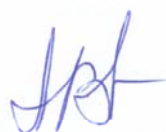


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
физической химии



Введенский А.В.

04.06.2018

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.12 Основы электрохимии

1. Шифр и наименование направления подготовки: 04.03.01 Химия
2. Профиль подготовки/специализации: физическая химия
3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
4. Форма образования: очно-заочная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: физической химии
6. Составитель программы: Соцкая Надежда Васильевна, к.х.н., доц.
7. Рекомендована: научно - методическим Советом химического факультета от 26.06.2017 протокол № 6
8. Учебный год: 2021 / 2022 Семестр 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Сформировать у студента систему представлений об общих качественных и количественных закономерностях протекания электрохимических процессов в растворах электролитов и на границах раздела электрод/раствор, опираясь на фундаментальные положения теории растворов электролитов, термодинамику электрохимических процессов, теорию массопереноса в конденсированных средах и теорию строения межфазных границ.

Задачи курса:

- дать основы учения о растворах, включая растворы электролитов;
- вскрыть особенности транспортных процессов, протекающих в конденсированных фазах с развитой системой дефектов структуры;
- сфокусировать внимание на особенностях взаимодействий, протекающих на заряженной межфазной границе электрод-раствор, ознакомить со способами описания строения подобных границ.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: вариативная часть блока 1.

Для освоения этой части цикла студент должен иметь базовые знания фундаментальных разделов физики и химии, (прежде всего физической, неорганической, аналитической, органической, химии высокомолекулярных соединений, химической технологии); уметь применять основные законы химии и физики при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-1	способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	знать: теоретических основ фундаментальных разделов химии уметь: объяснить основные закономерности электро- и химических процессов, протекающих в исследуемой системе владеть основными навыками использования полученных знаний при решении профессиональных задач
ОПК-2	владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	знать: основные операции проведения электрохимического процесса, основные методы исследования веществ уметь: применять полученные знания при проведении электрохимического эксперимента владеть: основными навыками интерпретации электрохимических характеристик процесса
ОПК-3	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	знать: основные законы естественнонаучных дисциплин (физики, химии, математики) уметь: применять полученные знания при проведении расчетов и постановке эксперимента владеть: основными навыками использования математических методов для расчета
ПК-8	способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач	знать: основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия уметь: объяснить основные закономерности электро- и химических процессов, протекающих в исследуемой системе владеть основными навыками использования полученных знаний при решении конкретных производственных задач

12.1 Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации - зачет с оценкой

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)				
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам		
			№ сем. 7	№ сем.
Аудиторные занятия	48	-	48		
в том числе: лекции	16	-	16		
практические	-	-	-		
лабораторные	32	-	32		
Самостоятельная работа	60	-	60		
Итого:	108	-	108		
Форма промежуточной аттестации			Экзамен		

13.1 Содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Введение. Структура курса. Основы термодинамики электродных процессов	Введение. Предмет физической электрохимии. Структура современной электрохимии. Задачи курса. Электроды I и II рода. Окислительно-восстановительные, газовые, мембранные электроды. Потенциал Доннана. Электрохимические цепи. Диффузионный и жидкостный межфазный потенциалы.
1.2	Межчастичные взаимодействия в растворах электролитов	Сольватация(гидратация) ионов. Основы континуальной модели Борна. Квадрупольная структура молекул воды. Кластеризация воды по H-связям. Влияние ионов на структуру воды. Положительная и отрицательная гидратация
1.3	Массоперенос в конденсированных фазах	Массоперенос в жидкой фазе. Микростопический смысл коэффициента диффузии. Энергия активации элементарного акта диффузионного переноса. Энергия активации миграционного транспорта. Массоперенос в твердом теле. Дефекты структуры.
1.4	Строение и свойства заряженных межфазных границ	Эффекты равновесной ионной адсорбции. Двойной электрический слой. Избыток компонента, поверхностная концентрация. Изотерма адсорбции Гиббса. Идеально-поляризуемые и совершенно неполяризуемые электроды. Электрокапиллярные явления. Заряд поверхности. Относительные поверхностные избытки.
2. Лабораторные занятия		
2.1	Введение. Структура курса. Основы термодинамики электродных процессов	Электроды I и II рода. Окислительно-восстановительные, газовые, мембранные электроды. Потенциал Доннана. Электрохимические цепи. Диффузионный и жидкостный межфазный потенциалы.

2.2	Межчастичные взаимодействия в растворах электролитов	Диэлектрическая проницаемость водных растворов. Эффекты электрострикции. Координационное число иона. Числа гидратации.. Третье приближение теории Дебая-Хюккеля. Подход Робинсона-Стокса. Ассоциация ионов и ее роль в межионных взаимодействиях.
2.3	Массоперенос в конденсированных фазах	Термодинамика образования вакансий. Самодиффузия по моновакансионному механизму. Гетеродиффузия в сплаве. Теория Даркена. Вакансионный «ветер». Взаимодиффузия, коэффициент взаимодиффузии. Эффект Киркендалла. Сверхравновесные вакансии в диффузионном транспорте. Роль линейных и планарных дефектов. Каналы ускоренной диффузии. Режимы Харрисона.
2.4	Строение и свойства заряженных межфазных границ	Емкость ДЭС. Уравнения Липпмана. Основное уравнение электрокапиллярности на совершенно неполяризуемом электроде. Полный и свободный заряд поверхности. Модель Гельмгольца строения ДЭС Модели Гуи-Чапмена и Штерна-Грэма строения ДЭС. Параметры ДЭС (заряд, емкость), распределение электрического потенциала

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Введение. Структура курса. Основы термодинамики электродных процессов.	4		20	12	36
2	Межчастичные взаимодействия в растворах электролитов	4		4	16	24
3	Массоперенос в конденсированных фазах	4		4	16	24
4	Строение и свойства заряженных межфазных границ	4		4	16	24
Итого:		16		32	60	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Составление конспектов. Самостоятельное изучение отдельных тем. Выполнение домашних заданий. Подготовка к лабораторным занятиям. Подготовка к текущей и промежуточной аттестации.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Дамаскин Б.Б. Электрохимия : учебное пособие для студ., обуч. по направлению подгот. "Химия" / Б.Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирилина .— Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015 .— 670 с
2	Варенцов, В.К. Электрохимические системы и процессы / В.К. Варенцов ; Рогожников Н. А. ; Уваров Н. Ф. — Новосибирск : НГТУ, 2011 .— 102 с. —

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Стромберг А.Г. Физическая химия : учеб. для студ. вузов, обуч. по хим. спец. / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. — М. : Высш. шк., 2003 .— 527 с.
4	Физическая химия : в 2-х кн.: учеб. для вузов / К. С. Краснов [и др.] - Кн. 2: Электрохимия. Химическая кинетика и катализ .—М.:Высш.шк., 2001.-318 с.
5	Ротинян А.Л. Теоретическая электрохимия / А. Л. Ротинян, К. И. Тихонов, И. А. Шошина. — Л. : Химия, 1981 .— 422 с.
6	Шаталов А.Я. Введение в электрохимическую термодинамику : учеб. пособие для студ. химических и химико-технол. спец. вузов / А.Я. Шаталов .— М. : Высш. шк, 1984 .— 215 с.
7	Каур И. Диффузия по границам зерен и фаз / И. Каур, В. Густ.— М. : Машиностроение, 1991 .— 445с.
8	Рабинович В. А. Термодинамическая активность ионов в растворах электролитов / В.А. Рабинович .— Л. : Химия, 1985 .— 173 с.
9	Багоцкий В.С.. Основы электрохимии / В. С. Багоцкий.— М. : Химия, 1988 .— 399 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
10	Научная электронная библиотека — < http://www.elibrary.ru >
11	Электронная библиотека Воронежского государственного университета — < http://www.lib.vsu.ru >
12	Официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Интернет - < http://www.chemnet.ru >
13	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" - < http://window.edu.ru >

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	Сборник примеров и задач по электрохимии : учеб. пособие / сост.: А.В. Введенский [и др.] .— Воронеж, 2010 .— Ч. 1. Равновесные процессы в растворах электролитов. - 40 с.
2.	Сборник примеров и задач по электрохимии : учеб. пособие / сост.: А.В. Введенский [и др.] .— Воронеж, 2010 .— Ч. 2. Ионный транспорт. Кулонометрия. - 60 с.
3.	Сборник примеров и задач по электрохимии : учеб. пособие / сост.: А.В. Введенский [и др.] .— Воронеж, 2010 .— Ч. 3. Равновесные электродные системы. - 66 с
4.	Теоретические основы электрохимических технологий Раздел 1. Основы электрохимии : учебно-методическое пособие для вузов / сост. : О.В. Долгих, Н.В. Соцкая, С.Н. Грушевская .— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013 .— 38 с

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебники, учебные пособия, задачки. Установки для измерения электропроводности; учебный комплекс «Химия»; иономеры, термостаты, потенциостаты, электроды, электрохимические ячейки, мультимедийное оборудование.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
ОПК-1 способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	знать: теоретические основы фундаментальных разделов химии	1.1-1.4	Контрольная работа №1
	уметь: объяснить основные закономерности электро- и химических процессов, протекающих в исследуемой системе	2.1 -2.4	Контрольная работа №1
	владеть основными навыками использования полученных знаний при решении профессиональных задач	2.1-2.4	Экзамен
ОПК-2 владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	знать: основные операции проведения электрохимического процесса, основные методы исследования веществ	1.2 – 1.4	
	уметь: применять полученные знания при проведении электрохимического эксперимента	2.1 -2.4	
	владеть основными навыками интерпретации электрохимических характеристик процесса	1.1 -1.4	Экзамен
ОПК-3 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	знать: основные законы естественнонаучных дисциплин (физики, химии, математики)	2.2 -2.4	Контрольная работа №1
	уметь: применять полученные знания при проведении расчетов и постановке эксперимента	2.1-2.4	Контрольная работа №1
	владеть: основными навыками использования математических методов для расчета	2.1-2.4	Контрольная работа №1
ПК-8 способность использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач	знать: теоретические основы фундаментальных разделов химии	1.1-1.4	Контрольная работа №1
	уметь: объяснить основные закономерности электро- и химических процессов, протекающих в исследуемой системе	1.1-1.4	зачет
	владеть основными навыками использования полученных знаний при решении конкретных производственных задач	1.1-1.4	зачет

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене и зачете с оценкой используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

1) знание фундаментальных основ теоретической и прикладной электрохимии; типов электрохимических устройств, их составных частей и свойств,

- 2) умение : объяснить основные закономерности электро- и химических процессов, протекающих в реакторе
- 3) владеть основными навыками интерпретации электрохимических характеристик процесса

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание фундаментальных основ теоретической электрохимии, умение объяснять основные закономерности электро- и химических процессов, владение основными навыками расчета электрохимических характеристик процесса	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует двум из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует перечисленным показателям. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания теории, допускает грубые ошибки при трактовке практических задач	–	<i>Неудовлетворительно</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольная работа № 1

1. Запишите уравнения электродных и суммарной токообразующей (ТОР) реакций, протекающих в гальваническом элементе. $Zn | KOH | HgO, C$
Рассчитайте напряжение
2. Запишите схему электрода и выражения для электродного потенциала, если потенциалопределяющая реакция (ПОР) имеет вид: $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- = 2H_2O$
3. Запишите ПОР, протекающую в кислородном электроде в кислой среде, и выражение для электродного потенциала в общем виде. Получите взаимосвязь между E и pH для данного электрода при условии, что давление кислорода равно 1 атм., температура 298 К.
4. Запишите уравнения электродных и суммарной токообразующей (ТОР) реакций, протекающих в аккумуляторе: $Pb | H_2SO_4 | PbO_2, C$
Рассчитайте напряжение

5. При очистке сульфатных растворов титана от примеси железа восстанавливают Fe^{3+} до Fe^{2+} железными опилками по реакции: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$. При каком соотношении концентраций Fe^{3+} и Fe^{2+} начнется восстановление Ti^{+4} по реакции: $2\text{TiOSO}_4 + \text{Fe} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Ti}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.
6. Металлы находятся в тесном контакте и погружены в раствор серной кислоты. Запишите реакции, которые будут протекать на металлах. В которой из пар цинк не будет разрушаться: Zn/Ag; Zn/Cu; Zn/Al; Zn/Fe; Zn/Sn. Ответ подтвердите расчетами.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме контрольных работ. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются количественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены в