

ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”
ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК
КАФЕДРА ХІМІЇ

Задачі

із дисципліни “Фізична хімія”
Хімічна кінетика. Електрохімія

Виконала:
Студентка групи Х-31
Галькевич Христина

Івано-Франківськ
2020р.

Задача №1

Питома електропровідність 0,0109н розчину NH₄OH дорівнює 1,22. 10⁻⁴ Ом-1.см-1 . Знайти еквівалентну електропровідність, ступінь і константу дисоціації цього розчину, якщо для NH₄OH еквівалентна електропровідність при нескінченному розведенні дорівнює 271 см².Ом-1 екв-1 .

Розв'язок :

- 1) Знайдемо еквівалентну електропровідність за формулою :

$$\lambda = \frac{x}{C} * 1000$$
$$\lambda = \frac{1,22 * 10^{-4}}{0,0109} = 11,19 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}\text{екв}^{-1}$$

- 2) Знайдемо ступінь дисоціації :

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_0} = \frac{11,19}{271} = 0,041$$

- 3) Знайдемо константу дисоціації за формулою :

$$K = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]}$$

Концентрації іонів і молекул дорівнюють :

$$NH_4^+ \text{ і } OH^- = 0,0109 * 0,041 = 0,00044$$

$$NH_4OH = 0,0109 - 0,00044 = 0,01$$

Отже,

$$K = \frac{0,00044 * 0,00044}{0,01} = 1,936 * 10^5$$

Задача №2

Опір 0,02 М розчину Калій хлориду при 25С дорівнює 95,1 Ом, а опір 0,005 М розчину AgNO₃, виміряний в тих же умовах – 414 Ом. Вирахувати еквівалентну електропровідність розчину AgNO₃, якщо питома електропровідність 0,02н розчину KCl при 25С дорівнює 0,00277 Ом-1.см-1 .

Розв'язок :

- 1) Для того, щоб знайти еквівалентну електропровідність, спочатку визначимо сталу посудини за формулою :

$$k = \chi_{KCl} * R_{KCl} = 0,00277 * 95,1 = 0,263 \text{ м}^{-1}$$

- 2) Визначимо питому електропровідність AgNO₃ :

$$\chi_{AgNO_3} = \frac{k}{R_{AgNO_3}} = \frac{0,263}{414} = 0,000635 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$$

- 3) Знайдемо еквівалентну електропровідність :

$$\lambda = \frac{\chi}{C} = \frac{0,000635}{0,005} = 0,127 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}\text{екв}^{-1}$$

Задача №3

При 18С еквівалентна електропровідність ацетату натрію при нескінченному розведенні становить $78,1 \cdot 10^{-4}$, іона гідрогену – $315 \cdot 10^{-4}$, іона натрію – $44,4 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^2 \text{ г-екв}^{-1}$. Визначити константу дисоціації оцтової кислоти, якщо при її концентрації $0,001 \text{ г-екв/л}$ питома електропровідність розчину дорівнює $4,1 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$.

Розв'язок :

- 1) Згідно закону Кольрауша розрахуємо еквівалентну електропровідність при нескінченному розведенні CH_3COOH :

$$\lambda = (78,1 + 315 - 44,4) \cdot 10^{-4} = 348,7 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^2 \text{ г}^{-1} \text{ екв}^{-1}$$

- 2) Знайдемо еквівалентну електропровідність :

$$\lambda = \frac{x}{c} \cdot 1000 = \frac{4,1 \cdot 10^{-3}}{0,001} \cdot 1000 = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^2 \text{ г}^{-1} \text{ екв}^{-1}$$

- 3) Обчислимо константу дисоціації за формулою :

$$K = \frac{c\lambda^2}{\lambda_0(\lambda_0 - \lambda)} = \frac{0,001 \cdot (4,1 \cdot 10^{-3})^2}{348,7 \cdot 10^{-4}(348,7 \cdot 10^{-4} - 4,1 \cdot 10^{-3})} = 1,57 \cdot 10^{-5}$$

Задача №4

Крізь водний розчин натрій йодиду пропустили струм силою $2,5 \text{ А}$ протягом чотирьох годин. Обчисліть об'єм газу, що виділяється на катоді за нормальних умов.

Розв'язок :

Схема електролізу розчину NaI має такий вигляд:

катод(-) Na^+ , H_2O $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ відновлення

анод(+) I^- , H_2O $2\text{I}^- - 2\text{e}^- = \text{I}_2$ окиснення

На катоді виділяється водень, об'єм якого розраховуємо відповідно до першого закону Фарадея :

$$V(\text{H}_2) = \frac{V_{\text{екв}} \cdot I \cdot t}{F} = \frac{11,2 \text{ л/моль} \cdot 2,5 \text{ А} \cdot 14400 \text{ с}}{96500 \text{ Кл/моль}} = 4,18 \text{ л}$$

Задача №5

При проходженні струму силою $2,5 \text{ А}$ крізь розчин хлориду двовалентного металу за 30 хв на катоді виділилося $2,77 \text{ г}$ металу. Вихід за струмом прийняти $\eta(\text{Me}) = 100\%$. Визначити який це метал, записати рівняння електродних реакцій.

Розв'язок :

- 1) Згідно із першим законом Фарадея визначаємо молярну масу еквівалента металу за формулою :

$$M_{\text{екв}}(\text{Me}) = \frac{mF}{It} = \frac{2,77 \cdot 96500}{2,5 \cdot 1800} = 59,4 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

- 2) Обчислюємо молярну масу металу :

$$M(\text{Me}) = 59,4 \cdot 2 = 118,8 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Отже, на катоді відновилось олово (Sn)

3) Схема електролізу розчину SnCl₂ має такий вигляд:

катод(-) Sn²⁺, H₂O Sn²⁺ + 2ē = Sn⁰ відновлення

анод(+) Cl⁻, H₂O 2Cl⁻ - 2ē = Cl₂ ↑ окиснення

SnCl₂ = Sn⁰ + Cl₂ ↑

Задача №6

При якій концентрації йонів міді в розчині CuSO₄ електродний потенціал міді буде дорівнювати -0,26 В і -0,32 В при 25°C. Стандартний потенціал E₀ Cu/Cu²⁺ = -0,28 В.

Розв'язок :

Використаємо рівняння Нернста для розрахунку концентрації йонів міді:

$$E = E_0 + \frac{0,059}{2} \lg C$$

Звідси знайдемо C:

$$\ln C = \frac{(E - E_0) * 2}{0,059}$$
$$\lg C = \frac{(-0,26 - (-0,28)) * 2}{0,059} = \frac{0,04}{0,059} = 0,678$$
$$C = 4,76 \text{ M}$$

$$\lg C = \frac{(-0,32 - (-0,28)) * 2}{0,059} = \frac{-0,08}{0,059} = -1,355$$
$$C = 0,044 \text{ M}$$

Задача №7

Обчислити, у скільки разів збільшиться швидкість реакції, яка відбувається у газовій фазі, при підвищенні температури від 40°C до 80°C, якщо температурний коефіцієнт реакції дорівнює 2.

Розв'язок :

Розрахуємо швидкість реакції за правилом Вант-Гоффа :

$$V_{t2} = V_{t1} * \gamma^{\frac{T2-T1}{10}}$$
$$V_{t2} = V_{t1} * 2^{\frac{80-40}{10}} = V_{t1} * 16$$

Отже, швидкість реакції при 80°C більша від швидкості реакції при 40°C у 16 разів.

Задача №8

Процес, що відбувається на платиновому електроді, виражається таким рівнянням: Fe³⁺ + 1ē ⇌ Fe²⁺. Визначте окисно-відновний потенціал електрода, якщо [Fe³⁺] = 0,1 моль/л, [Fe²⁺] = 5·10⁻³ моль/л, а φ₀ Fe/Fe²⁺ = 0,771 В.

Розв'язок :

Визначимо окисно-відновний потенціал за рівнянням Нернста :

$$\varphi_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = \varphi_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 + \frac{0,059}{1} \lg \left[\frac{Fe^{3+}}{Fe^{2+}} \right] = 0,771 + 0,059 \lg \frac{10^{-1}}{5 * 10^{-3}} \\ = 0,847 \text{ В.}$$

Задача №9

Скільки часу потрібно проводити електроліз 20 см³ 0,15 н розчину кадмію сульфату струмом, сила якого 0,2 А, для повного виділення кадмію, якщо вихід за струмом 93%?

Розв'язок :

1) Знайдемо кількість моль Cd :

$$v = \frac{0,3M * 20\text{см}^3}{1000} = 0,006 \text{ моль}$$

2) Оскільки 1 моль електрики = 26,8 А*год (множимо на 2, оскільки Cd має заряд +2), тоді маємо співвідношення :

$$\frac{1 \text{ моль}}{0,006 \text{ моль}} = \frac{26,8 \text{ А} * \text{год} * 2}{x}$$

$$\text{Звідси, } x = q = \frac{0,006 * 26,8 * 2}{1} = 0,3216 \text{ А} * \text{год}$$

3) Оскільки, вихід за струмом 93%, тоді робочий струм буде дорівнювати :

$$I = 0,2 * 0,93 = 0,186 \text{ А}$$

4) Тоді знайдемо час за формулою :

$$t = \frac{q}{I} = \frac{0,3216}{0,186} = 1,72 \text{ год}$$

Задача №10

В якому напрямку зміститься рівновага реакції $CO + H_2 \leftrightarrow CH_4 + CO_2$, якщо концентрації всіх речовин зменшити у 2рази?

Розв'язок :

1) Рівняння реакції $2CO + 2H_2 \leftrightarrow CH_4 + CO_2$, а також співвідношення

$$C_1 = 2C_2 ; \frac{K_{p1}}{K_{p2}} ;$$

2) Запишемо рівняння константи рівноваги для даної реакції до зменшення концентрації :

$$K_{p1} = \frac{[CH_4][CO_2]}{[CO]^2[H_2]^2}$$

3) Тоді запишемо рівняння константи рівноваги для даної реакції після зменшення концентрації :

$$K_{p2} = \frac{[0,5CH_4][0,5CO_2]}{[0,5CO]^2[0,5H_2]^2} = \frac{1}{0,25} = 4$$

4) Знайдемо відношення констант рівноваги:

$$\frac{K_{p1}}{K_{p2}} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ або } \frac{K_{p2}}{K_{p1}} = \frac{4}{1} = 4$$

Отже, рівновага зміститься у бік зворотної реакції.

Задача №11

Константа швидкості розпаду пеніциліну за 36°C становить $6 \cdot 10^{-6} \text{ сек}^{-1}$, а за 41°C – $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ сек}^{-1}$. Обчислити температурний коефіцієнт реакції.

Розв'язок :

1) Запишемо формулу Вант-Гоффа :

$$\frac{k_2}{k_1} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

Звідси знайдемо температурний коефіцієнт реакції :

$$\gamma^{\frac{41-36}{10}} = \frac{1,2 \cdot 10^{-5}}{6 \cdot 10^{-6}} = 2$$
$$\gamma^{0,5} = 2; \gamma = 4$$

Задача №12

Металічний предмет загальною поверхнею 100 см² потрібно покрити шаром нікелю товщиною 0,2 мм. Густина нікелю 8,9 г/см³. Яка густина струму і скільки часу потрібно його пропускати при силі 3 А, якщо 10% струму втрачається в апаратурі.

Розв'язок :

1) Густина струму знайдемо за формулою :

$$j = \frac{dI}{dS}$$
$$j = \frac{3}{100} = 0,03 \text{ А/см}^2$$

2) Якщо 10% струму втрачається в апаратурі, тоді ефективна густина струму буде дорівнювати :

$$0,03 \cdot 0,9 = 0,027 \text{ А/см}^2$$

3) Знайдемо кількість молів Нікелю :

$$\nu = \frac{d \cdot S \cdot \rho}{Ar(Ni)} = \frac{0,02 \cdot 100 \cdot 8,9}{59} = 0,3 \text{ моль}$$

4) 1 моль електрики = 26,8 А*год. Множимо на 2, оскільки Ni має заряд +2. Отримаємо співвідношення :

$$\frac{1 \text{ моль}}{0,3 \text{ моль}} = \frac{26,8 \cdot 2 \text{ А} \cdot \text{год}}{x \text{ А} \cdot \text{год}}$$

Звідси :

$$x = q = \frac{0,3 \cdot 26,8 \cdot 2}{1} = 16,08 \text{ А} \cdot \text{год}$$

5) Знайдемо скільки часу потрібно пропускати струм :

$$t = \frac{q}{I}$$

$$t = \frac{16,08}{3} = 5,36 \text{ год}$$

Задача №13

При якій концентрації йонів міді в розчині CuSO_4 електродний потенціал міді буде рівний 0,25 В при 25С. ($E_0 \text{ Cu/Cu}^{2+} = 0,34 \text{ В}$).

Розв'язок :

Використаємо рівняння Нернста для розрахунку концентрації йонів міді в розчині CuSO_4 :

$$E = E_0 + \frac{0,059}{2} \lg C$$

Звідси знайдемо С:

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

$$\lg C = \frac{(0,25 - 0,34) * 2}{0,059} = -3$$

$$C = 0,001 \text{ M}$$

Задача №14

Протягом години розкладається 16,7% деякого радіоактивного елемента. Визначити період його піврозпаду.

Розв'язок :

1) $C = C_0 * \exp(-kt)$ – загальна формула

Звідси, $\ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = -kt$

$$\frac{C}{C_0} = \frac{16,7\%}{100\%} = 0,167$$

$1 - 0,167 = 0,833$, отже

$$k = \frac{\ln(0,833)}{t}$$

$$k = 0,183/1 \text{ год}$$

$$k = 0,183 \text{ год}^{-1}$$

2) Тоді знайдемо період піврозпаду Т :

$$T = \ln 0,5 / k$$

$$T = \frac{0,693}{0,183} = 3,78 \text{ год}$$

Задача №15

Питома електропровідність 0,135 н розчину $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ при 18С – $4,79 * 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Вирахувати значення еквівалентної електропровідності, ступінь дисоціації, константу дисоціації та концентрацію H^+ в розчині, якщо рухливості $\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$ і H^+ відповідно рівні 37,2 і 315 $\text{см}^2 \cdot \text{Ом}^{-1} \cdot \text{екв}^{-1}$.

Розв'язок :

Знайдемо молярну електропровідність, маючи питому електропровідність та концентрацію :

$$\lambda = 1000 * x * V = \frac{x}{C} 1000$$
$$\lambda = \frac{4,79 * 10^{-4}}{0,135} 1000 = 3,548 \frac{\text{см} * \text{см}^2}{\text{моль}}$$

Знайдемо молярну електропровідність при нескінченному розведенні:

$$37,2 + 315 = 352,2 \text{см}^2 \text{Ом}^{-1} \text{екв}^{-1}$$

Знайдемо ступінь дисоціації :

$$\alpha = \frac{3,548}{352,2} = 0,01$$

Знайдемо концентрацію H^+ в розчині :

$$0,135 * 0,01 = 0,00135$$

Знайдемо константу дисоціації :

$$K = \frac{[\text{H}^+] [\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}]}$$
$$K = \frac{(0,135 * 0,01)(0,135 * 0,01)}{0,135 - 0,00135} = \frac{0,00000182}{0,133} = 1,37 * 10^{-5}$$