

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 31.12.2020 13:36:44  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии



## ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Методические указания к выполнению лабораторных работ по физической химии для студентов специальности 020101.65 «Химия, направлений 020100.62 "Химия" и 240100.62 - Химическая технология»

Курск 2014

УДК 541.1

Составитель С.Д. Пожидаева

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Е.В. Агеева*

Изучение электропроводности растворов электролитов: методические указания к выполнению лабораторных работ по физической химии для студентов специальности 020101.65 «Химия, направлений 020100.62 "Химия" и 240100.62 – «Химическая технология»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.Д. Пожидаева. Курск, 2014. 16 с.: табл. 3.

Содержат необходимое для выполнения работ теоретическое введение и описание из раздела физической химии «Электрохимия».

Методические указания соответствуют требованиям программы.

Предназначены студентам специальности 020101.65 «Химия, направлений 020100.62 "Химия" и 240100.62 – «Химическая технология».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Форма 60x84 1/16.

Усл. печ.л. . Уч.-изд.л. . Тираж 30 экз. Заказ. . Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Требования к отчету к лабораторным работам.....	5
<b>Лабораторная работа № 1. Исследование электропроводности растворов слабых электролитов и расчет константы диссоциации.....</b>	<b>6</b>
<b>Лабораторная работа № 2. Электропроводность растворов сильных электролитов.....</b>	<b>9</b>
<b>Лабораторная работа № 3. Определение растворимости и произведения растворимости малорастворимой соли.....</b>	<b>10</b>
<b>Лабораторная работа № 4. Кондуктометрическое титрование смесей кислот и их солей.....</b>	<b>12</b>
<b>Лабораторная работа № 5. Определение степени загрязнения образцов воды.....</b>	<b>15</b>
Библиографический список.....	15

## Введение

Электрохимия – раздел физической химии, который рассматривает системы, содержащие ионы (растворы или расплавы электролитов) и процессы, протекающие на границе двух фаз с участием заряженных частиц.

В наш век электричества и химии особое место занимает электрохимия, объединяющая "электрические" и "химические" науки. Электрохимия, электрохимические процессы и технологии используются настолько широко во всех отраслях промышленности, что без них невозможно ни существование, ни дальнейшее развитие цивилизации. Современный человек на каждом шагу сталкивается со свидетельствами могущества электрохимии.

Постоянное расширение сферы использования электрохимии и электрохимических технологий привело к тому, что получение и использование этих знаний необходимо для выпускников химических специальностей.

Развитие электрохимии как науки происходило посредством тесного взаимовлияния и взаимодействия с другими отраслями знаний. Начиная от получения электрической энергии в аккумуляторах до современных топливных элементов, от модифицирования поверхности электроосаждением металлов и сплавов до современных нанотехнологий — это путь развития прикладной электрохимии, приложений электрохимических процессов в технике и различных современных технологиях. Сфера приложения электрохимии в технологиях совершенно различного направления постоянно расширяется, особенно в настоящее время.

В методических указаниях рассматриваются электрохимические методы анализа, основы эксперимента, используемая в электрохимических методах анализа аппаратура. Представлены работы по одной из основных областей электрохимических методов анализа – кондуктометрии. Перед выполнением каждой лабораторной работы студентам необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебника, чтобы с минимальными затратами времени понять смысл, теоретическое обоснование и следствия проводимого эксперимента.

При работе с оборудованием и имеющимися установками нужно строго руководствоваться прилагаемыми инструкциями и соблюдать правила техники безопасности.

В предлагаемых методических указаниях излагаются требования к подготовке и проведению лабораторных работ, оформлению отчета. В методику включены описание используемого в работе оборудования, принцип его работы, порядок выполнения эксперимента, методы обработки и анализа полученных результатов работы.

Работы предназначены для закрепления теоретических знаний по разделу физической химии «Электрохимия», освоения методов физико-химического исследования, получения навыков математической обработки экспериментальных данных и объяснения выявленных закономерностей.

### **Требования к отчету к лабораторным работам**

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Используемые приборы и оборудование: схема, порядок работы.
3. Используемую в работе посуду и принадлежности.
4. Физико-химические методы анализа.
5. Описание объекта исследования.
6. Требования по технике безопасности при выполнении лабораторной работы, в частности при работе с оборудованием, стеклянной посудой, химическими реактивами.
7. Методика выполнения эксперимента с указанием конкретных действий.
8. Таблицы, графики, оформленные в соответствии с ГОСТ.
9. Полученные результаты с оценкой погрешности измерения.
10. Вывод.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ РАСТВОРОВ СЛАБЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ И РАСЧЕТ КОНСТАНТЫ ДИССОЦИИ**

Цель работы: приобрести навыки работы с учебно-лабораторным комплексом (УЛК) при измерении с его помощью электропроводности растворов; освоить методику определения электропроводности и исследовать зависимость электропроводности раствора электролита от концентрации.

Определение электрической проводимости растворов электролитов практически сводится к измерению их сопротивления электрическому току. Принципиально измерение сопротивления растворов может быть проведено как с помощью постоянного, так и переменного тока. На практике преимущественное распространение получили методы, основанные на применении переменного тока высокой частоты. Использование переменного тока позволяет избежать электролиза, влекущего за собой изменение концентрации электролита и поляризации электродов, а также уменьшить влияние тормозящих электрофоретического и релаксационного эффектов. Для уменьшения поляризации электроды предварительно платинируют, что увеличивает истинную поверхность электродов по сравнению с геометрической, и за счет этого резко снижается плотность тока.

#### **ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ:**

Учебно-лабораторный комплекс «Химия» в комплектации:

1. Центральный контроллер.
2. Модуль «Электрохимия» для кондуктометрических измерений.
3. Пипетки на 10 и 20 мл.
4. Мерный цилиндр.
5. Лабораторная посуда.
6. Водные растворы слабых электролитов с концентрацией 0,1-0,2 М (уксусной, бензойной кислоты, гидроксид аммония и др.).
7. Дистиллированная вода.

## Порядок выполнения работы

1. Подготовить прибор к работе. Для проведения работы надо предварительно промыть электроды 10, сосуд для измерений 8 (рис.1) дистиллированной водой.

2. Приготовить из исходных растворов по 6-8 растворов (по указанию преподавателя) слабого электролита.

3. Сполоснуть электрод исследуемым раствором, затем погрузить его в раствор. Осторожно перемешать, постукивая кончиком электрода о дно сосуда для удаления пузырьков воздуха. Измерения проводить, начиная с дистиллированной воды и разбавленных растворов. Растворы перед определением электропроводности термостатировать 10-15 минут при комнатной температуре. Измерения проводить не менее трех раз. Объем исследуемого раствора должен быть таким, чтобы уровень раствора в сосуде был выше платиновых пластинок не менее, чем на 1 см.

4. Определить удельную электропроводность для всех приготовленных растворов электролитов после установления постоянного значения  $\chi$  См/м. Полученные значения внести в табл.1.

Таблица 1 - Результаты измерения электропроводности и определенные на их основе характеристики раствора

№	Электролит, его концентрация	Характеристики раствора			
		$\chi$ , См·м <sup>-1</sup>	$\lambda$ , См·м <sup>2</sup> ·моль <sup>-1</sup>	$\alpha$	$K_{\text{дисс}}$

5. При измерении электрической проводимости любой жидкости или раствора необходимо знать постоянную ячейки  $K_{\text{яч}}$ , с которой производят измерения. Значение  $K_{\text{яч}}$  определить из уравнения

$$\chi_{\text{КСI(табл)}} = K_{\text{яч}} \cdot \chi_{\text{КСI}}$$

по измеренному сопротивлению  $\chi_{\text{КСI}}$  для любого стандартного раствора хлорида калия с известной удельной проводимостью. Значения  $\chi_{\text{КСI(табл)}}$  для стандартных растворов КСИ при различных температурах приведены в справочнике.

6. При малых концентрациях электролитов необходимо учитывать электрическую проводимость самой воды. Для обычной дистил-

лированной воды, содержащей  $\text{CO}_2$  за счет контакта с воздухом, удельная электрическая проводимость при  $25^\circ\text{C}$  равна  $10^{-6}$  См/см. Для точного определения электрической проводимости электролита необходимо из удельной электрической проводимости раствора вычесть электрическую проводимость воды:

$$\chi_{\text{соли}} = \chi_{\text{раствора}} - \chi_{\text{воды}}$$

Для этого надо определить электропроводность воды. Тщательно промыть электроды дистиллированной водой, налить в сосуд для измерений такой же объем свежеперегнанной или прокипяченной дистиллированной воды и измерить электропроводность. Измерение фиксировать после того, как значение на экране перестанет изменяться.

6. По полученным данным рассчитать эквивалентную электропроводность. Полученные результаты занести в табл. 1.

7. Построить график зависимости удельной и эквивалентной электропроводности от концентрации.  $\lambda = f(\sqrt{C})$ ,  $\chi = f(C)$ .

8. По графику зависимости  $\lambda = f(\sqrt{C})$  экстраполяцией до  $C = 0$  определить предельное значение эквивалентной электропроводности  $\lambda^\infty$ , сравнить его с величиной, рассчитанной по закону Кольрауша.

9. Рассчитать степень диссоциации слабого электролита для 6 – ти концентраций. Построить график зависимости степени диссоциации электролита от концентрации ( $\alpha = f(C)$ ).

10. Рассчитать константу диссоциации слабого электролита и показать, что она не зависит от разбавления раствора. Постоянство полученных значений  $K_{\text{дисс}}$  (в пределах ошибки опыта) доказывает правильность закона разведения Оствальда.

11. Проверить закон Оствальда графическим способом. Для слабых электролитов с малой величиной  $\alpha \ll 1$

$$K_{\text{дисс}} = \frac{\lambda^2 C}{(\lambda^\infty)^2},$$

после логарифмирования и преобразования которого имеем:

$$\lg \lambda = \lg(\lambda^\infty \sqrt{K_{\text{дисс}}}) - \frac{1}{2} \lg C.$$

Согласно полученному соотношению для слабых электролитов между логарифмом эквивалентной электропроводности и логарифмом концентрации раствора существует прямая зависимость.



12. Построить график зависимости  $\lg \lambda = f(\lg C)$ . При экстраполяции прямой на  $\lg C$  по величине отсекаемого отрезка определить величину

$$\lg(\lambda^\infty \sqrt{K_{\text{дисс}}}),$$

по которой, определив из справочника  $\lambda^\infty$ , рассчитать  $K_{\text{дисс}}$ .

13. Провести статистическую обработку полученных значений  $K_{\text{дисс}}$  и представить общий результат

$$X = \bar{X} \pm \Delta X.$$

14. Написать общий вывод о выполнимости закона Оствальда на практике.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ РАСТВОРОВ СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Цель работы: с помощью кондуктометра изучить зависимость эквивалентной электрической проводимости  $\lambda$  растворов сильного электролита от концентрации, графическим методом найти  $\lambda^\infty$  и константу  $A$  в уравнении Кольрауша  $\lambda = \lambda^\infty - A\sqrt{C}$ .

#### ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ:

Учебно-лабораторный комплекс «Химия» в комплектации:

1. Центральный контроллер.
2. Модуль «Электрохимия» для кондуктометрических измерений.
3. Пипетки на 10 и 20 мл.
4. Мерный цилиндр.
5. Лабораторная посуда.
6. Водные растворы сильных электролитов по заданию преподавателя (HCl, NaCl, KCl, NaNO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub> и т.п.).
7. Дистиллированная вода.

#### Порядок выполнения работы

1. Подготовить прибор к работе, предварительно промыв электроды дистиллированной водой.

2. Приготовить из исходного раствора сильного электролита последовательным разбавлением исходного раствора 5-6 растворов с концентрациями в пределах 0,05 - 0,001 н.

3. Сполоснуть электрод исследуемым раствором, затем погрузить его в раствор. Осторожно перемешать, постукивая кончиком

электрода о дно сосуда для удаления пузырьков воздуха. Измерения проводить, начиная с дистиллированной воды и разбавленных растворов. Растворы перед определением электропроводности термостатировать 10-15 минут при комнатной температуре. Объем исследуемого раствора должен быть таким, чтобы уровень раствора в сосуде был выше платиновых пластинок не менее, чем на 1 см.

4. Определить постоянную сосуда  $K_{яч}$ .

5. Измерить удельную электропроводность для всех приготовленных растворов электролита и воды после установления постоянного значения  $\chi$  См/м. При вычислении  $\chi$  растворов, из их электрической проводимости вычесть проводимость воды. Полученные значения внести в табл.2.

6. По полученным данным рассчитать эквивалентную электропроводность растворов электролитов. Полученные результаты занести в табл.2.

Таблица 2 - Результаты измерения электропроводности растворов сильных электролитов

№	Электролит, его концентрация	Характеристики раствора			
		$\chi$ , См·м <sup>-1</sup>	$\lambda$ , См·м <sup>2</sup> ·моль <sup>-1</sup>	$\lambda^\infty$ См·м <sup>2</sup> ·моль <sup>-1</sup>	$\sqrt{C}$ , (моль/л) <sup>1/2</sup>

7. Рассчитать теоретическое значение  $\lambda^\infty$ , пользуясь справочными данными для  $\lambda^+$  и  $\lambda^-$  с учетом температуры опыта.

7. Построить графики зависимости удельной и эквивалентной электропроводности от концентрации.  $\lambda = f(\sqrt{C})$ ,  $\chi = f(C)$ .

8. По графику зависимости  $\lambda = f(\sqrt{C})$  экстраполяцией до  $C = 0$  определить предельное значение эквивалентной электропроводности  $\lambda^\infty$ , сравнить его с величиной, рассчитанной по закону Кольрауша.

9. Определить угловой коэффициент прямой. Записать уравнение Кольрауша с численными значениями констант.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ И ПРОИЗВЕДЕНИЯ РАСТВОРИМОСТИ МАЛОРАСТВОРИМОЙ СОЛИ

Цель работы: определить растворимость и произведение раство-

римости малорастворимой соли путем измерения электропроводности раствора

### ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ:

Учебно-лабораторный комплекс «Химия» в комплектации:

1. Центральный контроллер.
2. Модуль «Электрохимия» для кондуктометрических измерений.
3. Лабораторная посуда.
4. Дистиллированная вода, дважды перегнанная.
5. Анализируемая соль.

Раствор, содержащий максимальное количество вещества, которое может раствориться при определенной температуре с образованием устойчивого раствора, называется насыщенным.

Произведение растворимости – это произведение активностей ионов малорастворимых солей. При отсутствии в растворе посторонних солей произведение активностей можно заменить произведением концентраций. Для соли  $M_{\nu_+} A_{\nu_-}$  произведение растворимости:

$$L = a_M^{\nu_+} a_A^{\nu_-} \approx C_M^{\nu_+} C_A^{\nu_-}$$

### Порядок выполнения работы

Для определения произведения растворимости труднорастворимой соли путем измерения электрической проводимости нужно взять хорошо очищенную воду (дважды перегнанную) с  $\chi_{H_2O} < 2 \cdot 10^{-6}$  См·см<sup>-1</sup>. Воду надо хранить в посуде из кварца или стекла пирекс. Перед определением воду кипятить для удаления СО<sub>2</sub>, пока не выкипит около 1/3 объема. После кипячения воду охладить, закрыв колбу пробкой, в которую вставлена трубка с натронной известью (смесь гидроокиси кальция с небольшим количеством едкого натра) для поглощения СО<sub>2</sub>.

1. Исследуемую соль в количестве 2 г тщательно очистить от примесей: для этого ее растереть в небольшом количестве воды (30 мл), предварительно очищенной описанным выше способом, а потом 3 раза промыть посредством декантации.

2. Соль поместить в сосуд, залить 100 мл воды, тщательно взболтать в течение 20 мин.

3. Отфильтровать через стеклянный фильтр на насосе Камовского.

4. Полученный фильтрат пропустить еще раз через фильтр с осадком.

5. Полученный раствор нагреть до 25°C в термостате. При выпадении осадка отделить его, а в полученный раствор ввести электроды и измерить электропроводность.

6. Осадок в фильтре промыть еще раз 100 мл воды, термостатировать при температуре 40°C 20 мин.

7. Отделить выпавший осадок по п.3-4 и измерить электропроводность полученного раствора при температуре 40°C.

8. Повторить операцию при нескольких температурах.

9. Вычислить электропроводность при бесконечном разбавлении

$$\lambda^{\infty} = [\lambda_K + \alpha_K \lambda_K (t-18)] + [\lambda_A + \alpha_A \lambda_A (t-18)].$$

где  $\lambda_K$ ,  $\alpha_K$  - электропроводность и коэффициент катиона (из справочника),  $\lambda_A$ ,  $\alpha_A$  - электропроводность и коэффициент аниона (из справочника).

10. Вычислить растворимость соли по формуле :

$$\tilde{N} = 1000 \frac{(\chi_{\delta} - \chi_{i, i})}{\lambda^{\infty}}$$

11. Найденную концентрацию используют для расчета произведения растворимости.

12. Построить зависимость  $\lg \Pi P = f(1/T)$ .

13. По тангенсу угла наклона полученной прямой определить термодинамические параметры: энтальпию ( $\operatorname{tg} \varphi = -\Delta H/2,3R$ ), энергию Гиббса ( $\Delta G = RT \ln \Pi P$ ), энтропию ( $\Delta S = (\Delta H - \Delta G)/T$ ).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ СМЕСЕЙ КИСЛОТ И ИХ СОЛЕЙ

Цель работы: Методом измерения электрической проводимости с использованием кондуктометра определить концентрацию неизвестного раствора, содержащего смеси сильной кислоты и соли слабого основания, сильного основания и слабой кислоты, слабой и сильной кислот, используя данные, полученные методом кондуктометрии.

#### ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ:

Учебно-лабораторный комплекс «Химия» в комплектации:

1. Центральный контроллер.
2. Модуль «Электрохимия» для кондуктометрических измерений.

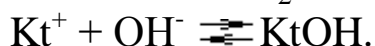
3. Бюретка вместимостью 25 мл.
4. Лабораторная посуда.
5. Дистиллированная вода.
6. Анализируемый раствор

Кондуктометрия – это метод исследования, основанный на измерении электрической проводимости растворов. Метод позволяет автоматизировать контроль производства, связанного с растворами электролитов, с определением качества воды и других жидких сред. При помощи кондуктометрии можно определить с высокой точностью ряд физико-химических параметров электролитов, таких как степень и константа диссоциации, произведение растворимости труднорастворимых соединений.

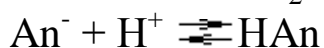
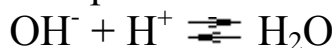
Кондуктометрия имеет большое практическое значение. Этот метод особенно удобен для титрования окрашенных и мутных растворов, а также для титрования очень слабых кислот слабыми основаниями, когда индикаторы не могут указать точку эквивалентности.

Методом кондуктометрического титрования может быть найдена точка эквивалентности в реакциях кислотно-основного взаимодействия, в реакциях осаждения труднорастворимых соединений, а также в окислительно-восстановительных реакциях по точке перегиба на графике зависимости электрической проводимости исследуемого раствора от объема  $V$  титранта.

При титровании смеси сильной кислоты и соли слабого основания раствором сильного основания возможны следующие равновесия:



При титровании смеси сильного основания и соли слабой кислоты раствором сильной кислоты осуществляются равновесия:



( $\text{Kt}^+$  — катион основания,  $\text{An}^-$  — анион кислоты).

Возможность анализа рассматриваемых смесей зависит от констант кислотности и основности ( $K_a$  и  $K_b$  соответственно). Из расчета теоретических кривых титрования следует, что в зависимости от значения  $(pK_a + pK_b)$  процесс титрования смесей протекает следующим образом:  $(pK_a + pK_b) \leq 12$  — сначала титруется кислота (основание), затем из соли титрантом вытесняется основание (кислота);  $(pK_a +$

$pK_b) \geq 16$  — реакция вытеснения слабого основания (кислоты) из соли предшествует реакции взаимодействия кислоты (основания) с титрантом;  $(pK_a + pK_b) = 12 \div 16$  — обе реакции протекают параллельно, дифференцированное титрование невозможно.

При соблюдении изложенных условий методом кондуктометрического титрования можно с достаточной точностью анализировать большое количество смесей, содержащих кислоты или основания разной силы и соли слабых оснований или кислот. Например, при титровании смеси NaOH и  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ( $pK_a = 4,75$ ) раствором HCl на кривой титрования регистрируются два излома, первый из которых соответствует титрованию NaOH, второй — титрованию  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , поскольку  $(pK_a + pK_b) < 12$ .

В данной работе предлагается определить содержание борной кислоты ( $pK_a = 9,24$ ) и гидрохлорида гидроксиламина ( $pK_b = 8,3$ ). Поскольку  $(pK_a + pK_b) \approx 17$ , то сначала титруется гидроксиламин, затем борная кислота — на кривой титрования четко проявляются два излома.

### Порядок выполнения работы

1. Анализируемый раствор в мерной колбе вместимостью 100 мл разбавить дистиллированной водой и перемешать.

2. 10 мл приготовленного раствора пипеткой перенести в ячейку для титрования, долить дистиллированной воды столько, чтобы уровень раствора полностью покрыл рабочую часть электродов (40—50 мл). Включить перемешивание раствора.

3. Провести титрование два раза. В первый раз добавлять титрующий раствор по 0,5 мл. Измерять электрическую проводимость после каждого прибавления титранта через некоторое время (2-3 мин), необходимое для охлаждения раствора до температуры термостата.

4. Найдя таким образом приблизительно область перегиба, титрование повторить, добавляя в области, близкой к точке эквивалентности, титрант уже маленькими дозами, по 0,1-0,2 мл

5. Построить кривую титрования в координатах « $\chi$  — объем титранта, пошедший на титрование».

6. По излому на кривой определить конечную точку титрования и, пользуясь расчетными формулами титриметрического анализа, вычислить содержание компонентов в смеси.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ОБРАЗЦОВ ВОДЫ

Цель работы: исследовать кондуктометрическим методом степень загрязненности образцов воды посторонними электролитами.

#### ПРИБОРЫ И РЕАКТИВЫ:

Учебно-лабораторный комплекс «Химия» в комплектации:

1. Центральный контроллер.
2. Модуль «Электрохимия» для кондуктометрических измерений.
3. Лабораторная посуда.
4. Анализируемые растворы.
5. Дистиллированная вода.

#### Порядок выполнения работы

1. Измерить электропроводность всех предложенных образцов воды. Эксперимент проводить аналогично работе 1.
2. Рассчитать значения удельной электропроводности образцов воды.
3. Результаты занести в таблицу 3

Таблица 3 - Результаты измерения электропроводности образцов воды

№	Образец воды	L, См	$\chi$ , См·м <sup>-1</sup>

4. Сделать вывод об относительной степени чистоты образцов воды, расположив их в ряд по мере уменьшения удельной электрической проводимости.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия.- М.: Высшая школа, 2006. 496 с.
2. Еремин, В.В. Основы физической химии. Теория и задачи/ Учебное пособие/ В.В. Еремин и [др]. М.: Экзамен. 2005. 480 с. (УМО РФ).
3. Физическая химия. В 2 кн. Кн.2 / К.С.Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др./ под ред К.С. Краснова. -М.:, Высшая школа, 1982.-687 с.

4. Новый справочник химика и технолога. [Текст] в 2 томах. Том I. Химическое равновесие. Свойства растворов. СПб.: Профессинал. 2004. 998 с
5. Практикум по физической химии/ Под ред. С.В. Горбачева. М.: Высшая школа, 1974. 496.
6. Практические работы по физической химии/ Под ред. К.П. Мищенко, А.А. Равделя. Л.: Химия, 1967. 347.
7. Краткий справочник физико-химических величин/ Под ред. А.А.Равделя, А.М.Пономаревой. Л.: Химия, 1983. 231.
8. Киселева, Е.В. Сборник примеров и задач по физической химии/ Е.В. Киселева, Г.С. Каретников, И.В. Кудряшов.- М.:Высшая школа,1983. 456 с.