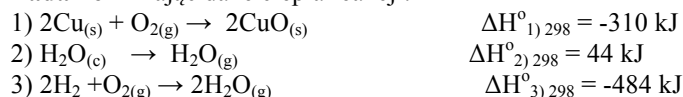
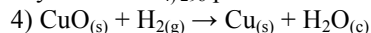


Przykładowe zadania - Ćwiczenie 1

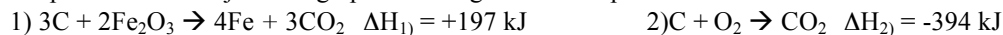
Zadanie 1 Mając dane ciepła reakcji:



Wyznacz $\Delta H_{4)298}^{\circ}$ procesu:

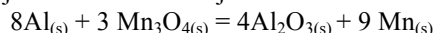


Zadanie 2. W jakim stosunku wagowym trzeba mieszać rudę żelaza (Fe_2O_3) z koksem (C), aby w wielkim piecu prowadzić reakcje według uproszczonego schematu procesu:



bez wymiany ciepła z otoczeniem.

Zadanie 3. Wyznaczyć ciepło reakcji aluminotermicznej w warunkach standardowych,

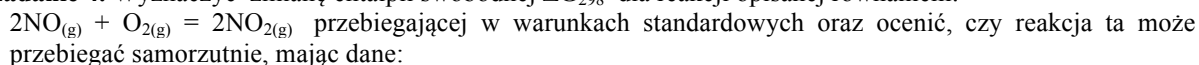


wiedząc, że entalpie tworzenia tlenku glinu i manganu wynoszą odpowiednio:

$$\Delta H_{\text{tw. Al}_2\text{O}_3(s)}^{\circ} = -1674,7 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{tw. Mn}_3\text{O}_4(s)}^{\circ} = -1387,0 \text{ kJ/mol}$$

Zadanie 4. Wyznaczyć zmianę entalpii swobodnej ΔG_{298} dla reakcji opisanej równaniem:



$$S_{\text{NO}(g)}^{\circ} = 210,0 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$$

$$S_{\text{NO}_2(g)}^{\circ} = 240,4 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$$

$$S_{\text{O}_2(g)}^{\circ} = 205,0 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$$

$$\Delta H_{\text{NO}(g)}^{\circ} = 90,37 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{NO}_2(g)}^{\circ} = 33,84 \text{ kJ/mol}$$

Zadanie 5. Obliczyć zmianę entalpii w procesie przeprowadzenia 0,53 g stałego magnezu ($M_{\text{Mg}} = 24 \text{ g/mol}$) o temperaturze 298K w stan pary o temperaturze 1200K. Ciepło molowe stałego magnezu dane jest wzorem: $C_p = 22,30 + 10,25 \cdot 10^{-3}T - 0,431 \cdot 10^{-5}T^2 \text{ [J/K} \cdot \text{mol]}$.

Ciepło topnienia magnezu w temperaturze 923K wynosi 8,79 kJ/mol. Ciepło molowe ciekłego magnezu jest w przybliżeniu stałe i wynosi 33,89 J/K·mol. Ciepło parowania w temperaturze 1130K jest równe 151,13 kJ/mol. Ciepło molowe magnezu w fazie gazowej wynosi 20,79 J/K·mol.

Zadanie 6. Żelazo α przechodzi w temperaturze 1033K w formę β . Ciepło przemiany w tej temperaturze wynosi 5021 J/mol. Ciepła molowe odmian alotropowych można wyrazić wzorami:

$$C_p(\alpha) = 56,53 + 23,985 \cdot 10^{-2}T - 22,681 \cdot 10^{-5}T^2 \text{ [J/K} \cdot \text{mol]}$$

$$C_p(\beta) = 37,66 \text{ [J/K} \cdot \text{mol]}$$

Oblicz ciepło przemiany żelaza α w β w temperaturze 1063K.

Zadanie 7. Obliczyć: a) zmianę entalpii, b) zmianę entropii

przy ogrzaniu 1,5 tony żelaza w granicach temp. 294K do 1873K. Molowe ciepła alotropowych odmian żelaza przy stałym ciśnieniu wynoszą:

$$C_p(\alpha) = 17,49 + 24,77 \cdot 10^{-3}T \text{ [J/K} \cdot \text{mol]}$$

$$C_p(\gamma) = 7,70 + 19,50 \cdot 10^{-3}T \text{ [J/K} \cdot \text{mol]}$$

$$C_p(\delta) = 41,84 \text{ [J/K} \cdot \text{mol]}$$

$$C_p(\epsilon) = 43,93 \text{ [J/K} \cdot \text{mol]}$$

Ciepła przemian fazowych:

$$T \alpha \rightarrow \gamma = 1184\text{K} \quad \Delta H^{\circ} \alpha \rightarrow \gamma = 941 \text{ J/mol}$$

$$T \gamma \rightarrow \delta = 1665\text{K} \quad \Delta H^{\circ} \gamma \rightarrow \delta = 1088 \text{ J/mol}$$

$$T_{\text{top}} = 1809\text{K} \quad \Delta H^{\circ}_{\text{top}} = 15188 \text{ J/mol}$$

Zadanie 8. Wyznaczyć ΔG° w funkcji temperatury dla reakcji: $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$

Podać zależność ΔG° od temperatury, uwzględniając zależność: a) $\Delta C_p = 0$; b) $\Delta C_p = f(T)$, mając dane:

-----	ΔH_{298}° [kJ/mol]	S_{298}° [J/K·mol]	C_p [J/K·mol]
Cr_2O_3	- 1129,7	81,2	$119,37 + 9,2 \cdot 10^{-3}T - 15,65 \cdot 10^{-5}T^2$
Al	0	28,33	$20,67 + 12,38 \cdot 10^{-3}T$
Al_2O_3	-1673,6	51,04	$106,61 + 17,78 \cdot 10^{-3}T - 28,53 \cdot 10^{-5}T^2$
Cr	0	23,77	$24,43 + 9,87 \cdot 10^{-3}T - 3,68 \cdot 10^{-5}T^2$

Zadanie 9. Dla reakcji: $\text{Cd} + 2\text{AgCl} = 2\text{Ag} + \text{CdCl}_2$

podać zależność ΔG° od temperatury, uwzględniając zależność gdy a) $\Delta C_p=0$; b) $\Delta C_p= f(T)$. Dane:

-----	ΔH°_{298} [kJ/mol]	S°_{298} [J/K·mol]	C_p [J/K·mol]
CdCl_2	- 380	115	$20 + 9 \cdot 10^{-3}T - 2 \cdot 10^{-5}T^{-2}$
Ag	0	45	$15 + 10 \cdot 10^{-3}T$
AgCl	-128	45	$115 + 17 \cdot 10^{-3}T - 25 \cdot 10^{-5}T^{-2}$
Cd	0	50	$14 + 23 \cdot 10^{-3}T$

Zadanie 10. Oblicz ΔG° w 1000K dla reakcji: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$, mając dane:

Fe_2O_3	CO	Fe	CO_2
$\Delta H^\circ_{\text{tw},298} = -821,32 \text{ kJ/mol}$ $S^\circ_{298} = 87,4 \text{ J/K mol}$ $C_p(\alpha) = 98,28 + 77,82 \cdot 10^{-3}T - 14,85 \cdot 10^{-5}T^{-2}$ $T_{\alpha \rightarrow \beta} = 950\text{K}$ $\Delta H^\circ_{\alpha \rightarrow \beta} = 941 \text{ J/mol}$ $C_p(\beta) = 150,6$	$\Delta H^\circ_{\text{tw},298} = -110,46 \text{ kJ/mol}$ $S^\circ_{298} = 197,9 \text{ J/K mol}$ $C_p = 28,41 + 4,1 \cdot 10^{-3}T - 0,46 \cdot 10^{-5}T^{-2}$	- $S^\circ_{298} = 87,4 \text{ J/K mol}$ $C_p = 17,49 + 24,77 \cdot 10^{-3}T$	$\Delta H^\circ_{\text{tw},298} = -393,51 \text{ kJ/mol}$ $S^\circ_{298} = 87,4 \text{ J/K mol}$ $C_p = 44,14 + 9,04 \cdot 10^{-3}T - 8,54 \cdot 10^{-5}T^{-2}$

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.