

«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ»
ОЧНЫЙ ФИНАЛЬНЫЙ ТУР
(21 февраля 2021 года)
11 класс

Задача 11-1

Для того чтобы теннисный мяч хорошо отскакивал от корта необходимо, чтобы давление внутри мяча несколько превышало атмосферное. Для этого, перед тем как склеить две полусферы мяча, в них кладут таблетку двух солей. Склеенные резиновые половинки мяча помещают в форму и нагревают. В результате в нем протекает реакция с выделением газа, который и дает избыточное давление.

Для одного мяча используют таблетку, которая содержит эквимольную смесь двух солей **А** и **Б**. В результате полного прохождения реакции образуется газ **В**, который увеличивает давление в мяче до 1.2 атм. При комнатной температуре плотность газовой смеси в мяче по водороду 14.335. Известно, что при нагревании соли **А** образуется лишь газообразная смесь, плотность которой по водороду равна 13.375. Вещество **Б** окрашивает пламя в желтый цвет и является солью слабой одноосновной кислоты, которая существует только в разбавленных водных растворах и при нагревании превращается в сильную кислоту с окислительными свойствами.

1. Определите компоненты таблетки, предполагая, что воздух содержит только два компонента и объемная доля кислорода составляет 20%. Ответ подтвердите необходимыми расчетами.

2. Напишите уравнения реакций, протекающих при нагревании таблетки, и других реакций, о которых идет речь в условии задачи.

3. Почему в профессиональных теннисных соревнованиях теннисные мячи заменяют каждые 20-30 минут на новые, несмотря на то, что они являются целыми?

Решение

1.

Для расчета молярной массы образующегося газа **В** воспользуемся соотношением:

$$M(\text{В}) \cdot \varphi(\text{В}) + M(\text{воздуха}) \cdot \varphi(\text{Воздуха}) = M(\text{газовой смеси}),$$

где $M(\text{В})$ – молярная масса **В**;

$\varphi(\text{В})$ – мольная доля **В** в газовой смеси;

$M(\text{воздуха})$ – молярная масса воздуха;

$\varphi(\text{воздуха})$ – мольная доля воздуха в газовой смеси;

$M(\text{газовой смеси})$ – молярная масса газовой смеси.

Установим молярную массу воздуха указанного состава:

$$M(\text{воздуха}) = 0.2 \cdot 32 + 0.8 \cdot 28 = 28.8 \text{ г/моль.}$$

Рассчитаем молярную массу газовой смеси:

$$M(\text{газовой смеси}) = D(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 14.335 \cdot 2 = 28.67 \text{ г/моль.}$$

Мольные доли газов вычислим исходя из парциального давления газов в смеси:

$$\varphi(\text{В}) = 0.2/1.2 = 0.17 \quad \varphi(\text{воздуха}) = 1/1.2 = 0.83.$$

С учетом преобразований получаем следующее уравнение:

$$M(\text{В}) \cdot 0.2/1.2 + 28.8 \cdot 1/1.2 = 28.67,$$

отсюда получаем $M(\text{В}) = 28 \text{ г/моль.}$

Таким образом, газ **В** – это N_2 или CO , но CO не образуется при взаимодействии двух солей, поэтому газ **В** – это азот N_2 .

Учитывая, что при нагревании соли **А** образуется лишь газообразная смесь, а при нагревании таблетки выделяется N_2 , можно предположить, что **А** – это хлорид аммония NH_4Cl . Это предположение подтверждается расчетами.

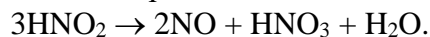


$$M(\text{смеси}) = M(\text{NH}_3) \cdot \varphi(\text{NH}_3) + M(\text{HCl}) \cdot \varphi(\text{HCl}) = 17 \cdot 0.5 + 36.5 \cdot 0.5 = 26.75 \text{ г/моль}.$$

$$\text{С другой стороны: } M(\text{смеси}) = D(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 13.375 \cdot 2 = 26.75 \text{ г/моль}.$$

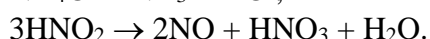
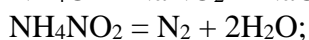
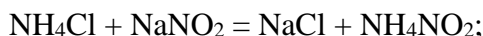
Таким образом, соль **A** – NH_4Cl .

По описанию вещество **B** соответствует нитриту натрия NaNO_2 , который окрашивает пламя в желтый цвет из-за присутствия ионов натрия, и является солью слабой азотистой кислоты, которая существует только в разбавленных водных растворах и при кипячении разрушается с образованием сильной азотной кислоты с окислительными свойствами:



Таким образом, таблетка представляет собой эквимольную смесь NH_4Cl и NaNO_2 .

2.



3.

Это связано с тем, что газ может понемногу диффундировать сквозь резину. Вследствие этого давление в мяче уменьшается, что ухудшает его игровые качества. На соревнованиях сила ударов теннисистов ракеткой по мячу очень большая, и диффузия ускоряется.

Задача 11-2

При сжигании 89.2 мг пигмента, выделенного из фотосинтезирующего организма, в избытке кислорода образуется 242 мг **A**, 64.8 мг **B**, 5.60 мг **B** и 4.00 мг **Г**.

1. О каких веществах идет речь, если известно, что **A** – это газ, который используют для газирования напитков, **B** – жидкость, которая является основой этих напитков, **B** – газ, содержащийся в воздухе, **Г** – белый порошок, который является оксидом легкого широко используемого металла, содержание которого в земной коре составляет около 2.35%.

2. Установите химическую формулу пигмента, учитывая, что его молекула содержит только один атом металла.

3. Напишите уравнение реакции горения пигмента.

Решение

1.

Напитки газуют углекислым газом, основой напитков является вода, самый распространенный газ в атмосфере – азот, а белый порошок – это оксид магния.

2.

Определим количества образованных веществ и массы элементов в молекуле пигмента:

$$n(\text{CO}_2) = 242 \text{ мг} / 44 \text{ г/моль} = 5.5 \text{ ммоль}; n(\text{C}) = 5.5 \text{ ммоль}; m(\text{C}) = 5.5 \cdot 12 = 66 \text{ мг}.$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 64.8 \text{ мг} / 18 \text{ г/моль} = 3.6 \text{ ммоль}; n(\text{H}) = 7.2 \text{ ммоль}; m(\text{H}) = 7.2 \cdot 1 = 7.2 \text{ мг}.$$

$$n(\text{N}_2) = 5.6 \text{ мг} / 28 \text{ г/моль} = 0.2 \text{ ммоль}; n(\text{N}) = 0.4 \text{ ммоль}; m(\text{N}) = 0.4 \cdot 14 = 5.6 \text{ мг}.$$

$$n(\text{MgO}) = 4.0 \text{ мг} / 40 \text{ г/моль} = 0.1 \text{ ммоль}; n(\text{Mg}) = 0.1 \text{ ммоль}; m(\text{Mg}) = 0.1 \cdot 24 = 2.4 \text{ мг}.$$

$$m(\text{O}) = 89.2 - 66 - 7.2 - 5.6 - 2.4 = 8 \text{ мг}; n(\text{O}) = 8 / 16 = 0.5 \text{ ммоль}.$$

Соотношение количеств элементов в молекуле пигмента:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) : n(\text{Mg}) = 5.5 : 7.2 : 0.4 : 0.5 : 0.1 = 55 : 72 : 4 : 5 : 1.$$

Таким образом, формула пигмента $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{N}_4\text{O}_5\text{Mg}$.

3.



Задача 11-3

Твердое вещество **A** и жидкое **B** при сгорании образуют только CO_2 и воду. Оба

вещества содержат в молекуле по 3 атома кислорода. Массовая доля водорода меньше массовой доли кислорода в 12 раз (А) и в 6 раз (Б). Массовая доля углерода больше, чем массовая доля водорода в 24 раза (А) и в 4.5 раза (Б). При длительном нагревании смеси А + Б + масляная кислота (1:1:1) при температуре выше 100°C в присутствии серной кислоты (катализатор) получается полимерная алкидная смола В, раствор которой в углеводородном растворителе применяется как основа для глифталевой алкидной краски. Алкидную полимерную смолу можно растворить в горячем спиртовом растворе щелочи. Если проводить реакцию А + Б (1:1) в отсутствие масляной кислоты, то получится полимерная алкидная смола Г, которая отличается от смолы В пониженной растворимостью в углеводородных растворителях.

Составьте структурные формулы А, Б, В, Г, считая В и Г линейными неразветвленными полимерами.

Напишите уравнение реакции синтеза алкидных смол В и Г.

Напишите уравнение реакции, протекающей при растворении смолы В в щелочи.

Напишите уравнения промышленного получения А из нафталина C₁₀H₈ в 1 стадию; Б из пропена в три стадии через промежуточное последовательное образование C₃H₄O и C₃H₆O.

Предположите объяснение различия растворимости смол В и Г в неполярных углеводородных растворителях.

Решение

Пусть вещество А имеет формулу C_xH_yO₃.

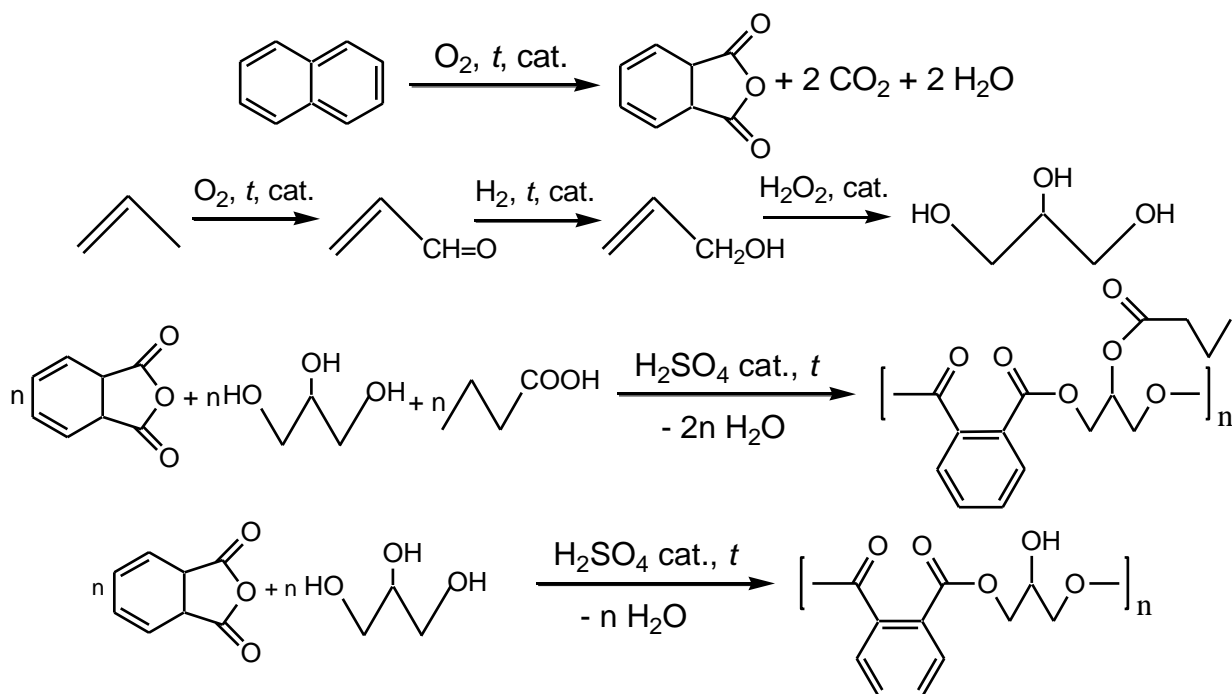
$\omega(\text{O})/\omega(\text{H}) = 12 = 48/y$. Отсюда $y=4$. Формулу опростим: C_xH₄O₃.

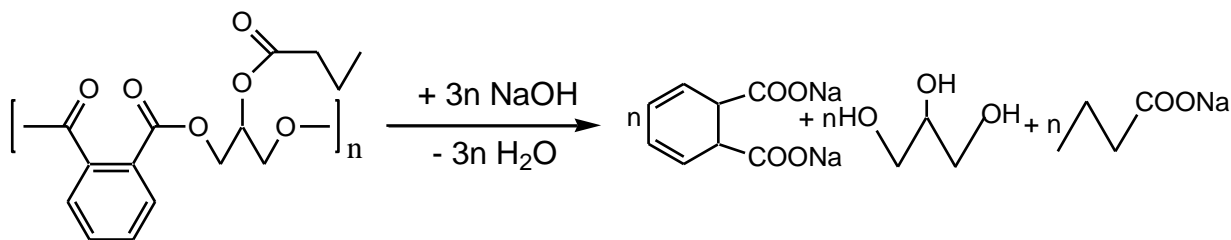
$\omega(\text{C})/\omega(\text{H}) = 24 = 12x/4$. Отсюда $x=8$. Формула А: C₈H₄O₃. Это фталевый ангидрид.

Аналогично пусть вещество Б имеет формулу C_xH_yO₃.

$\omega(\text{O})/\omega(\text{H}) = 6 = 48/y$. Отсюда $y=8$. Формулу опростим: C_xH₈O₃.

$\omega(\text{C})/\omega(\text{H}) = 4.5 = 12x/8$. Отсюда $x=3$. Формула Б: C₃H₈O₃. Это глицерин.





Растворимость в неполярных растворителях выше у смолы В по сравнению с Г, так как вместо полярной гидроксигруппы имеется неполярная сложноэфирная группа с алкильным радикалом на конце.

Задача 11-4

Твердый кристаллогидрат А ацетата натрия содержит 16.91% металла. При нагревании его выше 58°C он плавится. Будучи медленно охлажденным в покое до комнатной температуры, он остается жидким, но дальше при энергичном перемешивании стеклянной палочкой быстро сам разогревается.

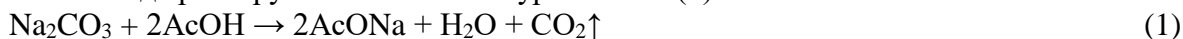
1. Определите формулу кристаллогидрата А.
2. Что происходит с веществом в момент разогревания, откуда берется энергия?
3. Рассчитайте мольную энтальпию данного процесса, если в опыте с 27.2г кристаллогидрата А выделилась теплота, достаточная для нагревания 180г воды на 10°C (известно, что теплоемкость воды $C(H_2O_{ж})=4.183$ Дж/г·град).
4. Имеются 4 таблетки соды (по 1.060г безводного карбоната натрия в каждой), 4 таблетки безводного ацетата натрия (по 0.5000г), 4 ампулки с 43.497%-ным водным уксусом (по 5.5176г). Сколько каких таблеток и ампул нужно использовать, чтобы после перемешивания полученной смеси при нагревании с последующим охлаждением до комнатной температуры сразу получить чистый кристаллогидрат А нужного состава?



Решение

1. Запишем общую формулу кристаллогидрата как $CH_3COONa \cdot nH_2O$ или $AcONa \cdot nH_2O$. Найдем $\omega(Na)=23/(82+18n)=0.1691$. $82+18n=136$. $n=3$. Формула А: **$AcONa \cdot 3H_2O$** .
2. Во время **затвердевания пересыщенного раствора** ацетата натрия происходит **кристаллизация $AcONa \cdot 3H_2O$** и выделяется энергия за счет **образования прочной кристаллической решетки**.
3. Найдем $n(AcONa \cdot 3H_2O)=27.2/136=0.2$ моль. Найдем выделившееся Q по теплоемкости воды. $Q=C(H_2O_{ж}) \cdot m(H_2O) \cdot \Delta T=4.183 \cdot 180 \cdot 10=7529.4$ Дж. Найдем мольную энтальпию кристаллизации $AcONa \cdot 3H_2O$. $\Delta H(крис. AcONa \cdot 3H_2O)=-Q/n(AcONa \cdot 3H_2O)=-7529.4/0.2=-37647$ Дж/моль = **-37.647 кДж/моль**.
4. Определим количества веществ в каждой таблетке и ампуле:
 - В 1 таблетке соды $n(Na_2CO_3)=1.06/106=0.01$ моль.
 - В 1 таблетке ацетата $n(AcONa)=0.5/82=0.0061$ моль.
 - В 1 ампулке уксуса $n(AcOH)=5.5176 \cdot 0.43497/60=0.04$ моль, а также $n(H_2O)=5.5176 \cdot (1-0.43497)/18=0.1732$ моль.

Сода реагирует с кислотой по уравнению (1):



Соотношение соды и кислоты должно быть 2:1. Значит должны быть два варианта комбинаций:

- а) 2 таблетки соды + 1 ампула уксуса,
- б) 4 таблетки соды + 2 ампулы уксуса.

Проверим вариант №1. В результате реакции по уравнению (1) получатся AcONa 0.04 моль и H_2O (0.02 моль).

Суммарное количество воды получится $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.1732 + 0.02 = 0.1932$ моль

Для образования тригидрата $\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ из этого количества воды потребуется $n(\text{AcONa}) = 0.1932 / 3 = 0.0644$ моль. По уравнению (1) уже выделилось 0.04 моль, значит пока не хватает 0.0244 моль AcONa . Такое количество содержится ровно в **4 таблетках ацетата**. Вариант (б) не подходит, так как не хватит таблеток ацетата.

**«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ»
ОЧНЫЙ ФИНАЛЬНЫЙ ТУР
(21 ФЕВРАЛЯ 2021 года)**

10 класс

Задача 10-1

Давным-давно жил на свете бедный Химик. Чтобы заработать на жизнь, он начал изготавливать на продажу стеклянную посуду. Химик взял 190.08 г смеси трёх карбонатов в мольном соотношении 1:2:1 и 345.6 г чистого песка, поместил их в глиняный сосуд и нагрел до высокой температуры. В это время к нему подошла жена, сказала, что уходит от него из-за его бедности и бросила золотое обручальное кольцо в глиняный сосуд. Из полученного стекла (масса $m = 454.0$ г, плотность $\rho = 4.0$ г/см³, не содержит углерода) Химик изготовил посуду и продал её. Посуда оказалась такой красивой, что ее стали часто заказывать и вскоре Химик разбогател, жена вернулась к нему и стали они жить долго и счастливо.

1. Учитывая, что золото в стекле находилось в коллоидном металлическом состоянии, рассчитайте массу обручального кольца, если в 1 мм³ образовавшегося стекла содержалось $7.54 \cdot 10^{16}$ атомов золота.

2. Стекло состоит из оксидов. Определите эти оксиды и их мольные соотношения в образовавшемся стекле, если известно, что исходные компоненты прореагировали полностью, а мольные соотношения являются целыми числами. Карбонаты, взятые в эквимолярном соотношении, являются солями металлов, принадлежащих одной группе Периодической системы, а третий карбонат включает металл из соседней группы и окрашивает пламя в жёлтый цвет.

Решение

1.

Объем стекла равен $V = m/\rho = 454 \text{ г} / 4 \text{ г/см}^3 = 113.5 \text{ см}^3 = 113.5 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$.

В этом стекле содержалось $7.54 \cdot 10^{16} \cdot 113.5 \cdot 10^3 = 8.56 \cdot 10^{21}$ атомов золота или $8.56 \cdot 10^{21} / 6.02 \cdot 10^{23} = 0.0142$ моль массой $0.0142 \text{ моль} \cdot 197 \text{ г/моль} = 2.8 \text{ г}$.

2.

Масса стекла без золота равна $454.0 - 2.8 = 451.2 \text{ г}$. Стекло не содержит углерода, то есть SiO₂ заместил весь CO₂. Стекло представляет собой смесь оксидов трех металлов и SiO₂. По условию масса SiO₂ составляет 345.6 г, тогда масса оксидов металлов равна

$m(\text{оксидов}) = 451.2 - 345.6 = 105.6 \text{ г}$, а масса карбонатов – 190.08 г. При нагревании карбонатов выделилось $190.08 - 105.6 = 84.48 \text{ г CO}_2$.

Один из карбонатов, взятый в избытке – это карбонат натрия Na₂CO₃, так как натрий окрашивает пламя в желтый цвет. Два других карбоната, взятые в эквимолярном соотношении, являются солями металлов второй группы и имеют состав ACO₃ и BCO₃.

Пусть количество веществ ACO₃ и BCO₃ равно по x моль, тогда количество вещества Na₂CO₃ равно $2x$ моль.

$$m(\text{карбонатов}) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{ACO}_3) \cdot M(\text{ACO}_3) + n(\text{BCO}_3) \cdot M(\text{BCO}_3);$$
$$190.08 = 2x \cdot 106 + x \cdot (M(A) + 60) + x \cdot (M(B) + 60).$$

Аналогичное соотношение можно записать для оксидов металлов и углекислого газа:

$$m(\text{оксидов}) = n(\text{Na}_2\text{O}) \cdot M(\text{Na}_2\text{O}) + n(\text{AO}) \cdot M(\text{AO}) + n(\text{BO}) \cdot M(\text{BO});$$
$$105.6 = 2x \cdot 62 + x \cdot (M(A) + 16) + x \cdot (M(B) + 16).$$

$$m(\text{CO}_2) = (n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{ACO}_3) + n(\text{BCO}_3)) \cdot M(\text{CO}_2);$$
$$84.48 = (2x + x + x) \cdot 44.$$

Решением системы уравнений получаем, что $x=0.48$ моль, $M(A)=40$ г/моль (кальций); $M(B)=24$ г/моль (магний).

Таким образом, стекло имеет следующий состав 0.96 моль Na_2O , 0.48 моль CaO , 0.48 моль MgO и $345.6/60=5.76$ моль SiO_2 .

$n(Na_2O) : n(CaO) : n(MgO) : n(SiO_2) = 2 : 1 : 1 : 12$.

$2Na_2O \cdot CaO \cdot MgO \cdot 12SiO_2$.

Задача 10-2

При сжигании 89.2 мг зеленого пигмента, выделенного из листьев деревьев, в избытке кислорода образуется 242 мг **А**, 64.8 мг **Б**, 5.60 мг **В** и 4.00 мг **Г**.

1. О каких веществах идет речь, если известно, что **А** – это газ, который используют для газирования напитков, **Б** – жидкость, которая является основой этих напитков, **В** – газ, содержащийся в воздухе, **Г** – белый порошок, который является оксидом легкого широко используемого металла, содержание которого в земной коре составляет около 2.35%.

2. Установите химическую формулу пигмента, учитывая, что его молекула содержит только один атом металла.

3. Напишите уравнение реакции горения пигмента.

Решение

1.

Напитки газифицируют углекислым газом, основой напитков является вода, самый распространенный газ в атмосфере – азот, а белый порошок – это оксид магния.

2.

Определим количества образованных веществ и массы элементов в молекуле пигмента:

$n(CO_2) = 242 \text{ мг} / 44 \text{ г/моль} = 5.5 \text{ ммоль}$; $n(C) = 5.5 \text{ ммоль}$; $m(C) = 5.5 \cdot 12 = 66 \text{ мг}$.

$n(H_2O) = 64.8 \text{ мг} / 18 \text{ г/моль} = 3.6 \text{ ммоль}$; $n(H) = 7.2 \text{ ммоль}$; $m(H) = 7.2 \cdot 1 = 7.2 \text{ мг}$.

$n(N_2) = 5.6 \text{ мг} / 28 \text{ г/моль} = 0.2 \text{ ммоль}$; $n(N) = 0.4 \text{ ммоль}$; $m(N) = 0.4 \cdot 14 = 5.6 \text{ мг}$.

$n(MgO) = 4.0 \text{ мг} / 40 \text{ г/моль} = 0.1 \text{ ммоль}$; $n(Mg) = 0.1 \text{ ммоль}$; $m(Mg) = 0.1 \cdot 24 = 2.4 \text{ мг}$.

$m(O) = 89.2 - 66 - 7.2 - 5.6 - 2.4 = 8 \text{ мг}$; $n(O) = 8 / 16 = 0.5 \text{ ммоль}$.

Соотношение количеств элементов в молекуле пигмента:

$n(C) : n(H) : n(N) : n(O) : n(Mg) = 5.5 : 7.2 : 0.4 : 0.5 : 0.1 = 55 : 72 : 4 : 5 : 1$.

Таким образом, формула пигмента $C_{55}H_{72}N_4O_5Mg$.

3.

$C_{55}H_{72}N_4O_5Mg + 71O_2 = 55CO_2 + 36H_2O + 2N_2 + MgO$.

Задача 10-3

При полном сгорании 32.8г вещества **А** выделяются 105.6г CO_2 и 36г воды. Молекула **А** имеет неразветвленное ациклическое строение, валентные углы всех углеродных атомов меньше 150° . Вещество **А** может существовать в виде трех геометрических (цис-транс) изомеров. В реакции **А** с HBr (1:1) образуются 2 изомера: **Б** и **В**, которые при нагревании с водным раствором щелочи превращаются соответственно в вещества **С** и **Д**. Водный раствор $KMnO_4$ окисляет **С** и **Д** в один и тот же продукт **Е** с молярной массой 134 г/моль. Запишите структурные формулы молекул **А-Е**, обоснуйте выбор их строения. Нарисуйте пространственное строение трех геометрических изомеров исходного **А**. Составьте уравнения описанных реакций, а также общие схемы получения **Е** и озонлиза **А**.

Решение

1. Определим состав **А** по результатам сгорания. Пусть общая формула **А** будет $C_xH_yO_z$.

$C_xH_yO_z + (x+0.25y)O_2 \rightarrow xCO_2 + 0.5yH_2O$

$n(CO_2) = 105.6 / 44 = 2.4$ моль. $n(C) = 2.4$ моль. $m(C) = 2.4 \cdot 12 = 28.8$ г.

$n(H_2O) = 36 / 18 = 2$ моль. $n(H) = 4$ моль. $m(H) = 4 \cdot 1 = 4$ г.

Суммарная масса элементов **С** и **Н** составляет $28.8 + 4 = 32.8$ г, она равна массе исходного **А**,

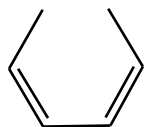
значит кислорода в молекуле А нет, это углеводород C_xH_y .

Мольное соотношение $C:H=2.4:4=1:1.667=3:5$. Простейшая формула — C_6H_{10} (поскольку для любого углеводорода число атомов водорода четное).

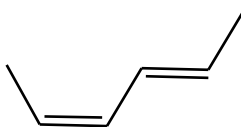
Состав C_nH_{2n-2} указывает на то, что это неразветвленный сопряженный или изолированный диен (не может быть алкином, кумулированным диеном, так как имелись бы *sp*-гибридные атомы углерода, а их валентные углы были бы 180°).

Предположим, что формула вещества А совпадает с простейшей C_6H_{10} . Тогда варианты строения следующие:

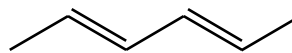
- гексадиен-1,5 не имеет цис-транс изомеров, он не подходит.
- гексадиен-1,4 имеет только 2 изомера (цис и транс), он не подходит.
- гексадиен-1,3 тоже имеет только 2 изомера (цис и транс), он не подходит.
- **гексадиен-2,4** имеет 3 геом. изомера (цис-цис; цис-транс; транс-транс). Он подходит.



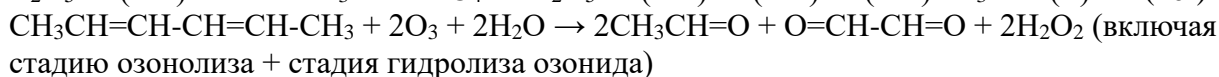
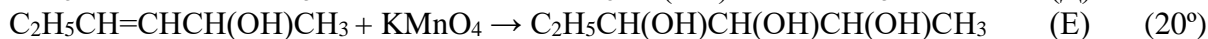
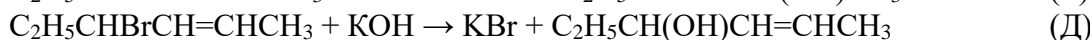
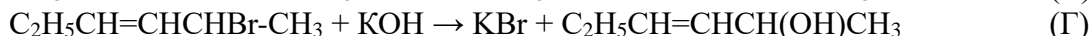
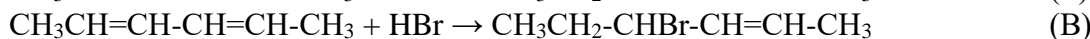
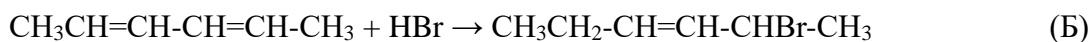
цис-цис



цис-транс



транс-транс



Формула полученного продукта Е $C_6H_{14}O_3$, $M=143$ г/моль, это совпадает с условием задачи, значит верно, что истинная формула А совпадает с простейшей C_6H_{10} .

Задача 10-4

Твердый кристаллогидрат А ацетата натрия содержит 16.91% металла. При нагревании его выше $58^\circ C$ он плавится. Будучи медленно охлажденным в покое до комнатной температуры, он остается жидким, но дальше при энергичном перемешивании стеклянной палочкой быстро сам разогревается. Такой опыт имеет название «химическая грелка».

1. Определите формулу кристаллогидрата А.
2. Что происходит с веществом в момент разогревания, откуда берется энергия?
3. Рассчитайте мольную энтальпию данного процесса, если в опыте с 27.2г кристаллогидрата А выделилась энергия, достаточная для нагревания 180г воды на $10^\circ C$ (известно, что теплоемкость воды $C(H_2O_{ж})=4.183$ Дж/г·град).
4. Имеются 4 таблетки соды (по 1.060г безводного карбоната натрия в каждой), 4 таблетки безводного ацетата натрия (по 0.5000г), 4 ампулки с 43.497%-ным водным уксусом (по 5.5176г). Сколько каких таблеток и ампул нужно использовать, чтобы после перемешивания полученной смеси при нагревании с последующим охлаждением до комнатной температуры сразу получить чистый кристаллогидрат А нужного состава?



Решение

1. Запишем общую формулу кристаллогидрата как $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ или $\text{AcONa} \cdot n\text{H}_2\text{O}$.
Найдем $\omega(\text{Na}) = 23 / (82 + 18n) = 0.1691$. $82 + 18n = 136$. $n = 3$. Формула А: **$\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$** .

2. Во время затвердевания пересыщенного раствора ацетата натрия происходит кристаллизация **$\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$** и выделяется энергия за счет образования прочной кристаллической решетки.

3. Найдем $n(\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 27.2 / 136 = 0.2$ моль. Найдем выделившееся Q по теплоемкости воды. $Q = C(\text{H}_2\text{Oж}) \cdot m(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta T = 4.183 \cdot 180 \cdot 10 = 7529.4$ Дж. Найдем мольную энтальпию кристаллизации $\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. $\Delta H(\text{крист. AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = -Q / n(\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = -7529.4 / 0.2 = -37647$ Дж/моль = **-37.647 кДж/моль**.

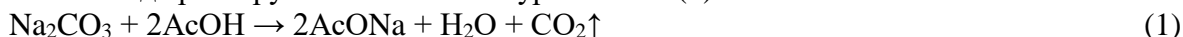
4. Определим количества веществ в каждой таблетке и ампуле:

- В 1 таблетке соды $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1.06 / 106 = 0.01$ моль.

- В 1 таблетке ацетата $n(\text{AcONa}) = 0.5 / 82 = 0.0061$ моль.

- В 1 ампулке уксуса $n(\text{AcOH}) = 5.5176 \cdot 0.43497 / 60 = 0.04$ моль, а также $n(\text{H}_2\text{O}) = 5.5176 \cdot (1 - 0.43497) / 18 = 0.1732$ моль.

Сода реагирует с кислотой по уравнению (1):



Соотношение соды и кислоты должно быть 2:1. Значит должны быть два варианта комбинаций:

а) **2 таблетки соды + 1 ампула уксуса,**

б) 4 таблетки соды + 2 ампулы уксуса.

Проверим вариант №1. В результате реакции по уравнению (1) получатся AcONa 0.04 моль и H_2O (0.02 моль).

Суммарное количество воды получится $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.1732 + 0.02 = 0.1932$ моль

Для образования тригидрата $\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ из этого количества воды потребуется

$n(\text{AcONa}) = 0.1932 / 3 = 0.0644$ моль. По уравнению (1) уже выделилось 0.04 моль, значит пока не хватает 0.0244 моль AcONa . Такое количество содержится ровно в **4 таблетках ацетата**.

Вариант (б) не подходит, так как не хватит таблеток ацетата.

«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ»
ОЧНЫЙ ФИНАЛЬНЫЙ ТУР
(21 февраля 2021 года)
9 класс

Задача 9-1

Некоторый серебристый металл был впервые получен в первой четверти XIX века. В то время стоимость этого металла была значительно больше стоимости золота. Впоследствии благодаря разработке более экономических методов получения, этот металл нашел широкое применение в промышленности и быту.

Обсуждаемый металл при обычных условиях является достаточно устойчивым, но в некоторых случаях его химическая активность значительно изменяется. Так, например, нагревание пластинки этого металла вплоть до температуры плавления на воздухе не приводит к его сгоранию, но если ее поверхность обработать ртутью, через некоторое время во влажном воздухе она превратится в мелкий порошок серого цвета. Такая же пластинка быстро растворяется в водном растворе соляной кислоты, однако если перед этим ее выдержать некоторое время в концентрированной азотной кислоте, она перестает взаимодействовать с соляной кислотой.

1. Установите природу этого металла, если известно, что при взаимодействии 13.35 г его хлорида с калием образуется 2.35 г металла. Ответ подтвердите необходимыми расчетами и уравнением реакции. При вычислении учтите, что указанная реакция протекает с выходом 87%. (При решении задачи молярные массы округляйте до целых значений).

2. Как в производстве называется описанный выше способ получения металлов? Какие еще металлы можно выделить аналогичным способом? Приведите три примера. Напишите уравнения реакции.

3. Каким методом получают этот металл в наше время? Напишите уравнения химических реакций.

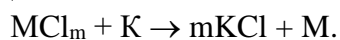
4. Где и почему нашел широкое применение этот металл?

5. Объясните, благодаря чему происходит резкое изменение реакционной способности металла в приведенных примерах. Напишите уравнения реакций, о которых говорится во втором абзаце условия.

Решение

1.

Обозначим указанный в условии металл через М, тогда формулу его хлорида в общем виде можно записать MCl_m , где m – валентность металла. Запишем уравнение реакции хлорида металла с калием:



Из уравнения реакции с учетом выхода реакции можно записать:

$n(MCl_m) = n(M)/0.87$, где $n(MCl_m)$ – количество вещества хлорида металла MCl_m , а $n(M)$ – количество вещества металла. Если обозначим молярную массу М через x г/моль, то получим следующее уравнение.

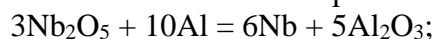
$$13.35/(x+35.5m) = 2.35/(x \cdot 0.87).$$

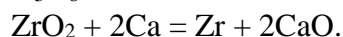
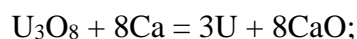
Решая это уравнение для $m=3$ получаем $x = 27$ г/моль

m	x
1	9 – не удовлетворяет условию задачи;
2	18 – не удовлетворяет условию задачи;
3	27 – М – алюминий.

2.

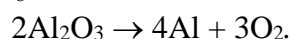
Способ извлечения одних металлов восстановлением другими из их солей или оксидов называется металлотермией.





3.

Алюминий в промышленности получают электролизом Al_2O_3 в расплаве криолита Na_3AlF_6 .



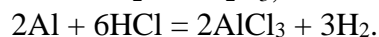
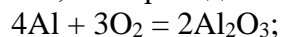
4.

Алюминий широко применяется как конструкционный материал. Основные достоинства алюминия в этом случае – лёгкость, податливость штамповке, коррозионная стойкость (на воздухе алюминий мгновенно покрывается прочной плёнкой Al_2O_3 , которая препятствует его дальнейшему окислению), высокая теплопроводность, неядовитость его соединений. В частности, эти свойства сделали алюминий чрезвычайно популярным при производстве кухонной посуды, алюминиевой фольги в пищевой промышленности и для упаковки.

5.

Поверхность металлического алюминия покрыта тонким слоем оксидной пленки, которая предотвращает его самопроизвольное окисление под действием кислорода воздуха.

Ртуть, образуя амальгаму с алюминием, разрушает эту пленку на поверхности алюминия, что приводит к его быстрой коррозии:



Концентрированная азотная кислота, наоборот, увеличивает толщину оксидной пленки и делает ее более плотной, что делает пластинку устойчивой к действию растворов кислот.

Задача 9-2

Хлорофилл – важный пигмент, который обуславливает зеленую окраску листьев растений. При сжигании 89.2 мг хлорофилла в избытке кислорода образуется четыре вещества: 242 мг газа, который используют для газирования напитков, 64.8 мг жидкости, которая является основой этих напитков, 5.60 мг газа, которого больше всего в земной атмосфере и 4.00 мг белого порошка, который является оксидом легкого широко используемого металла, содержание которого в земной коре составляет около 2.3%.

1. О каких веществах идет речь?

2. Вычислите формулу хлорофилла, учитывая, что его молекула содержит только один атом металла.

3. Напишите уравнение реакции горения хлорофилла.

Решение

1.

Напитки газированы углекислым газом, основой напитков является вода, самый распространенный газ в атмосфере – азот, а белый порошок – это оксид магния.

2.

Определим количества образованных веществ и массы элементов в молекуле хлорофилла:

$$n(CO_2) = 242 \text{ мг} / 44 \text{ г/моль} = 5.5 \text{ ммоль}; n(C) = 5.5 \text{ ммоль}; m(C) = 5.5 \cdot 12 = 66 \text{ мг}.$$

$$n(H_2O) = 64.8 \text{ мг} / 18 \text{ г/моль} = 3.6 \text{ ммоль}; n(H) = 7.2 \text{ ммоль}; m(H) = 7.2 \cdot 1 = 7.2 \text{ мг}.$$

$$n(N_2) = 5.6 \text{ мг} / 28 \text{ г/моль} = 0.2 \text{ ммоль}; n(N) = 0.4 \text{ ммоль}; m(N) = 0.4 \cdot 14 = 5.6 \text{ мг}.$$

$$n(MgO) = 4.0 \text{ мг} / 40 \text{ г/моль} = 0.1 \text{ ммоль}; n(Mg) = 0.1 \text{ ммоль}; m(Mg) = 0.1 \cdot 24 = 2.4 \text{ мг}.$$

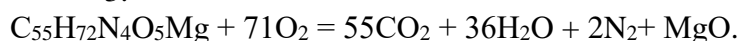
$$m(O) = 89.2 - 66 - 7.2 - 5.6 - 2.4 = 8 \text{ мг}; n(O) = 8 / 16 = 0.5 \text{ ммоль}.$$

Соотношение количеств элементов в молекуле хлорофилла:

$$n(C) : n(H) : n(N) : n(O) : n(Mg) = 5.5 : 7.2 : 0.4 : 0.5 : 0.1 = 55 : 72 : 4 : 5 : 1.$$

Таким образом, формула хлорофилла $C_{55}H_{72}N_4O_5Mg$.

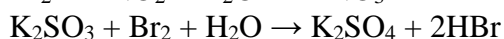
3.



Задача 9-3

К раствору сульфита калия с концентрацией 0.1 моль/л прибавили 10 мл водного раствора брома с концентрацией 10г/л. К полученному желтому раствору по каплям добавляли 0.5%-ный раствор нитрита калия (плотность 1.05 г/мл) до полного исчезновения окраски. Всего добавили 5 мл раствора. Вычислите объем исходного раствора сульфита натрия. Составьте уравнения реакций.

Решение



Часть брома пошла на окисление K_2SO_3 , другая часть на окисление KNO_2 .

Найдем массу прореагировавшего нитрита калия: $m(\text{KNO}_2) = 5 \cdot 1.05 \cdot 0.005 = 0.02625 \text{ г}$.

Найдем количество нитрита калия: $n(\text{KNO}_2) = 0.02625 / 85 = 0.000309$ моль.

Найдем количество брома, прореагировавшего с нитритом калия: $n_1(\text{Br}_2) = n(\text{KNO}_2) = 0.000309$ моль.

Найдем общее количество использованного брома: $n(\text{Br}_2) = 0.01 \cdot 10 / 160 = 0.000625$ моль.

Найдем количество брома, прореагировавшего с сульфитом калия: $n_2(\text{Br}_2) = 0.000625 - 0.000309 = 0.000316$ моль.

Найдем количество сульфита калия: $n(\text{K}_2\text{SO}_3) = n_2(\text{Br}_2) = 0.000316$ моль.

Найдем объем раствора сульфита калия: $V(\text{K}_2\text{SO}_3) = 0.000316 / 0.1 = 0.00316 \text{ л} = \mathbf{3.16 \text{ мл}}$.

Задача 9-4

Твердый кристаллогидрат А ацетата натрия $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ содержит 16.91% металла. При нагревании его выше 58°C он плавится. Будучи медленно охлажденным в покое до комнатной температуры, он остается жидким, но дальше при энергичном перемешивании стеклянной палочкой быстро затвердевает и разогревается. Такой опыт имеет название «химическая грелка».

1. Определите формулу кристаллогидрата А.

2. Что происходит с веществом в момент затвердевания расплава, откуда берется энергия экзотермического процесса?

3. Вычислите количество теплоты, выделяющееся в данном процессе (в Дж на 1 моль вещества А), если в опыте с 27.2г А выделившаяся теплота достаточна для нагревания 180г воды на 10°C (известно, что теплоемкость воды $C(\text{H}_2\text{O}_{\text{ж}}) = 4.183 \text{ Дж/г} \cdot \text{град}$).

4. Имеются 4 таблетки соды (по 1.060г безводного карбоната натрия в каждой), 4 таблетки безводного ацетата натрия (по 0.5000г). Сколько каких таблеток нужно прибавить к 5.5176г 43.497%-ного водного раствора уксусной кислоты, чтобы после перемешивания полученной смеси при нагревании с последующим охлаждением до комнатной температуры сразу получить чистый кристаллогидрат А нужного состава? Напишите уравнение протекающей реакции.

Решение

1. Используем общую формулу кристаллогидрата $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ или $\text{AcONa} \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Найдем $\omega(\text{Na}) = 23 / (82 + 18n) = 0.1691$. $82 + 18n = 136$. $n = 3$. Формула **$\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$** .

2. Во время затвердевания **пересыщенного** раствора ацетата натрия происходит **кристаллизация** $\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и выделяется энергия за счет **образования прочной кристаллической решетки**.

3. Найдем $n(\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 27.2 / 136 = 0.2$ моль. Найдем выделившееся Q по теплоемкости воды. $Q = C(\text{H}_2\text{O}_{\text{ж}}) \cdot m(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta T = 4.183 \cdot 180 \cdot 10 = 7529.4 \text{ Дж}$. Найдем мольную энтальпию кристаллизации $\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. $Q(\text{крис. AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 7529.4 / n(\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 7529.4 / 0.2 = 37647 \text{ Дж/моль} = \mathbf{37.647 \text{ кДж/моль}}$.

4. Определим количества веществ в трех компонентах для синтеза $\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$:

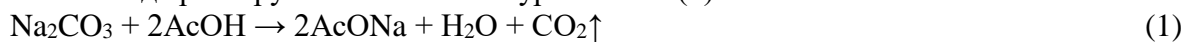
- В имеющихся 5.5176 г уксуса находятся уксусная кислота и растворитель вода.

$n(\text{AcOH}) = 5.5176 \cdot 0.43497 / 60 = 0.04$ моль, $n(\text{H}_2\text{O}) = 5.5176 \cdot (1 - 0.43497) / 18 = 0.1732$ моль.

- В 1 таблетке соды $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1.06 / 106 = 0.01$ моль.

- В 1 таблетке ацетата $n(\text{AcONa}) = 0.5 / 82 = 0.0061$ моль.

Сода реагирует с кислотой по уравнению (1):



На реакцию с 0.04 моль AcOH требуется 0.02 моль соды, следовательно надо взять **2 таблетки соды**.

В результате реакции по уравнению (1) получатся AcONa 0.04 моль и H_2O (0.02 моль).

Суммарное количество воды получится $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.1732 + 0.02 = 0.1932$ моль

Для образования тригидрата $\text{AcONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ из этого количества воды потребуется

$n(\text{AcONa}) = 0.1932 / 3 = 0.0644$ моль. По уравнению (1) уже выделилось 0.04 моль, значит пока не хватает 0.0244 моль AcONa . Такое количество содержится ровно в **4 таблетках ацетата**.

«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ»
ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР
(21 февраля 2021 года)
8 класс

Задача 8-1

Химическую номенклатуру стали использовать в химии не так давно, до этого применяли тривиальные названия веществ. Некоторые из этих названий довольно широко употребляются и в наше время. Например, мы часто встречаем такие названия оксидов: сурик, жженая магнезия, глет, железная окалина, белый мышьяк, веселящий газ.

1. Запишите формулы этих оксидов.
2. Предложите по одному способу их получения. Укажите их агрегатные состояния при нормальных условиях.
3. Некоторые вещества широко используются в быту и вместо неудобных номенклатурных названий мы пользуемся тривиальными названиями. Какие тривиальные названия имеют следующие вещества: AgNO_3 , $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, K_2CO_3 , CaCO_3 , Hg_2Cl_2 , HgS ?

Решение

1.
сурик – Pb_3O_4 , жженая магнезия – MgO , глет – PbO , железная окалина – Fe_3O_4 , белый мышьяк – As_2O_3 , веселящий газ – N_2O .
2.
 $3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{Pb}_3\text{O}_4 + 6\text{NO}_2 + \text{O}_2$,
 $\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$,
 $\text{Pb}(\text{OH})_2 = \text{PbO} + \text{H}_2\text{O}$,
 $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$,
 $4\text{As} + 3\text{O}_2 = 2\text{As}_2\text{O}_3$,
 $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$.
Все вещества, кроме N_2O , твердые.
3.
 AgNO_3 – ляпис, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – желтая кровяная соль, K_2CO_3 – поташ, CaCO_3 – кальцит, Hg_2Cl_2 – каломель, HgS – киноварь.

Задача 9-2

Хлорофилл – важный пигмент, который обуславливает зеленую окраску листьев растений. При сжигании 89.2 мг хлорофилла в избытке кислорода образуется четыре вещества: 242 мг газа, который используют для газирования напитков, 64.8 мг жидкости, которая является основой этих напитков, 5.60 мг газа, которого больше всего в земной атмосфере и 4.00 мг белого порошка, который является оксидом легкого широко используемого металла, находящегося в третьем периоде и во второй группе Периодической таблицы.

1. О каких веществах идет речь?
2. Вычислите формулу хлорофилла, учитывая, что его молекула содержит только один атом металла.
3. Напишите уравнение реакции горения хлорофилла.

Решение

1.
Напитки газированы углекислым газом, основой напитков является вода, самый распространенный газ в атмосфере – азот, а белый порошок – это оксид магния.
2.
Определим количества образованных веществ и массы элементов в молекуле хлорофилла:
 $n(\text{CO}_2) = 242 \text{ мг} / 44 \text{ г/моль} = 5.5 \text{ ммоль}$; $n(\text{C}) = 5.5 \text{ ммоль}$; $m(\text{C}) = 5.5 \cdot 12 = 66 \text{ мг}$.
 $n(\text{H}_2\text{O}) = 64.8 \text{ мг} / 18 \text{ г/моль} = 3.6 \text{ ммоль}$; $n(\text{H}) = 7.2 \text{ ммоль}$; $m(\text{H}) = 7.2 \cdot 1 = 7.2 \text{ мг}$.

$n(\text{N}_2) = 5.6 \text{ мг} / 28 \text{ г/моль} = 0.2 \text{ ммоль}$; $n(\text{N}) = 0.4 \text{ ммоль}$; $m(\text{N}) = 0.4 \cdot 14 = 5.6 \text{ мг}$.
 $n(\text{MgO}) = 4.0 \text{ мг} / 40 \text{ г/моль} = 0.1 \text{ ммоль}$; $n(\text{Mg}) = 0.1 \text{ ммоль}$; $m(\text{Mg}) = 0.1 \cdot 24 = 2.4 \text{ мг}$.
 $m(\text{O}) = 89.2 - 66 - 7.2 - 5.6 - 2.4 = 8 \text{ мг}$; $n(\text{O}) = 8 / 16 = 0.5 \text{ ммоль}$.

Соотношение количеств элементов в молекуле хлорофилла:

$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) : n(\text{Mg}) = 5.5 : 7.2 : 0.4 : 0.5 : 0.1 = 55 : 72 : 4 : 5 : 1$.

Таким образом, формула хлорофилла $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{N}_4\text{O}_5\text{Mg}$.

3.

$\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{N}_4\text{O}_5\text{Mg} + 71\text{O}_2 = 55\text{CO}_2 + 36\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2 + \text{MgO}$.

Задача 8-3

Найдите ошибки в приведенном ниже тексте. Впишите в таблицу неверные слова, которые нужно либо просто удалить, либо заменить на правильные слова.

Элемент уголь образует несколько простых веществ, например, алмаз и графит. Графит – это твёрдое вещество желтого цвета со слабым блеском. Графит используют в качестве грифелей карандашей. При лёгком нажиме графит оставляет на стекле заметный след. Вещество алмаз в отличие от графита имеет высокую твёрдость. Алмаз способен вступать в реакции соединения, замещения, разложения, однако не может вступать в реакции двух типов: соединения и обмена. Алмазы в результате огранки становятся бриллиантами.

Ошибочное слово	Просто удалить его	Заменить его на правильное слово
...

Решение

Исправленный текст.

Элемент углерод образует несколько простых веществ, например, алмаз и графит. Графит – это твёрдое вещество серого цвета со слабым блеском. Графит используют в качестве грифелей карандашей. При лёгком нажиме графит оставляет на бумаге заметный след. Вещество алмаз в отличие от графита имеет высокую твёрдость. Алмаз способен вступать в реакции соединения, замещения, однако не может вступать в реакции двух типов: разложения и обмена. Алмазы в результате огранки становятся бриллиантами.

Ошибочное слово	Просто удалить его	Заменить его на правильное слово
уголь	-	углерод
желтого	-	серого или черного
стекле	-	бумаге
разложения	+	-
обмена	-	разложения

Задача 8-4

Твердый кристаллогидрат ацетата натрия $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ используется для демонстрации опыта «химическая грелка». При нагревании его при 58°C он плавится с образованием прозрачного горячего насыщенного раствора ацетата натрия в своей же кристаллизационной воде. Полученный раствор медленно охлаждают до комнатной температуры в покое, и он становится жидким пересыщенным раствором. Далее раствор перемешивают стеклянной палочкой (или потирают палочкой о стенки стакана), при этом начинается процесс быстрого затвердевания массы, кристаллизуется твердый $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и масса разогревается, причем температура может подняться до 50°C .

1. Определите растворимость ацетата натрия в горячей воде при 58°C , выраженную в граммах твердого безводного ацетата натрия на 100 г воды, считая этот раствор насыщенным.
2. Определите массовую долю ацетата натрия в том же горячем растворе.

3. Можно ли получить раствор ацетат натрия взаимодействием растворов а) гидрокарбоната натрия с уксусной кислотой; б) сульфата натрия с уксусной кислотой; в) ацетата бария с сульфатом натрия; г) гидроксида натрия с ацетатом меди(II)? Если можно, то напишите уравнение реакции; если нельзя, то перечеркните и поясните причину.

Решение

1. В горячем растворе 1 моль CH_3COONa (82г) растворен в 3 молях H_2O (54г). Пусть в 100г воды растворится x г CH_3COONa . Составим пропорцию:

$$82 \text{ г } \text{CH}_3\text{COONa} \text{ ————— } 54 \text{ г воды}$$

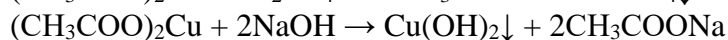
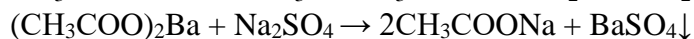
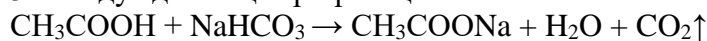
$$x \text{ г } \text{CH}_3\text{COONa} \text{ ————— } 100 \text{ г воды}$$

Решение пропорции дает: $x = 8200/54 = 151.85$ г на 100г воды.

2. Массовая доля CH_3COONa в горячем растворе составляет

$$\omega(\text{AcONa}) = 82 / (82 + 54) = 82 / 136 = 0.6029 \text{ (60.29\%)}$$

3. Пойдут до конца три реакции ионного обмена с выделением газа и осадков:



Не пойдет реакция вытеснения сильной серной кислоты слабой уксусной:

