

# **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).



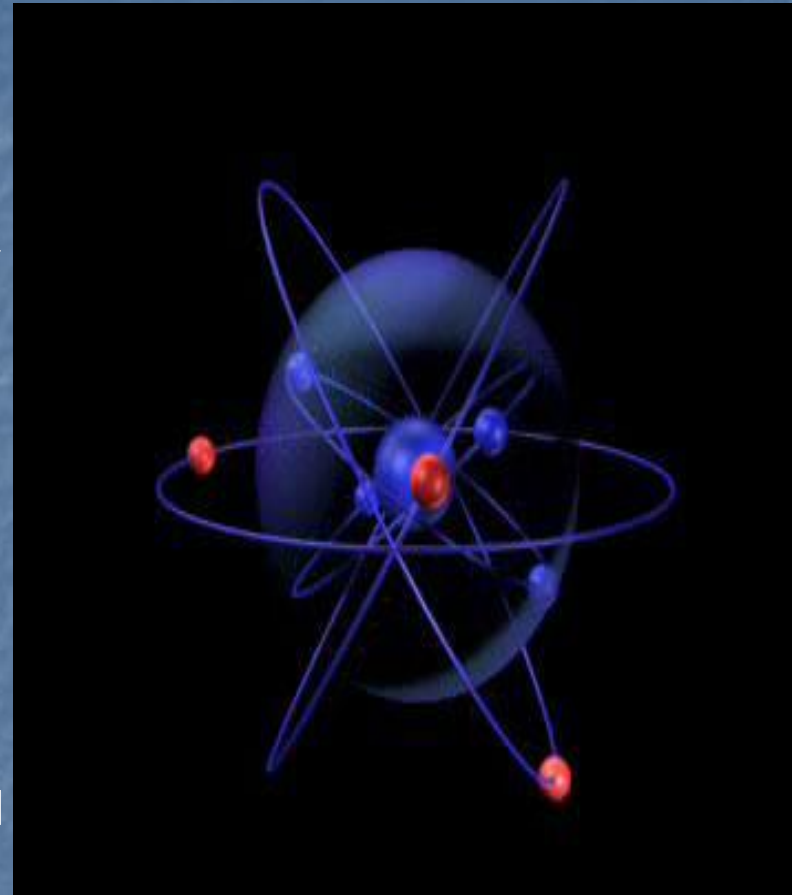
- Позже, в 1803 г., Дж. Дальтон также приходит к выводу о существовании атомов как мельчайших частиц вещества.
- Таким образом - Ломоносова и Дальтона можно в полной мере считать авторами атомно-молекулярного учения, основные положения которого следующие:



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  $p = 101,3 \text{ кПа}$  ( $1 \text{ атм}$ ,  $760 \text{ мм рт. ст.}$ ), 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, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> 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:  
$$\text{Э}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142/(1 \cdot 2) = 71.$$

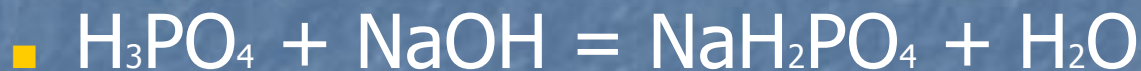


- Для определения эквивалентной массы элемента необходимо знать состав его соединения с другим элементом, эквивалентная масса которых известна.
- Если один элемент образует с другим элементом несколько соединений, то его эквивалентная масса в этих соединениях неодинакова.
- Эквивалент элемента не является 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  $E_s = 80 \div 6 = 13,3 \text{ г/моль}$

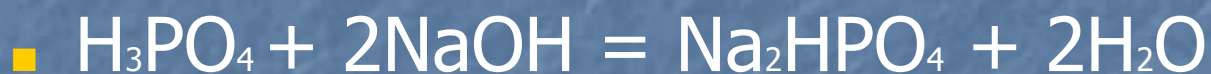
# При решении задач на вычисление эквивалентных масс необходимо иметь в виду следующее:

- 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 мольную 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

S<sub>2</sub>

S<sub>6</sub>

S<sub>8</sub>

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