

## 4. 2. a 3. věta termodynamická, entropie, Gibbsova energie – zadání

K nastudování: Peter Atkins, Fyzikální chemie, kapitola 3; soubor integraly.jpg

Konstanty:

Molární plynová konstanta  $R = 8,314472 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Boltzmannova konstanta  $k = 1,3806504 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

Příklady:

1. Vypočítejte změnu entropie 21 g argonu ( $M_{Ar} = 39,95 \text{ g mol}^{-1}$ ), jestliže se jeho objem zvýšil z původních  $1,2 \text{ dm}^3$  na  $4,6 \text{ dm}^3$ , a změnu entropie jeho okolí, jestliže argon představuje uzavřený systém a expanze proběhla
  - (i) adiabaticky. (všechno nulové)
  - (ii) izotermicky a reverzibilně. (argon:  $5,87 \text{ J K}^{-1}$ ; okolí:  $-5,87 \text{ J K}^{-1}$ ; celkem: 0)
2. Jaká je molární entropie pevné látky při teplotě  $4,2 \text{ K}$ , jestliže je při absolutní nule její entropie nulová a jestliže je při velice nízké teplotě  $C_{p,m} = 5,8 \cdot 10^{-3} T^3 \text{ (J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})$ ? ( $0,14 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ )
3. Vypočítejte změnu entropie 2 mol ideálního plynu, jestliže molární tepelná kapacita  $C_{p,m} = \frac{7}{2} R$ , počáteční teplota se zvýšila z  $25 \text{ °C}$  na  $135 \text{ °C}$  a počáteční tlak z  $151,988 \text{ kPa}$  na  $709,275 \text{ kPa}$ . ( $-7,3 \text{ J K}^{-1}$ )
4. Jaká je váha konfigurace  $W$ , bylo-li do 4 hladin o různé energii postupně umístěno 3, 6, 5 a 4 částic? Rovněž vypočtete entropii. ( $W = 5,15 \cdot 10^8$ ;  $S = 2,77 \cdot 10^{-22} \text{ J K}^{-1}$ )
5. Vypočítejte standardní Gibbsovu energii pro reakci  $4 \text{ NH}_3 (\text{g}) + 5 \text{ O}_2 (\text{g}) \rightarrow 4 \text{ NO} (\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O} (\text{g})$  při  $25 \text{ °C}$ , jestliže standardní slučovací Gibbsova energie amoniaku je  $-16,45 \text{ kJ mol}^{-1}$ , standardní slučovací Gibbsova energie oxidu dusnatého  $86,55 \text{ kJ mol}^{-1}$  a standardní slučovací Gibbsova energie páry  $-228,57 \text{ kJ mol}^{-1}$ , a rozhodněte, zda je reakce samovolná. ( $-959,42 \text{ kJ mol}^{-1}$ )
6. Vypočítejte standardní slučovací Gibbsovu energii fenolu, při  $25 \text{ °C}$ , je-li standardní spalná entalpie fenolu  $-3054 \text{ kJ mol}^{-1}$ , standardní slučovací entalpie oxidu uhličitého  $-393,51 \text{ kJ mol}^{-1}$ , standardní slučovací entalpie vody  $-285,83 \text{ kJ mol}^{-1}$ , molární entropie fenolu  $146,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , molární entropie grafitu  $5,74 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , molární entropie kyslíku  $205,138 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  a molární entropie vodíku  $130,684 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . ( $-50,34 \text{ kJ mol}^{-1}$ )
7.  $2,5 \text{ mmol}$  argonu zaujímá při teplotě  $25 \text{ °C}$   $72 \text{ dm}^3$  a expanduje na  $100 \text{ dm}^3$ . Vypočítejte změnu Gibbsovy energie pro tento proces. ( $-2,0 \text{ J}$ )
8. Vypočítejte  $\Delta_r G^0$  pro reakci  $2 \text{ CO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{ CO}_2 (\text{g})$  při  $102 \text{ °C}$ , jestliže při  $25 \text{ °C}$  platí:  $\Delta_f G^0(\text{CO}_2, \text{g}) = -394,36 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f G^0(\text{CO}, \text{g}) = -137,17 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H^0(\text{CO}_2, \text{g}) = -393,51 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H^0(\text{CO}, \text{g}) = -110,53 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Jak změna teploty ovlivňuje tuto reakci? ( $-501 \text{ kJ mol}^{-1}$ )