

ЗАДАЧА 10-1

Условие задачи

В пяти пронумерованных пробирках находятся растворы хлорида натрия, гидроксида бария, карбоната натрия, сульфата натрия и разбавленной азотной кислоты. Как, не используя никаких дополнительных реактивов, распознать в какой пробирке какой реактив находится? Напишите все протекающие химические реакции. Сведите все полученные результаты в таблицу. Подпишите цвета осадков полученных веществ.

Растворы	NaCl	Ba(OH) ₂	Na ₂ CO ₃	Na ₂ SO ₄	HNO ₃
NaCl					
Ba(OH) ₂					
Na ₂ CO ₃					
Na ₂ SO ₄					
HNO ₃					

Решение

1. Если в пробирке №1 раствор хлорида натрия, то при добавлении к остальным растворам нет видимых признаков. Таким образом, мы обнаружили NaCl;
2. Если в пробирке №1 раствор гидроксида бария, то при добавлении в другие пробирки выпадает два осадка: карбонат бария и сульфат бария. Так обнаружили Ba(OH)₂ и предположительно Na₂CO₃ и Na₂SO₄



Добавляя в эти пробирки растворы из двух оставшихся возможны два варианта:

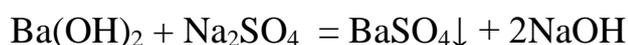
нет видимых признаков – это хлорид натрия, выделяется бесцветный газ (углекислый) и осадок растворяется, а во второй пробирке осадок не растворяется при добавлении азотной кислоты. Таким образом, можно уточнить карбонат натрия и сульфат натрия.

3. Если в пробирке под №1 раствор Na_2CO_3 , то с представленными веществами выпадает один осадок BaCO_3 и выделяется газ CO_2 . Так обнаружили Na_2CO_3 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и HNO_3



Сульфат натрия находим действием гидроксида бария, в результате видим выпадение белого осадка, нерастворимого в кислоте.

4. Если в пробирке №1 раствор Na_2SO_4 , то выпадет один осадок. Так обнаружили Na_2SO_4 и $\text{Ba}(\text{OH})_2$.



Карбонат натрия находим действием гидроксида бария, а азотную кислоту – карбонатом натрия.

5. Если в пробирке №1 раствор азотной кислоты, то при последовательном добавлении в оставшиеся пробирки выделяется один газ - CO_2 . Так обнаружили Na_2CO_3 и HNO_3



Гидроксид бария находим действием карбоната натрия (выпадает осадок), а сульфат натрия можно определить действием гидроксида бария по белому осадку нерастворимому в кислоте.

Растворы	NaCl	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	Na_2CO_3	Na_2SO_4	HNO_3
NaCl	-	-	-	-	-
$\text{Ba}(\text{OH})_2$	-	-	$\text{BaCO}_3\downarrow$	$\text{BaSO}_4\downarrow$	-
Na_2CO_3	-	$\text{BaCO}_3\downarrow$	-	-	$\text{CO}_2\uparrow$
Na_2SO_4	-	$\text{BaSO}_4\downarrow$	-	-	-
HNO_3	-	-	$\text{CO}_2\uparrow$	-	-

Система оценивания

1	Определен хлорид натрия	2,5 балла
2	Каждая верно написанная реакция	по 2 балла (всего 10 баллов)
3	Указан признак протекания реакции (цвет осадка или выделение газа)	по 0,5 балла (всего 2,5 баллов)
5	Приведена итоговая таблица	5 баллов
	ИТОГО	20 баллов

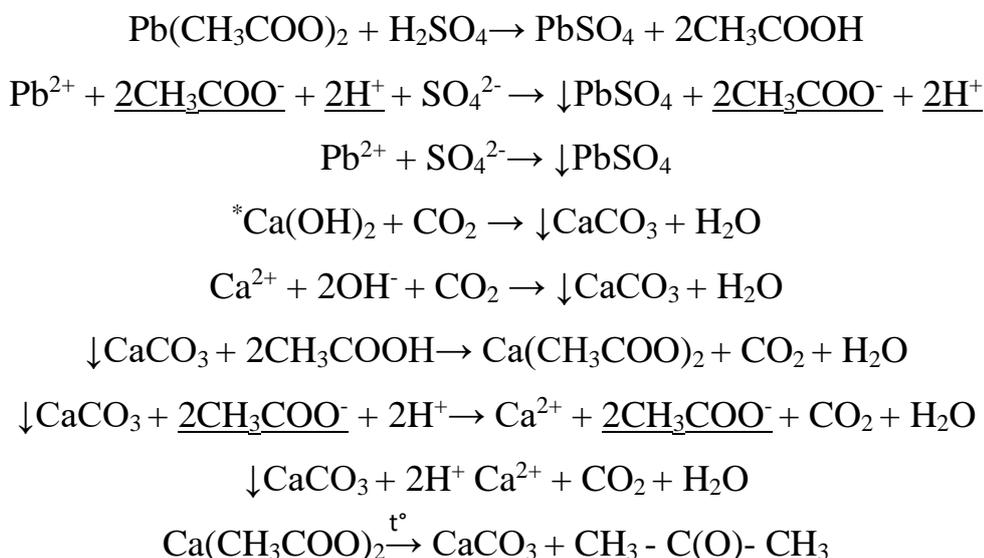
ЗАДАЧА 10-2

Условие задачи

Внимание! Найден рецепт алхимического коктейля (не найден способ употребления)! В одном сосуде смешайте свинцовый сахар с купоросным маслом, пропустите через фильтр, осадок отбросьте. В другом сосуде охладите известковую воду сухим льдом, также отфильтруйте, но осадок оставьте на фильтре. Полученный осадок промойте раствором, оставшимся после фильтрования первого сосуда. Итак, вы получили чудо-соединение, которое при нагревании всего до 160 °С разлагается с образованием средней соли (используется в пищевой промышленности для предотвращения слипания в комки сухих молочных продуктов и рекомендуется к употреблению при болезнях костных тканей) и органического соединения, содержащего 62% углерода, 28% кислорода и 10% водорода по массе. Установите структуру органического соединения, если известно, что два атома углерода в этом соединении находятся в состоянии sp^3 -гибридизации, а один - в состоянии sp^2 -гибридизации. Напишите уравнения ионообменных реакций в молекулярной, полной и сокращенной ионных формах, а также уравнение разложения «чудо-соединения».

Решение

1. Определить вещества по их тривиальным названиям: свинцовый сахар – $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, купоросное масло – H_2SO_4 , известковая вода – $\text{Ca}(\text{OH})_2$, сухой лед – CO_2 .
2. Написать реакции:



*При написании уравнений в ионной форме следует учесть, что известковая вода – прозрачный бесцветный раствор гидроксида кальция, получаемый при фильтровании или отстаивании известкового молока, значит, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ будет диссоциировать.

3. Определить органическое соединение $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$, если известны массовые доли углерода, водорода и кислорода. Пусть масса вещества $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ $m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 100\text{г}$, то из формул:

$$\left. \begin{aligned} W(\text{C}) &= \frac{m(\text{C})}{m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z)}; \\ W(\text{H}) &= \frac{m(\text{H})}{m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z)}; \\ W(\text{O}) &= \frac{m(\text{O})}{m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z)} \end{aligned} \right\} \text{следует, что}$$

$$\begin{aligned} m(\text{C}) &= W(\text{C}) * m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z); \\ m(\text{C}) &= 0,62 * 100\text{г} = 62\text{г} \\ m(\text{H}) &= W(\text{H}) * m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z); \\ m(\text{H}) &= 0,10 * 100\text{г} = 10\text{г} \\ m(\text{O}) &= W(\text{O}) * m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z); \\ m(\text{O}) &= 0,28 * 100\text{г} = 28\text{г} \end{aligned}$$

Найти количество вещества каждого элемента в соединении, воспользовавшись формулой: $\nu = m/M$.

Тогда
$$v(C) = \frac{62\text{г}}{12\text{г/моль}} = 5,17 \text{ моль};$$

$$v(H) = \frac{10\text{г}}{1\text{г/моль}} = 10,0 \text{ моль};$$

$$v(O) = \frac{28\text{г}}{16\text{г/моль}} = 1,75 \text{ моль}$$
} Найти соотношение

$$v(C): v(H): v(O) = 5,17:10,0:1,75 = 3:6:1$$

Органическое соединение $C_xH_yO_z$ имеет формулу C_3H_6O , учитывая, что 1 атом углерода находится в состоянии sp^2 -гибридизации, значит есть двойная связь $C=C$, а так как два других атома углерода в состоянии sp^3 -гибридизации, значит связь $C-C$ может быть только с кислородом $C=O$. Распределяя оставшиеся атомы, можно предложить 2 структуры, подходящие под описание: $CH_3-C(O)-CH_3$ (диметилкетон=ацетон) и $CH_3-CH_2-CH=O$ (пропаналь), но, учитывая, что разложению подвергается ацетат кальция, образуется именно диметилкетон.

Система оценивания

1	Верно установлено соединение по тривиальному названию	2 балла (всего 8 баллов)
2	Верно написано ионообменное уравнение в молекулярной и ионной формах.	1 балл (всего 3 балла)
3	Верно написано уравнение разложения	2 балла
4	Верно посчитана масса каждого элемента в органическом соединении	1 балл
5	Верно посчитано количество вещества каждого элемента в органическом соединении	1 балл
6	Установлена простейшая формула органического соединения	2 балла
7	Предложена верная структура органического соединения	3 балла
	ИТОГО	20 баллов

ЗАДАЧА 10-3

Условие задачи

В баллоне объемом 50 л находится некий газообразный углеводород под давлением 200 атм. при стандартной температуре. Его плотность равна 0,001178 г/см³. Теплота сгорания данного газа равна 1400 кДж/моль. Рассчитайте молярную массу соединения, определите состав углеводорода. Напишите уравнение горения данного углеводорода и рассчитайте, сколько теплоты выделится, если сжечь 20 % газа, от объема находящегося в баллоне (газ считать идеальным). Определите, хватит ли этой теплоты для нагревания 1 л воды на 10 градусов, если для нагрева 1 м³ на 1 градус необходимо 0,004184 ГДж.

Решение:

1. Найдем молярную массу углеводорода:

1 мл газа весит 0,001178 г

V_m (молярный объем газа) = 22,4 л/моль

В 1 мл содержится $0,446 \cdot 10^{-4}$ моль.

$M = m/n = 0,1178 \cdot 10^{-2} / 0,446 \cdot 10^{-4}$ моль = 26,4 г/моль

2. Зная общие формулы гомологических рядов алканов C_nH_{2n+2} , алкенов C_nH_{2n} и алкинов C_nH_{2n-2} и рассчитанную молярную массу, можно предположить, что неизвестный газ – этилен C_2H_4 .

3. Запишем уравнение горения:



4. Найдем количество вещества газа в баллоне, используя уравнение Клапейрона-Менделеева: $pV=nRT$

Переведем давление в Па, а V в м³: 1 атм = 101 325 Па (Дж/м³)

Переведем объем в м³: 50 л = 0,05 м³

$n=pV/RT = (200 \cdot 101\,325 \text{ Дж/м}^3 \cdot 0,05 \text{ м}^3) / (8,314 \text{ Дж/моль К} \cdot 298 \text{ К}) = 408,97$
моль.

5. 20 % от всего объема газа составит $408,97 \cdot 0,2 = 81,8$ моль.

6. Рассчитаем количество теплоты при сжигании 20% газа:

$81,8 \text{ моль} \cdot 1400 \text{ кДж/моль} = 114\,520 \text{ кДж} = 114,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}.$

7. Для нагрева 1 л воды на 1 градус понадобится:

$$0,004184 \text{ ГДж}/1000 = 4 \text{ 184 Дж}$$

Для нагрева 1л воды на 10 градусов понадобится:

$$4 \text{ 184 Дж} \cdot 10 = 41 \text{ 840 Дж.}$$

Система оценивания

1	Найдено количество вещества углеводорода	2 балла
2	Найдена молярная масса углеводорода	2 балла
3	Установлена формула газа	3 балла
4	Записано уравнение реакции горения	2 балла
5	Записана формула уравнения Менделеева-Клапейрона	1 балл
6	Давление переведено в Па	2 балла
7	Объем переведен из л в м ³	1 балл
8	Найдено количество вещества газа в баллоне из уравнения Менделеева-Клапейрона	2 балла
9	Найден объем газа, который составляет 20 % от объема баллона	1 балл
10	Найдено количество теплоты, выделившейся при сжигании 20% газа	2 балла
11	Найдено количество теплоты, необходимой для нагревания 1 л воды на 1 градус	1 балл
12	Найдено количество теплоты, необходимой для нагревания 1 л воды на 10 градусов	1 балл
	ИТОГО	20 баллов

ЗАДАЧА 10-4

Условие задачи

При полном сгорании 0,25 моля углеводорода **A** получается 16,8 л CO₂ и 9 г H₂O. Вещество **A** вступает в реакцию Кучерова, а при 600°C (в присутствии углерода) образует два изомерных циклотримера **B** и **B**. Приведите необходимые расчеты.

1. Рассчитайте формулу соединения **A**.
2. Приведите структурные формулы и названия изомерных соединений **Г**, **Д**.
3. Напишите **все необходимые** реакции в виде структурных формул и условия их проведения.
4. Приведите структурные формулы и названия изомерных циклотримеров **Б** и **В**.

Решение

1. Исходя из условий задания при сгорании 0,25 моль **A** выделяется: 16,8 л CO₂ и 9 г H₂O, тогда при сгорании 1 моль **A** будет выделяться в 4 раза больше, т.е. 16,8 * 4 = 67,2 л CO₂, что соответствует 67,2 л/22,4(л/моль) = 3 моль CO₂, и 9*4 = 36 г H₂O, что соответствует 36г/18 (г/моль) = 2 моль H₂O.

Тогда уравнение реакции будет: $A + 4O_2 \rightarrow 3CO_2 + 2H_2O$

Количество углерода в CO₂ и водорода в H₂O соответственно 3 и 4, значит, формула соединения **A** – C₃H₄.

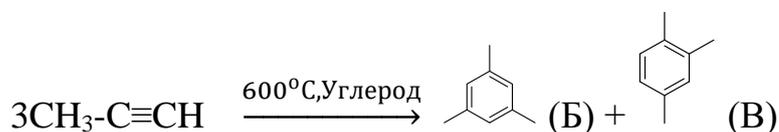
Структурные формулы для соединений C₃H₄:

CH₃-C≡CH-пропин (**A**), CH₂=C=CH₂-пропадиен (аллен) (**Г**) и  - циклопропен (**Д**)

По условию задачи вещество **A** вступает в реакцию Кучерова, значит, вещество **A**- пропин



При нагревании до 600 °С в присутствии углерода вещество **A** тримеризуется с образованием двух изомеров **Б** (1,3,5-триметилбензол) и **В**(1,2,4-триметилбензол):



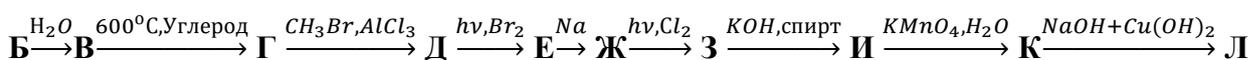
Система оценивания:

1	Определено количества вещества углекислого газа	1 балл
2	Определено количества вещества воды	1 балл
3	Составлено уравнение реакции горения	2 балла
4	Определена формула соединения А	2 балла
5	Указаны структурные формулы для соединения состава C ₃ H ₄ Пропин (А) Пропадиен (аллен) (Г) Циклопропен (Д)	1 балл 2 балла 3 балла
6	Составлено уравнение реакции Кучерова, указаны условия протекания	2 балла
7	Определены вещества Б и В	по 3 балла (максимум 6 балла)
	ИТОГО:	20 баллов

ЗАДАЧА 10-5

Условие задачи

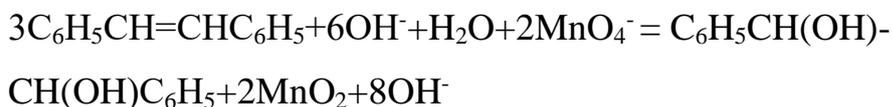
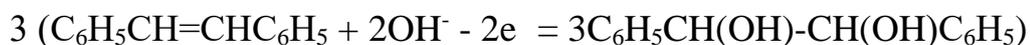
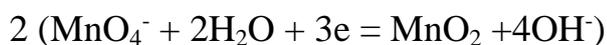
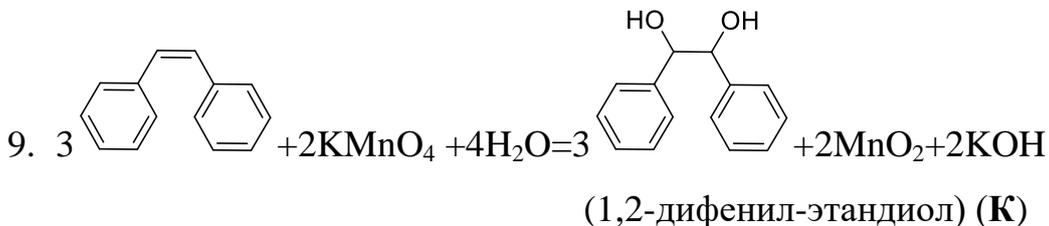
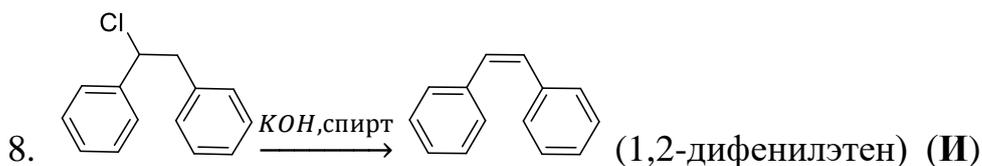
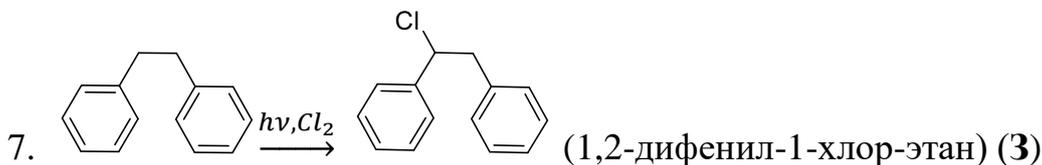
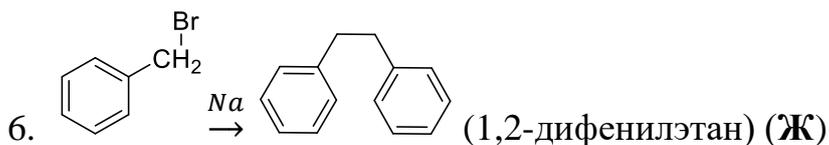
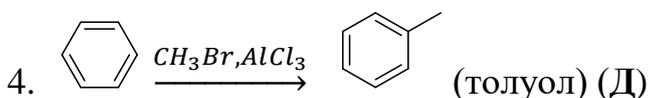
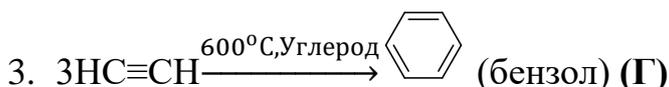
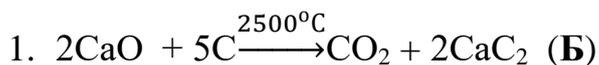
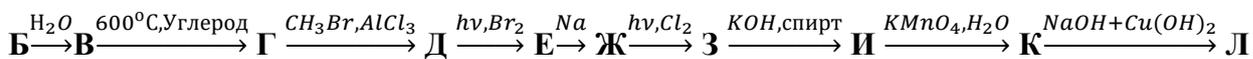
Оксид двухвалентного металла (А), содержащий 28.57 % кислорода, взаимодействуя с коксом при 2500° С, дает вещество Б, которое подвергается приведенным на схеме превращениям.



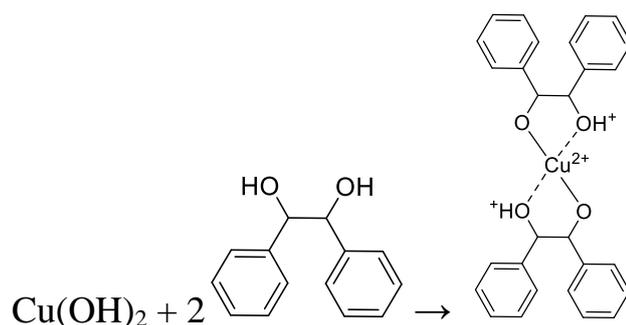
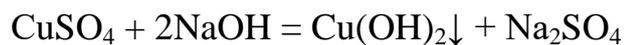
Установите формулу оксида А. Расшифруйте схему превращений вещества Б. Напишите полные уравнения реакций, превращение И в К уравняйте методом электронно-ионного баланса.

Решение

Оксид двухвалентного металла имеет формулу MeO . Учитывая, что массовая доля кислорода 28,57%, значит, можно найти молярную массу оксида по формуле: $W = \frac{M(O)}{M(MeO)}$, тогда $M(MeO) = 56$ г/моль, значит, молярная масса металла $56-16=40$ г/моль-это кальций. Вещество **А** – CaO .



10. Дифенилэтандиол дает комплексное соединение со свежеприготовленным гидроксидом двухвалентной меди:



Система оценивания:

1	Определена молярная масса металла	1 балл
2	Написана формула оксида металла	1 балл
3	Составлено уравнение реакции образования вещества Б из оксида металла	2 балла
4	Составлено уравнение реакции образования вещества В	1 балл
5	Составлено уравнение реакции образования вещества Г	1 балл
6	Составлено уравнение реакции образования вещества Д	1 балл
7	Составлено уравнение реакции образования вещества Е	2 балла
8	Составлено уравнение реакции образования вещества Ж	1 балл
9	Составлено уравнение реакции образования вещества З	2 балла
10	Составлено уравнение реакции образования вещества И	2 балла
11	Составлено уравнение реакции образования вещества К, уравнено методом электронно-ионного баланса	3 балла
12	Написано уравнение получения гидроксида меди	0,5 балла

13	Составлено уравнение реакции образования вещества Л, написана его структура	2,5 балла
	ИТОГО:	20 баллов