

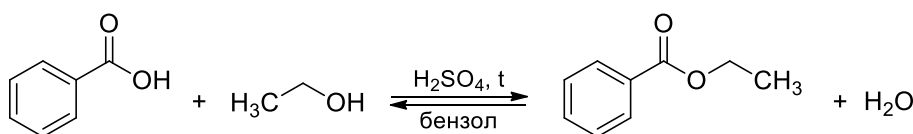
10 класс Вариант №2

Задание 10-1

Смешали 48,8 г бензойной кислоты, 40 мл 95%-ного этилового спирта (плотность 0,800 г/см³), 2,5 мл 70%-ного раствора серной кислоты (плотность 1,600 г/см³), 200 мл бензола. Напишите уравнение реакции, протекающей при нагревании данной реакционной смеси, и назовите полученный продукт реакции. Вычислите его выход (в %), если из реакционной массы отогнали 9 мл воды (плотность 1,000 г/см³). Какова роль серной кислоты в данном превращении?

Решение

Уравнение реакции этерификации:



Роль серной кислоты — катализатор (действует как водоотнимающее средство, дегидратирующий агент). Бензол — растворитель, в реакции не участвует.

Возможные названия сложного эфира этилбензоат или этиловый эфир бензойной кислоты.

Общая масса воды складывается из массы воды, содержащейся в серной кислоте и спирте, а также массы воды, выделившейся в результате реакции.

$$m_1(\text{H}_2\text{O}) \text{ из серной кислоты: } (2,5 \cdot 1,600) \cdot 0,3 = 1,2 \text{ г.}$$

$$m_2(\text{H}_2\text{O}) \text{ из спирта: } (40 \cdot 0,8) \cdot 0,05 = 1,6 \text{ г; масса спирта } 30,4 \text{ г.}$$

$$m_3(\text{H}_2\text{O}) \text{ по реакции: } 9 - 1,2 - 1,6 = 6,2 \text{ г.}$$

$$n(\text{спирта}) = 30,4/46 = 0,661 \text{ моль; } n(\text{кислоты}) = 48,8/122 = 0,400 \text{ моль.}$$

Спирт в избытке, считаем по кислоте. Теоретически, по реакции должно получиться 0,400 моль воды и 0,400 моль эфира.

$$m_{\text{теор}}(\text{H}_2\text{O}) = 0,4 \cdot 18 = 7,2 \text{ г.}$$

$$\text{Выход воды по реакции} = \text{выход продукта} = (6,2/7,2) \cdot 100 \% = 86,1 \%$$

Система оценивания:

1. За написание уравнения реакции – 2 балла;
2. За название продукта реакции – 2 балла;
3. За вычисления выхода реакции – максимально 14 баллов, из них:
 - Расчет $m_1(\text{H}_2\text{O})$ из серной кислоты – 2 балла;
 - Расчет $m_2(\text{H}_2\text{O})$ из спирта – 2 балла;
 - Расчет $m_3(\text{H}_2\text{O})$ по реакции – 2 балла;
 - Определение избытка-недостатка – 2 балла;
 - Расчет $m_{\text{теор}}(\text{H}_2\text{O})$ – 3 балла;
 - Расчет выхода – 3 балла;
4. За ответ о роли серной кислоты – 2 балла.

Задание 10-2

Углеводород **A** представляет собой дизамещенное производное бензола, способное присоединить две молекулы воды, образовав при этом соединение **B**, содержащее по данным элементного анализа 74,07 % углерода. Другое соединение — **C** представляет собой бинарное неорганическое соединение азота, ранее использовавшееся в качестве горючего компонента ракетного топлива. Реакция соединений **B** и **C** приводит к бициклическому гетероциклическому продукту **D**, являющемуся структурным аналогом нафталина. Определите соединения **A**, **B**, **C**, **D**. Изобразите их структурные формулы. Напишите уравнения описанных реакций и укажите условия их протекания.

Решение

Решение

Общая формула углеводорода **A** — C_xH_y . После присоединения двух молекул воды формула вещества **B** — $C_xH_{y+4}O_2$.

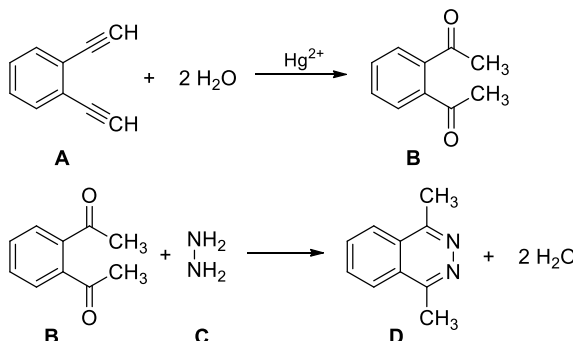
По условию соединение **B** содержит 74,07 % углерода, поэтому:

$$\omega(C) = \frac{12x}{12x + y + 4 + 32}; \quad \frac{12x}{12x + y + 36} = 0,7407.$$

Выразив «y» через «x» получаем: $y = 4,2x - 36$. При $x = 10$, $y = 6$. $C_{10}H_6$ – брутто-формула углеводорода **A**.

Бинарное неорганическое соединение азота **C** — гидразин.

Структурные формулы соединений **A–D** и уравнения описанных реакций:

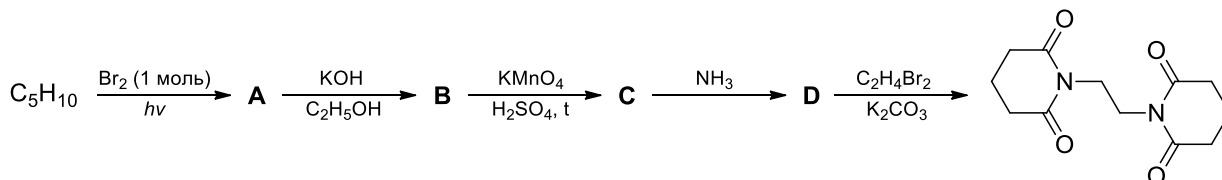


Система оценивания:

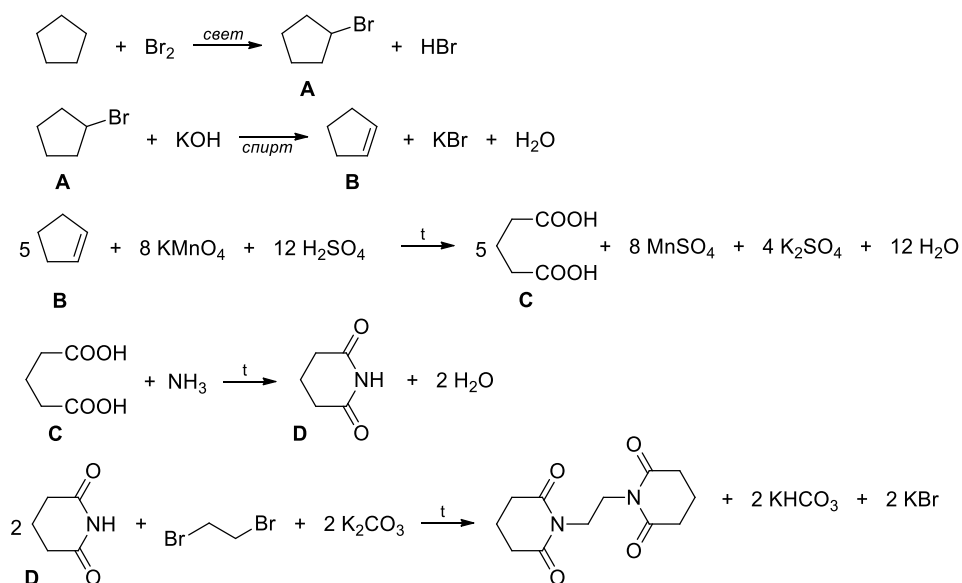
1. Определение брутто-формулы или расчет молекулярной массы соединения **A** или(и) **B** – всего 4 балла;
Структурная формула вещества **A** – 3 балла.
Структурная формула вещества **B** – 3 балла. Всего за определение **A** и **B** – 10 баллов.
2. Структурная формула вещества **C** – 3 балла, название вещества **C** – 1 балл.
Всего за вещество **C** – 4 балла.
4. Структурная формула вещества **D** – 3 балла.
5. Написание уравнений реакции 1 и 2 – по 1 баллу. Указание условий гидратации **A** (в присутствии солей ртути) – 1 балл. Всего за написание уравнений – 3 балла.

Задание 10-3

Установите вещества **A**, **B**, **C**, **D** и составьте их структурные формулы. Запишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.



Решение



Система оценивания:

1. Структурная формула вещества **A** – 3 балла.
2. Структурная формула вещества **B** – 3 балла.
3. Структурная формула вещества **C** – 3 балла.
4. Структурная формула вещества **D** – 4 балла.
Всего за структурные формулы 13 баллов.
5. Уравнение первой реакции (получения **A**) – 1 балл.
6. Уравнение второй реакции (**A**→**B**) – 1 балл.
7. Правильно написанное уравнение третьей реакции (**B**→**C**) – 2 балла
(если не расставлены коэффициенты, но указаны все продукты, то 1 балл).
8. Уравнение четвертой реакции (**C**→**D**) – 1 балл.
9. Уравнение пятой реакции (из **D**) – 2 балла. (За верно написанное уравнение реакции, в котором в качестве продуктов указаны CO_2 , H_2O и KBr – 2 балла. За уравнение реакции, не включающее K_2CO_3 и предусматривающее образование HBr – 1 балл).

Задание 10-4

Смесь порошков двух металлов имеет массу 161,2 г. На бромирование этой смеси затрачено 864 г брома. Смесь солей, полученную после бромирования, растворили в воде и добавили избыток раствора аммиака. Образовавшийся осадок, содержащий только один из двух металлов, отделили, и прокалили при 1000 °С. Масса осадка после прокаливания составила 137,7 г, массовая доля металла в нем составила 52,94 %. Определите металлы, удовлетворяющие условию задачи, и напишите уравнения всех проведенных реакций.

Решение

1) Масса одного из металлов, который вошел в состав осадка:

$$m_{\text{мет1}} = 137,7 \cdot 0,5294 = 72,9 \text{ г.}$$

Масса второго металла:

$$m_{\text{мет2}} = 161,2 - 72,9 = 88,3 \text{ г.}$$

2) Число молей брома:

$$n(\text{Br}_2) = 864 / 160 = 5,4 \text{ моль.}$$

3) Осадок после прокаливания – оксид.

Найдем молярную массу металла 1 (вариант решения):

В 100 г оксида 52,94 г металла и 47,06 г кислорода.

Число молей атомов кислорода в 100 г оксида:

$$n(\text{O}) = 47,06 / 16 = 2,941 \text{ моль.}$$

Вычислим массу металла, приходящуюся на 1 моль кислорода:

$$2,941 \text{ моль}(\text{O}) - 52,94 \text{ г}$$

$$\frac{1 \text{ моль}(\text{O})}{2,941} - \frac{x}{52,94}$$

$$x = 18 \text{ г}$$

Перебираем варианты формул оксидов M_2O , MO , M_2O_3 , MO_2 и находим молярные массы металлов, соответственно 9, 19, 27 и 36 г/моль.

Подходит только 27: Al (9 не подходит, т.к. бериллий двухвалентный).

4) Считаем число молей алюминия:

$$n(\text{Al}) = 72,9 / 27 = 2,7 \text{ моль.}$$

Число молей брома, прореагировавшего с Al:

$$\{n(\text{Br}_2)\}_{\text{прорег. с Al}} = 2,7 \cdot 3/2 = 4,05 \text{ моль.}$$

Число молей брома, прореагировавшего со вторым металлом:

$$\{n(\text{Br}_2)\}_{\text{прорег. с мет 2}} = 5,4 - 4,05 = 1,35 \text{ моль.}$$

Определяем второй металл:

Если 1 моль металла реагирует с 1 моль брома (двухвалентный металл), то

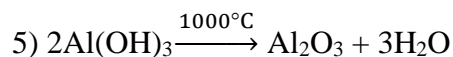
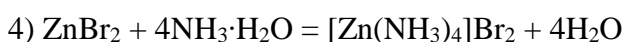
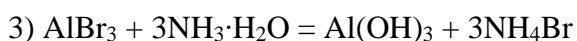
1,35 моль металла имеет массу 88,3 г

$$\frac{1 \text{ моль металла}}{x} = \frac{88,3 \text{ г}}{x}$$

$$x = 65,4; \text{ металл: Zn}$$

Бромид цинка реагирует с аммиаком с образованием растворимого комплексного соединения.

Уравнения реакций



Система оценивания:

1. Определение массы металла 1 и металла 2 – по 1 баллу
 2. Определение металла 1 по массовой доле – 6 баллов
 3. Определение металла 2 - 6 баллов
 4. Написание уравнение реакции 1 – 1 балл
Написание уравнение реакции 2 – 1 балл
Написание уравнение реакции 3 – 1 балл
Написание уравнение реакции 4 – 2 балла
Написание уравнение реакции 5 – 1 балл
-

Задание 10-5

Смесевое твердое топливо состоит из двух компонентов – перхлората аммония и мелкодисперсного порошка алюминия. В результате их взаимодействия образуются вещества **А, Б, В, Г**. Известно, что **Б** – газообразное вещество, имеющее плотность по воздуху 0,966; **В** - газообразное вещество, имеющее плотность по воздуху 2,448; **Г** – твердое нерастворимое в воде вещество. Значения стандартной энтальпии образования веществ приведены в таблице:

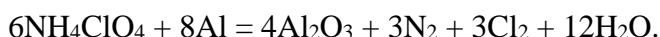
Вещество	Перхлорат аммония (тв)	Алюминий (тв)	А (ж)	Б (г)	В (г)	Г (тв)
$\Delta_f H^\circ$, кДж/моль	-295,3	0	-285,8	0	0	-1035,4

1. Определите вещества **А, Б, В** и **Г**.
2. Составьте уравнение химической реакции, описывающее взаимодействие компонентов смеси.
3. Рассчитайте стандартную энтальпию химической реакции и запишите термохимическое уравнение.
4. Вычислите, какое количество теплоты выделится, если прореагирует 188 г перхлората аммония.

Решение

1. **А:** H_2O
Б: N_2
В: Cl_2
Г: Al_2O_3

2. Уравнение реакции:



3. Энтальпия реакции:

$$\Delta_f H^\circ = 12(-285,8) + 4(-1035,4) + 3(0) + 3(0) - 8(0) - 6(-295,3) = -5799,4 \text{ кДж}.$$

Термохимическое уравнение:



4. $n(\text{NH}_4\text{ClO}_4) = 188/117,5 = 1,6$ моль.

Если 6 моль NH_4ClO_4 вступают в реакцию, то выделяется 5799,4 кДж тепла

$$\frac{1,6 \text{ моль } \text{NH}_4\text{ClO}_4}{6 \text{ моль } \text{NH}_4\text{ClO}_4} = \frac{x}{5799,4 \text{ кДж}}$$

$$Q = x = 1546,5 \text{ кДж}$$

Система оценивания:

1. Определение вещества **А** – 1 балл
Определение вещества **Б** – 1 балл
Определение вещества **В** – 2 балла
Определение вещества **Г** – 2 балла
2. Написание уравнения реакции – 4 балла
3. Расчет стандартной энтальпии реакции – 6 баллов
Запись термохимического уравнения- 2 балла
4. Расчет количества теплоты – 2 балла