

2021年辽宁省普通高等学校招生选择性考试

化学

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.答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡对应题目的答案标号涂黑.如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其它答案标号.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: H 1 O 16 Cl 35.5 Fe 56

一、选择题: 本题共 15 小题, 每小题 3 分, 共 45 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项符合题目要求。

1. 下列说法错误的是

- | | |
|-------------------|---------------|
| A. 纯铁比生铁易生锈 | B. 臭氧可用于自来水消毒 |
| C. 酚醛树脂可用作绝缘、隔热材料 | D. 高纯硅可用于制芯片 |

【答案】A

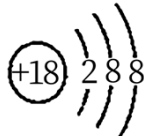
【解析】

【分析】

- 【详解】A. 由于生铁发生电化学腐蚀, 而纯铁只能发生化学腐蚀, 故生铁比纯铁易生锈, A 错误;
- B. 臭氧具有强氧化性, 能使蛋白质发生变性, 可用于自来水消毒, B 正确;
- C. 酚醛树脂具有空间立体网状结构, 具有热固体, 绝缘性, 故可用作绝缘、隔热材料, C 正确;
- D. 高纯硅是良好的半导体材料, 可用于制芯片, D 正确;

故答案为: A。

2. 下列化学用语使用正确的是

- | | |
|---|---|
| A. 基态 C 原子价电子排布图: $\begin{array}{cc} 2s & 2p \\ \boxed{\uparrow} & \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow} \end{array}$ | B. Cl ⁻ 结构示意图:  |
| C. KCl 形成过程: $\text{K} \cdot + \cdot \ddot{\text{Cl}}: \rightarrow \text{K} : \ddot{\text{Cl}}:$ | D. 质量数为 2 的氢核素: ${}^2_1\text{H}$ |

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 基态 C 原子价电子排布图为： $\begin{array}{cc} 2s & 2p \\ \boxed{\uparrow} & \boxed{\uparrow} \boxed{\uparrow} \boxed{} \end{array}$ ，A 错误；

B. Cl⁻ 结构示意图为： $\textcircled{+17} \text{ 2 8 8}$ ，B 错误；

C. KCl 形成过程为： $\text{K} \cdot \overset{\cdot}{\text{K}} + \cdot \overset{\cdot}{\text{Cl}} \cdot \rightarrow \text{K}^+ [\text{Cl}]^-$ ，C 错误；

D. 质量数为 2 的氢核素为： ${}^2_1\text{H}$ ，D 正确；

故答案为：D。

3. 《天工开物》中记载：“凡乌金纸由苏、杭造成，其纸用东海巨竹膜为质。用豆油点灯，闭塞周围，只留针孔通气，熏染烟光而成此纸，每纸一张打金箔五十度……”下列说法错误的是

- A. “乌金纸”的“乌”与豆油不完全燃烧有关
- B. “巨竹膜”为造纸的原料，主要成分是纤维素
- C. 豆油的主要成分油脂属于天然高分子化合物
- D. 打金成箔，说明金具有良好的延展性

【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】A. 由题干可知，“乌金纸”是用豆油点灯，闭塞周围，只留针孔通气，熏染烟光而成此纸，故“乌金纸”的“乌”与豆油不完全燃烧有关，A 正确；

B. 造纸的原料主要是纤维素，故“巨竹膜”为造纸的原料，主要成分是纤维素，B 正确；

C. 豆油的主要成分油脂，但不属于高分子化合物，豆油不属于天然高分子化合物，C 错误；

D. 打金成箔，说明金具有良好的延展性，D 正确；

故答案为：C。

4. 下列说法正确的是

- A. 22.4LCl₂(标准状况)与水充分反应转移1mol 电子
- B. H₂SO₄ 和 CuCl₂ 均可通过化合反应得到
- C. 将蘸有浓氨水和浓硫酸的玻璃棒相互靠近，有白烟产生
- D. SO₂ 与 KClO 溶液反应： $\text{SO}_2 + 2\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HClO} + \text{SO}_3^{2-}$

【答案】B

【解析】

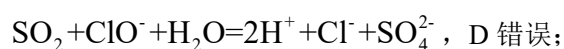
【分析】

【详解】A. 由于溶于水中的 Cl_2 只有部分与 H_2O 反应，故 22.4LCl_2 (标准状况) 与水充分反应转移电子数目小于 1mol ，A 错误；

B. 根据反应 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ ， $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CuCl}_2$ ，故 H_2SO_4 和 CuCl_2 均可通过化合反应得到，B 正确；

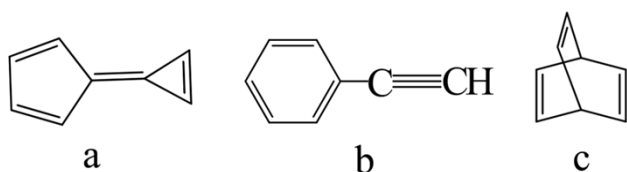
C. 将蘸有浓氨水和浓盐酸或浓硝酸的玻璃棒相互靠近，有白烟产生，由于浓硫酸难挥发，故不能形成白烟，C 错误；

D. 由于 ClO^- 具有强氧化性， SO_2 具有强还原性，故 SO_2 与 KClO 溶液反应：

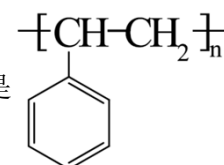


故答案为：B。

5. 有机物 a、b、c 的结构如图。下列说法正确的是



A. a 的一氯代物有 3 种

B. b 是  的单体

C. c 中碳原子的杂化方式均为 sp^2

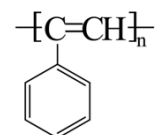
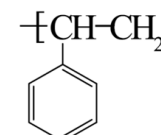
D. a、b、c 互为同分异构体

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】A. 根据等效氢原理可知，a 的一氯代物有 3 种如图所示：，A 正确；

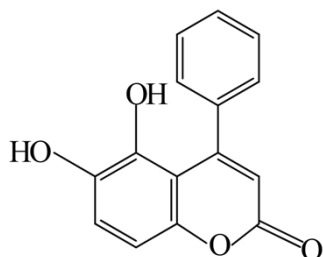
B. b 的加聚产物是：， 的单体是苯乙烯不是 b，B 错误；

C. c 中碳原子的杂化方式由 6 个 sp^2 ，2 个 sp^3 ，C 错误；

D. a、b、c 的分子式分别为： C_8H_6 ， C_8H_6 ， C_8H_8 ，故 c 与 a、b 不互为同分异构体，D 错误；

故答案为：A。

6. 我国科技工作者发现某“小分子胶水”(结构如图)能助力自噬细胞“吞没”致病蛋白。下列说法正确的是



- A. 该分子中所有碳原子一定共平面
B. 该分子能与蛋白质分子形成氢键
C. 1mol 该物质最多能与 3molNaOH 反应
D. 该物质能发生取代、加成和消去反应

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】A. 该分子中存在 2 个苯环、碳碳双键所在的三个平面，平面间单键连接可以旋转，故所有碳原子可能共平面，A 错误；

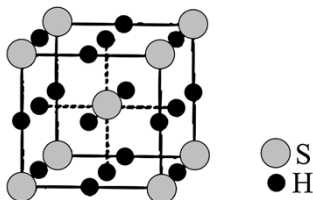
B. 由题干信息可知，该分子中有羟基，能与蛋白质分子中的氨基之间形成氢键，B 正确；

C. 由题干信息可知，1mol 该物质含有 2mol 酚羟基，可以消耗 2molNaOH，1mol 酚酯基，可以消耗 2molNaOH，故最多能与 4molNaOH 反应，C 错误；

D. 该物质中含有酚羟基且邻对位上有 H，能发生取代反应，含有苯环和碳碳双键，能发生加成反应，但没有卤素原子和醇羟基，不能发生消去反应，D 错误；

故答案为：B。

7. 单质硫和氢气在低温高压下可形成一种新型超导材料，其晶胞如图。下列说法错误的是



- A. S 位于元素周期表 p 区
B. 该物质的化学式为 H_3S
C. S 位于 H 构成的八面体空隙中
D. 该晶体属于分子晶体

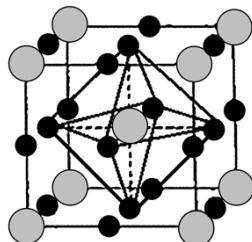
【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. S 的价电子排布式为：3s²3p⁴，故 S 位于元素周期表 p 区，A 正确；

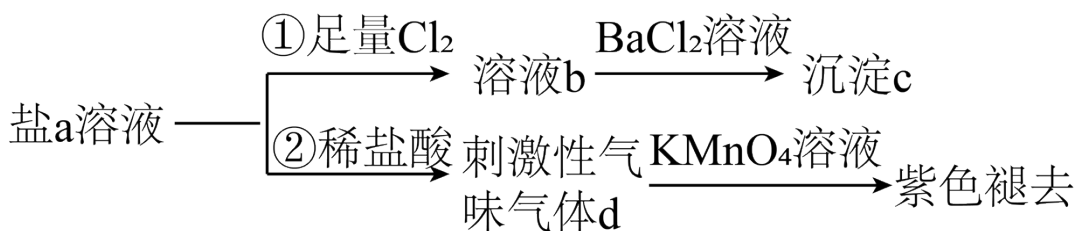
B. 由该物质形成晶体的晶胞可知：S 个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ ，H 个数为： $12 \times \frac{1}{4} + 6 \times \frac{1}{2} = 6$ ，故 H、S 原子个数比为 3:1，故该物质的化学式为 H₃S，B 正确；



C. S 位于 H 构成的八面体空隙中，如图所示，C 正确；

D. 由于该晶体是一种新型超导材料，说明其是由阴、阳离子构成的，故该晶体属于离子晶体，D 错误；
故答案为：D。

8. 含 S 元素的某钠盐 a 能发生如图转化。下列说法错误的是



- A. a 可能为正盐，也可能为酸式盐
- B. c 为不溶于盐酸的白色沉淀
- C. d 为含极性键的非极性分子
- D. 反应②中还可能生成淡黄色沉淀

【答案】C

【解析】

【分析】由题干信息可知，盐 a 与足量的稀盐酸产生刺激性气味气体 d，d 能使 KMnO₄ 溶液褪色，故 d 为 SO₂，则盐 a 为 Na₂SO₃ 或者 NaHSO₃，也可能是 Na₂S₂O₃，盐 a 与足量 Cl₂ 反应后将生成 SO₄²⁻，与 BaCl₂ 溶液反应得到沉淀 c，故 c 为 BaSO₄，据此分析解题。

【详解】A. 由分析可知，盐 a 为 Na₂SO₃ 或者 NaHSO₃，也可能是 Na₂S₂O₃，故 a 可能为正盐，也可能为酸式盐，A 正确；

B. 由分析可知，c 为 BaSO₄，故 c 为不溶于盐酸的白色沉淀，B 正确；

C. 由分析可知，d 为 SO₂，由 SO₂ 易溶于水并根据“相似相溶”原理可知，d 是含有极性键的极性分子，C 错误；

D. 由分析可知，盐 a 为 Na₂SO₃ 或者 NaHSO₃，也可能是 Na₂S₂O₃，当

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，反应②中还可能生成淡黄色沉淀，D 正确；

故答案为：C。

9. 由下列实验操作及现象能得出相应结论的是

| | 实验操作 | 现象 | 结论 |
|---|---|-------------|--|
| A | 向 KBr、KI 混合溶液中依次加入少量氯水和 CCl_4 ，振荡，静置 | 溶液分层，下层呈紫红色 | 氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ |
| B | 在火焰上灼烧搅拌过某无色溶液的玻璃棒 | 火焰出现黄色 | 溶液中含 Na 元素 |
| C | 用 pH 计测定 pH：① NaHCO_3 溶液② CH_3COONa 溶液 | pH：①>② | H_2CO_3 酸性弱于 CH_3COOH |
| D | 把水滴入盛有少量 Na_2O_2 的试管中，立即把带火星木条放在试管口 | 木条复燃 | 反应生成了 O_2 |

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 向 KBr、KI 混合溶液中依次加入少量氯水和 CCl_4 ，振荡，静置，溶液分层，下层呈紫红色，说明反应产生 I_2 ，发生反应： $2\text{KI} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{I}_2$ ，证明氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$ ， $\text{Br}_2 > \text{I}_2$ ，但不能比较 Br_2 与 Cl_2 的氧化性强弱，A 错误；

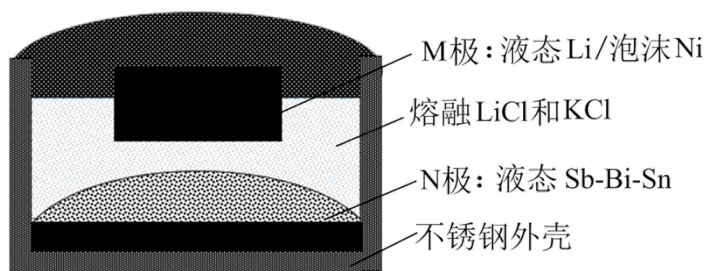
B. 玻璃中含有 Na 元素，因此灼烧时使火焰呈黄色，不能证明溶液中含 Na 元素，B 错误；

C. 应该采用对照方法进行实验，但两种溶液的浓度未知，盐的种类也不同，因此不能通过测定溶液的 pH 来判断 H_2CO_3 、 CH_3COOH 的酸性强弱，C 错误；

D. 氧气有助燃性，把水滴入盛有少量 Na_2O_2 的试管中，立即把带火星木条放在试管口，木条复燃，可以证明 Na_2O_2 与水反应产生了 O_2 ，D 正确；

故合理选项是 D。

10. 如图，某液态金属储能电池放电时产生金属化合物 Li_3Bi 。下列说法正确的是



- A. 放电时，M 电极反应为 $\text{Ni} - 2\text{e}^- = \text{Ni}^{2+}$
- B. 放电时， Li^+ 由 M 电极向 N 电极移动
- C. 充电时，M 电极的质量减小
- D. 充电时，N 电极反应为 $\text{Li}_3\text{Bi} + 3\text{e}^- = 3\text{Li}^+ + \text{Bi}$

【答案】B

【解析】

【分析】由题干信息可知，放电时，M 极由于 Li 比 Ni 更活泼，也比 N 极上的 Sb、Bi、Sn 更活泼，故 M 极作负极，电极反应为： $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$ ，N 极为正极，电极反应为： $3\text{Li}^+ + 3\text{e}^- + \text{Bi} = \text{Li}_3\text{Bi}$ ，据此分析解题。

【详解】A. 由分析可知，放电时，M 电极反应为 $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$ ，A 错误；

B. 由分析可知，放电时，M 极为负极，N 极为正极，故 Li^+ 由 M 电极向 N 电极移动，B 正确；

C. 由二次电池的原理可知，充电时和放电时同一电极上发生的反应互为逆过程，M 电极的电极反应为： $\text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{Li}$ ，故电极质量增大，C 错误；

D. 由二次电池的原理可知，充电时和放电时同一电极上发生的反应互为逆过程，充电时，N 电极反应为 $\text{Li}_3\text{Bi} - 3\text{e}^- = 3\text{Li}^+ + \text{Bi}$ ，D 错误；

故答案为：B。

11. 某温度下，在恒容密闭容器中加入一定量 X，发生反应 $2\text{X}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Y}(\text{s}) + \text{Z}(\text{g})$ ，一段时间后达到平衡。

下列说法错误的是

- A. 升高温度，若 $c(\text{Z})$ 增大，则 $\Delta H > 0$
- B. 加入一定量 Z，达新平衡后 $m(\text{Y})$ 减小
- C. 加入等物质的量的 Y 和 Z，达新平衡后 $c(\text{Z})$ 增大
- D. 加入一定量氩气，平衡不移动

【答案】C

【解析】

【分析】

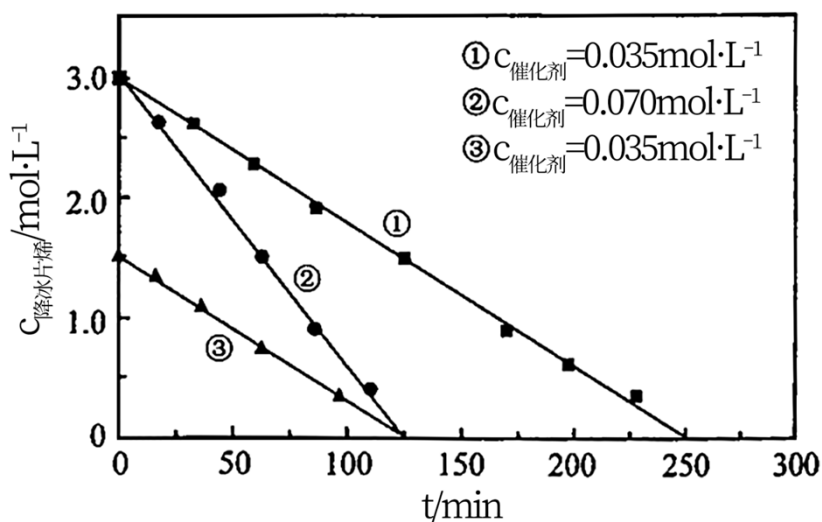
【详解】A. 根据勒夏特列原理可知，升高温度，化学平衡向着吸热反应方向移动，而 $c(Z)$ 增大，说明平衡正向移动，故则 $\Delta H > 0$ ，A 正确；

B. 加入一定量 Z，Z 的浓度增大，平衡逆向移动，故达新平衡后 $m(Y)$ 减小，B 正确；

C. 加入等物质的量的 Y 和 Z，Z 的浓度增大，平衡逆向移动，由于 X、Y 均为固体，故 $K=c(Z)$ ，达新平衡后 $c(Z)$ 不变，C 错误；

D. 加入一定量氩气，加入瞬间，X、Z 的浓度保持不变，故正、逆反应速率不变，故平衡不移动，D 正确
故答案为：C。

12. 某温度下，降冰片烯在钛杂环丁烷催化下聚合，反应物浓度与催化剂浓度及时间关系如图。已知反应物消耗一半所需的时间称为半衰期，下列说法错误的是



A. 其他条件相同时，催化剂浓度越大，反应速率越大

B. 其他条件相同时，降冰片烯浓度越大，反应速率越大

C. 条件①，反应速率为 $0.012 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

D. 条件②，降冰片烯起始浓度为 $3.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，半衰期为 62.5 min

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】A. 由题干图中曲线①②可知，其他条件相同时，催化剂浓度越大，反应所需要的时间更短，故反应速率越大，A 正确；

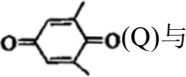
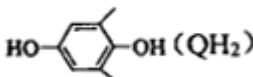
B. 由题干图中曲线①③可知，其他条件相同时，降冰片烯浓度①是③的两倍，所用时间①也是③的两倍，反应速率相等，故说明反应速率与降冰片烯浓度无关，B 错误；

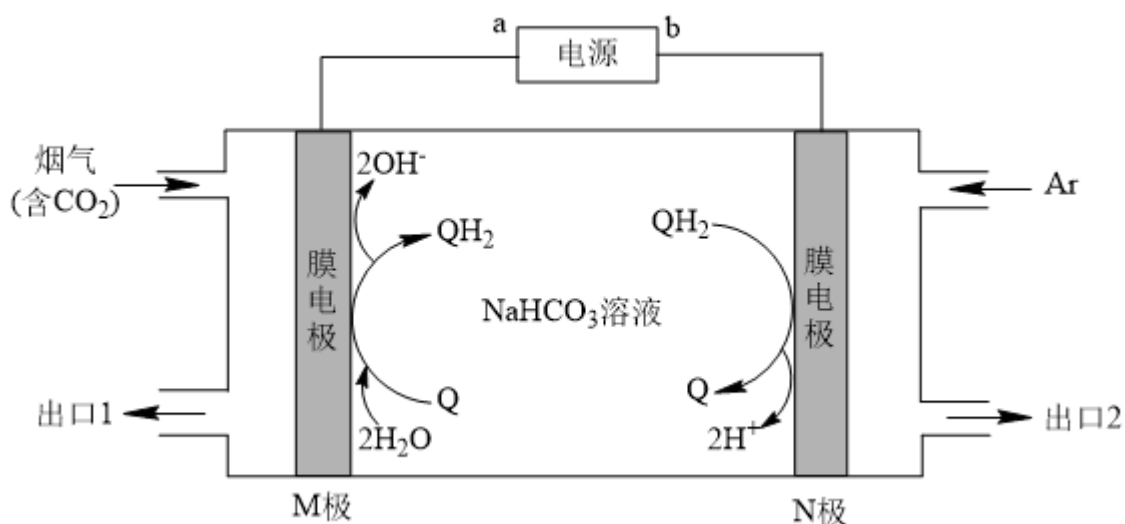
C. 由题干图中数据可知，条件①，反应速率为 $v = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{3.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{250 \text{ min}} = 0.012 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，C 正确；

正确；

D. 反应物消耗一半所需的时间称为半衰期，由题干图中数据可知，条件②，降冰片烯起始浓度为 $3.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，半衰期为 $125 \text{ min} \div 2 = 62.5 \text{ min}$ ，D 正确；

故答案为：B。



13. 利用  (Q) 与  (QH₂) 电解转化法从烟气中分离 CO₂ 的原理如图。已知气体可选择性通过膜电极，溶液不能通过。下列说法错误的是







- A. a 为电源负极
- B. 溶液中 Q 的物质的量保持不变
- C. CO₂ 在 M 极被还原
- D. 分离出的 CO₂ 从出口 2 排出

【答案】C

【解析】

【分析】由题干信息可知，M 极发生的是由  转化为  的过程，该过程是一个

还原反应，故 M 极为阴极，电极反应为： + 2H₂O + 2e⁻ =  + 2OH⁻，故与 M 极相

连的 a 电极为负极，N 极为阳极，电极反应为： - 2e⁻ =  + 2H⁺，b 极为电源正极，

据此分析解题。

【详解】A. 由分析可知，a 为电源负极，A 正确；

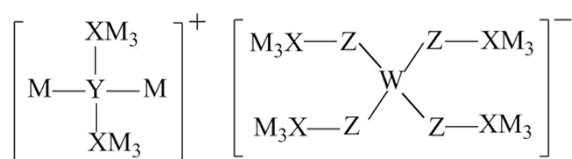
B. 由分析可知，根据电子守恒可知，溶液中 Q 的物质的量保持不变，B 正确；

C. 由分析可知，整个过程 CO_2 未被还原， CO_2 在 M 极发生反应为 $\text{CO}_2 + \text{OH}^- = \text{HCO}_3^-$ ，C 错误；

D. 由题干信息可知，M 极上 CO_2 发生反应为： $\text{CO}_2 + \text{OH}^- = \text{HCO}_3^-$ 被吸收， HCO_3^- 向阳极移动，N 极上发生的反应为： $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ ，故分离出的 CO_2 从出口 2 排出，D 正确；

故答案为：C。

14. 某多孔储氢材料前驱体结构如图，M、W、X、Y、Z 五种元素原子序数依次增大，基态 Z 原子的电子填充了 3 个能级，其中有 2 个未成对电子。下列说法正确的是



A. 氢化物沸点： $\text{X} > \text{Y}$

B. 原子半径： $\text{M} < \text{X} < \text{Y} < \text{Z}$

C. 第一电离能： $\text{W} < \text{X} < \text{Y} < \text{Z}$

D. 阴、阳离子中均有配位键

【答案】D

【解析】

【分析】由题干信息可知，基态 Z 原子的电子填充了 3 个能级，其中有 2 个未成对电子，故 Z 为 C 或者 O，根据多孔储氢材料前驱体结构图可知 Y 周围形成了 4 个单键，再结合信息 M、W、X、Y、Z 五种元素原子序数依次增大，故 Y 为 N，故 Z 为 O，M 只形成一个单键，M 为 H，X 为 C，则 W 为 B，据此分析解题。

【详解】A. 由分析可知，X、Y 的氢化物分别为： CH_4 和 NH_3 ，由于 NH_3 存在分子间氢键，故氢化物沸点： $\text{X} < \text{Y}$ ，A 错误；

B. 根据同一周期从左往右主族元素的原子半径依次减小，同一主族从上往下依次增大，故原子半径： $\text{M} < \text{Z} < \text{Y} < \text{X}$ ，B 错误；

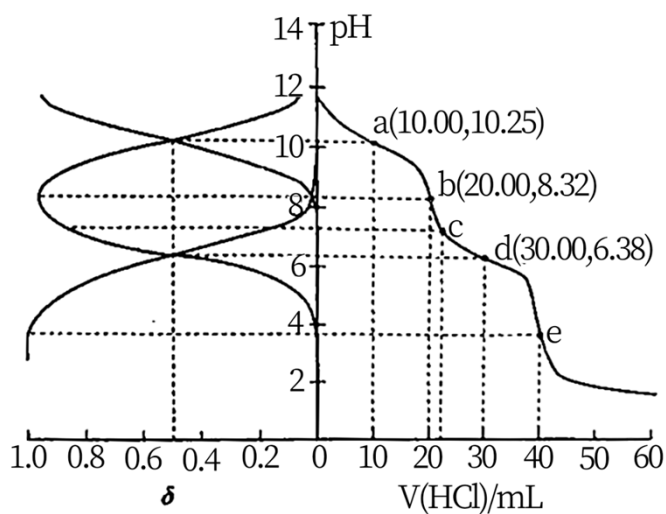
C. 根据同一周期从左往右元素的第一电离能呈增大趋势，IIA 与 IIIA，VA 与 VIA 反常，故第一电离能： $\text{W} < \text{X} < \text{Z} < \text{Y}$ ，C 错误；

D. 由于阳离子中的 Y 原子是 N 原子，形成了类似于铵根离子的阳离子，故存在配位键，阴离子中的 W 为 B，最外层上只有 3 个电子，能形成 3 个共价键，现在形成了 4 个共价键，故还有一个配位键，D 正确；

故答案为：D。

15. 用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸滴定 20.00 mL Na_2A 溶液，溶液中 H_2A 、 HA^- 、 A^{2-} 的分布分数 δ 随 pH 变化

曲线及滴定曲线如图。下列说法正确的是【如 A^{2-} 分布分数: $\delta(A^{2-}) = \frac{c(A^{2-})}{c(H_2A) + c(HA^-) + c(A^{2-})}$ 】

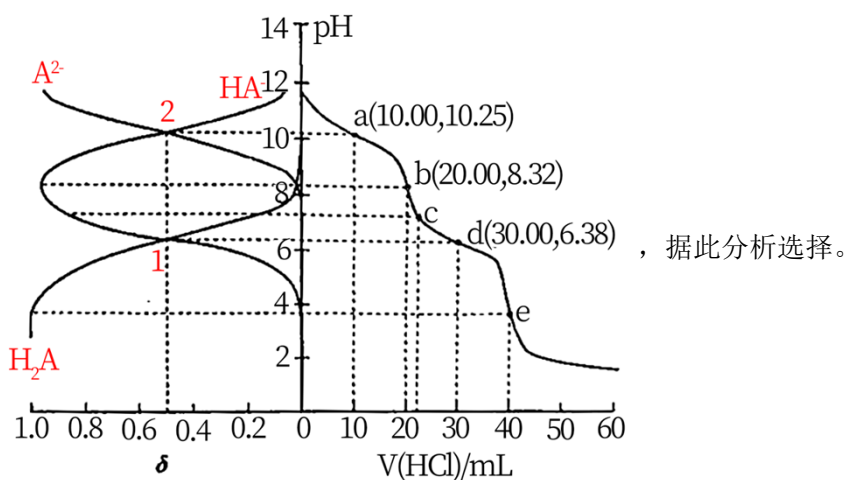


- A. H_2A 的 K_{a1} 为 $10^{-10.25}$
- B. c 点: $c(HA^-) > c(A^{2-}) > c(H_2A)$
- C. 第一次突变, 可选酚酞作指示剂
- D. $c(Na_2A) = 0.2000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

【答案】C

【解析】

【分析】用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸滴定 $20.00 \text{ mL Na}_2\text{A}$ 溶液, pH 较大时 A^{2-} 的分布分数 δ 最大, 随着 pH 的减小, A^{2-} 的分布分数 δ 逐渐减小, HA^- 的分布分数 δ 逐渐增大, 恰好生成 $NaHA$ 之后, HA^- 的分布分数 δ 逐渐减小, H_2A 的分布分数 δ 逐渐增大, 表示 H_2A 、 HA^- 、 A^{2-} 的分布分数 δ 的曲线如图所示,



【详解】A. H_2A 的 $K_{a1} = \frac{c(H^+) \cdot c(HA^-)}{c(H_2A)}$, 根据上图交点 1 计算可知 $K_{a1} = 10^{-6.38}$, A 错误;

B. 根据图像可知 c 点中 $c(\text{HA}^-) > c(\text{H}_2\text{A}) > c(\text{A}^{2-})$, B 错误;

C. 根据图像可知第一次滴定突跃溶液呈碱性, 所以可以选择酚酞做指示剂, C 正确;

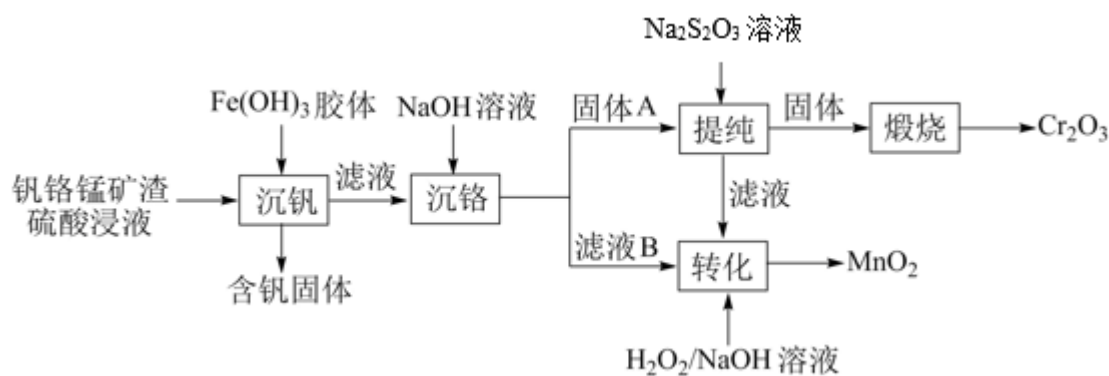
D. 根据图像 e 点可知, 当加入盐酸 40mL 时, 全部生成 H_2A , 根据 $\text{Na}_2\text{A} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{A}$ 计算

可知 $c(\text{Na}_2\text{A}) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 错误;

答案为: C。

二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 55 分。

16. 从钒铬锰矿渣(主要成分为 V_2O_5 、 Cr_2O_3 、 MnO)中提铬的一种工艺流程如下:



已知: pH 较大时, 二价锰 $[\text{Mn}(\text{II})]$ (在空气中易被氧化). 回答下列问题:

(1) Cr 元素位于元素周期表第 _____ 周期 _____ 族。

(2) 用 FeCl_3 溶液制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的化学方程式为 _____。

(3) 常温下, 各种形态五价钒粒子总浓度的对数 $[\lg c_{\text{总}}(\text{V})]$ 与 pH 关系如图 1。已知钒铬锰矿渣硫酸浸液中 $c_{\text{总}}(\text{V}) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, “沉钒”过程控制 $\text{pH} = 3.0$, 则与胶体共沉降的五价钒粒子的存在形态为 _____ (填化学式)。

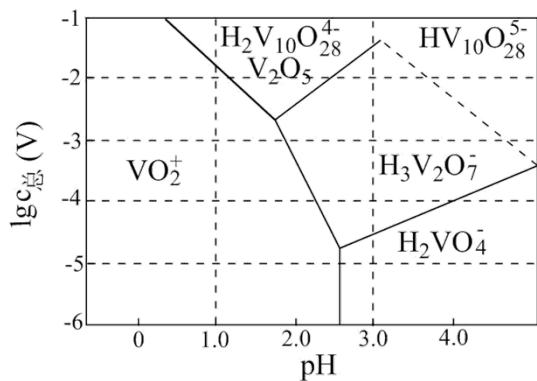


图 1

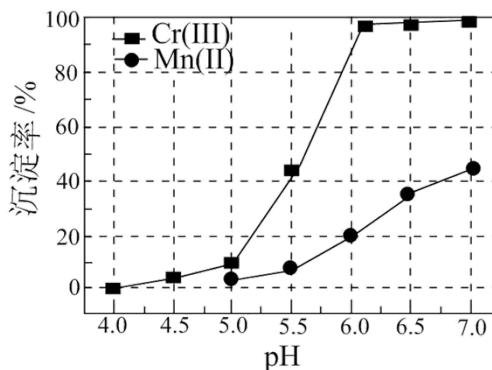


图 2

(4) 某温度下, $\text{Cr}(\text{III})$ 、 $\text{Mn}(\text{II})$ 的沉淀率与 pH 关系如图 2。“沉铬”过程最佳 pH 为 _____; 在该条件下

滤液 B 中 $c(\text{Cr}^{3+}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 【 K_w 近似为 1×10^{-14} ， $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 的 K_{sp} 近似为 1×10^{-30} 】。

(5) “转化”过程中生成 MnO_2 的离子方程式为_____。

(6) “提纯”过程中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的作用为_____。

【答案】(1) ①. 4 ②. VIB

(2) $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{\text{煮沸}} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$

(3) $\text{H}_3\text{V}_2\text{O}_7^-$

(4) ①. 6.0 ②. 1×10^{-6}

(5) $\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(6) 防止 pH 较大时，二价锰 $[\text{Mn}(\text{II})]$ 被空气中氧气氧化，转化为 MnO_2 附在 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 的表面，使产物不纯

【解析】

【分析】分析本工艺流程图可知，“沉钒”步骤中使用氢氧化铁胶体吸附含有钒的杂质，滤液中主要含有 Mn^{2+} 和 Cr^{3+} ，加热 NaOH “沉铬”后， Cr^{3+} 转化为固体 A 为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀，滤液 B 中主要含有 MnSO_4 ，加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 主要时防止 pH 较大时，二价锰 $[\text{Mn}(\text{II})]$ 被空气中氧气氧化， $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 煅烧后生成 Cr_2O_3 ，“转化”步骤中的反应离子方程式为： $\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，据此分析解题。

【小问 1 详解】

Cr 是 24 号元素，价层电子对排布式为： $3d^5 4s^1$ ，根据最高能层数等于周期序数，价电子数等于族序数，故 Cr 元素位于元素周期表第 4 周期 VIB 族，故答案为：4；VIB；

【小问 2 详解】

用 FeCl_3 溶液制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的化学方程式为 $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{\text{煮沸}} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$ ，故答案为：

$\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{\text{煮沸}} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$ ；

【小问 3 详解】

常温下，各种形态五价钒粒子总浓度的对数 $[\lg c_{\text{总}}(\text{V})]$ 与 pH 关系如图 1。已知钒铬锰矿渣硫酸浸液中 $c_{\text{总}}(\text{V}) = 0.01 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $[\lg c_{\text{总}}(\text{V})] = -2$ ，从图中可知，“沉钒”过程控制 $\text{pH} = 3.0$ ， $[\lg c_{\text{总}}(\text{V})] = -2$ 时，与胶体共沉降的五价钒粒子的存在形态为 $\text{H}_3\text{V}_2\text{O}_7^-$ ，故答案为： $\text{H}_3\text{V}_2\text{O}_7^-$ ；

【小问 4 详解】

某温度下，Cr(III)、Mn(II)的沉淀率与pH关系如图2，由图中信息可知“沉铬”过程最佳pH为6.0；则

此时溶液中OH⁻的浓度为：c(OH⁻)=10⁻⁸mol/L，在该条件下滤液B中c(Cr³⁺)= $\frac{K_{sp}(\text{Cr}(\text{OH})_3)}{c^3(\text{OH}^-)}$ =

$$\frac{1 \times 10^{-30}}{(10^{-8})^3} = 1 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$
，故答案为：6.0；1×10⁻⁶；

【小问5详解】

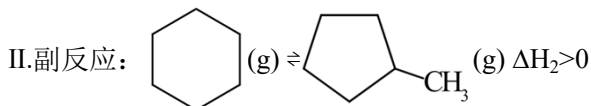
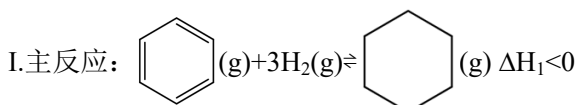
由分析可知，“转化”过程中生成MnO₂的离子方程式为Mn²⁺+H₂O₂+2OH⁻=MnO₂+2H₂O，故答案为：



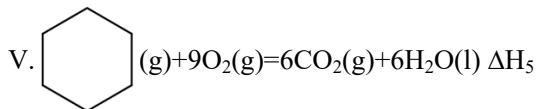
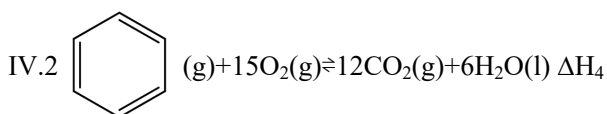
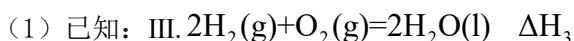
【小问6详解】

由分析可知，“提纯”过程中Na₂S₂O₃的作用为防止pH较大时，二价锰[Mn(II)]被空气中氧气氧化，转化为MnO₂附在Cr(OH)₃的表面，使产物不纯，故答案为：防止pH较大时，二价锰[Mn(II)]被空气中氧气氧化，转化为MnO₂附在Cr(OH)₃的表面，使产物不纯。

17. 苯催化加氢制备环己烷是化工生产中的重要工艺，一定条件下，发生如下反应：



回答下列问题：



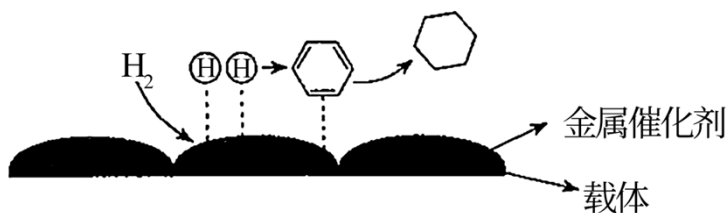
则ΔH₁=_____ (用ΔH₃、ΔH₄和ΔH₅表示)。

(2) 有利于提高平衡体系中环己烷体积分数的措施有_____。

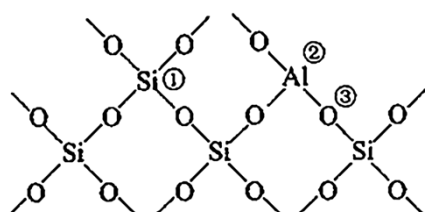
- A. 适当升温 B. 适当降温 C. 适当加压 D. 适当减压

(3) 反应I在管式反应器中进行，实际投料往往在n(H₂):n(C₆H₆)=3:1的基础上适当增大H₂用量，其目的是_____。

(4) 氢原子和苯分子吸附在催化剂表面活性中心时，才能发生反应，机理如图。当 H_2 中混有微量 H_2S 或 CO 等杂质时，会导致反应I的产率降低，推测其可能原因为_____。



(5) 催化剂载体中的酸性中心能催化苯及环己烷的裂解。已知酸性中心可结合孤电子对，下图中可作为酸性中心的原子的标号是_____ (填“①”“②”或“③”)。



催化剂载体表面结构片段

(6) 恒压反应器中，按照 $n(H_2):n(C_6H_6)=4:1$ 投料，发生I、II反应，总压为 p_0 ，平衡时苯的转化率为 α ，环己烷的分压为 p ，则反应1的 $K_p=_____$ (列出计算式即可，用平衡分压代替平衡浓度计算，分压=总压×物质的量分数)。

【答案】(1) $\frac{3}{2}\Delta H_3 + \frac{1}{2}\Delta H_4 - \Delta H_5$ (2) BC

(3) 提高苯的利用率 (4) 金属催化剂会与 H_2S 或 CO 反应从而失去催化活性

(5) ② (6) $\frac{p}{\frac{1-\alpha}{5-3\alpha} p_0 \times (\frac{4-3\alpha}{5-3\alpha} p_0)^3}$

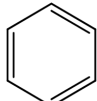
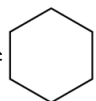
【解析】

【分析】

【小问1详解】

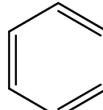
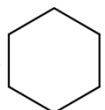
根据盖斯定律结合已知反应： III. $2H_2(g)+O_2(g)=2H_2O(l)$ ΔH_3 IV. 2

$(g)+15O_2(g)\rightleftharpoons 12CO_2(g)+6H_2O(l)$ ΔH_4 V. $(g)+9O_2(g)=6CO_2(g)+6H_2O(l)$ ΔH_5

I.主反应： (g)+3H₂(g)⇌ (g)可由 $\frac{3}{2}\text{III}+\frac{1}{2}\text{IV-V}$ ，则 $\Delta H_1=\frac{3}{2}\Delta H_3+\frac{1}{2}\Delta H_4-\Delta H_5$ ，故答案为：

$$\frac{3}{2}\Delta H_3+\frac{1}{2}\Delta H_4-\Delta H_5;$$

【小问 2 详解】

根据I.主反应： (g)+3H₂(g)⇌ (g)是一个气体体积减小的方向的放热反应，故有利于提高平衡体系中环己烷体积分数即使平衡向正方向移动，根据勒夏特列原理，可采用适当降低温度和适当加压有利平衡正向移动，而升温 and 减压都将使平衡逆向移动，故答案为：BC；

【小问 3 详解】

反应I在管式反应器中进行，实际投料往往在 $n(\text{H}_2):n(\text{C}_6\text{H}_6)=3:1$ 的基础上适当增大H₂用量，增大H₂的浓度将使平衡正向移动，从而提高苯的转化率即利用率，故适当增大H₂用量的目的是提高苯的利用率，故答案为：提高苯的利用率；

【小问 4 详解】

氢原子和苯分子吸附在催化剂表面活性中心时，才能发生反应，机理如图。当H₂中混有微量H₂S或CO等杂质时，会导致反应I的产率降低，推测其可能原因为金属催化剂会与H₂S或CO反应从而失去催化活性，故答案为：金属催化剂会与H₂S或CO反应从而失去催化活性；

【小问 5 详解】

催化剂载体中的酸性中心能催化苯及环己烷的裂解。已知酸性中心可结合孤电子对，由图可知，①中原子无孤对电子也没有空轨道，②中原子无孤对电子但有空轨道可接收孤电子对，③中有孤对电子，无空轨道，故下图中可作为酸性中心的原子的标号是②，故答案为：②；

【小问 6 详解】

恒压反应器中，按照 $n(\text{H}_2):n(\text{C}_6\text{H}_6)=4:1$ 投料，设投入的苯的物质的量为1mol，发生I、II反应总压为

| | | | | | |
|--|------------------------|----------------|----------------------|----------|---|
| | C_6H_6 | $+3\text{H}_2$ | \rightleftharpoons | 环己烷 | |
| p_0 ，平衡时苯的转化率为 α ，环己烷的分压为 p ，则： | 起始量(mol) | 1 | 4 | 0 | ， |
| | 转化量(mol) | α | 3α | α | |
| | 平衡量(mol) | $1-\alpha$ | $4-3\alpha$ | α | |

| | | | | |
|----------|------------|----------------------|-------|---|
| | 环己烷 | \rightleftharpoons | 甲基环戊烷 | |
| 起始量(mol) | α | | 0 | 有反应后平衡体系中总的物质的量为： $1-\alpha+4-3\alpha+\alpha-x+x=5-3\alpha$ ， |
| 转化量(mol) | x | | x | |
| 平衡量(mol) | $\alpha-x$ | | x | |

故平衡时，苯的分压为： $\frac{1-\alpha}{5-3\alpha}p_0$ ， H_2 的分压为： $\frac{4-3\alpha}{5-3\alpha}p_0$ ，则反应 1 的 $K_p = \frac{p(\text{环己烷})}{p(\text{苯})p^3(H_2)} =$

$$\frac{\frac{p}{5-3\alpha}p_0 \times (\frac{4-3\alpha}{5-3\alpha}p_0)^3}{\frac{1-\alpha}{5-3\alpha}p_0 \times (\frac{4-3\alpha}{5-3\alpha}p_0)^3}$$

，故答案为： $\frac{p}{5-3\alpha}p_0 \times (\frac{4-3\alpha}{5-3\alpha}p_0)^3$ 。

18. Fe/Fe_3O_4 磁性材料在很多领域具有应用前景，其制备过程如下(各步均在 N_2 氛围中进行)：

①称取 9.95g $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ ($M_r=199$)，配成 50mL 溶液，转移至恒压滴液漏斗中。

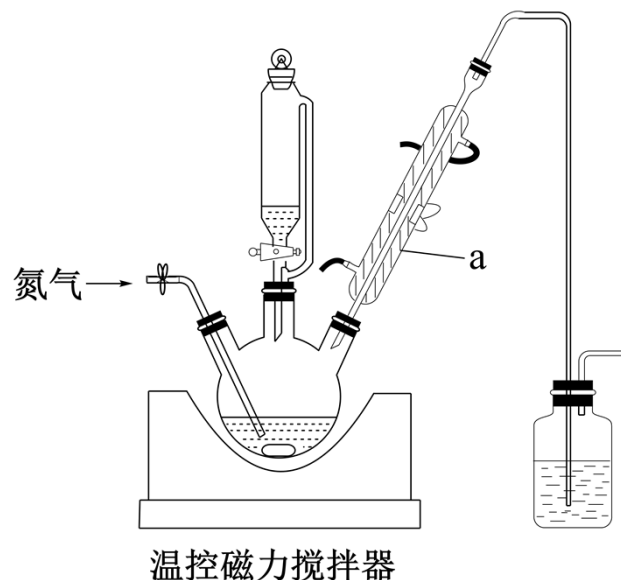
②向三颈烧瓶中加入 100mL $14mol \cdot L^{-1}KOH$ 溶液。

③持续磁力搅拌，将 $FeCl_2$ 溶液以 $2mL \cdot min^{-1}$ 的速度全部滴入三颈烧瓶中， $100^\circ C$ 下回流 3h。

④冷却后过滤，依次用热水和乙醇洗涤所得黑色沉淀，在 $40^\circ C$ 干燥。

⑤管式炉内焙烧 2h，得产品 3.24g。

部分装置如图：



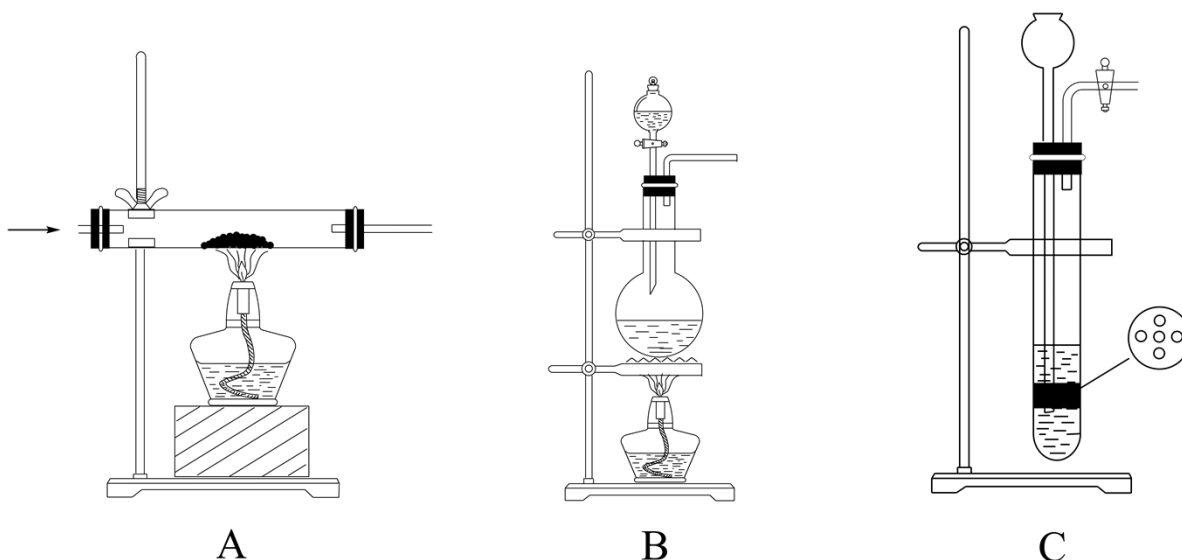
回答下列问题：

(1) 仪器 a 的名称是_____；使用恒压滴液漏斗的原因是_____。

(2) 实验室制取 N_2 有多种方法，请根据元素化合物知识和氧化还原反应相关理论，结合下列供选试剂和装置，选出一种可行的方法，化学方程式为_____，对应的装置为_____ (填标号)。

可供选择的试剂： $CuO(s)$ 、 $NH_3(g)$ 、 $Cl_2(g)$ 、 $O_2(g)$ 、饱和 $NaNO_2(aq)$ 、饱和 $NH_4Cl(aq)$

可供选择的发生装置(净化装置略去)：



- (3) 三颈烧瓶中反应生成了 Fe 和 Fe_3O_4 ，离子方程式为_____。
- (4) 为保证产品性能，需使其粒径适中、结晶度良好，可采取的措施有_____。
- A. 采用适宜的滴液速度
B. 用盐酸代替 KOH 溶液，抑制 Fe^{2+} 水解
C. 在空气氛围中制备
D. 选择适宜的焙烧温度
- (5) 步骤④中判断沉淀是否已经用水洗涤干净，应选择的试剂为_____；使用乙醇洗涤的目的是_____。
- (6) 该实验所得磁性材料的产率为_____ (保留 3 位有效数字)。

【答案】 (1) ①. (球形) 冷凝管 ②. 平衡气压，便于液体顺利流下

(2) ①. $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ (或 $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow$) ②. A(或

B)

(3) $4\text{Fe}^{2+} + 8\text{OH}^- = \text{Fe} \downarrow + \text{Fe}_3\text{O}_4 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (4) AD

(5) ①. 稀硝酸和硝酸银溶液 ②. 除去晶体表面水分，便于快速干燥

(6) 90.0%

【解析】

【分析】

【小问 1 详解】

根据仪器的构造与用途可知，仪器 a 的名称是 (球形) 冷凝管；恒压滴液漏斗在使用过程中可保持气压平衡，使液体顺利流下。

【小问 2 详解】

实验室中制备少量氮气的基本原理是用适当的氧化剂将氨或铵盐氧化，常见的可以是将氨气通入灼热的氧

化铜中反应，其化学方程式为： $2\text{NH}_3+3\text{CuO}\xrightarrow{\Delta}3\text{Cu}+\text{N}_2+3\text{H}_2\text{O}$ ；可选择气体通入硬质玻璃管与固体在加热条件下发生反应，即选择 A 装置。还可利用饱和 $\text{NaNO}_2(\text{aq})$ 和饱和 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$ 在加热下发生氧化还原反应制备氮气，反应的化学方程式为： $\text{NH}_4\text{Cl}+\text{NaNO}_2\xrightarrow{\Delta}\text{NaCl}+2\text{H}_2\text{O}+\text{N}_2\uparrow$ ，可选择液体与液体加热制备气体型，所以选择 B 装置。综上所述，答案为： $2\text{NH}_3+3\text{CuO}\xrightarrow{\Delta}3\text{Cu}+\text{N}_2+3\text{H}_2\text{O}$ （或 $\text{NH}_4\text{Cl}+\text{NaNO}_2\xrightarrow{\Delta}\text{NaCl}+2\text{H}_2\text{O}+\text{N}_2\uparrow$ ）；A(或 B)；

【小问 3 详解】

三颈烧瓶中 FeCl_2 溶液与 $100\text{mL}14\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KOH}$ 溶液发生反应生成了 Fe 和 Fe_3O_4 ，根据氧化还原反应的规律可知，该反应的离子方程式为 $4\text{Fe}^{2+}+8\text{OH}^-=\text{Fe}\downarrow+\text{Fe}_3\text{O}_4\downarrow+4\text{H}_2\text{O}$ ；

【小问 4 详解】

结晶度受反应速率与温度的影响，所以为保证产品性能，需使其粒径适中、结晶度良好，可采取的措施有采用适宜的滴液速度、选择适宜的焙烧温度，AD 项符合题意，若用盐酸代替 KOH 溶液，生成的晶体为 Fe 和 Fe_3O_4 ，均会溶解在盐酸中，因此得不到该晶粒，故 B 不选；若在空气氛围中制备，则亚铁离子容易被空气氧化，故 D 不选，综上所述，答案为：AD；

【小问 5 详解】

因为反应后溶液中有氯离子，所以在步骤④中判断沉淀是否已经用水洗涤干净，需取最后一次洗涤液，加入稀硝酸酸化后，再加入硝酸银溶液，若无白色沉淀生成，则证明已洗涤干净；乙醇易溶于水，易挥发，所以最后使用乙醇洗涤的目的是除去晶体表面水分，便于快速干燥。

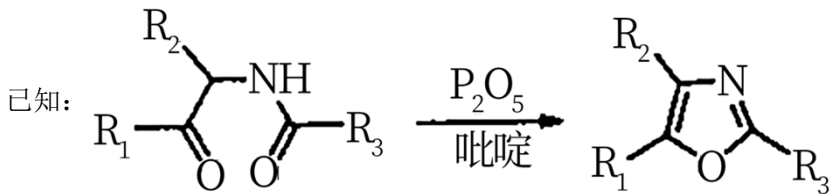
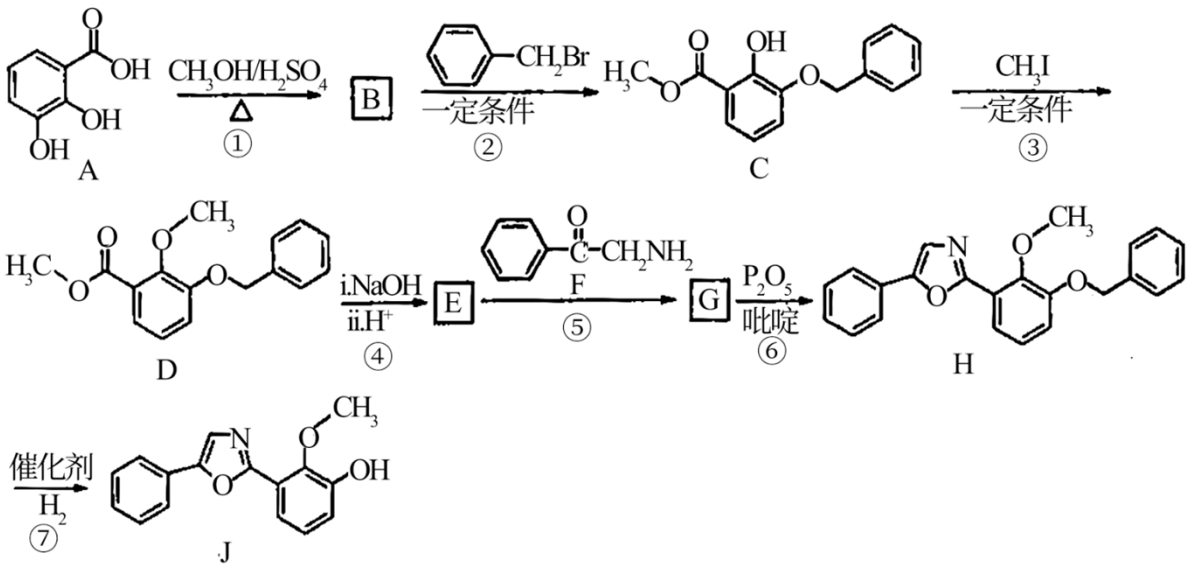
【小问 6 详解】

$9.95\text{g FeCl}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ($M_r=199$) 的物质的量为 $\frac{9.95\text{g}}{199\text{g/mol}}=0.05\text{mol}$ ，根据发生反应的离子方程式：

$4\text{Fe}^{2+}+8\text{OH}^-=\text{Fe}\downarrow+\text{Fe}_3\text{O}_4\downarrow+4\text{H}_2\text{O}$ ，可知理论上所得的 Fe 和 Fe_3O_4 的物质的量各自为 0.0125mol ，所以得到的黑色产品质量应为 $0.0125\text{mol}\times(56\text{g/mol}+232\text{g/mol})=3.6\text{g}$ ，实际得到的产品 3.24g ，所以其产

率为 $\frac{3.24\text{g}}{3.6\text{g}}\times 100\%=90.0\%$ ，故答案为：90.0%。

19. 中华裸蕨中含有一种具有杀菌活性的化合物 J，其合成路线如下：



回答下列问题：

(1) D 中含氧官能团的名称为_____；J 的分子式为_____。

(2) A 的两种同分异构体结构分别为 (M) 和 (N)，其熔点

M_____N(填“高于”或“低于”)。

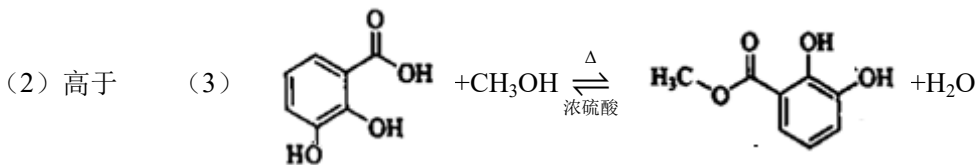
(3) 由 A 生成 B 的化学方程式为_____。

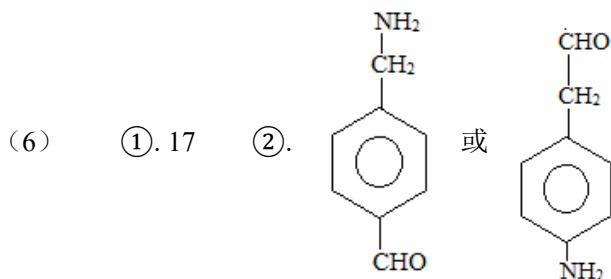
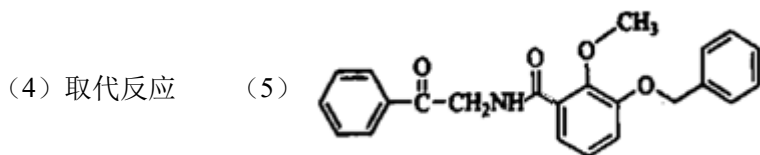
(4) 由 B 生成 C 的反应类型为_____。

(5) G 的结构简式为_____。

(6) F 的同分异构体中，含有苯环、 $-NH_2$ ，且能发生银镜反应的有_____种；其中核磁共振氢谱峰面积之比为 2 : 2 : 2 : 2 : 1 的同分异构体的结构简式为_____。

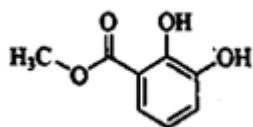
【答案】(1) ①. 酯基和醚键 ②. $C_{16}H_{13}O_3N$

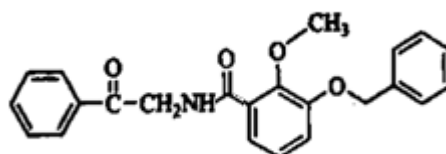


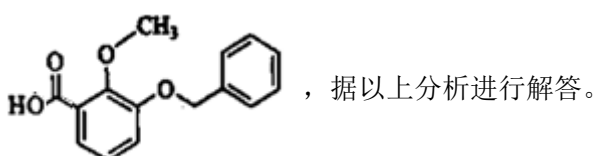


【解析】

【分析】结合有机物 C 的结构简式进行逆推，并根据 A→B→C 的转化流程可知，有机物 B 的结构简式为：



构简式进行逆推，并根据已知信息可知，有机物 G 为  ，有机物 E 为



【小问 1 详解】

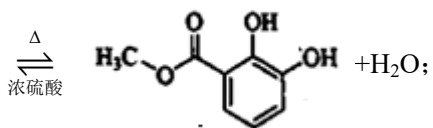
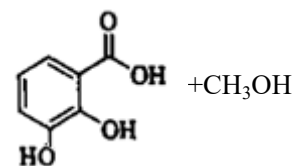
根据流程中 D 的结构简式可知，D 中含氧官能团的名称为酯基和醚键；根据 J 的结构简式可知，J 的分子式为 C₁₆H₁₃O₃N；

【小问 2 详解】

N 分子中羟基与羧基相邻可形成分子内氢键，使熔沸点偏低；M 分子中羟基与羧基相间，可形成分子间氢键，使熔沸点偏高；所以有机物 N 的熔点低于 M；

【小问 3 详解】

根据流程可知A与甲醇在一定条件下发生取代反应,由A生成B的化学方程式为:



【小问4详解】

根据流程分析, B 的结构简式为 C 的结构简式: , B 与

在一定条件下发生取代反应生成有机物 C;

【小问5详解】

结合以上分析可知, G 的结构简式为

【小问6详解】

F 的结构简式为 , F 的同分异构体中, 含有苯环、 $-\text{NH}_2$, 且能发生银镜反应, 结构中含

有醛基, 可能的结构: 如果苯环上只有一个取代基, 只有 1 种结构, 结构为 , 如果苯环

上含有两个取代基, 一个为 $-\text{CH}_2\text{CHO}$, 一个为 $-\text{NH}_2$, 环上有邻、间、对 3 种结构; 若苯环上有两个取代基, 一个为 $-\text{CHO}$, 一个为 $-\text{CH}_2\text{NH}_2$, 环上有邻、间、对 3 种结构; 若苯环上有一个 $-\text{CH}_3$ 、一个 $-\text{CHO}$ 、一个 NH_2 , 环上共有 10 种结构, 所以共有 17 种; 其中核磁共振氢谱峰面积之比为 2 : 2 : 2 : 2 : 1 的同分异构体

的结构简式为: 或 。

