

课程名：大学化学（II）-1

2019-2020 年第 1 学期 A 卷答案

一、选择题（每题 2 分，共 30 分）

1-5: CADDA

6-10: DCADB

11-15: DCCBA

二、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1、0.1, 450, 373.202

2、 $r=k[A][B]^2$ , 3, 3, 8

3、 $[(AgI)_m \cdot nI^{-1} \cdot (n-z)K^{+}]^{z-} \cdot zK^{+}$ ,  $I^{-}$ ,  $K^{+}$ , 正, 负

4、逆, 不, 正, 增大

5、 $1 \times 10^{-3}$ ,  $1 \times 10^{-3}$ ,  $-2 \times 10^{-3}$ , 二

三、简答题（每题 3 分，共 15 分）

答案略

四、计算题（共 3 分）

1（5 分）

解：由于水在标准大气压  $p^{\ominus}=101.3\text{kPa}$  下沸点为  $100^{\circ}\text{C}$ ，即为  $100+273.15=373.15\text{K}$

根据克-克方程： $\ln p_2/p_1 = \Delta_{\text{vap}}H_m(1/T_1 - 1/T_2)/R$ ，得

$$\ln 101.3/57.0 = 40.65 \times 1000 \times (1/T_1 - 1/373.15) / 8.314$$

解得  $T_1 = 357.5\text{K} = 84.35^{\circ}\text{C}$

可见，在海拔 4500m、大气压为  $57.0\text{kPa}$  的西藏高原上水的沸点为  $84.35^{\circ}\text{C}$ ，煮饭的最高温度比标准大气压  $p^{\ominus}=101.3\text{kPa}$  下的  $100^{\circ}\text{C}$  低，故难以将饭煮熟

2（9 分）

解：由题意知，抗生素 A 的降解反应为一级反应

（1）由一级反应动力学方程  $\ln c_0/c = akt$ （ $a$  取 1），得

$$\ln c_0/4.8 \times 10^{-3} = 4k \quad \ln c_0/2.2 \times 10^{-3} = 12k$$

解得速率常数  $k = 0.0975\text{h}^{-1}$

$$t_{1/2} = \ln 2/k = 7.11\text{h}$$

(2) 根据 Arrhenius 公式:  $\ln k_2/k_1 = E_a(1/T_1 - 1/T_2)/R$ , 得

$$\ln k_2/0.0975 = 50.8 \times 1000 \times [1/(273.15+37) - 1/(273.15+42)]/8.314$$

解得 42℃ 时的速率常数  $k_2 = 0.133 \text{ h}^{-1}$

3 (9 分)

解: 由题意知反应  $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) = 2\text{Al}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$

$$\Delta_r G_m^\ominus = 3 \Delta_r G_f^\ominus(\text{CO}_2) - 3 \Delta_r G_f^\ominus(\text{CO}) - \Delta_r G_f^\ominus(\text{Al}_2\text{O}_3) = 3 \times (-394.4) - 3 \times (-137.15) - (-1582.4) = 810.65 \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$$

可见, 在 298.15K 时反应的  $\Delta G$  远大于 0, 即反应不能自发进行

$$\Delta_r H_m^\ominus = 3 \Delta_r H_f^\ominus(\text{CO}_2) - 3 \Delta_r H_f^\ominus(\text{CO}) - \Delta_r H_f^\ominus(\text{Al}_2\text{O}_3) = 3 \times (-393.5) - 3 \times (-110.5) - (-1675.7) = 826.7 \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$$

$$\Delta_r S_m^\ominus = 3 S_m^\ominus(\text{CO}_2) + 2 S_m^\ominus(\text{Al}) - 3 S_m^\ominus(\text{CO}) - S_m^\ominus(\text{Al}_2\text{O}_3) = 3 \times 213.7 + 2 \times 28.33 - 3 \times 197.6 - 50.92 = 54.04 \text{ (J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$$

要使反应自发进行, 需  $\Delta_r G_m^\ominus = \Delta_r H_m^\ominus - T \Delta_r S_m^\ominus < 0$ , 得

$$T > \Delta_r H_m^\ominus / \Delta_r S_m^\ominus = 826.7 \times 1000 / 54.04 = 15297.93 \text{ K} = 15024.78^\circ\text{C}$$

因此欲使一氧化碳还原  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 温度需超过 15000 多度, 这在实际中是不可行的

4 (12 分)

解: 由题意  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$

起始      0.05mol    0.03mol

平衡                      0.04mol

可见平衡时  $\text{SO}_2$  和  $\text{O}_2$  分别消耗 0.04mol 和 0.02mol,  $\text{SO}_2$  和  $\text{O}_2$  都只剩 0.01mol

则, 总的物质的量为  $0.04 + 0.01 + 0.01 = 0.06 \text{ mol}$ 。平衡时总压为  $p_{\text{总}} = n_{\text{总}}$

$$RT/V = 0.06 \times 8.314 \times 400 / (1 \times 10^{-3}) = 199.5 \text{ kPa}$$

各分压为  $p_{\text{SO}_3} = p_{\text{总}} \cdot x_{\text{SO}_3} = 199.5 \times 0.04 / 0.6 = 133 \text{ kPa}$

$p_{\text{SO}_2} = p_{\text{O}_2} = p_{\text{总}} \cdot x_{\text{O}_2} = 199.5 \times 0.01 / 0.06 = 33.25 \text{ kPa}$

(1)  $\text{SO}_2$  的平衡转化率为  $100\% \times 0.04 / 0.05 = 80\%$

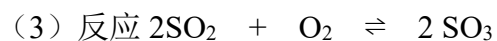
(2) 反应  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$

$$K^\ominus = (p_{\text{SO}_3}/p^\ominus)^2 / [(p_{\text{SO}_2}/p^\ominus)^2 \cdot (p_{\text{O}_2}/p^\ominus)] = (p_{\text{SO}_3})^2 / [(p_{\text{SO}_2})^2 \cdot (p_{\text{O}_2})/p^\ominus] = 133^2 / [33.25^2 \times 33.25 / 101.3] = 48.75$$

$$K_p = p_{\text{SO}_3}^2 / (p_{\text{SO}_2}^2 \cdot p_{\text{O}_2}) = 133^2 / (33.25^2 \times 33.25) = 0.4812 (\text{kPa})^{-1}$$

$$K_x = x_{\text{SO}_3}^2 / (x_{\text{SO}_2}^2 \cdot x_{\text{O}_2}) = (0.04/0.06)^2 / [(0.01/0.06)^2 \times (0.01/0.06)] = 96$$

$$K_c = c_{\text{SO}_3}^2 / (c_{\text{SO}_2}^2 \cdot c_{\text{O}_2}) = (0.04/1 \times 10^{-3})^2 / [(0.01/1 \times 10^{-3})^2 \times (0.01/1 \times 10^{-3})] = 1.6 \times 10^{-3} (\text{L/mol})$$



是一个气体分子数减少的反应，故其  $\Delta_r S < 0$

该反应能自发进行，即  $\Delta_r G = \Delta_r H - T \Delta_r S < 0$

因此该反应的  $\Delta_r H_m < 0$ ，表明反应是放热反应