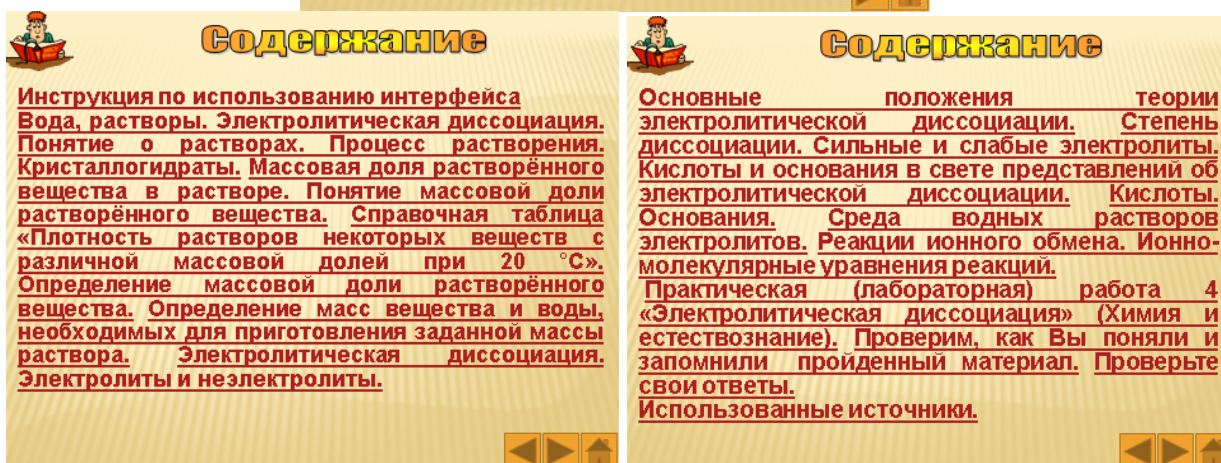


Химия

Урок № 9

Тема: «Вода. Растворы. Массовая доля растворенного вещества».



на сайте НКСЭ:

Преподавателям → Методическая копилка → ЦМК Математических и естественнонаучных дисциплин → **Кузьмина Ирина Викторовна**

В библиотеке:

«Сетевые ресурсы» → «Справочная информация для студентов» →
→ **Кузьмина Ирина Викторовна** → «Химия» → «Неорганическая химия»

Лекция

Цель: изучить свойства воды и растворов; научиться рассчитывать массовую долю растворенного вещества.

Задачи:

- повторить изученные в школе сведения о воде и растворах,
- углубить свои знания о воде и растворах,
- повторить изученные в школе сведения о расчётах массовой доли растворенного вещества,
- углубить свои знания о расчётах массовой доли растворенного вещества.

Растворами являются физиологические жидкости – плазма крови, лимфа, желудочный сок и др. Многие медицинские препараты – это растворы различных веществ в **воде** или спирте. **Природная вода** – тоже раствор, содержащий и газообразные, и твёрдые вещества. Растворённый в **воде** кислород воздуха обеспечивает жизнь **водных** организмов. Многие технологические процессы в различных отраслях промышленности (получение металлов, удобрений, красок, бумаги, продуктов питания, зубной пасты, лаков и т. д.) протекают в растворах.

Растворы – это однородные смеси, содержащие не менее двух веществ.

По агрегатному состоянию различают растворы **твёрдые** (сплавы металлов, например латунь), **газообразные** (смесь газов – воздух) и **жидкие** (раствор сахара в воде).

Так как при растворении протекают и физические, и химические процессы, то **растворы занимают промежуточное положение между смесями и химическими соединениями.**

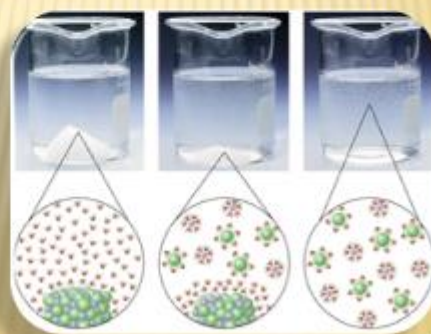
Сходства растворов с химическими соединениями:

- растворы однородны и устойчивы, не осаждаются и не расслаиваются при длительном стоянии;
- процесс растворения сопровождается тепловыми эффектами.

Сходства растворов со смесями:

- растворы не имеют постоянного состава, он может изменяться в широких пределах;
- растворы сохраняют многие свойства растворителя и растворённого вещества. Они могут быть легко разделены на составные части, как и смеси.

При образовании растворов сохраняются только частицы, из которых состояли вещества: молекулы, ионы.



Массовая доля растворённого вещества в растворе. Понятие массовой доли растворённого вещества

Состав раствора может быть выражен как качественно, так и количественно. Для **качественной характеристики** растворов используют понятия **разбавленный раствор** (содержит мало растворённого вещества) и **концентрированный раствор** (содержит много растворённого вещества).



Массовая доля растворённого вещества – это отношение массы растворённого вещества к общей массе раствора:

$$w(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})}$$

где w – массовая доля растворённого вещества, выраженная в долях единицы;

$m(\text{вещества})$ – масса растворённого вещества, г;

$m(\text{раствора})$ – масса раствора, г.

Массовую долю можно выразить и в процентах:

$$w(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\%$$



Если массовая доля растворённого вещества, например хлорида натрия, в воде равна 0,05, или 5 %, то это означает, что в 100 г раствора хлорида натрия содержится 5 г соли и 95 г воды.

Вам известно, что **раствор состоит из растворённого вещества и растворителя**, поэтому массу раствора определяют по формуле.

$$m(\text{раствора}) = m(\text{растворителя}) + m(\text{вещества})$$

Массу раствора можно выразить через объём раствора и его плотность:

$$m(\text{раствора}) = V \cdot \rho,$$

где V – объём раствора, см^3 (мл);

ρ («ро») – плотность раствора (отношение его массы к объёму), $\text{г}/\text{см}^3$ (г/мл).

$$w(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{V \cdot \rho}$$

Водные растворы с различной массовой долей растворённого вещества имеют разную плотность при данной температуре. Зависимость между плотностью раствора и содержанием в нём наиболее часто применяемых кислот, растворимых оснований и поваренной соли дана в справочной таблице.

Определение массовой доли растворённого вещества

Задача 1. Поваренную соль массой 5 г растворили в 45 г воды. Определите массовую долю (%) соли в растворе.

Дано:
 $m(\text{NaCl}) = 5 \text{ г}$
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 45 \text{ г}$
Найти:
 $\omega(\text{NaCl}) = ?$

Решение
1. Определим общую массу полученного раствора:
 $m(\text{раствора}) = m(\text{NaCl}) + m(\text{H}_2\text{O});$
 $m(\text{раствора}) = 5 \text{ г} + 45 \text{ г} = 50 \text{ г}.$

2. Вычислим массовую долю (%) соли в растворе:

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\%;$$

$$w(\text{NaCl}) = \frac{5 \text{ г} \cdot 100\%}{50 \text{ г}} = 10\%.$$

Ответ: $\omega(\text{NaCl}) = 10 \%$.

- Если из раствора удалить часть воды (выпариванием, испарением) или, наоборот, к раствору добавить воду, то изменятся только масса и объём раствора, а масса растворённого вещества в растворе останется неизменной (**задача 2**).
- Если в раствор добавить растворённое вещество или из раствора удалить часть растворённого вещества в виде осадка (при охлаждении), то изменится как масса раствора, так и масса растворённого вещества в растворе (**задача 3**).

Задача 2. Из раствора массой 500 г с массовой долей нитрата калия 10 % выпариванием удалили 300 г воды. Определите массовую долю (%) соли в оставшемся растворе.

Дано:

$$m_1(\text{раствора}) = 500 \text{ г}$$

$$\omega_1(\text{KNO}_3) = 10 \%$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 300 \text{ г}$$

Найти:

$$\omega_2(\text{KNO}_3) = ?$$

Решение

1. Определим массу раствора после выпаривания (масса раствора изменилась за счёт удаления части воды):

$$m_2(\text{раствора}) = m_1(\text{раствора}) - m(\text{H}_2\text{O});$$

$$m_2(\text{раствора}) = 500 \text{ г} - 300 \text{ г} = 200 \text{ г}.$$

2. Найдём массу соли в исходном растворе:

$$\omega_1(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{m_1(\text{раствора})} \cdot 100\%.$$

Отсюда следует:

$$m(\text{KNO}_3) = \frac{\omega_1(\text{KNO}_3) \cdot m_1(\text{раствора})}{100\%};$$

$$m(\text{KNO}_3) = \frac{10\% \cdot 500 \text{ г}}{100\%} = 50 \text{ г}.$$

3. Определим массовую долю соли в оставшемся растворе (масса соли в растворе не изменилась):

$$\omega_2(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{m_2(\text{раствора})} \cdot 100\%; \quad \omega_2(\text{KNO}_3) = \frac{50 \text{ г} \cdot 100\%}{200 \text{ г}} = 25\%.$$

Ответ: $\omega_2(\text{KNO}_3) = 25 \%$.



Задача 3. В растворе массой 200 г с массовой долей хлорида кальция 2 % растворили 20 г хлорида кальция. Определите массовую долю (%) хлорида кальция в полученном растворе.

Дано:

$$m_1(\text{раствора}) = 200 \text{ г}$$

$$\omega_1(\text{CaCl}_2) = 2\% (0,02)$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 20 \text{ г}$$

Найти:

$$\omega_2(\text{CaCl}_2) = ?$$

Решение

1. Находим массу хлорида кальция в исходном растворе $m_1(\text{CaCl}_2)$:

$$m_1(\text{CaCl}_2) = \omega_1(\text{CaCl}_2) \cdot m_1(\text{раствора});$$

$$m_1(\text{CaCl}_2) = 0,02 \cdot 200 \text{ г} = 4 \text{ г}.$$

2. Определяем массу хлорида кальция (она изменилась) в полученном растворе $m_2(\text{CaCl}_2)$:

$$m_2(\text{CaCl}_2) = m_1(\text{CaCl}_2) + m(\text{CaCl}_2);$$
$$m_2(\text{CaCl}_2) = 4 \text{ г} + 20 \text{ г} = 24 \text{ г}.$$

3. Находим массу полученного раствора (масса раствора также изменилась за счёт добавления хлорида кальция):

$$m_2(\text{раствора}) = m_1(\text{раствора}) + m(\text{CaCl}_2);$$
$$m_2(\text{раствора}) = 200 \text{ г} + 20 \text{ г} = 220 \text{ г}.$$

4. Определяем массовую долю соли в полученном растворе:

$$w_2(\text{CaCl}_2) = \frac{m_2(\text{CaCl}_2)}{m_2(\text{раствора})};$$

$$w_2(\text{CaCl}_2) = \frac{24 \text{ г}}{220 \text{ г}} = 0,11, \text{ или } 11\%.$$

Ответ: $\omega_2(\text{CaCl}_2) = 0,11$, или 11 %.



Определение масс вещества и воды, необходимых для приготовления заданной массы раствора

Задача 4. Вычислите массы сахара и воды, необходимых для приготовления 1 кг раствора с массовой долей сахара, равной 0,1.

Дано:
 $m(\text{раствора}) = 1 \text{ кг} = 1000 \text{ г}$
 $\omega(\text{сахара}) = 0,1$

Найти:
 $m(\text{сахара}) = ?$
 $m(\text{H}_2\text{O}) = ?$

Решение

1. Определяем массу сахара. Из формулы

$$w(\text{сахара}) = \frac{m(\text{сахара})}{m(\text{раствора})}$$

следует:

$$m(\text{сахара}) =$$
$$= \omega(\text{сахара}) \cdot m(\text{раствора});$$
$$m(\text{сахара}) = 0,1 \cdot 1000 \text{ г} = 100 \text{ г}.$$



2. Находим массу воды. Из формулы
 $m(\text{раствора}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{сахара})$

следует:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{раствора}) - m(\text{сахара});$$
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ г} - 100 \text{ г} = 900 \text{ г}.$$

Ответ: $m(\text{сахара}) = 100 \text{ г}$; $m(\text{H}_2\text{O}) = 900 \text{ г}$.

Если исходное вещество находится в растворе, то при решении задач добавляется ещё одно действие: определение массы вещества в растворе по его массовой доле.

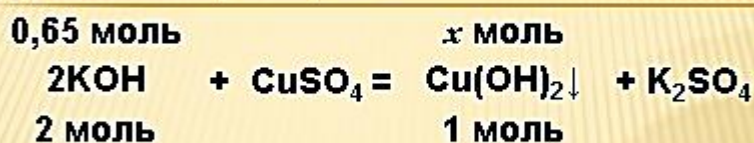
Задача 5. К раствору объёмом 200 см^3 с массовой долей гидроксида калия 16% и плотностью $1,14 \text{ г/см}^3$ прилили раствор сульфата меди (II). Определите массу образовавшегося гидроксида меди (II).

Дано:	Решение
$V(\text{раствора}) = 200 \text{ см}^3$	1. Находим массу гидроксида калия в растворе:
$\omega(\text{KOH}) = 16 \%$ (0,16)	$m(\text{KOH}) = \omega(\text{KOH}) \cdot V \cdot \rho;$
$\rho = 1,14 \text{ г/см}^3$	$m(\text{KOH}) = 0,16 \cdot 200 \text{ см}^3 \cdot 1,14 \text{ г/см}^3$ $= 36,5 \text{ г.}$
Найти: $m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = ?$	2. Вычисляем количество вещества гидроксида калия:

$$v(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})};$$

$$v(\text{KOH}) = \frac{36,5 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,65 \text{ моль.}$$

3. Далее расчёты производим, как обычно, по уравнению реакции:



Устанавливаем соотношение количества вещества гидроксидов калия и меди (II) и находим количество вещества гидроксида меди (II):

$$\frac{0,65 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = \frac{x \text{ моль}}{1 \text{ моль}}$$

отсюда

$$x = \frac{0,65 \text{ моль} \cdot 1 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = 0,325 \text{ моль.}$$

4. Вычисляем массу образовавшегося гидроксида меди (II):

$$\begin{aligned} m(\text{Cu}(\text{OH})_2) &= v(\text{Cu}(\text{OH})_2) \cdot M(\text{Cu}(\text{OH})_2); \\ m(\text{Cu}(\text{OH})_2) &= 0,325 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 32,2 \text{ г.} \\ \text{Ответ: } m(\text{Cu}(\text{OH})_2) &= 32,2 \text{ г.} \end{aligned}$$

Примечание: более полно с материалом можно познакомиться по презентации. По вопросам, приведенным в презентации, проверьте себя, насколько хорошо вы поняли материал.

Все возникшие вопросы можете задать на следующем уроке.