**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

CO + H2 ⎯→ C*n*H2*n*+2 + H2O.

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.

P → **X** → PH3 → **Y** → CaHPO4 → CaSiO3.

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: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | 13CO | | + | | 33H2 | | ⎯→ | | 3CH4 | + | | 2C2H6 | + | | 2C3H8 | + | | 13H2O | |
| 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 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 · 29 г/моль = 127 г/моль.

В 1 моль вещества содержится 127 · 0.559 = 71 г хлора (2 моль атомов), 127 · 0.378 = 48 г углерода (4 моль атомов) и 127 · 0.063 = 8 г водорода (8 моль атомов). Формула вещества – С4Н8Сl2. Число атомов углерода, водорода и хлора в молекуле соответствуют хлорзамещенному алкану.

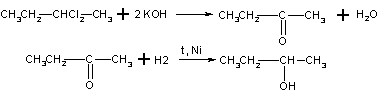
2.2. Вторичные спирты образуются при восстановлении кетонов, следовательно, при гидролизе С4Н8Сl2 образуется кетон. Это означает, что два атома хлора находятся при одном атоме углерода в середине цепи. Таким образом,

веществом **X** является 2,2−дихлорбутан  СН3−СН2−ССl2−СН3,

веществом **Y** является бутанон−2  СН3−СН2−СO−СН3,

веществом **Z** является бутанол−2  СН3−СН2−СH(OH)−СН3.

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:

MgSO4 + Ba(NO3)2 ⎯→ BaSO4↓ + Mg(NO3)2;

MgCl2 + 2AgNO3 ⎯→ 2AgCl↓ + Mg(NO3)2.

3.2. Пусть в 2.0 г исходной смеси содержится *х*г MgCl2. Тогда:

*m*(MgCl2) = *x*г.

*m*(MgSO4) = (2 – *x*) г.

*n*(MgSO4) = *m*(MgSO4) / *M*(MgSO4) = (2 – *x*) / (24 + 32 + 4 ⋅ 16) = = (2 − *x*) / 120 моль.

*n*(BaSO4) = *n*(MgSO4) = (2 – *x*) / 120 моль.

*m*(BaSO4) = *n*(BaSO4) ⋅ *M*(BaSO4) = (2 – *x*) / 120 ⋅ (137 + 32 + 4 ⋅ 16) =

= 1.94(2 – *x*) = 3.88 – 1.94*x*г.

*n*(MgCl2) = *m*(MgCl2) / *M*(MgCl2) = *x*/ (24 + 2 ⋅ 35.5) = 0.0105*x*моль.

*n*(AgCl) = 2*n*(MgCl2) = 2 ⋅ 0.0105*x*= 0.0210*х*г.

*m*(AgCl) = *n*(AgCl) ⋅ *M*(AgCl) = 0.0210*x*⋅ (108 + 35.5) = 3.01*x*г.

По условию задачи:

*m*(AgCl) / *m*(BaSO4) = 3, то есть 3.01*x*/ (3.88 – 1.94*x*) = 3. Отсюда:

3.01*х*= 11.6 – 5.82*х*

8.83*х*= 11.6

*х*= 1.31 ≈ 1.3 г.

*m*(MgCl2) = 1.3 г, *m*(MgSO4) = (2 – 1.3) = 0.7 г.

ω(MgCl2) = *m*(MgCl2) / *m*(смеси) = 1.3 / 2 = 0.65, или 65 %.

ω(MgSO4) = 1 – ω(MgCl2) = 1 – 0.65 = 0.35, или 35 %.

3.3. Уравнения реакций:

MgSO4 + 2KOH ⎯→ Mg(OH)2 + K2SO4;

MgCl2 + 2KOH ⎯→ Mg(OH)2 + 2KCl.

Тогда:

*n*(Mg(OH)2) = *n*(MgSO4) + *n*(MgCl2).

*n*(MgSO4) = *m*(MgSO4) / *M*(MgSO4) = 0.7 / 120 = 0.00583 моль.

*n*(MgCl2) = *m*(MgCl2) / *M*(MgCl2) = 1.3 / 95 = 0.0137 моль.

*n*(Mg(OH)2) = 0.00583 + 0.0137 = 0.0195 моль.

*m*(Mg(OH)2) = *n*(Mg(OH)2) ⋅ *M*(Mg(OH)2) = 0.0195 ⋅ 58 = 1.13 г.

Рекомендации по оценке решения.

|  |  |
| --- | --- |
| За уравнения реакций осаждения BaSO4 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, Na3P.

Вещество **Y** – фосфорная ортокислота или ее галогенангидриды (пентахлорид фосфора). Здесь будет рассмотрена H3PO4.

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

P + 3Na → Na3P (1)

(с другими металлами протекают аналогичные реакции)

Na3P + 3H2O → 3NaOH + PH3 (2)

(кроме воды, можно использовать растворы кислот-неокислителей,

в продуктах вместо гидроксида металла появляются соли этих кислот)

2PH3 + 4O2 → 2H3PO4 (3)

(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)

Ca(OH)2 + H3PO4 → CaHPO4 + 2H2O (4)

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

2CaHPO4 + 5C + 2SiO2 → 2CaSiO3 + 5CO + 2P + H2O. (5)

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 эквимолярных 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 |