

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).

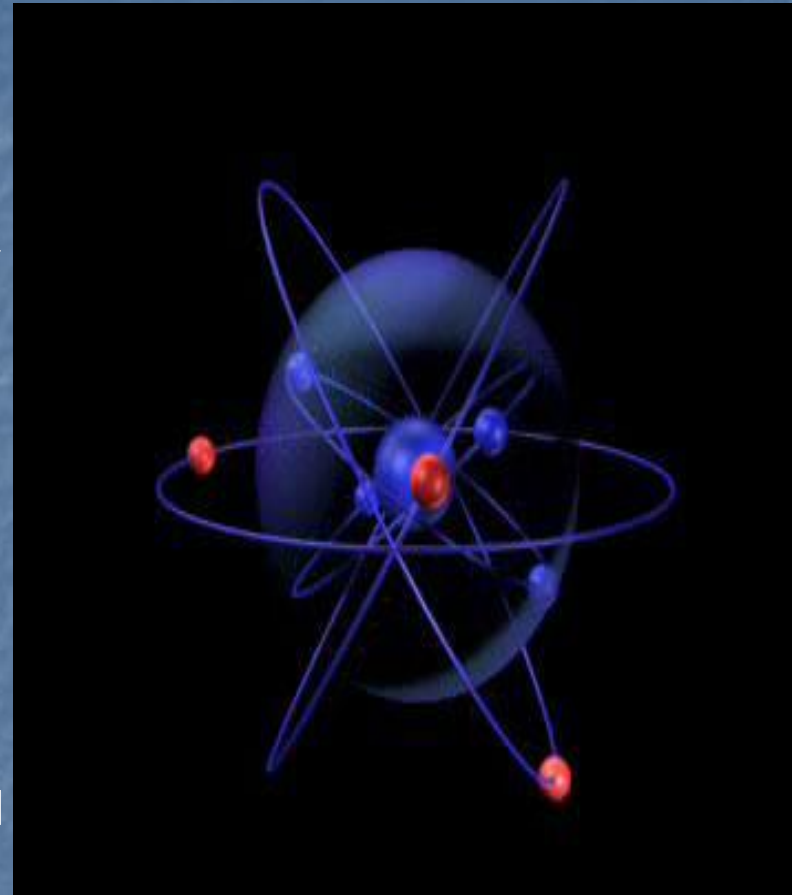


- Позже, в 1803 г., Дж. Дальтон также приходит к выводу о существовании атомов как мельчайших частиц вещества.
- Таким образом - Ломоносова и Дальтона можно в полной мере считать авторами атомно-молекулярного учения, основные положения которого следующие:



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 ($T = 273 \text{ K}$ ($0 \text{ }^\circ\text{C}$) и давлении $p = 101,3 \text{ кПа}$ (1 атм , 760 мм рт. ст.), 1 моль любого газа занимает объем, равный $22,4 \text{ л}$. 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 $D_y = M_x : M_y$
- $D_{\text{H}_2} = M : 2$ $D_{\text{возд}} = M : 29$ $D_{\text{O}_2} = M : 32$

Закон эквивалентов

(И.В.Рихтер, 1792 г.).

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

- **$m_1 : m_2 = \mathcal{E}_1 : \mathcal{E}_2$**



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.
- $E = A/V$,
где A – атомная масса элемента; V – валентность элемента, например:
 $E(O) = 16/2 = 8$.
- Эквивалентный объем любого бинарного газа равен 11,2 л/моль.

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

$$Э(\text{оксида}) = \frac{\text{молярная масса оксида}}{(\text{валентность элемента} \cdot \text{число атомов элемента в оксиде})},$$

например:

$$Э(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102 / (3 \cdot 2) = 17;$$

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

например:

$$\text{Э}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98/2 = 49;$$

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

$$\text{Э}(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74/2 = 37;$$

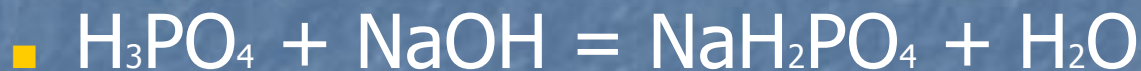
Э(соли) = молярная масса
соли/(валентность металла•число
атомов металла), например:
$$\text{Э}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142/(1 \cdot 2) = 71.$$

- 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 Кислородом образует два оксида: SO_2 и SO_3
- В первом соединении $E_s = 64 \div 4 = 16 \text{ г/моль}$
- Во втором соединении $E_s = 80 \div 6 = 13,3 \text{ г/моль}$

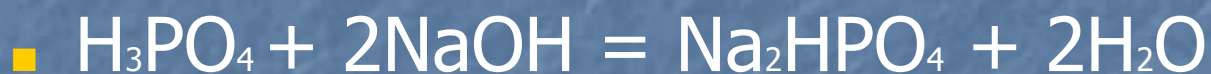
При решении задач на вычисление эквивалентных масс необходимо иметь в виду следующее:

- 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 молярную массу на основность кислоты, которая для данной реакции определяется числом атомов водорода, замещающихся металлом



$$\text{Э}_{\text{H}_3\text{PO}_4} = M_{\text{H}_3\text{PO}_4} / 1$$



$$\text{Э}_{\text{H}_3\text{PO}_4} = M_{\text{H}_3\text{PO}_4} / 2$$



$$\text{Э}_{\text{H}_3\text{PO}_4} = M_{\text{H}_3\text{PO}_4} / 3$$

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

S₂

S₆

S₈

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