_3 + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{BN} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。 B_2O_3 遇热的水蒸气生成易挥发的偏硼酸 (HBO_2), A 装置中产生的氨气带有水蒸气,

关键点

会导致 B_2O_3 生成易挥发的偏硼酸, 影响实验, 所以应在 B 和 C 之间增加干燥装置除去氨气中的水蒸气; 氨气有刺激性气味, 是大气污染物, 该装置没有对未反应完的氨气进行处理, 会污染环境。

(2) 当用 $0.2000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 标准溶液滴定 20.00 mL 同浓度的硼酸溶液时, NaOH 溶液体积为 20.00 mL 时恰好完全反应, H_3BO_3 是一元弱酸, 电离方程式为 $\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + [\text{B}(\text{OH})_4]^-$ $K_a = 10^{-9.24}$, 恰好完全反应时, 生成 $\text{Na}[\text{B}(\text{OH})_4]$, $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ 会发生水解: $[\text{B}(\text{OH})_4]^- \rightleftharpoons \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{OH}^-$, 设 $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ 水解产生的 OH^- 浓度为 $c(\text{OH}^-)$, 由于水解程度较小, 可近似认为水解后 $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ 的浓度等于其起始浓度, 由于等体积混合,

$$c\{[\text{B}(\text{OH})_4]^{-}\} = \frac{0.2000}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-9.24}} = 10^{-4.76}, K_h = \frac{c(\text{H}_3\text{BO}_3) \times c(\text{OH}^-)}{c\{[\text{B}(\text{OH})_4]^{-}\}}, \text{因为 } c(\text{H}_3\text{BO}_3) \approx$$

$c(\text{OH}^-)$, 所以 $K_h = \frac{c^2(\text{OH}^-)}{c\{\text{B}(\text{OH})_4\}^-}$, 即 $10^{-4.76} = \frac{c^2(\text{OH}^-)}{0.1}$,

$c(\text{OH}^-) = \sqrt{10^{-4.76} \times 0.1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-2.88} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pOH} = -\lg c(\text{OH}^-) = 2.88$, $\text{pH} = 14 - 2.88 = 11.12$ 。

(3) 接近滴定终点时, 向锥形瓶中滴入半滴标准液的操作是使尖嘴部分悬而不滴, 用锥形瓶内壁将半滴标准液沾下, 然后用洗瓶以少量蒸馏水冲洗锥形瓶内壁, 且 NaOH 标准溶液应装在碱式滴定管(带胶管)中, 故选 D。硼酸是极弱的酸, 滴定硼酸时突跃

关键点

范围过小, 且滴定终点不在指示剂变色范围内, 加入甘油后, 甘油能与硼酸反应, 生成一种较强的甘油硼酸, 这时便于观察滴定终点。根据实验原理, B_2O_3 与热水反应生成 H_3BO_3 , 加入甘油后, 甘油与未中和的 H_3BO_3 反应生成甘油硼酸, 甘油硼酸再与

NaOH 反应, $n(\text{H}_3\text{BO}_3) = n(\text{NaOH})$, 因为 $\text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{H}_3\text{BO}_3$, 所以 $n(\text{B}_2\text{O}_3) = \frac{1}{2} n(\text{H}_3\text{BO}_3) = \frac{1}{2} n(\text{NaOH})$,

$m(\text{B}_2\text{O}_3) = \frac{1}{2} n(\text{NaOH}) \times 70 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 35cV \times 10^{-3} \text{ g}$, $m(\text{BN}) =$

$(a - 35cV \times 10^{-3}) \text{ g}$, 样品中 BN 的纯度为 $\frac{a - 35cV \times 10^{-3}}{a} =$

$\left(1 - \frac{35cV \times 10^{-3}}{a}\right) \times 100\%$ 。当甘油不足时, 硼酸不能完全与甘油反应生成甘油硼酸, 导致消耗 NaOH 的体积 V 偏小, 根据上述公式可知, 计算出的 BN 的纯度偏大。

7. (1) 饱和食盐水 三颈烧瓶

(2) ①增大 Cl_2 溶解度; 防止 NaCuO_2 分解

② $2\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4] + \text{NaClO} = 2\text{NaCuO}_2 \downarrow + \text{NaCl} + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O}$ ③ NaOH

(3) ① $\frac{25.6c(V_1 + V_2)}{a} \%$ ② 偏小

突破点 ▶ 铜的化合物的制备、实验方案评价、物质含量的测定

思路分析

装置甲中高锰酸钾和浓盐酸反应生成氯气, 装置乙中盛有饱和食盐水, 作用是除去氯气中混有的 HCl 气体, 装置丙中 NaClO 与 $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ 在强碱性条件下反应生成 NaCuO_2 。

【解析】(1) NaCuO_2 在中性或酸性条件下不稳定, 装置乙中盛放的试剂是饱和食盐水, 以除去氯气中混有的 HCl 气体; 仪器 X 的名称是三颈烧瓶。

(2) ① NaCuO_2 高温下易分解, 且氯气的溶解度随温度降低而增大, 反应过程中用冰水浴控制温度, 目的是增大 Cl_2 溶解度, 防止 NaCuO_2 分解。

② 装置丙中 NaClO 与 $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ 在强碱性条件下反应生成 NaCuO_2 , 该反应中 Cl 元素化合价由 +1 价降到 -1 价, Cu 元素化合价由 +2 价升到 +3 价, 根据得失电子守恒和原子守恒配平化学方程式: $2\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4] + \text{NaClO} = 2\text{NaCuO}_2 \downarrow + \text{NaCl} + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

③ NaCuO_2 在中性或酸性条件下不稳定, 洗涤时可以选择 NaOH

关键点

溶液作为洗涤剂。

(3) ① 再加入足量 10% KSCN 溶液, 摇匀后, 溶液蓝色加深, 说明 CuI 转化为 CuSCN , 释放出吸附的 I_2 , 由题意可得 $2\text{Cu}^{2+} \sim \text{I}_2 \sim$

$$2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}, \text{则 } n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c(V_1 + V_2) \times 10^{-3} \text{ mol}, w(\text{Cu}) =$$

$$\frac{c(V_1 + V_2) \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{100 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{a \text{ g}} \times 100\% =$$

$$\frac{25.6c(V_1 + V_2)}{a} \%。$$

②若未加入 10% KSCN 溶液, CuI 沉淀表面吸附的 I_2 , 未参与滴定反应, 导致消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的体积偏小, 则测得铜元素的质量分数偏小。