

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

Утверждаю
декан факультета
« 2 » 09 2017 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.2.В.07. КИНЕТИКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Трудоёмкость (в зачетных единицах) – 3

Направление подготовки: 020100.68 Химия

Магистерская программа: Физическая химия

Квалификация (степень): 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:**

1. способностью ориентироваться в условиях производственной деятельности и адаптироваться в новых условиях (ОК-1),
2. умением принимать нестандартные решения (ОК-2),
3. владением иностранным (прежде всего английским) языком в области профессиональной деятельности и межличностного общения (ОК-3),
4. пониманием философских концепций естествознания, роли естественных наук (химии в том числе) в выработке научного мировоззрения (ОК-4),
5. владением современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передаче информации при проведении самостоятельных научных исследований (ОК-5),
6. пониманием принципов работы и умением работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований (ОК-6).

профессиональных компетенций:

в научно-исследовательской деятельности:

1. 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),
2. знанием основных этапов и закономерностей развития химической науки, пониманием объективной необходимости возникновения новых направлений, наличием представления о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков (ПК -2),
3. владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (в соответствии с темой магистерской диссертации) (ПК -3),

4. умением анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по предлагаемой научным руководителем теме и самостоятельно составлять план исследования (ПК -4),
5. способностью анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения (ПК -5),
6. наличием опыта профессионального участия в научных дискуссиях (ПК -6),
7. умением представлять полученные результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати) (ПК -7),

в научно-педагогической деятельности:

8. пониманием принципов построения преподавания химии в образовательных учреждениях высшего профессионального образования (ПК -8),
9. владением методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных учреждениях высшего профессионального образования (ПК -9).

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- основные понятия электрохимической кинетики (ПК-1,2),
- основы кинетики переноса заряда (ПК-1-5),
- основы концентрационного перенапряжения (ПК-1-5),
- методы электрохимических исследований (ОК-5,6, ПК-3,4).

владеть:

- навыками проведения химического эксперимента, исследования химических веществ,
- 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 (ОК 1-3),
- доказательно обсуждать теоретические и практические проблемы электрохимии,
- уметь использовать знания по электрохимии в будущей профессиональной деятельности (ОК 1-4, ПК-8,9)

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	10	10
Практические занятия		
Семинары		
Лабораторные работы	30	30
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		тестирование
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.	18	4		14	4	24
2	Электрохимическая кинетика. Стадия массопереноса.	20	2		18	2	20
3	Методы электрохимических исследований.	12	4		8	4	24
	Итого:	40/1,11	10		30	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. Линейная и циклическая вольтамперометрия. Метод вращающегося дискового электрода. Классическая

полярография. Импульсная полярография. Синусоидальная переменноточковая 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 реакции от концентрации восстанавливающегося вещества. 2. Определение коэффициентов диффузии по величине предельного тока. 3. Амперометрическое титрование.
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.

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины:

- <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. Опыт.
- <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. Переменно-токовая полярография как метод исследования кинетики электродных процессов.
2. Метод вращающегося диска с кольцом.
3. Электрохимические методы исследования комплексных соединений

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 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:

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

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

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 переменноточковая полярография.

8.6. Формы контроля самостоятельной работы: Формами контроля самостоятельной работы студентов является промежуточное тестирование, подготовка и выступление с докладами, написание рефератов.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 020100.68 Химия. Магистерская программа: Физическая химия
(указывается код и наименование направления подготовки)

Рабочая программа учебной дисциплины составлена:
д.х.н., профессор кафедры неорганической химии СВ Ковалева С.В.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры неорганической химии
протокол № 1 от 30.08 2011 года.

Зав. кафедрой СВ Ковалева С.В..
(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена методической комиссией биолого-химического факультета
протокол № 7 от 2.09 2011 года.

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

Лист внесения изменений

В программе учебной дисциплины М.2.В.07. КИНЕТИКА
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ изменений и дополнений нет.

Программа переутверждена на заседании кафедры неорганической химии
№_1_ от «_30_» _____ 08 _____ 2012 года.

Заведующий кафедрой неорганической химии СН С.В. Ковалева