

陕西省2025年高考综合改革适应性演练

化学

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上。
- 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：H 1 C 12 N 14 O 16 Si 28

一、选择题：本题共14小题，每小题3分，共42分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

- 1.化学学科在创新中不断前进，下列说法错误的是
- A. 伏打研制了第一个化学电源，该装置实现了电能到化学能的转化
- B. 鲍林提出了甲烷的正四面体结构
- C. 侯德榜改进了索尔维制碱法，侯氏制碱法经济环保
- D. 神舟十九号载人飞船使用了国产耐烧蚀树脂，该树脂为高分子材料

【答案】AB

【解析】

- 【详解】A. 伏打研制了第一个化学电源，该装置实现了化学能到电能的转化，A错误；
- B. 范霍夫提出了甲烷的正四面体结构，而鲍林提出的杂化轨道理论很好地解释了甲烷的正四面体结构，B错误；
- C. 侯德榜改进了索尔维制碱法，侯氏制碱法完美的弥补了索尔维制碱法的不足，不仅提高了食盐利用率，减少了对环境的污染，还缩短了生产流程、降低了纯碱的成本，故侯氏制碱更经济环保，C正确；
- D. 树脂属于合成有机高分子材料，D正确；

答案选AB。

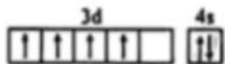
- 2.下列化学用语表示正确的是

A. 氯化氢的电子式： $\text{H}^+[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$

B. CO_2 和 SO_2 的 VSEPR 模型均为：



C. 基态 原子价层电子的轨道表示式：



D. 中子数为20的氯原子的核素符号：



【答案】D

【解析】

【详解】A. 氯化氢是共价化合物，其电子式为： $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ ，A错误；

B. 二氧化碳的价层电子对是2，没有孤电子对，则其 VSEPR 模型是直线型，B错误；

C. Cr是24号元素，价电子排布式为 $3d^54s^1$ ，价电子的轨道表示式为：



错误；

D. 中子数为20的氯原子的质量数为37，可表示为： ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ ，D正确；

故选D。

3. 规范操作是实验安全的保障，下列做法错误的是

A. 不能用手直接接触试剂，以免危害健康和污染试剂

B. 使用浓硝酸等挥发性试剂时在通风橱中操作

C. 金属钠着火，迅速用湿抹布覆盖灭火

D. 点燃可燃性气体前，需要验纯

【答案】C

【解析】

【详解】A. 固体试剂一般用镊子或药匙取用，液体药品一般用滴管取用，不能用手直接接触试剂，以免危害健康和污染试剂，A正确；

B. 易挥发有毒试剂的取用一般在通风橱中操作，B正确；

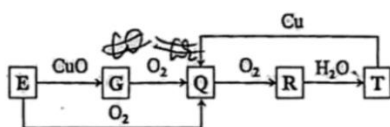
C. 金属钠着火不能用湿抹布覆盖灭火，因为钠遇水会发生剧烈反应，产生氢气并可能导致爆炸，正确的做法是使用干燥的细沙覆盖扑灭，C错误；

D. 可燃性气体在点燃或加热之前都要验纯，以免发生爆炸，D正确；

答案选C。

4. 下列物质在一定条件下的转化关系如图所示。E、G、Q、R均为气体，其中R为红棕色。下列说法正确

的是



A. E、G、Q、R、T所含同种元素化合价依次升高

B. E的水溶液能导电，所以E是电解质

C. Q和E可用排水法收集

D. 铜与不同浓度的T溶液反应均可生成Q

【答案】A

【解析】

【分析】由图可知，E、G、Q、R、T均为含氮化合物，故E为 NH_3 、G为 N_2 、Q为 NO 、R为 NO_2 、T为 HNO_3 ；

【详解】A. 由分析可知：E、G、Q、R、T所含同种元素化合价依次升高，A符合题意；

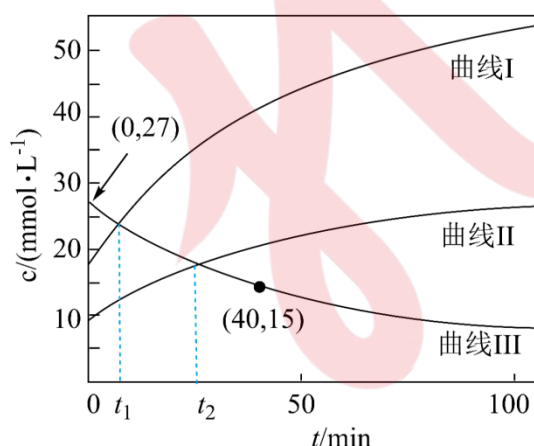
B. E为 NH_3 ， NH_3 是非电解质，B不符合题意；

C. E为 NH_3 ， NH_3 极易溶于水，不能排水集气，C不符合题意；

D. 铜和浓硝酸反应的还原产物是二氧化氮，铜和稀硝酸反应的还原产物是一氧化氮，D不符合题意；

故选A；

5. 一定温度下，恒容密闭容器中，物质Z发生反应 $\text{Z}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{X}(\text{g}) + 2\text{Y}(\text{g})$ $\Delta H > 0$ ，一段时间后开始计时，测得各物质的浓度随时间变化如图所示。下列说法正确的是



A. 曲线 I 代表物质X，曲线III代表物质Z

B. 图中 t_1 时刻的正反应速率大于 t_2 时刻

C. 若升高温度，正反应速率加快，逆反应速率减慢

D. $0 \sim 40 \text{ min}$ ，用物质Y表示的平均反应速率为 $0.3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

【答案】B

【解析】

【分析】结合反应方程式以及图中物质的浓度变化，减少的为反应物，增加的为生成物，生成物的浓度增加量之比等于化学计量数之比，可知曲线III代表反应物Z，曲线I代表物质Y，曲线II代表物质X，据此分析解答。

【详解】A. 曲线I代表物质Y，曲线III代表反应物Z，故A错误；

B. t_1 时刻反应物的浓度大于 t_2 时刻，浓度越大反应速率越快，则 t_1 时刻的正反应速率大于 t_2 时刻，故B正确；

C. 升高温度，正反应速率加快，逆反应速率也加快，故C错误；

D. $0 \sim 40 \text{ min}$ ，用物质Z表示的平均反应速率为 $v(\text{Z}) = \frac{(27-15) \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}}{40 \text{ min}} = 0.3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，根据

速率之比等于化学计量数之比可知物质Y表示的平均反应速率为 $v(\text{Y}) = 2v(\text{Z}) = 0.6 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，故D错误；

故选：B。

6. 物质结构决定性质。下列物质性质差异与结构因素没有关联的是

选项	性质差异	结构因素
A	极性： $\text{BF}_3 < \text{PCl}_3$	分子空间构型
B	酸性：二氯乙酸<二氟乙酸	分子间氢键
C	熔点： $\text{NaCl} > \text{S}_8$	晶体类型
D	识别 K^+ 的能力：18-冠-6>12-冠-4	冠醚空腔直径

A.A

B.B

C.C

D.D

【答案】B

【解析】

【详解】A. BF_3 是平面三角形， PCl_3 是三角锥型，极性和分子空间构型有关联，故A不符合题意；

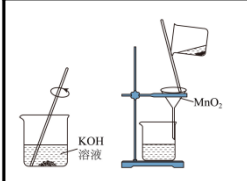
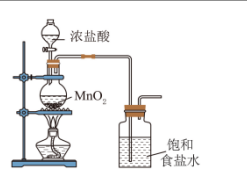
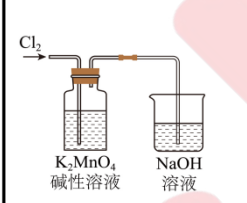
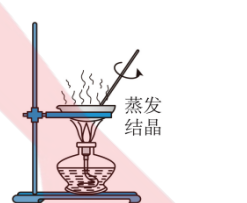
B. 由于F的电负性比Cl大，吸引电子的能力更强，三氟乙酸羧基中的O-H键的极性更大，更易电离出 H^+ ，酸性更强，酸性和分子间氢键没有关联，故B符合题意；

C. NaCl 是离子晶体， S_8 是分子晶体，离子晶体一般来说比分子及个体熔点高，熔点和晶体类型有关联，故C不符合题意；

D. 18-冠-6空腔的直径与 K^+ 的直径相当，12-冠-4空腔的直径小于 K^+ 的直径，所以识别 K^+ 的能力与冠醚空腔直径有关联，故D不符合题意；

答案选B。

7. 已知在强碱溶液中 K_2MnO_4 可被氧化为 KMnO_4 。某实验小组使用 K_2MnO_4 和 MnO_2 的固体混合物，按照下图步骤依次操作，制备 KMnO_4 固体。各步骤中装置和原理不能达到相应实验目的的是

	
A. 分离固体混合物	B. 制取 Cl_2
	
C. 氧化 K_2MnO_4	D. 得到 KMnO_4 固体

A.A

B.B

C.C

D.D

【答案】D

【解析】

【详解】A. K_2MnO_4 溶于KOH溶液中形成 K_2MnO_4 碱性溶液，而 MnO_2 不溶于水，可用过滤分离出溶液中的 MnO_2 ，A选项正确；

B. 实验室利用二氧化锰和浓盐酸加热条件下反应生成氯气，再利用饱和食盐水除去氯气中混有的HCl杂质，

B选项正确；

C. 在强碱溶液中 K_2MnO_4 可被 Cl_2 氧化为 $KMnO_4$ ，因此将氯气通入到 K_2MnO_4 碱性溶液中可制备得到 $KMnO_4$ ，此外氯气有毒，用NaOH溶液进行尾气处理，C选项正确；

D. $KMnO_4$ 受热易分解，应该用蒸发浓缩，冷却结晶的方式得到 $KMnO_4$ 固体，D选项错误；

故选D。

8. 一种新型微孔材料由X、Y、Z三种短周期元素组成。X、Y的质子数之和等于Z的质子数，X与Y同周期，X的第一电离能比同周期相邻两原子小，基态Y原子s能级上的电子总数与p能级上的电子总数相等。下列说法正确的是

A. 原子半径： $Z > Y > X$

B. X的最高价氧化物对应的水化物是一种强酸

C. Y的氢化物既具有氧化性又具有还原性

D. Z的氯化物属于离子化合物

【答案】C

【解析】

【分析】X、Y、Z三种短周期元素，X与Y同周期，Y原子核外s能级上的电子总数与p能级上的电子总数相等，则Y可能为 $1s^2 2s^2 2p^4$ 或 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ，为氧或镁，X、Y的质子数之和等于Z的质子数，则Y为氧，X的第一电离能比同周期相邻两原子小，X为硼，那么Z为铝；

【详解】A. 电子层数越多半径越大，电子层数相同时，核电荷数越大，半径越小；原子半径：

$Al > B > O$ ，A错误；

B. X最高价氧化物对应的水化物为硼酸，是一种弱酸，B错误；

C. Y的氢化物中过氧化氢或水，其中氢化合价能降低、氧化化合价能升高，则既具有氧化性又具有还原性，C正确；

D. Z的氯化物为氯化铝，属于共价化合物，D错误；

故选C。

9. 下列各组离子在水溶液中可以大量共存的是

A. $S_2O_3^{2-}$ 、 H^+ 、 I^- 、 Na^+

B. CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 ClO^- 、 K^+

C. NH_4^+ 、 Br^- 、 Cu^{2+} 、 Ag^+

D. K^+ 、 Fe^{3+} 、 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 、 SO_4^{2-}

【答案】B

【解析】

【详解】A. $S_2O_3^{2-}$ 、 H^+ 反应生成硫单质和二氧化硫，不能大量共存，A错误；

B. CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 ClO^- 、 K^+ 互不反应，可以大量共存，B正确；

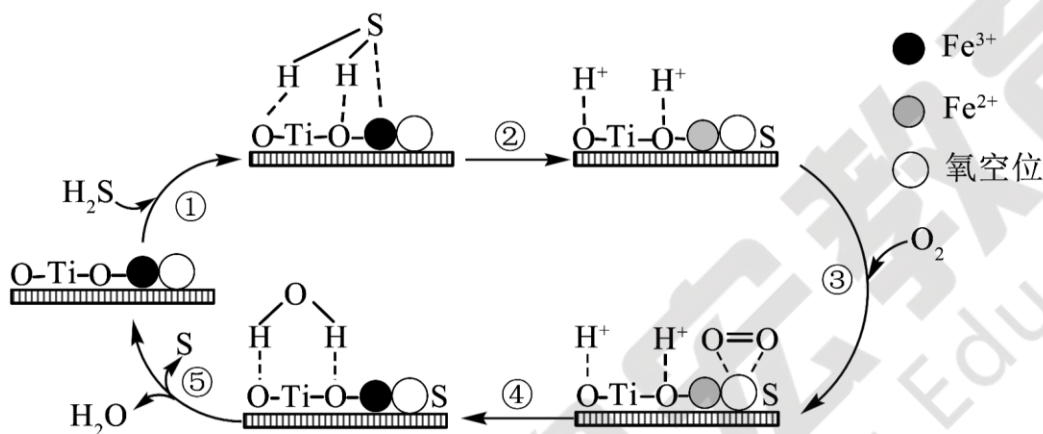
C. Br^- 、 Ag^+ 会生成溴化银沉淀，不能大量共存，C错误；

D. Fe^{3+} 在 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 大量存在的溶液中会生成氢氧化铁沉淀，不能大量共存，D错误；

故选B。

10. 某团队合成了一种铁掺杂二氧化钛的新型催化剂，用于转化 H_2S 为单质S，提出的催化历程示意图如下。

N_A 是阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是



A. O_2 使 Fe^{2+} 转化成 Fe^{3+} ，恢复催化剂活性

B. 过程①和④均发生了非极性键的断裂

C. 过程②和③均发生了氧化还原反应

D. 理论上，每转化 $34\text{gH}_2\text{S}$ ，转移的电子数目为 N_A

【答案】A

【解析】

【详解】A. 根据图示③④两步历程，可知 O_2 使 Fe^{2+} 转化成 Fe^{3+} ，恢复催化剂活性，A正确；

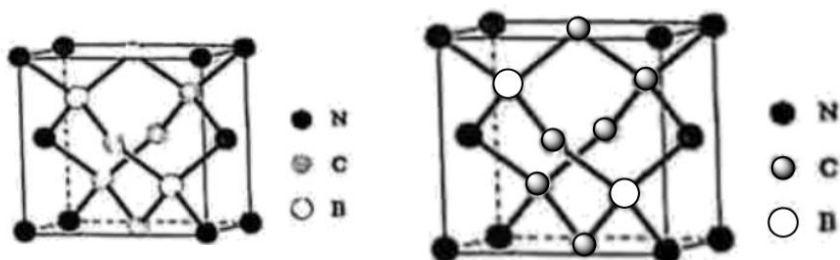
B. 过程①中没有发生非极性键断裂，过程④中发生了 $\text{O}=\text{O}$ 非极性键的断裂，B错误；

C. 过程②中铁元素化合价发生变化，发生氧化还原反应，过程③中元素化合价没有变化，没有发生氧化还原反应，C错误；

D. 根据图示，该催化历程的总反应为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，可知 $\text{H}_2\text{S} \sim 2\text{e}^-$ ，理论上，每转化 $34\text{gH}_2\text{S}$ 即 $1\text{molH}_2\text{S}$ ，转移的电子数目为 $2N_A$ ，D错误；

故选A。

11. 科研人员在高温高压条件下合成了类金刚石结构的硼碳氮化合物，其晶胞结构如图所示，立方晶胞参数为 $a\text{pm}$ 。 N_A 是阿伏加德罗常数的值。下列说法错误的是



- A. 该化合物为共价晶体，硬度大
 B. 晶体中与B原子距离最近且相等的B原子数为4
 C. 晶胞中 $C-C$ 键与 $C-N$ 键的数目比为 $2:1$

D. 晶体的密度 $= \frac{98}{N_A \times (a \times 10^{-10})^3} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$

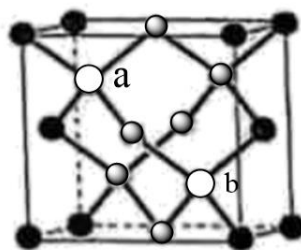
【答案】C

【解析】

【分析】由图可知，按均摊法，N原子数目为 $8 \times \frac{1}{8} + 2 \times \frac{1}{2} = 2$ ，B原子数目为2，C原子数目为 $4 \times \frac{1}{2} + 2 = 4$ ，则N、B、C原子数目之比为 $1:1:2$ ，化学式为 BC_2N ；

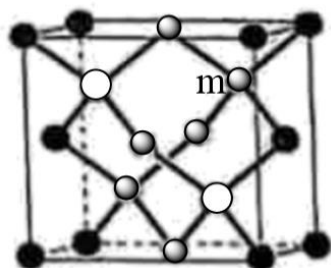
【详解】A. 该晶体具有类金刚石结构，金刚石是由碳原子通过共价键形成的共价晶体，具有硬度大、熔点高等性质，则该化合物为共价晶体，硬度大，A正确；

B. 如图所示：将晶胞平移，以b点的B为坐标原点：



，则B原子距离最近且相

等的1个B原子a位于面心，其余两个面心为C原子，根据晶胞结构可知，若面心上全部都是B，B原子距离最近且相等的B原子数为 $3 \times 8 + \frac{1}{2} = 12$ ，但面心上的B只占了 $\frac{1}{3}$ 因此B原子距离最近且相等的B原子数为4，B正确；



C. 如图所示：

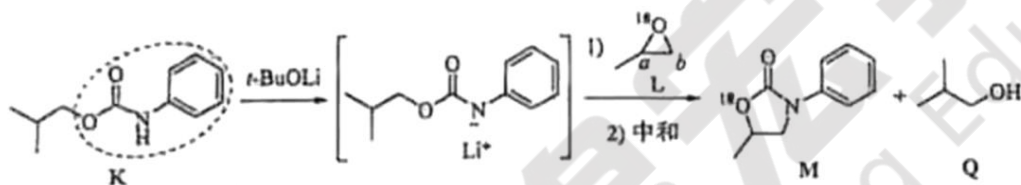
以m点的C原子为研究对象，其形成2条 $C-C$ 键，两条

$C-N$ 键，则二者数目比为1:1，C不正确；

D. 晶胞的密度=晶体的密度 $= \frac{\frac{2 \times (11 + 12 \times 2 + 14)}{N_A} g}{(a \times 10^{-10} cm)^3} = \frac{98}{N_A \times (a \times 10^{-10})^3} g \cdot cm^{-3}$ ，D正确；

答案选C。

12. 化合物M是一种新型抗生素关键中间体的类似物，其合成路线如下(略去部分试剂和反应条件)。已知化合物K虚线圈内所有原子共平面。下列说法错误的是



A. Q的化学名称为2-甲基-1-丙醇

B. 在酸性条件下，M可水解生成 CO_2

C. K中氮原子的杂化方式为 sp^2

D. 形成M时，氮原子与L中碳原子a成键

【答案】D

【解析】

【详解】A. Q为饱和一元醇，命名时，从靠近羟基碳原子的一端开始编号，即羟基碳原子的位次为“1”，则其化学名称为2-甲基-1-丙醇，A正确；

B. M分子中，左侧环上存在酯基和酰胺基，在酸性条件下两种官能团都发生水解反应，M可水解生成 H_2CO_3 ， H_2CO_3 分解生成 CO_2 和水，B正确；

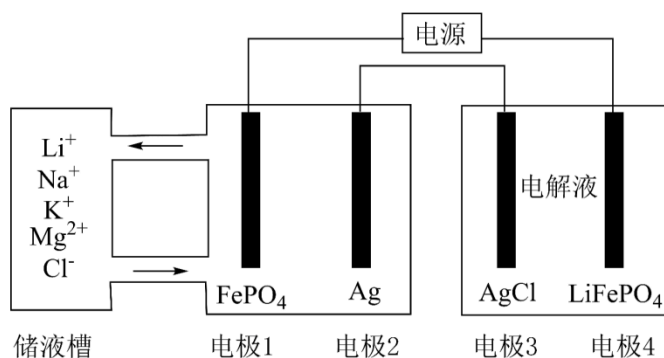
C. 题中信息显示，化合物K虚线圈内所有原子共平面，则N原子的最外层孤电子对未参与杂化，N原子的杂化方式为 sp^2 ，C正确；

D. 对照L和M的结构可以看出，形成M时，L分子中 ^{18}O 与b碳原子之间的共价键断裂，则氮原子与L中碳原子b成键，D错误；

故选D。

13. 为了从海水中提取锂，某团队设计了图示的电解池。保持电源正负极不变，每运行一段时间后，将电极

1与4取下互换，电极2与3取下互换，实现锂的富集。下列说法正确的是



- A. 电路中电子的流向随着电极互换而改变
- B. 电极2上发生的反应为： $\text{Ag} - \text{e}^- = \text{Ag}^+$
- C. 理论上，电极1与电极4的质量之和保持不变
- D. 理论上，电路通过 1mol 电子时，有 0.5mol Li^+ 富集在右侧电解液中

【答案】C

【解析】

【分析】为从海水中提取锂，电极1的电极反应式为： $\text{FePO}_4 + \text{e}^- + \text{Li}^+ = \text{LiFePO}_4$ ，则电极1为阴极，则电极2为阳极，电极3为阴极，电极4为阳极，在电极4上发生氧化反应： $\text{LiFePO}_4 - \text{e}^- = \text{Li}^+ + \text{FePO}_4$ ，实现了锂的提取。

【详解】A. 保持电源正负极不变，则电子流向不变，故A错误；

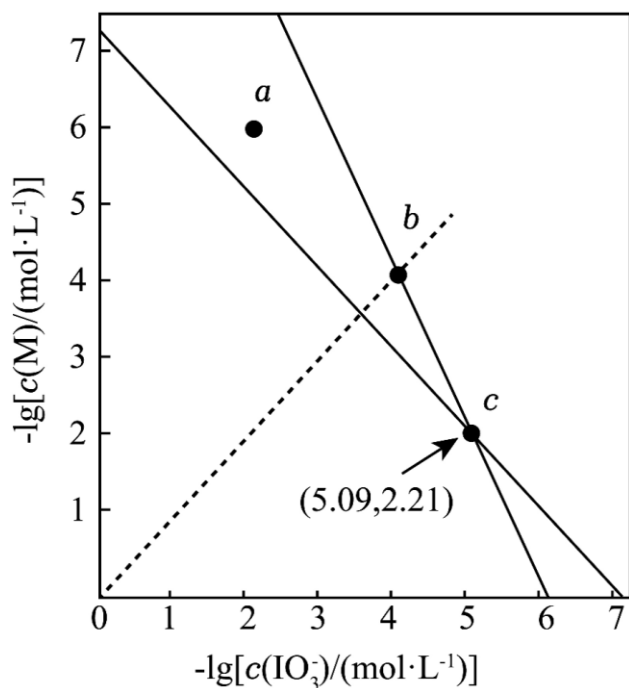
B. 由分析可知，电极2为阳极，海水中有Cl⁻，则电极2的电极反应式为： $\text{Ag} - \text{e}^- + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$ ，故B错误；

C. 由分析可知，通过相同电量，电极1上附着的Li⁺的量和电极4上失去的Li⁺的量相等，所以理论上，电极1与电极4的质量之和保持不变，故C正确；

D. 根据电子守恒，电路中各处的电量相等，所以理论上，电路通过 1mol 电子时，有 1mol Li^+ 富集在右侧电解液中，故D错误；

故答案为：C。

14. 常温下， AgIO_3 和 $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 的沉淀溶解平衡曲线如图所示。纵坐标中M代表 Ag^+ 或 Pb^{2+} ，物质的溶解度以物质的量浓度表示。下列说法正确的是



- A. a点有 AgIO_3 沉淀生成，无 $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 沉淀生成
- B. 表示 $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 在纯水中溶解度的点在线段 bc 之间
- C. 向 AgIO_3 悬浊液中滴加 AgNO_3 溶液、向 $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 悬浊液中滴加 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，分别至 c 点时， AgIO_3 和 $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 的溶解度均为 $10^{-5.09} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. $c(\text{IO}_3^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时， AgIO_3 、 $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 饱和溶液中 $\frac{c(\text{Pb}^{2+})}{c(\text{Ag}^+)} = 10^{-4.09}$

【答案】C

【解析】

【分析】由 $K_{\text{sp}}(\text{AgIO}_3) = c(\text{Ag}^+)c(\text{IO}_3^-)$ 和 $K_{\text{sp}}[\text{Pb}(\text{IO}_3)_2] = c(\text{Pb}^{2+})c^2(\text{IO}_3^-)$ 可知，本题图像斜率绝对值大的线段为 $K_{\text{sp}}[\text{Pb}(\text{IO}_3)_2]$ 即 $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 的饱和溶液，线段 bc 代表的是 $K_{\text{sp}}[\text{Pb}(\text{IO}_3)_2]$ 即 $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 的饱和溶液，而另外一条线代表的是 $K_{\text{sp}}(\text{AgIO}_3)$ 即 AgIO_3 的饱和溶液，且由 c 点坐标值可知：

$$K_{\text{sp}}(\text{AgIO}_3) = 10^{-5.09} \times 10^{-2.21} = 10^{-7.30} \text{ 和 } K_{\text{sp}}[\text{Pb}(\text{IO}_3)_2] = 10^{-5.09} \times 10^{-5.09} \times 10^{-2.21} = 10^{-12.39}。$$

【详解】A. 结合图像和分析，过 a 点作 x 轴垂线，a 点的 Q_c 大于 $K_{\text{sp}}[\text{Pb}(\text{IO}_3)_2]$ ，a 点是 $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 的过饱和溶液有沉淀析出，a 点的 Q_c 小于 $K_{\text{sp}}(\text{AgIO}_3)$ ，a 点是 AgIO_3 的不饱和溶液，没有沉淀析出，A 不符合题意；

B. $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 在纯水中溶解度的点为 $2c(\text{Pb}^{2+}) \approx c(\text{IO}_3^-)$, 即 $-\lg c(\text{Pb}^{2+}) > -\lg c(\text{IO}_3^-)$, 在坐标轴体现应该是一象限角平分线的左上部, B不符合题意;

C. 向 AgIO_3 悬浊液中滴加 AgNO_3 溶液、向 $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 悬浊液中滴加 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 分别至c点时,

AgIO_3 的溶解度为 $10^{-5.09} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 的溶解度为 $5 \times 10^{-6.09} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C不符合题意;

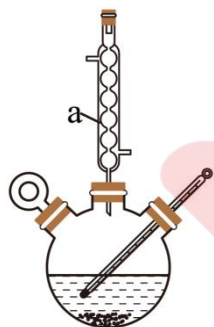
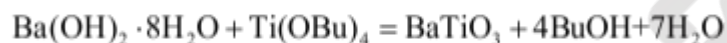
D. $c(\text{IO}_3^-) = 0.1 \text{ mol/L}$ 时, AgIO_3 、 $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ 饱和溶液中

$$\frac{K_{\text{sp}}[\text{Pb}(\text{IO}_3)_2]}{K_{\text{sp}}(\text{AgIO}_3)} = \frac{c(\text{Pb}^{2+})c^2(\text{IO}_3^-)}{c(\text{Ag}^+)c(\text{IO}_3^-)} = \frac{c(\text{Pb}^{2+})c(\text{IO}_3^-)}{c(\text{Ag}^+)} = \frac{10^{-12.39}}{10^{-7.30}} = 10^{-5.09} \text{ 所以 } \frac{c(\text{Pb}^{2+})}{c(\text{Ag}^+)} = 10^{-4.09}, \text{ D符合题意;}$$

故选D。

二、非选择题：本题共4小题，共58分。

15. 纳米 BaTiO_3 可用于光电催化。某实验小组以钛酸四丁酯 $[\text{Ti}(\text{OBu})_4, \text{Bu}$ 代表正丁基; 液体] 为钛源, 采用以下方法制备粒径小于 20 nm 的 BaTiO_3 (反应装置如图, 夹持等装置略)。



I. 在三颈烧瓶中加入 $8.8 \text{ mmol Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, 20 mL 二缩三乙二醇、少量表面活性剂, 搅拌均匀后, 采用合适方式加入 $8.0 \text{ mmol Ti}(\text{OBu})_4$ 和 20 mL 氨水。

II. 160°C 回流反应 3 h 冷却至室温, 得到溶胶。

III. 向II所得溶胶中加入 100 mL 蒸馏水, 得到纳米粒子聚集体, 离心分离后, 沉淀经洗涤、干燥, 得 1.4 g BaTiO_3 粉末。

回答下列问题:

(1) 仪器a名称为_____, 反应溶剂为_____, 加热方式为_____。反应结束时, 应先停止_____(填“加热”或“通冷凝水”)。

(2) $\text{Ti}(\text{OBu})_4$ 水解较快时, 难以形成小尺寸的纳米 BaTiO_3 。下列操作方式能降低 $\text{Ti}(\text{OBu})_4$ 水解速率

的有_____ (填标号)。

A. 依次缓慢滴加 $\text{Ti}(\text{OBu})_4$ 和氨水

B. 依次倒入 $\text{Ti}(\text{OBu})_4$ 和氨水

C. $\text{Ti}(\text{OBu})_4$ 和氨水混合后缓慢滴加

(3) 检验步骤 II 所得溶胶属于胶体的实验操作与现象为_____。

(4) 离心分离可将沉淀紧密聚集在离心管底部(如图所示)。将离心后的沉淀和清液分开的方法是_____。



(5) 本实验的 BaTiO_3 产率为_____ (保留2位有效数字)。

(6) 为了测定 BaTiO_3 的晶体结构, 通常使用的仪器是_____。

【答案】 (1) ①. 球形冷凝管 ②. 二缩三乙二醇 ③. 油浴 ④. 加热

(2) A (3) 用一束强光照射步骤 II 所得溶胶, 垂直光的方向看到一条光亮的通路

(4) 过滤 (5) 75%

(6) X-射线衍射仪

【解析】

【分析】在三颈烧瓶中加入 $8.8\text{mmol Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, 20mL 二缩三乙二醇作溶剂、少量表面活性剂, 搅拌均匀后, 采用合适方式加入 $8.0\text{mmol Ti}(\text{OBu})_4$ 和 20mL 氨水, 采用油浴加热到 160°C 回流反应 3h 冷却至室温, 得到溶胶。

【小问1详解】

仪器a为球形冷凝管, 起到冷凝、回流, 提高原料利用率; 二缩三乙二醇作溶剂, 温度高于 100°C , 常采用油浴加热, 反应结束时, 应先停止加热, 继续通冷凝水让装置冷却, 故答案为: 球形冷凝管; 二缩三乙二醇; 油浴; 加热;

【小问2详解】

$\text{Ti}(\text{OBu})_4$ 与水反应发生水解, 为了防止 $\text{Ti}(\text{OBu})_4$ 较快水解, 应将氨水加入 $\text{Ti}(\text{OBu})_4$ 中, 并缓慢滴加,

故依次缓慢滴加 $\text{Ti}(\text{OBu})_4$ 和氨水，故答案为：A；

【小问3详解】

检验步骤Ⅱ所得溶胶属于胶体的实验操作：用一束强光照射步骤Ⅱ所得溶胶，垂直光的方向看到一条光亮的通路，故答案为：用一束强光照射步骤Ⅱ所得溶胶，垂直光的方向看到一条光亮的通路；

【小问4详解】

离心分离可将沉淀紧密聚集在离心管底部，可采用过滤的方法将离心后的沉淀和清液，故答案为：过滤；

【小问5详解】

加入 $8.8\text{mmol Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 和 $8.0\text{mmol Ti}(\text{OBu})_4$ 发生反应， $8.0\text{mmol Ti}(\text{OBu})_4$ 少量，理论上生成

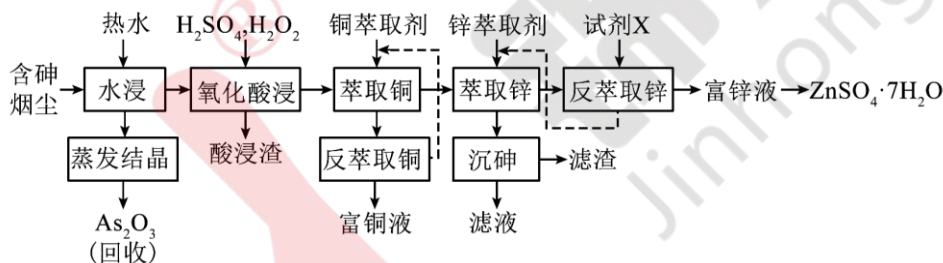
BaTiO_3 8.0mmol ， BaTiO_3 产率 $\frac{1.4\text{g}}{8.0 \times 10^{-3}\text{mol} \times 233\text{g/mol}} \times 100\% \approx 75\%$ ，故答案为：75%；

【小问6详解】

通常使用X-射线衍射仪测定 BaTiO_3 的晶体结构，故答案为：X-射线衍射仪。

16.“三废”的科学治理是环境保护和资源循环利用的重要举措。某含砷烟尘主要成分为

As_2O_3 、 $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$ 、 CuS 和 ZnS 等。一种脱砷并回收 As_2O_3 、铜和锌的流程如下：

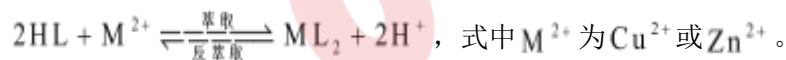


已知：

① As_2O_3 微溶于冷水，易溶于热水；

②“氧化酸浸”中，金属硫化物转化成硫酸盐，难溶于热水的 $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$ 转化成 H_3AsO_4 ；

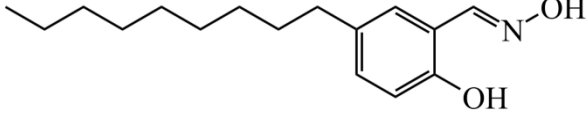
③萃取时，将萃取剂HL溶于磺化煤油中，所得溶液作为有机相，萃取和反萃取原理为



回答下列问题：

(1)“水浸”时，采用热水的目的是_____。

(2)“氧化酸浸”时， CuS 发生反应的离子方程式为_____， $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$ 与硫酸反应的化学方程式为_____。

(3) 铜萃取剂HL () 中的N、酚羟基O均与Cu²⁺配位，形

成配合物CuL₂。该配合物中Cu²⁺的配位数为_____，HL分子结构中设计正壬基的作用是_____。“反萃取铜”后，“富铜液”为_____相(填“水”或“有机”)。

(4) “沉砷”时，采用生石灰处理，滤渣主要成分的化学式为_____。

(5) “反萃取锌”时，试剂X为_____。

【答案】(1) 将As₂O₃溶解，便于As₂O₃回收

(2) ① .CuS+4H₂O₂=SO₄²⁻+Cu²⁺+4H₂O ② .Pb₅(AsO₄)₃Cl+5H₂SO₄=3H₃AsO₄+5PbSO₄+HCl

(3) ① .4 ②. 使HL分子易溶于有机相 ③. 水

(4) Ca₃(AsO₄)₂

(5) H₂SO₄

【解析】

【分析】含砷烟尘(As₂O₃、Pb₅(AsO₄)₃Cl、CuS、ZnS)用热水水浸，由于As₂O₃易溶于热水，其它几种物质都不溶于水，过滤后得到As₂O₃的热溶液，蒸发结晶后得到As₂O₃；剩余固体加H₂SO₄、H₂O₂氧化酸浸，CuS、ZnS被氧化，CuS+4H₂O₂=SO₄²⁻+Cu²⁺+4H₂O、ZnS+4H₂O₂=SO₄²⁻+Zn²⁺+4H₂O，Pb₅(AsO₄)₃Cl与H₂SO₄反应生成H₃AsO₄，Pb₅(AsO₄)₃Cl+5H₂SO₄=3H₃AsO₄+5PbSO₄+HCl，用铜萃取剂将Cu²⁺萃取到有机相中，再加酸溶液将Cu²⁺反萃取到水相中，得到富铜液，再用锌萃取剂将Cu²⁺萃取到有机相中，再加酸溶液将Zn²⁺反萃取到水相中，得到富锌液，经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤洗涤干燥等步骤得到ZnSO₄·7H₂O。

【小问1详解】

As₂O₃易溶于热水，用热水可以将As₂O₃溶解，便于As₂O₃回收；

【小问2详解】

根据分析，“氧化酸浸”时，CuS发生反应的离子方程式为CuS+4H₂O₂=SO₄²⁻+Cu²⁺+4H₂O；

【小问3详解】

HL中N、酚羟基均能与Cu²⁺形成配位键，每个HL形成2配位，故CuL₂中Cu²⁺的配位数为4；正壬基为烷基基团，极性较小，根据相似相溶原理，正壬基易溶于有机物，HL作为萃取剂，与Cu²⁺形成配位化合物后溶于有机相，从而实现萃取的目的；根据分析，反萃取后Cu²⁺在水相中，因此富铜液为水相；

【小问4详解】

“沉砷”时，采用生石灰处理，CaO、H₂O与H₃AsO₄反应生成Ca₃(AsO₄)₂沉淀；

【小问5详解】

根据 $2\text{HL} + \text{M}^{2+} \xrightleftharpoons[\text{反萃取}]{\text{萃取}} \text{ML}_2 + 2\text{H}^+$ 可知，反萃取需要加 H^+ 使平衡逆向移动，最终得到 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，因此 X 为 H_2SO_4 。

17.1，3-丁二烯 (C_4H_6 ，简称丁二烯) 是生产橡胶的一种重要原料，其制备方法不断创新。

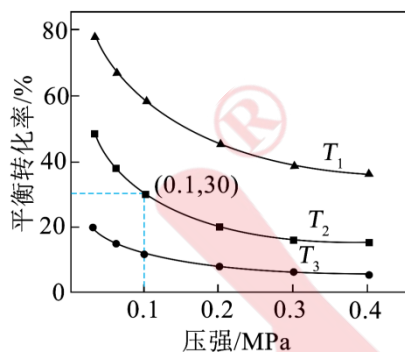
I. 1-丁烯 (C_4H_8) 催化脱氢法是工业生产丁二烯的方法之一。

(1) 25°C 时，相关物质的燃烧热数据如下表：

物质	$\text{C}_4\text{H}_8(\text{g})$	$\text{C}_4\text{H}_6(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$
燃烧热 $\Delta H / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	a	-2542	-286

已知： $\text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) = \text{C}_4\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +110 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则 $a =$ _____。

(2) 将一定量的1-丁烯在密闭容器中进行上述反应，测得不同温度下1-丁烯的平衡转化率与体系压强的关系如图所示。



①图中温度 T 由高到低的顺序为 _____，判断依据为 _____。

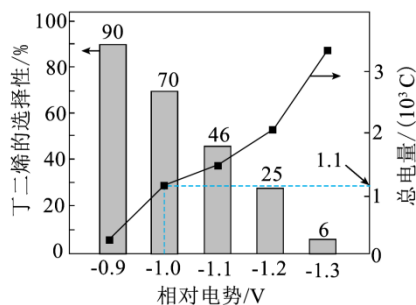
②已知 $\text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) = \text{C}_4\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 的标准平衡常数 $K^\ominus = \frac{[p(\text{C}_4\text{H}_6)/p^\ominus][p(\text{H}_2)/p^\ominus]}{[p(\text{C}_4\text{H}_8)/p^\ominus]}$ ，其中

$p^\ominus = 0.1 \text{ MPa}$ ，则 T_2 温度下，该反应的 $K^\ominus =$ _____。

II. 电化学催化还原乙炔法条件温和，安全性高。在室温下，某团队以 KOH 溶液为电解液，电催化还原乙炔制备丁二烯。

(3) 反应开始时，溶解在电解液中的 C_2H_2 吸附在催化剂表面，该吸附过程的熵变 ΔS _____ 0 (填 “>” “<” 或 “=”)，生成丁二烯的电极反应式为 _____。

(4) 一定时间内，丁二烯的选择性和通过电路的总电量随相对电势变化如下图所示。



已知：丁二烯的选择性 = $\frac{\text{生成丁二烯消耗的电}}{\text{通过电路的总电量}} \times 100\%$ ；电量 $Q = nF$ ， n 表示电路中转移电子的物质

的量， $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

①当相对电势为 -1.0 V 时，生成丁二烯的物质的量为 _____ mol (列计算式)。

②当丁二烯选择性减小时，阴极产生的物质还可能有 _____ (填标号)。

A. CO_2 B. H_2 C. O_2 D. C_3H_4

【答案】 (1) -2718

(2) ①. $T_1 > T_2 > T_3$ ②. 反应为吸热反应，相同条件下，升高温度，平衡正向移动，1-丁烯的平衡

转化率升高 ③. $\frac{9}{91}$

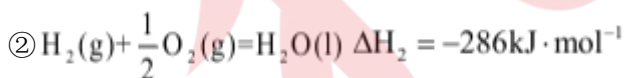
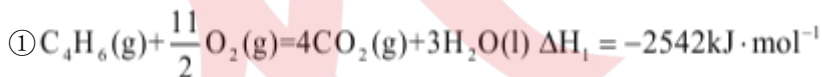
(3) ①. $<$ ②. $2\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2 + 2\text{OH}^-$

(4) ①. $\frac{11}{9.65} \text{ mol} \times 70\% \times \frac{1}{2}$ ②. BD

【解析】

【小问1详解】

燃烧热是在 101 kPa 时， 1 mol 纯物质完全燃烧生成指定产物时所放出的热量；由表：



由盖斯定律，③-①-②得反应 $\text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) = \text{C}_4\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = a - \Delta H_1 - \Delta H_2 = +110 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则

$a = -2718 \text{ kJ/mol}$ ；

【小问2详解】

①反应为吸热反应，相同条件下，升高温度，平衡正向移动，1-丁烯的平衡转化率升高，则图中温度 T 由

高到低的顺序为 $T_1 > T_2 > T_3$;

②由图， T_2 温度下，平衡时压强为 0.1MPa ，1-丁烯的平衡转化率为30%，假设1-丁烯投料为 1mol ，则：

	$\text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_4\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$		
起始(mol)	1	0	0
转化(mol)	0.3	0.3	0.3
平衡(mol)	0.7	0.3	0.3

总的物质的量为 1.3mol ，则 C_4H_8 、 C_4H_6 、 H_2 分压分别为 $0.1\text{MPa} \times \frac{0.7}{1.3}$ 、 $0.1\text{MPa} \times \frac{0.3}{1.3}$ 、

$$0.1\text{MPa} \times \frac{0.3}{1.3}, \text{ 该反应的 } K^\theta = \frac{\frac{0.1\text{MPa} \times \frac{0.3}{1.3}}{0.1\text{MPa}} \times \frac{0.1\text{MPa} \times \frac{0.3}{1.3}}{0.1\text{MPa}}}{\frac{0.1\text{MPa} \times \frac{0.7}{1.3}}{0.1\text{MPa}}} = \frac{9}{91};$$

【小问3详解】

溶解在电解液中的 C_2H_2 吸附在催化剂表面，该吸附过程为熵减的过程，则熵变 $\Delta S < 0$ ；以 KOH 溶液为电解液，电催化还原乙炔制备丁二烯，则生成丁二烯的电极反应为乙炔在碱性条件下得到电子发生还原反应生成丁二烯，反应为： $2\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2 + 2\text{OH}^-$ ；

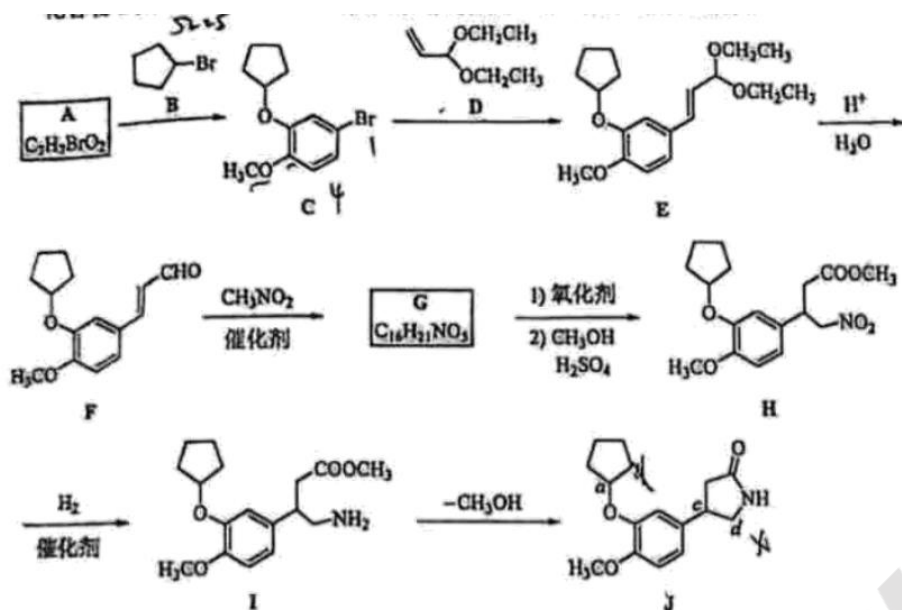
【小问4详解】

①当相对电势为 -1.0V 时，由图，总电量为 $1.1 \times 10^5 \text{C}$ ，则电路中转移电子 $\frac{1.1 \times 10^5 \text{C}}{96500 \text{C} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{11}{9.65} \text{mol}$ ，

丁二烯的选择性为70%，结合反应 $2\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2 + 2\text{OH}^-$ ，则生成丁二烯的物质的量为 $\frac{11}{9.65} \text{mol} \times 70\% \times \frac{1}{2}$ ；

②阴极上物质得到电子发生还原反应，元素化合价降低，则当丁二烯选择性减小时，阴极会产生其它还原产物，产生的物质还可能有 B. H_2 、D. C_3H_4 ，生成二氧化碳和氧气需要发生氧化反应，故选 BD。

18. 化合物 J 具有抗肿瘤活性，可由如下路线合成(略去部分试剂和条件)。



回答下列问题：

(1) A的结构简式是_____，B的官能团名称是_____。

(2) 下列说法错误的是_____(填标号)。

A.E有顺反异构体

B.A可与 FeCl_3 溶液发生显色反应

C.E→F的反应中有乙醇生成

D.F→G的反应类型为取代反应

(3) J的结构简式中标注的碳原子 a~d，其中手性碳原子是_____。

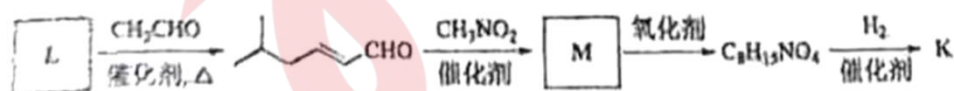
(4) D的同分异构体中，同时满足下列件的共有_____种(不考虑立体异构)：

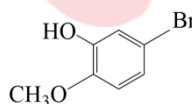
①能发生银镜反应；②核磁共振氢谱显示4组峰，且峰面积比为9:3:1:1。写出其中一种的结构简式_____。

(5) 某同学结合J的合成路线，设计了化合物K() 的一种合成路线。该路线中L和M的

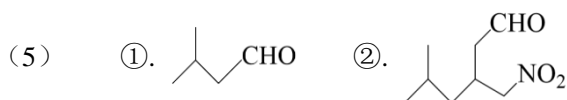
结构简式分别为_____和_____。

已知： $\text{R}-\text{CHO} + \text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{R}-\text{CH}=\text{CHCHO} + \text{H}_2\text{O}$



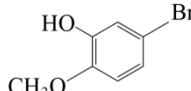
【答案】(1) ①.  ②. 碳溴键(或Br原子) (2) D

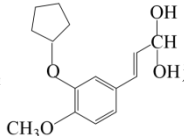
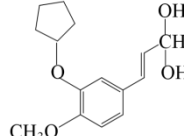
(3) c (4) ① .4 ② . $(\text{CH}_3)_3\text{CC}(\text{CH}_3)(\text{OH})\text{CHO}$

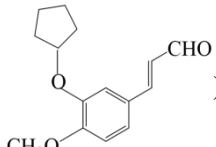


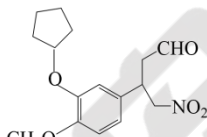
【解析】

【分析】分析合成路线，根据B、C的结构简式以及A的分子式，可知，A→C的过程为A与B发生取代

反应，生成C与HBr。A的结构简式为：。C与D发生取代反应，生成E和HBr。E在酸

性条件下发生水解，生成和CH₃CH₂OH。中一个C原子上连有2个羟基时，

结构不稳定，最终变成F()。对比F的分子式和G的分子式，结合H的结构简式，可知F

→G的过程为F与CH₃NO₂发生加成反应生成。G中的醛基(-CHO)被氧化剂氧化为羧基

(-COOH)，并与CH₃OH在浓硫酸的作用下发生酯化反应，生成H。H与H₂在催化剂的作用下发生还原反应，H中的硝基(-NO₂)被还原为氨基(-NH₂)，生成I。I脱去一分子CH₃OH，发生分子内成环反应，生成J。据此解答。

【小问1详解】

由分析可知，A 结构简式为：；根据B的结构简式，可知B中的官能团为碳溴键（或Br原子）。答案为：；碳溴键（或Br原子）；

【小问2详解】

A. E中碳碳双键上的每个C原子都连接了不同的原子和原子团，则E有两种结构：相同的氢原子位于双键同一侧的顺式结构和相同的氢原子位于双键两侧的反式结构，A项正确；

B. A的分子中含有酚羟基，可与FeCl₃溶液作用显紫色，B项正确；

C. 由分析可知，E→F的过程中生成乙醇，C项正确；

D. 根据分析，F→G的反应类型为碳碳双键的加成反应，D项错误；

答案选D。

【小问3详解】

手性碳原子是指与四个各不相同的原子或基团相连的碳原子，分析J的结构简式，可知c为手性碳原子。答案为：c；

【小问4详解】

D的分子式为 $C_7H_{14}O_2$ ，其同分异构体满足条件①②，说明同分异构体中含有醛基(-CHO)，且存在四种不同环境的氢原子个数为9、3、1、1，满足条件的同分异构体有： $(CH_3)_3CC(CH_3)(OH)CHO$ 、 $HCOOCH(CH_3)C(CH_3)_3$ 、 $(CH_3)_3CCH(CHO)OCH_3$ 、 $(CH_3)_3COCH(CH_3)CHO$ ，共4种。答案为：4； $(CH_3)_3CC(CH_3)(OH)CHO$ ；

【小问5详解】

分析题给已知条件，可知R-CHO中的碳氧双键断裂， CH_3CHO 上甲基中的2个碳氢键断裂，彼此重新成键，生成 $R-CH=CHCHO$ 和 H_2O 。根据L与 CH_3CHO 在相同条件下反应生成类似产物，可知L为一元醛，由产物(结构简式)可逆推出L的结构简式为： 结构简式 CHO。由K的结构简式及生成K的反应条件逆推，可知 $C_8H_{15}NO_4$ 的结构简式为：

结构简式 。M被氧化剂氧化生成 结构简式 ，可知M的结构简式为： 结构简式 。答案为： 结构简式 CHO； 结构简式 。

【点睛】也可以类比F→G的反应，M为 结构简式 CHO与 CH_3NO_2 在催化剂作用下发生加成反应的产物，进而也可以推断出M为 结构简式 。