

## Zajęcia 1

### Zad. 1

114 g tlenu znajduje się w warunkach normalnych. Wyznacz ciepło, pracę,  $\Delta U$  i  $\Delta H$  odwracalnego procesu: a) izobarycznego zwiększenia objętości do  $0,2 \text{ m}^3$ ; b) izochorycznego ogrzewania do osiągnięcia ciśnienia  $2,026 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Odp. a) 43 kJ; -12 kJ; 30 kJ; 43 kJ. b) 20 kJ; 0; 20 kJ; 28 kJ.

### Zad. 2

Oblicz zmianę energii wewnętrznej podczas procesu odparowania 200 g etanolu w jego normalnej temperaturze wrzenia. Ciepło parowania etanolu w temperaturze wrzenia wynosi  $857,7 \text{ J/g}$ , objętość właściwa pary wynosi  $0,607 \text{ m}^3/\text{kg}$ . Objętość cieczy można zaniedbać.

Odp.  $159,2 \text{ kJ}$

## Zajęcia 2

### Zad. 1

W organizmie ludzkim w reakcjach enzymatycznych etanol jest utleniany do aldehydu octowego, a następnie do kwasu octowego. Jaki będzie efekt cieplny reakcji  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(c)} + 1/2\text{O}_{2(g)} = \text{CH}_3\text{CHO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(c)}$  prowadzonej pod stałym ciśnieniem 1 bara w temperaturze 310 K, jeśli w temperaturze 298 K standardowe entalpie tworzenia równe są odpowiednio dla  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(c)}$ ,  $\text{CH}_3\text{CHO}_{(g)}$  i  $\text{H}_2\text{O}_{(c)}$ :  $-276,0 \text{ kJ/mol}$ ,  $-166,2 \text{ kJ/mol}$  i  $-285,8 \text{ kJ/mol}$ , a średnie ciepła molowe wynoszą odpowiednio:  $C_{p,\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(c)}} = 112,4 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ,  $C_{p,\text{O}_2(g)} = 29,4 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ,  $C_{p,\text{CH}_3\text{CHO}_{(g)}} = 89,1 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ,  $C_{p,\text{H}_2\text{O}_{(c)}} = 75,4 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ? Jaki byłby ten efekt w temperaturze 310 K w warunkach izochorycznych?

Odp.  $-175,6 \text{ kJ/mol}$ ;  $-176,8 \text{ kJ/mol}$ .

### Zad. 2

Metabolizm 1 g której substancji pozwala uzyskać więcej energii: sacharozy ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , masa molowa  $342 \text{ g/mol}$ ,  $\Delta H_{f,sach}^{\circ} = -2226 \text{ kJ/mol}$ ) czy głównego kwasu tłuszczowego w oliwie (kwas oleinowy  $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ , masa molowa  $283 \text{ g/mol}$ ,  $\Delta H_{f,kw.ol.}^{\circ} = -783 \text{ kJ/mol}$ )? Standardowe entalpie tworzenia gazowego tlenku węgla (IV) i ciekłej wody to odpowiednio  $-393 \text{ kJ/mol}$  i  $-285 \text{ kJ/mol}$ .

Odp. Kwasu oleinowego ( $-39 \text{ kJ/g}$  wobec  $-16 \text{ kJ/g}$ ).

## Zajęcia 3

### Zad. 1

Dla reakcji  $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} = 2 \text{ HI}_{(g)}$  w temperaturze  $444 \text{ }^{\circ}\text{C}$  stała  $K_c = 50$ . Określ kierunek procesu, wiedząc że mieszanina wyjściowa ma skład:

$$c_{\text{H}_2} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}; \quad c_{\text{I}_2} = 5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}; \quad c_{\text{HI}} = 10 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

Odp. w prawo ( $\Delta G = \Delta F = -9,6 \text{ kJ/mol}$ )

### Zad. 2

Stała równowagi reakcji tworzenia kompleksu  $\text{Ag(I)}$  z histydyną, opisanej równaniem  $\text{AgL}^{++} + \text{L} = \text{AgL}^+_2$  w temperaturze 298 K równa jest  $5,13 \cdot 10^6$  (Czoik et al., Acta Phys. Pol. A, 2008, 114 (6A), 51-56). Średnia entalpia tej reakcji to  $-66,3 \text{ kJ/mol}$ . Oblicz stałą równowagi tej reakcji w temperaturze fizjologicznej 310 K.

Odp.  $1,82 \cdot 10^6$

### Zad. 3

Entalpia denaturacji ludzkiej  $\alpha$ -laktoalbuminy (głównego białka globularnego w mleku ludzkim) niezwiązanej z jonami  $\text{Ca}^{2+}$  w temperaturze  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$  przy pH 8 równa jest  $167 \text{ kJ/mol}$ . Entropia tej przemiany w  $T = 298 \text{ K}$  to  $561 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ , a w  $T = 288 \text{ K}$  to  $35 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ , różnica między ciepłem molowym formy natywnej i zdenaturowanej ( $C_{p(\text{den})} - C_{p(\text{nat})}$ ) to  $15400 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ . Która forma jest trwalsza w tej temperaturze? Która będzie trwalsza w temperaturze  $15^{\circ}\text{C}$ ? Załóż, że różnica ciepła molowych nie zależy od temperatury.

Odp. W temperaturze  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$  forma zdenaturowana ( $\Delta G_1 = -0,02 \text{ kJ/mol}$ ), w temperaturze  $15^{\circ}\text{C}$  forma natywna ( $\Delta G_2 = 2,82 \text{ kJ/mol}$ ).

## Zajęcia 4

### Zad. 1

Oblicz ciśnienie pary wodnej nad 25% roztworem glukozy  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  w temperaturze  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Prężność pary wodnej w tej temperaturze wynosi  $17,4 \text{ Tr}$ .

Odp.  $16,84 \text{ Tr}$

### Zad. 2

Oblicz prężność pary wodnej w autoklawie, jeśli temperatura sterylizacji to 121°C, wiedząc, że średnia entalpia parowania wody w zakresie temperatur 90-130°C to 41 kJ/mol.

Odp. 205 kPa

### Zad. 3

Ile wynosi ciśnienie osmotyczne wodnego roztworu zawierającego 25,5 g/l laktozy (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) w temperaturze 37,00°C?

Odp. 1,92·10<sup>5</sup> Pa

### Zad. 4

Ciśnienie pary wodnej w temperaturze 20°C wynosi 17,54 Tr, a ciśnienie par nad roztworem zawierającym rozpuszczoną substancję nieletną jest równe 17,22 Tr. Oblicz ciśnienie osmotyczne roztworu w temperaturze 40°C, jeżeli jego gęstość w tej temperaturze  $d = 1,01 \text{ g/cm}^3$ , a masa molowa substancji rozpuszczonej wynosi 60 g/mol.

Odp. 25,5·10<sup>5</sup> Pa

## Zajęcia 5

### Zad. 1

Degradacja etanolu we krwi pobranej post mortem może być opisywana zgodnie z kinetyką pierwszego rzędu. Jeśli krew jest przechowywana w temperaturze 4°C z dostępem powietrza, to stała szybkości degradacji etanolu wynosi 1,01·10<sup>-2</sup> dzień<sup>-1</sup>. Jakie było początkowe stężenie etanolu we krwi, jeśli po 15 dniach przechowywania wynosiło ono 2,36 g/l?

Odp. 2,75 g/l

### Zad. 2

Dla reakcji:  $\text{BrO}_3^-(\text{aq}) + 5\text{Br}^-(\text{aq}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Br}_2(\text{c}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{c})$  w kilku eksperymentach otrzymano następujące dane:

Eksperyment	[BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] <sub>o</sub> , M	[Br <sup>-</sup> ] <sub>o</sub> , M	[H <sup>+</sup> ] <sub>o</sub> , M	Szybkość początkowa, M/s
1	0,1	0,1	0,1	8,0·10 <sup>-4</sup>
2	0,2	0,1	0,1	1,6·10 <sup>-3</sup>
3	0,2	0,2	0,1	3,2·10 <sup>-3</sup>
4	0,1	0,1	0,2	3,2·10 <sup>-3</sup>

Wyznacz cząstkowe i całkowity rząd reakcji, oblicz stałą szybkości reakcji.

Odp. 1; 1; 2; 4; 8 M<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>

### Zad. 3

Znajdź energię aktywacji reakcji  $\text{C}_2\text{H}_5\text{I} + \text{OH}^- \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{I}^-$ ; dla reakcji tej w roztworze etanolu wyznaczono:

t [°C]	15,83	90,61
10 <sup>3</sup> · k [s <sup>-1</sup> · mol <sup>-1</sup> ]	0,0503	119

Odp. 90,8 kJ/mol

### Zad. 4

Przebieg reakcji I rzędu w roztworze można śledzić spektrofotometrycznie mierząc zmianę absorbancji roztworu. Po 20 minutach po rozpoczęciu reakcji w 25°C absorbancja wynosiła 0,80, a pod 40 minutach spadła do 0,35. Oblicz stałą szybkości reakcji oraz początkową wartość absorbancji. O ile trzeba podnieść temperaturę układu, aby  $\tau_{1/2}$  wyniósł 5 minut, jeśli wiadomo, że energia aktywacji  $E_a = 120 \text{ kJ/mol}$ ?

Odp. 0,0413 min<sup>-1</sup>; 1,83; 8 K

### Zad. 5

Dehydrataza węglanowa została wprowadzona do roztworu węglanu o stężeniu 3·10<sup>-7</sup> M. Stała Michaelisa-Menten  $K_M$  dla tego układu to 2·10<sup>-5</sup> M. Po 4 minutach przereagowało 13% substratu. Jaki procent substratu przejdzie w CO<sub>2</sub> po 8 minutach? Jaka będzie  $v_{\text{max}}$  w tych warunkach?

Odp. 24%; 7·10<sup>-7</sup> M·min<sup>-1</sup>