

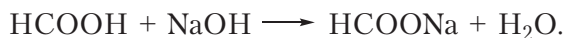
§ 36. Вычисления по уравнениям реакций, протекающих в растворах

Решение расчётных задач, в которых фигурируют не индивидуальные вещества, а их растворы, принципиально не отличается от решения обычных задач, требующих расчёта по уравнению химической реакции. В этом случае необходимо предварительно вычислить содержание реагирующих веществ в растворе (это может быть масса либо количество), затем следует выполнить расчёт по уравнению протекающей химической реакции. Рассмотрим примеры таких задач и их решение.

Пример 1. Имеется 50 г водного раствора муравьиной кислоты с массовой долей HCOOH, равной 10 %. Рассчитайте массу 5%-го раствора NaOH, который потребуется для нейтрализации кислоты.

Решение

Уравнение протекающей реакции:



Рассчитаем массу кислоты:

$$m(\text{к-ты}) = \omega \cdot m(\text{р-ра}) = 0,1 \cdot 50 = 5 \text{ г}.$$

Рассчитаем количество кислоты:

$$n = \frac{m(\text{к-ты})}{M(\text{к-ты})} = \frac{5}{46} = 0,109 \text{ моль}.$$

Из уравнения реакции следует, что для нейтрализации кислоты потребуется 0,109 моль щёлочи.

Рассчитаем массу щёлочи:

$$m(\text{NaOH}) = n \cdot M = 0,109 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 4,36 \text{ г}.$$

Рассчитаем массу 5%-го раствора NaOH:

$$m(\text{р-ра}) = \frac{m(\text{NaOH})}{\omega(\text{NaOH})} = \frac{4,36}{0,05} = 87,2 \text{ г}.$$

Ответ: потребуется 87,2 г 5%-го раствора щёлочи.

Пример 2. Какой объём 6%-го раствора уксусной кислоты плотностью $1,007 \text{ г/см}^3$ потребуется для того, чтобы «погасить» 3 г пищевой соды? Какой объём углекислого газа (н. у.) при этом выделится?

Решение

Уравнение реакции взаимодействия пищевой соды с уксусной кислотой:



Рассчитаем количество соды:

$$n(\text{NaHCO}_3) = \frac{m(\text{NaHCO}_3)}{M(\text{NaHCO}_3)} = \frac{3}{84} = 0,0357 \text{ моль}.$$

Рассчитаем объём 6%-го раствора уксусной кислоты плотностью $1,007 \text{ г/см}^3$, который потребуется для взаимодействия с гидрокарбонатом натрия количеством $0,0357 \text{ моль}$:

$$m(\text{к-ты}) = n \cdot M = 0,0357 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль} = 2,14 \text{ г};$$

$$m(\text{р-ра}) = \frac{m(\text{к-ты})}{\omega(\text{к-ты})} = \frac{2,14}{0,06} = 35,7 \text{ г}.$$

$$V(\text{р-ра}) = \frac{m(\text{р-ра})}{\rho(\text{р-ра})} = \frac{35,7}{1,007} = 35,5 \text{ см}^3.$$

Рассчитаем объём $0,0357 \text{ моль}$ углекислого газа (н.у.), который выделится в результате данной реакции:

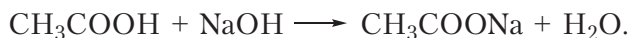
$$V(\text{CO}_2) = V_m \cdot n = 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль} \cdot 0,0357 \text{ моль} = 0,800 \text{ дм}^3.$$

Ответ: потребуется $35,5 \text{ см}^3$ кислоты, выделится $0,800 \text{ дм}^3$ углекислого газа.

Пример 3. Для полной нейтрализации уксусной кислоты, растворённой в 30 см^3 воды, потребовалось $23,4 \text{ см}^3$ раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией $0,5 \text{ моль/дм}^3$. Рассчитайте массовую долю уксусной кислоты в исходном растворе.

Решение

Уравнение протекающей реакции:



Рассчитаем количество гидроксида натрия, израсходованного на нейтрализацию уксусной кислоты:

в 1000 см^3 — 0,5 моль NaOH;

в $23,4 \text{ см}^3$ — x моль NaOH;

$x = 0,0117$.

Из уравнения реакции следует, что в растворе уксусной кислоты содержалось 0,0117 моль вещества. Масса уксусной кислоты:

$$m(\text{к-ты}) = n \cdot M = 0,0117 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль} = 0,702 \text{ г.}$$

Рассчитаем массовую долю уксусной кислоты в исходном растворе. Напомним, что общая масса раствора является суммой масс растворителя и растворённого вещества. Плотность воды равна $1,0 \text{ г/см}^3$.

$$\omega = \frac{m(\text{к-ты})}{m(\text{р-ра})} = \frac{0,702}{0,702 + 30} \cdot 100 = 2,29 \%$$

Ответ: 2,29 %.

Вычисления по уравнениям реакций, протекающих в растворах, принципиально не отличаются от обычных расчётов по уравнениям химических реакций.

Для решения задач такого типа следует, используя данные по составу растворов, рассчитать количества реагирующих веществ, затем выполнить расчёт по уравнению реакции.

Вопросы и задания

1. Рассчитайте массу ацетата натрия, который потребуется для приготовления 100 см^3 его раствора с молярной концентрацией, равной $0,2 \text{ моль/дм}^3$.

2. В воде растворена пропановая кислота массой 5,92 г. Рассчитайте объём 10%-го раствора гидроксида калия плотностью $1,09 \text{ г/см}^3$, который потребуется для нейтрализации кислоты.

3. В рецепте приготовления теста было записано следующее: «одну чайную ложку соды погасите несколькими столовыми ложками 6%-го уксуса». Только хозяйка забыла записать, сколько столовых ложек уксуса для этого потребуется. Восстановите эту часть рецепта. Учтите, что в чайной ложке помещается примерно 3 г соды, а ёмкость столовой ложки — примерно 10 см^3 . Плотность 6%-го раствора уксусной кислоты равна $1,007 \text{ г/см}^3$.

§ 37. Взаимосвязь между углеводородами, спиртами, альдегидами, карбоновыми кислотами

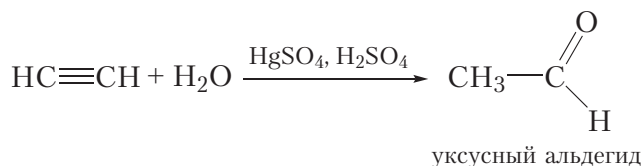
В ходе изучения органической химии вы могли убедиться, что между отдельными классами органических соединений существует взаимосвязь, позволяющая осуществлять синтез одних соединений из других. Приведём примеры задач, которые можно решить, используя знания о взаимосвязи соединений различных классов.

Пример 1. Предложите способ получения уксусной кислоты из ацетилена. Рассмотрим структурные формулы ацетилена и уксусной кислоты:

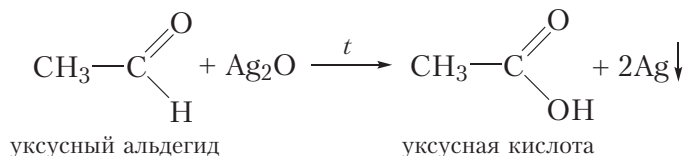


Мы не знаем химической реакции, позволяющей непосредственно получить уксусную кислоту из ацетилена. Следовательно, для осуществления этого превращения потребуется несколько стадий.

Общим способом получения карбоновых кислот является окисление соответствующих альдегидов. Таким образом, сначала необходимо получить из ацетилена уксусный альдегид:



Далее окисляем уксусный альдегид до уксусной кислоты:



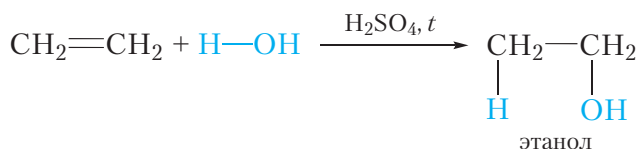
Пример 2. Предложите способ получения уксусной кислоты из этилена.

Рассмотрим структурные формулы этилена и уксусной кислоты:

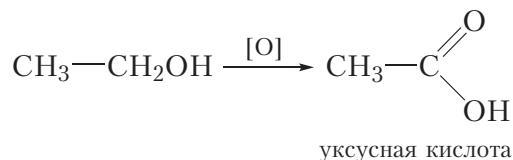


Для осуществления этого превращения вновь потребуется несколько стадий.

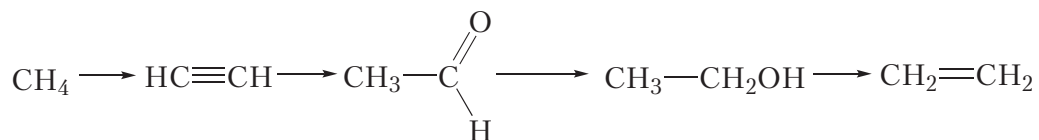
Вспомним, что карбоновые кислоты можно получить при окислении не только альдегидов, но и спиртов (без выделения промежуточно образовавшегося альдегида). В частности, уксусную кислоту можно получить окислением этанола раствором KMnO_4 в присутствии серной кислоты. Следовательно, нам необходимо получить из этилена этанол:



Далее окисляем этанол до уксусной кислоты:

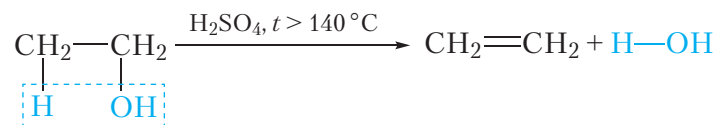
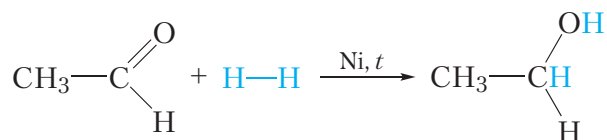
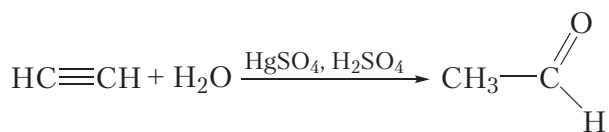


Пример 3. Приведите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



Каждое из указанных превращений можно осуществить в одну стадию. Приведём уравнения соответствующих реакций:





Существует взаимосвязь между углеводородами, спиртами, альдегидами и карбоновыми кислотами, благодаря чему можно получать из соединений одного класса соединения других классов.

Альдегиды получают окислением спиртов, восстановление альдегидов приводит к спиртам.

Карбоновые кислоты получают окислением спиртов и альдегидов.

Вопросы и задания

1. В результате каких процессов: окисления или восстановления — можно осуществить превращение спиртов в альдегиды, а затем в карбоновые кислоты?

2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить этаналь из этана. На первой стадии должна протекать реакция галогенирования.

3. Из пропаналя получите: а) пропановую кислоту; б) пропанол-1; в) пропан.

4. Дополните схемы превращений:

