

2017 年普通高等学校招生全国统一考试(天津卷)化学

一、本卷共 6 题，每题 6 分，共 36 分

1. (6 分) 下列有关水处理方法不正确的是()

- A. 用石灰、碳酸钠等碱性物质处理废水中的酸
- B. 用可溶性的铝盐和铁盐处理水中的悬浮物
- C. 用氯气处理水中的 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 等重金属离子
- D. 用烧碱处理含高浓度 NH_4^+ 的废水并回收利用氨

解析：A. 石灰与酸反应生成钙盐，碳酸钠与酸反应生成钠盐和二氧化碳，故可用于处理废水中的酸，故 A 正确；

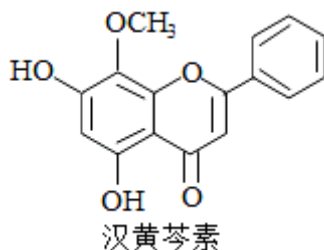
B. 铝盐、铁盐都能水解生成对应的氢氧化物胶体，疏松多孔，具有吸附性，可吸附水中的悬浮物，故 B 正确；

C. 氯气可用于水的消毒杀菌，不能与 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 反应生成沉淀，对重金属离子没有作用，故 C 错误；

D. 烧碱可与铵根离子反应产生氨气，则可用烧碱处理高浓度的 NH_4^+ 的废水并回收利用氨，故 D 正确。

答案：C

2. (6 分) 汉黄芩素是传统中草药黄芩的有效成分之一，对肿瘤细胞的杀伤有独特作用。下列有关汉黄芩素的叙述正确的是()



- A. 汉黄芩素的分子式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{13}\text{O}_5$
- B. 该物质遇 FeCl_3 溶液显色
- C. 1 mol 该物质与溴水反应，最多消耗 1mol Br_2
- D. 与足量 H_2 发生加成反应后，该分子中官能团的种类减少 1 种

解析：A. 汉黄芩素的分子式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_5$ ，故 A 错误；

B. 含酚 - OH，遇 FeCl_3 溶液显色，故 B 正确；

C. 酚 - OH 的邻对位与溴水发生取代反应, 碳碳双键与溴水发生加成反应, 则 1 mol 该物质与溴水反应, 最多消耗 2mol Br₂, 故 C 错误;

D. 与足量 H₂ 发生加成反应后, 该分子中官能团碳碳双键、羰基均减少, 故 D 错误。

答案: B

3. (6 分) 下列能量转化过程与氧化还原反应无关的是()

A. 硅太阳能电池工作时, 光能转化成电能

B. 锂离子电池放电时, 化学能转化成电能

C. 电解质溶液导电时, 电能转化成化学能

D. 葡萄糖为人类生命活动提供能量时, 化学能转化成热能

解析: A. 光能转化为电能, 不发生化学变化, 与氧化还原反应无关, 故 A 选;

B. 发生原电池反应, 本质为氧化还原反应, 故 B 不选;

C. 发生电解反应, 为氧化还原反应, 故 C 不选;

D. 发生氧化反应, 故 D 不选。

答案: A

4. (6 分) 以下实验设计能达到实验目的是()

	实验目的	实验设计
A.	除去 NaHCO ₃ 固体中的 Na ₂ CO ₃	将固体加热至恒重
B.	制备无水 AlCl ₃	蒸发 Al 与稀盐酸反应后的溶液
C.	重结晶提纯苯甲酸	将粗品水溶、过滤、蒸发、结晶
D.	鉴别 NaBr 和 KI 溶液	分别加新制氯水后, 用 CCl ₄ 萃取

A. A

B. B

C. C

D. D

解析: A. 碳酸氢钠加热分解生成碳酸钠, 加热将原物质除去, 不能除杂, 故 A 错误;

B. 蒸发时促进氯化铝水解, 生成的盐酸易挥发, 则应在 HCl 气流中蒸发结晶, 故 B 错误;

C. 苯甲酸在水中的溶解度不大, 应趁热过滤后, 选择重结晶法分离提纯, 故 C 错误;

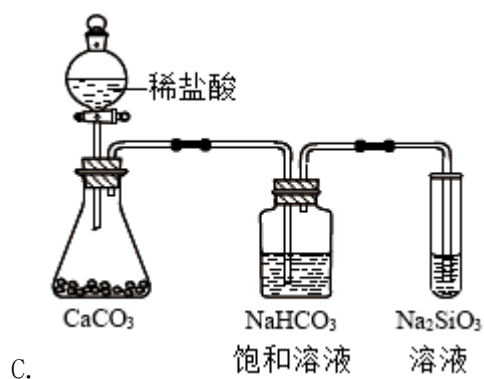
D. 氯气与 NaBr、NaI 反应分别生成溴、碘, 在四氯化碳中的颜色不同, 则分别加新制氯水后,

用 CCl_4 萃取后观察颜色可鉴别，故 D 正确。

答案：D

5. (6 分) 根据元素周期表和元素周期律，判断下列叙述不正确的是()

- A. 气态氢化物的稳定性： $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{SiH}_4$
- B. 氢元素与其他元素可形成共价化合物或离子化合物



如图所示实验可证明元素的非金属性： $\text{Cl} > \text{C} > \text{Si}$

D. 用中文“” (ào) 命名的第 118 号元素在周期表中位于第七周期 0 族

解析：A. 非金属性 $\text{O} > \text{N} > \text{Si}$ ，气态氢化物的稳定性： $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{SiH}_4$ ，故 A 正确；

B. H 与 F、Cl 等形成共价化合物，与 Na 等形成离子化合物，则氢元素与其他元素可形成共价化合物或离子化合物，故 B 正确；

C. 利用最高价含氧酸的酸性比较非金属性，HCl 不是最高价含氧酸，则不能比较 Cl、C 的非金属性，故 C 错误；

D. 目前周期表中 112 号元素位于第七周期的 IIB 族，118 号元素的原子结构中有 7 个电子层、最外层电子数为 8，则 118 号元素在周期表中位于第七周期 0 族，故 D 正确。

答案：C

6. (6 分) 常压下羰基化法精炼镍的原理为： $\text{Ni}(\text{s}) + 4\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{CO})_4(\text{g})$ 。230℃ 时，该反应的平衡常数 $K = 2 \times 10^{-5}$ 。已知： $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 的沸点为 42.2℃，固体杂质不参与反应。

第一阶段：将粗镍与 CO 反应转化成气态 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ；

第二阶段：将第一阶段反应后的气体分离出来，加热至 230℃ 制得高纯镍。

下列判断正确的是()

A. 增加 $c(\text{CO})$ ，平衡向正向移动，反应的平衡常数增大

B. 第一阶段, 在 30°C 和 50°C 两者之间选择反应温度, 选 50°C

C. 第二阶段, Ni(CO)₄ 分解率较低

D. 该反应达到平衡时, $v_{\text{生成}}[\text{Ni}(\text{CO})_4] = 4v_{\text{生成}}(\text{CO})$

解析: A. 平衡常数与温度有关, 则增加 $c(\text{CO})$, 平衡向正向移动, 反应的平衡常数不变, 故 A 错误;

B. Ni(CO)₄ 的沸点为 42.2°C, 应大于沸点, 便于分离出 Ni(CO)₄, 则一阶段, 在 30°C 和 50°C 两者之间选择反应温度, 选 50°C, 故 B 正确;

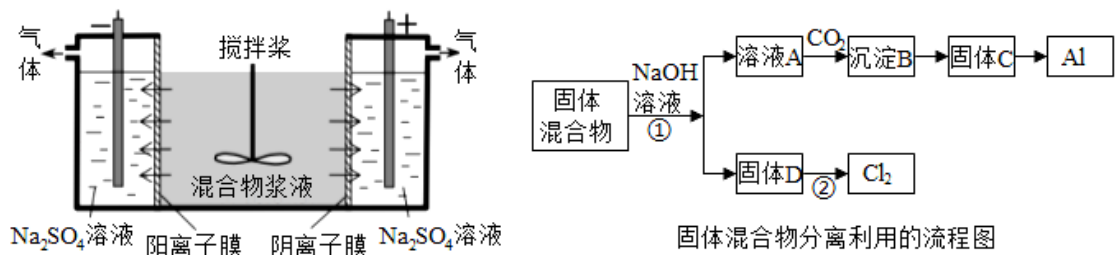
C. 加热至 230°C 制得高纯镍, 可知第二阶段, Ni(CO)₄ 分解率较大, 故 C 错误;

D. 达到平衡时, 不同物质的正逆反应速率之比等于化学计量数之比, 则该反应达到平衡时 $4v_{\text{生成}}[\text{Ni}(\text{CO})_4] = v_{\text{生成}}(\text{CO})$, 故 D 错误。

答案: B

二、本卷共 4 题, 共 64 分.

7. (14 分) 某混合物浆液含有 Al(OH)₃、MnO₂ 和少量 Na₂CrO₄。考虑到胶体的吸附作用使 Na₂CrO₄ 不易完全被水浸出, 某研究小组利用设计的电解分离装置(见图), 使浆液分离成固体混合物和含铬元素溶液, 并回收利用. 回答 I 和 II 中的问题。



I. 固体混合物的分离和利用(流程图中的部分分离操作和反应条件未标明)

(1) 反应①所加试剂 NaOH 的电子式为_____。B→C 的反应条件为_____, C→Al 的制备方法称为_____。

解析: NaOH 为离子化合物, 电子式为 $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:H}]^-$, B 为 Al(OH)₃, 在加热条件下生成氧化铝, 电解熔融的氧化铝可得到铝。

答案: $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:H}]^-$ 加热(或煅烧) 电解法

(2) 该小组探究反应②发生的条件. D 与浓盐酸混合, 不加热, 无变化; 加热有 Cl₂ 生成, 当反应停止后, 固体有剩余, 此时滴加硫酸, 又产生 Cl₂. 由此判断影响该反应有效进行的因素

有(填序号)_____。

a. 温度

b. Cl^- 的浓度

c. 溶液的酸度

解析：反应涉及的条件为加热，加热下可反应，另外加热硫酸，氢离子浓度变化，可知影响的因素为温度和氢离子浓度。

答案：ac

(3) 0.1mol Cl_2 与焦炭、 TiO_2 完全反应，生成一种还原性气体和一种易水解成 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 的液态化合物，放热 4.28kJ ，该反应的热化学方程式为_____。

II 含铬元素溶液的分离和利用

解析： 0.1mol Cl_2 与焦炭、 TiO_2 完全反应，生成一种还原性气体和一种易水解成 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 的液态化合物，放热 4.28kJ ，由质量守恒可知还原性气体为 CO ，反应的化学方程式为

$2\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) = \text{TiCl}_4(\text{l}) + 2\text{CO}(\text{g})$ ，则 2mol 氯气反应放出的热量为 $\frac{2}{0.1} \times$

$4.28\text{kJ} = 85.6\text{kJ}$ ，所以热化学方程式为 $2\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) = \text{TiCl}_4(\text{l}) + 2\text{CO}(\text{g}) \Delta H = -85.6\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

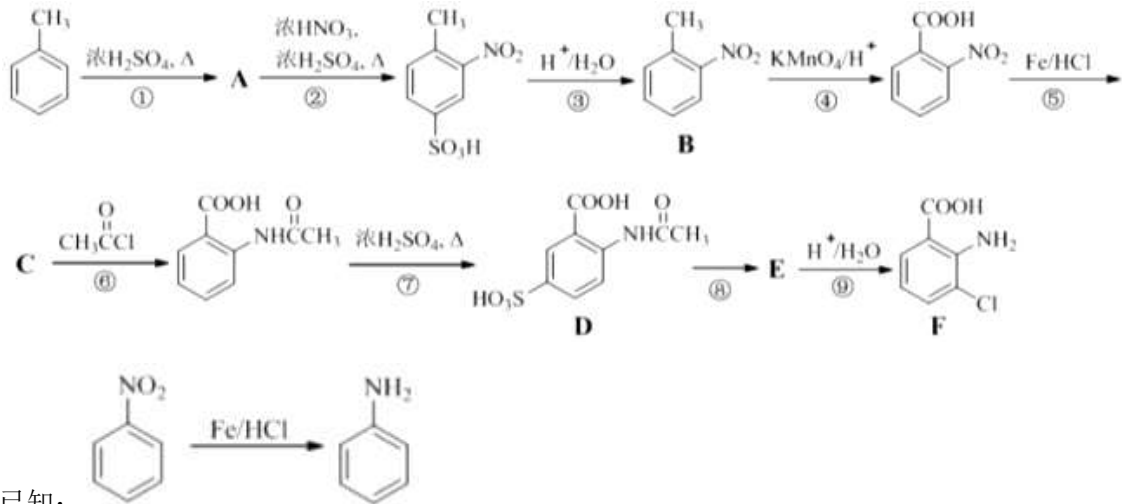
答案： $2\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) = \text{TiCl}_4(\text{l}) + 2\text{CO}(\text{g}) \Delta H = -85.6\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(4) 用惰性电极电解时， CrO_4^{2-} 能从浆液中分离出来的原因是_____，分离后含铬元素的粒子是_____；阴极室生成的物质为_____ (写化学式)。

解析：电解时， CrO_4^{2-} 通过阴离子交换膜向阳极移动，从而从浆液中分离出来，因存在 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，则分离后含铬元素的粒子是 CrO_4^{2-} 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ，阴极发生还原反应生成氢气和 NaOH 。

答案：在直流电场作用下， CrO_4^{2-} 通过阴离子交换膜向阳极室移动，脱离浆液； CrO_4^{2-} 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ； NaOH 和 H_2

8. (18分) 2-氨基-3-氯苯甲酸(F)是重要的医药中间体，其制备流程图如下：



已知：

回答下列问题：



(1) 分子中不同化学环境的氢原子共有_____种，共面原子数目最多为_____。

解析：甲苯含有 1 个甲基，苯环左右对称，则分子中不同化学环境的氢原子共有 4 种，苯环为平面形结构，与苯环直接相连的原子在同一个平面上，结合三点确定一个平面，甲基上可有 1 个 H 与苯环共平面，共 13 个。

答案：4 13

(2) B 的名称为_____。写出符合下列条件 B 的所有同分异构体的结构简式_____。

- 苯环上只有两个取代基且互为邻位
- 既能发生银镜反应又能发生水解反应

解析：B 为 2-硝基甲苯或邻硝基甲苯，对应的同分异构体：a. 苯环上只有两个取代基且互为邻位，b. 既能发生银镜反应又能发生水解反应，说明应含有酯基，且为甲酸酯，另外一种

官能团为氨基，可能为

答案：2-硝基甲苯或邻硝基甲苯

(3) 该流程未采用甲苯直接硝化的方法制备 B，而是经由①②③三步反应制取 B，目的是_____。

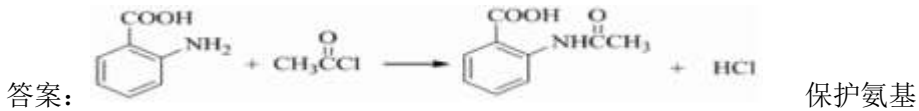
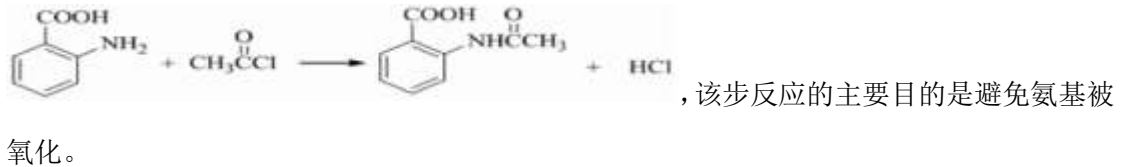
解析：如采用甲苯直接硝化的方法制备 B，硝基可取代甲基对位的 H 原子，目的是避免苯环

上甲基对位的氢原子被硝基取代。

答案：避免苯环上甲基对位的氢原子被硝基取代

(4) 写出⑥的化学反应方程式：_____，该步反应的主要目的是_____。

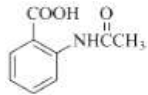
解析：由结构简式可知反应⑥为取代反应，反应的方程式为



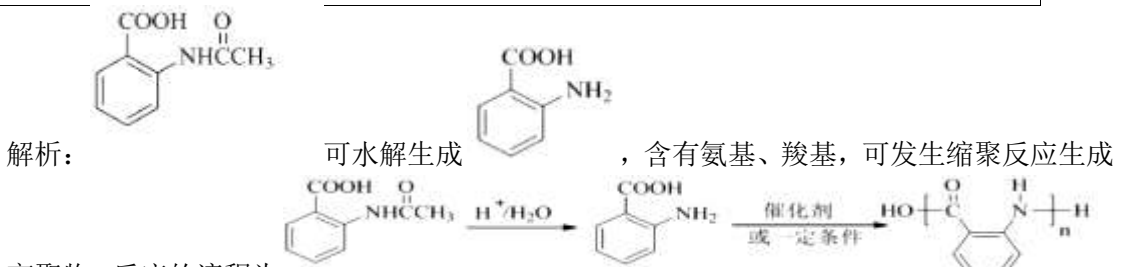
(5) 写出⑧的反应试剂和条件：_____；F中含氧官能团的名称为_____。

解析：⑧为苯环的氯代反应，应在类似苯与溴的反应，反应条件为 $\text{Cl}_2/\text{FeCl}_3$ (或 Cl_2/Fe)，F中含氧官能团的名称为羧基。

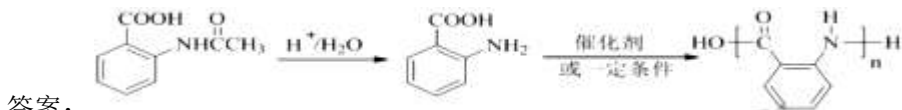
答案： $\text{Cl}_2/\text{FeCl}_3$ (或 Cl_2/Fe) 羧基



(6) 在方框中写出以 为主要原料，经最少步骤制备含肽键聚合物的流程。



高聚物，反应的流程为



9. (18分) 用沉淀滴定法快速测定 NaI 等碘化物溶液中 $c(\text{I}^-)$ ，实验过程包括准备标准溶液和滴定待测溶液。

I 准备标准溶液

a. 准确称取 AgNO_3 基准物 4.2468g (0.0250mol) 后, 配制成 250mL 标准溶液, 放在棕色试剂瓶中避光保存, 备用。

b. 配制并标定 100mL $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4SCN 标准溶液, 备用。

II 滴定的主要步骤

a. 取待测 NaI 溶液 25.00mL 于锥形瓶中。

b. 加入 25.00mL $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ AgNO_3 溶液(过量), 使 I^- 完全转化为 AgI 沉淀。

c. 加入 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液作指示剂。

d. 用 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4SCN 溶液滴定过量的 Ag^+ , 使其恰好完全转化为 AgSCN 沉淀后, 体系出现淡红色, 停止滴定。

e. 重复上述操作两次. 三次测定数据如下表:

实验序号	1	2	3
消耗 NH_4SCN 标准溶液体积/mL	10.24	10.02	9.98

f. 数据处理。

回答下列问题:

(1) 将称得的 AgNO_3 配制成标准溶液, 所使用的仪器除烧杯和玻璃棒外还有_____。

解析: 配制硝酸银标准溶液时, 所使用的仪器除需烧杯和玻璃棒外还有 250mL (棕色) 容量瓶及定容时需要的胶头滴管。

答案: 250 mL (棕色) 容量瓶、胶头滴管

(2) AgNO_3 标准溶液放在棕色试剂瓶中避光保存的原因是_____。

解析: 硝酸银标准溶液放在棕色试剂瓶中避光保存是因为硝酸银见光分解。

答案: 避免 AgNO_3 见光分解

(3) 滴定应在 $\text{pH}<0.5$ 的条件下进行, 其原因是_____。

解析: 滴定应在 $\text{pH}<0.5$ 的条件下进行, 原因是抑制铁离子的水解, 防止因铁离子的水解而影响滴定终点的判断。

答案: 防止因 Fe^{3+} 的水解而影响滴定终点的判断 (或抑制 Fe^{3+} 的水解)

(4) b 和 c 两步操作是否可以颠倒_____, 说明理由_____。

解析: b 和 c 两步操作不能颠倒, 若颠倒, 铁离子与碘离子发生氧化还原反应, 指示剂耗尽则无法判断滴定终点。

答案: 否 (或不能) 若颠倒, Fe^{3+} 与 I^- 反应, 指示剂耗尽, 无法判断滴定终点

(5) 所消耗的 NH_4SCN 标准溶液平均体积为_____mL, 测得 $c(\text{I}^-)=$ _____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

解析：根据所提供的三组数据，第一组数据误差较大，应舍去，二、三组数据取平均值即可，所以所消耗的 NH_4SCN 溶液平均体积为 10.00mL，

$$n(\text{AgNO}_3) = 25.00 \times 10^{-3} \text{L} \times 0.1000 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2.5 \times 10^{-3} \text{mol}, \quad n(\text{NH}_4\text{SCN}) = 0.1000 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10.00 \times 10^{-3} \text{L} = 1.00 \times 10^{-3} \text{mol},$$

$$\text{则 } c(\text{I}^-) \times 0.25 \text{L} = 2.5 \times 10^{-3} \text{mol} - 1.00 \times 10^{-3} \text{mol}, \quad c(\text{I}^-) = 0.0600 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

答案：10.00 0.0600

(6) 在滴定管中装入 NH_4SCN 标准溶液的前一步，应进行的操作为_____。

解析：装入 NH_4SCN 标准溶液，应避免浓度降低，应用 NH_4SCN 标准溶液进行润洗。

答案：用 NH_4SCN 标准溶液进行润洗

(7) 判断下列操作对 $c(\text{I}^-)$ 测定结果的影响(填“偏高”、“偏低”或“无影响”)

①若在配制 AgNO_3 标准溶液时，烧杯中的溶液有少量溅出，则测定结果_____。

②若在滴定终点读取滴定管刻度时，俯视标准液液面，则测定结果_____。

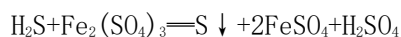
解析：反应的原理为 $c(\text{AgNO}_3) \times V(\text{AgNO}_3) = c(\text{NH}_4\text{SCN}) \times V(\text{NH}_4\text{SCN}) + c(\text{I}^-) \times V(\text{I}^-)$ ，若在配制 AgNO_3 标准溶液时，烧杯中的溶液有少量溅出，则导致溶质的物质的量减小，浓度偏低，则 $n(\text{NH}_4\text{SCN})$ 偏小，测定 $c(\text{I}^-)$ 偏大。

答案：偏高 偏高

10. (14分) H_2S 和 SO_2 会对环境和人体健康带来极大的危害，工业上采取多种方法减少这些有害气体的排放，回答下列方法中的问题。

I. H_2S 的除去

方法 1：生物脱 H_2S 的原理为：



(1) 硫杆菌存在时， FeSO_4 被氧化的速率是无菌时的 5×10^5 倍，该菌的作用是_____。

解析： $4\text{FeSO}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{硫杆菌}} 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，硫杆菌存在时， FeSO_4 被氧化的速率是无菌时的 5×10^5 倍，该菌的作用是做催化剂降低反应的活化能。

答案：降低反应活化能(或作催化剂)

(2) 由图 1 和图 2 判断使用硫杆菌的最佳条件为_____。若反应温度过高，反应速率下降，其原因是_____。

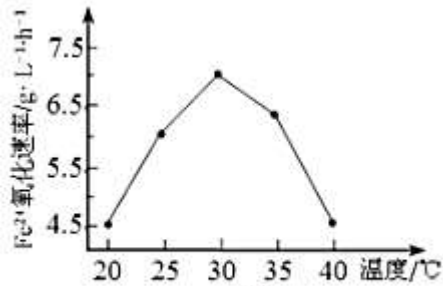


图1

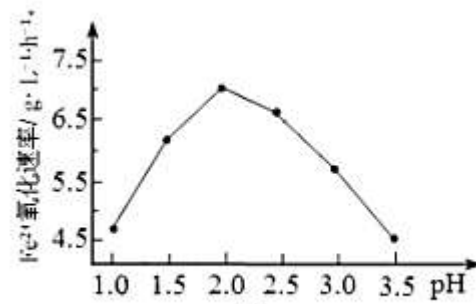


图2

解析：从图象中分析可知，使用硫杆菌的最佳条件是亚铁离子氧化速率最大时，需要的温度和溶液PH分别为：30℃、pH=2.0，反应温度过高，反应速率下降是因为升温使蛋白质发生变性，催化剂失去生理活性。

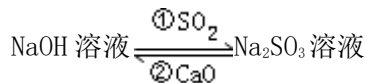
答案：30℃、pH=2.0；蛋白质变性(或硫杆菌失去活性)

方法2：在一定条件下，用H₂O₂氧化H₂S

(3)随着参加反应的 n(H₂O₂)/n(H₂S)变化，氧化产物不同.当 n(H₂O₂)/n(H₂S)=4 时，氧化产物的分子式为_____。

II. SO₂的除去

方法1(双碱法)：用NaOH吸收SO₂，并用CaO使NaOH再生

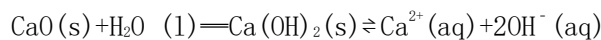


解析：当 $\frac{c(\text{H}_2\text{O}_2)}{c(\text{H}_2\text{S})}=4$ 时，结合氧化还原反应电子守恒， $4\text{H}_2\text{O}_2 \sim 4\text{H}_2\text{O} \sim 8\text{e}^-$ ，电子守恒得到H₂S

变化为+6价化合物， $\text{H}_2\text{S} \sim \text{H}_2\text{SO}_4 \sim 8\text{e}^-$ ，氧化产物的分子式为H₂SO₄。

答案：H₂SO₄

(4)写出过程①的离子方程式：_____；CaO在水中存在如下转化：



从平衡移动的角度，简述过程②NaOH再生的原理_____。

方法2：用氨水除去SO₂

解析：过程①是二氧化硫和氢氧化钠溶液反应生成亚硫酸钠和水，反应的离子方程式为： $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，过程②加入CaO，存在 $\text{CaO(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{Ca(OH)}_2\text{(s)} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}\text{(aq)} + 2\text{OH}^-\text{(aq)}$ ，因 SO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 生成CaSO₃沉淀，平衡向正向移动，有NaOH生成。

答案： $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ； SO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 生成CaSO₃沉淀，平衡向正向移动，有NaOH生成

(5)已知25℃，NH₃·H₂O的K_b=1.8×10⁻⁵，H₂SO₃的K_{a1}=1.3×10⁻²，K_{a2}=6.2×10⁻⁸。若氨水的浓度为2.0mol·L⁻¹，溶液中的c(OH⁻)=_____mol·L⁻¹。将SO₂通入该氨水中，当c(OH⁻)降至

$1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 溶液中的 $c(\text{SO}_3^{2-})/c(\text{HSO}_3^-) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

解析: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$, 若氨水的浓度为 $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 $K_b = \frac{c(\text{NH}_4^+)c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$ 可知 $c(\text{OH}^-) = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 2} \text{ mol/L} = 6.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$,

当 $c(\text{OH}^-)$ 降至 $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, H_2SO_3 的 $K_{a2} = 6.2 \times 10^{-8}$, 由

$K_{a2} = \frac{c(\text{SO}_3^{2-})c(\text{H}^+)}{c(\text{HSO}_3^-)}$ 可知 $c(\text{SO}_3^{2-})/c(\text{HSO}_3^-) = \frac{6.2 \times 10^{-8}}{1 \times 10^{-7}} = 0.62$,

答案: 6.0×10^{-3} 0.62