

# 2024 届高三一轮复习联考(一)河北卷

## 化学试题

注意事项:

- 1.答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上.
- 2.回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑,如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号.回答非选择题时,将答案写在答题卡上,写在本试卷上无效,
- 3.考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回.

考试时间为 75 分钟,满分 100 分

可能用到的相对原子质量: H-1 C-12 O-16 Na-23 S-32 Ca-40 Fe-56 Zn-65 Ba-137

一、选择题: 本题共 14 小题,每小题 3 分,共 42 分.在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的.

1.物质的性质决定其用途.下列两者对应关系不正确的是( )

- A.浓盐酸具有还原性,可用于实验室制取氯气
- B.硫酸铜粉末吸水后易发生颜色变化,可用于检验水的存在
- C.碳酸氢钠受热容易分解,可作食品膨松剂
- D.铁与氯气反应,不能用铁质容器运输液氯

2.我国古代四大发明之一黑火药的爆炸反应为:  $S + 2KNO_3 + 3C \rightarrow K_2S + N_2 \uparrow + 3CO_2 \uparrow$ . 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是( )

- A.标准状况下,当有 8.96 L 气体生成时,转移电子数为  $1.2N_A$
- B.1 L  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} K_2S$  溶液中含  $S^{2-}$  数目为  $0.1N_A$
- C.反应中的氧化剂只有  $KNO_3$
- D.产物中  $N_2$ 、 $CO_2$  为非电解质

3.下列生活中的现象,未涉及化学变化的是( )

- A.新制氢氧化铜悬浊液检验病人尿液中的血糖
- B.燃放烟花时放出的五彩斑斓的火花
- C.氢氧化铝治疗胃酸过多
- D.纯碱溶液清洗厨房油污

4.下列事实涉及的化学反应正确的是( )

A.高炉炼铁(以赤铁矿为原料):  $Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{\text{高温}} 2Fe + 3CO_2$

B.过氧化钠做呼吸面具的供氧剂:  $Na_2O_2 + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + O_2$

C.工业冶炼 Mg:  $2MgO \xrightarrow{\text{电解}} 2Mg + O_2 \uparrow$



B.停止实验时,打开 K 可防倒吸

C.实验结束后,④中溶液褪色,加热后又恢复红色

D.实验完成后,将③中的固体全部加入盐酸中,会有臭鸡蛋气味的气体生成

9.有某种含有少量  $\text{FeCl}_2$  杂质的  $\text{FeCl}_3$  样品,现要测定其中铁元素的质量分数,实验采用下列步骤进行:①准确称量  $m \text{ g}$  样品(在  $2\sim 3\text{g}$  范围内);②向样品中加入  $10 \text{ mL } 6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的盐酸,再加入蒸馏水,配制成  $250 \text{ mL}$  溶液;③量取  $25 \text{ mL}$  操作②中所配溶液,加入  $3 \text{ mL}$  氯水,加热使其反应完全;④趁热迅速加入  $10\%$  的氨水至过量,充分搅拌,使沉淀完全;⑤过滤,将沉淀洗涤后,灼烧、冷却、称重,并重复操作至恒重.若坩埚质量为  $W_1\text{g}$ ,坩埚及灼烧后的固体总质量为  $W_2\text{g}$ ,则样品中铁元素的质量分数为( )

A.  $\frac{70(W_2 - W_1)}{m} \%$

B.  $\frac{700(W_2 - W_1)}{m} \%$

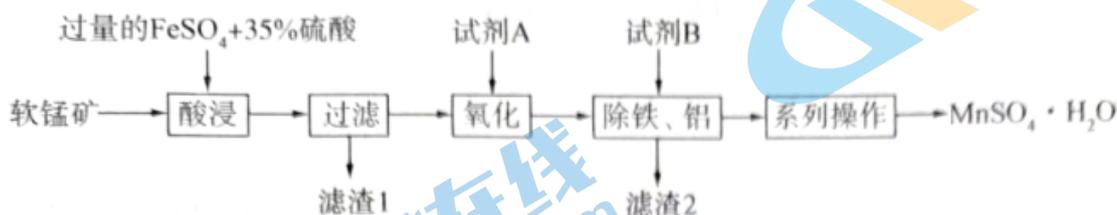
C.  $\frac{56(W_2 - W_1)}{107m} \times 100\%$

D.  $\frac{560(W_2 - W_1)}{107m} \times 100\%$

10.为完成下列各组实验,所选玻璃仪器和试剂均准确、完整的是( )(不考虑保存试剂的容器)

	实验目的	玻璃仪器	试剂
A	配制 $100\text{mL}$ 一定物质的量浓度的稀盐酸	胶头滴管、烧杯、量筒、玻璃棒	蒸馏水、浓盐酸
B	食盐精制	烧杯、玻璃棒、胶头滴管、漏斗	粗食盐、稀盐酸、 $\text{NaOH}$ 溶液、 $\text{BaCl}_2$ 溶液、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液
C	检验补铁药片(琥珀酸亚铁)是否变质	胶头滴管、试管	补铁药片、稀盐酸、 $\text{KSCN}$ 溶液
D	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备	烧杯、酒精灯、胶头滴管	饱和 $\text{FeCl}_3$ 溶液、 $\text{NaOH}$ 溶液

11.工业上以软锰矿(含  $\text{MnO}_2$  和少量的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ )为原料制备硫酸锰晶体的流程如图所示,下列有关说法不正确的是( )



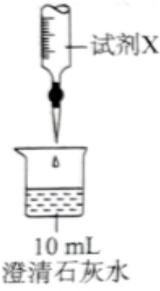
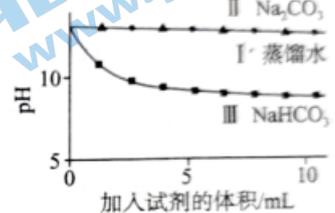
A.酸浸过程发生的主要反应的离子方程式为  $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

B.试剂 A 的目的是将过量  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$

C.试剂 B 可以是  $\text{MnO}$  或  $\text{MnCO}_3$

D.滤渣 1 为  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,滤渣 2 为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$

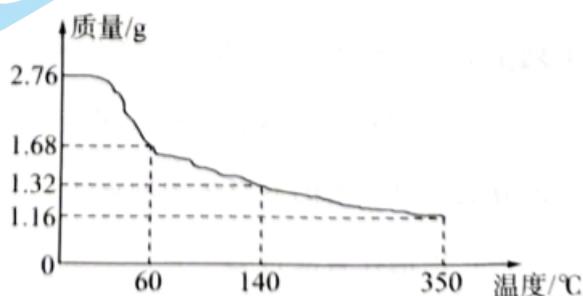
12.小组探究  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  与碱的反应,实验过程及结果如下.

实验装置	试剂 X			实验结果
	I	II	III	
	蒸馏水	0.05 mol·L <sup>-1</sup> Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 溶液	0.05 mol·L <sup>-1</sup> NaHCO <sub>3</sub> 溶液	①II、III均产生白色沉淀； ②烧杯中溶液 pH 变化如下 

下列说法正确的是( )

- A.I是空白实验,排除因体积变化对II、III溶液 pH 的影响  
 B.II和I的 pH 曲线基本重合,说明澄清石灰水与 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液不反应  
 C.III中石灰水恰好完全反应时,溶液 pH=7  
 D.若将试剂 X 换为 Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>,所得的 pH 曲线与III的 pH 曲线重合

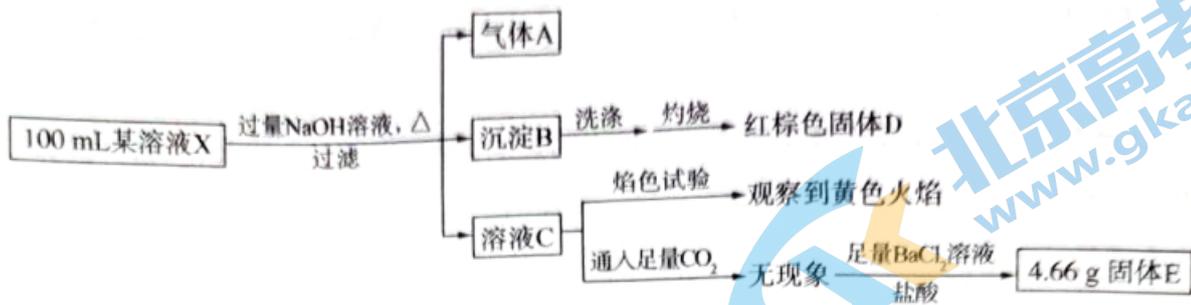
13.过氧化钙(CaO<sub>2</sub>)可用于治理赤潮、应急供氧等.2.76gCaO<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O 样品(含杂质)受热分解过程的热重曲线(样品质量随温度变化曲线,在 140℃时恰好完全脱水,杂质受热不分解)如图所示.已知:过氧化钙常温下干燥品很稳定,在 350℃时能迅速分解.



下列说法不正确的是( )

- A.CaO<sub>2</sub> 能与水发生反应,反应的化学方程式为  $2\text{CaO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \uparrow$   
 B.该样品中 CaO<sub>2</sub> 的含量约为 26.09%  
 C.在 60℃时, CaO<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O 中 x = 2  
 D.在 350℃时,剩余的固体(杂质除外)的化学式为 Ca

14.某溶液可能含有下列离子中的某几种: Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、Na<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Fe<sup>3+</sup>、Fe<sup>2+</sup> 和 Ba<sup>2+</sup>,且所含离子的浓度均相等.某同学为了确认其成分,取部分溶液,设计并完成了如图所示实验.

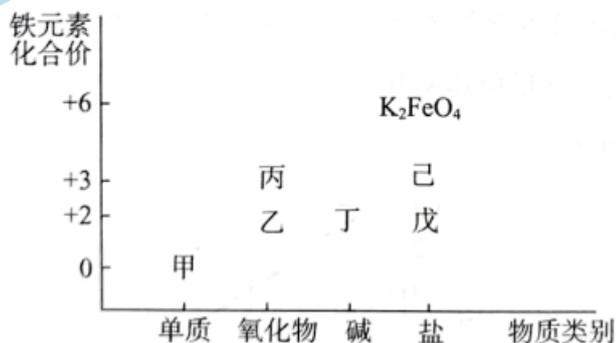


下列推断不正确的是( )

- A. 气体 A 为  $\text{NH}_3$ , 溶液中一定存在  $\text{NH}_4^+$
- B. 溶液 C 进行焰色试验, 火焰呈黄色, 可以判断原溶液中一定含有  $\text{Na}^+$
- C. 溶液中一定含有  $\text{Cl}^-$  且  $c(\text{Cl}^-) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. 溶液中  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  一定存在

## 二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 58 分.

15. (14 分) 铁是应用最广泛的金属, 铁的卤化物、氧化物、氢氧化物以及高价铁的含氧酸盐均为重要化合物. 如图是铁及其化合物的“价一类”二维图. 回答下列问题:



- (1) 在高温下, 甲与水蒸气反应的化学方程式为\_\_\_\_\_.
- (2) 若戊为硫酸盐, 缺铁性贫血往往口服戊, 当用戊制成药片时, 外表包有一层特殊的糖衣, 其作用是防止\_\_\_\_\_.
- (3) 铁元素的高价铁盐  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  可以做杀菌剂和净水剂, 原因是\_\_\_\_\_.
- (4) 若己为氯化物, 工业上还可以用己溶液来腐蚀印刷电路板上的铜, 向反应所得的溶液中加入一定量的锌粉充分反应后, 从理论上分析, 下列说法合理的是\_\_\_\_\_ (填字母).
- A. 若无固体剩余, 则溶液中可能含有  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  四种离子
- B. 若溶液中有  $\text{Cu}^{2+}$ , 则体系中一定没有固体剩余
- C. 若有固体剩余, 则溶液中一定有反应  $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$  发生
- D. 当溶液中有  $\text{Fe}^{2+}$  存在时, 则一定没有 Cu 析出
- (5) 丁在空气中很容易被氧化, 现象是白色沉淀迅速变为灰绿色, 最后变为红褐色, 该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_. 某小组同学为探究灰绿色沉淀的成因, 提出以下猜想并进行实验验证.
- 猜想 1: 白色沉淀吸附  $\text{Fe}^{2+}$ , 呈现灰绿色.

猜想 2: 铁元素部分被氧化后,Fe(II)、Fe(III)形成的共沉淀物为灰绿色.

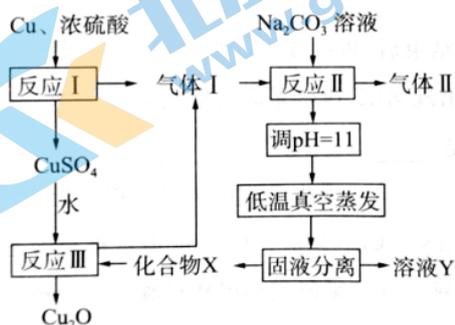
实验	操作	试剂(均为 0.1 mol·L <sup>-1</sup> )	实验现象
I		i. _____ ii. 2 滴 NaOH 溶液	玻璃片夹缝中有白色浑浊,分开玻璃片,白色浑浊迅速变为灰绿色
II	向两片玻璃片中心分别滴加试剂 i 和 ii,面对面快速夹紧.	i. 2 滴 FeSO <sub>4</sub> 溶液、 1 滴 Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 溶液 ii. 2 滴 NaOH 溶液	玻璃片夹缝中立即有灰绿色浑浊

①将试剂 i 补充完整.

②根据实验现象得出结论,猜想 \_\_\_\_\_ (填“1”或“2”)正确.

16.(15 分)一种制备 Cu<sub>2</sub>O 的工艺路线如图所示,反应II所得溶液的 pH 为 3~4,反应III需要及时补加 NaOH 以保持反应在 pH=5 条件下进行.

已知常温下,H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 的电离平衡常数  $K_{a1} = 1.3 \times 10^{-2}$ ,  $K_{a2} = 6.3 \times 10^{-8}$ .



(1)反应I中浓硫酸体现的性质是 \_\_\_\_\_.

(2)写出反应II的离子方程式: \_\_\_\_\_.

(3)低温真空蒸发的主要目的是 \_\_\_\_\_.

(4)“固液分离”的操作名称是 \_\_\_\_\_,指出下图操作中不规范之处: \_\_\_\_\_.



(5)写出反应III的化学方程式: \_\_\_\_\_.在整个流程中可循环利用的物质有 \_\_\_\_\_.

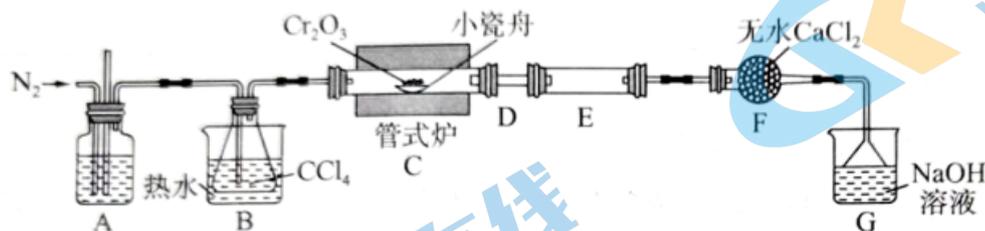
(6)若 Cu<sub>2</sub>O 产量不变,参与反应III的 X 与 CuSO<sub>4</sub> 的物质的量之比  $\frac{n(X)}{n(\text{CuSO}_4)}$  增大时,可 \_\_\_\_\_ (填“增大”或“减少”)NaOH 的量.

17.(15 分)无水三氯化铬(CrCl<sub>3</sub>)是常用的媒染剂和催化剂,易潮解,易升华,高温下易被氧气氧化.通常是用不含水

的三氧化二铬与卤化剂(如  $\text{CCl}_4$ )在高温下反应,并使生成的三氯化铬在惰性气氛(如氮气)中升华来制取:

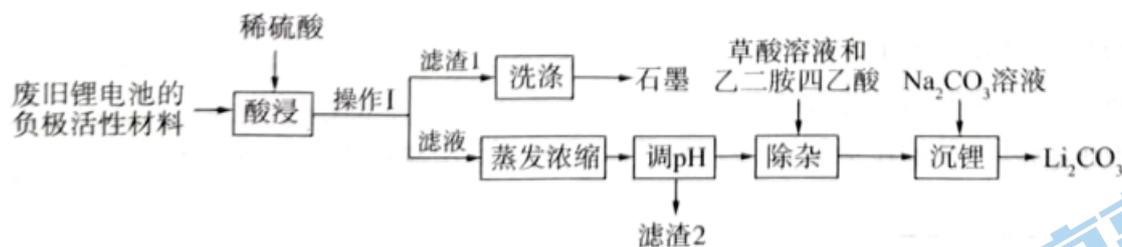


性气体,实验装置如图所示(夹持装置略).



- (1) A 中的试剂为 \_\_\_\_\_,长玻璃管的作用是 \_\_\_\_\_.
- (2) 连接好装置后,先 \_\_\_\_\_,再装入药品.在进行实验时,先 \_\_\_\_\_ (填“通入  $\text{N}_2$ ”或“加热管式炉”); 实验结束后,再持续通一段时间的  $\text{N}_2$ ,目的是 \_\_\_\_\_.
- (3) 实验过程中若 D 处出现堵塞,应该采取的措施是 \_\_\_\_\_,F 中无水  $\text{CaCl}_2$  的作用是 \_\_\_\_\_.
- (4) G 装置的作用是 \_\_\_\_\_,发生反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_.

18.(14分)一种废旧三元( $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ )锂电池负极材料主要为石墨,有价金属(Li、Ni、Co、Mn),还含有少量的钙元素.某研究小组从报废该三元锂离子电池负极活性材料中回收石墨和碳酸锂,工艺路线如图.



已知: ①溶液中金属离子开始沉淀和完全沉淀的 pH 如表所示:

金属离子	$\text{CO}^{2+}$	$\text{Ni}^{2+}$	$\text{Mn}^{2+}$
开始沉淀的 pH	7.15	7.2	8.1
沉淀完全的 pH	9.25	9.2	10.1

② $\text{LiOH}$  易溶于水, $\text{Li}_2\text{CO}_3$  难溶于水.

回答下列问题:

- (1) 提高酸浸速率的措施有 \_\_\_\_\_ (答出一条即可).
- (2) “调 pH”步骤中,pH 最小达到 \_\_\_\_\_; “除杂”步骤后,主要杂质离子的沉淀形式为 \_\_\_\_\_.
- (3) 稀硫酸的浓度、反应固液比对锂的浸出率的影响如图,代表反应固液比(每升液体所含的固体质量)对锂浸出率影响的曲线是 \_\_\_\_\_ (填“ I ”或“ II ”),选择的最佳工艺条件: 稀硫酸的浓度是 \_\_\_\_\_,反应固液比是 \_\_\_\_\_.



酸碱中和反应,涉及化学变化,C 错误; 纯碱溶液清洗油污,利用碳酸钠水解呈碱性,使油脂水解而除去,涉及化学变化,D 错误.

4.A 【解析】铁的冶炼使用热还原法,高炉炼铁原理: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ,A 正确;过氧化钠做呼

吸面具的供氧剂,即过氧化钠与二氧化碳反应生成碳酸钠和氧气,化学方程式为

$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ ,B 错误;工业冶炼 Mg 用电解熔融的  $\text{MgCl}_2$  而不用  $\text{MgO}$ ,因为  $\text{MgO}$  的熔点高,耗能大,C 错误;侯氏制碱法首先发生化学反应:

$\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ ,然后再加热  $\text{NaHCO}_3$  得纯碱  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,D 错误.

5.A 【解析】可用容量瓶配制一定浓度的溶液,题图操作符合要求,能达到实验目的,A 正确;先打开止水夹 a,发生反应  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ ,用产生的  $\text{H}_2$  排尽装置中的空气,一段时间后再关闭止水夹 a,继续产生  $\text{H}_2$ ,A 试管中气体压强增大,因为止水夹 a 关闭,无法将 A 试管中的溶液压入 B 试管中,无法制备少量

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ , B 错误; $\text{Cl}_2$  可氧化  $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$ ,但图中实验不能保证是  $\text{Br}_2$  氧化  $\text{I}^-$ ,无法证明氧化性  $\text{Br}_2 > \text{I}_2$ , C 错误;外管的温度高,内管的温度低于外管的,无法验证  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的热稳定性,D 错误.

6.C 【解析】 $\text{NaHCO}_3$  在水中的电离方程式为  $\text{NaHCO}_3 = \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$ ,A 错误;B 点处加入  $\text{NaHCO}_3$  的物质的量与  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  的物质的量相等,发生的反应为  $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ,溶液中的  $\text{CO}_3^{2-}$  完全沉淀,其浓度不会增大,B 错误;B  $\rightarrow$  C 过程中加入的  $\text{NaHCO}_3$  继续消耗氢氧根离子,C 点两者恰好完全反应,发生反应  $\text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$ ,C 正确;根据反应  $\text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$ ,B 点的  $\text{OH}^-$  与 C 点的  $\text{CO}_3^{2-}$  的物质的量相等,但 B 点和 C 点溶液的体积不同,所以阴离子浓度不同,D 错误.

7.B 【解析】灼烧用到的仪器为酒精灯、坩埚、泥三角、三脚架、玻璃棒等;过滤需要烧杯、玻璃棒、漏斗;萃取分液及反萃取需要分液漏斗和烧杯;坩埚、泥三角、三脚架都不是玻璃仪器,故用到的玻璃仪器有①②④⑥⑦.

8.A 【解析】浓硫酸与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  发生复分解反应, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{SO}_2 \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , A 错误;停止实验时,打开 K,可使空气进入反应装置中,维持压强平衡,可防止倒吸,B 正确; $\text{SO}_2$  在与 Mg 反应时,未反应的  $\text{SO}_2$  进入④中, $\text{SO}_2$  能使品红溶液褪色,加热褪色后的溶液又可恢复红色,C 正确;

$\text{SO}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{\Delta} \text{S} + 2\text{MgO}$ ,  $\text{Mg} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{MgS}$ ,  $\text{MgS}$  与盐酸反应产生臭鸡蛋气味的  $\text{H}_2\text{S}$ .D 正确.

9.B 【解析】将氢氧化铁灼烧得  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,铁元素的质量为  $(W_2 - W_1) \text{g} \times \frac{56 \times 2}{160} = 0.7(W_2 - W_1) \text{g}$ ,样品中铁元

素的质量分数为  $\frac{0.7(W_2 - W_1)g}{\frac{1}{10}mg} \times 100\% = \frac{700(W_2 - W_1)}{m}\%$ , B 正确.

10.C 【解析】配制 100mL 一定物质的量浓度的稀盐酸,需要用到 100mL 容量瓶,A 错误; 加试剂除去杂质,过滤后需蒸发分离出 NaCl,缺少玻璃仪器酒精灯、蒸发皿,不能完成实验,B 错误; 用稀盐酸溶解药片后,滴加 KSCN 溶液,若溶液变为红色,说明药片已变质,给出的试剂及仪器可完成实验,C 正确; 制备 Fe(OH)<sub>3</sub> 胶体需要饱和 FeCl<sub>3</sub> 溶液和蒸馏水,不能用 NaOH 溶液,D 错误.

11.D 【解析】酸浸时的主要目的是将 MnO<sub>2</sub> 还原为 Mn<sup>2+</sup>,因此反应的离子方程式为

$MnO_2 + 4H^+ + 2Fe^{2+} \longrightarrow 2Fe^{3+} + Mn^{2+} + 2H_2O$ , A 正确; 试剂 A 的目的是将过量 Fe<sup>2+</sup> 氧化为 Fe<sup>3+</sup>,利于后续除杂,B 正确; 酸浸时,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 分别转化为 Fe<sup>3+</sup>、Al<sup>3+</sup>,SiO<sub>2</sub> 不反应,因此滤渣 1 为 SiO<sub>2</sub>; 为除杂而不引入杂质,可加入 MnO 或 MnCO<sub>3</sub> 调节溶液 pH,使 Fe<sup>3+</sup>、Al<sup>3+</sup> 分别转化为 Fe(OH)<sub>3</sub>、Al(OH)<sub>3</sub> 沉淀,因此滤渣 2 为 Fe(OH)<sub>3</sub>、Al(OH)<sub>3</sub>,C 正确,D 错误.

12.A 【解析】I 是空白实验,排除因体积变化对 II、III 溶液 pH 的影响,A 正确; II 和 I 的 pH 曲线基本重合,说明 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 与 OH<sup>-</sup> 不反应,II 中发生反应:  $CO_3^{2-} + Ca^{2+} \longrightarrow CaCO_3 \downarrow$ , B 错误; III 中石灰水恰好完全反应

时,发生反应:  $2HCO_3^- + 2OH^- + Ca^{2+} \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + 2H_2O + CO_3^{2-}$ , 溶质为碳酸钠,其溶液显碱性,pH>7,C 错误; 若将试剂 X 换为 Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>,发生反应:  $HCO_3^- + OH^- + Ca^{2+} \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$ ,恰好

完全反应时生成碳酸钙沉淀和水,pH=7,不会与 III 的 pH 曲线重合,D 错误.

13.D 【解析】过氧化钙的性质与过氧化钠类似,与水反应的化学方程式为

$2CaO_2 + 2H_2O \longrightarrow 2Ca(OH)_2 + O_2 \uparrow$ , A 正确;在 140℃ 时恰好完全脱水,杂质受热不分解,则样品中

CaO<sub>2</sub>·8H<sub>2</sub>O 含有的结晶水的总质量为 2.76g - 1.32g = 1.44g,  $n(H_2O) = \frac{1.44g}{18g/mol} = 0.08mol$ ,原样品中含

$n(CaO_2) = \frac{0.08mol}{8} = 0.01mol$ ,  $m(CaO_2) = 72g/mol \times 0.01mol = 0.72g$ ,样品中 CaO<sub>2</sub> 的含量为

$\frac{0.72g}{2.76g} \times 100\% \approx 26.09\%$ , B 正确;在 60℃ 时固体的质量为 1.68g,失去结晶水的质量为

$m(H_2O)_{失} = 2.76g - 1.68g = 1.08g$ ,失去结晶水的物质的量为  $n(H_2O)_{失} = \frac{1.08g}{18g/mol} = 0.06mol$ ,故在 60℃

时 CaO<sub>2</sub>·xH<sub>2</sub>O 中  $x = \frac{0.08mol - 0.06mol}{0.01mol} = 2$ , C 正确;在 140℃ 时,

$m(CaO_2) = 72g/mol \times 0.01mol = 0.72g$ ,  $m(杂质) = 1.32g - 0.72g = 0.60g$ ,所以在 350℃ 时,剩余固体(杂质

除外)的质量为 1.16g - 0.60g = 0.56g,由钙元素质量守恒知钙元素的物质的量为 0.01mol,剩余固体(杂质除

外)的摩尔质量为  $0.56\text{g} \div 0.01\text{mol} = 56\text{g/mol}$ , 则剩余固体为  $\text{CaO}$ , D 错误.

14. B 【解析】加入过量  $\text{NaOH}$  溶液, 加热, 得到无色气体, 该气体为氨气, 原溶液中一定存在  $\text{NH}_4^+$ , A 正确; 溶液 C 进行焰色试验, 火焰呈黄色, 不能说明原溶液含有  $\text{Na}^+$ , 因为加入的  $\text{NaOH}$  溶液引入了  $\text{Na}^+$ , B 错误; 沉淀灼烧得到红棕色固体为三氧化二铁, 说明原溶液中含有铁元素, 可能为  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ , 则原溶液中一定没有  $\text{CO}_3^{2-}$ ; 滤液中加入足量氯化钡溶液和盐酸, 经过滤后得到的  $4.66\text{g}$  沉淀为硫酸钡沉淀, 硫酸钡的物质的量为

$$\frac{4.66\text{g}}{233\text{g/mol}} = 0.02\text{mol}, \text{原溶液中含有 } 0.02\text{mol} \text{ 硫酸根离子, 且 } c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{0.02\text{mol}}{0.1\text{L}} = 0.2\text{mol/L}, \text{则不含}$$

$\text{Ba}^{2+}$ . 而溶液一定含有  $\text{NH}_4^+$ , 所含离子的浓度均相等, 由溶液呈电中性分析, 溶液中一定含有阴离子  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  和阳离子  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ , 一定无  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Na}^+$ , C 正确, D 正确.

15. (14 分)



(2) 硫酸亚铁被氧化 (2 分)

(3)  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  具有强氧化性, 可用于杀菌消毒, 其还原产物为  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  可以水解为胶体, 以吸附水中的悬浮物而净水 (2 分)

(4) AC (2 分)



(1) 2 滴  $\text{FeSO}_4$  溶液和 1 滴蒸馏水 (2 分)

(2) 2 (2 分)

【解析】(1) 甲为  $\text{Fe}$ , 高温时与水蒸气反应转化为  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , 反应的化学方程式为



(2) 由于  $\text{Fe}^{2+}$  具有还原性, 极易被氧化生成  $\text{Fe}^{3+}$ , 所以这层糖衣的作用是防止  $\text{FeSO}_4$  被空气中的氧气氧化;

(3)  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  中  $\text{Fe}$  处于高价态, 具有强氧化性, 可用于杀菌消毒, 其还原产物为  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  可以水解为胶体, 以吸附水中的悬浮物而净水.

(4) 若无固体剩余, 说明加入的锌粉完全反应, 则溶液中可能含有  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  四种离子, A 正确; 若溶液中有  $\text{Cu}^{2+}$ , 加入的锌可能只与  $\text{Fe}^{3+}$  反应, 也可能与  $\text{Fe}^{3+}$  反应之后, 剩余部分与  $\text{Cu}^{2+}$  反应生成铜, 所以可能有固体  $\text{Cu}$  析出, B 错误; 若有固体存在, 锌先与铁离子反应生成亚铁离子, 然后锌与铜离子发生反应, 所以一定有反应

$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$  发生, C 正确; 当加入的锌粉较少时, 只发生  $\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ , 不会有铜

析出,但若加入的金属锌粉较多时,则会析出金属铜,D 错误;

(5)丁为氢氧化亚铁,可与氧气、水反应生成氢氧化铁,反应的化学方程式为



①由实验操作可知,实验 II 验证猜想 2,实验 I 验证猜想 1,实验 I 需要使用  $\text{Fe}^{2+}$  过量且需要保证硫酸亚铁溶液的浓度与实验 II 的相同,根据对比实验的单一变量原则,则需要向两片玻璃片中心分别滴加 2 滴  $\text{FeSO}_4$  溶液和 1 滴蒸馏水,然后再滴加 2 滴  $\text{NaOH}$  溶液,面对面快速夹紧;

②实验 I、实验 II 变量为是否存在铁离子,实验 II 现象为玻璃片夹缝中立即有灰绿色浑浊,实验 I 现象为玻璃片夹缝中有白色浑浊,分开玻璃片,白色浑浊迅速变为灰绿色;说明呈现灰绿色的原因是存在三价铁,故猜想 2 正确。

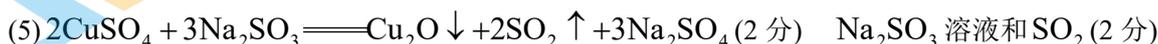
16.(15 分)

(1)氧化性、酸性(2 分)



(3)防止  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  被氧化(2 分)

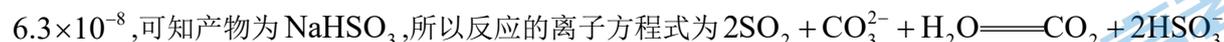
(4)过滤(1 分) 玻璃棒没有紧靠三层滤纸一边、漏斗下端没有紧贴烧杯内壁(2 分)



(6)减少(2 分)

【解析】(1)铜与浓硫酸在加热条件下反应生成还原产物  $\text{SO}_2$  和盐  $\text{CuSO}_4$ ,浓硫酸体现了氧化性、酸性;

(2)反应 II 所得溶液的 pH 为 3~4,说明所得溶液显酸性,根据  $\text{H}_2\text{SO}_3$  的电离平衡常数  $K_{a1} = 1.3 \times 10^{-2}$ ,  $K_{a2} =$



(3)反应 II 所得产物为  $\text{NaHSO}_3$ ,调节溶液 pH = 11,使  $\text{NaHSO}_3$  转化为  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , $\text{Na}_2\text{SO}_3$  具有还原性,易被氧化,所以低温真空蒸发的目的是防止  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  被氧化;

(4)“固液分离”的操作是过滤,过滤操作要注意“一贴二低三靠”,图示中不规范的地方为玻璃棒没有紧靠三层滤纸一边、漏斗下端没有紧贴烧杯内壁;

(5)化合物 X 是  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,根据图示的反应物及产物,则反应的离子方程式为



,反应过程中酸性越来越强,使  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  转化成  $\text{SO}_2$  气体,总反应的化学方程式为  $2\text{CuSO}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 \longrightarrow \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;

溶液 Y 是  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液,可循环用于反应 II 的操作吸收  $\text{SO}_2$  气体,反应 III 产生的  $\text{SO}_2$  气体可以在反应 II 中使用,

所以可以循环的物质为  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液和  $\text{SO}_2$ 。

(6)化合物 X 是  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,反应 III 的离子方程式为  $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 4\text{H}^+$ ,反应过程

中酸性越来越强,使  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  转化成  $\text{SO}_2$  气体.若  $\text{Cu}_2\text{O}$  产量不变,增大  $\frac{n(\text{X})}{n(\text{CuSO}_4)}$ ,则过量的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  会消耗

氢离子,用于控制 pH,因此可减少 NaOH 的量.

17.(15 分)

(1)浓硫酸(1 分) 平衡气压,观察实验装置是否堵塞(2 分)

(2)检查装置气密性(1 分) 通入  $\text{N}_2$ (1 分)

将  $\text{COCl}_2$  完全排入装置 G 中被充分吸收,并将生成的  $\text{CrCl}_3$  全部吹入 E 中充分收集(2 分)

(3)用酒精灯对 D 处导管进行加热(2 分) 防止 G 中的水蒸气进入 E 中而导致  $\text{CrCl}_3$  水解(2 分)

(4)防止倒吸,并吸收尾气  $\text{COCl}_2$ ,防止污染空气(2 分)  $\text{COCl}_2 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$  (2 分)

【解析】(1) $\text{CrCl}_3$  易潮解,要防止水蒸气进入,通入的  $\text{N}_2$  需要干燥,因此 A 中的试剂为浓硫酸.若后面装置堵塞,长玻璃导管内的液面会上升,所以长玻璃导管的作用是平衡气压,观察实验装置是否堵塞.

(2)连接好装置后,先是检查装置的气密性,再装入药品;开始实验时,先通入  $\text{N}_2$ ,排尽装置中的空气,再加热管式炉;因  $\text{COCl}_2$  有毒,实验结束后,应再持续通一段时间的  $\text{N}_2$  将装置中的  $\text{COCl}_2$  全部排入 G 中被完全吸收,并将产物  $\text{CrCl}_3$  全部吹入 E 中充分收集.

(3)实验过程中若 D 处出现堵塞,因  $\text{CrCl}_3$  易升华,应用酒精灯对 D 处导管加热即可; $\text{CrCl}_3$  易潮解,F 中无水  $\text{CaCl}_2$  的作用是防止 G 中的水蒸气进入 E 中而导致  $\text{CrCl}_3$  水解.

(4)因  $\text{COCl}_2$  有毒,实验结束后,要注意尾气吸收和防倒吸,因此 G 装置的作用是防止倒吸,并吸收尾气  $\text{COCl}_2$ ,防止污染空气;根据信息  $\text{COCl}_2$  遇水发生水解,生成两种酸性气体,应为  $\text{CO}_2$  和  $\text{HCl}$ ,因此,  $\text{COCl}_2$  与 NaOH 溶液

反应的离子方程式为  $\text{COCl}_2 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$

18.(14 分)

(1)升温、粉碎、增大硫酸的浓度(答出一条即可,1 分)

(2)10.1(1 分)  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ (2 分)

(3) I (2 分)  $1.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (1 分)  $60\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (1 分)

(4)减小  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  的溶解量,提高产率(2 分) b(2 分)

(5)1.802(2 分)

【解析】(1)影响速率的因素有温度、浓度、接触表面积等,故提高酸浸速率的措施可以是升温、粉碎、增大硫

酸的浓度等.

(2)调 pH 主要除去  $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$  等,使它们以氢氧化物的形式沉淀下来,因此 pH 最小要调到 10.1,而  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶解度较大,不能除去  $\text{Ca}^{2+}$ .后续步骤加入草酸溶液, $\text{Ca}^{2+}$  与草酸分子结合生成  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  沉淀而被除去,因此“除杂”步骤后,主要杂质离子的沉淀形式为  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ .

(3)在液体量一定的情况下,固体越多,锂的浸出率越小,因此曲线 I 表示反应固液比对锂的浸出率的影响;从图中可以看出,当固液比超过  $60\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  时,锂的浸出率呈现明显的下降趋势,选择最佳固液比为  $60\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ;硫酸的浓度为  $1.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  时,锂的浸出率很高,再增加硫酸的浓度,锂的浸出率提高不大,因此硫酸浓度最佳为  $1.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

(4)由图中可知, $\text{Li}_2\text{CO}_3$  的溶解度随温度的升高而降低,将温度升高至  $90^\circ\text{C}$  是为了提高沉淀反应速率和减小  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  的溶解度,提高产率;得到沉淀时应趁热过滤,故选 b.

(5)取  $100\text{mL}$  “除杂”后的溶液,其中  $c(\text{Li}^+) = 0.20\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,为使锂元素的回收率不低于 70%,则溶液中剩余  $\text{Li}^+$  浓度为  $30\% \times 0.20\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} = 0.06\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,

则溶液中  $c(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{3.6 \times 10^{-4}}{0.06^2} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1} = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,

需要碳酸钠的物质的量为  $0.1\text{mol}/\text{L} \times 0.1\text{L} = 0.01\text{mol}$ ,

沉淀锂离子需要碳酸钠的物质的量为  $0.1\text{L} \times 0.20\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 70\% \times \frac{1}{2} = 0.007\text{mol}$ ,

最少需要碳酸钠的物质的量为  $0.007\text{mol} + 0.01\text{mol} = 0.017\text{mol}$ ,

其质量为  $0.017\text{mol} \times 106\text{g}/\text{mol} = 1.802\text{g}$ .