

# 2023—2024 学年高三年级冬季教学质量检测

## 化学·答案

1~14 题,每小题 3 分,共 42 分。

### 1. 答案 B

**命题透析** 本题以环境保护为情境,考查生活垃圾、汽车尾气等知识,意在考查接受、吸收、整合化学信息的能力,科学态度与社会责任的核心素养。

**思路点拨** 生活垃圾焚烧尾气经脱硫脱硝后排放,可以减少二氧化硫和氮氧化物的排放,能减少空气污染,但不能达到零污染,A 项错误;在汽车尾气排放系统中安装催化转化器,可以将尾气中的氮氧化物等转化为氮气等无毒气体,减少污染,B 项正确;大量使用一次性口罩、防护服等会形成大量需要处理的垃圾,不符合绿色环保理念,C 项错误;二氧化碳人工合成淀粉,降低了二氧化碳的排放,从而降低“温室效应”,“光化学烟雾”的形成是氮的氧化物造成的,D 项错误。

### 2. 答案 D

**命题透析** 本题以化学用语为素材,考查物质的结构知识,意在考查分析与推测能力,宏观辨识与微观探析的核心素养。

**思路点拨** 基态氧原子的价电子轨道表示式中的 2p 轨道上应有两个方向相同的单电子,A 项错误; $\text{H}_2\text{O}$  分子的 VSEPR 模型应标出 O 原子中的 2 对孤电子对,B 项错误; $\text{HClO}$  的电子式为  $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{Cl}}:$ ,C 项错误;中子数为 10 的氧原子为  $^{18}_8\text{O}$ ,D 项正确。

### 3. 答案 D

**命题透析** 本题以柠檬酸铁铵为素材,考查物质的结构与性质知识,意在考查分析判断能力,宏观辨识与微观探析的核心素养。

**思路点拨** 氮原子 2p 能级上电子排布是半充满状态,比较稳定,第一电离能较高,故第一电离能: $\text{N} > \text{O} > \text{C} > \text{Fe}$ ,A 项正确; $\text{H}_2\text{O}_2$  的结构式为  $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ ,分子中只存在  $\sigma$  键,B 项正确;基态  $\text{Fe}^{3+}$  的核外电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ ,两种自旋状态的电子数之比为 9:14,C 项正确; $\text{NH}_3$  分子中氮原子为  $sp^3$  杂化,在形成氨分子时,是氮原子的  $sp^3$  杂化轨道与氢原子的 1s 轨道形成 N—H 键,D 项错误。

### 4. 答案 B

**命题透析** 本题以汽车尾气的无害处理为素材,考查原电池知识,意在考查分析与推测能力,证据推理与模型认知的核心素养。

**思路点拨** 石墨 I 电极上 NO 反应生成  $\text{N}_2$ ,氮元素化合价降低,属于还原反应,石墨 I 为正极,A 项错误;电池工作时  $\text{O}^{2-}$  向负极移动,即向石墨 II 电极处移动,B 项正确;石墨 II 为负极,电极反应式为  $\text{CO} - 2e^- + \text{O}^{2-} = \text{CO}_2$ ,C 项错误;28 g  $\text{N}_2$  是 1 mol,氮元素化合价由 +2 价降低为 0 价,每生成 1 mol  $\text{N}_2$  转移 4 mol 电子,D 项错误。

## 5. 答案 I

**命题透析** 本题以咖啡因的情境,考查有机物结构与性质知识,意在考查理解与辨析能力,宏观辨识与微观探析的核心素养。

**思路点拨** 咖啡因含 N、O 元素,不属于芳香烃,A 项错误;咖啡因不含酯基,B 项错误;咖啡因分子中含 4 种不同环境的氢原子,C 项错误;咖啡因分子中含 8 个碳原子、10 个氢原子、4 个氮原子、2 个氧原子,D 项正确。

## 6. 答案 C

**命题透析** 本题以某药物的结构为素材,考查元素周期律应用知识,意在考查分析与推测能力,证据推理与模型认知的核心素养。

**思路点拨** 根据 W 元素的原子序数最大且带一个单位正电荷可知 W 是 Na,由结构式的阴离子成键可知 X 是 H、Y 是 C、Z 是 O。简单离子半径: $O^{2-} > Na^+ > H^+$ ,A 项错误;X 和 Z 可以形成  $H_2O$  和  $H_2O_2$ ,X 与 Y 可以形成  $CH_4$ 、 $C_6H_6$  等, $H_2O_2$  易分解,B 项错误;O 与另外三种元素可组成  $CO$ 、 $H_2O_2$ 、 $Na_2O_2$ ,原子个数比均为 1:1,C 项正确;Y 形成的单质中,金刚石为共价晶体,石墨为混合型晶体,D 项错误。

## 7. 答案 A

**命题透析** 本题以实验装置为背景,考查胶体的制备、氨气、二氧化氮的制取等知识,意在考查探究与创新能力,科学探究与创新意识的核心素养。

**思路点拨** 向沸水中滴加饱和  $FeCl_3$  溶液可制备  $Fe(OH)_3$  胶体,A 项正确;浓氨水滴入到  $NaOH$  固体中生成  $NH_3$ ,通过碱石灰吸收  $NH_3$  中的水蒸气, $NH_3$  的密度比水小,收集  $NH_3$  时导管应插入试管底部,B 项错误; $NO_2$  与水反应,不能用排水法收集,C 项错误;蒸馏操作时,温度计的水银球应在蒸馏烧瓶的支管口处,D 项错误。

## 8. 答案 B

**命题透析** 本题以制备硫酸锶的部分工艺流程为素材,考查物质转化知识,意在考查理解与辨析能力,宏观辨识与微观探析的核心素养。

**思路点拨** “沉淀”反应是  $(NH_4)_2SO_4 + Sr(OH)_2 \rightleftharpoons SrSO_4 \downarrow + 2NH_3 \uparrow + 2H_2O$ ,气体 X 是  $NH_3$ ,可以循环利用,A 项正确;“转化”过程的总离子方程式为  $SrSO_4 + HCO_3^- + NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons SrCO_3 + SO_4^{2-} + NH_4^+ + H_2O$ ,B 项错误;“转化”中反应温度不宜过高,防止一水合氨分解使  $NH_3$  逸出,且控制氨水过量可促进产生更大浓度的  $CO_3^{2-}$ ,促进沉淀转化,C 项正确;流程中涉及  $SrCO_3$ 、 $NH_3 \cdot H_2O$  的分解反应以及  $SrO + H_2O \rightleftharpoons Sr(OH)_2$  的化合反应,D 项正确。

## 9. 答案 D

**命题透析** 本题以黄铁矿在细菌和空气的作用下风化的反应过程为素材,考查氧化还原反应、物质结构知识,意在考查理解与辨析能力,变化观念与平衡思想的核心素养。

**思路点拨**  $SO_4^{2-}$  的 VSEPR 模型与空间结构均为正四面体形,A 项错误;反应 I: $FeS_2 \rightarrow Fe^{2+}$  过程中 Fe 化合价未发生变化,B 项错误;反应 II: $4FeS_2 + 15O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4Fe^{3+} + 8SO_4^{2-} + 4H^+$ ,可知参加反应的  $n(O_2) : n(H_2O) = 15 : 2$ ,C 项错误;反应 I 和 II 中都只有  $O_2$  是氧化剂,按  $O_2$  比例计算,氧化 1 mol  $FeS_2$  转移的电子数之比为 2:15,D 项正确。

## 10. 答案 A

观念与平衡思想的核心素养。

**思路点拨** 根据燃烧热的概念可写出① $\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;

② $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; ③ $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) + \frac{15}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 6\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$\Delta H = -3267.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。根据盖斯定律,由(① $\times 6$  + ② $\times 3$  - ③)可得: $6\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$

$\Delta H = +49.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , A 项正确。

### 11. 答案 A

**命题透析** 本题以  $\text{CO}_2$  催化加氢合成甲醇的反应历程为素材,考查化学反应原理知识,意在考查理解与辨析能力,变化观念与平衡思想的核心素养。

**思路点拨** 活化能越大,反应速率越慢,最慢的一步即为决速步, A 项正确;升高温度,正逆反应速率均加快, B 项错误;该反应为  $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ , 是气体分子数减少的反应,即  $\Delta S < 0$ , 而由图可知该反应的  $\Delta H < 0$ , 由反应自发进行时  $\Delta H - T\Delta S < 0$  可知,温度越低越有利于反应自发进行, C 项错误;  $\eta = 3$  时,  $\text{CH}_3\text{OH}$  的体积分数最大, D 项错误。

### 12. 答案 C

**命题透析** 本题以晶胞为情境,考查晶体结构与性质知识,意在考查归纳与论证能力,证据推理与模型认知的核心素养。

**思路点拨** 由空间填充图可知,氯化铝二聚体的分子式为  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$ , A 项错误;由晶胞图知,  $\text{F}^-$  的配位数是 2, B 项错误;由  $\text{AlF}_3$  的晶胞结构可知,晶胞中含  $\text{F}^-$  个数为  $12 \times \frac{1}{4} = 3$ ,  $\text{Al}^{3+}$  个数为  $8 \times \frac{1}{8} = 1$ , 化学式为  $\text{AlF}_3$ ,  $19 \times$

$3 + 27 = \rho \cdot N_A \cdot a^3 \times 10^{-30}$ ,  $a = \sqrt[3]{\frac{8.4 \times 10^{31}}{\rho \cdot N_A}}$ , C 项正确;  $\text{AlCl}_3$  是分子晶体,  $\text{AlF}_3$  为离子晶体, D 项错误。

### 13. 答案 C

**命题透析** 本题以丙烷脱氢制丙烯的反应为情境,考查化学平衡与反应速率,意在考查处理数据能力,变化观念与平衡思想的核心素养。

**思路点拨** 根据表格数据可知,升高温度,平衡时丙烯的浓度增大,说明升高温度平衡向正反应方向移动,即正反应是吸热反应, A 项错误;升高温度,平衡常数增大, B 项错误;  $T_1 \text{ K}$  时,平衡体系中丙烯浓度为  $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,起始时丙烷的浓度为  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,即丙烷平衡转化率为 50%, C 项正确;  $T_2 \text{ K}$  时,平衡体系中  $c(\text{C}_3\text{H}_8) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{C}_3\text{H}_6) = c(\text{H}_2) = 0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $K = \frac{c(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot c(\text{H}_2)}{c(\text{C}_3\text{H}_8)} = \frac{0.8 \times 0.8}{0.2} = 3.2$ , D 项错误。

### 14. 答案 D

**命题透析** 本题以叠氮酸与一水合二甲胺的反应为情境,考查电解质溶液与电离平衡知识,意在考查观察与分析能力,证据推理与模型认知的核心素养。

**思路点拨** 根据图像知,随着 pH 增大, a、b 对应的物理量减小, c、d 对应的物理量增大,又因为 a、d 曲线中,对

应 pH:

$g c(\text{HN}_3)$ ,

$c$  代表  $\lg c[(\text{CH}_3)_2\text{NH} \cdot \text{H}_2\text{O}]$ , A 项错误; 根据质子守恒,  $(\text{CH}_3)_2\text{N}_2\text{N}_3$  溶液中存在  $c(\text{H}^+) + c(\text{HN}_3) =$

$c(\text{OH}^-) + c[(\text{CH}_3)_2\text{NH} \cdot \text{H}_2\text{O}]$ , B 项错误; 由物料守恒可知,  $c(\text{HN}_3) + c(\text{N}_3^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 根据电离常数

表达式,  $K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{N}_3^-)}{c(\text{HN}_3)} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{N}_3^-)}{0.1 - c(\text{N}_3^-)}$ ,  $c(\text{N}_3^-) = \frac{0.1K_a}{c(\text{H}^+) + K_a}$ ; 同理,  $c[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+] =$

$\frac{0.1K_b}{c(\text{OH}^-) + K_b}$ , 根据电荷守恒式可知,  $c(\text{H}^+) + c[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+] = c(\text{OH}^-) + c(\text{N}_3^-)$ , 故  $\frac{0.1K_a}{K_a + c(\text{H}^+)} +$

$c(\text{OH}^-) = \frac{0.1K_b}{K_b + c(\text{OH}^-)} + c(\text{H}^+)$ , C 项错误; P 点溶液中,  $c(\text{HN}_3) = c[(\text{CH}_3)_2\text{NH} \cdot \text{H}_2\text{O}]$ ,  $c(\text{N}_3^-) =$

$c[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+]$ ,  $\frac{K_a}{K_b} = \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = \frac{c^2(\text{H}^+)}{K_w} = \frac{10^{-4.7}}{10^{-3.7}} = 0.1$ ,  $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-7.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , pH = 7.5, D 项正确。

15. 答案 (1) 3:8 (1分)  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$  (2分)  $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

(2分)

(2)  $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$  (1分) 有白色絮状沉淀生成, 迅速变为灰绿色, 最终变为红褐色沉淀(合理即可,

2分)

(3)  $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3$  (2分)  $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$  (2分)

**命题透析** 本题以四氧化三铁为素材, 考查铁单质及其化合物的性质、离子方程式的书写和氧化还原反应的分析与配平等, 意在考查分析应用能力, 变化观念与平衡思想的核心素养。

**思路点拨** (1)  $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{Al} \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{Fe}$ , 氧化剂是  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , 还原剂是 Al, 二者的物质的量之比为 3:8;

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  与盐酸反应得到  $\text{FeCl}_2$ 、 $\text{FeCl}_3$  和水。溶液中加入双氧水, 会将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ , 根据得失电子守恒和元素守恒可得方程式:  $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 加入还原剂铁, 铁离子会被还原为亚铁离子, 加入碱后, 会生成白色的氢氧化亚铁, 很快被空气中氧气氧化, 转变成灰绿色, 最后变成红褐色的氢氧化铁。

(3) 溶液中的  $\text{FeCl}_2$  被氯气氧化成  $\text{FeCl}_3$ 。根据得失电子守恒配平离子方程式:  $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  是还原剂,  $\text{ClO}^-$  是氧化剂, 单线桥上有 6 个电子从还原剂移向氧化剂。

16. 答案 (1)  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  (1分)

(2) 银氨溶液(或新制的氢氧化铜) (1分)

(3)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (葡萄糖)  $\xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 \uparrow$  (2分)

(4) 酯化反应(或取代反应) (1分) 羧基、碳碳双键 (2分)

(5)  $n\text{CH}_2 = \text{CHCOOCH}_3 \xrightarrow{\text{催化剂}} \left[ \text{CH}_2 - \overset{\text{COOCH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}} \right]_n$  (2分)

**命题透析** 本题以有机物的合成为素材, 考查有机物的性质、化学方程式的书写等知识, 意在考查分析与推测能力, 证据推理与模型认知的核心素养。

## 思路点

(2) 醛基可以用银氨溶液或新制的氢氧化铜检验。

(3) 葡萄糖在酶的催化下转变为乙醇的化学方程式为  $C_6H_{12}O_6$  (葡萄糖)  $\xrightarrow{\text{酶}}$   $2C_2H_5OH + 2CO_2 \uparrow$ 。

(4) E  $\rightarrow$  F 发生酯化反应, 脱去两分子水。

(5) G 与甲醇反应生成丙烯酸甲酯, 丙烯酸甲酯发生加聚反应生成高聚物 J。

17. 答案 (1)  $5s^25p^1$  (1分) > (1分)  $ds$  (1分)

(2) 加快反应速率 (1分)  $12MnO_2 + In_2S_3 + 24H^+ \rightleftharpoons 3SO_4^{2-} + 12Mn^{2+} + 2In^{3+} + 12H_2O$  (2分)  $PbSO_4$  (1分)

(3) 将  $Fe^{3+}$  还原为  $Fe^{2+}$ , 避免被萃取剂捕获 (合理即可, 2分) 萃取剂  $H_2A_2$  (1分)

(4) 2.67 (2分)

**命题透析** 本题以铟的提取为背景, 考查原子结构与性质、物质的转化等知识, 意在考查分析与推测能力, 宏观辨识与微观探析的核心素养。

**思路点拨** (1) In 位于元素周期表的第 5 周期 III A 族, 最外层是第 5 层且有 3 个电子, 价电子排布式为  $5s^25p^1$ ;  $Mn^{2+}$ 、 $Fe^{2+}$  的价电子排布式分别为  $3d^5$  和  $3d^6$ ,  $3d^5$  为半充满结构, 再失去 1 个电子需要的能量较高, 故 Mn 的第三电离能较大; Zn 元素位于元素周期表第 4 周期 II B 族, 第 I B 族和第 II B 族均为 ds 区。

(2) 加热能加快反应速率;  $In_2S_3$  的硫元素被氧化为  $SO_4^{2-}$ , 氧化剂  $MnO_2$  被还原为  $Mn^{2+}$ , “氧化酸浸”后滤液中铟以  $In^{3+}$  的形式存在, 故利用得失电子相等和元素守恒可写出离子方程式:  $12MnO_2 + In_2S_3 + 24H^+ \rightleftharpoons 3SO_4^{2-} + 12Mn^{2+} + 2In^{3+} + 12H_2O$ 。高钢烟灰中有  $PbO$ , 加入硫酸溶解后会生成难溶的  $PbSO_4$ 。

(3) 结合信息中二价金属离子不容易被萃取剂  $H_2A_2$  捕获, 该流程中加入活泼性较强的金属锌且是“还原”操作, 可推出加入锌粉的目的是将  $Fe^{3+}$  还原为  $Fe^{2+}$ , 避免被萃取剂捕获; 根据该流程中萃取与反萃取的物质变化, 再结合  $In^{3+} + 3H_2A_2 \rightleftharpoons In(HA_2)_3 + 3H^+$  可知, 反萃取加入盐酸后会生成萃取剂  $H_2A_2$ , 故可循环利用的物质是萃取剂  $H_2A_2$ 。

(4) 当  $pH = 2.35$  时, 萃取率为 50%, 则  $\lg \frac{50\%}{1-50\%} = \lg K - \lg \frac{(10^{-2.35})^3}{c^3(H_2A_2)}$ , 可得  $\lg K = \lg \frac{(10^{-2.35})^3}{c^3(H_2A_2)}$ , 若将萃取率提升到 90%, 忽略萃取剂浓度的变化, 则  $\lg \frac{90\%}{1-90\%} = \lg K - \lg \frac{c^3(H^+)}{c^3(H_2A_2)}$ , 将  $\lg K$  代入得  $\lg 9 = \lg \frac{(10^{-2.35})^3}{c^3(H_2A_2)} - \lg \frac{c^3(H^+)}{c^3(H_2A_2)}$ , 则  $\lg 9 = \lg \frac{(10^{-2.35})^3}{c^3(H_2A_2)} \times \frac{c^3(H_2A_2)}{c^3(H^+)} = \lg \frac{(10^{-2.35})^3}{c^3(H^+)} = 3\lg 10^{-2.35} - 3\lg c(H^+) = 0.48 \times 2$ , 故  $-\lg c(H^+) = 2.67$ , 所以将萃取率提升到 90%, 应调节  $pH = 2.67$ 。

18. 答案 (1)  $CH_4(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g) + 2H_2(g)$   $\Delta H = +247.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  (2分) 94.4 (2分)

(2) 及时将生成的  $H_2O(g)$  分离出来 (合理即可, 1分)

(3) Q (2分) 反应 iii 的  $\Delta H_3 < 0$ , 随温度升高, 平衡常数  $K$  减小, 故  $\lg K$  随  $\frac{1}{T}$  的增大而增大 (合理即可, 2分) 增大 (1分)

(4) ① 250  $^\circ\text{C}$  以上, 反应 iii 达到平衡, 因反应 iii 是放热反应, 升高温度, 反应 iii 的平衡逆向移动, 甲醇的产率降低 (合理即可, 2分)

$$\textcircled{2} \frac{2}{9} (:$$

**命题透析** 本题以减少  $\text{CO}_2$  排放并实现  $\text{CO}_2$  的有效转化为情境,考查化学反应原理知识,意在考查分析与推测能力,变化观念与平衡思想的核心素养。

**思路点拨** (1)由盖斯定律可知, $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$  为两个反应的和,反应 i 的  $\Delta H_{\text{i}} = 267.0 - 192.2 = +74.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,故  $\text{CH}_4 - \text{CO}_2$  干重整反应的  $\Delta H = 74.8 + 172.6 = +247.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。反应速率由反应 i 决定,其活化能比反应 ii 大,即  $267.0 > 172.6 + E_{\text{ii}}(\text{逆})$ ,  $E_{\text{ii}}(\text{逆}) < 94.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2)工业上以原料气通过催化剂表面的方法生产甲醇, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  是造成催化剂失活的重要原因,为了减少催化剂的失活,可以及时将生成的  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  分离出来。

(3)因为反应 iii 的  $\Delta H_3 = -49.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} < 0$ ,随温度升高,平衡常数  $K$  减小,故  $\lg K$  随  $1/T$  的增大而增大,对应图中的 Q 曲线,另一条曲线 R 是反应 iv 的变化曲线,故  $\Delta H_4 > 0$ ,随温度升高平衡常数  $K$  增大。

(4)②280  $^{\circ}\text{C}$  时,起始  $n(\text{CO}_2) : n(\text{H}_2) = 1 : 2$ ,初始压强为 120 MPa,  $P_0(\text{CO}_2) = 40 \text{ MPa}$ ,  $p_0(\text{H}_2) = 80 \text{ MPa}$ ,发生反应:

	$\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$				$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$				$p_{\text{总}}$
起始/MPa	40	80	0	0	40	80	0	0	120
转化/MPa	$a$	$3a$	$a$	$a$	$b$	$b$	$b$	$b$	
平衡/MPa	$40 - a - b$	$80 - 3a - b$	$a$	$a + b$			$b$		96

则:  $120 - 2a = 96$ ,  $a + b = 50\% \times 40$ , 得  $a = 12$ ,  $b = 8$ 。

反应 iv 用平衡分压表示的平衡常数  $K_p = \frac{8 \times 20}{20 \times 36} = \frac{2}{9}$ 。

19. 答案 (1)①排尽装置内的空气(合理即可,1分) 水浴加热(1分)

②装置 B 的反应管中没有绿色固体存在(合理即可,2分)

(2)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{CCl}_4 \xrightarrow{650^{\circ}\text{C}} 2\text{CrCl}_3 + 3\text{COCl}_2$  (2分)

(3)冷凝并收集未反应的  $\text{CCl}_4$  (合理即可,1分)

(4)①  $2\text{Cr}^{3+} + 3\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 6\text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$  (2分)

②  $\frac{158.5cV}{3m} \%$  (2分)

**命题透析** 本题以三氯化铬的制备为背景,考查实验探究、物质的转化、滴定等知识,意在考查分析与推测能力,宏观辨识与微观探析的核心素养。

**思路点拨** (1)①三氯化铬  $\text{CrCl}_3$  高温下易被氧气氧化,故制取  $\text{CrCl}_3$  需在无氧条件下进行,故需通入  $\text{N}_2$  排尽装置内的空气。步骤 iii 中加热  $\text{CCl}_4$  的温度保持在  $50 \sim 60^{\circ}\text{C}$  之间,故采用水浴加热。②步骤 iv 装置 B 中反应完全时  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  完全转化为  $\text{CrCl}_3$ ,故装置 B 的反应管中没有绿色固体存在时反应已结束。

(2)装置 B 中明显是  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  与  $\text{CCl}_4$  反应制取  $\text{CrCl}_3$ ,根据信息①可知,另一种产物是  $\text{COCl}_2$ ,装置 B 中反应的化学方程式为  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{CCl}_4 \xrightarrow{650^{\circ}\text{C}} 2\text{CrCl}_3 + 3\text{COCl}_2$ 。

(3)装置 C、D 是冷凝和接收装置,结合  $\text{CCl}_4$  的熔沸点和整个实验装置的组成可知,装置 C、D 的作用是冷凝并

收集末

(4)①向碘量瓶中加入  $\text{Na}_2\text{O}_2$  后,  $\text{Cr}^{3+}$  被氧化为  $\text{CrO}_4^{2-}$  (信息②), 不难写出反应的离子方程式为  $2\text{Cr}^{3+} + 3\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 6\text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$ 。②根据实验过程可得如下反应关系:



$$\frac{1}{3}cV \times 10^{-3} \text{ mol} \quad cV \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{则该样品的纯度为} \frac{158.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{1}{3}cV \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.1m \text{ g}} \times 100\% = \frac{158.5cV}{3m}\%$$

