

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет ім.В.Стефаника»

Факультет природничих наук

Кафедра хімії

Дисципліна

«Фізична хімія»

Приклади задач з розв'язанням

Підготувала

Студентка групи Х-31

Нетикша В.

Перевірив:

Професор, д.х.н.

Шийчук О.В.

м.Івано-Франківськ

2020р.

Задача 1.

Умова: При якій концентрації йонів кобальту в розчині $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ електродний потенціал буде рівним $-0,273 \text{ В}$ при 25°C ($E_{\text{Co}/\text{Co}^{2+}} = -0,27\text{В}$).

Розв'язання:

З рівняння Нернста виведемо формулу для знаходження концентрації йонів кобальту:

$$E = E_0 + \frac{0,059}{n} \lg C$$

Звідси

$$\lg C = \frac{(E - E_0) \cdot 2}{0,059}$$

$$\lg C = \frac{(-0,273 + 0,270) \cdot 2}{0,059} = \frac{-0,006}{0,059} = -0,102$$

Переведемо з \lg в звичайне число

$$C = 10^{-0,102}$$

$$C = 0,791 \text{ моль/л.}$$

Задача 2.

Умова: При якій концентрації йонів нікелю в розчині $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ електродний потенціал буде рівним $-0,15$ при 25°C ($E_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}} = -0,23\text{В}$).

Розв'язання:

З рівняння Нернста виведемо формулу для знаходження концентрації йонів кобальту:

$$E = E_0 + \frac{0,059}{n} \lg C$$

Звідси

$$\lg C = \frac{(E - E_0) \cdot 2}{0,059}$$

$$\lg C = \frac{(-0,15 + 0,23) \cdot 2}{0,059} = \frac{-0,16}{0,059} = 2,712$$

Переведемо з \lg в звичайне число

$$C = 10^{2,712}$$

$$C = 0,515 \cdot 10^3 \text{ моль/л.}$$

Задача 3.

Умова: Вирахувати при 25°C потенціал аргентуму зануреного в 0,1 М розчину $AgNO_3$ і потенціал цього електроду зануреного в той же розчин, але розбавленого в 10 разів. Уявний ступінь дисоціації 0,1М розчину при 25°C дорівнює 43%, а для розбавленого – 57%. ($E_{Ag/Ag^+} = 0,799V$).

Розв'язання:

Електродний потенціал розрахуємо за рівнянням Нернста:

$$E = E_0 + \frac{0,059}{n} \lg C$$

Але спочатку знайдемо концентрацію йонів:

$$C_{Ag^+} = C_1 \cdot \alpha, \quad C_{Ag^+} = C_2 \cdot \alpha.$$

$$C = 0,1M \cdot \frac{43\%}{100\%} = 0,043M, \quad C = 0,01M \cdot \frac{57\%}{100\%} = 0,0057M$$

$$E_1 = 0,799V + \frac{0,059}{1} \lg(0,043) = 0,799V + \frac{0,059}{1} (-1,37) = 0,799V - 0,08083 = 0,7182 V;$$

$$E_2 = 0,799V + \frac{0,059}{1} \lg(0,0057) = 0,799V + \frac{0,059}{1} (-2,24) = 0,799V - 0,1322 = 0,6665 V.$$

Задача 4.

Умова: Металічний предмет загальною площею 50 см^2 потрібно покрити шаром міді товщиною $0,1 \text{ мм}$. Густина міді $8,96 \text{ г/см}^3$. Яка густина струму і скільки часу потрібно його пропускати при силі 2 А , якщо 15% струму витрачається на апаратуру?

Розв'язання:

Знайдемо густину струму з рівняння:

$$j = \frac{I}{S} = \frac{2 \text{ А}}{50 \text{ см}^2} = 0,04 \text{ А/см}^2$$

Щоб знайти час використаємо формулу :

$$q = i \cdot t, \text{ звідси } t = \frac{q}{I}$$

Знайдемо q з рівняння:

$$q = \frac{\rho \cdot S \cdot \delta}{M} = \frac{0,1 \cdot 50 \text{ см}^2 \cdot 8,96 \text{ г/см}^3}{64 \text{ г/моль}} = 0,7 \text{ моль}$$

За пропорцією знайдемо яка кількість електрики потрібна для виділення міді:

$1 \text{ моль} = 2 \cdot 26,8 \text{ А} \cdot \text{год}$, а $0,7 \text{ моль} - x \text{ А} \cdot \text{год}$

$$\text{Звідси } x = \frac{0,7 \text{ моль} \cdot 2 \cdot 26,8 \text{ А} \cdot \text{год}}{1 \text{ моль}} = 37,52 \text{ А} \cdot \text{год}$$

$$t = \frac{q}{I} = \frac{37,52 \text{ А} \cdot \text{год}}{2 \text{ А}} = 18,76 \text{ год.}$$

Задача 5.

Умова: При 25°C в розбавленому розчині $AgNO_3$ число переносу аніона дорівнює 0,536. Визначити абсолютну швидкість і рухливість катіону Ag^+ , якщо при цій температурі еквівалентна електропровідність розчину при нескінченному розбавленні дорівнює $13,33 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{екв}^{-1}$.

Розв'язання:

Число переносу катіона Ag^+ :

$$t_K = \frac{v_k}{v_a + v_k} = \frac{F_{v_k}}{F_{v_a} + F_{v_k}} = \frac{\lambda_k}{\lambda_\infty}.$$

Звідси рухливість катіона Ag^+

$$\lambda_k = t_k \lambda_\infty = 0,536 \cdot 13,33 = 7,145 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{екв}^{-1}.$$

Абсолютну швидкість катіона Ag^+ розраховуємо за формулою:

$$v_k = \frac{\lambda_k}{F}$$

$$F = 96500 = 9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль}$$

Звідси

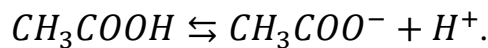
$$v_k = \frac{7,145 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{екв}^{-1}}{9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль}} = 7,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}.$$

Задача 6.

Умова: Константа дисоціації оцтової кислоти при 25°C дорівнює $1,754 \cdot 10^{-5}$. Визначити концентрацію іонів H^+ у розчинах:
1) при концентрації CH_3COOH $0,1 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3}$; 2) коли в 1 л розчину міститься 0,1 моль CH_3COOH і 0,1 моль CH_3COONH_4 .

Розв'язання:

При розчиненні оцтова кислота дисоціює за рівнянням



Константа дисоціації оцтової кислоти: $K_d = \frac{Ca^2}{1-a}$;

Якщо $a \approx 0$, то різницю $1 - a$ можна вважати такою, що дорівнює 1. У цьому разі рівняння константи дисоціації матиме

$$K_d = Ca^2$$

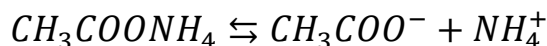
Звідси ступінь дисоціації оцтової кислоти дорівнює:

$$a = \sqrt{\frac{K_d}{C}} = \sqrt{\frac{1,754 \cdot 10^{-5}}{0,1}} = \sqrt{1,754 \cdot 10^{-4}} = 1,324\% .$$

Концентрація іонів H^+ :

$$C_{H^+} = aC = 1,324 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 \text{ евк} \cdot \text{м}^{-3} = 1,324 \cdot 10^{-3} \text{ евк} \cdot \text{м}^{-3}.$$

Ацетат амонію повністю дисоціює на іони за схемою:



Тому при наявності CH_3COONH_4 рівновага між молекулами і іонами оцтової кислоти зміщується в бік утворення молекули CH_3COOH і можна вважати, що концентрація іонів CH_3COO^- дорівнює:

$$C_{CH_3COO^-} = C_{CH_3COONH_4} = 0,1 \text{ евк} \cdot \text{м}^{-3}$$

Рівноважна концентрація CH_3COOH дорівнює початковій концентрації:

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,1 \text{екв} \cdot \text{м}^{-3}$$

Константа дисоціації CH_3COOH

$$K_{\text{д}} = \frac{C_{\text{CH}_3\text{COO}^-} \cdot C_{\text{H}^+}}{C_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = \frac{0,1 \text{екв} \cdot \text{м}^{-3} \cdot C_{\text{H}^+}}{0,1 \text{екв} \cdot \text{м}^{-3}} = C_{\text{H}^+}$$

Звідси концентрація іонів H^+ дорівнює

$$C_{\text{H}^+} = K_{\text{д}} = 1,754 \cdot 10^{-5} \text{екв} \cdot \text{м}^{-3}.$$

Задача 7.

Умова: Для 0,01 н КСІ питомий опір дорівнює 709,22 Ом⁻¹ · см⁻¹. Обчислити питому і еквівалентну електричні провідності.

Розв'язання:

Питому електричну провідність обчислюємо за рівнянням:

$$\chi = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{709,22 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}} = 1,41 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$$

Еквівалентну електричну провідність знайдемо за рівнянням:

$$\lambda = \frac{\chi}{C} = \frac{1,41 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}}{0,01 \text{ екв} \cdot \text{м}^{-3}} = 0,141 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{г} \cdot \text{екв}^{-1} \cdot \text{м}^2$$

Задача 8.

Умова: Для нескінченно розбавленого розчину NH_4Cl при $25^\circ C$ число перенесення катіона $t_+=0,491$. Обчисліть електролітичну рухливість і абсолютну швидкість аніона Cl^- ; $\lambda_{0,NH_4Cl} = 0,0150 \frac{\text{Г}\cdot\text{М}^2}{\text{Ом}\cdot\text{екв}}$.

Розв'язання:

Спочатку знайдемо електролітичну рухливість:

$$\lambda = \lambda_0(1 - t_+) = 0,0150(1 - 0,491) = 0,00763 \frac{\text{Г}\cdot\text{М}^2}{\text{Ом}\cdot\text{екв}}$$

Тепер знайдемо абсолютну швидкість

$$v_0 = \frac{\lambda}{F} = \frac{0,00763 \frac{\text{Г}\cdot\text{М}^2}{\text{Ом}\cdot\text{екв}}}{96500 \frac{\text{Кл}}{\text{Моль}}} = 7,9 \cdot 10^{-8} \frac{\text{М}^2}{\text{с}\cdot\text{В}}$$

Задача 9.

Умова: Розклад Нітроген (I) оксиду на поверхні золота при високих температурах протікає за рівнянням $N_2O \leftrightarrow N_2 + O$. Константа швидкості даної реакції дорівнює 0,0005 при 1123 К. Початкова концентрація Нітроген (I) оксиду 1,8 моль/л. Визначити швидкість реакції при вказаній температурі в початковий момент часу, і коли відбудеться розклад 80% Нітроген (I) оксиду. (Вважати, що реакція першого порядку).

Розв'язання:

З рівняння знайдемо швидкість для початкової концентрації

$$V_1 = k \cdot C. \quad V = 0,0005 \cdot 1,8 = 0,0009 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$$

Щоб знайти швидкість в даний момент часу, потрібно врахувати розклад. Якщо розпалося 80%, то 20% залишилося. Тому враховуємо при розрахунках кількість ту, яка залишилась:

$$C = C_1 \cdot \frac{20\%}{100\%} = 1,8M \cdot \frac{20\%}{100\%} = 0,36M$$

$$V_2 = 0,36M \cdot 0,0005 \text{с}^{-1} = 0,00018 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$$

Задача 10.

Умова: Реакція між речовинами А і В протікає за рівнянням $A + 3B \rightarrow C$. Концентрація речовини А дорівнює 2,75 моль/л, а В – 3,25 моль/л. Константа швидкості реакції $0,45 \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}}$. Вирахувати швидкість хімічної реакції в початковий момент і через деякий час, коли прореагує 75% речовини А та 30% речовини В. (Вважати, що для А-1 порядок, а для В-2 порядок).

Розв'язання:

Знайдемо початкову швидкість реакції

$$V_1 = k \cdot C_A^1 \cdot C_B^2$$

$$V_1 = 0,45 \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}} \cdot 2,75 \text{М} \cdot 3,25^2 \text{М} = 13,07 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$$

Знайдемо швидкість реакції в даний момент часу:

$$C_A = 2,75 \text{ моль/л} \cdot \frac{25\%}{100\%} = 0,6875 \text{ моль/л}$$

$$C_B = 3,25 \text{ моль/л} \cdot \frac{70\%}{100\%} = 2,275 \text{ моль/л}$$

$$V_1 = 0,45 \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{с}} \cdot 0,6875 \text{ моль/л} \cdot 2,275^2 \text{ моль/л} = 1,6 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$$

Задача 11.

Умова: Протягом години розкладається 9,2% деякого радіоактивного елемента. Визначити період його піврозпаду.

Розв'язок:

$$T_{1/2} = \frac{\ln(C/C_0)}{k}, \text{ де } \ln(C/C_0) = \ln(0,5), \text{ бо за даний час розпадеться}$$

половина від загальної кількості, а $k = \frac{\ln(C/C_0)}{t}, t = 3600 \text{ с, а}$

$$\ln(C/C_0) = 0,833,$$

Порахуємо скільки речовини не розпадеться:

$$100\% - 9,2\% = 90,8\%$$

$$\frac{90,8\%}{100\%} = 0,908$$

Спочатку рахуємо константу швидкості реакції:

$$k = \frac{\ln(0,908)}{3600} = \frac{0,097}{3600} = 0,00002681 \text{ с}^{-1}$$

Тепер рахуємо період напіврозпаду:

$$T_{1/2} = \frac{\ln(0,5)}{0,00002681} = \frac{0,693}{0,0002681} = 28\ 848 \text{ с}$$

Задача 12.

Умова: Обчислити константу дисоціації NH_4OH , якщо при даній температурі 0,1 н розчин має рН 11,27. Іонний добуток води при цій температурі $K_B = 0,71 \cdot 10^{-14}$.

Розв'язання:

Знаючи рН обчислимо концентрацію іонів водню:

$$pH = -\lg [H^+] = 11,27$$

$$[H^+] = 0,537 \cdot 10^{-11}$$

Іонний добуток води $K_B = [H^+][OH^-] = 0,71 \cdot 10^{-14}$

Звідси знаходимо концентрацію іонів гідроксилу

$$[OH^-] = \frac{K_B}{[H^+]} = \frac{0,71 \cdot 10^{-14}}{0,537 \cdot 10^{-11} M} = 1,32 \cdot 10^{-3} M$$

Ступінь дисоціації розрахуємо за формулою

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{NH_4OH} = \frac{1,32 \cdot 10^{-3} M}{0,1 n} = 1,32 \cdot 10^{-2}$$

Константу дисоціації обчислимо за формулою:

$$K_D = \frac{c \cdot \alpha^2}{1 - \alpha} = \frac{0,1 n \cdot (1,32 \cdot 10^{-2})^2 M}{1 - 1,32 \cdot 10^{-2} M} = 1,77 \cdot 10^{-5} M$$

Задача 13

Умова: Опір 0,02 М розчину КСl при 298К становить 33 Ом, а опір 0,1М розчину оцтової кислоти в цій посудині – 192 Ом. Питома електропровідність КСl за цих умов становить $0,2765 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$. Визначити сталу посудину, еквівалентну електропровідність розчину оцтової кислоти.

Розв'язання:

Сталу посудини визначимо за рівнянням:

$$k = \chi \cdot R_1$$

$$k = 0,2765 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1} \cdot 33 \text{ Ом} = 9,1245 \text{ м}^{-1}$$

Для визначення еквівалентної електропровідність потрібно обчислити питому електропровідність:

$$\chi = \frac{k}{R_2} = \frac{9,1245 \text{ м}^{-1}}{192 \text{ Ом}} = 0,04752 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$$

За рівняння знаходимо еквівалентну електропровідність враховуючи, що концентрація подана в моль на літр:

$$\lambda = \frac{\chi}{c \cdot 10^3} = \frac{0,04752 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}}{0,1 \cdot 10^3 \text{ М}} = 4,752 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Г} \cdot \text{М}^2}{\text{Ом} \cdot \text{екв}}$$

Задача 14

Умова: Приготували серію розчинів $ZnSO_4$ невідомої концентрації. Вимірювали електродний потенціал в 5-ох розчинах і отримали наступні результати:

№проби	1	2	3	4	5
E,В	0,5	0,25	0,125	0,0625	0,03125

Розрахувати концентрацію іонів цинку в отриманих розчинах

$$(E_{Zn/Zn^{2+}} = -0,27В).$$

Розв'язання:

З рівняння Нернста виведемо формулу для знаходження концентрації іонів цинку:

$$E = E_0 + \frac{0,059}{n} \lg C$$

Звідси

$$\lg C = \frac{(E - E_0) \cdot 2}{0,059}; C = 10^{\frac{(E - E_0) \cdot 2}{0,059}}$$

$$C_1 = 10^{\frac{(-0,5 + 0,27) \cdot 2}{0,059}} = 1,6 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

$$C_2 = 10^{\frac{(-0,25 + 0,27) \cdot 2}{0,059}} = 4,764 \text{ M}$$

$$C_3 = 10^{\frac{(-0,125 + 0,27) \cdot 2}{0,059}} = 8,22 \cdot 10^4 \text{ M}$$

$$C_4 = 10^{\frac{(-0,0625 + 0,27) \cdot 2}{0,059}} = 10,8 \cdot 10^6 \text{ M}$$

$$C_5 = 10^{\frac{(-0,03125 + 0,27) \cdot 2}{0,059}} = 1,23 \cdot 10^8 \text{ M}$$

Задача 15.

Умова: Обчисліть концентрацію іонів водню $C(\text{H}^+)$ моль/л, ступінь дисоціації α HClO у водному розчині та pH розчину. Концентрація HClO дорівнює 0,02 моль/л, а константа дисоціації при 20°C – $K_{\text{дис.}} = 5,00 \cdot 10^{-8}$. Чому дорівнює ізотонічний коефіцієнт для HClO у даному розчині?

Розв'язання:

HClO -слабкий електроліт, тому

$$K_{\text{дис.}} = C \cdot \alpha^2$$

Звідси

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{дис.}}}{C}} = \sqrt{\frac{5,00 \cdot 10^{-8}}{0,02}} = 0,00158 \text{ або } 0,158\%$$

Знайдемо концентрацію іонів гідрогену

$$C(\text{H}^+) = C \cdot \alpha; C(\text{H}^+) = 0,02 \text{ моль/л} \cdot 0,00158 = 3,16 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

Знайдемо pH

$$\text{pH} = -\lg C(\text{H}^+) = 4,5$$

Розрахуємо ізотонічний коефіцієнт

$$i = 1 + \alpha(k-1); i = 1 + 0,00158(2-1) = 1,00158$$