

考点 33 物质的定性与定量分析

命题趋势

定性分析实验主要探究物质分解的产物和物质的性质，定量实验是将化学实验与化学计量有机的结合在一起测定物质化学组成与含量的探究性实验，设计并完成实验报告包括补充实验步骤或实验步骤的排序、选择试剂和现象的描述等。此类题设计实验目的性、实用性强，能给予学生较大的创造空间，更能激发学生的学习兴趣，培养学生严谨求实的科学态度。定量实验是中学化学的重要实验，主要有物质的量浓度溶液的配制、中和滴定(包括滴定曲线)、中和热测定等。从中学化学实验和高考实验考查的要求来看，定量实验主要有以下几种类型：①确定物质组成与含量的定量实验。如确定物质化学组成(确定化学式)、测量物质中某组分的质量分数等实验；②测量某溶液的浓度(溶质质量分数、物质的量浓度等)的定量实验。如中和滴定实验；③测量某些化学计量的定量实验。如测定某分子(或原子)的相对分子(原子)质量、阿伏加德罗常数等实验。④研究反应热效应的定量实验。

预测 2025 年新课程背景下的高考化学实验试题非常重视定性实验和定量实验进行有机结合，试题中所设计的问题多为实验的基本操作知识及实验原理的分析、实验数据的处理和误差分析。

重要考向

一、物质的性质探究

二、物质的定量分析

考向一 物质的性质探究

1. 铝及其化合物的性质

项目	实验方案设计	现象、解释及问题
铝能与氧气反应	将铝片剪成长 5~8cm, 宽 0.2~0.3cm 铝条, 绕成螺旋状, 一端缠绕一根火柴, 坩埚钳夹住铝条另一端, 点燃铝条上的火柴, 待火柴快燃烧完时, 将铝条伸入装有 O ₂ 的集气瓶中(瓶内盛少量水), 观察现象。	1. 反应的化学方程式: $2Al+3O_2\rightleftharpoons Al_2O_3$ 2. 将铝片放到酒精灯火焰上, 铝难以燃烧, 原因: ①氧气的浓度; ②反应物的接触面积
	(1)取 3 片铝片, 将其中两片铝片用砂纸擦去表面的氧化膜	破坏铝表面氧化膜的方法有: ①用砂纸擦; ②用 NaOH 溶液; ③用稀酸浸泡

铝表面氧化膜的保护作用	(2) 将一片擦去氧化膜的铝片放入 20mL0.5mol/L 的 CuSO ₄ 溶液中, 观察铝片表面现象及其他可能发生的现象。	现象有①铝表面有紫红色物质沉积; ②产生气泡, 并逐渐加快, 铝片上下翻滚; ③继而产生蓝色沉淀; ④混合液温度升高; ⑤溶液中出现黑色物质。
	(3) 将一片未擦去氧化膜的铝片放入 20mL0.5mol/L 的 CuSO ₄ 溶液中, 观察铝片表面现象	现象: 无明显现象
	(4) 取步骤(3)中的铝片, 用水冲洗后, 放入盛有 3mL6.0mol/LNaOH 溶液的试管中, 1 ~ 2min 后取出铝片, 洗净, 放入 20mL0.5mol/L 硫酸铜溶液中。	现象: 同步骤 2 解释: 铝片表面的氧化膜被破坏
	(5) 将另一擦去氧化膜的铝片放入盛有 3mL 浓硝酸的试管中, 观察现象。1min 后取出铝片, 用水洗净, 再放入 20mL0.5mol/LCuSO ₄ 溶液的试管中。	现象: 无明显现象 解释: 铝表面生成一层致密的氧化物保护膜
	(1) 生成 [Al(OH) ₄] ⁻ : 试管中加入 1mL1.0mol/LAlCl ₃ 溶液, 逐滴加入 6.0mol/LNaOH 溶液, 边滴加边振荡试管, 观察实验现象	现象: 先有白色浑浊, 后白色浑浊消失变成无色溶液 解释: Al ³⁺ +3OH ⁻ =Al(OH) ₃ ↓, Al(OH) ₃ +OH ⁻ =[Al(OH) ₄] ⁻
生成 (2) 生成 AlF ₆ ³⁻ : 试管中加入 1mL1.0mol/LAlCl ₃ 溶液, 逐滴加入 2ml10%NH ₄ F 溶液, 再滴加 1mL3.0mol/L 氨水, 边滴加边振荡试管, 观察实验现象	现象: 加入 NH ₄ F 溶液, 无明显现象; 加入氨水, 无水沉淀 解释: Al ³⁺ +6F ⁻ =AlF ₆ ³⁻ , AlF ₆ ³⁻ 不能跟氨水发生反应生成 Al(OH) ₃	

2. 乙醇和苯酚的性质

(1) 乙醇、苯酚与金属钠的反应

实验步骤	实验现象
(1) 试剂准备: 在两支干燥的试管, 各加 2mL 乙醚, 向其中一	溶解形成无色透明溶液

支试管中加入 1mL 乙醇，向另一试管中加入 1.5g 苯酚，振荡。	
(2)跟金属钠反应：向两支试管中各加一块(绿豆大小)吸干煤油的金属钠，观察比较实验现象	开始时钠沉在液面下，后上浮，都有气泡产生，但苯酚中产生气泡速率稍快，后反应速率减慢，

	最终停止
--	------

(2)乙醇的氧化反应

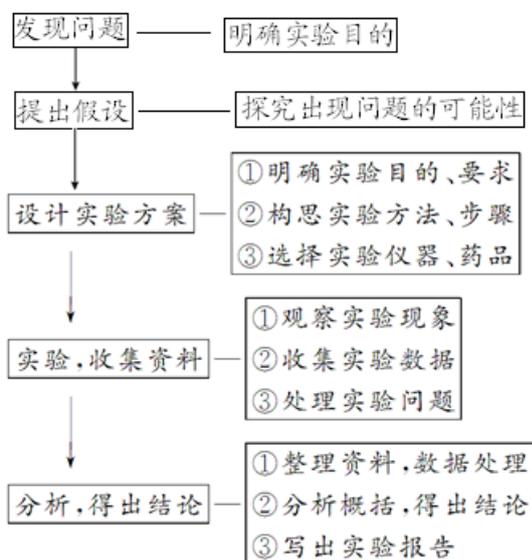
实验步骤	实验现象
(1)试剂准备：取一支试管，向其中加入 1mL2mol/L H ₂ SO ₄ 溶液，再滴加 3~5 滴 5%K ₂ Cr ₂ O ₇ 溶液。	溶液显橙色
(2)氧化：在上述准备好的溶液中，滴入乙醇，振荡，观察实验现象	K ₂ Cr ₂ O ₇ 溶液变成绿色

(3)苯酚的性质

序号	实验内容	设计意图(或实验现象)	结论(或反应式)
苯酚的 检验	与 FeCl ₃ 溶液反应	溶液变成紫色	
	与溴水反应	出现白色沉淀	三溴苯酚
对比 实验 1	取少量苯酚浊液，滴加 NaOH 溶液	可以说明苯酚浊液变澄清是由于苯酚与 NaOH 的反应，而不是由于水量导致苯酚溶解。	苯酚具有酸性
	取少量苯酚浊液，滴加与 NaOH 溶液等体积的水		
对比 实验 2	用 pH 试纸 0.1mol/l 的苯酚溶液的 pH 值	可以定量地观察到苯酚与盐酸 pH 值的不同	
	用 pH 试纸 0.1mol/l 的盐酸的 pH 值		
对比 实验 3	取 0.1mol/l 的苯酚溶液，滴加几滴紫色石蕊试液	可以直观地观察到苯酚与盐酸遇到紫色石蕊试液后，颜色变化的不同，且苯酚溶液几乎没有变色	苯酚溶液的酸性很弱
	取 0.1mol/l 的盐酸，滴加几滴紫色石蕊试液		
对比 实验 4	在苯酚浊液与 NaOH 溶液反应得到的澄清溶液中滴加盐酸	通过强酸和弱酸的加入，定性确定苯酚的酸性强弱情况	
	在苯酚浊液与 NaOH 溶液反应得到的澄清溶液中通入 CO ₂		
对比 实验 5	在苯酚浊液滴加一定量的 Na ₂ CO ₃ 溶液	可以判断苯酚钠溶液中通入 CO ₂ 后的产物是 NaHCO ₃ 还是 Na ₂ CO ₃	



物质性质的探究思维模型



【典例】

例 1 某研究性学习小组设计实验探究铝等金属的性质: 将铝片(不除氧化膜)投入浓氯化铜溶液中, 铝表面很快出现一层海绵状暗红色物质, 接下来铝片上产生大量气泡, 触摸容器知溶液温度迅速上升, 收集气体, 检验其具有可燃性。若用同样的铝片投入同浓度的硫酸铜溶液中, 在短时间内铝片无明显变化。

(1)铝与氯化铜溶液能迅速反应, 而与同浓度的硫酸铜溶液在短时间内不反应的原因可能是_____。

- A. 氯化铜溶液酸性比同浓度的硫酸铜溶液酸性强
- B. 硫酸铜水解生成硫酸使铝钝化
- C. 氯离子能破坏氧化铝表面薄膜, 而硫酸根离子不能
- D. 生成氯化铝溶于水, 而生成硫酸铝不溶于水

请设计一个简单实验验证你的选择: _____。

(2)铝片表面出现的暗红色物质是_____, 产生该物质的离子方程式是____。用离子方程式解释产生气泡: _____。

(3)放出的气体是_____, 请从有关物质的浓度、能量、是否有电化学作用等分析开始阶段产生气体的速率不断加快的原因是_____。

(4)某同学通过一定的实验操作, 也能使铝片与硫酸铜溶液反应加快, 他采取的措施可能是

- A. 用砂纸擦去铝片表面的氧化膜后投入硫酸铜溶液中
- B. 把铝片投入热氢氧化钠溶液中一段时间后, 取出洗涤, 再投入硫酸铜溶液中
- C. 向硫酸铜溶液中滴加氢氧化钠溶液, 再投入铝片

D. 在铝片上捆上几枚铜钉后投入同浓度的硫酸铜溶液中

【解析】(1)依题意，铝片表面有氧化铝致密保护膜，要使铝与铜离子或 H^+ 反应，必须破坏氧化膜，比较硫酸铜和氯化铜知，差异在阴离子，故可能是氯离子破坏了氧化铝结构。验证实验：在硫酸铜溶液中加入铝片，无明显现象，再加入氯化铜(注意：不能加入盐酸)，若反应明显加快了，说明上述推断正确。(2)发生相关反应有： $CuCl_2+2H_2O \rightleftharpoons Cu(OH)_2+2HCl$ ； $3CuCl_2+2Al=2AlCl_3+3Cu$ ； $AlCl_3+3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3+3HCl$ ； $6HCl+2Al=2AlCl_3+3H_2\uparrow$ ；(3)氯化铜水解能力比氯化铝弱，铝置换反应是放热反应，溶液温度升高；铝与铜构成原电池，加快了铝失电子。(4)采取措施除去氧化铝，氧化铝与氢氧化钠溶液反应，铝片表面有氧化铝与铜在硫酸铜溶液中不能构成原电池；在硫酸铜溶液中滴加氢氧化钠，生成氢氧化铜沉淀，氧化铝仍然没有除去，所以，C 和 D 项不能达到目的。

【答案】(1)C 在硫酸铜溶液与铝片反应的试管里加入少量氯化铜溶液，观察现象

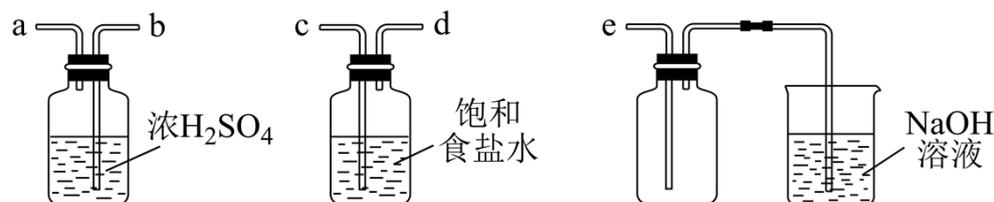
(2) 铜 $2Al+3Cu^{2+}=3Cu+2Al^{3+}$ ； $Al^{3+}+3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3+3H^+$ $Cu^{2+}+2H_2O \rightleftharpoons Cu(OH)_2+2H^+$
 $2Al+6H^+=2Al^{3+}+3H_2\uparrow$

(3)氢气 ①随着反应进行生成铝离子浓度增大，水解程度增大，产生大量 H^+ ；②该反应放热，升高温度反应加快；③铜与铝构成原电池，加快铝失电子 (4)AB

例 2 (2023·广东选择性考试)含氯物质在生产生活中有重要作用。1774 年，舍勒在研究软锰矿(主要成分是 MnO_2)的过程中，将它与浓盐酸混合加热，产生了一种黄绿色气体。1810 年，戴维确认这是一种新元素组成的单质，并命名为 chlorine(中文命名“氯气”)。

(1)实验室沿用舍勒的方法制取 Cl_2 的化学方程式为_____。

(2)实验室制取干燥 Cl_2 时，净化与收集 Cl_2 所需装置的接口连接顺序为_____。



(3)某氯水久置后不能使品红溶液褪色，可推测氯水中_____已分解。检验此久置氯水中 Cl^- 存在的操作及现象是_____。

(4)某合作学习小组进行以下实验探究。

①实验任务。通过测定溶液电导率，探究温度对 $AgCl$ 溶解度的影响。

②查阅资料。电导率是表征电解质溶液导电能力的物理量。温度一定时，强电解质稀溶液的电导率随溶液中离子浓度的增大而增大；离子浓度一定时，稀溶液电导率随温度的升高而增大。25℃时，

$K_{sp}(AgCl)=1.8 \times 10^{-10}$ 。

③提出猜想。

猜想 a: 较高温度的 AgCl 饱和溶液的电导率较大。

猜想 b: AgCl 在水中的溶解度 $s(45^{\circ}\text{C}) > s(35^{\circ}\text{C}) > s(25^{\circ}\text{C})$ 。

④设计实验、验证猜想。取试样 I、II、III(不同温度下配制的 AgCl 饱和溶液), 在设定的测试温度下, 进行表中实验 1~3, 记录数据。

实验序号	试样	测试温度/ $^{\circ}\text{C}$	电导率/ $(\mu\text{S}/\text{cm})$
1	I: 25°C 的 AgCl 饱和溶液	25	A_1
2	II: 35°C 的 AgCl 饱和溶液	35	A_2
3	III: 45°C 的 AgCl 饱和溶液	45	A_3

⑤数据分析、交流讨论。 25°C 的 AgCl 饱和溶液中, $c(\text{Cl}^-) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

实验结果为 $A_3 > A_2 > A_1$ 。小组同学认为, 此结果可以证明③中的猜想 a 成立, 但不足以证明猜想 b 成立。结合②中信息, 猜想 b 不足以成立的理由有 。

⑥优化实验。小组同学为进一步验证猜想 b, 在实验 1~3 的基础上完善方案, 进行实验 4 和 5。请在答题卡上完成表中内容。

实验序号	试样	测试温度/ $^{\circ}\text{C}$	电导率/ $(\mu\text{S}/\text{cm})$
4	I	<u> </u>	B_1
5	<u> </u>	<u> </u>	B_2

⑦实验总结。根据实验 1~5 的结果, 并结合②中信息, 小组同学认为猜想 b 也成立。猜想 b 成立的判断依据是 。

【解析】(1)实验室通常采用浓盐酸和 MnO_2 制取 Cl_2 , 化学方程式为: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; (2)根据化学方程式可知, 制取的氯气中混有氯化氢、水蒸气, 氯气有毒, 必须进行尾气处理, 因此使用饱和食盐水吸收氯化氢气体, 浓硫酸除去水蒸气, 最后用 NaOH 溶液吸收尾气, 因此接口连接顺序为 c-d-b-a-e; (3)久置后不能使品红溶液褪色, 说明 HClO 已分解; 检验 Cl^- 的方法为向溶液中加入过量稀硝酸, 防止溶液中含有 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 等, 再加入少量 AgNO_3 溶液, 若有白色沉淀生成, 则证明原溶液中含有 Cl^- ; (4)⑤ 25°C 时, $K_{sp}(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \times c(\text{Cl}^-)$, 根据沉淀溶解平衡可知, 饱和的 AgCl 溶液中 $c(\text{Ag}^+) = c(\text{Cl}^-)$, 所以有 $c(\text{Cl}^-) = \sqrt{K_{sp}(\text{AgCl})} = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}} = 1.34 \times 10^{-5} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$; 实验 1~3 中, 不同的饱和溶液

浓度不同且测试温度不同，根据资料显示离子浓度一定时，稀溶液电导率随温度的升高而增大，所以根据实验 1~3 无法判断温度较高的饱和溶液离子浓度大，进而不能得出溶解度关系；⑥如果要判断 AgCl 在水中的溶解度随温度的变化情况，可以设计不相同温度下的饱和溶液在相同温度下测试，如果温度较高下的饱和溶液电导率比温度较低的饱和溶液电导率高，则可以得出温度升高饱和溶液中离子浓度高。所以可以设计试样 I 在 45°C 下测试与实验 3 比较；设计试样 II 在 45°C 下测试与实验 3 比较；⑦猜想 b 成立的判断依据是 $A_3 > B_2 > B_1$ 。

【答案】(1) $MnO_2 + 4HCl(浓) \triangleq MnCl_2 + Cl_2 \uparrow + 2H_2O$ (2) c-d-b-a-e

(3) HClO 向溶液中加入过量稀硝酸，防止溶液中含有 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 等，再加入少量 $AgNO_3$ 溶液，若有白色沉淀生成，则证明原溶液中含有 Cl^-

(4) ⑤ 1.34×10^{-5} 测试温度不同，根据电导率结果无法判断不同温度下饱和溶液的溶解度 ⑥ 45°C
II 45°C ⑦ $A_3 > B_2 > B_1$

例 3 (2023·高考北京卷)某小组在验证反应“ $Fe + 2Ag^+ \rightleftharpoons Fe^{2+} + 2Ag$ ”的实验中检测到 Fe^{3+} ，发现和探究过程如下。

向硝酸酸化的 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸银溶液($\text{pH} \approx 2$)中加入过量铁粉，搅拌后静置，烧杯底部有黑色固体，溶液呈黄色。

(1) 检验产物

① 取出少量黑色固体，洗涤后，_____

(填操作和现象)，证明黑色固体中含有 Ag。

② 取上层清液，滴加 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液，产生蓝色沉淀，说明溶液中含有_____。

(2) 针对“溶液呈黄色”，甲认为溶液中有 Fe^{3+} ，乙认为铁粉过量时不可能有 Fe^{3+} ，乙依据的原理是_____ (用离子方程式表示)。针对两种观点继续实验：

① 取上层清液，滴加 KSCN 溶液，溶液变红，证实了甲的猜测。同时发现有白色沉淀产生，且溶液颜色深浅、沉淀量多少与取样时间有关，对比实验记录如下：

序号	取样时间/min	现象
i	3	产生大量白色沉淀；溶液呈红色
ii	30	产生白色沉淀，较 3 min 时量少；溶液红色较 3 min 时加深
iii	120	产生白色沉淀，较 30 min 时量少；溶液红色较 30 min 时变浅

(资料： Ag^+ 与 SCN^- 生成白色沉淀 $AgSCN$)

② 对 Fe^{3+} 产生的原因作出如下假设：

假设 a：可能是铁粉表面有氧化层，能产生 Fe^{3+} ；

假设 b：空气中存在 O_2 ，由于_____ (用离子方程式表示)，可产生 Fe^{3+} ；

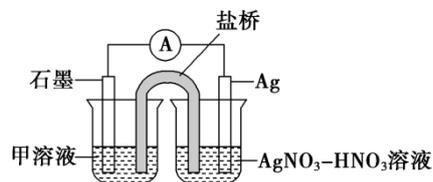
假设 c：酸性溶液中的 NO_3^- 具有氧化性，可产生 Fe^{3+} ；

假设 d: 根据_____现象, 判断溶液中存在 Ag^+ , 可产生 Fe^{3+} 。

③下述实验 I 可证实假设 a、b、c 不是产生 Fe^{3+} 的主要原因。实验 II 可证实假设 d 成立。

实验 I: 向硝酸酸化的_____溶液($\text{pH}\approx 2$)中加入过量铁粉, 搅拌后静置, 不同时间取上层清液滴加 KSCN 溶液。3 min 时溶液呈浅红色, 30 min 后溶液几乎无色。

实验 II: 装置如图。其中甲溶液是_____, 操作及现象是_____。



(3) 根据实验现象, 结合方程式推测实验 i ~ iii 中 Fe^{3+} 浓度变化的原因: _____。

【解析】(1)①黑色固体溶于热的硝酸溶液后, 向其中加入稀盐酸, 产生白色沉淀, 可证明黑色固体中含有 Ag。②可利用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 检验 Fe^{2+} 的存在。(2)过量的铁粉会与 Fe^{3+} 反应。②空气中的 O_2 会与 Fe^{2+} 发生氧化还原反应, 产生 Fe^{3+} ; 加入 KSCN 溶液后产生白色沉淀, 说明溶液中存在 Ag^+ , Ag^+ 可与 Fe^{2+} 反应产生 Fe^{3+} 。③实验 I 可证实假设 a、b、c 不是产生 Fe^{3+} 的主要原因, 只要将原实验反应体系中的 Ag^+ 替换, 其他微粒的种类及浓度保持不变, 做对比实验即可, 所以可选用 $0.05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ NaNO}_3$ 溶液($\text{pH}\approx 2$); 实验 II 利用原电池装置证明反应 $\text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+} = \text{Ag} + \text{Fe}^{3+}$ 能发生, 所以甲溶液是 FeSO_4 溶液。操作和现象: 分别取电池工作前与工作一段时间后左侧烧杯中溶液, 同时滴加 KSCN 溶液, 后者红色更深。

【答案】(1)①加硝酸加热溶解固体, 再滴加稀盐酸, 产生白色沉淀 ② Fe^{2+}

(2) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$

② $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 加入 KSCN 溶液后产生白色沉淀 ③ $0.05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ NaNO}_3$ FeSO_4 溶液 分别取电池工作前与工作一段时间后左侧烧杯中溶液, 同时滴加 KSCN 溶液, 后者红色更深

(3)溶液中存在反应: ① $2\text{Ag}^+ + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$, ② $\text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+} = \text{Fe}^{3+} + \text{Ag}$, ③ $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ 。

反应开始时, $c(\text{Ag}^+)$ 大, 以反应①、②为主, $c(\text{Fe}^{3+})$ 增大。约 30 min 后, $c(\text{Ag}^+)$ 小, 以反应③为主, $c(\text{Fe}^{3+})$ 减小



物质的定量分析

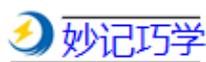
1. 食醋总酸含量的测定

实验步骤	实验现象
(1)样品准备: 用 25mL 移液管吸取市售食醋 25mL, 置于 250mL 容量瓶中, 加水稀释至刻度	
(2)量取样品溶液: 用酸式滴定管或移液管量取待测食醋样品 25mL 左右于锥形瓶中, 加 2~3 滴酚酞	
(3)把标准 NaOH 溶液装入碱式滴定管	
(4)滴定: 用 NaOH 标准溶液滴定待测食醋溶液	溶液变粉红色, 且在半分钟

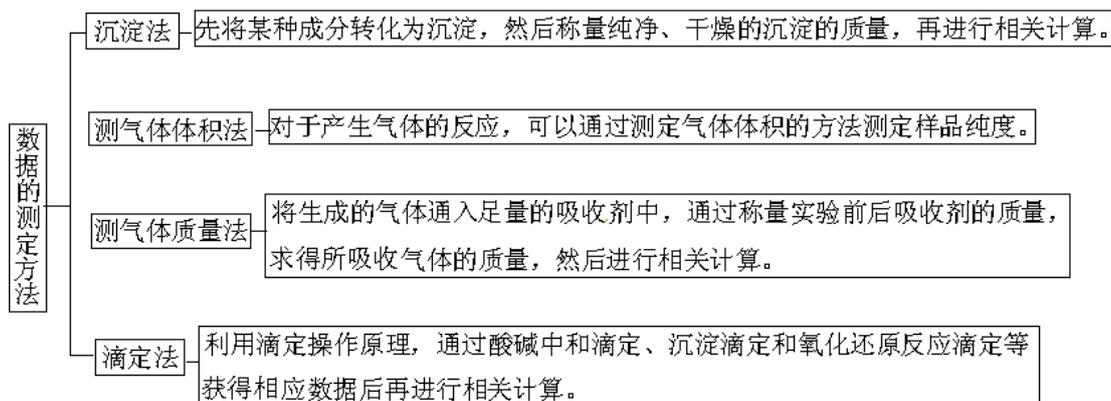
	内不褪色
(5)平行实验：再量取样品溶液，用 NaOH 标准溶液滴定，重复 2~3 次	
(6)数据处理	

2. 镀锌铁皮锌镀层厚度的测定

实验步骤	实现现象、结论与解释
(1)取样：取三块镀锌铁皮(A、B、C，截自同一块镀锌铁皮)，分别量出它们的长度、宽度，并记录	
(2)称量：用电子天平(精度 0.001g)分别称量三块镀锌铁皮(A、B、C)的质量	
(3)除锌：将镀锌铁皮 A 放入烧杯中，加入约 40mL $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸。反应时用玻璃棒小心翻动镀锌铁皮，使铁皮两边锌镀层都充分反应，到反应速率突然减小时(产生气泡的速率变得极慢)，立即将未反应的铁皮取出，用自来水冲洗掉附着的酸液	加入盐酸后，镀锌铁皮表面产生大量气泡，一段时间后产生气泡的速率明显减慢。 锌镀层反应完后铁直接反应，速率减慢。
(4)烘干并称量：将铁片放在石棉网上，用酒精灯小火烘干，冷却后用电子天平称量	
(5)重复实验：分别用 B、C 重复进行实验步骤(3)、(4)	
(6)数据处理：处理实验数据，求出镀锌铁皮的镀锌铁皮的锌镀层厚度	



1. 定量实验数据的测定方法



2. 定量实验中“数据”采集处理意识

(1)称量固体质量时，中学一般用托盘天平，可估读到 0.1 g，精确度要求高的实验中可以用分析天平或电子天平，可精确到 0.000 1 g。

(2)测量液体体积时，一般实验中选用适当规格的量筒，可估读到 0.1 mL，准确度要求高的定量实验如中和滴定中选用滴定管(酸式或碱式)，可估读到 0.01 mL。容量瓶作为精密的定容仪器，用于配制一定物质的量浓度的溶液，一般不用于量取液体的体积。

(3)气体除了可以测量体积外，还可以称量质量。称气体的质量时一般有两种方法：一种方法是称反应装置在放出气体前后的质量；另一种方法是称吸收装置吸收气体前后的质量。

(4)用广范 pH 试纸(测得整数值)或 pH 计(精确到 0.01)直接测出溶液的 pH，经过计算可以得到溶液中 H^+ 或 OH^- 的物质的量浓度。

(5)为了数据的准确性，实验中要采取必要的措施，确保离子完全沉淀、气体完全被吸收等，必要时可以进行平行实验，重复测定，然后取其平均值进行计算。如中和滴定实验中测量酸或碱的体积要平行做 2~3 次滴定，取体积的平均值求算未知溶液的浓度，但对于“离群”数据(指与其他数据有很大差异的数据)要舍弃，因为数据“离群”的原因可能是操作中出现了较大的误差。

【典例】

例 1 某化学研究性学习小组拟测定食醋的总酸量(g/100 mL)，请你参与该小组的实验并回答相关问题。

实验目的 测定食醋的总酸量

实验原理 中和滴定

实验用品 蒸馏水，市售食用白醋样品 500 mL(商标注明总酸量：3.50 g/100 mL~

5.00 g/100 mL)， $0.100\ 0\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 标准溶液；容量瓶(100 mL)，移液管(10 mL)，酸式滴定管，碱式滴定管，铁架台，滴定管夹，锥形瓶，烧杯，酸碱指示剂(可供选用的有：甲基橙、酚酞、石蕊)。

实验步骤 ①配制并移取待测食醋溶液 用 10 mL 移液管吸取 10 mL 市售白醋样品置于 100 mL 容量瓶中，用处理过的蒸馏水稀释至刻度线，摇匀后用酸式滴定管取待测食醋溶液 20 mL，并移至锥形瓶中。

②盛装标准 NaOH 溶液 将碱式滴定管洗净后，用 NaOH 标准溶液润洗 3 次，然后加入 NaOH 标准溶液，排出尖嘴部分气泡后，使液面位于“0”刻度或“0”刻度以下。静置，读取数据并记录为 NaOH 标准溶液体积的初读数。

③滴定 先往盛有待测食醋溶液的锥形瓶中滴加某酸碱指示剂 2~3 滴，然后滴定至终点。记录 NaOH 标准溶液体积的终读数。重复滴定 4 次。

数据记录

	滴定次数				
实验数据		1	2	3	4

$V(\text{样品})/\text{mL}$	20.00	20.00	20.00	20.00
$V(\text{NaOH})_{\text{始}}/\text{mL}$	0.00	0.20	0.10	0.10
$V(\text{NaOH})_{\text{终}}/\text{mL}$	14.98	15.20	15.12	16.24

问题与思考

- (1)步骤①中还需补充的仪器有_____。蒸馏水的处理方法是_____。
- (2)步骤③中你选择的酸碱指示剂是_____，理由是_____。
- (3)若用深色食醋进行实验，为准确判断滴定终点，可采取的措施是_____。
- (4)样品总酸量 = _____ g/100 mL。

【解析】蒸馏水中溶有的 CO_2 消耗 NaOH ，将会使实验结果偏大；滴定产物 CH_3COONa 水解，使溶液呈碱性，应选择在碱性溶液中变色的指示剂；第4次实验记录的数据异常，计算时应舍去。

- 【答案】**(1)玻璃棒、胶头滴管 煮沸除去蒸馏水中溶解的 CO_2 并迅速冷却
 (2)酚酞 滴定产物 CH_3COONa 水解，使溶液呈碱性，应选择在碱性溶液中变色的指示剂
 (3)用活性炭脱色(或滴定过程中使用 pH 计测定溶液的 pH) (4)4.50

例 2 在做镀锌铁皮锌镀层厚度的测定实验时，某学生按下列步骤进行实验：

- ①取三块镀锌铁皮(A、B、C 截自同一块镀锌铁皮)分别量出它们的长度与宽度
 ②用电子天平分别称量三块镀锌铁皮的质量
 ③将 A 放入烧杯中，加入 40mL6mol/L 盐酸。到反应速率突然减小时(产生气泡的速率变的极慢)，立即将未反应的铁片取出，用自来水冲掉附着的酸液

- ④烘干铁片并称量
 ⑤分别用镀锌铁片 B、C 重复以上步骤
 ⑥根据实验所得数据，求出锌镀层厚度。

(1)镀锌铁皮的锌镀层被破坏后将在潮湿的空气中发生电化学腐蚀，相关描述正确的是()

- A. 负极反应式为 $\text{Fe}-2\text{e}^-=\text{Fe}^{2+}$ B. 负极反应式为 $\text{Zn}-2\text{e}^-=\text{Zn}^{2+}$
 C. 电子从铁流向锌 D. 铁不但得不到保护，反而被腐蚀的更快

(2)在镀锌铁皮的锌镀层厚度的测定过程中，下列操作会导致测定结果偏高的是 ()

- A. 过早判断反应终点 B. 过迟判断反应终点
 C. 锌在酸中溶解后，铁皮未烘干就去称重
 D. 在测定铁皮的面积时测得面积比铁皮的实际面积大

(3)在③的操作中，待反应速率突然减小时(产生气泡的速率变的极慢)判断锌层已完全反应的依据是_____。

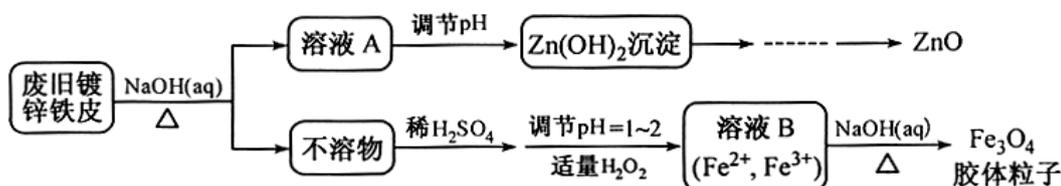
(4)称量与酸反应前后的铁皮的质量(分别为 m_1 、 m_2)则 m_1-m_2 就是_____的质量，设锌的密度为 ρ ，则锌镀层的总体积为 $V=_____$ 。若已知锌镀层单侧面积为 S ，锌镀层单侧厚度为 h ，则 V

$$= \frac{m_1 - m_2}{2\rho S}, \text{ 故可得 } \frac{m_1 - m_2}{\rho} = 2hS, \text{ 即 } h = \frac{m_1 - m_2}{2\rho S}.$$

【解析】(1)锌比铁活泼，先失去电子；(2)称量与酸反应前后的铁皮的质量(分别为 m_1 、 m_2)，结合锌镀层单侧厚度为 $h = \frac{m_1 - m_2}{2\rho S}$ ，过迟判断反应终点，导致 m_2 偏小，从而使测定结果偏高；(3)锌未反应完时会形成锌铁原电池所以反应速率很快，而表面的锌完全溶解后不在形成原电池反应，再加上铁不如锌活泼，所以反应速率会突然减小。

【答案】(1)B (2)B (3)反应速率会突然减小 (4)锌镀层 $\frac{m_1 - m_2}{\rho} \quad 2hS$

例3 利用废旧镀锌铁皮可制备磁性 Fe_3O_4 胶体粒子及副产物 ZnO 。制备流程图如下：



已知：Zn 及其化合物的性质与 Al 及其化合物的性质相似。请回答下列问题：

(1)用 NaOH 溶液处理废旧镀锌铁皮的作用有_____。

A. 去除油污 B. 溶解镀锌层 C. 去除铁锈 D. 钝化

(2)调节溶液 A 的 pH 可产生 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 沉淀，为制得 ZnO ，后续操作步骤是_____。

(3)由溶液 B 制得 Fe_3O_4 胶体粒子的过程中，须持续通入 N_2 ，原因是_____。

(4) Fe_3O_4 胶体粒子能否用减压过滤法实现固液分离？_____ (填“能”或“不能”)，理由是_____。

(5)用重铬酸钾法(一种氧化还原滴定法)可测定产物 Fe_3O_4 中的二价铁含量。若需配制浓度为 $0.01000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液 250 mL，应准确称取_____g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (保留 4 位有效数字，已知 $M_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 294.0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$)。

配制该标准溶液时，下列仪器中不必要用到的有_____。(用编号表示)。

①电子天平 ②烧杯 ③量筒 ④玻璃棒 ⑤容量瓶 ⑥胶头滴管 ⑦移液管

(6)滴定操作中，如果滴定前装有 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液的滴定管尖嘴部分有气泡，而滴定结束后气泡消失，则测定结果将_____ (填“偏大”、“偏小”或“不变”)。

【解析】(1)从学习的“硫酸亚铁铵的制备”知识迁移，可以知道用 NaOH 溶液处理废旧镀锌铁皮是为了净化废旧镀锌铁皮，去除油污；同时根据题给的信息：Zn 及其化合物的性质与铝及其化合物的性质相似，还可以知道，Zn 也能与 NaOH 溶液反应，可以溶解废旧镀锌铁皮的镀锌层。(2)从由 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 沉淀制取 ZnO

的反应： $\text{Zn}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ ，可知，调节溶液 A 的 pH 产生 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 沉淀后，为制取 ZnO 需要经过抽滤得到 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 沉淀，然后将 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 沉淀进行洗涤净化，除去杂质，再经灼烧就可得到纯净的 ZnO 。所以为制得 ZnO 后续的操作步骤是抽滤、洗涤、灼烧。(3)由制备流程图可知，B 溶液中含有 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} ，由 B 溶液制得 Fe_3O_4 胶体粒子的过程中还需加热，所以须持续通入 N_2 的目的是为了防止 Fe^{2+} 被氧化。(4)因为胶体粒子的直径在 $10^{-9}\text{m} \sim 10^{-7}\text{m}$ 之间，能透过滤纸，所以 Fe_3O_4 胶体粒子不能用减压抽滤法实现固液分离。

【答案】(1)A、B (2)抽滤、洗涤、灼烧

(3) N_2 气氛下，防止 Fe^{2+} 被氧化

(4)不能 胶体粒子太小，抽滤时容易透过滤纸

(5)0.7350 (6)③ ⑦ (6)偏大



1. 乙醇、甘油和苯酚所具有的共同点是()

- A. 都易溶于水
B. 都能与 NaOH 溶液反应
C. 分子结构中都含有羟基
D. 都属于醇类物质

【答案】C

【解析】乙醇、甘油均不能与 NaOH 溶液反应，均可与水任意比互溶；苯酚能与 NaOH 溶液反应，但只有在 70°C 易溶于水。

2. 下列技术手段或仪器在化学研究中的应用的说法中不正确的是()

- A. 用电子天平可直接称出某个分子或原子的质量
B. 用 pH 计测定溶液的 pH
C. 用移液管量取 25.00mL 溶液
D. 用 25.00mL 碱式滴定管量取 14.80mL NaOH 溶液

【答案】A

【解析】单个分子或原子的质量极小，难以用电子天平可直接称出。

3. 将表面已完全钝化的铝条，插入下列溶液中，不会发生反应的是()

- A. 稀硝酸
B. 稀盐酸
C. 硝酸铜
D. 氢氧化钠

【答案】C

【解析】钝化的实质是浓 H_2SO_4 或浓 HNO_3 在 Fe 、 Al 的表面形成了一层致密的氧化物保护膜。由于铝

的氧化物 Al_2O_3 ，是一种两性氧化物，既可与强酸反应，又可与强碱反应，故 A、B、D 三项皆不符合题意，只有 C 选项中的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 因不与 Al_2O_3 反应，故不可能与钝化的铝条发生反应。

4. 用铁片与稀硫酸反应制取氢气时，下列措施不能使氢气生成速率加大的是()

- A. 加热
- B. 不用铁片，改用铁粉
- C. 滴加少量 CuSO_4 溶液
- D. 不用稀硫酸，改用浓硝酸

【答案】D

【解析】加热能加快反应速率，不选 A；铁片改铁粉，增大了固体的接触面积，反应速率加快，不选 B；滴加硫酸铜，铁置换铜，构成原电池，反应速率加快，不选 C；铁在浓硝酸中钝化，D 错误。

5. 下列叙述正确的是()

- A. 苯中少量的苯酚可先加适量的浓溴水，使苯酚生成三溴苯酚，再过滤而除去
- B. 将苯酚晶体放入少量水中，加热时全部溶解，冷却到 50°C 形成悬浊液
- C. 苯酚的酸性很弱，不能使酸碱指示剂变色，但可以和碳酸氢钠反应放出 CO_2
- D. 苯酚也可以发生加成反应

【答案】D

【解析】苯酚与溴水反应生成三溴苯酚白色沉淀，而苯也能溶解溴，故 A 选项错误。苯酚在 65°C 以上与水可以任意比互溶，冷却至 50°C 将有部分苯酚析出，但此温度仍高于苯酚的熔点(43°C)，析出物应形成乳浊液，故 B 选项错误。苯酚的酸性比碳酸的弱，不能与 NaHCO_3 反应生成 CO_2 ，故 C 选项也错。苯酚分子中含有苯环，在一定条件下能发生加成反应。

6. 下列有关食醋总酸量测定过程中，不正确的是()

- A. 食醋的总酸含量是指食醋中醋酸的总物质的量浓度
- B. 配制待测食醋溶液时，用 25mL 移液管吸取市售食醋 25mL，置于 250mL 容量瓶中，加水稀释至刻度，摇匀即得待测食醋溶液
- C. 通常用酚酞作指示剂，滴至溶液呈粉红色且 30s 内不褪色，表明达到滴定终点
- D. 为消除 CO_2 对实验的影响，减少实验误差，配制 NaOH 溶液和稀释食醋的蒸馏水在实验前应加热煮沸 2~3 分钟，以尽可能除去溶解的 CO_2 ，并快速冷却至室温

【答案】C

【解析】食醋中含 CH_3COOH 为 3~5%，此外还有少量乳酸等有机酸弱酸，用 NaOH 溶液滴定时，实际测出的是总酸量，即食品中所有酸性成分的总量，A 项正确；配制待测食醋溶液，应在容量瓶中配制，B 项正确；测定过程中，用酚酞作指示剂，滴至溶液呈粉红色且 30s 内不褪色，才能表明达到滴定终点，C 项不正确；因 NaOH 溶液和蒸馏水中溶有 CO_2 ，会对实验产生影响造成较大误差，故应进行处理，D 项正确。

7. 用基准物质标定氢氧化钠标准溶液浓度时, 不正确的是()

- A. 测定食醋中醋酸的浓度时, 需要用浓度约为 0.1000mol/LNaOH 标准溶液, 可以直接取 0.1000mol/LNaOH 溶液进行滴定
- B. 标定碱液的基准物质很多, 如草酸、苯甲酸、邻苯二甲酸氢钾等, 其中最常用的是邻苯二甲酸氢钾
- C. 在酸碱滴定中, 每次指示剂的用量很少, 仅用 1-2 滴或 2-3 滴, 不可多用
- D. 若邻苯二甲酸氢钾加水后加热溶解, 不等其冷却就进行滴定, 对标定结果混同有影响

【答案】A

【解析】由于 NaOH 固体易吸收空气中的 CO_2 和水分, 不能直接配制碱标准溶液, 而必须用标定法, A 项错误。作为定量分析用的基准物质应具有其摩尔质量较大, 邻苯二甲酸氢钾的摩尔质量大, 易净化, 且不易吸收水分, 是标定碱的一种良好的基准物质, B 项正确。指示剂本身呈弱酸性或碱性, 若使用较多指示剂势必对实验结果造成影响, C 项正确。终点是根据酚酞的变色来判定的, 酚酞的变色范围是 $\text{pH}=8-10$, 因此, 只要溶液变色时, 表明反应已达到化学计量点, 只要溶液变为粉红色, 30 秒钟不褪色即可, D 项正确。

8. 某同学设计了测定镀锌铁皮镀层厚度的实验方案, 将单侧面积为 S 、质量为 m_1 的镀锌铁皮放入 $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$ 溶液中, 当气泡产生速率显著减小时, 用水冲洗, 烘干后称量, 得到质量为 m_2 。下列说法错误的是()

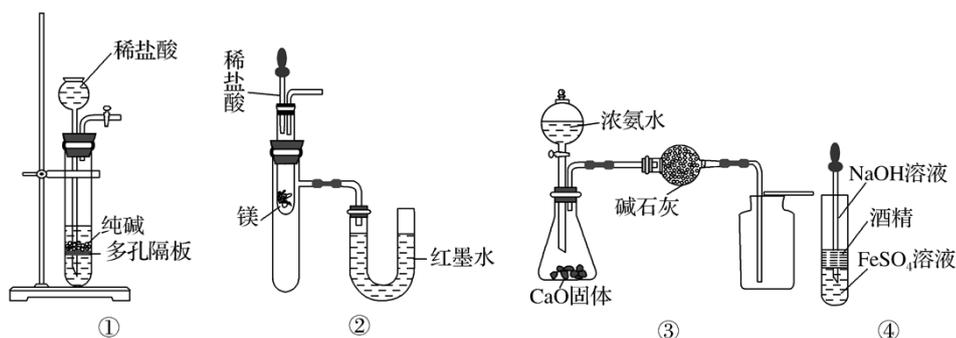
- A. 当铁皮产生气泡速率减慢时, 立即取出铁皮, 不冲洗就用酒精灯加热烘干, 导致实验结果偏低
- B. 实验过程中产生气泡的速率先慢, 然后逐渐加快, 再显著减缓, 这是微电池和温度共同影响的结果
- C. 锌和铁在酸溶液中形成原电池, 外电路中电流从铁流向锌

D. 设锌镀层厚度为 h , 锌的密度为 ρ , 则 $h = \frac{m_1 - m_2}{\rho S}$

【答案】D

【解析】锌和铁在酸性溶液中形成原电池, 锌为负极, 铁为正极, 故外电路电流从正极(Fe)流向负极(Zn)。因为镀锌铁皮是双面镀锌, 故锌层的总体积 $V=2hS$, 所以 $h = \frac{m_1 - m_2}{2\rho S}$, D 选项错误。

9. 下列有关实验装置进行的相应实验, 能达到实验目的的是()

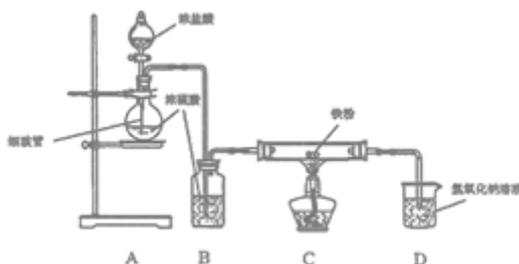


- A. 用图①所示装置制取少量纯净的 CO₂ 气体
- B. 用图②所示装置验证镁和稀盐酸反应的热效应
- C. 用图③所示装置制取并收集干燥纯净的 NH₃
- D. 用图④所示装置制备 Fe(OH)₂ 并能保证较长时间观察到白色

【答案】B

【解析】用图①所示装置制取少量 CO₂ 气体时，应用稀盐酸和 CaCO₃，A 项错误；可以通过图②装置 U 形管左右两端的液面差验证镁和稀盐酸反应的热效应，B 项正确；氨气的密度比空气小，应用向下排空气法收集，C 项错误；图④装置中酒精与水互溶，不能将 FeSO₄ 溶液与空气隔绝，D 项错误。

10. 某研究小组用如图所示装置模拟工业上生产无水 FeCl₂ 的过程。



下列说法中正确的是()

- A. 先点燃 C 处酒精灯，再打开分液漏斗的活塞
- B. 本实验中浓 H₂SO₄ 体现出吸水性和强氧化性
- C. 利用该装置制备 FeCl₂ 的原理可表示为： $\text{Fe} + 2\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
- D. 装置 D 适合处理该实验的所有尾气

【答案】C

【解析】A 项，实验时要先打开分液漏斗的活塞，产生氯化氢，将装置中的空气赶出，排除干扰，再点燃 C 处酒精灯，A 错误；B 项，本实验中浓 H₂SO₄ 体现出吸水性，不体现强氧化性，B 错误；C 项，利用该装置制备 FeCl₂ 的原理可表示为： $\text{Fe} + 2\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ ，C 正确；D 项，氢氧化钠溶液不吸收氢气，所以装置 D 不能处理该实验的所有尾气，D 错误。

11. 白铁皮是日常生产中常用的金属材料之一，是在铁皮上镀上一薄层锌形成，具有较强的耐腐蚀性。请你对某学习小组对镀锌铁皮进行下列一些探究中的问题进行解答说明：

(1)一同学马上提出问题：在金属活动性顺序表中锌排在铁的前面，为什么铁的表面镀上一层锌还能防腐呢？你的解释是：_____

(2)学习小组模拟进行铁钉镀锌的实验，步骤如下：第一步，电镀液的配制；第二步，镀件的处理；第

三步，电镀的操作。电镀过程中铁片与电源的____极相连。

(3)学习小组针对如何测定镀锌铁皮镀锌层厚度提出如下一些方案：

方案 1. 将一定质量的镀锌铁皮投入到足量的盐酸溶液中，使其完全溶解，通过测量氢气的体积，计算铁皮上的锌的质量。

方案 2. 将一定质量的镀锌铁皮(W_1)投入到足量的 $FeSO_4$ 溶液中，一段时间后，取出铁片，洗净、烘干、称量(W_2)，计算铁皮上的锌的质量。

方案 3. 将一定质量的镀锌铁皮投入到足量的盐酸溶液中，使其完全溶解，再在所得溶液中加入过量的 $NaOH$ 溶液，过滤、洗涤、烘干、灼烧沉淀，最后称量。

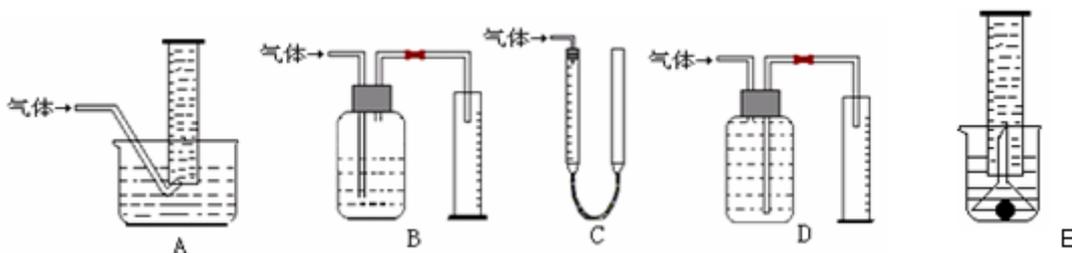
方案 4. 将一定质量的镀锌铁皮投入到足量的 $NaOH$ 溶液中，充分反应后，取出铁片，洗涤、烘干后称量。

方案 5. 将一定质量的镀锌铁皮与另一纯铁片用导线连接，放入 $FeSO_4$ 溶液中，一段时间后，取出铁片，洗涤、烘干后称量。

.....

①方案 2 的主要缺点是_____，方案 3 的主要缺点是_____

②方案 1 中用到测量气体体积的装置，下列装置中不能用于测量气体体积的装置是_____



学习小组拟选用 C 装置作量气装置，则气体收集完毕，准备读数时，应注意：_____。

③Zn 与 Al 相似，具有两性，写出方案 3、方案 4 中含 Zn 元素的物质与足量的 $NaOH$ 溶液反应的离子方程式：_____。

【答案】(1)因为锌与氧气化合生成致密的氧化锌保护膜的缘故，出现破损后，锌为形成的原电池的负极，对铁起保护作用

(2)负极 (3)①锌与铁的活动性差异不大，反应几乎难以进行 反应时间长，沉淀的获取和称量较为困难，精度不高 ②B 等到冷却到室温再进行读数，上下移动右管使左右两边的液面相平 ③ $Zn^{2+} + 4OH^- = ZnO_2^{2-} + 2H_2O$ 或 $Zn^{2+} + 4OH^- = Zn(OH)_4^{2-}$ $Zn + 2OH^- = ZnO_2^{2-} + H_2\uparrow$ 或 $Zn + 2OH^- + 2H_2O = Zn(OH)_4^{2-} + H_2\uparrow$

【解析】(1)主要考虑破损时构成原电池对于正极的铁形成保护。(2)电镀时铁片是镀件，与电源的负极相连，作为电解池的阴极。(3)理解每种方案的实验原理是关键。①方案2中式利用亚铁离子和锌单质的置换反应，可锌和铁在金属活动性顺序表中相邻，即他们的活泼性相差不大，这个置换反应也就难以进行；方案3中实验步骤多，操作麻烦，而且要求称量沉淀质量，误差比较大。②B为洗气装置，错误 其他都正确。③仿照金属铝的性质来书写，注意锌和铝在化合物中的价态不同。

12. 某化学小组为了研究外界条件对化学反应速率的影响，进行了如下实验：



[实验内容及记录]

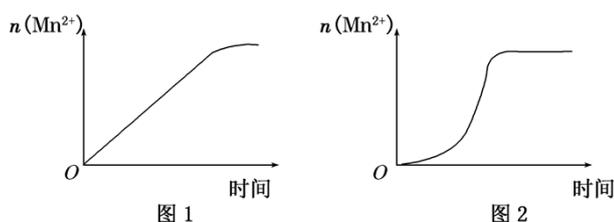
实验 编号	室温下，试管中所加试剂及其用量/mL				室温下溶液颜色褪 至无色所需时间 /min
	0.6 mol/L $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液	H_2O	0.2 mol/L KMnO_4 溶液	3 mol/L 稀 硫酸	
1	3.0	2.0	3.0	2.0	4.0
2	3.0	3.0	2.0	2.0	5.2
3	3.0	4.0	1.0	2.0	6.4

请回答：

(1)根据上表中的实验数据，可以得到的结论是_____。

(2)利用实验1中数据计算，用 KMnO_4 的浓度变化表示的反应速率为： $v(\text{KMnO}_4) =$ _____。

(3)该小组同学根据经验绘制了 $n(\text{Mn}^{2+})$ 随时间变化趋势的示意图，如图1所示，但有同学查阅已有的实验资料发现，该实验过程中 $n(\text{Mn}^{2+})$ 随时间变化的趋势应如图2所示。该小组同学根据图2所示信息提出了新的假设。并继续进行实验探究。



①该小组同学提出的假设是_____。

②请你帮助该小组同学完成实验方案，并填写表中空白。

实验 编号	室温下，试管中所加试剂及其用量/mL				再向试管 中加入少 量固体	室温下溶液 颜色褪至无 色所需时间 /min
	0.6 mol/L $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液	H_2O	0.2 mol/L KMnO_4 溶液	3 mol/L 稀 硫酸		
4	3.0	2.0	3.0	2.0		t

③若该小组同学提出的假设成立，应观察到的现象是_____。

【答案】(1)其他条件相同时，增大 KMnO_4 浓度(或反应物浓度)，反应速率增大

(2) $1.5 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

(3)①生成物中的 MnSO_4 为该反应的催化剂(或 Mn^{2+} 对该反应有催化作用)

② MnSO_4

③与实验 1 比较，溶液褪色所需时间短 (或所用时间(t)小于 4 min 及其他合理答案)

【解析】(1)可由图表中的数据直接得出结论：其他条件相同时，增大 KMnO_4 浓度(或反应物浓度)，反

应速率增大。(2) $v(\text{KMnO}_4) = \frac{0.2 \text{ mol/L} \times 3 \text{ mL} \times 10^{-3}}{\frac{3 \text{ mL} + 2 \text{ mL} + 3 \text{ mL} + 2 \text{ mL}}{4 \text{ min}} \times 10^{-3}} = 1.5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；(3)由图可以

看出 Mn^{2+} 在一定的时间内生成速率增大，故可以想到生成物中的 MnSO_4 可能为该反应的催化剂，而提出假设：在反应时 KMnO_4 是用 H_2SO_4 酸化的，如果用 MnCl_2 来证明 Mn^{2+} 的催化作用，就又引进了 Cl^- ，这时就不知道是 Mn^{2+} 的催化作用还是 Cl^- 的催化作用。而用 MnSO_4 就能避免这个问题，因为 KMnO_4 是使用 H_2SO_4 酸化的，此时溶液中已存在 SO_4^{2-} ，从而可以说明不是 SO_4^{2-} 的催化作用，而是 Mn^{2+} 的催化作用。有了催化剂，在其他条件相同时，褪色时间就会缩短。

13. “白铁皮”具有较强的耐腐蚀性，是生产中常用的金属材料之一。镀锌层犹如铁皮的保护层，这层膜的厚度及均匀度也成了判断镀层质量的重要指标。某研究性学习小组为了测定镀锌铁皮的厚度，设计了下面的实验方案：

方案一：取三块镀锌铁皮(A、B、C，截自同一块镀锌铁皮)，将镀锌铁皮 A 放入烧杯中，加入 40mL $6 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸，反应时用玻璃棒小心翻动镀锌铁皮，待锌镀层反应完全时，立即将未反应的铁皮取出，洗涤、小心烘干、称量。将 B、C 重复上面实验。

(1)锌镀层完全反应的标志是_____。

(2)如何检验铁片已经洗净_____。

(3)该小组的实验数据记录及数据处理如下，完成下列表格(锌的密度为 7.14g/cm^3)

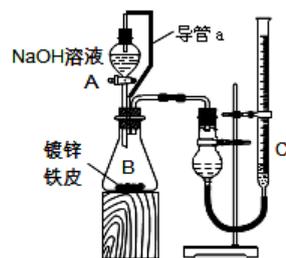
	数据记录				数据处理	
	长度 /cm	宽度 /cm	镀锌铁皮 质量/g	铁皮 质量/g	锌镀层厚度 (单侧)/cm	锌镀层平均厚度 (单侧)/cm
A	5.00	4.90	4.460	4.313	4.201×10^{-4}	
B	5.10	5.00	4.421	4.267	4.229×10^{-4}	
C	5.20	5.00	4.640	4.467	4.660×10^{-4}	

计算镀锌铁皮锌镀层平均厚度(单侧)_____cm。本实验中产生误差的原因可能有哪些(任意例举两种)_____、_____。

方案二：已知锌与强碱溶液反应离子方程式为： $\text{Zn} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + \text{H}_2 \uparrow$ 。某同学按右图装置设计了测定镀锌铁皮镀层厚度的实验方案，将单侧面积为 $S \text{ cm}^2$ 、质量为 $m \text{ g}$ 的镀锌铁皮放入 $6 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液中。回答下列问题：

(4)装置中导管 a 的作用是_____。

(5)检查气密性，将药品和水装入各仪器中，连接好装置后，需进行的操作还有：①记录 C 的液面位置；②待 B 中不再有气体产生并恢复至室温 ③由 A 向 B 中滴加足量 NaOH 溶液④上下移动 C，使干燥管和 C 中液面相平。上述操作的顺序是_____ (填序号)。



(6)实验前后碱式滴定管中液面读数分别为 V_1 mL、 V_2 mL(实验条件的气体摩尔体积为 V_m mol·L⁻¹)。则镀锌铁皮的厚度为_____cm。(写出数学表达式)

【答案】(1)反应速率突然减小 (2)取最后一次洗涤液，加 AgNO_3 溶液，若无白色沉淀，则铁片已洗净(或用玻璃棒蘸取最后一次洗涤液，滴在蓝色石蕊试纸上，若不变红色，则铁片已洗净)

(3) 4.215×10^{-4} 镀锌铁片长、宽测量；反应前后铁皮质量称量；终点判断；反应后铁皮洗涤；铁皮未烘干

(4)使分液漏斗和锥形瓶内气压相同，NaOH 溶液能顺利滴下

(5)④①③②④① (6) $d = \frac{V_1 - V_2}{2S \times 7.14} \times 65 \times \frac{1000V_m}{1000}$

【解析】题目是依据本专题设计的一个标准的“镀锌铁皮镀锌层厚度的测定”的实验。各小题均可以从前面知识中直接推出结论。(4)是一个有实用价值的装置设计，分液漏斗和锥形瓶内气压相同，使 NaOH 溶液能顺利滴下。(5)是一个标准的操作流程。(6)可以利用锌的质量守恒关系方便地推出结论。

14. 绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)是生血片的主要成分。某研究性学习小组拟对绿矾热分解产物进行探究。

【实验猜想】

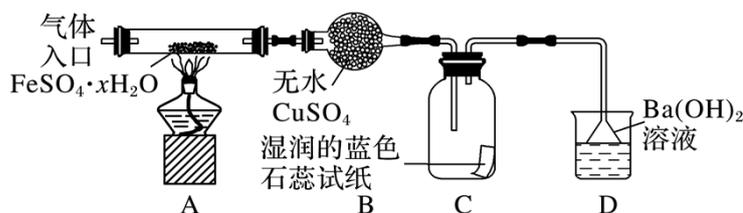
猜想 1: 生成 Fe_2O_3 、 SO_2 、 H_2O ;

猜想 2: 生成 Fe 、 Fe_2O_3 、 SO_2 、 H_2O ;

猜想 3: 生成 Fe_2O_3 、 SO_2 、 SO_3 、 H_2O ;

.....

【实验探究】 该小组用如图所示装置进行实验(夹持仪器略)。



请回答下列问题:

(1)实验操作的先后顺序是_____ (填字母)。

a. 熄灭酒精灯，冷却

- b. 先检查装置的气密性，后加入药品
 c. 点燃酒精灯，加热
 d. 在“气体入口”处通入干燥的 N_2

其中操作 d 的作用是_____。

(2)在实验过程中，观察到 A 中固体变红色，B 中无水 $CuSO_4$ _____，C 中试纸的颜色变化是_____。

(3)反应结束后，取 A 中固体进行实验，实验操作及现象如下：

- ①将固体加入盛有足量稀硫酸的试管中，固体完全溶解，且无气体放出；
 ②取①中溶液滴入适量 $KMnO_4$ 溶液中， $KMnO_4$ 溶液不退色；
 ③取①中溶液滴入 $KSCN$ 溶液中，溶液变红色。

由此得出结论：红色固体为_____。

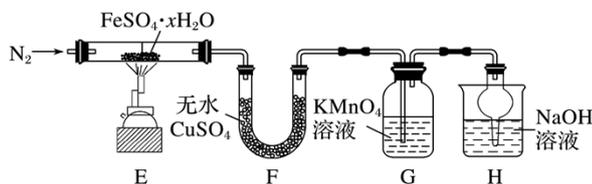
(4)D 中有白色沉淀生成，该沉淀的化学式为_____。有同学认为还应该增加一个实验，取 D 中沉淀，加入一定量的盐酸以确定其组成，从而确定 $FeSO_4 \cdot xH_2O$ 的分解产物，你认为是否需要？说明你的理由：_____。

【实验结论】

(5)硫酸亚铁晶体加热分解的化学方程式为_____。

【实验改进】

(6)有同学对上述实验装置进行了改进，设计出如图所示装置，认为该装置也可以验证硫酸亚铁晶体热分解的产物。



①G 中的现象是_____，反应的离子方程式为_____。

②H 中球形干燥管的作用是_____。

【答案】(1)bdca 排净装置内的空气，防止 Fe^{2+} 被空气中的氧气氧化而干扰实验

(2)由白色变蓝色 蓝色变红色

(3) Fe_2O_3

(4) $BaSO_4$ 、 $BaSO_3$ 不需要 Fe 元素的化合价升高，则必有 S 元素的化合价降低，根据原子守恒和得失电子守恒，可知只有部分 S 元素的化合价降低，则进入 D 中的气体为 SO_3 和 SO_2



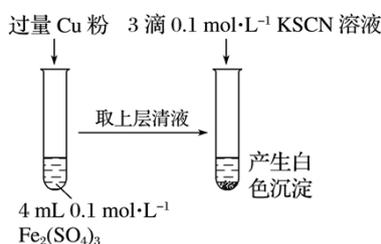
(6)①高锰酸钾溶液退色 $5SO_2 + 2MnO_4^- + 2H_2O = 2Mn^{2+} + 5SO_4^{2-} + 4H^+$ ②防倒吸

【解析】(1)该实验需要探究是否有气体生成，故首先应检查装置的气密性； Fe^{2+} 具有还原性，易被空气中的氧气氧化，影响探究结果，故应在“气体入口”处通入干燥的 N_2 ，排净装置内的空气；点燃酒精灯，

对样品进行加热，实验结束时，熄灭酒精灯，进行冷却。故实验操作的先后顺序是 bdca。(2)加热时， $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 首先会失去结晶水，然后 FeSO_4 分解。B 中无水 CuSO_4 用于检验水的生成，吸水后固体由白色变成蓝色；C 中收集到酸性气体，该气体会使湿润的蓝色石蕊试纸变红。(3)由实验①可知，没有气体放出，可能的原因有两个：一是 A 中固体没有单质 Fe，二是有单质 Fe 与 Fe_2O_3 ，二者反应生成 Fe^{2+} ；由实验②可知，溶液中不存在 Fe^{2+} ，则可知 A 中固体没有单质 Fe；由实验③和固体颜色可知，A 中固体应为 Fe_2O_3 。(4)由(3)可知，Fe 元素的化合价升高，则必有 S 元素的化合价降低，根据原子守恒和得失电子守恒可知，只有部分 S 元素的化合价降低，从而可知进入 D 中的气体为 SO_3 和 SO_2 ，因此 D 中的白色沉淀为 BaSO_4 和 BaSO_3 ，不需要再经过实验验证。(6)② SO_2 有毒，不能排放到空气中，应用 NaOH 溶液吸收。若直接将导管插入溶液中，容易引起倒吸，故用球形干燥管防止倒吸。

15. 某同学在实验室进行铁盐与亚铁盐相互转化实验。

实验 I：将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+}



(1) Fe^{3+} 与 Cu 粉发生反应的离子方程式为_____。

(2) 探究白色沉淀产生的原因，请填写实验方案：

实验方案	现象	结论
步骤 1：取 4 mL _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CuSO_4 溶液，向其中滴加 3 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KSCN 溶液	产生白色沉淀	CuSO_4 溶液与 KSCN 溶液反应
步骤 2：取 _____	无明显现象	产生了白色沉淀

查阅资料：

已知：① SCN^- 的化学性质与 I^- 相似；② $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ 。

Cu^{2+} 与 SCN^- 反应的离子方程式为_____。

实验 II：将 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+}

实验方案	现象
向 3 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeSO_4 溶液中加入 1 mL 稀硝酸	溶液变为棕色，放置一段时间后，棕色消失，溶液变为黄色

探究上述现象出现的原因：

查阅资料： $\text{Fe}^{2+} + \text{NO} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NO})^{2+}$ (棕色)

(3) 用离子方程式解释 NO 产生的原因_____。

(4) 从化学反应速率与限度的角度对体系中存在的反应进行分析：

反应 I: Fe^{2+} 与 HNO_3 反应;

反应 II: Fe^{2+} 与 NO 反应

①依据实验现象,可推知反应 I 的速率比反应 II 的____(填“快”或“慢”)。

②反应 I 是一个不可逆反应,设计实验方案加以证明:_____。

③请用化学平衡移动原理解释溶液由棕色变为黄色的原因:_____。

【答案】(1) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

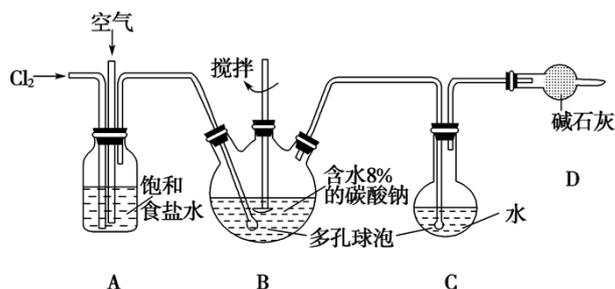
(2)0.1 4 mL $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ FeSO_4 溶液,向其中滴加 3 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KSCN 溶液 $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{SCN}^- \rightleftharpoons 2\text{CuSCN}\downarrow + (\text{SCN})_2$

(3) $3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(4)①慢 ②取少量反应 I 的溶液于试管中,向其中加入几滴 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液,溶液无明显变化,说明反应 I 是一个不可逆反应 ③ Fe^{2+} 被硝酸氧化为 Fe^{3+} ,溶液中 Fe^{2+} 浓度降低,导致平衡 $\text{Fe}^{2+} + \text{NO} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NO})^{2+}$ 逆向移动,最终 $\text{Fe}(\text{NO})^{2+}$ 完全转化为 Fe^{3+} ,溶液由棕色变为黄色

【解析】(1) Fe^{3+} 与 Cu 反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 。(2)由反应 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$,可知得到的溶液中 Fe^{2+} 浓度为 $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, Cu^{2+} 为 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,分别取相同浓度的硫酸铜溶液、硫酸亚铁溶液,滴入 KSCN 溶液进行对照实验;由题目信息可知, Cu^{2+} 与 SCN^- 反应生成 CuSCN 沉淀,同时生成 $(\text{SCN})_2$,反应的离子方程式为 $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{SCN}^- \rightleftharpoons 2\text{CuSCN}\downarrow + (\text{SCN})_2$ 。(3) Fe^{2+} 具有还原性,酸性条件下 NO_3^- 具有强氧化性,二者反应生成 Fe^{3+} 、 NO 与水,反应的离子方程式为 $3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(4)①溶液先变为棕色,放置一段时间后,棕色消失,溶液变为黄色,反应速率快的反应现象最先表现,反应 I 的速率比反应 II 的慢。

16. 如图所示(B 中冷却装置未画出),将氯气和空气(不参与反应)以体积比约 1:3 混合通入含水 8% 的碳酸钠中制备 Cl_2O ,并用水吸收 Cl_2O 制备次氯酸溶液。



已知: Cl_2O 极易溶于水并与水反应生成 HClO ; Cl_2O 的沸点为 $3.8\text{ }^\circ\text{C}$, $42\text{ }^\circ\text{C}$ 以上分解为 Cl_2 和 O_2 。

(1)①实验中控制氯气与空气的体积比的方法是_____。

②为使反应充分进行,实验中采取的措施有_____。

(2)①装置 B 中产生 Cl_2O 的化学方程式为_____。

②若 B 无冷却装置,进入 C 中的 Cl_2O 会大量减少。其原因是_____。

(3)装置 C 中采用棕色圆底烧瓶是因为_____。

(4)已知次氯酸可被 H_2O_2 、 FeCl_2 等物质还原成 Cl^- 。测定 C

中所得次氯酸溶液的物质的量浓度的实验方案：用_____量取 20.00 mL 次氯酸溶液，_____。

(可选用的试剂： H_2O_2 溶液、 FeCl_2 溶液、 AgNO_3 溶液。除常用仪器外须使用的仪器有：电子天平，真空干燥箱)

【答案】(1)①通过观察 A 中产生气泡的速率调节流速

②搅拌、使用多孔球泡

(2)① $2\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Cl}_2\text{O} + 2\text{NaCl} + \text{CO}_2$

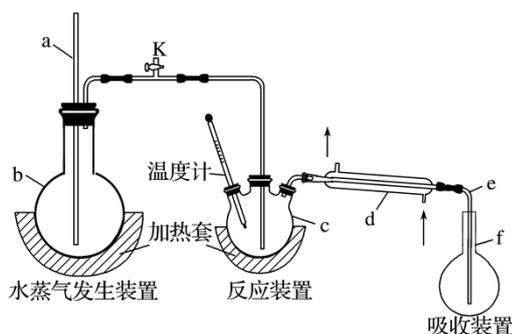
②该反应放热，温度升高 Cl_2O 会分解

(3) HClO 见光易分解

(4)酸式滴定管 加入足量的 H_2O_2 溶液，再加入足量的硝酸银溶液，过滤，洗涤，在真空干燥箱中干燥，用电子天平称量沉淀质量

【解析】(1)①通过观察装置 A 中通入 Cl_2 和空气的气泡，来控制两者的通入速率。②图中 B 和 C 都采用了多孔球泡，目的是增加气体与溶液的接触面积，使得反应充分进行。搅拌也可以使气体和液体充分接触。(2)①B 中为 Cl_2 与 Na_2CO_3 溶液反应生成 Cl_2O ，Cl 的化合价升高，根据氧化还原反应的规律知，一定有元素的化合价降低，则为 Cl 由 0 价降低为 -1 价，对应的产物为 NaCl ，根据电子得失守恒配平反应。②由题中给出的 Cl_2O 的信息知，温度超过 42°C 时会分解，所以装置 B 需要冷却。(3)B 中生成的 Cl_2O 通入装置 C 中会生成 HClO ，而 HClO 见光易分解，所以用棕色瓶保存 HClO 。(4) HClO 为酸性，且精确到 0.01 mL，所以用酸式滴定管量取 HClO 。根据提供的试剂，可选用 H_2O_2 来还原 HClO 生成 Cl^- ，再用 AgNO_3 与生成的 Cl^- 反应生成 AgCl 沉淀，对沉淀进行洗涤、干燥、称量，由 Cl 守恒可得出 HClO 的物质的量。本题不可以选用 FeCl_2 还原 HClO ，因为 FeCl_2 会带入 Cl^- ，也会与 AgNO_3 反应生成 AgCl 沉淀，而造成干扰。

17. 为测定某氟化稀土样品中氟元素的质量分数，某化学兴趣小组进行了如下实验。利用高氯酸(高沸点酸)将样品中的氟元素转化为氟化氢(低沸点酸)蒸出，再滴定测量。实验装置如图所示。



(1)a 的作用是_____，仪器 d 的名称是_____。

(2)检查装置气密性：_____

(填操作)，关闭 K，微热 c，导管 e 末端有气泡冒出；停止加热，导管 e 内有一段稳定的水柱，说明装置气密性良好。

(3)c 中加入一定体积高氯酸和 m g 氟化稀土样品，f 中盛有滴加酚酞的 NaOH 溶液。加热 b、c，使 b 中产生的水蒸气进入 c。

①下列物质可代替高氯酸的是_____ (填字母)。

A. 硝酸 B. 盐酸 C. 硫酸 D. 磷酸

②实验中除有 HF 气体外,可能还有少量 SiF₄(易水解)气体生成。若有 SiF₄ 生成,实验结果将_____ (填“偏高”“偏低”或“不受影响”)。

③若观察到 f 中溶液红色退去,需要向 f 中及时补加 NaOH 溶液,否则会使实验结果偏低,原因是_____。

(4)向馏出液中加入 V₁ mL c₁ mol·L⁻¹ La(NO₃)₃ 溶液,得到 LaF₃ 沉淀,再用 c₂ mol·L⁻¹ EDTA 标准溶液滴定剩余 La³⁺(La³⁺与 EDTA 按 1:1 配合),消耗 EDTA 标准溶液 V₂ mL,则氟化稀土样品中氟的质量分数为_____。

(5)用样品进行实验前,需要用 0.084 g 氟化钠代替样品进行实验,改变条件(高氯酸用量、反应温度、蒸馏时间),测量并计算出氟元素质量,重复多次。该操作的目的是_____。

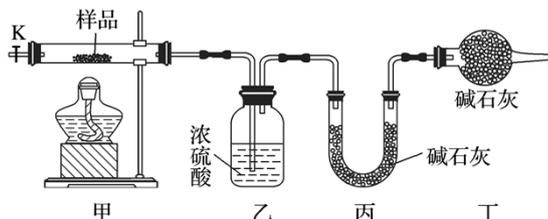
【答案】(1)平衡压强 直形冷凝管 (2)在 b 和 f 中加水,水浸没导管 a 和 e 末端

(3)①CD ②不受影响 ③充分吸收 HF 气体,防止其挥发损失

(4) $\frac{0.057(c_1V_1 - c_2V_2)}{m}$ (5)寻找最佳实验条件

【解析】(1)a 的作用是平衡压强,防止圆底烧瓶中压强过大,引起爆炸。仪器 d 的名称是直形冷凝管。(2)检查装置气密性时在 b 和 f 中加水,使水浸没 a 和 e 的末端,从而形成密闭体系;(3)①此实验是利用高氯酸(高沸点酸)将样品中的氟元素转化为 HF(低沸点酸)蒸出。硝酸和盐酸易挥发,A、B 项错误;硫酸和磷酸沸点高,难挥发,C、D 正确。

18. 碱式碳酸钴[Co_x(OH)_y(CO₃)₂]可用作电子材料、磁性材料的添加剂,受热时可分解生成三种氧化物。为了确定其组成,某化学兴趣小组同学设计了如图所示装置进行实验。



(1)请完成下列实验步骤:

①称取 3.65 g 样品置于硬质玻璃管内,称量乙、丙装置的质量;

②按如图所示装置组装好仪器,并检验装置气密性;

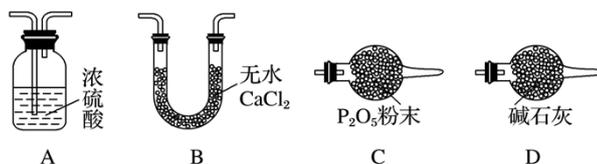
③加热甲装置中硬质玻璃管,当乙装置中_____ (填实验现象),停止加热;

④打开活塞 K,缓缓通入空气数分钟后,称量乙、丙装置的质量;

⑤计算。

(2)步骤④中缓缓通入空气数分钟的目的是_____。

(3)某同学认为上述实验装置中存在一个明显缺陷,为解决这一问题,可选用下列装置中的_____ (填字母)连接在_____ (填装置连接位置)。

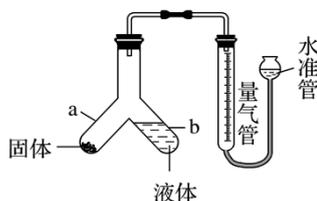


(4)若按正确装置进行实验，测得如下数据：

	乙装置的质量/g	丙装置的质量/g
加热前	80.00	62.00
加热后	80.36	62.88

则该碱式碳酸钴的化学式为_____。

(5)有人认为用如图所示装置进行两次实验也可以确定碱式碳酸钴的组成。



实验 I：称取一定质量的样品置于 Y 形管 a 处，加入一定体积一定物质的量浓度的足量稀硫酸于 Y 形管 b 处，量气管中盛放饱和碳酸氢钠溶液，而不用蒸馏水，其原因是_____，然后通过_____ (填操作)

引发反应，测定产生的 CO₂ 的体积(假设实验条件是在室温下)。

实验 II：将实验 I 中反应后的液体和足量的锌粒分别放置在另一个 Y 形管的 a、b 中，量气管中盛装蒸馏水，此时引发反应的方式与实验 I _____ (填“相同”“不同”或“可相同也可不同”)，然后测定产生 H₂ 的体积(假设实验条件是在室温下)。

两次实验结束时，读数前，先_____，再调节量气管两侧液面持平，然后平视读数；下列实验操作有可能会使 y 的值偏大的是_____ (填字母)。

- A. 实验 I 读数时量气管左侧液面高于右侧液面
- B. 实验 II 实验结束时，迅速调整两侧液面持平，立即读数
- C. 实验 II 引发反应时将稀硫酸向锌粒倾斜

【答案】 (1)不再有气泡产生时

(2)将甲装置中产生的 CO₂ 和水蒸气全部赶入乙、丙装置中

(3)D 活塞 K 前(或甲装置前)

(4)Co₃(OH)₄(CO₃)₂

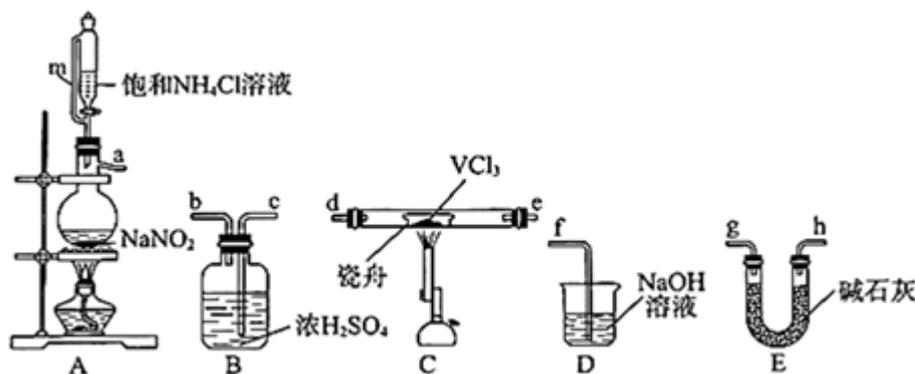
(5)饱和碳酸氢钠溶液会降低 CO₂ 的溶解度 将 b 向 a 倾斜，使稀硫酸流入 a 中 不同 恢复至室温 B

【解析】 (1)碱式碳酸钴分解会产生 CO₂ 和水蒸气，所以主要实验现象为浓硫酸中有气泡产生，如果样品分解完全，则无气体产生。(2)甲装置中会有生成的气体滞留而未进入吸收装置，影响实验结果，所以需要通入空气。(3)由于空气中也有 CO₂ 和水蒸气，会影响实验结果，所以需要将空气中的 CO₂ 和水蒸气除去。

$$(4)n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.36 \text{ g}}{18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}, n(\text{CO}_2) = \frac{0.88 \text{ g}}{44 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol},$$

由 C 元素守恒知, 该样品物质的量为 0.01 mol, H 元素物质的量为 0.04 mol, 则 y 为 4, Co 元素质量为 $3.65 \text{ g} - 0.04 \text{ mol} \times 17 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} - 0.02 \text{ mol} \times 60 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 1.77 \text{ g}$, Co 的物质的量为 0.03 mol, 故碱式碳酸钴的化学式为 $\text{Co}_3(\text{OH})_4(\text{CO}_3)_2$ 。(5)该实验原理: 通过一定量的样品与稀硫酸反应确定产生的 CO_2 的量, 进而确定样品中 CO_3^{2-} 的量, 通过产生的氢气的量确定多余的稀硫酸的量, 再根据样品消耗的稀硫酸的量和产生的 CO_2 的量可确定样品中 OH^- 的量, 结合样品的质量从而确定 $n(\text{Co})$ 。实验 I 中应该让样品完全反应, 所以引发反应时应该将稀硫酸向样品中倾斜; 而实验 II 中应该让稀硫酸完全反应, 所以引发反应时应该将锌粒向稀硫酸中倾斜; 测定 CO_2 体积时, 由于 CO_2 能溶于水, 所以可用饱和碳酸氢钠溶液来降低 CO_2 的溶解度; 而且测量气体体积时应该注意三点: 先恢复至室温、再调节液面持平、然后平视读数。

19. 二氯化钒(VCl_2)有强还原性和吸湿性, 熔点为 425°C 、沸点为 900°C , 是制备多种医药、催化剂、含钒化合物的中间体。学习小组在实验室制备 VCl_2 并进行相关探究。回答下列问题:



(1)小组同学通过 VCl_3 分解制备 VCl_2 , 并检验气体产物。

①按气流方向, 上述装置合理的连接顺序为_____ (用小写字母填空)。

②A 中盛放 NaNO_2 的仪器名称为_____ , 其中发生反应的离子方程式为_____ ; m 管的作用为_____ 。

③实验过程中需持续通入 N_2 , 其作用为_____ 。

④实验后, 选用 D 中所得溶液和其他合理试剂, 设计实验方案证明 C 处有 Cl_2 生成_____ 。

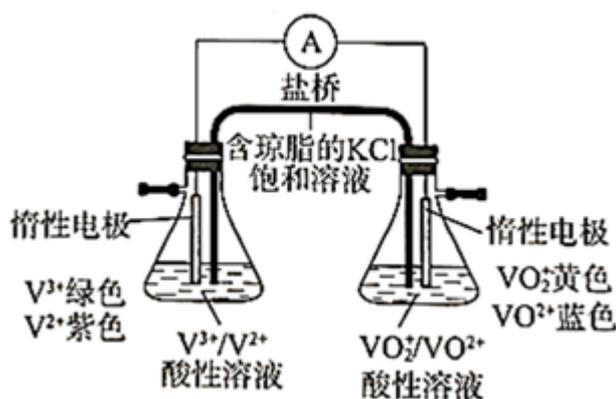
(2)测定产品纯度: 实验后产品中混有少量 VCl_3 杂质。称量 1.3775g 样品, 溶于水充分水解, 调 pH 后滴加 Na_2CrO_4 作指示剂, 用 $0.5000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 标准溶液滴定 Cl^- , 达到滴定终点时消耗标准液体积为 46.00mL (Ag_2CrO_4 为砖红色沉淀, 杂质不参加反应)。

①滴定终点的现象为_____ 。

②产品中 VCl_3 与 VCl_2 的物质的量之比为_____ 。

(3)小组同学进一步用如图所示装置比较含钒离子的还原性。接通电路后, 观察到右侧锥形瓶中溶液蓝

色逐渐变深，则 VO_2^+ 、 V^{2+} 的还原性较强的是_____。



【答案】(1)①a→c, b→d, e→g, h→f

②蒸馏烧瓶 $\text{NO}_2 + \text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 平衡气压，使溶液顺利滴下

③排除装置中的空气

取少许 D 中溶液，向其中滴加硝酸至溶液显酸性，再加入几滴硝酸银溶液，有白色沉淀生成

(2)①有砖红色沉淀生成，且半分钟内沉淀颜色不发生变化 ② 1 : 20

(3) V^{2+}

【解析】二氯化钒(VCl_2)有强还原性和吸湿性， VCl_3 分解制备 VCl_2 ，需要排除装置中的空气，根据题意，饱和氯化铵溶液与亚硝酸钠在加热时发生氧化还原反应生成氮气，用氮气除尽装置中的空气，氮气中的水蒸气可以通过浓硫酸除去，为了防止外界空气中的水蒸气进入装置，在分解后的装置后面需要连接一个干燥装置， VCl_3 分解生成的氯气可以通过氢氧化钠溶液吸收，防止污染；根据滴定反应 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ 计算解答；右侧锥形瓶中溶液蓝色逐渐变深，说明右侧锥形瓶中 VO_2^+ 转化成了 VO^{2+} 。(1)①二氯化钒(VCl_2)有强还原性和吸湿性， VCl_3 分解制备 VCl_2 ，需要排除装置中的空气，根据题意，饱和氯化铵溶液与亚硝酸钠在加热时发生氧化还原反应生成氮气， $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，用氮气除尽装置中的空气，氮气中的水蒸气可以通过浓硫酸除去，为了防止外界空气中的水蒸气进入装置，在分解后的装置后面需要连接一个干燥装置， VCl_3 分解生成的氯气可以通过氢氧化钠溶液吸收，防止污染，装置的连接顺序为 ABCED，按气流方向，接口连接顺序为 a→c, b→d, e→g, h→f；②A 中盛放 NaNO_2 的仪器为蒸馏烧瓶，饱和氯化铵溶液与亚硝酸钠在加热时发生氧化还原反应生成氮气， $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，反应的离子方程式为 $\text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+ \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，m 管可以平衡气压，使溶液顺利滴下；③二氯化钒(VCl_2)有强还原性，实验过程中需持续通入 N_2 ，排除装置中的空气，防止生成的 VCl_2 被空气中的氧气氧化；④氯气与氢氧化钠能够反应生成次氯酸钠和氯化钠，实验后，可以选用 D 中所得溶液和硝酸银溶液设计实验方案证明 C 处有 Cl_2 生成，具体步骤可以是取少许 D

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/968130136005007010>