

押新高考卷第 16 题

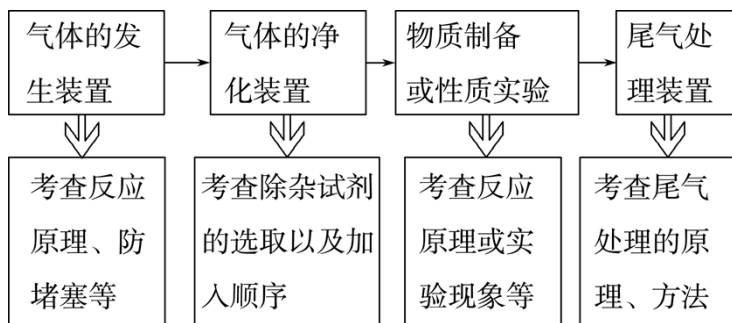
化学实验综合题

命题探究

化学实验综合题是高考试题必考题型。命题类型有无机物的制备与性质探究，定量测定实验探究，有机物的制备、分离与提纯探究等。此类试题难度往往较大。主要以化学实验基础知识、元素及其化合物性质为载体，考查实验仪器的使用、实验基本操作、物质的分离提纯和检验方法、实验方案的设计与评价、实验条件的控制、实验数据的分析处理等。

一、无机物的制备及性质探究

无机物的制备及性质综合题是高考化学实验的命题重点，高考试题大多以无机物的制备及性质为载体，常以实验装置图的形式给出实验的流程，其实验流程与考查内容主要包括：



二、有机物的制备实验综合

“有机实验”在高考中频频出现，主要涉及有机物的制备和有机物官能团性质的实验探究等。常常考查蒸馏和分液操作、反应条件的控制、产率的计算等问题。

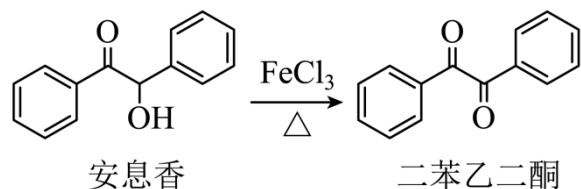
三、定量测定实验综合

该题型主要将化学实验与化学计量有机的结合在一起，考查测定物质成分的纯度、产品的产率计算、热重曲线分析等。涉及的高中教材实验主要有：（1）一定物质的量浓度溶液的配制及误差分析；（2）酸碱中和滴定及滴定曲线的分析、拓展的氧化还原滴定法、沉淀滴定法、络合滴定法等。（3）中和热的测定；（4）硫酸铜晶体结晶水含量的测定；（5）盐的溶解度的测定。需特别关注氧化还原滴定的计算及误差分析及热重曲线的分析方法。

真题回顾

考向一 以物质的制备为主的综合实验

1. (2023·新课标卷) 实验室由安息香制备二苯乙二酮的反应式如下:

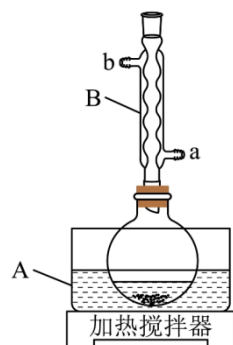


相关信息列表如下:

物质	性状	熔点/°C	沸点/°C	溶解性
安息香	白色固体	133	344	难溶于冷水 溶于热水、乙醇、乙酸
二苯乙二酮	淡黄色固体	95	347	不溶于水 溶于乙醇、苯、乙酸
冰乙酸	无色液体	17	118	与水、乙醇互溶

装置示意图如下图所示, 实验步骤为:

- ①在圆底烧瓶中加入10mL冰乙酸、5mL水及9.0g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 边搅拌边加热, 至固体全部溶解。
- ②停止加热, 待沸腾平息后加入2.0g安息香, 加热回流45~60min。
- ③加入50mL水, 煮沸后冷却, 有黄色固体析出。
- ④过滤, 并用冷水洗涤固体3次, 得到粗品。
- ⑤粗品用75%的乙醇重结晶, 干燥后得淡黄色结晶1.6g。



回答下列问题:

- (1) 仪器A中应加入_____ (填“水”或“油”)作为热传导介质。
- (2) 仪器B的名称是_____; 冷却水应从_____ (填“a”或“b”)口通入。
- (3) 实验步骤②中, 安息香必须待沸腾平息后方可加入, 其主要目的是_____。

(4) 在本实验中, FeCl_3 为氧化剂且过量, 其还原产物为_____; 某同学尝试改进本实验: 采用催化量的 FeCl_3 并通入空气制备二苯乙二酮。该方案是否可行_____? 简述判断理由_____。

(5) 本实验步骤①~③在乙酸体系中进行, 乙酸除作溶剂外, 另一主要作用是防止_____。

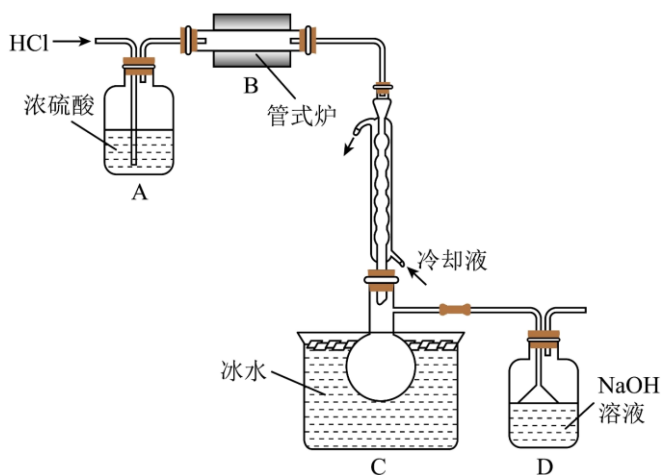
(6) 若粗品中混有少量未氧化的安息香, 可用少量_____洗涤的方法除去(填标号)。若要得到更高纯度的产品, 可用重结晶的方法进一步提纯。

a. 热水 b. 乙酸 c. 冷水 d. 乙醇

(7) 本实验的产率最接近于_____ (填标号)。

a. 85% b. 80% c. 75% d. 70%

2. (2023·山东卷) 三氯甲硅烷(SiHCl_3)是制取高纯硅的重要原料, 常温下为无色液体, 沸点为 31.8°C , 熔点为 -126.5°C , 易水解。实验室根据反应 $\text{Si} + 3\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$, 利用如下装置制备 SiHCl_3 粗品(加热及夹持装置略)。回答下列问题:

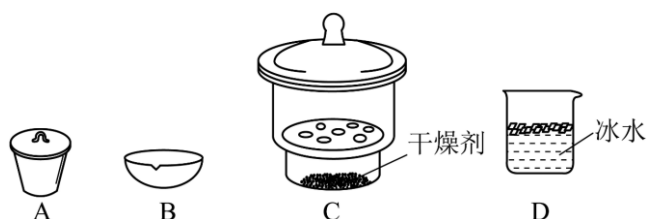


(1) 制备 SiHCl_3 时进行操作: (i).....; (ii)将盛有硅粉的瓷舟置于管式炉中; (iii)通入 HCl , 一段时间后接通冷凝装置, 加热开始反应。操作(i)为_____; 判断制备反应结束的实验现象是_____。图示装置存在的两处缺陷是_____。

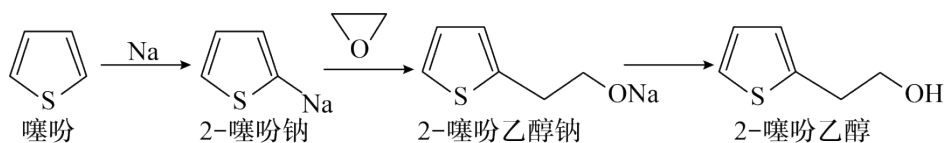
(2) 已知电负性 $\text{Cl} > \text{H} > \text{Si}$, SiHCl_3 在浓 NaOH 溶液中发生反应的化学方程式为_____。

(3) 采用如下方法测定溶有少量 HCl 的 SiHCl_3 纯度。

$m_1\text{g}$ 样品经水解、干燥等预处理过程得硅酸水合物后, 进行如下实验操作: ①_____, ②_____ (填操作名称), ③称量等操作, 测得所得固体氧化物质量为 $m_2\text{g}$, 从下列仪器中选出①、②中需使用的仪器, 依次为_____ (填标号)。测得样品纯度为_____ (用含 m_1 、 m_2 的代数式表示)。



3. (2023·辽宁卷) 2-噻吩乙醇($M_r = 128$)是抗血栓药物氯吡格雷的重要中间体, 其制备方法如下:



I. 制钠砂。向烧瓶中加入300mL液体A和4.60g金属钠, 加热至钠熔化后, 盖紧塞子, 振荡至大量微小钠珠出现。

II. 制噻吩钠。降温至 10°C , 加入25mL噻吩, 反应至钠砂消失。

III. 制噻吩乙醇钠。降温至 -10°C , 加入稍过量的环氧乙烷的四氢呋喃溶液, 反应30min。

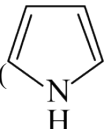
IV. 水解。恢复室温, 加入70mL水, 搅拌30min; 加盐酸调pH至4~6, 继续反应2h, 分液; 用水洗涤有机相, 二次分液。

V. 分离。向有机相中加入无水 MgSO_4 , 静置, 过滤, 对滤液进行蒸馏, 蒸出四氢呋喃、噻吩和液体A后, 得到产品17.92g。

回答下列问题:

(1) 步骤I中液体A可以选择_____。

a. 乙醇 b. 水 c. 甲苯 d. 液氨

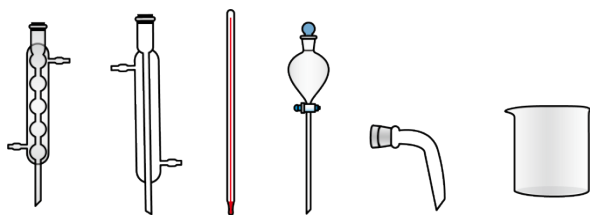
(2) 噻吩沸点低于吡咯()的原因是_____。

(3) 步骤II的化学方程式为_____。

(4) 步骤III中反应放热, 为防止温度过高引发副反应, 加入环氧乙烷溶液的方法是_____。

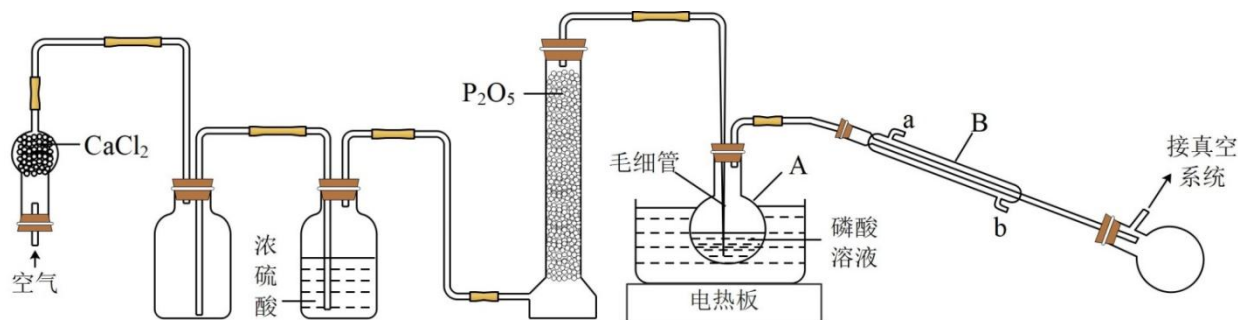
(5) 步骤IV中用盐酸调节pH的目的是_____。

(6) 下列仪器在步骤V中无需使用的是_____(填名称): 无水 MgSO_4 的作用为_____。



(7) 产品的产率为_____(用Na计算, 精确至0.1%)。

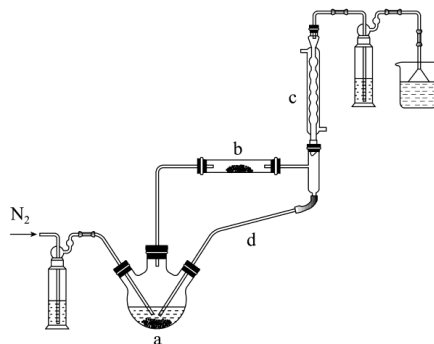
4. (2022·湖北卷) 高技术领域常使用高纯试剂。纯磷酸(熔点为 42°C , 易吸潮)可通过市售85%磷酸溶液减压蒸馏除水、结晶除杂得到, 纯化过程需要严格控制温度和水分, 温度低于 21°C 易形成 $2\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (熔点为 30°C), 高于 100°C 则发生分子间脱水生成焦磷酸等。某兴趣小组为制备磷酸晶体设计的实验装置如下(夹持装置略):



回答下列问题：

- (1) A 的名称是_____。B 的进水口为_____ (填“a”或“b”)。
 - (2) P_2O_5 的作用是_____。
 - (3) 空气流入毛细管的主要作用是防止_____，还具有搅拌和加速水逸出的作用。
 - (4) 升高温度能提高除水速度，实验选用水浴加热的目的是_____。
 - (5) 磷酸易形成过饱和溶液，难以结晶，可向过饱和溶液中加入_____促进其结晶。
 - (6) 过滤磷酸晶体时，除了需要干燥的环境外，还需要控制温度为_____ (填标号)。
- A. $< 20^\circ C$ B. $30 \sim 35^\circ C$ C. $42 \sim 100^\circ C$
- (7) 磷酸中少量的水极难除去的原因是_____。

5. (2022·山东卷) 实验室利用 $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ 和亚硫酰氯($SOCl_2$)制备无水 $FeCl_2$ 的装置如图所示(加热及夹持装置略)。已知 $SOCl_2$ 沸点为 $76^\circ C$ ，遇水极易反应生成两种酸性气体。回答下列问题：

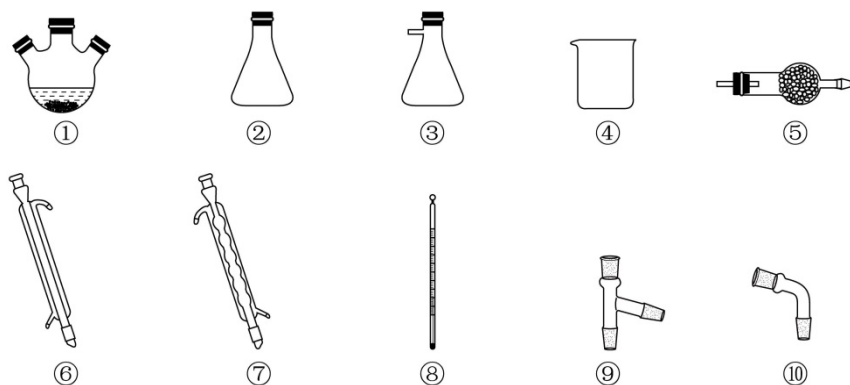


- (1) 实验开始先通 N_2 。一段时间后，先加热装置_____ (填“a”或“b”)。装置 b 内发生反应的化学方程式为_____。装置 c、d 共同起到的作用是_____。
 - (2) 现有含少量杂质的 $FeCl_2 \cdot nH_2O$ ，为测定 n 值进行如下实验：
- 实验 I：称取 $m_1 g$ 样品，用足量稀硫酸溶解后，用 $c \text{ mol} \cdot L^{-1} K_2Cr_2O_7$ 标准溶液滴定 Fe^{2+} 达终点时消耗 $V mL$ (滴定过程中 $Cr_2O_7^{2-}$ 转化为 Cr^{3+} ， Cl^- 不反应)。
- 实验 II：另取 $m_1 g$ 样品，利用上述装置与足量 $SOCl_2$ 反应后，固体质量为 $m_2 g$ 。
- 则 $n =$ _____；下列情况会导致 n 测量值偏小的是_____ (填标号)。
- A. 样品中含少量 FeO 杂质
- B. 样品与 $SOCl_2$ 反应时失水不充分

C. 实验 I 中, 称重后样品发生了潮解

D. 滴定达终点时发现滴定管尖嘴内有气泡生成

(3) 用上述装置、根据反应 $\text{TiO}_2 + \text{CCl}_4 \xrightarrow{\text{TiCl}_4} \text{TiCl}_4 + \text{CO}_2$ 制备 TiCl_4 。已知 TiCl_4 与 CCl_4 分子结构相似, 与 CCl_4 互溶, 但极易水解。选择合适仪器并组装蒸馏装置对 TiCl_4 、 CCl_4 混合物进行蒸馏提纯(加热及夹持装置略), 安装顺序为①⑨⑧_____ (填序号), 先馏出的物质为_____。



考向二 物质性质和反应原理的实验探究

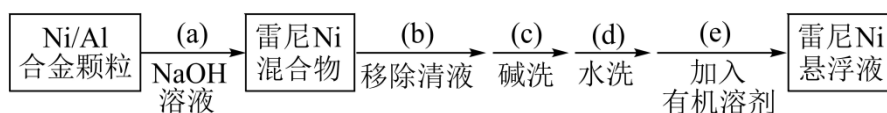
6. (2023·湖南卷) 金属 Ni 对 H_2 有强吸附作用, 被广泛用于硝基或羰基等不饱和基团的催化氢化反应, 将块状 Ni 转化成多孔型雷尼 Ni 后, 其催化活性显著提高。

已知: ①雷尼 Ni 暴露在空气中可以自燃, 在制备和使用时, 需用水或有机溶剂保持其表面“湿润”;

②邻硝基苯胺在极性有机溶剂中更有利于反应的进行。

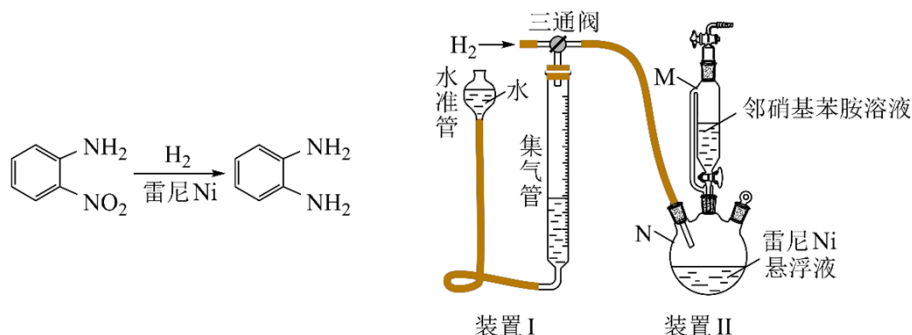
某实验小组制备雷尼 Ni 并探究其催化氢化性能的实验如下:

步骤 1: 雷尼 Ni 的制备



步骤 2: 邻硝基苯胺的催化氢化反应

反应的原理和实验装置图如下(夹持装置和搅拌装置略)。装置 I 用于储存 H_2 和监测反应过程。



回答下列问题:

(1) 操作(a)中, 反应的离子方程式是_____;

(2) 操作(d)中, 判断雷尼 Ni 被水洗净的方法是_____;

(3) 操作(e)中, 下列溶剂中最有利于步骤 2 中氢化反应的是_____;

A. 丙酮 B. 四氯化碳 C. 乙醇 D. 正己烷

(4) 向集气管中充入 H_2 时, 三通阀的孔路位置如下图所示。发生氢化反应时, 集气管向装置 II 供气, 此时孔路位置需调节为_____;

向集气管中冲入 H_2



集气管向装置 II 供气



A



B



C



D

(5) 仪器 M 的名称是_____;

(6) 反应前应向装置 II 中通入 N_2 一段时间, 目的是_____;

(7) 如果将三颈瓶 N 中的导气管口插入液面以下, 可能导致的后果是_____;

(8) 判断氢化反应完全的现象是_____。

7. (2023·北京卷) 资料显示, I_2 可以将 Cu 氧化为 Cu^{2+} 。某小组同学设计实验探究 Cu 被 I_2 氧化的产物及铜元素的价态。

已知: I_2 易溶于 KI 溶液, 发生反应 $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$ (红棕色); I_2 和 I_3^- 氧化性几乎相同。

I. 将等体积的 KI 溶液加入到 mmol 铜粉和 nmol I_2 ($n > m$) 的固体混合物中, 振荡。

实验记录如下:

	c(KI)	实验现象
实验 I	$0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	极少量 I_2 溶解, 溶液为淡红色; 充分反应后, 红色的铜粉转化为白色沉淀, 溶液仍为淡红色
实验 II	$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	部分 I_2 溶解, 溶液为红棕色; 充分反应后, 红色的铜粉转化为白色沉淀, 溶液仍为红棕色
实验 III	$4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	I_2 完全溶解, 溶液为深红棕色; 充分反应后, 红色的铜粉完全溶解, 溶液为深红棕色

(1) 初始阶段, Cu 被氧化的反应速率: 实验 I _____ (填“>”“<”或“=”) 实验 II。

(2) 实验 III 所得溶液中, 被氧化的铜元素的可能存在形式有 $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$ (蓝色) 或 $[CuI_2]^-$ (无色), 进行以下实验探究:

步骤 a. 取实验 III 的深红棕色溶液, 加入 CCl_4 , 多次萃取、分液。

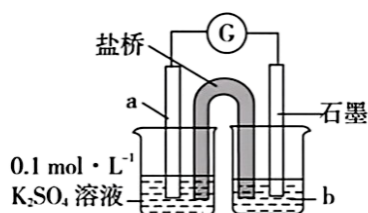
步骤 b. 取分液后的无色水溶液, 滴入浓氨水。溶液颜色变浅蓝色, 并逐渐变深。

i. 步骤 a 的目的是_____。

ii. 查阅资料, $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ (无色) 容易被空气氧化。用离子方程式解释步骤 b 的溶液中发生的变化: _____。

(3) 结合实验 III, 推测实验 I 和 II 中的白色沉淀可能是 CuI, 实验 I 中铜被氧化的化学方程式是 _____。分别取实验 I 和 II 充分反应后的固体, 洗涤后得到白色沉淀, 加入浓 KI 溶液, _____ (填实验现象), 观察到少量红色的铜。分析铜未完全反应的原因是 _____。

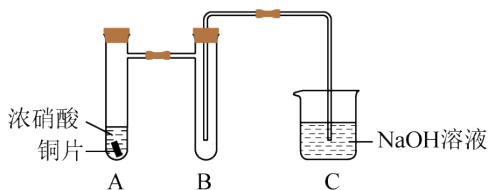
(4) 上述实验结果, I_2 仅将 Cu 氧化为 +1 价。在隔绝空气的条件下进行电化学实验, 证实了 I_2 能将 Cu 氧化为 Cu^{2+} 。装置如图所示, a、b 分别是 _____。



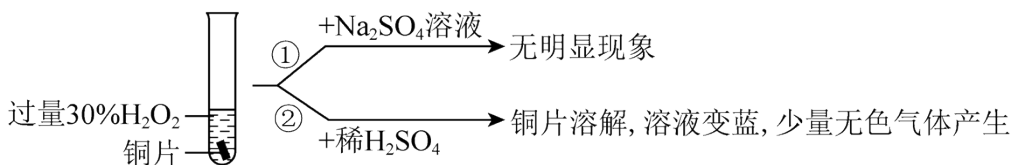
(5) 运用氧化还原反应规律, 分析在上述实验中 Cu 被 I_2 氧化的产物中价态不同的原因: _____。

8. (2023·湖北卷) 学习小组探究了铜的氧化过程及铜的氧化物的组成。回答下列问题:

(1) 铜与浓硝酸反应的装置如下图, 仪器 A 的名称为 _____, 装置 B 的作用为 _____。



(2) 铜与过量 H_2O_2 反应的探究如下:



实验②中 Cu 溶解的离子方程式为 _____; 产生的气体为 _____。比较实验①和②, 从氧化还原角度说明 H^+ 的作用是 _____。

(3) 用足量 NaOH 处理实验②新制的溶液得到沉淀 X, 元素分析表明 X 为铜的氧化物, 提纯干燥后的 X 在惰性氛围下加热, mgX 完全分解为 ng 黑色氧化物 Y, $\frac{n}{m} = \frac{5}{6}$ 。X 的化学式为 _____。

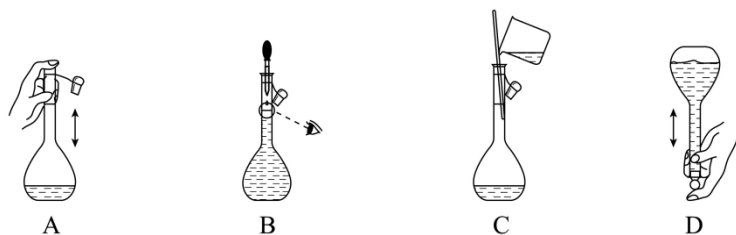
(4) 取含 X 粗品 0.0500g (杂质不参加反应) 与过量的酸性 KI 完全反应后, 调节溶液至弱酸性。以淀粉为指示剂, 用 $0.1000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定, 滴定终点时消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 15.00mL。(已知: $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$, $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$) 标志滴定终点的现象是 _____, 粗品中 X 的相对含量为 _____。

8. (2022·广东卷) 食醋是烹饪美食的调味品, 有效成分主要为醋酸(用 HAc 表示)。HAc

的应用与其电离平衡密切相关。25°C时，HAc的 $K_a = 1.75 \times 10^{-5} = 10^{-4.76}$ 。

(1) 配制250mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的HAc溶液，需 $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HAc溶液的体积为_____mL。

(2) 下列关于250mL容量瓶的操作，正确的是_____。



(3) 某小组研究25°C下HAc电离平衡的影响因素。

提出假设。稀释HAc溶液或改变 Ac^- 浓度，HAc电离平衡会发生移动。设计方案并完成实验用浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的HAc和NaAc溶液，按下表配制总体积相同的系列溶液；测定pH，记录数据。

序号	$v(\text{HAc})/\text{mL}$	$v(\text{NaAc})/\text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{O})/\text{mL}$	$n(\text{NaAc}):n(\text{HAc})$	pH
I	40.00	/	/	0	2.86
II	4.00	/	36.00	0	3.36
...					
VII	4.00	a	b	3: 4	4.53
VIII	4.00	4.00	32.00	1: 1	4.65

①根据表中信息，补充数据：a = _____，b = _____。

②由实验I和II可知，稀释HAc溶液，电离平衡_____ (填“正”或“逆”)向移动；结合表中数据，给出判断理由：_____。

③由实验II~VIII可知，增大 Ac^- 浓度，HAc电离平衡逆向移动。

实验结论假设成立。

(4) 小组分析上表数据发现：随着 $\frac{n(\text{NaAc})}{n(\text{HAc})}$ 的增加， $c(\text{H}^+)$ 的值逐渐接近HAc的 K_a 。

查阅资料获悉：一定条件下，按 $\frac{n(\text{NaAc})}{n(\text{HAc})} = 1$ 配制的溶液中， $c(\text{H}^+)$ 的值等于HAc的 K_a 。

对比数据发现，实验VIII中 $\text{pH} = 4.65$ 与资料数据 $K_a = 10^{-4.76}$ 存在一定差异；推测可能由物质浓度准确程度不够引起，故先准确测定HAc溶液的浓度再验证。

①移取20.00mLHAc溶液，加入2滴酚酞溶液，用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH溶液滴定至终点，消耗体积为22.08mL，则该HAc溶液的浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。在答题卡虚线框中，画出上述过程的滴定曲线示意图并标注滴定终点_____。

②用上述HAc溶液和 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH溶液，配制等物质的量的HAc与NaAc

混合溶液，测定 pH，结果与资料数据相符。

(5) 小组进一步提出：如果只有浓度均约为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 HAc 和 NaOH 溶液，如何准确测定 HAc 的 K_a ？

小组同学设计方案并进行实验。请完成下表中 II 的内容。

I	移取 20.00mL HAc 溶液，用 NaOH 溶液滴定至终点，消耗 NaOH 溶液 $V_1\text{mL}$
II	_____，测得溶液的 pH 为 4.76

实验总结 得到的结果与资料数据相符，方案可行。

(6) 根据 K_a 可以判断弱酸的酸性强弱。写出一种无机弱酸及其用途_____。

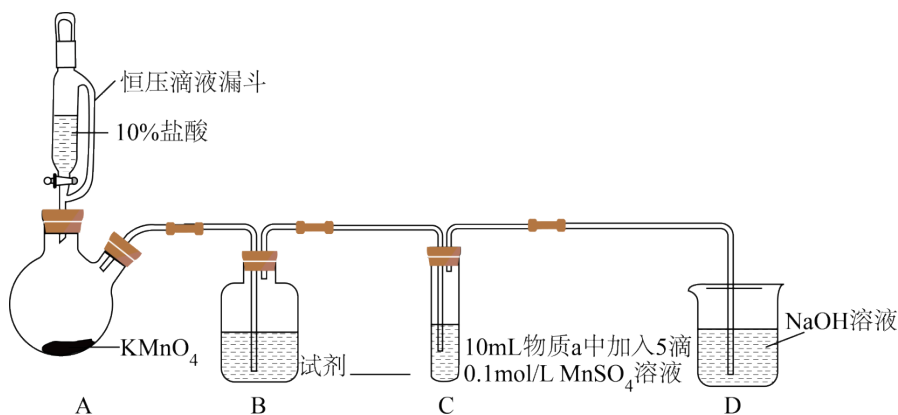
9. (2022·北京卷) 某小组同学探究不同条件下氯气与二价锰化合物的反应

资料：i. Mn^{2+} 在一定条件下被 Cl_2 或 ClO^- 氧化成 MnO_2 (棕黑色)、 MnO_4^{2-} (绿色)、 MnO_4^- (紫色)。

ii. 浓碱条件下， MnO_4^- 可被 OH^- 还原为 MnO_4^{2-} 。

iii. Cl_2 的氧化性与溶液的酸碱性无关， NaClO 的氧化性随碱性增强而减弱。

实验装置如图(夹持装置略)



序号	物质 a	C 中实验现象	
		通入 Cl_2 前	通入 Cl_2 后
I	水	得到无色溶液	产生棕黑色沉淀，且放置后不发生变化
II	5%NaOH 溶液	产生白色沉淀，在空气中缓慢变成棕黑色沉淀	棕黑色沉淀增多，放置后溶液变为紫色，仍有沉淀
III	40%NaOH 溶液	产生白色沉淀，在空气中缓慢变成棕黑色沉淀	棕黑色沉淀增多，放置后溶液变为紫色，仍有沉淀

(1) B 中试剂是_____。

(2) 通入 Cl_2 前，II、III 中沉淀由白色变为黑色的化学方程式为_____。

(3) 对比实验 I、II 通入 Cl_2 后的实验现象，对于二价锰化合物还原性的认识是_____。

(4) 根据资料 ii，III 中应得到绿色溶液，实验中得到紫色溶液，分析现象与资料不符的原因：

原因一：可能是通入 Cl_2 导致溶液的碱性减弱。

原因二：可能是氧化剂过量，氧化剂将 MnO_4^{2-} 氧化为 MnO_4^- 。

① 化学方程式表示可能导致溶液碱性减弱的原因_____，但通过实验测定溶液的碱性变化很小。

② 取 III 中放置后的 1 mL 悬浊液，加入 4 mL 40% NaOH 溶液，溶液紫色迅速变为绿色，且绿色缓慢加深。溶液紫色变为绿色的离子方程式为_____，溶液绿色缓慢加深，原因是 MnO_2 被_____ (填“化学式”)氧化，可证明 III 的悬浊液中氧化剂过量；

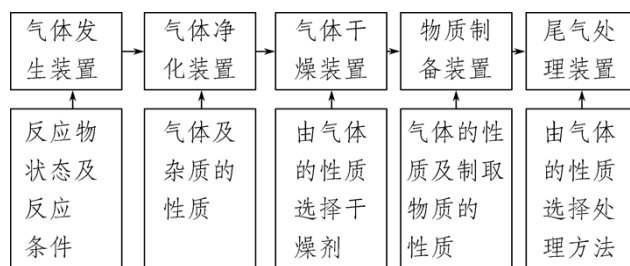
③ 取 II 中放置后的 1 mL 悬浊液，加入 4 mL 水，溶液紫色缓慢加深，发生的反应是_____。

④ 从反应速率的角度，分析实验 III 未得到绿色溶液的可能原因_____。

解题秘籍

一、无机物的制备及性质探究

1. 物质制备实验中各部分装置的选择依据：



(2) 解答无机物制备及性质类题的思维流程：

- ① 认真阅读题干，提取有效信息，包括实验目的、反应条件、陌生物质的性质、陌生物质的反应原理等；
- ② 仔细观察装置图示，联系教材中所掌握的实验基础，找出各部分仪器与已有实验知识相对比，分析各部分仪器中药品的作用及发生的反应；
- ③ 通读问题，整合信息，将所有问题进行综合分析，运用题给信息和化学实验基础知识作出合理判断。

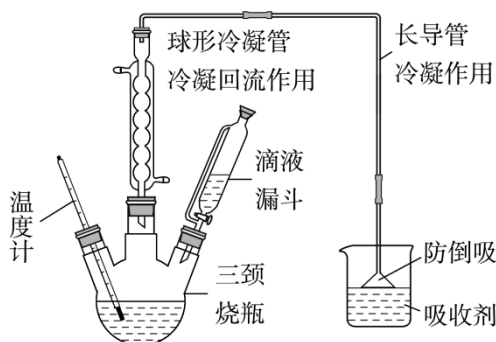
二、有机物的制备实验综合

(1) 分离液体混合物的方法

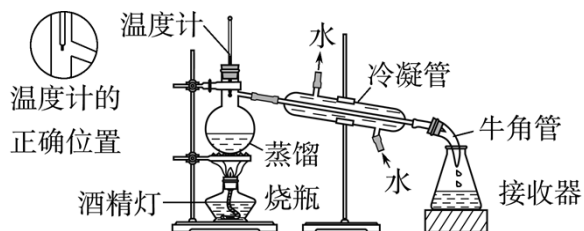
方法	适用条件	实例	说明
萃取	互不相溶的液体混合物	分离 CCl_4 和水等	分液时下层液体从下口流出，上层液体从上口倒出
蒸馏(分馏)	两种或两种以上互溶的液体，沸点相差较大	分离酒精和水	在蒸馏烧瓶中放少量碎瓷片，防止液体暴沸

(2) 典型装置

① 反应装置



②蒸馏装置



点拨：球形冷凝管由于气体与冷凝水接触时间长，具有较好的冷凝效果，但必须竖直放置，故蒸馏装置必须用直形冷凝管。

(3) 解答有机物的制备综合实验题，要考虑的五个问题：

(1) 有机制备实验中常用的玻璃仪器及使用方法，如球形冷凝管、恒压滴液漏斗、三颈烧瓶、温度计等。

(2) 两种加热方式：一是利用酒精灯直接加热，要加碎瓷片，防止暴沸；二是水浴加热(如 50~60 °C等)。

(3) 有机制备实验中常用化学性质稳定的干燥剂，如无水 CaCl_2 、无水 MgSO_4 等。

(4) 有机制备实验中分离及提纯常用方法：蒸馏、取分液等。

(5) 有机制备实验中两个计算公式：产品产率 = $\frac{\text{产品的实际产量}}{\text{产品的理论产量}} \times 100\%$ ，转化率

$$= \frac{\text{参加反应的原料量}}{\text{加入原料的总量}} \times 100\%。$$

三、定量测定实验

1. 气体体积的定量测量

(1) 量气装置的改进

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/176150012122010223>