

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кемеровский государственный университет»

Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан
химического факультета
_____ / Мороз /
« 25 » _____ марта 2013 г.



Рабочая программа дисциплины
Физическая химия. Электрохимия.

для специальности 020101.65-Химия (цикл ОПД.Ф.4)

факультет	химический		
курс	3		
семестр	5		
лекции	36 часов	экзамен	5 семестр
практические занятия	_____	зачет	5 семестр
часов		курсовая работа	семестр
лабораторные занятия	54 часов		
самостоятельные занятия	60 часов		
Всего часов:	150		

Составитель: Г.Н. Альтшулер

Кемерово 2013

1. Введение

Принципиальным вопросом современной электрохимии является изучение поведения и реакций ионов в различном окружении. Получаемая информация имеет важное применение к множеству процессов, включая процессы в аккумуляторных батареях, топливных элементах, катализ, коррозию, а также функционирование биологических мембран.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Государственного Образовательного Стандарта Высшего профессионального образования к подготовке студентов по специальности 020101 «Химия».

Цель преподавания дисциплины «Физическая химия (ч. II, электрохимия)»:

- Ознакомить студентов с теоретическими основами теоретической электрохимии растворов электролитов, термодинамики гальванических элементов, электрохимической кинетики и прикладной электрохимии.

Задачи дисциплины «Физическая химия (ч. II, электрохимия)»:

- Выработать у студентов общие представления о связи физических и химических явлений.
- Сформировать у студентов целостную систему теоретических знаний в области физической химии, необходимую для решения прикладных задач в повседневной деятельности химика.
- формирование умений и навыков использования будущим специалистом законов равновесной электрохимии и электрохимической кинетики в практической деятельности.

Основной формой изложения материала курса являются лекции. На лекции выносятся около 90% материала, изложенного в программе курса. Самостоятельная работа студентов проводится с сообщением им литературных источников и методических разработок.

Наиболее важные разделы курса выносятся на семинарские занятия. На семинарах рассматривают фрагменты теории, требующие сложных математических выкладок, различные методы решения задач и наиболее типичные

задачи. Для закрепления материала, студенты получают индивидуальные задания в виде ряда задач.

Неотъемлемой частью курса «Физическая химия (ч. II, электрохимия)» является лабораторный практикум. Его главные задачи - научить студентов современным экспериментальным методам определения основных характеристик бинарных растворов электролитов: стандартных химических потенциалов, коэффициентов активности электролитов, констант ионизации кислот и оснований.

Курс «Физическая химия (ч. II, электрохимия)» изучается на 3 курсе химического факультета в течение 5 семестра в объеме 150 часов. Учебный процесс включает лекционные занятия (36 часов), практические занятия (18 часов), лабораторные занятия (36 часов) и самостоятельную работу (60 часов).

Методология курса предполагает тесную связь с другими дисциплинами: неорганической, органической химией, физикой, квантовой механикой, математикой.

Требования к уровню освоения дисциплины: после изучения курса студенты должны владеть теоретическими знаниями и практическими навыками использования методов химической термодинамики и электрохимической кинетики для изучения химических свойств растворов электролитов и электродных процессов.

Для текущего, промежуточного контроля уровня знаний и навыков студентов используются следующие формы: коллоквиум – 3, контрольная работа – 1, индивидуальные задания – 3. Форма итогового контроля знаний – экзамен.

На экзамене оценку «удовлетворительно» студент получает при ответе, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки или ответ неполный, неточный. (Существенные ошибки связаны с недостатком знаний основной, наиболее важной части программного материала. Несущественные ошибки связаны с недостаточно точным ответом на вопрос.) Для получения оценки «хорошо» и «отлично» необходимо показать более глубокое знание предмета. Оценку «хорошо» - студент получает за неполное, правильное изложение вопросов, либо если при ответе были допущены 2-3 несущественные ошибки. Оценку «отлично» - студент получает за полные и правильные ответы на все вопросы билета, изложенные в определенной последовательности и подтвержденные соответствующими примерами.

2. Тематический план

№	Название и содержание разделов, тем, модулей	Объем часов					Формы контроля
		Общий	Аудиторная работа			Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические (или семинарские)	Лабораторные		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Теоретическая электрохимия	22	10	6		6	Контрольные вопросы, контрольная работа, индивидуальное задание, коллоквиум, экзамен
2	Термодинамика гальванического элемента	17	2	4	6	7	Контрольные вопросы, индивидуальные задания, коллоквиум, экзамен
3	Химические равновесия в растворах электролитов	33	4	2	20	7	
4	Электропроводность растворов электролитов	18	4	2	4	8	
5	Электродные потенциалы	20	4	2	6	8	
6	Двойной электрический слой и явления адсорбции на границе электрод-раствор	13	3	2		8	
8	Поляризация электродов	14	6			8	
9	Прикладная электрохимия	11	3			8	
Итого:		150	36	18	36	60	

3. Содержание дисциплины

3.1.1. Теоретическая электрохимия (10 часов). Химический потенциал и активность электролита в растворе. Теория Дебая-Хюккеля. Методы определения активности электролитов. Условные термодинамические функции ионов. Гидратация ионов.

3.1.2. Термодинамика гальванического элемента (2 часа). Определение теплового эффекта методом ЭДС. Стандартная ЭДС и константа равновесия. Уравнение Нернста.

3.1.3. Химические равновесия в растворах электролитов (4 часа). Кислотно-основные равновесия. Определения констант диссоциации одноосновных кислот (потенциометрический, спектрофотометрический и рН-метрический методы).

3.1.4. Электропроводность растворов электролитов (4 часа). 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. Применение кондуктометрии в исследованиях.

3.1.5. Электродные потенциалы (4 часа). Межфазный потенциал. Электрохимический потенциал иона. Электродные скачки потенциала. Потенциал электрода. Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы. Окислительно-восстановительные системы. Водородный электрод. Измерение рН. Стекланный электрод. Применение потенциометрических методов в химических исследованиях.

3.1.6. Двойной электрический слой и явления адсорбции на границе электрод-раствор (3 часа). Модельные представления о строении двойного электрического слоя.

3.1.7. Поляризация электродов (5 часов). Электролиз и законы Фарадея. 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.

3.1.8. Прикладная электрохимия (4 часа). Электрохимические источники тока. Коррозия металлов.

3.2. Программа семинарских занятий

№№	№ недели	Название темы	Кол-во часов
1	1	Расчет коэффициентов активности в растворах электролитов.	2
2	3	Равновесие в растворах электролитов.	2
3	5	Условные термодинамические функции ионов.	2
4	7	Стандартные электродные потенциалы.	2
5	9	Термодинамика гальванического элемента.	2
6	11	Термодинамика гальванического элемента.	2
7	13	ЭДС гальванического элемента.	2
8	15	Электропроводность.	2
9	17	Кинетика электродных процессов.	2

3.3. Программа лабораторных работ

№№	№ недели	Наименование работы	Кол-во часов
1	1	Вводное занятие	2
2	1 - 3	Определение коэффициента активности и стандартного электродного потенциала соляной кислоты методом ЭДС.	6
3	4 - 6	Определение константы ионизации (Ka) уксусной кислоты с помощью водородного электрода.	6
4	7 - 9	Определение Ka спектрофотометрическим методом.	5
5	9 - 12	Определение Ka кондуктометрическим методом.	5
6	12 - 15	Определение Ka потенциометрическим методом.	4
7	7	Контрольная работа .	2
8	8	Коллоквиум по термодинамике растворов электролитов.	3
9	15	Коллоквиум по электрохимической кинетике	3

4. Учебно-методические материалы

4.1. Основная литература.

1. Горшков, Владимир Иванович, Кузнецов, Иван Алексеевич Основы физической химии : учебник для вузов / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов .- 3-е изд. .- М. : Бином. Лаборатория Знаний , 2006 .- 407 с.
2. Кудряшева, Надежда Степановна, Бондарева, Лидия Георгиевна Физическая химия : учебник для бакалавров / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева .- М. : Юрайт , 2012 .- 340 с. : рис., табл. .- Бакалавр
3. Афанасьев Б. Н., Акулова Ю.П. Физическая химия: учебник для ВУЗов/ - 1-е изд. – М.: Издательство «Лань», 2012.- 416 с.<http://e.lanbook.com/view/book/4312/>

4.2 Дополнительная литература:

1. Курс физической химии, под ред. Герасимова Я.И., т. I, Химия М., 1979.
2. Курс физической химии, под ред. Герасимова Я.И., т. II, Химия, М., 1973.
3. Полторак О.М. Лекции по химической термодинамике, М., 1976.
4. Дамаскин Б.В., Петрий О.А. Основы теоретической электрохимии, М., Высшая школа, 1978.
5. Альтшулер Г.Н, Альтшулер О.Г. Методическое пособие «Теория разбавленных растворов сильных электролитов (теория Дебая-Хюккеля)» к курсу лекций по физической химии для студентов химического факультета. Кемерово, 2001.
6. Альтшулер Г.Н., Ларичева В.С. Методическое пособие «Теория замедленного разряда». Кемерово, 1994.
7. Альтшулер Г.Н., Богданова Д.Д., Громько Е.П., Подгорнова Т.В. Методические указания к индивидуальным заданиям по электрохимии. Кемерово, 1995.
8. Альтшулер Г.Н., Богданова Д.Д., Ларичева В.С., Кукушкина И.И. Методические указания к циклу лабораторных работ «Электрохимия» для студентов 3 курса химического факультета. Кемерово, 1995.
11. Робинсон Р., Стокс Р. Растворы электролитов, ИЛ., М., 1983.
12. Музыкантов В.С., Бажан Н.М., Пармон В.Н., Булгаков Н.Н., Иванченко В.А. Задачи по химической термодинамике, Изд. 2-е, испр. Издательство: Химия, КолосС. 2004.
13. Лабовиц Л., Аренс Дж. Задачи по физической химии с решениями, М., Мир, 1972.

14. Баталин Г.И. Расчеты по физической химии, Киев, Высшая школа, 1977.
15. Киселев Е.В., Каретников Г.В., Кудряшов И.В. Сборник примеров и задач по физической химии, Высшая школа, 1976.
16. Краткий справочник физико-химических величин, М-Л., 1981.

4.3 Электронные издания и ресурсы Интернет

17. 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»

1

5. Формы текущего, промежуточного и рубежного контроля

5.1. Вопросы для индивидуальной и самостоятельной работы

Вопросы для индивидуальной и самостоятельной работы приведены в методических материалах по курсу «Электрохимия».

5.2. 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.

5.3. Контрольные срезы

График сдачи индивидуальных заданий

№№	№ индивидуального задания	Тема индивидуального задания	Срок сдачи
1	I	Термодинамика растворов электролитов.	5 неделя
2	II	Термодинамика гальванического элемента.	10 неделя
3	III	Электрохимическая кинетика.	15 неделя

5.4. Контрольно - измерительные материалы

Контроль уровня учебных достижений студентов основан на использовании технологии компьютерного тестирования, для реализации которой использована программная оболочка, именуемая «Адаптивная среда тестирования АСТ – тест». Используется банк тестовых заданий по физической химии, представленный на сайте Аст-центра (<http://www.ast-centre.ru>) в разделе бесплатное ONLINE- тестирование.