

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ УГЛЕХИМИИ И ХИМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИУХМ СО РАН)**



УТВЕРЖДЕНА

Ученым советом ИУХМ СО РАН
протокол № от «29» 05 2015 г.

Председатель Ученого совета,
директор _____ Исмагилов З.Р.
«29» * 05 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

Физическая химия растворов электролитов

Направление подготовки: 04.06.01 - Химические науки

Направленность: 02.00.04 – Физическая химия

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная, заочная

Кемерово, 2015

ЛИСТ
согласования рабочей программы дисциплины (модуля)

Рабочая программа учебной дисциплины «Физическая химия растворов электролитов» составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 - химические науки, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. N 869, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 18 августа 2014 года № 33718.

Рабочая программа рекомендована лабораторией супрамолекулярной химии полимеров

Зав. лабораторий д.х.н. профессор Г.Н. Альтшулер

Составители: Г.Н. Альтшулер, зав. лабораторией супрамолекулярной химии полимеров ИУХМ СО РАН д.х.н., профессор

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения учебной дисциплины.....	4
2.	Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.....	4
4.	Содержание и структура учебной дисциплины	5
4.1.	Содержание разделов учебной дисциплины	5
4.2.	Распределение часов по семестрам и видам занятий	5
4.3.	Темы, выносимые на лекционные занятия	6
4.4.	Лабораторные работы	7
4.5.	Практические занятия (семинары)	7
4.6.	Самостоятельная работа	7
5.	Образовательные технологии	8
6.	Материально-техническое обеспечение дисциплины	8
7.	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточных аттестаций.....	9
7.1.	Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине.....	9
7.2.	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся	9
7.3.	Шкала академических оценок освоения дисциплины	10
7.4.	Система оценки достижений обучающегося по дисциплине	10
8.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	10
8.1.	Основная литература	10
8.2.	Дополнительная литература	10
8.3.	Интернет-ресурсы	10
8.4.	Методические указания к видам самостоятельной работы	10

1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целью освоения дисциплины является подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, способных к инновационной деятельности в области химических наук.

Задачами освоения дисциплины являются:

- углубленное освоение теоретических аспектов электрохимии растворов электролитов, термодинамики гальванических элементов, электрохимической кинетики;
- формирование у аспирантов целостной системы теоретических знаний в области физической химии, необходимой для решения прикладных задач в повседневной исследовательской деятельности;
- формирование умений и навыков использования законов равновесной электрохимии и электрохимической кинетики.

2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина относится к дисциплинам Блока 1 Дисциплины (модули).

Успешному освоению дисциплины предшествует освоение фундаментальных разделов физики и математики, умения использовать программное обеспечение компьютеров для математических расчетов, овладение теоретическими основами неорганической и аналитической химии.

При изучении дисциплины «*Физическая химия растворов электролитов*» студенты осваивают теоретические и экспериментальные методы исследования электрохимических процессов в растворах и гетерогенных системах. Знания, умения и навыки, приобретенные студентом при изучении данной дисциплины необходимы при изучении химической кинетики, коллоидной химии, большинства специальных дисциплин, при планировании и проведении химических экспериментов.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Коды компетенции	Результаты освоения дисциплины ООП Содержание компетенций*	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области химических наук с использованием современных методов исследования;	уметь: ставить задачу и выполнять научные исследования при решении химических задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств. владеть: методами самостоятельного анализа имеющейся информации.
ПК-1	владение теорией и математическим аппаратом физической химии	знать: основные понятия, законы теоретической и прикладной электрохимии. уметь: применять соответствующие теоретические концепции для расчета кислотно-основных равновесий, электродных потенциалов, скорости протекания электрохимических реакций, условий работы химических источников электрической энергии. владеть:

		1. представлениями о теоретических и экспериментальных методах исследования электрохимических процессов в растворах и гетерогенных системах; 2. теоретическим материалом по основным разделам курса в объеме достаточном для идентификации, описания и объяснения электрохимических процессов.
ПК-4	способность к физико-химическому анализу многокомпонентных систем	знать: теоретические основы описания и изучения химических равновесий в растворах электролитов. владеть: методами обработки и анализа теоретических и табличных данных о электрохимических свойствах сложных систем с участием растворов электролитов.

4. Содержание и структура учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов учебной дисциплины

Тема 1. Термодинамика растворов электролитов

- 1.1 Теоретическая электрохимия
- 1.2 Термодинамика гальванического элемента
- 1.3 Химические равновесия в растворах электролитов
- 1.4 Электродные потенциалы

Тема 2. Процессы переноса в растворах электролитов

- 2.1 Электропроводность растворов электролитов
- 2.2 Двойной электрический слой
- 2.3 Электролиз и законы Фарадея.

Тема 3. Прикладная электрохимия

- 3.1 Электрохимические источники тока
- 3.2 Коррозия металлов

4.2. Распределение часов по семестрам и видам занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов), в том числе:

Очная форма

№ п.п	Наименование тем	Всего	Контактная работа с преподавателем		Самостоятельная работа аспиранта	Форма текущего контроля
			Лекции	Семинары		
1	2	3	4	5	6	7
1	Термодинамика растворов электролитов	37	16		21	оценка участия обучающихся в дискуссиях, разборе конкретных ситуаций
2	Процессы переноса в растворах электролитов	52	17		35	оценка участия обучающихся в дискуссиях, разборе конкретных ситуаций
3	Прикладная электрохимия	10	3		7	оценка участия обучающихся в дискуссиях, разборе конкретных ситуаций

	Всего: 108 ч (3 з.е.)		36		63	9 зачет
--	------------------------------	--	-----------	--	-----------	----------------

заочная форма

№ п.п	Наименование тем	Всего	Контактная работа с преподавателем		Самостоятельная работа аспиранта	Форма текущего контроля
			Лекции	Семинары		
1	2	3	4	5	6	7
1	Термодинамика растворов электролитов	22	2		20	оценка участия обучающихся в дискуссиях, разборе конкретных ситуаций
2	Процессы переноса в растворах электролитов	66	6		60	оценка участия обучающихся в дискуссиях, разборе конкретных ситуаций
3	Прикладная электрохимия	11	1		10	оценка участия обучающихся в дискуссиях, разборе конкретных ситуаций
	Всего: 108 ч (3 з.е.)		9		90	9 зачет

4.3. Темы, выносимые на лекционные занятия

№№ темы	№№ разделов тем дисциплины, выносимых на лекции	Содержание	Литература
1	1	<i>Теоретическая электрохимия</i> Химический потенциал и активность электролита в растворе. Теория Дебая-Хюккеля. Методы определения активности электролитов. Условные термодинамические функции ионов. Гидратация ионов.	[1] (см. п. 8.1)
	2	<i>Термодинамика гальванического элемента</i> Определение теплового эффекта методом ЭДС. Стандартная ЭДС и константа равновесия. Уравнение Нернста.	[1, 2] (см. п. 8.1), [1, 2] (см. п. 8.2)
	3	<i>Химические равновесия в растворах электролитов</i> Кислотно-основные равновесия. Определения констант диссоциации одноосновных кислот (потенциометрический, спектрофотометрический и рН-метрический методы).	
	4	<i>Электродные потенциалы</i> Межфазный потенциал. Электрохимический потенциал иона. Электродные скачки потенциала. Потенциал электрода. Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы. Окислительно-восстановительные системы. Водородный электрод. Измерение рН. Стекланный электрод.	[1, 2] (см. п. 8.1), [1, 2] (см. п. 8.2)

№№ темы	№№ разделов тем дисциплины, выносимых на лекции	Содержание	Литература
2	1	<i>Электропроводность растворов электролитов</i> Удельная и эквивалентная электропроводность раствора электролита. Правила Кольрауша. Ионная электропроводность. Подвижность ионов и ее связь с ионной электропроводностью. Числа переноса. Определение чисел переноса методом подвижной границы. Зависимость подвижности от вязкости раствора, размеров и заряда иона. Теория Дебая-Онзагера. Эффект Дебая-Фалькенгагена. Эффект Вина. Предельная эквивалентная электропроводность и коэффициент диффузии иона.	[1] (см. п. 8.1),
	2	<i>Двойной электрический слой</i> Двойной электрический слой и явления адсорбции на границе электрод-раствор. Модельные представления о строении двойного электрического слоя.	[1, 2] (см. п. 8.1),
	3	<i>Электролиз и законы Фарадея.</i> Поляризация электродов и ее причины. Стадии электрохимического процесса. Понятие лимитирующей стадии. Основные уравнения диффузионной кинетики. Зависимость тока от потенциала в условиях замедленной стационарной диффузии. Перенапряжение. Уравнение Тафеля. Теория рекомбинации, теория замедленного разряда и ее современное обоснование. Ток обмена и перенапряжение. Влияние состава раствора и природы металла на перенапряжение выделения водорода.	[1, 2] (см. п. 8.1), [1, 2] (см. п. 8.2)
3	1	<i>Электрохимические источники тока</i> Гальванические элементы, аккумуляторы, топливные элементы, электрохимические генераторы.	[1, 2] (см. п. 8.1), [1, 2] (см. п. 8.2)
	2	<i>Коррозия металлов</i> Термодинамика и кинетика кислородной коррозии металлов	[1, 2] (см. п. 8.1), [1, 2] (см. п. 8.2)
Итого			

4.4. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено

4.5. Практические занятия (семинары)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование видов самостоятельной работы	Трудоемкость (в академических часах)	Методические материалы
-------	---	--------------------------------------	------------------------

№ п/п	Наименование видов самостоятельной работы	Трудоемкость (в академических часах)	Методические материалы
1	Самостоятельное изучение следующих тем: 1.4.1. Применение потенциометрических методов в химических исследованиях. 2.1. Применение кондуктометрии в исследованиях. 3.2 Способы защиты металлов от коррозии.	16/16	[1, 2] (см. п. 8.1), [1, 2] (см. п. 8.2)
2	Освоение лекционного материала с привлечением учебной, научной и справочной литературы.	38/65	[1, 2] (см. п. 8.1),
3	Подготовка к зачёту	9/9	
Итого		63/90	

5. Образовательные технологии

Для наиболее эффективной реализации компетентностного подхода в рамках учебной дисциплины Физическая химия растворов электролитов предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разборов конкретных ситуаций, тренингов) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков аспирантов.

Разбор конкретных ситуаций (метод кейс-стади) – это интерактивный метод организации обучения на основе описания и решения конкретных проблемных ситуаций (от английского «case» – случай). Аспирантам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений. Этот метод дает возможность проявить инициативу, почувствовать самостоятельность в освоении теоретических положений и овладении практическими навыками. Не менее важно и то, что анализ ситуаций довольно сильно воздействует на профессионализацию аспирантов, способствует их взрослению, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

Групповая дискуссия – это совместное обсуждение и анализ проблемной ситуации, вопроса или задачи. Групповая дискуссия может быть структурированной (то есть управляемой педагогом с помощью поставленных вопросов или тем для обсуждения) или неструктурированной (ее течение зависит от участников группового обсуждения).

Интерактивная лекция – выступление ведущего обучающего перед большой аудиторией с применением следующих активных форм обучения: беседа, демонстрация слайдов или учебных фильмов, мозговой штурм

Интерактивные и активные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, СМ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество аудиторных часов
	Л	Групповая дискуссия	4
	Л	Разбор конкретных ситуаций	2
	Л	Интерактивная лекция	30
Итого			14

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория, оснащённая проектором для показа слайдов компьютерных презентаций, позволяет проводить интерактивные лекции.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечно-информационным ресурсами Института.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточных аттестаций

7.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Термодинамика растворов электролитов	ОПК-1: знать; уметь; владеть. ПК-1: знать; владеть – 1,2 ПК-4: знать; владеть.	экзамен
2.	Процессы переноса в растворах электролитов	ОПК-1: знать; уметь; владеть. ПК-1: знать; 7; владеть – 1,2.	экзамен
3.	Прикладная электрохимия	ОПК-1: знать; уметь; владеть. ПК-1: знать, владеть – 4.	экзамен

7.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Химический потенциал и активность электролитов в растворе.
2. Теория Дебая-Хюккеля. Основное уравнение для потенциала.
3. Теория Дебая-Хюккеля. Вклад межионных взаимодействий в энергию Гиббса.
4. Предельный закон Дебая-Хюккеля. Основные допущения и постулаты теории Дебая-Хюккеля.
5. Определение средних ионных коэффициентов активности электролитов с использованием уравнения Гиббса-Дюгема.
6. Экспериментальное определение средних ионных коэффициентов активности электролитов в растворе.
7. рН-метрический метод определения констант ионизации кислот.
8. Эквивалентная и ионная электропроводность.
9. Двойной электрический слой. Модельные представления.
10. Определение термодинамических функций процесса методом ЭДС.
11. Электрохимический потенциал. Уравнение Нернста для электродных потенциалов.
12. Гидратация электролитов. Термодинамические функции гидратации ионов.
13. Электрометрический метод определения констант диссоциации кислот.
14. Потенциометрический метод определения стандартных электродных потенциалов и коэффициентов активности.
15. Перенапряжение водорода. Теория замедленного разряда ионов.
16. Спектрофотометрический метод определения констант диссоциации.
17. Термодинамика гальванического элемента. Основные понятия и определения.
18. Поляризация электродов в условиях замедленной стационарной диффузии.
19. Подвижность ионов и ее связь с ионной электропроводностью.
20. Уравнение Тафеля. Влияние природы металла на перенапряжение выделения водорода.
21. Определение чисел переноса методом Гитторфа.
22. Электропроводность растворов электролитов. Общая характеристика.
23. Теория замедленного разряда гидратированного протона.
24. Механизм переноса ионов в растворе. Соотношение Вальдена.
25. Теория замедленной рекомбинации адсорбированных атомов водорода.
26. Химические источники тока. Гальванический элемент. Общая характеристика.
27. Зависимость эквивалентной электропроводности растворов электролитов от концентрации.
28. Электропроводность растворов электролитов и диффузия ионов.
29. Определение чисел переноса ионов в растворе.

30. Уравнение Нернста для электродного потенциала.
31. Эффекты Дебая-Фалькенгагена и Вина.
32. Методы определения констант диссоциации слабых кислот и оснований.
33. Электропроводность растворов электролитов.
34. Электрофоретический и релаксационный эффекты при движении ионов в растворе.

7.3. Шкала академических оценок освоения дисциплины

Виды оценок	Оценки			
Академическая оценка по 4-х балльной шкале (экзамен)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

7.4. Система оценки достижений обучающегося по дисциплине

Оценка	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
2. неудовлетворительно	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала дисциплины в рамках обозначенных экзаменационными вопросами.
3. удовлетворительно	Аспирант при ответе демонстрирует знания только основного материала в области термодинамика растворов электролитов, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки.
4. хорошо	Поступающий при ответе демонстрирует хорошее владение и использование знаний в области термодинамики и кинетики растворов электролитов, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно трактует теоретические положения.
5. отлично	Поступающий при ответе демонстрирует глубокое и прочное владение и использование знаний в области физической химии растворов электролитов, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на экзамене, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Электрохимия: Уч.пособие, 3-е изд., испр. / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. –М.:Лань, 2015.-672 с.
2. Плит В. Электрохимия в материаловедении. Учебное пособие. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 446с.

8.2. Дополнительная литература

1. Артемьев А.В. Физическая химия. М: Издательский центр «Академия», 2013. – 285 с.
2. Основы физической химии. Т1. / Ерёмин В.В., Каргов С.И., Успенский и др. - М: Бином «Лаборатория знаний, 2013. - 319 с.

8.3. Интернет-ресурсы

http://www.edu.ru/ed/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2512&min=600&orderby=titleA&show=10&fids%5B%5D=306 – каталог Федерального образовательного портала «Российское образование», раздел «Физическая химия»

8.4. Методические указания к видам самостоятельной работы

Рабочей программой дисциплины « *Физическая химия растворов электролитов*» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа предполагает: освоению лекционного материала, чтение аспирантами рекомендованной литературы и

усвоение теоретического материала дисциплины; работу с Интернет-источниками; подготовку к сдаче экзамена.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Для записи конспектов лекций у обучающегося должна быть тетрадь желательно большого формата, так как в конспектах по дисциплине обязательно присутствуют рисунки, графики и чертежи. Эти элементы должны быть выполнены так, чтобы все детали были хорошо видны. Обычно лекция - это самое краткое изложение материала по данному вопросу. Если при записи конспекта вы что-то не успели записать – оставьте место, чтобы дописать потом.

Конспект лекций необходимо проработать перед следующей лекцией, поставив вопросы там, где встречаются непонятные места. Ответы на эти вопросы следует найти в рекомендованной литературе или выяснить на консультации у преподавателя. Конспект лекций необходимо дополнять вставками, особенно по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и, при необходимости, составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.