

**Т. Г. Безъязыкова, Т. Ю. Ковалева, В. А. Сенчёнок, Г. В. Харлова**

**Учебное пособие по химии**

**Методические рекомендации для лабораторных занятий**

**и задания для студентов**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
им. проф. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»

---

**Т. Г. Безъязыкова, Т. Ю. Ковалева, В. А. Сенчёнок, Г. В. Харлова**  
**Учебное пособие по химии**

**Методические рекомендации для лабораторных занятий  
и задания для студентов**

**(СПб ГУТ))**

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ (рН) водных РАСТВОРОВ

## Цель

Определить значения рН ряда водных растворов методом потенциометрии с использованием стеклянного и хингидронного электродов.

## Задачи

1. Измерить ЭДС двух гальванических элементов с растворами, pH которых известна (буферные растворы), составленных из стеклянного и хлоридсеребряного электродов и хингидронного и хлоридсеребряного электродов (время установления равновесия – 5 мин.);
2. Построить график зависимости ЭДС от pH;
3. Измерить ЭДС этих гальванических элементов с различными растворами, pH которых не известна;
4. Определить графически значения pH исследованных растворов и сравнить значения, полученные с использованием стеклянного и хингидронного электродов.

## Приборы и реактивы

1. Буферные растворы с известным значением pH и растворы, pH которых требуется определить, хингидрон, дистиллированная вода.

## Методика выполнения работы и ее обоснование

В настоящее время кислотность среды принято выражать с помощью водородного показателя (рН). Водородный показатель — это отрицательный десятичный логарифм активности иона водорода в растворе.

$$pH = -\lg a_{H^+} \quad (1)$$

Так как ионное произведение воды  $KW = [a_H] \cdot [a_{OH}] = 10^{-14}$  при 298 К, то при значениях  $pH < 7$  ионов водорода будет больше, чем гидроксид-ионов и говорят, что среда кислая. Если же значение  $pH > 7$ , то соответственно, говорят, что среда щелочная.

Стеклянный электрод — ион-селективный электрод селективный по отношению к ионам водорода находящимся в растворе. Потенциал стеклянного электрода зависит от активности ионов водорода следующим образом:

$$E = E_{CT} - E_{xСЭ} = E_{CT}^0 - b pH - E_{xСЭ} \quad (2)$$

Напомним, что  $b = 2,3RT/F$ .

Для определения pH некоторого раствора составляют цепь, состоящую из стеклянного электрода, погруженного в исследуемый раствор, и электрода сравнения, потенциал которого сохраняется постоянным в ходе эксперимента.

В современной практике в качестве электрода сравнения обычно используется насыщенный хлоридсеребряный электрод (ХСЭ).

Ag | AgCl | исследуемый раствор | стекло | HCl(0.1 M) | AgCl | Ag,

Тогда мы можем записать ЭДС всей цепи

$$E' = E_{\text{NO}}^0 - E_{\text{O}_2} = E_{\text{NO}} + b \rho H. \quad (3)$$

Следовательно, потенциал такого элемента будет линеен относительно значения pH. Зная потенциал элемента, содержащего раствор с известным значением pH, можно рассчитать значение всех постоянных величин, входящих в уравнение. В нашем случае — это стандартный потенциал стеклянного электрода и потенциал ХСЭ. Обозначим их разницу как  $E'$  и выразим через потенциал элемента и значение pH раствора.

Для экспериментального определения  $E'$  используют буферные растворы с приписанными значениями pH. Составы буферных растворов и приписанное им значение pH можно найти в справочной литературе. Промышленностью выпускаются стандарт-титры для приготовления буферных растворов.

Применяемые для pH-метрии стеклянные электроды, имеют линейную характеристику в довольно широких диапазонах температур и значений pH. Например, электрод ЭСЛ-43-07 имеет линейную характеристику в диапазоне значений pH от 0 до 12 (при 298 К).

Для проведения работы следует приготовить буферный раствор с известным значением pH (лучше со значением pH около 4) и ряд растворов с различными значениями pH в диапазоне от 1 до 7 (растворы можно приготовить разбавлением растворов сильных кислот — серной или соляной).

### Порядок выполнения работы

1. Тщательно вымытый стаканчик на 50 см<sup>3</sup> устанавливают в штатив модуля и наливают в него примерно 40 см<sup>3</sup> заранее приготовленного буферного раствора (рекомендуется стаканчик и электроды предварительно ополоснуть буферным раствором). Стаканчик закрывают крышкой и устанавливают стеклянный и хлоридсеребряный электроды и термодатчик.

2. Подключение электродов и термодатчика производят согласно электрической схеме.

3. После установления равновесия (равновесие устанавливается в течение 3-5 минут) производят измерение ЭДС, составленного гальванического элемента.

4. Повторяют опыт с другими приготовленными растворами. Полученные данные заносят в таблицу.

5. Заменяют стеклянный электрод на платиновый или золотоуглеродистый и повторяют всю серию опытов (согласно пп. 1—4) с той лишь разницей, что в каждый раствор добавляют небольшое количество

хингидрона. (Время установления равновесия после добавления хингидрона составляет примерно 2-3 минуты.)

6. Проводят расчет значений pH растворов, полученных двумя способами, и сравнивают результаты расчетов между собой.

*Рекомендуемый вид таблицы*

Раствор	Стеклянный эл-д		Хингидонный эл-д		Сходимость, %
	E, В	pH	E, В	pH	
Буфер					
№ 1					
№ 2					
№ 3					