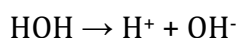
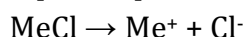


Решения теоретического тура РХО-2000 для 9 класса

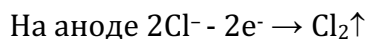
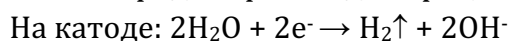
№9-1-2000 респ.

Одновалентный металл обозначим символом Me

В растворе имеет место равновесия:



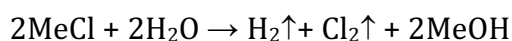
На электродах происходят процессы:



В ванне: накапливается раствор Me OH.

Суммарный процесс можно выразить уравнением

10г



По условию задачи:

$$\nu(\text{MeCl}) = 10 / (x+35,5) \text{ моль}$$

По уравнению реакции количества образовавшихся веществ

$$\nu(\text{H}_2) = 10 / 2(x+35,5) \text{ моль};$$

$$\nu(\text{Cl}_2) = 10 / 2(x+35,5) \text{ моль};$$

$$\nu(\text{MeOH}) = 10 / (x+35,5) \text{ моль}$$

их массы:

$$m(\text{H}_2) = 10 \cdot 2 / 2(x+35,5) \text{ г};$$

$$m(\text{Cl}_2) = 10 \cdot 71 / 2(x+35,5) \text{ г};$$

$$m(\text{MeOH}) = 10 \cdot (x+17) / (x+35,5) \text{ г}.$$

Масса раствора, после прекращения электролиза:

$$m(\text{р-р}) = 100 \text{ г} - (m(\text{H}_2) + m(\text{Cl}_2)) = 100 - (10 \cdot 2 / 2(x+35,5) + 10 \cdot 71 / 2(x+35,5))$$

По условию задачи :

$$w(\text{MeOH}) = 10(x+17) / (x+35,5) = 0,073$$

$$100 - (10 \cdot 2 / 2(x+35,5) + 10 \cdot 71 / 2(x+35,5))$$

Решая, получаем: $x = 23 \text{ г/моль}$, т.е. натрий.

№9-2-2000 респ.

По условию задачи, при 20°C в 100 г H₂O растворяется 74,5 г CaCl₂. Используя эти данные можно рассчитать массовую долю хлорида кальция в насыщенном при 20°C растворе:

Если в 174,5 г раствора содержится 74,5 г CaCl₂,

то в 100 г раствора содержится x г CaCl₂. Отсюда: $x = 0,4269$ или 42,69%.

Следовательно, массы и количества веществ хлорида кальция и воды, содержащиеся в исходном растворе соответственно равны:

$$m(\text{CaCl}_2) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega(\text{CaCl}_2) = 250 \cdot 0,4269 = 106,73 \text{ г}.$$

$$\nu(\text{CaCl}_2) = m(\text{CaCl}_2) / M(\text{CaCl}_2) = 106,73 \text{ г} / 111 \text{ г/моль} = 0,96 \text{ моль}.$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г} - 106,73 \text{ г} = 143,27 \text{ г}.$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 143,27 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 7,96 \text{ моль}.$$

При охлаждении до 0°C образуется 0,96 моль кристаллогидрата CaCl₂•6H₂O и при этом расходуется 6•0,96 = 5,76 моль воды. После этого воды остается (7,96 - 5,76)•18 = 39,6 г.

Используя данные о растворимости кристаллогидрата при 0°C составляем пропорцию:

Если в 100 г воды может раствориться 36,3 г CaCl₂•6H₂O,

то в 39,6 г воды может раствориться у г $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Отсюда: $y = 14,37$ г. Из них 7,286 г составляет безводный CaCl_2 .

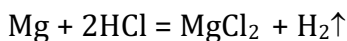
Следовательно, в осадок выпадает $210,24 \text{ г} - 14,37 \text{ г} = 54,1 \text{ г}$ $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$.

После отделения осадка масса раствора стала равна: $250 - 159,9 = 54,1 \text{ г}$.

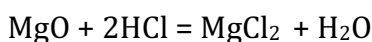
Массовая доля безводного хлорида в нем : $\omega(\text{CaCl}_2) = 7,286/54,1 = 0,135$ или 13,5%.

№ 9-3-2000 респ.

Уравнения реакций растворения магния и его оксида:

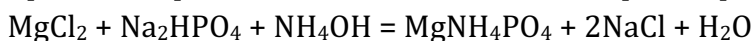


24 г/моль



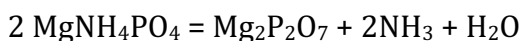
40 г/моль

Уравнения реакций осаждения магния из раствора:



Уравнение реакции, которая происходит при прокаливании

6,66 г или 0,03 моль

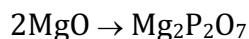
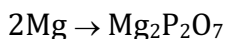


222 г/моль

Схемы превращений, используемые для расчета:

X моль 0,5x моль

У моль 0,5у моль



Составляем систему уравнений:

$$24x + 40y = 1,76$$

$$0,5x + 0,5y = 0,03$$

Решая ее получаем: $x = 0,04$ моль и $y = 0,02$ моль.

$$m(\text{Mg}) = 0,04 \text{ моль} \cdot 24 \text{ г/моль} = 0,96 \text{ г.}$$

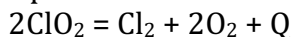
$$m(\text{MgO}) = 0,02 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 0,80 \text{ г.}$$

№9-4-2000 респ.

Особые меры предосторожности необходимо соблюдать при работе следующими смесями веществ.

1) Концентрированной серной кислотой и хлоратом калия. Они взаимодействуют согласно уравнению: $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 3\text{KClO}_3 = 3\text{KHSO}_4 + 2\text{ClO}_2 + \text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

При этом возможны процессы:

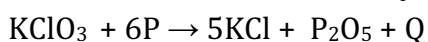
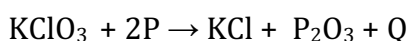
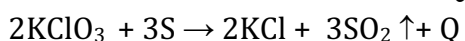
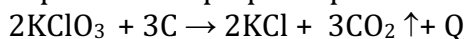


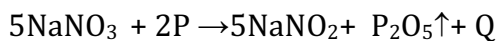
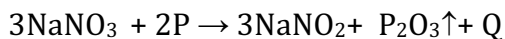
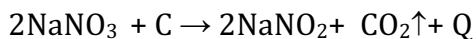
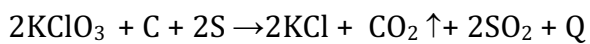
реакции сопровождаются выделением большого количества тепла и газов, что может привести к взрыву;

2) концентрированной серной кислотой и водой. Добавление воды к концентрированной серной кислоте приводит вследствие сильного разогревания раствора (образуются гидраты серной кислоты) к его вскипанию и выбросу жидкости;

3) концентрированной серной кислотой и натрием, водой и натрием. Эти вещества взаимодействуют со взрывом;

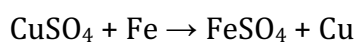
4) Смесью хлоратов или нитратов щелочных металлов с углем, серой и фосфором. Они могут взрываться при растирании и нагревании:





За подбор коэффициентов в более сложных уравнениях, где одновременно окисляются или восстанавливаются два элемента, методом электронного баланса

№9-5-2000 респ. Изменение массы железной пластины вызвано переходом в раствор атомов железа и осаждением металлической меди на пластине. Реакция замещения меди из раствора ее соли металлическим железом:



Количество вещества участвующих в этой реакции одинаковое,

$$\nu(\text{Cu}) = \nu(\text{Fe}),$$

а разница масс

$$m(\text{Cu}) - m(\text{Fe}) = 0,391 \text{ г.}$$

Используя формулу

$$m = \nu \cdot M, \nu \cdot [M(\text{Cu}) - M(\text{Fe})] = \nu \cdot (64 - 56) = 0,391,$$

откуда $\nu = 0,391 / 8 = 0,049$ моль.

Число прореагировавших атомов железа по закону Авогадро равно:

$$N(\text{Fe}) = \nu \cdot N_A = 0,049 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,95 \cdot 10^{22}.$$

Уменьшение массы CuSO_4 в растворе

$$m_1(\text{CuSO}_4) = \nu \cdot M = 0,049 \cdot 160 = 7,84 \text{ г.}$$

Масса раствора до реакции

$$m_0(\text{раствора}) = 1,1 \cdot 100 = 110 \text{ г,}$$

а по окончании реакции

$$m_1(\text{раствора}) = m_0(\text{раствора}) - 0,391 = 109,6 \text{ г.}$$

Определим массу $m_0(\text{CuSO}_4)$ в исходном растворе: $m_0(\text{CuSO}_4) = [C_0(\text{CuSO}_4) \cdot m_0(\text{раствора})] :$

$$100\% = (14,5\% \cdot 110 \text{ г}) : 100\% = 15,95 \text{ Г.}$$

Концентрация раствора сульфата меди после реакции с железом составляет величину:

$$\frac{m_0(\text{CuSO}_4) - m_1(\text{CuSO}_4)}{m_1(\text{раствора})} \cdot 100\% = \frac{15,95 - 7,84}{109,6} \cdot 100\% = 7,4\%$$

$$C_0(\text{CuSO}_4) = m_1(\text{раствора}) = 109,6$$

Ответ: $N(\text{Fe}) = 2,95 \cdot 10^{22}$ атомов; $C_1(\text{CuSO}_4) = 7,4\%$

№9-6-2000 респ.

1. Получающиеся фосфаты цинка очень плохо растворимы в воде (растворимость среднего фосфата $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ - 0,0004 г/л воды, что в 100 раз меньше, чем растворимость аналогичного фосфата кальция), они образуют на поверхности металлического цинка защитную пленку. Эта пленка препятствует дальнейшей реакции.
2. В присутствии хлорид-ионов в равновесии с фосфорной кислотой находится соляная кислота и с цинком образуются смешанные хлорфосфаты цинка, например Zn_2ClPO_4 . Хлорид цинка - очень хорошо растворимая соль, образующая к тому же кристаллогидраты. В результате пленка на поверхности цинка становится менее плотной и не препятствует дальнейшей реакции.
3. При добавлении растворимой соли меди в присутствии хлорид-ионов происходит реакция
$$\text{Cu}^{2+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}.$$

На поверхности цинка образуются островки меди, на которых выделяется водород:

$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ Но электроны водород(протон) получает не от меди (она правее водорода в ряду электрохимических потенциалов), а от стоящего левее цинка: $Zn - 2e^- \rightarrow Zn^{2+}$. Медь выполняет роль инертного электрода - образуется гальваническая пара. Выделяющийся на меди водород теперь не закрывает пузырьками поверхность цинка, и скорость реакции возрастает.

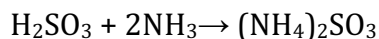
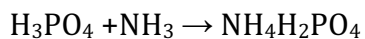
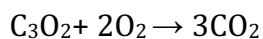
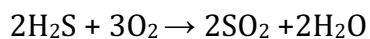
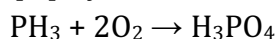
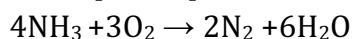
4. Если же медный купорос добавить к фосфорной кислоте в отсутствие хлорид-ионов, то одновременно с вытеснением меди цинком образуется осадок нерастворимых фосфатов и гидрофосфатов меди и ионы меди могут просто не успеть дойти до поверхности цинка. В присутствии хлорид-ионов медь, как и цинк, более растворима благодаря образованию смешанных фосфат-хлоридов. Следовательно, в чистой фосфорной кислоте реакция может и не ускориться. Если же количество добавляемого медного купороса достаточно велико, то возможно ускорение реакции благодаря тому, что сульфат цинка, как и хлорид, хорошо растворим в воде и образует кристаллогидраты.

№9-7-2000.респ.

В большинстве случаев при сжигании газообразных гидридов образуются оксиды, способные реагировать с водой. Образование при сжигании Γ_1 нерастворимого в воде газа Γ_7 говорит о том, что газом Γ_1 мог быть только аммиак, что дополнительно подтверждается способностью газа Γ_1 реагировать с растворами кислот. $M_r(NH_3)=17$, тогда $M_r(\Gamma_2)=M_r(\Gamma_3)=34$. Такое значение M_r имеют H_2S и PH_3 . При сжигании PH_3 образуются P_2O_5 и H_2O , а после приведения продуктов реакции к обычным условиям образуется только один продукт - ортофосфорная кислота H_3PO_4 . $\Gamma_3 - H_2S$, в результате сжигания которого образуются SO_2 и H_2O . H_2SO_4 действительно способна реагировать с H_2S и NH_3 .

Для газа Γ_4 $M_r=68$. Предположим, учащийся не знает о существовании газа, который имеет такое значение относительной молекулярной массы и дает при сжигании всего один продукт - газ Γ_6 . Очевидно, в состав газа входит углерод так как $\Gamma_6 \neq \Gamma_5$, а по условию, один оксид при сжигании образует углекислый газ (другие варианты, как легко убедиться, невозможны). Угарный газ не соответствует значению $M_r(\Gamma_4)$.

По условию задачи, массовая доля одного из элементов в результате возросла в 1,55 раза. Таким элементом мог быть только кислород, но поскольку продукт сжигания CO_2 , то можно вычислить $w(O)$ в Γ_4 , исходя из $w(O)$ в CO_2 . Получим, что в газе Γ_4 $w(O)=0,47$. Тогда на долю кислорода приходится 32 а.е.м. и формула $\Gamma_4 - C_3O_2$. Уравнения соответствующих реакций:



Формулу газа Γ_4 можно было установить числовым путем, исходя из того, что, по условию задачи, один газообразный оксид переходит при сжигании в другой. Можно сделать вывод, что в состав Γ_4 может входить либо углерод, либо сера. Анализ значения M_r газа Γ_4 показывает, что единственной комбинацией, дающей такое суммарное значение M_r является сочетание в молекуле двух атомов кислорода и трех атомов углерода.