

2022 年辽宁省普通高等学校招生选择性考试

化学

本试卷满分 100 分，考试时间 75 分钟。

可能用到的相对原子质量：H-1 B-11 C-12 N-14 O-16 Na-23 S-32 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. 北京冬奥会备受世界瞩目。下列说法错误的是
- A. 冰壶主材料花岗岩属于无机非金属材料
 - B. 火炬“飞扬”使用的碳纤维属于有机高分子材料
 - C. 冬奥会“同心”金属奖牌属于合金材料
 - D. 短道速滑服使用的超高分子量聚乙烯属于有机高分子材料

【答案】B

【解析】

- 【详解】A. 花岗岩的主要成分是石英、云母、长石等矿物，属于无机非金属材料，A 正确；
B. 碳纤维指的是含碳量在 90%以上的高强度高模量纤维，属于无机非金属材料，B 错误；
C. 金属奖牌属于合金材料，C 正确；
D. 聚乙烯属于有机高分子材料，D 正确；

故答案选 B。

2. 下列符号表征或说法正确的是

- A. H_2S 电离： $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$
- B. Na 位于元素周期表 p 区
- C. CO_3^{2-} 空间结构：平面三角形
- D. KOH 电子式： $\text{K} : \ddot{\text{O}} : \text{H} _$

【答案】C

【解析】

- 【详解】A. H_2S 是二元弱酸，电离分步进行，其一级电离方程式为 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ ，A 错误；
B. 基态 Na 原子的价电子排布式是 $3s^1$ ，最后一个电子填充在 s 能级，位于元素周期表 s 区，B 错误；
C. CO_3^{2-} 中心碳原子的价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2} \times (4 + 2 - 3 \times 2) = 3$ ，故其空间结构为平面三角形，C

正确；

D. KOH是离子化合物，电子式为 $K^+[:\ddot{O}:H]^-$ ，D错误；

故答案选C。

3. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. $1.8g\ ^{18}O$ 中含有的中子数为 N_A
- B. $28g\ C_2H_4$ 分子中含有的 σ 键数目为 $4N_A$
- C. 标准状况下， $22.4L\ HCl$ 气体中 H^+ 数目为 N_A
- D. $pH=12$ 的 Na_2CO_3 溶液中 OH^- 数目为 $0.01N_A$

【答案】A

【解析】

【详解】A. 1个 ^{18}O 原子中含有10个中子， $1.8g\ ^{18}O$ 的物质的量为 $\frac{1.8g}{18g \cdot mol^{-1}} = 0.1mol$ ，故 $1.8g\ ^{18}O$ 中

含有中子的物质的量为 $1mol$ ，中子数为 N_A ，故A正确；

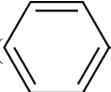
B. 乙烯分子的结构式为 $\begin{array}{c} H & & H \\ & \diagdown & / \\ & C=C & \\ & / & \diagdown \\ H & & H \end{array}$ ，1个乙烯分子中含有5个 σ 键， $28g\ C_2H_4$ 的物质的量为

$1mol$ ，所以 $28g\ C_2H_4$ 分子中含有的 σ 键数目为 $5N_A$ ，B错误；

C. HCl是共价化合物，HCl分子中不存在 H^+ ，故C错误；

D. 没有给出 Na_2CO_3 溶液的体积，无法计算 $pH=12$ 的 Na_2CO_3 溶液中 OH^- 的数目，故D错误；

选A。

4. 下列关于苯乙炔()的说法正确的是

- A. 不能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色
- B. 分子中最多有5个原子共直线
- C. 能发生加成反应和取代反应
- D. 可溶于水

【答案】C

【解析】

【分析】根据苯环的性质判断可以发生氧化、加成、取代反应；根据碳碳叁键的特点判断可发生加成反应，能被酸性高锰酸钾氧化，对于共线可根据有机碳原子的杂化及官能团的空间结构进行判断；

【详解】A. 苯乙炔分子中含有碳碳三键，能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色，A错误；

【详解】A. Zn 比 Fe 活泼，更容易失去电子，还原性更强，先与 I_2 发生氧化还原反应，故溶液褪色原因为 I_2 被 Zn 还原，A 项错误；

B. 液体分层后， I_2 在 CCl_4 层， CCl_4 的密度比水大，则下层呈紫红色，B 项错误；

C. 若镀层金属活泼性大于 Fe，则 Fe 不易生锈，反之，若 Fe 活泼性大于镀层金属，则 Fe 更易生锈，由于活泼性： $Zn > Fe > Sn$ ，则镀锡铁钉更易生锈，C 项错误；

D. 漂白粉的有效成分为 $Ca(ClO)_2$ ，其具有强氧化性，可将 I^- 氧化，D 项正确；

答案选 D。

7. 下列类比或推理合理的是

	已知	方法	结论
A	沸点： $Cl_2 < Br_2 < I_2$	类比	沸点： $H_2 < N_2 < O_2$
B	酸性： $HClO_4 > HIO_4$	类比	酸性： $HCl > HI$
C	金属性： $Fe > Cu$	推理	氧化性： $Fe^{3+} < Cu^{2+}$
D	K_{sp} ： $Ag_2CrO_4 < AgCl$	推理	溶解度： $Ag_2CrO_4 < AgCl$

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】A

【解析】

【详解】A. Cl_2 、 Br_2 、 I_2 的相对分子质量逐渐增大，沸点逐渐升高，可推知分子晶体的相对分子质量越大，分子间作用力越大，沸点越高，由于相对分子质量： $H_2 < N_2 < O_2$ ，所以沸点： $H_2 < N_2 < O_2$ ，故 A 正确；

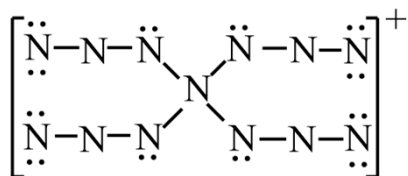
B. 非金属元素最高价含氧酸的酸性与非金属性有关，元素的非金属性越强，最高价含氧酸的酸性越强，所以酸性： $HClO_4 > HIO_4$ ，酸性： $HCl < HI$ ，故 B 错误；

C. 由金属性： $Fe > Cu$ ，可推出氧化性 $Fe^{2+} < Cu^{2+}$ ；由离子方程式 $2Fe^{3+} + Cu = 2Fe^{2+} + Cu^{2+}$ 可得，氧化性： $Fe^{3+} > Cu^{2+}$ ，故 C 错误；

D. Ag_2CrO_4 和 AgCl 的阴、阳离子个数比不相同，不能通过 K_{sp} 大小来比较二者在水中的溶解度，故 D 错误；

选 A。

8. 理论化学模拟得到一种 N_{13}^+ 离子，结构如图。下列关于该离子的说法错误的是



- A. 所有原子均满足 8 电子结构
B. N 原子的杂化方式有 2 种
C. 空间结构为四面体形
D. 常温下不稳定

【答案】B

【解析】

【详解】A. 由 N_{13}^+ 的结构式可知，所有 N 原子均满足 8 电子稳定结构，A 正确；

B. 中心 N 原子为 sp^3 杂化，与中心 N 原子直接相连的 N 原子为 sp^2 杂化，与端位 N 原子直接相连的 N 原子为 sp 杂化，端位 N 原子为 sp^2 杂化，则 N 原子的杂化方式有 3 种，B 错误；

C. 中心 N 原子为 sp^3 杂化，则其空间结构为四面体形，C 正确；

D. N_{13}^+ 中含叠氮结构 ($-\text{N}=\text{N}=\text{N}:$)，常温下不稳定，D 正确；

故答案选 B。

9. $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 、 $\text{NH}_3(\text{l})$ 均可自耦电离： $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ 、 $2\text{NH}_3(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_2^- + \text{NH}_4^+$ 。下列反

应与 $\text{CH}_3\overset{\delta+}{\text{C}}\text{H}_2\overset{\delta-}{\text{C}}\text{Br} + \overset{\delta+}{\text{H}}\overset{\delta-}{\text{O}}\text{H} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{HBr}$ 原理不同的是

- A. $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3$
B. $\text{SiCl}_4 + 8\text{NH}_3(\text{l}) = \text{Si}(\text{NH}_2)_4 + 4\text{NH}_4\text{Cl}$
C. $3\text{Cl}_2 + 8\text{NH}_3 = 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$
D. $\text{PCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_3 + 3\text{HCl}$

【答案】C

【解析】

【详解】A. 根据题目信息可知， $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 和 H_2O 互相交换成分生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 和 HBr 。由

$2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ 可得， Mg_3N_2 与 H_2O 互相交换成分生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 NH_3 ，与题述反应原理相同，A 正确；

B. 由于 $\text{NH}_3(\text{l})$ 可自电离, 2NH_3 可写为 $\overset{\delta+}{\text{NH}_4}-\overset{\delta-}{\text{NH}_2}$, $\overset{\delta+}{\text{NH}_4}-\overset{\delta-}{\text{NH}_2}$ 与 SiCl_4 交换成分生成 $\text{Si}(\text{NH}_2)_4$ 和 NH_4Cl_3 与题述反应原理相同, 故 B 正确;

C. Cl_2 与 NH_3 反应生成了单质 N_2 , 反应物没有互相交换成分, 与题述反应原理不同, 故 C 错误;

D. $\overset{\delta+}{\text{H}}-\overset{\delta-}{\text{OH}}$ 和 PCl_3 互相交换成分生成了 H_3PO_3 和 HCl , 与题述反应原理相同, 故 D 正确;

故答案选 C。

10. 某温度下, 在 1L 恒容密闭容器中 2.0mol X 发生反应 $2\text{X}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Y}(\text{g}) + 2\text{Z}(\text{g})$, 有关数据如下:

时间段/min	产物 Z 的平均生成速率/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
0~2	0.20
0~4	0.15
0~6	0.10

下列说法错误的是

A. 1min 时, Z 的浓度大于 $0.20\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. 2min 时, 加入 0.20mol Z, 此时 $v_{\text{正}}(\text{Z}) < v_{\text{逆}}(\text{Z})$

C. 3min 时, Y 的体积分数约为 33.3%

D. 5min 时, X 的物质的量为 1.4mol

【答案】B

【解析】

【详解】A. 反应开始一段时间, 随着时间的延长, 反应物浓度逐渐减小, 产物 Z 的平均生成速率逐渐减小, 则 0~1min 内 Z 的平均生成速率大于 0~2min 内的, 故 1min 时, Z 的浓度大于 $0.20\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 正确;

B. 4min 时生成的 Z 的物质的量为 $0.15\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 4\text{min} \times 1\text{L} = 0.6\text{mol}$, 6min 时生成的 Z 的物质的量为 $0.10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 6\text{min} \times 1\text{L} = 0.6\text{mol}$, 故反应在 4min 时已达到平衡, 设达到平衡时生了 a mol Y, 列三段式:

	$2\text{X}(\text{s})$	\rightleftharpoons	$\text{Y}(\text{g})$	+	$2\text{Z}(\text{g})$
初始量/mol	2.0		0		0
转化量/mol	2a		a		2a
平衡量/mol	$2.0 - 2a$		a		0.6

根据 $2a = 0.6$ ，得 $a = 0.3$ ，则 Y 的平衡浓度为 $0.3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，Z 的平衡浓度为 $0.6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，平衡常数 $K = c^2(\text{Z})\cdot c(\text{Y}) = 0.108$ ，2 min 时 Y 的浓度为 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，Z 的浓度为 $0.4\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，加入 0.2mol Z 后 Z 的浓度变为 $0.6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $Q_0 = c^2(\text{Z})\cdot c(\text{Y}) = 0.072 < K$ ，反应正向进行，故 $v_{\text{正}}(\text{Z}) > v_{\text{逆}}(\text{Z})$ ，B 错误；

C. 反应生成的 Y 与 Z 的物质的量之比恒等于 1:2，反应体系中只有 Y 和 Z 为气体，相同条件下，体积之比等于物质的量之比， $\frac{V(\text{Y})}{V(\text{Z})} = \frac{1}{2}$ ，故 Y 的体积分数始终约为 33.3%，C 正确；

D. 由 B 项分析可知 5 min 时反应处于平衡状态，此时生成 Z 为 0.6mol ，则 X 的转化量为 0.6mol ，初始 X 的物质的量为 2mol ，剩余 X 的物质的量为 1.4mol ，D 正确；

故答案选 B。

11. 下列实验能达到目的的是

	实验目的	实验方法或操作
A	测定中和反应的反应热	酸碱中和滴定的同时，用温度传感器采集锥形瓶内溶液的温度
B	探究浓度对化学反应速率的影响	量取同体积不同浓度的 NaClO 溶液，分别加入等体积等浓度的 Na_2SO_3 溶液，对比现象
C	判断反应后 Ba^{2+} 是否沉淀完全	将 Na_2CO_3 溶液与 BaCl_2 溶液混合，反应后静置，向上层清液中再加 1 滴 Na_2CO_3 溶液
D	检验淀粉是否发生了水解	向淀粉水解液中加入碘水

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A. 酸碱中和滴定操作中并没有很好的保温措施，热量损失较多，不能用于测定中和反应的反应热，A 错误；

B. NaClO 和 Na_2SO_3 反应无明显现象，无法根据现象进行浓度对化学反应速率的影响的探究，B 错误；

C. 将 Na_2CO_3 溶液与 BaCl_2 溶液混合，反应后静置，向上层清液中滴加 1 滴 Na_2CO_3 溶液，若有浑浊产

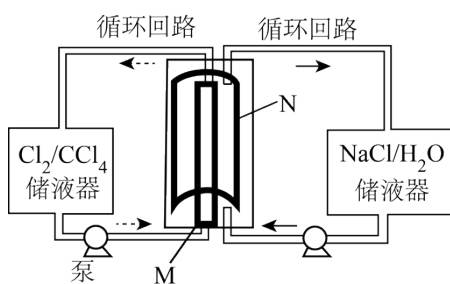
生，则说明 Ba^{2+} 没有沉淀完全，反之，则沉淀完全，C 正确；

D. 检验淀粉是否发生了水解，应检验是否有淀粉的水解产物(葡萄糖)存在，可选用银氨溶液或新制氢氧化铜，碘水是用来检验淀粉的试剂，可用于检验淀粉是否完全水解，D 错误。

故答案选 C。

【点睛】本题易忽略实验探究过程中，反应应具有明显的实验现象，如有气体或沉淀生成，或有明显的颜色变化，一般条件下会加入显色剂辅助观察实验现象，如酸碱中和滴定时加入酚酞溶液或甲基橙，从而易于观察滴定终点。

12. 某储能电池原理如图。下列说法正确的是



A. 放电时负极反应： $\text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3 - 2\text{e}^- = \text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{Na}^+$

B. 放电时 Cl^- 透过多孔活性炭电极向 CCl_4 中迁移

C. 放电时每转移 1mol 电子，理论上 CCl_4 吸收 0.5mol Cl_2

D. 充电过程中， NaCl 溶液浓度增大

【答案】A

【解析】

【分析】放电时负极反应： $\text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3 - 2\text{e}^- = \text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{Na}^+$ ，正极反应： $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{Cl}^-$ ，消耗氯气，放电时，阴离子移向负极，充电时阳极： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2$ ，由此解析。

【详解】A. 放电时负极失电子，发生氧化反应，电极反应：

$\text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3 - 2\text{e}^- = \text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{Na}^+$ ，故 A 正确；

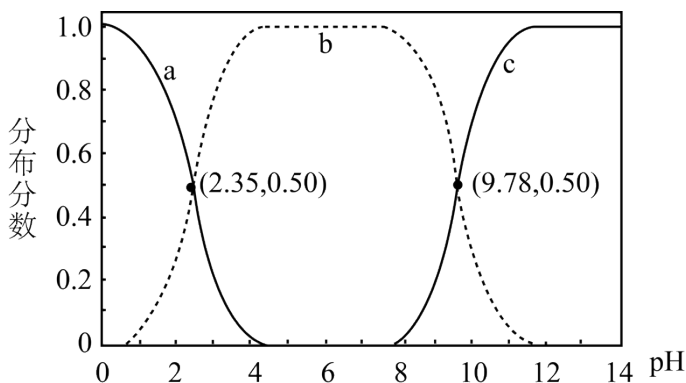
B. 放电时，阴离子移向负极，放电时 Cl^- 透过多孔活性炭电极向 NaCl 中迁移，故 B 错误；

C. 放电时每转移 1mol 电子，正极： $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- = 2\text{Cl}^-$ ，理论上 CCl_4 释放 0.5mol Cl_2 ，故 C 错误；

D. 充电过程中，阳极： $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2$ ，消耗氯离子， NaCl 溶液浓度减小，故 D 错误；

故选 A。

13. 甘氨酸($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$)是人体必需氨基酸之一、在 25°C 时, $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-$ 和 $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ 的分布分数【如 $\delta(\text{A}^{2-}) = \frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-})}$ 】与溶液pH关系如图。下列说法错误的是



- A. 甘氨酸具有两性
- B. 曲线 c 代表 $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$
- C. $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH} + \text{OH}^-$ 的平衡常数 $K = 10^{-11.65}$
- D. $c^2(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-) < c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}) \cdot c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)$

【答案】D

【解析】

【详解】A. $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 中存在 $-\text{NH}_2$ 和 $-\text{COOH}$, 所以溶液既有酸性又有碱性, 故 A 正确;

B. 氨基具有碱性, 在酸性较强时会结合氢离子, 羧基具有酸性, 在碱性较强时与氢氧根离子反应, 故曲线 a 表示 $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}$ 的分布分数随溶液 pH 的变化, 曲线 b 表示

$\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-$ 的分布分数随溶液 pH 的变化, 曲线 c 表示 $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ 的分布分数随溶液 pH 的变化, 故 B 正确;

C. $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH} + \text{OH}^-$ 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)}$,

25°C 时, 根据 a, b 曲线交点坐标 (2.35, 0.50) 可知, $\text{pH} = 2.35$ 时,

$c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-) = c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH})$, 则 $K = c(\text{OH}^-) = \frac{K_w}{c(\text{H}^+)} = 10^{-11.65}$, 故 C 正确;

D. 由 C 项分析可知, $\frac{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH})}{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)} = \frac{10^{-11.65}}{c(\text{OH}^-)}$, 根据 b, c 曲线交点坐标坐标 (9.78, 0.50) 分析可

得电离平衡 $\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^- \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^- + \text{H}^+$ 的电离常数为 $K_1 = 10^{-9.78}$,

$$\frac{c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)}{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)} = \frac{K_1}{c(\text{H}^+)} = \frac{10^{-9.78}}{c(\text{H}^+)}, \text{ 则}$$

$$\frac{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH})}{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)} \times \frac{c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)}{c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-)} = \frac{10^{-11.65}}{c(\text{OH}^-)} \times \frac{10^{-9.78}}{c(\text{H}^+)} < 1, \text{ 即}$$

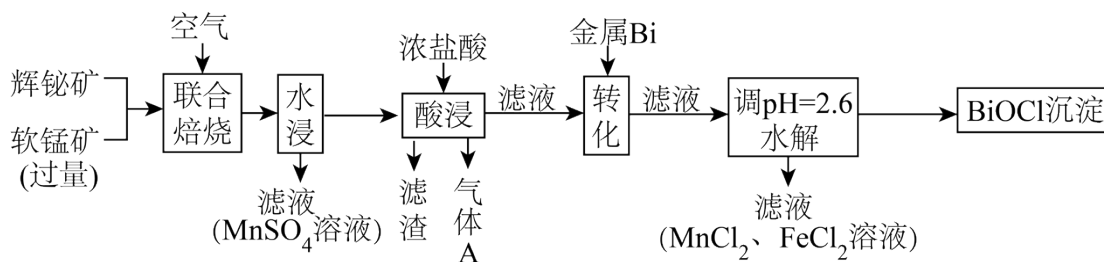
$c^2(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-) > c(\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COOH}) \cdot c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)$, 故 D 错误;

故答案选 D。

二、非选择题：本题共 4 小题，共 55 分。

14. 某工厂采用辉铋矿(主要成分为 Bi_2S_3 , 含有 FeS_2 、 SiO_2 杂质)与软锰矿(主要成分为 MnO_2)联合焙烧

法制备 BiOCl 和 MnSO_4 , 工艺流程如下:



已知: ①焙烧时过量的 MnO_2 分解为 Mn_2O_3 , FeS_2 转变为 Fe_2O_3 ;

②金属活动性: $\text{Fe} > (\text{H}) > \text{Bi} > \text{Cu}$;

③相关金属离子形成氢氧化物的 pH 范围如下:

	开始沉淀 pH	完全沉淀 pH
Fe^{2+}	6.5	8.3
Fe^{3+}	1.6	2.8
Mn^{2+}	8.1	10.1

回答下列问题:

(1) 为提高焙烧效率, 可采取的措施为_____。

- a. 进一步粉碎矿石
- b. 鼓入适当过量的空气
- c. 降低焙烧温度

(2) Bi_2S_3 在空气中单独焙烧生成 Bi_2O_3 ，反应的化学方程式为_____。

(3) “酸浸”中过量浓盐酸的作用为：①充分浸出 Bi^{3+} 和 Mn^{2+} ；②_____。

(4) 滤渣的主要成分为_____ (填化学式)。

(5) 生成气体 A 的离子方程式为_____。

(6) 加入金属 Bi 的目的是_____。

【答案】 (1) ab (2) $2\text{Bi}_2\text{S}_3 + 9\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Bi}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2$

(3) 抑制金属离子水解

(4) SiO_2

(5) $\text{Mn}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- = 2\text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

(6) 将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+}

【解析】

【分析】 联合焙烧：由已知信息①和第(2)问题干可知，发生转化： $\text{Bi}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ 、

$\text{FeS}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ 、 $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{MnSO}_4$ ，故联合焙烧后得到 Bi_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Mn_2O_3 、

MnSO_4 和 SiO_2 ；

水浸： MnSO_4 进入滤液，滤渣为 Bi_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Mn_2O_3 和 SiO_2 ；

酸浸：加入过量浓盐酸后， Bi_2O_3 和 Fe_2O_3 发生转化： $\text{Bi}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ ，因 Mn_2O_3 有氧化

性，会与浓盐酸发生氧化还原反应： $\text{Mn}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- = 2\text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ ，气体 A 为 Cl_2 ，滤

渣主要为不溶于浓盐酸的 SiO_2 ，滤液中金属离子为 Bi^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} ；

第(4)(5)问转化：由已知信息②知，Fe 的金属活动性强于 Bi，且调 pH=2.6 时 Mn^{2+} 和 Fe^{2+} 进入滤液，可知加入金属 Bi 的目的是将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} 。

【小问 1 详解】

a. 联合焙烧时，进一步粉碎矿石，可以增大矿石与空气的接触面积，能够提高焙烧效率，选项 a 符合题

意；

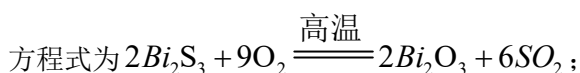
b.鼓入适当过量的空气有利于矿石充分反应，选项 b 符合题意；

c.降低焙烧温度，反应速率减慢，不利于提高焙烧效率，选项 c 不符合题意；

答案选 ab；

【小问 2 详解】

Bi_2S_3 在空气中单独焙烧生成 Bi_2O_3 ，根据原子守恒可知还应生成 SO_2 ，结合得失电子守恒，反应的化学



【小问 3 详解】

加入浓盐酸后，溶液中含有的离子主要为 Bi^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 、 H^+ 、 Cl^- ，而酸浸后取滤液进行转化，

故要防止金属离子水解生成沉淀，进入滤渣，造成制得的 $BiOCl$ 产率偏低；

【小问 4 详解】

滤渣主要为不溶于浓盐酸的 SiO_2 ，答案为 SiO_2 ；

【小问 5 详解】

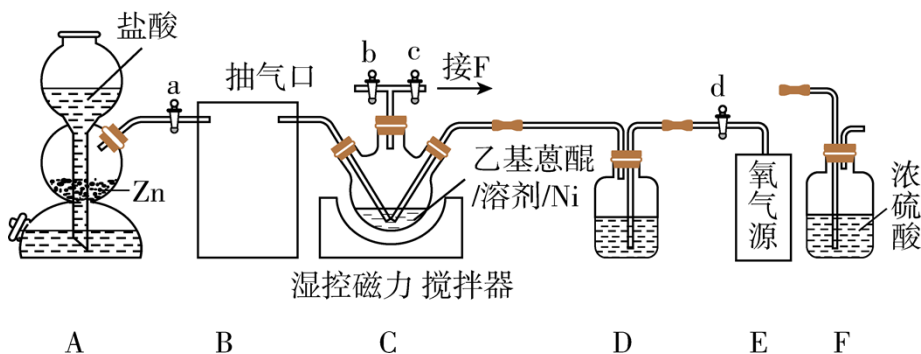
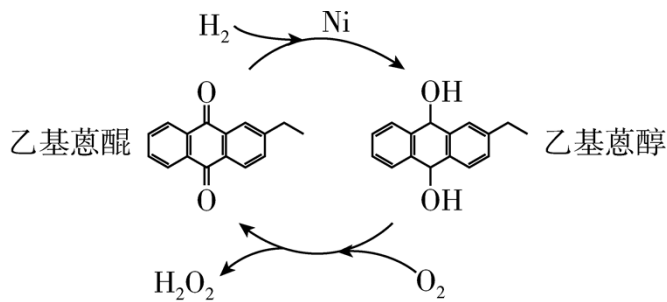
因 Mn_2O_3 有氧化性，会与浓盐酸发生氧化还原反应： $Mn_2O_3 + 6H^+ + 2Cl^- = 2Mn^{2+} + Cl_2 \uparrow + 3H_2O$ ；

【小问 6 详解】

由已知信息③知，调 $pH=2.6$ 时， Fe^{3+} 会水解生成 $Fe(OH)_3$ 沉淀，但 Fe^{2+} 还没开始沉淀，故要将 Fe^{3+} 转

化为 Fe^{2+} ，在调 pH 后获得含 $FeCl_2$ 的滤液，为了不引入新的杂质，加入 Bi 作还原剂。

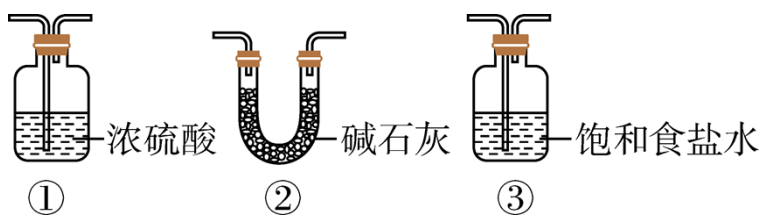
15. H_2O_2 作为绿色氧化剂应用广泛，氢醌法制备 H_2O_2 原理及装置如下：



已知： H_2O 、 HX 等杂质易使Ni催化剂中毒。回答下列问题：

(1) A中反应的离子方程式为_____。

(2) 装置B应为_____ (填序号)。



(3) 检查装置气密性并加入药品，所有活塞处于关闭状态。开始制备时，打开活塞_____，控温 45°C 。一段时间后，仅保持活塞b打开，抽出残留气体。随后关闭活塞b，打开活塞_____，继续反应一段时间。关闭电源和活塞，过滤三颈烧瓶中混合物，加水萃取，分液，减压蒸馏，得产品。

(4) 装置F的作用为_____。

(5) 反应过程中，控温 45°C 的原因为_____。

(6) 氢醌法制备 H_2O_2 总反应的化学方程式为_____。

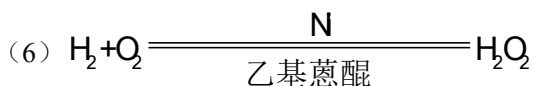
(7) 取 2.50g 产品，加蒸馏水定容至 100mL 摇匀，取 20.00mL 于锥形瓶中，用 $0.0500\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 酸性 KMnO_4 标准溶液滴定。平行滴定三次，消耗标准溶液体积分别为 19.98mL 、 20.90mL 、 20.02mL 。假设其他杂质不干扰结果，产品中 H_2O_2 质量分数为_____。

【答案】 (1) $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$

(2) ③① (3) ①. a、b ②. c、d

(4) 防止外界水蒸气进入C中使催化剂中毒

(5) 适当升温加快反应速率，同时防止温度过高 H_2O_2 分解



(7) 17%

【解析】

【分析】从 H_2O_2 的制备原理图可知，反应分两步进行，第一步为 H_2 在 Ni 催化作用下与乙基蒽醌反应生成乙基蒽醇，第二步为 O_2 与乙基蒽醇反应生成 H_2O_2 和乙基蒽醌。启普发生器 A 为制取 H_2 的装置，产生的 H_2 中混有 HCl 和 H_2O ，需分别除去后进入 C 中发生第一步反应。随后氧气源释放的氧气经 D 干燥后进入 C 中发生反应生成 H_2O_2 和乙基蒽醌，F 中装有浓 H_2SO_4 ，与 C 相连，防止外界水蒸气进入 C 中，使催化剂 Ni 中毒。

【小问 1 详解】

A 中锌和稀盐酸反应生成氯化锌和氢气，反应的离子方程式为 $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ ；

【小问 2 详解】

H_2O 、 HCl 等杂质易使 Ni 催化剂中毒，需分别通过装有饱和食盐水和浓 H_2SO_4 的洗气瓶除去，所以装置 B 应该选③①；

【小问 3 详解】

开始制备时，打开活塞 a、b，A 中产生的 H_2 进入 C 中，在 Ni 催化作用下与乙基蒽醌反应生成乙基蒽醇，一段时间后，关闭 a，仅保持活塞 b 打开，将残留 H_2 抽出，随后关闭活塞 b，打开活塞 c、d，将 O_2 通入 C 中与乙基蒽醇反应生成 H_2O_2 和乙基蒽醌。

【小问 4 详解】

H_2O 容易使 Ni 催化剂中毒，实验中需要保持 C 装置为无水环境，F 的作用为防止外界水蒸气进入 C 中。

【小问 5 详解】

适当升温加快反应速率，同时防止温度过高 H_2O_2 分解，所以反应过程中控温 45°C ；

【小问 6 详解】

第一步为 H_2 在 Ni 催化作用下与乙基蒽醌反应生成乙基蒽醇，第二步为 O_2 与乙基蒽醇反应生成 H_2O_2 和

乙基蒽醌，总反应为 $\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\text{乙基蒽醌}]{\text{Ni}} \text{H}_2\text{O}_2$ 。

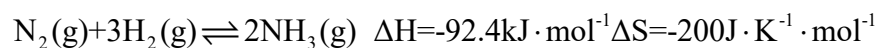
【小问7详解】

滴定反应的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ，可得关系式：

$2\text{KMnO}_4 : 5\text{H}_2\text{O}_2$ 。三组数据中 20.90mL 偏差较大，舍去，故消耗酸性高锰酸钾标准溶液的平均体积为 20.00mL， H_2O_2 的质量分数

$$w = \frac{20 \times 10^{-3} \text{L} \times 0.0500 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{5}{2} \times \frac{100 \text{mL}}{20 \text{mL}} \times 34 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.50 \text{g}} \times 100\% = 17\%$$

16. 工业合成氨是人类科学技术的一项重大突破，目前已有三位科学家因其获得诺贝尔奖，其反应为：

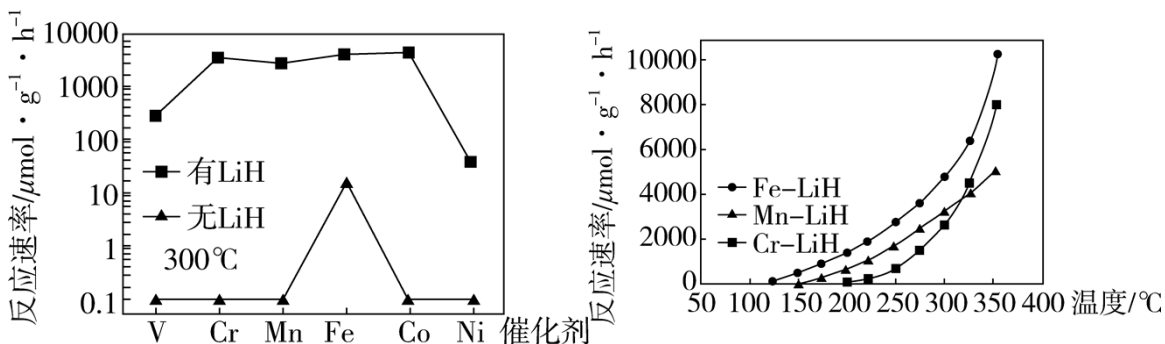


回答下列问题：

- (1) 合成氨反应在常温下_____ (填“能”或“不能”)自发。
- (2) _____ 温(填“高”或“低”，下同)有利于提高反应速率，_____ 温有利于提高平衡转化率，综合考虑催化剂(铁触媒)活性等因素，工业常采用 400-500℃。

针对反应速率与平衡产率的矛盾，我国科学家提出了两种解决方案。

- (3) 方案二：M-LiH 复合催化剂。



下列说法正确的是_____。

- a. 300℃时，复合催化剂比单一催化剂效率更高
- b. 同温同压下，复合催化剂有利于提高氨的平衡产率
- c. 温度越高，复合催化剂活性一定越高

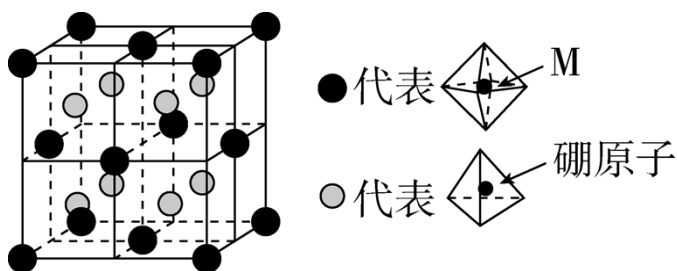
- (4) 某合成氨速率方程为： $v = kc^{\alpha}(\text{N}_2)c^{\beta}(\text{H}_2) \cdot c^{\gamma}(\text{NH}_3)$ ，根据表中数据， $\gamma =$ _____；

实验	$\frac{c(\text{N}_2)}{\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}$	$\frac{c(\text{H}_2)}{\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}$	$\frac{c(\text{NH}_3)}{\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}$	$\frac{v}{\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}}$
1	m	n	p	q
2	2m	n	p	2q
3	m	n	0.1p	10q
4	m	2n	p	2.828q

在合成氨过程中，需要不断分离出氨的原因为_____。

- a. 有利于平衡正向移动 b. 防止催化剂中毒 c. 提高正反应速率

(5) 某种新型储氢材料的晶胞如图，八面体中心为 M 金属离子，顶点均为 NH_3 配体；四面体中心为硼原子，顶点均为氢原子。若其摩尔质量为 $188\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，则 M 元素为_____ (填元素符号)；在该化合物中，M 离子的价电子排布式为_____。



【答案】(1) 能 (2) ①. 高 ②. 低

(3) a (4) ①. -1 ②. a

(5) ①. Fe ②. $3d^6$

【解析】

【分析】(1) 氨的分离对反应速率的影响：从反应速率方程可以推知，当 $c(\text{NH}_3)$ 降低时， v 增大。注意由于反应速率方程通常由实验测定，其中 v 应指净反应速率，即 $v_{\text{正}} - v_{\text{逆}}$ ，因此在其他条件一定时，分离氨气是通过降低逆反应速率，从而提高净反应速率。

(2) $\text{Fe}(\text{NH}_3)_6 \cdot (\text{BH}_4)_2$ 中，氢元素化合价的判断：由于电负性 $\text{N} > \text{H} > \text{B}$ ，因此 NH_3 中 H 显 +1 价，

BH_4^- 中 H 元素的化合价为 -1 价；(3) 中根据图像进行判断，利用控制变量法进行分析；(4) 利用实验对比，

注意选择对比实验室，选择控制变量，找变量；(5) 利用晶胞密度计算公式计算元素的相对原子质量，根据

元素相对原子质量进行判断元素；

【小问 1 详解】

对于合成氨反应，常温下，

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -92.4\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} - 298\text{K} \times (-0.2\text{kJ}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}) = -32.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} < 0$ ，故合成氨反应在常温下能自发进行；

【小问 2 详解】

其他条件一定时，升高温度，可以提供更高的能量，使活化分子百分数增大，反应速率加快；合成氨反应是放热反应，要提高平衡转化率，即使反应平衡正向移动，应降低温度；故答案为：高、低；

【小问 3 详解】

由题图可知， 300°C 时，复合催化剂催化时合成氨反应的反应速率比单-催化剂催化时大很多，说明 300°C 时复合催化剂比单-催化剂效率更高，a 正确；同温同压下，复合催化剂能提高反应速率，但不能使平衡发生移动，故不能提高氨的平衡产率，b 错误；温度过高，复合催化剂可能会失去活性，催化效率反而降低，c 错误；故选 a；

【小问 4 详解】

将实验 1、3 中数据分别代入合成氨的速率方程可得：① $q = k \cdot m^\alpha \cdot n^\beta \cdot p^\gamma$ ，

③ $10q = k \cdot m^\alpha \cdot n^\beta \cdot (0.1p)^\gamma$ ，可得 $\gamma = -1$ 。合成氨过程中，不断分离出氨，即降低体系中 $c(\text{NH}_3)$ ，生成物浓度下降，平衡向正反应方向移动，但不会提高正反应速率，a 正确，c 错误；反应主产物即氨不能使催化剂中毒，b 错误。

【小问 5 详解】

由图可知，“●”代表 $\text{M}(\text{NH}_3)_6$ ，“○”代表 BH_4 ，面心立方最密堆积的晶胞中，“●”处于 8 个顶

角和 6 个面心，则每个晶胞中含“●”的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，8 个“○”均处于晶胞内部，则

“●”和“○”的个数之比为 $4:8 = 1:2$ ，故该晶体的化学式为 $\text{M}(\text{NH}_3)_6 \cdot (\text{BH}_4)_2$ ；又知该化合物的

摩尔质量为 $188\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，则有 $M_r(\text{M}) + 17 \times 6 + 15 \times 2 = 188$ ，解得 $M_r(\text{M}) = 56$ ，故 M 元素为 Fe。化

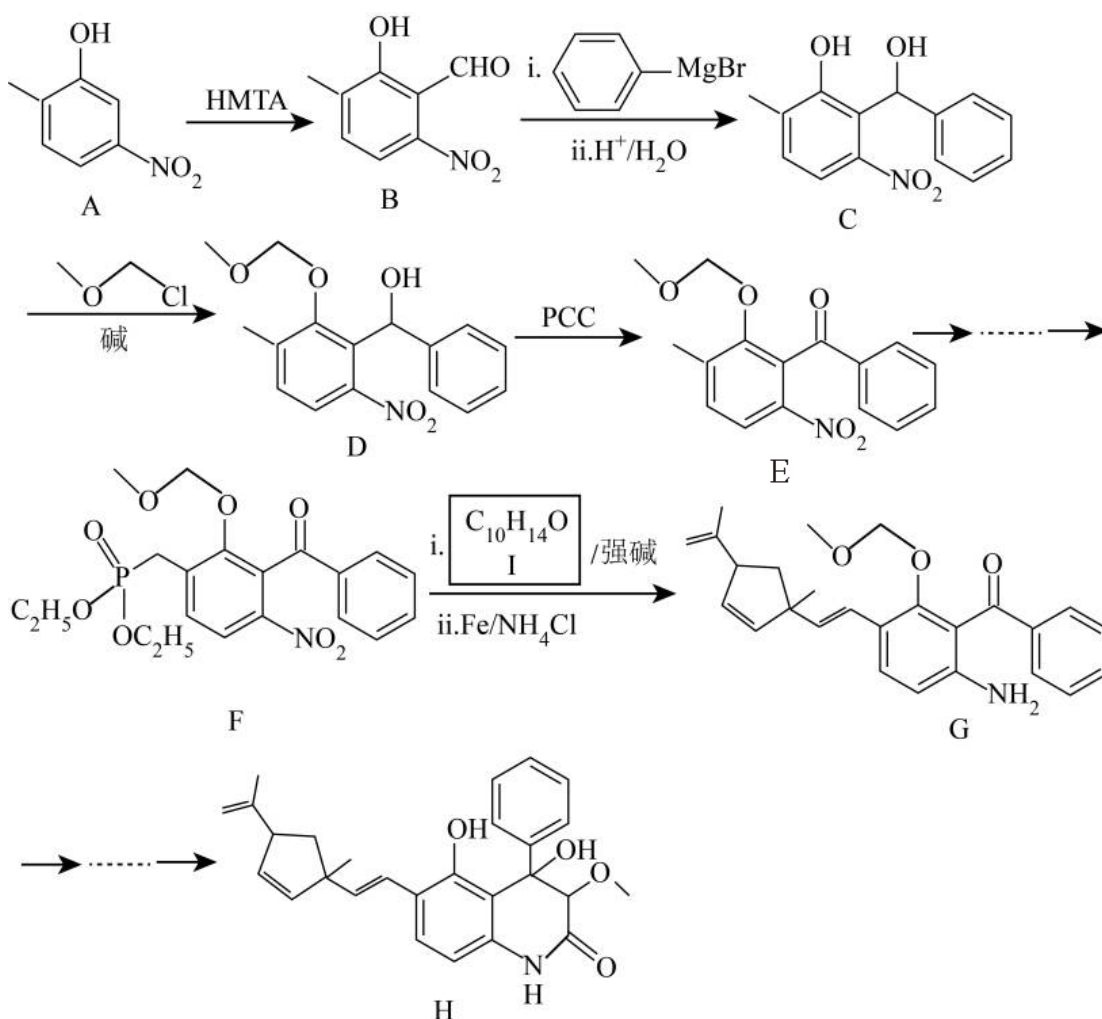
合物 $\text{Fe}(\text{NH}_3)_6 \cdot (\text{BH}_4)_2$ 中， NH_3 整体为 0 价， BH_4^- 中 B 为 +3 价，H 为 -1 价，则 Fe 为 +2 价，基态

Fe 原子核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^6 4\text{s}^2$ ，失老 4s 轨道上的 2 个电子得到 Fe^{2+} ，故 Fe^{2+} 的价电子排布式为 3d^6 。

【点睛】本题考查化学反应原理、物质结构与性质，涉及反应自发性、化学平衡与反应速率的影响因素、

化学速率图像分析、反应条件的控制、晶胞的相关计算。

17. 某药物成分 H 具有抗炎、抗病毒、抗氧化等生物活性，其合成路线如下：



回答下列问题：

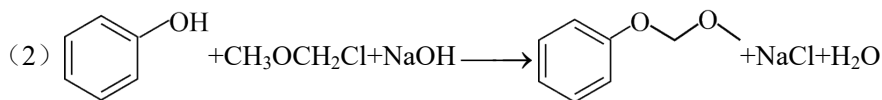
- (1) A 的分子式为_____。
- (2) 在 NaOH 溶液中，苯酚与 $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{Cl}$ 反应的化学方程式为_____。
- (3) D \longrightarrow E 中对应碳原子杂化方式由_____变为_____，PCC 的作用为_____。
- (4) F \longrightarrow G 中步骤 ii 实现了由_____到_____的转化(填官能团名称)。
- (5) I 的结构简式为_____。
- (6) 化合物 I 的同分异构体满足以下条件的有_____种(不考虑立体异构)：

i. 含苯环且苯环上只有一个取代基

ii. 红外光谱无醚键吸收峰

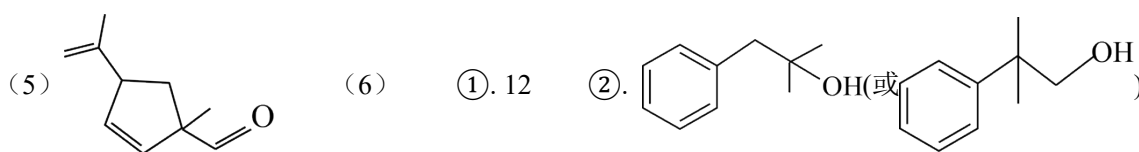
其中，苯环侧链上有 3 种不同化学环境的氢原子，且个数比为 6:2:1 的结构简式为_____ (任写一种)。

【答案】(1) $C_7H_7NO_3$

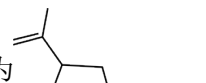


(3) ①. sp^3 ②. sp^2 ③. 选择性将分子中的羟基氧化为羰基

(4) ①. 硝基 ②. 氨基



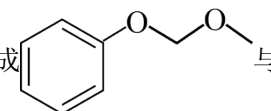
【解析】

【分析】F 中含有磷酸酯基，且 F → G 中步聚 i 在强碱作用下进行，由此可推测 F → G 发生题给已知信息中的反应：由 F、G 的结构简式及化合物 I 的分子式可逆推得到 I 的结构简式为 ：

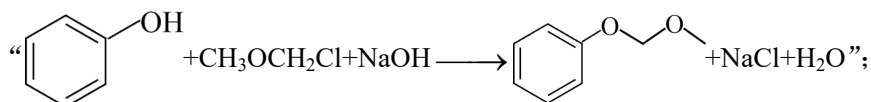
【小问 1 详解】

由 A 的结构简式可知 A 是在甲苯结构基础上有羟基和硝基各一个各自取代苯环上的一个氢原子，所以 A 的分子式为“ $C_7H_7NO_3$ ”；

【小问 2 详解】

由题给合成路线中 C → D 的转化可知，苯酚可与 CH_3OCH_2Cl 发生取代反应生成  与

HCl ， HCl 可与 $NaOH$ 发生中和反应生成 $NaCl$ 和 H_2O ，据此可得该反应的化学方程式为



【小问 3 详解】

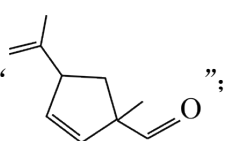
根据 D、E 的结构简式可知，D → E 发生了羟基到酮羰基的转化，对应碳原子杂化方式由“ sp^3 ”变为“ sp^2 ”；由 D → E 的结构变化可知，PCC 的作用为“选择性将分子中的羟基氧化为羰基”；

【小问 4 详解】

由题给已知信息可知，F → G 的步骤 i 中 F 与化合物 I 在强碱的作用下发生已知信息的反应得到碳碳双

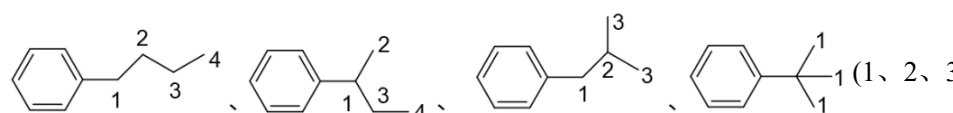
键，对比 F 与 G 的结构简式可知，步骤 ii 发生了由“硝基”到“氨基”的转化；

【小问 5 详解】

根据分析可知，化合物 I 的结构简式为“”；

【小问 6 详解】

化合物 I 的分子式为 $C_{10}H_{14}O$ ，计算可得饱和度为 4，根据题目所给信息，化合物 I 的同分异构体分子中含有苯环(已占据 4 个饱和度)，则其余 C 原子均为饱和碳原子(单键连接其他原子)；又由红外光谱无醚键吸收峰，可得苯环上的取代基中含 1 个羟基；再由分子中苯环上只含有 1 个取代基，可知该有机物的碳

链结构有如下四种：

(1、2、3、4 均表示羟基的连接位置)，所以满足条件的化合物 I 的同分异构体共有“12”种；其中，苯环侧链上有 3 种不同化学环境的氢原子，且个数比为 6 : 2 : 1 的同分异构体应含有两个等效的甲基，则其结构简式为

