

Олимпиада «Ломоносов» 5-9 классы
Решения и ответы

1. Молекула серы в 8 раз тяжелее молекулы кислорода. Какова молекулярная формула серы?

Решение.

$$\begin{aligned}M_r(\text{O}_2) &= 16 \cdot 2 = 32, \\M_r(\text{S}_n) &= 32 \cdot n = 256, \\n &= M_r(\text{S}_n) / A_r(\text{S}) = 256 / 32 = 8.\end{aligned}$$

Ответ: S₈.

2. Вещество состоит из двух элементов, масса всех атомов одного из них в 16 раз больше массы всех атомов другого. Установите формулу вещества.

Ответ: H₂S или H₂O₂.

3. Назовите 4 элемента Периодической системы, название которых так или иначе связано с Россией.

Ответ: элемент № 44 **Ru** – рутений, в честь латинского названия России – *Ruthenia*;

№ 62 **Sm** – самарий, по названию минерала самарскит, названного в честь российского горного инженера В.Е. Самарского-Быховца;

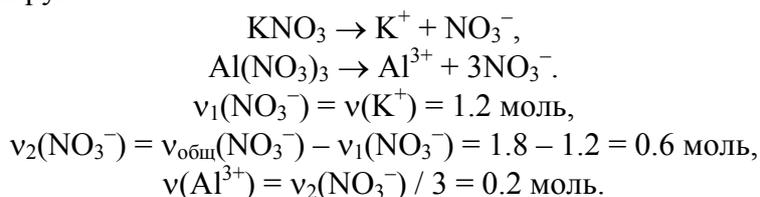
№ 101 **Md** Менделевий, в честь Д.И. Менделеева;

№ 105 **Db** – дубний, в честь российского наукограда Дубна, где находится Объединённый институт ядерных исследований;

№ 114 **F1** – флеровий, в честь российского физика-ядерщика Г.Н.Флерова, основателя ОИЯИ.

4. Водный раствор содержит 1.2 моль ионов калия, 1.8 моль нитрат-ионов и ионы алюминия. Сколько в растворе ионов алюминия (в молях)?

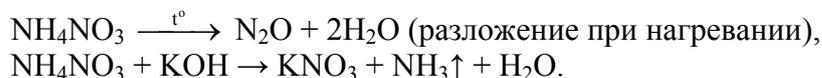
Решение. Очевидно, что в растворе находятся нитраты калия и алюминия, которые полностью диссоциируют:



Ответ: 0.2 моль.

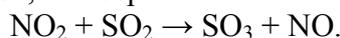
5. Приведите пример вещества, в котором один и тот же элемент одновременно проявляет и низшую, и высшую степень окисления. Напишите уравнение реакции с участием этого вещества.

Ответ: нитрат аммония NH₄NO₃. Азот в ионе NH₄⁺ имеет степень окисления –3, а в ионе NO₃[–] – степень окисления азота +5. Две из многочисленных возможных реакций с участием нитрата аммония:

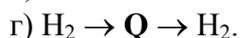
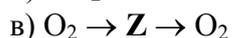
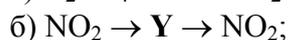
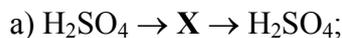


6. Химический элемент **Z** образует соединения состава XZ_2 и YZ_2 с элементами **X** и **Y** – ближайшими соседями **Z** по периоду и по группе. Определите элементы **X**, **Y**, **Z** и напишите уравнение взаимодействия указанных соединений между собой.

Ответ: **Z** – кислород, **X** – азот, **Y** – сера.

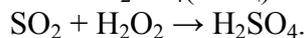
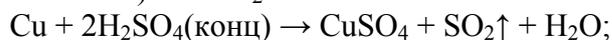


7. Напишите уравнения окислительно-восстановительных реакций, соответствующие следующим схемам:

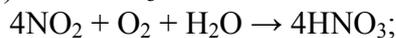


Определите неизвестные промежуточные вещества.

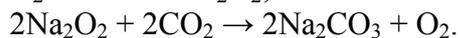
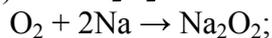
Решение: а) **X** – SO_2 :



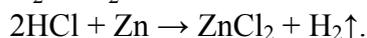
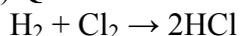
б) **Y** – HNO_3 :



в) **Z** – Na_2O_2 :

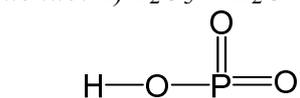


г) **Q** – HCl :

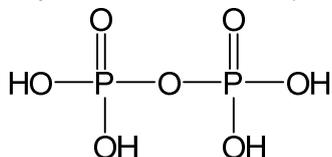


8. Оксид фосфора P_2O_5 может реагировать с водой в молярном соотношении 1:1, 1:2 и 1:3. Напишите уравнения реакций и структурные формулы продукта каждой реакции.

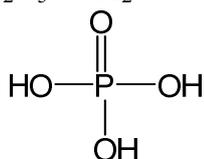
Решение: 1) $P_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HPO_3$



метафосфорная кислота



пирофосфорная кислота

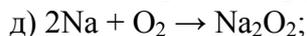
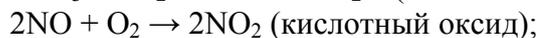
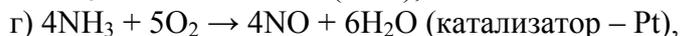
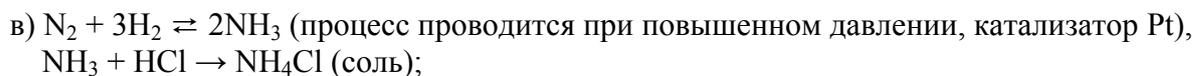
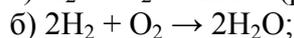


ортофосфорная кислота

9. Имея в своем распоряжении только водород, воздух и поваренную соль, получите:

а) кислоту, б) основание, в) соль, состоящую из трех элементов, г) кислотный оксид, д) основной оксид. Вы можете использовать любые физические процессы и катализаторы.

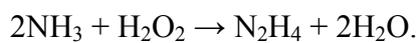
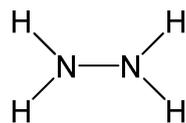
Решение: Из воздуха перегонкой получаем N_2 и O_2 , из поваренной соли электролизом расплава – Na и Cl_2 .



10. Жидкое вещество **X** состоит из двух элементов, входящих в состав человеческого организма. Молекула **X** состоит из 6 атомов и весит столько же, сколько молекула кислорода, а массовая доля более тяжелого элемента равна 87.5%. Вещество **X** получают реакцией между пероксидом водорода H_2O_2 и веществом **Y**, которое состоит из тех же атомов, что и **X**, но в соотношении 1:3.

Установите молекулярную формулу **X**, изобразите его структурную формулу и напишите уравнение указанной реакции.

Решение. **X** – это гидразин N_2H_4 ($M = 32$ г/моль), его структурная формула:



Ответ: **X** – N_2H_4 , **Y** – NH_3 .