

2. УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ

9 класс

1. Вспомните, что такое гидрид металла. И повторите тему «Термохимические расчеты».

2. Обратите внимание, что в условии данной задачи нет слов «...Все указанные соединения содержат общий элемент».

3. На основании данных о тепловом эффекте проведенной реакции и теплоты образования иодоводорода определите количество полученного вещества. Тогда несложно будет рассчитать и количества прореагировавших иода и водорода....

4. Подумайте об окислительно-восстановительных свойствах алюминия и нитратов. Как повлияет присутствие влаги на возможность окислительно-восстановительной реакции между ними? Соли какого металла – натрия или калия – являются, с Вашей точки зрения, более гигроскопичными?

5. Зная формулу сплава элемента Y с натрием и массовые доли элементов в этом сплаве Вы должны легко определить неизвестный элемент. Очевидно, он содержится и в веществе X . Предположим, что в 1 моль вещества X содержится 1 моль атомов элемента Y ... Исходя из этого предположения и зная массовые доли остальных элементов (углерода и водорода) Вы можете определить формулу вещества X .

6. Подумайте, темнеет ли золото при хранении в ювелирных магазинах... В чем отличие химического состава хрусталя от обычного стекла... Почему в пункте (В) рекомендуется использовать именно оцинкованное ведро... Размышления на эту тему помогут Вам справиться со многими вопросами задачи.

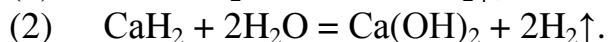
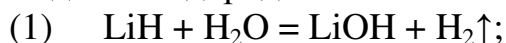
7. Подумайте, какой осадок мог получиться в результате прошедшей реакции – обратите внимание, что масса осадка больше массы исходного вещества. По-видимому, вариантов, которые надо перебрать, совсем немного: при растворении в воде может выпасть только гидроксид металла, а исходным веществом может быть гидрид, оксид или пероксид. Зная рН раствора, нетрудно и определить концентрацию гидроксид-ионов в растворе.

3. Решения задач

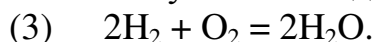
9 класс

1. Темы: «Гидриды металлов», «Тепловой эффект химической реакции»

А) Гидриды, входящие в состав водородного топлива, реагируют с водой, выделяя водород:



Полученный водород сжигают:



Б) Масса смеси гидридов в 500 г топлива равна:

$$500 \cdot (1 - 0,0095) = 495,25 \text{ (г)}.$$

$$M(\text{LiH}) = 8 \text{ г/моль}, M(\text{CaH}_2) = 42 \text{ г/моль}.$$

В смеси содержится: $(500 \cdot 0,4021) : 40 = 5,026$ (моль) CaH_2 и также число молей LiH : $(495,25 - 42 \cdot 5,026) : 8 = 35,52$ (моль).

Число молей водорода, полученного из LiH (см. уравнение 1), равно 35,52 (моль), а из CaH_2 (см. уравнение 2): $5,026 \cdot 2 = 10,052$ (моль). Суммарное число молей водорода равно: $35,52 + 10,052 = 45,572$ (моль).

При сгорании 1 моль водорода выделяется 286 кДж теплоты

При сгорании 45,572 моль водорода выделяется $286 \cdot 45,572 = 13033,592$ кДж теплоты.

Таким образом, при сгорании **500 г** водородного топлива выделяется **13033,6 кДж** теплоты.

В) 46000 кДж теплоты выделяется при сжигании 1 л бензина

13033,6 кДж теплоты выделяется при сжигании V л бензина.

Отсюда **V(бензин) = $(13033,6 \cdot 1) : 46000 = 0,283$ (л).**

Г) Взаимодействие тетрагидридобората лития с водой протекает по уравнению: $\text{LiBH}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Li}[\text{B}(\text{OH})_4] + 4\text{H}_2 \square$.

$M(\text{LiBH}_4) = 22$ г/моль

22 г LiBH_4 выделяют 4 моль водорода

500 г « « х моль «

Значит LiBH_4 выделит водорода: $500 : 22 \cdot 4 = 90,91$ моль

Теплота сгорания 45,572 моль водорода эквивалентна теплоте сгорания 0,283 л бензина

« « 90,91 моль « « « « х л
«

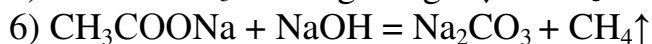
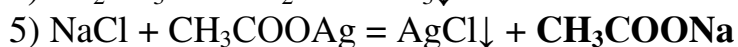
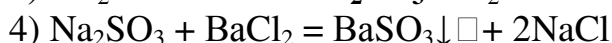
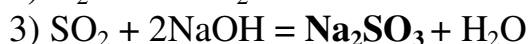
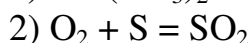
Отсюда $x = 90,91 \cdot 0,283 : 45,572 = 0,565$ (л).

Таким образом, тетрагидридоборат лития является более эффективным водородным топливом (без учета экономических факторов, т.е. стоимости соответствующих веществ), чем смесь гидридов лития и кальция с неактивным компонентом.

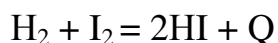
2. Тема: «Свойства неорганических веществ»

Один из возможных вариантов решения: **А - O_2 , кислород; Б - Na_2SO_3 , сульфит натрия; В - CH_3COONa , ацетат натрия.**

Уравнения реакций:



3. Темы: «Тепловой эффект химической реакции», «Химическое равновесие. Константа химического равновесия».



Так как в результате реакции выделилось 8,4 кДж теплоты, то в реакции образовалось иодоводорода: $8,4/7,0 = 1,2$ (моль).

На это количество иодоводорода израсходовалось по 0,6 моль водорода и иода.

Находим равновесные количества веществ. Состав равновесной (конечной) смеси: водорода $1,2 - 0,6 = 0,6$ (моль), иода $0,7 - 0,6 = 0,1$ (моль).

Выразим равновесные концентрации через количества веществ и подставим их в выражение для константы равновесия K:

$$K = [\text{HI}]^2 / [\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2] = (1,2/V)^2 / (0,6/V \cdot 0,1/V) = 24,$$

где V – объем реакционного сосуда.

4. Тема: «Окислительные свойства азотной кислоты и ее солей»

А) При высокой температуре алюминий является очень сильным и активным восстановителем. Поэтому возможно протекание реакций восстановления различных веществ до наиболее стабильных состояний и образование оксида алюминия (или нитрида алюминия):



Состав продуктов обычно зависит от соотношения количеств алюминия и нитрата калия.

Б) При повышенной влажности между алюминием и водой возможна реакция, в результате которой выделяется атомарный водород:



Атомарный водород (водород в момент выделения) является одним из самых сильных и активных восстановителей и может восстанавливать нитрат-ионы до самых различных продуктов (NH_3 , N_2 , N_2O , NO , NO_2). Из-за очень высокой активности атомарного водорода преимущественным продуктом этой реакции является аммиак. Выделяющийся аммиак растворяется в воде и создает щелочную среду. Это способствует растворению пленки оксида алюминия и дальнейшему ускорению реакции алюминия с водой. В результате этих процессов разрушается весь нитрат калия и состав становится непригодным для использования.

В) Лучше хранится состав с нитратом калия, так как он обладает меньшей гигроскопичностью, чем нитрат натрия.

Г) Для предотвращения процессов, протекающих при хранении таких составов, следует ввести в их состав слабую кислоту (например, органическую) для связывания аммиака и предотвращения ускорения процесса разложения.

5. Тема: «Определение формулы вещества по его элементному составу»

А) В сплаве NaY содержится равное число молей этих элементов. Следовательно,

$$\frac{m(\text{Na})}{M(\text{Na})} = \frac{m(\text{Y})}{M(\text{Y})}$$

Подставляя численные значения, получим:

$$\frac{0,10}{22,99} = \frac{0,90}{M(\text{Y})}$$

Отсюда $M(\text{Y}) = 206,9$ г/моль. Следовательно, Y – это **свинец**.

Б) Содержание свинца в X составляет $100,00 - 29,71 - 6,23 = 64,06(\%)$.

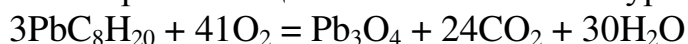
Представим формулу X в виде $\text{Pb}_a\text{C}_b\text{H}_c$, тогда

$$a : b : c = \frac{\omega(\text{Pb})}{M(\text{Pb})} : \frac{\omega(\text{C})}{M(\text{C})} : \frac{\omega(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{64,06}{207,2} : \frac{29,71}{12,01} : \frac{6,23}{1,01} = 0,31 : 2,47 : 6,17 = 1 : 8 : 20$$

Следовательно, молекулярная формула вещества X имеет вид **$\text{PbC}_8\text{H}_{20}$** .

В) Твердым продуктом горения вещества X является Pb_3O_4 (вещество Z) - **сурик**, описанный еще Плинием в качестве минерального пигмента.

Горение вещества X описывается уравнением:



Массу образовавшегося при горении Pb_3O_4 можно определить из пропорции:

$$\frac{m(PbC_8H_{20})}{3 \cdot M(PbC_8H_{20})} = \frac{m(Pb_3O_4)}{M(Pb_3O_4)}$$

Подставляя численные значения, получим:

$$\frac{10,0}{3 \cdot 323,44} = \frac{m(Pb_3O_4)}{685,57}$$

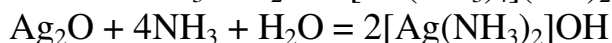
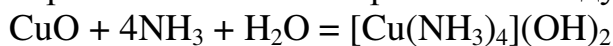
Отсюда $m(Pb_3O_4) = 7,07$ г.

Г) Крупномасштабное производство вещества **X** позволяет предположить, что это тетраэтилсвинец, который широко использовался в качестве антидетонационной добавки к топливу.

Использованные источники: Seyferth, D. *Organometallics* **2003**, 22(12), 2346 – 2357; Seyferth, D. *Organometallics* **2003**, 22(25), 5154 – 5178.

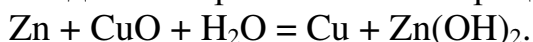
6. Темы: «Комплексные соединения», «Реакции замещения», «Химия иода», «Химия серебра»

А) Темнеют ювелирные изделия из-за взаимодействия меди и серебра, входящих в состав сплава, с кислородом воздуха. Соответственно, при обработке аммиаком протекают следующие процессы:



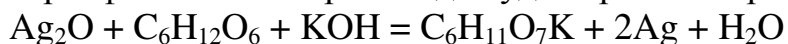
Б) В кислой среде силикат свинца, входящий в состав хрусталика и придающий ему блеск, будет частично выщелачиваться и переходить в раствор. С одной стороны, портится хрусталь (и теряет свой блеск), с другой – в растворе появятся ядовитые соли свинца.

В) В состав мельхиора входит медь, никель, иногда железо и марганец. Потемнение связано прежде всего с окислением меди. В указанных условиях пойдет электрохимический процесс:

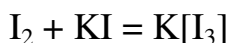


Хлорид натрия играет роль электролита и обеспечивает перенос электронов.

Г) Сладкий вкус замороженного картофеля связан с накоплением в нем глюкозы, являющейся хорошим восстановителем. Вместе с тем, в картофеле достаточно высоко содержание поташа, обуславливающего щелочную среду картофельного отвара. Тогда будет протекать реакция «серебряного зеркала»:

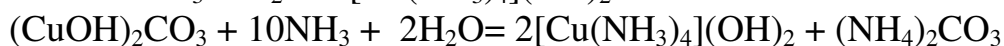
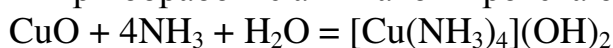


Д) Иод переходит в раствор в виде дииодоиодата(I) калия, который затем восстанавливается тиосульфатом натрия:



Е) Чернота и зелень на медных и латунных изделиях – это оксид меди и карбонат гидроксомеди, соответственно.

При обработке аммиаком протекают реакции:



7. Темы: «Расчеты по уравнениям химических реакций», «Химия щелочноземельных металлов»

А) Так как масса полученного раствора равна сумме масс воды и растворенного вещества, то это позволяет исключить выделение газообразных продуктов, т.е. растворение гидридов, пероксидов и т.д., а также варианты полного гидролиза солей.

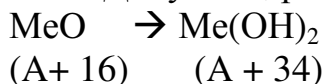
Выпадение осадка при охлаждении раствора, большее значение массы выпавшего осадка по сравнению с исходной навеской и значение рН фильтрата (щелочная среда) указывают на возможность следующих вариантов:

а) растворили оксид щелочноземельного металла, взаимодействующий с горячей водой, в осадке находится малорастворимое основание;

б) растворили оксид щелочноземельного металла, взаимодействующий с горячей водой, в осадке находится кристаллогидрат малорастворимого основания;

в) растворили соль (сильного основания и слабой кислоты), в осадке находится кристаллогидрат этой соли.

Допустим, растворили оксид щелочноземельного металла:



Общее число молей образовавшегося гидроксида равно числу молей оксида: $9/(A+16)$ моль

Число молей гидроксида в осадке: $9,75/(A+34)$ моль

Число молей гидроксида, оставшееся в растворе: $9/(A+16) - 9,75/(A+34)$

В растворе гидроксид диссоциирует по схеме: $\text{Me(OH)}_2 \rightarrow \text{Me}^{2+} + 2\text{OH}^-$, поэтому число молей ионов OH^- будет в 2 раза больше: $2[9/(A+16) - 9,75/(A+34)]$

Масса фильтрата равна: $29 - 9,75 = 19,25$ (г).

Объем фильтрата равен: $19,25 : 1,03 = 18,69$ (мл). Количество вещества гидроксид анионов в 1 л раствора:

$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-(14-13,28)} = 0,1905$ (моль/л). В фильтрате содержится: $(0,1905 \cdot 18,69) : 1000 = 0,00356$ или $3,56 \cdot 10^{-3}$ моль ионов OH^- .

Отсюда составляем уравнение: $2[9/(A+16) - 9,75/(A+34)] = 3,56 \cdot 10^{-3}$.

Решая полученное квадратное уравнение, находим $A = 137,3$ г/моль. Это **барий**.

Таким образом, в воде мог быть растворен оксид бария:



Б) Молярная концентрация вещества в растворе после выпадения осадка. В 1 л раствора содержится 0,1905 моль ионов OH^- , что соответствует 0,095 моль Ba(OH)_2 .

Значит, молярная концентрация Ba(OH)_2 равна **0,095 моль/л**.

В) Приготовленный раствор называется баритовой водой и используется (как и известковая вода) для очистки газов от углекислого газа.