

# Podstawy Fizyki IV

ćwiczenia #10

(5 maja 2020)

*Wstępy teoretyczne do zadań są przedstawione w notatkach do ćwiczeń.*

▷ MIESZANINY, ROZTWORY I ZJAWISKA KOLIGATYWNE

## Zadanie 1

Rozważyć układ składający się z  $N_A$  moli substancji  $A$  zamkniętej w pojemniku o objętości  $V_A$  oraz  $N_B$  moli substancji  $B$  zamkniętej w pojemniku o objętości  $V_B$ . Znaleźć zmianę entropii związaną z połączeniem zbiorników tak, że  $V = V_A + V_B$ . Obie substancje są gazami doskonałymi, a temperatura i ciśnienie gazów nie zmienia się, tj.  $p_{A,pocz} = p_{B,pocz} = p_{A+B,konc} = p$  oraz  $T_{A,pocz} = T_{B,pocz} = T_{A+B,konc} = T$ . Układy  $(A)$ ,  $(B)$  i  $(A + B)$  są izolowane.

## Zadanie 2

Rozważyć problem skraplania mieszanki dwóch gazów azotu  $N_2$  i tlenu  $O_2$  w ciśnieniu standardowym  $p_0 = 1$  bar. Temperatura skraplania azotu ( $A$ ) wynosi  $T_A = 77.4$  K, a temperatura skraplania tlenu ( $B$ ) wynosi  $T_B = 90.2$  K. Ułamek molowy tlenu w mieszaninie wynosi  $x = \frac{N_B}{N_A + N_B}$  (czyli dla powietrza  $x = 0.21$ ). Wiedząc, że ciepło parowania czystego składnika w warunkach standardowych dla azotu jest dane tzw. standardową molową entalpią parowania  $\Delta_{par}H_A^0/N = 5570$  J/mol, a standardowa molowa entalpia parowania dla tlenu wynosi  $\Delta_{par}H_B^0/N = 6820$  J/mol. Przyjąć, że entalpie parowania nie zależą od temperatury w przedziale temperatur  $[T_A, T_B]$ . W ogólności skład mieszaniny może być inny w fazie gazowej ( $x^g$ ) niż w fazie ciekłej ( $x^c$ ). Układ znajduje się w naczyniu o ustalonej objętości. Wyznaczyć funkcję  $x^g(T)$  i  $x^c(T)$  i naszkicować odpowiedni wykres.

## Zadanie 3

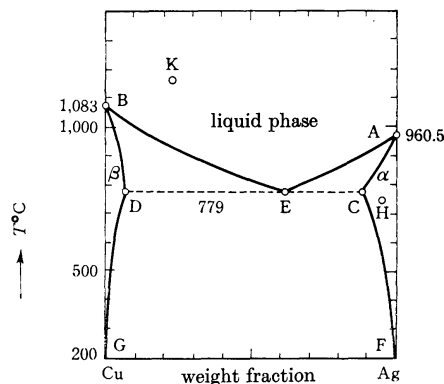
Rozważmy układ dwóch składników doskonale się mieszających ( $A$  i  $B$ ). Niech udział składnika  $B$  wynosi  $x = \frac{N_B}{N}$ , gdzie  $N = N_A + N_B$ . W sytuacji, gdy faza ciekła jest w równowadze z fazą gazową udział składnika  $B$  w fazie gazowej wynosi  $x_g$ , a w fazie ciekłej  $x_c$ . Udowodnić *regulę dźwigni*, która mówi, że proporcja liczby moli cieczy do gazu wynosi:

$$\frac{N_g}{N_c} = \frac{x - x_c}{x_g - x}$$

gdzie  $N = N_g + N_c$ .

## Zadanie 4

Na rysunku obok przedstawiono diagram fazowy mieszaniny miedzi (Cu) i srebra (Ag). Obszar powyżej linii AEB odpowiada fazie ciekłej, obszar ACF odpowiada stałemu roztworowi nienasyconemu Cu w Ag (roztwór stały  $\alpha$ ), obszar AEC i BED odpowiada układowi dwufazowemu ciecz-faza stała, obszar BDG odpowiada stałemu roztworowi nienasyconemu Ag w Cu (roztwór stały  $\beta$ ), a obszar GFDC odpowiada układowi dwufazowemu zawierającego dwie fazy stałe. Punkt E jest nazywany punktem eutektycznym. Jak będzie zachowywać się roztwór w trakcie chłodzenia począwszy od punktu K na diagramie fazowym?



## Zadanie 5

Korzystając z aktywności  $a_1$  rozpuszczalnika pokazać, że ciśnienie pary  $p_1$ , ciśnienie osmotyczne  $\pi$

oraz zwiększenie temperatury wrzenia można w przybliżeniu zapisać jako:

$$p_1 = p_1^0 a_1$$

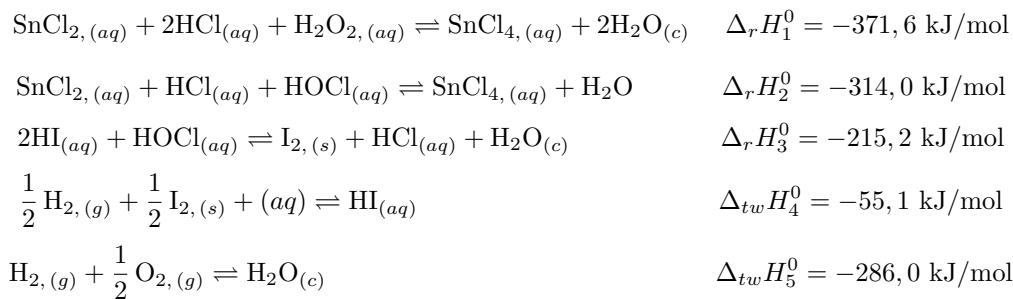
$$\pi v_1^0 = \frac{\Delta T}{T_1^0} \ell_1 = -RT_1^0 \ln a_1,$$

gdzie odpowiednio  $p_1^0$ ,  $v_1^0$ ,  $T_1^0$  i  $\ell_1$  to ciśnienie pary nasyconej czystego rozpuszczalnika, objętość molowa czystego rozpuszczalnika, temperatura wrzenia oraz ciepło utajone wrzenia dla czystego rozpuszczalnika. W rozważaniach dotyczących zwiększenia temperatury wrzenia założyć, że gaz który wyparowuje jest czystym rozpuszczalnikiem.

▷ ELEMENTY CHEMII FIZYCZNEJ. PRAWO DZIAŁANIA MAS, RÓWNANIE VAN'T HOFFA

### Zadanie 6

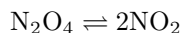
Posługując się prawem Hessa obliczyć entalpię tworzenia wodnego roztworu nadtlenu wodoru ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) opierając się na następujących danych:



gdzie (aq) oznaczają roztwór wodny, (c) oznacza ciecz, (g) oznacza gaz, a (s) oznacza ciało stałe.

### Zadanie 7

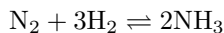
W temperaturze 300 K i pod ciśnieniem 1 atm 20% czterotlenku azotu ulega dysocjacji na dwutlenek azotu. Obliczyć stałą równowagi i standardową zmianę entalpii swobodnej Gibbsa dla reakcji



w podanej temperaturze.

### Zadanie 8

Mieszanina 1 mola azotu  $\text{N}_2$  i 3 moli wodoru  $\text{H}_2$  została podgrzana do 500°C. W obecności odpowiednich katalizatorów pod ciśnieniem 400 barów zachodzi synteza amoniaku:



Jaka część atomów azotu weszła w reakcję (utworzyła amoniak)?  $K_p = 6.85 \cdot 10^{-5}$ .

### Zadanie 9

Wyprowadzić równanie van't Hoffa opisujące zależność stałej równowagi reakcji od temperatury, tzn. obliczyć  $\frac{d \ln K_p(T)}{dT}$ . Podać zależność  $K_p$  od temperatury T, przy czym zaniedbać słabą zależność  $\Delta_r H^0$  od temperatury, gdzie  $\Delta_r H^0$  jest standardową entalpią reakcji.

*mgr Piotr Zdybel*  
piotr.zdybel@fuw.edu.pl