ЭКВИВАЛЕНТ
Закон эквивалентов

Урок в 11 классе

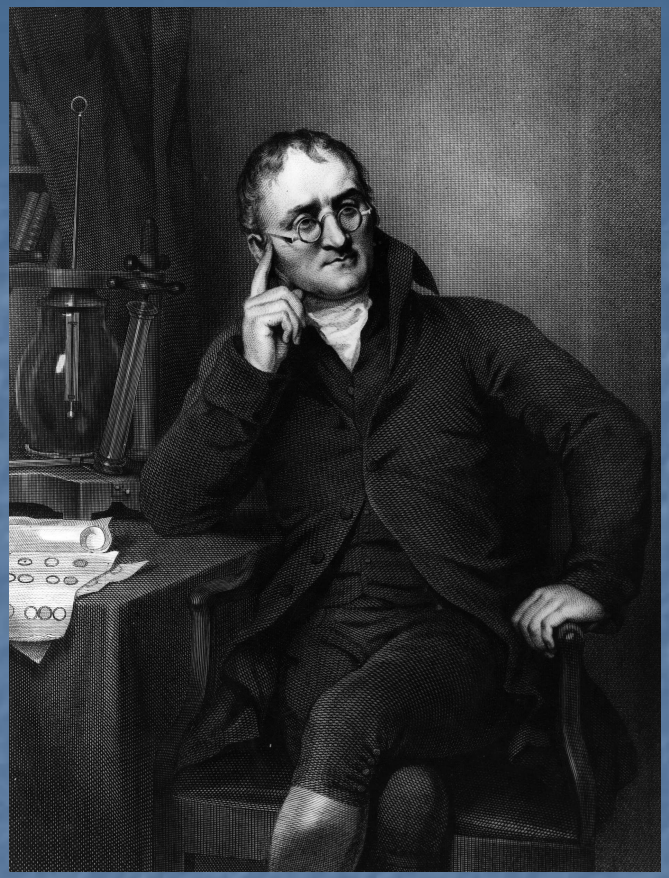
Биолого-химический профиль

Работа
Крыжановской Татьяны Николаевны
учителя химии высшей категории
средней общеобразовательной школы I-III ступени № 12
г. Северодонецка

Атомно-молекулярное учение

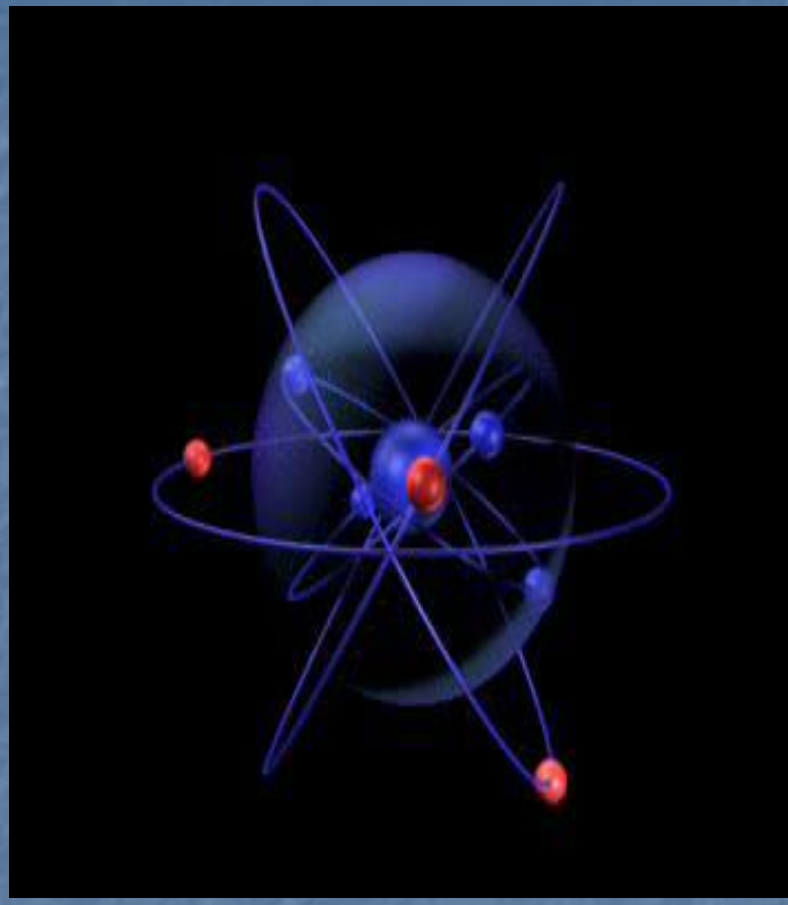
- В 1741 г. М.В.Ломоносов впервые высказал предположения об атомно-молекулярном строении вещества.
- По определению Ломоносова, все вещества состоят из элементов (атомов), которые могут соединяться в корпускулы (молекулы).

- Позже, в 1803 г., Дж. Дальтон также приходит к выводу о существовании атомов как мельчайших частиц вещества.
- Таким образом - Ломоносова и Дальтона можно в полной мере считать авторами атомно-молекулярного учения, основные положения которого следующие:



Дж.Дальтон
(1766–1844)

- 1. Все вещества состоят из молекул, т.е. химическое соединение – это совокупность одинаковых (с химической точки зрения) молекул.
- 2. Молекулы состоят из атомов, причем молекулы простых веществ состоят из атомов одного вида (одного химического элемента), а молекулы сложных веществ – из атомов разных видов (разных химических элементов).
- 3. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.



Закон постоянства состава вещества (Ж.Л.Пруст, 1799 г.).

- Качественный и количественный состав соединений молекулярной структуры является постоянным, независимо от способа получения соединения.
- Закон применим к соединениям с молекулярным строением, т е. к соединениям с **ковалентными связями** (большинство органических соединений, неорганические кислоты, газы и т.д.).

Ж.Л.Пруст
(1754–1826)

Закон сохранения массы (М.В. Ломоносов, 1748 г., А.Л.Лавуазье, 1789 г.).

- Масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, получившихся в результате реакции.
- Этот закон является частным случаем общего закона природы – закона сохранения массы и энергии в закрытых системах.

А.Л.Лавуазье (1743–1794)

Закон Авогадро
(А.Авогадро, 1811 г., С.Канниццаро, 1858 г.)

- В равных объемах различных газов при одинаковых условиях (температуре и давлении) содержится одинаковое число молекул.

С.Канниццаро
(1826–1910)

А.Авогадро
(1776–1856)

Следствия из закона Авогадро:

- 1) При одинаковых условиях равные количества вещества различных газов занимают одинаковые объемы;
- 2) При нормальных условиях, т.е. температуре (T = 273 K (0 °C) и давлении p = 101,3 кПа (1 атм, 760 мм рт. ст.), 1 моль любого газа занимает объем, равный 22,4 л. Этот объем называется молярным объемом и является постоянной величиной V_m

  $n=V:V_m$
- 3) Относительной плотностью газа X по газу Y называется величина, равная отношению молярной массы газа X к молярной массе газа Y (при одинаковых условиях)
- $D_y=m_x: m_y$ или $D_y=M_x: M_y$
- $D_{H_2}=M:2$ $D_{возд}=M:29$ $D_{O_2}=M:32$

Закон эквивалентов

(И.В.Рихтер, 1792 г.).

- **Массы веществ, вступающих в химическую реакцию, прямо пропорциональны их эквивалентам.**

- $m_1 : m_2 = Э_1 : Э_2$

И.В.Рихтер
(1762–1807)

- Химический эквивалент элемента – такая его масса, которая соединяется с единицей массы водорода или с 8 единицами массы кислорода или замещает эти количества в их соединениях.
- Эквивалентом элемента называют такое его количество, которое взаимодействует с 1 молем атомов водорода. Например, в соединениях HCl, H2S, NH3, CH4 эквивалент хлора, серы, азота и углерода равен соответственно 1, 1/2, 1/3 и 1/4 моль.
- Масса 1 эквивалента элемента называется эквивалентной массой. В приведённых выше примерах эквивалентная масса хлора равна 35,5 г/моль, серы — 16 г/моль, азота — 4,67 г/моль, углерода — 3 г/моль.
- Э = А/В,

где А – атомная масса элемента; В – валентность элемента, например:

Э(О) = 16/2 = 8.

- Эквивалентный объем любого бинарного газа равен 11,2 л/моль.

На основе закона эквивалентов выведены формулы для расчета эквивалентных масс сложных веществ:

Э(оксида) = молярная масса оксида/(валентность элемента•число атомов элемента в оксиде),

например:

$Э(Al_2O_3) = 102/(3•2) = 17$;

Э(кислоты) = молярная масса кислоты /основность кислоты,

например:

Э(H_2SO_4) = 98/2 = 49;

Э(основания) = молярная масса основания/кислотность основания, например:

Э($Ca(OH)_2$) = 74/2 = 37;

Э(соли) = молярная масса соли/(валентность металла•число атомов металла), например:

Э(Na_2SO_4) = 142/(1•2) = 71.

- Для определения эквивалентной массы элемента необходимо знать состав его соединения с другим элементом, эквивалентная масса которых известна.
- Если один элемент образует с другим элементом несколько соединений, то его эквивалентная масса в этих соединениях неодинакова.
- Эквивалент элемента не является постоянной величиной, он зависит от соединения , в состав которого элемент входит.
- Например, Сульфур с Оксигеном образует два оксида: SO_2 и SO_3
- В первом соединении Эs = 64\4= 16 г\моль
- Во втором соединении Эs = 80\6= 13,3 г\моль

При решении задач на вычисление эквивалентных масс необходимо иметь в виду следующее:

- 1) Эквивалентная масса оксида равна сумме эквивалентных масс кислорода и элемента, входящего в состав оксида;
- 2) Эквивалентная масса кислоты равна сумме эквивалентных масс водорода и кислотного остатка;
- 3) эквивалентная масса основания равна сумме эквивалентных масс металла и гидроксильной группы;
- 4) Эквивалентная масса соли равна сумме эквивалентных масс металла и кислотного остатка.

Для вычисления эквивалентной массы кислоты необходимо разделить её мольную массу на основность кислоты, которая для данной реакции определяется числом атомов водорода, замещающихся металлом

- $H_3PO_4 + NaOH = NaH_2PO_4 + H_2O$

$Э_{H_3PO_4} = M_{H_3PO_4} / 1$

- $H_3PO_4 + 2NaOH = Na_2HPO_4 + 2H_2O$

$Э_{H_3PO_4} = M_{H_3PO_4} / 2$

- $H_3PO_4 + 3NaOH = Na_3PO_4 + 3H_2O$

$Э_{H_3PO_4} = M_{H_3PO_4} / 3$

Проверьте свои знания

1

При н.у. равное число молекул содержат 5 г водорода и объем гелия, равный (в л):

- 22,4
- 44,8
- 56
- 112

2

Плотность паров серы по воздуху составляет 2,21. Молекула серы при этих условиях имеет следующую молекулярную формулу:

- S
- S_2
- S_6
- S_8

3

Относительная плотность некоторого газа по воздуху равна 2. Чему равна плотность этого газа по гелию?

- 56
- 6,66
- 28
- 14,5

4

Эквивалент сульфата аммония равен:

- 132
- 33
- 66
- 29

Проверьте свои знания

5 Эквивалент нитратной кислоты равен:

30,5	56
63	15,6

6 Эквивалент гидроксида алюминия равен:

78	26
13	39

7 Эквивалент оксида фосфора (V):

142	1,42
71	14,2

8 Эквивалент элемента Бария равен:

137	34,25
68,5	13,7