

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, рН 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 рН;
3. Измерить ЭДС этих гальванических элементов с различными растворами, рН которых не известна;
4. Определить графически значения рН исследованных растворов и сравнить значения, полученные с использованием стеклянного и хингидронного электродов.

Приборы и реактивы

1. Буферные растворы с известным значением рН и растворы, рН 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 рН < 7 ионов водорода будет больше, чем гидроксид-ионов и говорят, что среда кислая. Если же значение рН > 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:

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

Напомним, что $b = 2,3RT/F$.

Для определения рН 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).

$\text{Ag} \mid \text{AgCl} \mid \text{исследуемый раствор} \mid \text{стекло} \mid \text{HCl}(0.1 \text{ M}) \mid \text{AgCl} \mid \text{Ag}$,
Тогда мы можем записать ЭДС всей цепи

$$E' = E_{\text{H}^+/\text{H}_2}^0 - E_{\text{AgCl}/\text{Ag}} = E_{\text{H}^+/\text{H}_2} + bpH \quad (3)$$

Следовательно, потенциал такого элемента будет линейен относительно значения рН. Зная потенциал элемента, содержащего раствор с известным значением рН, 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 рН раствора.

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

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

Для проведения работы следует приготовить буферный раствор с известным значением рН (лучше со значением рН около 4) и ряд растворов с различными значениями рН 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 см³ устанавливают в штатив модуля и наливают в него примерно 40 см³ 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.)

б. Проводят расчет значений рН растворов, полученных двумя способами, и сравнивают результаты расчетов между собой.

Рекомендуемый вид таблицы

Раствор	Стекланный эл-д		Хингидонный эл-д		Сходимость, %
	$E, В$	рН	$E, В$	рН	
Буфер					
№ 1					
№ 2					
№ 3					