

# 广西名校 2024 届新高考高三仿真卷(一)

## 化学试题

本卷满分：100 分，考试时间：75 分钟。

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.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 Li-7 C-12 O-16 Si-28 Cu-64 I-127 La-139

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. 化学与中华传统文化密不可分，下列与化学有关的诗文或文献，理解正确的是  
A. 《问刘十九》中写道：“绿蚁新醅酒，红泥小火炉”，“新醅酒”即新酿的酒，在酿酒的过程中，淀粉水解的最终产物是乙醇  
B. 《天工开物》中如是描述：“世间丝、麻、裘、褐皆具素质，而使殊颜异色得以尚焉……”文中的“丝”和“麻”的化学成分均为蛋白质  
C. 铜官窑彩瓷是传统的无机非金属材料之一，其主要原料为黏土  
D. 《格物粗谈果品》中记载：“红柿摘下未熟，每篮用木瓜三枚放入，得气即发，并无涩味”，文中的“气”指乙烯，将“气”通入水中很快可生成乙醇

【答案】C

【解析】

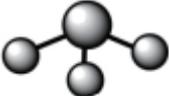
- 【详解】A. 在酿酒的过程中，淀粉水解的最终产物是葡萄糖，葡萄糖发生了分解反应生成乙醇和二氧化碳，A 错误；  
B. “丝”和“麻”的化学成分均为纤维素，B 错误；  
C. 陶瓷是传统的无机非金属材料之一，其主要原料为黏土，C 正确；  
D. 乙烯与水的加成反应需要在催化剂条件下才能发生，D 错误；

故选 C。

2. “下列化学用语表述错误的是

- A. Mn 的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^54s^2$

B. 用电子式表示  $K_2S$  的形成过程： $K \times + \cdot \ddot{S} \cdot + \times K \longrightarrow K^+ [\times \ddot{S} \times]^{2-} K^+$

C.  $NH_3$  分子的 VSEPR 模型：

D. 基态 N 原子的价层电子排布图 

【答案】C

【解析】

【详解】A. Mn 是 25 号元素，Mn 的核外电子排布式为  $[Ar]3d^54s^2$ ，故 A 正确；

B.  $K_2S$  是离子化合物，用电子式表示  $K_2S$  的形成过程： $K \times + \cdot \ddot{S} \cdot + \times K \longrightarrow K^+ [\times \ddot{S} \times]^{2-} K^+$ ，故 B 正确；

C.  $NH_3$  分子中心原子价层电子对数为 4，VSEPR 模型为正四面体形，故 C 错误；

D. N 是 7 号元素，价层电子排布式为  $2s^22p^3$ ，价层电子排布图：，故 D 正确；

故选 C。

3. 设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值，下列说法正确的是

A. 1.0molNO 和 0.5mol $O_2$  混合充分反应后，气体分子总数为  $1.0N_A$

B. 1LpH=1 的  $H_2SO_4$  溶液由水电离出  $H^+$  的数目为  $0.1N_A$

C. 12g 石墨含有的共价键数为  $1.5N_A$

D. 常温下，5.6g 铁与 100mL3mo/L 的硝酸反应，铁失去的电子数为  $0.2N_A$

【答案】C

【解析】

【详解】A. 1.0molNO 和 0.5mol $O_2$  混合充分反应后生成 1.0mol $NO_2$ ， $NO_2$  又会发生  $2 NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ ，气体分子总数小于  $1.0N_A$ ，故 A 错误；

B. 1LpH=1 的  $H_2SO_4$  溶液中  $n(H^+)=0.1mol/L \times 1L=0.1mol$ ，但  $H_2SO_4$  溶液中由水电离出  $H^+$  的数目等于溶液中  $OH^-$  的数目为  $10^{-13}N_A$ ，故 B 错误；

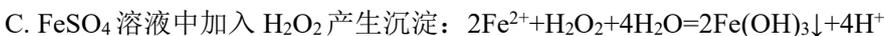
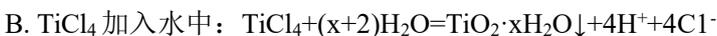
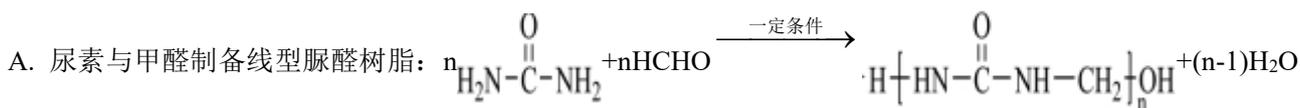
C. 在石墨中，每个碳原子周围有两个 C-C 单键和一个 C=C 双键，所以每个碳原子实际占化学键为 1.5 个，12 g 石墨即 1 mol 所含碳碳键数目为  $1.5 N_A$ ，故 C 正确；

D. 5.6g 铁的物质的量为 0.1mol，100mL3mo/L 的硝酸溶液中硝酸的物质的量为 0.3mol，若发生反应：

$Fe+4HNO_3=Fe(NO_3)_3+NO\uparrow+2H_2O$ ，说明  $HNO_3$  是少量的，则反应会生成  $Fe(NO_3)_3$  和  $Fe(NO_3)_2$ ，铁失去的电子数大于  $0.2N_A$ ，故 D 错误；

故选 C。

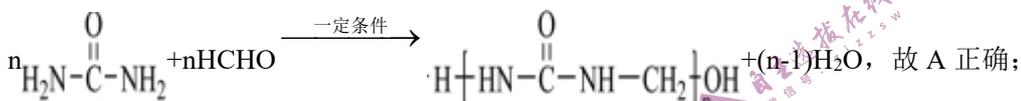
4. 下列有关化学反应方程式或者离子方程式错误的是



【答案】D

【解析】

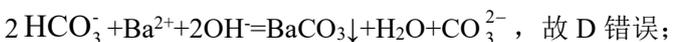
【详解】A. 脲醛树脂是尿素与甲醛在催化剂(碱性或酸性催化剂)作用下发生缩聚反应得到的，方程式为：



B.  $\text{TiCl}_4$  遇水水解可得  $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，同时生成  $\text{HCl}$  气体，离子方程式为： $\text{TiCl}_4 + (x+2)\text{H}_2\text{O} = \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 4\text{H}^+ + 4\text{Cl}^-$ ，故 B 正确；

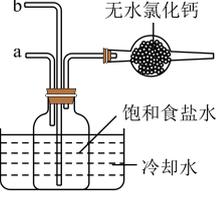
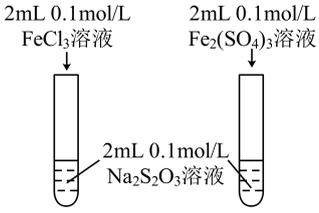
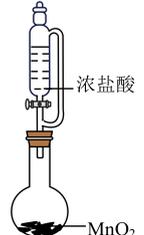
C. 过氧化氢把  $\text{Fe}^{2+}$  氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ ，然后  $\text{Fe}^{3+}$  水解生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀，离子方程式为： $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 4\text{H}^+$ ，故 C 正确；

D.  $\text{NaHCO}_3$  溶液与少量的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液混合生成碳酸钡沉淀和水，离子方程式为：



故选 D。

5. 下列实验装置能达到相应实验目的的是

选项	A	B	C	D
实验装置				
实验目的	蒸发浓缩含有少量稀盐酸的 $\text{AlCl}_3$ 溶液，获得	制备 $\text{NaHCO}_3$ 晶体，先从 a 管通入氨气，后从 b 管通	探究 $\text{Cl}^-$ 对 $\text{Fe}^{3+}$ 和 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 反应速率的影响	实验室制备 $\text{Cl}_2$

的	$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体	入二氧化碳		
---	--	-------	--	--

A. A                      B. B                      C. C                      D. D

【答案】B

【解析】

【详解】A. 溶液的蒸发浓缩应在蒸发皿中进行，故 A 不符合题意；

B. 氨气极易溶于水，二氧化碳在水中溶解度较小，制备  $\text{NaHCO}_3$  晶体，先从 a 管通入氨气，形成碱性溶液后，再从 b 管通入二氧化碳，以增加二氧化碳的溶解量，能达到相应实验目的，故 B 符合题意；

C. 图中向两支试管中加入的  $\text{Fe}^{3+}$  的浓度不同，且  $\text{SO}_4^{2-}$  离子也可能影响  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  反应速率，不能达到相应实验目的，故 C 不符合题意；

D.  $\text{MnO}_2$  和浓盐酸反应制备氯气，需要加热，不能达到相应实验目的，故 D 不符合题意；

故选 B。

6. 中国第一辆火星车“祝融号”成功登陆火星。探测发现火星上存在大量含氧橄榄石矿物( $\text{Z}_x\text{W}_{2-x}\text{RX}_4$ )。已知前四周期元素 X、Y、Z、R、W 的原子序数依次增大，Y 的氢化物常用于雕刻玻璃，R 元素的一种氧化物可制作光导纤维，W 的合金材料是生活中用途最广泛的金属材料，基态 Z 原子核外 s、p 能级上电子总数相等。下列叙述正确的是

- A. 原子半径： $\text{Z} > \text{R} > \text{Y} > \text{X}$
- B. X 的第一电离能比同周期相邻元素小
- C. X 的简单氢化物的热稳定性强于 Y 的简单氢化物
- D. 熔点： $\text{ZY}_2 > \text{RX}_2$

【答案】B

【解析】

【分析】Y 的氢化物常用于雕刻玻璃，则 Y 为氟元素；R 元素的一种氧化物可制作光导纤维，故 R 为硅元素；W 的合金材料是生活中用途最广泛的金属材料，故 W 为铁元素，前四周期中只有氧、镁原子的 s、p 能级上电子总数相等，根据原子系数递增可得 Z 为镁元素，X 为氧元素。

【详解】A. 原子半径根据元素周期律从上往下逐渐增大，从左往右逐渐减小，可得  $\text{Z} > \text{R} > \text{X} > \text{Y}$ ，A 错误；

B. 根据电离能从左到右逐渐增大可得氟大于氧，但特殊的是氮原子 2p 轨道处于较稳定的半充满状态而氧原子的不是，故氮大于氧，B 正确；

C. 从左往右气态氢化物的稳定性逐渐增强，故 O 的简单氢化物的热稳定性弱于 F 的简单氢化物，C 错误；

D. 二氧化硅是原子晶体熔点高于二氟化镁离子晶体，D 错误；

故选 B。

7. 实验室模拟工业处理含铬废水，操作及现象如图 1，反应过程中铬元素的化合价变化如图 2，下列说法正确的是

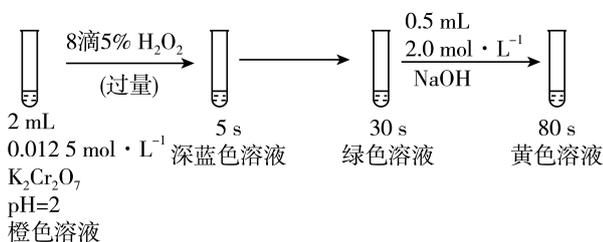


图1

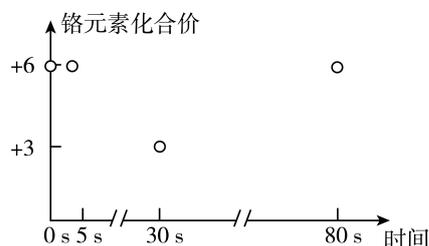


图2

已知：深蓝色溶液中生成了  $\text{CrO}_5$

A. 实验开始至 5s，铬元素被氧化

B. 实验开始至 30s，溶液中生成  $\text{Cr}^{3+}$  的总反应离子方程式为： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 8\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2\uparrow$

C. 30s 至 80s 的过程，一定是氧气氧化了  $\text{Cr}^{3+}$

D. 80s 时，溶液中又生成了  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ，颜色相比于开始时浅，是水稀释所致

【答案】B

【解析】

【详解】A.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  中 Cr 为 +6 价，根据图 2，实验开始至 5s，铬元素的化合价为 +6 价，铬元素的化合价没有发生变化，因此铬元素没有被氧化，故 A 错误；

B. 实验开始至 30s，溶液中生成  $\text{Cr}^{3+}$ ，铬元素的化合价降低，则双氧水中的 O 元素被氧化生成氧气，总反应的离子方程式为： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 8\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2\uparrow$ ，故 B 正确；

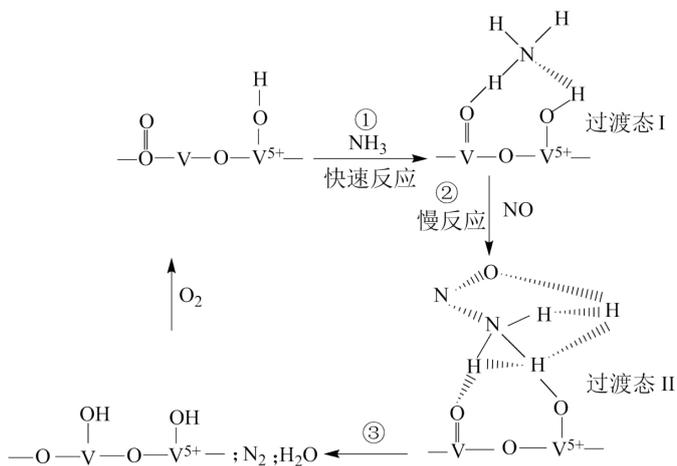
C. 30s 时，在溶液中加入氢氧化钠，80s 时，铬元素的化合价为 +6 价，可能是过氧化氢在碱性溶液中氧化性更强，将  $\text{Cr}^{3+}$  氧化的结果，也可能是前面生成的  $\text{CrO}_5$ ， $\text{CrO}_5$  中含有过氧键，具有强氧化性，将  $\text{Cr}^{3+}$  氧化的结果，故 C 错误；

D. 80s 时溶液呈黄色，并且溶液呈碱性， $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，所以 80s 时又生成了  $\text{CrO}_4^{2-}$ ，故 D 错误；

故选 B。

8.  $\text{NH}_3$  选择性催化还原 NO 的反应为  $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \rightleftharpoons 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ，其反应历程如图所示。一定温度下，

向恒容密闭容器中充入一定量的  $\text{NH}_3$ 、NO 和  $\text{O}_2$ ，发生反应。下列说法错误的是



- A. 使用催化剂， $\text{NH}_3$ 、 $\text{NO}$  的活化分子数增多，还原  $\text{NO}$  的速率加快
- B. ①的反应速率快，说明反应①的活化能大，是整个反应的决速步
- C.  $\text{NH}_3$  与催化剂发生强的化学吸附，而  $\text{NO}$  在此过程中几乎不被催化剂吸附
- D. 其他条件不变时，增大  $\text{NH}_3$  的浓度，能使更多的  $\text{NO}$  转化为  $\text{N}_2$

【答案】B

【解析】

【详解】A. 使用催化剂能降低反应的活化能，活化分子数增多，反应速率加快，A 正确；

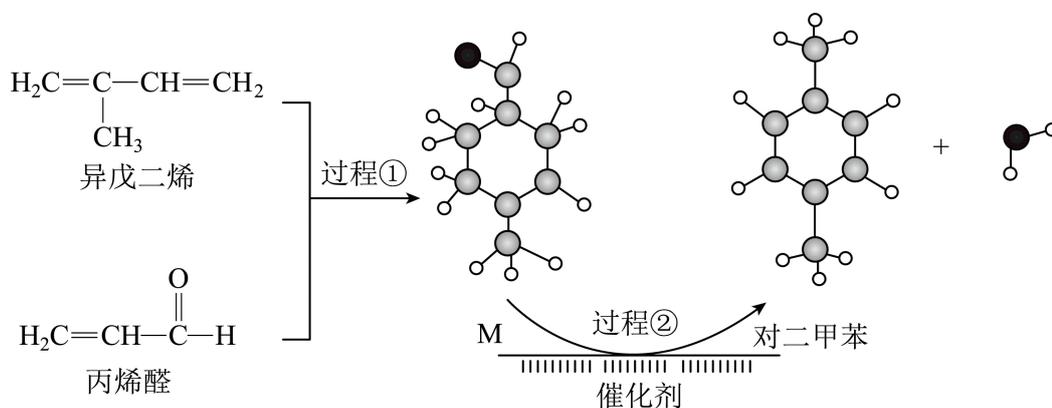
B. 反应①的反应速率快，说明反应①的活化能小，反应的决速步是反应速率最慢的反应②，B 错误；

C. 由反应历程图可知，在反应过程中， $\text{NH}_3$  与催化剂发生强的化学吸附，而  $\text{NO}$  与  $\text{NH}_3$  结合， $\text{NO}$  几乎不被催化剂吸附，C 正确；

D. 其他条件不变时，增大  $\text{NH}_3$  的浓度，平衡正向移动，能使更多的  $\text{NO}$  转化为  $\text{N}_2$ ，D 正确；

故选 B。

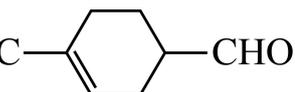
9. 对二甲苯是一种非常重要的有机原料，对二甲苯在我国市场的缺口很大。我国自主研发的一种绿色合成路线如图所示，有关说法正确的是



A. 对二甲苯的一氯代物有 4 种

B. 过程②中 C 原子杂化方式都是由  $sp^3$  变为  $sp$

C. 该反应的副产物不可能有间二甲苯

D. M 的结构简式为 

【答案】D

【解析】

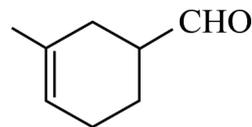
【详解】A. 对二甲苯的结构简式为

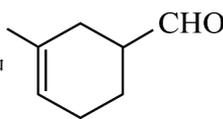


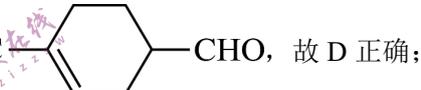
，分子中含有 2 种氢原子，一氯取代物有 2 种，故 A 错误；

B. M 中环上部分碳原子为饱和碳，采用  $sp^3$  杂化，但碳碳双键中的碳原子采用  $sp^2$  杂化，M 转化为对二甲苯过程中环上饱和碳原子杂化方式由  $sp^3$  变为  $sp^2$ ，双键碳的杂化方式未变，故 B 错误；

C. 因丙烯醛的碳碳双键结构为不对成烯烃结构，因此其与异戊二烯反应时可能生成：

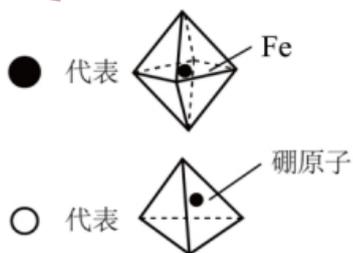
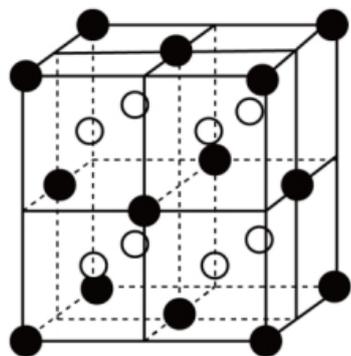


在过程②中  转变成间二甲苯，故 C 错误；

D. 由球棍模型可知 M 含有  $C=C$  键，且含有醛基，结构简式为 ，故 D 正确；

故选 D。

10. 新型储氢材料是开发利用氢能的重要研究方向。某种新型储氢材料的晶胞如图，八面体中心为金属离子铁，顶点均为  $NH_3$  配体；四面体中心为硼原子，顶点均为氢原子。下列说法错误的是



A. 材料中硼原子采用  $sp^3$  杂化方式

B. 化学式为  $[Fe(NH_3)_6]_4(BH_4)_8$

C. 金属离子的价电子排布式为  $3d^6$

D. 该化合物中存在离子键、极性键和配位键

【答案】B

【解析】

【详解】A. 从图中可知，B 原子的价层电子对数为  $4+0=4$ ，杂化方式为  $sp^3$  杂化，A 正确；

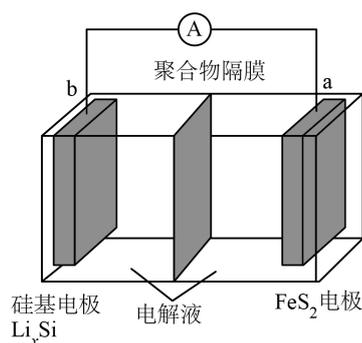
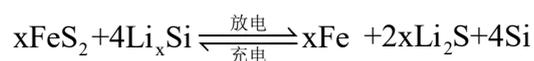
B. 八面体中心为亚铁离子，顶点为  $NH_3$  配体，则一个八面体表示为  $Fe(NH_3)_6$ ，根据均摊法，黑球位于顶点和面心，则黑球个数为  $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$ ，白球位于晶胞内，其个数为 8，白球表示为  $BH_4$ ，则该物质的化学式为  $[Fe(NH_3)_6]_4(BH_4)_8$ ，B 错误；

C. Fe 的电子排布式为  $[Ar]3d^64s^2$ ，+2 价的铁价电子排布式为  $3d^6$ ，C 正确；

D. 该化合物中  $Fe(NH_3)_6$  与  $BH_4$  之间形成离子键， $NH_3$  内部存在极性键，亚铁离子和  $NH_3$  形成配位键，D 正确；

故答案选 B。

11. 纳米硅基锂电池是一种新型二次电池，电池装置如图所示，电池反应式为



下列说法错误的是

- A. 电解质可选用能导电的有机聚合物
- B. 电池放电时， $Li^+$  由 b 极移向 a 极
- C. 聚合物隔膜将正、负极隔开，可使电子通过
- D. 充电时，a 极反应式为  $xFe + 2xLi_2S - 4xe^- = 4xLi^+ + xFeS_2$

【答案】C

【解析】

【分析】结合总反应可知放电时硅基电极发生  $Li_xSi - xe^- = Si + xLi^+$ ，因此 b 电极为放电时的负极，a 电极为正极；充电时 a 电极为阳极，b 电极为阴极。

【详解】A. 锂是活泼的金属，不能用水溶液作电解质溶液，因此电解质可选用能导电的有机聚合物，A 正

确；

B. 由分析可知放电时 b 电极是负极，a 电极是正极，阳离子移向正极，Li<sup>+</sup>由 b 极移向 a 极，B 正确；

C. 电子不能通过电解液，隔膜隔开的是电解质，因此电子不能通过隔膜，C 错误；

D. 充电时，a 极作阳极，电极反应式为  $x\text{Fe}+2x\text{Li}_2\text{S}-4x\text{e}^-=4x\text{Li}^++x\text{FeS}_2$ ，D 正确；

故选 C。

12. 在某催化剂作用下，乙炔选择性加成反应  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})+\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})\Delta\text{H}<0$  速率方程为  $v_{\text{正}}=k_{\text{正}}c(\text{C}_2\text{H}_2)\cdot c(\text{H}_2)$ ， $v_{\text{逆}}=k_{\text{逆}}c(\text{C}_2\text{H}_4)$ ( $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 为速率常数，只与温度、催化剂有关)。一定温度下，在 2 L 恒容密闭容器中充入 1 mol  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ 和 1 mol  $\text{H}_2(\text{g})$ ，只发生上述反应。测得  $\text{C}_2\text{H}_4$  的物质的量如表所示。

t/min	0	5	10	15	20
n/mol	0	0.3	0.5	0.6	0.6

下列叙述正确的是

A. 0~10 min 内， $v(\text{H}_2)=0.05\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$

B. 升高温度， $k_{\text{正}}$ 增大的倍数大于  $k_{\text{逆}}$ 增大的倍数

C. 净反应速率( $v_{\text{正}}-v_{\text{逆}}$ )由大到小最终等于 0

D. 在上述条件下，15min 时  $2k_{\text{逆}}=15k_{\text{正}}$

【答案】C

【解析】

【详解】A. 0~10 min 内  $v(\text{H}_2)=0.025\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ，选项 A 错误；

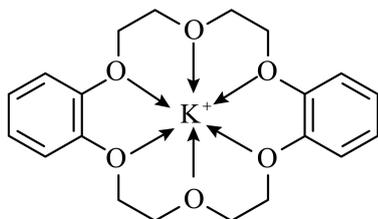
B. 根据平衡状态的特点，平衡时正、逆反应速率相等，则  $K=\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}}$ 。上述反应的正反应是放热反应，升高温度，平衡常数减小，而升高温度，速率常数增大，由此推知， $k_{\text{正}}$ 增大的倍数 小于  $k_{\text{逆}}$ 增大的倍数，选项 B 错误；

C. 根据表格数据可知，开始正反应速率最大，逆反应速率为 0，随着反应进行，净反应速率由大到小，最终等于 0(平衡)，选项 C 正确；

D. 15 min 时达到平衡， $c(\text{C}_2\text{H}_2)=0.2\text{ mol/L}$ ， $c(\text{H}_2)=0.2\text{ mol/L}$ ， $c(\text{C}_2\text{H}_4)=0.3\text{ mol/L}$ ，故  $K=\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}}=7.5$ ， $15k_{\text{逆}}=2k_{\text{正}}$ ，选项 D 错误；

答案选 C。

13. 冠醚是一种超分子，它能否适配碱金属离子与其空腔直径和离子直径有关。二苯并-18-冠-6 与  $\text{K}^+$  形成的螯合离子的结构如图所示。下列说法错误的是



- A. 冠醚可以用来识别碱金属离子  
 B. 二苯并-18-冠-6 也能适配  $\text{Li}^+$   
 C. 该冠醚分子中碳原子杂化方式有 2 种  
 D. 一个螯合离子中配位键的数目为 6

【答案】B

【解析】

【详解】A. 二苯并-18-冠-6 与  $\text{K}^+$  形成的螯合离子，故冠醚可以用来识别碱金属离子，A 正确；

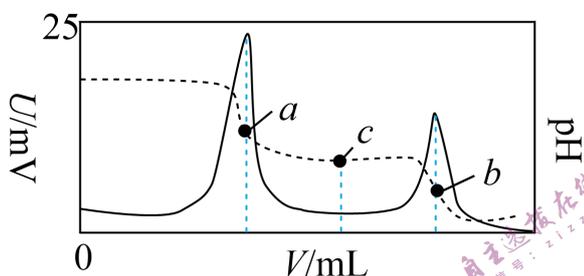
B. 冠醚能否适配碱金属离子与其空腔直径和离子直径有关，二苯并-18-冠-6 能适配钾离子，而锂离子半径明显小于钾离子，故不能适配  $\text{Li}^+$ ，B 错误；

C. 该冠醚分子中苯环上碳为  $\text{sp}^2$  杂化，碳链上饱和碳为  $\text{sp}^3$  杂化，碳原子杂化方式有 2 种，C 正确；

D. 由图结构可知，一个螯合离子中配位键的数目为 6，D 正确；

故选 B。

14. 某研究小组利用电位滴定法研究盐酸滴加亚磷酸钠( $\text{Na}_2\text{HPO}_3$ ) 溶液过程中的化学变化，得到电极电位  $U$  和溶液  $\text{pH}$  随盐酸滴加的体积变化曲线如图所示。下列说法不正确的是



[已知：①电位滴定法的原理：在化学计量点附近，被测离子浓度发生突跃，指示电极电位也发生了突跃，进而确定滴定终点。②亚磷酸( $\text{H}_3\text{PO}_3$ )是二元弱酸，其电离常数分别是  $K_{a1} = 10^{-1.4}$ ， $K_{a2} = 10^{-6.7}$ ]

- A. a 点对应溶液的溶质为  $\text{NaH}_2\text{PO}_3$  和  $\text{NaCl}$ ， $\text{pH} < 7$   
 B. 第二次电极电位突跃发生的化学反应为： $\text{NaH}_2\text{PO}_3 + \text{HCl} = \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{NaCl}$   
 C. c 点对应的溶液中可能存在： $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{H}_2\text{PO}_3^-) + 2c(\text{HPO}_3^{2-})$   
 D. 水的电离程度： $a > b$

【答案】C

【解析】

【分析】亚磷酸钠与盐酸反应： $\text{Na}_2\text{HPO}_3 + \text{HCl} = \text{NaH}_2\text{PO}_3 + \text{NaCl}$ ，继续加入盐酸， $\text{NaH}_2\text{PO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_3\text{PO}_3$ ，根据图像可知，从开始到 a 点发生  $\text{Na}_2\text{HPO}_3 + \text{HCl} = \text{NaH}_2\text{PO}_3 + \text{NaCl}$ ，从 a 点到 b 点发生  $\text{NaH}_2\text{PO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_3\text{PO}_3$ ，据此分析：

【详解】A. 根据上述分析，a 点对应溶质为  $\text{NaH}_2\text{PO}_3$ 、 $\text{NaCl}$ ， $\text{H}_2\text{PO}_3^-$  的电离平衡常数  $K_{a2} = 10^{-6.7}$ ， $\text{H}_2\text{PO}_3^-$  水

解平衡常数  $K_h = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{10^{-1.4}} = 10^{-12.6} < K_{a2}$ ， $\text{H}_2\text{PO}_3^-$  的电离程度大于水解程度，即  $\text{pH} < 7$ ，故 A 说法正确；

B. 根据上述分析，发生第二次突跃的反应是  $\text{NaH}_2\text{PO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_3\text{PO}_3$ ，故 B 说法正确；

C. 根据上述分析，c 点对应溶质为  $\text{NaH}_2\text{PO}_3$ 、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{H}_3\text{PO}_3$ ，根据电荷守恒有：

$c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{H}_2\text{PO}_3^-) + 2c(\text{HPO}_3^{2-}) + c(\text{Cl}^-)$ ，故 C 说法错误；

D. b 溶质为  $\text{NaCl}$ 、 $\text{H}_3\text{PO}_3$ ，溶液显酸性，a 点溶质为  $\text{NaH}_2\text{PO}_3$ 、 $\text{NaCl}$ ，根据 A 选项分析，a 点溶液显酸性，b 点溶液酸性强于 a 点，因此水的电离程度  $a > b$ ；故 D 说法正确；

答案为 C。

## 二、非选择题：本题共 4 小题，共 58 分。

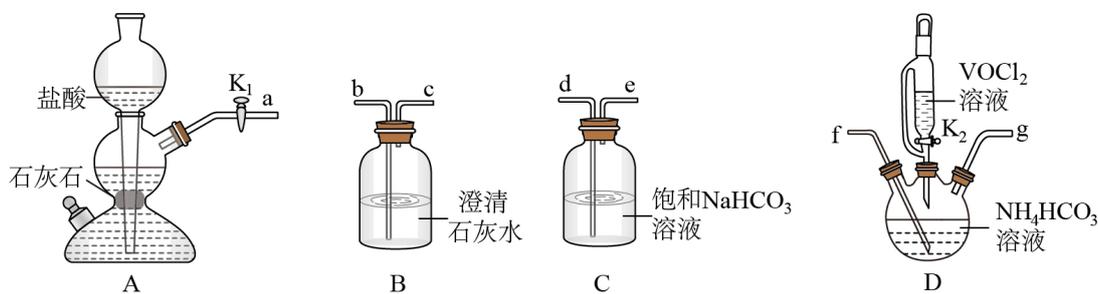
15. 氧钒(IV)碱式碳酸铵化学式为  $(\text{NH}_4)_5[(\text{VO})_6(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_9] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ，它是制备热敏材料  $\text{VO}_2$  的原料，已知  $\text{VO}^{2+}$  在酸性条件下易被氧化，氧钒(IV)碱式碳酸铵的制备流程如图：



回答下列问题：

(1) 步骤一盐酸不宜过量，原因可能\_\_\_\_\_；生成  $\text{VOCl}_2$  的同时，还生成一种无色无污染的气体，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 步骤二可在如图装置中进行。



①接口的连接顺序为 a→\_\_\_\_\_。

②实验开始时，先关闭  $K_2$ ，打开  $K_1$ ，当\_\_\_\_\_时(写实验现象)，再关闭  $K_1$ ，打开  $K_2$ ，充分反应，静置，得到固体。

(3) 测定产品纯度

称取  $m\text{g}$  样品用稀硫酸溶解后，加入  $50.0\text{mL} 0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KMnO}_4$  溶液， $\text{VO}^{2+}$  转化成  $\text{VO}_2^+$ ，向反应后溶液中滴加  $0.025\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_3$  标准液，至剩余的  $\text{KMnO}_4$  溶液恰好反应完全，消耗  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  标准液  $40.00\text{mL}$ 。

① 滴定至反应终点的现象为\_\_\_\_\_；

② 样品中氧钒(IV)碱式碳酸铵(摩尔质量为  $\text{Mg}\cdot\text{mol}^{-1}$ )的质量分数为\_\_\_\_\_ %；

③ 下列情况会导致产品纯度偏大的是\_\_\_\_\_ (填标号)。

A.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液部分变质

B. 滴定达终点时，俯视刻度线读数

C. 用标准液润洗滴定管后，液体从上口倒出

D. 滴定达终点时，发现滴定管尖嘴内有气泡生成

【答案】(1) ①.  $\text{VO}^{2+}$  在酸性条件下易被氧化变质，盐酸过量会消耗步骤二中的  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ，降低原料利用率 ②.  $2\text{V}_2\text{O}_5 + \text{N}_2\text{H}_4\cdot 2\text{HCl} + 6\text{HCl} = 4\text{VOCl}_2 + \text{N}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

(2) ①.  $d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow b \rightarrow c$  ②. 装置 B 中澄清石灰水变浑浊

(3) ①. 当滴入最后半滴  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  标准液时，锥形瓶内溶液紫色褪去且半分钟内不再改变 ②.  $\frac{M}{20m}$

③. BD

【解析】

【分析】由实验装置图可知，装置 A 中盐酸与石灰石反应制备用于排尽装置中空气的二氧化碳气体，装置 C 中盛有的饱和碳酸氢钠溶液用于除去二氧化碳中混有的氯化氢，装置 D 中  $\text{VOCl}_2$  溶液与碳酸氢铵溶液反应制备氧钒(IV)碱式碳酸铵，装置 B 中盛有的澄清石灰水用于验证装置中的空气完全排尽，则装置的连接顺序为 ACDB，接口的连接顺序为  $a \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow b \rightarrow c$ 。

【小问 1 详解】

由题给流程可知，步骤一的目的是制备  $\text{VOCl}_2$ ，由题给信息可知，若盐酸过量， $\text{VO}^{2+}$  在酸性条件下易被氧化变质，不利于  $\text{VOCl}_2$  的制备，过量的盐酸还会与碳酸氢铵溶液反应，降低原料利用率；由题意可知五氧化二钒与  $\text{N}_2\text{H}_4\cdot 2\text{HCl}$  和盐酸反应生成  $\text{VOCl}_2$ 、氮气和水的，反应的化学方程式为

$2\text{V}_2\text{O}_5 + \text{N}_2\text{H}_4\cdot 2\text{HCl} + 6\text{HCl} = 4\text{VOCl}_2 + \text{N}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ ，故答案为： $\text{VO}^{2+}$  在酸性条件下易被氧化变质，盐酸过量会消耗步骤二中的  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ，降低原料利用率； $2\text{V}_2\text{O}_5 + \text{N}_2\text{H}_4\cdot 2\text{HCl} + 6\text{HCl} = 4\text{VOCl}_2 + \text{N}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ ；

【小问 2 详解】

① 由分析可知，装置的连接顺序为 ACDB，接口的连接顺序为  $a \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow b \rightarrow c$ ，故答案为：

$d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow b \rightarrow c$ ；

② 由分析可知，装置 B 中盛有的澄清石灰水用于验证装置中的空气完全排尽，则制备氧钒(IV)碱式碳酸铵的具体操作为实验开始时，先关闭  $\text{K}_2$ ，打开  $\text{K}_1$ ，当装置 B 中澄清石灰水变浑浊，说明装置中空气已经排尽，

再关闭  $K_1$ ，打开  $K_2$ ，充分反应，静置，得到固体，故答案为：当装置 B 中澄清石灰水变浑浊；

【小问 3 详解】

①当亚硫酸钠溶液与酸性高锰酸钾溶液完全反应时，滴入最后半滴亚硫酸钠溶液，溶液会由紫色变为无色，则当滴入最后半滴亚硫酸钠标准液时，锥形瓶内溶液紫色褪去且半分钟内不再改变说明滴定达到滴定终点，故答案为：当滴入最后半滴  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  标准液时，锥形瓶内溶液紫色褪去且半分钟内不再改变；

②由得失电子数目守恒可知， $\text{VO}^{2+}$  的物质的量为  $0.02\text{mol/L} \times 0.05\text{L} \times 5 - 0.025\text{mol/L} \times 0.04\text{L} \times 2 = 0.003\text{mol}$ ，则由钒原子个数守恒可知，样品中氧钒(IV)碱式碳酸铵的质量分数为

$$\frac{0.003\text{mol} \times \frac{1}{6} \times \text{Mg/mol}}{\text{mg}} \times 100\% = \frac{\text{M}}{20\text{m}} \%, \text{ 故答案为: } \frac{\text{M}}{20\text{m}};$$

③A. 亚硫酸钠溶液部分变质会使滴定消耗亚硫酸钠溶液的体积偏大，导致所测产品纯度偏小，故错误；

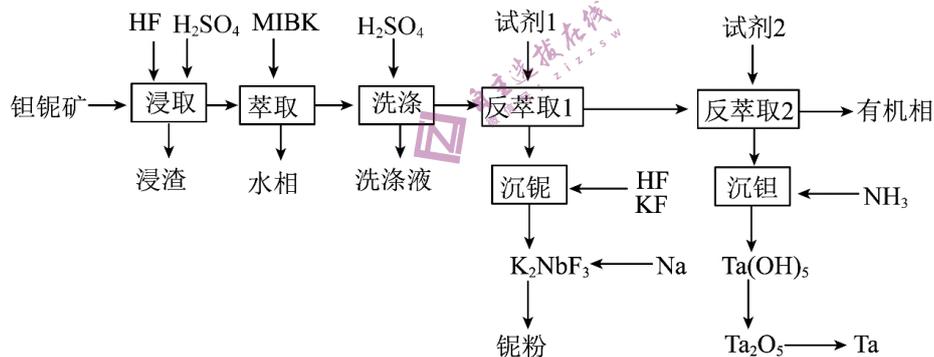
B. 滴定达终点时，俯视刻度线读数会使滴定消耗亚硫酸钠溶液的体积偏小，导致所测产品纯度偏大，故正确；

C. 用标准液润洗滴定管后，液体从上口倒出，活塞下部附着的水分会稀释亚硫酸钠溶液，会使滴定消耗亚硫酸钠溶液的体积偏大，导致所测产品纯度偏小，故错误；

D. 滴定达终点时，发现滴定管尖嘴内有气泡生成会使滴定消耗亚硫酸钠溶液的体积偏小，导致所测产品纯度偏大，故正确；

故选 BD。

16. 钽(Ta)和铌(Nb)的性质相似，因此常常共生于自然界的矿物中。一种以钽铌伴生矿(主要成分为  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MnO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_3$  和少量的  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ )为原料制取钽和铌的流程如下：



“浸取”后，浸出液中含有  $\text{H}_2\text{TaF}_7$ 、 $\text{H}_2\text{NbF}_7$  两种二元强酸和锰、钽等元素。

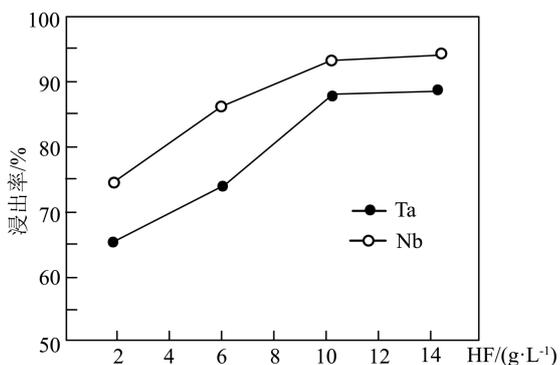
已知：①MIBK 为甲基异丁基酮；② $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 2.5 \times 10^{-11}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2) = 6.4 \times 10^{-9}$ 。

回答下列问题：

(1) “浸取”时通常在 \_\_\_\_\_ (填标号)材料的反应器中进行。

- A. 陶瓷                      B. 玻璃                      C. 铅                      D. 塑料

(2) 浸渣的主要成分是 \_\_\_\_\_， $\text{Ta}_2\text{O}_3$  与氢氟酸反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。g/L。



(3) 金属铌可用金属钠还原  $K_2NbF_7$  制取，也可用电解熔融的  $K_2NbF_7$  制取。

①流程中钠热还原法制备铌粉的化学方程式为\_\_\_\_\_。

②传统的熔盐电解法采用的电解质体系通常为  $K_2NbF_7-NaCl$ ，电解总化学反应方程式为\_\_\_\_\_。

【答案】(1) D (2) ①.  $CaF_2$ 、 $MgF_2$  ②.  $Ta_2O_3+14HF=4H^++2TaF_7^{2-}+5H_2O$

(3) ①.  $K_2NbF_7+5Na=Nb+5NaF+2KF$  ②.  $2K_2NbF_7+10NaCl \xrightarrow{\text{电解}} 2Nb+10NaF+2KF+5Cl_2\uparrow$

【解析】

【分析】钽铌伴生矿(主要成分为  $SiO_2$ 、 $MnO_2$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $Ta_2O_5$  和少量的  $TiO_2$ 、 $FeO$ 、 $CaO$ 、 $MgO$ )加入 HF、硫酸浸取，得到浸渣，主要成分为  $CaF_2$ 、 $MgF_2$ ，得到浸出液加入 MIBK 萃取，得到水相和有机相，有机相加入硫酸洗涤，除去洗涤液，所得溶液加入试剂 1 碱反萃取 1，得到的水相中加入 HF、KF 沉铌，得到  $K_2NbF_7$ ，与 Na 反应得到铌粉；加入试剂 2 反应萃取 2 得到有机相和水相，水相通入氮气沉钽得到  $Ta(OH)_3$ ，受热得到  $Ta_2O_5$ ，电解得到 Ta，以此解答。

【小问 1 详解】

陶瓷、玻璃中的二氧化硅均能与 HF 反应，铅能与硫酸反应，故“浸取”时通常在塑料的反应器中进行，答案选 D。

【小问 2 详解】

“浸取”时加入 HF，根据  $K_{sp}(CaF_2)=2.5\times 10^{-11}$ ， $K_{sp}(MgF_2)=6.4\times 10^{-9}$ ， $CaF_2$ 、 $MgF_2$  的溶度积均较小，浸渣的主要成分是  $CaF_2$ 、 $MgF_2$ ，“浸取”后，浸出液中含有  $H_2TaF_7$ 、 $H_2NbF_7$  两种二元强酸， $Ta_2O_5$  与氢氟酸反应生成  $H_2TaF_7$  和水，则反应的离子方程式为  $Ta_2O_3+14HF=4H^++2TaF_7^{2-}+5H_2O$ 。

【小问 3 详解】

①流程中钠热还原法制备铌粉，同时生成氟化钠和氟化钾，反应的化学方程式为



②传统的熔盐电解法采用的电解质体系通常为  $K_2NbF_7-NaCl$ ，两者反应生成铌、氟化钠和氯气，电解总化

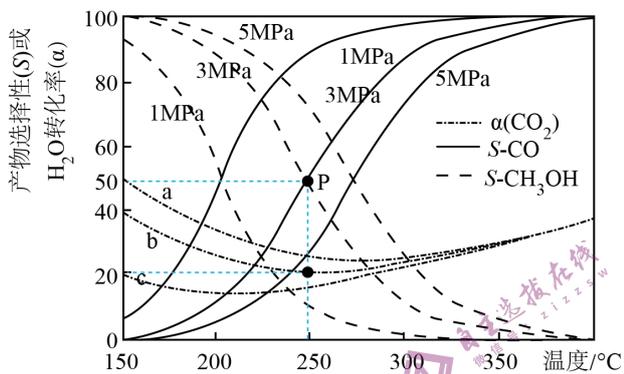
学反应方程式为  $2K_2NbF_7+10NaCl \xrightarrow{\text{电解}} 2Nb+10NaF+2KF+5Cl_2\uparrow$ 。

17.  $\text{CH}_3\text{OH}$  可作大型船舶的绿色燃料，可由  $\text{CO}$  或  $\text{CO}_2$  制备。工业上用  $\text{CO}_2$  制备  $\text{CH}_3\text{OH}$  的原理如下：



(1)  $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ ，该反应的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ/mol}$ 。

(2) 将  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  按 1:3 通入密闭容器中发生反应 1 和反应 2，分别在 1MPa、3MPa、5MPa 下改变反应温度，测得  $\text{CO}_2$  的平衡转化率( $\alpha$ )以及生成  $\text{CH}_3\text{OH}$ 、 $\text{CO}$  选择性(S)的变化如图(选择性为目标产物在总产物中的比率)。

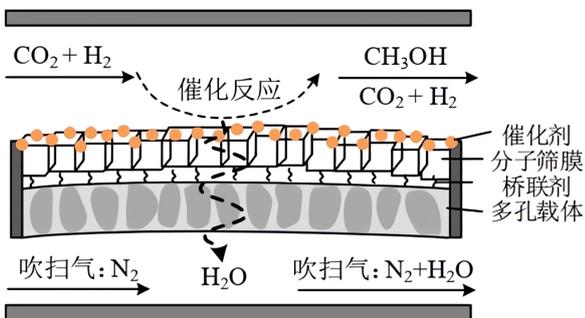


①代表 5MPa 下  $\alpha(\text{CO}_2)$  随温度变化趋势的是曲线 \_\_\_\_\_ (填“a”“b”或“c”)。

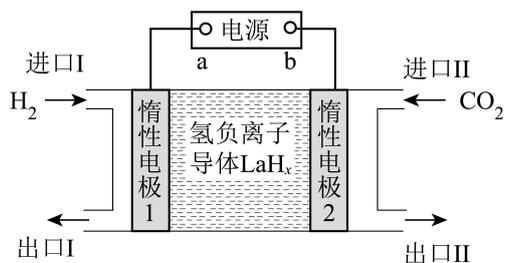
②随着温度升高，a、b、c 三条曲线接近重合的原因是 \_\_\_\_\_。

③P 点对应的反应 2 的平衡常数  $K_p =$  \_\_\_\_\_ (保留两位有效数字)。

④分子筛膜反应器可提高反应 1 的平衡转化率、且实现  $\text{CH}_3\text{OH}$  选择性 100%，原理如图所示。分子筛膜反应器可提高转化率的原因是 \_\_\_\_\_。



(3) 最近，中科院研究出首例在室温条件超快传输的氢负离子导体  $\text{LaH}_x$ ，将带来系列技术变革。某小组据此设计了如下装置(如图)，以电化学方法进行反应 1。



①电极 a 为电源的\_\_\_\_\_ (填“正极”或“负极”)。

②生成  $\text{CH}_3\text{OH}$  的电极反应式为\_\_\_\_\_。

③若反应 2 也同时发生，出口II为  $\text{CO}$ 、 $\text{CH}_3\text{OH}$ 、 $\text{CO}_2$  的混合气，且  $n(\text{CO}):n(\text{CH}_3\text{OH})=1:3$ ，则惰性

电极 2 的电流效率  $\eta$  为\_\_\_\_\_ ( $\eta = \frac{\text{利用的电量}}{\text{总的电子电量}} \times 100\%$ )。

【答案】(1) -90.7

(2) ①. a ②. 温度升高到一定程度时，整个过程以反应 2 为主 ③. 0.0096 ④. 分子筛膜反应器可以及时分离反应 1 生成的  $\text{H}_2\text{O}$ ，并通入  $\text{N}_2$  将  $\text{H}_2\text{O}$  带离出反应体系，促进反应 1 正向进行，增大  $\text{CH}_3\text{OH}$  的选择性

(3) ①. 负 ②.  $\text{CO}_2 - 6\text{e}^- + 6\text{H}^- = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$  ③. 90%

【解析】

【小问 1 详解】

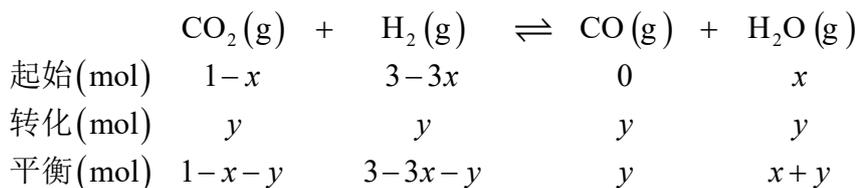
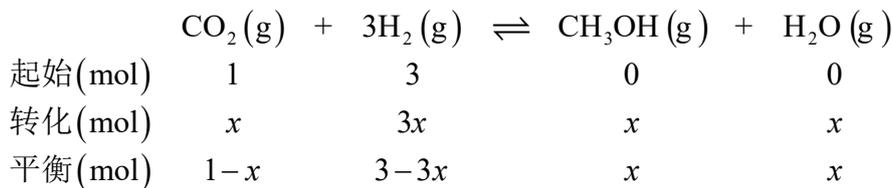
由盖斯定律可知，反应 1-反应 2 可得  $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H = -49.5\text{kJ/mol} - 41.2\text{kJ/mol} = -90.7\text{kJ/mol}$ 。

【小问 2 详解】

①反应 1 是气体体积减小的反应，反应 2 是气体体积不变的反应，增大压强反应 1 正向移动， $\text{CO}_2$  的转化率增大，反应 2 平衡不移动，则压强增大， $\alpha(\text{CO}_2)$  增大，代表 5MPa 下  $\alpha(\text{CO}_2)$  随温度变化趋势的是曲线 a:

②反应 1 是放热反应，升高温度，平衡逆向移动， $\alpha(\text{CO}_2)$  减小，反应 2 是吸热反应，升高温度，平衡正向移动， $\alpha(\text{CO}_2)$  增大，随着温度升高，a、b、c 三条曲线先减小再增大接近重合的原因是：温度升高到一定程度时，整个过程以反应 2 为主；

③根据已知条件列出“三段式”：



P 点时压强为 3MPa, CO 的选择性为 50%,  $\text{CO}_2$  的转化率为 20%, 则  $\frac{y}{x+y}=0.5$ ,  $\frac{x+y}{1}=0.2$ , 解得  $x=y=0.1$ ,

$$\text{反应 2 的平衡常数 } K_p = \frac{p(\text{H}_2\text{O})p(\text{CO})}{p(\text{H}_2)p(\text{CO}_2)} = \frac{\left(\frac{0.2}{3.8} \times 3\text{MPa}\right)\left(\frac{0.1}{3.8} \times 3\text{MPa}\right)}{\left(\frac{2.6}{3.8} \times 3\text{MPa}\right)\left(\frac{0.8}{3.8} \times 3\text{MPa}\right)} = 0.0096;$$

④分子筛膜反应器可提高转化率的原因是: 分子筛膜反应器可以及时分离反应 1 生成的  $\text{H}_2\text{O}$ , 并通入  $\text{N}_2$  将  $\text{H}_2\text{O}$  带离出反应体系, 促进反应 1 正向进行, 增大  $\text{CH}_3\text{OH}$  的选择性。

### 【小问 3 详解】

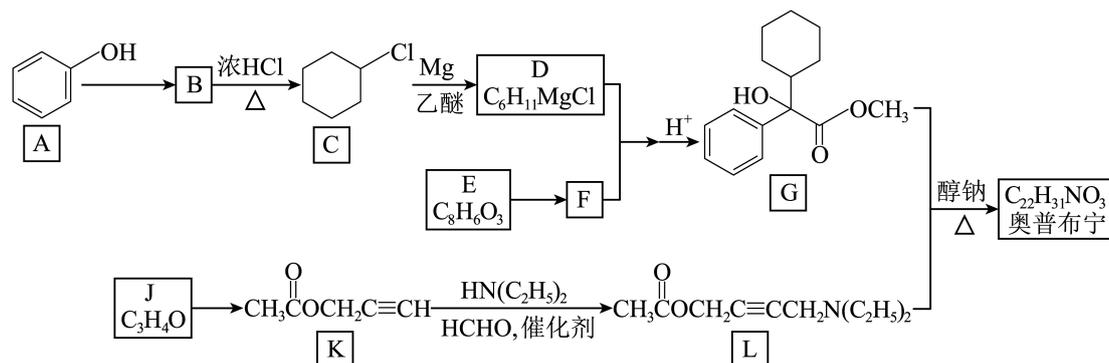
①由信息可知, 电解池装置中的离子导体可以传输氢负离子可知, 氢气在惰性电极 1 上放电生成氢负离子, 氢负离子在惰性电极 2 上失电子变为氢原子, 然后氢原子将二氧化碳还原为甲醇和水, 则电极 a 为电源的正极;

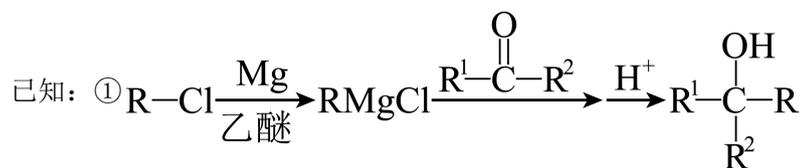
②在惰性电极 2 上氢负离子失电子变为氢原子, 然后氢原子将二氧化碳还原为甲醇和水, 根据得失电子守恒和电荷守恒配平电极方程式为:  $\text{CO}_2 - 6e^- + 6\text{H}^- = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ;

③若反应 2 也同时发生, 出口 II 为  $\text{CO}$ 、 $\text{CH}_3\text{OH}$ 、 $\text{CO}_2$  的混合气, 且  $n(\text{CO}):n(\text{CH}_3\text{OH})=1:3$ , 假设生成  $1\text{molCO}$  和  $3\text{molCH}_3\text{OH}$ , 转移  $1\text{mol} \times 2 + 3\text{mol} \times 6 = 20\text{mol}$ , 则惰性电极 2 的电流效率  $\eta$  为

$$\frac{3\text{mol} \times 6}{20\text{mol}} \times 100\% = 90\%.$$

18. 奥昔布宁是具有解痉和抗胆碱作用的药物。其合成路线如下:





③ G、L 和奥昔布宁的沸点均高于 200%。

回答下列问题：

- (1) A→B 所需的反应试剂、反应条件分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。B→C 的反应类型为\_\_\_\_\_。
- (2) F 的结构简式为\_\_\_\_\_。
- (3) J→K 的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- (4) 用 G 和 L 合成奥昔布宁时，通过在 70℃左右蒸出\_\_\_\_\_ (填物质名称)来提高产率。
- (5) E 的同分异构体有多种，请写出其中一种符合下列条件的物质的结构简式：

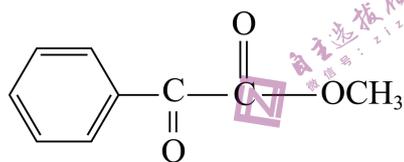
①能发生银镜反应

②分子中仅含 4 种不同化学环境的氢原子



【答案】18. ①. H<sub>2</sub> ②. 催化剂、加热 ③. 取代反应

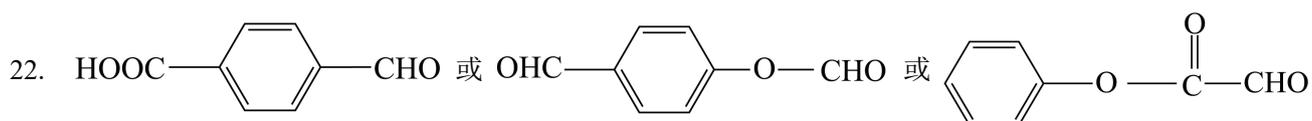
19.

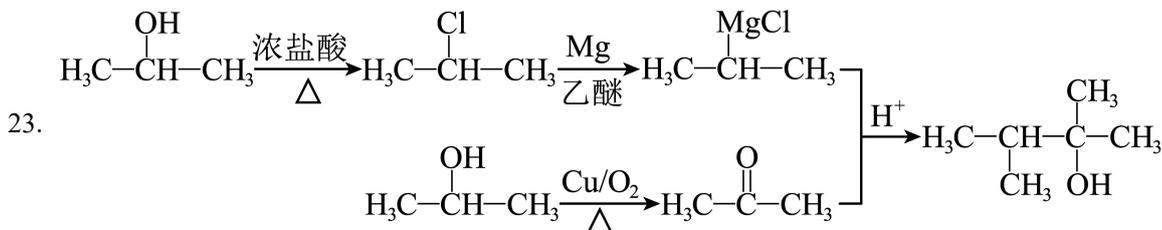


20.

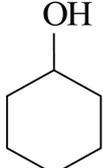
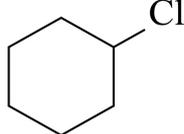


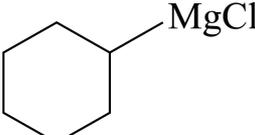
21. CH<sub>3</sub>COOCH<sub>3</sub>

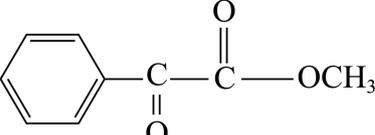


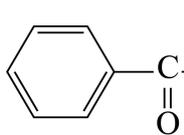


【解析】

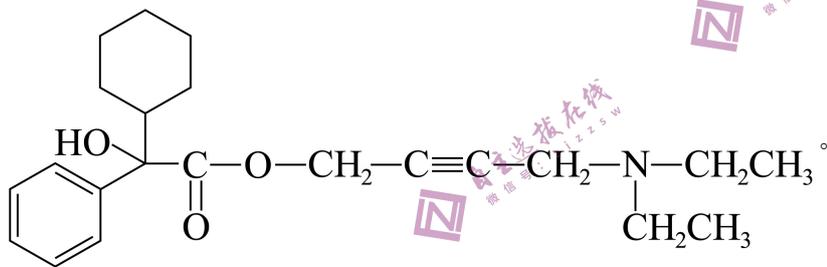
【分析】A 为苯酚，苯酚与氢气发生加成反应生成 B 为 ，B 与浓 HCl 反应生成 C 为 ，

C 与 Mg、乙醚发生信息①的反应生成 D 为 ，根据 G 的结构简式和信息①的反应，反

推 F 为 ，根据 E 的分子式和 F 的结构简式，可知 E 到 F 发生的是酯化反应，

E 为 。根据 K 的结构简式和 J 的分子式，可知 J 到 K 发生的是醇的酯化反应，J

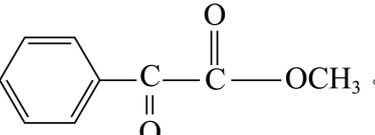
为  $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$ ，K 反应生成 L，L 和 G 发生信息②的反应生成奥昔布宁为



【小问 1 详解】

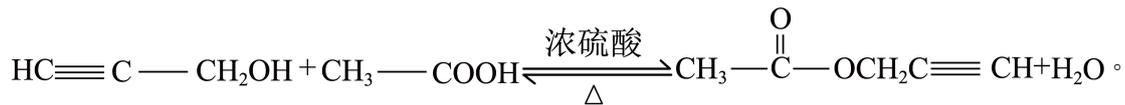
苯酚与氢气发生加成反应生成 B，反应试剂为  $\text{H}_2$ ，反应条件为催化剂、加热。根据分析可知 B 到 C 发生的是取代反应。

【小问 2 详解】

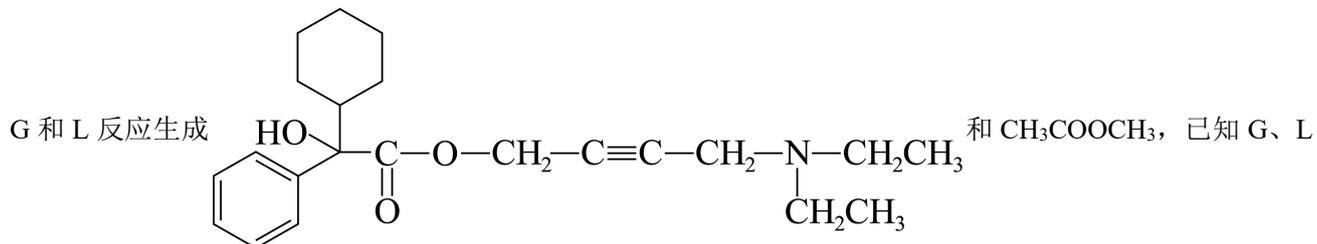
根据分析可知，F 的结构简式为 。

【小问 3 详解】

J 为  $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$ ，其与乙酸发生酯化反应生成 K，化学方程式为



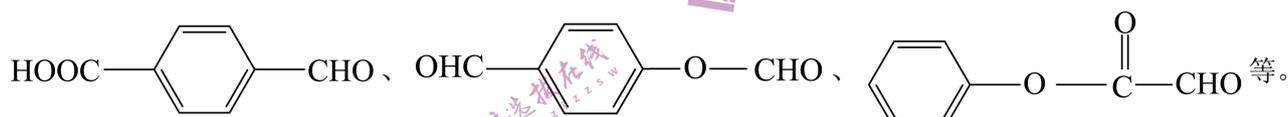
【小问 4 详解】



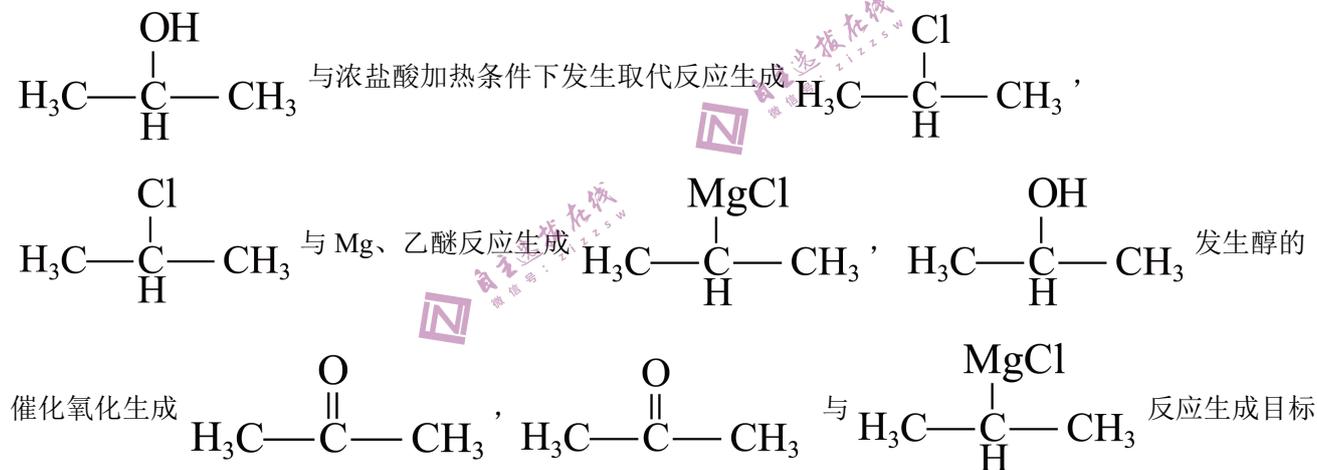
和奥昔布宁的沸点均高于  $200^\circ\text{C}$ ，因此通过在  $70^\circ\text{C}$  左右蒸出  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ ，促使该反应正向移动，提高奥昔布宁的产率。

【小问 5 详解】

①能发生银镜反应说明含有醛基，分子中仅含有 4 种不同化学环境的氢原子，则满足条件的结构有



【小问 6 详解】



产物。合成路线为

