

2020 年北京市西城区高三诊断性测试化学考试逐题解析

2020.5

本试卷共 9 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案写在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 O 16 Cu 63.5

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 下列图示的混合物不属于胶体的是

| | | | |
|--|--|---|--|
|  |  |  |  |
| A. 氯化钠注射液 | B. 云雾 | C. 稀豆浆 | D. 烟水晶 |

【答案】A

【解析】胶体是分散质粒子直径在 $1\sim 100\text{nm}$ 之间的分散系，按照分散剂状态不同可分为：气溶胶、液溶胶和固溶胶。氯化钠注射液属于溶液，不属于胶体，云雾是气溶胶，稀豆浆是液溶胶，烟水晶是固溶胶，故 A 正确。

2. 糖类、油脂、蛋白质是重要的营养物质，下列说法正确的是

- A. 糖类、油脂、蛋白质均可水解
- B. 纤维素和淀粉互为同分异构体
- C. 油脂属于酯类物质可发生皂化反应
- D. NH_4Cl 溶液和 CuSO_4 溶液均可使蛋白质变性

【答案】C

【解析】葡萄糖、果糖等单糖也属于糖类，但不能水解，故 A 错误。纤维素和淀粉属

于高分子有机物，其聚合度不是定值，不一定互为同分异构体，故 B 错误。油脂属于酯类物质，可以发生碱性水解即皂化反应，故 C 正确。 NH_4Cl 溶液能使蛋白质盐析， CuSO_4 溶液才能使蛋白质变性，故 D 错误。

3. 化学与生产生活密切相关，下列说法不正确的是

- A. 铁粉有还原性可作吸氧剂
- B. 生石灰能与水反应可作干燥剂
- C. 福尔马林能杀菌防腐可作食品保鲜剂
- D. 明矾能水解形成胶体可作净水剂

【答案】C

【解析】铁粉有较强的还原性可作为吸氧剂，故 A 正确。生石灰为氧化钙，易与水反应，可作干燥剂，故 B 正确。福尔马林溶液能杀菌消毒、防腐，但对人体有害，故不能作食品保鲜剂，故 C 错误。明矾中含有铝离子，可水解形成氢氧化铝胶体作净水剂，故 D 正确。

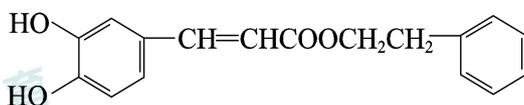
4. 117 号元素 Ts 的原子最外层电子数是 7，下列说法不正确的是

- A. Ts 是第七周期第 VIIA 族元素
- B. 还原性： $\text{I}^- < \text{Ts}^-$
- C. 原子半径： $\text{I} < \text{Ts}$
- D. 中子数为 176 的 Ts 的核素符号： ${}_{117}^{176}\text{Ts}$

【答案】D

【解析】最外层电子数=主族序数，因此 Ts 是第七周期第 VIIA 族元素，故 A 正确。Ts 与 I 位于同一主族，从上到下，单质的氧化性递减，简单离子的还原性递增，故 B 正确。同一主族元素从上到下，电子层数递增，原子半径逐渐增大，故 C 正确。中子数为 176，质子数为 117，故质量数为 $176+117=293$ ，Ts 的核素符号： ${}_{117}^{293}\text{Ts}$ ，故 D 错误。

5. 蜂胶中某活性物质 X 的结构简式如下，下列关于 X 的说法正确的是



- A. X 不具有顺式和反式结构

- B. X 不能与浓溴水发生取代反应
 C. 1 mol X 最多能与 2 mol NaOH 反应
 D. 一定条件下 X 可发生加聚反应

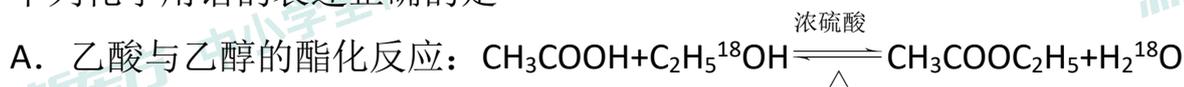
【答案】D

【解析】X 中含有碳碳双键，所以在一定条件下可发生加聚反应故 D 正确。A 选项，X



中含有 $\text{H} \quad \text{H}$ ，所以有顺式和反式结构，故错误。B 选项，X 中含有酚羟基，能与浓溴水发生取代反应，故错误。C 选项，X 中能与 NaOH 反应的有 2 个酚羟基和 1 个酯基，1 mol X 最多可以与 3 mol NaOH 反应，故错误。

6. 下列化学用语的表述正确的是



【答案】B

【解析】乙酸与乙醇发生酯化反应，酸脱羟基醇脱氢，故 H_2O 中不含 ^{18}O ，故 A 错误。

镁原子的结构为 $\oplus_{12} \left(\begin{array}{c} 2 \\ 8 \\ 2 \end{array} \right)$ ，故镁离子结构为 $\oplus_{12} \left(\begin{array}{c} 2 \\ 8 \end{array} \right)$ ，故 B 正确。原子半径 $\text{C} > \text{O}$ ，

故碳原子比氧原子大，故 C 错误。NaCl 溶液电离出 Na^+ 和 Cl^- 不需要条件，故 D 错误。

7. 下列说法不正确的是

A. 常温常压下，3.2 g O_2 和 O_3 的混合气体中含有氧原子的数目约为 $0.2 \times 6.02 \times 10^{23}$

B. 1 L $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CH_3COONa 溶液中含有 CH_3COOH 和 CH_3COO^- 的总数约为 $0.5 \times 6.02 \times 10^{23}$

C. 标准状况下，1.12 L HCl 气体中含有电子的数目约为 $0.9 \times 6.02 \times 10^{23}$

D. 0.1 mol 环氧乙烷 ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$) 中含有共价键的总数约为 $0.3 \times 6.02 \times 10^{23}$

【答案】D

【解析】3.2g O_2 和 O_3 混合气体中，氧原子的物质的量为 0.2mol，即含氧原子的数目为

$0.2 \times 6.02 \times 10^{23}$ ，故 A 正确。 $n(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0.5 \text{ mol}$ ，依据 CH_3COONa 的物料守恒，可得 $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.5 \text{ mol/L}$ ，即含有 CH_3COOH 和 CH_3COO^- 的总数约为 $0.5 \times 6.02 \times 10^{23}$ ，故 B 正确。标准状况下， $n(\text{HCl}) = 0.05 \text{ mol}$ ，1 个 HCl 中含 $18e^-$ ，则 0.5 mol HCl 含有 e^- 的数目为 $0.9 \times 6.02 \times 10^{23}$ ，故 C 正确。 0.1 mol 环氧乙烷中含有共价键数目约为 $0.7 \times 6.02 \times 10^{23}$ ，故 D 错误。

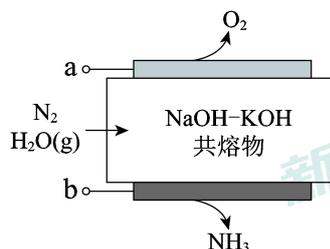
8. 以氮气和氢气为原料，电化学合成氨装置（电极不参与反应）示意图如下。下列说法不正确的是

A. 电极 a 连接电源的正极

B. OH^- 向电极 a 迁移

C. 电极 b 的电极反应： $\text{N}_2 + 6e^- + 6\text{H}^+ \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NH}_3$

D. 总反应： $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{电解}} 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$



【答案】C

【解析】从图中可知，a 为阳极，连接电源正极，故 A 正确。 OH^- 会移向阳极，故 B 正确。b 电极为阴极，电极方程式为： $\text{N}_2 + 6e^- + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NH}_3 + 6\text{OH}^-$ ，故 C 错误。总反应为 $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{电解}} 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$ ，故 D 正确。

9. 下列实验装置（部分夹持装置已略去）可以达到对应实验目的的是

| | A | B | C | D |
|------|----------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------|
| 实验目的 | 制备氢氧化铁胶体 | 分离乙酸乙酯和饱和 Na_2CO_3 溶液 | 除去 CO_2 中的少量 HCl | 收集 NO_2 |
| 实验装置 | | | | |

【答案】B

【解析】A 选项，制备氢氧化铁胶体的方法为：将饱和氯化铁溶液滴加到沸水中，故 A

错误；B选项，乙酸乙酯和饱和碳酸钠溶液不互溶，会出现分层，可用分液漏斗分离，故B正确；C选项， CO_2 也可以与饱和 Na_2CO_3 溶液反应，应用饱和 NaHCO_3 除去 CO_2 中少量 HCl ，故C错误；D选项 NO_2 的密度比空气密度大，应从长导管进入，故D错误。

10. 下列关于离子检验的说法不正确的是

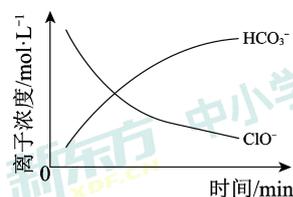
- A. 取某盐溶液加入浓 NaOH 溶液，加热，产生的气体可使湿润的红色石蕊试纸变蓝，该溶液中含有 NH_4^+
- B. 取某溶液滴加 KSCN 溶液，无明显现象，滴加氯水，溶液变红色，该溶液中含有 Fe^{2+}
- C. 取某溶液加入 BaCl_2 溶液，产生不溶于稀硝酸的白色沉淀，该溶液中一定含有 SO_4^{2-}
- D. 取某无色溶液通入 Cl_2 ，再加入 CCl_4 ，振荡，静置，下层呈紫色，该溶液中一定含有 I^-

【答案】C

【解析】A选项，考察 NH_4^+ 的检验，取样后加入浓 NaOH 溶液，加热产生能使湿润红色石蕊试纸变蓝的气体，故A正确；B选项，考察 Fe^{2+} 的检验，加入 KSCN 溶液无明显现象说明没有 Fe^{3+} ，滴入氯水后变红说明原溶液中有 Fe^{2+} ，故B正确；C选项，考察 SO_4^{2-} 的检验，加入 BaCl_2 溶液生成的不溶于稀硝酸的沉淀，可能是 BaSO_4 或 AgCl ，无法检验 SO_4^{2-} 的存在，正确方法为：取样，先加入稀盐酸无明显现象，再加入 BaCl_2 溶液生成白色沉淀，故C错误；D选项，考察 I^- 的检验，通入的 Cl_2 可将 I_2 置换出来，加入 CCl_4 溶液后，下层呈紫色，故D正确。

11. 处理某废水时，反应过程中部分离子浓度与反应进程关系如下图，反应过程中主要存在 N_2 、 HCO_3^- 、 ClO^- 、 CNO^- （C+4价，N-3价）、 Cl^- 等微粒，下列说法不正确的是

- A. 该废水呈强酸性
- B. 废水处理转化为无害物质
- C. 反应的离子方程式： $3\text{ClO}^- + 2\text{CNO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2 + 2\text{HCO}_3^- + 3\text{Cl}^-$

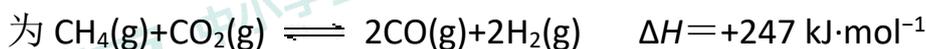


D. 每处理 1 mol CNO^- 转移 3 mol e^-

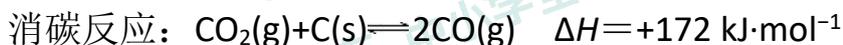
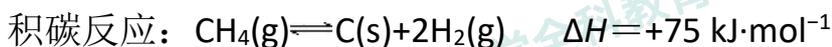
【答案】A

【解析】A 选项，反应过程中主要存在 N_2 、 HCO_3^- 、 ClO^- 、 CNO^- 、 Cl^- 等， H^+ 与 HCO_3^- 、 ClO^- 不可共存，所以该废水不会呈强酸性，故 A 错误；B 选项，废水处理物质为 N_2 、 HCO_3^- 、 Cl^- ，均为无害物质，故 B 正确；C 选项，由图像可知，随着反应的进行 $c(\text{ClO}^-)$ 减小， $c(\text{HCO}_3^-)$ 增大， ClO^- 有氧化性可将 CNO^- 氧化为 HCO_3^- 和 N_2 ，离子方程式为 $3\text{ClO}^- + 2\text{CNO}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{N}_2 + 2\text{HCO}_3^- + 3\text{Cl}^-$ ，故 C 正确；D 选项，每处理 1 mol CNO^- ，N 原子从 -3 价变为 0 价，转移 3 mol e^- ，故 D 正确。

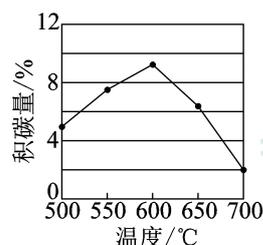
12. CH_4 - CO_2 催化重整可以得到合成气 (CO 和 H_2)，有利于减小温室效应，其主要反应



同时存在以下反应：



积碳会影响催化剂的活性，一定时间内积碳量和反应温度的关系如右图。



下列说法正确的是

- A. 高压利于提高 CH_4 的平衡转化率并减少积碳
- B. 增大 CO_2 与 CH_4 的物质的量之比有助于减少积碳
- C. 温度高于 600°C ，积碳反应的化学反应速率减慢，消碳反应的化学反应速率加快，积碳量减少
- D. 升高温度，积碳反应的化学平衡常数 K 减小，消碳反应的 K 增大

【答案】B

【解析】加压，总反应平衡逆移，积碳反应平衡逆移，所以高压不利于提高 CH_4 的平衡转化率，但可减少积碳，故 A 错误；增大 CO_2 和 CH_4 的物质的量之比，有助于积碳反应逆移，消碳反应正移，即有助于减少积碳，故 B 正确；温度高于 600°C ，积碳反应和消碳反应速率都加快，故 C 错误；积碳反应和消碳反应都是吸热反应，所以升高温

度二者的平衡常数 K 都增大，故 D 错误。

13. 将镁条置于 $\text{pH}=8.4$ 的饱和 NaHCO_3 溶液中，镁条表面产生气体 a，一段时间后产生白色沉淀 b。继续进行如下实验：

I. 将 a 通过澄清石灰水，变浑浊，继而通过足量 NaOH 溶液，再通入肥皂液，出现气泡，点燃气泡听到爆鸣声；

II. 向沉淀 b 中加入足量的稀盐酸，沉淀完全溶解，且产生无色气泡。

下列说法不正确的是

A. 饱和 NaHCO_3 溶液中， $c(\text{CO}_3^{2-}) < c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

B. 气体 a 中含有 CO_2 和 H_2

C. 沉淀 b 是 MgCO_3

D. CO_2 可能是 HCO_3^- 水解被促进产生的

【答案】C

【解析】饱和 NaHCO_3 溶液显碱性， HCO_3^- 水解程度大于电离程度，故 A 正确；气体 a 通过澄清石灰水，变浑浊，证明有 CO_2 ，点燃气泡有爆鸣声，证明有 H_2 ，故 B 正确；沉淀 b 能完全溶于足量的稀盐酸，还可能是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ， MgCO_3 混合物或带有结晶水的碳酸镁晶体或镁的碱式盐，故 C 错误； HCO_3^- 水解生成 H_2CO_3 ，水解程度增大， H_2CO_3 可再分解生成 CO_2 ，故 D 正确。

14. 探究甲醛与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的反应：

(1) 向 $6\text{ mL } 6\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液中滴加 8 滴 $2\% \text{CuSO}_4$ 溶液，振荡，加入 $0.5\text{ mL } 15\%$ 甲醛溶液，混合均匀，水浴加热，迅速产生红色沉淀，其周围剧烈产生无色气体。

(2) 反应停止后分离出沉淀，将所得沉淀洗净后加入浓盐酸，不溶解。

(3) 相同条件下，甲酸钠溶液与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应，未观察到明显现象。

已知： $\text{Cu}_2\text{O} \xrightarrow{\text{浓盐酸}} [\text{CuCl}_2]^-$ ，甲醛是具有强还原性的气体。

下列说法正确的是

- A. 红色沉淀的主要成分不是 Cu_2O ，可能是 Cu
- B. 将产生的无色气体通过灼热的 CuO 后得到红色固体，气体中一定含有 CO
- C. 从甲醛的结构 $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ 推测，其氧化产物可能为碳酸 ($\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$)，因此实验中得到的无色气体是 CO_2
- D. 含有 $-\text{CHO}$ 的有机物都可以被新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 氧化

【答案】A

【解析】 Cu_2O 溶于浓盐酸， Cu 不溶，红色沉淀不溶，故 A 正确；甲醛具有强还原性，水溶液易挥发，所以无色气体中的还原性成分可能是甲醛，故 B 错误；由甲醛的结构式，只能推测无色气体中可能有 CO_2 ，但是溶液为碱性，不能有 CO_2 ，故 C 错误；甲酸钠中含有 $-\text{CHO}$ ，但是和新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应，未观测到明显现象，没有被新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 氧化，故 D 错误。

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. (11 分) 某铜合金中 Cu 的质量分数为 80%~90%，还含有 Fe 等。通常用间接碘量法测定其中 Cu 的含量，步骤如下：

I. 称取 a g 样品，加入稀 H_2SO_4 和 H_2O_2 溶液使其溶解，煮沸除去过量的 H_2O_2 ，冷却后过滤，滤液定容于 250 mL 容量瓶中；

II. 取 50.00 mL 滤液于锥形瓶中，加入 NH_4F 溶液，控制溶液 pH 为 3~4，充分反应后，加入过量 KI 溶液，生成白色沉淀，溶液呈棕黄色；

III. 向 II 的锥形瓶中加入 $c \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定，至锥形瓶中溶液为浅黄色时，加入少量淀粉溶液，继续滴至浅蓝色，再加入 KSCN 溶液，剧烈振荡后滴至终点；

IV. 平行测定三次，消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的体积平均为 v mL，计算铜的质量分数。

已知： i. F^- 与 Fe^{3+} 生成稳定的 FeF_6^{3-} （无色）。

ii. I_2 在水中溶解度小，易挥发。

iii. $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$ （棕黄色）。

iv. $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ （无色）。

(1) I 中 Cu 溶解的离子方程式是_____。

(2) II 中 Cu^{2+} 和 I^- 反应生成 CuI 白色沉淀和 I_2 。

①加入 NH_4F 溶液的目的是_____。

② Cu^{2+} 和 I^- 反应的离子方程式是_____。

③加入过量 KI 溶液的作用是_____。

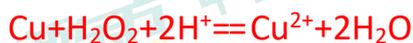
(3) 室温时， CuSCN 的溶解度比 CuI 小。CuI 沉淀表面易吸附 I_2 和 I_3^- ，使测定结果不准确。III 中，在滴定至终点前加入 KSCN 溶液的原因是_____。

(4) 样品中 Cu 的质量分数为_____（列出表达式）。

【答案】

(2) ①将溶液中的 Fe^{3+} 转化为 FeF_6^{3-} ，防止其氧化 I^- ③将 Cu^{2+} 充分还原为 CuI ； I^- 与 I_2 结合生成 I_3^- ，减少 I_2 的挥发(3) 将 CuI 沉淀转化为溶解度更小的 CuSCN 沉淀，释放出吸附的 I_2 和 I_3^- ，提高测定结果的准确程度(4) $(63.5 \times 5 \times cv \times 10^{-3} / a) \times 100\%$ (1分)

【解析】

(1) 向 Cu 中加入 H_2O_2 ， H_2O_2 做氧化剂， H_2SO_4 提供 H^+ ，故答案为：(2) ①由于 I 中加入 H_2SO_4 和 H_2O_2 ，使滤液中存在 Cu^{2+} 和 Fe^{3+} ， I^- 可与 Cu^{2+} 和 Fe^{3+} 均发生氧化还原反应而造成较大误差，故需屏蔽 Fe^{3+} 的干扰，加入 NH_4F 依据已知 i 生成稳定的 FeF_6^{3-} 离子，防止氧化 I^- 。故答案为：将溶液中的 Fe^{3+} 转化为 FeF_6^{3-} ，防止其氧化 I^- ②依据 (2) 题意可得方程式为： $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ ③需利用生成的 I_2 来进行测量，故过量 I^- 可与 Cu^{2+} 完全还原，且由已知 ii、iii 知将 I_2 转化为 I_3^- 有利于检测，防止 I_2 挥发。故答案为：将 Cu^{2+} 充分还原为 CuI ； I^- 与 I_2 结合生成 I_3^- ，减少 I_2 的挥发。(3) 依据已知，加入 KSCN 可以发生 $\text{CuI} + \text{SCN}^- = \text{CuSCN} + \text{I}^-$ ，产生溶解度更小的 CuSCN 沉淀，释放被吸附的 I_2 和 I_3^- ，使测量更准确。故答案为：将 CuI 沉淀转化为溶解度更小的 CuSCN 沉淀，释放出吸附的 I_2 和 I_3^- ，提高测定结果的准确程度。(4) 根据等量关系 50.00ml 滤液中： $2\text{Cu}^{2+} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ，可得 $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c \cdot v \cdot 10^{-3} \text{mol}$ ，故

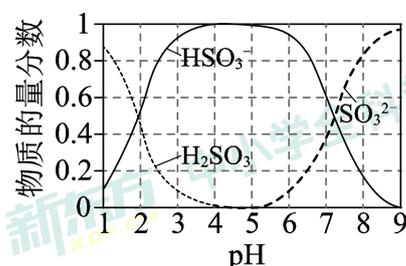
$$n_0(\text{Cu}) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c \cdot v \cdot 10^{-3} \text{ mol}, \quad \omega(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m_{\text{标}}} = \frac{63.5 \times 5c \cdot v \cdot 10^{-3}}{a} \times 100\%$$

故答案为: $(63.5 \times 5 \times cv \times 10^{-3} / a) \times 100\%$

16. (8分) 某炼锌厂利用含 ZnO 的烟尘脱除硫酸工艺烟气中的 SO_2 制 ZnSO_4 。

已知: I. $\text{ZnSO}_3 \cdot \frac{5}{2}\text{H}_2\text{O}$ 微溶于水, ZnSO_4 易溶于水。

II. 25°C 时, 溶液中 S (+4 价) 各组分的物质的量分数随 pH 变化曲线如右图。



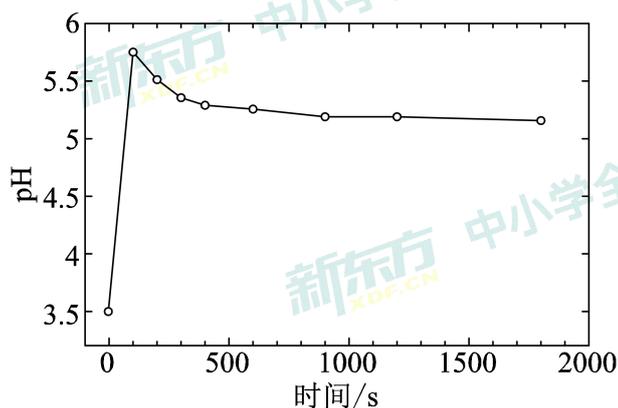
III. O_3 为强氧化剂, 1 mol O_3 被还原转移 2 mol e^- ,

同时生成 1 mol O_2 。

(1) SO_2 造成的环境问题主要是_____。

(2) ZnO 将 SO_2 转化为 $\text{ZnSO}_3 \cdot \frac{5}{2}\text{H}_2\text{O}$ 的化学方程式是_____。

(3) 将 $\text{ZnSO}_3 \cdot \frac{5}{2}\text{H}_2\text{O}$ 悬浊液转化为 ZnSO_4 时, 因其被 O_2 氧化的速率很慢, 易造成管道堵塞, 实验室模拟 O_3 氧化解决该问题。初始时用盐酸将 5% ZnSO_3 悬浊液调至 $\text{pH}=3.5$, 以一定的进气流量通入 O_3 , 研究 O_3 氧化 $\text{ZnSO}_3 \cdot \frac{5}{2}\text{H}_2\text{O}$, 其中溶液 pH 随时间变化的曲线如下。



① $\text{pH}=3.5$ 的溶液中含 S (+4 价) 的离子主要是_____。

② 一段时间后, 溶液的 pH 减小, 此过程中主要反应的离子方程式是_____。

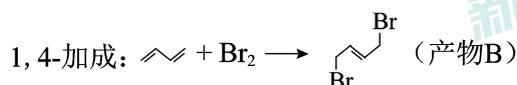
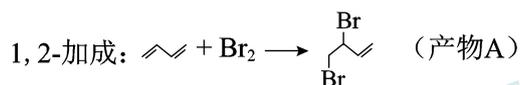
③ 解释 O_3 氧化可防止管道堵塞的原因: _____。

【答案】

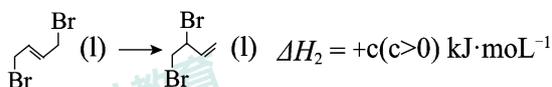
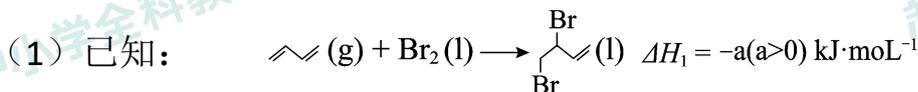
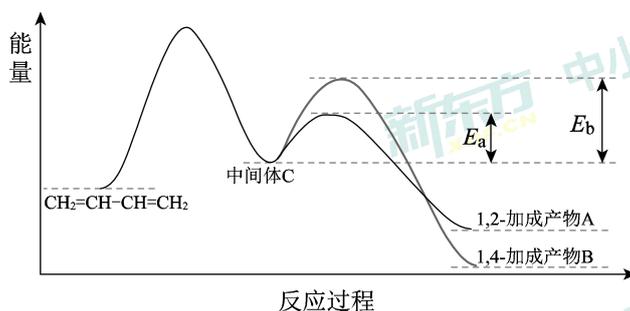
(1) 酸雨

(3) ① HSO_3^- ③ O_3 将 $\text{ZnSO}_3 \cdot \frac{5}{2}\text{H}_2\text{O}$ 氧化为可溶的 ZnSO_4 的化学反应速率快, 单位时间内固体残留量少, 防止管道堵塞

【解析】

(1) SO_2 容易形成酸雨, 故答案为酸雨;(2) 由题意可知, ZnO 与 SO_2 的反应为非氧化还原反应, 按照原子守恒配平即可, 故答案为 $2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{ZnSO}_3 \cdot \frac{5}{2}\text{H}_2\text{O}$;(3) ① 由图可知, $\text{pH}=3.5$ 时, 溶液中含 S (+4 价) 的离子是 HSO_3^- , 故答案为 HSO_3^- ;② 结合题目信息, 反应后溶液 pH 下降, 且该步反应为氧化还原反应, 故答案为:
 $\text{HSO}_3^- + \text{O}_3 \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{O}_2 + \text{H}^+$ ($2\text{HSO}_3^- + \text{O}_3 \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3$);③ 由题干信息可知, 由于 O_2 氧化速率慢, 导致 $\text{ZnSO}_3 \cdot \frac{5}{2}\text{H}_2\text{O}$ 悬浊液沉积, 造成管道堵塞, 故 O_3 氧化速率快, 且产物易溶于水, 可防止管道堵塞, 故答案为: O_3 将 $\text{ZnSO}_3 \cdot \frac{5}{2}\text{H}_2\text{O}$ 氧化为可溶的 ZnSO_4 的化学反应速率快, 单位时间内固体残留量少, 防止管道堵塞。17. (10 分) 研究 1,3-丁二烯和 Br_2 以物质的量之比为 1 : 1 加成时的反应:文献: I. 一般情况, 在相同条件下, 化学反应的活化能 (E) 越大, 化学反应速率越小。II. 1,3-丁二烯和 Br_2 以物质的量之比为 1 : 1 加成时的反应过程和能量变化的

示意图如下：



① 稳定性：A B (填“>”、“=”或“<”)。

② 气态 1,3-丁二烯和液态 Br_2 以物质的量之比为 1 : 1 加成生成液态 B 的热化学方程式是_____。

(2) 探究 1,2-加成和 1,4-加成的影响因素。

实验 1 将 1,3-丁二烯和 Br_2 以物质的量之比 1 : 1 加成，不同温度，相同时间内测定 A 和 B 在产物中的含量，低温时产物以 A 为主，较高温时以 B 为主。

实验 2 加热实验 1 中低温时的反应产物，A 的含量减少，B 的含量增大。

实验 3 在实验 1 的基础上，充分延长反应时间，无论是低温还是高温，产物中 B 的含量均增大。

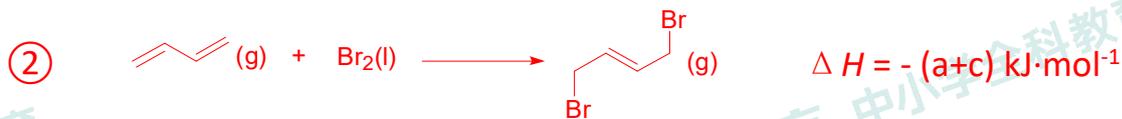
① 结合反应过程和能量变化的示意图,解释实验 1 中低温时产物以 A 为主的原因_____。

② 说明实验 2 中，升高温度，A 转化为 B 经历的物质转化过程：_____。

③ 综上所述，有利于 1,4 加成的措施是_____。

【答案】

(1) ① <



(2) ①从图中可知，生成 A 的活化能比生成 B 的小，化学反应速率快，所以低温时，产物以 A 为主

②升高温度，A 生成中间体 C，中间体 C 生成 B

③升高温度、延长反应时间

【解析】

(1) ①能量越高越不稳定，由图知 A 的能量高于 B，因此稳定性 $A < B$ 。

②由盖斯定律可知，该反应的 $\Delta H = -(a+c) \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

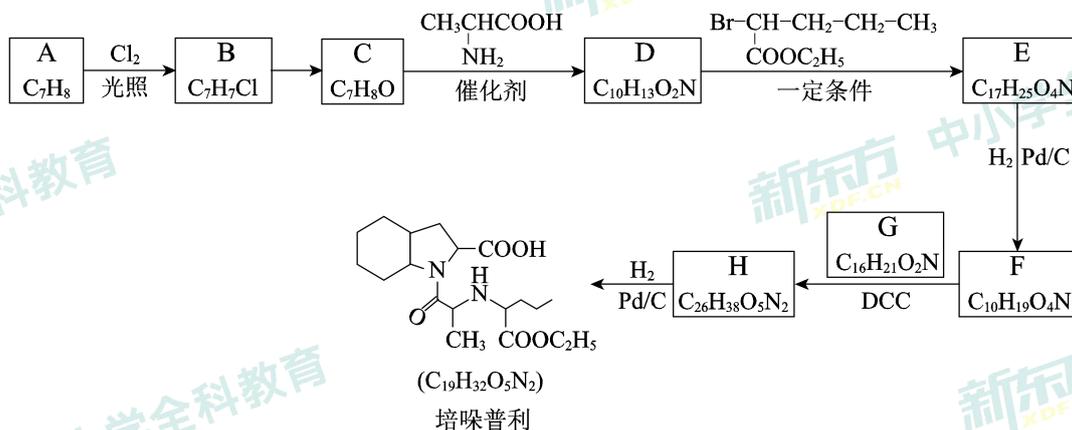


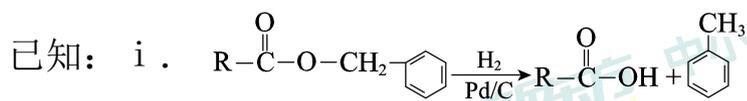
(2) ①从图中可知 $E_a < E_b$ ，所以生成 A 的反应速率更快，低温时，A 的含量较多。

②C 转化为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 的活化能较大，因此 A 转化为 B 的过程中，主要是 A 转化为 C，C 再直接转化为 B。

③由实验 1、2 可知，高温有利于 1,4-加成；由实验 3 可知，延长反应时间有利于 1,4-加成。

18. (14 分) 培哌普利主要用于治疗高血压与充血性心力衰竭，其合成路线如下：





ii . DCC 是一种很强的脱水剂。

(1) 芳香烃 A 的名称是_____。

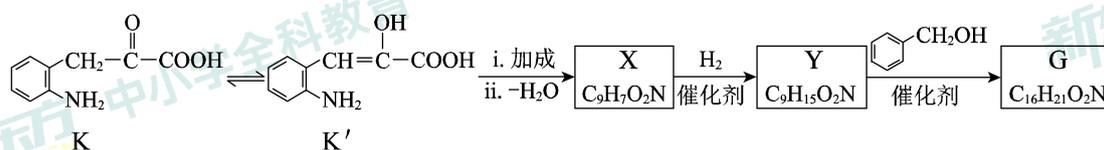
(2) B→C 所需的试剂及条件是_____。

(3) C→D 的化学方程式是_____。

(4) D→E 的反应类型是_____。

(5) F 的结构简式是_____。

(6) K 存在互变异构体 K' , G 可由如下路线合成:



①X 含有五元环和碳碳双键，其结构简式是_____。

②上述合成培哌普利的路线中，将 Y 转化为 G，再与 F 反应，而不直接用 Y 的主要目的是_____，与合成路线中_____ → _____ (填字母) 的转化目的相同。

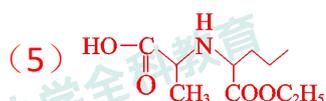
【答案】

(1) 甲苯

(2) NaOH 的水溶液 加热



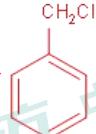
(4) 取代反应



②保护 Y 中的羧基 C→D

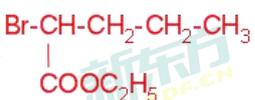
【解析】

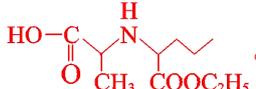
(1) 由 A 的分子式可知, A 为甲苯。

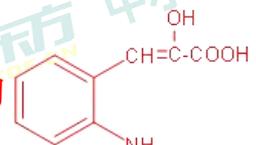
(2) 根据 A→B 的条件及 B 与 C 的分子式可知, B 为 , C 为 , B→C 的反应类型为卤代烃的水解, 反应条件为 NaOH 的水溶液, 加热。

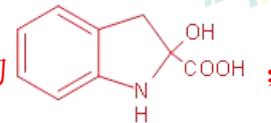
(3) 由最终产物结构与 C→D 的分子式变化可知, 此步骤为取代反应, 其化学反应方

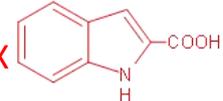


(4) 根据 D→E 的结构变化及最终产物结构可知, D 的氨基氢原子与  的溴原子发生了取代反应。

(5) 根据已知 i 的信息, 结合 E 的结构, 可知 F 为 。

(6) ①根据 K' 的结构 , K→X 的反应类型以及题目已知中的“X 含有五元环及碳碳双键”可知, K→X 的反应过程为: [1] K 的氨基与自身碳碳双键发生加成反

应, 生成中间产物 ; [2] 之后羟基与邻碳上氢原子发生消去反应 (-H₂O),

生成 X 

②若 Y 直接与 F 反应则可能导致 Y 的羧基 (-COOH) 与 F 的亚氨基 (-NH-) 发生副反应, 因此应保护 Y 的羧基, 此步骤与 C→D 同理。

19. (15 分) 某小组电解 K₂Cr₂O₇ 溶液, 研究过程如下:

实验一 电压不同时, 用石墨电极电解硫酸酸化的 pH=2.5 的饱和 K₂Cr₂O₇ 溶液,

实验现象如下：

| 电压/V | 实验现象 |
|------|--------------------------------|
| 2.0 | 阳极缓慢产生少量气泡，阴极没有气泡 |
| 3.0 | 阳极产生较多气泡，阴极产生少量气泡 |
| >5.0 | 两极均快速产生大量气泡，阴极产生气泡的速率约为阳极的 2 倍 |

(1) 阳极产生的气体是_____。

(2) 电压为 2.0 V 时，阴极区检出 Cr^{3+} ，结合实验现象判断在阴极放电的主要离子是_____。

(3) 电压高于 5.0 V 时，被电解的主要物质是_____。

实验二 探究其他因素对电解 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液的影响。用相同强度的稳恒电流（单位时间内转移的电子数始终相同），分别电解 3 份 500 mL 相同浓度的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液，电解时间均为 30 min。实验结果如下：

| 实验序号 | I | II | III |
|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| 电极材料 | 阴极：石墨 阳极：石墨 | 阴极：石墨 阳极：石墨 | 阴极：石墨 阳极：铁 |
| 加入的物质 | 1 mL 浓硫酸 | 1 mL 浓硫酸、 少量硫酸铁 | 1 mL 浓硫酸 |
| 电极表面是否产生气泡 | 两极均产生气泡 | 两极均产生气泡 | 阴极：产生气泡 阳极：无明显气泡产生 |
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 还原率/% | 12.7 | 20.8 | 57.3 |
| 阴极变化 | 实验结束后取出电极，仅 I 中阴极上附着银白色固体，经检验为金属 Cr | | |

(4) 对比 I、II 可知，阴极表面是否析出金属 Cr，以及 II 中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的还原率提高均与_____（填离子符号）有关。

(5) III中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 还原率较 I、II 有较大提高，分析其原因：

①阳极区：阳极反应：_____，进而使 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被还原。

②阴极区：由于_____，进而促进了 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 在阴极区被还原，依据的实验现象是_____。

(6) 工业上处理含 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的废水，用铁作阳极，控制一定的电压，初始 pH 为 3~4，将 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 最终转化为难溶的 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 除去。结合上述实验，电压不宜过高、pH 不宜过小的目的，除节约成本和防止腐蚀设备外，还有_____。

【答案】

(1) O_2 (1分)

(2) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

(3) H_2O (H^+ 和 OH^-)

(4) Fe^{3+}

(5) ① $\text{Fe}-2\text{e}^-==\text{Fe}^{2+}$

② Fe^{3+} 迁移进入阴极区，在阴极得电子生成 Fe^{2+}

II 中比 I 中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 还原率高，II、III 中阴极上均没有析出 Cr

(6) 避免电压过高、pH 过小导致 H^+ 在阴极放电，从而降低 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的还原率；pH 过小不利于 Cr^{3+} 转化为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$

【解析】

(1) 溶液中没有还原性比水更强的微粒，所以阳极水失去电子生成氧气。

(2) 从题目现象和题目提示出发，阴极应该发生还原反应， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 中 Cr 元素化合价为 +6 变为 Cr^{3+} 化合价降低，所以放电微粒为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 。

(3) 从实验现象：两极均产生大量气泡，以及阴极气泡速率为阳极 2 倍，结合阴阳极放电顺序，可知电压大于 5V 时，被电解的是水，生成氢气、氧气。

(4) 对比试验 I、II 可知，两个实验的区别仅为溶液中是否存在少量硫酸铁，所以答案

为 Fe^{3+}

(5) 由阳极放电顺序可知，当阳极为活泼金属时，活泼金属失去电子变为阳离子，所以答案为： $\text{Fe}-2\text{e}^{-}=\text{Fe}^{2+}$ 。对比 I、II 可知当加入硫酸铁后，Cr 去除率提高，结合所学知识可知 II 中应该是加入的 Fe^{3+} 得电子变为 Fe^{2+} 还原了重铬酸根使其去除率提高。

而 II、III 中阴极均无银白色固体 Cr 单质生成，而 III 中 Cr 去除率却比 I、II 都高，综合分析可知 III 中 Cr 去除率提高的原因应为： Fe^{3+} 迁移进入阴极区，在阴极得电子变为 Fe^{2+} 。而依据的实验现象则应为：II 中重铬酸根去除率大于 I，且 II、III 电极上均没有析出 Cr

(6) 由实验一、二可知，电压过高会导致生成氢离子在阴极放电从而降低 Cr 元素去除率。而如果 pH 过小，则 Cr^{3+} 很难转化为沉淀被除去。所以答案应为：避免电压过高、pH 过小导致 H^{+} 在阴极放电，从而降低 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的还原率；pH 过小不利于 Cr^{3+} 转化为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$