

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР

10 класс

### Изучение кинетики реакции щелочного гидролиза этилацетата

#### Оборудование и реактивы:

- |  |          |
|--|----------|
| 1. Мерная колба с пробкой, 250 см <sup>3</sup>                   | – 1 шт.  |
| 2. Плоскодонная колба с пробкой, 250 см <sup>3</sup>             | – 1 шт.  |
| 3. Колба мерная с пробкой, 50 см <sup>3</sup>                    | – 1 шт.  |
| 4. Цилиндр мерный, 50 см <sup>3</sup>                            | – 1 шт.  |
| 5. Пипетка Мора или пипетка градуированная, 10 см <sup>3</sup>   | – 2 шт.  |
| 6. Груша резиновая   | – 1 шт.  |
| 7. Колба с раствором HNO <sub>3</sub>                            | – 1 шт.  |
| 8. Штатив для бюретки  | – 1 шт.  |
| 9. Бюретка, 25 см <sup>3</sup>                                   | – 1 шт.  |
| 10. Воронка для заполнения бюретки                               | – 1 шт.  |
| 11. Колба Эрленмейера для титрования, 100 см <sup>3</sup>        | – 2 шт.  |
| 12. Химический стакан (под бюретку), 100 или 150 см <sup>3</sup> | – 1 шт.  |
| 13. Секундомер   | – 1 шт.  |
| 14. Промывалка с дистиллированной водой                          | – 1 шт.  |
| 15. Салфетки бумажные  | – 20 шт. |
| 16. Капельница с раствором фенолфталеина                         | – 1 шт.  |

#### Оборудование и реактивы общего пользования (на 2-3 участников):

- |   |         |
|---|---------|
| 17. Колба с раствором этилацетата                               | – 1 шт. |
| 18. Мерный цилиндр для раствора этилацетата, 50 см <sup>3</sup> | – 1 шт. |

**Запишите в лист ответов номер своего варианта задания**

**(указан на мерной колбе на 250 см<sup>3</sup> с раствором NaOH)**

**Внимание!!! Вы обязаны выполнять необходимые требования безопасной работы с химическими реактивами!**

Гидролиз сложного эфира этилацетата в щелочной среде является практически необратимым. Реакция щелочного гидролиза этилацетата имеет суммарный второй порядок – первый по сложному эфиру и первый по гидроксид-ионам, следовательно,

скорость этой реакции зависит от концентрации реагирующих веществ следующим образом:

$$v = k[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5] \cdot [\text{OH}^-],$$

где  $k$  – константа скорости реакции,  $[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]$  и  $[\text{OH}^-]$  – молярные концентрации реагирующих веществ в момент времени  $t$ .

Кинетическое уравнение для такой реакции имеет вид:

$$kt = \frac{1}{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_0 - [\text{OH}^-]_0} \ln \left( \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{OH}^-]_0}{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_0[\text{OH}^-]} \right)$$

Данное выражение легко преобразуется к следующей форме:

$$\ln \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]}{[\text{OH}^-]} = \ln \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_0}{[\text{OH}^-]_0} + ([\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_0 - [\text{OH}^-]_0) \cdot kt$$

В работе необходимо определить константу скорости реакции щелочного гидролиза этилацетата в водном растворе. Из реакционной смеси необходимо будет отбирать пробы через определенные промежутки времени. В этих пробах необходимо будет установить содержание щелочи методом обратного кислотно-основного титрования и, следовательно, определить молярные концентрации реагентов в реакционной смеси в определенные моменты времени. **Результат работы очень сильно зависит от точности отбора аликвот растворов и точности титрования.** Будьте предельно аккуратны при выполнении всех операций. Внимательно полностью прочитайте методику проведения эксперимента, перед тем как приступить к работе.

### 1. Приготовление раствора щелочи и установление его молярной концентрации

Доведите дистиллированной водой до метки раствор NaOH, выданный Вам в мерной колбе на 250 см<sup>3</sup>. Тщательно перемешайте раствор, аккуратно переворачивая колбу, придерживая при этом пробку.

Заполните приготовленным раствором бюретку. В колбу для титрования внесите с помощью пипетки 10 см<sup>3</sup> раствора азотной кислоты. Добавьте в колбу 2 капли раствора фенолфталеина и оттитруйте кислоту раствором NaOH. Повторите титрование необходимое число раз. Результаты титрования внесите в лист ответов.

### 2. Определение константы скорости реакции щелочного гидролиза этилацетата

С помощью цилиндра отмерьте 50 см<sup>3</sup> раствора этилацетата. Перенесите раствор этилацетата из цилиндра в мерную колбу на 50 см<sup>3</sup> точно до метки. Из мерной колбы аккуратно перелейте раствор этилацетата в плоскодонную колбу на 250 см<sup>3</sup>. Закройте

плоскодонную колбу пробкой. Мерную колбу на 50 см<sup>3</sup> промойте под проточной водой, ополосните небольшим количеством дистиллированной воды, а затем приготовленным Вами раствором NaOH. Отмерьте с помощью цилиндра 50 см<sup>3</sup> приготовленного Вами раствора гидроксида натрия. Перенесите раствор гидроксида натрия из цилиндра в мерную колбу на 50 см<sup>3</sup> точно до метки. Прилейте раствор щелочи к раствору этилацетата в плоскодонной колбе и в этот же момент запустите секундомер. Закройте колбу с реакционной смесью пробкой и тщательно перемешайте. При выполнении всего эксперимента содержимое колбы с реакционной смесью необходимо периодически перемешивать вращательными движениями (1 раз в 5-10 минут).

Через определенные временные промежутки от начала реакции – 5, 15, 25, 35, 50, 70 и 90 минут – необходимо определять молярную концентрацию гидроксида натрия в реакционной смеси в исследуемый момент времени.

Для этого в колбу для титрования с помощью пипетки внесите 10 см<sup>3</sup> раствора HNO<sub>3</sub>. Точно в исследуемый момент времени в колбу для титрования, в которой уже содержится кислота, добавьте 10 см<sup>3</sup> реакционной смеси, отобранной из колбы с помощью пипетки. Полученный раствор слегка перемешайте. Добавьте 2 капли раствора фенолфталеина. Оттитруйте избыток кислоты приготовленным Вами раствором NaOH. Обратите внимание, что первое титрование пробы реакционной смеси необходимо проводить уже через 5 минут после начала реакции, поэтому тщательно спланируйте Ваш эксперимент и Вашу последовательность действий.

Результаты титрований в определенные моменты времени занесите в лист ответов. Вычислите концентрации реагентов в реакционной смеси в исследованные моменты времени. Рассчитайте константу скорости реакции щелочного гидролиза этилацетата в каждый из моментов времени. Рассчитайте среднее значение константы скорости реакции. Также определите константу скорости реакции графически, построив график зависимости величины  $\ln([\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]/[\text{OH}^-])$  от времени  $t$ .

Заполните все необходимые поля в листе ответов.