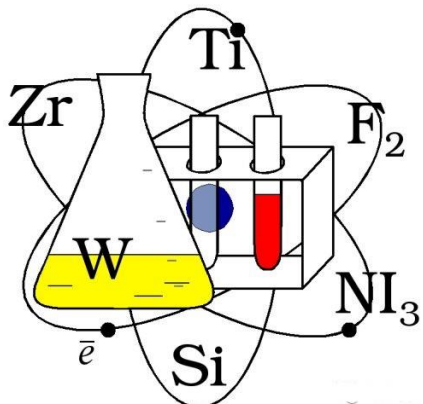




Растворы. Выражение концентраций веществ



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: жидкие, 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.  $W = m_{\text{раст.в-ва}} / m_{\text{раствора}} * 100\%$

Если это отношение выражено в процентах, то называется процентной концентрацией (С%). 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)**.

 $C_M = n/V = m_{\text{р.в-ва}} / M * V$ (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.

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

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

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

Молярная 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 молярная 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 молярных долей всех компонентов равна 1.

Титр раствора (Т) выражает массу растворенного вещества, содержащееся в 1 мл раствора ! $T = m / V$ (г/мл, г/см³). m в г, V в мл

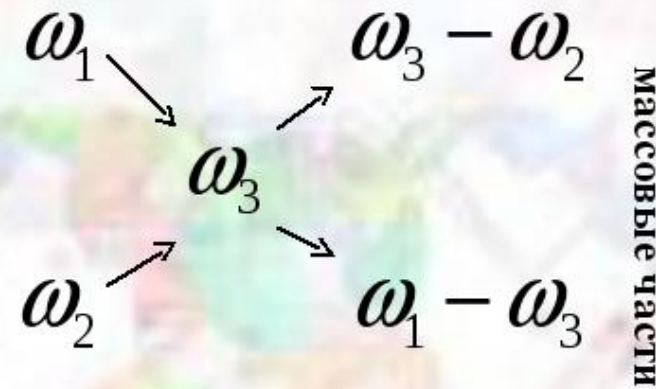
Плотность раствора выражает отношение массы раствора к его объему. Зависит от концентрации ! $\rho = m_{\text{р-ра}} / V$ (г/мл, г/см³).

Способы решения задач

таблица

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

метод креста



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)

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



Растворимое
вещество

+



Вода

+

Растворитель



Раствор

$$\omega = \frac{m(\text{вещ-ва})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\%$$

→ Раствор



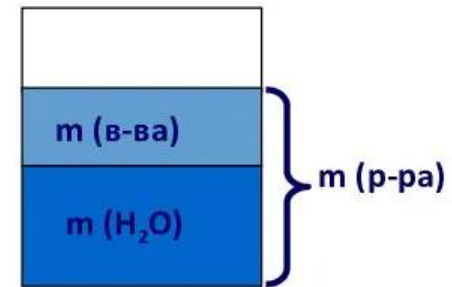
Растворили 50 г. поваренной соли в 200 г. воды.
Вычислите массовую долю соли в растворе.

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

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

$$C_M = n/V = m_{\text{р.в-ва}} / M * V = 0,15 / (74 * 0,15) = 0,013 \text{ М раствор}$$

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

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

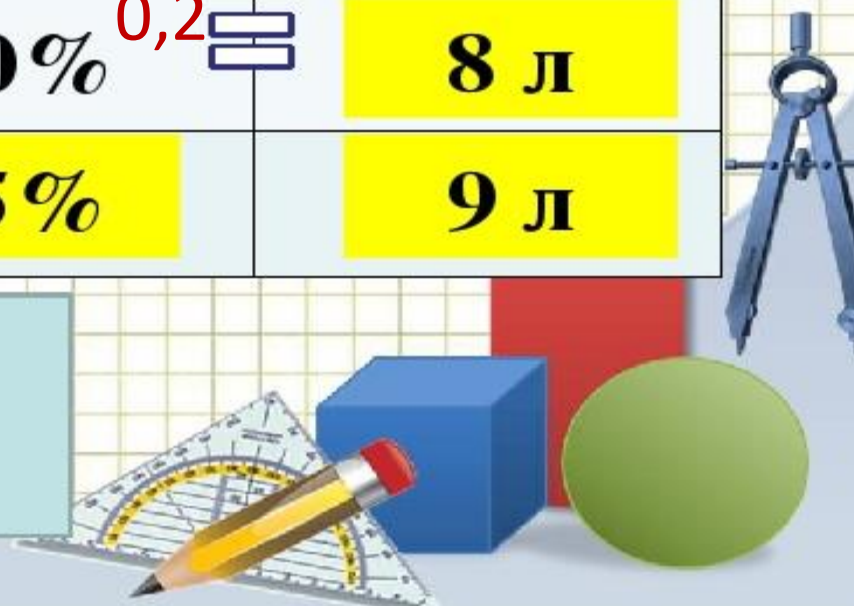
Смешали 20 л 5-процентного раствора кислоты с 40 литрами 10-процентного раствора кислоты. Сколько процентов составляет концентрация получившегося раствора?

Заполняем таблицу:

	М 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

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

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



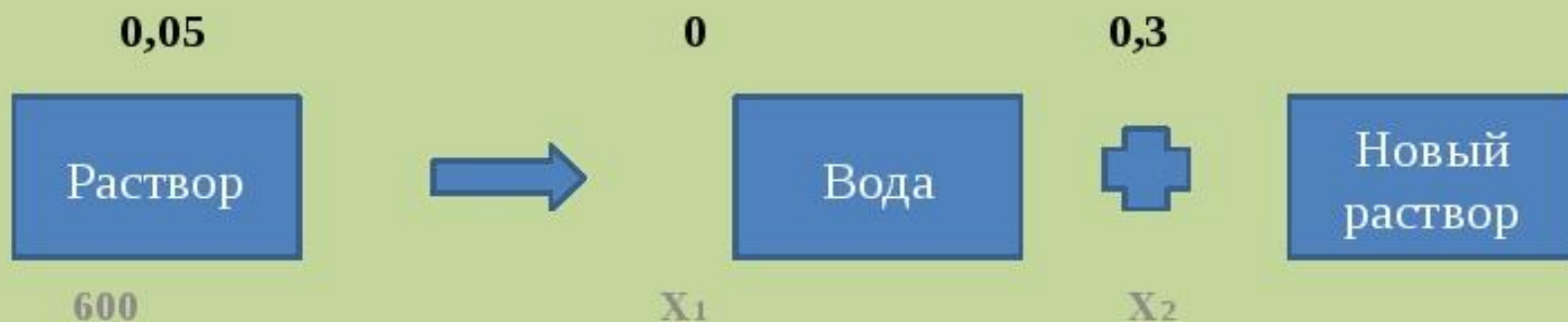
Смешивают 300г 90% раствора соли и 900 г 30% раствора той же соли. Определите содержание соли в полученном растворе?

Наименование веществ, растворов, смесей, сплавов	% содержание вещества α	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:

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

$$30 = 0,3 X_2$$

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

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

1 способ (метод Пирсона)



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

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

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

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

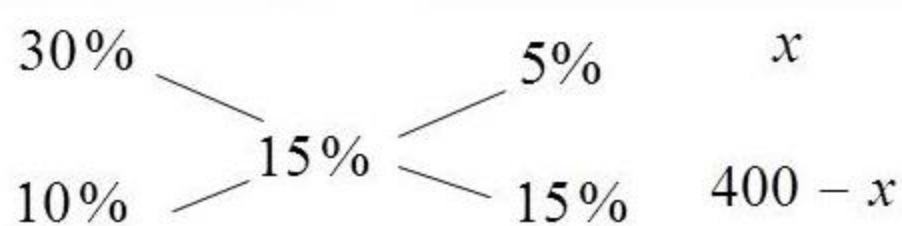
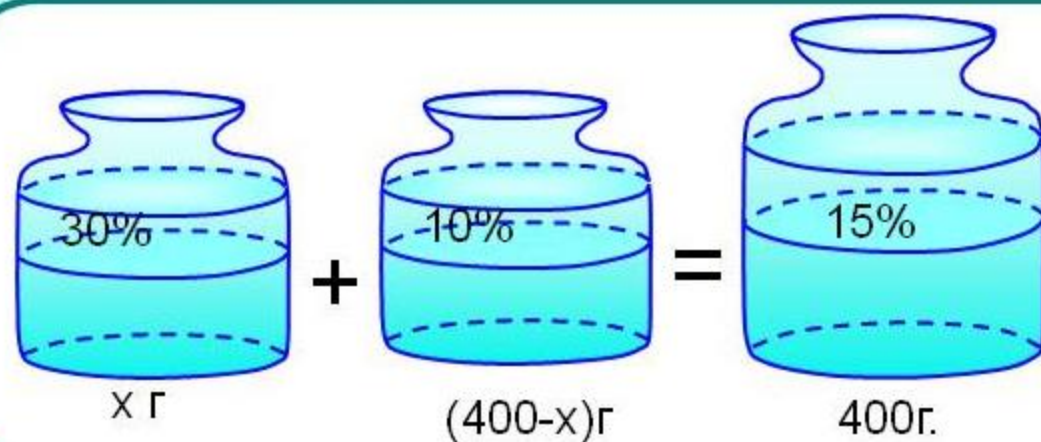
$$150 - 50 = 100(\text{кг})$$

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



$$\begin{aligned} \frac{5}{15} &= \frac{x}{400-x} \\ 15x &= 5(400-x) \\ 20x &= 2000 \\ x &= 100 \end{aligned}$$



Домашнее задание

1. В 1 л водного раствора содержится 577 г серной кислоты. Плотность раствора равна $1,335 \text{ г/см}^3$. 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 ($\rho = 1,075 \text{ г/мл}$)?
3. Какую массу 32%-ного раствора азотной кислоты следует добавить к 500 мл 80%-ного раствора той же кислоты с плотностью $1,45 \text{ г/мл}$ для получения 65%-ного раствора?