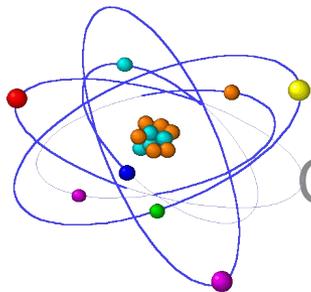


Лекции по курсу «Методика преподавания химии»

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) 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 ω – 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

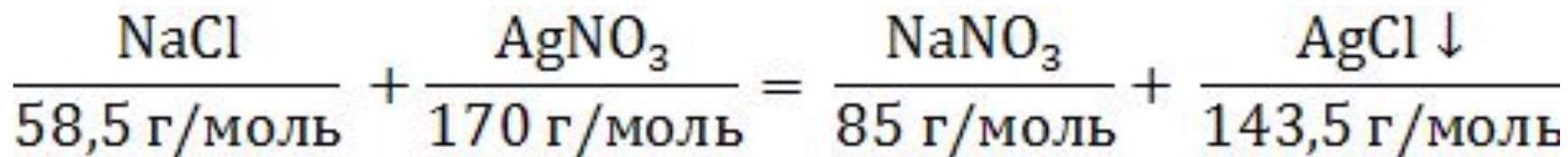
7. Вычисление массы вещества по его количеству:
 $m = \nu M$, где M – молярная масса в г/моль, ν – количество вещества в молях.
8. Определение истинной формулы вещества по массовым долям элементов, относительной плотности или данным количественного анализа.
9. Расчет числа частиц (N) по массе, объёму 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:



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

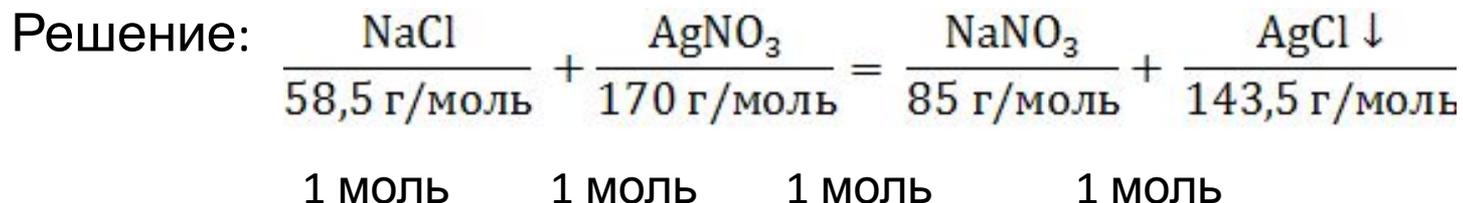
$$m(\text{NaCl}):m(\text{AgNO}_3):m(\text{NaNO}_3):m(\text{AgCl}) = 0,585:1,7:0,85:1,435 \text{ и т.}$$

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.



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

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

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

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

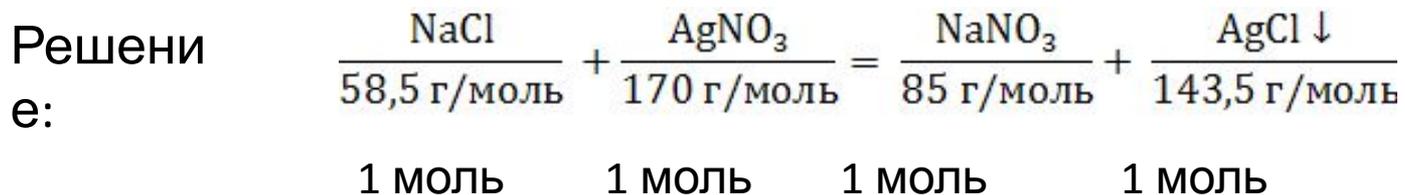
3. Вычисление массы или количества продукта реакции, полученное из заданного количества или массы одного из исходных веществ.

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.



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

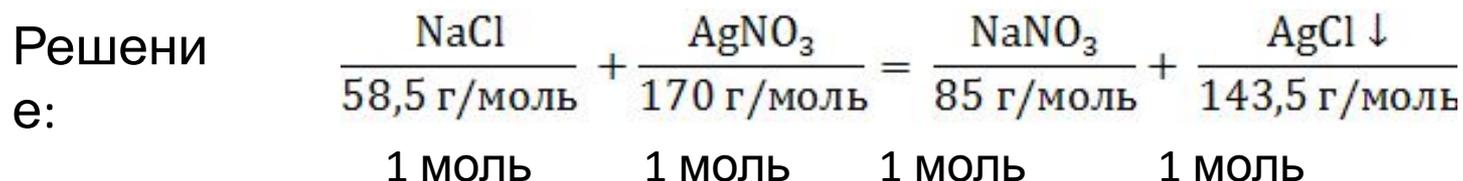
Определим, какое из исходных веществ находится в недостатке: $0,102 \text{ моль} > 0,1 \text{ моль}$, следовательно, AgNO_3 находится в недостатке.

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.

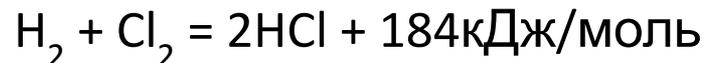
В основе расчетов лежит закон Гесса

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: ω – 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: ω_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 K_2SO_4 ;

y – количество Na_2SO_4 ;

$(x+y)$ – количество

BaSO_4 ;

$174 \cdot x$ – масса K_2SO_4 ,

$142 \cdot y$ – масса Na_2SO_4 ,

$233(x+y)$ – 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.

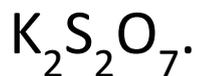
В состав вещества входят 30,7 % калия, 25,2 % серы и 44 % кислорода. Вывести формулу этого соединения.

Решение:

Условная формула – $K_xS_yO_z$, 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% MgCl₂; 38,9% H₂O.

Решени

е:

$$vKCl : vMgCl_2 : vH_2O = \frac{\omega KCl}{Mr KCl} : \frac{\omega MgCl_2}{Mr MgCl_2} : \frac{\omega H_2O}{Mr H_2O}$$

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

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.

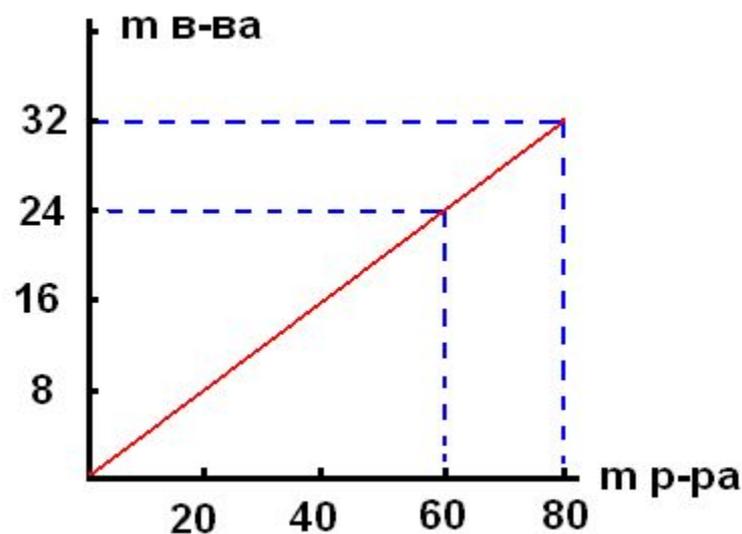
Построить график линейной функции

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

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 ρ ($M = \rho \cdot V_m$);
- 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°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).

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

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

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