

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2022-2023 УЧЕБНЫЙ ГОД
8 КЛАСС
РЕШЕНИЯ

Задача 1. Неприятный газ.

1. Судя по описанным химическим свойствам, газом X является H_2S . Проверим это предположение расчетом:

1 вариант расчета

Рассчитаем число электронов:

$$N(e) = m/m(e) = 0,043503/9,1 \cdot 10^{-28} = 4,769 \cdot 10^{25}$$

$N(p)=N(e)$, рассчитаем число нейтронов

$$N(p): m(e)+m(p)+m(n) = 150 \text{ г}$$

$$0,043503 + 4,769 \cdot 10^{25} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} + N(n) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 150 \text{ г}$$

$$N(n) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} = 150 - 0,043503 - 4,769 \cdot 10^{25} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}$$

$$N(n) = (150 - 0,043503 - 4,769 \cdot 10^{25} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24})/1,66 \cdot 10^{-24} = 4,264 \cdot 10^{25}$$

$N(n) < N(p)$, значит в состав газа X входит водород

$$\text{Число атомов водорода } N(H) = 4,769 \cdot 10^{25} - 4,264 \cdot 10^{25} = 5,056 \cdot 10^{24}$$

$$\text{Масса атомов водорода: } m(H) = 5,056 \cdot 10^{24} \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} + 5,056 \cdot 10^{24} \cdot 9,1 \cdot 10^{-28} = 8,397 \text{ г}$$

$$H_xE_y: \text{ на } E \text{ приходится } m(E) = 150 - 8,392 = 141,603 \text{ г}$$

$$x:y = 8,397/1: 141,603/A(E) :$$

Если состав соединения – HE , то $A(E) = 16$ г/моль – кислород. Истинная формула – H_2O_2 , но под описание газа X пероксид водорода не попадает

Если состав H_2E , то $A(E) = 32$ г/моль – сера и искомое соединение – H_2S , сероводород.

2 вариант расчета

Допустим, что в одной молекуле вещества содержится e электронов, p протонов и n нейтронов. Тогда его молярная масса равна $p+n$. Исходя из массы вещества, можно выразить его количество и число молекул в нем:

$$n(\text{в-ва}) = m(\text{в-ва})/M(\text{в-ва}) = 150/(p+n),$$

$$N(\text{молекул}) = n(\text{в-ва}) \cdot N_A = 150/(p+n) \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 9,03 \cdot 10^{25}/(p+n).$$

Так как в одной молекуле вещества содержится e электронов, то с учетом $e = p$ общее число электронов равно:

$$N_e = e \cdot 9,03 \cdot 10^{25} / (p+n) = p \cdot 9,03 \cdot 10^{25}/(p+n).$$

Масса всех электронов в этом количестве вещества составляет:

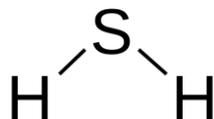
$$m(e) = m_0(e) \cdot N_e = 9,1 \cdot 10^{-28} \cdot p \cdot 9,03 \cdot 10^{25} / (p+n) = 8,22 \cdot p \cdot 10^{-2}/(p+n) = 4,35 \cdot 10^{-2}$$

$$3,87p = 4,35n; n = p/1,12.$$

Этому условию удовлетворяет H_2S ($p = 18, n = 16$).

Принимаются и другие варианты расчетов. Например, когда ученик отталкивается от молекулярной массы сероводорода и подтверждает расчетом количество электронов.

2. Уравнение реакции разложения газа X: $H_2S \rightarrow H_2 \uparrow + S$
3. Структурная формула сероводорода:



Задача 2. Именные элементы

Зашифрованные элементы:

- 1) Фермий (Fm) – элемент назван по имени итальянского физика Энрико Ферми;

- 2) Оганессон (Og) – название дано в честь российского физика Ю. Ц. Оганесяна, руководителя группы, синтезировавшей элементы с номерами от 114 до 118;
- 3) Ванадий (V) – элемент назван в честь скандинавской богини красоты Ванадис;
- 4) Борий (Bh) – элемент назван по имени датского физика Нильса Бора;
- 5) Тантал (Ta) – элемент назван в честь героя древнегреческой мифологии Тантала – царь Сипил во Фригии, обречённый на вечные муки);
- 6) Резерфордий (Rf) – название дано в честь выдающегося английского физика Эрнеста Резерфорда;
- 7) Нобелий (No) – элемент назван в честь Альфреда Нобеля;
- 8) Ниобий (Nb) – элемент назван в честь героини древнегреческой мифологии Ниобы – дочери Тантала, что подчёркивает сходство ниобия с химическим элементом танталом;
- 9) Торий (Th) – элемент в честь бога грома из скандинавской мифологии – Тора;
- 10) Прометий (Pm) – от имени мифического героя – титана Прометея, защитника людей, похитившего у Зевса огонь и передавшего его людям.

Задача 3. «Жизненный воздух»

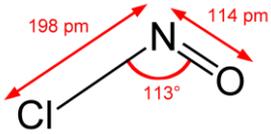
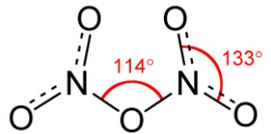
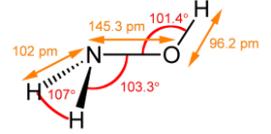
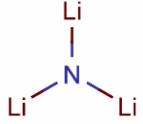
- 1) Газ **A** – кислород (O₂), «бесфлогистонный воздух». Был открыт английским химиком Джозефом Пристли путём разложения оксида ртути в герметично закрытом сосуде (Пристли направлял на это соединение солнечные лучи с помощью большой линзы);
Вещество **B** – оксид ртути (HgO), бинарное соединение красно-оранжевого цвета;
Металл **C** – ртуть (Hg), при комнатной температуре представляет собой тяжёлую серебристо-белую жидкость, пары которой чрезвычайно ядовиты.
- 2) Красный оксид ртути (вещество **B**) получают нагреванием ртути до 300 °C: $2\text{Hg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{HgO}$
Разложение вещества **B**: $2\text{HgO} \rightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2\uparrow$
- 3) $\text{HgO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{HgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{HgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{HgO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$

Задача 4. Испачканные уравнения реакций...

1. $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
2. $2\text{SiH}_4 + 2\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{SiC} + 5\text{H}_2\uparrow$
3. $\text{Zn}_5(\text{OH})_8\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{ZnO} + 2\text{HCl}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
4. $\text{Mg}_2\text{Si} + 4\text{HCl}_{(\text{разб})} \rightarrow 2\text{MgCl}_2 + \text{SiH}_4\uparrow$
5. $6\text{Li} + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{Li}_3\text{N}$
6. $\text{CO} + \text{FeO} = \text{Fe} + \text{CO}_2\uparrow$
7. $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
8. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3\uparrow$
9. $\text{Mn}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{Mn} + \text{Al}_2\text{O}_3$
10. $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{CuO} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Задача 5. Многообразный азот

Соединение	Структурная формула
HN^{+5}O_3	
$\text{N}^{-2}_2\text{H}_4$	
N^{-3}H_3	

N^{+3}OCl	
$\text{N}^{+5}_2\text{O}_5$	
$\text{N}^{-1}\text{H}_2\text{OH}$	
N^{+1}_2O	$\text{N}\equiv\overset{+}{\text{N}}-\text{O}^- \longleftrightarrow ^-\text{N}=\overset{+}{\text{N}}=\text{O}$
Li_3N^{-3}	
$\text{Pb}(\text{N}^{+5}\text{O}_3)_2$	$\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}^- - \text{N}^+ - \text{O}^- \end{array} \right]_2 \left[\text{Pb}^{2+} \right]$
N_2^0	$\text{N}\equiv\text{N}$ 109.76 pm

Углы и длины связей в структурных формулах даны для информации и не являются обязательными в ответах учащихся.