

参考答案及解析



2023—2024 学年度上学期高三年级四调考试 · 化学

一、选择题

1. C **【解析】** 煤井中的“毒气”指的瓦斯, A 正确; 竹的主要成分为纤维素, 是天然高分子化合物, B 正确; “炭”指的是煤, C 错误; 由于毒气的密度比空气小, 所以毒烟从竹中向上逸出, D 正确。
2. D **【解析】** 向燃煤中添加生石灰以减少酸雨的形成, 是因为氧化钙能和二氧化硫等气体反应, 体现了 CaO 具有碱性氧化物的通性, A 不符合题意; 汽车尾气系统中安装催化转化器以减少尾气污染, 是排气系统中 CO 和 NO 在催化剂作用下发生反应, 生成无毒气体氮气和二氧化碳, 减少污染, B 不符合题意; 聚乳酸具有生物可降解性, 易于降解, 可减少白色污染, C 不符合题意; 向工业废水中添加 FeS 以除去废水中的 Cu^{2+} , Cu^{2+} 和 FeS 生成了硫化铜沉淀, 没有体现 FeS 的还原性, D 符合题意。
3. D **【解析】** 由反应机理可知, 反应①为二氧化碳与氢气反应生成甲醇和 H_2O , 则消耗 2.2 g 二氧化碳, 转移电子数为 $\frac{2.2 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 6N_A \text{ mol}^{-1} = 0.3N_A$, A 错误; 标准状况下, 过氧化氢为液态, 无法计算 22.4 L 过氧化氢的物质的量和含有的非极性键的数目, B 错误; 甲醛和 DHA 的最简式相同, 都为 CH_2O , 则 30 g 甲醛与 DHA 的混合物中含氧原子数为 $\frac{30 \text{ g}}{30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times N_A \text{ mol}^{-1} = N_A$, C 错误; 由题意可得关系式 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n \sim 6n\text{CO}_2$, 则 16.2 g 淀粉在氧气中完全燃烧可生成 CO_2 分子数为 $\frac{16.2 \text{ g}}{162n \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 6n \times N_A \text{ mol}^{-1} = 0.6N_A$, D 正确。
4. B **【解析】** 高锰酸钾具有强氧化性, 浓盐酸与高锰酸钾反应在常温下就可以进行, 不需要加热, A 错误; B 的作用是除去 HCl, 可防止 HCl 与 KOH 发生反应, 导致 KClO 的产率下降, B 正确; 由题意知, KClO 极易溶于冷水, 遇热水则分解, 故 C 装置不能放在热水浴中, 应放在冰水浴中, C 错误; D 装置的作用是尾气处理, 反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$, D 错误。
5. C **【解析】** 一水合氨属于弱电解质, 离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$, 故 A 错误; 向稀硝酸中加入过量的铁屑, 应该生成 Fe^{2+} , 离子方程式为 $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, 故 B 错误; 泡沫灭火器中, 铝离子与碳酸氢根离子发生相互促进的水解反应, 生成氢氧化铝沉淀和二氧化碳气体, 故 C 正确; 将氢氧化铁固体加入氢碘酸溶液中, 碘离子会与 Fe^{3+} 发生氧化还原反应, 离子方程式为 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, 故 D 错误。
6. A **【解析】** 正己烷和 2,2-二甲基丁烷均是烷烃, 两者分子式相同, 但结构式不同, 属于同分异构体, 故 A 错误;  中, 苯环为平面结构, 乙炔基为直线形, 苯环上的甲基最多有两个原子在同一平面内, 则共平面的原子数目最多为 15 个, 故 B 正确; 异丁烷含有支链, 相同碳原子数的烷烃, 支链越多, 沸点越低, 因此正丁烷的沸点比异丁烷的高, 乙醇含有分子间氢键, 因此乙醇的沸点比二甲醚的高, 故 C 正确; 甲苯能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 而烷烃则不能, 是因为烷烃不含苯环, 说明苯环活化了甲基, 故 D 正确。
7. D **【解析】** 物质 W 常用作漂白剂和氧化剂, 其构成元素均为短周期主族元素, 各元素原子半径与原子序数的关系如题图所示, X 位于第一周期, 为 H 元素, Y、Z 位于第二周期, M、N 位于第三周期; 实验室中常用 CS_2 洗涤残留在试管壁上的 N 单质, 则 N 为 S 元素; Y 形成 4 个共价键, Z 形成 2 个共价键, M 形成的 +1 价阳离子, 则 Y 为 C 元素, Z 为 O 元素, M 为 Na 元素。X、Z 形成的化合物为水和过氧化氢, M、N 形成的化合物为硫化钠, 水与硫化钠的反应为非氧化还原反应, A 错误; N 的单质为硫, 硫单质为非极性分子, CS_2 为非极性溶剂, 根据“相似相溶”原理, 硫单质易溶于 CS_2 , 与 S 单质的还原性无关, B 错误; Y 的氢化物为烃, Z 的氢化物为水、过氧化氢, 碳原子数较多的烃常温下为固态, 其沸点大于水和过氧化氢, C 错误; W 分子中含有 H—O—O—H 结构, 结合过氧化氢的性质可知, 化合物 W 具有强氧化性, 可用作氧化剂, 但过氧化氢不稳定, 故该物质不宜在高温下使用, D 正确。
8. A **【解析】** 氯酸钾具有氧化性和还原性, 二氧化锰作催化剂, 产生氯气和氧气或者氯化钾和氧气, 不可能得到高氯酸钾, 故 A 错误; 催化剂可以降低反应的活化能, 加快化学反应速率, MnO_2 作催化剂可以加快 KClO_3 分解, 故 B 正确; 根据元素化合价的变化, 标准

- 状况下制得 22.4 L 即 1 mol 氧气, 反应中转移电子 4 mol, 故 C 正确; 由题意知, 制得的氧气中混有氯气, 将氯气通入硝酸银溶液, 溶液中产生氯离子、次氯酸根离子等, 氯离子和银离子反应会产生不容易硝酸的氯化银白色沉淀, 故 D 正确。
9. C 【解析】取少许有机物滴入盛有银氨溶液的试管中水浴加热, 产生光亮的银镜, 该有机物不一定为醛类, 还可以是甲酸, A 错误; 将过氧化钠投入滴有酚酞溶液的水中, 溶液先变红后褪色, B 错误; 向浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 MgSO_4 和 CuSO_4 的混合溶液中逐滴加入 NaOH 溶液, 首先看到产生蓝色沉淀, 说明 $K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] < K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2]$, C 正确; 三溴苯酚溶于苯, 观察不到沉淀, 故无法判断苯中是否含有苯酚, D 错误。
10. A 【解析】硫的电负性大于碳、氢等, 故燃煤中的有机硫主要呈负价, A 错误; 根据已知信息可知, 化合物 A 分子中与硫直接相连的基团中有一 OH , 能电离出氢离子, 具有酸性, B 正确; 一定压强下, 化合物 A 分子只有 1 个 —OH 能形成氢键, 而硫酸分子中有 2 个 —OH 能形成氢键, 故化合物 A 的沸点低于硫酸, C 正确; 氧气具有氧化性, 能将四价硫氧化为六价硫, 二氧化硫、氧气、碳酸钙高温生成硫酸钙和二氧化碳, 反应化学方程式为 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CaSO}_4 + 2\text{CO}_2$, 故需要有氧气参加, D 正确。
11. C 【解析】M 分子中含氧官能团有羟基、羧基, 共 2 种, 故 A 错误; M 分子中羟基连接的碳原子上含有 1 个氢原子, 可以被氧化为羰基, 不能被氧化为醛基, 故 B 错误; M 分子中碳碳双键的 2 个不饱和碳原子均连接 2 个不同的原子或原子团, 存在顺、反异构体, 故 C 正确; M 分子中羟基、羧基都能与钠反应生成氢气, 不能用钠证明 M 中含羟基, 故 D 错误。
12. D 【解析】第一步反应为 $\text{S} + 2\text{Cu}^{2+} + 2\text{Zn} = \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Zn}^{2+}$, 由图可知, Zn 为负极, 电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, S 为正极, 电极反应式为 $\text{S} + 2\text{Cu}^{2+} + 4\text{e}^- = \text{Cu}_2\text{S}$; 当正极的硫完全反应生成 Cu_2S 后, 继续高效发生第二步反应 $\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} + x\text{O}_2 = (1 - 4x)\text{Cu} + 2x\text{Cu}_2\text{O} + \text{Zn}^{2+}$, Zn 为负极, 电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$, Cu_2S 为正极, 电极反应式为 $\text{Cu}_2\text{S} + x\text{O}_2 + 2\text{e}^- = (1 - 4x)\text{Cu} + 2x\text{Cu}_2\text{O}$ 。分析电池工作原理可知, 正极的硫完全反应后仍然没有脱离电极, 正极质量一直增加, A 正确; 单独构建第二步电池时效率较低, 耦合两个连续的电化学反应时效率较高, 可能的原因是步骤 1 的放电产物 Cu_2S 对步骤 2 的放电过程起催化作用, B 正确; 由分析可知, C 正确; 该电池分两步完成, 且只有第二步反应才析出铜, 所以相同时间内两池电极上析出铜的物质的量不相
- 等, D 错误。
13. D 【解析】1 000 °C 时, 由盖斯定律可知, ①—③得反应 $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{TiCl}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$, 则其平衡常数 $K = \frac{K_1}{K_3} = \frac{1.6 \times 10^{14}}{2.5 \times 10^{18}} = 6.4 \times 10^{-5}$, A 正确; TiCl_4 的物质的量分数几乎不变, 则反应①生成 CO 的物质的量分数几乎不变, 1 000 °C 时反应②的平衡常数很小, 则此时 CO 的物质的量分数远大于 CO_2 , 故曲线 I 表示 CO, 反应②生成等量的 CO_2 和 C, 故曲线 II、III 分别表示 C、 CO_2 , B 正确; 温度高于 600 °C 时, 升高温度对 TiCl_4 的物质的量分数影响不大, 而 CO 的物质的量分数显著增大, 三个反应均为放热反应, 升温反应逆向进行, 说明此时升高温度主要对反应②的平衡产生影响, 导致 CO 的物质的量分数显著增大, C 正确; 温度在 200~1 200 °C 之间, TiCl_4 的物质的量分数几乎不变, 故升高温度对 TiCl_4 的平衡产率增加作用不大, D 错误。
14. D 【解析】向次氯酸钠溶液中通入二氧化硫气体先发生反应 $3\text{NaClO} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} + 2\text{HClO}$, 继续通入的二氧化硫与反应生成的次氯酸发生反应 $\text{HClO} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$, 总反应的方程式为 $\text{NaClO} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl}$, 由图可知, a 点少量二氧化硫与次氯酸钠溶液反应, 所得溶液为氯化钠、硫酸钠、次氯酸钠和次氯酸的混合溶液, b 点为二氧化硫与次氯酸钠溶液恰好反应生成次氯酸, 所得溶液氯化钠、硫酸钠和次氯酸的混合溶液, c 点为二氧化硫与次氯酸钠溶液恰好完全反应生成硫酸, 所得溶液为氯化钠和硫酸的混合溶液。根据物料守恒可得 a 点溶液中存在 $c(\text{Na}^+) = c(\text{ClO}^-) + c(\text{HClO}) + c(\text{Cl}^-)$, 故 A 正确; b 点为二氧化硫与次氯酸钠溶液恰好反应生成次氯酸, 二氧化硫的物质的量为 $\frac{1}{3} \text{ mol}$, 即 $x = \frac{1}{3}$, 溶液的 pH 为 3.8, 由方程式可知, 溶液中次氯酸的浓度为 $\frac{\frac{1}{3} \text{ mol} \times 2}{1 \text{ L}} = \frac{2}{3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则次氯酸的电离平衡常数约为 $\frac{10^{-3.8} \times 10^{-3.8}}{\frac{2}{3}} = 1.5 \times 10^{-7.6}$, 电离平衡常数的数量级为 10^{-8} , 故 B 正确; c 点溶液为氯化钠和硫酸的混合溶液, 由电荷守恒可得 $c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+)$, 故 C 正确; a 点溶液含有次氯酸和次氯酸钠, 次氯酸抑制水的电离, 次氯酸钠促进水的电离, b 点溶液含有的次氯酸抑制水的电离, 则 a 点水的电离程度大于 b 点, c 点溶液含有的硫酸抑制水的电离, c 点溶液中氢离子浓度大于 b 点, 水的电离程度小于 b 点, 则水的电离程度大小顺序为

$a > b > c$, 故 D 错误。

二、非选择题

15. (1) 7 (2 分) (2) 立方体 (或正方体) (1 分)
 (3) ① $C_{10}H_{10}Fe$ (2 分) ② 6 (2 分) (4) ① 两者均为金属晶体, Co 原子半径较小, 形成的金属离子半径较小, 其金属键较强 (2 分) ② $As > Fe > Ca$ (2 分)
 ③ 二者均为分子晶体, $FeCl_3$ 的极性更强 (2 分)
 ④ (0.5, 0.5, 0.128) (2 分)

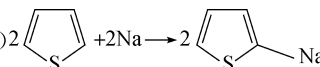
【解析】 (1) 基态 Fe 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$, 共占据 15 个不同的原子轨道, 共有 7 种不同能级的电子。 (2) 由 $FeBr_2$ 晶胞结构可知, 晶胞中小球数目 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, 大球数目为 8, 故小球为 Fe^{2+} 、大球为 Br^- 。以晶胞中上面心 Fe^{2+} 为研究对象, 距一个 Fe^{2+} 最近的 Br^- 有 8 个, 位于晶胞中上层 4 个 Br^- 及上面晶胞中的下层 4 个 Br^- , 8 个 Br^- 构成立方体结构。 (3) ① 环戊二烯有 3 个不饱和度, 因此环戊二烯基的分子式为 C_5H_5- , 二茂铁的分子式为 $C_{10}H_{10}Fe$; ② 与苯环相类似, 环戊二烯基中 5 个碳原子除了形成 C—C σ 键和 C—H σ 键外, 都含有一个未杂化的 2p 轨道, 每个轨道上有一个电子, 又因为每个茂环带有一个单位负电荷, 因此每个环含有 6 个 π 电子。 (4) ① Co 和 Ca 均为金属晶体, Co 原子半径较小, 形成的金属离子半径较小, 其金属键较强, 熔点、沸点较高; ② As、Fe、Ca 位于同一周期, 同周期元素从左往右, 得电子能力越来越强, 电负性越来越大, 所以电负性由大到小的顺序为 $As > Fe > Ca$; ③ 二者均为分子晶体, 且相对分子质量相差不大, $FeCl_3$ 的极性更强, 所以 $FeCl_3$ 的沸点高于 $AsCl_3$ 的沸点; ④ 晶胞中 As 原子 1 的分数坐标分为 (0, 0, 0.628), 体心的 Ca 原子与顶点的 Ca 原子有着相同的化学环境, 则体心的 Ca 原子离 As 原子 2 的距离为 0.372c, 体心 Ca 坐标为 (0.5, 0.5, 0.5), As 原子 2 的分数坐标为 (0.5, 0.5, 0.128)。

16. (1) $Cu_2S + 5MnO_2 + 12H^+ \rightleftharpoons 2Cu^{2+} + 5Mn^{2+} + SO_4^{2-} + 6H_2O$ (2 分) (2) 反应 $AgCl(s) + 2S_2O_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons [Ag(S_2O_3)_2]^{3-}(aq) + Cl^-(aq)$ 的平衡常数 $K = \frac{c(Cl^-)c([Ag(S_2O_3)_2]^{3-})}{c^2(S_2O_3^{2-})} = \frac{c(Cl^-)c([Ag(S_2O_3)_2]^{3-})c(Ag^+)}{c^2(S_2O_3^{2-})c(Ag^+)} = K_{sp}(AgCl) \cdot K = 2.8 \times 10^{13} \times 1.8 \times 10^{-10} = 5.04 \times 10^3$, 平衡常数很大, 反应向正反应方向进行的程度较大 (2 分)
 (3) $8H^+ + 7Cl^- + ClO_3^- + 2Au \rightleftharpoons 2HAuCl_4 + 3H_2O$ 或 $6H^+ + 7Cl^- + ClO_3^- + 2Au \rightleftharpoons 2AuCl_4^- + 3H_2O$ (2 分) (4) ① 1 : 2 (2 分) ② $2Li^+ + xSe + 2e^- \rightleftharpoons$

Li_2Se_x (2 分) ③ $Li_2Se_6 > Li_2Se_4 > Li_2Se$ (2 分)

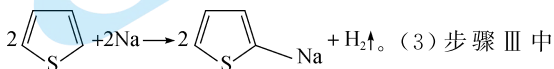
(5) 79.0% (2 分)

【解析】 (4) ① H_2SeO_3 与 Na_2SO_3 反应生成 Na_2SO_4 、Se 和 H_2O , 反应的化学方程式为 $H_2SeO_3 + 2Na_2SO_3 \rightleftharpoons 2Na_2SO_4 + Se \downarrow + H_2O$, 其中 H_2SeO_3 是氧化剂, Na_2SO_3 是还原剂, 二者物质的量之比为 1 : 2。 ② 由图中可知, Se 发生得到电子的还原反应生成 Li_2Se_x , 作正极, 电极反应式为 $2Li^+ + xSe + 2e^- \rightleftharpoons Li_2Se_x$ 。 ③ 由 Li_2Se_x 与正极碳基体结合时的能量变化分析可知, 结合碳基体过程中放出的能量越多, 形成的物质越稳定, 越易形成, 则 3 种 Li_2Se_x 与碳基体的结合能力由大到小的顺序是 $Li_2Se_6 > Li_2Se_4 > Li_2Se$ 。 (5) 实验测定原理为 $SeO_2 + 4I^- + 4H^+ \rightleftharpoons Se + 2I_2 + 2H_2O$, $I_2 + 2S_2O_3^{2-} \rightleftharpoons 2I^- + S_4O_6^{2-}$, 可得关系式 $Se \sim SeO_2 \sim 2I_2 \sim 4S_2O_3^{2-}$, 则 $n(Se) = \frac{1}{4} n(S_2O_3^{2-}) = \frac{1}{4} n(Na_2S_2O_3) = 0.02 \text{ L} \times 0.400 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{1}{4} = 0.002 \text{ mol}$, $m(Se) = n \cdot M = 0.002 \text{ mol} \times 79 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.158 \text{ g}$, 质量分数为 $\frac{0.158 \text{ g}}{0.200 \text{ g}} \times 100\% = 79.0\%$ 。

17. (1) d (2 分) (2)  $2 \text{C}_4\text{H}_4\text{S} + 2\text{Na} \rightarrow 2 \text{C}_4\text{H}_3\text{SNa} + \text{H}_2 \uparrow$

(2 分) (3) 将环氧乙烷溶液沿烧瓶内壁缓缓加入, 并振荡烧瓶 (2 分) (4) 中和 NaOH, 促使反应正向进行, 提高反应物的转化率 (2 分) (5) 球形冷凝管、分液漏斗 (2 分) 除去水 (2 分) (6) 70.0% (2 分)

【解析】 (1) 乙醇、水、乙酸均能与金属钠反应, 而液体 A 需要确保金属钠可在其中熔化, 且不会与它发生反应, 故应选择甲苯。 (2) 步骤 II 中在 10 $^{\circ}\text{C}$ 条件下噻吩与金属钠反应生成 2-噻吩钠, 根据得失电子守恒及原子守恒可知, 反应生成 H_2 , 则反应的化学方程式为



可将环氧乙烷溶液沿烧瓶内壁缓缓加入, 并振荡烧瓶, 防止反应放热导致体系温度过高。 (4) 步骤 IV 中 2-噻吩乙醇钠发生水解反应, 水解时有副产物 NaOH 生成, 使得溶液显碱性, 加盐酸调 pH 可消耗 NaOH, 促进水解反应正向进行。 (5) 步骤 V 中涉及的实验操作为过滤、蒸馏, 过滤所需玻璃仪器有漏斗、玻璃棒、烧杯, 蒸馏所需玻璃仪器有蒸馏烧瓶、温度计、直形冷凝管、牛角管和锥形瓶, 无需使用题图中的球形冷凝管和分液漏斗; 无水 $MgSO_4$ 是干燥剂, 分液时有机相中可能剩余少量的水, 加入无水 $MgSO_4$ 可以吸收有机相中的水分。 (6) 由合成路线图可得关系式

$\text{Na} \sim \text{C}_4\text{H}_3\text{SNa} \sim \text{C}_4\text{H}_7\text{SOH}$, 4.60 g 金属钠
 的物质的量为 0.2 mol, 已知 2-噻吩乙醇的摩尔质量为
 $128 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则理论上生成 2-噻吩乙醇的质量为
 $128 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.2 \text{ mol} = 25.6 \text{ g}$, 故产品的产率为
 $\frac{17.92 \text{ g}}{25.6 \text{ g}} \times 100\% = 70.0\%$ 。

18. (1) -90.1 (2 分) (2) ① A (2 分) ② 多功能分子筛膜催化反应器能及时分离出产物水蒸气, 使平衡右移, 二氧化碳的平衡转化率增大 (2 分)

(3) ① $\frac{1+0.11}{1+7.20+0.11}$ (3 分) ② 温度升高, 反应 a 逆向移动, 反应 b 正向移动, 温度高于 $260 \text{ }^\circ\text{C}$ 时, 反应 b 正向移动的程度大于反应 a 逆向移动的程度 (2 分)

③ 在该条件下, 反应 a 的速率大于反应 b, 单位时间内生成甲醇的量比生成 CO 的量多 (2 分) (4) $\text{CO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ (2 分)

【解析】(1) ① $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) \quad \Delta H_1 = -38.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, ② $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, ③ $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 = -566.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, ④ $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -726.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 = -1453.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 根据盖斯定律可知, $\frac{② \times 2 + ③ - ④ - ① \times 2}{2}$ 得到热化学方程式 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -90.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) ① 恒温恒容条件下, 该反应的正反应是气体分子数减小的反应, 压强始终在变化, 当气体压强不再变化说明反应达到平衡, 故 A 正确; 纯气体反应, 气体的总质量不变, 容器容积不变, 根据公式 $\rho = \frac{m_{\text{气}}}{V}$, 气体的密度始终不改变, 当气体的密度不再改变, 不能说明反应达到平衡, 故 B 错误; 当 $3v_{\text{正}}(\text{CO}_2) = v_{\text{逆}}(\text{H}_2)$ 时, 说明反应达到平衡, 故 C 错误; 当各组分浓度不再改变说明反应达到平衡, 按投料比 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO}_2)} = 3$ 反应, 各物质浓度

比 $c(\text{CO}_2) : c(\text{H}_2) : c(\text{CH}_3\text{OH}) : c(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 3 : 1 : 1$ 不能说明反应达到平衡, 故 D 错误。② 多功能的分子筛膜催化模式下只发生反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 多功能分子筛膜催化反应器能及时分离出产物水蒸气, 使平衡右移, 二氧化碳的平衡转化率增大。(3) ① CO_2 转化为 CH_3OH 和 CO , 且 $n(\text{CH}_3\text{OH}) : n(\text{CO}_2) : n(\text{CO}) = 1 : 7.20 : 0.11$, 则

CO_2 的平衡转化率为 $\frac{n(\text{CH}_3\text{OH}) + n(\text{CO})}{n(\text{CH}_3\text{OH}) + n(\text{CO}) + n(\text{CO}_2)} \times 100\% = \frac{1+0.11}{1+7.20+0.11} \times 100\%$ 。② 温度升高, 反应 a

逆向移动, 反应 b 正向移动, 温度高于 $260 \text{ }^\circ\text{C}$ 时, 反应 b 正向移动的程度大于反应 a 逆向移动的程度, 故 CO_2 的平衡转化率发生变化。③ 在该反应条件下反应 a 的速率大于反应 b, 单位时间内生成甲醇的量比生成 CO 的量多。(4) 由图可知, 二氧化碳生成甲醇的电极反应式为 $\text{CO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ 。