

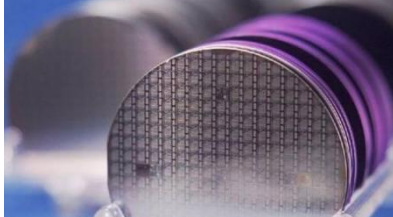



# 2023 年重庆市高考化学试卷

## 一、单选题

1. 重庆市战略性新兴产业发展“十四五”规划(2021-2025 年)涉及的下列物质中, 属于金属材料的是

			
A. 重组蛋白	B. 高性能铜箔	C. 氮化镓半导体	D. 聚氨酯树脂

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】B

【详解】A. 重组蛋白为有机物, A 不符合题意;

B. 合金、纯金属均为金属材料, 铜为金属材料, B 符合题意;

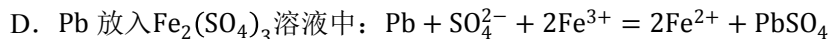
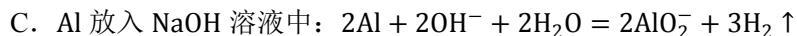
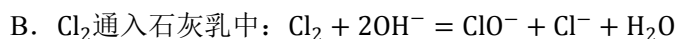
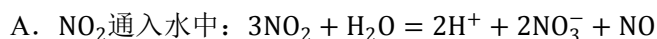
C. 氮化镓半导体为新型无机非金属材料, C 不符合题意;

D. 聚氨酯树脂为有机合成材料, D 不符合题意;

故选 B。

【点睛】

2. 下列离子方程式中, 错误的是



【答案】B

【详解】A. 二氧化氮和水生成硝酸和 NO, 反应为  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{NO}$ , A 正确;

B. 石灰乳转化氢氧化钙不能拆, 反应为  $\text{Cl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}^{2+} + \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ , B 错误;

C. Al 放入 NaOH 溶液中生成偏铝酸钠和去:  $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ , C 正确;

D. Pb 放入  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液中发生氧化还原生成二价铅和二价铁离子, 反应为:  $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{PbSO}_4$ ,

D 正确;

故选 B。

【点睛】

3. 下列叙述正确的是

- A. Mg 分别与空气和氧气反应，生成的产物相同
- B. SO<sub>2</sub>分别与H<sub>2</sub>O和H<sub>2</sub>S反应，反应的类型相同
- C. Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>分别与H<sub>2</sub>O和CO<sub>2</sub>反应，生成的气体相同
- D. 浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>分别与Cu和C反应，生成的酸性气体相同

【答案】C

【详解】A. 镁在空气中燃烧也会部分和氮气反应生成氮化镁，A 错误；

B. SO<sub>2</sub>与H<sub>2</sub>O 发生化合反应生成亚硫酸，而和H<sub>2</sub>S 会发生氧化还原生成硫单质，反应的类型不相同，B 错误；

C. Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>分别与H<sub>2</sub>O 和CO<sub>2</sub>反应，生成的气体均为氧气，C 正确；

D. 浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>与 Cu 生成二氧化硫气体，而和 C 反应生成二氧化碳和二氧化硫，生成的酸性气体不相同，D 错误；  
故选 C。

【点睛】

4. 已知反应： $2F_2 + 2NaOH = OF_2 + 2NaF + H_2O$ ，N<sub>A</sub>为阿伏加德罗常数的值，若消耗 44.8L(标准状况)F<sub>2</sub>，下列叙述错误的是

- A. 转移的电子数为 4N<sub>A</sub>
- B. 生成的 NaF 质量为 84g
- C. 生成的氧化产物分子数为 2N<sub>A</sub>
- D. 生成的H<sub>2</sub>O 含有孤电子对数为 2N<sub>A</sub>

【答案】C

【详解】A. 反应  $2F_2 + 2NaOH = OF_2 + 2NaF + H_2O$  中 F 的化合价由 0 价转化为-1 价，O 的化合价由-2 价变为+2 价，转移电子数为 4e<sup>-</sup>，若消耗 44.8L(标准状况)F<sub>2</sub>即  $\frac{44.8L}{22.4L \cdot mol^{-1}} = 2mol$ ，故转移的电子数为 4N<sub>A</sub>，A 正确；

B. 根据反应  $2F_2 + 2NaOH = OF_2 + 2NaF + H_2O$ ，每消耗 2molF<sub>2</sub>生成的 NaF 质量为 2mol×42g·mol<sup>-1</sup>=84g，B 正确；

C. 根据反应  $2F_2 + 2NaOH = OF_2 + 2NaF + H_2O$  可知反应生成的氧化产物为 OF<sub>2</sub>，每消耗 2molF<sub>2</sub>生成的氧化产物 OF<sub>2</sub> 分子数为N<sub>A</sub>，C 错误；

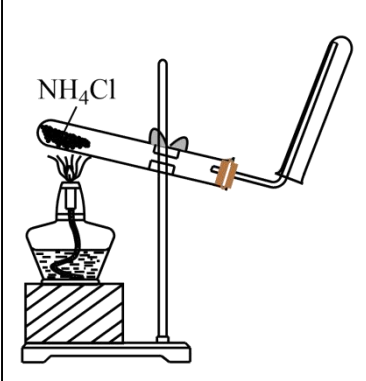
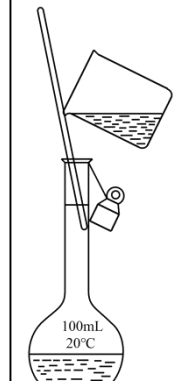
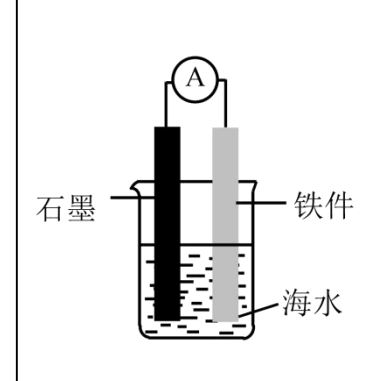
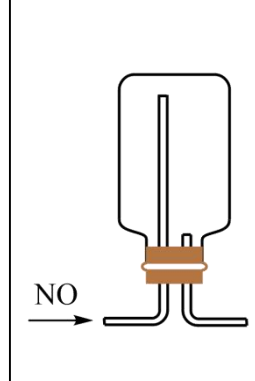
D. 根据反应  $2F_2 + 2NaOH = OF_2 + 2NaF + H_2O$  可知，每消耗 2molF<sub>2</sub>生成 H<sub>2</sub>O 的物质的量为 2mol，又知 1 个 H<sub>2</sub>O 中含有 2 对孤电子对，即生成的H<sub>2</sub>O 含有孤电子对数为 2N<sub>A</sub>，D 正确；

故答案为 C。

【点睛】

5. 下列实验装置或操作能够达到实验目的的是

A	B	C	D
---	---	---	---

			
制取 $\text{NH}_3$	转移溶液	保护铁件	收集 NO

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】B

【详解】A. 氯化铵受热分解为氨气和氯化氢，两者遇冷又会生成氯化铵，不适合制取氨气，A 不符合题意；

B. 转移溶液时玻璃棒应该伸入容量瓶刻度线以下，正确，B 符合题意；

C. 保护铁件应该连接比铁更活泼的金属使得铁被保护，而不是连接惰性电极石墨，C 不符合题意；

D. NO 会与空气中氧气反应，不适合排空气法收集，D 不符合题意；

故选 B。

【点睛】

6. “嫦娥石”是中国首次在月球上发现的新矿物，其主要由 Ca、Fe、P、O 和 Y(钇，原子序数比 Fe 大 13)组成，下列说法正确的是

- A. Y 位于元素周期表的第ⅢB 族
- B. 基态 Ca 原子的核外电子填充在 6 个轨道中
- C. 5 种元素中，第一电离能最小的是 Fe
- D. 5 种元素中，电负性最大的是 P

【答案】A

【详解】A. 钇原子序数比 Fe 大 13，为 39 号元素，为元素周期表的第五周期第ⅢB 族，A 正确；

B. 钙为 20 号元素，原子核外电子排布为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ ，基态 Ca 原子的核外电子填充在 10 个轨道中，B 错误；

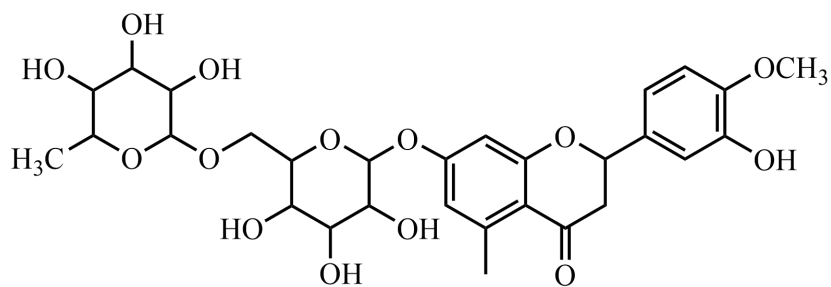
C. 同一主族随原子序数变大，原子半径变大，第一电离能变小；同一周期随着原子序数变大，第一电离能变大，5 种元素中，钙第一电离能比铁小，C 错误；

D. 同周期从左到右，金属性减弱，非金属性变强，元素的电负性变强；同主族由上而下，金属性增强，非金属性逐渐减弱，元素电负性减弱；5 种元素中，电负性最大的是 O，D 错误；

故选 A。

【点睛】

7. 橙皮苷广泛存在于脐橙中，其结构简式(未考虑立体异构)如下所示：



关于橙皮苷的说法正确的是

- A. 光照下与氯气反应，苯环上可形成 C—Cl 键
- B. 与足量 NaOH 水溶液反应，O—H 键均可断裂
- C. 催化剂存在下与足量氢气反应， $\pi$ 键均可断裂
- D. 与 NaOH 醇溶液反应，多羟基六元环上可形成 $\pi$ 键

【答案】C

【详解】A. 光照下烷基氢可以与氯气反应，但是氯气不会取代苯环上的氢，A 错误；

B. 分子中除苯环上羟基，其他羟基不与氢氧化钠反应，B 错误；

C. 催化剂存在下与足量氢气反应，苯环加成为饱和碳环，羰基氧加成为羟基，故 $\pi$ 键均可断裂，C 正确；

D. 橙皮苷不与 NaOH 醇溶液发生消去反应，故多羟基六元环不可形成 $\pi$ 键，D 错误；

故选 C。

【点睛】

8. 下列实验操作和现象，得出的相应结论正确的是

选项	实验操作	现象	结论
A	向盛有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{NiO}(\text{OH})$ 的试管中分别滴加浓盐酸	盛 $\text{NiO}(\text{OH})$ 的试管中产生黄绿色气体	氧化性： $\text{NiO}(\text{OH}) > \text{Fe}(\text{OH})_3$
B	向 $\text{CuSO}_4$ 溶液中通入 $\text{H}_2\text{S}$ 气体	出现黑色沉淀 ( $\text{CuS}$ )	酸性： $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{SO}_4$
C	乙醇和浓硫酸共热至 $170^\circ\text{C}$ ，将产生的气体通入溴水中	溴水褪色	乙烯发生了加成反应
D	向 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 溶液中滴加 $\text{AgNO}_3$ 溶液	出现黄色沉淀 ( $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ )	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 发生了水解反应

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】A

【详解】A. 氧化剂氧化性大于氧化产物，盛  $\text{NiO}(\text{OH})$  的试管中产生黄绿色气体，说明  $\text{NiO}(\text{OH})$  将氯离子氧化为氯气，而氢氧化铁不行，故氧化性： $\text{NiO}(\text{OH}) > \text{Fe}(\text{OH})_3$ ，A 正确；

B. 出现黑色沉淀(CuS), 是因为硫化铜的溶解度较小, 不能说明酸性 $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{SO}_4$ , B 错误;

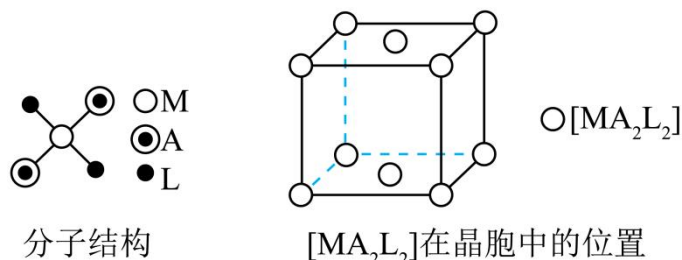
C. 浓硫酸被乙醇还原生成  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  能与溴单质反应使得溴水褪色, 不能说明乙烯发生了加成反应, C 错误;

D. 出现黄色沉淀( $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ ), 说明 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 电离出了磷酸根离子, D 错误;

故选 A。

【点睛】

9. 配合物 $[\text{MA}_2\text{L}_2]$ 的分子结构以及分子在晶胞中的位置如图所示, 下列说法错误的是



A. 中心原子的配位数是 4

B. 晶胞中配合物分子的数目为 2

C. 晶体中相邻分子间存在范德华力

D. 该晶体属于混合型晶体

【答案】D

【详解】A. 由题干配合物 $[\text{MA}_2\text{L}_2]$ 的分子结构示意图可知, 中心原子 M 周围形成了 4 个配位键, 故中心原子 M 的配位数是 4, A 正确;

B. 由题干图示晶胞结构可知, 晶胞中配合物分子的数目为  $8 \times \frac{1}{8} + 2 \times \frac{1}{2} = 2$ , B 正确;

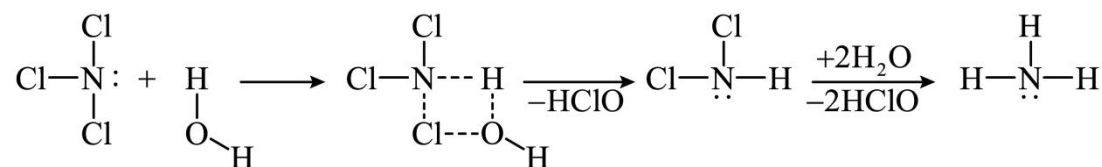
C. 由题干信息可知, 该晶体为由分子组成的分子晶体, 故晶体中相邻分子间存在范德华力, C 正确;

D. 由题干信息可知, 该晶体为由分子组成的分子晶体, D 错误;

故答案为: D。

【点睛】

10.  $\text{NCl}_3$ 和 $\text{SiCl}_4$ 均可发生水解反应, 其中 $\text{NCl}_3$ 的水解机理示意图如下:



下列说法正确的是

A.  $\text{NCl}_3$ 和 $\text{SiCl}_4$ 均为极性分子

B.  $\text{NCl}_3$ 和 $\text{NH}_3$ 中的 N 均为 $\text{sp}^2$ 杂化

C.  $\text{NCl}_3$ 和 $\text{SiCl}_4$ 的水解反应机理相同

D.  $\text{NHCl}_2$ 和 $\text{NH}_3$ 均能与 $\text{H}_2\text{O}$ 形成氢键

【答案】D

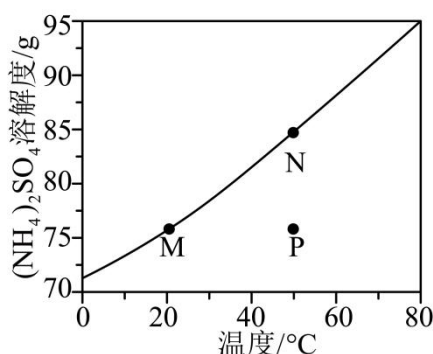
【详解】A.  $\text{NCl}_3$ 中中心原子 N 周围的价层电子对数为:  $3 + \frac{1}{2}(5 - 3 \times 1) = 4$ , 故空间构型为三角锥形, 其分子中正、负电荷中心不重合, 为极性分子, 而 $\text{SiCl}_4$ 中中心原子周围的价层电子对数为:  $4 + \frac{1}{2}(4 - 4 \times 1) = 4$ , 是正四面体形结构, 为非极性分子, A 错误;

- B.  $\text{NCl}_3$ 和 $\text{NH}_3$ 中中心原子 N 周围的价层电子对数均为： $3+\frac{1}{2}(5-3 \times 1)=4$ ，故二者 N 均为 $\text{sp}^3$ 杂化，B 错误；
- C. 由题干  $\text{NCl}_3$  反应历程图可知， $\text{NCl}_3$  水解时首先  $\text{H}_2\text{O}$  中的 H 原子与  $\text{NCl}_3$  上的孤电子对结合，O 与 Cl 结合形成  $\text{HClO}$ ，而  $\text{SiCl}_4$  上无孤电子对，故  $\text{SiCl}_4$  的水解反应机理与之不相同，C 错误；
- D.  $\text{NHCl}_2$ 和 $\text{NH}_3$ 分子中均存在 N-H 键和孤电子对，故均能与 $\text{H}_2\text{O}$  形成氢键，D 正确；

故答案为：D。

【点睛】

11.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶解度随温度变化的曲线如图所示，关于各点对应的溶液，下列说法正确的是



- A. M 点 $K_w$ 等于 N 点 $K_w$
- B. M 点 pH 大于 N 点 pH
- C. N 点降温过程中有 2 个平衡发生移动
- D. P 点  $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$

【答案】B

【详解】A. 温度升高，水的电离程度增大，则 M 点 $K_w$ 小于 N 点 $K_w$ ，A 错误；

B. 升高温度促进铵根离子的电离，且 N 点铵根离子浓度更大，水解生成氢离子浓度更大，N 点酸性更强，故 M 点 pH 大于 N 点 pH，B 正确；

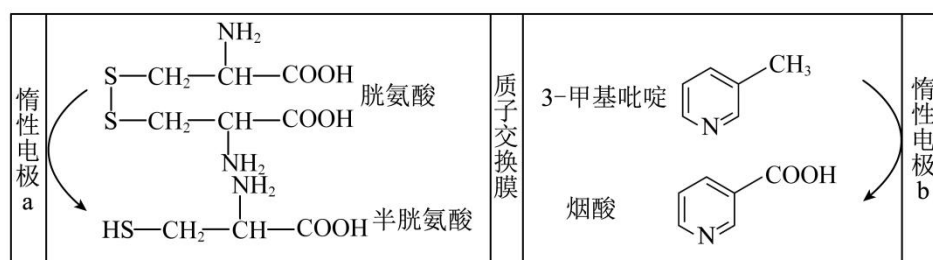
C. N 点降温过程中有水的电离平衡、铵根离子的水解平衡、硫酸铵的溶解平衡 3 个平衡发生移动，C 错误；

D. P 点为硫酸铵的不饱和溶液，由电荷守恒可知， $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$ ，D 错误；

故选 B。

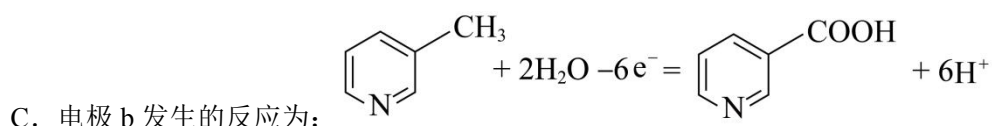
【点睛】

12. 电化学合成是一种绿色高效的合成方法。如图是在酸性介质中电解合成半胱氨酸和烟酸的示意图。下列叙述错误的是



- A. 电极 a 为阴极

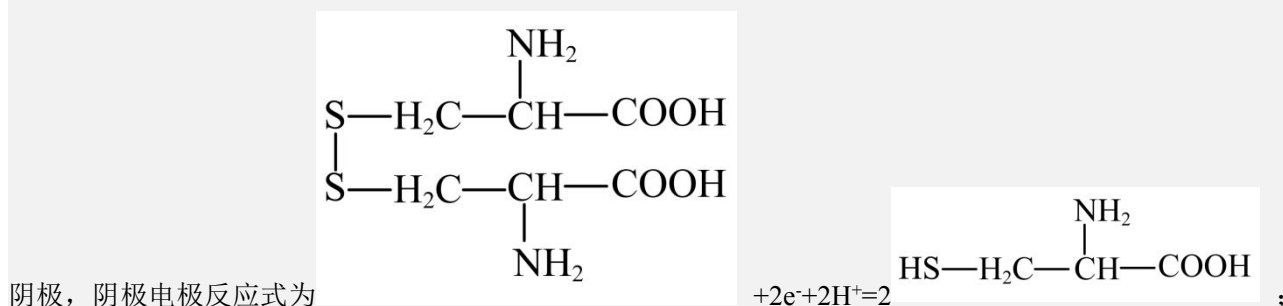
B.  $\text{H}^+$ 从电极 b 移向电极 a



D. 生成 3mol 半胱氨酸的同时生成 1mol 烟酸

【答案】D

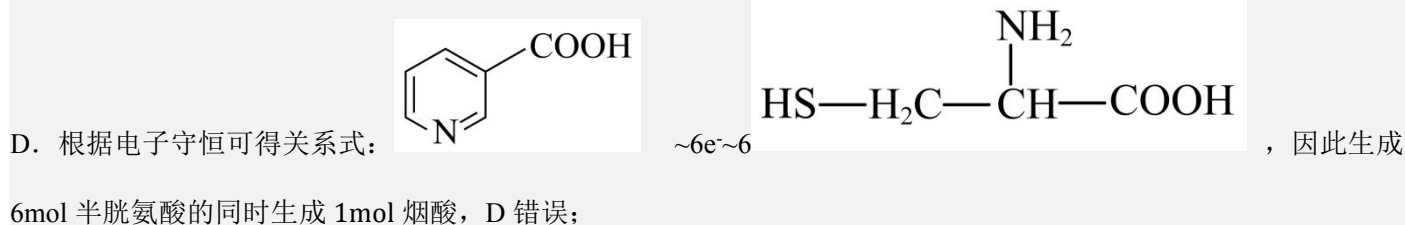
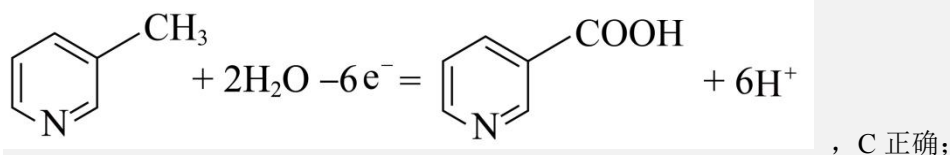
【分析】该装置是电解池，电极 b 上 3-甲基吡啶转化为烟酸过程中‘加氧少氢’，发生氧化反应，则 b 为阳极，a 为



【详解】A. a 极上硫元素化合价升高，a 为阴极，A 正确；

B. 电解池中阳离子移向阴极，则  $\text{H}^+$ 移向 a 电极，B 正确；

C. 电极 b 上 3-甲基吡啶转化为烟酸过程中发生氧化反应，在酸性介质中电极反应式为：



故选：D。

【点睛】

13. 化合物  $\text{X}_3\text{Y}_7\text{WR}$  和  $\text{X}_3\text{Z}_7\text{WR}$  所含元素相同，相对分子质量相差 7， $1\text{mol X}_3\text{Y}_7\text{WR}$  含  $40\text{mol}$  质子，X、W 和 R 三种元素位于同周期，X 原子最外层电子数是 R 原子核外电子数的一半。下列说法正确的是

A. 原子半径：W>R

B. 非金属性：X>R

C. Y 和 Z 互为同素异形体

D. 常温常压下 X 和 W 的单质均为固体

【答案】A

【分析】化合物  $\text{X}_3\text{Y}_7\text{WR}$  和  $\text{X}_3\text{Z}_7\text{WR}$  所含元素相同，相对分子质量相差 7，说明 Y、Z 为氢元素的两种核素，由题干信息可知， $1\text{mol X}_3\text{Y}_7\text{WR}$  含  $40\text{mol}$  质子，X、W 和 R 三种元素位于同周期，X 原子最外层电子数是 R 原子核外电子数的一半，则 X、W、R 的内层电子数为 2，设 X 的最外层电子数为 a，则 R 的核外电子数为 2a，W 的核外电子数为 b，Y 的质子数为 1，则有： $3(a+2)+2a+b+7=40$ (a、b 均为整数)， $5a+b=27$ ，解得  $a=5$ ， $b=2$ (X、R 不在同周期，

舍去);  $a=4$ ,  $b=7$ ;  $a=3$ ,  $b=12$ (X、R 不在同周期, 舍去); 则 X 为 C, R 为 O, W 为 N。

【详解】A. 同周期从左到右原子半径逐渐减小, 则原子半径:  $W>R$ , 故 A 正确;

B. 同周期从左到右非金属性逐渐增强, 则非金属性:  $R>X$ , 故 B 错误;

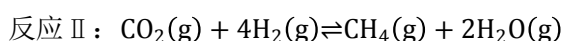
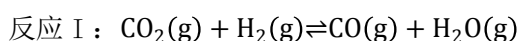
C. Y 和 Z 是氢的两种核素, 两者互为同位素, 故 C 错误;

D. 常温常压下 X 的单质为固体, W 的单质是气体, 故 D 错误。

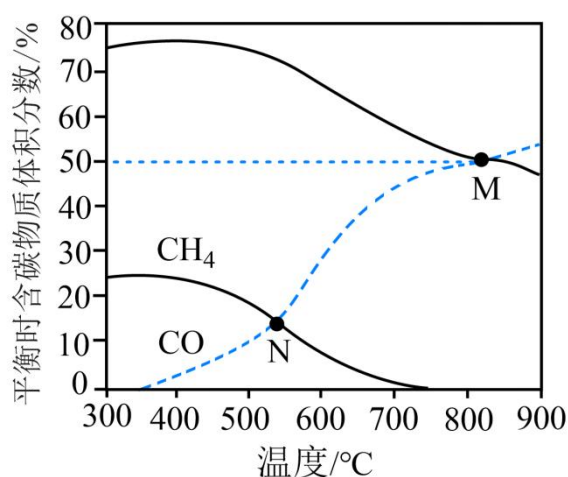
综上所述, 答案为 A。

【点睛】

14. 逆水煤气变换体系中存在以下两个反应:



在恒容条件下, 按  $V(\text{CO}_2):V(\text{H}_2) = 1:1$  投料比进行反应, 平衡时含碳物质体积分数随温度的变化如图所示。下列说法正确的是



A. 反应 I 的  $\Delta H < 0$ , 反应 II 的  $\Delta H > 0$

B. M 点反应 I 的平衡常数  $K < 1$

C. N 点  $\text{H}_2\text{O}$  的压强是  $\text{CH}_4$  的 3 倍

D. 若按  $V(\text{CO}_2):V(\text{H}_2) = 1:2$  投料, 则曲线之间交点位置不变

【答案】C

【详解】A. 随着温度的升高, 甲烷含量减小、一氧化碳含量增大, 则说明随着温度升高, 反应 II 逆向移动、反应 I 正向移动, 则反应 II 为放热反应焓变小于零、反应 I 为吸热反应焓变大于零, A 错误;

B. M 点没有甲烷产物, 且二氧化碳、一氧化碳含量相等, 投料  $V(\text{CO}_2):V(\text{H}_2) = 1:1$ , 则此时反应 I 平衡时二氧化碳、氢气、一氧化碳、水的物质的量相等, 反应 I 的平衡常数  $K = \frac{c(\text{H}_2\text{O})c(\text{CO})}{c(\text{CO}_2)c(\text{H}_2)} = 1$ , B 错误;

C. N 点一氧化碳、甲烷物质的量相等, 结合反应方程式的系数可知, 生成水的总的物质的量为甲烷的 3 倍, 结合阿伏伽德罗定律可知,  $\text{H}_2\text{O}$  的压强是  $\text{CH}_4$  的 3 倍, C 正确;

D. 反应 I 为气体分子数不变的反应、反应 II 为气体分子数减小的反应; 若按  $V(\text{CO}_2):V(\text{H}_2) = 1:2$  投料, 相当于增



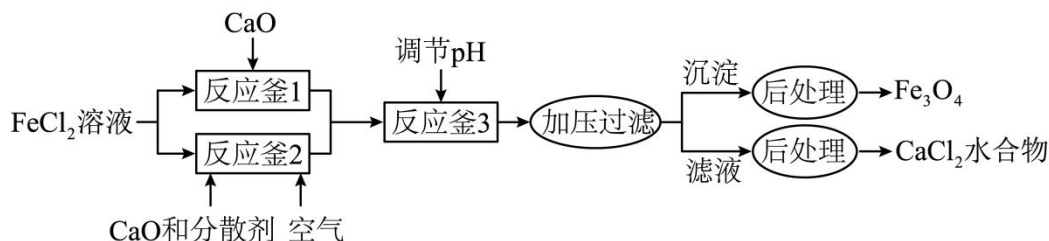
加氢气的投料，会使得甲烷含量增大，导致甲烷、一氧化碳曲线之间交点位置发生改变，D 错误；

故选 C。

【点睛】

## 二、工业流程题

15.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  是一种用途广泛的磁性材料，以  $\text{FeCl}_2$  为原料制备  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  并获得副产物  $\text{CaCl}_2$  水合物的工艺如下。



25℃时各物质溶度积见下表：

物质	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
溶度积 ( $K_{\text{sp}}$ )	$4.9 \times 10^{-17}$	$2.8 \times 10^{-39}$	$5.0 \times 10^{-6}$

回答下列问题：

(1)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  中 Fe 元素的化合价是+2 和 \_\_\_\_\_。 $\text{O}^{2-}$  的核外电子排布式为\_\_\_\_\_。

(2) 反应釜 1 中的反应需在隔绝空气条件下进行，其原因是\_\_\_\_\_。

(3) 反应釜 2 中，加入  $\text{CaO}$  和分散剂的同时通入空气。

①反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②为加快反应速率，可采取的措施有\_\_\_\_\_。(写出两项即可)。

(4) ①反应釜 3 中，25℃时， $\text{Ca}^{2+}$  浓度为  $5.0\text{mol/L}$ ，理论上 pH 不超过\_\_\_\_\_。

②称取  $\text{CaCl}_2$  水合物  $1.000\text{g}$ ，加水溶解，加入过量  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，将所得沉淀过滤洗涤后，溶于热的稀硫酸中，用  $0.1000\text{mol/L}$   $\text{KMnO}_4$  标准溶液滴定，消耗  $24.00\text{mL}$ 。滴定达到终点的现象为\_\_\_\_\_，该副产物中  $\text{CaCl}_2$  的质量分数为\_\_\_\_\_。

【答案】(1) +3  $1s^2 2s^2 2p^6$

(2) 防止二价铁被空气中氧气氧化为三价铁

(3)  $4\text{CaO} + 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 4\text{Ca}^{2+}$  适当升高温度、搅拌

(4) 11 最后半滴标准液加入后，溶液变为红色，且半分钟内不变色 66.6%

【分析】 $\text{FeCl}_2$  溶液加入氧化钙生成氢氧化亚铁， $\text{FeCl}_2$  溶液加入氧化钙和空气生成氢氧化铁，反应釜 1、2 中物质混合后调节 pH，加压过滤分离出沉淀处理得到四氧化三铁，滤液处理得到氯化钙水合物；

【详解】(1)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  可以写成  $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ，故 Fe 元素的化合价是+2 和+3。 $\text{O}^{2-}$  为氧原子得到 2 个电子形成的，核

外电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6$ ;

(2) 空气中氧气具有氧化性, 反应釜 1 中的反应需在隔绝空气条件下进行, 其原因是防止二价铁被空气中氧气氧化为三价铁;

(3) ①反应釜 2 中, 加入  $\text{CaO}$  和分散剂的同时通入空气, 氧气将二价铁氧化三价铁, 三价铁与氧化钙和水生成的氢氧化钙生成氢氧化铁, 反应的离子方程式为  $4\text{CaO} + 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 4\text{Ca}^{2+}$ 。

②为加快反应速率, 可采取的措施有适当升高温度、搅拌等;

(4) ①反应釜 3 中,  $25^\circ\text{C}$  时,  $\text{Ca}^{2+}$  浓度为  $5.0\text{mol/L}$ , 反应不能使钙离子生成沉淀, 防止引入杂质, 故此时

$$c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}}{c(\text{Ca}^{2+})}} = \sqrt{\frac{5.0 \times 10^{-6}}{5.0}} = 1.0 \times 10^{-3} \text{mol/L}, \text{pOH}=3, \text{pH}=11, \text{故理论上 pH 不超过 } 11。$$

②高锰酸钾溶液紫红色, 故滴定达到终点的现象为: 最后半滴标准液加入后, 溶液变为红色, 且半分钟内不变色;

氯化钙和草酸钠转化为草酸钙沉淀  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ , 草酸钙沉淀加入硫酸转化为草酸, 草酸和高锰酸钾发生氧化还原反应:

$2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ = 10\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$ , 结合质量守恒可知,  $5\text{CaCl}_2 \sim 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \sim 2\text{MnO}_4^-$ , 则该副产物

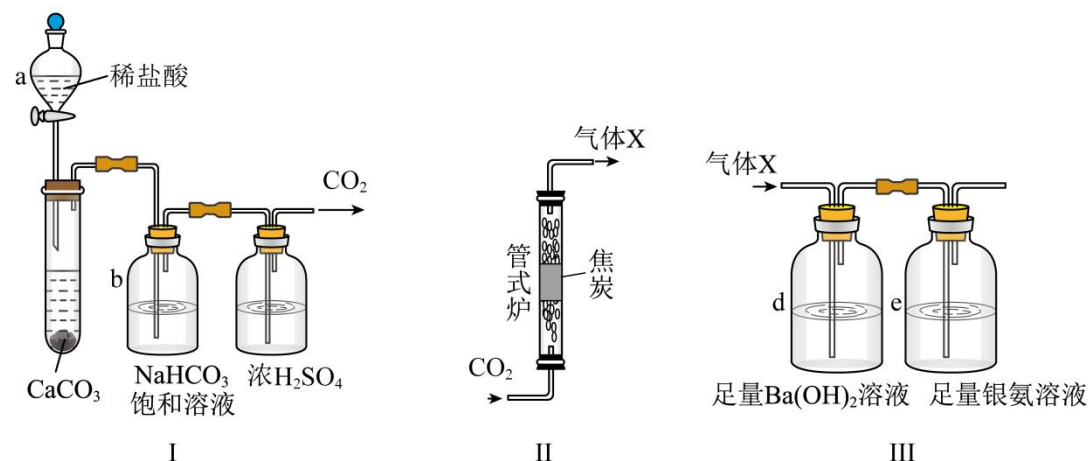
$$\text{中CaCl}_2\text{的质量分数为} \frac{0.1000 \times 24 \times 10^{-3} \text{mol} \times \frac{5}{2} \times 111 \text{g/mol}}{1.000 \text{g}} \times 100\% = 66.6\%。$$

【点睛】

### 三、实验探究题

16. 煤的化学活性是评价煤气化或燃烧性能的一项重要指标, 可用与焦炭(由煤样制得)反应的  $\text{CO}_2$  的转化率  $\alpha$  来表示。

研究小组设计测定  $\alpha$  的实验装置如下:



(1) 装置 I 中, 仪器 a 的名称是\_\_\_\_\_; b 中除去的物质是\_\_\_\_\_ (填化学式)。

(2) ①将煤样隔绝空气在  $900^\circ\text{C}$  加热 1 小时得焦炭, 该过程称为\_\_\_\_\_。

②装置 II 中, 高温下发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

③装置 III 中, 先通入适量的气体 X, 再通入足量 Ar 气。若气体 X 被完全吸收, 则可依据 d 和 e 中分别生成的固体质量计算  $\alpha$ 。

i. d 中的现象是\_\_\_\_\_。

ii. e 中生成的固体为 Ag, 反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

iii.d 和 e 的连接顺序颠倒后将造成  $\alpha$  \_\_\_\_\_ (填“偏大”“偏小”或“不变”)。

iiii.在工业上按照国家标准测定  $\alpha$ : 将干燥后的  $\text{CO}_2$  (含杂质  $\text{N}_2$  的体积分数为  $n$ ) 以一定流量通入装置 II 反应, 用奥氏气体分析仪测出反应后某时段气体中  $\text{CO}_2$  的体积分数为  $m$ , 此时  $\alpha$  的表达式为 \_\_\_\_\_。

【答案】(1) 分液漏斗 HCl

(2) 干馏  $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$  有白色沉淀生成  $\text{CO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} = 2\text{Ag} \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_3$

偏大  $\frac{1-n-m}{(1+m)(1-n)} \times 100\%$

【分析】稀盐酸与碳酸钙反应生成二氧化碳、氯化钙和水, 由于盐酸易挥发, 二氧化碳中含有氯化氢杂质, 用饱和碳酸氢钠溶液吸收氯化氢, 再用浓硫酸干燥气体, 二氧化碳通到灼热的焦炭中反应生成一氧化碳, 将混合气体通入足量氢氧化钡溶液中吸收二氧化碳, 一氧化碳与银氨溶液反应生成银单质。

【详解】(1) 装置 I 中, 仪器 a 的名称是分液漏斗; 由于二氧化碳中含有挥发的氯化氢气体, 因此 b 中碳酸氢钠与氯化氢反应, 则除去的物质是 HCl; 故答案为: 分液漏斗; HCl。

(2) ①将煤样隔绝空气在  $900^\circ\text{C}$  加热 1 小时得焦炭, 即隔绝空气加强热使之分解, 则该过程称为干馏; 故答案为: 干馏。

②装置 II 中, 高温下二氧化碳和焦炭反应生成一氧化碳, 其发生反应的化学方程式为  $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ ; 故答案为:

$\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 。

③i.d 中二氧化碳和氢氧化钡反应生成碳酸钡沉淀和水, 其反应的现象是有白色沉淀生成; 故答案为: 有白色沉淀生成。

ii.e 中生成的固体为 Ag, 根据氧化还原反应分析得到 CO 变为碳酸铵, 则反应的化学方程式为

$\text{CO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} = 2\text{Ag} \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_3$ ; 故答案为:  $\text{CO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} = 2\text{Ag} \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_3$ 。

iii.d 和 e 的连接顺序颠倒, 二氧化碳和银氨溶液反应, 导致银氨溶液消耗, 二氧化碳与氢氧化钡反应的量减少, 则会造成  $\alpha$  偏大; 故答案为: 偏大。

iiii.在工业上按照国家标准测定  $\alpha$ : 将干燥后的  $\text{CO}_2$  (含杂质  $\text{N}_2$  的体积分数为  $n$ ) 以一定流量通入装置 II 反应, 用奥氏气体分析仪测出反应后某时段气体中  $\text{CO}_2$  的体积分数为  $m$ , 设此时气体物质的量为  $b\text{mol}$ , 二氧化碳物质的量为  $bmm\text{mol}$ , 原来气体物质的量为  $a\text{mol}$ , 原来二氧化碳物质的量为  $a(1-n)\text{mol}$ , 氮气物质的量为  $an\text{mol}$ , 则消耗二氧化碳物质的量为  $[a(1-n) - bm]\text{mol}$ , 生成 CO 物质的量为  $2[a(1-n) - bm]\text{mol}$ , 则有  $b = an + bm + 2[a(1-n) - bm]$ , 解得:  $b = \frac{a(2-n)}{1+m}$ , 此

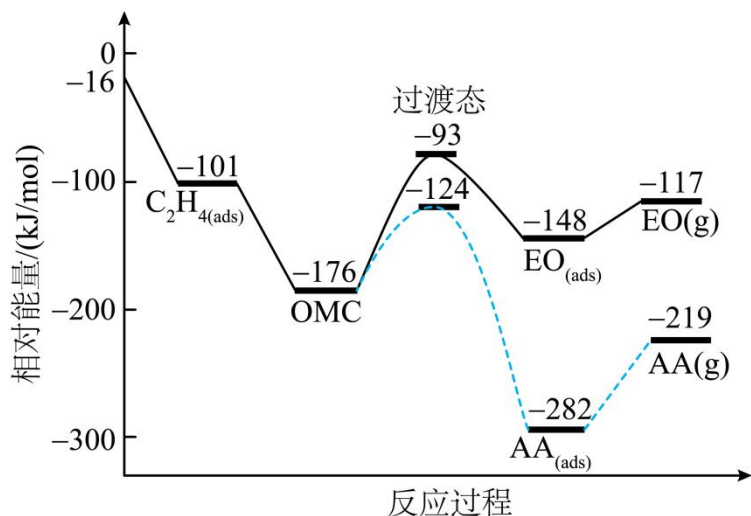
时  $\alpha$  的表达式为  $\frac{[a(1-n) - \frac{a(2-n)}{1+m}m]\text{mol}}{a(1-n)\text{mol}} \times 100\% = \frac{1-n+m-mn-2m+nm}{(1+m)(1-n)} \times 100\% = \frac{1-n-m}{(1+m)(1-n)} \times 100\%$ ; 故答案为:  $\frac{1-n-m}{(1+m)(1-n)} \times 100\%$ 。

【点睛】

#### 四、原理综合题

17. 银及其化合物在催化与电化学等领域中具有重要应用。

(1) 在银催化下，乙烯与氧气反应生成环氧乙烷(EO)和乙醛(AA)。根据图所示，回答下列问题：



① 中间体 OMC 生成吸附态 EO<sub>(ads)</sub> 的活化能为 \_\_\_\_\_ kJ/mol。

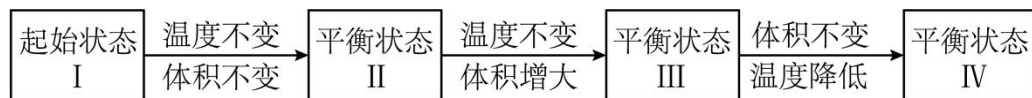
② 由 EO(g) 生成 AA(g) 的热化学方程式为 \_\_\_\_\_。

(2) 一定条件下，银催化剂表面上存在反应： $\text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Ag}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ ，该反应平衡压强  $p_c$  与温度  $T$  的关系如下：

$T/\text{K}$	401	443	463
$p_c/\text{kPa}$	10	51	100

① 463K 时的平衡常数  $K_p = \text{_____} (\text{kPa})^{\frac{1}{2}}$ 。

② 起始状态 I 中有  $\text{Ag}_2\text{O}$ 、Ag 和  $\text{O}_2$ ，经下列过程达到各平衡状态：



已知状态 I 和 III 的固体质量相等，下列叙述正确的是 \_\_\_\_\_ (填字母)。

A. 从 I 到 II 的过程  $\Delta S > 0$

B.  $p_c(\text{II}) > p_c(\text{III})$

C. 平衡常数： $K(\text{II}) > K(\text{IV})$

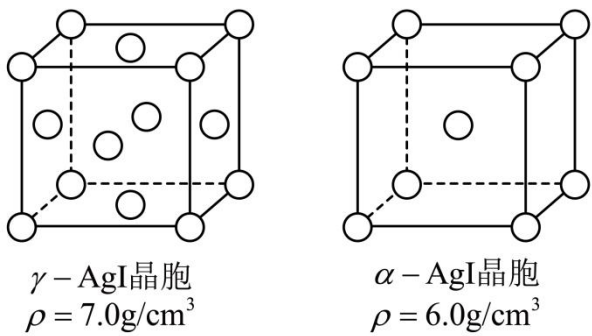
D. 若体积  $V(\text{III}) = 2V(\text{I})$ ，则  $Q(\text{I}) = \sqrt{2}K(\text{III})$

E. 逆反应的速率： $v(\text{I}) > v(\text{II}) = v(\text{III}) > v(\text{IV})$

③ 某温度下，向恒容容器中加入  $\text{Ag}_2\text{O}$ ，分解过程中反应速率  $v(\text{O}_2)$  与压强  $p$  的关系为  $v(\text{O}_2) = k\left(1 - \frac{p}{p_c}\right)$ ， $k$  为速率常数(定温下为常数)。当固体质量减少 4% 时，逆反应速率最大。若转化率为 14.5%，则  $v(\text{O}_2) = \text{_____}$  (用  $k$  表示)。

(3)  $\alpha\text{-AgI}$  可用作固体离子导体，能通过加热  $\gamma\text{-AgI}$  制得。上述两种晶体的晶胞示意图如图所示(为了简化，只画出

了碘离子在晶胞中的位置)。

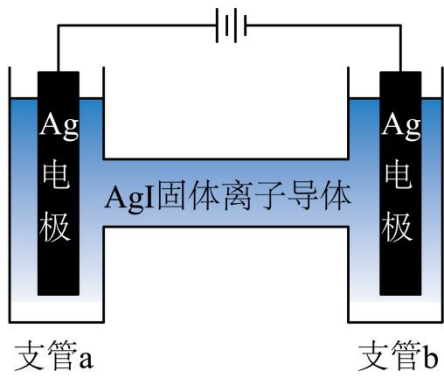


①测定晶体结构最常用的仪器是\_\_\_\_\_ (填字母)。

A. 质谱仪    B. 红外光谱仪    C. 核磁共振仪    D. X射线衍射仪

② $\gamma - \text{AgI}$  与  $\alpha - \text{AgI}$  晶胞的体积之比为\_\_\_\_\_。

③测定 $\alpha - \text{AgI}$  中导电离子类型的实验装置如图所示。实验测得支管 a 中  $\text{AgI}$  质量不变, 可判定导电离子是  $\text{Ag}^+$  而不是  $\text{I}^-$ , 依据是\_\_\_\_\_。



【答案】(1)      83       $\text{EO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{AA}(\text{g}) \quad \Delta H = -102\text{kJ}/\text{mol}$

(2)      10      CDE       $\frac{3k}{4}$

(3)      D      12:7      a 中银电极质量减小, b 中银电极质量增大

【详解】(1) ①过渡态物质的总能量与反应物总能量的差值为活化能, 中间体  $\text{OMC}$  生成吸附态  $\text{EO}_{(\text{ads})}$  的活化能为  $(-93\text{kJ}/\text{mol}) - (-176\text{kJ}/\text{mol}) = 83\text{kJ}/\text{mol}$ 。

②由图可知,  $\text{EO}(\text{g})$  生成  $\text{AA}(\text{g})$  放出热量  $(-117\text{kJ}/\text{mol}) - (-219\text{kJ}/\text{mol}) = 102\text{kJ}/\text{mol}$ , 放热焐变为负值, 故热化学方程式为  $\text{EO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{AA}(\text{g}) \quad \Delta H = -102\text{kJ}/\text{mol}$ ;

(2) ①反应中只有氧气为气体, 结合表格数据可知,  $463\text{K}$  时的平衡常数  $K_p = p^{\frac{1}{2}}(\text{O}_2) = 10 \text{ (kPa)}^{\frac{1}{2}}$ 。

②结合表格数据可知, 升高温度, 压强变大, 平衡正向移动, 则反应为吸热反应;

A. 从 II 到 III 为体积增大, 反应正向移动的过程, 导致固体质量减小, 已知状态 I 和 III 的固体质量相等, 则从 I 到 II 的过程为固体质量增大的过程, 平衡逆向移动, 为熵减过程, 故从 I 到 II 的过程  $\Delta S < 0$ , A 错误;

B. 平衡常数  $K_p = p(\text{O}_2)^{\frac{1}{2}}$  只受温度的影响, 则  $p_c(\text{II}) = p_c(\text{III})$ , B 错误;

C. 反应为吸热反应, 降低温度, 平衡逆向移动, 平衡常数减小, 故平衡常数:  $K(\text{II}) > K(\text{IV})$ , C 正确;

D. 已知状态 I 和 III 的固体质量相等, 则氧气的物质的量相等, 若体积  $V(\text{III}) = 2V(\text{I})$ , 根据阿伏伽德罗定律可知,  $p(\text{O}_2, \text{I}) = 2p(\text{O}_2, \text{III})$ ,  $Q(\text{I}) = p^{\frac{1}{2}}(\text{O}_2, \text{I})$ ,  $K(\text{III}) = p^{\frac{1}{2}}(\text{O}_2, \text{III})$ , 则  $Q(\text{I}) = \sqrt{2}K(\text{III})$ , D 正确;

E. 结合 A 分析可知, 逆反应的速率:  $v(\text{I}) > v(\text{II})$ ; 固体不影响反应速率, 温度越低反应速率越低, 逆反应的速率:  $v(\text{II}) = v(\text{III}) > v(\text{IV})$ , 故有逆反应的速率:  $v(\text{I}) > v(\text{II}) = v(\text{III}) > v(\text{IV})$ , E 正确;

故选 CDE;

③某温度下, 设向恒容容器中加入  $mg\text{Ag}_2\text{O}$ , 当固体质量减少 4% 时, 逆反应速率最大, 此时达到平衡状态, 减小质量为生成氧气的质量, 则生成  $\frac{m \times 4\%}{32} \text{mol O}_2$ , 若转化率为 14.5%, 则此时生成  $\frac{1}{2} \times \frac{m \times 14.5\%}{232} \text{mol O}_2$ , 根据阿伏伽德罗定律, 此时  $\frac{p}{p_c} = \frac{\frac{1}{2} \times \frac{m \times 14.5\%}{232}}{\frac{m \times 4\%}{32}} = \frac{1}{4}$ , 故  $v(\text{O}_2) = \frac{3k}{4}$ ;

(3) ①晶体与非晶体的最可靠的科学方法是 X 射线衍射法; 故测定晶体结构最常用的仪器是 D. X 射线衍射仪;

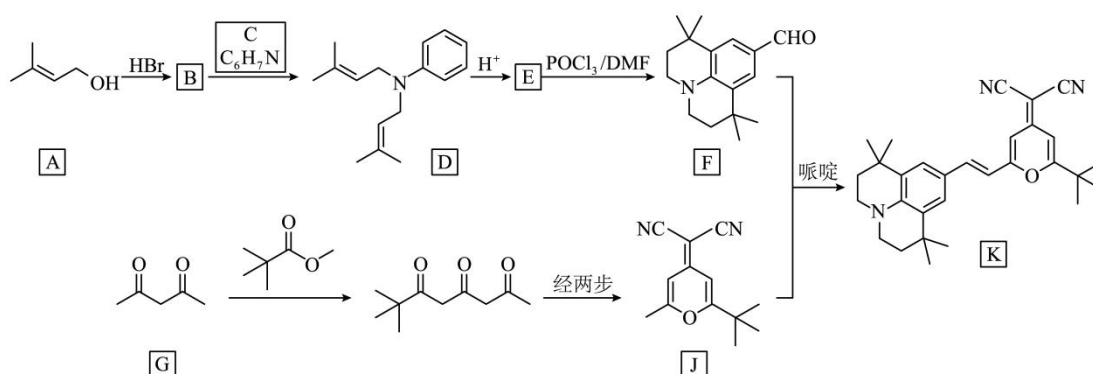
②据“均摊法”,  $\gamma - \text{AgI}$  晶胞中含  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$  个 I, 则晶体密度为  $\frac{\frac{4M}{N_A}}{V(\gamma - \text{AgI})} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3} = 7.0 \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;  $\alpha - \text{AgI}$  晶胞中含  $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$  个 I, 则晶体密度为  $\frac{\frac{2M}{N_A}}{V(\alpha - \text{AgI})} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3} = 6.0 \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ; 故  $\frac{\frac{4M}{N_A}}{\frac{2M}{N_A}} = \frac{V(\gamma - \text{AgI})}{V(\alpha - \text{AgI})} = \frac{7}{6}$ , 则  $\gamma - \text{AgI}$  与  $\alpha - \text{AgI}$  晶胞的体积之比为 12:7。

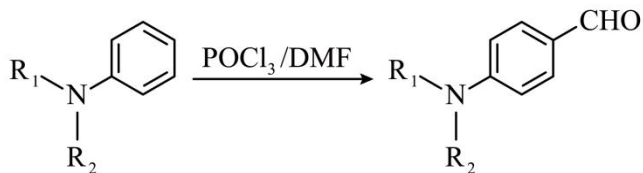
③由图可知, a 为阳极、b 为阴极, 实验测得支管 a 中 AgI 质量不变, 则碘离子没有迁移到 a 中与银离子产生 AgI 沉淀, 银离子在阴极得到电子发生还原反应生成银单质, 导致 b 中银电极质量增大, a 中银电极银单质失去电子发生氧化反应生成银离子, 导致 a 中银电极质量减小, 可判定导电离子是  $\text{Ag}^+$  而不是  $\text{I}^-$ 。

【点睛】

## 五、有机推断题(新)

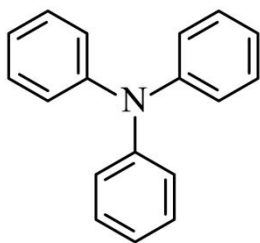
18. 有机物 K 作为一种高性能发光材料, 广泛用于有机电致发光器件(OLED)。K 的一种合成路线如下所示, 部分试剂及反应条件省略。





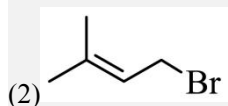
- (1) A 中所含官能团名称为羟基和\_\_\_\_\_。
- (2) B 的结构简式为\_\_\_\_\_。
- (3) C 的化学名称为\_\_\_\_\_，生成 D 的反应类型为\_\_\_\_\_。
- (4) E 的结构简式为\_\_\_\_\_。

(5) G 的同分异构体中，含有两个  $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$  的化合物有\_\_\_\_\_个(不考虑立体异构体)，其中核磁共振氢谱有两组峰，且峰面积比为 1:3 的化合物为 L，L 与足量新制的  $\text{Cu(OH)}_2$  反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

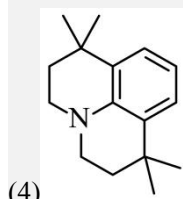


(6) 以 J 和 N( )为原料，利用上述合成路线中的相关试剂，合成另一种用于 OLED 的发光材料 M(分子式为  $\text{C}_{46}\text{H}_{39}\text{N}_5\text{O}_2$ )。制备 M 的合成路线为\_\_\_\_\_ (路线中原料和目标化合物用相应的字母 J、N 和 M 表示)。

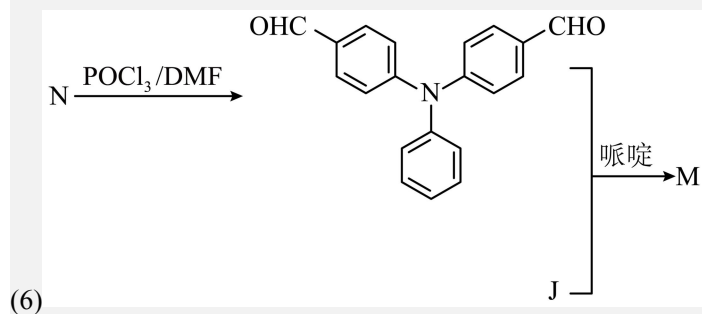
【答案】(1) 碳碳双键



(3) 苯胺 取代反应



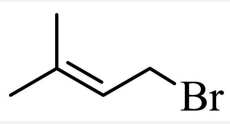
(5) 9  $\text{C(CH}_3)_2(\text{CHO})_2 + 4\text{Cu(OH)}_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{C(CH}_3)_2(\text{COONa})_2 + 2\text{Cu}_2\text{O} + 6\text{H}_2\text{O}$

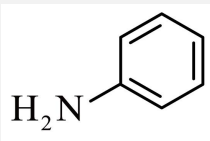
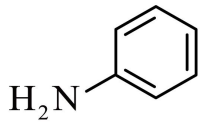
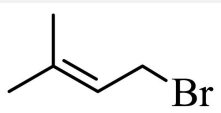


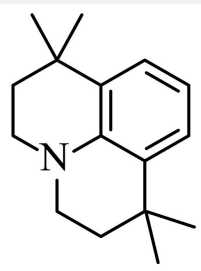
【分析】A 和 HBr 发生取代反应生成 B, B 是  ; B 和 C 生成 D, 根据 B 的结构简式和 C 的分子式,

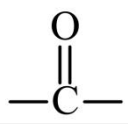
由 D 逆推可知 C 是  ; 根据题目信息, 由 F 逆推可知 E 是  。

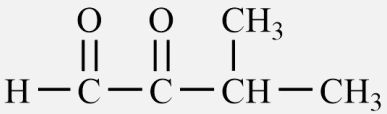
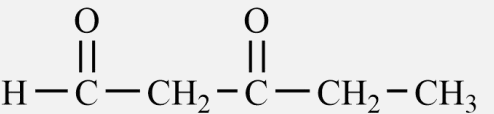

【详解】(1) 根据 A 的结构简式, 可知 A 中所含官能团名称为羟基和碳碳双键;

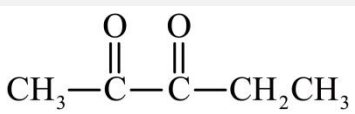
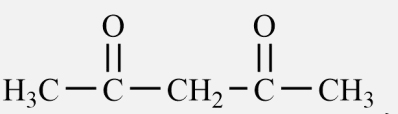

(2) A 和 HBr 发生取代反应生成 B, B 是  ;

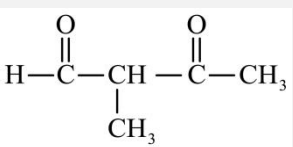
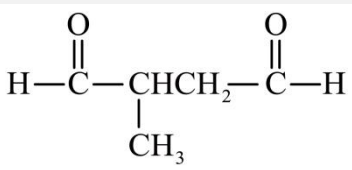
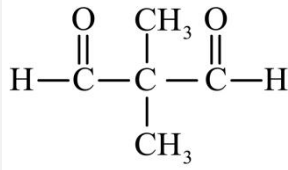
(3) C 是  , 化学名称为苯胺;  和  反应生成 D 和 HBr, 生成 D 的反应类型为取代反应;

(4) 根据题目信息, 由 F 逆推可知 E 是  ;

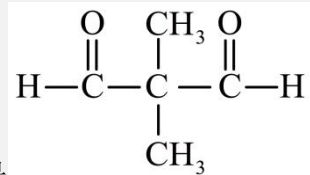
(5) G 的同分异构体中, 含有两个  的化合物有  、

 、  、  、

 、  、  、

 、  、  , 共 10 个, 其中 G 的同分异

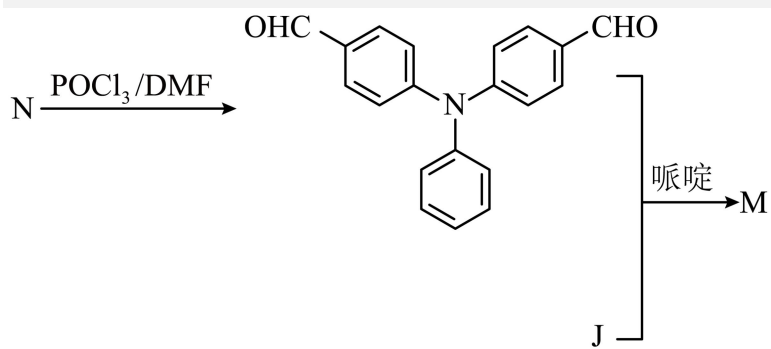




构体有 9 个，其中核磁共振氢谱有两组峰，且峰面积比为 1:3 的化合物为 L，L 是

足量新制的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  反应的化学方程式为  $\text{C}(\text{CH}_3)_2(\text{CHO})_2 + 4\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{C}(\text{CH}_3)_2(\text{COONa})_2 + 2\text{Cu}_2\text{O} + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(6) M 分子中含有 5 个 N 和 2 个 O，可知 2 分子 J 和 1 分子 N 反应生成 M，合成路线为



【点睛】