МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)

Утверждаю

_____

декан биолого-химического факультета

«29» 09 2014 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.2.В.07. КИНЕТИКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Трудоёмкость (в зачетных единицах) – 3

Направление подготовки: 04.04.01 Химия

Магистерская программа: Физическая химия

Степень (квалификация) выпускника: магистр

1. **Цель изучения дисциплины:** Изучение кинетики и механизма электрохимических процессов.

   Задачи:

   1. Изучение электрохимической кинетики. Стадия массопереноса.
   2. Изучение электрохимической кинетики. Стадия переноса заряда.
   3. Изучение методов электрохимических исследований.

2. **Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы.**

   Дисциплина «Кинетика электрохимических процессов» относится к вариативной части профессионального цикла Основной образовательной программы. Она изучается на 2 курсе, для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе освоения дисциплин бакалавриата: физическая, неорганическая и аналитическая химия.

3. **Требования к уровню освоения дисциплины.**

   Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие

   общекультурных компетенций:

   - пониманием философских концепций естествознания, роли естественных наук (химии в том числе) в выработке научного мировоззрения (ОК-4),
   - владением современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передачи информации при проведении самостоятельных научных исследований (ОК-5),
   - пониманием принципов работы и умением работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований (ОК-6).

   профессиональных компетенций:

   в научно-исследовательской деятельности:

   - наличием представления о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии (синтез и применение веществ в наноструктурных технологиях, исследования в экстремальных условиях, химия жизненных процессов, химия и экология и другие) (ПК -1),
   - знанием основных этапов и закономерностей развития химической науки, пониманием объективной необходимости возникновения новых направле-

ний, наличием представления ос системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков (ПК -2),

- способностью анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения (ПК -5),
- наличием опыта профессионального участия в научных дискуссиях (ПК -6),
- умением представлять полученные результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати) (ПК -7),

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- основные понятия электрохимической кинетики (ОК- 4, ПК-1,2,6),
- основы кинетики переноса заряда (ОК- 4, ПК-1,2,6),
- основы концентрационного перенапряжения ОК- 4, ПК-1,2,6),
- методы электрохимических исследований (ОК- 4, ПК-1,2,6).

владеть:

- навыками проведения химического эксперимента, исследования химических веществ (ОК-6),
- навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов (ОК-6),
- методами регистрации и обработки результатов химического эксперимента (ОК-5,6),

уметь:

- планировать и организовать эксперимент,
- доказательно обсуждать теоретические и практические проблемы электрохимии (ПК -6).

4. **Общая трудоемкость дисциплины __3__ зачетных единиц и виды учебной работы.**

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час)	Распределение по семестрам (в соответствии с учебным планом) (час)
	Всего - 108	3 семестр
Аудиторные занятия	40	40
Лекции	20	20
Практические занятия		
Семинары		
Лабораторные работы	20	20
Другие виды аудиторных работ: занятия в интерактивной форме	10	10
Другие виды работ		
Самостоятельная работа	68	68
Курсовой проект (работа)		
Реферат		
Расчётно-графические работы		
Формы текущего контроля		коллоквиумы
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом		зачет

5. Содержание учебной дисциплины.

5.1. Разделы учебной дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самостоятельная работа (час)
		всего	лекции	практические (семинары)	лабораторные	В т.ч. интерактивные формы обучения	
1	Электрохимическая кинетика. Стадия переноса заряда.	14	6		8	4	24
2	Электрохимическая кинетика. Стадия массопереноса.	12	6		6	2	20
3	Методы электрохимических исследований.	14	8		6	4	24
	Итого:	40	20		20	10/25%	68

5.2. Содержание разделов дисциплины:

5.2.1. Электрохимическая кинетика. Стадия переноса заряда. Перенапряжение электрохимической стадии. Уравнение поляризационной кривой без учета специфической адсорбции и Ψ -потенциала. Уравнения Тафеля. Коэффициенты переноса. Ток обмена.

Стандартная константа скорости, стандартная плотность тока обмена. Стадийные электродные реакции. Определение порядков электрохимических реакций.

5.2.2. Электрохимическая кинетика. Стадия массопереноса. Концентрационное (диффузионное) перенапряжение. Роль миграции в процессах массопереноса. Предельные токи, контролируемые диффузией. Уравнение классической полярограммы с диффузионным предельным током.

5.2.3. Методы электрохимических исследований. Лиинейная и циклическая вольтамперометрия. Метод вращающегося дискового электрода. Классическая полярография. Импульсная полярография. Синусоидальная переменнотоковая полярография.

5. Лабораторный практикум:

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	5.2.1.	1. Влияние материала твердого электрода и концентрации электролита на перенапряжение выделения водорода. 2. Влияние материала твердого электрода и концентрации электролита на перенапряжение выделения кислорода. 3. Исследование кинетики восстановления ионов металлов из растворов их комплексных солей. 4. Исследование влияния поверхностно-активных веществ на перенапряжение выделения водорода. 5. Исследование кинетики электроосаждения и растворения меди в сульфатных растворах. 6. Изучение кинетики электрохимических реакций температурно-кинетическим методом.
2	5.2.2.	1. Исследование зависимости скорости электрохимической реакции от концентрации вещества. 2. Определение коэффициентов диффузии по величине предельного тока. 3. Амперометрическое титрование. 10. 4. Изучение кинетики электрохимических реакций температурно-кинетическим методом.
3	5.2.3.	1. Определение порядков реакции методом вращающегося дискового электрода. 2. Изучение зависимости предельного тока от скорости вращения электрода. 3. Определение числа электронов, участвующих в реакции восстановления, протекающей на вращающемся дисковом электроде.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

6.1. Основная литература по дисциплине:

1. Хенце Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика / Г. Хенце; пер. с нем. А.В. Гармаша и А.И. Каменева.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.- 284 с.

6.2. Дополнительная литература:

1. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия : учебник для вузов / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина.- 2-е изд., испр. и перераб. - М. : Химия, КолосС, 2006. – 672 с.

2. Лукомский, Ю.А. Физико-химические основы электрохимии. Учебник / Ю.А. Лукомский, Ю.Г. Гамбург.- Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2008.- 424 с.

6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины:

Электронные ресурсы библиотеки ТГПУ:

- Архив журнала Science, The American Association for the Advancement of Science (AAAS) - Американская ассоциация по развитию науки - некоммерческая организация, сообщество ученых, созданное в целях поддержки науки, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 01.01.2012 – бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров вуза. http://www.sciencemag.org/content/by/year#classic
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. При поддержке РФФИ. Лицензионное соглашение №916 от 12.01.2004 г. на период с12.01.2004 – бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров ТГПУ. http://elibrary.ru
- Архив научных журналов 2011 Cambridge Journals Digital. Издательство Cambridge University Press, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 30.03.12 - бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров вуза. http://journals.cambridge.org/action/stream?pageId=3216&level=2
- Архивы 169 журналов издательства Oxford University Press. Издательство Oxford University Press, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 14.03.12 - бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров вуза. http://www.oxfordjournals.org/
- Цифровой архив электронных журналов издательства Taylor&Francis. Издательство Taylor&Francis Group, НП «НЭИКОН». Договор №316-РН-211 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.2013 – бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров ТГПУ. http://arch.neicon.ru/xmlui/
- УИС Россия (Университетская информационная система РОССИЯ). Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Научно-исследовательский вычислительный центр, Экономический факультет), Автономная некоммерческая организация Центр информационных исследований (АНО ЦИИ). Письмо-заявка № 21/300 от 01.03.2010 г. на период с 01.03.2010 – бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): с компьютеров библиотеки ТГПУ и при индивидуальной регистрации по запросу. http://uisrussia.msu.ru/is4/main.jsp
- БД «Марс» - сводная база данных аналитической росписи статей из периодических издании (архив 2001-2006). Ассоциация региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН). Договор № С/161-1/3 от 12.10.2009 г. на период с 12.10.2009 – бессрочно. Сумма договора: бесплатно. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров вуза. http://arbicon.ru/services/mars_analitic.html
- Архив журнала Nature. Научное издательство Nature Publishing Group, НП «НЭИКОН». Лицензионный договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 27.09.12 - бессрочно. Сумма договора: оплата оказанных услуг производится из средств Минобрнауки. Количество ключей (пользователей): со всех компьютеров ТГПУ. http://www.nature.com/nature/index.html
- Архив 16 научных журналов издательства Wiley. Издательство Wiley, издательство Taylor&Francis Group, НП «НЭИКОН». Лицензионный договор № 317.55.11.4002 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.13 – бессрочно. http://onlinelibrary.wiley.com/

- Архив научных журналов SAGE Journals Online. Издательство SAGE Publications, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 05.02.2012 – бессрочно. http://online.sagepub.com/
- Архив научных журналов издательства IOP Publishing. Издательство IOP Publishing Института физики Великобритании, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 13.04.2012 – бессрочно. http://iopscience.iop.org/
- Архив электронных журналов Electronic Back Volume Sciences Collection издательства Annual Reviews. Издательство Annual Reviews, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.2013 – бессрочно. http://www.annualreviews.org/
- Электронная библиотека ТГПУ. http://libserv.tspu.edu.ru/

Сайты интернета:

- http://www.rsc.org/Education/Teachers/Resources/Practical-Chemistry/videos/Index - опыты по электролизу,
- http://www.chipdip.ru/video -видео по химическим источникам тока,
- http://youtube.com/ – лекции по электрохимии,
- http://demonstrations.Wolfram.com/ - презентации по электрохимии,
- http://www.teachertube.com/ - лекции по электрохимии,
- http://vimeo.com/ - лекции по электрохимии,
- http://rutube.ru/ - опыты по электрохимии,
- http://www.chem.msu.su/ - портал химического образования России. Российский химический журнал,
- http://rushim.ru/books/books.htm - электронная библиотека по химии,
- http://www.chemport.ru - химический портал ChemPort. ru. Литература по химии. Опыты.
- http://www.himikatus.ru/ - книги по химии, химические опыты.
- http://www.rushim.ru – электронные учебники,
- http://www.ximicat.com – книги по химии, видеоматериалы.

6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Проведение лабораторных работ осуществляется в специализированной лаборатории «Большая химическая лаборатория».

№ п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1	Электрохимическая кинетика. Стадия переноса заряда.	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор. Учебно-лабораторный комплекс «Химия».
2	Электрохимическая кинетика. Стадия массопереноса.	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор. Учебно-лабораторный комплекс «Химия».
3	Методы электрохимических исследований.	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор. Учебно-лабораторный комплекс «Химия».

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

7.1. Методические рекомендации преподавателю:

Теоретические знания, полученные из курса лекций, закрепляются на лабораторных занятиях. На лабораторных занятиях вырабатываются навыки обращения с измерительными приборами, приобретается умение собирать установки для проведения лабораторных работ по электрохимии, приобретаются навыки обработки экспериментального материала. Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения основных тем курса. Промежуточный срез знаний проводится посредством сдачи коллоквиумов, вопросы к которым сообщаются заранее, и (или) промежуточным тестированием. По тематике курса студенты могут выполнять рефераты. Семестр заканчивается зачетом.

7.2. Методические указания для студентов:

Перед началом семестра студент должен ознакомиться с разделами изучаемой дисциплины и их содержанием, получить перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу и на зачет. Студент должен быть знаком с требованиями к уровню освоения дисциплины, формами текущего, промежуточного контроля. После изучения каждого раздела дисциплины студент должен сдать преподавателю лабораторные работы.

8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

8.1. Тематика рефератов (докладов, эссе):

1. Влияние строения двойного электрического слоя на скорость электродных реакций.
2. Влияние химических стадий на скорость электродных реакций.
3. Амперометрическое титрование.
4. Кулонометрия.
5. Хроноамперометрия.
6. Хронопотенциометрия.

8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:

1. Определение коэффициентов переноса.
2. Определение порядков электрохимических реакций.
3. Полярография. Уравнение Ильковича.
4. Классификация электрохимических реакций.

5. Электрохимическая и химическая обратимость.
6. Фарадеевский ток, ток заряжения, миграционный ток.
7. Кинетические предельные токи.
8. Предельные токи, контролируемые диффузией.

8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:

1. Переменнотоковая полярография как метод исследования кинетики электродных процессов.
2. Метод вращающегося диска с кольцом.
3. Электрохимические методы исследования комплексных соединений.
4. Строение двойного электрического слоя.

8.4. Примеры тестов:

1. Число электронов в процессе обратимого восстановления соединения, если разность потенциалов пика и половины пика тока, полученная методом линейной вольтамперометрии при 298 К, составляет 56,5 мВ:
   1) 2 2) 3 3) 1 4) 4

2. Число электронов в процессе обратимого восстановления соединения, если разность потенциалов анодного и катодного пиков тока, полученная методом циклической вольтамперометрии при 298 К, составляет 29 мВ:
   1) 2 2) 3 3) 4 4) 1

3. Критерий Томеша для двухэлектронного обратимого процесса при 298 К составляет (мВ):
   1) 56 2) 112 3) 28 4) 14

4. В классической полярографии при обратимых процессах ток:
   1) линейно уменьшается с увеличением h
   2) линейно увеличивается с квадратным корнем из h
   3) не зависит от из h
   4) линейно увеличивается с увеличением h

5. Коэффициент переноса катодного процесса, если разность потенциалов половины пика и пика тока, полученная методом линейной вольтамперометрии при 298 К, равна 50 мВ:
   1) 0,50 2) 0,48 3) 0,40 4) 0,35

6. Электродный процесс обратим при условии:
   1) скорость переноса заряда значительно превосходит скорость массопереноса
   2) скорость переноса заряда соизмерима со скоростью массопереноса
   3) скорость переноса заряда значительно меньше скорости массопереноса

7. Скорость массопереноса для метода вольтамперометрии оценивают по формуле:

   1) $v = \frac{2D^{1/2}}{(\pi t)^{1/2}}$ 2) $v = \frac{\pi^{1/2}D^{1/2}}{2\tau^{1/2}}$

   3) $v = 2{,}82n^{1/2}D^{1/2}V^{1/2}$ 4) $v = \frac{D}{\delta}$

8.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (к зачету):

1. Уравнение поляризационной кривой без учета специфической адсорбции и Ψ-потенциала.
2. Уравнения Тафеля. Коэффициенты переноса. Ток обмена.
3. Стандартная константа скорости, стандартная плотность тока обмена.
4. Стадийные электродные реакции
5. Определение порядков электрохимических реакций.
6. Классическая полярография. Уравнение Ильковича.
7. Классическая полярография. Уравнение полярограммы с диффузионным предельным током.
8. Циклическая вольтамперометрия.
9. Метод вращающегося дискового электрода.
10. Импульсная полярография.
11. Синусоидальная переменнотоковая полярография.

8.6. Формы контроля самостоятельной работы: Формами контроля самостоятельной работы студентов являются коллоквиумы, собеседование при сдаче лабораторных работ.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки:
04.04.01 Химия. Магистерская программа: Физическая химия
(указывается код и наименование направления подготовки)

Рабочая программа учебной дисциплины составлена: д.х.н., профессор кафедры химии и методики обучения химии ТГПУ _____ Ковалева С.В.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры химии и методики обучения химии

протокол № 1 от «29» 08 2014 года.

Зав. кафедрой _____ Полещук О.Х.
(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена методической комиссией биолого-химического факультета

протокол № 1 от «29» 08 2014 года.

Председатель методической комиссии _____ Князева Е.П.
(подпись)