

Przykładowe zadania - Ćwiczenie 2

Zad.1. Oblicz stałą równowagi reakcji: $\text{Fe}_{(c)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} = \text{FeO}_{(s)}$ w temperaturze 1500°C , mając dane: $\Delta H^\circ_{1873} = -61960$ [cal/mol], $\Delta S^\circ_{1873} = 14,55$ [cal/K mol].

Zad.2. W temperaturze 298K standardowa entalpia swobodna dla reakcji:

$\text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_{2(g)}$ wynosi $2,038 \cdot 10^5$ J/mol.

a) wyrazić stałą równowagi poprzez aktywności reagentów,

b) wyznaczyć wartość stałej równowagi tej reakcji w podanych warunkach.

Zad.3. Węgiel magnezowy suszono w ten sposób, że przepuszczano nad nim gorącą mieszaninę gazów składającą się między innymi z CO_2 , którego ciśnienie parcjalne wynosiło 0,5 atm. Do jakiej temperatury można było ogrzać węgiel magnezowy, aby nie uległ on rozkładowi?

Dla reakcji rozkładu $\text{MgCO}_{3(s)} \rightarrow \text{MgO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ zależność ΔG° od temperatury dana jest wzorem $\Delta G^\circ_T = 117570 - 170T$ [J].

Zad.4. Dla reakcji (1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_{(g)}$, określić czy przy zadanych ciśnieniach:

a) 10^{-2} atm b) 1 atm c) 3 atm zajdzie proces redukcji w temperaturze 1573K.

Dane:

(2) $2\text{Fe} + 3/2\text{O}_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3$

$$\Delta G^\circ_{2)1573K} = -120 \text{ [kcal/mol]}$$

(3) $\text{C} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}$

$$\Delta G^\circ_{3)1573K} = -69 \text{ [kcal/mol]}$$

Zad.5. Dla reakcji (1) $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{C}_{(s)} = 2\text{Al}_{(c)} + 3\text{CO}_{(g)}$, określić czy przy zadanych ciśnieniach:

a) 10^{-2} atm b) 10^{-1} atm c) 1 atm w temperaturze 1500°C zajdzie proces redukcji. Dane:

(2) $2\text{Al} + 3/2\text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3$

$$\Delta G^\circ_{2)1773K} = -243000 \text{ [cal/mol]}$$

(3) $\text{C}_{(s)} + 1/2\text{O}_2 = \text{CO}_{(g)}$

$$\Delta G^\circ_{3)1773K} = -69000 \text{ [cal/mol]}$$

Zad.6. Dla reakcji (1) $\text{TiO}_2 + 2\text{C} = \text{Ti} + 2\text{CO}_{(g)}$, określić czy przy zadanych ciśnieniach:

a) 10^{-2} atm b) 10^{-1} atm c) 1 atm zajdzie proces redukcji w temperaturze 1500°C .

Dane:

(2) $\text{Ti} + \text{O}_2 = \text{TiO}_2$

$$\Delta G^\circ_{2)1773K} = -140 \text{ [kcal/mol]}$$

(3) $\text{C} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}$

$$\Delta G^\circ_{3)1773K} = -69 \text{ [kcal/mol]}$$

Zad.7. Obliczyć i porównać temperaturę rozkładu czystego CaCO_3 wg reakcji:

a) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$

oraz temperaturę rozkładu z dodatkiem SiO_2 wg równania:

b) $\text{CaCO}_3 + \frac{1}{2} \text{SiO}_2 = \frac{1}{2} \text{Ca}_2\text{SiO}_4 + \text{CO}_{2(g)}$

Mając dane:

1) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{C} + \text{O}_2$

$$\Delta G^\circ_{1)} = 136700 - 37,5T$$

2) $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$

$$\Delta G^\circ_{2)} = -94200 - 0,2T$$

3). $\text{CaO} + \frac{1}{2} \text{SiO}_2 = \frac{1}{2} \text{Ca}_2\text{SiO}_4$

$$\Delta G^\circ_{3)} = -14900$$

Założyć, że $p_{\text{CO}_2} = 1$ atm.

Zad.8. Dla reakcji $\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2$ należy ułożyć równanie na zależność stałej równowagi reakcji od temperatury uwzględniając:

a) $\Delta C_p = 0$, zależność ΔG° od temperatury wyznaczyć na podstawie danych:

Reagent	ΔH°_{298} [kJ/mol]	S°_{298} [J/K mol]
CO	-110,46	197,9
O ₂	-	205,0
CO ₂	-393,51	213,8

b) $\Delta C_p = f(T)$, gdy zależność ΔG° od temperatury wynosi:

$$\Delta G^\circ_T = -283050 + 3,6225 \cdot 10^5 T^{-1} + 96,55T - 1,425 \cdot 10^{-3} T^2 - 0,75T \ln T \text{ [J]}.$$

Zad.9. Dla reakcji $\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2$ należy ułożyć równanie na zależność stałej równowagi reakcji od temperatury uwzględniając:

a) $\Delta C_p=0$, gdy zależność ΔG° od temperatury wynosi: $\Delta G^\circ_T = -283050 + 86,6T$ [J];

b) $\Delta C_p = f(T)$, gdy zależność ΔG° od temperatury wynosi:

$$\Delta G^\circ_T = -283050 + 3,6225 \cdot 10^5 T^{-1} + 96,55T - 1,425 \cdot 10^{-3} T^2 - 0,75T \ln T \text{ [J]}.$$

Zad.10. W którą stronę przesunie się równowaga reakcji:



Jeżeli:

- a) zwiększy się stężenie tlenu
- b) zmniejszy się stężenie azotu
- c) zmniejszy się stężenie tlenku azotu
- d) ogrzeje się układ
- e) zmniejszy się ciśnienie w układzie
- f) zmniejszy się objętość przestrzeni reakcyjnej?

Literatura:

[1] A. Staronka, M. Holtzer, „Podstawy fizykochemii procesów metalurgicznych i odlewniczych”, Wydawnictwo Uczelniane AGH, Kraków 1991, skrypt 1251.

[2] Szcz. Chudoba, Z. Kubas, K. Pytel „Elementy chemii fizycznej” Wydawnictwo Uczelniane AGH, Kraków 2000.

[3] Szewczyk W., Wojciechowski J. Wykłady z termodynamiki z przykładami zadań, cz.I Procesy termodynamiczne, Wydawnictwo Uczelniane AGH, Kraków 2007.

[4] S.K. Bose, S.K. Roy, „Principles of Metallurgical Thermodynamics, Universities Press, 2014.