

Дневная форма обучения
Пример решения контрольной работы № 1

Задача № 1

На восстановление оксида массой 3,6 г израсходован водород объемом 1,66 дм³ (н. у.). Рассчитайте эквивалентные массы оксида и металла.

Дано:

$$m(\text{окс}) = 3,6 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2) = 1,66 \text{ дм}^3 = 1,66 \text{ л}$$

$$m_{\text{э}}(\text{окс}) - ?$$

$$m_{\text{э}}(\text{Ме}) - ?$$

Решение:

По закону эквивалентов рассчитаем эквивалентную массу оксида:

$$\frac{m(\text{окс})}{m_{\text{э}}(\text{окс})} = \frac{V(\text{H}_2)}{V_{\text{э}}(\text{H}_2)}$$

$$m_{\text{э}}(\text{окс}) = \frac{m(\text{окс}) \cdot V_{\text{э}}(\text{H}_2)}{V(\text{H}_2)}$$

$$V_{\text{э}}(\text{H}_2) = 11,2 \text{ дм}^3/\text{моль}$$

$$m_{\text{э}}(\text{окс}) = \frac{3,6 \cdot 11,2}{1,66} = 24,29 \text{ г / моль.}$$

Найдем эквивалентную массу металла:

$$m_{\text{э}}(\text{окс}) = m_{\text{э}}(\text{Ме}) + m_{\text{э}}(\text{O})$$

$$m_{\text{э}}(\text{O}) = \frac{A(\text{O})}{2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ г / моль}$$

$$m_{\text{э}}(\text{Ме}) = m_{\text{э}}(\text{окс}) - m_{\text{э}}(\text{O}) = 24,29 - 8 = 16,29 \text{ г / моль}$$

Ответ: $m_{\text{э}}(\text{окс}) = 24,29 \text{ г / моль}$,

$m_{\text{э}}(\text{Ме}) = 16,29 \text{ г / моль}$.

Задача № 2

Вычислите эквивалентную массу азота в соединении NO₂ и эквивалентные массы следующих соединений: Cu(OH)₂; P₂O₃; H₃PO₄; AgNO₃.

Решение:

$$m_3(\text{N в NO}_2) = \frac{M(\text{N})}{B(\text{N})} = \frac{14}{4} = 3,5 \text{ г / моль}$$

$$m_3(\text{P}_2\text{O}_3) = \frac{M(\text{P}_2\text{O}_3)}{B(\text{P}) \cdot n(\text{P})} = \frac{31 \cdot 2 + 16 \cdot 3}{3 \cdot 2} = \frac{110}{6} = 18,3 \text{ г / моль}$$

$$m_3(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{M(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n(\text{H})} = \frac{1 \cdot 3 + 31 + 16 \cdot 4}{3} = \frac{98}{3} = 32,7 \text{ г / моль}$$

$$m_3(\text{AgNO}_3) = \frac{M(\text{AgNO}_3)}{B(\text{Ag}) \cdot n(\text{Ag})} = \frac{108 + 14 + 16 \cdot 3}{1 \cdot 1} = 170 \text{ г / моль}$$

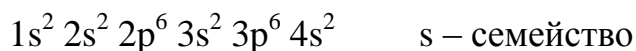
Задача № 3

Составьте электронную формулу атома элемента с порядковым номером 20. К какому семейству он относится?

Укажите тип химической связи, валентность и степень окисления каждого элемента в молекулах NH_4Br , HCl , KI , F_2 . Изобразите в электронно-графической форме схемы молекул.

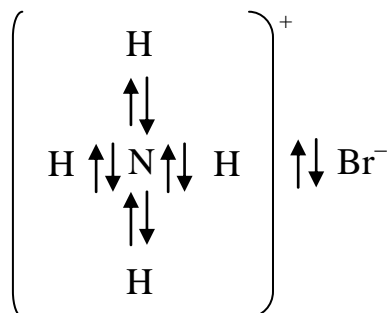
Решение:

По порядковому номеру 20 заключаем: данный элемент – кальций, в атоме 20 электронов. Электронная формула в соответствии с принципом наименьшей энергии имеет вид:



В молекуле NH_4Br – ионная связь, ковалентная полярная, донорно-акцепторная

Электронно-графическая форма:



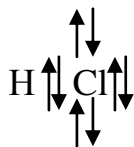
Валентность и степень окисления:

$V(\text{N}) = \text{IV}$; $\text{C.O.}(\text{N}) = -3$;

$V(\text{H}) = \text{I}$; $\text{C.O.}(\text{H}) = +1$;

$V(\text{Br}) = \text{I}; \quad \text{C.O.}(\text{I}) = -1.$

В молекуле HCl – ковалентная полярная связь
Электронно-графическая форма:



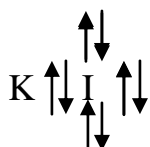
Валентность и степень окисления:

$V(\text{H}) = \text{I}; \quad \text{C.O.}(\text{H}) = +1;$

$V(\text{Cl}) = \text{I}; \quad \text{C.O.}(\text{Cl}) = -1.$

В молекуле KI – ионная связь

Электронно-графическая форма:



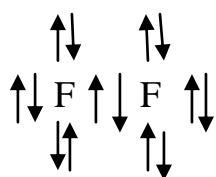
Валентность и степень окисления:

$V(\text{K}) = \text{I}; \quad \text{C.O.}(\text{K}) = +1;$

$V(\text{I}) = \text{I}; \quad \text{C.O.}(\text{I}) = -1.$

В молекуле F₂ – ковалентная неполярная связь

Электронно-графическая форма:



Валентность и степень окисления:

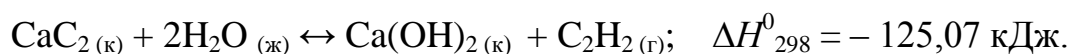
$V(\text{F}) = \text{I}; \quad \text{C.O.}(\text{F}) = -1.$

V – валентность,

C.O. – степень окисления.

Задача № 4

Определите, при какой температуре наступит равновесие в системе



Решение:

Используем формулу свободной энергии Гиббса:

$$\Delta G_{298}^0 = \Delta H_{298}^0 - T\Delta S_{298}^0$$

из условия равновесия системы $\Delta G = 0$ находим:

$$T = \frac{\Delta H_{298}^0}{\Delta S_{298}^0}.$$

Для расчета ΔS_{298}^0 воспользуемся следствием из закона Гесса:

$$\Delta S_{\text{р-ции}}^0 = \sum S_{298}^0 (\text{прод}) - \sum S_{298}^0 (\text{исх. в-ва}).$$

По справочнику находим стандартные значения энтропии (S_{298}^0) веществ, участвующих в реакции с учетом их агрегатного состояния:

$$S_{298}^0(\text{Ca(OH)}_2) = 76,1 \text{ Дж (моль}\cdot\text{К)}; \quad S_{298}^0(\text{CaC}_2) = 70,3 \text{ Дж (моль}\cdot\text{К)};$$
$$S_{298}^0(\text{C}_2\text{H}_2) = 200,8 \text{ Дж (моль}\cdot\text{К)}; \quad S_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) = 70,1 \text{ Дж (моль}\cdot\text{К)}.$$

$$\Delta S_{\text{р-ции}}^0 = S_{298}^0(\text{Ca(OH)}_2)_{(\text{к})} + S_{298}^0(\text{C}_2\text{H}_2)_{(\text{г})} - S_{298}^0(\text{CaC}_2)_{(\text{к})} - 2S_{298}^0(\text{H}_2\text{O})_{(\text{ж})}.$$

Подставив значения в уравнение, получим:

$$\Delta S_{\text{р-ции}}^0 = 76,1 + 200,8 - 70,3 - 2 \cdot 70,1 = 66,4 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}.$$

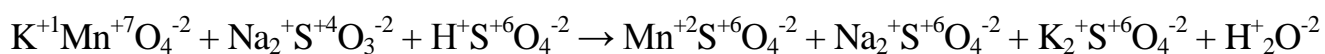
Зная ΔH_{298}^0 реакции из условия задачи, с учетом единиц измерения, при которой наступит равновесие, находим температуру:

$$T = \frac{125,07 \cdot 10^3}{66,4} = 1884 \text{ К}$$

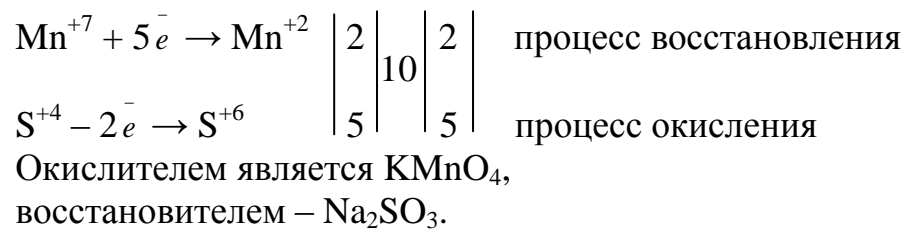
Ответ: $T = 1884 \text{ К}$.

Задача № 5

Записываем уравнение в молекулярном виде и определяем степени окисления каждого компонента:



Составляем схему электронного баланса:



Уравниваем компоненты до и после реакции и ставим стехиометрические коэффициенты в уравнении реакции:

