

化 学

2022. 11

(满分: 100 分 考试时间: 75 分钟)

H—1 C—12 N—14 O—16 Al—27 S—32 Fe—56 Co—59 Cu—64

一、单项选择题: 共 13 题, 每题 3 分, 共 39 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. 三星堆是中华文明的重要组成部分。下列出土文物属于合金的是()

- A. 青铜神树 B. 丝绸黑炭 C. 陶瓷马头 D. 雕花象牙

2. 反应 $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_2 \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{N}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 可应用于解决冬季开采石油井下结蜡难题。下列说法正确的是()

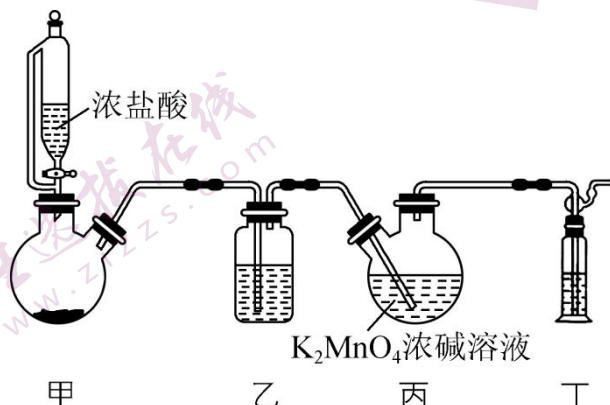
- A. NH_4^+ 的空间结构为三角锥形 B. NaNO_2 中仅含离子键
C. N_2 仅为氧化产物 D. 该反应的 $\Delta H < 0$

3. ^{18}O 、 ^{16}O 的半衰期很短, 自然界中不能稳定存在。人工合成反应如下: $^{18}\text{O} + ^3\text{He} \rightarrow ^{18}\text{O} + a_b\text{X}$; $^{16}\text{O} + ^3\text{He} \rightarrow ^{16}\text{O} + m_n\text{Y}$ 。下列说法正确的是()

- A. X、Y 的中子数分别为 6 和 4
B. X、Y 均与 ^3H 互为同位素
C. ^{18}O 、 ^{16}O 均可用作研究酯化反应历程的示踪原子
D. 自然界不存在 $^{18}\text{O}_2$ 、 $^{16}\text{O}_2$ 单质是因它们化学性质很活泼

4. 氯化亚砷(SOCl_2) 又称亚硫酸氯, 常用作有机合成工业中的氯化剂, 遇水立即水解。下列说法正确的是()

- A. 半径大小: $r(\text{O}^{2-}) < r(\text{Cl}^-)$ B. 酸性: $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HClO}_4$
C. 热稳定性: $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{O}$ D. SOCl_2 水解生成 H_2SO_4 和 HCl

5. 实验室利用 Cl_2 氧化 K_2MnO_4 制备 KMnO_4 。 K_2MnO_4 在浓强碱溶液中可稳定存在, 碱性减弱时易发生反应 $3\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2\downarrow + 4\text{OH}^-$ 。下列实验装置和操作不能达到实验目的的是()

- A. 装置甲烧瓶中加入漂白粉, 仅打开滴液漏斗下端活塞即可制取 Cl_2
B. 装置乙中盛放饱和 NaCl 溶液, 可提高 KMnO_4 的产率
C. 装置丙中可用 NaOH 作强碱性介质
D. 装置丁中加入 NaOH 溶液吸收尾气

阅读下列资料, 完成 6~8 题。

大气中的氮是取之不尽的天然资源，它以 N_2 分子形式稳定存在于自然界，只有少量的 N_2 通过生物固氮和高能固氮的方式从游离态转变为化合态，进入土壤和海洋。通过化学方法也可将 N_2 转变为人类需要的各种含氮化合物，但硝酸的生产、化石燃料的燃烧以及机动车辆尾气的排放，也带来一些不利的影响。

6. 下列关于氮及其化合物的转化说法不正确的是()

- A. 豆科植物的根瘤菌能把空气中 N_2 转化为 NH_3 或铵盐
- B. 土壤中的硝酸盐可被细菌分解转化为 N_2 返回大气中
- C. 陆地和海洋中的植物能吸收含氮化合物制造蛋白质
- D. 用 NH_3 生产 HNO_3 的过程中 N 元素只发生氧化反应

7. 空燃比是指机动车内燃机气缸内混合气中空气与燃料之间的质量比例。内燃机工作时，气缸中会发生反应 $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$; $\Delta H = 180 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。下列说法正确的是()

A. 上述反应 $\Delta S > 0$

B. 上述反应平衡常数 $K = \frac{c(N_2) \cdot c(O_2)}{c^2(NO)}$

C. 气缸内温度升高，正反应速率加快，逆反应速率减慢

D. 实际应用中，控制气缸内空燃比越小，机动车尾气对环境的污染越小

8. 下列含氮物质的性质与用途具有对应关系的是()

- A. N_2 难溶于水，可用作粮食保护气
- B. NH_3 具有还原性，液氨可作制冷剂
- C. HNO_3 具有挥发性，可用于制造化肥
- D. NH_4Cl 溶液呈酸性，可用于去除铁锈

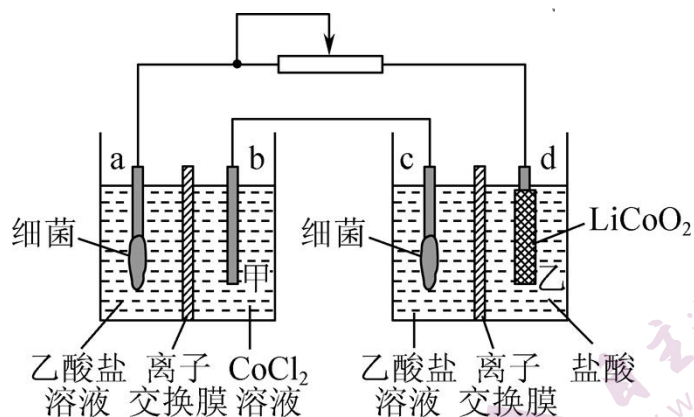
9. 室温下 H_2CO_3 的 $K_{a1} = 4.30 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2} = 5.61 \times 10^{-11}$ ， H_2SO_3 的 $K_{a1} = 1.54 \times 10^{-2}$ 、 $K_{a2} = 1.02 \times 10^{-7}$ 。工业上以 SO_2 和纯碱为原料制备无水 $NaHSO_3$ 的主要流程如下：



下列说法不正确的是()

- A. 吸收过程中有 CO_2 气体放出
- B. 结晶后母液中含有 Na_2CO_3
- C. 中和后溶液中可能含有 $NaHSO_3$
- D. 湿料经气流干燥时温度不宜过高

10. 利用如图装置(电极材料均为石墨，右侧装置为原电池)从废旧锂离子电池正极材料 $LiCoO_2$ 中回收金属钴。工作时借助细菌降解乙酸盐生成 CO_2 ，将 $LiCoO_2$ 转化为 Co^{2+} ，并定时将乙室溶液转移至甲室。下列说法不正确的是()



- A. b 电极为电解池的阴极，d 电极为原电池的正极
- B. c 电极反应式为 $\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} - 8\text{e}^- = 2\text{CO}_2\uparrow + 7\text{H}^+$
- C. 为保持细菌所在环境 pH 稳定，两池均应选择阳离子交换膜
- D. 若甲室 Co^{2+} 减少 100 mg，乙室 Co^{2+} 增加 150 mg，则此时还未进行过溶液转移
11. 室温下，下列实验探究方案能达到探究目的的是()
12. 已知室温下 $K_{a1}(\text{H}_2\text{S})=10^{-7}$ ， $K_{a2}(\text{H}_2\text{S})=10^{-12.9}$ 。通过下列实验

选项	探究方案	探究目的
A	将 SO_2 分别通入盛有品红溶液和 KMnO_4 溶液的试管中，观察两份溶液颜色变化	SO_2 具有漂白性
B	用 pH 计测定浓度均为 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 CH_3COONa 溶液和 Na_2SO_3 溶液的 pH	比较 CH_3COOH 和 H_2SO_3 的酸性强弱
C	向两支试管中各加入 2 mL $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液，再同时各加入 2 mL $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的稀硫酸，比较试管中出现浑浊现象的快慢	研究浓度对反应速率的影响
D	向 25.00 mL 未知浓度的 CH_3COOH 溶液中加入甲基橙指示剂，用 $0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 标准溶液滴定，记录指示剂变色时消耗碱液的体积并计算	测定 CH_3COOH 溶液的浓度

探究含硫化化合物的性质。

实验 1: 测得 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ H_2S 溶液 $\text{pH}=4.1$ 。

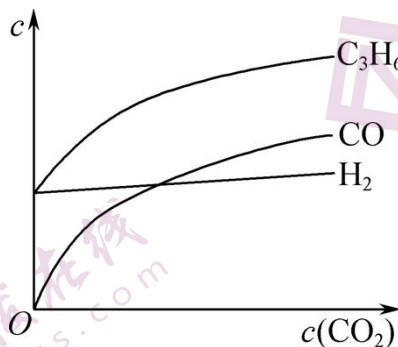
实验 2: 向 10 mL $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaHS 溶液中逐滴加入 5 mL 水，用 pH 计监测过程中 pH 变化。

实验 3: 向 10 mL $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ H_2S 溶液中逐滴加入 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液，直至 $\text{pH}=7$ 。

实验 4: 向 5 mL $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}$ 中滴加 10 mL $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{MnSO}_4$ 溶液, 产生粉色沉淀, 再加几滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 溶液, 产生黑色沉淀。

下列说法不正确的是()

- A. 由实验 1 可知: $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{H}_2\text{S}$ 溶液中 $c(\text{S}^{2-}) < c(\text{OH}^-)$
- B. 实验 2 加水过程中, 监测结果为溶液的 pH 不断减小
- C. 实验 3 所得溶液中存在: $c(\text{H}_2\text{S}) + c(\text{Na}^+) - c(\text{S}^{2-}) = 0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- D. 由实验 4 可知: $K_{\text{sp}}(\text{MnS}) > K_{\text{sp}}(\text{CuS})$



13. 丙烷经催化脱氢制丙烯的反应为 $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 。600 °C, 将固定浓度的 C_3H_8 通入有催化剂的恒容反应器, 逐渐提高 CO_2 浓度, 经相同时间, 测得出口处 C_3H_6 、 CO 和 H_2 浓度随初始 CO_2 浓度的变化关系如右图。已知:

- ① $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -2220 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- ② $\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + 9/2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -2058 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- ③ $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -286 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

下列说法正确的是()

- A. 丙烷催化脱氢制丙烯反应的 $\Delta H = -124 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- B. $c(\text{H}_2)$ 和 $c(\text{C}_3\text{H}_6)$ 变化差异的原因: $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$
- C. 其他条件不变, 投料比 $c(\text{C}_3\text{H}_8)/c(\text{CO}_2)$ 越大, C_3H_8 转化率越大
- D. 若体系只有 C_3H_6 、 H_2 、 CO 和 H_2O 生成, 则出口处物质浓度 c 之间一定存在关系: $c(\text{C}_3\text{H}_6) = c(\text{CO}) + c(\text{H}_2) + c(\text{H}_2\text{O})$

二、非选择题：共 4 题，共 61 分。

14. (15 分)以含砷氧化铜矿[含 CuO 、 As_2O_3 及重金属盐等]为原料，用氨浸法制取饲料级硫酸铜。

(1) 氨浸：常温下，将一定比例的氨水和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液混合，配制成浸取液，可将矿物中的 CuO 转化为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 溶液，此时砷元素以 AsO^{3-} 形式进入溶液。

已知 25°C 时， $K_b(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})=1.75\times 10^{-5}$ ， $\lg 1.75=0.24$ 。

① 为提高铜的浸出率，不仅要求浸取液中总氨(氨铵之和)适当过量，而且要求控制其 pH 约为 9.24，此时浸取液中氨铵比 $[c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})/c(\text{NH}_4^+)]$ 约为_____ (填字母)。

- A. 1:2 B. 2:3 C. 1:1 D. 2:1

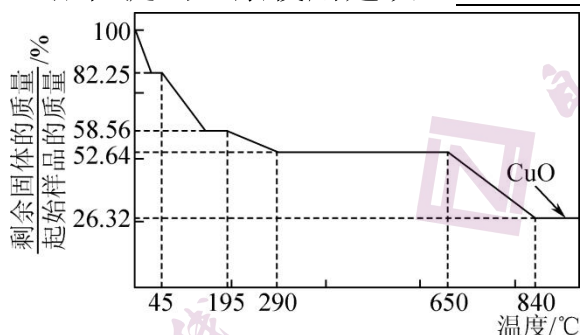
② 氨浸时溶液温度不宜过高，其原因是_____。

(2) 除杂：在浸出液中先加入 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 溶液去除重金属离子，然后调节溶液呈弱酸性，再依次用 FeSO_4 溶液和 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液去除含砷微粒，除砷主要经过“吸附→反应→沉淀”的过程。

① 加入 FeSO_4 溶液，同时鼓入空气，可加快吸附过程的发生。请简述产生吸附作用的原理：_____。

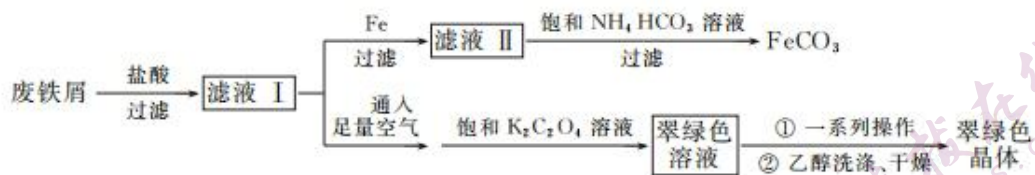
② 加入 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液，可将溶液中少量残留的 AsO^{3-} 氧化为 AsO_4^{3-} ，并进一步转化为难溶铁盐，脱离浸出液。写出 AsO^{3-} 发生氧化反应的离子方程式：_____。

(3) 蒸氨、酸溶：除杂后的溶液主要成分为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ，经蒸氨操作得到 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4$ 固体。过滤后将其加入硫酸溶解。蒸氨后过滤得到大量废液，为实现资源的充分利用，请结合上述工艺流程提出一条使用建议：_____。



(4) 结晶、烘干：酸溶后的溶液结晶、过滤、洗涤，得到产品 $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。实验测得烘干过程中剩余固体的质量与起始样品的质量的比值随温度变化的曲线如右图所示。为确保产品为饲料级 $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，烘干温度应不超过_____ (写出计算过程)。

15. (15 分) 以废铁屑(含 Fe_2O_3 及少量 Fe 和 SiO_2) 为原料制备 FeCO_3 和 $\{\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]\cdot 3\text{H}_2\text{O}\}$ 晶体的流程如下:



已知: ① $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时, $K_{\text{sp}}(\text{FeCO}_3)=3.0\times 10^{-11}$, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_2]=5.0\times 10^{-17}$, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]=2.0\times 10^{-39}$;

② $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 晶体呈翠绿色, 可溶于水、难溶于乙醇。

(1) 室温下, 若滤液 I 中 $c(\text{Fe}^{3+})$ 为 $2.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 要保证无沉淀产生, 则应调节滤液 I 的 pH 小于_____。

(2) 向滤液 I 中加入过量铁粉, 使 Fe^{3+} 完全转化为 Fe^{2+} 。检验 Fe^{3+} 是否完全还原的实验操作是_____。

(3) 将滤液 II 与饱和 NH_4HCO_3 溶液混合即可制得 FeCO_3 。

① 滤液 II 和饱和 NH_4HCO_3 溶液的混合方式为_____。

② 混合过程中放出的气体为_____ (填化学式)。

(4) 甲同学认为流程中, 用 H_2O_2 代替空气与滤液 I 反应效果更好, 乙同学不同意甲的观点, 其理由是_____。

(5) 写出加入饱和 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液时发生反应的离子方程式: _____。

(6) 经“一系列操作”获得翠绿色晶体后, 用乙醇洗涤晶体的目的是_____。

16. (15分)含硫化合物在生产、生活中应用广泛。

I. Na_2S 可用于染料、医药行业。工业上常用芒硝($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)和煤粉为原料生产 Na_2S , 所得粗品中常含有一定量煤灰和重金属硫化物等杂质。已知: Na_2S 易溶于热乙醇, 重金属硫化物难溶于乙醇; 晶粒大小与结晶条件有关, 溶液的浓度越大, 或溶剂的蒸发速度越快, 或溶液冷却得越快, 析出的晶粒就越小, 反之可得到较大的晶粒。

(1) 原料在高温下反应, 同时生成 CO 气体。写出该反应的化学方程式:

_____。

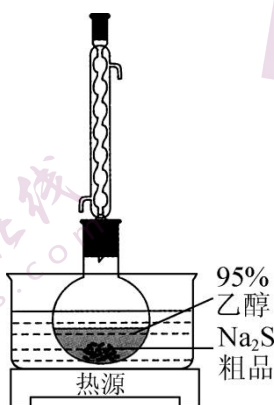


图 1

(2) 实验室用乙醇重结晶纯化 Na_2S 粗品, 装置如图 1 所示。

① 回流时, 烧瓶内气雾上升高度不宜超过冷凝管高度的 $1/3$ 。若气雾上升过高, 可采取的措施是_____。

② 回流结束后, 需进行的操作有: a 停止加热、b 关闭冷凝水、c 移去水浴, 正确的操作顺序为_____ (填字母)。

(3) 95°C 下回流 30 min 后, 立即趁热过滤, 使用锥形瓶接收滤液。

① 不用烧杯接收滤液的原因是_____。

② 滤液经_____ (填字母), 过滤后, 用 95%乙醇洗涤, 干燥, 得到较高产量颗粒较大的 Na_2S 晶体。

A. 蒸发结晶

B. 65°C 保温结晶

C. 冰水浴冷却结晶

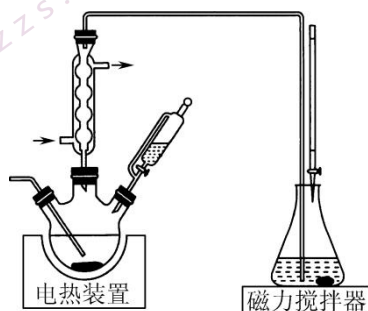


图 2

II. Na_2SO_3 可用作还原剂、防腐剂等。研究性学习小组为了准确检测市售银耳中添

加剂 Na_2SO_3 的含量，设计如图 2 所示装置进行实验。请补全下面的实验方案：

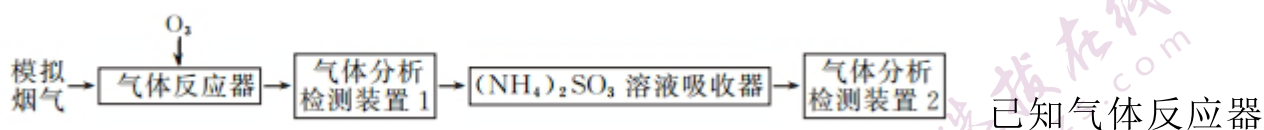
(1) 向三颈烧瓶中加入 10.00 g 银耳样品和 400 mL 水，向锥形瓶中加入 125 mL 水、0.30 mL $0.010\ 00\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{I}_2$ 溶液和 _____，向滴液漏斗和滴定管中分别装入 _____ 和 _____。

(2) 接通冷凝水，打开电热装置和磁力搅拌器，_____。

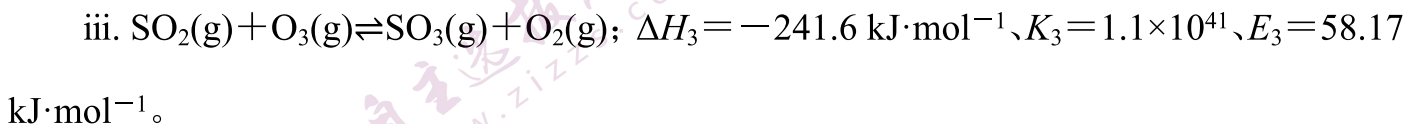
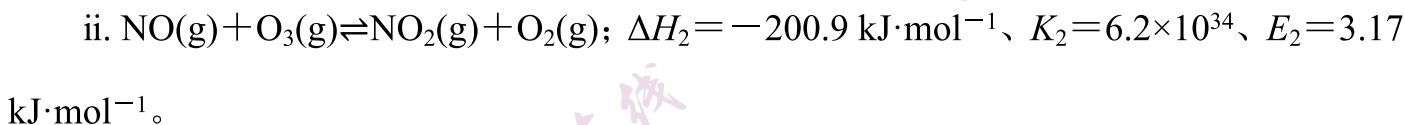
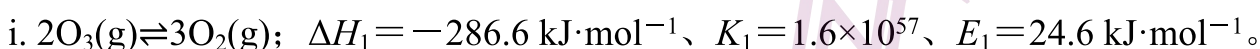
(3) 用适量 Na_2SO_3 替代银耳样品，重复上述步骤，测得 SO_2 的平均回收率为 95%。
(可供选择的试剂： $0.200\ 0\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_3\text{PO}_4$ 溶液、淀粉溶液、 $0.010\ 00\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{I}_2$ 溶液、 N_2)

17. (16 分) 脱硫脱氮技术是环境科学研究的热点。

(1) 模拟 O_3 氧化结合 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 溶液吸收法同时脱除 SO_2 和 NO 的过程示意图如下。



中主要发生如下反应(K 为 $25\ ^\circ\text{C}$ 下平衡常数、 E 为活化能)：



① 其他条件不变时，温度高于 $150\ ^\circ\text{C}$ ，在相同时间内 SO_2 和 NO 的转化率均随温度升高而降低，原因是_____。

② 其他条件不变， SO_2 和 NO 初始的物质的量浓度相等时，经检测装置 1 分析，在相同时间内 SO_2 和 NO 的转化率随 O_3 的浓度的变化关系如图 1 所示。 NO 的转化率

始终高于 SO_2 的原因是_____。

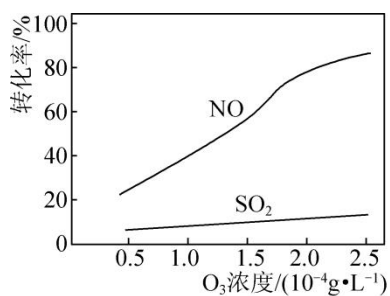


图 1

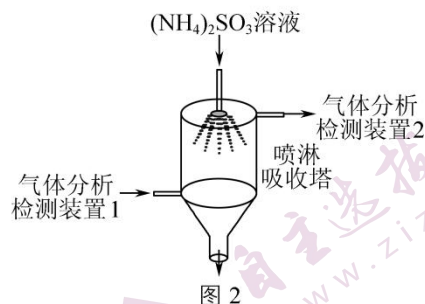


图 2

③ 从检测装置 1 中排出的气体经如图 2 所示的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 溶液吸收器吸收， NO_2 被还原成 NO 。该喷淋吸收塔装置的优点是_____。

④ 其他条件不变， SO_2 和 NO 初始的物质的量浓度相等时，经检测装置 2 分析，在相同时间内， O_3 与 NO 的物质的量之比对 SO_2 和 NO 脱除率的影响如 3 所示。 O_3 的浓度很低时， SO_2 的脱除率超过 97%，其原因是_____。

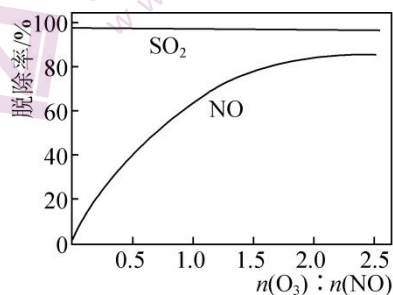


图 3

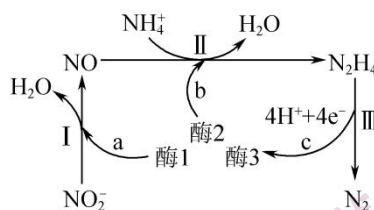


图 4

(2) 科研人员研究发现厌氧氨氧化生物酶体系可以促进 H^+ 和电子的转移(如 a、b 和 c)，能将废水中的 NO_2^- 转化为 N_2 进入大气层，其反应过程如图 4 所示。

① 请结合反应方程式，描述上述转化的具体过程：_____。

② 若废水中存在一定浓度的 O_2 时，则上述转化无法发生，其可能原因是_____。

化学试题参考答案及评分标准

一、单项选择题：共 13 题，每题 3 分，共 39 分。每题只有一个选项最符合题意。

1. A 2. D 3. B 4. A 5. C 6. D 7. A 8. D 9. B 10. D 11. C 12. C 13. B

二、非选择题：共 4 题，共 61 分。

14. (15 分)

(1) ① C(2 分)

② 温度过高，氨气易挥发损耗(2 分)

(2) ① Fe^{2+} 被空气中 O_2 氧化产生 Fe^{3+} , Fe^{3+} 水解产生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体吸附含砷微粒(2 分)

② $\text{AsO}_3^{3-} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{AsO}_4^{3-} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ (或 $\text{AsO}_3^{3-} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O} = \text{FeAsO}_4\downarrow + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$)(3 分)

(3) 将废液与氨水以一定比例混合后，投入氨浸步骤循环利用(2 分)

(4) 由图像可知，“当剩余固体的质量为起始样品质量的 26.32%时，固体成分为 CuO ”，设起始样品的质量为 m ，剩余固体的质量占起始样品质量的质量分数为 w 。

根据 Cu 元素守恒，可得关系式 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \sim \text{CuO}$ (1 分)

250 80

mw $m \times 26.32\%$

$250 \times m \times 26.32\% = mw \times 80$ (1 分)

解得 $w = 82.25\%$ (1 分)

因此为确保产品为饲料级 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，烘干温度应不超过 45°C 。(1 分)

说明：其他计算推理过程合理亦给分。

15. (15 分)

(1) 1(2 分)

(2) 静置，取少量上层清液于试管中，加入 2 滴 KSCN 溶液，若溶液不显红色，则

说明 Fe^{3+} 已被完全还原，反之，则没有(2分)

(3) ① 将饱和 NH_4HCO_3 溶液加入滤液II中，边加边搅拌(2分)

② CO_2 (2分)

(4) Fe^{3+} 是 H_2O_2 分解的催化剂，会消耗大量的 H_2O_2 ，导致生产成本过高(2分)

(5) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ (3分)

(6) 除去杂质，减少洗涤时晶体的溶解损耗，加快后阶段干燥速度(2分)

16. (15分)

I. (1) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} + 4\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{S} + 4\text{CO}\uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$ (2分)

(2) ① 降低水浴温度或加快冷凝水流速(1分)

② a、c、b(2分)

(3) ① 减少乙醇挥发，或减少容器内滤液上部空间与外界空气的对流，减缓滤液冷却速度(2分)

② B(2分)

II. (1) 2滴淀粉溶液(1分) $0.2000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_3\text{PO}_4$ 溶液(1分) $0.01000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{I}_2$ 溶液(1分)

(2) 以一定流速向三颈烧瓶中通入 N_2 ，再加入过量 $0.2000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_3\text{PO}_4$ 溶液(1分)，加热并保持微沸，向锥形瓶内滴入 $0.01000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{I}_2$ 溶液，直至滴入最后半滴后溶液从无色变为蓝色，且 30 s 内不褪色(1分)，记录下 I_2 溶液的体积，平行滴定 2~3 次(1分)

17. (16分)

(1) ① 高于 150°C ，温度升高，反应i的速率增大(1分)， $c(\text{O}_3)$ 减小(1分)，反应ii和iii的速率减小(1分)，导致 SO_2 和 NO 的转化率均降低

② 反应ii的活化能小于反应iii(2分)，反应ii的速率大于反应iii(1分)，因此 NO 的转化率高于 SO_2

③ 增大气液接触面积，提高吸收效率(2分)

④ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 溶液直接与 SO_2 反应是脱除 SO_2 的主要原因(2分)

(2) ① 反应III: $\text{N}_2\text{H}_4 - 4\text{e}^- = \text{N}_2 + 4\text{H}^+$ ，此反应产生 4 个 H^+ 和 4 个电子(1分)，通过生物酶转移，参与反应I和反应II(1分)。反应I: $\text{NO}^2 + 2\text{H}^+ + \text{e}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{NO}$ ，此反应消耗 2 个 H^+ 和 1 个电子(1分)；反应II: $\text{NO} + \text{NH}_4^+ + 2\text{H}^+ + 3\text{e}^- = \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ，消耗 2 个 H^+ 和 3 个电子(1分)(总反应为 $\text{NO}^2 + \text{NH}_4^+ = \text{N}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$)

② O_2 氧化 NO^2 或 NO 使反应终止(1分)，厌氧氨氧化酶在有氧条件下失去活性(1分)