

金山区 2020~2021 学年度第一学期高中等级考模拟质量调研

高三年级化学学科试卷

相对原子质量: H-1 O-16 Na-23

一、选择题 (共 40 分, 每小题 2 分。每小题只有一个正确答案)

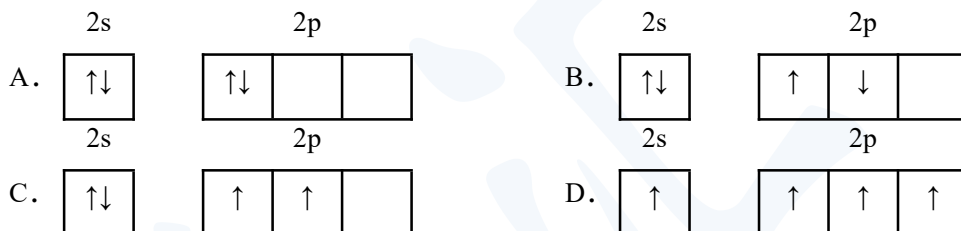
1. 下列过程可能会引起大气中 CO_2 含量上升的是

- A. 光合作用 B. 自然降雨 C. 煤的燃烧 D. 碳酸盐沉积

2. 下列属于含有极性键的非极性分子是


- A. CS_2 B. H_2O C. NH_3 D. CH_2Cl_2

3. 碳原子最外层电子的轨道表示式正确的是



4. OF_2 能在干燥空气中迅速发生反应: $\text{O}_2 + 4\text{N}_2 + 6\text{OF}_2 \rightarrow 4\text{NF}_3 + 4\text{NO}_2$ 。有关化学用语表达错误的是

A. 中子数为 10 的氧原子: ^{18}O

B. 氮原子的结构示意图: 

C. N_2 的结构式: $\text{N}\equiv\text{N}$

D. NF_3 的电子式: $\text{F}:\ddot{\text{N}}:\text{F}$
 $\phantom{\text{F}:}\ddot{\text{F}}$

5. 工业上不宜用电解法制备的金属是

- A. Na B. Mg C. Al D. Fe

6. 将氯气持续通入紫色石蕊试液中, 导致溶液颜色先变红后褪色的微粒分别是

- A. H^+ 、 Cl^- B. H^+ 、 HClO C. HCl 、 Cl^- D. HCl 、 HClO

7. 利用反应: $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2\uparrow$ 可制氧气, N_A 表示阿伏加德罗常数。有关说法正确的是

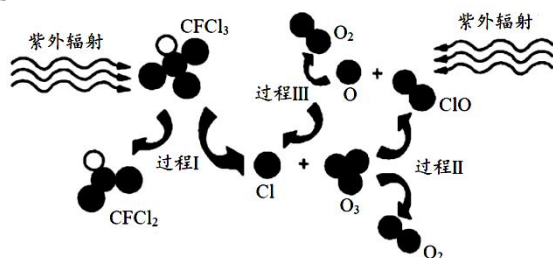
- A. 1.8 g H_2O 含 N_A 个质子
- B. 22.4 L O_2 含 $2N_A$ 个氧原子
- C. 每生成 1 mol O_2 转移 4 mol 电子
- D. 4 g NaOH 溶于 100 mL 水, 所得溶液浓度为 1 mol/L

8. FeS_2 与酸反应时生成 H_2S_2 , H_2S_2 与 H_2O_2 相似, 易分解。实验室用过量稀硫酸与 FeS_2 颗粒混合, 不可能生成的物质是

- A. H_2S B. S C. FeS D. FeSO_4

9. CFCl_3 破坏臭氧层的过程如图所示，下列说法错误的是

- A. 过程 I：断裂 C—Cl 键
B. 过程 II： $\text{O}_3 + \text{Cl} \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2$
C. 过程 III：发生了 $\text{O}_2 \rightarrow \text{O} + \text{O}$ 反应
D. 整个过程中氯原子是破坏臭氧层的催化剂



10. 用 2.0 mol/L 盐酸配制 100 mL 0.10 mol/L 盐酸，不需要的仪器是

- A. 量筒 B. 烧杯 C. 分液漏斗 D. 100 mL 容量瓶

11. 下列各组溶液中的反应，无论反应物的相对量是多少，都能用同一离子方程式表示的是

- A. AlCl_3 与 NaOH B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 H_2SO_4
C. HCl 与 Na_2CO_3 D. NaHCO_3 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$

12. 符合工业合成氨生产实际的是

- A. V_2O_5 作催化剂 B. 反应温度由催化剂决定
C. 将 N_2 和 H_2 液化 D. NH_3 由吸收塔吸收

13. 有一种军用烟幕弹中装有 ZnO 、Al 粉和 C_2Cl_6 ，其发烟过程中的化学反应如下：

① $3\text{ZnO} + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Zn}$ ；② $3\text{Zn} + \text{C}_2\text{Cl}_6 \rightarrow 3\text{ZnCl}_2 + 2\text{C}$ 。下列叙述错误的是

- A. ①是铝热反应 B. ②是置换反应
C. C_2Cl_6 属于卤代烃 D. 还原性： $\text{Al} < \text{Zn} < \text{C}$

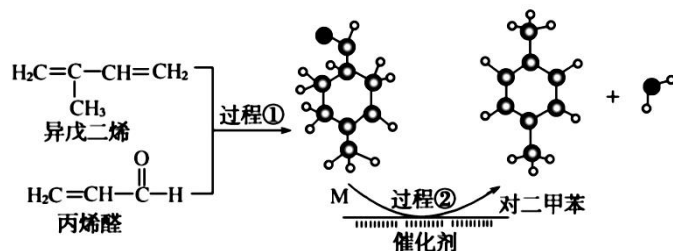
14. CaCl_2 固体遇 NH_3 会形成可溶性的 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 。以下说法正确的是

- A. 该过程是物理变化
B. 可用 CaCl_2 干燥 NH_3
C. $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 溶于水，溶液呈碱性
D. $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 溶于水，通入过量 CO_2 会产生白色沉淀

15. 我国自主研发对二甲苯的绿色合成路线如下图所示

示，有关说法正确的是

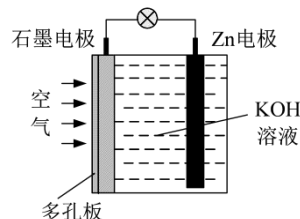
- A. 过程①发生了取代反应
B. M 的结构简式为
C. 利用相同的原料和原理，也能合成邻二甲苯
D. 该合成路线原子利用率为 100%



16. 锌—空气电池适宜用作城市电动车的动力电源，原理如图。该电池放电时 Zn 转化为 ZnO 。

以下说法正确的是

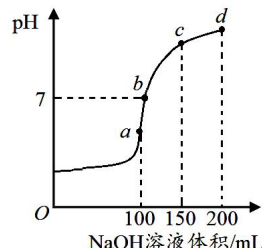
- A. 氧气在石墨电极上发生氧化反应
- B. 负极反应： $\text{Zn} + \text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{ZnO} + 2\text{H}^+$
- C. OH^- 向石墨电极移动
- D. 电子从 Zn 电极经导线流向石墨电极



17. 室温时，向 100 mL 0.1 mol/L NH_4HSO_4 溶液中滴加 0.1 mol/L NaOH 溶液，得到的溶液

pH 与 NaOH 溶液体积的关系曲线见右图。下列说法正确的是

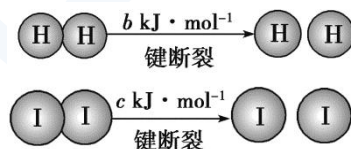
- A. a 点： $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Na}^+) + c(\text{OH}^-)$
- B. c 点： $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{NH}_4^+)$
- C. d 点： $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-)$
- D. a、b、c、d 四个点，b 点水的电离程度最大



18. H_2 和 I_2 在一定条件下反应： $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}) + a \text{ kJ}$ ，已知 a、b、c 均大于零。

下列说法正确的是

- A. 反应物的总能量低于生成物的总能量
- B. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}) + x \text{ kJ}$ ($x > a$)
- C. 断开 2 mol H—I 键所需能量约为 $(a+b+c) \text{ kJ}$
- D. 向密闭容器中加入 2 mol H_2 和 2 mol I_2 ，充分反应后放热 2a kJ

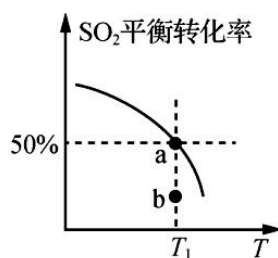


19. 恒压时， SO_2 和 O_2 在起始浓度 $c(\text{SO}_2) = c(\text{O}_2) = 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 时发生反应：

$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ，测得不同温度下 SO_2 的平衡转化率见下图。

有关说法正确的是

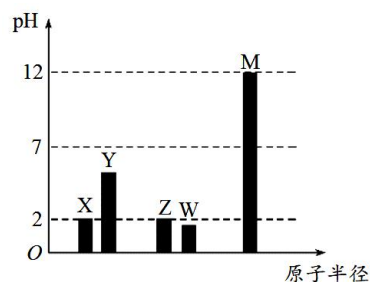
- A. 若 a 点使用了催化剂，则 b 点未使用催化剂
- B. 该反应吸热
- C. 若将起始 $n(\text{SO}_2)$ 和 $n(\text{O}_2)$ 变为原来的一半，图象发生改变
- D. $T_1^\circ\text{C}$ 时，平衡常数 $K = \frac{200}{3}$



20. 已知 X、Y、Z、W、M 均为短周期主族元素。25℃ 时，各元素最高价氧化物对应水化物溶液（浓度均为 0.01 mol/L）的 pH 和原子半径的关系见下图。

下列判断错误的是

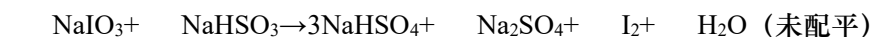
- A. 非金属性： $\text{W} > \text{Z}$
- B. 最高正价： $\text{Y} < \text{Z}$
- C. 单质熔点： $\text{X} < \text{Y}$
- D. 简单离子半径： $\text{X} > \text{M}$



二、综合题（共 60 分）

（一）（本题共 15 分）

全球一半左右的碘是以智利硝石提取硝酸钠后的母液为原料，加入亚硫酸氢钠制取，相关反应如下：



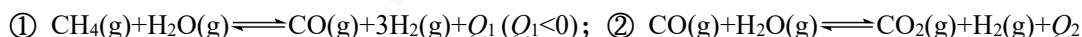
完成下列填空：

21. 配平上述化学方程式，标出电子转移的方向和数目。
22. 该反应实质是两步反应：① $\text{IO}_3^- + 3\text{HSO}_3^- \rightarrow 3\text{SO}_4^{2-} + \text{I}^- + 3\text{H}^+$ ，则第二步反应的离子方程式为 ② $\underline{\hspace{4cm}}$ ；若要使碘酸钠的利用率最高，碘酸钠在第一步和第二步反应中的用量之比是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
23. 过滤反应析出的碘沉淀得到粗碘，再用升华法即可得到 99% 左右的碘产品。碘原子最外层电子排布式是 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，碘升华克服的微粒间作用力为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
24. 能说明氯、碘两种元素非金属性相对强弱的依据是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。（选填编号）
 - a. 原子的最外层都有 7 个电子
 - b. ICl 中碘元素为 +1 价
 - c. 酸性： $\text{HClO}_3 > \text{HIO}_3$
 - d. 氯化钠、碘化钠与浓硫酸共热，分别生成氯化氢、单质碘
25. 检验亚硫酸钠固体是否氧化变质的方法是 $\underline{\hspace{4cm}}$ 。

（二）（本题共 15 分）

以天然气为主要原料合成氨工艺流程大致分为三步：

第一步：原料气的制备。在 Ni 的催化作用下，天然气主要成分 CH_4 发生如下反应：



完成下列填空：

26. 天然气中的含硫化合物（如 H_2S 、 COS 等）在反应前需除去的主要原因是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。在恒温恒容条件下，欲提高反应①中 CH_4 的反应速率和平衡转化率，可进一步采取的措施是（任写一个） $\underline{\hspace{4cm}}$ 。
27. 反应②平衡常数随温度变化如下：

温度/ $^{\circ}\text{C}$	500	800
K	a	b

$a > b$ ，则 Q_2 _____ 0 (选填“>”、“<”或“=”)；若等物质的量的 CO 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 发生该反应，进行到某一时刻，反应温度 400°C ， $\frac{c(\text{CO}_2)}{c(\text{CO})} = \sqrt{a}$ ，此时 $v_{\text{正}}$ _____ $v_{\text{逆}}$ (选填“>”、“<”或“=”)。

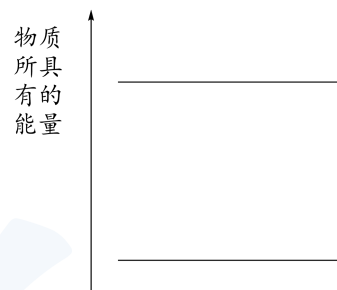
第二步：原料气的净化。在将氢氮原料气送入合成塔前必须净化，工业上用热 K_2CO_3 溶液吸收 CO_2 。

28. 产物 KHCO_3 溶液显 _____ 性，理由是 _____。

用平衡移动原理解释吸收 CO_2 的反应在加压下进行的原因。 _____

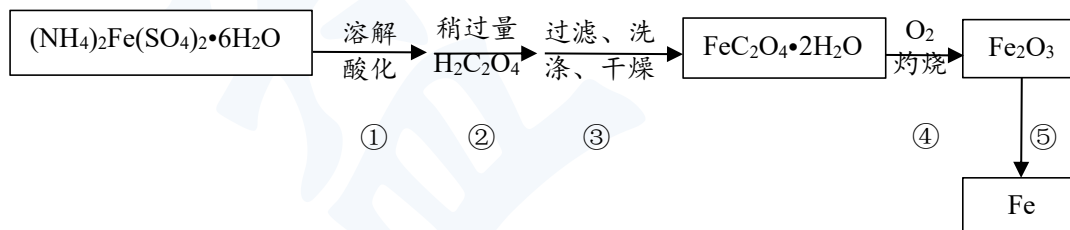
第三步：原料气的压缩和氨的合成。将氢氮混合气压缩后在高温高压催化剂条件下合成氨气。

29. 若合成 1 mol $\text{NH}_3(\text{g})$ 放热 46.2 kJ，画出合成氨反应的能量变化示意图。



(三) (本题共 15 分)

摩尔盐 $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ ， $M=392 \text{ g/mol}$ 可按以下流程制得二水草酸亚铁 ($\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，进一步制备高纯度的还原铁粉：



已知： $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 难溶于水； $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 易溶于水，溶解度随温度的升高而增大。

完成下列填空：

30. 摩尔盐溶解后，溶液中的离子浓度由大到小的顺序是 _____。

31. 步骤②中， $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 稍过量的原因是 _____。

32. 为提高 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的纯度，步骤③中宜用 _____ (选填“热水”、“冷水”或“无水酒精”) 洗涤。

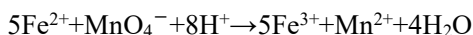
33. 实验室为实现步骤④必须要用到下列仪器中的 _____。(选填编号)

a. 烧杯 b. 坩埚 c. 锥形瓶 d. 玻璃棒 e. 石棉网

34. 写出步骤⑤不宜用炭粉还原 Fe_2O_3 的理由。 _____

35. 称取某摩尔盐样品 14.00 g，用煮沸后冷却的蒸馏水配成 100 mL 溶液；取 20.00 mL 溶

液加入稀硫酸，用 0.1000 mol/L 的 KMnO_4 溶液滴定，发生反应：



达到滴定终点时消耗 10.00 mL KMnO_4 溶液。

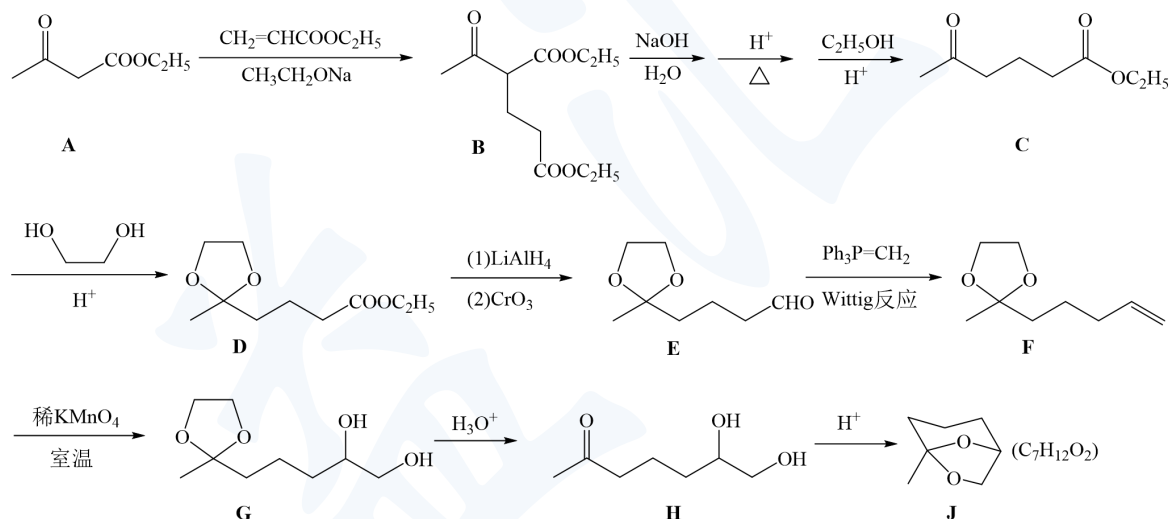
滴定终点的现象是_____，该摩尔盐的纯度是_____。

实验结果比理论值偏低的可能原因是_____。（选填编号）

- a. 滴定管洗净后直接加入 KMnO_4 溶液 b. 滴定过程有少量样品溶液溅出
c. 滴定前仰视滴定管读数 d. 滴定后滴定管尖嘴处气泡消失

（四）（本题共 15 分）

人们常利用信息素诱捕昆虫以达到生物防治虫害的目的。以下是某种昆虫信息素中间体 (J) 的合成路线：

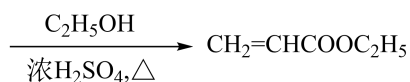


完成下列填空：

36. A 中官能团的名称是羰基、_____， $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的反应类型是_____。
 37. $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 第一步反应的化学方程式为_____。
 38. 设计 $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 的目的是_____。
 39. 写出满足以下条件的 J 的一种同分异构体的结构简式。

①只有一种官能团；②能发生银镜反应；③含有三种不同化学环境的氢原子。

40. 利用 Wittig 反应将一条以乙醛为有机原料（其他无机试剂任选）合成 $\text{CH}_2=\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$ 的合成路线补充完整。



金山区 2020~2021 学年度第一学期高中等级考模拟质量调研

高三年级化学学科试卷答案解析版

相对原子质量：H-1 O-16 Na-23

一、选择题

1. 下列过程可能会引起大气中 CO_2 含量上升的是()

- A. 光合作用 B. 自然降雨 C. 煤的燃烧 D. 碳酸盐沉积

【答案】C

【解析】

【详解】A. 光合作用是将二氧化碳转化为氧气的过程，不会引起大气中 CO_2 含量上升，故 A 错误；
B. 自然降雨过程中，空气中二氧化碳部分溶于水，过程中不会引起大气中 CO_2 含量上升，故 B 错误；
C. 化石燃料为煤、石油、天然气等，都含碳元素，化石燃料的燃烧过程中都会生成二氧化碳气体，过程会引起大气中 CO_2 含量上升，故 C 正确；
D. 碳酸盐的沉积是碳元素减少的过程，过程中不会引起大气中 CO_2 含量上升，故 D 错误；
故选：C。

2. 下列属于含有极性键的非极性分子是()

- A. CS_2 B. H_2O C. NH_3 D. CH_2Cl_2

【答案】A

【解析】

【详解】A. CS_2 为含有极性键的直线形分子，正负电荷中心重合，为含有极性键的非极性分子，A 符合题意；
B. H_2O 为含有极性键的“V”形分子，正负电荷中心不重合，为含有极性键的极性分子，B 不符合题意；
C. NH_3 为含有极性键的三角锥形分子，正负电荷中心不重合，为含有极性键的极性分子，C 不符合题意；
D. CH_2Cl_2 为含有极性键的四面体形分子，但由于 H、Cl 的核电荷数、半径、核外电子数不相等，导致正负电荷中心不重合，为含有极性键的极性分子，D 不符合题意。

答案选 A。

3. 碳原子最外层电子的轨道表示式正确的是()



【答案】C

【解析】

【分析】

碳原子的原子序数为 6，位于第二周期 IVA 族，其价电子排布规律遵循能量最低原理、泡利不相容原理和洪特规则，据此分析解答。

【详解】A. 2p 轨道应优先占据轨道，所以 $\begin{array}{|c|} \hline 2s \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & & \\ \hline \end{array}$ 不遵循洪特规则，A 错误；

B. 2p 轨道单电子的自旋方向应相同，所以 $\begin{array}{|c|} \hline 2s \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline 2p \\ \hline \uparrow & \downarrow & \\ \hline \end{array}$ 不遵循洪特规则，B 错误；

C. 碳原子的最外层电子的轨道表示式为 $\begin{array}{|c|} \hline 2s \\ \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline 2p \\ \hline \uparrow & \uparrow & \\ \hline \end{array}$ ，规范且正确，C 正确；

D. $\begin{array}{|c|} \hline 2s \\ \hline \uparrow \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline 2p \\ \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ 2s 轨道未满 2 电子，不符合能量最低原理，D 错误；

故选 C。

4. OF₂ 能在干燥空气中迅速发生反应：O₂+4N₂+6OF₂→4NF₃+4NO₂有关化学用语表达错误的是()

A. 中子数为 10 的氧原子：¹⁸O

B. 氮原子的结构示意图：

C. N₂ 的结构式：N≡N

D. NF₃ 的电子式：

【答案】D

【解析】

【详解】A. 氧原子核内有 8 个质子，中子数为 10 个，所以其质量数为 18，所以中子数为 10 的氧原子表示为：¹⁸O，故 A 正确；

B. 氮原子是 7 号元素，所以其原子结构示意图为 $\textcircled{+7} \begin{array}{c} 2 \\ 5 \end{array}$ ，故 B 正确；

C. 氮原子最外层有 5 个电子，所以一个氮分子间有 3 个电子对，有 3 个共价键，故 C 正确；

D. NF_3 中的氟原子，除了配对的电子，本身还剩 6 个电子没标出来，正确的为 $\begin{array}{c} \cdot \text{F} \cdot \text{N} \cdot \text{F} \cdot \\ \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \\ \cdot \text{F} \cdot \end{array}$ ，

故 D 错误；

本题答案 D。

5. 工业上不宜用电解法制备的金属是()

- A. Na B. Mg C. Al D. Fe

【答案】D

【解析】

【详解】A. 工业上用电解熔融状态的 NaCl 制备金属 Na，A 不符合题意；

B. 工业上用电解熔融状态的 MgCl_2 制备金属 Mg，B 不符合题意；

C. 工业上用电解熔融状态的 Al_2O_3 制备金属 Al，C 不符合题意；

D. 工业上用热还原法制备 Fe，不用电解法制备 Fe，D 符合题意；

答案选 D。

6. 将氯气持续通入紫色石蕊试液中，导致溶液颜色先变红后褪色的微粒分别是()

- A. H^+ 、 Cl^- B. H^+ 、 HClO C. HCl 、 Cl^- D. HCl 、 HClO

【答案】B

【解析】

【详解】氯气和水反应会生成 HCl 和 HClO ，将氯气持续通入紫色石蕊试液中，导致溶液颜色先变红，说明溶液中有游离的 H^+ ，体现了氯水的酸性；溶液后褪色，是因为氯气溶于水形成的 HClO 具有强氧化性，可漂白紫色石蕊试液，故 B 项符合题意。

故选 B。

7. 反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2\uparrow$ ，是潜艇中氧气来源之一。用 N_A 表示阿伏加德罗常数，下列说法正确的是 ()

A. 22.4LO_2 含 $2N_A$ 个氧原子

B. $1.8\text{gH}_2\text{O}$ 含有的质子数为 N_A

C. 反应中每生成 1molO_2 转移 4mol 电子

D. 4gNaOH 溶于 100mL 水中，所得溶液的物质的量浓度为 1mol/L

【答案】B

【解析】

【详解】A. 22.4LO₂ 没有说明是在标准状况条件下，故无法计算 O₂ 的物质的量，A 错误；

B. 1.8gH₂O 的物质的量为，每个 H₂O 分子中有 10 个质子，故 1.8gH₂O 含有的质子数为 N_A，

B 正确；

C. 对于反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2\uparrow$ ，Na₂O₂ 中-1 价的 O 歧化为 0 价和-2 价，故每生成 1molO₂ 转移 2mol 电子，C 错误；

D. 4gNaOH 溶于 100mL 水中，所得溶液的物质的量浓度不是 1mol/L，而是配制在 100mL 容量瓶中定容到 100mL，D 错误；

故选 B。

8. FeS₂ 与酸反应时生成 H₂S₂，H₂S₂ 与 H₂O₂ 相似，易分解。实验室用过量稀硫酸与 FeS₂ 颗粒混合，不可能生成的物质是()

A. H₂S

B. S

C. FeS

D. FeSO₄

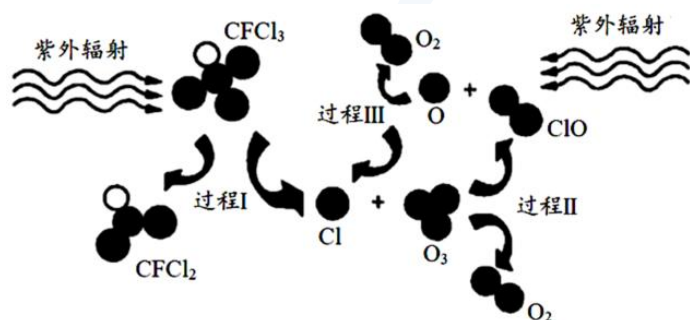
【答案】C

【解析】

【详解】由题意知，FeS₂ 颗粒与硫酸发生反应生成硫酸亚铁和过硫化氢，即 $\text{FeS}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{S}_2 + \text{FeSO}_4$ ，H₂S₂ 类似于 H₂O₂，易分解，H₂S₂ 发生分解反应生成 H₂S 气体和单质 S，即 $\text{H}_2\text{S}_2 = \text{H}_2\text{S}\uparrow + \text{S}\downarrow$ ，则不可能生成的是 FeS，C 项符合题意。

故选 C。

9. CFCl₃ 破坏臭氧层的过程如图所示，下列说法错误的是()



A. 过程I：断裂 C-Cl 键

B. 过程II： $\text{O}_3 + \text{Cl} = \text{ClO} + \text{O}_2$

C. 过程III：发生了 $\text{O}_2 = \text{O} + \text{O}$ 反应

D. 整个过程中氯原子是破坏臭氧层的催化剂

【答案】C

【解析】

【详解】A. 过程I中 CFCl_3 转化为 CFCl_2 和氯原子，断裂极性键C-Cl键，故A正确；

B. 根据题图信息可知，过程II是氯原子与 O_3 反应生成氧气和氧化氯，可用方程式表示为 $\text{O}_3 + \text{Cl} = \text{ClO} + \text{O}_2$ ，故B正确；

C. 过程III是原子结合成分子的过程中发生的反应为： $\text{O} + \text{O} = \text{O}_2$ ，故C错误；

D. 上述过程说明氟利昂中氯原子参与反应，整个反应前后仍旧为氯原子，则氯原子是破坏 O_3 的催化剂，故D正确；

故答案为：C。

10. 用2.0 mol/L 盐酸配制100 mL 0.10 mol/L 盐酸，不需要的仪器是()

- A. 量筒 B. 烧杯 C. 分液漏斗 D. 100 mL 容量瓶

【答案】C

【解析】

【分析】

用2.0mol/L 盐酸配制100mL 0.10mol/L 盐酸的一般步骤为计算→量取→稀释→冷却→转移→洗涤→定容→摇匀，结合配制步骤解答。

【详解】A. 量取2.0mol/L 盐酸用到量筒和胶头滴管，A不符题意；

B. 稀释在烧杯中进行，B不符题意；

C. 分液漏斗常用于萃取、分液等，配制溶液用不到分液漏斗，C符合题意；

D. 冷却后将溶液转移到100mL容量瓶中，以及定容用到100mL容量瓶，D不符题意。

答案选C。

11. 下列各组溶液中的反应，无论反应物的相对量是多少，都能用同一离子方程式表示的是()

- A. AlCl_3 与 NaOH B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 H_2SO_4
C. HCl 与 Na_2CO_3 D. NaHCO_3 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$

【答案】B

【解析】

【详解】A. AlCl_3 与 NaOH 反应， NaOH 量多生成偏铝酸钠，量少生成氢氧化铝，两种情况离子方程式不一样，A不符合题意；

B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 H_2SO_4 反应，无论两者谁量多量少，都只有一个反应，只有一个对应的离子方程式，B 符合题意；

C. HCl 与 Na_2CO_3 反应， HCl 量少生成 NaHCO_3 和 NaCl ，量多生成 NaCl 、 H_2O 和 CO_2 ，两种情况的离子方程式不一样，C 不符合题意；

D. NaHCO_3 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量少生成 CaCO_3 、 Na_2CO_3 和 H_2O ，量多生成 CaCO_3 、 NaOH 、 H_2O ，两种情况的离子方程式不一样，D 项不符合题意；

本题答案 B。

12. 符合工业合成氨生产实际的是()

A. V_2O_5 作催化剂

B. 反应温度由催化剂决定

C. 将 N_2 和 H_2 液化

D. NH_3 由吸收塔吸收

【答案】B

【解析】

【详解】A. 铁触媒作合成氨反应的催化剂，可加快反应速率，缩短达到平衡的时间，不是 V_2O_5 ，故 A 不符合题意；

B. 催化剂在一定温度下活性最大，催化效率最高，反应温度由催化剂决定，符合工业合成氨生产实际，故 B 符合题意；

C. 将 N_2 和 H_2 液化分离，会使 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 平衡向逆向进行，不利于合成氨，故 C 不符合题意；

D. NH_3 生产中不使用吸收塔，故 D 不符合题意；

故选 B。

13. 有一种军用烟幕弹中装有 ZnO 、 Al 粉和 C_2Cl_6 ，其发烟过程中的化学反应如下：

① $3\text{ZnO} + 2\text{Al} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Zn}$ ；② $3\text{Zn} + \text{C}_2\text{Cl}_6 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{ZnCl}_2 + 2\text{C}$ 。下列叙述错误的是()

A. ①是铝热反应

B. ②是置换反应

C. C_2Cl_6 属于卤代烃

D. 还原性： $\text{Al} < \text{Zn} < \text{C}$

【答案】D

【解析】

【分析】

由方程式可知，反应①为铝热反应，反应中铝元素化合价升高被氧化，锌元素化合价降低被还原，反应②中，锌元素化合价升高被氧化，碳元素化合价降低被还原。

【详解】A.反应①是高温条件下，铝与氧化锌发生氧化还原反应生成氧化铝和锌，该反应属于铝热反应，故 A 正确；

B.反应②有单质参加也有单质生成，该反应属于置换反应，故 B 正确；

C. C_2Cl_6 为乙烷分子中的氢原子被氯原子完全取代所得烃的衍生物，属于卤代烃，故 C 正确；

D.由分析可知，反应①中铝为还原剂，锌为还原产物，还原性铝强于锌，反应②中锌为还原剂，碳为还原产物，锌的还原性强于碳，故 D 错误；

故选 D。

14. CaCl_2 固体遇 NH_3 会形成可溶性的 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 。以下说法正确的是()

A. 该过程是物理变化

B. 可用 CaCl_2 干燥 NH_3

C. $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 溶于水，溶液呈碱性

D. $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 溶于水，通入过量 CO_2 会产生白色沉淀

【答案】C

【解析】

【详解】A. 由 CaCl_2 固体遇 NH_3 会形成可溶性的 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ ，这一过程产生了新物质，属于化学变化，A 项错误；

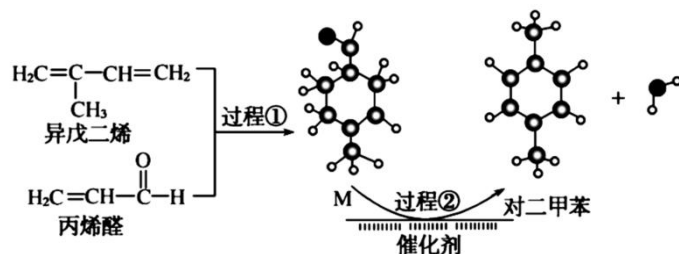
B. CaCl_2 与 NH_3 会发生反应，减少氨气的量，B 项错误；

C. $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ 溶于水，会形成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ， $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 会电离出 OH^- ，溶液呈碱性，C 项正确；

D. 二氧化碳同入水中生成碳酸，若生成白色沉淀，则另一产物为盐酸，不符合强酸制弱酸，D 项错误；

故选 C。

15. 我国自主研发对二甲苯的绿色合成路线如图所示，有关说法正确的是()



A. 过程①发生了取代反应

B. M 的结构简式为 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$

C. 利用相同的原料和原理，也能合成邻二甲苯

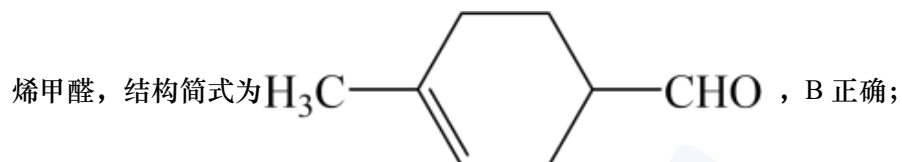
D. 该合成路线原子利用率不是 100%

【答案】B

【解析】

【详解】A. 异戊二烯与丙烯醛共同发生加成反应，生成 4-甲基-3-环己烯甲醛，不是取代反应，A 错误；

B. 通过 M 的球棍模型可以看出六元环上甲基的邻位有一个双键，所以 M 为 4-甲基-3-环己



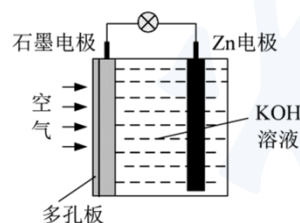
C. 根据合成路线，可以合成对二甲苯和间二甲苯，不能合成邻二甲苯，C 错误；

D. 该合成路线包含 2 步，第一步为加成，第二步为脱水，2 步的碳原子利用率均为 100%，D 错误；

故选 B。

16. 锌-空气电池适宜用作城市电动车的动力电源，原理如图。该电池放电时 Zn 转化为 ZnO。

以下说法正确的是()



A. 氧气在石墨电极上发生氧化反应

B. 负极反应： $\text{Zn} + \text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{ZnO} + 2\text{H}^+$

C. OH^- 向石墨电极移动

D. 电子从 Zn 电极经导线流向石墨电极

【答案】D

【解析】

【分析】

放电时 Zn 转化为 ZnO，锌作负极，负极上电极反应式为： $\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ ，正极上通入空气，其电极反应式为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ ，再结合原电池工作原理分析解答。

【详解】A. 氧气在石墨电极上得电子，发生还原反应，故 A 错误；

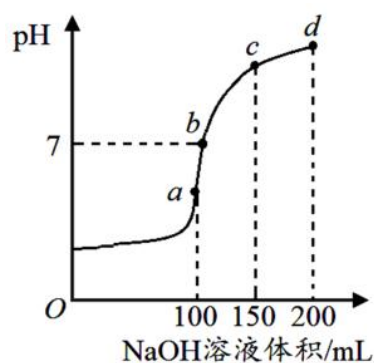
B. 锌作负极，在碱性条件下，负极上电极反应式为： $\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ ，故 B 错误；

- C. 原电池工作时，溶液中的阴离子向负极移动，即 OH^- 向 Zn 极移动，故 C 错误；
- D. 原电池工作时，电子从负极经导线流向正极，即电子从 Zn 电极经导线流向石墨电极，故 D 正确；

故选 D。

【点睛】会根据电极材料的性质来确定正负极上发生的电极反应，注意电极反应式的书写与电解质溶液的酸碱性有关。

17. 室温时，向 100 mL 0.1 mol/L NH_4HSO_4 溶液中滴加 0.1 mol/L NaOH 溶液，得到的溶液 pH 与 NaOH 溶液体积的关系曲线见图。下列说法正确的是()



- A. a 点: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Na}^+) + c(\text{OH}^-)$
- B. c 点: $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{NH}_4^+)$
- C. d 点: $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-)$
- D. a、b、c、d 四个点，b 点水的电离程度最大

【答案】A

【解析】

【分析】

通过图像中反应量的关系可知，当氢氧化钠体积为 100 mL 时，向 100 mL 0.1 mol/L NH_4HSO_4 溶液中滴加 0.1 mol/L NaOH 溶液 100 mL，恰好完全反应，其实质是 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ，则 a 点溶液为硫酸钠和硫酸铵；据此进行分析，当氢氧化钠体积为 150 mL 时，c 点为硫酸钠、硫酸铵和一水合氨；当氢氧化钠体积在 100-150 mL 之间时，溶液可以为中性，b 点为硫酸钠、硫酸铵和一水合氨；当氢氧化钠体积为 200 mL 时，d 点为硫酸钠和一水合氨；据以上分析解答。

【详解】根据上述分析可知，

- A. 结合以上分析可知，a 点溶液为硫酸钠和硫酸铵，铵根离子水解，所以 a 点溶液显酸性，

溶液中存在电荷守恒： $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ；物料守恒： $c(\text{Na}^+) = c(\text{SO}_4^{2-})$ ，

所以 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Na}^+) + c(\text{OH}^-)$ ，A 正确；

B. 结合以上分析可知，c 点溶液含有硫酸钠、硫酸铵和一水合氨，因为一水合氨的电离程度大于铵根离子的水解程度， $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ ，B 错误；

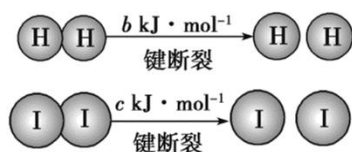
C. 结合以上分析可知，d 点溶液中含有硫酸钠、一水合氨，溶液显碱性，

$c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{NH}_4^+)$ ，C 错误；

D. 因为加酸和碱抑制水的电离，盐类的水解促进水的电离，所以图中的 a、b、c、d 四个点中，a 点水的电离程度最大，D 错误；

故选 A。

18. H_2 和 I_2 在一定条件下反应： $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}) + a \text{ kJ}$ ，已知 a、b、c 均大于零。下列说法正确的是()



A. 反应物的总能量低于生成物的总能量

B. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}) + x \text{ kJ} (x > a)$

C. 断开 2 mol H-I 键所需能量约为 $(a+b+c) \text{ kJ}$

D. 向密闭容器中加入 2 mol H_2 和 2 mol I_2 ，充分反应后放热 2a kJ

【答案】C

【解析】

【详解】A. 根据题干信息可知，该反应为放热反应，即反应物的总能量高于生成物的总能量，A 错误；

B. $\text{I}_2(\text{s})$ 比 $\text{I}_2(\text{g})$ 所具有的能量低，则与氢气化合放出的热量小于 a kJ，即 $x < a$ ，B 错误；

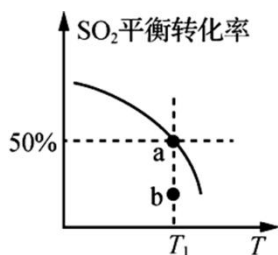
C. $\Delta H = \text{反应物断裂化学键需要的能量} - \text{生成物形成化学键放出的能量} = b \text{ kJ/mol} + c$

$\text{kJ/mol} - 2E(\text{H}-\text{I}) = -a \text{ kJ/mol}$ 可知，断开 2mol H-I 键所需能量 $E(\text{H}-\text{I})$ 约为 $(a+b+c) \text{ kJ}$ ，C 正确；

D. 反应是可逆反应，不能进行彻底，依据焓变意义分析，向密闭容器中加入 2mol H_2 和 2mol I_2 ，充分反应后放出的热量小于 2a kJ，D 错误；

故选 C。

19. 恒压时， SO_2 和 O_2 在起始浓度 $c(\text{SO}_2) = c(\text{O}_2) = 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 时发生反应： $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ，测得不同温度下 SO_2 的平衡转化率见图。有关说法正确的是()



- A. 若 a 点使用了催化剂，则 b 点未使用催化剂
- B. 该反应吸热
- C. 若将起始 $n(\text{SO}_2)$ 和 $n(\text{O}_2)$ 变为原来的一半，图象发生改变
- D. $T_1^\circ\text{C}$ 时，平衡常数 $K = \frac{200}{3}$

【答案】D

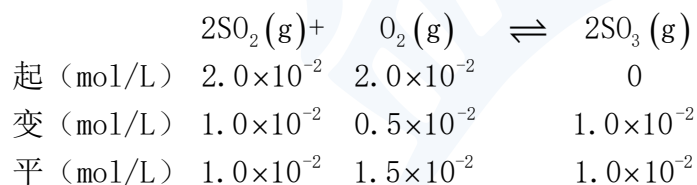
【解析】

【详解】A. 使用催化剂，能改变化学反应速率，但不影响化学平衡，若使用催化剂，a 点二氧化硫转化率和 b 点应相同，故 A 错误；

B. 升高温度，平衡向吸热反应方向移动，由图可知，升高温度，二氧化硫的转化率减小，说明平衡向逆反应方向移动，该反应为放热反应，故 B 错误；

C. 恒压时，将起始 $n(\text{SO}_2)$ 和 $n(\text{O}_2)$ 变为原来的一半，与原平衡为恒压等效平衡，二氧化硫的转化率不变，故 C 错误；

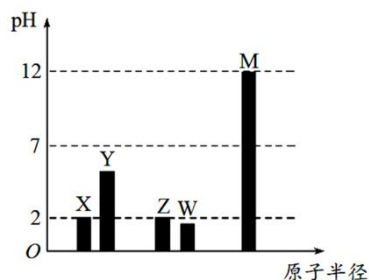
D. 由题给数据可建立如下三段式：



$T_1^\circ\text{C}$ 时，平衡常数 $K = \frac{(1.0 \times 10^{-2})^2}{(1.0 \times 10^{-2})^2 \times 1.5 \times 10^{-2}} = \frac{200}{3}$ ，故 D 正确；

故选 D。

20. 已知 X、Y、Z、W、M 均为短周期主族元素。25°C 时，各元素最高价氧化物对应水化物溶液(浓度均为 0.01 mol/L)的 pH 和原子半径的关系见下图。下列判断错误的是()



- A. 非金属性: $W > Z$ B. 最高正价: $Y < Z$
C. 单质熔点: $X < Y$ D. 简单离子半径: $X > M$

【答案】A

【解析】

【分析】

X、Y、Z、W、M 均为短周期主族元素。根据 25°C 时，各元素最高价氧化物对应水化物溶液(浓度均为 0.01 mol/L)的 pH 和原子半径的关系，0.01 mol/L 的 M 的最高价氧化物对应水化物的 pH=12，M 是 Na；0.01 mol/L 的 X、Z 的最高价氧化物对应水化物的 pH=2，X、Z 分别是 N、Cl 元素；0.01 mol/L 的 W 的最高价氧化物对应水化物的 pH<2，则 W 是 S 元素；0.01 mol/L 的 Y 的最高价氧化物对应水化物的 $2 < \text{pH} < 7$ ，则 Y 是 C 元素。

【详解】A. 同周期元素从左到右，非金属性增强，非金属性: $\text{Cl} > \text{S}$ ，故 A 错误；

B. C 的最高价为 +4，Cl 的最高价是 +7，最高正价: $\text{Cl} > \text{C}$ ，故 B 正确；

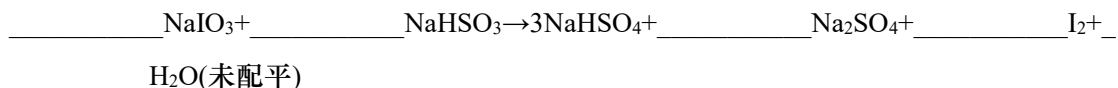
C. 常温下，单质碳为固体、 N_2 是气体，熔点: $\text{N}_2 < \text{C}$ ，故 C 正确；

D. 电子层数相同，质子数越多半径越小，简单离子半径: $\text{N}^{3-} > \text{Na}^+$ ，故 D 正确；

选 A。

二、综合题

21. 全球一半左右的碘是以智利硝石提取硝酸钠后的母液为原料，加入亚硫酸氢钠制取，相关反应如下：



完成下列填空：

(1) 配平上述化学方程式 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，标出电子转移的方向和数目 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 该反应实质是两步反应：① $\text{IO}_3^- + 3\text{HSO}_3^- \rightarrow 3\text{SO}_4^{2-} + \text{I}^- + 3\text{H}^+$ ，则第二步反应的离子方程式为

② $\underline{\hspace{2cm}}$ ；若要使碘酸钠的利用率最高，碘酸钠在第一步和第二步反应中的用量之比是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3)过滤反应析出的碘沉淀得到粗碘，再用升华法即可得到 99%左右的碘产品。碘原子最外层电子排布式是_____，碘升华克服的微粒间作用力为_____。

(4)能说明氯、碘两种元素非金属性相对强弱的依据是_____。(选填编号)

a.原子的最外层都有 7 个电子

b.ICl 中碘元素为+1 价

c.酸性：HClO₃>HIO₃

d.氯化钠、碘化钠与浓硫酸共热，分别生成氯化氢、单质碘

(5)检验亚硫酸钠固体是否氧化变质的方法是_____。

【答案】 (1). 2, 5, 3, 2, 1, 1 (2). $\begin{array}{c} 10e \\ \hline 2NaIO_3+5NaHSO_3 \end{array}$ (3). $IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$

(4). 5: 1 (5). 5s²5p⁵ (6). 分子间作用力（范德华力） (7). bd (8). 取样溶于水，加入过量盐酸后，再加氯化钡，产生白色沉淀则已变质，若无白色沉淀生成，则未变质

【解析】

【详解】(1)根据氧化还原反应的配平原则，先分析各物质化合价的升降变化，I 从+5 价降低到 0 价，至少转移 10 个电子，S 元素从+4 升高到+6 至少转移 2 个电子，则 NaIO₃ 与 NaHSO₃ 的化学计量数之比为 2:5，再结合原子守恒规律配平该化学方程式为：
2NaIO₃+5NaHSO₃=3NaHSO₄+2Na₂SO₄+I₂+H₂O，用单线桥可表示出电子转移的方向和数目如

下： $\begin{array}{c} 10e \\ \hline 2NaIO_3+5NaHSO_3 \end{array}$ ，故答案为：2, 5, 3, 2, 1, 1； $\begin{array}{c} 10e \\ \hline 2NaIO_3+5NaHSO_3 \end{array}$ ；

(2)第二步反应有碘单质生成，第(1)问总反应的离子方程式为：

② $2IO_3^- + 5HSO_3^- \rightarrow 3H^+ + 5SO_4^{2-} + I_2 + H_2O$ ，则根据第一步反应① $IO_3^- + 3HSO_3^- \rightarrow 3SO_4^{2-} + I^- + 3H^+$

可看出 HSO₃⁻ 已经被氧化为 SO₄²⁻，第二步不需要 HSO₃⁻，则②×3-①×5 消去 HSO₃⁻ 得到第二步离子方程式为： $IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$ ；从第二步可看出，最终要得到 3mol I₂，其中第一步提供 5mol IO₃⁻ 转化为第二步所需的 I⁻，因此若要使碘酸钠的利用率最高，IO₃⁻ 完全反应完，即碘酸钠在第一步和第二步反应中的用量之比是 5: 1，故答案为：

$IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$ ；5: 1；

(3)碘元素位于第五周期 VIIA 族，其原子最外层电子排布式是 5s²5p⁵；碘升华为物理变化，没有化学键的断裂，因此克服的微粒间作用力为分子间作用力，故答案为：5s²5p⁵；分子间作用力（范德华力）；

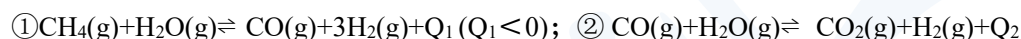
(4) a. 原子的最外层电子数目不能决定元素的非金属性强弱，故 a 错误；

- b. ICl 中碘元素为+1 价，说明 Cl 更易于得到电子，非金属性更强，故 b 正确；
- c. 酸性： $\text{HClO}_3 > \text{HIO}_3$ ，不是最高价氧化物对应水化物的酸性，所以无法判断非金属性，故 c 错误；
- d. 氯化钠与浓硫酸共热制备氯化氢，利用的是高沸点酸制备低沸点酸的原理，氯化碘与浓硫酸共热可制备碘单质，这说明碘离子更易被氧化，其还原性比氯离子的更强，所以氯气的氧化性强于碘单质的氧化性，即可说明氯、碘两种元素非金属性得相对强弱，故 d 正确；
- 故答案为：bd；

(5)亚硫酸钠固体容易被空气氧化为硫酸钠，若检验是否变质，主要检验溶于水后是否存在硫酸根离子，其方法如下：取样溶于水，加入过量盐酸后，再加氯化钡，产生白色沉淀则已变质，若无白色沉淀生成，则未变质。

22. 以天然气为主要原料合成氨工艺流程大致分为三步：

第一步：原料气的制备。在 Ni 的催化作用下，天然气主要成分 CH_4 发生如下反应：



完成下列填空：

(1)天然气中的含硫化合物(如 H_2S 、 COS 等)在反应前需除去的主要原因是_____。在恒温恒容条件下，欲提高反应①中 CH_4 的反应速率和平衡转化率，可进一步采取的措施是(任写一个)_____。

(2)反应②平衡常数随温度变化如表：

温度/ $^{\circ}\text{C}$	500	800
K	a	b

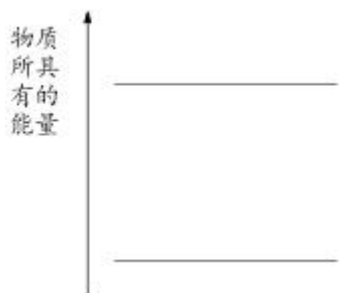
$a > b$ ，则 Q_2 _____ 0(选填“>”、“<”或“=”)；若等物质的量的 CO 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 发生该反应，进行到某一时刻，反应温度 400°C ， $\frac{c(\text{CO}_2)}{c(\text{CO})} = \sqrt{a}$ ，此时 $v_{\text{正}}$ _____ $v_{\text{逆}}$ (选填“>”、“<”或“=”)。

第二步：原料气的净化。在将氢氮原料气送入合成塔前必须净化，工业上用热 K_2CO_3 溶液吸收 CO_2 。

(3)产物 KHCO_3 溶液显_____性，理由是_____。用平衡移动原理解释吸收 CO_2 的反应在加压下进行的原因。_____

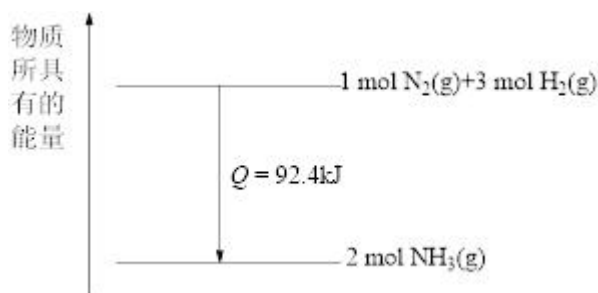
第三步：原料气的压缩和氨的合成。将氢氮混合气压缩后在高温高压催化剂条件下合成氨气。

(4)若合成 $1 \text{ mol } \text{NH}_3(\text{g})$ 放热 46.2 kJ ，画出合成氨反应的能量变化示意图_____。



【答案】 (1). 防止催化剂(Ni)中毒 (2). 升温或适当增大 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 浓度 (3). $>$

(4). $>$ (5). 碱 (6). HCO_3^- 的水解大于电离 (7). $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \xrightleftharpoons{\Delta} 2\text{HCO}_3^-$, 加压有利于 CO_2 在水中的溶解, 促进 CO_2 与 K_2CO_3 溶液反应, 平衡向右移动。 (8).



【解析】

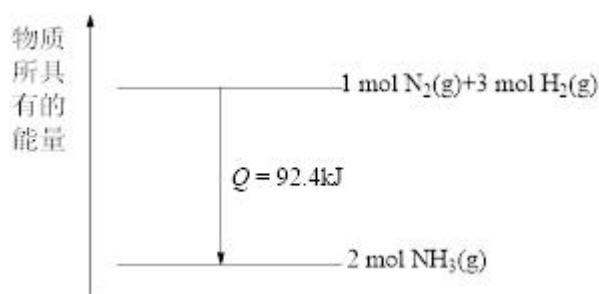
【详解】(1)天然气中的含硫化合物(如 H_2S 、 COS 等)在反应前需除去的主要原因是防止催化剂(Ni)中毒; 反应①是一个吸热反应, 在恒温恒容条件下, 欲提高反应①中 CH_4 的反应速率和平衡转化率, 可进一步采取的措施是升温或适当增大 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 浓度, 原因是升高温度, 反应速率加快, 平衡向正反应方向移动, 甲烷的转化率增大; 适当增大 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 浓度, 反应速率加快, 可以提高甲烷的转化率, 故答案为防止催化剂(Ni)中毒; 升温或适当增大 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 浓度。

(2)降温, K 值增大, 平衡正向移动, 正反应为吸热反应, 所以 $Q_2 > 0$ 。等物质的量的 CO 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 发生该反应, 进行到某一时刻, 反应温度 400°C , $\frac{c(\text{CO}_2)}{c(\text{CO})} = \sqrt{a}$, 此时平衡向正反应方向移动 $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ 故答案为 $Q_2 > 0$, $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ 。

(3)产物 KHCO_3 溶液显碱性, 原因是 HCO_3^- 既可以电离又可以水解, 水解程度大于电离程度。 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \xrightleftharpoons{\Delta} 2\text{HCO}_3^-$, 加压有利于 CO_2 在水中的溶解, 促进 CO_2 与 K_2CO_3 溶液反应, 平衡向右移动。故答案为碱、 HCO_3^- 的水解大于电离、 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \xrightleftharpoons{\Delta} 2\text{HCO}_3^-$, 加压有利于 CO_2 在水中的溶解, 促进 CO_2 与 K_2CO_3 溶液反应, 平衡向右移动。

(4) 由合成 $1 \text{ mol NH}_3(\text{g})$ 放热 46.2 kJ 、合成氨的反应为 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$, 则合成 2 mol 氨气可

放热 92.4kJ，该过程的能量变化图像如下图所示：



23. 摩尔盐 $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ ， $M=392 \text{ g/mol}$ 可按以下流程制得二水草酸亚铁 $(\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ ，进一步制备高纯度的还原铁粉：



已知： $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 难溶于水； $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 易溶于水，溶解度随温度的升高而增大。

完成下列填空：

- (1) 摩尔盐溶解后，溶液中的离子浓度由大到小的顺序是_____。
- (2) 步骤②中， $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 稍过量的原因是_____。
- (3) 为提高 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的纯度，步骤③中宜用_____ (选填“热水”、“冷水”或“无水酒精”) 洗涤。
- (4) 实验室为实现步骤④必须要用到下列仪器中的_____。(选填编号)
a. 烧杯 b. 坩埚 c. 锥形瓶 d. 玻璃棒 e. 石棉网
- (5) 写出步骤⑤不宜用炭粉还原 Fe_2O_3 的理由_____
- (6) 称取某摩尔盐样品 14.00g，用煮沸后冷却的蒸馏水配成 100mL 溶液；取 20.00mL 溶液加入稀硫酸，用 0.1000mol/L 的 KMnO_4 溶液滴定，发生反应：
 $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 达到滴定终点时消耗 10.00 mL KMnO_4 溶液。滴定终点的现象是_____，该摩尔盐的纯度是_____。实验结果比理论值偏低的可能原因是_____。(选填编号)
a. 滴定管洗净后直接加入 KMnO_4 溶液
b. 滴定过程有少量样品溶液溅出
c. 滴定前仰视滴定管读数

d. 滴定后滴定管尖嘴处气泡消失

【答案】 (1). $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Fe}^{2+}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ (2). 使 Fe^{2+} 完全沉淀 (3). 热水 (4). bd (5). 产物中会混有过量的炭粉 (6). 溶液变为(淡)紫红色，且半分钟内不变色 (7). 70% (8). bc

【解析】

【分析】

摩尔盐 $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 溶解、酸化得含 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 的溶液，加稍过量的 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 发生复分解反应得 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 沉淀，过滤、洗涤、干燥得 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，在有氧气的环境中灼烧得 Fe_2O_3 ，将 Fe_2O_3 还原得 Fe ，据此解答。

【详解】(1) 摩尔盐溶解后得 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液，铵根离子水解、亚铁离子水解使溶液显酸性， $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ，因水解是微弱的，因此 $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Fe}^{2+}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ，故答案为： $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Fe}^{2+}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ；

(2) 步骤②中， $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 电离的草酸根离子将亚铁离子沉淀，过量的原因是使 Fe^{2+} 完全沉淀，故答案为：使 Fe^{2+} 完全沉淀；

(3) 因为步骤②中 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 过量，步骤③过滤得到的 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 沉淀表面含 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，因 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的溶解度随温度的升高而增大，洗涤时为确保 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 完全洗涤除去，应用热水洗涤，故答案为：热水；

(4) 步骤④为灼烧，将 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 置于坩埚中，坩埚放在泥三角上用酒精灯加热灼烧，同时用玻璃棒搅拌，因此所给仪器中必须用到的有坩埚和玻璃棒，故答案为：bd；

(5) 要将 Fe_2O_3 完全还原，操作时需加过量的炭粉，但过量的铁粉会混在铁中，因此步骤⑤不宜用炭粉还原 Fe_2O_3 ，故答案为：产物中会混有过量的炭粉；

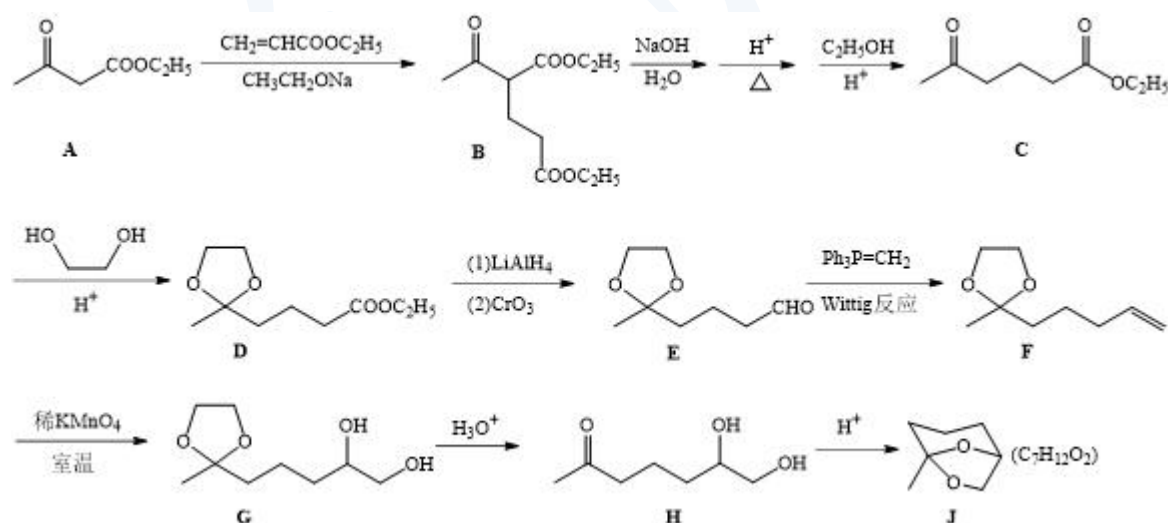
(6) 高锰酸钾溶液为紫红色，当溶液中亚铁离子消耗完时，滴入的高锰酸钾不再反应，溶液将变为(淡)紫红色，且半分钟内不变色，因此滴定终点的现象是溶液变为(淡)紫红色，且半分钟内不变色；滴定 20.00mL 样品溶液，滴定终点时消耗 0.1000mol/L 10.00 mL KMnO_4 溶液，其物质的量 $n(\text{KMnO}_4) = 0.1000\text{mol/L} \times 10.00\text{mL} \times 10^{-3}\text{L/mL} = 1 \times 10^{-3}\text{mol}$ ，结合反应离子方程式 $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 可知溶液中 Fe^{2+} 的物质的量 $= 5n(\text{KMnO}_4) = 5 \times 10^{-3}\text{mol}$ ，则 $n[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}] = n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \times 10^{-3}\text{mol}$ ，质量 $m[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}] = 5 \times 10^{-3}\text{mol} \times 392\text{g/mol} = 1.96\text{g}$ ，则该摩尔盐的纯度

$$= \frac{1.96\text{g} \times \frac{100\text{mL}}{20\text{mL}}}{14.00\text{g}} \times 100\% = 70\% ; \text{以下操作对实验结果造成的影响分析如下:}$$

- 滴定管洗净后直接加入 KMnO_4 溶液，即未用 KMnO_4 溶液润洗， KMnO_4 溶液被稀释，滴定时消耗 KMnO_4 溶液的体积偏大， KMnO_4 物质的量偏大，导致结果偏高；
- 滴定过程有少量样品溶液溅出，消耗 KMnO_4 溶液的体积偏小， KMnO_4 物质的量偏小，导致结果偏低；
- 滴定前仰视滴定管读数，导致滴定前读数偏大，代入计算的 KMnO_4 溶液的体积偏小， KMnO_4 物质的量偏小，导致结果偏小；
- 滴定后滴定管尖嘴处气泡消失，说明滴定前滴定管尖嘴处有气泡，导致滴定前读数偏小， KMnO_4 溶液的体积偏大， KMnO_4 物质的量偏大，导致结果偏高；

因此在所给原因中实验结果比理论值偏低的可能原因是 bc，故答案为：溶液变为(淡)紫红色，且半分钟内不变色；70%；bc。

24. 人们常利用信息素诱捕昆虫以达到生物防治虫害的目的。以下是某种昆虫信息素中间体(J)的合成路线：



完成下列填空：

- (1) A 中官能团的名称是羰基、 ，A→B 的反应类型是 。
- (2) B→C 第一步反应的化学方程式为 。
- (3) 设计 C→D 的目的是 。
- (4) 写出满足以下条件的 J 的一种同分异构体的结构简式。
 ①只有一种官能团；②能发生银镜反应；③含有三种不同化学环境的氢原子。
- (5) 利用 Wittig 反应将一条以乙醛为有机原料(其他无机试剂任选)合成 $\text{CH}_2=\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$ 的

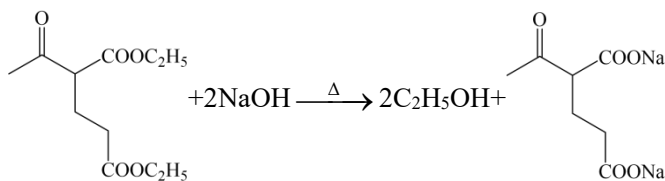
合成路线补充完整。 $\xrightarrow[\text{浓硫酸, } \Delta]{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}$ $\text{CH}_2=\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$

【答案】

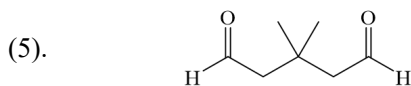
(1). 酯基

(2). 加成反应

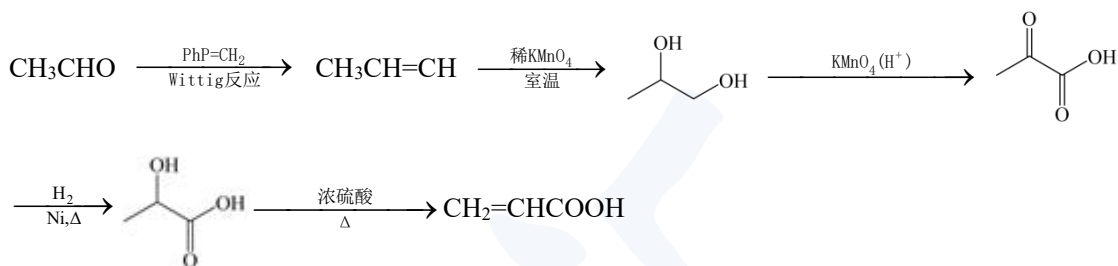
(3).



(4). 保护羰基(不被 LiAlH_4 还原)



(6).



【解析】

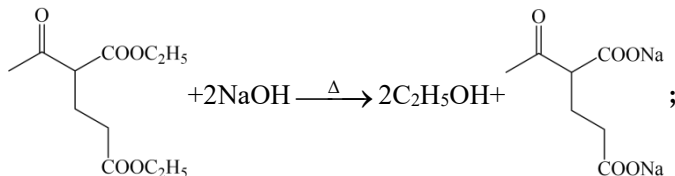
【分析】

A 通过与 $\text{CH}_2=\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$ 发生加成反应生成 B，使碳链加长，B 在氢氧化钠溶液中酯基发生水解生成羧酸钠和乙醇，羧酸钠被酸化后继续与乙醇重新发生酯化反应生成 C，C 再与 $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{OH}$ 发生取代反应生成 D，D 再与还原剂 LiAlH_4 反应得到 E，E 经过 Wittig 反应将醛基转化为碳碳双键后生成 F，F 再与稀 KMnO_4 在室温条件下反应生成 G，G 在酸性条件下连续反应得到 J，结合有机知识分析解答。

【详解】(1)根据上述流程图可知，A 为 $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$ ，其中官能团的名称是羰基和酯基，

A→B 的反应过程中，原子利用率为 100%，属于碳碳双键的加成反应，故答案为：酯基；加成反应；

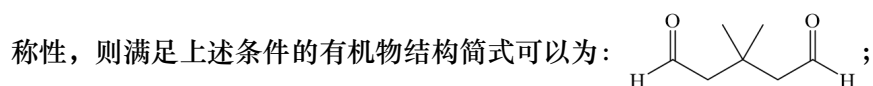
(2)B→C 第一步是酯基在碱性条件下的水解反应，其化学方程式为



(3)羰基可以发生加氢还原，设计 C→D 的目的是为了保护羰基，不被 LiAlH_4 还原，从而进行后续反应，故答案为：保护羰基(不被 LiAlH_4 还原)；

(4)J 的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_2$ ，不饱和度为 $\frac{7 \times 2 + 2 - 12}{2} = 2$ ，能发生银镜反应，说明官能团为醛基，

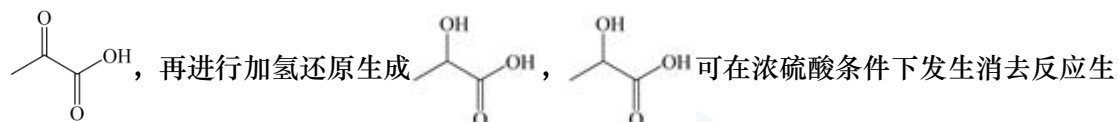
只有一个官能团，则含醛基为 2 个，又含有三种不同化学环境的氢原子，说明分子结构有对称性，则满足上述条件的有机物结构简式可以为：



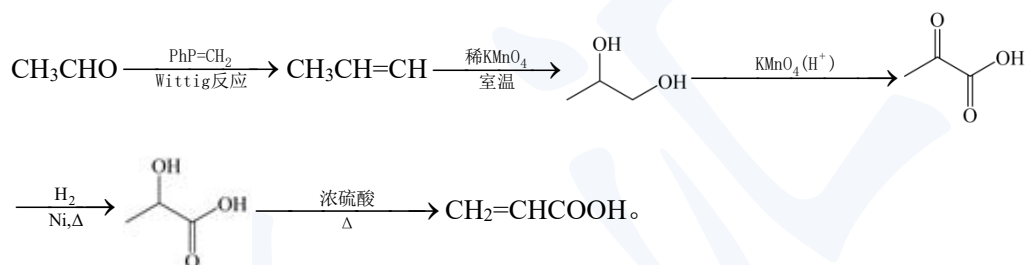
(5)根据 E → G 的转化流程路线可知，CH₃CHO 可先经过 Wittig 反应得到 CH₃CH=CH，

CH₃CH=CH 在室温条件下与稀高锰酸钾反应生成 ，再根据逆合成分析法可知，若

要与乙醇合成 CH₂=CHCOOC₂H₅，需得到 CH₂=CHCOOH，可先将 部分氧化为



成 CH₂=CHCOOH，最后合成目标产物，具体路线如下：



【点睛】合成路线是有机合成题的难点，抓住主要官能团的性质，采用逆合成分析法，结合所给的合成路线进行推断是关键。本题中以羟基的部分被氧化为突破口进行分析即可得到合成路线。