

专题5 化学反应与能量

考点16 反应热

1. D 【解析】从图像可知,合成尿素的过程中生成了 $\text{NH}_2\text{COONH}_4$,其为合成尿素反应的中间产物,A正确;由图像可知,反应Ⅰ逆反应的活化能>反应Ⅱ正反应的活化能,B正确;反应Ⅱ为吸热反应,在热力学上进行趋势较小,C正确; $2\text{NH}_3(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{l})+\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 为放热反应, $\Delta H=\text{生成物的总能量}-\text{反应物的总能量}<0$,即 $\Delta H=E_2-E_1$,D错误。
2. C 【解析】根据表格中的数据可知, H_2 的键能为 $218\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\times 2=436\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,A正确;由表格中的数据可知 O_2 的键能为 $249\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\times 2=498\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,由题中信息可知 H_2O_2 中氧氧单键的键能为 $214\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,则 O_2 的键能大于 H_2O_2 中氧氧单键的键能的两倍,B正确; $\text{HOO}\text{---}\text{HO}+\text{O} \quad \Delta H=(249+39-10)\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,解离其中氧氧单键需要的能量为 $(249+39-10)\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}=278\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, H_2O_2 中氧氧单键的键能为 $214\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,C错误; $\text{H}_2\text{O}(\text{g})+\text{O}(\text{g})\text{---}\text{H}_2\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H=[-136-(249-242)]\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}=-143\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,D正确。
3. A 【解析】曲线b表示使用催化剂后的能量变化,催化剂只改变反应速率,不改变化学平衡,所以生成物的产率不变,A错误;使用催化剂降低了反应的活化能,改变了反应速率,但热效应不变,所以反应的热效应相同,B正确;由题图可知该反应是放热反应,反应物中化学键断裂吸收的能量小于生成物中化学键形成所放出的能量,因此 $1\text{ mol CO}(\text{g})+2\text{ mol H}_2(\text{g})$ 中化学键的键能之和比 $1\text{ mol CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 中化学键的键能之和小,C正确;由题图可知,热化学方程式为 $\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H=(419-510)\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}=-91\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,D正确。
4. C 【解析】顺-2-丁烯与反-2-丁烯互为同分异构体,故顺-2-丁烯转化为反-2-丁烯的过程中有新的物质生成,属于化学变化,A错误;由题图可知,顺-2-丁烯具有的能量高于反-2-丁烯,能量越高,物质越不稳定,故顺-2-丁烯稳定性弱于反-2-丁烯,B错误;顺-2-丁烯转化为反-2-丁烯为放热反应,则顺-2-丁烯的键能之和小于反-2-丁烯,发生加成反应时顺-2-丁烯断键吸收的能量低于反-2-丁烯断键吸收的能量,C正确;由题图可知, $T^\circ\text{C}$, 1 mol 顺-2-丁烯完全转化成反-2-丁烯放出 $(b-a)\text{ kJ}$ 热量,D错误。
5. A 【解析】历程Ⅰ的总反应为 $\text{O}_3+\text{O}\text{---}2\text{O}_2$,历程Ⅱ的总反应为 $\text{O}_3+\text{O}\text{---}2\text{O}_2$,反应的焓变与反应途径无关,则二者的 ΔH 相等,A错误; $\text{Cl}_2(\text{g})$ 的相对能量为0,图中 $\text{O}_3+\text{O}+\text{Cl}$ 与 O_3+O 的能量差为 $(E_2-E_3)\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,则 $\text{Cl}\text{---}\text{Cl}$ 键键能为 $2(E_2-E_3)\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,

B 正确;历程Ⅱ中第一步活化能大于第二步,所以控速步为第一步,方程式为 $\text{O}_3 + \text{Cl} \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{ClO}$, C 正确;历程Ⅱ中第二步的热化学方程式为 $\text{O}(\text{g}) + \text{ClO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{O}_2(\text{g}) + \text{Cl}(\text{g}) \quad \Delta H = (E_5 - E_4) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, D 正确。

6. B 【解析】由题图可知,反应①、②中反应物总能量都高于生成物总能量,均是放热反应, A 正确; E_1 和 E_3 分别代表反应①、②的正反应的活化能,对于分步进行的复杂反应,总反应的活化能不是基元反应活化能的简单加和, B 错误;由题图可知,总反应放出 218 kJ 热量,所以 $\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{ICl}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{g}) + 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -218 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, C 正确;反应①的反应热等于正反应的活化能减去逆反应的活化能,即 $\Delta H = (E_1 - E_2) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, D 正确。

7. A 【解析】Na 原子核外有 3 个电子层,其失去最外层一个电子所吸收的能量比 K 原子的大,因此在相同条件下 $2\text{Na}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Na}^+(\text{g}) \quad \Delta H'_3 > \Delta H_3$, A 正确;溴原子的电子层数比氯原子多,元素非金属性弱于氯,得到电子的能力弱于氯,得到一个电子所需的能量较大,在相同条件下 $2\text{Br}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Br}^-(\text{g}) \quad \Delta H'_5 > \Delta H_5$, B 错误; $\text{KCl}(\text{g})$ 能量比 $\text{KCl}(\text{s})$ 高,则 $\Delta H_7 < 0$,该过程形成离子键, C 错误;由盖斯定律得, $\Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 + \Delta H_7 = \Delta H_1$, D 错误。

8. B 【解析】根据题给信息,CO 气体还原足量 FeO 固体生成 CO_2 气体的热化学方程式为 $\text{CO}(\text{g}) + \text{FeO}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{Fe}(\text{s}) \quad \Delta H$,此反应可由 $\frac{1}{2} \times \text{①} - \frac{1}{2} \times \text{②} - \frac{1}{3} \times \text{③}$ 得到,则 $\Delta H \approx -218 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 14 g (即 0.5 mol) CO 气体还原足量 FeO 固体生成 CO_2 气体的 $\Delta H \approx -109 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, B 正确。

9. A 【解析】 BCl_3 可与 H_2 反应生成乙硼烷 (B_2H_6),其化学方程式为 $2\text{BCl}_3 + 6\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{B}_2\text{H}_6 + 6\text{HCl}$, A 正确;硼酸是弱酸,不能拆成离子形式, B 错误;乙硼烷燃烧热的热化学方程式中生成液态水,不是气态水, C 错误;酸性条件下不能生成大量的 OH^- , D 错误。

10. A 【解析】设断裂 1 mol N—H 需要吸收的能量为 $x \text{ kJ}$,则根据 $\Delta H = \text{反应物的键能之和} - \text{生成物的键能之和}$ 可知, $945.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 3 \times 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 2 \times 3x \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -92.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,解得 $x = 391$,选 A。

11. C 【解析】由图可知 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 溴化的 $\Delta H > 0$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 氯化的 $\Delta H < 0$, A 错误。由于物质的能量越低越稳定,由图可知, $(\text{CH}_3)_2\text{CH} \cdot$ 更稳定, B 错误。根据图像可知
 ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 + \cdot \text{Cl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2 \cdot + \text{HCl} \quad \Delta H_1$,
 ② $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 + \cdot \text{Cl} \longrightarrow \cdot \text{CH}(\text{CH}_3)_2 + \text{HCl} \quad \Delta H_2$, ① - ② 得
 $\cdot \text{CH}(\text{CH}_3)_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2 \cdot \quad \Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2$;
 ③ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 + \cdot \text{Br} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2 \cdot + \text{HBr} \quad \Delta H_3$;

④ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 + \cdot\text{Br} \longrightarrow \cdot\text{CH}(\text{CH}_3)_2 + \text{HBr} \quad \Delta H_4$, ③-④得
 $\cdot\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot \quad \Delta H = \Delta H_3 - \Delta H_4$, 所以 $\Delta H_1 - \Delta H_2 = \Delta H_3 - \Delta H_4$, $\Delta H_1 + \Delta H_4 = \Delta H_2 + \Delta H_3$, C 正确。C 项中, ③-①
 得到 $\text{HCl} + \text{Br}\cdot \longrightarrow \text{HBr} + \text{Cl}\cdot \quad \Delta H = \Delta H_3 - \Delta H_1$, 则 $\text{HCl} + \text{Br}\cdot +$
 $\text{H}\cdot \longrightarrow \text{HBr} + \text{Cl}\cdot + \text{H}\cdot \quad \Delta H = \Delta H_3 - \Delta H_1$, 设 HCl 和 HBr 的键
 能分别为 $E_{\text{H-Cl}}$ 、 $E_{\text{H-Br}}$, 则 $\Delta H = E_{\text{H-Cl}} - E_{\text{H-Br}} = \Delta H_3 - \Delta H_1$, D 错误。

12. (1) -49.5 (2) -0.5(m+n)

【解析】(1) 已知② $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H_1 = +40.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, ③ $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$
 $\Delta H_2 = -90.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 根据盖斯定律, 由②+③得反应
 ① $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = \Delta H_1 +$
 $\Delta H_2 = +40.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 90.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -49.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 相同条件下, 以 2 mol 乙炔和 2 mol 氢气为初始原料在恒压
 条件下达到的平衡与 2 mol 乙烯为初始原料达到的平衡是等效
 平衡。平衡时, 以乙炔和氢气为原料, 体系向环境放热 $m \text{ kJ}$, 以
 乙烯为原料, 体系从环境吸热 $n \text{ kJ}$ 可知, 2 mol 乙炔和 2 mol 氢
 气完全反应生成 2 mol 乙烯放出 $(m+n) \text{ kJ}$ 的热量, 所以反应 I
 的焓变 $\Delta H = -0.5(m+n) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

考点 17 原电池

1. C

思路分析

该装置为原电池, Cu_2S 失去电子生成 CuSO_4 , 则
 M 电极为负极, 电极反应式为 $\text{Cu}_2\text{S} - 10\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Cu}^{2+} + 8\text{H}^+ +$
 SO_4^{2-} ; N 电极为正极, 电极反应式为 $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$, 原电池工作
 时, 阳离子移向正极 N, 阴离子移向负极 M, 以此分析。

【解析】M 极上的电极反应式为 $\text{Cu}_2\text{S} - 10\text{e}^- + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Cu}^{2+} +$
 $8\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$, 因为 M 极产生的 Cu^{2+} 与 SO_4^{2-} 的物质的量之比为 2:1,
 故右室中 SO_4^{2-} 需通过 X 交换膜进左室, 则 X 交换膜是阴离子交
 换膜, A、B 错误; N 极为正极, 电极反应式为 $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$, 利
 用 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 检验 Fe^{2+} , C 正确; 根据分析, M 极为负极, 电势
 低于正极 N, D 错误。

2. A 【解析】当 a、b 间用导线连接时构成原电池, X 为 Zn 时, Zn
 失电子发生氧化反应, 属于牺牲阳极法, 可以保护钢闸门, A 正
 确; 当 a、b 间用导线连接时构成原电池, X 为 Zn 时, Zn 为负极,
 电子从负极 X 流出, B 错误; 当 a、b 与外接电源相连时, 属于外
 加电流法, a 连接电源的负极, 才能被保护, C 错误; 当 a、b 与外
 接电源相连时, 阴极发生得电子的还原反应, D 错误。

3. C 【解析】由充电时电极 a 发生得电子的还原反应可知, 电极 a
 为阴极, 则电极 b 为阳极, 充电时电极 b 与直流电源的正极相

连,电极反应式为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$, A 正确;放电时,化学能转化为电能,电极 a 上的反应为 $\text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3 - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{Na}^+$,生成 Na^+ ,电极 b 上的反应为 $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$,生成 Cl^- ,则氯化钠溶液的浓度增大, B 正确;若用该装置作为电解精炼铜的电源,该装置为原电池,电极 a 为负极,电极 b 为正极,则电极 b 与粗铜电极相连, C 错误;放电时,正极反应为 $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$,外电路通过的电子的数目为 1.204×10^{24} (即 2 mol) 时,消耗 1 mol 氯气,质量为 71 g, D 正确。

- 4. C** 【解析】由工作原理图可知, I_2 在充放电过程中先参与反应后又生成,是催化剂,分子 I_2 的引入催化了电池放电和充电过程, A 正确; Li 能与氧气、水反应, SOCl_2 易与水反应,故电池工作环境必须在无水无氧的条件下进行, B 正确;由工作原理图可知,充电时, I_2 失电子转化为 ICl , I_2 发生氧化反应,阳极反应式为 $2\text{LiCl} + \text{I}_2 - 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{ICl} + 2\text{Li}^+$,阴极反应式为 $\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}$, C 错误;由工作原理图可知,放电时,正极上 SOCl_2 转化为 S、 SO_2 ,负极上 Li 转化为 Li^+ ,则电池的放电总反应为 $4\text{Li} + 2\text{SOCl}_2 \rightleftharpoons 4\text{LiCl} + \text{S} + \text{SO}_2 \uparrow$, D 正确。

5. D

思路分析

氢氧燃料电池中,通入燃料氢气的电极是负极、通入氧化剂氧气的电极是正极,电解质溶液呈碱性,则负极的电极反应式为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$,正极的电极反应式为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$ 。根据 LED 发光二极管中电子移动方向知, b 是正极、a 是负极,据此分析解答。

【解析】原电池将化学能转化为电能,LED 将电能最终转化为光能,部分还转化为热能, A 错误;氢氧燃料电池总反应的生成物为水,故电解质溶液被稀释, pH 变小, B 错误;通过以上分析知, b 为正极,通入 O_2 ,电极发生反应: $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$,导线中每通过 1 mol e^- 需要消耗 0.25 mol 氧气, (标准状况下) 体积为 5.6 L, C 错误, D 正确。

6. A

思路分析

由图可知,放电时: Zn 电极作负极,电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, NiOOH 电极为正极,电极反应式为 $\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$;充电时: Zn 电极作阴极, NiOOH 电极作阳极,据此解题。

【解析】充电时电极 a 为阴极,电极 b 为阳极,阳极电势高于阴极电势, A 正确; OH^- 是阴离子,放电时移向负极 (即电极 a), B 错误;放电时, Zn 作负极,电极反应式为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$,即生成 $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$,所以储液罐中 $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ 溶液的浓度增大, C 错误;充电时,电极 b 发生的反应是

$\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^- - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$, D 错误。

7. D 【解析】工作时, A 电极的质量不断减轻, 则 A 为负极, 发生氧化反应, B 为正极, 发生还原反应, 由于装置中所用的隔膜为阴离子交换膜, 则 NO_3^- 由交换膜右侧向左侧迁移, A、B 错误; 若外电路通过 0.1 mol 电子, 则右侧溶液中有 0.1 mol NO_3^- 向左侧迁移, 0.1 mol Ag^+ 得到电子生成 Ag, 则右侧溶液减轻 $170 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1 \text{ mol} = 17.0 \text{ g}$, C 错误; 负极的电极反应式为 $\text{Ag} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}^+$, 正极的电极反应式为 $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$, 总反应为非氧化还原反应, D 正确。

8. BD 【解析】由题意可知, 该装置为原电池, b 极通入 O_2 , 发生还原反应, 则 b 为正极, A 正确; 原电池内电路中, 阳离子移向正极, 阴离子移向负极, 从而达到淡化海水的目的, 所以 Y 膜为阳离子交换膜, X 膜为阴离子交换膜, B 错误; a 极为负极, 酸性环境中电极反应为 $\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} - 8\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 \uparrow + 7\text{H}^+$, D 错误; 该装置能实现从海水中得到淡水, 同时除去有机物并提供电能, C 正确。

9. B 【解析】根据题意, 该装置为原电池, 是将化学能转化为电能的装置, A 正确; 负极区的电极反应式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6 + 2\text{H}^+$, 负极区的溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大, 则 pH 减小, B 错误; 消耗 1 mol 葡萄糖, 外电路中转移 2 mol 电子, 则消耗 0.01 mol 葡萄糖, 外电路中转移 0.02 mol 电子, C 正确; b 电极上 MnO_2 得电子并和 H^+ 反应生成水和 Mn^{2+} , D 正确。

10. D 【解析】锡、铅的活动性比铜强, 在形成原电池时, 作原电池的负极, 能阻止铜失电子, 从而保护青铜器中的铜, A 正确; $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ 和 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 中都含有金属阳离子和酸根离子, 二者都属于盐类, B 正确; NH_4Cl 在溶液中能发生水解而使溶液显酸性, 其溶液浸泡青铜器能清洗青铜器的铜锈, C 正确; 青铜器若放在银质托盘上, 可以形成原电池, 青铜器作原电池的负极, 加快青铜器的腐蚀, D 错误。

11. D 【解析】随海水深度变深, 海水中溶解的氧气的浓度减小, 被腐蚀的几率会逐渐降低, 故防止金属腐蚀的涂层变薄, A 正确; 为防止金属被腐蚀, 海水中溶解的氧气越多, 需要的涂层厚度也要相应增加, 可见不同深度海水采用不同厚度的涂层与该处氧气的浓度有关, B 正确; 镁、锌、铝的活动性比铁强, 在与铁、海水构成的原电池中, 这些活泼的金属作原电池的负极, 被氧化腐蚀, 因而钢铁得到保护, C 正确; 根据选项 C 分析可知牺牲阳极法是利用了原电池原理, D 错误。

12. B 【解析】Fe 失电子被氧化, 为负极, 长条状硫化物作正极, A 正确; 正极发生氧气得电子的反应, 电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$, 空气相对湿度越大, 参加反应的 O_2 的物质的量越

大,腐蚀速度越快,B 错误、C 正确;使用酒精棉球擦拭清洗并均匀涂抹润滑脂,可以防止金属与氧气和水接触,从而防止金属生锈,D 正确。

- 13. C** 【解析】生铁在酸性溶液中构成原电池,Fe 作为原电池的负极,负极反应式为 $\text{Fe}-2\text{e}^{-}=\text{Fe}^{2+}$,A 正确;pH=2.0 的溶液酸性较强,Fe 发生析氢腐蚀,产生氢气,导致压强增大,B 正确;若 pH=4.0 时只发生吸氧腐蚀,则压强会有所下降,而图中 pH=4.0 时,压强几乎不变,说明除了发生吸氧腐蚀外,还发生了析氢腐蚀,消耗氧气的同时还产生了氢气,C 错误;由图可知,pH=6.0 时,气体压强减小,说明发生了消耗氧气的吸氧腐蚀,正极主要发生的电极反应为 $\text{O}_2+4\text{e}^{-}+4\text{H}^{+}=2\text{H}_2\text{O}$,D 正确。

考点 18 电解池

- 1. D** 【解析】由图示知,该装置为电解池,In/In₂O_{3-x} 电极发生 CO₂ 转化为 HCOO⁻ 的反应,C 元素化合价由 +4 价降到 +2 价,得电子被还原,故 In/In₂O_{3-x} 电极为阴极,则 Ni₂P 为阳极,与电源正极相连,A 正确;In/In₂O_{3-x} 电极为阴极,溶液中 H⁺ 可能在阴极放电产生副产物 H₂,B 正确;In/In₂O_{3-x} 电极发生的反应为 $\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^{-}=\text{HCOO}^{-}+\text{OH}^{-}$,C 正确;标准状况下 33.6 L CO₂ 的物质的量为 1.5 mol,In/In₂O_{3-x} 电极反应式为 $\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^{-}=\text{HCOO}^{-}+\text{OH}^{-}$,消耗 1.5 mol CO₂ 时得到 3 mol 电子,Ni₂P 电极反应式为 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{NH}_2-4\text{e}^{-}+4\text{OH}^{-}=\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CN}+4\text{H}_2\text{O}$,失去 3 mol 电子时,生成 0.75 mol CH₃(CH₂)₆CN,D 错误。
- 2. C** 【解析】碳钢电极上水得电子生成氢气,发生还原反应,为电解池的阴极,b 为电源的负极,A 错误;a 为正极,钛基电极是阳极,阳极上发生氧化反应,钛基电极上的反应为 $\text{H}_2\text{O}-\text{e}^{-}=\text{H}^{+}+\cdot\text{OH}$,B 错误;碳钢电极上发生反应: $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^{-}=2\text{OH}^{-}+\text{H}_2\uparrow$ 、 $\text{HCO}_3^{-}+\text{OH}^{-}=\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_3^{2-}$,阳离子 Mg²⁺、Ca²⁺ 向阴极移动,碳钢电极底部有 Mg(OH)₂、CaCO₃ 生成,C 正确;钛基电极上发生反应 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}+28\cdot\text{OH}=6\text{CO}_2\uparrow+17\text{H}_2\text{O}$,每生成标准状况下 2.24 L (即 0.1 mol) CO₂,需要消耗约 0.47 mol ·OH,D 错误。
- 3. D** 【解析】FeCl₃ 与 H₂S 在反应池反应生成 FeCl₂、HCl 和 S,FeCl₂ 在 a 极发生氧化反应生成 FeCl₃,FeCl₃ 循环进入反应池,则 a 极为阳极,b 极产生 H₂,发生还原反应,为阴极,A 正确;H⁺ 通过离子交换膜移向阴极,即从左池经膜移向右池,B 正确;反应池的反应为 $2\text{FeCl}_3+\text{H}_2\text{S}=\text{S}\downarrow+2\text{FeCl}_2+2\text{HCl}$,所以进入电解池的溶液中溶质为 FeCl₂ 和 HCl,C 正确;由关系式: $\text{H}_2\sim 2\text{e}^{-}\sim \text{S}$,每产生 1 mol H₂ 可以产生 1 mol S 沉淀,则生成标准状况下 11.2 L (即 0.5 mol) H₂ 时反应池中产生 0.5 mol S 沉淀,D 错误。
- 4. D** 【解析】NCl₃ 中 Cl 的化合价为 +1 价,a 极上发生氧化反应,为阳极,与电源的正极连接,A 错误;在 ClO₂ 发生器中,发生反应

$3\text{H}_2\text{O} + \text{NCl}_3 + 6\text{NaClO}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_3 \uparrow + 6\text{ClO}_2 \uparrow + 3\text{NaCl} + 3\text{NaOH}$, 则 X 溶液显碱性, b 为阴极, 阴极区氢离子得到电子生成氢气, 氯离子从右侧经过阴离子交换膜到左侧, 则在 b 极区流出的 Y 溶液是稀盐酸, B 错误; a 极电极反应为 $\text{NH}_4^+ - 6\text{e}^- + 3\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{NCl}_3 + 4\text{H}^+$, C 错误; 根据 B 项分析, 在 ClO_2 发生器内发生的氧化还原反应中, 生成的 ClO_2 与 NH_3 的物质的量之比为 6:1, D 正确。

5. B 【解析】原电池中通入 O_2 的一极是正极, 则 Pt/C 电极是正极, 电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$, Zn 电极为负极, 电极反应式为 $\text{Zn} + 6\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, 放电时 $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 浓度增大, 平衡 $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^+ + \text{H}^+$ 正向移动, H^+ 浓度增大, I 室溶液 pH 减小, A 错误; 放电时, 该装置 II 室中 Na^+ 通过阳离子交换膜进入 III 室, Cl^- 通过阴离子交换膜进入 I 室, 可实现海水淡化, B 正确; 放电时, Zn 电极的电极反应式为 $\text{Zn} + 6\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, 则充电时, Zn 电极的电极反应式为 $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn} + 6\text{H}_2\text{O}$, C 错误; 充电时, III 室为阳极室, 电极反应式为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 每生成 1 mol O_2 转移 4 mol 电子, 同时有 4 mol Na^+ 通过阳离子交换膜进入 II 室, III 室溶液质量理论上减少 $1 \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 4 \text{ mol} \times 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 124 \text{ g}$, D 错误。

6. BC 【解析】右侧电极上氯离子放电得到次氯酸根离子, 次氯酸根离子再将 CN^- 氧化为氮气, 所以右侧电极为阳极, b 为电源的正极, A 错误; a 为电源的负极, 左侧电极为阴极, 发生反应: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, 阴极区阴离子数目增加, 污水中的钠离子会通过隔膜 I 进入阴极区, 氢氧化钠溶液浓度变大, 所以隔膜 I 为阳离子交换膜, B、C 正确; 生成的 2.24 L N_2 未标明条件, 无法计算电路中通过电子的物质的量, D 错误。

7. B 【解析】电解时, 阴极液中的水电离出的 H^+ 在阴极上得到电子生成 H_2 , 左侧双极膜解离出的 H^+ 向阴极迁移, 补充阴极液中所消耗的 H^+ , SO_4^{2-} 不能通过双极膜, 故出口 1 的物质为 Na_2SO_4 溶液; 左侧双极膜解离出的 OH^- 进入交换室 1, 盐室中的 Na^+ 通过阳离子交换膜进入交换室 1, 则交换室 1 中的溶质为 NaOH , 出口 2 的物质为 NaOH 溶液, A 正确。阳极液中的水电离出的 OH^- 在阳极上失去电子生成 O_2 , 右侧双极膜解离出的 OH^- 向阳极迁移, 补充阳极液中所消耗的 OH^- , Na^+ 不能通过双极膜, 故出口 5 的物质为 Na_2SO_4 溶液; 右侧双极膜解离出的 H^+ 进入交换室 2, 盐室中的 Br^- 通过阴离子交换膜进入交换室 2, 则交换室 2 中的溶质为 HBr , 出口 4 的物质为 HBr 溶液, B 错误; NaBr 溶液进入盐室后, Na^+ 通过阳离子交换膜进入交换室 1, Br^- 通过阴离子交换膜进入交换室 2, 则出口 3 出来的溶液的密度小于进入盐室的溶液的密度, C 正确; 由 A 项分析可知, 阴极上发生的电极反应

为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$, D 正确。

8. C 【解析】由图可知 N 极区铜元素的化合价由 +1 价升高为 +2 价, 则 N 极为阳极, 电极反应式为 $\text{CuCl} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^-$, M 极为阴极, 发生反应 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, 生成氢氧化钠, 则钠离子向左侧迁移, 为维持电荷守恒, 氯离子向右侧迁移, NaCl 浓度变小, 需及时补充, A、D 正确; M 极为阴极, a 为负极, 钠离子向左侧迁移, 故离子交换膜 I 为阳离子交换膜, B 正确; N 极为阳极, 电极反应式为 $\text{CuCl} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^-$, 电路中每通过 1 mol e^- , 生成 1 mol 氯化铜, 乙烯与氯化铜发生反应 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 2\text{CuCl}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl} + 2\text{CuCl}$, 消耗 0.5 mol (即 14 g) 乙烯, C 错误。

9. D 【解析】由图示可知, 该电池正极氧气得电子生成水, 正极的电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$, A 正确; 该电池负极氢气失电子, 发生氧化反应, B 正确; 由图示可知, 该聚合物电解质薄膜可通过 H^+ 由负极向正极的定向迁移导电, C 正确; 若将灯泡换成电解饱和食盐水装置, 当燃料电池生成 9 g (即 0.5 mol) 水时, 电路中转移 1 mol 电子, 电解饱和食盐水装置会同时产生 0.5 mol 氢气, 但未标明条件, 气体体积不一定是 11.2 L , D 错误。

10. C 【解析】 H_2O 在玻碳电极上失去电子生成 O_2 , 则玻碳电极为阳极, 发生氧化反应, A 正确; 铂电极为阴极, CO_2 得电子生成 C_2H_4 , 根据得失电子守恒和电荷守恒配平电极反应式为 $2\text{CO}_2 + 12\text{e}^- + 12\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$, B 正确; $28 \text{ g C}_2\text{H}_4$ 的物质的量为 $\frac{28 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, 由关系式: $\text{C}_2\text{H}_4 \sim 12\text{e}^-$ 可知, 制得 $28 \text{ g C}_2\text{H}_4$ 时转移 12 mol 电子, 根据阳极反应式 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$, 则阳极生成 3 mol O_2 , 质量为 $3 \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 96 \text{ g}$, C 错误; 电解时, 阳极产生的 H^+ 通过质子交换膜全部进入阴极, 则右池中溶液的 pH 可能不变, D 正确。

11. C 【解析】甲为原电池装置, 铜电极为原电池的负极, 失去电子发生氧化反应生成铜离子, A 错误; 盐桥中的硝酸根离子向甲中左侧烧杯移动, 溶液中硝酸根离子浓度增大, B 错误; 若用铜制 U 形物代替“盐桥”, 甲右侧烧杯构成铜银原电池, 铜作负极, 失去电子发生氧化反应生成铜离子, 银电极为正极, 则左侧烧杯为电解池, U 形物作电解池的阴极, 铜离子在阴极得到电子发生还原反应生成铜, 由得失电子守恒可知, 作负极消耗的铜的质量与作阴极析出的铜的质量相等, 所以工作一段时间后取出 U 形物称量, 质量不变, C 正确; 若乙池中为硫酸钠溶液, 乙池实际上为电解水装置, 由整个过程两极共产生 3.36 L (标准状况下) 气体可知, 阳极生成氧气的物质的量为

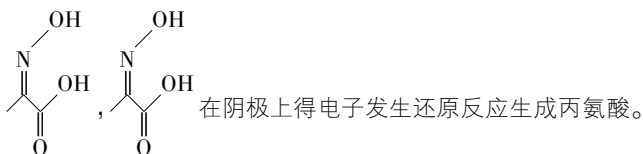
$$\frac{3.36 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}, \text{转移 } 0.2 \text{ mol 电子, 由得失电子守恒}$$

可知,甲池消耗 0.1 mol Cu , 铜电极质量减少 $0.1 \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.4 \text{ g}$, D 错误。

- 12. B** 【解析】由图可知,催化电极 a 上 Ni^{2+} 失去电子发生氧化反应,为阳极,则催化电极 b 为阴极,连接电源的负极, A 正确;阴极区反应为对硝基苯酚转化为对氨基苯酚,电极反应式为 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2 + 6\text{e}^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 每消耗 1 mol H^+ , 就有 1 mol H^+ 从阳极室经质子交换膜转移至阴极室, 溶液中 $n(\text{H}^+)$ 不变, 但阴极区生成水, 故溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减小, B 错误;阳极区发生反应 $\text{Ni}^{2+} - \text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NiO}(\text{OH}) + 3\text{H}^+$ 、 $6\text{NiO}(\text{OH}) + \text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_5\text{H}_3\text{O}-\text{CHO} + 12\text{H}^+ \longrightarrow \text{HOOC}-\text{C}_5\text{H}_3\text{O}-\text{COOH} + 10\text{H}_2\text{O} + 6\text{Ni}^{2+}$, 总反应为 $\text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_5\text{H}_3\text{O}-\text{CHO} - 6\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HOOC}-\text{C}_5\text{H}_3\text{O}-\text{COOH} + 6\text{H}^+$, C 正确;根据电极反应式和得失电子守恒,每消耗 1 mol 对硝基苯酚同时生成 1 mol 2,5-呋喃二甲酸, D 正确。

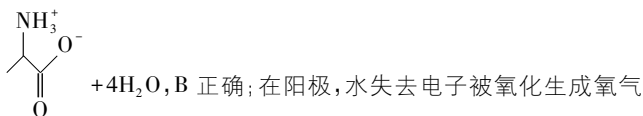
- 13. C** 【解析】根据图示可知:该装置中存在的能量转化形式有光能转化为化学能,化学能转化为电能,故该装置中存在由化学能到电能的转换, A 正确;在 b 电极上 H^+ 得到电子被还原产生 H_2 , 故 b 电极为原电池的正极, B 正确;根据图示可知在 a 极上 Fe^{2+} 失去电子变为 Fe^{3+} , 故 a 电极的电极反应式为 $\text{Fe}^{2+} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}$, C 正确; H_2S 失去 2 个电子转化为 S 和 2 个 H^+ , 故电路中若通过 2 mol e^- , 可处理 $34 \text{ g H}_2\text{S}$, D 错误。

- 14. C** 【解析】该装置为电解池,左侧接电源正极,为阳极区,水失去电子发生氧化反应生成氧气和氢离子;右侧接电源负极,为阴极区;制备丙氨酸分为三步,①硝酸根离子在阴极得电子发生还原反应转化为 NH_2OH , ② NH_2OH 和丙酮酸反应生成



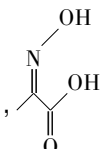
氨基酸的酸性来自羧基,而羧基可以与氨基形成内盐,从而减弱酸性, A 正确;在阴极,硝酸根离子得到电子与丙酮酸反应转

化为丙氨酸,电极反应式为 $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{COOH} + \text{NO}_3^- + 10\text{e}^- + 11\text{H}^+ =$



和氢离子,同时氢离子从阳极区移向阴极区,故阳极生成 1 mol

的氧气,转移 4 mol 电子,消耗 4.4 mol H^+ ,但同时从阳极区迁移 4 mol H^+ ,故阴极区 H^+ 减少 0.4 mol, C 错误;硝酸根离子在阴极反应转化为 NH_2OH 是电化学反应, NH_2OH 和丙酮酸反应

是化学反应,  在电极上反应生成丙氨酸是电化学反应,

该装置整合了电化学—化学—电化学串联反应, D 正确。

- 15. B** 【解析】根据图甲可知,充电时 Zn 电极反应式为 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn} + 4\text{OH}^-$, $c(\text{OH}^-)$ 增大, pH 升高, A 正确;放电时右侧电极反应式为 $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{OH}^-$, 每生成 1 mol HCOO^- , 转移 $2N_A$ 个电子, B 错误;根据图乙可知,在使用催化剂 Sn 或者 s-SnLi 时生成 CO 的活化能大,活化能大的反应反应速率慢,且 CO 比 HCOOH 能量高,能量越低物质越稳定,因此使用催化剂 Sn 或者 s-SnLi 均能有效减少副产物 CO 的生成, C 正确;根据图像可知,相对于 Sn 催化剂使用 s-SnLi 催化剂,中间产物的能量更高,更不稳定, D 正确。