

ОЧНЫЙ ТУР 5-9 КЛАССЫ

1. Напишите уравнение реакции с участием кислорода, в результате которой образуются два газообразных при обычных условиях вещества. **(4 балла)**

Решение. Газообразные при обычных условиях продукты горения – CO₂ и SO₂.
Исходное вещество – сероуглерод:



2. Какое вещество в 3 раза тяжелее метана (при одинаковых условиях)? Во сколько раз это вещество тяжелее воздуха? **(4 балла)**

Решение. Рассчитаем молярную массу неизвестного вещества:

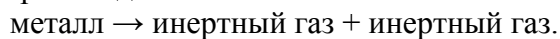
$$M(\text{X}) = 3 \cdot 16 = 48 \text{ г/моль.}$$

Неизвестное вещество – озон O₃,

$$\rho(\text{O}_3) / \rho(\text{возд}) = 48 / 29 = 1.66.$$

Ответ: O₃, 1.66.

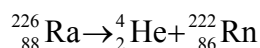
3. Ядерная реакция происходит по схеме:



Все ядра имеются в земной коре. Определите исходный изотоп и его массовое число, напишите уравнение ядерной реакции. **(6 баллов)**

Решение. Описано уравнение самопроизвольного α-распада (один из газов – гелий). Второй инертный газ образуется при α-распаде щелочноземельного металла, из которых радиоактивным является только радий Ra. Массовое число природного изотопа радия – 226.

Уравнение ядерной реакции:



4. В 100 г воды растворили 12.2 г белого порошка и получили 9.27%-ный раствор хлорида бария. Установите формулу порошка. Ответ подтвердите расчётом. **(6 баллов)**

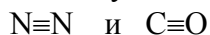
Решение. Рассчитаем массу раствора и массу хлорида бария в нем:

$$\begin{aligned}m(\text{р-ра}) &= 100 + 12.2 = 112.2 \text{ г,} \\m(\text{BaCl}_2) &= 112.2 \cdot 0.0927 = 10.4 \text{ г.} \\v(\text{BaCl}_2) &= 10.4 / 208 = 0.05 \text{ моль,} \\M(\text{порошка}) &= 12.2 / 0.05 = 244 \text{ г/моль,} \\244 - 208 &= 36 = 18 \cdot 2.\end{aligned}$$

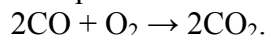
Формула порошка – $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

5. Молекулы двух веществ содержат по 14 электронов. Напишите молекулярные и структурные формулы этих веществ. Предложите, как можно отличить эти вещества друг от друга, и составьте уравнение соответствующей реакции. Напишите формулу иона, который также содержит 14 электронов. **(10 баллов)**

Решение. 14 электронов содержат молекулы N_2 и CO . Их структурные формулы:



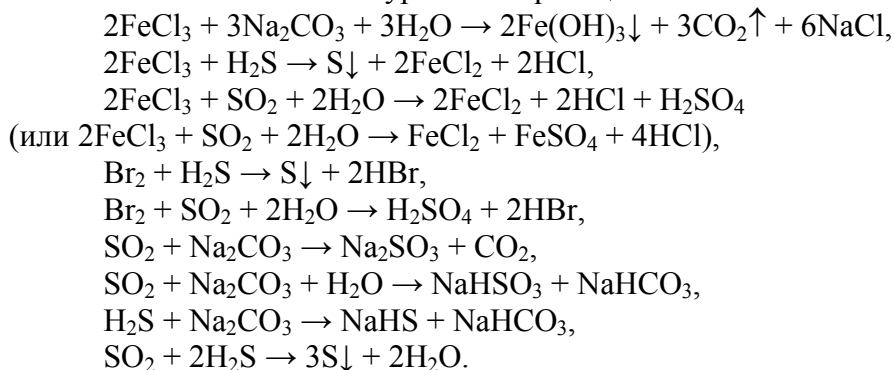
В отличие от N_2 , угарный газ CO горит синим пламенем:



Изоэлектронный ион – CN^- .

6. Даны водные растворы веществ: FeCl_3 , Br_2 , Na_2CO_3 , H_2S , SO_2 . Составьте уравнения 6-ти реакций, которые могут протекать попарно между указанными растворами. В каждой паре допускается не больше одного уравнения. **(12 баллов)**

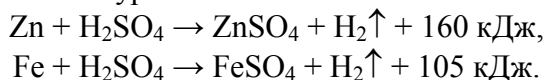
Решение. Возможные уравнения реакций:



(Принимались любые 6 разумных уравнений – по 2 балла каждое).

7. Д.И.Менделеев в учебнике «Основы химии» писал: «... реакции между цинком и слабой (много воды содержащей) серной кислотой развивают на 65 вес. ч. цинка около 38 тыс. кал. тепла, а для 56 вес. ч. железа ... отделяется около 25 тыс. кал. тепла (образуется FeSO_4).». Составьте термохимические уравнения описанных реакций (1 кал \approx 4.2 Дж) и определите, сколько теплоты выделится при полном растворении 13 г цинка в растворе FeSO_4 . **(12 баллов)**

Решение. Термохимические уравнения:



Вычитая из первого уравнения второе, находим термохимическое уравнение растворения цинка в растворе сульфата железа(II):



Составим пропорцию:

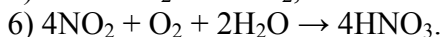
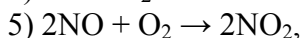
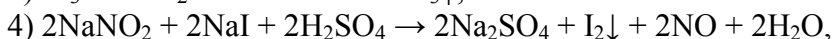
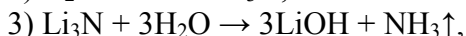
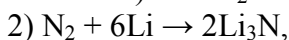
$$\begin{array}{l} 1 \text{ моль (65 г) цинка} - 55 \text{ кДж,} \\ 13 \text{ г цинка} - x \text{ кДж.} \end{array}$$

Отсюда $x = 11$ кДж.

8. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно реализовать следующие превращения:



Определите неизвестные вещества. (Каждая стрелка – одна реакция.) **(12 баллов)**

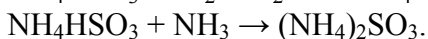
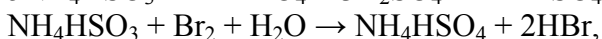
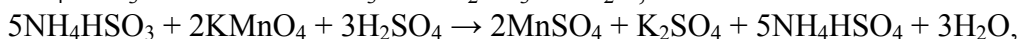


Ответ: **X** – Li_3N , **Y** – NO_2 .

9. Неизвестное вещество **X** представляет собой бесцветные кристаллы, хорошо растворимые в воде. Оно реагирует как с серной кислотой, так и с гидроксидом натрия, причем в обоих случаях выделяются равные объемы газа. Известно, что из 9.9 г **X** при действии щелочи удастся получить 2.24 л (н. у.) газа **Y** с резким запахом. Водный раствор **X** обесцвечивает подкисленный водный раствор перманганата калия и бромную воду, взаимодействует с аммиачной водой. Определите неизвестные вещества и запишите уравнения всех описанных реакций. **(16 баллов)**

Решение. Из описания свойств следует, что **X** представляет собой кислую аммонийную соль сернистой кислоты – гидросульфит аммония NH_4HSO_3 . Это предположение подтверждается расчетом. Газ **Y**, выделяющийся при действии щелочи, – аммиак NH_3 . Его объем при н. у. составляет 2.24 л, а количество – 0.1 моль. Предполагая, что в 1 моле **X** содержится 1 моль ионов аммония, получаем $M(\text{X}) = 99$ г/моль, что соответствует NH_4HSO_3 .

Уравнения реакций:



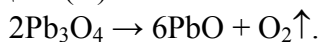
10. Для изготовления цветного стекла смешали в определённом соотношении поташ (K_2CO_3), песок и свинцовый сурик (Pb_3O_4). При варке стекла из этой смеси выделилась смесь двух газов, имеющая плотность по водороду 20.5. После пропускания этой смеси через раствор щёлочи объём газа уменьшился в 4 раза. В полученном стекле масса оксида кремния(IV) составила $\frac{4}{3}$ от общей массы остальных оксидов. Определите качественный и количественный состав газовой смеси (в объёмн. %), образовавшейся при варке стекла. Установите состав стекла, выразив его в виде комбинации оксидов с целочисленными коэффициентами. **(18 баллов)**

Решение. Один из газов – тот, который поглощается щёлочью, – CO_2 . После поглощения CO_2 объём газа уменьшился в 4 раза, следовательно, объёмная доля CO_2

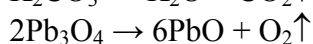
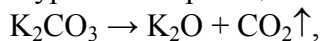
в смеси составляла $3/4$, а второго газа – $1/4$. Средняя молярная масса смеси равна $20.5 \cdot 2 = 41$ г/моль.

$$41 = 44 \cdot 0.75 + M(\text{X}) \cdot 0.25,$$

откуда $M(\text{X}) = 32$ г/моль. Второй газ – кислород, он образовался при разложении сурика:



Состав стекла можно выразить формулой $x\text{K}_2\text{O} \cdot y\text{PbO} \cdot z\text{SiO}_2$. Найдём сначала соотношение первых двух оксидов через соотношение газообразных продуктов реакций разложения, происходящих при варке стекла. Возьмем $\nu(\text{CO}_2) = 3$ моль, $\nu(\text{O}_2) = 1$ моль, тогда из уравнений реакции:



следует, что $\nu(\text{K}_2\text{O}) = 3$ моль, $\nu(\text{PbO}) = 6$ моль, а соотношение $\nu(\text{K}_2\text{O}) : \nu(\text{PbO}) = 1 : 2$.

Масса смеси 1 моль K_2O и 2 моль PbO составляет $94 + 2 \cdot 223 = 540$ г. По условию, масса SiO_2 в $4/3$ раза больше:

$$m(\text{SiO}_2) = 4/3 \cdot 540 = 720 \text{ г.}$$

$$\nu(\text{SiO}_2) = 720 / 60 = 12 \text{ моль.}$$

Следовательно, состав стекла выражается формулой $\text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{PbO} \cdot 12\text{SiO}_2$.

Ответ: $\text{CO}_2 : \text{O}_2 = 3 : 1$; $\text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{PbO} \cdot 12\text{SiO}_2$.