

大题专练2 化学反应原理综合

刷题型

1. (1) AC

$$(2) \frac{12ab}{t(1+2b)}$$

(3) ①不是 该反应为放热反应,降低温度,平衡正向移动,CH₃OH的平衡产率增大,Q点温度低于520 K,甲醇的平衡产率应高于520 K时的 ②温度升高,催化剂的活性降低;或温度升高,主反应逆向进行;或温度高于520 K,促进了副反应的进行等(任写两条)

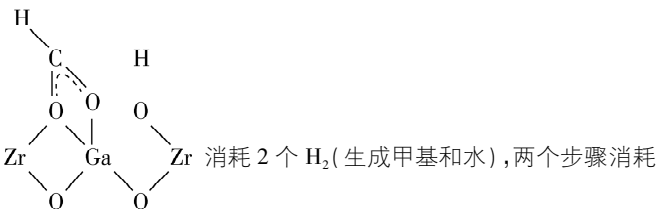
(4) HCO₃⁻

$$(5) K = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{HCO}_3^-)} = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)}{K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot K_{sp}(\text{CaCO}_3)} = 10^{4.39}, K \text{ 值已经很接近 } 10^5, \text{ 该反应进行的趋势很大}$$

突破点 ▶ 影响化学平衡的因素、化学平衡的有关计算、化学平衡图像分析、溶度积常数相关计算

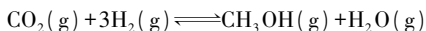
【解析】(1) 由题图乙可知,该反应为放热、熵减反应,ΔH<0,ΔS<0,ΔH-TΔS<0时可自发,故需要低温条件,A正确;GaZrO_x催化剂不影响化学平衡,不能提高甲醇的平衡产率,B错误;“吸附a”

步骤中,1个Zr—Ga—Zr消耗1个H₂,“氢化”步骤中1个



H₂的分子数之比为1:2,C正确;降低最后一步的能垒(能垒最大),能有效加快甲醇的生成速率,D错误;故选AC。

(2) 设达到平衡时转化了x mol·L⁻¹的CO₂,根据已知可列三段式,



起始浓度/(mol·L ⁻¹)	a	3a	0	0
转化浓度/(mol·L ⁻¹)	x	3x	x	x
平衡浓度/(mol·L ⁻¹)	a-x	3a-3x	x	x

$$\frac{x}{a-x+3a-3x+x+x} = b \Rightarrow x = \frac{4ab}{2b+1}, v(\text{H}_2) = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{12ab}{t(1+2b)} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}.$$

(3) ①该反应为放热反应,若在平衡状态,温度升高,平衡逆向移动,甲醇的产率降低,图中甲醇的产率还在升高,故Q点所示的条件下,反应还未达到平衡状态。

(4) 25℃时,二氧化碳溶于水形成碳酸,表层海水中碳酸以第一步电离为主,海水的pH≈8,故浓度最大的含碳微粒为HCO₃⁻。

$$(5) K = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{HCO}_3^-)} = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)}{K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot K_{sp}(\text{CaCO}_3)} = \frac{10^{-10.33}}{10^{-6.37} \cdot 10^{-8.35}} = 10^{4.39}, K \text{ 值已经很接近 } 10^5, \text{ 该反应进行的趋势很大}.$$

2. (1) N₂H₄(l)+O₂(g)====N₂(g)+2H₂O(l) ΔH=-622.6 kJ·mol⁻¹

(2) ①a-1 ②不变

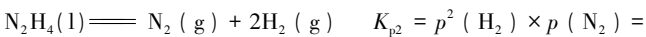
(3) ①L₂ 10^{-6.1} ②N₂H₅⁺+OH⁻====N₂H₄+H₂O ③c

突破点 ▶ 盐溶液中微粒间的电荷守恒、元素守恒、质子守恒原理、化学平衡图像分析、化学平衡常数的计算、盖斯定律与热化学方程式

【解析】(1) 根据反应热 = 生成物的标准摩尔生成焓之和 - 反应物的标准摩尔生成焓之和, $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$$\Delta H = 2 \times (-286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) + 0 - 0 - (+50.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -622.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}。$$

(2) ①根据反应 i: $\text{N}_2\text{H}_4\text{BH}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{BO}_3(\text{s}) + \text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ $K_{p1} = p^3(\text{H}_2) = 1.0 \text{ kPa}^3$, 得出 $p(\text{H}_2) = 1 \text{ kPa}$, 达到平衡后测得容器内总压为 $a \text{ kPa}$, 则 $p(\text{N}_2) = (a - 1) \text{ kPa}$, 反应 ii:



$(a - 1) \text{ kPa}^3$ 。②温度不变, K_{p2} 不变, 增大容器的容积, 达到新平衡后, 氢气和氮气的分压不变, 浓度也不变, N_2 的浓度不变。

(3) ①随着 pH 增大, N_2H_4 的分布分数逐渐增大, 对应的曲线为 L_1 , N_2H_5^+ 的分布分数先增大后减小, 对应的曲线为 L_3 , $\text{N}_2\text{H}_6^{2+}$ 的分布分数逐渐减小, 对应的曲线为 L_2 , P 点代表 N_2H_4 的分布分数和 N_2H_5^+ 的分布分数相等, 二者浓度也相等, 对应的 $\text{pH} = 7.9$, $c(\text{H}^+) = 10^{-7.9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-6.1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$

$$\rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^- \text{ 的电离常数 } K_{b1} = \frac{c(\text{OH}^-) \times c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}{c(\text{N}_2\text{H}_4)} = 10^{-6.1}。$$

② L_4 曲线中 Q 至 R 曲线段内 $1 < \frac{n(\text{NaOH})}{n(\text{N}_2\text{H}_6\text{Cl}_2)} < 2$, 发生反应的离子方程式为 $\text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。③根据元素守恒, L_4 曲线上任意点都存在: $n(\text{N}_2\text{H}_6^{2+}) + n(\text{N}_2\text{H}_5^+) + n(\text{N}_2\text{H}_4) = 20 \times 10^{-3} \text{ L} \times$

$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.002 \text{ mol}$, a 错误; 根据元素守恒, $2[c(\text{N}_2\text{H}_5^+) + c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+}) + c(\text{N}_2\text{H}_4)] = c(\text{Cl}^-)$, N 点处:

$c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+}) = c(\text{N}_2\text{H}_4) \neq 0$, 则 $2c(\text{N}_2\text{H}_5^+) \neq c(\text{Cl}^-)$, b 错误; 由 $K_{b1} =$

$$\frac{c(\text{OH}^-) \times c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}{c(\text{N}_2\text{H}_4)} = 10^{-6.1}, K_{b2} = \frac{c(\text{OH}^-) \times c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})}{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}, K_{b1} \times K_{b2} =$$

$$\frac{c(\text{OH}^-) \times c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}{c(\text{N}_2\text{H}_4)} \times \frac{c(\text{OH}^-) \times c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})}{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)} = \frac{c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+}) \times c^2(\text{OH}^-)}{c(\text{N}_2\text{H}_4)}, N$$

点时 $c(\text{N}_2\text{H}_4) = c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})$, 因此 $K_{b1} \times K_{b2} = c^2(\text{OH}^-) = (10^{-9.9})^2 =$

$$10^{-19.8}, K_{b2} = \frac{10^{-19.8}}{10^{-6.1}} = 10^{-13.7}, \text{ 根据 } K_{b2} = \frac{c(\text{OH}^-) \times c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+})}{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}, M \text{ 点}$$

时 $c(\text{N}_2\text{H}_6^{2+}) = c(\text{N}_2\text{H}_5^+)$, $c(\text{OH}^-) = K_{b2} = 10^{-13.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+) = 10^{-0.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 0.3$, c 正确。

3. (1) ① $\Delta H_3 - \Delta H_1 - \Delta H_2$ ② AC ③ 60

(2) ① 2.04 ② 3.0×10^{-4} ③ HL^- pH 为 10 时, 由 $K_{a1} =$

$$\frac{c(\text{HL}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{L})} = 10^{-7.46} \text{ 可得 } c(\text{HL}^-) = 10^{2.54} c(\text{H}_2\text{L}); \text{ 由 } K_{a2} =$$

$$\frac{c(\text{L}^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HL}^-)} = 10^{-12.4} \text{ 可得 } c(\text{HL}^-) = 10^{2.4} c(\text{L}^{2-})$$

突破点 ▶ 反应热的计算、分布系数图像

【解析】(1) ①将已知反应依次编号为 i、ii、iii, 由盖斯定律可知, 反应 iii - 反应 i - 反应 ii 得到目标反应, 则 $\Delta H = \Delta H_3 - \Delta H_1 - \Delta H_2$ 。②测定晶体结构最常用的方法是 X 射线衍射法, 即用 X

关键点

射线衍射技术可测定氧化铁晶体结构, A 正确; 催化剂能加快反应速率, 但不影响化学平衡, 则氧化铁不能改变乙苯的平衡转化率, B 错误; 升高温度, 正、逆反应速率均加快, C 正确; 反应 I 是气体分子数增大的反应, 恒压条件下反应时, 容器容积增大相当于减小压强, 平衡向正反应方向移动, 苯乙烯的百分含量增大, 则仅从平衡移动角度分析, 生产苯乙烯选择恒压条件优于恒容条件, D 错误。③设 4 h 时消耗乙苯的分压为 $a \text{ kPa}$, 由热化学方程式可得 $491 + a = 731$, 解得 $a = 240$, 则前 4 h 内乙苯的平均反应

$$\text{速率为 } \frac{240 \text{ kPa}}{4 \text{ h}} = 60 \text{ kPa} \cdot \text{h}^{-1}。$$

(2) ①由图可知,溶液 pH 为 1 时,溶液中 Fe^{3+} 和 $[\text{FeL}]^+$ 的浓度都为 $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由化学方程式可知,溶液中 H_2L 的浓度为 $(5.0 - 0.1) \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4.9 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则反应的平衡常数 $K = \frac{c\{[\text{FeL}]^+\} \cdot c^2(\text{H}^+)}{c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c(\text{H}_2\text{L})} =$

$$\frac{1.0 \times 10^{-4} \times 0.1^2}{1.0 \times 10^{-4} \times 4.9 \times 10^{-3}} = \frac{(0.1)^2}{4.9 \times 10^{-3}} \approx 2.04。$$

②由图可知,溶液 pH 为 4 时,溶液中 $[\text{FeL}]^+$ 和 $[\text{FeL}_2]^-$ 浓度均约为 $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由原子守恒可知,参与配位的 L^{2-} 的浓度约为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 3.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。③当溶液 pH 为 10 时,由电离平衡常数 $K_{a1} =$

$$\frac{c(\text{HL}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{L})} = 10^{-7.46} \text{ 可得,溶液中 } c(\text{HL}^-) = 10^{2.54} c(\text{H}_2\text{L}), \text{ 则溶}$$

$$\text{液中 } \text{HL}^- \text{ 浓度大于 } \text{H}_2\text{L} \text{ 浓度; 由电离平衡常数 } K_{a2} = \frac{c(\text{L}^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HL}^-)} =$$

$10^{-12.4}$ 可得,溶液中 $c(\text{HL}^-) = 10^{2.4} c(\text{L}^{2-})$, 则溶液中 HL^- 浓度大于 L^{2-} 浓度,所以溶液 pH 在 9.5~10.5 之间时,溶液中该配体物质主要存在形式为 HL^- 。

4. (1) $(2b+c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) BC

(3) 2 kPa^{-1} (计算过程见解析)

(4) $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$, $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ 是

突破点 ▶ 化学平衡移动原理、平衡常数计算

【解析】 (1) 根据盖斯定律可知, $\Delta H_4 = 2\Delta H_2 + \Delta H_3 = (2b+c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 对于反应 $\text{HbO}_2(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HbH}^+(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g})$, 当 $\frac{c(\text{HbH}^+)}{c(\text{HbO}_2)}$ 不变时, 不能说明反应达到平衡, 当 $\frac{c(\text{HbH}^+) \cdot p(\text{O}_2)}{c(\text{HbO}_2) \cdot c(\text{H}^+)}$ 不变时, 反应达到平衡状态, A 错误; 该反应 $\Delta S > 0$, 且由 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 可知, 当 $\Delta H < 0$ 和 $\Delta S > 0$ 时, $\Delta G < 0$ 恒成立, 反应在任意温度下都能自发进行, B 正确; 高氧条件下, 结合反应 $\text{HbO}_2(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HbH}^+(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g})$ 可知, 平衡逆向移动, 血液中 HbO_2 浓度增加, C 正确; K 只与温度有关, 人体代谢性酸增加, 该反应的 K 不变, D 错误。

(3) 反应 i: $\text{Hb}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HbO}_2(\text{aq})$, 平衡常数 $K = \frac{c(\text{HbO}_2)}{p(\text{O}_2) \times c(\text{Hb})}$, 根据 A 点 $\alpha(\text{HbO}_2) = \frac{c_{\text{平}}(\text{HbO}_2)}{c_{\text{平}}(\text{Hb}) + c_{\text{平}}(\text{HbO}_2)} \times 100\% = 96\%$, 得 $\frac{c_{\text{平}}(\text{HbO}_2)}{c_{\text{平}}(\text{Hb})} = \frac{96}{4}$, $p(\text{O}_2) = 12 \text{ kPa}$, 则 $K = \frac{c(\text{HbO}_2)}{p(\text{O}_2) \times c(\text{Hb})} = \frac{96}{12 \text{ kPa} \times 4} = 2 \text{ kPa}^{-1}$ 。

(4) 人体血液中存在的水解反应有 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$, $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$; 由 $K_h = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3) \times c(\text{OH}^-)}{c(\text{HCO}_3^-)}$ 可

得 $c(\text{OH}^-) = \frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{H}_2\text{CO}_3)} \times K_h = 20 \times 1.2 \times 10^{-7.6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 $K_w =$

$$c(\text{H}^+) \times c(\text{OH}^-) = 2.4 \times 10^{-14} \text{ 得出 } c(\text{H}^+) = \frac{2.4 \times 10^{-14}}{20 \times 1.2 \times 10^{-7.6}} \text{ mol} \cdot$$

$\text{L}^{-1} = 10^{-7.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时 $\text{pH} = 7.4$, 故该同学血液的 pH 处于正常范围。