

1. Равновесные концентрации ионов обозначают квадратными скобками, например $[H^+]$ – равновесная концентрация катионов водорода, моль/л. Равновесная концентрация иона в растворе зависит от концентрации электролита и степени его диссоциации α :

$$[H^+] = c_{H}(\text{кислоты}) \cdot \alpha, \quad [OH^-] = c_{H}(\text{основания}) \cdot \alpha;$$

Для сильных электролитов $\alpha = 1$, для слабых $\alpha = \sqrt{\frac{K}{c}}$, где K – константа диссоциации слабого электролита.

2. Для водных растворов вводят понятия рН и рОН:

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14} \quad \text{– ионное произведение воды (при } 25^\circ\text{C),}$$

$pH + pOH = 14$ – ионное произведение воды после логарифмирования.

Водородный показатель: $pH = -\lg[H^+]$, $[H^+] = 10^{-pH}$;

Гидроксильный показатель: $pOH = -\lg[OH^-]$, $[OH^-] = 10^{-pOH}$.

Примеры:

Задачи 1-2. Определите $[H^+]$ в водном растворе 0,01М $H_2C_2O_4$.

Дано:

$$c_M = 0,01 \text{ моль/л}$$

Решение:

$c_H = 2c_M$, т.к. $H_2C_2O_4$ – двухосновная кислота

$\alpha = 1$, т.к. $H_2C_2O_4$ – сильный электролит

$$[H^+] = c_{H}(\text{кислоты}) \cdot \alpha = 0,02 \text{ моль/л}$$

Вычислите рН растворов:

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 0,02 = 1,7$$

Задачи 3-5. Определите нормальную концентрацию растворе, титр и массу ортофосфата натрия в 2л, если на титрование его 10 мл расходуется 6,55 мл 0,1000 н. раствора соляной кислоты

Дано:

$$V_p = 2\text{л}$$

$$V_{ал}(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 10 \text{ мл}$$

$$V_{HCl} = 6,55$$

$$C_H(\text{HCl}) = 0,1000 \text{ моль/л}$$

Решение:

Согласно закону эквивалентов:

$$C_H(\text{Na}_3\text{PO}_4) \cdot V_{ал}(\text{Na}_3\text{PO}_4) = C_H(\text{HCl}) \cdot V_{HCl}$$

$$C_H(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,1 \cdot 6,55 / 10 = 0,0655 \text{ моль/л}$$

$$T(\text{Na}_3\text{PO}_4) = C_H(\text{Na}_3\text{PO}_4) \cdot M_{Э}(\text{Na}_3\text{PO}_4) / 1000$$

$$M_{Э}(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 1/3(3 \cdot 22,99 + 30,97 + 64) = 46,98$$

г/моль

$$T(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,0655 \cdot 46,98 / 1000 = 0,003077 \text{ г/мл}$$

$$m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = C_H \cdot M_{Э} \cdot V_p$$

$$m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,0655 \cdot 46,98 \cdot 2 = 6,154 \text{ г}$$

$C_H(\text{Na}_3\text{PO}_4)$ -?

$T(\text{Na}_3\text{PO}_4)$ -?

$m(\text{Na}_3\text{PO}_4)$ -?

Ответ: 0,0655 моль/л,

0,003077 г/мл,

6,154 г

Таблица 4. Константы диссоциации слабых электролитов (при 25°C, в скобках указана степень диссоциации)

<i>Слабые кислоты</i>		<i>Слабые основания</i>	
<i>Формула</i>	<i>K_д</i>	<i>Формула</i>	<i>K_д</i>
H ₃ PO ₄	7,1 · 10 ⁻³ (I)	Mg(OH) ₂	2,5 · 10 ⁻³ (II)
	6,2 · 10 ⁻⁸ (II)	Fe(OH) ₂	1,3 · 10 ⁻⁴ (II)
	5,0 · 10 ⁻¹⁰ (III)	Fe(OH) ₃ *	1,4 · 10 ⁻¹² (III)
H ₃ BO ₃	5,8 · 10 ⁻¹⁰ (I)	Pb(OH) ₂ *	9,6 · 10 ⁻⁴ (II)
H ₂ SiO ₃	2,2 · 10 ⁻¹⁰ (I)	NH ₄ OH	1,76 · 10 ⁻⁵
	1,6 · 10 ⁻¹² (II)	Ni(OH) ₂	2,5 · 10 ⁻⁵ (II)
H ₂ SO ₄	1,3 · 10 ⁻² (II)	Zn(OH) ₂ *	4,0 · 10 ⁻⁵ (II)
H ₂ SO ₃	1,5 · 10 ⁻² (I)	Cu(OH) ₂	3,4 · 10 ⁻⁷ (II)
	1,0 · 10 ⁻⁷ (II)	Cr(OH) ₃ *	1,0 · 10 ⁻¹⁰ (III)
H ₂ S	9,5 · 10 ⁻⁸ (I)	*Гидроксиды амфотерного характера	
	1,0 · 10 ⁻¹⁴ (II)		
H ₂ CO ₃	4,3 · 10 ⁻⁷ (I)		
	4,7 · 10 ⁻¹¹ (II)		
HNO ₂	4,3 · 10 ⁻⁴		
HClO	3,9 · 10 ⁻⁸		
HClO ₂	1,1 · 10 ⁻²		
HF	6,6 · 10 ⁻⁴		
HCN	5,0 · 10 ⁻¹⁰		
CH ₃ COOH	1,75 · 10 ⁻⁵		
HCOOH	1,77 · 10 ⁻⁴		

Вариант 1

1. Определите равновесную концентрацию ионов водорода $[H^+]$ в растворах электролитов: $0,1M HCN$, $0,01M NaOH$, $0,005M Ba(OH)_2$; Вычислите рН этих растворов.
2. Определите рН раствора и равновесные концентрации ионов водорода $[H^+]$ и гидроксид ионов $[OH^-]$, если $pOH = 9$. Укажите характер среды.
3. Вычислите нормальность и титр раствора серной кислоты, если на титрование её 6 мл расходуется 7,55 мл $0,1045n$. раствора гидроксида натрия.
4. Какой объем $0,10n$. соляной кислоты (титранта) израсходуется на титрование 8 мл $0,5n$. раствора гидроксида калия? Можно ли использовать для титрования бюретку объемом 25 мл?
5. Какая масса соды содержится в 100 мл раствора, если на титрование его 10 мл расходуется $9,55$ мл $0,1000n$. раствора соляной кислоты?

Вариант 2

1. Определите равновесную концентрацию ионов водорода $[H^+]$ в растворах электролитов: $0,05M H_2SO_4$; $0,01M NH_4OH$; $5 \cdot 10^{-4}M Ba(OH)_2$; Вычислите рН этих растворов.
2. Определите рОН раствора и равновесные концентрации ионов водорода $[H^+]$ и гидроксид ионов $[OH^-]$, если $pH = 3$. Укажите характер среды.
3. Вычислите нормальность и титр раствора гидроксида натрия, если на титрование его 6 мл расходуется 7,55 мл $0,1045n$. раствора соляной кислоты.
4. Какой объем $0,05n$. азотной кислоты (титранта) израсходуется на титрование 5 мл $0,2n$. раствора соды? Можно ли использовать для титрования бюретку объемом 25 мл?
5. Какая масса серной кислоты содержится в 1000 мл раствора, если на титрование его 5 мл расходуется 5,55 мл $0,1000n$. раствора гидроксида натрия?

Вариант 3

1. Определите равновесную концентрацию ионов водорода $[H^+]$ в растворах электролитов: 0,01М HClO; 0,1М NaOH; $5 \cdot 10^{-4}$ М H₂SO₄;

Вычислите рН этих растворов.

2. Вычислите рН, рОН раствора и $[H^+]$, если равновесная концентрация гидроксид ионов $[OH^-]$ составляет $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Укажите характер среды.

3. Вычислите нормальность и титр раствора карбоната натрия, если на титрование его 10 мл расходуется 8,40 мл 0,1055н. раствора соляной кислоты.

4. Какой объем 0,10н. гидроксида калия (титранта) израсходуется на титрование 8 мл 0,2н. раствора щавелевой кислоты? Можно ли использовать для титрования бюретку объемом 25 мл?

5. Какая масса гидроксида натрия содержится в 200 мл раствора, если на титрование его 10 мл расходуется 10,55 мл 0,1000н. раствора соляной кислоты?

Вариант 4

1. Определите равновесную концентрацию ионов водорода $[H^+]$ в растворах электролитов: 0,1М HClO₄; 0,1М NH₄OH; $5 \cdot 10^{-3}$ М H₂SO₄;

Вычислите рН этих растворов.

2. Вычислите рН, рОН раствора и $[OH^-]$, если равновесная концентрация катионов водорода $[H^+]$ составляет $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Укажите характер среды.

3. Вычислите нормальность и титр раствора карбоната калия, если на титрование его 5 мл расходуется 10,15 мл 0,09887н. раствора соляной кислоты.

4. Какой объем 0,2н. гидроксида калия (титранта) израсходуется на титрование 10 мл 0,15н. раствора уксусной кислоты? Можно ли использовать для титрования бюретку объемом 25 мл?

5. Какая масса гидроксида бария содержится в 100 мл раствора, если на титрование его 10 мл расходуется 6,45 мл 0,0985н. раствора соляной кислоты?

Вариант 5

1. Определите равновесную концентрацию ионов водорода $[H^+]$ в растворах электролитов: 0,1М HF; 0,001М HBr; $5 \cdot 10^{-3}$ М Ba(OH)₂;

Вычислите рН этих растворов.

2. Вычислите $[H^+]$, $[OH^-]$ и рОН раствора, если рН = 11. Укажите характер среды.

3. Вычислите нормальность и титр раствора гидроксида калия, если на титрование его 10 мл расходуется 10,15 мл 0,09887н. раствора соляной кислоты.

4. Какой объем 0,05н. гидроксида калия (титранта) израсходуется на титрование 5 мл 0,15н. раствора уксусной кислоты? Можно ли использовать для титрования бюретку объемом 25 мл?

5. Какая масса карбоната калия содержится в 500 мл раствора, если на титрование его 10 мл расходуется 9,85 мл 0,1095н. раствора соляной кислоты?

Вариант 6

1. Определите равновесную концентрацию ионов водорода $[H^+]$ в растворах электролитов: 0,1М КОН; 0,001М NH₄ОН; 0,5М H₂SO₄;

Вычислите рН этих растворов.

2. Вычислите $[H^+]$, $[OH^-]$ и рН раствора, если рОН = 4. Укажите характер среды.

3. Вычислите нормальность и титр раствора щавелевой кислоты, если на титрование её 10 мл расходуется 10,25 мл 0,09785н. раствора гидроксида натрия.

4. Какой объем 0,2н. азотной кислоты (титранта) израсходуется на титрование 15 мл 0,5н. раствора соды? Можно ли использовать для титрования бюретку объемом 25 мл?

5. Какая масса гидроксида калия содержится в 500 мл раствора, если на титрование его 10 мл расходуется 6,45 мл 0,0985н. раствора соляной кислоты?

Вариант 7

1. Определите равновесную концентрацию ионов водорода $[H^+]$ в растворах электролитов: $1 \cdot 10^{-5} M HI$; $1 \cdot 10^{-4} M HCN$; $5 \cdot 10^{-4} M Ba(OH)_2$;

Вычислите рН этих растворов.

2. Вычислите рН, рОН раствора и $[OH^-]$, если равновесная концентрация катионов водорода $[H^+]$ составляет $1 \cdot 10^{-10}$ моль/л. Укажите характер среды.

3. Вычислите нормальность и титр раствора хлорной кислоты, если на титрование её 15 мл расходуется 15,15 мл 0,0997н. раствора гидроксида натрия.

4. Какой объем 0,05н. гидроксида калия (титранта) израсходуется на титрование 10 мл 0,15н. раствора уксусной кислоты? Можно ли использовать для титрования бюретку объемом 25 мл?

5. Какая масса фосфата калия содержится в 700 мл раствора, если на титрование его 10 мл расходуется 9,95 мл 0,1005н. раствора соляной кислоты?

Вариант 8

1. Определите равновесную концентрацию ионов водорода $[H^+]$ в растворах электролитов: 0,01M NH_4OH ; 0,05M $Ca(OH)_2$; 0,05M H_2SO_4 ;

Вычислите рН этих растворов.

2. Вычислите рН, рОН раствора и $[H^+]$, если равновесная концентрация гидроксид ионов $[OH^-]$ составляет $1 \cdot 10^{-12}$ моль/л. Укажите характер среды.

3. Вычислите нормальность и титр раствора ортофосфата натрия, если на титрование его 10 мл расходуется 10,45 мл 0,09985н. раствора соляной кислоты.

4. Какой объем 0,1н. соляной кислоты (титранта) израсходуется на титрование 20 мл 0,05н. раствора соды? Можно ли использовать для титрования бюретку объемом 25 мл?

5. Какая масса фосфата натрия содержится в 200 мл раствора, если на титрование его 10 мл расходуется 5,95 мл 0,0995н. раствора соляной кислоты?