

# AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA im. Stanisława Staszica w KRAKOWIE OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH” (VIII edycja – etap II)

## Tematy zadań

*Uwaga: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów.*

*Wyniki należy zaokrąglić do trzech cyfr znaczących.*

1. W stanie równowagi reakcji  $\text{CO}_{2(g)} + \text{C}_{(s)} \leftrightarrow 2\text{CO}_{(g)}$  stosunek molowy reagentów gazowych  $\text{CO}_2/\text{CO}$  wynosi 2:1 a ciśnienie całkowite mieszaniny gazów jest równe  $2 \cdot 10^6$  Pa.
  - a. W którą stronę przesunie się równowaga reakcji, jeżeli w wyniku zmiany objętości układu, przy zachowaniu tej samej temperatury, stosunek molowy  $\text{CO}_2/\text{CO}$  wynosi teraz 1:2.
  - b. Oblicz ciśnienie całkowite mieszaniny po ustaleniu się nowego stanu równowagi. Zakładamy, że gazy traktujemy jako doskonałe.

Wskazówka: ciśnienie gazu w mieszaninie dane jest zależnością -  $p_i = x_i \cdot p_{\text{całkowite mieszaniny}}$  ( $x_i$  – ułamek molowy gazu „i” w mieszaninie)

2. Ogniwo galwaniczne składa się z metalicznego talu Tl zanurzonego w roztworze o stężeniu jonów  $\text{Tl}^+$  0,050 M połączonego za pomocą klucza elektrolitycznego z 0.50 M roztworem HCl, który pozostaje w kontakcie z elektrodą Pt, omywaną gazowym  $\text{H}_2$ , pod ciśnieniem  $p = 0.9$  atm.
  - a. Zapisz równania reakcji elektrodowych oraz równanie sumarycznej reakcji zachodzącej w ogniwie.
  - b. Podaj schemat omawianego ogniwa.
  - c. Oblicz SEM ogniwa w temperaturze  $25^\circ\text{C}$  wiedząc, że:  $E^0(\text{Tl}^+/\text{Tl}) = -0,34$  V,  $E^0(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,00$  V.
  - d. Jak zmieni się  $\Delta E$  ogniwa (wzrośnie/zmaleje/nie zmieni się), jeżeli do komory anody ogniwa kroplami wprowadzi się roztwór  $\text{NaBr}_{(aq)}$ ? Omów swoje wnioski i poprzyj je odpowiednimi obliczeniami wiedząc, że  $pL_{\text{TlBr}} = 5,5$  ( $L_{\text{TlBr}}$  – iloczyn rozpuszczalności TlBr,  $pL_{\text{TlBr}} = -\log(L_{\text{TlBr}})$ )
  - e. Jakie reakcje zachodzą w ogniwie po dodaniu do przestrzeni anodowej roztworu NaBr? Odpowiedź uzasadnij.

3. Do wody wsypano 30,0 g  $\text{CaSO}_4$  i uzyskano po ustaleniu się stanu równowagi  $500 \text{ dm}^3$  roztworu. Następnie pobrano z tego roztworu dwie porcje po  $200 \text{ cm}^3$  i sporządzono dwa roztwory:

- I. Mieszanina  $200 \text{ cm}^3$  roztworu wyjściowego i  $100 \text{ cm}^3$  roztworu  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  o stężeniu  $0,1 \text{ mol/dm}^3$
- II. Mieszanina  $200 \text{ cm}^3$  roztworu wyjściowego i  $1500 \text{ cm}^3$  wody destylowanej

Wiedząc, że iloczyny rozpuszczalności  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{PbSO}_4$  i  $\text{PbCl}_2$  wynoszą odpowiednio:  $L_{\text{CaSO}_4} = 4,93 \cdot 10^{-5}$ ,  $L_{\text{PbSO}_4} = 2,53 \cdot 10^{-8}$ ,  $L_{\text{PbCl}_2} = 1,70 \cdot 10^{-5}$ , oblicz:

- a. Ile gramów siarczanu wapnia wytrąci się w roztworze I,
- b. Jaką objętość nasyconego roztworu chlorku ołowiu(II) należy dodać do roztworu II, by wytrącił się osad siarczanu ołowiu(II).

4. Szybkość reakcji  $A \rightarrow$  produkty zwykle wyraża się równaniem:  $V = kc^\alpha$ , gdzie  $\alpha$  to rząd reakcji względem substratu A. Do obliczeń użyteczne są równania podające zależność stężenia substratu A ( $c_A$ ) od czasu.

W zależności od wartości rzędu  $\alpha$  równanie to przyjmuje następujące postaci, gdzie  $c_0$  - początkowe stężenie substratu,  $c_t$  - stężenie substratu po czasie t:

Rząd reakcji $\alpha$	Zależność $c_A = f(t)$
0	$kt = c_0 - c_t$
1	$kt = \ln \frac{c_0}{c_t}$
2	$kt = \frac{1}{c_t} - \frac{1}{c_0}$
3	$kt = \frac{1}{2c_t^2} - \frac{1}{2c_0^2}$

Związek  $H_3COC_6H_4CNO$  rozpuszczony w  $CCl_4$  dimeryzuje powoli, a zmiany jego stężenia w czasie są zebrane w poniższej tabeli:

t[h]	0	3	5,5	7,5	9	11,5	13,5	18	22,5	29	35
c [mol/dm <sup>3</sup> ]	0,875	0,696	0,600	0,534	0,497	0,444	0,406	0,348	0,299	0,255	0,222

Analizując dane z tabeli oraz z informacji wstępnej do zadania, ustal na podstawie odpowiednich obliczeń:

- Rząd analizowanej reakcji dimeryzacji, a następnie zapisz równanie kinetyczne tej reakcji,
  - Wartość stałej szybkości reakcji wraz z jednostką,
  - Czas połowicznego zajścia reakcji.
5. Przy utlenianiu aldehydu  $C_nH_{2n}O$  amoniakalnym roztworem tlenku srebra wydzielilo się 10,790 g osadu i powstał kwas, który przy gotowaniu z alkoholem etylowym w obecności  $H_2SO_4$  utworzył 2,2026 g estru, a reakcja zaszła z wydajnością 50,00%. Zapisz równania zachodzących reakcji, określ wzór chemiczny wyjściowego aldehydu i podaj jego nazwę zwyczajową i systematyczną.

---

Dane, które należy przyjmować w obliczeniach:

masy atomowe:

H – 1,008    C – 12,01    O – 16,00    Cl – 35,45    Ca – 40,08    Pb – 207,20    S – 32,07  
 Ag – 107,87

Stała gazowa  $R = 8,314J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

Stała Faradaya  $F = 96485 C$