

9 КЛАСС

Задание 1. Образец оксида железа(III) содержит $1,2 \cdot 10^{22}$ атомов железа. Найдите массу образца и число атомов кислорода в нём. **(10 баллов)**

Задание 2. Образец дисульфида железа(II) полностью сгорает с выделением 249,6 кДж теплоты. Какая масса оксида железа(III) образуется при этом, если известно, что теплота сгорания дисульфида железа(II) равна 832 кДж/моль. Составьте термохимическое уравнение реакции сгорания. **(10 баллов)**

Задание 3. Некоторое количество сульфида железа(II) разделили на две части. Одну из них обработали соляной кислотой, а другую подвергли обжигу на воздухе. При взаимодействии выделившихся газов образовалось простое вещество желтого цвета. Это вещество сплавляли с алюминием, а продукт обработали раствором соляной кислоты. Выделившийся газ пропускали через воду, насыщенную хлором. Получили вещества, относящиеся к одному классу соединений и окрашивающие метиловый оранжевый в розовый цвет. Запишите уравнения всех упомянутых реакций. **(10 баллов)**

Задание 4. Один из старинных способов получения водорода заключается в пропускании водяного пара через трубку с нагретыми до тёмно-красного каления железными стружками. При взаимодействии пара с металлом образуются водород и железная окалина Fe_3O_4 .

Газовая смесь какого состава (в об.%) будет получена на выходе из трубки, если известно, что прореагировало 14 г железа, а водяной пар пропустили объёмом 15,3 л (при $110^\circ C$ и 1 атм)?

Считайте, что всё железо вступило в реакцию, а водяной пар может быть описан уравнением состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева). **(10 баллов)**

Задание 5. При полном растворении в 200 г 35%-й азотной кислоты металла массой 8,96 г выделилось 5,376 л (н. у.) смеси двух газов, по плотности равной фтору. Найдите состав смеси (в об.%). Определите какой металл был растворён в кислоте и запишите суммарное уравнение, протекаемой в этих условиях, реакции. Рассчитайте массовую долю образовавшегося нитрата металла в полученном растворе. **(10 баллов)**

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ДЛЯ 9 КЛАССА

Всего 50 баллов

Задание 9-1.

| | |
|--|------------------|
| Записана формула оксида железа(III). По данному в условии задачи числу атомов железа найдено количество железа в моль ($\approx 0,02$ моль). | 3 балла |
| Найдено количество оксида железа(III) с учётом того, что на 1 моль оксида приходится 2 моль железа, $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,01$ моль. | 2 балла |
| Найдена масса оксида железа(III) с учётом предварительно рассчитанной молярной массы оксида, $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1,6$ г. | 3 балла |
| Найдено число атомов кислорода в оксиде железа(III) с учётом того, что на 1 моль оксида приходится 3 моль кислорода, $N(\text{O}) = 1,8 \cdot 10^{22}$ атомов. | 2 балла |
| Итого: | 10 баллов |

Задание 9-2.

| | |
|---|------------------|
| Приведено уравнение реакции сгорания пирита: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2\uparrow$. | 2 балла |
| Исходя из теплоты сгорания одного моль пирита и данного в условии теплового эффекта реакции, рассчитано количество пирита: $n(\text{FeS}_2) = 0,3$ моль. | 2 балла |
| Найдено образующееся в реакции количество оксида железа(III): $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,15$ моль. | 2 балла |
| Найдена образующаяся в реакции масса оксида железа(III): $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 24$ г. | 2 балла |
| Приведено верное термохимическое уравнение сгорания пирита (с указанием агрегатных состояний веществ и собственно теплоты, выделяющейся при сгорании одного моль пирита): $4\text{FeS}_2(\text{тв.}) + 11\text{O}_2(\text{г.}) = 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{тв.}) + 8\text{SO}_2\uparrow(\text{г.}) + 832 \text{ кДж/моль}$ (здесь мы указываем, что данная теплота выделяется на “моль реакции”, указывая целочисленные коэффициенты, отображающие соотношение участников реакции. Однако подразумеваем, что 832 кДж выделяется при сгорании 1 моль пирита). Можно записать уравнение и в следующем виде с дробными коэффициентами: $\text{FeS}_2(\text{тв.}) + (11/4)\text{O}_2(\text{г.}) = (1/2)\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{тв.}) + 4\text{SO}_2\uparrow(\text{г.}) + 832 \text{ кДж}$. | 2 балла |
| Итого: | 10 баллов |

Задание 9-3.

| | |
|---|---------|
| $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$ | 2 балла |
| $3\text{FeS} + 5\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 3\text{SO}_2\uparrow$ | 2 балла |
| $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ | 1 балл |

| | |
|---|------------------|
| $S + Al = Al_2S_3$ | 1 балл |
| $Al_2S_3 + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2S\uparrow$ | 2 балла |
| $H_2S + 3Cl_2 + 2H_2O = SO_2 + 6HCl$ или $H_2O + Cl_2 = HCl + HClO$ и $H_2S + 3HClO = SO_2 + 3HCl + H_2O$ | 2 балла (1+1) |
| Итого: | 10 |

Задание 9-4.

| | |
|--|------------------|
| Приведено уравнение протекающей реакции железа с водяным паром: $3Fe + 4H_2O = 4H_2 + Fe_3O_4$. | 1 балл |
| Рассчитано количество прореагировавшего железа: $n(Fe) = 0,25$ моль. | 1 балл |
| Используя уравнение Клапейрона-Менделеева, рассчитано количество водяного пара: $n(H_2O) = 0,49$ моль. | 3 балла |
| В условии задачи говорится о газовой смеси на выходе из трубки. Вероятно, не всё количество водяного пара прореагировало. Принимая во внимание соотношение количеств железа и водяного пара, приходим к выводу, что пар в избытке – железа не хватило, чтобы весь водяной пар вступил в реакцию. А потому на выходе имеем смесь водорода и непрореагировавшего водяного пара. Таким образом по уравнению реакции: $n(H_2) = 0,33$ моль, $n(H_2O)_{ост.} = 0,16$ моль. | 2 балла |
| Суммарное количество газов в смеси 0,49 моль. Найдены объёмные доли газов в смеси: $\varphi(H_2) = 0,67$ или 67%, $\varphi(H_2O)_{ост.} = 0,33$ или 33%. | 3 балла |
| Итого: | 10 баллов |

Задание 9-5.

| | |
|---|-----------|
| Найдено количество газов: $n_{газов} = 0,24$ моль. | 0,5 балла |
| Так как плотности газовой смеси и фтора равны, по закону Авогадро, равны и средняя молярная масса газовой смеси и молярная масса фтора: $M_{ср} = M_{фтора} = 38$ г/моль. | 1,5 балла |
| Найдена масса азотной кислоты и её количество: $m(HNO_3) = 70$ г, $n(HNO_3) = 1,11$ моль. | 1 балл |
| Молярная масса газовой смеси равна 38 г/моль. Можно предположить, что компонентами являются оксид азота(IV) и оксид азота(II), так как их молярные массы равны 46 г/моль и 30 г/моль, соответственно. Значение средней молярной массы смеси “лежит” между значениями молярных масс приведённых оксидов азота. Приняв за неизвестную мольную долю одного из компонентов газовой смеси, составлено уравнение, описывающее среднюю молярную массу газовой смеси через сумму произведений молярных масс и мольных долей компонентов. В результате решения уравнения, найдены мольные доли оксидов азота: $\chi(NO_2) = 0,5$ или 50%, $\chi(NO) = 0,5$ или 50%. | 1 балл |

| | |
|--|------------------|
| <p>Обозначив за переменную модуль степени окисления (валентность) металла, составлены в общем виде два уравнения растворения:</p> $\text{Me} + 2x\text{HNO}_3 = \text{Me}^{+x}(\text{NO}_3)_x + x\text{NO}_2\uparrow + x\text{H}_2\text{O};$ $3\text{Me} + 4x\text{HNO}_3 = 3\text{Me}^{+x}(\text{NO}_3)_x + x\text{NO}\uparrow + 2x\text{H}_2\text{O}.$ | 2 балла |
| <p>Количество газовой смеси равно 0,24 моль, а мольные доли равны по 50%, следовательно пользуясь двумя уравнениями реакций, количество неизвестного металла можно выразить как:</p> $n(\text{Me}) = 0,12/x + 3 \cdot 0,12/x = 0,48/x \text{ моль.}$ <p>Находим молярную массу металла, с учётом массы металла, приведённой в условии задачи:</p> $M_{\text{Me}} = 8,96 \cdot x/0,48 = 18,67x \text{ г/моль.}$ | 1 балл |
| <p>Перебирая значение переменной (натуральное и скорее всего небольшое – 1, 2, 3), приходим к тому, что при $x = 3$ $M_{\text{Me}} = 56$ г/моль, а значит неизвестный металл – железо.</p> | 0,5 балла |
| <p>Приведено суммарное уравнение реакции растворения железа:</p> $4\text{Fe} + 18\text{HNO}_3 = 4\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2\uparrow + 3\text{NO}\uparrow + 9\text{H}_2\text{O}.$ | 1 балл |
| <p>Найдена масса раствора после протекания реакции:</p> $m(\text{р-ра}) = 200 + 8,96 - 46 \cdot 0,12 - 30 \cdot 0,12 = 199,84 \text{ г.}$ | 0,5 балла |
| <p>Найдена масса образовавшегося в растворе нитрата железа(III):</p> $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 0,16 \cdot 242 = 38,7 \text{ г.}$ | 0,5 балла |
| <p>Рассчитана массовая доля образовавшегося в растворе нитрата железа(III):</p> $\omega(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 19,4\%.$ | 0,5 балла |
| Итого: | 10 баллов |