

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ

Факультет физики

## Лабораторная работа

«Кислотно-основное титрование»

Работу выполнил студент 3 курса  
Захаров Сергей Дмитриевич



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Москва  
5 сентября 2020

## Содержание

1. Метод выполнения работы	2
2. Полученные данные	2
3. Обработка полученных результатов	3
3.1. Определение концентрации раствора щелочи . . . . .	3
3.2. Определение pH раствора . . . . .	3
4. Выводы	3

## 1. Метод выполнения работы

В ходе выполнения работы предполагалось провести титрование раствора соляной кислоты  $\text{HCl}$  раствором гидроксида натрия  $\text{NaOH}$  с целью определения реальной концентрации раствора  $\text{NaOH}$ .

Для этого сперва была приготовлена навеска гидроксида натрия для получения 100 мл раствора предполагаемой концентрацией 0.1М. Для расчета массы воспользуемся определением молярной концентрации:

$$C_m = \frac{m}{MV} \Rightarrow m = C_m MV \quad (1)$$

Здесь  $m$  — масса растворенного вещества,  $M$  — его молярная масса,  $V$  — объем. С учетом того, что 0.1М означает 0.1 моль/л, примем следующие значения:

- $M = 40$  г/моль
- $V = 0.1$  л (необходимый объем раствора)
- $C_m = 0.1\text{М}$

Таким образом, по формуле 1 получаем, что необходимая масса  $\text{NaOH}$  составляет  $m_t = 0.4$  г. Данная масса была отмерена с помощью аналитических весов.

Раствор  $\text{NaOH}$  был получен следующим образом: сперва в мерную колбу на 100 мл была помещена навеска  $\text{NaOH}$ , после чего к ней был добавлен небольшой объем воды (порядка 40 мл). Затем, после тщательного перемешивания, была долита оставшаяся вода до отметки 100 мл.

Небольшим объемом получившегося раствора щелочи была промыта бюретка, после чего она была заполнена до нулевой отметки этим же раствором.

После этого в колбу с широким горлом было отмерено 10 мл 0.1 М раствора соляной кислоты, а также небольшой (2-3 капли) объем фенолфталеина. Затем, постоянно перемешивая раствор с помощью магнитной мешалки, в него постепенно, по капле, вносился раствор щелочи до получения устойчивой светло-розовой окраски. Необходимый для этого объем раствора щелочи был записан для последующей обработки. Кроме того, была также измерена реальная pH полученного раствора.

Последний этап был повторен 3 раза для получения более надежного результата.

## 2. Полученные данные

В результате серии экспериментов был получен следующий набор данных:

№	Объем раствора $\text{NaOH}$ , мл	pH
1	10.3	9.66
2	10	9.23
3	10.2	9.6

Таким образом, принимаем за необходимый объем среднее значение объема раствора и получаем  $V_{\text{нec}} \approx 10.2$  мл.

### 3. Обработка полученных результатов

#### 3.1. Определение концентрации раствора щелочи

При добавлении к соляной кислоте в колбе щелочи происходит реакция нейтрализации, которая описывается следующей формулой:



Рассчитаем количество вещества HCl в исходном растворе соляной кислоты:

$$\nu_{\text{HCl}} = V C_{m\text{HCl}} = 0.01 \cdot 0.1 = 0.001 \text{ моль} \quad (3)$$

Согласно уравнению реакции 2, количество вещества NaOH должно быть таким же, т.е.:

$$\nu_{\text{NaOH}} = \nu_{\text{HCl}} = 0.001 \text{ моль} \quad (4)$$

Таким образом, реальная концентрация раствора, которую мы получаем с помощью метода титрования, оказывается равной:

$$C_{mr} = \frac{\nu_{\text{NaOH}}}{V_{\text{нес}}} = \frac{0.001}{0.0102} \approx 0.098 \text{ М} \quad (5)$$

В целом, полученная концентрация не сильно отличается от той, которой мы пытались добиться.

#### 3.2. Определение pH раствора

Мы смешивали сильную кислоту с сильным основанием. В ходе этой реакции мы получаем соль, которая не подвержена гидролизу. Следовательно, было бы логично ожидать pH в районе 7, что и является индикацией нейтральной среды.

### 4. Выводы

- 1) Полученная в ходе эксперимента концентрация приготовленного нами раствора щелочи составляет  $C_{mr} \approx 0.098 \text{ М}$ . Она несильно отличается от той, которой мы пытались добиться (0.1 М). Отличие скорее всего вызвано несовершенством техники измерения объема израсходованной щелочи: при измерениях всегда есть погрешность, на которую в нашем случае накладывается еще и погрешность из-за наличия у раствора мениска.
- 2) pH, полученная в ходе эксперимента (в среднем она составляет 9.5), отличается от ожидаемой (pH нейтральной среды 7). Скорее всего, это объясняется методикой выполнения эксперимента: при использовании фенолфталеина мы переставали добавлять щелочь при получении светло-розового окраса, что, строго говоря, является индикатором щелочной среды и свидетельствует о том, что реакция нейтрализации соляной кислоты завершилась, и в оставшемся растворе есть избыток щелочи. В таком случае, pH несколько больше нейтральной ожидаема (она и свидетельствует о щелочной среде).

- 3) Помимо указанных причин отличий эксперимента от ожидаемых теоретических результатов, возможным фактором отличия является также несовершенство метода хранения  $\text{NaOH}$ , который на воздухе быстро поглощает водяной пар и углекислый газ, из-за чего мы получаем реактив с примесями.