



Интернет-семинар (вебинар)

Методика подготовки к олимпиадам и интеллектуальным турнирам по химии.

Часть 1.

(На примере заданий заочного этапа XIV турнира им. М.В. Ломоносова)

для учителей химии и родителей участников турнира

14 января 2014 г.

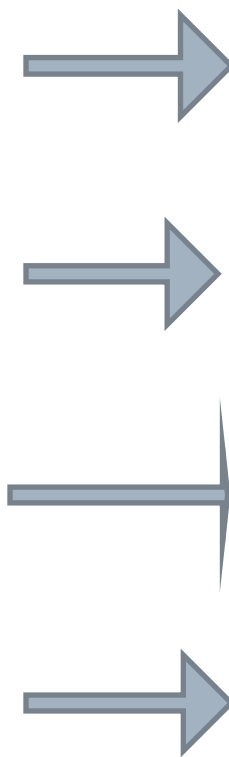
900igr.net

ЦЕЛИ ТУРНИРА:

ВЫЯВИТЬ НАИБОЛЕЕ ПОДГОТОВЛЕННЫХ УЧАЩИХСЯ,
ИМЕЮЩИХ ОСОБЫЕ СПОСОБНОСТИ И СКЛОННОСТИ К
ПРЕДМЕТУ ХИМИЯ

ПОДДЕРЖАТЬ И РАЗВИТЬ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ
ИНТЕРЕСЫ УЧЕНИКОВ В ОБЛАСТИ **ХИМИИ**

Оценить уровень знаний по **химии** с целью отбора
для участия в очном этапе Ломоносовского турнира



Дополнительные материалы

На **Турнире** можно использовать таблицы:

- “Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева”
- “Растворимость оснований, кислот и солей в воде”
 - “Ряд стандартных электродных потенциалов”.

Участникам **Турнира** разрешается использование калькулятора (финансового или инженерного, без функции программирования).

Структура заданий 8 класса

Общее
количество
заданий - 10



Задание состоит
из одной части
открытого типа.



Ответами на задания
могут быть
химические символы,
буквы и число

**ОБЩЕЕ ВРЕМЯ, ОТВОДИМОЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ – 90
МИНУТ**

Перечень проверяемых умений в задании по темам

- Вычисление массы определенного количества вещества.
- Вычисление количества вещества (в молях) по массе вещества.
- Вычисление объема (массы) определенного количества газообразного вещества при заданных условиях.
- Составление химических переходов (уравнений реакций) одних веществ в другие с использованием генетической связи между классами соединений, (качественные задачи).

Система оценивания отдельных заданий и работы в целом 8 класс

**Максимальный
балл - 40**



**Каждое правильно
решенное задание
оценивается
в 4 балла**



**Если задание
предполагает несколько
ответов, тогда 4 балла
делится
пропорционально
количеству ответов**

Структура заданий 9 класса

Общее
количество
заданий - 10



Задание состоит
из одной части
открытого типа.



Ответами на задания
могут быть
химические символы,
буквы и число

**ОБЩЕЕ ВРЕМЯ, ОТВОДИМОЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ – 90
МИНУТ**

Перечень проверяемых умений в задание по темам

- Вычисление массовых долей (процентного содержания) элементов в сложном веществе по его формуле.
- Вычисление массы определенного количества вещества.
- Вычисление количества вещества (в молях) по массе вещества.
- Вычисление объема (массы) определенного количества газообразного вещества при заданных условиях.
- Вычисление массы продукта реакции по известным массовым долям исходных веществ.
- Кинетические закономерности протекания химических реакций.
- Составление химических переходов (уравнений реакций) одних веществ в другие с использованием генетической связи между классами соединений, окислительно-восстановительные реакции (качественные задачи).

Система оценивания отдельных заданий и работы в целом 9 классе

**Максимальный
балл- 50**



**Каждое правильно
решенное задание
оценивается
в 5 баллов**



**Если задание
предполагает несколько
ответов, тогда 5 баллов
делится
пропорционально
количеству ответов**

Структура заданий 10 класса

Общее
количество
заданий - 10



Задание состоит
из одной части
открытого типа.



Ответами на
задания могут
быть химические
символы, буквы и
числа

**ОБЩЕЕ ВРЕМЯ, ОТВОДИМОЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ – 90
МИНУТ**

Перечень проверяемых умений в задание по темам

- Вычисление массовой доли растворенного вещества в растворе, если известна масса растворенного вещества и масса раствора.
- Вычисление массы определенного количества вещества.
- Вычисление количества вещества (в молях) по массе вещества.
- Вычисление относительной плотности газообразных веществ.
- Вычисление объема (массы) определенного количества газообразного вещества при заданных условиях.
- Нахождение простейшей химической формулы по массовым долям элементов.
- Вычисление массы продукта реакции по известным массовым долям исходных веществ.

Перечень проверяемых умений в задании по темам

- Вычисление массы продукта реакции по известной массе одного из вступивших в реакцию веществ.
 - Вычисление массовой доли компонентов смеси, на основе данных задачи.
 - Установление молекулярной формулы газообразного вещества по продуктам сгорания.
 - Энергетические закономерности протекания химических реакций.
 - Составление химических переходов (уравнений реакций) одних веществ в другие с использованием генетической связи между классами соединений, окислительно-восстановительные реакции (качественные задачи).
-

Система оценивания отдельных заданий и работы в целом 10 классе

**Максимальный
балл - 40**



**Каждое правильно
решенное задание
оценивается
в 4 балла**



**Если задание
предполагает несколько
ответов, тогда 4 балла
делится
пропорционально
количеству ответов**

Структура заданий 11 класса

Общее
количество
заданий - 10



Задание состоит из
одной части
открытого типа.



Ответами на задания
могут быть
химические символы,
буквы и число

**ОБЩЕЕ ВРЕМЯ, ОТВОДИМОЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЙ – 90
МИНУТ**

Перечень проверяемых умений в задании по темам

- Строение атома.
- Химическая связь.
- Кинетические и энергетические закономерности протекания химических реакций.
- Составление химических переходов (уравнений реакций) одних веществ в другие с использованием генетической связи между классами соединений, окислительно-восстановительные реакции, **электролиз**, **гидролиз** и др. (качественные задачи).
- Вычисление массы определенного количества вещества.

Перечень проверяемых умений в задании по темам

- Вычисление относительной плотности газообразных веществ.
- Вычисление объема (массы) определенного количества газообразного вещества при заданных условиях.
- Вычисление массы продукта реакции по известным массовым долям исходных веществ.
- Вычисление массы продукта реакции по известной массе одного из вступивших в реакцию веществ.
- Вычисление массовой доли компонентов смеси, на основе данных задачи.
- Установление молекулярной формулы газообразного вещества по продуктам сгорания.

Система оценивания отдельных заданий и работы в целом 11 классе

**Максимальный
балл- 50**



**Каждое правильно
решенное задание
оценивается
в 5 баллов**



**Если задание
предполагает несколько
ответов, тогда 5 баллов
делится
пропорционально
количеству ответов**

Разновидности заданий для 8 класса

Рассчитайте объем, который занимает (при н.у.) порция газа, необходимого для дыхания, если в этой порции содержится $2,69 \cdot 10^{22}$ молекул этого газа. Какой это газ?

Решение. Газ, необходимый для дыхания - это, конечно, кислород. $N(\text{O}_2) = 2,69 \cdot 10^{22}$ (молекул), $V_M = 22,4$ л/моль (н.у.), $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹, $V(\text{O}_2) = ?$ (н.у.)

В решении задачи используются уравнения, связывающие между собой число частиц $N(\text{O}_2)$ в данной порции вещества $n(\text{O}_2)$ и число Авогадро N_A : $n(\text{O}_2) = N(\text{O}_2) / N_A$, а также количество, объем и молярный объем газообразного вещества (н.у.): $n(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) / V_M$

Отсюда: $V(\text{O}_2) = V_M \cdot n(\text{O}_2) = (V_M \cdot N(\text{O}_2)) / N_A = (22,4 \cdot 2,69 \cdot 10^{22}) : (6,02 \cdot 10^{23})$ [(л/моль) : моль⁻¹] = 1,0 л

Ответ. Порция кислорода, в которой содержится указанное в условии число молекул, занимает при н.у. объем 1 л.

Разновидности заданий для 8 класса

Важнейшая проблема в промышленном производстве удобрений - получение так называемого "связанного азота". В настоящее время ее решают путем синтеза аммиака из азота и водорода. Какой объем аммиака (при н.у.) можно получить в этом процессе, если объем исходного водорода равен 300 л, а практический выход (z) - 43 %?

Решение. Запишем уравнение реакции и условие задачи в формульном виде: $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$

$V(H_2) = 300$ л; $z(NH_3) = 43\% = 0,43$, $V(NH_3) = ?$ (н.у.)

Объем аммиака $V(NH_3)$, который можно получить в соответствии с условием задачи, составляет:

$$\begin{aligned} V(NH_3)_{\text{практ}} &= V(NH_3)_{\text{теор}} \cdot z(NH_3) = \frac{2}{3} \cdot V(H_2) \cdot z(NH_3) = \\ &= \frac{2}{3} \cdot 300 \cdot 0,45 \text{ [л]} = 86 \text{ л} \end{aligned}$$

Ответ. 86 л (при н.у.) аммиака.

Разновидности заданий для 8 класса

Для засола огурцов используют 7%-ный водный раствор поваренной соли (хлорида натрия). Рассчитайте массу соли и объем воды для приготовления 5 л 7%-ного раствора хлорида натрия, если его плотность равна 1048 г/л.

Решение. $V_1 = 5$ л; $d_1 = 1048$ г/л; $w(\text{NaCl}) = 7\% = 0,07$;
 $M(\text{NaCl}) = 58,5$ г/моль; $d(\text{воды}) = 1000$ г/л, $m(\text{NaCl}) = ?$, $V(\text{воды}) = ?$
Используется уравнение, связывающее между собой массу
раств. вещества, его массовую долю, а также плотность и объем
раствора: $m(\text{NaCl}) = w(\text{NaCl}) * d_1 * V_1 = 0,07 * 1048 * 5$
[(г/л) * л] = 366,8 г,

$V(\text{воды}) = m(\text{воды}) / d(\text{воды}) = (m_1 - m(\text{NaCl})) / d(\text{воды}) =$
 $= (d_1 * V_1) - (w(\text{NaCl}) * (d_1 * V_1)) = (d_1 * V_1) * (1 - w(\text{NaCl})) =$
 $= (1048 * 5) * (1 - 0,07)$ [(г/л) * л] = 4,873 л = 4873 мл

Ответ. 366,8 г NaCl и 4873 мл воды.

Разновидности заданий для 9 класса

Если растения (например, помидоры) в теплице были поражены фитофторозом, то рекомендуется после сбора урожая и удаления ботвы с грядок обработать землю 1,5%-ным (в расчете на безводную соль) раствором сульфата меди. Какая масса кристаллогидрата состава $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (кр) требуется для приготовления 100 л такого раствора? Плотность 1,5%-ного раствора CuSO_4 равна 1014 г/л.

Решение. Запишем условие задачи:

$$V_1 = 100 \text{ л}; d_1 = 1014 \text{ г/л}; M(\text{кр}) = 250 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}; w(\text{CuSO}_4) = 1,5\% = 0,015, m(\text{кр}) = ?$$

В решении задачи используется соотношение:

$$\begin{aligned} m(\text{кр}) &= m(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{кр}) / M(\text{CuSO}_4) = \\ &= w(\text{CuSO}_4) \cdot d_1 \cdot V_1 \cdot M(\text{кр}) / M(\text{CuSO}_4) = \\ &= 0,015 \cdot 1014 \cdot 100 \cdot 250 / 160 [(\text{г/л}) \cdot \text{л}] = 2376 \text{ г} = 2,376 \text{ кг} \end{aligned}$$

Ответ. 2,376 кг $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Разновидности заданий для 9 класса

В химическом кабинете пролили на пол немного соляной кислоты, и к концу урока она полностью испарилась. Много ли молекул HCl оказалось в воздухе, если масса хлороводорода, перешедшего в газообразное состояние, равна 1 г?

Решение. Запишем условие задачи: $m(\text{HCl}) = 1 \text{ г}$, $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}$, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$, $N(\text{HCl}) = ?$

В решении этой задачи используется уравнение:

$n(\text{HCl}) = N(\text{HCl}) / N_A$; отсюда: $N(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) * N_A$;

Чтобы найти $n(\text{HCl})$, необходимо воспользоваться соотношением: $n(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) / M(\text{HCl})$

Итоговая расчетная формула для решения задачи такова:

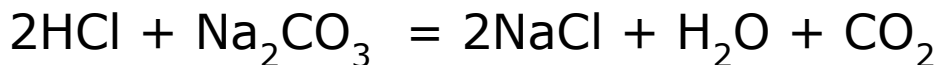
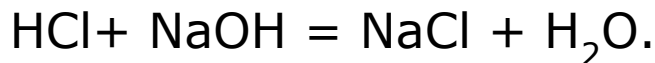
$$N(\text{HCl}) = [N_A * m(\text{HCl})] / M(\text{HCl}) = [6,02 * 10^{23} * 1] / 36,5$$
$$[(\text{моль}^{-1} * \text{г}) : (\text{г/моль})] = 1,65 * 10^{22}$$

Ответ. В воздухе химического кабинета оказалось чрезвычайно много молекул HCl - $1,65 * 10^{22}$

Разновидности заданий для 9 класса

Прежде чем вылить в канализацию жидкие отходы лабораторных работ, содержащие соляную кислоту, полагается их нейтрализовать щелочью (например, NaOH) или содой (Na_2CO_3). Определите массы NaOH и Na_2CO_3 , необходимые для нейтрализации отходов, содержащих 0,45 моль HCl . Какой объем газа (при н.у.) выделится при нейтрализации указанного количества отходов содой?

Решение. Запишем уравнения реакций



Для нейтрализации заданного количества HCl в соответствии с уравнениями реакций (1) и (2) требуется: $n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl})$

$$= 0,45 \text{ моль}; m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,45 \cdot 40 = 18 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{HCl}) / 2 = 0,45 : 2 \text{ [моль]} = 0,225 \text{ моль};$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,225 \cdot 106 = 23,85 \text{ г}$$

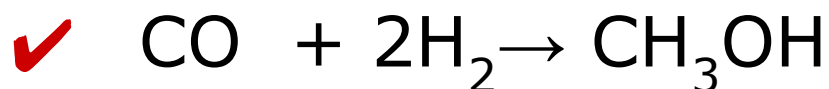
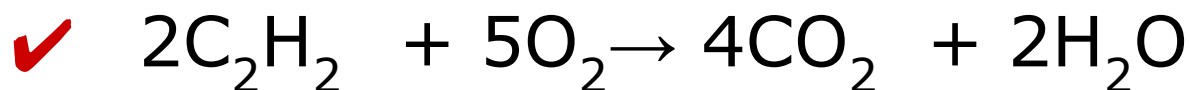
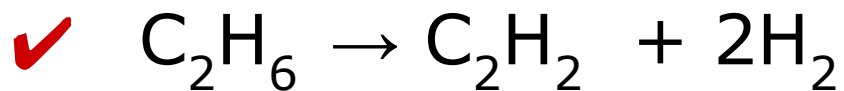
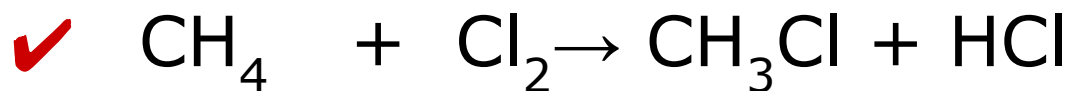
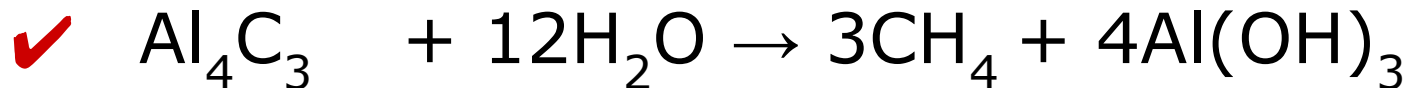
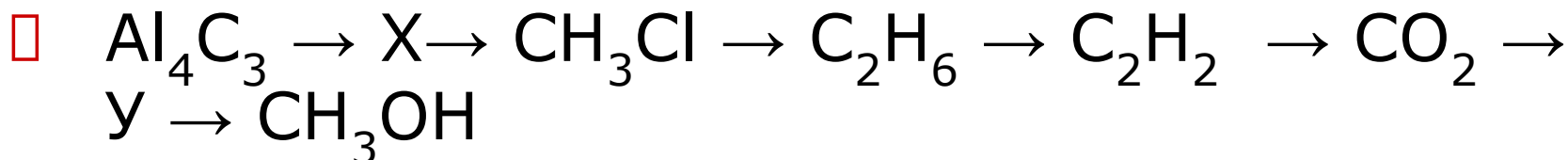
$$\text{Для расчета объема углекислого газа, } n(\text{CO}_2) = n(\text{HCl}) / 2 = 0,45 : 2 \text{ [моль]} = 0,225 \text{ моль};$$

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_M = 0,225 \cdot 22,4 \text{ [моль} \cdot \text{л/моль]} = 5,04 \text{ л}$$

Ответ. 18 г NaOH ; 23,85 г Na_2CO_3 ; 5,04 л CO_2

Разновидности заданий для 10 класса

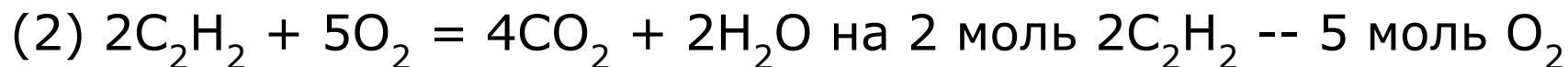
□ Осуществить следующие превращения и в ответе указать вещества X и Y



Разновидности заданий для 10 класса

Какой объем воздуха (н.у.) потребуется для сжигания смеси, состоящей из 5 л метана и 15 л ацетилен?

Решение.



Объем кислорода, который пойдет на сжигание заданного объема метана $V_1(\text{O}_2)$ и ацетилен $V_2(\text{O}_2)$, составит:

$$V_1(\text{O}_2) = 2V(\text{CH}_4) = 2 \times 5 = 10 \text{ л}$$

$$V_2(\text{O}_2) = 5/2 V(\text{C}_2\text{H}_2) = 5/2 \times 15 = 37,5 \text{ л}$$

$$V(\text{O}_2) = V_1(\text{O}_2) + V_2(\text{O}_2) = 10 \text{ л} + 37,5 \text{ л} = 47,5 \text{ л}$$

Отсюда рассчитаем объем воздуха на сжигание (содержание кислорода в воздухе принимаем равным 21% по объему):

$$V(\text{воздуха}) = V(\text{O}_2) : 0,21 = 47,5 \text{ л} : 0,21 = 226 \text{ л}$$

Ответ. $V(\text{воздуха}) = 226 \text{ л}$

Разновидности заданий для 10 класса

При сгорании органического вещества массой 4,8 г образовалось 3,36 л CO_2 (н.у.) и 5,4 г воды. Плотность паров органического вещества по водороду равна 16. Определите молекулярную формулу исследуемого вещества.

Решение: Найдем количество продуктов реакции (в моль):
В состав исходного соединения входило 0,15 моль атомов углерода и 0,6 моль атомов водорода, вычислим их массы:

$$m(\text{H}) = 0,6 \text{ моль} \times 1 \text{ г/моль} = 0,6 \text{ г}$$

$$m(\text{C}) = 0,15 \text{ моль} \times 12 \text{ г/моль} = 1,8 \text{ г}$$

Определим, входил ли кислород в состав исходного вещества:

$$m(\text{O}) = 4,8 - (0,6 + 1,8) = 2,4 \text{ г}$$

Найдем число моль атомов кислорода:

$$n(\text{O}) = m(\text{O}) / M(\text{O}) = 2,4 \text{ г} : 16 \text{ г/моль} = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,15 : 0,6 : 0,15 = 1 : 4 : 1$$

Итак, простейшая формула исходного вещества CH_4O .

Зная относительную плотность исходного вещества по водороду, найдем молярную массу вещества:

$$M(\text{CH}_4\text{O}) \cdot x = M(\text{H}_2) \cdot D(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль} \cdot 16 = 32 \text{ г/моль}$$

$$x = 32 \text{ г/моль} / 32 \text{ г/моль} = 1$$

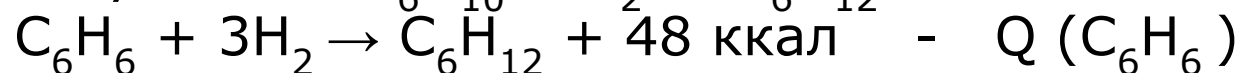
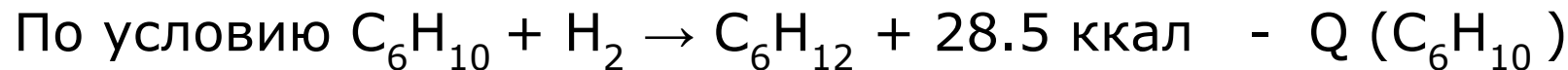
Ответ. Формула исходного органического вещества CH_4O .²⁷

Разновидности заданий для 11 класса

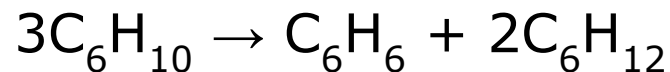
При гидрировании 1 моль циклогексена выделяется 28,5 ккал тепла, а при полном гидрировании 1 моль бензола выделяется 48 ккал.

Определите, сколько тепла выделится при каталитическом разложении 49,2 г циклогексена на бензол и циклогексана.

Решение:



Необходимо определить тепловой эффект реакции:



Видно, что он составляет $3 \cdot 28,5 - 48 = 37,5$ ккал на моль бензола.

При диспропорционировании 49,2 г C_6H_{10} выделяется

$$49,2 \cdot 37,5 / (3 \cdot 82) = 7,5 \text{ ккал.}$$

Разновидности заданий для 11 класса

Электролиз 470 г 8 %-ного раствора нитрата меди(II) продолжали до тех пор, пока масса раствора не уменьшилась на 19,6 г. Вычислите массовые доли соединений в растворе, полученном после окончания электролиза, и массы веществ, выделившихся на инертных электродах.

Решение: Итоговое уравнение электролиза раствора нитрата меди(II):
$$2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3 + 2\text{Cu} + \text{O}_2\uparrow. (1)$$

Определим количество соли в исходном растворе:

$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 470 \cdot 0,08/188 = 0,2 \text{ (моль)}.$$

Масса раствора уменьшится на массу меди и кислорода, количества которых 0,2 и 0,1 моль. При этом масса раствора уменьшится на 16 г ($0,2 \cdot 64 + 0,1 \cdot 32 = 16$), электролиз продолжался согласно

уравнению: $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$. В ходе этой реакции электролизу подверглось 3,6 г ($19,6 - 16$), или 0,2 моль воды.

Масса раствора, оставшегося после электролиза: $m(\text{р-ра}) = 470 - 19,6 = 450,4 \text{ (г)}$. В этом растворе согласно уравнению (1) содержится

0,4 моль, или 25,2 г азотной кислоты. Определим массовую долю азотной кислоты: ~~$w(\text{HNO}_3) = (25,2/450,4) \cdot 100 \% = 5,59 \%$~~ . На

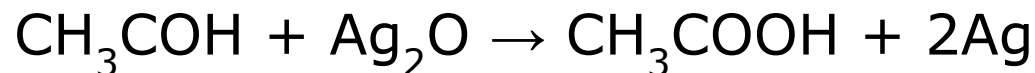
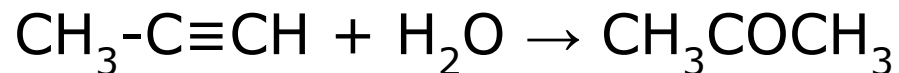
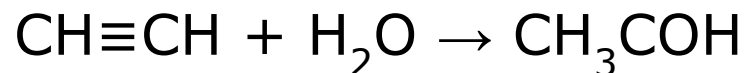
катоде 0,2 моль (12,8 г) меди 0,2 моль (0,1 + 0,1) кислорода, его масса составляет 6,4 г

Разновидности заданий для 11 класса

Смесь этина и пропина объемом 1,108 л (н.у.) подвергли гидратации в присутствии сульфата ртути (II).

При нагревании продуктов реакции с аммиачным раствором окиси серебра выпало 2,16 г металла.

Учитывая, что массовые доли выхода продуктов по каждой реакции составляют 90 %, определите состав исходной смеси в объемных долях.



$$v(\text{Ag}) = 2.16/108 = 0.02 \text{ моль}$$

$$V(\text{C}_2\text{H}_2) = 0.02 \cdot 22.4 / (2 \cdot (0.9 \cdot 0.9)) = 0.277 \text{ л}$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_2) = 0.277/1.108 = 0.25; \quad \varphi(\text{C}_3\text{H}_4) = 0.75.$$

Рекомендуемая литература

- Хомченко Г.П. Химия для поступающих в вузы. М.; Высшая школа, любое здание.
- Хомченко Г.П., Хомченко И.Г. Задачи по химии для поступающих в вузы. М.: Высшая школа, любое здание.
- Кузьменко Н.Е. и др. Сборник конкурсных задач по химии для школьников и абитуриентов. М.: Оникс, любое здание.
- Химия: Справочные материалы / под ред. Ю. Д.Третьякова. 1-3-е изд. М.: Просвещение, любое здание.



Спасибо за внимание!

14 января 2014 г.