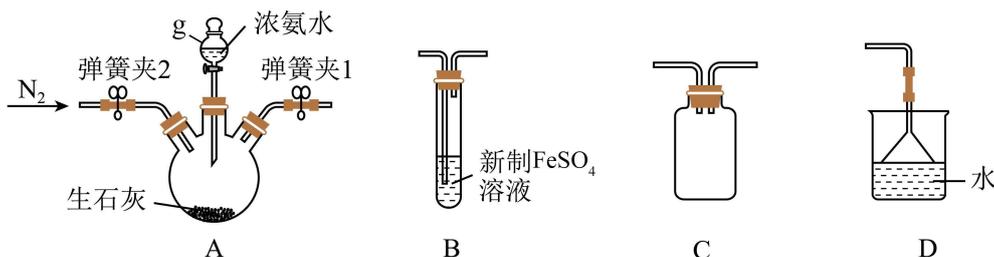


性质探究型实验综合题

建议完成时间: 120 分钟	选择题: 精选 0 题
实际完成时间: _____ 分钟	非选择题: 精选 12 题

1. (2024·广东茂名·三模) 氢氧化亚铁为白色固体, 难溶于水, 在空气中极易被氧化为氢氧化铁。回答下列问题;

(一) 实验室制备氢氧化亚铁



(1) 装置 A 中盛装生石灰的仪器的名称是 _____。选择上图中的装置制备氢氧化亚铁, 连接顺序为 _____ (按气流方向从左到右, 填写装置标号)。装置 C 的作用是 _____。

(2) 装置 B 中发生反应的离子方程式为 _____。反应结束后, 继续通一段时间的 N_2 , 目的是 _____。

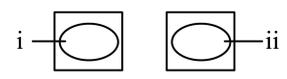
(二) 探究灰绿色沉淀的成因

反应后将装置 B 中的固体过滤时, 白色沉淀会逐渐转变为灰绿色, 实验小组为探究灰绿色沉淀的成因, 查阅到以下资料:

① $Fe(OH)_2$ 沉淀具有较强的吸附性;

② 若存在固体杂质, 会导致 $Fe(OH)_2$ 沉淀不够紧密, 沉淀与溶液的接触面积会更大。

甲同学猜测灰绿色可能是 $Fe(OH)_2$ 吸附 Fe^{2+} 引起的, 设计并完成了实验 1~ 实验 3。

实验	操作	试剂 (均为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	实验现象
1	 向两片玻璃片中心分别滴加试剂, 面对面快速夹紧	i. 1 滴 $FeSO_4$ 溶液 ii. 4 滴 $NaOH$ 溶液	玻璃片夹缝中有白色浑浊
2		i. 4 滴 $FeSO_4$ 溶液 ii. 1 滴 $NaOH$ 溶液	玻璃片夹缝中有白色浑浊, 一段时间后变为灰绿色
3		i. 2 滴 $FeSO_4$ 溶液, 1 滴 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液 ii. 2 滴 $NaOH$ 溶液	玻璃片夹缝中立即有灰绿色浑浊

(3) 依据甲同学的猜测, 实验 1 中沉淀无灰绿色的原因是 _____。

(4) 实验 3 中立即出现灰绿色浑浊的原因是 _____。

(5) 根据以上实验探究, 若尽可能制得白色 $Fe(OH)_2$ 沉淀, 需要控制的实验条件除了隔绝氧气外, 还有 _____。

【答案】

(1) 三颈烧瓶 ACBD 做安全瓶,防倒吸

(2) $Fe^{2+} + 2NH_3 + 2H_2O = Fe(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+$ 防止拆除装置时残留的氨气逸出,污染空气

(3) $NaOH$ 溶液过量,反应后溶液中 Fe^{2+} 浓度很小,不易被吸附在 $Fe(OH)_2$ 表面

(4) $Fe(OH)_2$ 沉淀中混有 $Fe(OH)_3$,导致 $Fe(OH)_2$ 沉淀不够紧密,与溶液的接触面积增大,更容易吸附 Fe^{2+}

(5) 保证 $NaOH$ 溶液过量(或保证 $FeSO_4$ 溶液不足)

【详解】(1) 装置 A 中盛装生石灰的仪器的名称是三颈烧瓶,制备氢氧化亚铁,根据分析可知,装置的连接顺序为 ACBD,装置 C 的作用是做安全瓶,防倒吸;

(2) 装置 B 中发生反应的离子方程式为 $Fe^{2+} + 2NH_3 + 2H_2O = Fe(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+$,反应结束后,继续通一段时间的 N_2 ,目的是防止拆除装置时残留的氨气逸出,污染空气;

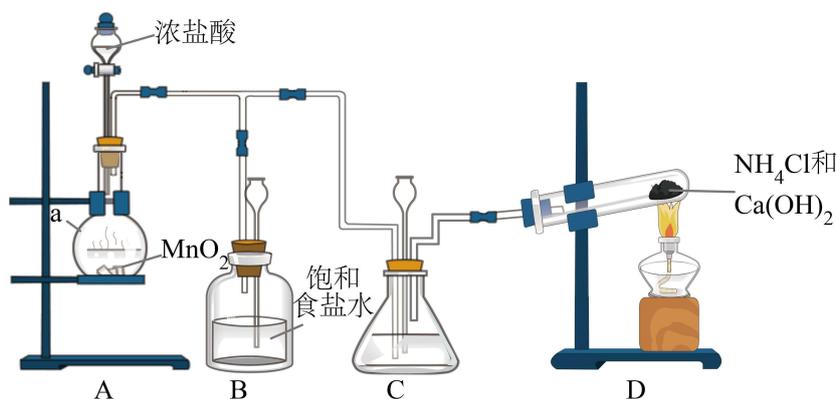
(3) 实验 1 中沉淀无灰绿色的原因是 $NaOH$ 溶液过量,反应后溶液中 Fe^{2+} 浓度很小,不易被吸附在 $Fe(OH)_2$ 表面;

(4) 实验 3 中立即出现灰绿色浑浊的原因是 $Fe(OH)_2$ 沉淀中混有 $Fe(OH)_3$,导致 $Fe(OH)_2$ 沉淀不够紧密,与溶液的接触面积增大,更容易吸附 Fe^{2+} ;

(5) 若尽可能制得白色 $Fe(OH)_2$ 沉淀,需要控制的实验条件除了隔绝氧气外,还有保证 $NaOH$ 溶液过量(或保证 $FeSO_4$ 溶液不足)。

2. (2024·广东梅州·模拟预测) 某小组在实验室用 $NaClO$ 溶液和 NH_3 反应制备肼 (N_2H_4), 并进行相关性探究实验。

I. 实验室制备 N_2H_4



(1) 装置中缺少的仪器名称是_____。

(2) 装置长颈漏斗的作用_____。

(3) 制备 N_2H_4 的离子方程式_____。

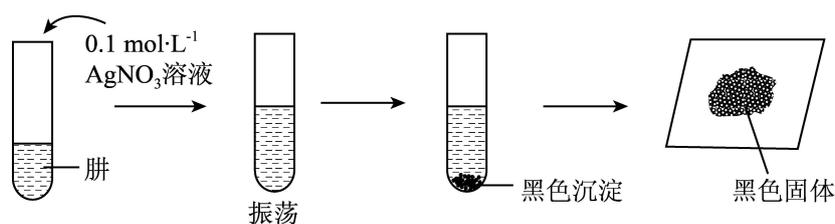
II. 测定产品中水合肼 ($N_2H_4 \cdot H_2O$) 的含量

(4) 称取产品 6.0g, 加入适量 $NaHCO_3$ 固体(调节溶液的 pH 保持在 6.5 左右), 加水配成 250mL 溶液, 移取 25.00mL 置于锥形瓶中, 并滴加 2~3 滴淀粉溶液, 用 0.3000mol/L 的碘标准溶液滴定(已知: $N_2H_4 \cdot H_2O + 2I_2 = N_2 \uparrow + 4HI + H_2O$)。

① 滴定到达终点的现象是_____。

② 重复上述滴定实验 2~3 次, 测得消耗碘标准溶液的平均值为 20.00mL, 产品中水合肼的质量分数为_____。

III. 探究胍的化学性质。将制得的胍分离提纯后,进行如下实验。



【查阅资料】 $AgOH$ 在溶液中不稳定,易分解生成黑色的 Ag_2O , Ag_2O 可溶于氨水。

【提出假设】黑色固体可能是 Ag 、 Ag_2O 中的一种或两种。

【实验验证】

(5) 设计如下方案,进行实验。

操作	现象	结论
i. 取少量黑色固体于试管中,加入足量①_____,振荡。	黑色固体部分溶解	黑色固体有 Ag_2O
ii. 取少量黑色固体于试管中,加入足量稀硝酸,振荡。	②_____	黑色固体是 Ag 和 Ag_2O

③综合上述实验,胍具有的性质是_____

(6) N_2H_4 是一种二元弱碱,在水中的电离与 NH_3 相似,写出胍的第一步电离方程式_____。

【答案】

(1) 酒精灯

(2) 平衡压强

(3) $ClO^- + 2NH_3 = N_2H_4 + Cl^- + H_2O$

(4) 滴入最后半滴碘溶液,溶液从无色变成蓝色,且半分钟内不褪色 25%

(5) 氨水 黑色固体溶解,有气体产生,遇空气变红棕色 还原性、碱性

(6) $N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$

【详解】(1) 浓盐酸和二氧化锰制取氯气需要加热,故缺少酒精灯;

(2) 长颈漏斗用于平衡压强;

(3) 根据题意和得失电子守恒、元素守恒可得出离子方程式为 $ClO^- + 2NH_3 = N_2H_4 + Cl^- + H_2O$;

(4) 滴入最后半滴碘溶液,溶液从无色变成蓝色。且半分钟内不褪色;根据题意列出关系

$$\frac{\frac{20 \times 10^{-3} \times 0.3}{2} \times 10 \times 50}{6} \times 100\% = 25\%;$$

(5) Ag_2O 可溶于氨水,银不溶于氨水,故加入过量的氨水,固体部分溶解。可证明有氧化银;硝酸和银反应会产生一氧化氮气体,故加入硝酸后现象为黑色固体溶解,有气体产生,遇空气变红棕色;根据上述可知有银离子变成银单质,银离子为氧化剂,故胍具有还原性、碱性;

(6) N_2H_4 是一种二元弱碱,在水中的电离与 NH_3 相似, $N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$ 。

3. (2024·广东江门·三模) 某小组为验证“ $Ag^+ + Fe^{2+} \rightleftharpoons Fe^{3+} + Ag \downarrow$ ”为可逆反应并测定其平衡常数展开探究。

I. 验证“ $Ag^+ + Fe^{2+} \rightleftharpoons Fe^{3+} + Ag \downarrow$ ”为可逆反应

同学甲设计了如下实验：

步骤	实验操作	实验现象
①	取 2.0mL $0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{Ag}_2\text{SO}_4$ 溶液于试管中, 加入 2.0mL $0.04\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{FeSO}_4$ 溶液 ($\text{pH}=1$)	有灰黑色沉淀生成, 溶液呈黄色。
②	取灰黑色沉淀于试管中, 滴加适量浓硝酸	灰黑色沉淀溶解, 生成红棕色气体
③	取①中少量上清液于试管中, 滴加几滴 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸	_____

结论：“ $\text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{Ag} \downarrow$ ”为可逆反应。

- (1) 步骤②涉及化学方程式为 _____。
- (2) 步骤③的实验现象为 _____。
- (3) 同学乙认为同学甲的实验不够严谨, 其理由为 _____。

同学乙重新设计实验, 从平衡移动角度验证“ $\text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{Ag} \downarrow$ ”为可逆反应。

查阅资料： Fe^{3+} 与 L 可形成的有色配合物, 溶液中该有色配合物浓度越大, 吸光度越大。

同学乙设计如下实验, 并在各组实验混合溶液吸光度稳定后, 记录数值。

组别	$0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{Ag}_2\text{SO}_4$ 溶液 /mL	$0.04\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{FeSO}_4$ 溶液	水 /mL	L 溶液 /mL	吸光度
1	2.0	1.0	1.0	1.0	A_1
2	2.0	1.5	a	b	A_2
3	2.0	2.0	0	1.0	A_3

- (4) 根据表中信息, 补充数据: $a =$ _____, $b =$ _____。
- (5) 根据 _____, 可以判断“ $\text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{Ag} \downarrow$ ”为可逆反应。

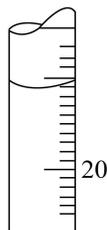
II. 测定“ $\text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{Ag} \downarrow$ ”平衡常数

查阅资料： $\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{AgSCN} \downarrow$ (白色) $K = 10^{12}$

$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}$ (红色) $K = 10^{2.3}$

室温下, 取 2.0mL $0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{Ag}_2\text{SO}_4$ 溶液于试管中, 加入 2.0mL $0.04\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{FeSO}_4$ 溶液 ($\text{pH}=1$), 待反应达到平衡后, 取 $v\text{mL}$ 上层清液, 用 $c_1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{KSCN}$ 标准溶液滴定 Ag^+ , 到滴定终点消耗 KSCN 标准溶液 $v_1\text{mL}$ 。

- (6) ①滴定终点的现象是 _____。
- ②此时, 滴定管中液面如图所示, 则该读数为 _____。



(7) 测得平衡常数 $K =$ _____。

(8) 实验选用 Ag_2SO_4 进行反应, 不用 $AgNO_3$ 的原因是 _____。

【答案】



(2) 有白色沉淀生成

(3) ①上层清液中银离子浓度过低, 不一定能与滴入的盐酸生成沉淀

(4) 0.5 1.0

(5) 随 $FeSO_4$ 浓度增大, 吸光光度值逐渐增大

(6) 当滴入最后半滴 $KSCN$ 标准溶液时, 溶液变红色, 且半分钟不褪色 19.10

$$(7) \frac{0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}}{\left(0.01 + \frac{c_1 v_1}{v}\right) \times \frac{c_1 v_1}{v}}$$

(8) 硝酸根离子, 在酸性条件下具有强氧化性, 也能将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+}

【详解】(1) 实验①中溶液变黄色, 说明生成了 Fe^{3+} , 可知 Fe^{2+} 被 Ag^+ 氧化, 同时银离子被还原为 Ag ; 实验②

中银单质与浓硝酸反应生成硝酸银和二氧化氮, 反应方程式为: $Ag + 2HNO_3 = AgNO_3 + NO_2 \uparrow + H_2O$;

(2) 因该反应为可逆反应, 上层清液中含银离子, 滴加盐酸后生成 $AgCl$ 白色沉淀, 可观察到溶液变浑浊

(3) ①上层清液中银离子浓度过低, 不一定能与滴入的盐酸生成沉淀;

(4) 研究常温下稀释对该平衡移动方向的影响, 用 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} Ag_2SO_4$ 溶液和 $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} FeSO_4$ 溶液, 按照下表配制总体积相同的系列溶液, 则实验中变量为 $FeSO_4$ 溶液的浓度, 故实验中 $a = 0.5$, $b = 1.0$;

(5) 随 $FeSO_4$ 浓度增大, 吸光光度值逐渐增大, 可以判断三价铁离子浓度也逐渐增大, 则 $Ag^+ +$

$Fe^{2+} \rightleftharpoons Fe^{3+} + Ag \downarrow$ 正向移动, 可知为可逆反应。

(6) 当滴入最后半滴 $KSCN$ 标准溶液时, 溶液变红色, 且半分钟不褪色, 说明反应达到滴定终点; 由图可知其刻度值为 19.10 mL;

(7) 取 $v \text{ mL}$ 上层清液, 用 $c_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} KSCN$ 标准溶液滴定 Ag^+ , 到滴定终点消耗 $KSCN$ 标准溶液 $v_1 \text{ mL}$, 已知反应: $Ag^+ + SCN^- \rightleftharpoons AgSCN \downarrow$ (白色) $K = 10^{12}$, 说明该反应几乎进行到底, 上层清液中的银离子浓

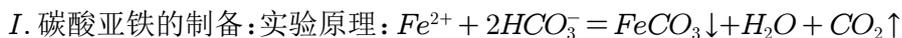
度为: $\frac{c_1 v_1}{v} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据三段式进行计算:

	Ag^+	+	Fe^{2+}	\rightleftharpoons	Fe^{3+}	+	$Ag \downarrow$
起始浓度	0.02		0.01		0		
转化浓度	$0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}$		$0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}$		$0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}$		
平衡浓度	$0.01 + \frac{c_1 v_1}{v}$		$\frac{c_1 v_1}{v}$		$0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}$		

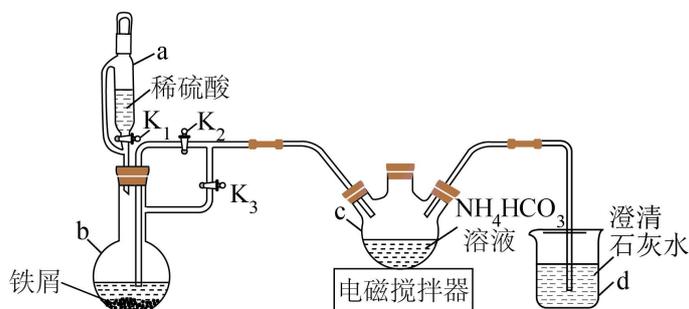
$$\text{测得平衡常数 } K = \frac{c(Fe^{3+})}{c(Fe^{2+}) \cdot c(Ag^+)} = \frac{0.01 - \frac{c_1 v_1}{v}}{\left(0.01 + \frac{c_1 v_1}{v}\right) \times \frac{c_1 v_1}{v}};$$

(8) 硝酸银溶液中存在硝酸根离子, 在酸性条件下具有强氧化性, 也能将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 。

4. (2024·陕西宝鸡·一模) 碳酸亚铁 ($FeCO_3$) 是制备“速力菲”(主要成分:琥珀酸亚铁,一种常见的补铁药物)的重要物质。某学习小组同学设计实验制备 $FeCO_3$,并探究 $FeCO_3$ 的还原性。回答下列问题:



实验装置(夹持仪器已省略)如图所示。



(1) 仪器 a 的名称为 _____。

(2) 实验开始时,先打开 _____ (填“ K_1 、 K_2 或 K_3 ”,下同)、关闭 _____,一段时间后, _____, c 中反应获得 $FeCO_3$ 。

(3) 反应结束后,将 c 中的混合液过滤,洗涤。简述证明 $FeCO_3$ 已洗涤干净的操作: _____。

II. 定性定量探究碳酸亚铁有还原性

定性探究碳酸亚铁和氧气反应的固体成分:

【提出设想】

(4) 假设 1: 固体成分是氧化铁;

假设 2: 固体成分是四氧化三铁;

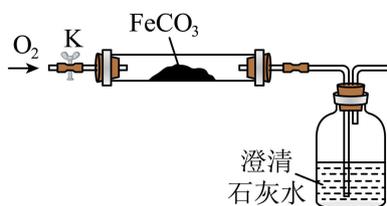
假设 3: _____。

【查阅资料】

氧化亚铁是一种黑色粉末,不稳定,在空气中加热,迅速被氧化成四氧化三铁。

【实验验证】

所用装置如图所示,装药品,打开止水夹 K ,通入 O_2 ,加热玻璃管。澄清石灰水不产生沉淀时,停止加热,继续通入 O_2 至玻璃管冷却。



取少量玻璃管里固体于试管中,滴加稀硫酸,微热,固体完全溶解,将溶液分成甲、乙两份,进行后续实验。

实验编号	实验步骤	实验现象
i	滴加 $KSCN$ 溶液	溶液变红色
ii	向乙溶液中滴加酸性高锰酸钾溶液	溶液不变色

【实验评价】

(5) 上述实验 _____ (填“i”或“ii”) 不能确定固体成分。

【实验结论】

(6) 由上述实验结果分析可知,硫酸亚铁在氧气中高温灼烧能得到的产物是 _____,证明 $FeCO_3$ 具有无原性,则碳酸亚铁在氧气中高温灼烧的化学方程式为: _____。

【答案】

(1) 恒压滴液漏斗

(2) K_1 和 K_3 K_2 关闭 K_3 , 打开 K_2

(3) 取最后一次洗涤液于试管中,加入过量稀盐酸酸化后,再滴入几滴 $BaCl_2$ 溶液,若无白色沉淀,则证明已经洗涤干净

(4) 固体成分是氧化铁和四氧化三铁的混合物

(5) i

(6) Fe_2O_3 和 CO_2 $4FeCO_3 + O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2Fe_2O_3 + 4CO_2$

【详解】(1) 仪器 a 的名称:恒压滴液漏斗;

(2) 为防止 Fe^{2+} 被装置中残留的空气氧化,实验开始时,应先打开 K_1 和 K_3 ,利用稀硫酸与铁屑反应生成的氢气将装置内的空气排尽,在关闭 K_3 ,打开 K_2 ,利用生成氢气形成的压强将硫酸亚铁溶液挤压入碳酸氢铵溶液中,反应即可生成碳酸亚铁;

(3) 若碳酸亚铁洗涤干净,则洗涤液中无可溶性的硫酸根离子,检验硫酸根离子操作:取最后一次洗涤液于试管中,加入过量稀盐酸酸化后,再滴入几滴 $BaCl_2$ 溶液,若无白色沉淀,则证明已经洗涤干净;

(4) 四氧化三铁和氧化亚铁混为黑色固体,所以假设固体成分是氧化铁和四氧化三铁的混合物;

(5) 实验 i 只能证明反应后的物质中含 +3 价铁,不能证明是否含 +2 价铁;

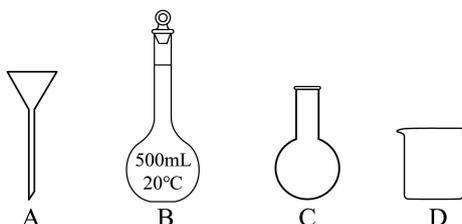
(6) 澄清石灰水变浑浊,说明有产物二氧化碳生成,向硫酸溶解后的溶液中加入滴加 $KSCN$ 溶液,溶液变红,说明有 +3 价铁,加入酸性高锰酸钾,溶液不褪色,说明溶液中无 +2 价铁,则碳酸亚铁在氧气中高温灼烧得到的产物氧化铁和二氧化碳;方程式为: $4FeCO_3 + O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2Fe_2O_3 + 4CO_2$ 。

5. (2024·广东深圳·二模) $NaHCO_3$ 用途广泛。某实验小组同学围绕 $NaHCO_3$ 开展如下实验活动。

I. 配制溶液

(1) 配制 500mL $0.10\text{mol} \cdot L^{-1}$ 的 $NaHCO_3$ 溶液,需要称量 $NaHCO_3$ 固体的质量为 _____ g。

(2) 上述配制溶液的过程中,用到的玻璃仪器除玻璃棒、量筒、胶头滴管外,还有 _____ (填标号)。



II. 实验探究

探究温度对 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$ 溶液 pH 的影响,进行如下实验(不考虑水的挥发)。

实验序号	操作	测试温 (T)	pH
1	采用水浴加热,将 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$ 溶液从 25°C 持续升温至 65°C ,每隔 10°C 测量并记录溶液 pH	25°C	A_1
		35°C	A_2
		45°C	A_3
		55°C	A_4
		65°C	A_5

(3) NaHCO_3 溶液显碱性的原因是 _____ (用离子方程式表示)。

(4) 实验 1 中测得 $A_1 > A_2 > A_3$,可知当 $25^\circ\text{C} \leq T \leq 45^\circ\text{C}$ 时, $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$ 溶液的 pH 随温度升高而减小,这主要是 K_w 改变与水解平衡移动共同作用的结果,其中 _____ 发挥主导作用。实验 1 中测得 $A_5 > A_4 > A_3$,且当 $45^\circ\text{C} < T \leq 65^\circ\text{C}$ 时,实验过程中观察到有气泡产生。

(5) 针对 (4) 中实验现象,小组同学继续开展探究。

查阅资料: NaHCO_3 溶液中存在平衡: $2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$ 。

提出猜想:对于 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$ 溶液,当 $25^\circ\text{C} \leq T \leq 45^\circ\text{C}$ 时,该反应进行程度很小;当 $45^\circ\text{C} < T \leq 65^\circ\text{C}$ 时,该反应进行程度明显增大。

实验验证:该小组同学设计如下方案进行实验,进一步验证猜想。补充表格内容。

实验序号	操作	测试温度	pH
2	采用水浴加热,① _____,然后冷却至 25°C ,并记录溶液 pH	25°C	B_1
3	采用水浴加热,将 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$ 溶液从 25°C 升温至 65°C ,然后冷却至 25°C ,并记录溶液 pH	25°C	B_2

实验结论:②根据实验 1~3 的结果,小组同学认为猜想成立,其判断依据是 _____。

拓展总结:③ NaHCO_3 溶液中存在 HCO_3^- 的自偶电离平衡: $2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_3^{2-}$; 25°C 时, HCO_3^- 自偶电离的平衡常数为 _____ [保留两位有效数字;

已知: 25°C 时, $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.2 \times 10^{-7}$; $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 5.6 \times 10^{-11}$]。当温度升高时, H_2CO_3 更易分解, CO_2 从体系逸出,促进了 NaHCO_3 在溶液中的分解。

(6) 写出 NaHCO_3 在生产或生活中的一种应用 _____。

【答案】

(1) 4.2g

(2) BD

(3) $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$

(4) K_w 改变

(5) 将 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$ 溶液从 25°C 升温至 45°C $B_2 > B_1 \approx A_1$ (或 $B_1 \approx A_1$ 、 $B_2 > B_1$; 或 $B_1 \approx A_1$ 、 $B_2 > A_1$) 1.3×10^{-4}

(6) 治疗胃酸过多、用于制作膨松剂等

【详解】(1) 配制 500mL 0.10mol·L⁻¹ 的 NaHCO₃ 溶液, 需要称量 NaHCO₃ 固体的质量为 0.5L × 0.10mol/L × 84g/mol = 4.2g;

(2) 配制一定物质的量浓度溶液的一般步骤为: 计算、称量、溶解、移液、洗涤、定容、摇匀、装瓶等, 用到的仪器: 烧杯、玻璃棒、量筒、胶头滴管、500mL 容量瓶, 缺少的玻璃仪器为: 500mL 容量瓶和烧杯, 答案为 BD;

(3) 碳酸氢根水解导致碳酸氢钠溶液显碱性, 离子方程式为: $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$;

(4) 当 25°C ≤ T ≤ 45°C 时, 0.10mol·L⁻¹ NaHCO₃ 溶液的 pH 随温度升高而减小; 而升高温度, Kw 增大, 使 c(H⁺) 增大, pH 减小; 温度升高, 水解平衡向右移动, 使 c(OH⁻) 增大, pH 增大, 而溶液的 pH 随温度升高而减小, 说明 Kw 的改变发挥了主要作用;

(5) 实验 2 和实验 3 要验证提出的猜想, 需要将 0.10mol·L⁻¹ NaHCO₃ 溶液升高到 45°C 及以上, 再降低到室温, 比较 pH 的变化, 如果 pH 升高说明发生了 $2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$, 根据实验 3 的操作, 实验 2 的操作为: 采用水浴加热, 将 0.10mol·L⁻¹ NaHCO₃ 溶液从 25°C 升温至 45°C, 然后冷却至 25°C, 记录 pH, 如果在 45°C < T ≤ 65°C 时, 升高温度反应 $2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$ 的程度明显增大, 则实验 3 的 pH 会比实验 2 大, 而实验 2 的 pH 与 A₁ 接近, 即 B₂ > B₁ ≈ A₁;

根据碳酸氢根的自偶电离方程式: $2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_3^{2-}$, 自偶电离平衡常数 $K = \frac{c(\text{CO}_3^{2-})c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c^2(\text{HCO}_3^-)}$;

$K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}$, $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{HCO}_3^-)}$, $\frac{K_{a2}}{K_{a1}} = \frac{c(\text{CO}_3^{2-})c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c^2(\text{HCO}_3^-)} = K$, 即自偶电离平衡常数 $K =$

$$\frac{K_{a2}}{K_{a1}} = \frac{5.6 \times 10^{-11}}{4.2 \times 10^{-7}} = 1.3 \times 10^{-4}$$

(6) NaHCO₃ 在生产或生活中可用于治疗胃酸过多、制作膨松剂等;

6. (2024·湖北·一模) 某研究性学习小组研究过量的 Cu 粉、Zn 粉和 Mg 粉与 pH = 1 的 0.5 mol/L FeCl₃ 溶液的反应, 进行了以下三组实验以探究 FeCl₃ 溶液中作为氧化剂的微粒及其还原产物。

(1) 理论分析: 依据金属活动性顺序表, 过量 Cu、Zn、Mg 中, 不可将 Fe³⁺ 最终还原为 Fe 的是 _____。

(2) 实验验证

实验	金属	操作、现象及产物
I	过量 Cu	一段时间后, 溶液逐渐变蓝绿色, 固体中未检测到 Fe 单质
II	过量 Zn	一段时间后有气泡产生, 反应缓慢, pH 逐渐增大, 产生了大量红褐色沉淀后, 无气泡冒出, 此时溶液 pH 为 3~4, 取出固体, 固体中未检测到 Fe 单质
III	过量 Mg	有大量气泡产生, 反应剧烈, pH 逐渐增大, 产生了大量红褐色沉淀后, 持续产生大量气泡, 当溶液 pH 为 3~4 时, 取出固体, 固体中检测到 Fe 单质

① 分别取实验 I、II、III 中的少量溶液, 滴加 _____ (填化学式) 溶液, 依据特征蓝色沉淀的生成, 证明三组实验都有 Fe²⁺ 生成。

② 实验 II 和 III 中产生的红褐色沉淀是 _____ (填化学式)。

(3) 探究实验 II 未检测到 Fe 单质的原因。学习小组的同学进行了讨论, 提出了以下三种可能的原因, 并进行实验验证。

a. 甲同学认为实验 II 中, 当 Fe³⁺、H⁺ 浓度较大时, 即使 Zn 与 Fe²⁺ 反应置换出少量 Fe, Fe 也会被 Fe³⁺、H⁺ 消耗。

b. 乙同学认为在 pH 为 3~4 的溶液中即便生成 Fe 也会被 H⁺ 消耗。实验证明了此条件下可以忽略

H^+ 对 Fe 的消耗。

c. 丙同学认为产生的红褐色沉淀包裹在 Zn 粉上, 阻碍了 Zn 与 Fe^{2+} 的反应。实验证实了 Zn 粉被包裹。

①请设计实验验证乙同学的猜想不成立: _____ (填操作和现象)。

②查阅资料: 0.5 mol/L 的 Fe^{3+} 开始沉淀的 pH 约为 1.2, 完全沉淀的 pH 约为 3. 结合 a、b 和 c, 重新做实验 II, 当溶液 pH 为 3~4 时, 不取出固体, 先滴入几滴 _____ 溶液, 再向固液混合物中持续加入盐酸控制溶液 pH 范围为 _____, 待溶液红色消失后, 停止加入盐酸, 当 pH 为 3~4 时, 取出固体, 固体中检测到 Fe 单质。

(4) 对比实验 II 和 III, 解释实验 III 的固体中检测到 Fe 单质的原因是 _____。

【答案】

(1) 铜单质 (或 Cu)

(2) $K_3[Fe(CN)_6]$ $Fe(OH)_3$

(3) 向 pH 为 3~4 的稀盐酸中加铁粉, 一段时间后取出少量溶液, 滴加 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液, 不产生蓝色沉淀
 $KSCN$ (硫氰化钾) $pH < 1.2$

(4) 加入镁粉后产生大量气泡, 使镁粉不容易被 $Fe(OH)_3$ 包裹

【详解】(1) 在金属活动性顺序表中, Mg 、 Zn 排在 Fe 之前, Cu 排在 Fe 之后, 不可将 Fe^{3+} 最终还原为 Fe 的是 Cu ;

(2) ① Fe^{2+} 与 $K_3[Fe(CN)_6]$ 会生成蓝色的沉淀, 因此用 $K_3[Fe(CN)_6]$ 检验 Fe^{2+} ;

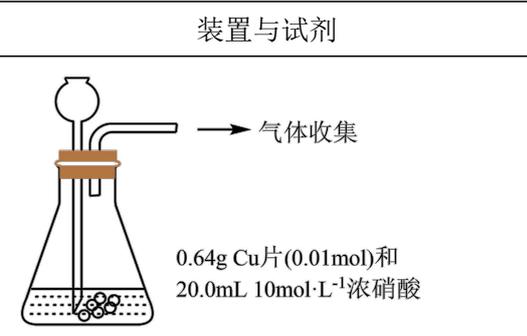
② Fe^{3+} 水解离子反应方程式为 $Fe^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3 + 3H^+$, 加入的 Mg 或 Zn 会消耗 H^+ , 促进 Fe^{3+} 水解平衡正向移动, 使其转化为 $Fe(OH)_3$ 沉淀;

(3) ①若要证明乙同学的猜想不成立, 则需要证明, 在 pH 为 3~4 的溶液中即便生成 Fe 也不会被 H^+ 消耗, 实验方案为: 向 pH 为 3~4 的稀盐酸中加铁粉, 一段时间后取出少量溶液, 滴加 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液, 不产生蓝色沉淀;

②结合 a、b 和 c 可知, 实验 II 未检测到单质 Fe 的原因可能是的 Fe^{3+} 干扰以及 $Fe(OH)_3$ 沉淀对锌粉的包裹, 因此可控制反应条件, 在未生成 $Fe(OH)_3$ 沉淀时将 Fe^{3+} 还原, 即可排除两个干扰因素, 具体操作为: 重新做实验 II, 当溶液 pH 为 3~4 时, 不取出固体, 先加入几滴 $KSCN$ 溶液, 再向固液混合物中持续加入盐酸, 控制 $pH < 1.2$, 待溶液红色消失后, 停止加入盐酸, 待 pH 为 3~4 时, 取出固体, 固体中检测到 Fe 单质;

(4) 对比实验 II 和 III, 加入镁粉后产生大量气泡, 使镁粉不容易被 $Fe(OH)_3$ 沉淀包裹, 实验 III 的固体中检测到 Fe 单质。

7. (2024·广东广州·三模) 某小组研究 Cu 与浓硝酸反应时发现如下现象:

装置与试剂	现象
 <p>0.64g Cu片(0.01mol)和 20.0mL $10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$浓硝酸</p>	<p>Cu 片完全溶解, 反应放热, 产生红棕色气体, 得到绿色溶液 A</p> <p>该溶液长时间放置后得到蓝色溶液 B, 反应后溶液体积几乎不变。</p>

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/337034021053010003>