

**Всероссийская олимпиада школьников по химии.
Школьный этап, 11 класс.
03 октября 2019 года.**

Решения и критерии оценивания.

Задание 1.

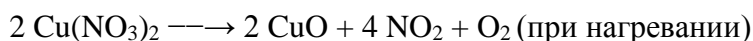
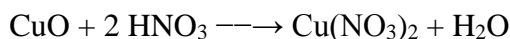
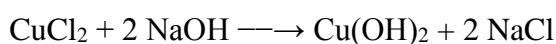
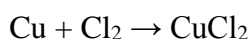
Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие цепочки превращений. Определите вещества, обозначенные буквами (предложите один вариант для каждого вещества). Укажите условия протекания реакций. Каждая стрелка соответствует одной реакции.



Один из вариантов решения:

A = гидроксид меди(II), B = нитрат меди(II).

Реакции:



Критерии оценивания:

За правильные варианты веществ A и B по 2 балла	4 балла
За уравнения химических реакций по 3 балла	18 баллов
Всего	22 балла

Задание 2.

При сжигании в токе кислорода 22,0 г белого кристаллического вещества A, относящегося к карбонилам, было получено 13,44 л (н.у.) диоксида углерода и 7,6 г зеленого порошка B, не растворимого ни в кислотах, ни в щелочах. Вещество B представляет собой оксид металла X, который по данным химического анализа содержит

68,4% металла по массе. При нагревании вещества **A** той же массы (22,0 г) выше 150 °C оно полностью разложилось с образованием двух продуктов — бесцветного газа **B** (13,44 л при н.у.) и металла **X**. Определите вещества **A**, **B**, **V** и **X**, напишите уравнения упомянутых реакций. Приведите необходимые рассуждения и расчеты.

Решение:

Определим металл **X** на основании состава оксида **B**:

Пусть z — атомная масса металла, тогда (для одновалентного металла):

$$2z \cdot 2z + 16 = 0.684 \text{ откуда } z = 17, 3.$$

Атомная масса металла — $17, 3n$, где n — валентность металла в оксиде.

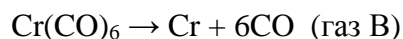
При $n = 3$ подходит хром (что можно предположить на основании свойств оксида).

Таким образом, $B = Cr_2O_3$, а $X = Cr$.

Масса оксида хрома (7,6 г) соответствует 0,05 моль. Если вещество **A** содержит один атом хрома в молекуле, то его было взято 0,1 моль, а его молекулярная масса составляет 220 г. Кроме того, вещество **A** содержит углерод, шесть атомов (на один атом хрома), так как при окислении 0,1 моль **A** получено 0,6 моль CO_2 .

Такое соотношение указывает на карбонил хрома $Cr(CO)_6$, что подтверждается его молярной массой (220).

Уравнения реакций: $Cr(CO)_6 + O_2 \rightarrow Cr_2O_3 + 6CO_2$



Критерии оценивания:

За определение вещества B (при наличии расчета)	5 баллов
За определение металла X (при наличии расчета)	6 баллов
За определение газа B	4 балла
За определение вещества A (при наличии расчета)	7 баллов
За уравнения химических реакций по 3 балла	6 баллов
Всего	28 баллов

Задание 3.

Смесь циклопропана и водорода, имеющую плотность по водороду 13,0, пропустили при нагревании над никелевым катализатором. Плотность по водороду газовой смеси на выходе из реактора составила 16,25. Определите, какая часть (по объему) циклопропана вступила в реакцию. Напишите уравнение реакции. Приведите необходимые расчеты.

Решение.

Возьмем 1 моль исходной смеси. Пусть x — доля циклопропана

Состав исходной смеси: $21x + 1(1 - x) = 13$, $x = 0,6$.

Таким образом, в смеси 60% циклопропана и 40% водорода.

Состав конечной смеси: смесь содержит пропан, циклопропан и водород, причем их количества связаны между собой в соответствии с реакцией: $C_3H_6 + H_2 = C_3H_8$

Допустим, в реакцию вступило z моль циклопропана. Тогда, общий объем конечной смеси: $(0,6 - z) + (0,4 - z) + z = 1 - z$

Уравнение:

$$21 \times (0,6 - z) + (0,4 - z) + 22z = 16,25 \times (1 - z)$$

Решая уравнение, получаем $z = 0,2$.

Конверсия циклопропана составляет $0,2/0,6 = 1/3$ (33,3%)

Критерии оценивания:

За определение состава исходной смеси	7 баллов
За составление уравнения реакции	3 балла
За определение качественного состава конечной смеси	2 балла
За определение количественного состава конечной смеси	8 баллов
За расчет конверсии	5баллов
Всего	25 баллов

Задание 4.

При обжиге в избытке воздуха некоторого количества сульфида меди(I) выделилось 265 кДж теплоты. Рассчитайте массу образовавшегося при этом оксида серы(IV), если теплоты образования Cu_2S , CuO и SO_2 равны 79, 156 и 297 кДж/моль соответственно.

Решение.

Запишем термохимическое уравнение полного окисления Cu_2S :



По закону Гесса

$$Q = 2Q_{обр}(CuO) + Q_{обр}(SO_2) - Q_{обр}(Cu_2S) = 2 \cdot 156 + 297 - 79 = 530 \text{ кДж/моль}$$

При сгорании 1 моль Cu_2S выделяется 530 кДж теплоты, а по условию выделилось 265 кДж, следовательно, в реакцию вступило $265/530 = 0,5$ моль Cu_2S .

По уравнению реакции $n(Cu_2S) = n(SO_2)$.

Определяем массу SO_2 : $m(SO_2) = n(SO_2) \cdot M(SO_2) = 0,5 \cdot 96 = 48 \text{ г}$.

Ответ: 48 г.

Критерии оценивания:

За уравнение реакции полного окисления	6 баллов
За выражение теплоты реакции через теплоты образования участников	7 баллов
За расчет количества вещества Cu_2S , подвергшегося окислению	6 баллов
За расчет количества вещества SO_2	3 балла
За расчет массы SO_2	3 балла
Всего	25 баллов

При составлении заданий использованы тексты Турнира им.М.В.Ломоносова.