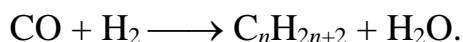


**Министерство образования Нижегородской области
Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского**

**Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный (районный) этап
15 ноября 2016 года
10 класс**

Задание 1 (25 баллов).

Получение алканов по методу Фишера и Тропша протекает на кобальтовом катализаторе по общей схеме



В реактор ввели оксид углерода (II) и водород при 180 °С в объемном соотношении 1 : 2. В ходе процесса было израсходовано 10 % исходного количества CO, в результате чего была получена смесь первых трех представителей ряда алканов в молярном соотношении 3 : 2 : 2. Объем и температуру реактора поддерживали постоянными. Все участники реакции находились в газовой фазе.

Вычислите, во сколько раз изменилось общее давление в системе.

Задание 2 (24 балла).

Вещество **X** содержит 37.8 % углерода, 6.3 % водорода и 55.9 % хлора по массе. Плотность паров этого вещества по воздуху равна 4.38. При действии водного раствора щелочи на вещество **X** образуется вещество **Y**, при гидрировании которого на никелевом катализаторе получается вторичный спирт **Z**.

2.1. Установите молекулярную формулу вещества **X**.

2.2. Напишите структурные формулы и названия веществ **X**, **Y** и **Z**.

2.3. Составьте уравнения реакций этих превращений.

Задание 3 (25 баллов).

Смесь безводных хлорида и сульфата магния растворили в воде. К полученному раствору добавили избыток раствора нитрата бария. Выпавший осадок отделили, промыли, высушили и взвесили. К оставшемуся раствору добавили избыток раствора нитрата серебра. При этом также выпал осадок, который промыли, высушили и взвесили. Масса второго осадка оказалась в три раза больше массы первого осадка.

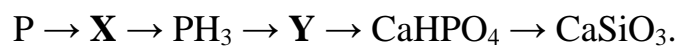
3.1. Составьте уравнения описанных реакций.

3.2. Рассчитайте массовые доли солей в исходной смеси.

3.3. Рассчитайте массу осадка, которую можно получить при добавлении к раствору 2.0 г исходной смеси избытка раствора гидроксида калия.

Задание 4 (26 баллов).

Рассмотрите схему превращений.



- 4.1. Предложите по одному варианту веществ **X** и **Y**, удовлетворяющих этой схеме.
- 4.2. Напишите по одному уравнению реакций для каждого из этих превращений с предложенными веществами **X** и **Y**.
- 4.3. Укажите условия протекания этих реакций.

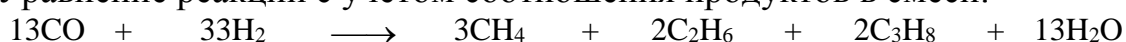
Министерство образования и науки Нижегородской области
Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный (районный) этап
15 ноября 2016 года
10 класс

Решение задач

Задание 1.

Уравнение реакции с учетом соотношения продуктов в смеси:



Рассмотрим смесь из 1 моль CO и 2 моль H₂, которая соответствует заданному объемному отношению исходных газов. Выразим количества вещества каждого из участников реакции.

Было:	1	2	0	0	0	0
Израсх. (образ.)	0.1	(0.1·33)/13	(0.1·3)/13	(0.1·2)/13	(0.1·2)/13	0.1
Стало:	0.9	(2-0.254)	0.0230	0.0154	0.0154	0.1

Таким образом, исходное количество вещества составляло 3 моль, а конечное будет равно

$$(0.9 + 2 - 0.254 + 0.0230 + 0.0154 + 0.0154 + 0.1) = 2.8 \text{ моль.}$$

Уменьшение количества вещества означает, что давление в системе уменьшится в $3 / 2.8 = 1.07$ раза.

Рекомендации по оценке решения.

За уравнение реакции	5 баллов
За расчет количеств образовавшихся веществ	15 баллов
За расчет изменения давления в системе	5 баллов
Всего	25 баллов

Задание 2.

2.1. Из плотности по воздуху находим молярную массу вещества:

$$M = 4.38 \cdot 29 \text{ г/моль} = 127 \text{ г/моль.}$$

В 1 моль вещества содержится $127 \cdot 0.559 = 71 \text{ г}$ хлора (2 моль атомов), $127 \cdot 0.378 = 48 \text{ г}$ углерода (4 моль атомов) и $127 \cdot 0.063 = 8 \text{ г}$ водорода (8 моль атомов). Формула вещества – C₄H₈Cl₂. Число атомов углерода, водорода и хлора в молекуле соответствуют хлорзамещенному алкану.

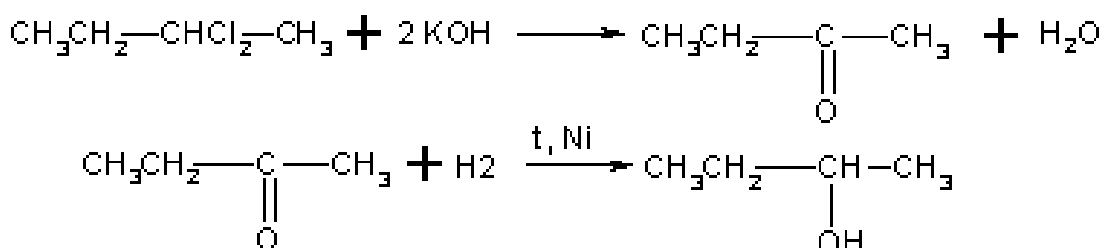
2.2. Вторичные спирты образуются при восстановлении кетонов, следовательно, при гидролизе $C_4H_8Cl_2$ образуется кетон. Это означает, что два атома хлора находятся при одном атоме углерода в середине цепи. Таким образом,

веществом **X** является 2,2-дихлорбутан $CH_3-CH_2-CCl_2-CH_3$,

веществом **Y** является бутанон-2 $CH_3-CH_2-CO-CH_3$,

веществом **Z** является бутанол-2 $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$.

2.3. Уравнения реакций:

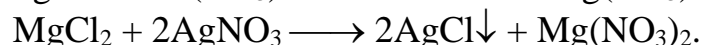
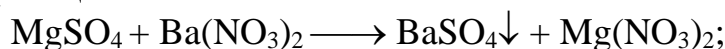


Рекомендации по оценке решения.

За определение молярной массы X	4 балла
За установление брутто-формулы вещества	7 баллов
За структурные формулы веществ X , Y и Z (по 2 балла)	6 баллов
За названия веществ X , Y и Z (по 1 баллу)	3 балла
За уравнения реакций (2 уравнения) – по 2 балла	4 балла
Всего	24 балла

Задание 3.

3.1. Уравнения реакций:



3.2. Пусть в 2.0 г исходной смеси содержится x г $MgCl_2$. Тогда:

$$m(MgCl_2) = x \text{ г.}$$

$$m(MgSO_4) = (2 - x) \text{ г.}$$

$$n(MgSO_4) = m(MgSO_4) / M(MgSO_4) = (2 - x) / (24 + 32 + 4 \cdot 16) = (2 - x) / 120 \text{ моль.}$$

$$n(BaSO_4) = n(MgSO_4) = (2 - x) / 120 \text{ моль.}$$

$$m(BaSO_4) = n(BaSO_4) \cdot M(BaSO_4) = (2 - x) / 120 \cdot (137 + 32 + 4 \cdot 16) = 1.94(2 - x) = 3.88 - 1.94x \text{ г.}$$

$$n(MgCl_2) = m(MgCl_2) / M(MgCl_2) = x / (24 + 2 \cdot 35.5) = 0.0105x \text{ моль.}$$

$$n(AgCl) = 2n(MgCl_2) = 2 \cdot 0.0105x = 0.0210x \text{ г.}$$

$$m(AgCl) = n(AgCl) \cdot M(AgCl) = 0.0210x \cdot (108 + 35.5) = 3.01x \text{ г.}$$

По условию задачи:

$m(\text{AgCl}) / m(\text{BaSO}_4) = 3$, то есть $3.01x / (3.88 - 1.94x) = 3$. Отсюда:

$$3.01x = 11.6 - 5.82x$$

$$8.83x = 11.6$$

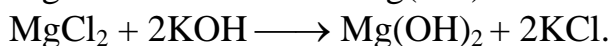
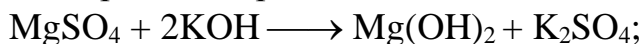
$$x = 1.31 \approx 1.3 \text{ г.}$$

$$m(\text{MgCl}_2) = 1.3 \text{ г}, m(\text{MgSO}_4) = (2 - 1.3) = 0.7 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{MgCl}_2) = m(\text{MgCl}_2) / m(\text{смеси}) = 1.3 / 2 = 0.65, \text{ или } 65 \text{ \%}.$$

$$\omega(\text{MgSO}_4) = 1 - \omega(\text{MgCl}_2) = 1 - 0.65 = 0.35, \text{ или } 35 \text{ \%}.$$

3.3. Уравнения реакций:



Тогда:

$$n(\text{Mg(OH)}_2) = n(\text{MgSO}_4) + n(\text{MgCl}_2).$$

$$n(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4) / M(\text{MgSO}_4) = 0.7 / 120 = 0.00583 \text{ моль.}$$

$$n(\text{MgCl}_2) = m(\text{MgCl}_2) / M(\text{MgCl}_2) = 1.3 / 95 = 0.0137 \text{ моль.}$$

$$n(\text{Mg(OH)}_2) = 0.00583 + 0.0137 = 0.0195 \text{ моль.}$$

$$m(\text{Mg(OH)}_2) = n(\text{Mg(OH)}_2) \cdot M(\text{Mg(OH)}_2) = 0.0195 \cdot 58 = 1.13 \text{ г.}$$

Рекомендации по оценке решения.

За уравнения реакций осаждения BaSO_4 и AgCl (2 уравнения)	4 балла
За расчет массовых долей солей в исходной смеси	10 баллов
За уравнения реакций осаждения Mg(OH)_2 (2 уравнения)	4 балла
За расчет массы осадка Mg(OH)_2	7 баллов
Всего	25 баллов

Задание 4

4.1. Вещество **X** – ионный фосфид металлического элемента (обычно щелочного, щелочноземельного или редкоземельного, а также цинка или алюминия), например, Na_3P .

Вещество **Y** – фосфорная ортокислота или ее галогенангидриды (пентахлорид фосфора). Здесь будет рассмотрена H_3PO_4 .

4.2. Уравнения реакций. Могут отличаться в зависимости от выбора веществ **X** и **Y**.



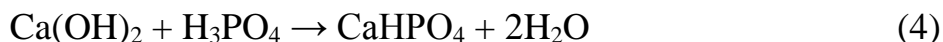
(с другими металлами протекают аналогичные реакции)



(кроме воды, можно использовать растворы кислот-неокислителей, в продуктах вместо гидроксида металла появляются соли этих кислот)



(для окисления подходят также концентрированные азотная или хлорноватая кислоты, пероксид водорода или пероксиды металлов в кислой среде, хлор, бром или озон в водном растворе, дихромат, хлорат или перманганат калия в кислой среде, диоксиды свинца или марганца в кислой среде)



(подходят также кальциевые соли слабых кислот, например, карбонат)



4.3. Реакции (1) и (5) реакции протекают при сплавлении реагентов, реакции (2) и (4) протекают в водном растворе при комнатной температуре. В реакции (4) соединения кальция и ортофосфорная кислота должны быть взяты в эквимольных количествах. Реакция (3) протекает при сгорании фосфина в кислороде. Другие возможные процессы с перечисленными выше реагентами протекают при непосредственном смешивании веществ (концентрированные кислоты) или в кислом водном растворе.

Рекомендации по оценке решения.

За выбор подходящих веществ X и Y (2 вещества) – по 3 балла	6 баллов
За уравнения реакций (5 уравнений) – по 3 балла	15 баллов
За условия протекания реакций (5 реакций) – по 1 баллу	5 баллов
Всего	26 баллов