

Перелік завдань до теми «Катіони V та VI аналітичних груп»

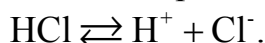
1. Визначте $[H^+]$ та рН хлоридної кислоти, якщо молярна концентрація хлоридної кислоти дорівнює:

Варіант	Концентрація
1	0,01 моль/дм ³
2	0,02 моль/дм ³
3	0,03 моль/дм ³
4	0,04 моль/дм ³
5	0,06 моль/дм ³

Приклад розв'язання:

Визначте $[H^+]$ та рН хлоридної кислоти, якщо молярна концентрація хлоридної кислоти дорівнює 0,07 моль/дм³.

Розв'язання: 1. Складаємо рівняння електролітичної дисоціації хлоридної кислоти:



2. Розбавлені розчини сильних електролітів, до яких належить хлоридна кислота, можна вважати практично дисоційованими повністю, тому що ступінь дисоціації їх наближається до одиниці. Таким чином, концентрація йонів Гідрогену у розбавлених розчинах сильних кислот приблизно дорівнює загальній концентрації розчинів цих кислот:

$$[H^+] \approx C_{\text{кисл.}}$$

Отже, $[H^+] = C_{\text{кисл.}} = 0,07 = 7 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³.

3. Водневий показник рН визначаємо за формулою:

$$pH = -\lg C_{\text{кисл.}} = pC_{\text{кисл.}}$$

Отже, $pH = -\lg[7 \cdot 10^{-2}] = -\lg 7 + (-\lg 10^{-2}) = -0,85 + 2 = 1,15$.

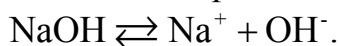
2. Визначте $[OH^-]$ та рН розчину, якщо молярна концентрація натрій гідроксиду дорівнює:

Варіант	Концентрація
1	0,0030 моль/дм ³
2	0,0035 моль/дм ³
3	0,0040 моль/дм ³
4	0,0045 моль/дм ³
5	0,0050 моль/дм ³

Приклад розв'язання:

Визначте $[OH^-]$ та рН розчину, якщо молярна концентрація натрій гідроксиду дорівнює 0,0055 моль/дм³.

Розв'язання: 1. Складаємо рівняння електролітичної дисоціації натрій гідроксиду:



2. Розбавлені розчини сильних електролітів, до яких належить натрій гідроксид, можна вважати практично дисоційованими повністю, тому що ступінь дисоціації їх наближається до одиниці. Концентрація йонів гідроксильних груп у розбавлених розчинах лугів приблизно дорівнює загальній концентрації розчинів цих лугів:

$$[\text{OH}^-] \approx C_{\text{осн.}}$$

Отже, $[\text{OH}^-] = C_{\text{NaOH}} = 0,0055 = 5,5 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³.

3. рОН визначаємо за формулою:

$$\text{рОН} = -\lg C_{\text{осн.}} = \text{р}C_{\text{осн.}}$$

Отже, $\text{рОН} = -\lg[5,5 \cdot 10^{-3}] = -\lg 5,5 + (-\lg 10^{-3}) = -0,74 + 3 = 2,26$.

4. Згідно з йонним добутком води:

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ або } \text{рН} + \text{рОН} = 14.$$

Відповідно, рН в розчинах лугів дорівнює:

$$\text{рН} = 14 - \text{рОН}.$$

Отже, $\text{рН} = 14 - 2,26 = 11,74$.

3. Визначте константу дисоціації зазначеної в завданні кислоти, якщо відома її концентрація та ступінь дисоціації.

Варіант	Кислота	$C_{\text{кисл.}}$, моль/дм ³	α , %
1	ацетатна CH_3COOH	0,2	0,95
2	форміатна HCOOH	0,001	3,68
3	ціанідна HCN	0,1	0,007
4	гіпохлоритна HClO	0,2	0,053
5	нітритна HNO_2	0,1	6,6

Приклад розв'язання:

Визначте константу дисоціації азотистої кислоти, якщо концентрація кислоти дорівнює 0,05 ($5 \cdot 10^{-2}$) моль/дм³, а ступінь дисоціації 6,6 % (або $0,066 = 6,6 \cdot 10^{-2}$).

Розв'язання: 1. Згідно закону розведення В. Оствальда:

$$K_{\text{дис.}} = \frac{\alpha^2 \cdot c}{(1 - \alpha)};$$

де: $K_{\text{дис.}}$ - константа дисоціації;

α - ступінь дисоціації;

c - концентрація електроліту.

Для бінарних слабких електролітів $\alpha \ll 1$, тоді величина $(1 - \alpha)$ практично дорівнює одиниці. Відповідно, математичний вираз закону розведення В. Оствальда спрощується:

$$K_{\text{дис.}} = \alpha^2 \cdot c \text{ або } \alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{дис.}}}{c}}.$$

2. Визначаємо константу дисоціації азотистої кислоти HNO_2 :

$$K_{\text{дис.}} = (6,6 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 43,56 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 217,8 \cdot 10^{-6} = 2,178 \cdot 10^{-4}.$$

4. Визначте розчинність вказаної малорозчинної сполуки (у моль/дм³) в його насиченому розчині, якщо добуток розчинності наведений у таблиці.

Варіант	Малорозчинна сполука	Добуток розчинності, K_s^0 [Ю.Ю. Лурье. Справочник по аналитической химии. М., 1979, с. 92-101]
1	станум (II) сульфід SnS	$2,5 \cdot 10^{-27}$
2	ферум (II) карбонат FeCO ₃	$3,5 \cdot 10^{-11}$
3	кальцій сульфат CaSO ₄	$2,5 \cdot 10^{-5}$
4	купрум (I) хлорид CuCl	$1,2 \cdot 10^{-6}$
5	аргентум (I) бромід AgBr	$5,3 \cdot 10^{-13}$

Приклад розв'язання:

Визначте розчинність барій сульфату (в моль/дм³) в його насиченому розчині, якщо добуток розчинності дорівнює $1,1 \cdot 10^{-10}$.

Розв'язання: 1. **Гетерогенна рівновага** – це рівновага, яка встановлюється на межі поділу фаз. Найчастіше в практиці аналітичної хімії зустрічаються гетерогенні системи типу: осад (тверда фаза) речовини, що знаходиться в рівновазі з його насиченим розчином (рідка фаза). Абсолютно нерозчинних речовин не існує, тому, якщо утворюється осад, то рідина над розчином – це насичений розчин малорозчинного електроліту. **Молярною розчинністю речовини S** називають число моль розчиненої речовини, яка міститься в 1 дм³ його насиченого розчину:

$$S = \frac{m}{M \cdot V}, \text{ моль/дм}^3.$$

Добуток розчинності малорозчинного електроліту – це величина, яка дорівнює добутку рівноважних концентрацій іонів даного електроліту в його насиченому розчині, взятих в ступенях, що дорівнюють відповідним стехіометричним коефіцієнтам. Позначається символами DP , L , K_s^0 .

2. Складаємо рівняння гетерогенної рівноваги:



Складаємо вираз для константи гетерогенної рівноваги:

$$K(\text{BaSO}_4) = \frac{[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{BaSO}_4]}$$

(квадратними дужками позначають рівноважні концентрації).

Оскільки для малорозчинної речовини концентрацію можна вважати майже незмінною, вносимо $[\text{BaSO}_4]$ під знак константи, отримуючи нову сталу величину – добуток розчинності:

$$K_s^0(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 1,1 \cdot 10^{-10}.$$

Для бінарного електроліту розчинність буде дорівнювати:

$$S = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]; \text{ а, відповідно, добуток розчинності: } K_s^0 = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = S^2.$$

3. Визначаємо розчинність барій сульфату:

$$S = \sqrt{K_s^0(\text{BaSO}_4)}; S = \sqrt{1,1 \cdot 10^{-10}} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ (моль/дм}^3\text{)}.$$

5. Опишіть біологічну роль та практичне використання зазначеного катіону та його сполук:

Варіант	Катіон
1	катіон Купруму (II) Cu^{2+}
2	катіон Кобальту (II) Co^{2+}
3	катіон Мангану Mn^{2+}
4	катіон Кадмію Cd^{2+}
5	катіон Магнію Mg^{2+}