

Практическое занятие 2

Тема:

«Основные химические понятия и законы химии» (часть 2)

Наиболее распространенные уравнения и законы, используемые в химических расчетах.

Уравнение Менделеева- Клапейрона.

С помощью уравнения состояния идеального газа или **уравнения Менделеева- Клапейрона** можно произвести любые расчеты для газовых систем при условиях отличных от нормальных:

$$PV = n \cdot RT \quad \text{или} \quad PV = (m/M) \cdot RT$$

где P – давление газа, кПа; V – его объем, л; T – температура, К;
 m – физическая масса газа, г; M – его молярная масса, г/моль;
 R – коэффициент пропорциональности, называемый **универсальной газовой постоянной Ридберга**,
равный $R = 8,314$ Дж/моль·К

Закон эквивалентов И. Рихтера.

Согласно **закону эквивалентов И. Рихтера** вещества взаимодействуют между собой в количествах, пропорциональных их эквивалентам.

Для реакции: $A + B = AB$,

математическое выражение закона эквивалентов запишется так:

$$\frac{m_{(A)}}{m_{(B)}} = \frac{M_{\text{Э}}(A)}{M_{\text{Э}}(B)}$$

Где: $m(A)$ и $m(B)$ – физические массы реагентов, вступивших в реакцию, , выражается в г.

$M_{\text{Э}}(A)$ и $M_{\text{Э}}(B)$ - молярные массы эквивалентов реагентов, вступивших в реакцию, выражается в г/моль.

$$M_{\text{Э}}(\text{O})=8\text{г/моль}$$

Для газообразных веществ вместо молярной массы эквивалента можно использовать эквивалентный объем $V_{\text{э}}$, л/моль.

Для реакции $A + B(\text{г}) = AB$,

математическое выражение закона эквивалентов можно записать так:

$$\frac{m_{(A)}}{V_{\text{э}(B)}} = \frac{M_{\text{э}(A)}}{V_{\text{э}(B)}}$$

При нормальных условиях:

$$V_{\text{э}}(\text{H}_2) = 11,2 \text{ л}$$

$$V_{\text{э}}(\text{O}_2) = 5,6 \text{ л}$$

$$V_{\text{э}}(\text{Cl}_2) = 11,2 \text{ л.}$$

V_0 - объем газообразного реагента, измеренного при нормальных условиях.

Приведение газа к нормальным условиям обеспечивает **объединенный газовый закон Шарля**

$$\frac{V P}{T} = \frac{V_0 P_0}{T_0}$$

Где:

P , V и T – параметры состояния газа при любых условиях;

P_0 , V_0 , T_0 – параметры состояния этого же газа при нормальных условиях, т.е. при температуре $T_0 = 273$ К и давлении $P_0 = 101325$ Па.

Из закона эквивалентов следует:

$$M(\text{ простого вещества}) = M_{\text{э}}(\text{прост. вещества}) \cdot b$$

b – валентность простого вещества.

$$M_{\text{э}}(\text{ЭхОу}) = M_{\text{э}}(\text{Э}) + M_{\text{э}}(\text{О})$$

ЭхОу - оксид элемента (Э)

Пример 1. Определите давление газа в сосуде емкостью 10 л при температуре 100°C , если в этот сосуд поместили 10 г аммиака (NH_3).

$M(\text{N})=14\text{г/моль}$, $M(\text{H})=1\text{г/моль}$,

Дано:

$$V(\text{NH}_3)=10\text{л}$$

$$t=100^{\circ}\text{C}$$

$$m(\text{NH}_3)=10\text{г}$$

Найти: $p(\text{NH}_3)$ - ?

Решение:

С помощью уравнения состояния идеального газа или **уравнения Менделеева-Клапейрона** можно произвести любые расчеты для газовых систем при условиях отличных от нормальных:

$$pV=nRT \quad n=m/M$$

$$pV = (m/M) \cdot RT$$

$$p = (m \cdot RT) / V \cdot M$$

$$M(\text{NH}_3) = 17 \text{ г/моль} \quad T = 100 + 273 = 373 \text{ К}$$

$$p = (10 \cdot 8,314 \cdot 373) / 10 \cdot 17 = 182,4 \text{ кПа}$$

$$\text{Ответ: } p = 182,4 \text{ кПа}$$

Решите самостоятельно следующую задачу:

Оксид углерода (4) (CO_2) находится в сосуде емкостью 20 л при температуре 22°C и давлении 500 кПа. Определите массу газа в сосуде при заданных условиях. $M(\text{C})=12\text{г/моль}$, $M(\text{O})=16\text{г/моль}$,

Пример 1.

При сгорании металла (Z) массой 3,00 г образовался его оксид массой 5,67 г. Определите молярную массу эквивалента. Какой это металл?

Дано:

$$m(\text{Me}) = 3 \text{ г}$$

$$b(\text{Me}) = 3$$

$$m(\text{Me}_2\text{O}_3) = 5,67 \text{ г}$$

Найти: $M_{\text{э}}(\text{Me})$ - ?

Me - ?

Решение:

Согласно условию задачи в реакции образования оксида реагентами являются металл и кислород. Запишем закон эквивалентов:

$$1) \frac{m(\text{Me})}{m(\text{O})} = \frac{M_{\text{э}}(\text{Me})}{M_{\text{э}}(\text{O})}$$

$$2) M_{\text{э}}(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me}) * M_{\text{э}}(\text{O})}{m(\text{O})} = \frac{3 * 8}{5,67 - 3} = \frac{24}{2,67} = 8,9 \text{ г/моль}$$

$$3) M(\text{Me}) = M_{\text{э}}(\text{Me}) * v(\text{Me})$$

$$M(\text{Me}) = 8,9 * 3 = 26,7 \text{ г/моль}$$

Изотоп Al

Решите самостоятельно следующую задачу:

При сгорании металла (Z) массой 6,00 г образовался его оксид (Me_2O_3) массой 11,34 г. Определите молярную массу эквивалента, какой это металл?

Пример2. Определите молярную массу эквивалента металла (З), если 0,5 г этого металла вытесняют из раствора кислоты 600 мл водорода (H₂) (объем измерен при нормальных условиях). Какой это металл?

Дано:

$$m(\text{Me})=0,5\text{г}$$

$$b(\text{Me})=3$$

$$V_0(\text{H}_2)=600\text{мл}$$

Найти: $M_{\text{э}}(\text{Me})$ -?

Me-?

Решение

Записываем закон эквивалентов, учитывая что в результате реакции выделяется газообразный водород:

$$1) \frac{m(Me)}{V_o(H_2)} = \frac{M_э(Me)}{V_э(H_2)}$$

$$M_э(Me) = \frac{m(Me) * V_э(H_2)}{V_o(H_2)} = \frac{0,5 * 11,2}{0,6} = 9,3 \text{ г/моль}$$

$$2) M(Me) = M_э(Me) * v(Me)$$

$$M(Me) = 9,3 * 3 = 27,9 \text{ г/моль}$$

Изотоп Al

Решите самостоятельно следующую задачу:

Определите молярную массу эквивалента металла (3), если 1,0 г этого металла вытесняют из раствора кислоты 1,2 л водорода (H_2) (объем измерен при нормальных условиях). Установите, какой это металл.

Для реакции с 9,58 г металла (4) потребовалось 8,96 л хлора (Cl_2) (объем измерен при нормальных условиях). Определите молярную массу эквивалента металла. Какой это металл.

Пример 3. Определите молярную массу эквивалента металла (З), если 0,5 г его вытесняют из раствора кислоты 132 мл водорода, измеренного при температуре 22 °С и давлении 500 кПа.

Дано:

$$m(\text{Me}) = 0,5 \text{ г}$$

$$b(\text{Me}) = 3$$

$$V(\text{H}_2) = 132 \text{ мл}$$

$$t = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P = 500 \text{ кПа}$$

Найти: $M_{\text{э}}(\text{Me})$ - ?

Me - ?

Решение

Запомните: при нормальных условиях $t_0=0^\circ\text{C}$, $T=t+273$,
следовательно, $T_0=273\text{K}$, $p_0=101,325\text{кПа}$

$$1) \frac{m(\text{Me})}{V_0(\text{H}_2)} = \frac{M_3(\text{Me})}{V_3(\text{H}_2)}$$

$$2) \frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

$$V_0 = \frac{PVT_0}{TP_0} = \frac{500 \cdot 0,132 \cdot 273}{295 \cdot 101,325} = 0,6 \text{ л}$$

$$3) M_3(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me}) \cdot V_3(\text{H}_2)}{V_0(\text{H}_2)} = \frac{0,5 \cdot 11,2}{0,6} = 9,3 \text{ г/моль}$$

$$4) M(\text{Me}) = M_3(\text{Me}) \cdot \nu(\text{Me})$$

$$M(\text{Me}) = 9,3 \cdot 3 = 27,9 \text{ г/моль}$$

Изотоп Al

Решите самостоятельно следующую задачу:

Металл массой 0,5 г вытеснил из раствора кислоты 198 мл водорода, измеренного при температуре 298 К и давлении 98 кПа.

Рассчитайте молярную массу эквивалента металла и определите его, если валентность металла равна 2.

Пример4. На восстановление 16 г оксида металла (3) (Me_2O_3) израсходовано 5,4 г алюминия. Определите молярную массу эквивалента неизвестного металла и назовите его.

Дано:

$$m(\text{Me}_2\text{O}_3) = 16 \text{ г}$$

$$b(\text{Me}) = 3$$

$$m(\text{Al}) = 5,4 \text{ г}$$

Найти: $M_{\text{э}}(\text{Me})$ - ?

Me - ?

Решение

$$1) \frac{m(Al)}{m(Me_2O_3)} = \frac{M_{\text{э}}(Al)}{M_{\text{э}}(Me_2O_3)}$$

$$2) M_{\text{э}}(Me) = \frac{M(Al)}{\nu} = \frac{27}{3} = 9 \text{ г/моль}$$

$$3) M_{\text{э}}(Me_2O_3) = \frac{m(Me_2O_3) * M_{\text{э}}(Al)}{m(Al)} = \frac{16 * 9}{5,4} = 26,7 \text{ г/моль}$$

$$4) M_{\text{э}}(Me_2O_3) = M_{\text{э}}(Me) + M_{\text{э}}(O)$$

$$26,7 = M_{\text{э}}(Me) + 8$$

$$M_{\text{э}}(Me) = 18,7 \text{ г/моль}$$

$$3) M(Me) = M_{\text{э}}(Me) * \nu(Me)$$

$$M(Me) = 18,7 * 3 = 56 \text{ г/моль}$$

Металл - Fe

Решите самостоятельно следующие задачи:

На восстановление 1,6 г оксида металла (2) (MeO) израсходовано 0,45 л водорода (H_2), измеренного при нормальных условиях. Определите молярную массу эквивалента металла и назовите его.