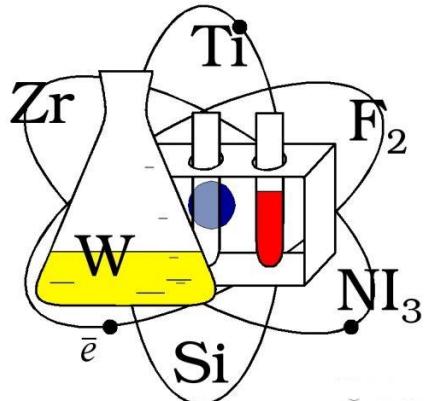




# *Растворы. Выражение концентраций веществ*



Кафедра химии

Составитель: Гоголева О.В., к.т.н.

**Растворы** – это гомогенные (однородные) системы, состоящие из двух и более компонентов, концентрации которых могут изменяться в широких пределах, ограниченных взаимной растворимостью компонентов. Например, в 100 г воды может растворяться 36,8 г хлорида натрия при стандартных условиях. Растворы занимают промежуточное положение между механическими смесями и химическими соединениями. В растворе выделяется растворитель и растворенное вещество.

### Классификация растворов

- I. По агрегатному состоянию: жидкые, газообразные, твердые.
- II. По типу растворителя: водные (растворитель-вода), неводные (растворитель-спирт, бензол, эфир, ацетон и т.д.)
- III. По количеству растворенного вещества: концентрированные (растворы содержат такое количество растворенного вещества, которое сравнимо с количеством растворителя); разбавленные (растворы содержат очень малое количество растворенного вещества по сравнению с количеством растворителя).
- IV. По максимальному содержанию вещества в растворе: насыщенные (растворы, в которых не может более растворяться данное вещество); ненасыщенные (растворы, в которых еще может растворяться данное вещество).

Концентрацией раствора называется масса растворенного вещества, содержащаяся в определенной массе или объеме раствора или растворителя. Численное выражение состава растворов: массовая доля растворенного вещества, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, моляльная концентрация, мольная доля.

Массовой долей  $W$  называют отношение массы растворенного вещества к массе раствора.

**!**  $W = \frac{m_{\text{раст.в-ва}}}{m_{\text{раствора}}} * 100\%$

Если это отношение выражено в процентах, то называется процентной концентрацией (C%). Выражается числом граммов растворенного вещества, содержащихся в 100 г раствора. Например, 20%-й раствор соли – это раствор, в 100 г которого содержится 20 г соли и 80 г воды.

Молярная концентрация,  $C_M$  выражается числом молей растворенного вещества, содержащихся в 1 л раствора. Раствор, содержащий 1 моль растворенного вещества в 1 л называется одномолярным (1M); 0,1 моль-децимолярным (0,1M); 0,01 моль - сантимолярным (0,01M).

**!**  $C_M = n/V = \frac{m_{\text{р.в-ва}}}{M} / V \text{ (моль/л)}$ , где  $m$  – масса растворенного вещества, г;  $M$  – молярная масса растворенного вещества, г/моль;  $V$  – объем раствора, л.

Молярная концентрация эквивалента,  $C(1/z)$  выражается числом моль-эквивалентов растворенного вещества, содержащихся в 1 л раствора.

!  $C(1/z) = m * z / M * V$ , где  $z$  – фактор эквивалентности.

Молярная концентрация,  $C_m$  выражается числом молей растворенного вещества, содержащееся в 1 кг (1000 г) растворителя.

!  $C_m = m_{\text{р.в-ва}} / M * m_{\text{раств-теля}} = n / m_{\text{раств-теля}}$  (моль/кг).  $m_{\text{раств-теля}}$  **В КГ**

Мольная доля вещества в смеси ( $N_i$ ) определяется отношением числа молей данного вещества к сумме числа молей всех веществ, находящихся в смеси или растворе.

!  $N_i = n_i / \sum n_i$  Например, смешаны три компонента А, В, С в количестве  $n_a$ ,  $n_b$ ,  $n_c$  молей. Тогда мольная доля каждого из них будет:  $N_a = n_a / n_a + n_b + n_c$   $N_b = n_b / n_a + n_b + n_c$  и т.д. Сумма мольных долей всех компонентов равна 1.

Титр раствора ( $T$ ) выражает массу растворенного вещества, содержащееся в 1 мл раствора !  $T = m / V$  (г/мл, г/см<sup>3</sup>).  $m$  в г,  $V$  в мл

Плотность раствора выражает отношение массы раствора к его объему. Зависит от концентрации !  $\rho = m_{\text{р-ра}} / V$  (г/мл, г/см<sup>3</sup>).

# Способы решения задач

## таблица

состояние смеси	кол-ва смеси	кол-во вещества	концентрация
1 вещество			
2 вещество			
новая смесь			

## метод креста

$$\begin{array}{ccc} \omega_1 & & \omega_3 - \omega_2 \\ & \nearrow & \searrow \\ & \omega_3 & \\ & \searrow & \nearrow \\ \omega_2 & & \omega_1 - \omega_3 \end{array}$$

массовые части

## пропорция

$$m(\text{системы}) - 100\%$$

$$m(\text{вещества}) - \omega$$

## формула

$$\omega = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{системы})} \cdot 100\%$$

# Выражение концентраций растворов.

## Массовая доля растворенного вещества в растворе

– отношение массы растворенного вещества к массе раствора. ( доли единицы/ проценты)

$$\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$$



Растворили 50 г. поваренной соли в 200 г. воды.

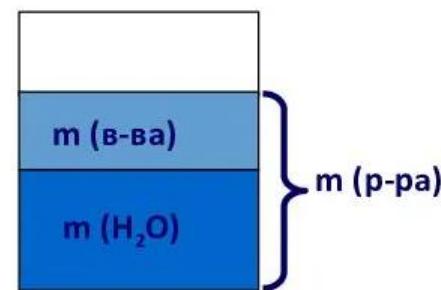
Вычислите массовую долю соли в растворе.

**Дано:**

$$m(\text{NaCl}) = 50\text{г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 200\text{г}$$

$$w(\text{NaCl}) = ?$$



$$w(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{NaCl}) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{50\text{г}}{50\text{г} + 200\text{г}} = 0,2 \text{ или } 20\%$$

В 150 г воды растворили 50 г фосфорной кислоты. Найти массовую долю кислоты в полученном растворе

$$W = m_{\text{в-ва}} / m_{\text{р-ра}} = 50 / (50 + 150) = 50 / 200 = 0,25 \text{ или } 25\%$$

**Пример 35.** Какой объем раствора хлорида натрия с массовой долей соли 20% и плотностью 1,15 г/мл надо прилить к 200 г воды, чтобы получить раствор с массовой долей соли 0,07?

- 1) Обозначим массу исходного раствора за  $x$ , тогда масса хлорида натрия в нем будет равна:

$$m(\text{NaCl}) = m(\text{исходного раствора}) \cdot \omega(\text{NaCl}) = 0,2x.$$

- 2) Выражаем массу конечного раствора:

$$m(\text{конечного раствора}) = m(\text{исходного раствора}) + m(\text{H}_2\text{O}) = x + 200.$$

- 3) Составляем уравнение и находим  $x$ :

$$m(\text{NaCl}) = m(\text{конечного раствора}) \cdot \omega(\text{NaCl в конечном растворе}); 0,2x = 0,07 \cdot (x + 200);$$

$$0,2x = 0,07x + 14; 0,13x = 14; x = 107,7 \text{ г.}$$

- 4) Находим объем исходного раствора:

$$V(\text{исходного раствора NaCl}) = m(\text{исходного раствора}) / \rho(\text{исходного раствора}) = \\ 107,7 / 1,15 = 93,7 \text{ мл.}$$

Ответ:  $V(\text{исходного раствора NaCl}) = 93,7 \text{ мл.}$

В 150 мл раствора находится 150 мг гидроксида кальция. Вычислите молярную концентрацию раствора щелочи

$C_M = n/V = m_{p.v-v_a} / M * V$  (моль/л), где  $m$  – масса растворенного вещества, г;  $M$  – молярная масса растворенного вещества, г/моль;  $V$  – объем раствора, л.

$$C_M = n/V = m_{p.v-v_a} / M * V = 0,15/(74*0,15)=0,013M \text{ раствор}$$

На титрование 20 мл 0,12 М раствора соляной кислоты расходуется 24 мл гидроксида натрия. Определите молярную концентрацию гидроксида натрия.

$$C(HCl) * V(HCl) = C(NaOH) * V(NaOH) \quad 0,12 * 20 = x * 24 \quad x = 0,1 \text{ M}$$

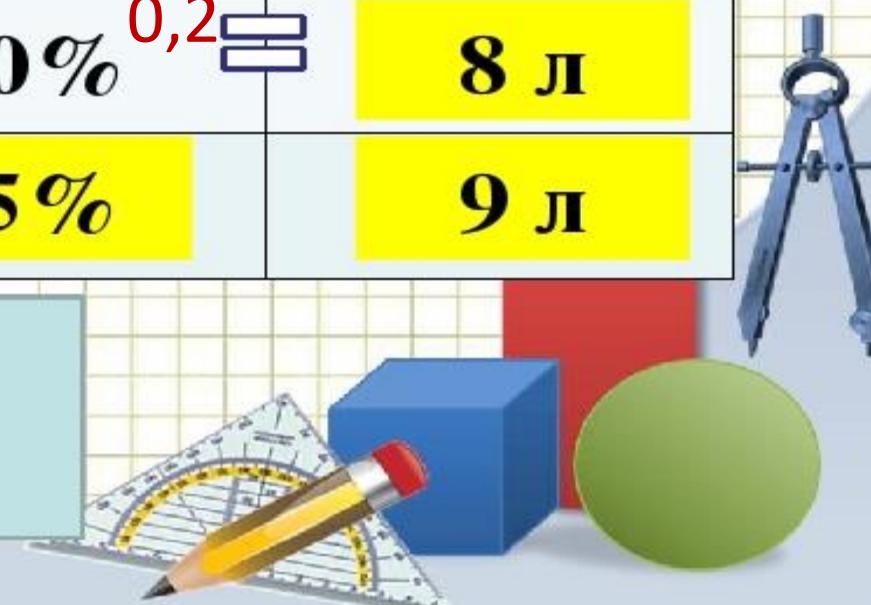
*Смешали 20 л 5-процентного раствора кислоты с 40 литрами 10-процентного раствора кислоты. Сколько процентов составляет концентрация получившегося раствора?*

### Заполняем таблицу:

	M Масса раствора	Концентрация %	m Масса кислоты
1 раствор	20л	5% 0,05	1 л
2 раствор	40л	20% 0,2	8 л
итого	60л	15%	9 л

$$6:60 \cdot 100 = 0,15 \cdot 100 = 15\%$$

$$\begin{aligned} 60 \text{ л} &- 100\% \\ 9 \text{ л} &- x\% \\ x &= 9 \cdot 100 : 6 = 15\% \end{aligned}$$



*Смешивают 300г 90% раствора соли и 900 г 30% раствора той же соли. Определите содержание соли в полученном растворе?*

Наименование веществ, растворов, смесей, сплавов	% содержание вещества $\alpha$	Масса раствора (смеси, сплава) $M$	Масса вещества $m$
Первый раствор	$90\% = 0,9$	300 г	270 г
Второй раствор	$30\% = 0,3$	900 г	270 г
Получившийся раствор	$X\%$	1200 г	540 г

$$\alpha = \frac{m}{M} \cdot 100\%$$

$$\alpha = \frac{540}{1200} \cdot 100\% = \\ 0,45 \cdot 100\% = 45\%$$

Какую массу воды следует выпарить из 600г 5%-го раствора соли, чтобы получить ее 30%-ный раствор?



Составляем уравнение:

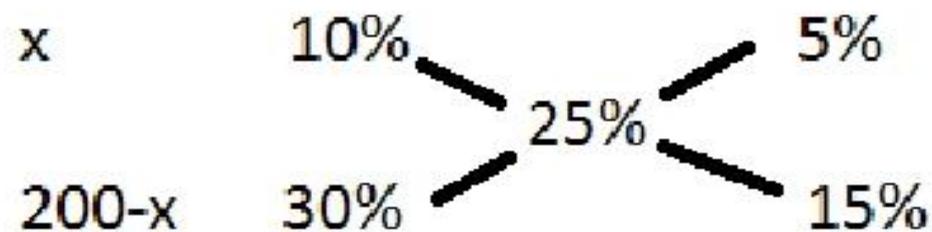
$$600 \cdot 0,05 = X_1 \cdot 0 + X_2 \cdot 0,3$$

$$30 = 0,3 X_2$$

$X_2 = 100\text{г}$  (масса оставшегося раствора)

$600 - 100 = 500\text{г}$  (масса воды)

## 1 способ (метод Пирсона)



$$10\% < 25\% < 30\%$$

$$\frac{x}{200 - x} = \frac{5}{15} \quad 15x = 5(200 - x)$$

$$15x = 1000 - 5x \quad x = 50$$

50 кг - масса первого сплава, 150 кг - масса второго сплава

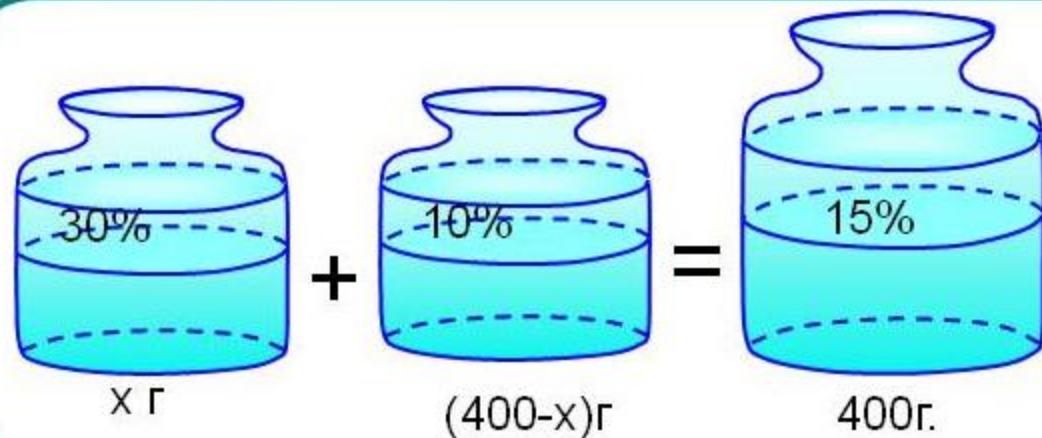
$$150 - 50 = 100 \text{ (кг)}$$

Ответ: 100

Имеется два сплава. Первый сплав содержит 10% никеля, второй — 30% никеля. Из этих двух сплавов получили третий сплав массой 200 кг, содержащий 25% никеля. На сколько килограммов масса первого сплава меньше массы второго?



При смещивании 30 процентного раствора серной кислоты с 10 процентным раствором серной кислоты получилось 400 г 15 процентного раствора. Сколько граммов 30 процентного раствора было взято?



$$\begin{array}{ccccccc} 30\% & & 5\% & & x & & \frac{5}{15} = \frac{x}{400 - x} \\ & \searrow & \swarrow & & & & \\ 10\% & & 15\% & & 15\% & & 15x = 5(400 - x) \\ & & & & & & \\ & & & & 400 - x & & 20x = 2000 \\ & & & & & & \\ & & & & & & x = 100 \end{array}$$



## Домашнее задание

1. В 1 л водного раствора содержится 577 г серной кислоты. Плотность раствора равна  $1,335 \text{ г}/\text{см}^3$ . Вычислите процентную, молярную, моляльную концентрации и мольные доли серной кислоты и воды.
2. Сколько граммов сульфата натрия потребуется для приготовления 5 л 8%-ного раствора ( $\rho = 1,075 \text{ г}/\text{мл}$ )?
3. Какую массу 32%-ного раствора азотной кислоты следует добавить к 500 мл 80%-ного раствора той же кислоты с плотностью  $1,45 \text{ г}/\text{мл}$  для получения 65%-ного раствора?