|  |  |
| --- | --- |
| Название темы | Тема 2.1 «Типы химических реакций»  Практическое занятие №4 Основные количественные законы в химии. Моль как единица количества вещества. Молярная масса. Закон Авогадро. Молярный объём газов. Относительная плотность газов. |
| Результат обучения | Решать задачи с использованием моль как единица количества вещества, молярной массы, закона Авогадро, молярного объёма газов, относительной плотности газов |
| Общие компетенции | ОК 01 |

Цель: научиться решать задачи с использованием моль как единица количества вещества, молярной массы, закона Авогадро, молярного объёма газов, относительной плотности газов

**Теоретический материал по теме практического занятия**

**1. Количество вещества – моль**

Вещества вступают в реакцию в строго определённых соотношениях. Например, чтобы получить вещество вода нужно взять столько водорода и кислорода, чтобы на каждые две молекулы водорода приходилась одна молекула кислорода:

2Н2 + O2 = 2Н2О

Определить количество атомов, молекул и других частиц на практике невозможно – они слишком малы и не видны невооружённым глазом. Для определения числа структурных единиц (атомов, молекул) в химии применяют особую величину – **количество вещества (*v – ню)*.** Единицей количества вещества является **моль**.

* **Моль – это количество вещества, которое содержит столько структурных частиц (атомов, молекул), сколько атомов содержится в 12 г углерода.**

Экспериментально установлено, что 12 г углерода содержит 6·1023 атомов. Значит один моль любого вещества, независимо от его агрегатного состояния содержит одинаковое число частиц – 6· 1023 .

* 1 моль воды (Н2O) содержит 6·1023 молекул.
* 1 моль железа (Fe) содержит 6·1023 молекул.

Следует отличать понятия ***«моль молекул»*** и ***«моль атомов»***.

Например, Н2О соответствует одному молю молекулы воды.

? Сколько молей атомов кислорода и водорода содержится в одном моле молекулы воды?

!В одном моле молекулы воды содержится два моля атомов водорода и один моль атомов кислорода.

Например: 1 моль Са имеет массу 40 г и содержит 6,02·1023 атомов кальция

1 моль CaCl2 (ионное соединение) имеет массу 111г и содержит 6,02·1023ионов кальция и 12,04·1023 ионов хлора.

**Пример:** а) сколько атомов кислорода содержится в 1 моле кислорода?

– 6·1023·2 = 12· 1023 атомов.

б) сколько атомов водорода и кислорода содержится в 1 моле воды (Н2O)?

– 6·1023·2 = 12· 1023 атомов водорода и 6·1023 атомов кислорода.

Число **6·1023 названо постоянной Авогадро** в честь итальянского учёного 19 века и обозначается NА. **Единицы измерения атомы/моль или молекулы/моль.**

**2. Решение задач на нахождение количества вещества**

Часто нужно знать, сколько частиц вещества содержится в определённом количестве вещества. Или же найти количество вещества по известному числу молекул. Эти расчёты можно сделать по формуле:

|  |
| --- |
| **N**=***v*·NА** |

где N – число молекул, NА – постоянная Авогадро, *v* – количество вещества. Из этой формулы можно выразить количество вещества.

|  |
| --- |
| *v =* **N / NА** |

**Задача 1.** Сколько атомов содержится в 2 молях серы?

N = 2·6·1023 = 12·1023 атомов.

**Задача 2.** Сколько молекул содержится в 5 молях углекислого газа?

N = 5·6·1023 = 30·1023 молекул.

**Задача 3.** Какое количество вещества составляет 12·1023 молекул этого вещества?

*v =*12·1023/ 6·1023 = 2 моль.

**3. Молярная масса**

**Молярная масса – это масса одного моля вещества.**

Обозначается – М. Измеряется в г/моль.

Молярная масса равна отношению массы вещества к соответствующему количеству вещества.

|  |
| --- |
| **М = *т* /*v*** |

где **М –**молярная масса вещества, ***v***– количество вещества, ***т –***масса вещества.

|  |
| --- |
| ***v = т* / М** |

Молярная масса – величина постоянная. Численное значение молярной массы соответствует значению относительной атомной или относительной молекулярной массы. Как можно найти значения относительной атомной или относительной молекулярной массы?

Мr (S) = 32; M (S) = 32 г/моль – что соответствует 1 молю серы

Мr (Н2О) = 18; М (Н2О) = 18 г/моль – что соответствует 1 молю воды.

**4. Решение задач на нахождение массы вещества**

**Задача 1.** Определить массу 0,5 моль железа.

m = 0,5·56 = 28 г

**Задача 2.** Определить массу 2 моль углекислого газа (СO2)

m = 2·44 = 88 г

**Задача 3.**Сколько молей оксида меди – CuО составляют 160 г оксида меди?

*v =*160 / 80 = 8 моль

**4.Закон Авогадро. Молярный объём**

Когда вступивший в реакцию реагент и полученный продукт находится в газообразном состоянии, то по уравнению реакции можно определить их объемные отношения.

Например, рассмотрим взаимодействие водорода с хлором. Например, уравнение реакции:

Н2 + CI2 = 2НСI

1 моль 1 моль 2 моль

22,4 л/моль 22,4 л/моль 44,8 л/моль

Закон Авогадро, играющий важную роль в химических расчетах газообразных веществ, формируется следующим образом:

**В равных объемах при одинаковых внешних условиях (t и давление) содержится одинаковое число молекул.**

Из этого закона вытекает следствие, что 1 моль любого газа при нормальных условиях всегда занимает один и тот же объем (молярный объем газа). Равный 22,4 л

**"Объемы газов, вступающих в химические реакции, и  объемы газов, образующихся в результате реакции, относятся между собой как небольшие целые числа".**

Следствие. Стехиометрические коэффициенты в  уравнениях химических реакций для молекул газообразных веществ показывают, в каких объемных отношениях реагируют или получаются газообразные вещества.

**V1:V2:V3 = ν1:ν2:ν3**.

Пример: Рассчитайте, какой объем кислорода расходуется при взаимодействии с ним 10м³ водорода.

Запишем уравнение реакции

2Н2 + О2 = 2Н2О

10 м³ х м³

2 м³ 1 м³

Решаем пропорцию: 10\*1/2=5м3

Следовательно, чтобы 10м³ водорода вступили в реакцию необходимо 5 м³ кислорода.

**Молярный объем** — это физическая величина, которая равняется отношению объема вещества к его количеству.

https://www.google.com/chart?cht=tx&chf=bg,s,FFFFFF00&chco=000000&chl=%7BV%7D_%7Bm%7D%3D%5C+https://www.google.com/chart?cht=tx&chf=bg,s,FFFFFF00&chco=000000&chl=%5Cfrac%7BV%7D%7Bn%7D

При нормальных условиях молярный объем любого газа составляет приблизительно 22,4л/моль.

Если мы знаем, что в одном моле вещества содержится такое количество молекул, которое равняется числу Авогадро, то можем вычислить число молекул газа в определенном объеме при нормальных условиях:

;

;

***1.***   Вычислите количество вещества,   которое содержится при нормальных условиях в 5,6 л газа.

*Дано: Решение:*

*V*(газа) = 5 л.

*n*(газа) —?                                   n= https://www.google.com/chart?cht=tx&chf=bg,s,FFFFFF00&chco=000000&chl=%5Cfrac%7BV%7D%7B%7BV%7D_%7Bm%7D%7D = 5.6 л/22.4 л/моль = 0,25 моль

*Ответ:* n(газа) = 0,25 моль.

**2.**Вычислите число атомов и число молекул кислорода, которые содержатся в 16,8л кислорода (при н.у.).

*Дано:*

*V*(02) = 16,8 л.

*N (O2) - ?*

*N* (О) —?

*Решение:*

;

*N(O2*) = https://www.google.com/chart?cht=tx&chf=bg,s,FFFFFF00&chco=000000&chl=%5Cfrac%7BV%28%7BO%7D_%7B2%7D%29%7D%7B%7BV%7D_%7Bm%7D%7D = (16.8 л / 22.4 л/моль) х 6 \* 1023 моль =4,5\* **1023.**

  Каждая молекула кислорода содержит в своем составе два атома кислорода, поэтому число атомов будет вдвое больше числа молекул кислорода:

N (О) = 2 \* N (02) = 2\* 4,5\*1023 = 9 \* 1023.

*Ответ: N(02) = 4,5\*10*23 , *N*(О) = **9\* 1023.**

**3.**Вычислите массу одного литра углекислого газа  (н.у.).

*Дано:                                                     Решение*

*V*(С02) = 16,8 л.            Вычислим количество вещества углекислого газа,

*Vm =22.4 л/моль* содержащегося в  1 литре:

*m* (CО2) —?                    n(CO2) = https://www.google.com/chart?cht=tx&chf=bg,s,FFFFFF00&chco=000000&chl=%5Cfrac%7BV%28C%7BO%7D_%7B2%7D%29%7D%7B%7BV%7D_%7Bm%7D%7D = 1моль / 22,4 л/моль = 0,0446 моль

Масса такого количества углекислого газа будет

                                    равняться:

                                    M(CO2) = 12 + 2 \* 16 = 44 г/моль

                                    m(CO2) = n(CO2) \* M(CO2) = 0,046 моль \* 44 г/моль =1,96 г.

 Ответ: m(CO2) = 1,96 г.

***Cледствия из закона Авогадро****:*

Отношение масс одинаковых объёмов различных газов при одинаковых условиях равно отношению их молярных масс (поскольку в равных объёмах газов при одинаковых условиях содержится одинаковое число молекул и, следовательно, одинаковое число молей):

Это отношение называется относительной плотностью**D** ( или d)  одного газа по другому.

**D** – показывает во сколько раз один газ тяжелее или легче другого и является безразмерной величиной.

Например,

DO2 (газа)= Mr(газа)/Mr(O2)=Mr(газа)/32;

DH2 (газа)=  Mr(газа)/Mr(H2)=Mr(газа)/2;

Dвоздуха (газа)= Mr(газа)/Mr(воздуха)=Mr(газа)/29.

Запомните, молярная масса воздуха равна 29.

**1***Образец: Найдите относительную плотность газа N2по воздуху?*

|  |  |
| --- | --- |
| Дано: *N2*  М(воздуха) = 29 | Решение:  Dвоздуха (*N2*)= Mr(*N2*)/Mr(воздуха)=Mr(*N2*)/29.  Mr(*N2*) = 2·Ar(N) = 2· 14 = 28 г/моль    Dвоздуха (*N2*)= Mr(*N2*)/Mr(воздуха)=Mr(*N2*)/29=28/29= 0,97    Ответ: Газ азот легче воздуха в 0,97 раз Dвоздуха (*N2*)= 0,97 |
| Найти:  Dвоздух - ? |

**Практическая часть:**

**Вариант-Ӏ**

1. Рассчитайте, сколько молекул содержится в 3 моль азота N2? **Ответ: 18,06\*1023**
2. Вычислите количество вещества, содержащегося в 18,06·1023 молекул О2?

**ν(О2) =3 моль**

1. Сколько молекул и атомов содержится в 2,5 моль серной кислоты H2SO4?

**(N (H2SO4) =15,05·1023 молекул и (N атомов =105,35·1023)**

1. Вычислите количество вещества, соответствующее 30,1 \*1023 молекул Н2S

**ν (Н2S)=5 моль**

5. Какой объём кислорода (н.у.) потребуется для полного сгорания 10 м3 пентана. С5Н12 (н.у.)? С5Н12 +О2 → СО2+ Н2О **Ответ: 80 м3**

6.Найдите относительную плотность газа О2по водороду?

7.Вычислите число атомов и число молекул азота, которые содержатся в 16 л азота (при н.у.).

8.Вычислите массу одного литра сероводорода – H2S  (н.у.).

**Вариант-ӀӀ**

1.Рассчитайте количество вещества, которое соответствует 0,6·1023 молекул аммиака NH3 ? **(ν (NH3)= 0,099 моль)**

2.Сколько молекул содержится в 5 моль воды? **( 30,1·1023 молекул)**

3.Рассчитайте общее число атомов, которое содержится в 3,5 моль азотной кислоты?

**(N (HNO3)=105,35·1023 атомов)**

4.Вычислите количество вещества, соответствующее 2,4 ·1023 молекул Н2?

**ν (Н2**)=**0,4 моль**

5Какой объём кислорода (н.у.) потребуется для полного сгорания 10 м3 пропана С3Н8 (н.у.)? С3Н8 +5О2 → 3СО2+ 4Н2О Ответ: 50 м3

6.Найдите относительную плотность газа СО2по воздуху?

7.Вычислите число атомов и число молекул водорода, которые содержатся в 120 л водорода (при н.у.).

8.Вычислите массу одного литра аммиака – NH3  (н.у.).