

**Способы выражения состава растворов.
Реакции в растворах. Определение состава
раствора, образовавшегося в результате
протекания химических реакций.**

Мало знать,
надо и применять.
Мало хотеть,
надо и делать.
(И.В. Гёте)



МУДРЫЕ СОВЕТЫ

- ❖ «Обдумай цель раньше, чем начать»
- ❖ «С началом считается глупец, о конце думает мудрец»
- ❖ «Желаемое мы охотно принимаем за действительное»

Из чего состоит раствор?

Как узнать какую часть в растворе занимает вещество и растворитель?

Растворяемое вещество



Растворитель

Раствор

The diagram illustrates the process of creating a solution. At the top, a tilted cylinder contains blue particles, representing the solute. Below, a vertical cylinder with blue particles is added to a vertical cylinder with green liquid, representing the solvent. The result is a vertical cylinder with a green liquid containing blue particles, representing the solution. The text 'Как узнать какую часть в растворе занимает вещество и растворитель?' is written in red. The labels 'Растворяемое вещество', 'Растворитель', and 'Раствор' are written in black. The plus and equals signs are black.

Основные сведения о растворах

Растворитель — вещество, которое не изменяет своего агрегатного состояния при образовании раствора.

Растворенное вещество — вещество, которое равномерно распределено в растворителе.

В качестве растворителя выступает вещество, масса которого больше. Одно и то же вещество может быть и растворителем, и растворенным веществом. Например, в спиртовой настойке йода растворителем является спирт, йод — растворенным веществом; в растворе спирта растворенным веществом является спирт, растворителем — вода

Способы выражения состава растворов

Концентрация раствора - величина, измеряемая количеством или массой растворенного вещества, содержащегося в определенной массе или объеме раствора или растворителя.

На практике часто применяют способы выражения концентрации раствора, такие как:

- *массовая доля растворенного вещества;*
- *молярная концентрация;*
- *моляльная, молярная доля;*
- *молярная концентрация эквивалента;*
- *объёмная доля;*
- *титр.*

Массовая доля растворенного вещества

$\omega(X)$ – отношение массы растворенного вещества к общей массе раствора

Выражается в долях единицы, процентах

Массовую долю рассчитывают по формулам:

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(p-ra)} \quad \omega\%(X) = \frac{m(X)}{m(p-ra)} \cdot 100\%$$

Если известны плотность раствора (г/мл) и его объем (мл), тогда

$$m(p-ra) = V(p-ra) \cdot \rho(p-ra)$$

и выражение массовой доли растворенного вещества примет вид

$$\omega\%(X) = \frac{m(X)}{V(p-ra) \cdot \rho(p-ra)} \cdot 100\%$$

Молярная концентрация или молярность

$C(X)$ – число моль растворенного вещества в единице объёма раствора

Единицы измерения моль/м³, моль/дм³, моль/см³, моль/мл

Для краткости в тексте допускается обозначение М,

например $c(\text{HCl}) = 0,1$ моль/л = 0,1М - децимолярный раствор.

Молярную концентрацию рассчитывают по формулам:

$$C(X) = \frac{n(X)}{V(p-ra)} \quad C(X) = \frac{m(X)}{V(p-ra) \cdot M(X)}$$

где $n(X)$ - количество растворенного вещества, моль;

$V(p-ra)$ - объем раствора, л;

$m(X)$ - масса растворенного вещества, кг или г;

$M(X)$ - молярная масса вещества, кг/моль или г/мол

Моляльная концентрация или моляльность

$b(X)$ - число молей растворенного вещества, приходящееся на 1 кг растворителя.

Единица измерения моль/кг

Моляльную концентрацию рассчитывают по формулам:

$$b(X) = \frac{n(X)}{m(\text{р-ля})} \quad b(X) = \frac{m(X)}{m(\text{р-ля}) \cdot M(X)}$$

где $n(X)$ - количество растворенного вещества, моль;

$M(X)$ - молярная масса вещества, кг/моль или г/моль;

$m(\text{р-ля})$ - масса растворителя, кг.

Молярная(мольная) доля или мольные проценты

$x(X_i)$ - отношение количества вещества (моль) данного компонента, содержащегося в данной системе, к общему количеству вещества системы (моль).

Молярную долю выражают в долях единицы или в процентах.

Рассчитывают по формуле:

$$x = \frac{n(X_i)}{\sum i \cdot n(p-ra)}$$

где $n(X_i)$ - количество вещества данного компонента, моль;

$\sum i n(p-ra)$ - суммарное количество всех компонентов раствора, моль.

Молярная концентрация эквивалента (нормальная концентрация)

$C(f_{эkv}(X))$ или $C(1/zX)$ - число моль эквивалента растворенного вещества в определенном объёме раствора.

Единицы измерения - моль/м³, моль/дм³, моль/см³, моль/л, моль/мл.

Молярную концентрацию эквивалента рассчитывают по формуле:

$$C(1/zX) = \frac{n(1/zX)}{V(p-pa)} = \frac{m(X)}{M(1/zX) \cdot V(p-pa)}$$

где $m(X)$ - масса растворенного вещества, кг, г;

$n(1/zX)$ - количество моль эквивалента вещества, моль;

$M(1/zX)$ - молярная масса эквивалента вещества

X - масса 1 моль эквивалента вещества, равная произведению фактора эквивалентности ($1/z$) на молярную массу вещества X : $M(1/zX) = 1/z \cdot M(X)$

Объемная доля

$\varphi(X)$ - отношение объема данного компонента к общему объему системы.

Выражают в долях единицы или в процентах

Рассчитывают по формуле:

$$\varphi(X) = \frac{V(X)}{V(p-ra)}$$

где $V(X)$ - объем данного компонента раствора, мл, л, м³ ;

$V(p-ra)$ - общий объем раствора.

Титр

$T(X)$ - масса вещества X , содержащегося в 1 см^3 или 1 мл раствора.
Единицы измерения г/см^3 , г/мл .

Рассчитывают по формуле:

$$T(X) = \frac{m(X)}{V(p-ra)}$$

где $m(X)$ - масса вещества, г;

$V(p-ra)$ - объем раствора, г/см^3 , г/мл .

Титр можно рассчитывать через молярную концентрацию эквивалента:

$$T(X) = \frac{C(f_{\text{эkv}}X) \cdot M(f_{\text{эkv}}X)}{1000}$$

где $C(f_{\text{эkv}}X)$ - молярная концентрация эквивалента вещества X , моль/л,
 $M(f_{\text{эkv}}X)$ - молярная масса эквивалента вещества X , г/моль



Типы расчетных задач

Без протекания химической реакции:

1-й тип – задачи на определение массы веществ в растворе

2-тип – задачи на определение массы веществ, необходимой для получения раствора нужной концентрации

3-тип – задачи на определение массовой доли веществ в растворе

4-тип – задачи на определение процентного содержания веществ в растворе

5-тип – задачи на определение массы или объема вещества при добавлении его в раствор для изменения концентрации

6-тип – задачи на определение процентного содержания или массовой доли веществ в растворе, полученном при смешивании растворов разной концентрации

7-тип – задачи с использованием понятия – растворимость

8-тип – задачи на выкристаллизацию

9-тип – задачи с использованием кристаллогидратов

10-тип – задачи на молярную концентрацию

11-тип – усложненные задачи

12-тип – задачи с использованием уравнений протекающих реакций

Простые химические превращения

Химические превращения, протекающие с участием растворов, весьма широко распространены. Это могут быть как обменные, так и окислительно-восстановительные реакции. В большинстве случаев в результате таких химических превращений происходит либо выпадение осадков, либо выделение газообразных веществ. Поэтому необходимо аккуратно записывать обобщенные уравнения для таких растворов, учитывая убыль массы конечного раствора за счет удаления из него газообразных продуктов или осадков.

Рассмотрим на следующем примере разнообразие химических превращений в ходе растворения различных натрийсодержащих веществ в воде.

Пример1. К избытку воды массой 93,8 г добавили вещество массой 6,2 г. Определите массовую долю растворенного вещества в растворе, если в качестве вещества выступал гидроксид натрия (1), оксид натрия (2), пероксид натрия (3), металлический натрий (4), гидрид натрия (5), фосфид натрия (6). В каком случае массовая доля полученного раствора будет максимальной? Ответ подтвердите расчетами.

Решение

1 пункт

Первый пункт не соответствует химическим превращениям в явном виде, поскольку гидроксид натрия выступает лишь в качестве растворенного вещества. Однако нужно помнить, что его растворение происходит с выделением большого количества тепла, что указывает на признаки химических превращений. Это происходит за счет разрушения ионного кристалла на соответствующие катионы под действием воды.

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{NaOH})} = \frac{6,2}{93,8 + 6,2} = 0,062 \text{ (6,2\%)}$$

Первый пункт выполнен. Теперь обратимся к остальным пунктам, в которых будут происходить такие превращения

2 пункт

В процессе растворения оксида натрия в воде происходит образование гидроксида натрия по следующей реакции. Определим по этому уравнению массу образовавшейся щелочи и затем подставим в обобщенное уравнение. При этом учтем, что в ходе такого превращения из раствора не выпадает осадок и не выделяется газ:



62 г/моль

40 г/моль

$$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{O}) \rightarrow \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = 2 \cdot \frac{m(\text{Na}_2\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{O})} \rightarrow m(\text{NaOH}) = \frac{2 \cdot m(\text{Na}_2\text{O}) \cdot M(\text{NaOH})}{M(\text{Na}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot 6,2 \cdot 40}{62} = 8 \text{ г}$$

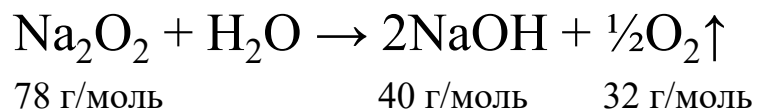
Теперь подставим эту массу в обобщенное уравнение:

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{NaOH})} = \frac{8}{100} = 0,08 \text{ (8\%)}$$

Как видно, здесь используется простой алгоритм: сначала записывают уравнение химической реакции, потом рассчитывают массы необходимых компонентов: основного вещества, а также массы осадков или газов (если они выделяются), которые будут приводить к измерению массы конечного раствора. На конечном этапе записывают обобщенное уравнение растворов, в которое подставляют все необходимые значения.

3 пункт

Этот пункт несколько сложнее, поскольку при растворении пероксида в воде происходит образование щелочи, а также выделение кислорода. Поэтому при записи обобщенного уравнения нужно учесть, что полученная масса раствора будет меньше, чем сумма масс исходных компонентов за счет выделения газа. Начнем с записи уравнения химической реакции



Рассчитаем массу образовавшейся щелочи:

$$m(\text{NaOH}) = \frac{2 \cdot m(\text{Na}_2\text{O}_2) \cdot M(\text{NaOH})}{M(\text{Na}_2\text{O}_2)} = \frac{2 \cdot 6,2 \cdot 40}{78} = \frac{248}{39} = 6,36 \text{ г}$$

Аналогичным образом определяем массу выделившегося кислорода:

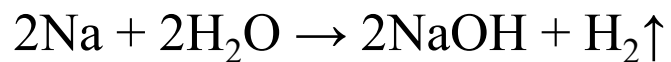
$$m(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot \frac{m(\text{Na}_2\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2)}{M(\text{Na}_2\text{O}_2)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{6,2 \cdot 32}{78} = \frac{198,4}{156} = 1,27 \text{ г}$$

Тогда обобщенное уравнение примет вид:

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Na}_2\text{O}_2) - m(\text{O}_2)} = \frac{6,36}{93,8 + 6,2 - 1,27} = 0,064 \text{ (6,4\%)}$$

4 пункт

При растворении металлического натрия протекает следующая реакция. Определим массы образованной щелочи и выделившегося водорода:



23 г/моль 40 г/моль 2 г/моль

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{Na}) \rightarrow m(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{Na}) \cdot M(\text{NaOH})}{M(\text{Na})} = \frac{6,2 \cdot 40}{23} = 10,78 \text{ г}$$

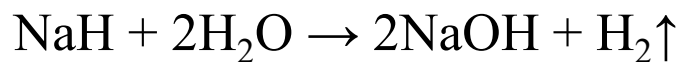
$$m(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{Na}) \rightarrow m(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \frac{m(\text{Na}) \cdot M(\text{H}_2)}{M(\text{Na})} \cdot \frac{6,2 \cdot 2}{2 \cdot 23} = 0,27 \text{ г}$$

Тогда

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Na}) - m(\text{H}_2)} = \frac{10,78}{93,8 + 6,2 - 0,27} = 0,108 (10,8\%)$$

5 пункт

Этот пункт интересен тем, что водород выделяется не только при растворении металлического натрия, но и его гидрида:



24 г/моль 40 г/моль 2 г/моль

Далее кратко представлено решение, как это было выполнено для предыдущих случаев

$$m(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaH})}{M(\text{NaH})} \cdot M(\text{NaOH}) = \frac{6,2 \cdot 40}{24} = 10,33 \text{ г}$$

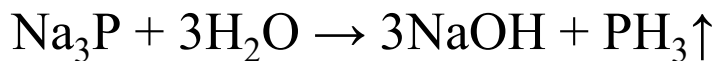
$$m(\text{H}_2) = \frac{m(\text{NaH})}{M(\text{NaH})} \cdot \frac{1}{2} M(\text{H}_2) = \frac{6,2 \cdot 2}{24} = 0,52 \text{ г}$$

Тогда

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{NaH}) - m(\text{H}_2)} = \frac{10,33}{93,8 + 6,2 - 0,52} = 0,104 (10,4\%)$$

6 пункт

Решаем последний пункт



77 г/моль 40 г/моль 34 г/моль

$$m(\text{NaOH}) = 3 \cdot \frac{m(\text{Na}_3\text{P})}{M(\text{Na}_3\text{P})} \cdot M(\text{NaOH}) = \frac{3 \cdot 6,2 \cdot 40}{77} = 9,66 \text{ г}$$

$$m(\text{PH}_3) = \frac{m(\text{Na}_3\text{P})}{M(\text{Na}_3\text{P})} \cdot M(\text{PH}_3) = \frac{6,2 \cdot 34}{77} = 2,74 \text{ г}$$

Тогда

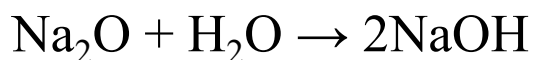
$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Na}_3\text{P}) - m(\text{PH}_3)} = \frac{9,66}{93,8 + 6,2 - 2,74} = 0,099 \text{ (9,9\%)}$$

Собирая все ответы и анализируя их, можно сделать вывод, что максимальная массовая доля щелочи в растворе будет достигаться при растворении в воде металлического натрия

Пример 2. К 250 г 5%-ного раствора гидроксида натрия добавили 34,1 г оксида натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в полученном растворе.

Решение:

Эта задача отличается от приведенной в предыдущем примере тем, что оксид натрия растворили не в чистой воде, а в растворе его гидроксида. Поэтому при составлении обобщенного уравнения необходимо учесть, что в полученном растворе масса щелочи будет равна сумме масс щелочи в исходном растворе и щелочи, образованной в процессе химического превращения. Для начала запишем эту химическую реакцию, а потом вставим в обобщенное уравнение все найденные значения:



62 г/моль

40 г/моль

$$n_{\text{реакции}}(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{O})$$

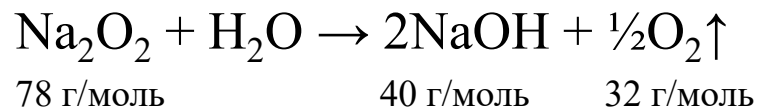
$$m_{\text{реакции}}(\text{NaOH}) = \frac{2 \cdot m(\text{Na}_2\text{O}) \cdot M(\text{NaOH})}{M(\text{Na}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot 34,1 \cdot 40}{62} = 44 \text{ г}$$

$$\omega(\text{кон})(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{кон})(\text{NaOH})}{m(\text{кон})(\text{р-ра})} = \frac{m(\text{нач}) \cdot \omega(\text{нач})(\text{NaOH}) + m(\text{реакции})(\text{NaOH})}{m(\text{нач})(\text{р-ра}) + m(\text{Na}_2\text{O})}$$

$$\omega(\text{кон})(\text{NaOH}) = \frac{250 \cdot 0,05 + 44}{250 + 34,1} = 0,199 = 0,2 \text{ (20\%)}$$

Пример 3. В горячей воде растворили пероксид натрия массой 3,9 г, при этом выделился кислород и образовался 5%-ный раствор щёлочи. В каком объёме воды был растворён пероксид натрия?

Решение:



$$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Na}_2\text{O}_2) = \frac{2 \cdot m(\text{Na}_2\text{O}_2)}{M(\text{Na}_2\text{O}_2)} = \frac{2 \cdot 3,9}{78} = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = \frac{0,5 \cdot 0,1 \cdot 32}{2} = 0,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{р-ра})} = \frac{M(\text{NaOH}) \cdot n(\text{NaOH})}{m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Na}_2\text{O}_2) - m(\text{O}_2)} = \frac{0,1 \cdot 40}{m(\text{H}_2\text{O}) + 3,9 - 0,8} = 0,05$$

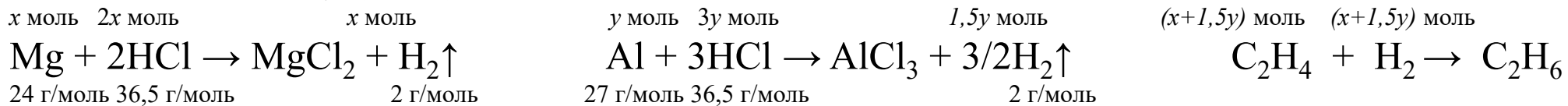
$$\frac{4}{m(\text{H}_2\text{O}) + 3,1} = 0,05$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 76,9 \text{ г}$$

Пример 4. Для реакции 7,8 г смеси магния и алюминия с соляной кислотой потребовалось 278,9 мл 10%-ного раствора соляной кислоты (плотностью 1,047 г/мл). Определите объем этилена, который может быть прогидрирован н. у. выделившимся при этом водородом

Решение

Запишем уравнения происходящих реакций, полагая, что x (моль) – количество вещества магния в исходной смеси, а y (моль) – количество вещества алюминия в этой же смеси. Тогда:



С одной стороны, можно определить массу исходной смеси из условия задачи:

$$m(\text{смеси}) = m(\text{Mg}) + m(\text{Al}) = M(\text{Mg}) \cdot n(\text{Mg}) + m(\text{Al}) \cdot n(\text{Al}) = 24x + 27y = 7,8$$

А с другой стороны, можно определить количество вещества израсходованной соляной кислоты (по уравнению химической реакции). Из уравнений реакции имеем: $n(\text{HCl}) = 2x + 3y$ (моль).

Это же количество соответствует количеству соляной кислоты в растворе, т. е.

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{V(\text{р-ра}) \cdot \rho(\text{р-ра}) \cdot \omega}{M(\text{HCl})} = \frac{278,9 \cdot 1,047 \cdot 0,1}{36,5} = 0,8 \text{ моль}$$

Тогда имеем систему двух линейных уравнений, которую легко решить:

$$\begin{cases} 24x + 27y = 7,8 \\ 2x + 3y = 0,8 \end{cases} \quad \begin{cases} x = 0,1 \\ y = 0,2 \end{cases}$$

Определив значения x и y , можно рассчитать объем этилена по уравнению третьей реакции:

$$V(\text{C}_2\text{H}_4) = n(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot V_m = (x + 1,5y) \cdot 22,4 = (0,1 + 1,5 \cdot 0,2) \cdot 22,4 = 8,96 \text{ л.}$$

Пример 5. При нагревании образца нитрата серебра часть вещества разложилась. При этом образовался твёрдый остаток массой 88 г. К этому остатку добавили 200 г 20%-ного раствора соляной кислоты. При этом образовался раствор массой 205,3 г с массовой долей соляной кислоты 15,93 %. Определите объём смеси газов (в пересчёте на н. у.), выделившихся в результате частичного разложения нитрата серебра

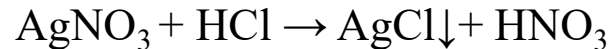
Решение



Нам известна масса остатка после разложения, а значит:

$$m(\text{остатка}) = m(\text{AgNO}_3) + m(\text{Ag}) = 88 \text{ г}$$

При добавлении остатка к раствору соляной кислоты во взаимодействие вступает только оставшийся нитрат серебра, т. е.



$$170 \text{ г/моль} \quad 36,5 \text{ г/моль}$$

Определим из условия количество соляной кислоты, вступившей в реакцию. При этом нам не нужно рассчитывать массу осадка, которая влияет на конечную массу раствора, поскольку эта масса уже указана

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{нач})(\text{HCl}) - m(\text{кон})(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{200 \cdot 0,2 - 205,3 \cdot 0,1539}{36,5} = 0,199 = 0,2 \text{ моль}$$

По уравнению $n(\text{AgNO}_3) = n(\text{HCl}) = 0,2$ моль и его масса будет равна

$$m(\text{AgNO}_3) = M(\text{AgNO}_3) \cdot n(\text{AgNO}_3) = 170 \cdot 0,2 = 34 \text{ г, значит } m(\text{Ag}) = 88 - 34 = 54 \text{ г, } n(\text{Ag}) = 0,505 \text{ моль}$$

Это значение подставляем в первое уравнение и имеем $n(\text{NO}_2) = 0,505$ моль, $n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,505 \text{ моль} = 0,253 \text{ моль}$

Наконец, можно определить суммарный объём газов, выделившихся при разложении:

$$V(\text{газов}) = (n(\text{NO}_2) + n(\text{O}_2)) \cdot V_m = (0,505 + 0,253) \cdot 22,4 = 16,98 \text{ л}$$

Задачи для самостоятельного решения

1. В 400 г 9%-ного раствора гидроксида натрия растворили 2,438 г металлического натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в полученном растворе. (10%)
2. Какую массу фосфида калия нужно растворить в 234.9 г 5%-ного раствора гидроксида калия, чтобы получить 10%-ный раствор щелочи? (11,1 г)
3. При растворении смеси меди и оксида меди (II) в концентрированной серной кислоте выделилось 4,48 л (н. у.) газа и было получено 300 г раствора с массовой долей соли 16 %. Определите массовую долю оксида меди (II) в исходной смеси. (71,43%)
4. К 50 г 35,6%-ного раствора галогенида щелочного металла прибавили 10 г раствора нитрата серебра. После выпадения осадка концентрация исходного галогенида уменьшилась в 1,2 раза. Определите формулу галогенида. (LiCl)
5. Нитрид щелочного металла растворили в строго необходимом количестве соляной кислоты, массовая доля которой в растворе составляет 15,7 %. При этом массовая доля хлорида металла в полученном растворе (в %) стала численно равна молярной массе неизвестного металла. Определите формулу исходного нитрида. (Na_3N)

Задания ЦЭ 2023 год по теме «Растворы»

Вариант 1

A9. Водный раствор фенолфталеина окрасится, если к нему добавить:

1) SrO 2) HBr 3) CaCl₂ 4) FeO 5) Ag

B14 ионные уравнения

B17. Взаимодействие хлорной кислоты с углеродом протекает по схеме: $\text{HClO}_4 + \text{C} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. В результате реакции выделилось 32,48 дм³ оксида углерода (IV). Вычислите массу вступившего в реакцию окислителя.

Решение

Сначала выясним, что надо найти. Окислителем в данной реакции является хлорная кислота, т.к. хлор находится в высшей степени окисления. Расставим коэффициенты



100,5 г/моль

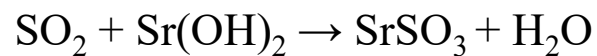
$$n(\text{CO}_2) = \frac{32,48}{22,4} = 1,45 \text{ моль} \quad m(\text{HClO}_4) = \frac{4 \cdot 1,45 \cdot 100,5}{7} = 83 \text{ г}$$

B19. Медную стружку массой 16 г при нагревании растворили в избытке концентрированной серной кислоты. Полученный газ полностью поглотили раствором гидроксида стронция в мольном соотношении 1:1 соответственно. Рассчитайте, на сколько увеличилась масса (г) сосуда, содержавшего щелочь, в результате протекания реакции.

Решение

16 г

?



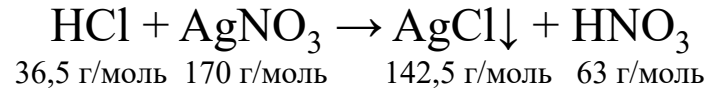
64 г/моль

64 г/моль

$$m(\text{SO}_2) = 16 \text{ г}$$

В.20 Смешали равные массы хлороводородной кислоты с массовой долей хлороводорода 7% и раствора нитрата серебра (I) с массовой долей соли 36%. Рассчитайте массовую долю (%) образовавшейся кислоты в растворе после полного завершения реакции.

Решение



Примем массы исходных растворов за 100 г, тогда имеем $m(\text{HCl})=7\text{г}$, $m(\text{AgNO}_3)=36\text{г}$, найдем их химические количества $n(\text{HCl})=0,19$ моль, $n(\text{AgNO}_3)=0,212$ моль. В избытке нитрат серебра, значит кислота израсходуется полностью. Из уравнения реакции следует $n(\text{AgCl})=0,19$ моль, $n(\text{HNO}_3)=0,19$ моль. Найдем массы кислоты и соли (осадок не входит в массу конечного раствора и его нужно вычесть)

$$m(\text{AgCl})=0,19 \cdot 142,5= 27,075 \text{ г} \quad m(\text{HNO}_3)=0,19 \cdot 63= 11,97 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m(\text{р-ра})-m(\text{AgCl})} = \frac{11,97}{100+100-27,075} = 0,069 = 0,07 (7\%)$$

В22. Для определения сплава латуни (сплав меди с цинком) к ее образцу массой 19 г сначала добавили избыток азотной кислоты, затем избыток цинкового порошка, затем – избыток соляной кислоты, причем каждый последующий реагент добавляли после завершения реакции с предыдущим. В результате всех превращений получили бесцветный раствор и осадок массой 12 г. Вычислите массовую долю (%) меди в латуни.

Решение

$$m(\text{Cu}) = 12 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{12}{19} = 0,63 (63\%)$$

Задания ЦТ 2023 год по теме «Растворы»

Вариант 6

A9. Водный раствор лакмуса станет синим, если к нему добавить:

1) CO 2) CaO 3) PbO 4) Al(OH)₃ 5) HI

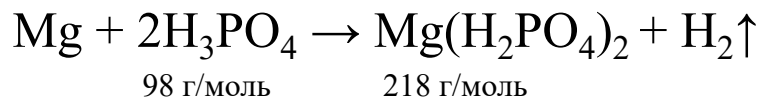
B19, B20 задачи на растворы с участием кристаллогидратов

B22. К раствору фосфорной кислоты массой 100 г с массовой долей кислоты 30% добавили кусочек магния. В результате образовался прозрачный раствор, содержащий кислоту массой 12 г и соль с массовой долей фосфора 28,44%. Найдите массу соли в полученном растворе.

Решение

Сначала выясним, какая соль образовалась в результате реакции. Зная, что фосфорная кислота диссоциирует ступенчато, может образоваться одна из двух солей Mg(H₂PO₄)₂, MgHPO₄

В первом случае $\omega(\text{P}) = \frac{31 \cdot 2}{218} = 0,2844$ (28,44%). Значит искомая соль Mg(H₂PO₄)₂. Теперь запишем уравнение реакции



Найдем химическое количество кислоты, вступившей в реакцию

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{нач})(\text{H}_3\text{PO}_4) - m(\text{ост.})(\text{H}_3\text{PO}_4)}{M(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{100 \cdot 0,3 - 12}{98} = 0,184 \text{ моль}, m(\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,184 \cdot 218 = 20,02 \text{ г} = 20 \text{ г}$$

Удачи в работе!



**НЕМНОГО ТЕРПЕНИЯ
И У ВАС ВСЕ ПОЛУЧИТСЯ!**