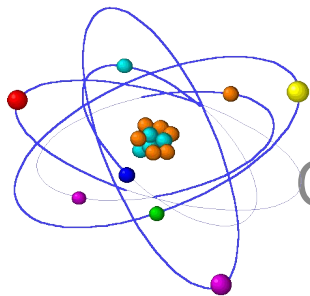


# Лекции по курсу «Методика преподавания химии»

## Задачи в школьном курсе химии



Доцент, к.х.н.

Светлана Михайловна Сирик

# Решение задач – важнейшая сторона овладения знаниями основ химии

Включение задач в учебный процесс позволяет реализовать следующие дидактические принципы обучения:

1. Обеспечение самостоятельности и активности учащихся.
2. Достижение прочности знаний и умений.
3. Осуществления связи обучения с жизнью.
4. Развитие творческого мышления и т.д.

## Задач

- И:** - способствуют формированию системы конкретных представлений, необходимых для осмысленного восприятия материала;
- стимулируют самостоятельную работу обучающихся над учебным материалом – отсюда общепринятое в методике обучения химии мнение, что мерой усвоения материала следует считать умение использовать полученные знания при решении различных задач;
- воспитывают трудолюбие, целеустремленность;
- способствуют реализации межпредметных связей, и следовательно - развитию научного мировоззрения учащихся;
- развивают чувство ответственности, упорство, настойчивость в достижении поставленной цели.

# Классификация задач

I  
группа Экспериментальные (качественные)

Типы:

.....

II  
группа Расчетные (количественные)

Типы:

.....

# Экспериментальные задачи

Экспериментальные задачи позволяют:

а) выявить степень теоретической подготовки обучающихся;

б) закрепить и углубить знания о веществах и их превращениях; в) применять теоретические знания на практике;

г) ра

## Типы экспериментальных задач

*Аналитические* –

задачи, относящиеся к качественному анализу (вооружают учащихся знаниями о составе, строении и свойствах веществ)

*Синтетические* –

задачи на получение веществ (обучающиеся приобретают умения получать вещества и выделять их в чистом виде)

*Конструкторские* –

задачи на конструирование приборов (формируют умения конструировать приборы для получения веществ с различными свойствами)

# Аналитические задачи

## По степени сложности:

- а) отнесение веществ к определенному классу – кислоты, основания, соли (распознаются с помощью индикаторов);
- б) распознавание веществ по их качественным реакциям;
- в) доказательство того, что данному веществу соответствует приведенная химическая формула.

Методами решения аналитических задач является составление алгоритма или плана решения.

Выделяют следующие методы:

- 1) определение веществ одним реактивом;
- 2) определение путем попарного сливания растворов;
- 3) определение путем выбора группы реактивов.

# Синтетические задачи

1. Получение вещества по известным исходным веществам (чаще двум).  
Получить 100 грамм медного купороса из оксида меди и серной кислоты.

Ход решения:

Рассчитать количества оксида меди и серной кислоты.

Продумать алгоритм выполнения ряда операций для получения медного купороса, а именно:

- 1) ориентируясь на расчеты, взять для осуществления реакции избыток оксида меди;
- 2) переместить исходные вещества в термостойкий стакан и нагреть;
- 3) избыток оксида меди отфильтровать;
- 4) фильтрат перенести в чашечку для выпаривания и осторожно выпарить;
- 5)  $\text{CuSO}_4$  высушить с помощью фильтровальной бумаги и взвесить;
- 6) рассчитать выход продукта реакции в процентах к теоретическому рассчитанному количеству или массе веществ.

# Синтетические задачи

**2. Получение вещества, если известно одно исходное.**

Получить 50 грамм гидроксид меди (II) из оксида меди (II).

Ход решения:

1) продумать какие химические реакции будут лежать в основе

получения гидроксида меди, то есть составить схему превращений:  $\text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2$ ;

2) подобрать к каждой реакции реагенты;

3) определить условия проведения реакций;

4) произвести необходимые расчеты;

5) составить алгоритм выполнения задачи (подобно предыдущей) и осуществить его.

**3. Получение вещества, если исходные не даны.**

Учащиеся самостоятельно выбирают исходные вещества, продумывают условия протекания реакций, составляют алгоритм решения задачи и проводят эксперимент.



# Конструкторские задачи

**Конструкторские задачи** предполагают сборку прибора для получения заданного вещества.

В задачах на конструирование приборов очень важно ознакомить учащихся с основными принципами проектирования химического прибора: установление зависимости конструкции прибора от его назначения, свойств исходных и получаемых веществ, условия протекания химических реакций, количества используемых и получаемых веществ, их агрегатного состояния и материала, из которого должен быть изготовлен прибор.

# Расчетные задачи

**Расчетные задачи** базируются на стехиометрических законах:

законе сохранения массы веществ;

законе постоянства состава;

законе постоянства количественных соотношений при химических реакциях.

Расчетные задачи делят на три группы:

- 1) расчеты по химическим формулам;
- 2) расчеты по химическим уравнениям;
- 3) расчеты для приготовления растворов и определения их концентрации.

# Расчеты по химическим формулам

1. Расчет относительной молекулярной массы вещества ( $M_r$ ).
2. Вычисление отношений масс элементов в сложном веществе.
3. Вычисление массовой доли элементов (в процентах):

$$\omega = \frac{x \cdot Ar(\text{Э}) \cdot 100\%}{M_r}$$

где  $\omega$  – массовая доля элемента,  $x$  - число атомов элемента в веществе,

$Ar$  – относительная атомная масса элемента.

4. Определение формулы вещества по массовым долям элементов.
5. Определение относительной плотности газов по их относительным молекулярным массам ( $D = M_{r_1}/M_{r_2}$ ).
6. Вычисление относительной молекулярной массы по относительной плотности газа по известному газу.

# Расчеты по химическим формулам

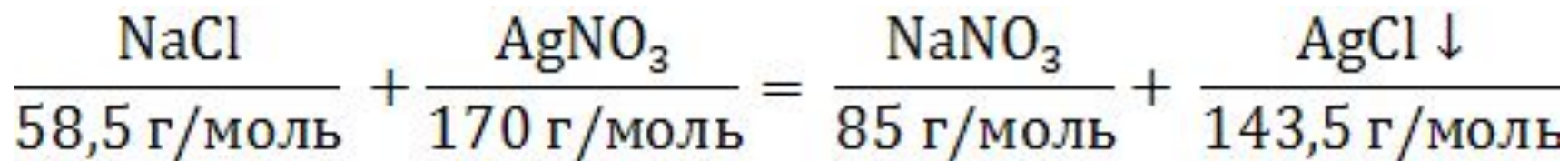
7. Вычисление массы вещества по его количеству:  
 $m = \nu M$ , где  $M$  – молярная масса в г/моль,  $\nu$  – количество вещества в молях.
8. Определение истинной формулы вещества по массовым долям элементов, относительной плотности или данным количественного анализа.
9. Расчет числа частиц ( $N$ ) по массе, объёму или количеству вещества:  $N = N_A \nu$ , где  $N$  – число структурных единиц,
- $N_A$  – число Авогадро
10. Определение массы газообразного вещества по его объёму:  
 $\nu = V/V_A$ ;  $m = Mr \cdot V/V_A$ , где  $V$  – объём газа,  $V_A$  – молярный объём газа при н.у. – равный 22,4 л/моль
11. Определение объёма газообразного вещества по его массе.

# Расчеты по химическим уравнениям

1. Вычисления массовых отношений, в которых реагируют и получаются вещества.

Определить массовые соотношения, в которых реагируют хлорид натрия и нитрат серебра и получаются продукты данной реакции.

Решение:



$$m(\text{NaCl}):m(\text{AgNO}_3):m(\text{NaNO}_3):m(\text{AgCl}) = 58,5:170:85:143,5$$

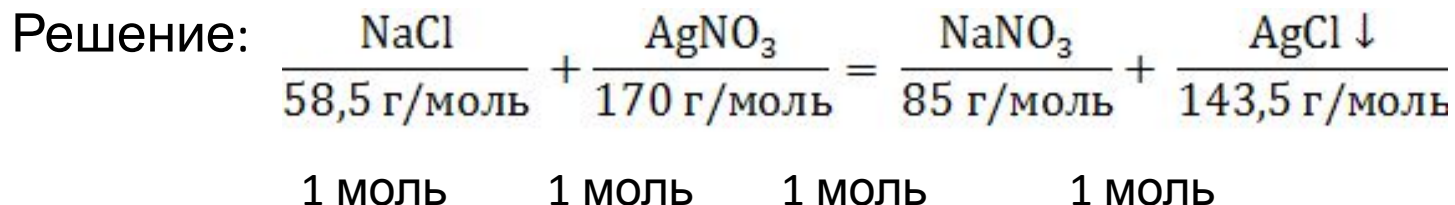
$$m(\text{NaCl}):m(\text{AgNO}_3):m(\text{NaNO}_3):m(\text{AgCl}) = 0,585:1,7:0,85:1,435 \text{ и т.}$$

д.

# Расчеты по химическим уравнениям

2. Вычисление массы или количества исходных веществ, необходимых для получения заданного количества или массы продукта реакции.

Рассчитайте массу хлорида натрия и нитрата серебра, необходимых для получения 7,125 г хлорида серебра.



$$v(\text{AgCl}) = \frac{7,125 \text{ г}}{143,5 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль}$$

$$v(\text{AgCl}) = v(\text{NaCl}) = v(\text{AgNO}_3) = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaCl}) = 0,05 \text{ моль} \cdot 58,5 \text{ г/моль} = 2,825$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 0,05 \text{ моль} \cdot 170 \text{ г/моль} = 8,5$$

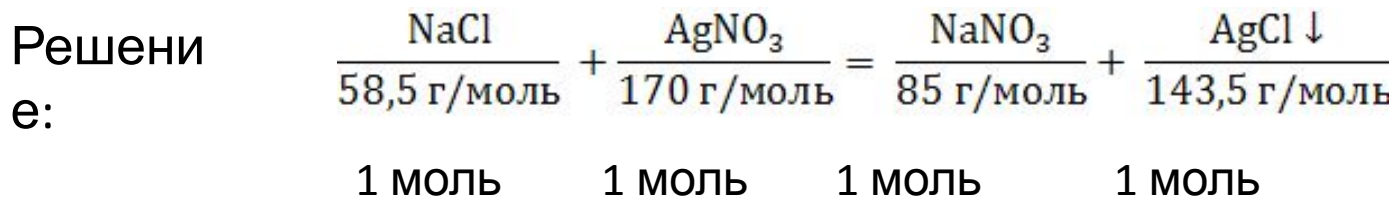
3. Вычисление массы или количества продукта реакции, полученное из заданного количества или массы одного из исходных веществ.

Такой тип задач решается аналогично предыдущим, так как по условию является обратным предыдущим задачам.

# Расчеты по химическим уравнениям

4. Задачи на избыток – недостаток (вычисление массы или количества вещества продукта реакции, которое получается из определенного количества или массы исходных веществ).

Рассчитать массу хлорида серебра, если для реакции были взяты 6 г хлорида натрия и 17 г нитрата серебра.



$$v(\text{NaCl}) = \frac{6 \text{ г}}{58,5 \text{ г/моль}} = 0,102 \text{ моль} \quad v(\text{AgNO}_3) = \frac{17 \text{ г}}{170 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

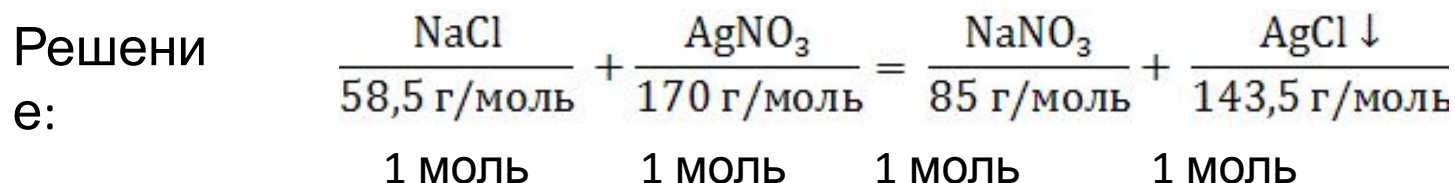
Определим, какое из исходных веществ находится в недостатке:  $0,102 \text{ моль} > 0,1 \text{ моль}$ , следовательно,  $\text{AgNO}_3$  находится в недостатке.

Определим массу хлорида серебра:  $v(\text{AgCl}) = v(\text{AgNO}_3) = 0,1 \text{ моль}$   
 $m(\text{AgCl}) = 143,5 \text{ г/моль} \cdot 0,1 \text{ моль} = 14,3 \text{ г}$ .

# Расчеты по химическим уравнениям

## 5. Определение выхода продукта реакции в процентах к теоретическому выходу.

Рассчитать выход хлорида серебра в процентах к теоретическому, если для реакции было взято 5,85 г хлорида натрия, а в результате был получен осадок хлорида серебра массой 13 г.



$$v(\text{NaCl}) = \frac{5,85 \text{ г}}{58,5 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

Рассчитаем массу хлорида серебра (теоретическую), которая получится в результате реакции, если выход составит 100%:  $v(\text{AgCl}) = v(\text{NaCl}) = 0,1 \text{ моль}$

$$m(\text{AgCl}) = 143,5 \text{ г/моль} \cdot 0,1 \text{ моль} = 14,35 \text{ г.}$$

Рассчитаем выход в процентах к теоретическому:

$$\eta = \frac{m_{\text{пр}}(\text{AgCl})}{m_{\text{т}}(\text{AgCl})} \times 100\% = \frac{13 \text{ г}}{14,35 \text{ г}} \times 100\% = 90,6\%$$



# Расчеты по химическим уравнениям

6. Определение массы или количества вещества продукта реакции или исходных веществ, если известен выход продукта реакции в процентах к теоретическому.

Такой тип задач решается аналогично предыдущей, так как по условию является обратным предыдущей задачи.

7. Расчеты по термохимическим уравнениям.

По термохимическому уравнению рассчитывается количество выделившейся теплоты по известному тепловому эффекту и количеству одного из компонентов реакции, или составляется термохимическое уравнение по количеству одного из компонентов реакции и количеству выделившейся теплоты.

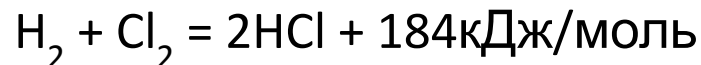
В основе расчетов лежит закон Гесса

# Расчеты по химическим уравнениям

Рассчитайте, количество теплоты выделяющейся при образовании хлороводорода объемом 8,96 л (н.у.), если тепловой эффект реакции образования хлороводорода из 1 моль хлора и 1 моль водорода равен 184 кДж/моль.

Решение:

Составим термохимическое уравнение:



Определим количество образовавшегося хлороводорода:

$$v(\text{HCl}) = \frac{8,96\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,4\text{моль}$$

Определим количество теплоты выделившейся при образовании хлороводорода:

$$\Delta Q = \frac{184\text{ кДж}}{2\text{ моль}} \times 0,4\text{ моль} = 36,8\text{ кДж}$$

# Расчеты для приготовления растворов и определения их концентрации

1. Расчет массы вещества для приготовления растворов заданной концентрации (массовой доли) растворенного вещества.
2. Нахождение массовой доли растворенного вещества по известным массам раствора и растворенного вещества.

Для решения таких задач можно воспользоваться формулой:

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

где:  $\omega$  – массовая доля растворенного вещества;

$m_{\text{в}}$  – масса растворенного вещества;

$m_{\text{р-ра}}$  – масса раствора.

# Расчеты для приготовления растворов и определения их концентрации

3. Определение молярной концентрации раствора, если известен объем раствора и масса растворенного вещества.
4. Определение количества или массы растворенного вещества по известной молярной концентрации и объему раствора.

Для решения задач можно воспользоваться формулой:

$$C_M = \frac{v}{V}$$

где:  $C_M$  – молярная концентрация, моль/л;

$v$  – количество вещества;

$V$  – объем в литрах.

# Комбинированные и усложненные задачи

**Комбинированные задачи** требуют сочетания не одного, а нескольких видов расчётов.

**Усложненные задачи**, кроме нескольких видов расчётов, рассчитаны на применение теоретических знаний и использование их в новых ситуациях.

Для выполнения большинства расчётов следует использовать уже имеющиеся навыки по:

- решению пропорций;
- составлению алгебраических уравнений с одним неизвестным (алгебраический способ);
- приведению к единице;
- графическое решение задач.

# Способы решения задач

В ходе решения задач с помощью *пропорций* предлагается:

- установление зависимости между количествами веществ;
- составление пропорции и её решение.

**Задачи с прямо пропорциональной зависимостью.**

Сколько необходимо взять едкого натра для приготовления 500 г 10 %-ного раствора.

Решение:

Прямая пропорция:

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

$$10\%:100\% = x:500; \quad x = 50 \text{ (г)}.$$

# Способы решения задач

## Задачи с обратно пропорциональной зависимостью

Определить массу 90 %-ного раствора, необходимого для приготовления 500 г 20 %-ного раствора.

Решение:

Определяем зависимость (обратная), чем больше разбавляем раствор, тем меньше его концентрация:

$$\omega_1 : \omega_2 = m_2 : m_1,$$

где:  $\omega_1$  – массовая доля 90 %-ного раствора;  $m_1$  – его масса.

# Способы решения задач

**Решение задач алгебраическим методом** требует от учащихся более глубоких логических рассуждений и приучает к использованию математических знаний.

Алгебраическим способом могут решаться следующие типы задач:

1. На приготовление растворов заданной концентрации путем смешения растворов других концентраций.
2. На вычисление содержания изотопа в элементе.
3. Определение состава двухкомпонентной смеси (по массе или по объёму).



# Способы решения задач

Приготовить 350 г раствора с массовой долей серной кислоты 15 %-ов путем смешения растворов с массовыми долями

7,5 %-ов и 60 %-ов. Найдите массы смешиваемых растворов.

Введем следующие обозначения:

$x$  - масса раствора с массовой долей 7,5 %-ов;

$(350-x)$  - масса раствора с массовой долей 60 %-ов;

$0,075x$  - масса  $H_2SO_4$  в растворе с массовой долей 7,5 %-ов;

$0,6 \cdot (350-x)$  - масса  $H_2SO_4$  в растворе с массовой долей 60 %-ов;

$350 \cdot 0,15$  - содержание серной кислоты в полученном растворе.

Составим уравнение:

$$0,075x + 0,6 \cdot (350-x) = 350 \cdot 0,15$$

$x = 300$  г; 50 г – масса раствора с массовой долей 60 %-ов.

# Способы решения задач

Каковы доли атомов изотопов неона  ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ , и  ${}_{10}^{22}\text{Ne}$ , (в процентах) в природном неоне, средняя атомная масса которого 20,2?

Решение:

Введем следующие обозначения:

$x$  - количество атомов  ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ , содержащихся в 100 атомах природного неона;

$(100-x)$  - количество атомов  ${}_{10}^{22}\text{Ne}$ ;

$20 \cdot x$  - масса атомов  ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ ;

$22 \cdot (100-x)$  - масса атомов  ${}_{10}^{22}\text{Ne}$ .

Составим уравнение:

$$20x + 22 \cdot (100-x) = 2020$$

$$x = 90\% \text{ (атомов } {}_{10}^{20}\text{Ne}), 10\% \text{ - (атомов } {}_{10}^{22}\text{Ne}).$$

# Способы решения задач

Из 24,5 г смеси сульфатов калия и натрия получено 34,5 г сульфата бария. Сколько граммов сульфатов калия и натрия содержалось в смеси?

Решение:

Расчет можно вести не по уравнениям, а по схемам:



$\text{Mr}(\text{K}_2\text{SO}_4)=174$  г/моль;  $\text{Mr}(\text{BaSO}_4)=233$  г/моль;  $\text{Mr}(\text{Na}_2\text{SO}_4)=142$  г/моль.

$x$  – количество  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ;

$y$  – количество  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;

$(x+y)$  – количество

$\text{BaSO}_4$ ;

$174 \cdot x$  – масса  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,

$142 \cdot y$  – масса  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,

$233(x+y)$  –  $\text{BaSO}_4$ .

Составим систему уравнений:

$$174x + 142y = 24,5,$$

$$233(x+y) = 34,95.$$

$$x=0,1; m(\text{K}_2\text{SO}_4)=17,4 \text{ г}; m(\text{Na}_2\text{SO}_4)=7,1 \text{ г}.$$

# Способы решения задач

**Решение задач методом приведения к единице** используется для определения состава химических формул.

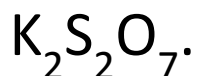
В состав вещества входят 30,7 % калия, 25,2 % серы и 44 % кислорода. Вывести формулу этого соединения.

Решение:

Условная формула –  $K_x S_y O_z$ , соотношения атомов:

$$x:y:z = \frac{m(K)}{Ar(K)} : \frac{m(S)}{Ar(S)} : \frac{m(O)}{Ar(O)} \quad 0,785:0,781:2,7 = 1:1:3,5 = 2:2:7$$

Искомая формула:



# Способы решения задач

Вывести формулу минерала карналита. В состав карналита входят 26,9% KCl; 34,2% MgCl<sub>2</sub>; 38,9% H<sub>2</sub>O.

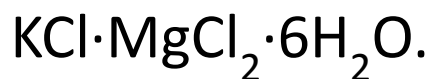
Решени

е:

$$vKCl : vMgCl_2 : vH_2O = \frac{\omega KCl}{MrKCl} : \frac{\omega MgCl_2}{MrMgCl_2} : \frac{\omega H_2O}{MrH_2O}$$

$$0,36 : 0,36 : 2,16 = 1 : 1 : 6$$

Формула минерала:



# Способы решения задач

**Графический метод решения** можно использовать в задачах на растворимость веществ, на концентрацию растворов, на энергетику химических реакций.

Определить массу растворенного вещества в:

а) 80 г раствора; б) в 60 г раствора с массовой долей 40 % .

Зависимость массы растворенного вещества от массы раствора и концентрации прямо пропорциональная.

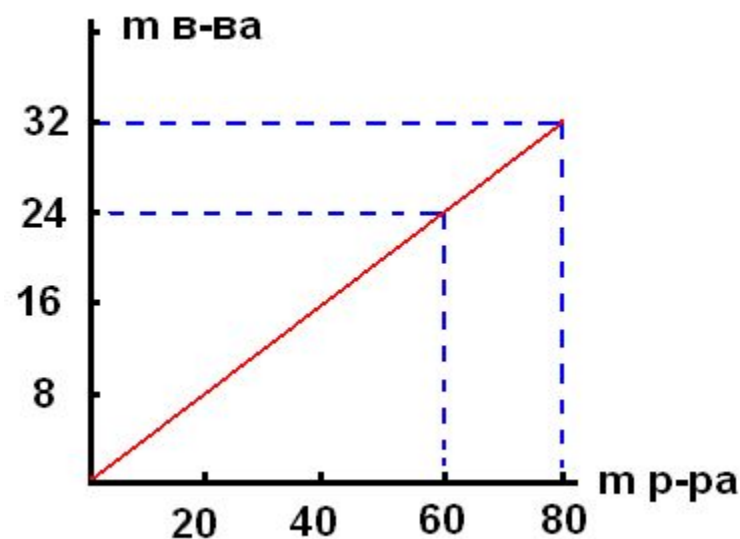
Построить график линейной функции

$$m_{\text{в}} = f(m_{\text{р-ра}}).$$

Рассчитаем массу растворенного вещества в 60 г раствора с массовой долей 40%:

$$m_{\text{в}} = 0,4 \cdot 60 = 24 \text{ (г)}.$$

На графике откладываем эту точку и соединяем её с началом координат, по графику можно найти массу вещества при любой массе раствора



# Вывод формул веществ

Нужно знать

Молярную массу вещества

Она задается в условии:

- в готовом виде;
- через  $\rho$  ( $M = \rho \cdot V_m$ );
- через относительную плотность;
- Через соотношение  $m$  и  $V$ :

$$\frac{m}{V} = \frac{V}{Vm}$$

Соотношение числа атомов элементов в молекуле

Оно задается:

- указанием класса вещества;
- через массовые доли элементов в веществе;
- через мольные доли элементов в веществе;
- через количества продуктов сгорания реакции, в которой участвует искомое вещество.

# Вывод формул веществ

**Задача.** При полном сгорании 2 л неизвестного газа в 5 л кислорода выделяется 4 л углекислого газа и 2 л паров воды. Найдите формулу соединения.

**Задача.** Какова формула углеводорода, имеющего плотность (при н. у.) 1,97 г/л, если при сгорании 4,4 г его в кислороде образуется 6,72 л углекислого газа и 7,2 г воды?

**Задача.** При сжигании 0,46 г органического вещества было получено 0,88 г оксида углерода (IV) и 0,54 г воды. Плотность паров вещества по водороду равна 23. Найдите формулу вещества.



# Скорость химических реакций

Напишите выражение скорости химической реакции, протекающей в гомогенной системе по уравнению  $A+2B=AB_2$  и определите, во сколько раз увеличится скорость этой реакции, если концентрацию вещества А увеличить в два раза.

Решение:

Согласно закону действующих масс, скорость реакции равна:  $V=k \cdot C_A \cdot C_B^2$ . После увеличения концентрации вещества А в два раза:  $V_1=k \cdot 2C_A \cdot C_B^2$ , поэтому  $V_1/V=2$ , т.е. скорость реакции возрастёт в два раза.

Во сколько раз увеличится константа скорости химической реакции при повышении температуры на  $40^\circ\text{C}$ , если  $\gamma = 3,2$ ?

Решение:

Согласно правилу Вант-Гоффа:

$$\frac{k_{t+40}}{k_t} = \gamma^{\Delta t/10} = 3,2^{40/10} = 3,2^4 = 105.$$

# Скорость химических реакций

Исходные концентрации веществ  $A_2$  и  $B_2$  соответственно равны 0,5 и 0,2 моль/л. После установления равновесия равновесная концентрация вещества  $AB_2$  оказалась равной 0,16 моль/л. Определите константу равновесия гомогенной реакции  $A_2 + 2 B_2 \leftrightarrow 2 AB_2$

Решение:

В выражении константы равновесия  $K = \frac{[AB_2]^2}{[A_2][B_2]^2}$

входят значения равновесных концентраций веществ.

По уравнению реакции на образование 0,16 моль/л  $AB_2$  израсходовалось  $0,16 / 2 = 0,08$  моль/л  $A_2$  и 0,16 моль/л  $B_2$ .

$[A_2] = 0,5 - 0,08 = 0,42$  моль/л.,  $[B_2] = 0,2 - 0,16 = 0,04$  моль/л.

$$K = \frac{0,16^2}{0,42 \cdot 0,04^2} = 38$$

# Скорость химических реакций

Исходные концентрации веществ  $A_2$  и  $B_2$  соответственно равны 0,2 и 0,4 моль/л. Константа равновесия гомогенной реакции  $A_2 + B_2 \leftrightarrow 2AB$  при определённой температуре равна 16.

Определите равновесные концентрации компонентов системы.

Решение:

Обозначим уменьшение концентраций  $A_2$  и  $B_2$  к моменту равновесия  $x$  моль/л.

Тогда равновесные концентрации:  $[A_2] = 0,2 - x$ ;  $[B_2] = 0,4 - x$ ;  $[AB] = 2x$  моль/л.

$$K = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]} = \frac{4x^2}{[0,2 - x][0,4 - x]}$$

$x_1 = 0,169$  моль/л;  $x_2 = 0,630$  моль/л (не имеет смысла, т.к. это значение больше исходных концентраций).

$$[A_2] = 0,2 - 0,169 = 0,031 \text{ моль/л};$$

$$[B_2] = 0,4 - 0,169 = 0,231 \text{ моль/л};$$

$$[AB] = 2 \cdot 0,169 = 0,338 \text{ моль/л}.$$