

Задания и решения 3 тура интернет-олимпиады 2018-19 (9-10 кл)

Задача 1.

Посмотрите фильм по адресу: <https://www.youtube.com/watch?v=Ss5MbtNKC4>

В фильме использованы: вода (плотность $1,00 \text{ г/см}^3$), натрий (плотность $0,97 \text{ г/см}^3$), керосин (плотность $0,81 \text{ г/см}^3$).

Как будет протекать показанный процесс, если натрий заменить литием (плотность $0,53 \text{ г/см}^3$), затем кальцием (плотность $1,54 \text{ г/см}^3$)?

Решение:

Литий легче керосина, он будет плавать сверху и не дойдет до воды. Реакция будет протекать гораздо слабее – литий прореагирует лишь со следами воды, растворенной в керосине. (2 б.)

Кальций упадет на дно сосуда, под воду. Он будет реагировать с водой и немного всплывать в воде за счет покрывающих металл пузырьков водорода. Реакция будет не такой эффективной, как с натрием. (2 б.)

Всего 4 б.

Задача 2.

Посмотрите фильм по адресу <https://www.youtube.com/watch?v=-d-ohpzJtis>

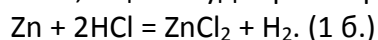
Образец латуни (сплав меди и цинка) массой $10,0 \text{ г}$ обработали избытком 10%-ной соляной кислоты, при этом выделилось 1120 мл газа (н.у.).

К полученному раствору медленно прилили избыток 10%-го раствора гидроксида калия. Что при этом наблюдалось?

Определите массовую долю меди в латуни, напишите уравнения реакций. Молярную массу цинка можно принять за 65 г/моль .

Решение:

Медь не реагирует с соляной кислотой, а цинк будет растворяться:



Количество водорода

$$v(\text{H}_2) = V/V_m = 1,12 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,05 \text{ моль.}$$

Количество цинка, согласно уравнению реакции, такое же. Его масса:

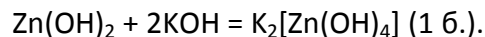
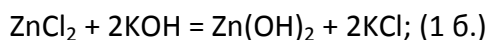
$$m(\text{Zn}) = M \cdot v = 65 \cdot 0,05 = 3,25 \text{ г.}$$

Следовательно, масса меди

$$m(\text{Cu}) = m(\text{латуни}) - m(\text{Zn}) = 10,0 - 3,25 = 6,75 \text{ г.}$$

Это составляет $6,75/10 = 0,0675$ или $6,75\%$. (2 б.)

При добавлении гидроксида калия выпадает осадок гидроксида цинка, а потом растворяется (1 б.):



Если продукт последней реакции записан как K_2ZnO_2 , полный балл выставлен быть не может, т.к. это вещество получается только при прокаливании гидроксоцинката или при взаимодействии сухих нагретых реагентов.

Всего 6 б.

Задача 3.

При пропускании хлора в раствор иода в тетрахлориде углерода выпал оранжевый осадок:



Он был отфильтрован и нагрет, после этого ничего не осталось. Горячие газообразные продукты разложения были пропущены через холодный (0°C) раствор KBr , после чего раствор изменил окраску, а на дне сосуда появилось некоторое количество черного осадка.

В другой раз при проведении того же опыта по пропусканию хлора в раствор иода хлор быстро закончился. Оранжевый осадок не образовался, но получилась красная жидкость:



Исследования показали, что качественный состав продукта в обоих случаях одинаков, но содержание более легкого элемента в первом случае 45,6%, а во втором всего 21,8%.

Установите формулы оранжевого осадка и красной жидкости. Напишите все уравнения упомянутых реакций.

Объясните наблюдения при пропускании продуктов разложения оранжевого осадка через раствор KBr . Почему раствор изменил окраску и какого цвета он стал? Что собой представляет черный осадок и почему он образовался?

Решение:

В обоих случаях происходит реакция между хлором и иодом, тетрахлорид углерода служит растворителем. При нагревании вещество разлагается обратно на хлор и иод, оба продукта улетают.

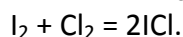
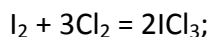
Более легкий элемент – хлор. Найдем формулы веществ. Оранжевый осадок:

$$\text{I}_x\text{Cl}_y. x : y = (100 - 45,6)/127 : 45,6/35,5 = 0,428 : 1,285 = 1 : 3. \text{ Формула } \text{ICl}_3. (1 \text{ б.})$$

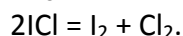
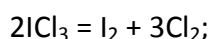
Красная жидкость:

$$\text{I}_x\text{Cl}_y. x : y = (100 - 21,8)/127 : 21,8/35,5 = 0,616 : 0,614 = 1 : 1. \text{ Формула } \text{ICl}. (1 \text{ б.})$$

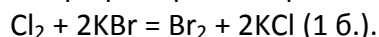
Образование веществ (1 б.):



Разложение веществ (1 б.):

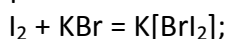


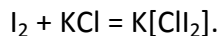
При пропускании хлора и паров иода через раствор KBr хлор как более сильный окислитель вытесняет бром из бромида (1 б.), раствор приобретает оранжевую окраску бромной воды (1 б.):



При контакте с холодным раствором KBr пары иода конденсируются, образуется твердый иод. В воде он растворим крайне плохо и почти весь выпадает в осадок (черного или темно-серого цвета) (1 б.).

На самом деле иод способен растворяться в KBr и KCl за счет комплексообразования (1 б.):





Но, в отличие от $K[I_3]$, эти комплексы не слишком устойчивы, и полного растворения иода не произойдет.

Всего 9 б.

Задача 4.

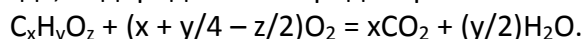
При сгорании 1,4 мг вещества X получилось 4,4 мг углекислого газа и 1,8 мг воды. Известно, что пары X примерно в полтора раза тяжелее воздуха, а все атомы углерода в его молекуле равноценны по реакционной способности.

Напишите простейшую формулу, брутто-формулу и структурную формулу X. Назовите X. Напишите уравнение его сгорания.

Напишите уравнение взаимодействия X с бромом, назовите продукт.

Решение:

Раз при сгорании получились только углекислый газ и вода, то вещество не могло содержать иных элементов, кроме углерода, водорода и кислорода. Уравнение сгорания:



Найдем количества продуктов:

$$\nu(CO_2) = m/M = 4,4 \text{ мг} / 44 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ ммоль};$$

$$\nu(H_2O) = m/M = 1,8 \text{ мг} / 18 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ ммоль}.$$

Следовательно, количество углерода в молекуле X 0,1 ммоль, а водорода 0,2 ммоль. Это составит соответственно

$$m(C) = M \cdot \nu = 0,1 \cdot 12 = 1,2 \text{ мг};$$

$$m(H) = M \cdot \nu = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ мг},$$

что в сумме дает 1,4 мг, т.е. массу вещества X. Значит, в X не содержалось кислорода.

Простейшая формула X, таким образом, CH_2 (2 б.). Брутто-формула $(CH_2)_n$.

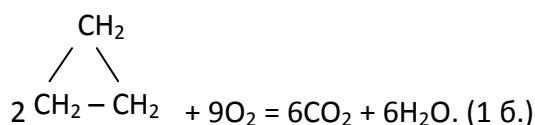
Плотность X по воздуху примерно полтора, т.е.

$$M(X) = 14n \approx 1,5 \cdot 29 = 43,5.$$

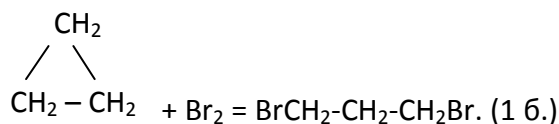
Отсюда $n = 3$. Брутто-формула C_3H_6 . (1 б.)

Этой формуле может соответствовать пропен $CH_2=CH-CH_3$ или циклопропан $\begin{array}{c} CH_2 \\ / \quad \backslash \\ CH_2 - CH_2 \end{array}$. у пропена атомы углерода разные, поэтому подходит циклопропан. (2 б.)

Уравнение сгорания:



Реакция с бромом происходит с разрывом связи C-C из-за большого напряжения в цикле:



Название продукта – 1,3-дибромпропан. (1 б.)

Всего 8 б.

Задача 5.

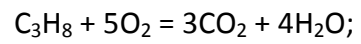
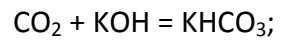
Неизвестный газ имеет плотность по фтору 1,16. Что это может быть за газ? Рассмотрите не менее 3 вариантов. Для каждого варианта напишите уравнение одной химической реакции, в которую вступает данный газ.

Решение:

$$M(X) = D_{F_2}(X) \cdot M(F_2) = 1,16 \cdot 38 = 44 \text{ г/моль (1 б.)}.$$

Эту молярную массу имеют газы CO_2 , C_3H_8 , N_2O , $C_3H_4D_2$, $C_3H_2T_2...$ (3 б. + 1 б. за указание более 3 вариантов)

Уравнения реакций могут быть любыми разумными (3 б.). Например:



Всего 8 б.

ИТОГО 35 б.