

10 класс

1. При сливании 900 г 10%-ного раствора карбоната натрия и 700 г 20%-ного раствора сульфата железа (III) выпал осадок и выделился газ.

А) Объясните, почему не образовался карбонат железа?

Б) Определить массу и количество вещества осадка (**14 баллов**)

Содержание верного ответа и указания по оцениванию.

(допускаются другие варианты ответа, неискажающие его смысла):

Карбонат железа в растворе полностью разлагается водой.	2
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{CO}_2\uparrow$	2
1. Массы и количества вещества безводных солей в растворе: $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 900 \text{ г} \cdot 0,10 = 90 \text{ г};$ $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 90 \text{ г} / 106 \text{ г/моль} = 0,85 \text{ моль};$ $m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 700 \text{ г} \cdot 0,20 = 140 \text{ г};$ $n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 140 \text{ г} / 400 \text{ г/моль} = 0,35 \text{ моль}.$	4
2. Найдем количество вещества и массу гидроксида железа (III). $\begin{array}{ccccccc} 0,35 \text{ моль} & & 0,85 \text{ моль} & & & & x \text{ моль} \\ \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = & 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + & 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + & 3\text{CO}_2\uparrow & & & \\ 1 \text{ моль} & & 3 \text{ моль} & & & & 2 \text{ моль} \end{array}$ Карбонат натрия в недостатке ($1,05 > 0,85$), расчёт ведем по нему: $n(\text{Fe}(\text{OH})_3) = x \text{ моль};$ $x = 0,85 \text{ моль} \cdot 2 \text{ моль} / 3 \text{ моль} = 0,57 \text{ моль};$ $m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 0,57 \text{ моль} \cdot 107 \text{ г/моль} = 61 \text{ г}.$	2 2 2

Итого: **14 баллов**

Доцент ВГУИТ Кузнецова И.В.

Научно-методический журнал «Химия в школе» № 5, 2016

2. На лабораторном столе стояли четыре колбы с водными растворами следующих веществ: 1 колба – цинковый купорос, 2 колба - железный купорос, 3 колба – питьевая сода, 4 колба – гидросульфат аммония. В каждую колбу учитель добавил по кусочку металлического натрия. Ученики наблюдали, что в одной колбе осадок появился и исчез, в другой колбе осадок не исчез.

Приведите формулу каждого из веществ. Опишите процессы, протекающие в каждой колбе? Напишите уравнения реакций, соответствующих данным процессам. (Мысленный эксперимент) (24 балла)

Содержание верного ответа и указания по оцениванию.

Один из возможных вариантов решения (допускаются другие варианты ответа, не искажающие его смысла):

1. За каждую правильную формулу по 1 баллу: $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $NaHCO_3$, NH_4HSO_4 – 4 балла
2. Так как растворы водные, то в первую очередь натрий взаимодействует с водой во всех четырех колбах.
 $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2 \uparrow$ - 3 балла (пояснение 1 балл, правильное уравнение 2 балла).
3. В колбе с цинковым купоросом, вначале образуется гидроксид цинка, который затем растворяется в избытке щелочи с образованием комплексной соли.
 $ZnSO_4 + 2NaOH = Zn(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$
 $Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4]$
Всего 5 баллов. Пояснение 1 балл, за каждое правильно написанное уравнение по 2 балла.
4. В колбе с железным купоросом образовался осадок $Fe(OH)_2$, который быстро потемнел вследствие окисления кислородом воздуха $Fe(OH)_2$.
 $FeSO_4 + 2NaOH = Fe(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$
 $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$
Всего 5 баллов. Пояснение 1 балл, за каждое правильно написанное уравнение по 2 балла.
5. В колбе с питьевой содой образуется карбонат натрия.
 $NaHCO_3 + NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$
правильное уравнение 2 балла
6. В колбе с гидросульфатом аммония образуются средние соли и при дальнейшем взаимодействии сульфата аммония со щелочью, выделяется аммиак.
 $2NH_4HSO_4 + 2NaOH = (NH_4)_2SO_4 + Na_2SO_4 + 2H_2O$
 $(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2NH_3 \uparrow + 2H_2O$
Всего 5 баллов. Пояснение 1 балл, за каждое правильно написанное уравнение по 2 балла.

Всего 24 балла

3. Кристаллогидрат нитрата меди (II) прокалили. Масса вещества после прокаливания уменьшилась в 3,7 раза. Установите формулу кристаллогидрата. (20 баллов)

Содержание верного ответа и указания по оцениванию.

Один из возможных вариантов решения (допускаются другие варианты ответа, неискажающие его смысла):

$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + n\text{H}_2\text{O}$	2 балла
$2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$	2 балла
Пусть взяли x моль кристаллогидрата, тогда образовалось x моль CuO .	2 балла
Масса оксида меди составляет $m = 80 \cdot x$ г.	2 балла
Масса исходной соли была в 3,7 раз больше, т.е $80 \cdot x \cdot 3,7 = 296 x$.	3 балла
$M = m/\nu = 296x/x = 296$ (г/моль)	3 балла
$M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 188 + 18n = 296$	3 балла
$n = 6$ Формула соли $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	3 балла
Итого:	20 баллов

Доцент кафедры НХиХТ Плотникова С.Е.

4. Рассчитайте, какое количество теплоты выделится при взаимодействии 3,5 г углерода с 9 л кислорода, считая, что реакция протекает при нормальных условиях и теплота образования оксида углерода (IV) $Q^o = -393,51$ кДж/моль. **(12 баллов)**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию.

Один из возможных вариантов решения (допускаются другие варианты ответа, не искажающие его смысла):

- 1) Записать уравнение реакции (верно написанное уравнение реакции 2 балла)
 $C + O_2 = CO_2,$
- 2) Рассчитать количество углерода в реакции (верно рассчитанное количество 2 балла)
 $n(C) = 3,5/12 = 0,29$ моль,
- 3) Рассчитать количество кислорода в реакции (н.у.) (за верно рассчитанное количество 2 балла)
 $n(O_2) = 9/22,4 = 0,4$ моль.
- 4) Сделать вывод, по какому веществу рассчитывать теплоту (правильный выбор реагента для расчета 2 балла)
По уравнению реакции взаимодействуют 1 моль углерода и 1 моль кислорода, так как $0,29$ моль (C) < $0,4$ моль (O_2), то углерод в недостатке.
- 5) Рассчитать теплоту, выделившуюся в реакции, по количеству углерода (правильный расчет 4 балла)
 $Q = Q^o * n$
 $Q = -393,51 * 0,29 = -114,12$ кДж.

В реакции выделится $114,12$ кДж теплоты.

Итого: 12 баллов

ВГУИТ Кузнецова И.В., Перегудов Ю.С., Плотникова С.Е.

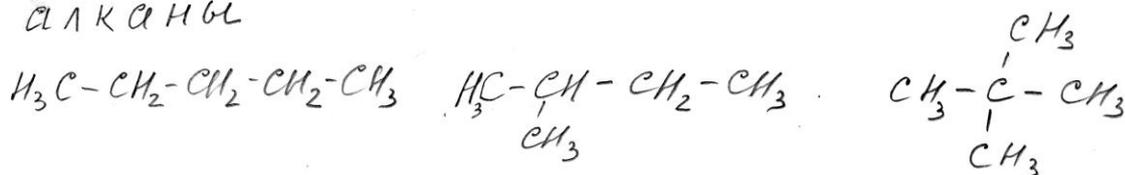
5. Неопределенности состава. (30 баллов)

Автор Турчен Д.Н.

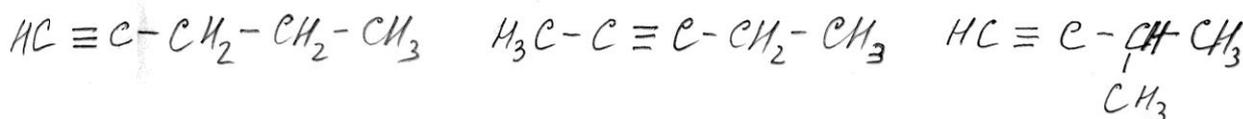
Решение и рекомендации к оцениванию.

1. Условию могут отвечать следующие 12 веществ, из которых 2 представляют собой пару пространственных изомеров относительно плоскости цикла:

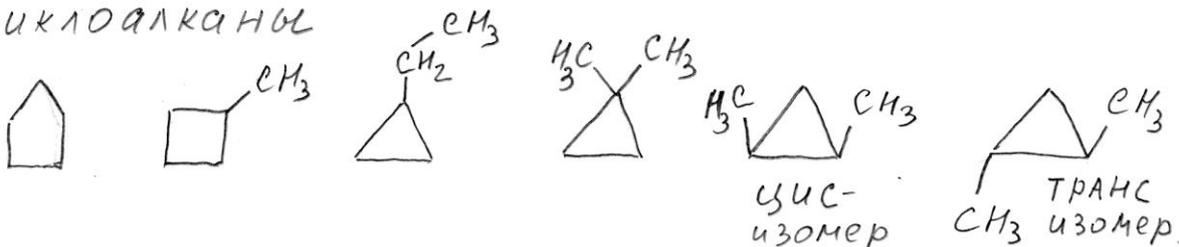
АЛКАНЫ



АЛКИНЫ



ЦИКЛОАЛКАНЫ

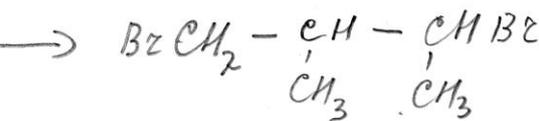
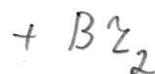
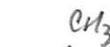
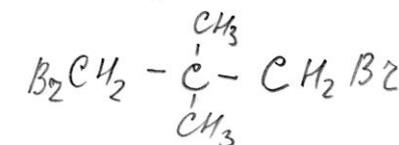
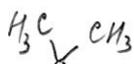
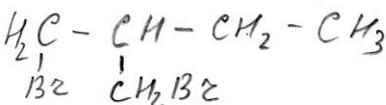
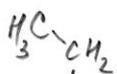
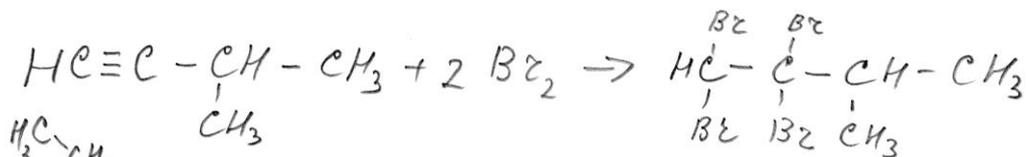
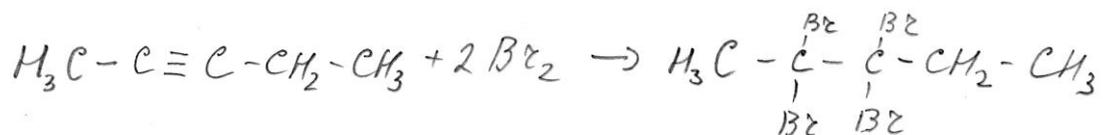
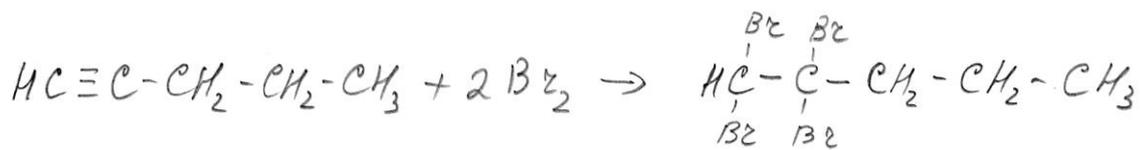


За структурную формулу каждого из веществ по 0,5 балла.

При наличии ДВУХ формул (цис- и транс- изомеров) 1,2-диметилциклопропана к общей сумме добавляются дополнительно 2 балла. Приведение единственной формулы 1,2 -диметилциклопропана без разделения на цис и транс изомеры оценивается наравне с остальными веществами в 0,5 балла и добавление баллов не требуется.

Максимальное количество баллов за это задание – 8 баллов

2.

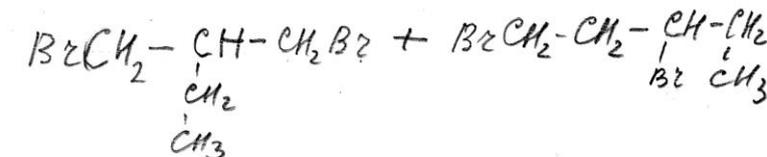
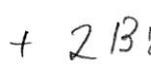
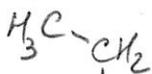


цис
или транс

За каждое уравнение реакции по 1 баллу. Причем уравнения реакций присоединения брома к циклоалканам зачитывается вне зависимости от места разрыва цикла. В решении может быть указано 6 уравнений реакций без учета цис – транс – изомерии. Или 7 уравнений с учетом цис и транс изомеров 1,2 диметилциклопропана. Также зачету подлежат уравнения реакций, в которых указаны альтернативные продукты.

При записи уравнений без использования структурной формулы только один балл за алкины. За циклоалканы балл не ставится.

Внимание! Зачету НЕ подлежат уравнения реакций в которых альтернативные продукты записаны в одном уравнении и поставлены коэффициенты. Например:



Зачету **НЕ** подлежит!

Максимум за полное выполнение задания 7 баллов

3. При взаимодействии предложенной смеси с бромом алкин присоединяет бром до тетрабромпроизводного однозначно. Алкан в описанных условиях не бромится вообще. Циклоалкан будет присоединять бром бромироваться только в том случае, если в состав смеси входило вещество с циклопропановым циклом. Таким образом, все возможные составы смесей по отношению к присоединению брома можно разделить на 2 группы:

А) Любой алкан + любой алкин + производное циклопропана (группа с производным циклопропана)

Б) Любой алкан + любой алкин + циклоалкан, не содержащий цикла из трех атомов углерода (группа без производного циклопропана).

За описание двух групп 4 балла. Описание должно однозначно делить все возможные смеси на 2 группы: содержащие и не содержащие вещество с циклопропановым циклом.

4. **Рассмотрим 2 случая.**

Случай №1: Любой алкан + любой алкин + производное циклопропана.

Для определения максимального содержания алкина сделаем предположение, что почти все увеличение массы произошло за счет присоединения брома к алкину. Для соблюдения условия содержания в смеси трех веществ будем считать, что в ней содержится по 1 молекула циклоалкана, присоединяющего бром. Но так как 1 молекула циклоалкана по сравнению с содержанием алкина (порядка 10^{23} молекул) практически не повлияет на увеличение массы при бромировании, мы можем произвести расчет только по алкину:

X г алкина увеличивают массу конечной смеси на 20 г ;

68,00 г алкина увеличивают массу конечной смеси на 320 г

$$X = 20 \times 68 / 320 = 4,25 \text{ г.}$$

В этой ситуации мы получим максимальное содержание алкина, минимальное циклоалкана, и максимальное алкана.

$\omega_{\text{макс.алкина}}$ стремится к 0,425

$\omega_{\text{мин.циклоалкана}}$ стремится к 0

$\omega_{\text{макс. алкана}}$ стремится 0,575

Для определения максимального содержания циклоалкана сделаем противоположное предположение, что почти все увеличение массы произошло за счет присоединения брома к циклоалкану. Для соблюдения условия содержания в смеси трех веществ будем считать, что в ней содержится по 1 молекула алкина, присоединяющего бром. Но так как 1 молекула алкина по сравнению с содержанием циклоалкана (порядка 10^{23} молекул) практически не повлияет на увеличение массы при бромировании, мы можем произвести расчет только по циклоалкану:

X г циклоалкана увеличивают массу конечной смеси на 20 г ;

70 г циклоалкана увеличивают массу конечной смеси на 160 г

$$X = 20 \times 70 / 160 = 8,75 \text{ г.}$$

В этой ситуации мы получим максимальное содержание циклоалкана, минимальное алкина, и минимальное алкана.

$\omega_{\text{макс.циклоалкана}}$ стремится к 0,875

$\omega_{\text{мин.алкина}}$ стремится к 0

$\omega_{\text{мин. алкана}}$ стремится 0,125

Итого для первого случая:

Случай №1	алкин	циклоалкан	алкан
Максимально возможная ω в смеси	0,575	0,875	0,425
Минимально возможная ω в смеси	0,125	Стремится к 0	Стремится к 0

Случай №2. Любой алкан + любой алкин + циклоалкан, не содержащий цикла из трех атомов углерода (не присоединяющий бром) . В этом случае увеличение массы происходит только за счет присоединения к алкину, поэтому максимальное и минимально содержание его в смеси стремится к значению $\omega = 0,425$, но не достигает этого значения. Остальные два вещества не присоединяют бром и на их долю приходится в сумме 0,575.

Случай №1	алкин	циклоалкан	алкан
Максимально возможная ω в смеси	0,575	0,575	Стремится к 0,425
Минимально возможная ω в смеси	Стремится к 0	Стремится к 0	Стремится к 0,425

Рассмотрение случая №2 в котором смесь представляет собой любой алкан + любой алкин + циклоалкан, не содержащий цикла из трех атомов углерода (не присоединяющий бром) и нахождение максимального и минимального содержания алкина – 2 балла.

Максимальное и минимальное содержание всех веществ в этом случае 5 баллов

Рассмотрение случая №1 и определение максимального и минимального содержания веществ в исходной смеси – 6 баллов.

Максимально за этот пункт 11 баллов.