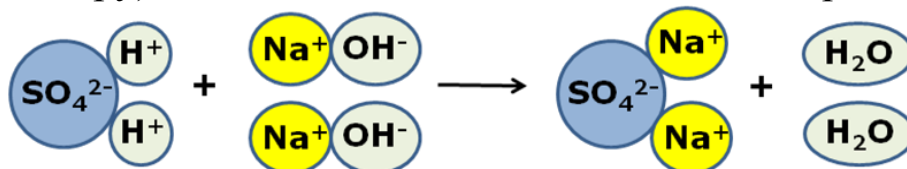


ТЕМА: Эквивалент. Способы выражения концентрации растворов. Приготовление растворов

Эквивалент – это количество вещества, которое способно отщепить, соединиться или заместить 1 моль атомов водорода в химических реакциях (по Рихтеру).

Эквивалент – условная доля формульной единицы (атома, молекулы или иона), принимающая участие в образовании одной химической связи при протекании химической реакции.



При взаимодействии 1 молекулы H_2SO_4 с гидроксидом натрия она отщепляет 2 катиона водорода, т.е. расходует в реакции 2 единицы валентности. Значит, в одной молекуле H_2SO_4 содержится 2 эквивалента ($n = 2$).

f - фактор эквивалентности, доля молекулы, соответствующая 1 эквиваленту. В данной реакции $f(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2}$.

➤ В реакциях обмена ионами:

$$f(\text{кислоты}) = \frac{1}{\text{основность}} \quad f(\text{основания}) = \frac{1}{\text{кислотность}}$$

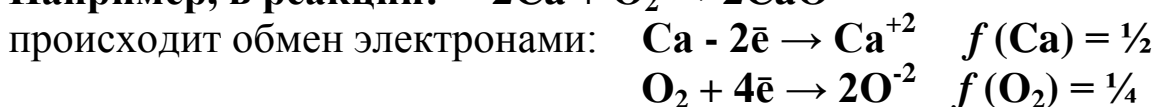
$$f(\text{соли}) = \frac{1}{\text{валентность} \cdot \text{число атомов металла}}$$

Например: $f(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{1}{2 \cdot 3} = \frac{1}{6}$

➤ В окислительно-восстановительных реакциях:

$$f(\text{вещества}) = \frac{1}{\text{число } \bar{e}}$$

Например, в реакции: $2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO}$



➤ Молярная масса эквивалента (эквивалентная масса) $M_{\text{Э}}$ вычисляется по формуле:

$$M_{\text{Э}} = f \cdot M \quad \text{где } M \text{ – молярная масса вещества.}$$

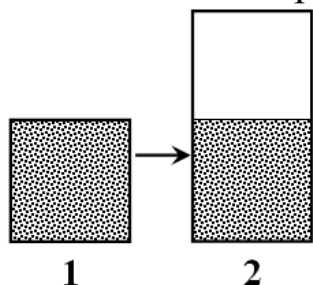
➤ При вычислении точной массы вещества (навески) атомную массу округляют до сотых значений, например, для водорода:

$$A(\text{H}) = 1,0074 = 1,01(\text{г/моль}), \quad M(\text{H}_2) = 2 \cdot 1,01 = 2,02(\text{г/моль})$$

➤ При решении задач на нахождение концентрации или массы вещества при приготовлении растворов растворением точной навески в объеме раствора, используют формулы, указанные в таблице:

Способ выражения концентрации растворов	Формула	Обозначения
Массовая доля вещества в растворе, %	$\omega = \frac{m_B}{m_P} \cdot 100\%$	m_B – масса вещества; m_P – масса раствора.
Молярная концентрация вещества в растворе (молярность, M), моль/л	$C_M = \frac{m}{M \cdot V}$	m – масса вещества, г; M – молярная масса, г/моль; V – объем раствора, л.
Молярная концентрация эквивалента вещества в растворе (нормальность, n), моль-экв/л	$C_H = N = \frac{m}{M_{\text{Э}} \cdot V}$ $C_H = n \cdot C_M$	m – масса вещества, г; $M_{\text{Э}}$ – молярная масса эквивалента, г/моль; V – объем раствора, л; n – число эквивалентов
Титр раствора, г/мл	$T = \frac{m}{V}$	
Титр раствора по определяемому веществу, г/мл	$T_{A/B} = \frac{m_B}{V_A} = T_A \cdot \frac{M_{\text{Э}}(B)}{M_{\text{Э}}(A)}$	B – раствор аналита, A – раствор титранта

➤ При решении задач на разбавление растворов в основе расчетов лежит равенство массы m (или количества ν) вещества, которое переносят из концентрированного (1) раствора в разбавленный (2).



$$m_1 (\text{вещества}) = m_2 (\text{вещества})$$

$$\nu_1 (\text{вещества}) = \nu_2 (\text{вещества})$$

1-й тип задач: Если способы выражения концентрации 1-го и 2-го растворов совпадают, например, это молярная (или нормальная) концентрация, то выполняется равенство:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2.$$

2-й тип задач: Если концентрация одного раствора выражена массовой долей ω , а другого молярной (или нормальной) концентрацией, то для решения такой задачи нужно знать плотность 1-го раствора (d , г/мл). *Ход решения:*

- находят массу вещества, которая содержится в каждом из растворов,

$$m_B = C_M \cdot V \cdot M \quad \text{или} \\ m_B = C_H \cdot V \cdot M_{\text{Э}}$$

- находят массовую долю 1-го раствора в справочнике, пользуясь таблицей «Плотности и концентрации растворов»

- находят массу 1-го раствора, в которой содержится найденная масса вещества,

$$m_P = m_B / \omega, \\ \omega - \text{в долях}$$

- зная плотность 1-го раствора, находят его объем, который необходимо разбавить до заданного объема, чтобы получить данную концентрацию 2-го раствора.

$$V_P = m_P / d$$

Вариант 1

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:

а) $\text{Ba}(\text{OH})_2$; б) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;

в) NH_3 в реакции $\text{NH}_3 + \text{O}_2 = \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

2. Сколько граммов кристаллического $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ потребуется для приготовления 1.5 л 0.1н. раствора? Реактив используют в окислительно-восстановительной аналитической реакции, фактор эквивалентности $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ равен 1.

3. Каковы нормальность и титр раствора хлорида калия, полученного растворением навески массой 0.7468 г в мерной колбе ёмкостью 0.5 л? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

4. Какова нормальная концентрация раствора карбоната натрия, полученного разбавлением 50 мл 2.150 М раствора до 1 л?

5. Сколько мл серной кислоты плотностью 1.125 г/мл потребуется для приготовления 0.5 л 0.05н. раствора? (*Концентрацию исходного раствора кислоты узнать из справочника*)

Вариант 2

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:

а) H_3PO_4 ; б) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; в) SO_2 в реакции $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$.

2. Сколько граммов перманганата калия потребуется для приготовления 750 мл 0.05н. раствора? Реактив используют в окислительно-восстановительной аналитической реакции, фактор эквивалентности KMnO_4 равен 1/5.

3. Каковы нормальность и титр раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, полученного растворением навески массой 2.4668 г в мерной колбе ёмкостью 1 л? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

4. Какова нормальная концентрация раствора серной кислоты, полученного разбавлением 10 мл 1.506 М раствора до 1 л?

5. Сколько мл гидроксида натрия плотностью 1.080 г/мл потребуется для приготовления 2.5 л 0.10н. раствора? (*Концентрацию исходного раствора щелочи узнать из справочника*)

Вариант 3

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:

а) KOH; б) $\text{BeC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; в) Cl_2 в реакции $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 = 2\text{HCl}$.

2. Сколько граммов нитрата серебра потребуется для приготовления 250 мл 0.050н. раствора? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

3. Каковы нормальность и титр раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, полученного растворением навески массой 1.2410 г в мерной колбе ёмкостью 0,5 л? Реактив используют в окислительно-восстановительной аналитической реакции, фактор эквивалентности $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ равен 1.

4. Какова нормальная концентрация раствора гидроксида натрия, полученного разбавлением 25 мл 1,050 М раствора до 1 л?

5. Сколько мл азотной кислоты плотностью 1.060 г/мл потребуется для приготовления 0.5 л 0.10н. раствора? (Концентрацию исходного раствора щелочи узнать из справочника)

Вариант 4

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:

а) CH_3COOH ; б) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;

в) Fe в реакции $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$.

2. Сколько граммов тетрабората натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ потребуется для приготовления 250 мл 0.10н. раствора? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

3. Каковы нормальность и титр раствора иодида калия, полученного растворением навески массой 100.0 г в мерной колбе ёмкостью 1 л? Реактив используют в окислительно-восстановительной аналитической реакции, фактор эквивалентности KI равен 1.

4. Какова нормальная концентрация раствора хлороводородной кислоты, полученного разбавлением 15 мл 2,250 М раствора до 1 л?

5. Сколько мл хлороводородной кислоты плотностью 1.040 г/мл потребуется для приготовления 2 л 0.10н. раствора? (Концентрацию исходного раствора щелочи узнать из справочника)

Вариант 5

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:

а) HNO_3 ; б) $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;

в) N_2O в реакции $3\text{N}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 = 4\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$.

2. Сколько граммов карбоната натрия потребуется для приготовления 500 мл 0.10н. раствора? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

3. Каковы нормальность и титр раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, полученного растворением навески массой 0.8570 г в мерной колбе ёмкостью 1 л? Реактив используют в окислительно-восстановительной аналитической реакции, фактор эквивалентности $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ равен 1/2.

4. Какова нормальная концентрация раствора гидроксида калия, полученного разбавлением 5 мл 0.5500 М раствора до 0,1 л?

5. Сколько мл гидроксида калия плотностью 1.095 г/мл потребуется для приготовления 2.5 л 0.10н. раствора? (Концентрацию исходного раствора щелочи узнать из справочника)

Вариант 6

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:

а) HCl ; б) $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;

в) Na_2SO_3 в реакции $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$.

2. Сколько граммов $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ потребуется для приготовления 250 мл 0.050н. раствора? Реактив используют в окислительно-восстановительной аналитической реакции, фактор эквивалентности $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ равен 1/2.

3. Каковы нормальность и титр раствора перманганата калия, полученного растворением навески массой 1.5910 г в мерной колбе ёмкостью 2 л? Реактив используют в окислительно-восстановительной аналитической реакции, фактор эквивалентности KMnO_4 равен 1/5.

4. Какова нормальная концентрация раствора нитрата натрия, полученного разбавлением 50 мл 1,015 М раствора до 0.25 л?

5. Сколько мл водного раствора аммиака плотностью 0.980 г/мл потребуется для приготовления 2 л 0.10н. раствора? (Концентрацию исходного раствора щелочи узнать из справочника)

Вариант 7

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:

а) NH_4OH ; б) $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; в) H_2 в реакции $\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2 = \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

2. Сколько граммов $\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ потребуется для приготовления 750 мл 0.050н. раствора? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

3. Каковы нормальность и титр раствора оксалата натрия $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, полученного растворением навески массой 1.3260 г в мерной колбе ёмкостью 1 л? Реактив используют в окислительно-восстановительной аналитической реакции, фактор эквивалентности $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ равен 1/2.

4. Какова нормальная концентрация раствора хлорида кальция, полученного разбавлением 5 мл 2.050 М раствора до 1 л?

5. Сколько мл серной кислоты плотностью 1.065 г/мл потребуется для приготовления 0.5 л 0.05н. раствора? (Концентрацию исходного раствора кислоты узнать из справочника)

Варианта 8

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:

а) $\text{Ca}(\text{OH})_2$; б) $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$;

в) N_2O_3 в реакции $\text{SO}_2 + \text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}$.

2. Сколько граммов тиоцианата аммония NH_4SCN потребуется для приготовления 250 мл 0.050н. раствора? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

3. Каковы нормальность и титр раствора $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, полученного растворением навески массой 1.4210 г в мерной колбе ёмкостью 1 л? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

4. Какова нормальная концентрация раствора ортофосфорной кислоты, полученного разбавлением 50 мл 2.005 М раствора до 1 л?

5. Сколько мл гидроксида натрия плотностью 1.045 г/мл потребуется для приготовления 2.5 л 0.10н. раствора? (Концентрацию исходного раствора щелочи узнать из справочника)

Варианта 9

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:

а) $\text{Al}(\text{OH})_3$; б) $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;

в) С в реакции $2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C} = 2\text{SO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

2. Сколько граммов щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ потребуется для приготовления 500 мл 0.10н. раствора? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

3. Каковы нормальность и титр раствора нитрата серебра, полученного растворением навески массой 2.1235 г в мерной колбе ёмкостью 0.5 л? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

4. Какова нормальная концентрация раствора хлорида алюминия, полученного разбавлением 10 мл 2.255 М раствора до 1 л?

5. Сколько мл азотной кислоты плотностью 1.035 г/мл потребуется для приготовления 0.5 л 0.10н. раствора? (Концентрацию исходного раствора щелочи узнать из справочника)

Вариант 10

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:

а) H_3AsO_4 ; б) $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$;

в) Cu в реакции $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

2. Сколько граммов иодида калия потребуется для приготовления 100 мл 0.60н. раствора? Реактив используют в окислительно-восстановительной аналитической реакции, фактор эквивалентности KI равен 1.

3. Каковы нормальность и титр раствора $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, полученного растворением навески массой 9.5760 г в мерной колбе ёмкостью 0.25 л? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

4. Какова нормальная концентрация раствора уксусной кислоты, полученного разбавлением 10 мл 1.5080 М раствора до 1 л?

5. Сколько мл хлороводородной кислоты плотностью 1.020 г/мл потребуется для приготовления 2 л 0.10н. раствора? (Концентрацию исходного раствора щелочи узнать из справочника)

Вариант 11

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:
а) H_2SeO_4 ; б) $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; в) С в реакции $\text{C} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$.
2. Сколько граммов щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ потребуется для приготовления 100 мл 0.010н. раствора? Реактив используют в окислительно-восстановительной аналитической реакции, фактор эквивалентности $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ равен 1/2.
3. Каковы нормальность и титр раствора карбоната натрия, полученного растворением навески массой 0.5160 г в мерной колбе ёмкостью 0.5 л? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.
4. Какова нормальная концентрация раствора хлорида аммония, полученного разбавлением 20 мл 2.255 М раствора до 0.5 л?
5. Сколько мл гидроксида калия плотностью 1.050 г/мл потребуется для приготовления 2.5 л 0.10н. раствора? (*Концентрацию исходного раствора щелочи узнать из справочника*)

Вариант 12

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:
а) H_2S ; б) $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; в) KMnO_4 в реакции $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KOH}$.
2. Сколько граммов оксалата натрия $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ потребуется для приготовления 250 мл 0.010н. раствора? Реактив используют в окислительно-восстановительной аналитической реакции, фактор эквивалентности $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ равен 1/2.
3. Каковы нормальность и титр раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, полученного растворением навески массой 1, 5685 г в мерной колбе ёмкостью 0.5 л? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.
4. Какова нормальная концентрация раствора иодида калия, полученного разбавлением 100 мл 1.250 М раствора до 0.5 л?
5. Сколько мл водного раствора аммиака плотностью 0.990 г/мл потребуется для приготовления 2 л 0.10н. раствора? (*Концентрацию исходного раствора щелочи узнать из справочника*)

Вариант 13

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:

а) $\text{Mg}(\text{OH})_2$; б) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;

в) H_2SO_4 в реакции $\text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{HI} = \text{H}_2\text{S} + 4\text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

2. Сколько граммов щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ потребуется для приготовления 500 мл 0.10н. раствора? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

3. Каковы нормальность и титр раствора хлорида натрия, полученного растворением навески массой 0, 5844 г в мерной колбе ёмкостью 1 л? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

4. Какова нормальная концентрация раствора гидроксида бария, полученного разбавлением 2 мл 2.255 М раствора до 0.25 л?

5. Сколько мл серной кислоты плотностью 1.040 г/мл потребуется для приготовления 0.5 л 0.05н. раствора? (Концентрацию исходного раствора кислоты узнать из справочника)

Вариант 14

1. Вычислите молярную массу эквивалента для веществ:

а) HI ; б) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; в) I_2 в реакции $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{S} + 2\text{HI}$

2. Сколько граммов кристаллического $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ потребуется для приготовления 0.5 л 0.01н. раствора? Реактив используют в окислительно-восстановительной аналитической реакции, фактор эквивалентности $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ равен 1.

3. Каковы нормальность и титр раствора нитрата натрия, полученного растворением навески массой 0, 1750 г в мерной колбе ёмкостью 1 л? Реактив используют в аналитической реакции обменного типа.

4. Какова нормальная концентрация раствора азотной кислоты, полученного разбавлением 3 мл 2.050 М раствора до 0.1 л?

5. Сколько мл гидроксида натрия плотностью 1.025 г/мл потребуется для приготовления 2.5 л 0.10н. раствора? (Концентрацию исходного раствора щелочи узнать из справочника)