

试卷类型：A

高三一轮检测

化学试题

2024.03

注意事项：

- 1.答卷前，考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
- 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。

可能用到的相对原子质量：H1 N14 O16 Na23 S32 Cl35.5 Fe56

一、选择题：本题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 下列有关化学实验安全规范的说法错误的是

- A. 眼睛溅进酸液，立即用大量水冲洗
- B. 废弃药品中含有的少量金属钠可用乙醇处理
- C. 开启盛装易挥发液体的试剂瓶前，应反复摇动
- D. 加热 KClO_3 制备 O_2 并用排水法收集，出现倒吸现象，应立即松开导管上的橡皮管

【答案】C

【解析】

【详解】A. 眼睛溅进酸液，立即用大量水冲洗，防止腐蚀眼睛，A 正确；

B. 钠能与乙醇反应生成乙醇钠和 H_2 ，则废弃药品中含有的少量金属钠可用乙醇处理，B 正确；

C. 开启装有易挥发液体试剂瓶前，反复摇动可能会产生大量气体，导致瓶内压强增大，开启时可能造成实验事故，可先将试剂瓶放在自来水流中冷却几分钟，开启时瓶口不要对人，C 错误；

D. 加热 KClO_3 制备 O_2 并用排水法收集，出现倒吸现象，应立即松开导管上的橡皮管，使倒吸停止，防止水倒吸至试管发生炸裂，D 正确；

故选 C。

2. 氮化硼晶体有多种结构，六方相氮化硼结构与石墨相似，但不具有导电性，立方相氮化硼结构与金刚石相似。下列说法错误的是

- A. 六方相氮化硼层上 π 键电子不能自由移动
- B. 六方相氮化硼熔点高于立方相氮化硼
- C. 立方相氮化硼中存在“ $\text{N} \rightarrow \text{B}$ ”的配位键
- D. $1\text{mol}(\text{BN})_x$ (六方相氮化硼) 中含 $3\text{mol} \sigma$ 键

【答案】A

【解析】

【详解】A. 六方相氮化硼结构与石墨相似，但不具有导电性，说明六方相氮化硼层上没有 π 键，原因是N的电负性比B大很多，电子难以自由移动，故A错误；

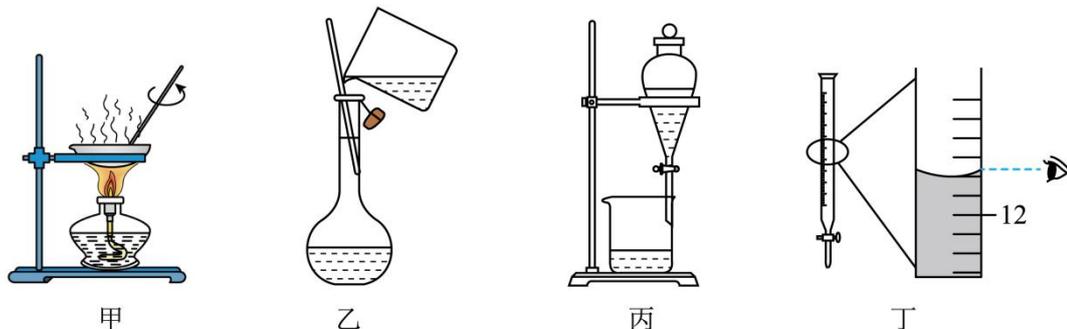
B. 六方相氮化硼层间为分子间作用力，和石墨结构类似，为混合晶体，立方相氮化硼为空间网状结构，不存在分子，为共价晶体，结合石墨和金刚石的熔点，石墨高，所以六方相氮化硼熔点高，故B正确；

C. B原子最外层有3个电子，存在空轨道，N原子最外层有5个电子，存在孤电子对，所以立方相氮化硼含配位键 $N \rightarrow B$ ，故C正确；

D. 六方相氮化硼晶体中层内每个硼原子与相邻的3个氮原子构成平面三角形，每个共价键未被共有，所以1 mol 六方相氮化硼含3 mol B-N共价键，故D正确；

故选A。

3. 下列实验操作及所选实验装置均正确的是



- A. 海带提碘实验中使用装置甲将海带灼烧成灰
B. 配制NaOH溶液过程中使用装置乙将NaOH固体溶解
C. 用NaOH溶液分离乙醇和乙酸乙酯的混合物使用装置丙
D. $KMnO_4$ 标准溶液滴定亚铁盐实验，滴定结束时如图丁所示读数

【答案】D

【解析】

【详解】A. 海带提碘实验中使用坩埚将海带灼烧成灰，A错误；

B. 容量瓶不能用于溶解和稀释，只能配制一定物质的量浓度的溶液，应先在烧杯中溶解NaOH固体，冷却至室温后再转移至容量瓶，B错误；

C. 用NaOH溶液会使乙酸乙酯水解，应用饱和碳酸钠溶液，C错误；

D. 酸性高锰酸钾用酸式滴定管，读数时视线与凹液面相平，D正确；

故选D。

4. $Na_4S_2O_3$ 和 $CaOCl_2$ 均属于混盐(由一种阳离子与两种酸根阴离子组成的盐称为混盐)。已知向 $Na_4S_2O_3$ 中加入足量稀硫酸时发生反应 $2Na_4S_2O_3 + 4H_2SO_4 = 4Na_2SO_4 + 3S \downarrow + SO_2 \uparrow + 4H_2O$ 。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，

下列说法错误的是

- A. $\text{Na}_4\text{S}_2\text{O}_3$ 和足量稀硫酸反应时, 每产生 9.6g S 时, 转移 $0.6N_A$ 个电子
- B. 1mol $\text{Na}_4\text{S}_2\text{O}_3$ 固体中共含有 $6N_A$ 个离子
- C. $\text{Na}_4\text{S}_2\text{O}_3$ 与 CaOCl_2 的水溶液均显碱性
- D. 向 CaOCl_2 中加入足量稀硫酸会有 Cl_2 产生, 被氧化与被还原的原子数相等

【答案】A

【解析】

【详解】A. 根据混盐定义判断, $\text{Na}_4\text{S}_2\text{O}_3$ 由 Na^+ 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 构成,

$2\text{Na}_4\text{S}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 反应中, 2 个 S 化合价由 -2 升高为 0, 1 个 S 化合价由 +4

降低为 0, 生成 3mol S 转移 4mol 电子, 每产生 9.6g S 时转移电子数 = $\frac{9.6\text{g}}{32\text{g/mol}} \times \frac{4}{3} \times N_A \text{mol}^{-1} = 0.4N_A$, 故 A 错误;

B. $\text{Na}_4\text{S}_2\text{O}_3$ 由 Na^+ 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 构成, 1mol $\text{Na}_4\text{S}_2\text{O}_3$ 固体中共含有 $6N_A$ 个离子, 故 B 正确;

C. $\text{Na}_4\text{S}_2\text{O}_3$ 由 Na^+ 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 构成, SO_3^{2-} 、 S^{2-} 水解使溶液呈碱性; CaOCl_2 由 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 ClO^- 构成, ClO^- 水解使溶液显碱性, 故 C 正确;

D. CaOCl_2 由 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 ClO^- 构成, 向 CaOCl_2 中加入足量稀硫酸, Cl^- 、 ClO^- 发生归中反应生成氯气, 反应方程式为 $\text{Cl}^- + \text{ClO}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 被氧化与被还原的原子数相等, 故 D 正确;

故选 A。

5. 取一定体积的下列两种试剂(浓度均为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 进行反应, 改变两种试剂的滴加顺序, 反应产生的现象相同的是

- A. Na_2CO_3 溶液、稀盐酸
- B. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液、氨水
- C. NaHCO_3 溶液、溴水
- D. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液、酸性 KMnO_4 溶液

【答案】B

【解析】

【详解】A. 向 Na_2CO_3 溶液中滴加稀盐酸, 刚开始没有气泡, 然后才产生气泡, 向稀盐酸中滴加 Na_2CO_3 溶液直接产生气泡, 故 A 不符合题意;

B. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液和氨水无论滴加顺序怎样, 都会生成氢氧化铝沉淀, 故 B 符合题意;

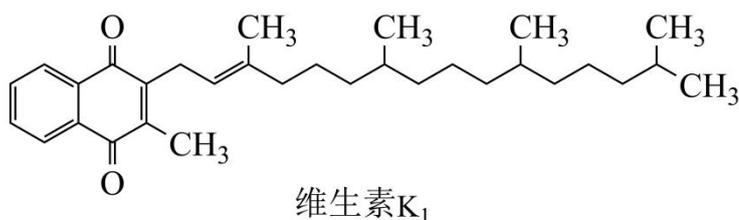
C. 向 NaHCO_3 溶液中滴加溴水, 溴水中的 HCl 和 NaHCO_3 反应生成二氧化碳气体, 溴水过量时溶液变为橙黄色,

向溴水中滴加 NaHCO_3 溶液，溴水中的 HCl 和 NaHCO_3 反应生成二氧化碳气体，溶液由橙黄色变为无色，故 C 不符合题意；

D. 向 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中滴加酸性 KMnO_4 溶液，溶液由无色变为红色，向酸性 KMnO_4 溶液中滴加 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液，溶液由红色变为无色，故 D 不符合题意；

故选 B。

6. 人体缺乏维生素 K_1 (结构如下图所示) 时会引起低凝血酶原血症，出现凝血障碍。下列说法错误的是



- A. 维生素 K_1 的化学式为 $\text{C}_{31}\text{H}_{46}\text{O}_2$
- B. 维生素 K_1 分子中的 C 有 2 种杂化方式
- C. 可以发生氧化、还原、聚合、取代等反应
- D. 被氢气充分还原后的产物中，含有 7 个手性碳原子

【答案】D

【解析】

【详解】A. 维生素 K_1 分子中含有 31 碳原子、46 个氢原子和 2 个氧原子，则分子式为 $\text{C}_{31}\text{H}_{46}\text{O}_2$ ，A 正确；

B. 维生素 K_1 分子中 C 原子的价层电子对数为 4 或 3，对应杂化方式为 sp^3 或 sp^2 ，则 C 有 2 种杂化方式，B 正确；

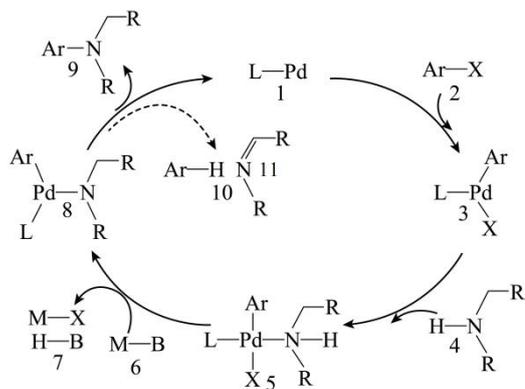
C. 维生素 K_1 分子中含有碳碳双键，可以发生氧化、还原、聚合反应；苯环上的氢原子、甲基上的氢原子均可以被取代，发生取代反应，C 正确；

D. 被氢气充分还原后的产物为 ，该产物分子的手性碳原子用“*”标注为：

，则含有 9 个手性碳原子，D 错误；

故选 D。

7. Buchwald-Hartwig 偶联反应，是在钯催化和碱存在下，胺与芳卤的交叉偶联反应。反应机理如图所示(图中 Ar 表示芳香烃基， $\text{---}\rightarrow$ 表示为副反应)。下列说法正确的是



- A. 芳胺中的 R 若为烷基，其碱性会减弱
 B. 该变化过程中涉及到的有机反应类型仅限于取代反应和加成反应

C. 理论上 1mol $\text{H}-\text{N}(\text{C}_6\text{H}_{11})-\text{H}$ 最多能消耗 1mol $\text{C}_6\text{H}_4-\text{Br}$

D. 若原料用 $\text{C}_6\text{H}_4-\text{Br}$ 和 $\text{H}-\text{N}(\text{C}_6\text{H}_{11})-\text{H}$ ，则可能得到的产物为 $\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}(\text{C}_6\text{H}_{11})-\text{C}_6\text{H}_4$ 、 C_6H_6 和 $\text{N}(\text{C}_6\text{H}_{11})=\text{C}_6\text{H}_6$

【答案】D

【解析】

【分析】由图可知，1 为催化剂，3、5、8 为中间产物，2、4、6 为反应物，7、9 为产物，10、11 为副产物。

【详解】A. 芳胺中的 R 若为烷基，烷基是推电子基所以其碱性会增强，A 错误；

B. 该过程中， $8 \rightarrow 10$ 为消去反应，B 错误；

C. 根据题意，发生反应 $\text{HN}(\text{C}_6\text{H}_{11})\text{NH} + 2 \text{C}_6\text{H}_4-\text{Br} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4-\text{N}(\text{C}_6\text{H}_{11})-\text{N}(\text{C}_6\text{H}_{11})-\text{C}_6\text{H}_4 + 2\text{HBr}$ ，理论

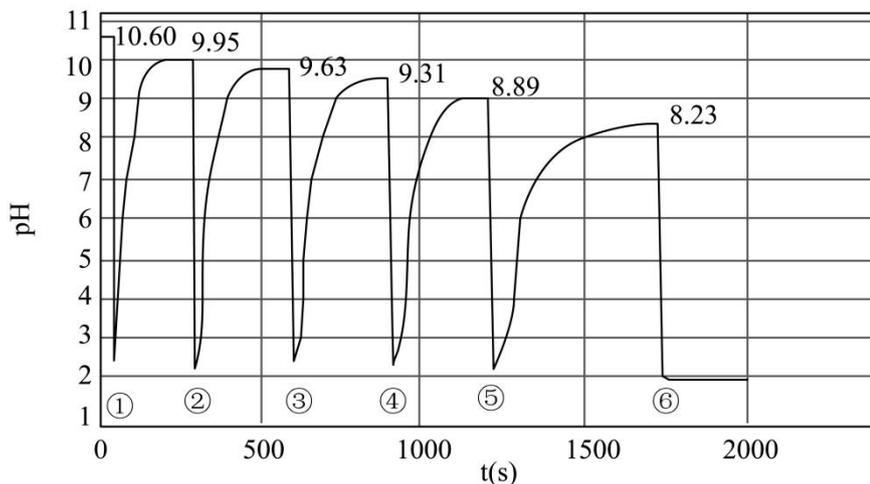
上 1mol $\text{HN}(\text{C}_6\text{H}_{11})\text{NH}$ 最多能消耗 2mol $\text{C}_6\text{H}_4-\text{Br}$ ，C 错误；

D. 若原料用 $\text{C}_6\text{H}_4-\text{Br}$ 和 $\text{HN}(\text{C}_6\text{H}_{11})\text{NH}$ ，反应的主产物是 $\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}(\text{C}_6\text{H}_{11})-\text{C}_6\text{H}_4$ ，副产物为 C_6H_6 和 $\text{N}(\text{C}_6\text{H}_{11})=\text{C}_6\text{H}_6$ ，

D 正确；

故选 D。

8. 25℃ 下，在含一定质量 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的悬浊液中，分 6 次快速注入等量盐酸，体系 pH 变化曲线如图。下列说法不正确的是



- A. 由图可知，酸碱中和反应速率大于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀溶解速率
 B. 第 6 次加入盐酸时， $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀消耗完全
 C. 由图可知 $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2]=5 \times 10^{-32.8}$
 D. 上述过程中 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀溶解平衡常数保持不变

【答案】C

【解析】

【详解】A. 中和反应是一个进行的极快的反应，瞬间就可完成，A 正确；

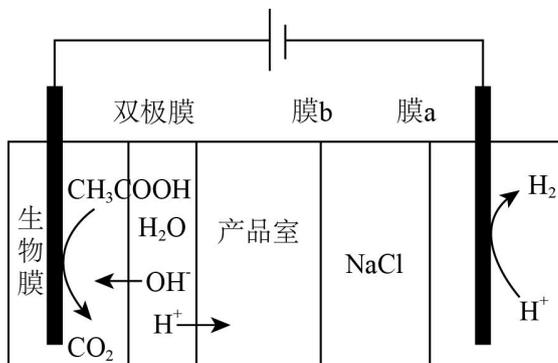
B. 由图可知第 6 次加入盐酸时，溶液的 pH 不变， $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀消耗完全，B 正确；

C. 由图可知未加入稀盐酸时溶液的 $\text{pH}=10.6$ ， $c(\text{H}^+)=1 \times 10^{-10.6}$ ，则 $c(\text{OH}^-)=1 \times 10^{-3.4}$ ， $c(\text{Mg}^{2+})=\frac{1}{2} \times 10^{-3.4}$ ，
 $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2]=c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c(\text{OH}^-)^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-3.4} \times (1 \times 10^{-3.4})^2 = 5 \times 10^{-11.2}$ ，C 错误；

D. 沉淀溶解平衡常数只与温度有关，温度不变沉淀溶解平衡常数保持不变，D 正确；

故选 C。

9. 利用微生物电化学处理有机废水，同时可淡化海水并获得酸碱。现以 NaCl 溶液模拟海水、采用惰性电极，用如右图所示的装置处理有机废水(以含有机酸 CH_3COOH 溶液为例)，在直流电场作用下，双极膜间的水解离成 H^+ 和 OH^- 。下列说法正确的是



- A. 阳极反应式为： $\text{CH}_3\text{COOH} + 8\text{OH}^- - 8\text{e}^- = 2\text{CO}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$
 B. 膜 a 为阴离子交换膜，膜 b 为阳离子交换膜

C. 产品室生成的物质为 NaOH

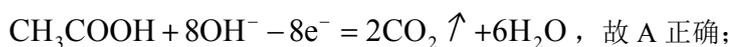
D. 当阴极产生 11.2L 气体时，理论上可除去模拟海水中 5.85gNaCl

【答案】A

【解析】

【分析】由图知，阳极上 CH_3COOH 失去电子生成 CO_2 ，阴极上氢离子得电子生成氢气，该电解池是利用微生物电化学处理有机废水，同时可淡化海水并获得酸碱，则氢离子通过双极膜进入产品室，氯离子通过膜 b 进入产品室，则膜 b 为阴离子交换膜，产品室生成的物质为盐酸；膜 a 为阳离子交换膜，钠离子从此进入阴极，得到产品氢氧化钠，据此分析作答。

【详解】A. 由图知，阳极上 CH_3COOH 失去电子生成 CO_2 ，电极反应式为：



B. 由分析可知，膜 a 为阳离子交换膜，膜 b 为阴离子交换膜，故 B 错误；

C. 氢离子通过双极膜进入产品室，氯离子通过膜 b 进入产品室，产品室生成的物质为盐酸，故 C 错误；

D. 未说明 11.2L 气体所处的温度和压强，无法计算其物质的量，故 D 错误；

故选 A。

10. 某兴趣小组将过量 Cu 与 FeCl_3 溶液充分反应，静置后取上层清液于试管中，将 KSCN 溶液滴加到清液中，瞬间产生白色沉淀，附近溶液出现红色；振荡试管，红色又迅速褪去。已知：

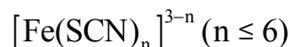


③ $(\text{SCN})_2$ 是拟卤素，化学性质和氯气相似

下列说法正确的是

A. 用 KSCN 溶液检验 Fe^{3+} 时， Cu^{2+} 的存在不会对检验产生干扰

B. 局部出现红色主要是因为溶液中的 Fe^{2+} 被空气中的 O_2 氧化成 Fe^{3+} ， Fe^{3+} 与 KSCN 反应生成



C. 白色沉淀是 CuCl ，是溶液中 CuCl_2 与 Cu 反应生成的

D. 红色迅速褪去的原因是振荡试管时 Cu^{2+} 与 SCN^- 发生反应，从而使 $\text{Fe}^{3+} + n\text{SCN}^- = [\text{Fe}(\text{SCN})_n]^{3-n}$ 平衡逆向移动

【答案】D

【解析】

【详解】A. 用 KSCN 溶液检验 Fe^{3+} 时, 根据 $2\text{CuCl}_2 + 4\text{KSCN} = 2\text{CuSCN} \downarrow (\text{白色}) + (\text{SCN})_2 + 4\text{KCl}$, Cu^{2+} 存在干扰, 故 A 错误;

B. 红色物质是 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, $(\text{SCN})_2$ 为拟卤素, 化学性质和氯气相似, 说明也具有氧化性, 溶液中的 Fe^{2+} 也可能是被 $(\text{SCN})_2$ 氧化成 Fe^{3+} , 故 B 错误;

C. Cu (过量) 与 FeCl_3 溶液反应, 得到的是氯化铜和氯化亚铁, 在 Cu 过量时, 继续反应

$\text{CuCl}_2 + \text{Cu} = 2\text{CuCl} \downarrow (\text{白色})$, 溶液中一定存在亚铁离子, 可能会存在铜离子存在, 一定会出现 CuCl (白色), 但是将 KSCN 溶液滴加到混合液中, 也可能存在反应 $2\text{CuCl}_2 + 4\text{KSCN} = 2\text{CuSCN} \downarrow (\text{白色}) + (\text{SCN})_2 + 4\text{KCl}$, 所以观察到瞬间产生白色沉淀可能是溶液中的 CuCl_2 与 Cu 反应生成, 也可能是 CuCl_2 、KSCN 之间反应生成, 故 C 错误;

D. Cu 只要和 Fe^{3+} 反应生成 Cu^{2+} 和 Fe^{2+} , Cu^{2+} 就会与 SCN^- 反应, 故红色褪去也有可能是溶液中的 SCN^- 被消耗, 从而使 $\text{Fe}^{3+} + n\text{SCN}^- = [\text{Fe}(\text{SCN})_n]^{3-n}$ 平衡逆移, 故 D 正确;

故选 D。

二、选择题: 本题共 5 小题, 每小题 4 分, 共 20 分。每小题有一个或两个选项符合题目要求, 全部选对得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分。

11. 下列根据实验方案设计及现象得出结论错误的是

选项	实验设计及现象	结论
A	往碘的 CCl_4 溶液中加入等体积浓 KI 溶液, 振荡。溶液分层, 下层紫红色变浅粉红色, 上层呈棕黄色	碘在浓 KI 溶液中溶解能力大于在 CCl_4 中溶解能力
B	有机物 A 加入 NaOH 乙醇溶液中, 充分加热; 冷却后, 取混合液加足量硝酸酸化, 滴加硝酸银溶液, 未产生白色沉淀	有机物 A 不可能是氯代烃
C	向 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中, 先加 NaOH 溶液调节 $\text{pH} = 4$, 有红褐色沉淀生成, 再加入足量的 KSCN 溶液, 沉淀不溶解	在 $\text{pH} = 4$ 时, OH^- 结合 Fe^{3+} 的能力比 SCN^- 强
D	常温下, 用 pH 计分别测定浓度均为 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 KCl 溶液和 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液的 pH, 测得 pH 均为 7.0	两溶液中水的电离程度相同

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】BD

【解析】

【详解】A. 往碘的 CCl_4 溶液中加入等体积浓 KI 溶液，振荡。溶液分层，下层紫红色变浅粉红色，上层呈棕黄色，说明碘在浓 KI 溶液中溶解能力大于在 CCl_4 中溶解能力，A 正确；

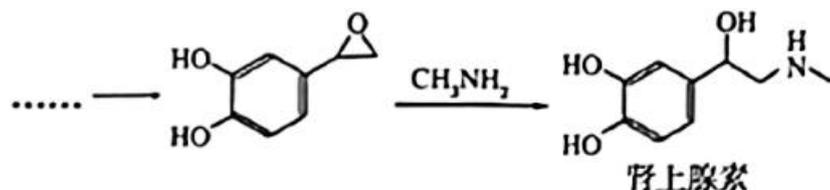
B. 有机物 A 加入 NaOH 乙醇溶液中，充分加热，冷却后，取混合液加足量硝酸酸化，滴加硝酸银溶液，未产生 AgCl 白色沉淀，说明有机物 A 可能是氯代烃，故 B 错误；

C. 向 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中，先加 NaOH 溶液调节 $\text{pH} = 4$ ，有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 红褐色沉淀生成，再加入足量的 KSCN 溶液，沉淀不溶解，说明在 $\text{pH} = 4$ 时， OH^- 结合 Fe^{3+} 的能力比 SCN^- 强，C 正确；

D. $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液中醋酸根和铵根均发生水解，水的电离被促进； KCl 溶液中水的电离既没有被抑制也没有被促进，故 D 错误；

故选 BD。

12. 肾上腺素是一种脂溶性激素，常用于临床抢救。人工合成肾上腺素的某种路线如下所示：



下列说法错误的是

- A. 肾上腺素注射液中加入盐酸可使肾上腺素具有更好的溶解性
- B. 1mol 肾上腺素最多消耗 3mol NaOH
- C. 肾上腺素的同分异构体中存在含有酰胺基的芳香族化合物
- D. 上述方法最终得到的肾上腺素是一对对映异构体的混合物，须分离后使用

【答案】BC

【解析】

【详解】A. 肾上腺素是一种脂溶性激素，在水中溶解度不大，加入盐酸后，可形成盐，使其具有更好的溶解性，A 正确；

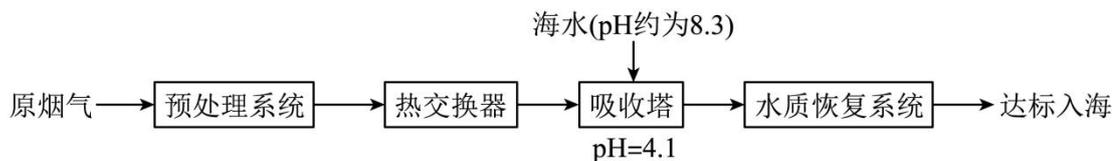
B. 由结构简式可知，1 个肾上腺素分子上含有 2 个酚羟基，则 1mol 肾上腺素最多消耗 2mol NaOH ，B 错误；

C. 由结构简式可知该物质中除苯环外不含其他不饱和价键，而酰胺基中含有碳氧双键，因此不存在含有酰胺基的芳香族化合物，C 错误；

D. 肾上腺素上与苯环相连的碳为手性碳，则该物质存在对映异构体，上述方法最终得到的肾上腺素是一对对映异构体的混合物，由于两种构型的分子结构不同，导致其性质不同，或只有一种构型的分子具有疗效，另一种构型的分子可能对人体具有潜在风险，需要分离除去，D 正确；

故选 BC。

13. 某沿海地区的煤电厂排放烟气量为 $2.0 \times 10^6 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ，其中含 SO_2 为 0.15%，该厂开发出海水脱硫新工艺，流程如下图所示。已知：25℃ 时， H_2SO_3 ： $K_{a1} = 1.3 \times 10^{-2}$ ， $K_{a2} = 6.2 \times 10^{-8}$ ， H_2CO_3 ： $K_{a1} = 4.5 \times 10^{-7}$ ， $K_{a2} = 4.7 \times 10^{-11}$ 。下列说法正确的是



- A. 吸收塔内，烟气应从吸收塔的顶部通入，与喷洒的海水充分接触
- B. 吸收塔发生的主要反应为 $\text{SO}_2 + 2\text{HCO}_3^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$
- C. 经该流程脱硫处理后 SO_2 为 $144 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ，则脱硫率为 95.2%
- D. 水质恢复系统主要作用是调节吸收液的酸碱性

【答案】C

【解析】

【详解】A. 为了使吸收塔中烟气与海水充分接触反应，吸收塔内烟气应从吸收塔的下部通入，与塔顶喷淋的海水充分接触，故 A 错误；

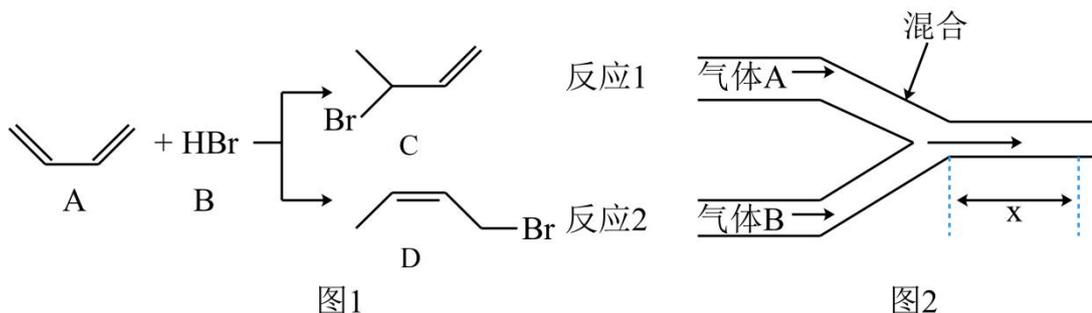
B. $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) > K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) > K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)$ ，故吸收塔内二氧化硫和海水中碳酸氢根离子发生反应的离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{HCO}_3^- = \text{HSO}_3^- + \text{CO}_2$ ，故 B 错误；

C. 脱硫率 = $\frac{2.0 \times 10^6 \text{ kg/h} \times 0.15\% - 144 \text{ kg/h}}{2.0 \times 10^6 \text{ kg/h} \times 0.15\%} \times 100\% = 95.2\%$ ，故 C 正确；

D. 水质恢复系统的主要作用是降低 CO_2 浓度和提高 pH 值，故 D 错误；

故选 C。

14. 已知有以下有机反应(图 1)与反应装置(图 2)：



其中 A, B, C, D 的百分含量随着 X 的变化如下表所示：

	X = 1m	X = 2m	X = 3m	X = 4m	X = 5m	X = 6m	X = 7m
物	40%	30%	10%	5%	4%	2%	0%

质 A							
物 质 B	40%	30%	10%	5%	4%	2%	0%
物 质 C	15%	30%	65%	60%	40%	20%	1%
物 质 D	5%	10%	15%	30%	52%	76%	99%

下列说法错误的是

- A. 物质 D 相比于物质 C 在该反应中更稳定
 B. 反应 1 的活化能小于反应 2 的活化能
 C. 增大 B 气流的流速, $X = \infty\text{m}$ 处, $n(\text{D}) : n(\text{C})$ 的比值不变
 D. 若需提高物质 C 的产率, 可将管道的出口设计相对更远

【答案】D

【解析】

【详解】A. 由表中数据可知, 随 X 的增大, 物质 C 的百分含量先增大后减小, 物质 D 的百分含量一直在增大, 说明物质 C 不稳定, 物质 D 比较稳定, 则物质 D 相比于物质 C 在该反应中更稳定, A 正确;

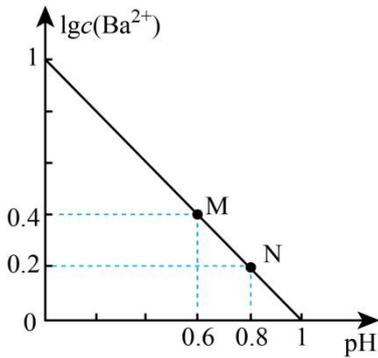
B. 由表中数据可知, 当 $X=1\sim 3$ 时, 物质 C 的百分含量迅速增大, 物质 D 的百分含量缓慢增大, 则生成速率: $C > D$, 反应速率越大, 活化能越小, 所以活化能: 反应 1 < 反应 2, B 正确;

C. $X = \infty\text{m}$ 时, 反应物全部转化为对应的生成物 C 和 D, 且 C、D 的百分含量保持不变, 则增大 B 气流的流速, $X = \infty\text{m}$ 处, $n(\text{D}) : n(\text{C})$ 的比值不变, C 正确;

D. 由表中数据可知, 随 X 的增大, 物质 C 的百分含量先增大后减小, 则若需提高物质 C 的产率, 可将管道的出口设计相对更近, 而不是更远, D 错误;

故选 D。

15. 已知 H_2R 的电离常数 $K_{a1} = 2 \times 10^{-8}$, $K_{a2} = 3 \times 10^{-17}$ 。常温下, 难溶物 BaR 在不同浓度盐酸(足量)中恰好不再溶解时, 测得混合液中 $\lg c(\text{Ba}^{2+})$ 与 pH 的关系如图所示, 下列说法错误的是



- A. $K_{sp}(\text{BaR})$ 约为 6×10^{-22}
- B. M 点: $c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{R}^{2-})$
- C. N 点: $c(\text{HR}^-)$ 约为 $2 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. 直线上任一点均满足: $c(\text{H}^+) + 2c(\text{Ba}^{2+}) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) + 2c(\text{R}^{2-})$

【答案】AD

【解析】

【详解】A. 由 $\text{BaR} + 2\text{H}^+ = \text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{R}$ 结合 H_2R 的 K_{a1} 、 K_{a2} 可知 $c(\text{Ba}^{2+}) \approx c(\text{H}_2\text{R})$, $\text{H}_2\text{R} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HR}^-$, $\text{HR}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{R}^{2-}$

故 $K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{HR}^-)}{c(\text{H}_2\text{R})}$, $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{R}^{2-})}{c(\text{HR}^-)}$, $K_{a1}K_{a2} = \frac{c^2(\text{H}^+)c(\text{R}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{R})} = \frac{c^2(\text{H}^+)c(\text{R}^{2-})}{c(\text{Ba}^{2+})}$, 得到 $c(\text{R}^{2-}) = \frac{K_{a1}K_{a2}c(\text{Ba}^{2+})}{c^2(\text{H}^+)}$,

$K_{sp}(\text{BaR}) = c(\text{Ba}^{2+})c(\text{R}^{2-}) = \frac{K_{a1}K_{a2}c^2(\text{Ba}^{2+})}{c^2(\text{H}^+)}$, 由题干图示信息, 当 $\text{pH}=1$ 时, $\lg(\text{Ba}^{2+})=0$ 即 $c(\text{H}^+)=0.1 \text{ mol/L}$,

$c(\text{Ba}^{2+})=1.0 \text{ mol/L}$, 故 $K_{sp}(\text{BaR}) = c(\text{Ba}^{2+})c(\text{R}^{2-}) = \frac{K_{a1}K_{a2}c^2(\text{Ba}^{2+})}{c^2(\text{H}^+)} = \frac{2 \times 10^{-8} \times 3 \times 10^{-17} \times 1^2}{0.1^2}$ 约为 6×10^{-23} , A 错误;

B. 由题干信息可知, M 点为 $\lg c(\text{Ba}^{2+})=0.4$, $\text{pH}=0.6$, 故 $c(\text{H}_2\text{R}) \approx c(\text{Ba}^{2+})=10^{0.4} \text{ mol/L}$, $c(\text{H}^+)=10^{-0.6} \text{ mol/L}$, 此时溶质为

BaCl_2 和 H_2R , $c(\text{Cl}^-) = 2 \times 10^{0.4} c(\text{R}^{2-}) = \frac{K_{sp}(\text{BaR})}{c(\text{Ba}^{2+})} = \frac{6 \times 10^{-23}}{10^{0.4}} = 6 \times 10^{-23.4}$ 故 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{R}^{2-})$, B 正

确;

C. 由题干信息可知, M 点为 $\lg c(\text{Ba}^{2+})=0.2$, $\text{pH}=0.8$, 故 $c(\text{H}_2\text{R}) \approx c(\text{Ba}^{2+})=10^{0.2} \text{ mol/L}$, $c(\text{H}^+)=10^{-0.8} \text{ mol/L}$, 此时溶质为

BaCl_2 和 H_2R , $K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{HR}^-)}{c(\text{H}_2\text{R})}$ 代入得 $c(\text{HR}^-) = 2 \times 10^{-7}$, C 正确;

D. 直线上任一点均满足电荷守恒: $c(\text{H}^+) + 2c(\text{Ba}^{2+}) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{HR}^-) + 2c(\text{R}^{2-})$, D 错误;

故选 AD。

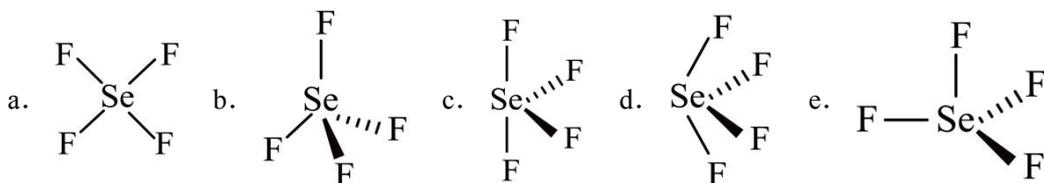
三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 60 分。

16. 钾、铁和硒(Se)元素在医药、催化、材料等领域有广泛应用。回答下列问题:

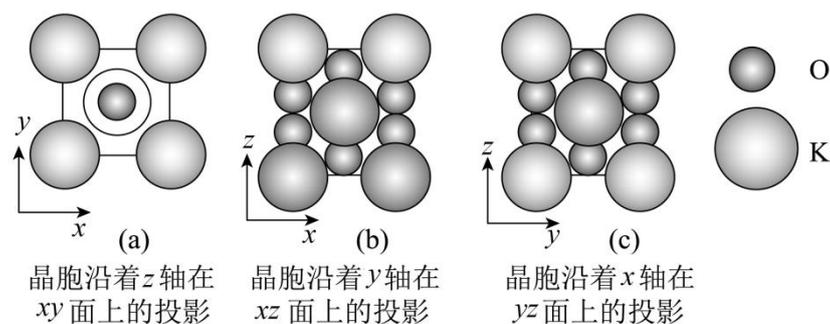
(1) 基态铁原子的价电子排布式为_____。阴阳离子的电子云分布在对方离子的电场作用下发生变形的现象称为离

子极化，电荷密度越高，极化能力越强。 FeCl_3 和 FeCl_2 相比，化学键中共价键成分百分数较高的是_____，原因是_____。

(2) 常温常压下， SeF_4 为无色液体，固态 SeF_4 的晶体类型为_____； SeF_4 中心原子的价层电子对数为_____，下列对 SeF_4 分子空间构型推断合理的是_____ (填标号)。



(3) 钾元素与氧元素形成的某些化合物可以作为宇宙飞船的供氧剂。其中一种化合物的晶胞在 xy 平面、 xz 平面、 yz 平面上的投影如图所示，该化合物的化学式为_____，其晶胞边长为 $a\text{nm}$ ， N_A 为阿伏加德罗常数的值，该晶体的密度为_____ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (用含 a 、 N_A 的代数式表示)。



【答案】 (1) ①. $3d^64s^2$ ②. FeCl_3 ③. Fe^{3+} 比 Fe^{2+} 电荷密度高，离子的极化能力强， FeCl_3 电子云重叠程度大

(2) ①. 分子晶体 ②. 5 ③. d

(3) ①. KO_2 ②. $\frac{142 \times 10^{21}}{a^3 N_A}$

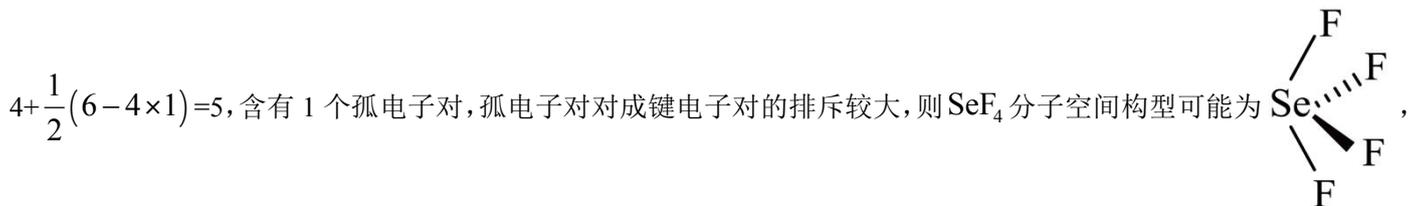
【解析】

【小问 1 详解】

铁是 26 号元素，基态铁原子的价电子排布式为 $3d^64s^2$ ， FeCl_3 和 FeCl_2 相比，化学键中共价键成分百分数较高的是 FeCl_3 ，原因是： Fe^{3+} 比 Fe^{2+} 电荷密度高，离子的极化能力强， FeCl_3 电子云重叠程度大。

【小问 2 详解】

常温常压下， SeF_4 为无色液体，熔沸点较低，固态 SeF_4 的晶体类型为分子晶体， SeF_4 中心原子的价层电子对数为



故选 d。

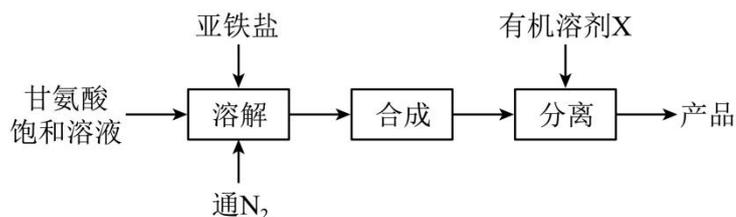
【小问 3 详解】

根据晶胞的三视图可以知道, K 原子在晶胞的顶点和体心, 一个晶胞含有 K 原子 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$, O 原子有两个在晶胞内, 八个在棱上, 一个晶胞中含有的 O 原子 $2 + 8 \times \frac{1}{4} = 4$, 晶胞内 K 原子与 O 原子个数比为 1:2, 所以钾元素和氧元素形成的化合物的化学式为 KO_2 , 经推算, 一个晶胞中含有 2 个 K 原子和 4 个 O 原子, 再将题目所给数据代入

密度计算公式, 晶体密度为 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{2 \times 71}{(a \times 10^{-7})^3 N_A} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{142 \times 10^{21}}{a^3 N_A} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

17. 甘氨酸亚铁络合物 $[(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Fe}]$ 是一种常用的补铁剂。

I. 实验室模拟制取的流程如下:



已知: ①甘氨酸、甘氨酸亚铁易溶于水, 微溶于乙醇、丙酮等有机溶剂

②不同铁盐在有机溶剂中的溶解度如下表所示(注: - 为不溶解; - 为溶解不明显; +- 为溶解明显, ++ 为全部溶解)

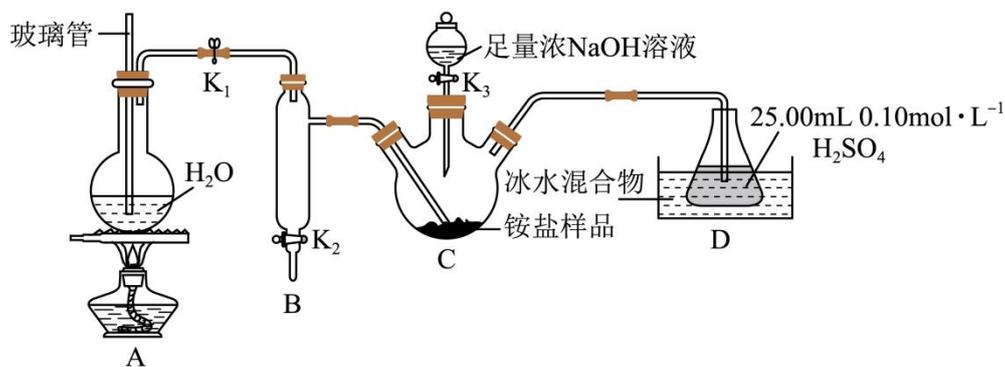
	乙醇的体积分数/%							丙酮的体积分数/%						
	100	90	80	70	60	50	40	100	90	80	70	60	50	40
铁盐	100	90	80	70	60	50	40	100	90	80	70	60	50	40
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	-	-	-	-	-	-	+-	-	-	-	-	-	-	+-
$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	++	++	++	++	++	++	++	-	-	-	-	-	-	+-

(1) “合成”中需控制 $\text{pH} = 5.5$, 过程中甘氨酸与亚铁盐反应生成甘氨酸亚铁的离子方程式为_____。

(2) 流程中的亚铁盐和有机溶剂 X 应选择_____(填序号), “分离”时为加快分离速率, 可采用的分离操作为_____。

A. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 乙醇 B. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 丙酮

C. $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 乙醇 D. $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 丙酮



实验步骤:

- i. 组装完仪器后, 向 A 装置中加蒸馏水, 并加入碎瓷片。
- ii. 清洗仪器: D 中锥形瓶中加蒸馏水, 打开 K_1 , 关闭 K_2 、 K_3 , 加热使水蒸汽充满管路, 停止加热, 关闭 K_1 。一段时间后打开 K_2 , 重复操作 2~3 次。
- iii. 用热浓硫酸处理 0.25g 样品, 把样品中有机氮转化为铵盐(杂质不发生类似反应), 将所得铵盐全部转移到三颈烧瓶中, 并在锥形瓶中加入 25.00mL $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的过量 H_2SO_4 。
- iv. 关闭 K_2 , 打开 K_1 、 K_3 , 向三颈烧瓶中注入足量的 NaOH 溶液, 关闭 K_3 , 加热 A 装置, 至铵盐全部转化为氨气。
- v. 向锥形瓶加入适量指示剂, 用 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 标准液滴定, 终点时, 消耗 $V\text{mL}$ NaOH 溶液。

(3) 装置 A 中玻璃管的作用为_____。与直接加热 C 装置相比, 水蒸汽加热法的优点是_____。

(4) 步骤 ii 中关闭 K_1 后, 装置 B 中的现象为_____。

(5) 步骤 v 中选用的指示剂为_____ (填“甲基橙”、“酚酞”或“甲基橙或酚酞”), 该产品中氮的百分含量为_____%。

【答案】(1) $2\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH} + \text{Fe}^{2+} = (\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Fe} + 2\text{H}^+$

(2) ①. C ②. 抽滤(或减压过滤)

(3) ①. 调节气压并可防止系统发生堵塞时产生的危险 ②. 使氨气吸收更充分, 测量结果更准确

(4) 蒸馏水倒吸进入 B

(5) ①. 甲基橙 ②. 28-0.56V

【解析】

【分析】在甘氨酸饱和溶液中加入亚铁盐, 由于亚铁盐易被氧化, 所以加入异抗坏血酸, 通入氮气, 保护亚铁离子, 然后加入氢氧化钠溶液调节 pH 并水浴加热形成甘氨酸亚铁络合物 $[(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Fe}]$, 再加入乙醇, 析出甘氨酸亚铁络合物 $[(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Fe}]$ 的粗产品, 再加入水进一步提纯得到甘氨酸亚铁, 以此解答。

【小问 1 详解】

甘氨酸与亚铁盐反应生成甘氨酸亚铁的离子方程式为: $2\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH} + \text{Fe}^{2+} = (\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Fe} + 2\text{H}^+$ 。

【小问 2 详解】

由分析可知, 加入有机物 X 的目的是使甘氨酸亚铁络合物 $[(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Fe}]$ 析出, 说明亚铁盐需要在 X 中的溶解

度很大，而甘氨酸亚铁络合物 $[(H_2NCH_2COO)_2Fe]$ 在 X 中的溶解度很小，由表格数据可知，流程中的亚铁盐和有机溶剂 X 应选择 $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ 、乙醇，故选 C。“分离”时为加快分离速率，可采用的分离操作为抽滤(或减压过滤)。

【小问 3 详解】

装置 A 中玻璃管的作用为调节气压并可防止系统发生堵塞时产生的危险，与直接加热 C 装置相比，水蒸汽加热法的优点是使氨气吸收更充分，测量结果更准确。

【小问 4 详解】

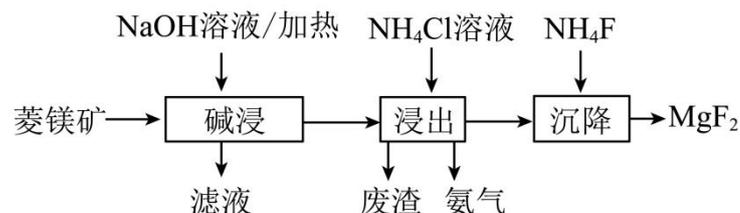
步骤 ii 中关闭 K_1 后，装置 B 中的现象为蒸馏水倒吸进入 B。

【小问 5 详解】

由题意可知，滴定完全时，锥形瓶中为硫酸铵溶液，该溶液是酸性的，步骤 v 中选用的指示剂为甲基橙，步骤 iii 中生成 $n[(NH_4)_2SO_4]=0.025L \times 0.1mol/L - V \times 10^{-3}L \times 0.1mol/L = (25-V) \times 10^{-4}mol$ ，该产品中氮的百分含量为

$$\frac{(25-V) \times 10^{-4} mol \times 2 \times 14g/mol}{0.25g} \times 100\% = (28-0.56V)\%$$

18. 以菱镁矿(主要成分为 $MgCO_3$ ，含少量 SiO_2 、 Fe_2O_3 和 Al_2O_3)为原料制备氟化镁的工艺流程如下



(1) “碱浸”步骤所得滤液中溶质除 $NaOH$ 、 Na_2SiO_3 外还有_____。

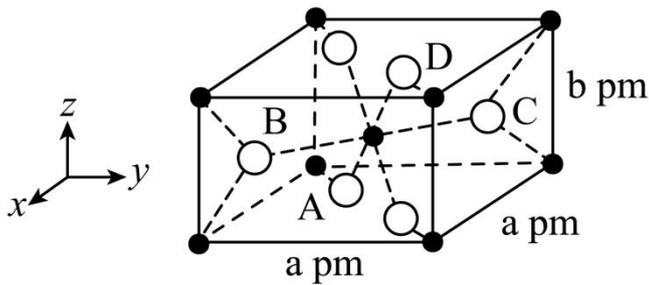
(2) “浸出”步骤主要反应的离子方程式为_____，所得废渣成分为_____。

(3) “沉降”步骤中，按物质的量之比 $n(NH_4F):n(Mg^{2+}) = 2:1$ 加入 NH_4F 沉镁，充分反应后，

$c(F^-) = \underline{\hspace{2cm}} mol \cdot L^{-1}$ [已知 $K_{sp}(MgF_2) = 4.0 \times 10^{-9} mol^3 \cdot L^{-2}$]；该步需要控制溶液的 pH 范围为 7~10，原因是_____。

(4) 上述流程中循环利用的物质为_____。

(5) 氟化镁的一种晶胞具有典型的四方晶系结构(如图所示)，其中白球表示_____(填“氟原子”或“镁原子”)。以晶胞参数为单位长度建立的坐标系可以表示晶胞中各原子的位置，称作原子分数坐标。晶胞中 B 的原子分数坐标为(0.81, 0.19, 0.5)，已知晶胞含对称中心，则晶胞中 B、C 两原子之间的核间距 $d = \underline{\hspace{2cm}} pm$ 。



【答案】(1) $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 、 Na_2CO_3

(2) ①. $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4^+ = \text{Mg}^{2+} + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ②. Fe_2O_3

(3) ①. 2×10^{-3} ②. pH < 7 时, F 在溶液中以 HF 的形态存在, MgF_2 产率低; p

H > 10 时, Mg^{2+} 会生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 降低产品纯度;

(4) NH_4Cl

(5) ①. 氟原子 ②. $0.62\sqrt{2}a$

【解析】

【分析】菱镁矿(主要成分为 MgCO_3 , 含少量 SiO_2 , Fe_2O_3 和 Al_2O_3), 碱浸时, SiO_2 转化为 Na_2SiO_3 , Al_2O_3 转化为 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, MgCO_3 溶液加热可生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和碳酸根, 过滤后, 滤渣中加入 NH_4Cl 溶液, 其与 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 反应生成 MgCl_2 , 过滤后, 滤液中加入 NH_4F , 使 Mg^{2+} 转化为 MgF_2 沉淀, 同时有氯化铵生成, 可在浸出步骤继续使用。

【小问 1 详解】

碱浸时, SiO_2 转化为 Na_2SiO_3 , Al_2O_3 转化为 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, MgCO_3 溶液加热可生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和碳酸根, 即滤液中含有 NaOH 、 Na_2SiO_3 、 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 、 Na_2CO_3 ;

【小问 2 详解】

“浸出”步骤为 NH_4Cl 溶液与 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 反应生成 MgCl_2 , 反应的离子方程式为:



【小问 3 详解】

$n(\text{NH}_4\text{F}) : n(\text{Mg}^{2+}) = 2 : 1$ $K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2) = c(\text{Mg}^{2+})c^2(\text{F}^-) = 4.0 \times 10^{-9} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-2}$, $n(\text{NH}_4\text{F}) : n(\text{Mg}^{2+}) = 2 : 1$

即 $c(\text{Mg}^{2+}) : c(\text{F}^-) = 1 : 2$, 解得 $c(\text{F}^-) = 2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$; 该步需要控制溶液的 pH 范围为 7~10, 原因是: pH < 7

时, F 在溶液中以 HF 的形态存在, MgF_2 产率低; pH > 10 时, Mg^{2+} 会生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 降低产品纯度;

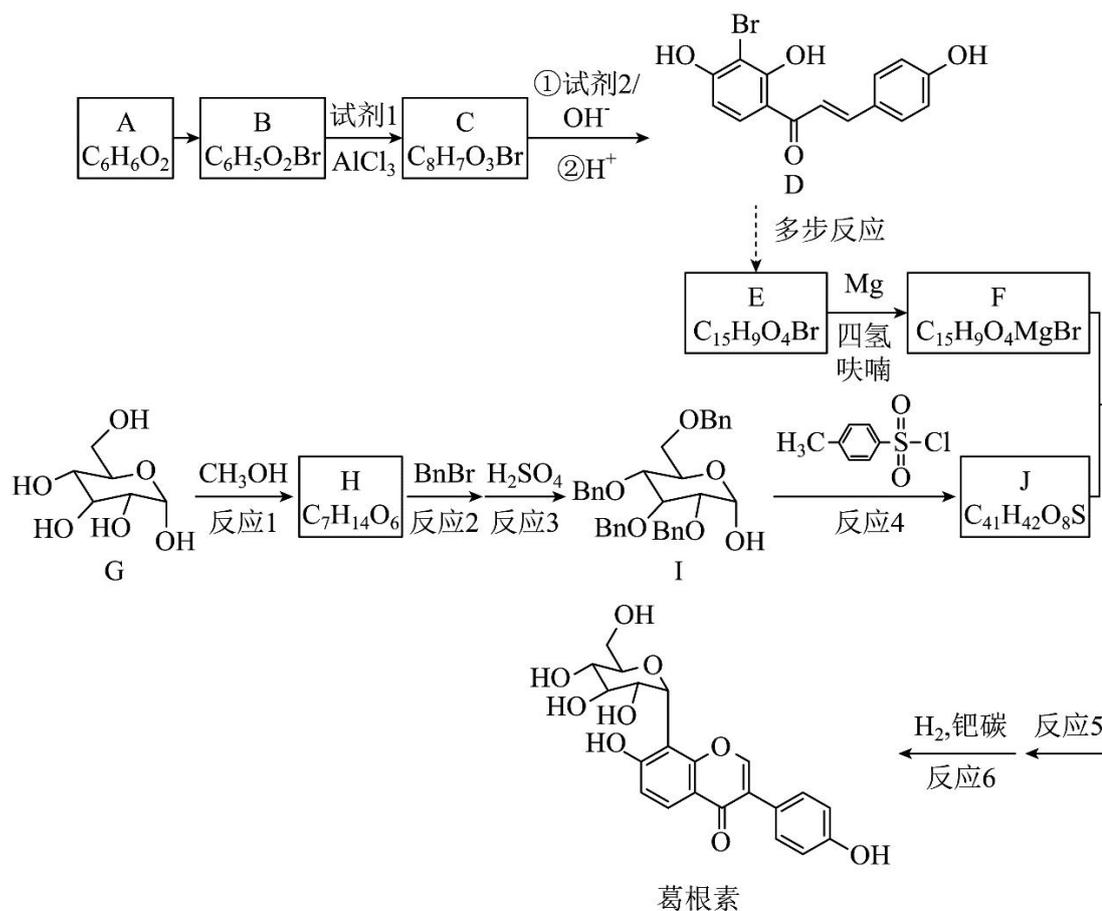
【小问 4 详解】

由分析得，上述流程中循环利用的物质为 NH_4Cl ；

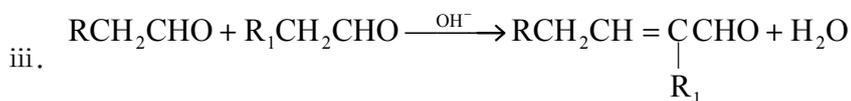
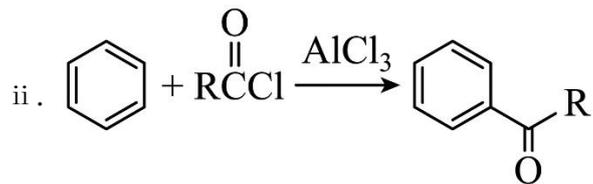
【小问 5 详解】

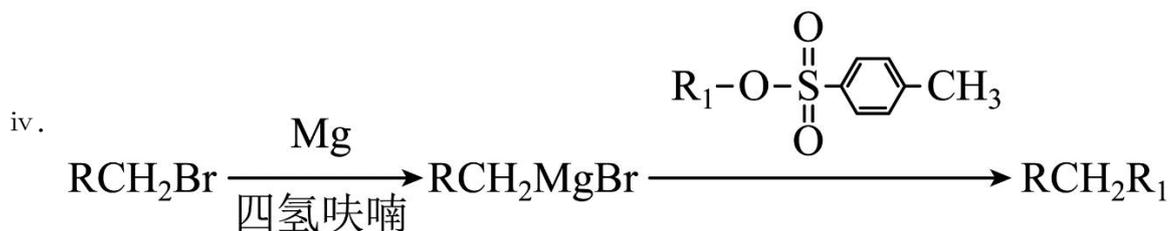
由均摊法可知，晶胞中白球的数目为： $2 + 4 \times \frac{1}{2} = 4$ ，黑球的数目为： $1 + 8 \times \frac{1}{8} = 2$ ，即黑球：白球=1：2，由氟化镁的化学式 MgF_2 可知，白球为氟原子；B 的原子分数坐标为(0.81, 0.19, 0.5)，由图可知，C 的原子分数坐标为(0.19, 0.81, 0.5)，由坐标可知： $\sqrt{(0.81-0.19)^2 + (0.81-0.19)^2 + (0.5-0.5)^2} = 0.62\sqrt{2}$ ，B、C 两原子之间的核间距 $d = 0.62\sqrt{2}a$ 。

19. 葛根素具有广泛的药理作用，临床上主要用于心脑血管疾病的治疗，其一种合成路线如下图：



已知：





(1) 化合物 A 的名称是____，“试剂 1”的结构简式____。

(2) 由 C 到 D 化学反应方程式____(写总反应)。

(3) 化合物 D 的一种同分异构体能与 NaHCO_3 的水溶液反应生成气体，核磁共振氢谱检测到四组峰(峰面积比为 2:4:4:1)，其结构简式为____(写出一种即可)。

(4) E 分子中含有 3 个六元环，下列描述正确的是____。

a. E 分子中存在手性碳原子

b. E 分子中存在 2 种含氧官能团

c. 1molE 与溴水反应最多可消耗 4mol Br_2

d. 1 个 E 分子中至少有 9 个碳原子共平面

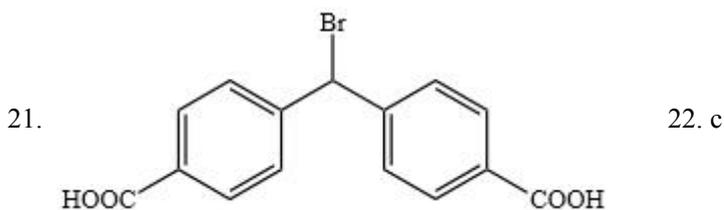
(5) “反应 5”的反应类型为____。

(6) 在有机合成反应时，往往需要先将要保护的基团“反应掉”，待条件适宜时，再将其“复原”，这叫做“基团保护”。

上述反应中起基团保护作用的是____(填选项)。

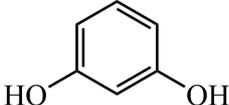
a. 反应 1 和反应 3 b. 反应 4 和反应 5 c. 反应 2 和反应 6

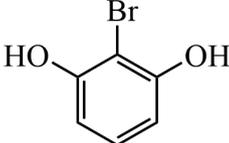
【答案】19. ①. 间苯二酚 ②. CH_3COCl

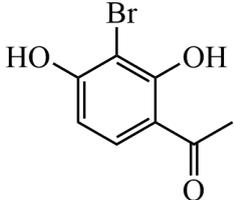


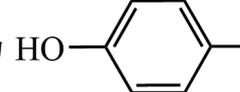
23. 取代反应 24. ac

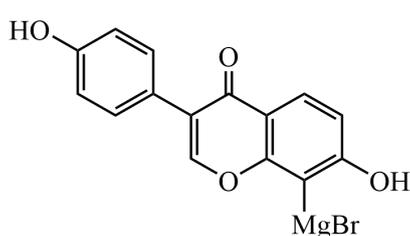
【解析】

【分析】根据 D 的结构简式及 A 的分子式知，A 为 ，A 和溴水发生取代反应生成 B 为

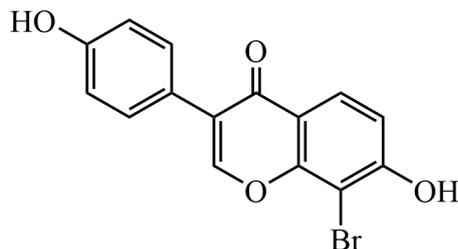
，根据 C 的分子式及反应条件知，B 和试剂 1 发生信息 ii 的反应生成 C，根据 D 的结构简式及

C 的分子式知，C 为 ，试剂 1 为 CH_3COCl ；根据反应条件及根据 D 的结构简式知，C 和试剂 2

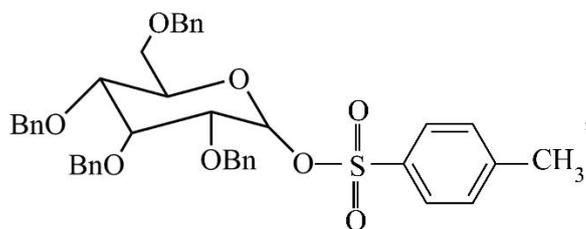
发生信息 iii 的反应然后酸化生成 D，则试剂 2 为 ；根据信息 iv 知，F 为



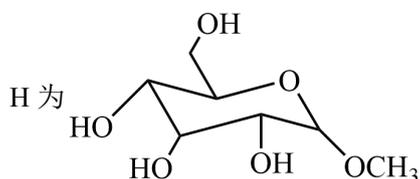
、 E 为



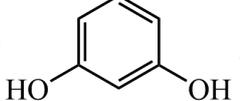
、 J 为



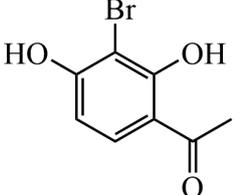
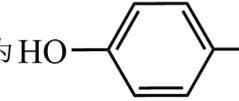
；根据 I 的结构简式及 H 的分子式知，G 和甲醇发生取代反应生成 H，

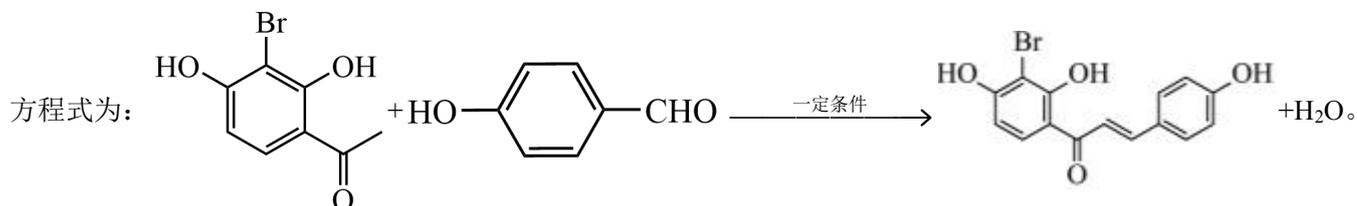


【小问 1 详解】

A 为 ，A 的名称为间苯二酚，由分析可知试剂 1 为 CH_3COCl 。

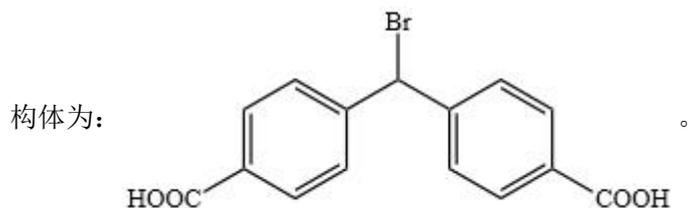
【小问 2 详解】

C 为 ，C 和试剂 2 发生信息 iii 的反应然后酸化生成 D，则试剂 2 为 

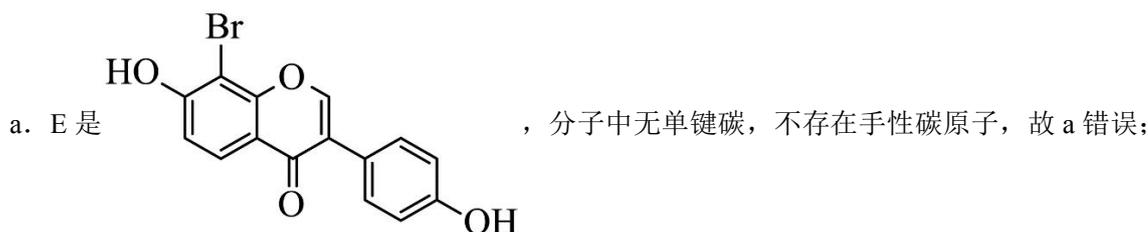


【小问 3 详解】

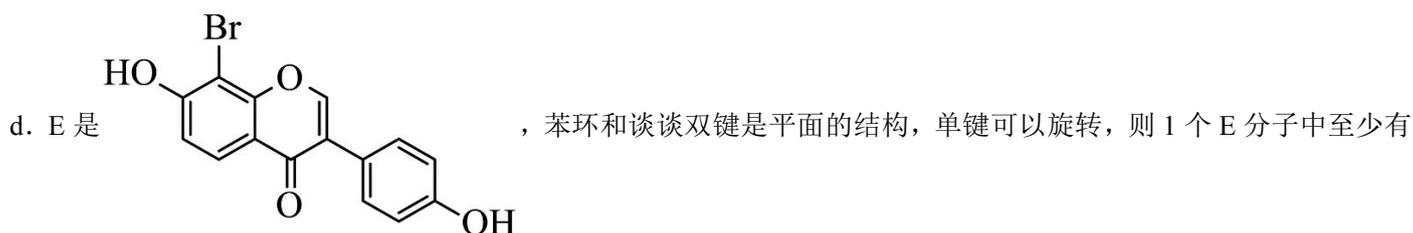
化合物 D 的一种同分异构体能与 NaHCO_3 的水溶液反应生成气体, 说明其中含有 $-\text{COOH}$, 核磁共振氢谱检测到四组峰(峰面积比为 2 : 4 : 4 : 1), 说明该同分异构体中含有 4 种环境的 H 原子, 是对称的结构, 则满足条件的同分异构



【小问 4 详解】



与溴水反应最多可消耗 4 mol Br_2 , 故 c 正确;



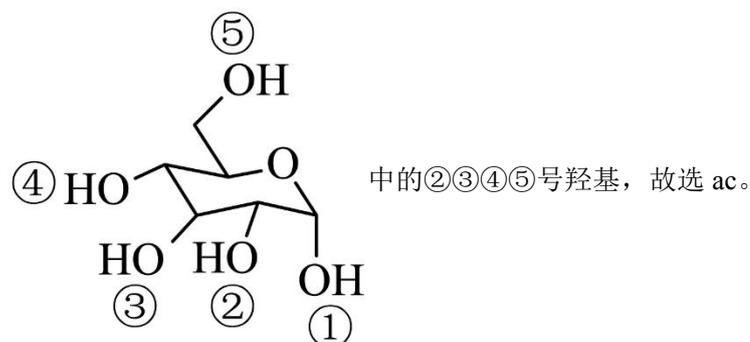
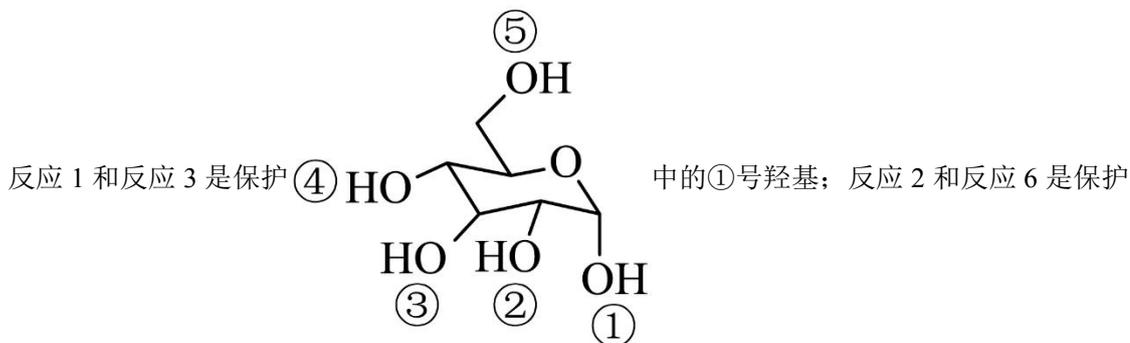
11 个碳原子共平面, 故 d 错误;

故选 c。

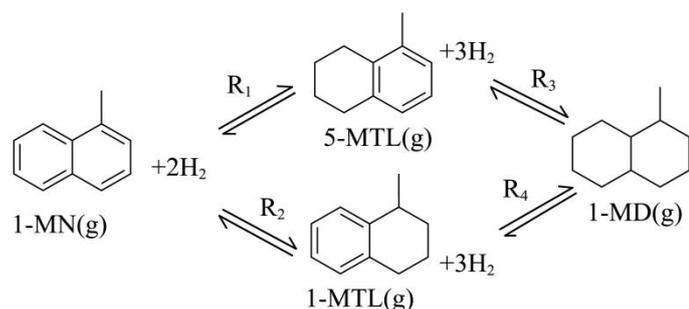
【小问 5 详解】

由 F 和 J 的结构简式可以推知, “反应 5”的反应类型为取代反应。

【小问 6 详解】

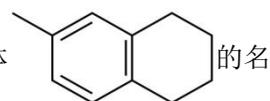


20. 利用反应 R_1 、 R_2 由 1-甲基萘(1-MN) 制备四氢萘类物质(MTLs, 包括 1-MTL 和 5-MTL), 过程中伴有生成十氢萘(1-MD) 的副反应 R_3 、 R_4 如图:



回答下列问题:

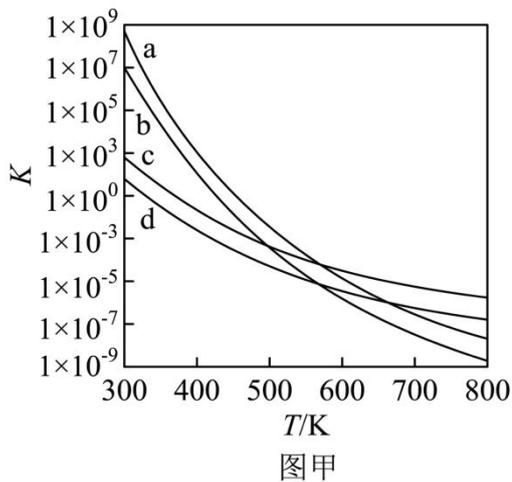
(1) 根据 1-MTL 和 5-MTL 的结构及命名方式, 1-MTL 和 5-MTL 的一种同分异构体



称为____-MTL。

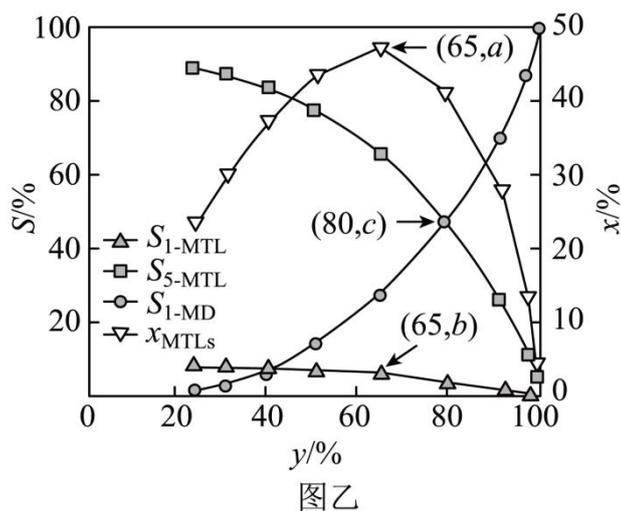
(2) 已知一定条件下反应 R_1 、 R_2 、 R_3 的焓变分别为 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 , 则反应 R_4 的焓变为____(用含 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 的代数式表示)。

(3) 四个平衡体系的平衡常数与温度的关系如图甲所示。



c、d 分别为反应 R_1 和 R_2 的平衡常数随温度变化的曲线，则表示反应 R_4 的平衡常数随温度变化曲线为_____。已知反应 R_1 的速率方程 $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} \cdot c(1-MN) \cdot c^2(H_2)$ ， $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \cdot c(5-MTL)$ ($k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 分别为正、逆反应速率常数，只与温度、催化剂有关)。温度 T_1 下反应达到平衡时 $k_{\text{正}} = 1.5k_{\text{逆}}$ ，温度 T_2 下反应达到平衡时 $k_{\text{正}} = k_{\text{逆}}$ 。由此推知， T_1 _____ T_2 (填“>”“<”或“=”)。

(4) 1-MN 在 $6.0 \times 10^3 \text{ kPa}$ 的高压 H_2 氛围下反应(H_2 压强近似等于总压)。不同温度下达平衡时各产物的选择性 S_i (某生成物 i 的物质的量与消耗 1-MN 的物质的量之比)和物质的量分数 x_i (x_i 表示物种 i 与除 H_2 外其他各物种总物质的量之比)随 1-MN 平衡转化率 y 的变化关系如图乙所示，1-MN 平衡转化率 y 大于 65% 时 x_{MTL} 逐渐下降的原因是_____， y 为 80% 时，5-’的产率=_____； y 为 65% 时反应 R_1 的平衡常数 $K_p =$ _____ kPa^{-2} (列出计算式)。



【答案】(1) 6 (2) $\Delta H_1 + \Delta H_3 - \Delta H_2$

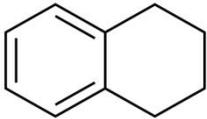
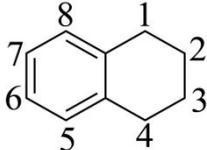
(3) ①. a ②. <

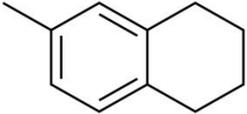
(4) ①. y 大于 65% 时，生成 1-MD 的反应成为主要反应，消耗了 MTLs ②. 0.8c% ③.

$$\frac{a\% - 0.65 \times b\%}{(1 - 0.65)(6.0 \times 10^3)^2} \text{ 或 } \frac{a\% - 0.65 \times b\%}{0.35(6.0 \times 10^3)^2}$$

【解析】

【小问 1 详解】

根据 1-MTL 和 5-MTL 的结构及命名规律，中碳原子的编号顺序为，因此

的名称为 6-MTL。

【小问 2 详解】

根据盖斯定律， $R_1+R_3=R_2+R_4$ ，已知一定条件下反应 R_1 、 R_2 、 R_3 的焓变分别为 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 ， R_4 的焓变为 ΔH_4 ，则 $\Delta H_1+\Delta H_3=\Delta H_2+\Delta H_4$ ，故反应 R_4 的焓变 $\Delta H_4=\Delta H_1+\Delta H_3-\Delta H_2$ 。

【小问 3 详解】

由于生成十氢萘(1-MD)的总反应是相同的，则总反应的平衡常数在一定温度下为定值，则 $K_1K_3=K_2K_4$ ，c、d 分别为反应 R_1 和 R_2 的平衡常数随温度变化的曲线，由图像可知，相同温度下 $K_1>K_2$ ，则 $K_3<K_4$ ，结合图像可知，表示反应 R_4 的平衡常数随温度变化曲线为 a。反应达平衡时， $v_{正}=v_{逆}$ ，则 $k_{正} \cdot c(1-MN) \cdot c^2(H_2) = k_{逆} \cdot c(5-MTL)$ ，平

衡常数 $K = \frac{c(5-MTL)}{c(1-MTL)c^2(H_2)} = \frac{k_{正}}{k_{逆}}$ ， T_1 温度时， $K_{T_1} = \frac{k_{正}}{k_{逆}} = 1.5$ ， T_2 温度时， $K_{T_2} = \frac{k_{正}}{k_{逆}} = 1$ ，由图甲可知，K 值

随温度升高而减小，则 $T_1 < T_2$ 。

【小问 4 详解】

逐渐下降的原因是：y 大于 65% 时，生成 1-MD 的反应成为主要反应，消耗了 MTLs。 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 的反应分别为： $1-MN(g)+2H_2(g) \rightleftharpoons 5-MTL(g)$ $1-MN(g)+2H_2(g) \rightleftharpoons 1-MTL(g)$ $5-MTL(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 1-MD(g)$

$1-MTL(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 1-MD(g)$ y 为 80% 时，5-MTL 的转化率为 0.8c，产率为 0.8c%，y 为 65% 时 1-MN 平衡转化率为 0.65，平衡时 1-MN 为 1-0.65，平衡时生成 1-MTL 和 5-MTL 共 0.65；由图可知，1-MTL 和 5-MTL 物质的量分数共 a%， S_{1-MTL} 为 b%，则平衡时， S_{5-MTL} 为 $a\%-0.65 \times b\%$ ； H_2 压强近似等于总压 6.0×10^3 kPa，则反应 R_1 的平衡常数

$$K_p = \frac{\frac{a\%-0.65 \times b\%}{n_{总}} \times p_{总}}{\left(\frac{1-0.65}{n_{总}} \times p_{总} \right) \times (6.0 \times 10^3 \text{ kPa})^2} = \frac{a\%-0.65 \times b\%}{(1-0.65)(6.0 \times 10^3)^2} \text{ kPa}^{-2}。$$