

机密★启用前

2025年普通高等学校招生选择性考试

化学

本试卷共 19 题，共 100 分，共 8 页。考试结束后，将本试题和答题卡一并交回。

注意事项：

1. 答题前，考生先将自己的姓名、准考证号码填写清楚，将条形码准确粘贴在条形码区域内。
2. 选择题必须使用 2B 铅笔填涂；非选择题必须使用 0.5 毫米黑色字迹的签字笔书写，字体工整，笔记清楚。
3. 请按照题号顺序在答题卡各题目的答题区域内作答，超出答题区域书写的答案无效；在草稿纸、试卷上答题无效。
4. 作图可先使用铅笔画出，确定后必须用黑色字迹的签字笔描黑。
5. 保持卡面清洁，不要折叠、不要弄破、弄皱，不准使用涂改液、修正带、刮纸刀。

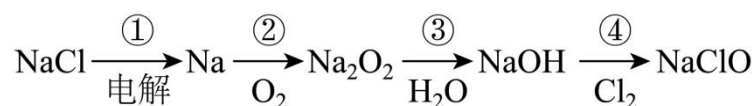
可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 O 16 Na 23 W 184

一、选择题：本题共 15 小题，每小题 3 分，共 45 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项符合题目要求。

1. 东北三省及内蒙古资源丰富，下列资源转化的主要过程不属于化学变化的是
A. 石灰石煅烧 B. 磁铁矿炼铁 C. 煤的液化 D. 石油分馏
2. 侯氏制碱法突破西方技术垄断，推动了世界制碱技术的发展，其主要反应为 $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 。下列有关化学用语或说法正确的是
A. CO_2 的电子式： $\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{C}}:\ddot{\text{O}}$ B. H_2O 的空间结构：直线形
C. NH_4Cl 的晶体类型：离子晶体 D. 溶解度： $\text{NaHCO}_3 > \text{NH}_4\text{HCO}_3$
3. Cl_2O 可用于水的杀菌消毒，遇水发生反应： $\text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HClO}$ 。下列说法正确的是
A. 反应中各分子的 σ 键均为 p-p σ 键

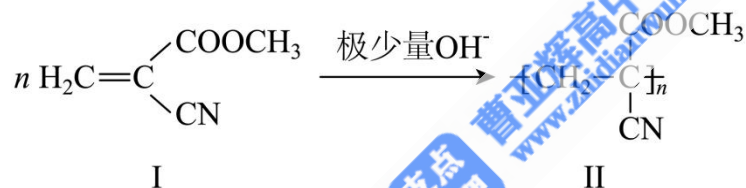
- B. 反应中各分子的 VSEPR 模型均为四面体形
 C. Cl—O 键长小于 H—O 键长
 D. HClO 分子中 Cl 的价电子层有 2 个孤电子对

4. 钠及其化合物的部分转化关系如图。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列说法正确的是



- A. 反应①生成的气体，每 11.2L(标准状况)含原子的数目为 N_A
 B. 反应②中 2.3gNa 完全反应生成的产物中含非极性键的数目为 $0.1N_A$
 C. 反应③中 1mol Na_2O_2 与足量 H_2O 反应转移电子的数目为 $2N_A$
 D. 100mL1mol·L⁻¹NaClO 溶液中， ClO^- 的数目为 $0.1N_A$

5. 一种强力胶的黏合原理如下图所示。下列说法正确的是



- A. I 有 2 种官能团
 B. II 可遇水溶解使黏合物分离
 C. 常温下 II 为固态
 D. 该反应为缩聚反应

6. 微粒邂逅时的色彩变化是化学馈赠的视觉浪漫。下列对颜色变化的解释错误的是

选项	颜色变化	解释
A	空气中灼烧过的铜丝伸入乙醇中，黑色铜丝恢复光亮的紫红色	$2\text{CuO} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
B	$\text{Mg}(\text{OH})_2$ 悬浊液中加入 FeCl_3 溶液，固体由白色变为红褐色	$3\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{Mg}^{2+}$

C	FeSO ₄ 溶液中加入K ₃ [Fe(CN) ₆], 浅绿色溶液出现蓝色浑浊	$\text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{K}^+ =$ $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$
D	K ₂ Cr ₂ O ₇ 溶液中加入NaOH溶液, 溶液由橙色变为黄色	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{OH}^- = 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

A. A

B. B

C. C

D. D

7. 化学家用无机物甲(YW₄ZXY)成功制备了有机物乙[(YW₂)₂XZ], 开创了有机化学人工合成的新纪元。其中W、X、Y、Z原子序数依次增大, X、Y、Z同周期, 基态X、Z原子均有2个单电子。下列说法正确的是

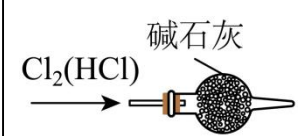
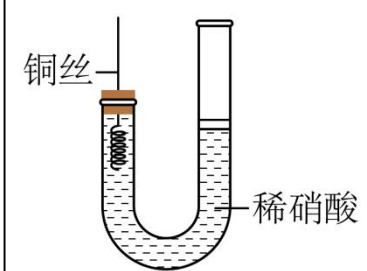
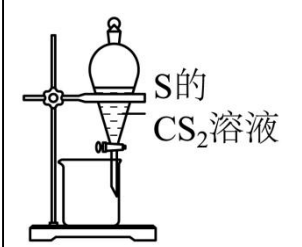
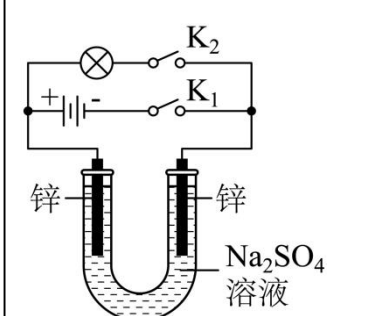
A. 第一电离能: Z>Y>X

B. 甲中不存在配位键

C. 乙中σ键和π键的数目比为6:1

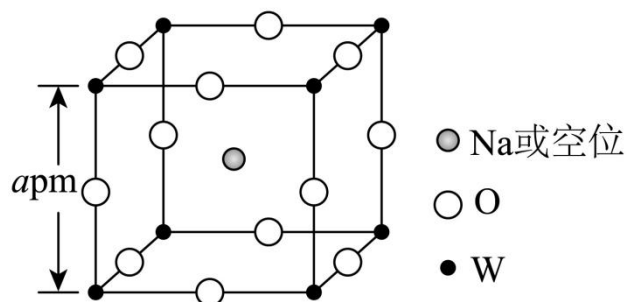
D. 甲和乙中X杂化方式分别为sp和sp²

8. 巧设实验, 方得真知。下列实验设计合理的是

A. 除去Cl ₂ 中的HCl	B. 制备少量NO避免其被氧化
	
C. 用乙醇萃取CS ₂ 中的S	D. 制作简易氢氧燃料电池
	

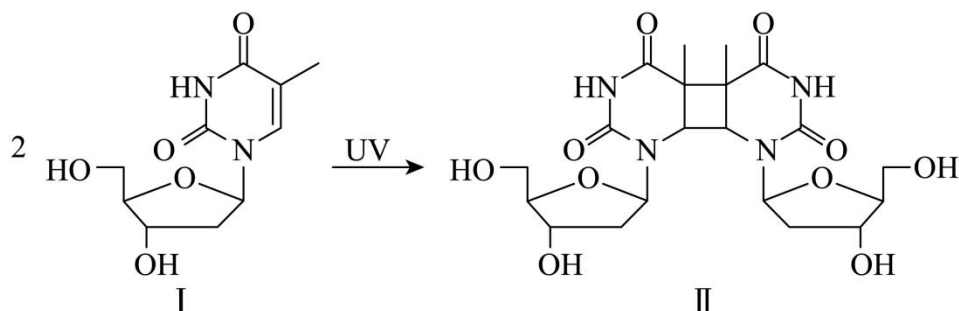
- A. A B. B C. C D. D

9. Na_xWO_3 晶体因 x 变化形成空位而导致颜色各异, 当 $0.44 \leq x \leq 0.95$ 时, 其立方晶胞结构如图。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法错误的是



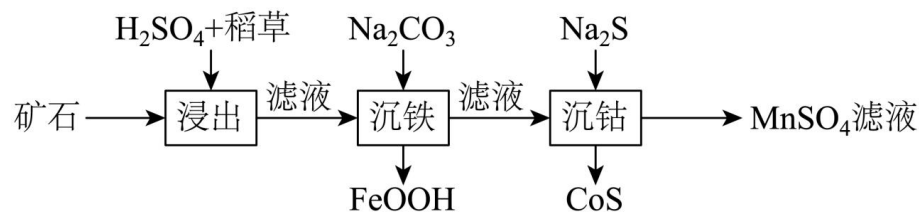
- A. 与 W 最近且等距的 O 有 6 个 B. x 增大时, W 的平均价态升高
- C. 密度为 $\frac{243.5 \times 10^{30}}{a^3 \cdot N_A} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 时, $x = 0.5$ D. 空位数不同, 吸收的可见光波长不同

10. 人体皮肤细胞受到紫外线(UV)照射可能造成 DNA 损伤, 原因之一是脱氧核苷上的碱基发生了如下反应。下列说法错误的是



- A. 该反应为取代反应 B. I和II均可发生酯化反应
- C. I和II均可发生水解反应 D. 乙烯在 UV 下能生成环丁烷

11. 某工厂利用生物质(稻草)从高锰钴矿(含 MnO_2 、 Co_3O_4 和少量 Fe_2O_3)中提取金属元素, 流程如图。已知“沉钴”温度下 $K_{sp}(\text{CoS}) = 10^{-20.4}$, 下列说法错误的是

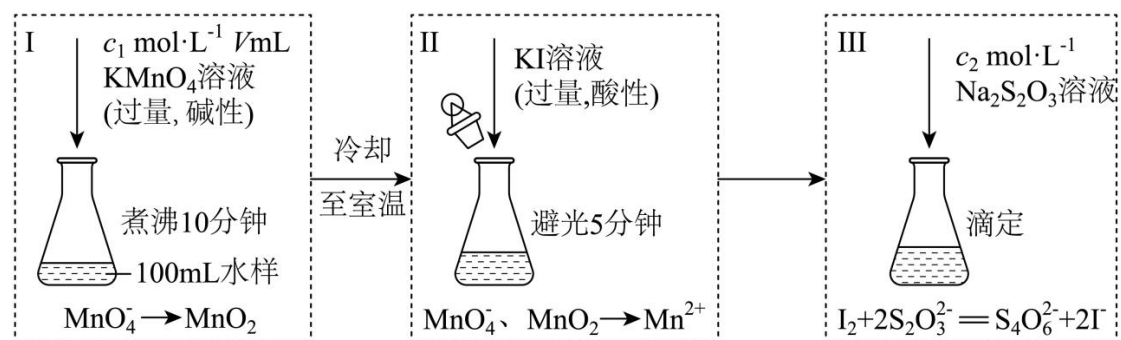


- A. 硫酸用作催化剂和浸取剂
- B. 使用生物质的优点是其来源广泛且可再生

C. “浸出”时，3 种金属元素均被还原

D. “沉钴”后上层清液中 $c(\text{Co}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}) = 10^{-20.4}$

12. 化学需氧量(COD)是衡量水体中有机物污染程度的指标之一，以水样消耗氧化剂的量折算成消耗 O_2 的量(单位为 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)来表示。碱性 KMnO_4 不与 Cl^- 反应，可用于测定含 Cl^- 水样的 COD，流程如图。



下列说法错误的是

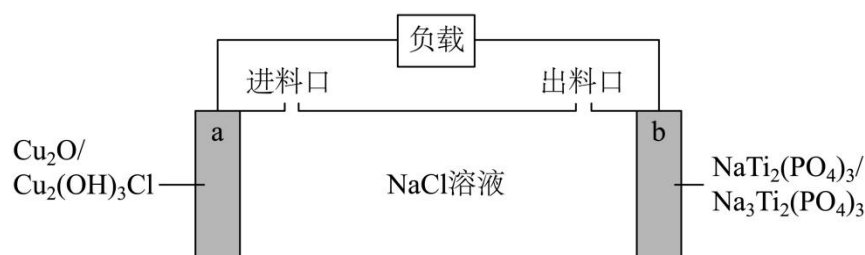
A. II中发生的反应有 $\text{MnO}_2 + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

B. II中避光、加盖可抑制 I^- 被 O_2 氧化及 I_2 的挥发

C. III中消耗的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 越多，水样的 COD 值越高

D. 若I中为酸性条件，测得含 Cl^- 水样的 COD 值偏高

13. 一种基于 Cu_2O 的储氯电池装置如图，放电过程中 a、b 极均增重。若将 b 极换成 Ag/AgCl 电极，b 极仍增重。关于图中装置所示电池，下列说法错误的是



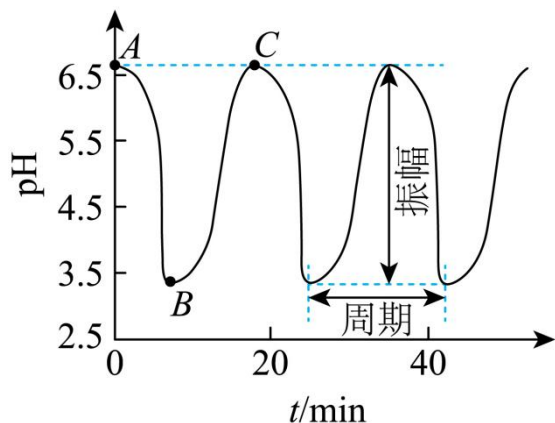
A. 放电时 Na^+ 向 b 极迁移

B. 该电池可用于海水脱盐

C. a 极反应: $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl} + \text{H}^+$

D. 若以 Ag/AgCl 电极代替 a 极，电池将失去储氯能力

14. 一定条件下, “ $\text{BrO}_3^- - \text{SO}_3^{2-} - [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} - \text{H}^+$ ”4 种原料按固定流速不断注入连续流动反应器中, 体系 pH-t 振荡图像及涉及反应如下。其中 AB 段发生反应①~④, ①②为快速反应。下列说法错误的是



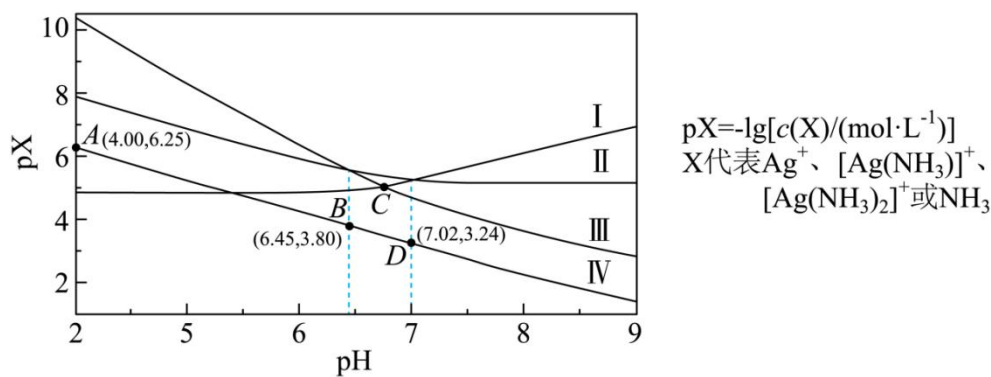
①	$\text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HSO}_3^-$
②	$\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{SO}_3$
③	$3\text{HSO}_3^- + \text{BrO}_3^- = 3\text{SO}_4^{2-} + \text{Br}^- + 3\text{H}^+$
④	$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{BrO}_3^- \rightarrow$
⑤	$\text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{Br}^- + 6[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + 3\text{H}_2\text{C}$

- A. 原料中 $c(\text{H}^+)$ 不影响振幅和周期
- B. 反应④: $3\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{BrO}_3^- = 3\text{SO}_4^{2-} + \text{Br}^- + 6\text{H}^+$
- C. 反应①~④中, H^+ 对 SO_3^{2-} 的氧化起催化作用
- D. 利用 pH 响应变色材料, 可将 pH 振荡可视化

15. 室温下, 将 0.1mol AgCl 置于 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{NO}_3$ 溶液中, 保持溶液体积和 N 元素总物质的量不变, pX-pH 曲线如图, $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 和

$\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的平衡常数分别为 K_1 和 K_2 ; NH_4^+ 的水解常数

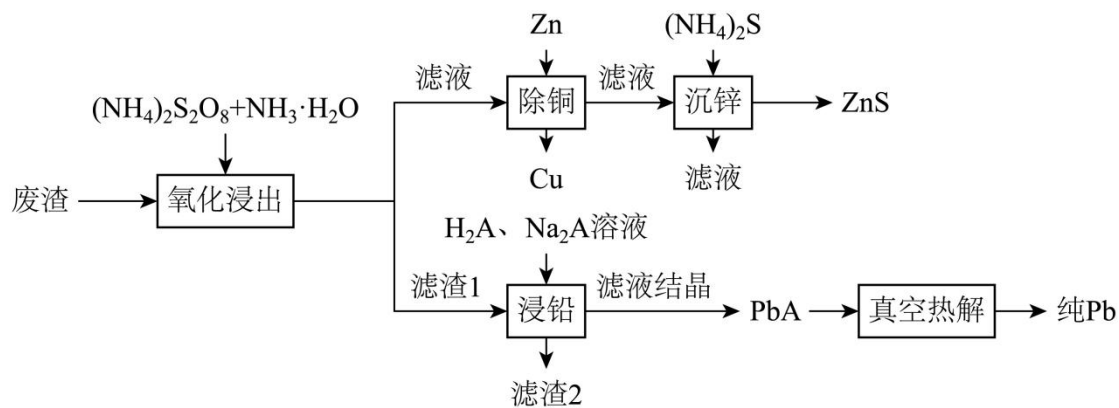
$K_h(\text{NH}_4^+) = 10^{-9.25}$ 。下列说法错误的是



- A. III为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的变化曲线 B. D点: $c(\text{NH}_4^+) - c(\text{OH}^-) > 0.1 - c(\text{H}^+)$
- C. $K_1 = 10^{3.24}$ D. C点: $c(\text{NH}_3) = 10^{-3.52} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 55 分。

16. 某工厂采用如下工艺回收废渣(含有 ZnS 、 PbSO_4 、 FeS 和 CuCl)中的 Zn 、 Pb 元素。



已知: ①“氧化浸出”时, PbSO_4 不发生变化, ZnS 转变为 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$;

② $K_{sp}[\text{Pb}(\text{OH})_2] = 10^{-14.8}$;

③酒石酸(记作 H_2A)结构简式为 $\text{HOOC}(\text{CHOH})_2\text{COOH}$ 。

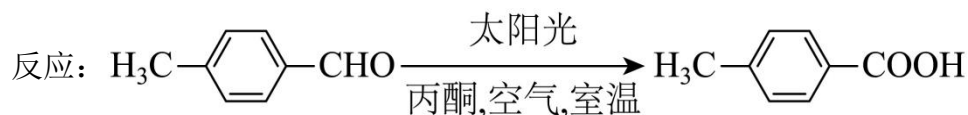
回答下列问题:

- (1) H_2A 分子中手性碳原子数目为_____。
- (2)“氧化浸出”时, 过二硫酸根($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$)转变为_____(填离子符号)。
- (3)“氧化浸出”时, 浸出率随温度升高先增大后减小的原因为_____。
- (4)“除铜”步骤中发生反应的离子方程式为_____。
- (5)滤渣 2 中的金属元素为_____(填元素符号)。

(6)“浸铅”步骤， PbSO_4 和 Na_2A 反应生成 PbA 。 PbA 产率随体系 pH 升高先增大的原因为_____，pH 过高可能生成_____ (填化学式)。

(7)290°C“真空热解”生成 2 种气态氧化物，该反应的化学方程式为_____。

17. 某实验小组采用如下方案实现了对甲基苯甲酸的绿色制备。



步骤：

I. 向反应管中加入 0.12g 对甲基苯甲醛和 1.0mL 丙酮，光照，连续监测反应进程。

II. 5h 时，监测结果显示反应基本结束，蒸去溶剂丙酮，加入过量稀 NaOH 溶液，充分反应后，用乙酸乙酯洗涤，弃去有机层。

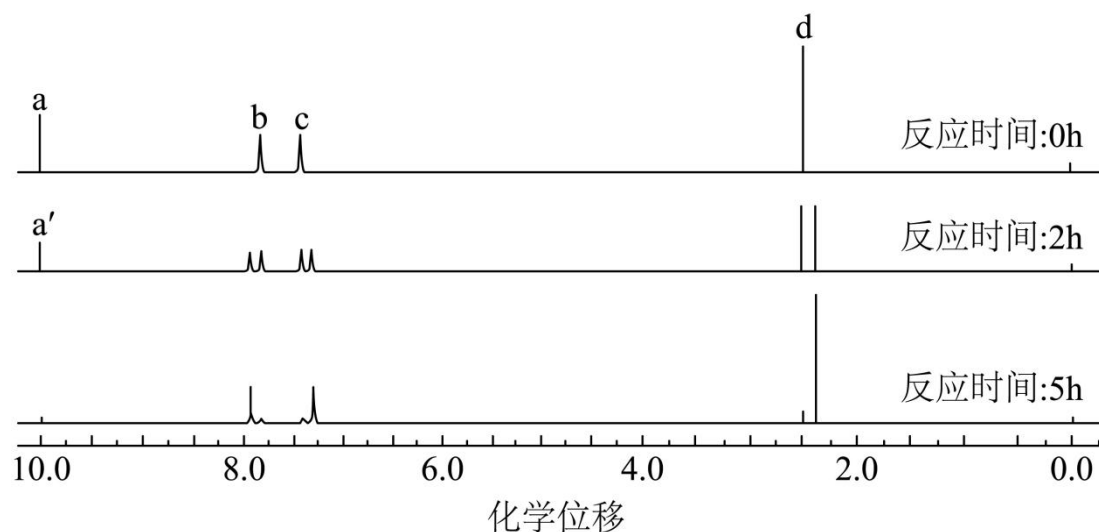
III. 用稀盐酸调节水层 pH=1 后，再用乙酸乙酯萃取。

IV. 用饱和食盐水洗涤有机层，无水 Na_2SO_4 干燥，过滤，蒸去溶剂，得目标产物。

回答下列问题：

(1)相比 KMnO_4 作氧化剂，该制备反应的优点为_____、_____ (答出 2 条即可)。

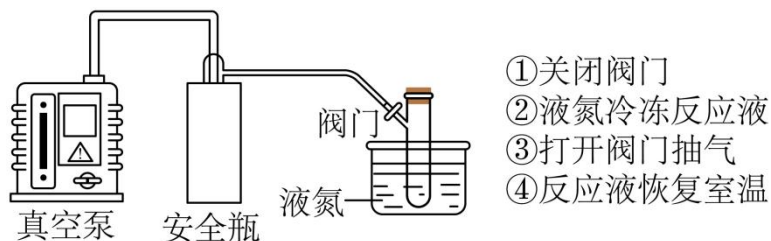
(2)根据反应液的核磁共振氢谱(已去除溶剂 H 的吸收峰，谱图中无羧基 H 的吸收峰)监测反应进程如下图。已知峰面积比 $a:b:c:d=1:2:2:3$ ， $a:a'=2:1$ 。反应 2h 时，对甲基苯甲醛转化率约为_____%。



(3)步骤 II 中使用乙酸乙酯洗涤的目的是_____。

(4)步骤Ⅲ中反应的离子方程式为_____、_____。

(5)用同位素示踪法确定产物羧基 O 的来源。丙酮易挥发,为保证 $^{18}\text{O}_2$ 气氛,通 $^{18}\text{O}_2$ 前,需先使用“循环冷冻脱气法”排出装置中(空气中和溶剂中)的 $^{16}\text{O}_2$,操作顺序为:①→②→_____→_____→_____ (填标号),重复后四步操作数次。



同位素示踪结果如下表所示,则目标产物中羧基 O 来源于醛基和_____。

反应条件	质谱检测目标产物相对分子质量
太阳光, $^{18}\text{O}_2$, 室温, CH_3COCH_3 , 5h	138
太阳光, 空气, 室温, $\text{CH}_3\text{C}^{18}\text{OCH}_3$, 5h	136

18. 乙二醇是一种重要化工原料,以合成气(CO 、 H_2)为原料合成乙二醇具有重要意义。

I. 直接合成法: $2\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{g})$, 不同温度下平衡常数如下表所示。

温度	298K	355K	400K
平衡常数	6.5×10^4	1.0	1.3×10^{-3}

(1)该反应的 ΔH _____0(填“>”或“<”)。

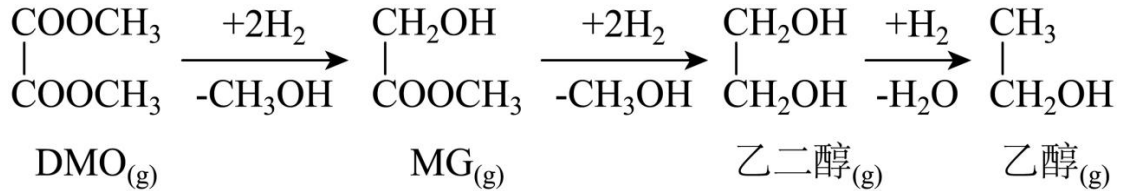
(2)已知 $\text{CO}(\text{g})$ 、 $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{g})$ 的燃烧热(ΔH)分别为

$-\text{akJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $-\text{bkJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $-\text{ckJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则上述合成反应的 $\Delta\text{H} =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (用 a、b

和 c 表示)。

(3)实验表明, 在 500K 时, 即使压强(34MPa)很高乙二醇产率(7%)也很低, 可能的原因是_____ (答出 1 条即可)。

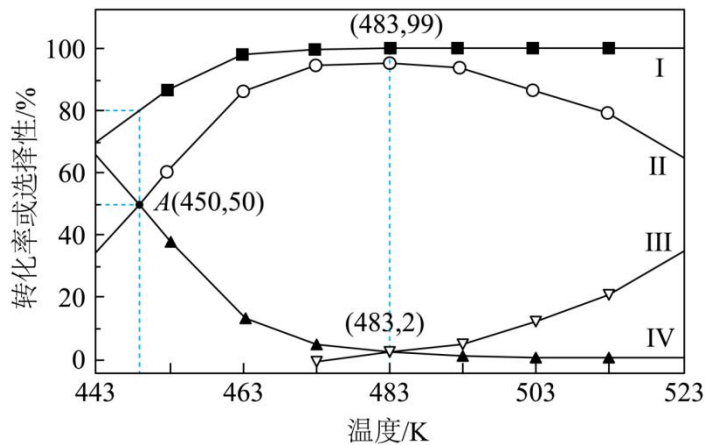
II. 间接合成法: 用合成气和 O₂ 制备的 DMO 合成乙二醇, 发生如下 3 个均放热的连续反应, 其中 MG 生成乙二醇的反应为可逆反应。



(4)在 2MPa、Cu/SiO₂ 催化、固定流速条件下, 发生上述反应, 初始氢酯比

$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{DMO})} = 52.4$, 出口处检测到 DMO 的实际转化率及 MG、乙二醇、乙醇的选择

性随温度的变化曲线如图所示[某物质的选择性 = $\frac{n_{\text{全成}}(\text{该物质})}{n_{\text{消耗}}(\text{DMO})} \times 100\%$]。



①已知曲线II表示乙二醇的选择性, 则曲线_____ (填图中标号, 下同)表示 DMO 的转化率, 曲线_____ 表示 MG 的选择性。

②有利于提高 A 点 DMO 转化率的措施有_____ (填标号)。

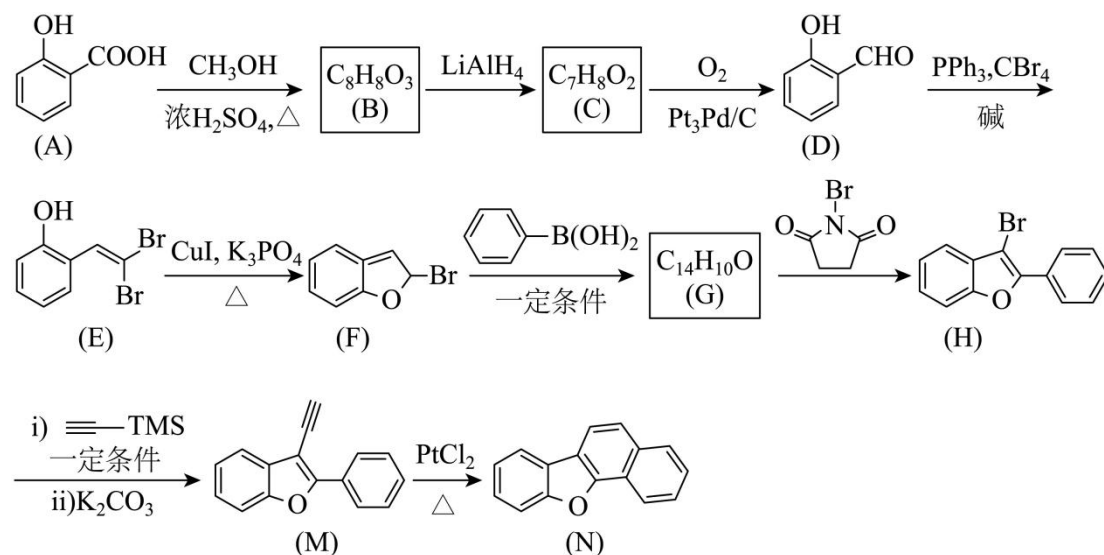
- A. 降低温度 B. 增大压强
C. 减小初始氢酯比 D. 延长原料与催化剂的接触时间

③483K 时, 出口处 $\frac{n(\text{乙醇})}{n(\text{DMO})}$ 的值为_____ (精确至 0.01)。

④A 点反应 $\text{MG}(g) + 2\text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(g) + \text{CH}_3\text{OH}(g)$ 的浓度商 $Q_x =$ _____

(用物质的量分数代替浓度计算，精确至 0.001)。

19. 含呋喃骨架的芳香化合物在环境化学和材料化学领域具有重要价值。一种含呋喃骨架的芳香化合物合成路线如下：



回答下列问题：

(1) A→B 的化学方程式为_____。

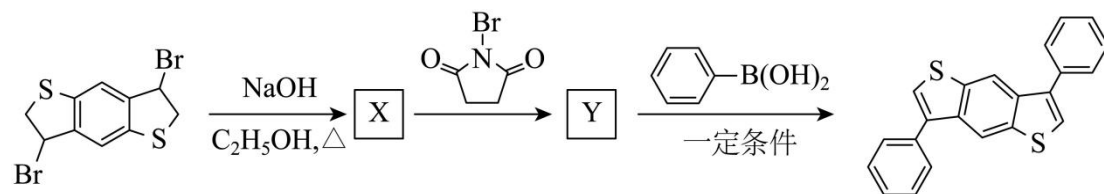
(2) C→D 实现了由_____到_____的转化(填官能团名称)。

(3) G→H 的反应类型为_____。

(4) E 的同分异构体中，含苯环(不含其他环)且不同化学环境氢原子个数比为 3:2:1 的同分异构体的数目有_____种。

(5) M→N 的三键加成反应中，若参与成键的苯环及苯环的反应位置不变，则生成的与 N 互为同分异构体的副产物结构简式为_____。

(6) 参考上述路线，设计如下转化。X 和 Y 的结构简式分别为_____和_____。



1. D

【详解】A. 石灰石煅烧是碳酸钙分解生成氧化钙和二氧化碳，有新物质生成，属于化学变化，A 不符合题意；

B. 磁铁矿炼铁是四氧化三铁被还原为铁单质，有新物质生成，属于化学变化，B 不符合题意；

C. 煤的液化是通过化学反应将煤转化为液态燃料，生成新物质，属于化学变化，C 不符合题意；

D. 石油分馏是利用沸点差异分离混合物，未生成新物质，属于物理变化，D 符合题意；

故答案选 D。

2. C

【详解】

A. CO_2 中 C 和 O 之间有两对共用电子，其结构为 $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$ ，A 错误；

B. H_2O 的中心原子为 O，根据价层电子对互斥理论，其外层电子对数为 4，VSEPR 模型为四面体形，O 原子与 H 原子形成共价键，剩余两对孤电子对，因此， H_2O 为 V 形分子，B 错误；

C. NH_4Cl 由 NH_4^+ 和 Cl^- 组成为离子化合物，晶体类型为离子晶体，C 正确；

D. NH_4HCO_3 溶液中含有 NH_4^+ 和 HCO_3^- ， NH_4^+ 可以与水分子形成氢键，增大了 NH_4^+ 在水中的溶解度，D 错误；

故答案选 C。

3. B

【详解】A. 反应中各分子的 σ 键不全是 p-p σ 键。例如， H_2O 中的 H-O 键是 s-p σ 键，而非 p-p σ 键，A 错误；

B. 根据价层电子对互斥理论， Cl_2O 中 O 原子周围的孤电子对数为 $\frac{1}{2}(6-2 \times 1)=2$ ，还含有 2 个成键电子对，因此其 VSEPR 模型为四面体形； H_2O 中 O 原子周围的孤电子对数为

$\frac{1}{2}(6-2 \times 1)=2$ ，还含有 2 个成键电子对，因此其 VSEPR 模型为四面体形； HClO 中 O 原子周围的孤电子对数为 $\frac{1}{2}(6-2 \times 1)=2$ ，还含有 2 个成键电子对，因此其 VSEPR 模型为四面体形；

反应中各分子的 VSEPR 模型均为四面体形，B 正确；

C. Cl 的原子半径大于 H，Cl-O 键长应大于 H-O 键长，因此 C 错误；

D. HClO 中 Cl 的最外层电子数为 7, 其 1 个价电子与 O 形成共价键, 剩余 6 个价电子形成 3 对孤电子对, D 错误;

故答案选 B。

4. A

【详解】A. 反应①电解熔融 NaCl 生成 Cl_2 , 标准状况下 11.2L Cl_2 为 0.5mol, 含 $0.5 \times 2 = 1\text{mol}$ 原子, 即 N_A , A 正确;

B. 2.3g Na (0.1mol) 与氧气加热反应生成 0.05mol Na_2O_2 , 每个 Na_2O_2 含 1 个 O-O 非极性键, 所以非极性键数目为 $0.05N_A$, B 错误;

C. Na_2O_2 与水反应生成氢氧化钠和氧气, 化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$,

1mol Na_2O_2 与水反应转移 1mol 电子, 数目为 N_A , C 错误;

D. ClO^- 在水中会水解, 故 ClO^- 数目小于 $0.1N_A$, D 错误;

故选 A。

5. C

【详解】A. 由 I 的结构可知, 其含有碳碳双键, 酯基, 氰基三种官能团, A 错误;

B. II 为高分子聚合物, 含有酯基和氰基, 氰基遇水不会水解, 需要再一定条件下才能水解, 所以遇水不会溶解, B 错误;

C. II 为高分子聚合物, 相对分子质量较高, 导致熔点较高, 常温下为固态, C 正确;

D. 根据 I 转化为 II 的结构分析, 双键断开, 且没有小分子生成, 发生加聚反应, D 错误;

故选 C。

6. A

【详解】A. 醇的催化氧化反应中, 铜作催化剂, 先发生 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$, 然后乙醇与 CuO 在加热条件下 $\text{CuO} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$, A 错误;

B. 因为溶度积常数 $K_{sp}(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ 大于 $K_{sp}(\text{Fe}(\text{OH})_3)$, 所以 Fe^{3+} 与 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 发生沉淀转化生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 符合溶度积规则, B 正确;

C. Fe^{2+} 与 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应生成 $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 沉淀, 化学方程式为

$\text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{K}^+ = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$, 电荷和配平正确, 蓝色浑浊现象合理, C 正确;

D. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 在碱性条件下转化为 CrO_4^{2-} , 化学方程式为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{OH}^- = 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 颜色由橙变黄, D 正确;

故选 A。

7. D

【分析】 $(\text{YW}_2)_2\text{XZ}$ 为有机物, 基态 X、Z 原子均有 2 个单电子, X、Z 分别为 IVA 族和 VIA 族元素, X、Y、Z 同周期、原子序数依次增大, 若 X、Y、Z 为第三周期元素, 则 X、Y、Z 分别为 Si、P、S; 若 X、Y、Z 为第二周期元素, 则 X、Y、Z 分别为 C、N、O; 又 YW_4ZXY 为无机物, $(\text{YW}_2)_2\text{XZ}$ 为有机物, 所以 X、Y、Z 分别为 C、N、O, W、X、Y、Z 原子序数依次增大, 能形成 YW_4ZXY , 则 W 为 H, 综上所述, W、X、Y、Z 分别为 H、C、N、O。

【详解】A. C、N、O 同周期, 同一周期主族元素, 从左到右第一电离能有逐渐增大的趋势, 第 VA 族的第一电离能大于同周期相邻的两种元素, 则第一电离能 $\text{N} > \text{O} > \text{C}$, 故 A 错误;

B. 甲为 NH_4OCN , NH_4^+ 中有 N 原子提供孤对电子、 H^+ 提供空轨道形成的 $\text{N} \rightarrow \text{H}$ 配位键, 故 B 错误;

C. 乙为 $\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$, 其中有 4 个 N-H、2 个 C-N、碳氧原子之间 1 个 σ 键, 则一个

$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$ 中有 7 个 σ 键、1 个 π 键, σ 键与 π 键的数目比为 7: 1, 故 C 错误;

D. 甲为 NH_4OCN , 其中的 C 原子与 N 原子形成三键、与 O 原子形成单键, σ 键电子对数

为 2, 无孤对电子, C 原子采取 sp 杂化, 乙为 $\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$, 其中的 C 原子形成 3 个 σ

键, 即 σ 键电子对数为 3, 无孤对电子, C 原子采取 sp^2 杂化, 故 D 正确;

故答案为: D。

8. B

【详解】A. 碱石灰为 NaOH 和 CaO 的混合物, 既能吸收 HCl 又能吸收 Cl_2 , 不能用碱石灰除去 Cl_2 中的 HCl , 故 A 错误;

B. 铜丝和稀硝酸反应生成硝酸铜、 NO 和水, NO 难溶于水, U 形管左侧与大气隔绝, 即 NO 存在于无氧环境中, 故 B 正确;

C. S 微溶于酒精、易溶于 CS_2 , 不能用乙醇萃取 CS_2 中的 S, 故 C 错误;

D. 关闭 K_1 、打开 K_2 时, 该装置为电解池, 锌为活性阳极, 无氧气生成, 阴极生成氢气, 则打开 K_1 、关闭 K_2 时, 不能形成氢氧燃料电池, 故 D 错误;

故答案为: B。

9. B

【详解】A. W 位于立方体的顶角, 以顶角 W 为例, 在此晶胞内, 离该顶角最近且距离相等的 O 原子位于该顶角所在 3 条棱的棱心, 由于该顶角在 8 个晶胞里, 而棱上的原子被 4 个晶胞共有, 所以与 W 最近且距离相等的 O 原子有 $3 \times 8 \times \frac{1}{4} = 6$, 故 A 正确;

B. O 元素化合价为 -2 价, 负化合价总数为 -6, 设 W 元素的平均化合价为 y, 据正负化合价代数和为 0 可得: $-6 + y + x = 0$, $y = 6 - x$, x 的值增大 y 减小, 即 W 元素的平均化合价降低, 故 B 错误;

C. $0.44 \leq x \leq 0.95$ 时, 立方晶胞中 W 个数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$ 、O 个数为 $12 \times \frac{1}{4} = 3$, 若 $x = 0.5$, 晶胞质量为 $m = \frac{184 + 16 \times 3 + 23x}{N_A} \text{g}$, 晶胞体积为 $V = (a \times 10^{-10})^3 \text{cm}^3$, 则密度

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{184 + 16 \times 3 + 23 \times 0.5}{N_A} \text{g/cm}^3 = \frac{243.5 \times 10^{30}}{a^3 \cdot N_A} \text{g/cm}^3, \text{ 所以密度为 } \frac{243.5 \times 10^{30}}{a^3 \cdot N_A} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3} \text{ 时,}$$

$x = 0.5$, 故 C 正确;

D. Na_xWO_3 晶体因 x 变化形成空位而导致颜色各异, 即空位数不同, 吸收的可见光波长不同, 故 D 正确;

故答案为: B。

10. A

【详解】A. 由反应 $\text{I} \rightarrow \text{II}$ 可知, 2 分子 I 通过加成得到 1 分子 II, 该反应为加成反应, A 错误;

B. I 和 II 中都存在羟基, 可以发生酯化反应, B 正确;

C. I 和 II 中都存在酰胺基, 可以发生水解反应, C 正确;

D. 根据反应 $\text{I} \rightarrow \text{II}$ 可知, 2 分子 I 通过加成得到 1 分子 II, 双键加成形成环状结构, 乙烯在 UV 下能生成环丁烷, D 正确;

答案选 A。

11. C

【分析】矿石(含 MnO_2 、 Co_3O_4 、 Fe_2O_3)经过硫酸和稻草浸出过滤得到滤液, 滤液含有 Fe^{3+} 、

Mn^{2+} 、 Co^{2+} ，加入 Na_2CO_3 沉铁得到 FeOOH ，过滤，滤液再加入 Na_2S 沉钴得到 CoS ，过滤最后得到硫酸锰溶液。

【详解】A. 根据分析可知，加入硫酸和稻草浸出，硫酸作催化剂和浸取剂，A 正确；

B. 生物质(稻草)是可再生的，且来源广泛，B 正确；

C. 根据图示可知，“浸出”时，Fe 的化合价没有变化，Fe 元素没有被还原，C 错误；

D. “沉钴”后的上层清液存在 CoS 的沉淀溶解平衡，满足 $Q=K_{sp}=c(\text{Co}^{2+})\cdot c(\text{S}^{2-})=10^{-20.4}$ ，D 正确；

答案选 C

12. C

【分析】I 中 KMnO_4 与水样中的有机物在碱性条件下反应得到 MnO_2 ，溶液中剩余有 KMnO_4 ，II 中在酸性条件下 KMnO_4 、 MnO_2 与 I^- 反应得到 I_2 单质和 Mn^{2+} ，III 中生成的 I_2 再用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定。

【详解】A. II 中 MnO_4^- 和 MnO_2 在酸性条件下与过量的 KI 反应得到 I_2 和 Mn^{2+} ，存在 $\text{MnO}_2+2\text{I}^-+4\text{H}^+=\text{Mn}^{2+}+\text{I}_2+2\text{H}_2\text{O}$ ，A 正确；

B. II 中避光防止 I_2 升华挥发，加盖防止 I^- 被氧气氧化，B 正确；

C. 整个反应中， KMnO_4 得电子生成 Mn^{2+} ，有机物和碘离子失去电子数目与 KMnO_4 得电子数目相等，III 中消耗的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 越多，说明生成的 I_2 单质越多，也说明有机物消耗的 KMnO_4 的量少，水样中的 COD 值越低，C 错误；

D. 若 I 中为酸性条件， Cl^- 会与 KMnO_4 反应，水样中的 COD 值偏高，D 正确；

答案选 C。

13. D

【分析】放电过程中 a、b 极均增重，这说明 a 电极是负极，电极反应式为

$\text{Cu}_2\text{O}+2\text{H}_2\text{O}+\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{Cl}+\text{H}^+$ ，b 电极是正极，电极反应式为 $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3+2\text{e}^-+2\text{Na}^+=\text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$ ，据此解答。

【详解】A. 放电时 b 电极是正极，阳离子向正极移动，所以 Na^+ 向 b 极迁移，A 正确；

B. 负极消耗氯离子，正极消耗钠离子，所以该电池可用于海水脱盐，B 正确；

C. a 电极是负极，电极反应式为 $\text{Cu}_2\text{O}+2\text{H}_2\text{O}+\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{Cl}+\text{H}^+$ ，C 正确；

D. 若以 Ag/AgCl 电极代替 a 极，此时 Ag 失去电子，结合氯离子生成氯化银，所以电池不会失去储氯能力，D 错误；

答案选 D。

14. A

【详解】A. 根据图像可知氢离子浓度影响振幅大小，A 错误；

B. 反应④中亚硫酸被氧化，反应的离子方程式为 $3\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{BrO}_3^- = 3\text{SO}_4^{2-} + \text{Br}^- + 6\text{H}^+$ ，B 正确；

C. 由于①②为快速反应，而溴酸根离子直接氧化的是亚硫酸，所以反应①~④中， H^+ 对 SO_3^{2-} 的氧化起催化作用，C 正确；

D. 根据题干信息和图像可知利用 pH 响应变色材料，可将 pH 振荡可视化，D 正确；

答案选 A。

15. B

【分析】pH 越小，酸性越强， Ag^+ 浓度越大，氨气浓度越小，所以 III 代表 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ，II 代表 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ ，IV 代表 NH_3 ，I 代表 Ag^+ ，据此解答。

【详解】A. 根据以上分析可知 III 为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的变化曲线，A 正确；

B. 溶液中存在电荷守恒，D 点时溶液显碱性，则 $c(\text{NH}_4^+) - c(\text{OH}^-) < 0.1 - c(\text{H}^+)$ ，B 错误；

C. 根据图像可知 D 点时 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 和 Ag^+ 浓度相等，此时氨气浓度是 $10^{-3.24}$ ，根据

$\text{Ag}^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 可知 $K_1 = 10^{3.24}$ ，C 正确；

D. C 点时 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 和 Ag^+ 浓度相等，B 点时 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 和 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 浓度相等，

所以反应的 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的平衡常数为 $10^{3.8}$ ，因此

$K_2 = 10^{3.24} \times 10^{3.8} = 10^{7.04}$ ，C 点时 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 和 Ag^+ 浓度相等，所以

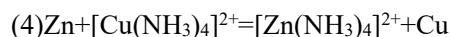
$c(\text{NH}_3) = \sqrt{10^{7.04}} = 10^{-3.52} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，D 正确；

答案选 B。

16. (1)2

(2) SO_4^{2-}

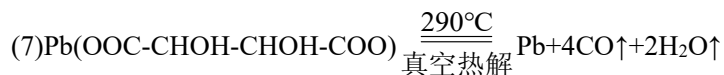
(3) 温度升高，浸出速率增大，浸出率升高，温度过高时， $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解生成 NH_3 逸出，且温度高时过二硫酸铵分解，造成浸出率减小



(5) Fe

(6) pH 值升高, OH⁻浓度增大, 平衡 $\text{A}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{OH}^-$ 逆向移动, A^{2-} 离子浓度增大,

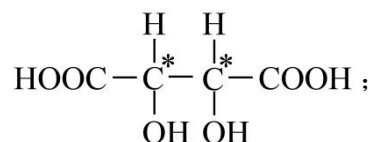
平衡 $\text{PbSO}_4(\text{s}) + \text{A}^{2-} \rightleftharpoons \text{PbA} + \text{SO}_4^{2-}$ 正向移动, PbA 产率增大 $\text{Pb}(\text{OH})_2$



【分析】废渣用 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 氧化浸出过滤, 滤液中有 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 和 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 滤渣 1 有 PbSO_4 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 滤液加 Zn 置换出 Cu, 除铜后的溶液加 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 沉锌, 得到 ZnS, 滤渣 1 用 H_2A 和 Na_2A 浸铅后过滤, 滤渣 2 含 Fe 元素, 滤液经过结晶得到 PbA, 再真空热解得到纯 Pb。

【详解】(1)

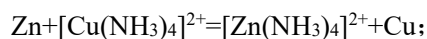
碳原子周围连接四个不同的原子或原子团为手性碳原子, H_2A 分子中手性碳原子有 2 个,



(2) “氧化浸出”时, 过二硫酸根作氧化剂, 过二硫酸根转变为 SO_4^{2-} ;

(3) “氧化浸出”时, 温度升高, 浸出速率增大, 浸出率升高, 温度过高时, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解生成 NH_3 逸出, 且温度高时过二硫酸铵分解, 造成浸出率减小;

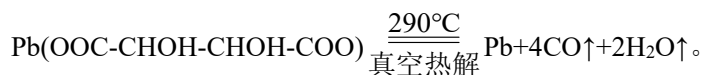
(4) 加入 Zn 发生置换反应, 从 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 置换出 Cu 单质, 离子方程式为:



(5) 根据分析, 滤渣 1 有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 PbSO_4 , 用 H_2A 和 Na_2A 浸铅后过滤, 滤渣 2 含 Fe 元素的沉淀;

(6) “浸铅”步骤发生 $\text{PbSO}_4(\text{s}) + \text{A}^{2-} \rightleftharpoons \text{PbA} + \text{SO}_4^{2-}$, Na_2A 溶液中存在 $\text{A}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{OH}^-$, pH 值升高, OH⁻浓度增大, 平衡 $\text{A}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{OH}^-$ 逆向移动, A^{2-} 离子浓度增大, 平衡 $\text{PbSO}_4(\text{s}) + \text{A}^{2-} \rightleftharpoons \text{PbA} + \text{SO}_4^{2-}$ 正向移动, PbA 产率增大; pH 过高时, OH⁻浓度过大, 会生成 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 沉淀, 造成 PbA 产率降低;

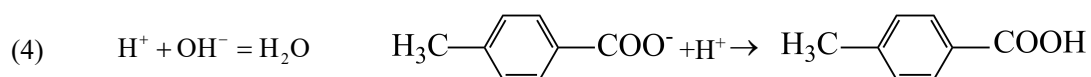
(7) 290°C “真空热解”PbA 即 $\text{Pb}(\text{OOC}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{COO})$ 生成 Pb 单质和 2 种气态氧化物为 CO 和 H_2O , 反应的化学方程式为:



17. (1) 绿色环保 减少副产物的生成

(2) 50

(3) 除去未反应完的 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$



(5) ③ ① ④ 氧气

【分析】0.12g 对甲基苯甲醛和 1.0mL 丙酮在有空气存在、光照条件下反应，反应基本结束后，蒸去溶剂丙酮，加入过量稀 NaOH 溶液，充分反应后，用乙酸乙酯洗涤，弃去有机层，然后用稀盐酸调节水层 pH=1 后，再用乙酸乙酯萃取，用饱和食盐水洗涤有机层，无水 Na_2SO_4 干燥，过滤，蒸去溶剂，得目标产物。

【详解】(1)

KMnO_4 作氧化剂时可将 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 氧化为对苯二甲酸，即有副反应发生，该

制备反应在有空气存在、光照条件下发生时，以空气中氧气为氧化剂，既绿色环保，又没有对苯二甲酸生成，所以反应的优点为绿色环保，减少副产物的生成：

(2)

起始 0h 时只有 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ ，5h 时只有 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ ， $a : a' = 2 : 1$ ，

则 2h 时反应液中既有 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 又有 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ ，且两者物质的量之比为 1 : 1，即对甲基苯甲醛转化率约为 50%：

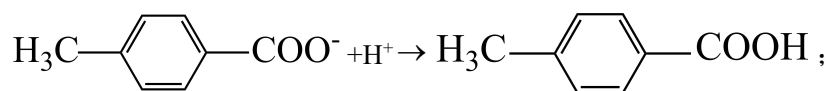
(3)

蒸去溶剂丙酮后，加入过量稀 NaOH 溶液将对甲基苯甲酸转化为对甲基苯甲酸钠进入水层，

则充分反应后，用乙酸乙酯洗涤的目的是除去未反应完的 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ ；

(4)

步骤 II 加入过量稀 NaOH 溶液将对甲基苯甲酸转化为对甲基苯甲酸钠，步骤 III 中加稀盐酸调节水层 pH=1 反应的离子方程式为： $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 、



(5)

丙酮易挥发，为保证 $^{18}\text{O}_2$ 气氛，通 $^{18}\text{O}_2$ 前，需先使用“循环冷冻脱气法”排出装置中(空气中和溶剂中)的 $^{16}\text{O}_2$ ，即反应液中有 $^{16}\text{O}_2$ ，冷冻可排走一部分溶解的 $^{16}\text{O}_2$ ，然后打开阀门抽气，一段时间后，再关闭阀门，待反应液恢复室温后，再冷冻反应液，即“循环冷冻脱气法”，所以操作顺序为：①→②→③→①→④(填标号)，重复后四步操作数次；

$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 的相对原子质量为 136，太阳光，空气，室温， $\text{CH}_3\text{C}^{18}\text{OCH}_3$ ，5h 得到的物质相对原子质量为 136，为 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ ，而太阳光， $^{18}\text{O}_2$ ，室温， CH_3COCH_3 ，5h 得到的物质相对原子质量为 138，说明目标产物中羧基 O 来源于醛基和空气中的氧气。

18. (1)<

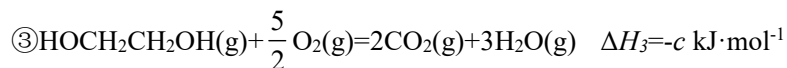
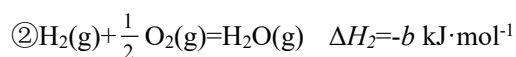
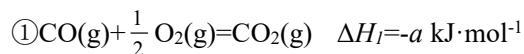
(2)-2a-3b+c(或 c-2a-3b)

(3)温度过高，反应平衡常数较小导致产率过低(或温度过高，催化剂的催化活性下降导致产率过低)

(4) I IV BD 1.98 0.025

【详解】(1) 根据表格中的数据，反应温度升高反应的平衡常数减小，说明反应向逆反应方向移动，又因升高温度向吸热反应方向移动，故逆反应为吸热反应，正反应为放热反应，该反应的 $\Delta H < 0$ 。

(2) 根据已知条件可以写出如下热化学方程式：



根据盖斯定律，用反应③减去 2 倍反应①和 3 倍反应②即可得到目标方程式，故目标方程式的 $\Delta H = (c - 2a - 3b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) 根据表格中的平衡常数，反应温度在 500K 时，平衡常数 $K < 1.3 \times 10^{-3}$ ，此时平衡常数过小，导致乙二醇产率过低；或温度过高，催化剂的催化活性下降，导致乙二醇打标产率过

低。

(4) 根据图示的曲线, 随着反应的温度升高 I 曲线的变化趋势为上升后逐渐平衡, 此时说明 DMO 的转化率区域恒定, 故 I 曲线为 DMO 的实际转化率曲线; 又已知 II 为乙二醇的选择性曲线, 观察曲线 II 和曲线 IV 可知, 随着反应的进行 MG 逐渐转化为乙二醇, 故曲线 IV 为 MG 的选择性曲线, 因此曲线 III 为乙醇的选择性曲线。

①根据上述分析, 曲线 I 为 DMO 的实际转化率曲线; 曲线 IV 为 MG 的选择性曲线;

②A. 根据图示, 降低温度, DMO 的转化率降低, A 不符合题意;

B. 增大压强, 反应体系中的活化分子数增加, 化学反应速率加快, DMO 的转化率增大, B 符合题意;

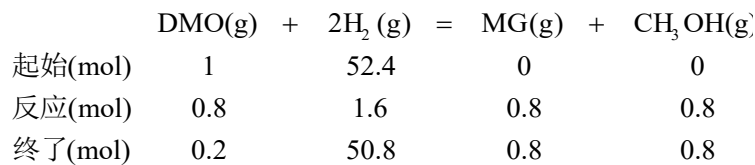
C. 减小初始的氢酯比导致体系中氢含量下降, DMO 的转化率降低, C 不符合题意;

D. A 点时 DMO 的转化率为 80%, 升高温度后转化率持续上升说明 A 点时反应未平衡, 延长原料和催化剂的反应时间可以促进反应的继续进行, 增大 DMO 的转化率, D 符合题意;

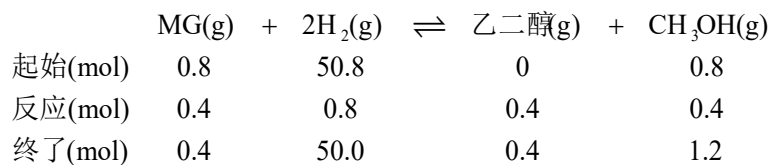
故答案选 BD;

③483K 时, DMO 的实际转化率为 99%, 设起始投入反应的 DMO 为 100mol, 则出口流出的乙醇的物质的量为 $100\text{mol} \times 99\% \times 2\% = 1.98\text{mol}$, 此时还有 1mol DMO 未反应从出口流出, 因此出口处 $\frac{n(\text{乙醇})}{n(\text{DMO})} = \frac{1.98\text{mol}}{1\text{mol}} = 1.98$;

④设初始时 H_2 与 DMO 的投料分别为 52.4mol 和 1mol, A 点时 DMO 的实际转化率为 80%, MG 和乙二醇的选择性为 50%, 假设该反应分步进行, 第一步发生 DMO 转化为 MG, 可写出如下关系:

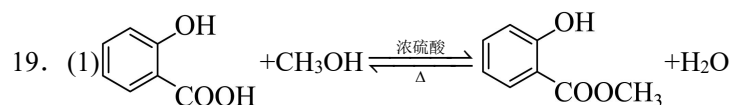


第二步反应, MG 转化为乙二醇, 可写出如下关系:



这时, 体系中 DMO 的物质的量为 0.2mol、MG 的物质的量为 0.4mol、 H_2 的物质的量为 50.0mol、 CH_3OH 的物质的量为 1.2mol、乙二醇的物质的量为 0.4mol, 体系中总物质的量为 $0.2+0.4+50.0+1.2+0.4=52.2\text{mol}$ 。用物质的量分数代替浓度计算反应的浓度熵

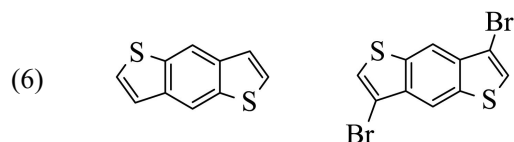
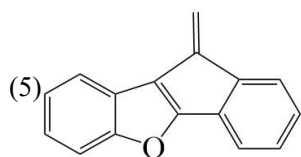
$$Q_x = \frac{\frac{0.4\text{mol}}{52.2\text{mol}} \times \frac{1.2\text{mol}}{52.2\text{mol}}}{\frac{0.4\text{mol}}{52.2\text{mol}} \times \left(\frac{50.0\text{mol}}{52.2\text{mol}}\right)^2} = 0.025。$$



(2) 羟基 醛基

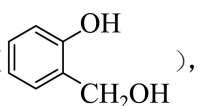
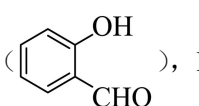
(3) 取代反应

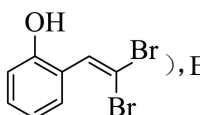
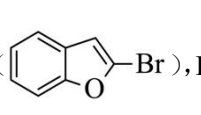
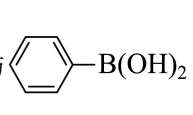
(4) 4

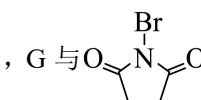
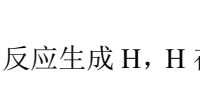


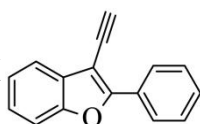
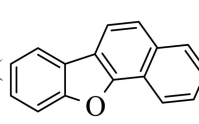
【分析】

A 为邻羟基苯甲酸, 与甲醇发生酯化反应生成 B () ,  在 LiAlH_4

的作用下, 发生还原反应生成 C () , C 被氧气氧化为 D () , D 和

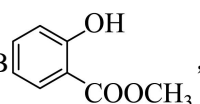
CBr_4 反应生成 E () , E 在 CuI 作用下, 生成 F () , F 与 

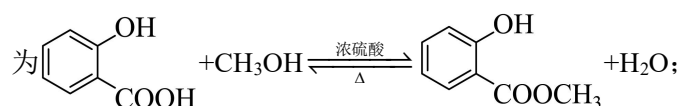
反应生成 G, 结合 H 的结构可推出 G 为  , G 与  反应生成 H, H 在

一定条件下转化为 M () , M 与 PtCl_2 反应生成 N () , 据

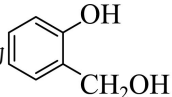
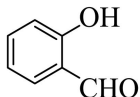
此解答。

【详解】(1)

由分析可知, A 为邻羟基苯甲酸, 与甲醇发生酯化反应生成 B  , 化学方程式

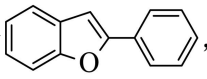
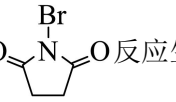
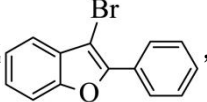


(2)

由分析可知, C 为 , C 被氧气氧化为 D () , 羟基转化为醛基, 故

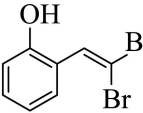
答案为: 羟基; 醛基;

(3)

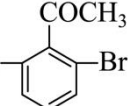
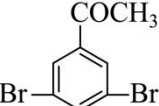
G 为 , 与  反应生成 , 属于取代反应的特征, 故答

案为: 取代反应;

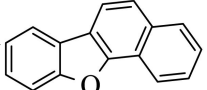
(4)

E 为 , 含苯环(不含其他环)且不同化学环境氢原子个数比为 3:2:1 的同分异构体,

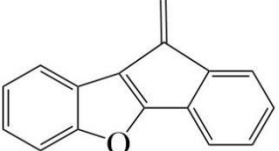
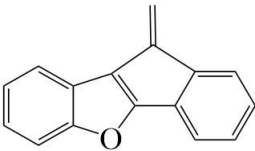
如果为醛基, 溴原子, 甲基的组合时, 可形成   两种, 如果为酮

碳基, 溴原子组合时可形成  , 一共有 4 种, 故答案为: 4;

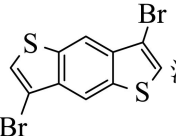
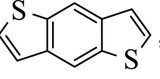
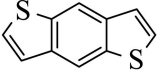
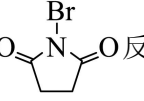
(5)

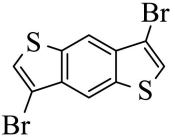
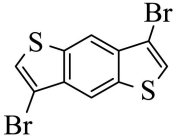
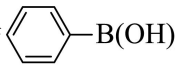
M→N 的三键加成反应中, 若参与成键的苯环及苯环的反应位置不变, N 为 ,

可以推断出 M 中的三键与右侧苯环连接时可以形成 N 中的六元环或五元环, 因此可能的副

产物为  , 故答案为:  ;

(6)

参考上述路线, 可先将  消去生成 ,  再与  反

应生成 ,  与  在一定条件下得到目标产物

