

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.07.2023 14:18:00
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«26» апреля 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОХИМИЯ РАСТВОРОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность программы магистратуры

Неорганическая химия и химия координационных соединений

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет химии веществ и материалов

Кафедра неорганической химии

Санкт-Петербург

2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент А.И. Фишер

Рабочая программа дисциплины «Электрохимия растворов неорганических соединений»
обсуждена на заседании кафедры неорганической химии
протокол от «18» апреля 2023 № 4

Заведующий кафедрой

В.И. Башмаков

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов,
протокол от «20» апреля 2023 № 7

Председатель

С.Г.Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химия»		С.Г. Изотова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З.Труханович
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	07
3. Объем дисциплины	07
4. Содержание дисциплины.....	08
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	08
4.2. Занятия лекционного типа.....	09
4.3. Занятия семинарского типа.....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	10
4.3.2. Лабораторные занятия.....	11
4.4. Самостоятельная работа.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	14
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	15
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	16
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	16
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	16
Приложение: Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	17

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-1 Способен планировать научно-исследовательскую работу, выбирать методы решения поставленных задач в области неорганической химии, химии координационных соединений, и в смежных с химией науках</p>	<p>ПК-1.10 Выбор электрохимических методов исследования и аппаратуры для решения научно-исследовательских задач в области химии координационных соединений</p>	<p>Знать: физико-химию растворов неорганических соединений, электро-химическую термодинамику и кинетику, практическое применение электро-химических методов исследования неорганических соединений. Уметь: применять электро-химические методы исследования неорганических соединений, выбирать необходимое оборудование для электро-химических измерений Владеть: методами обработки результатов электро-химических исследований</p>
<p>ПК-3 Способен критически анализировать результаты НИР, оценивать их значимость в области фундаментальных исследований и перспективы их практического применения в области химии и смежных с химией науках.</p>	<p>ПК-3.4 Анализ результатов электрохимического поведения координационных соединений и прогнозирование их практического использования</p>	<p>Знать: термодинамику и кинетику электрохимических процессов; Уметь: анализировать результаты электрохимического поведения координационных соединений, оценивать их окислительно-восстановительные свойства, прогнозировать использование соединений в окислительно-восстановительном катализе и в практической электрохимии. Владеть: электрохимическими методами исследования неорганических соединений.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.09), и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин: «Методы исследования строения и физических свойств веществ», «Углублённый курс неорганической химии», «Методы исследования комплексных соединений», «Фундаментальные основы неорганического синтеза: теория и практика», «Химия координационных соединений». Полученные в процессе изучения дисциплины «Электрохимия растворов неорганических соединений», знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении всех видов практик, в научно-исследовательской работе магистранта, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
Контактная работа с преподавателем:	60
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	18(2)
лабораторные работы	18(2)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	48
Другие виды работы (контроль)	36
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	устный опрос
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические	Лабораторные работы			
1	Термодинамика электрохимических процессов	8	8	6	28	ПК-1 ПК-3	ПК-1.10 ПК-3.4
2	Процессы переноса в электрохимических системах	4	4	6	8	ПК-1 ПК-3	ПК-1.10 ПК-3.4
3	Электрохимическая кинетика	6	6	6	12	ПК-1 ПК-3	ПК-1.10 ПК-3.4

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
1	Тема 1. Растворы сильных электролитов. Средняя ионная активность, средний ионный коэффициент активности. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля.	2	Лекция-визуализация
1	Тема 2. Равновесия в растворах электролитов. Равновесия в растворах слабых электролитов и комплексных соединений. Ионные равновесия в растворах электролитов в присутствии твердой фазы.	2	Лекция-визуализация
1	Тема 3. Электроды, электродные потенциалы, электродвижущие силы (ЭДС). Строение двойного электрического слоя, уравнение Нернста, водородная шкала потенциалов, классификация электродов, электрохимические цепи. Диаграммы Латимера, Фроста.	2	Лекция-визуализация
1	Тема 4. Обратимые и необратимые электродные процессы. Термодинамика электрохимических систем. Диаграмма термодинамической устойчивости воды. Диаграммы Пурбе. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Связь термодинамических функций химической реакции электрохимической системы с ЭДС.	2	Лекция-визуализация
2	Тема 5. Процессы переноса в ионных проводниках. Ионная проводимость твердых тел и расплавленных соединений. Удельная и молярная проводимость. Подвижность ионов.	2	Лекция-визуализация
2	Тема 6. Электрическая проводимость растворов электролитов. Зависимость электрической проводимости от концентрации. Теории электрической проводимости растворов: гидродинамическая теория, теория Дебая-Хюккеля-Онзагера, теория Эйринга, протолитическая теория.	2	Лекция-визуализация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
3	Тема 7. Скорость электрохимических реакций. Факторы, влияющие на скорость электрохимических реакций. Поляризация электрода. Перенапряжение реакции. Поляризационные кривые. Стадийное протекание электрохимических реакций. Лимитирующая стадия. Диффузионная кинетика. Полярография.	2	Лекция-визуализация
3	Тема 8. Теория замедленного разряда. Уравнение Тафеля. Смешанная кинетика. Кинетика анодного растворения и пассивирования металлов.	2	Лекция-визуализация
3	Тема 9. Вольтамперометрия и кулонометрия. Термодинамические и кинетические факторы электрохимического окисления-восстановления комплексных соединений.	2	Лекция-визуализация

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, часы		Инновационная форма
		акад. часы	В т.ч. на практическую подготовку	
1	Средние ионные активности, коэффициент активности, моляльность электролитов. Расчет средних ионных коэффициентов активности по первому и второму приближениям теории Дебая-	2		конференция

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, часы		Инноваци онная форма
		акад. часы	В т.ч. на практическую подготовку	
1	Концентрационные и термодинамические константы диссоциации и гидролиза. Расчет pH буферного раствора. Расчет константы нестойкости комплекса.	2		занятие – конференция
1	Электроды и ЭДС. Расчет равновесных потенциалов электродов и ЭДС электрохимических цепей. Расчет средних ионных коэффициентов активности, константы диссоциации слабого электролита, pH раствора, произведения растворимости труднорастворимого соединения из потенциометрических данных.	2		занятие – конференция занятие –
1	Термодинамика электрохимических систем. Анализ диаграмм Пурбе. Расчет стандартных термодинамических функций и термодинамической константы равновесия реакции, протекающей в электрохимической системе.	2	2	занятие – конференция, круглый стол
2	Электрическая проводимость растворов сильных и слабых электролитов. Удельная, молярная и эквивалентная проводимости растворов электролитов, зависимость от концентрации и температуры.	2		занятие – конференция
2	Расчет константы диссоциации слабого электролита, pH раствора, произведения растворимости труднорастворимого соединения из кондуктометрических данных.	2		занятие – конференция

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, часы		Инноваци онная форма
		акад. часы	В т.ч. на практическую подготовку	
3	Определение скорости и механизма электрохимических реакций. Законы Фарадея. Поляризационные кривые, их виды.	2		занятие – конференция, круглый стол

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, часы		Инноваци онная форма
		Акад. часы	В т.ч. на практическую подготовку	
1	Лабораторная работа 1. Электроды и электрохимические цепи. Измерение рН растворов. Определение концентрационных и термодинамических констант диссоциации слабых электролитов методом потенциометрии.	8	2	круглый стол
2	Лабораторная работа 2. Электрическая проводимость растворов электролитов. Определение удельной и молярной электрической проводимости растворов слабых электролитов. Определение концентрационных и термодинамических констант диссоциации слабых электролитов методом кондуктометрии.	4		активизация творческой деятельности

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, часы		Инновационная форма
		Акад. часы	В т.ч. на практическую подготовку	
3	Лабораторная работа 3. Изучение кинетики электродных процессов. Снятие поляризационных кривых. Определение лимитирующей стадии. Определение коэффициентов уравнения Тафеля для реакций анодного окисления металлов и восстановления водорода.	6		мастер-класс

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Расчет средних ионных коэффициентов активности растворов сильных электролитов по теории Дебая-Хюккеля, сравнение с экспериментальными данными, анализ влияния концентрации раствора электролита и заряда ионов.	8	устный опрос
1	Расчет равновесных потенциалов электродов и ЭДС гальванических элементов различных типов при различных температурах. Расчет термодинамических функций и константы равновесия химической реакции, протекающей в электрохимической системе.	12	устный опрос
1	Расчет константы нестойкости комплекса из потенциометрических данных.	4	устный опрос
2	Расчет степени и константы диссоциации слабого электролита из кондуктометрических данных.	4	устный опрос
3	Построение поляризационных кривых, определение коэффициентов уравнения Тафеля для реакций анодного окисления металлов и восстановления водорода.	14	устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	Определение кинетических параметров электрохимических реакций из вольтамперометрических данных поляризационных кривых в условиях смешанной кинетики.	6	устный опрос

Устный опрос – групповой устный ответ на вопросы преподавателя по перечню вопросов для самостоятельного изучения

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) (для проверки знаний и проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов к экзамену, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

<p>Вариант № ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Строение растворов сильных электролитов. Основы электростатической теории растворов сильных электролитов Дебая-Хюккеля. 2. Электрическая проводимость растворов электролитов. Зависимость от концентрации и температуры. 3. Скорость электрохимической реакции, способы выражения. Факторы, влияющие на скорость электрохимической реакции. Стадии электрохимического процесса, лимитирующая стадия. <p><i>Задача.</i> Рассчитать ЭДС гальванического элемента</p> $\text{Ag} \text{Ag}_2\text{SO}_4 \text{H}_2\text{SO}_4 \text{AgNO}_3 \text{Ag}$ <p style="text-align: center;">$m = 0.5 \quad m = 0.1$ моль/кг H_2O при</p> <p>25 °С и максимальную электрическую работу, которую можно получить при замыкании этого элемента.</p>

Уровень знаний магистранта оценивается по пятибалльной системе. Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Теоретическая электрохимия: Учебник для вузов по направлению подготовки "Химическая технология" / А. Л. Ротинян [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Студент, 2013. – 496 с.
2. Лукомский, Ю. Я. Физико-химические основы электрохимии: Учебник для химических и химико-технологических спец. ун-тов / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург. – Долгопрудный: Интеллект, 2008. – 423 с.
3. Электрохимия / Ф. Миомандр, С. Садки, П. Одебер, Меалле-Рено, Р; пер. с фр. В. Н. Грасевича под ред. Ю. Д. Гамбурга, В. А. Сафонова. – М. : Техносфера, 2008. – 359 с.
4. Иванов-Шиц, А. К. Ионика твердого тела: в 2 т. / А. К. Иванов-Шиц, И. В. Мурун; СПбГУ, РАН. Ин-т кристаллографии. – СПб. : Изд-во СПб.ун-та, 2000 – 2010. Т. 2. – 2010. – 999 с.
5. Физическая химия : учебное пособие / Ю. П. Акулова [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. физ. химии. - СПб.], 2016. - 192 с..
6. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А.Равделя, А.М.Пономаревой. – 11-е изд., испр. и перераб. – М. ООО «ГИД «Аз-book», 2009. – 240 с.

б) электронные учебные издания:

1. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия : учебное пособие для студентов по направлению подготовки "Химия" / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - 3-е изд., испр. - Электрон.текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2015. - 672 с.
2. Гамбург, Ю.Д. Химическая термодинамика : [учебное пособие] / Ю. Д. Гамбург. - Электрон.текстовые дан. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. - 240 с.
3. Нарышкин, Д.Г. Равновесия в растворах электролитов. Расчеты с Mathcad : учебное пособие / Д. Г. Нарышкин, М. А. Осина, В. Ф. Очков. - Электрон.текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2018. - 180 с.
4. Физическая химия : учебное пособие / Ю. П. Акулова [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. физ. химии. - Электрон.текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2016. - 192 с.
5. Сборник примеров и задач по электрохимии : Учебное пособие / А. В. Введенский [и др.]. - Электрон.текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2018. - 208 с.
6. Хенце, Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика / Г. Хенце ; пер. с нем. А. В. Гармаша, А. И. Каменева ; под ред. А. И. Каменева. - 3-е изд. (электронное). – Электрон.текстовые дан. - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 287 с.
7. Шошина, И.А. Кинетика электроосаждения и электрорастворения металлов : методические указания к лабораторной работе / И. А. Шошина ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. – Электрон.текстовые дан. – СПб., 2015. – 17 с.

8. Шошина, И.А. Изучение электрохимической реакции выделения водорода : методические указания к лабораторной работе / И. А. Шошина, Г. С. Александрова ; СПбГТИ(ТУ). Каф.технологии электрохим. пр-в. - Электрон.текстовые дан. – СПб., 2015. –17 с.

9. Будников, Г.К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине / Г. К. Будников, Г. А. Евтюгин, В. Н. Майстренко. – 3-е изд. (электронное). - Электрон.текстовые дан. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 419 с.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

Учебный план, РПД, учебно-методические материалы, размещенные на <http://media.technolog.edu.ru>.

Электронно-библиотечные системы:

ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/books/>;

электронный читальный зал – БиблиоТех фундаментальной библиотеки СПбГТИ(ТУ): <http://bibl.lti-gti.ru/ЭБС.>, <https://technolog.bibliotech.ru/>.

справочно-информационный портал «Научная электронная библиотека»: <http://elibrary.ru>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Электрохимия растворов неорганических соединений» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронно-информационной образовательной среды.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать практические занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

10.2. Программное обеспечение.

Windows XP Starter Edition. (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно),

Microsoft Office (Microsoft Excel): Office 2007 Russian OLP NL AE (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно), Office Std 2013 Rus OLP NL (Контракт № 02(03)15 от 15.01.2015, срок действия -20 лет),

LibreOffice (открытая лицензия),

Для выполнения индивидуальных заданий в форме лабораторных отчетов используются стандартные компьютерные программы, находящиеся в свободном доступе, в частности, Mathcad 14. Professional, Microsoft Excel, Image J.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

– База данных “Phase equilibria”

– база данных порошковых дифрактограмм PDF2-2012;

– электронная база данных термодинамических констант веществ «ТКВ». Доступна онлайн - <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl>

– база данных термодинамических величин IvtanThermo.

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет и на сервер образовательной организации, на 15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используются учебные и учебно-научные лаборатории кафедры неорганической химии и кафедры технологии электрохимических производств, оснащенные необходимыми установками, приборами и реактивами. Для проведения лабораторных работ по учебной дисциплине «Электрохимия растворов неорганических соединений», лаборатория укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения, снабжена руководствами для выполнения лабораторных работ, учебно-лабораторным оборудованием, реактивами для химического эксперимента. В необходимом количестве имеются химические реактивы: растворы солей, кислот, щелочей, индикаторов. Имеется химическая посуда: стаканы, колбы, пипетки, бюретки для титрования, а также электрохимические ячейки: кондуктометрическая ячейка для измерения сопротивления растворов, трехэлектродная ячейка для потенциометрических измерений. В лаборатории имеются лабораторные установки для исследования основных характеристик электрохимических систем, включающие приборы: потенциостат AUTOLAB PGSTAT 302, кондуктометр HI 2300-02, мультиметр универсальный настольный, иономер-pH-метр Sartorius PP20. Имеются весы аналитические, шейкер лабораторный LOIP LS110, компьютеры для обработки экспериментальных данных.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Электрохимия растворов неорганических соединений»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен планировать научно-исследовательскую работу, выбирать методы решения поставленных задач в области неорганической химии, химии координационных соединений, и в смежных с химией науках	промежуточный
ПК-3	Способен критически анализировать результаты НИР, оценивать их значимость в области фундаментальных исследований и перспективы их практического применения в области химии и смежных с химией науках	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.10 Выбор электрохимических методов исследования и аппаратуры для решения научно-исследовательских задач в области химии координационных соединений	Знать: физико-химию растворов неорганических соединений, электрохимическую термодинамику и кинетику, практическое применение электро-химических методов исследования неорганических соединений.	Правильные ответы на вопросы №1–41 к экзамену	Перечисляет области применения потенциометрических, кондуктометрических, вольтамперометрических, импедансометрических методов исследования с ошибками	Перечисляет области применения потенциометрических, кондуктометрических, вольтамперометрических, импедансометрических методов исследования, но не может оценить преимущества того или другого метода исследования	Перечисляет области применения потенциометрических, кондуктометрических, вольтамперометрических, импедансометрических методов исследования, хорошо ориентируется в достоинствах и недостатках того или другого метода исследования. Может применить эти знания для решения научно-исследовательских задач
	Уметь: применять электрохимические методы исследования неорганических соединений, выбирать необходимое оборудование для электро-химических измерений	Правильные ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	С ошибками излагает последовательность расчета физико-химических констант из потенциометрических и кондуктометрических данных	Правильно излагает алгоритм расчета физико-химических констант из потенциометрических и кондуктометрических данных, но затрудняется в сопоставлении этих методов	Правильно излагает алгоритм расчета физико-химических констант из потенциометрических и кондуктометрических данных, сопоставляет используемые методы
	Владеть: методами обработки результатов электро-химических исследований.	Правильные ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Слабо ориентируется в анализе поляризационных кривых, делает ошибки в определении кинетических параметров электрохимических реакций	Решает задачи анализа поляризационных кривых, определения кинетических параметров электрохимических реакций из вольтамперометрических данных с небольшими ошибками	Демонстрирует уверенный анализ поляризационных кривых, четкое определение кинетических параметров электрохимических реакций из вольтамперометрических и импедансометрических данных

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-3.4 Анализ результатов электрохимического поведения координационных соединений и прогнозирование их практического использования	Знать: термодинамику и кинетику электрохимических процессов;	Правильные ответы на вопросы №42–54 к экзамену	Путается в перечислении методов и программ обработки полученных результатов	Перечисляет методы и программы обработки полученных результатов с небольшими ошибками	Уверенно и аргументированно правильно выбирает методы и программы обработки полученных результатов
	Уметь: анализировать результаты электрохимического поведения координационных соединений, оценивать их окислительно-восстановительные свойства, прогнозировать использование соединений в окислительно-восстановительном катализе и в практической электрохимии.	Правильные ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Строит зависимости по результатам исследования с ошибками в точности измерений и масштабировании, в использовании единиц измерений	Показывает результаты исследования с незначительными нарушениями требований современных стандартов	Показывает результаты исследования в соответствии с требованиями современных стандартов
	Владеть: электрохимическими методами исследования неорганических соединений	Правильные ответы на вопросы при подготовке и защите лабораторных работ	Показывает возможность определения физико-химических констант и электрохимических параметров, но затрудняется правильно решить поставленные задачи	Решает задачи определения физико-химических констант и электрохимических параметров исследованных объектов с незначительными ошибками	Выполняет задание по определению физико-химических констант и электрохимических параметров исследованных объектов уверенно и безошибочно

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

1. Строение растворов сильных электролитов. Основы электростатической теории растворов сильных электролитов Дебая и Хюккеля.
2. Средняя ионная активность, средний ионный коэффициент активности и средняя ионная моляльность электролита.
3. Уравнение для расчета средних ионных коэффициентов активности (I, II и III приближения теории Дебая и Хюккеля).
4. Равновесие в растворах электролитов. Термодинамические и практические константы ионных равновесий.
5. Диссоциация слабых электролитов. Степень и константа диссоциации. Уравнение Оствальда. Ступенчатая диссоциация электролитов.
6. Ионное произведение воды.
7. Буферные растворы. Буферная емкость.
8. Равновесия в растворах комплексных соединений.
9. Ионные равновесия в растворах электролитов в присутствии твердой фазы.
10. Образование двойного электрического слоя
11. Теории строения двойного электрического слоя: Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна, Грэма, Фрумкина-Дамаскина.
12. Равновесные потенциалы на границах раздела фаз.
13. Уравнение Нернста для равновесного потенциала. Стандартный электродный потенциал.
14. Водородная шкала электродных потенциалов
15. Влияние температуры на электродный потенциал. Температурный коэффициент потенциала электрода.
16. Классификация электродов.
17. Электроды I рода. Примеры. Электродные реакции
18. Электроды II рода. Примеры. Электродные реакции.
19. Окислительно-восстановительные электроды. Примеры. Электродные реакции. Диаграммы Латимера, Фроста.
20. Ионообменные электроды. Стекланный электрод.
21. Напряжение и электродвижущая сила (ЭДС) электрохимической системы.
22. Классификация гальванических элементов.
23. Теоретические основы метода потенциометрии.
24. Диаграммы Пурбе.
25. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
26. Связь термодинамических функций химической реакции электрохимической системы с ЭДС.
27. Расчет термодинамических параметров (ΔH , ΔS , ΔG) и термодинамической константы равновесия химической реакции, протекающей в гальваническом элементе.
28. Термодинамический расчет ЭДС гальванического элемента.
29. Ионная электрическая проводимость твердых тел и расплавов.
30. Удельная и молярная проводимость. Подвижность ионов.
31. Электрическая проводимость растворов электролитов,
32. Зависимость от концентрации и температуры. Теория Дебая-Хюккеля-Онзагера.
33. Теоретические основы метода кондуктометрии.
34. Способы выражения скорости электрохимической реакции. Факторы, влияющие на скорость электрохимической реакции.

35. Стадии электрохимического процесса. Лимитирующая стадия.
36. Поляризация электрода. Перенапряжение реакции. Поляризационные кривые.
37. Перенапряжение диффузии (концентрационная поляризация). Уравнение поляризационной кривой при концентрационной поляризации. Предельный ток. Зависимость предельного тока от концентрации электролита.
38. Электрохимическая поляризация. Уравнение поляризационной кривой при электрохимической поляризации. Ток обмена.
39. Уравнение Тафеля. Покажите, что эмпирическое уравнение Тафеля может быть получено из уравнения поляризационной кривой при электрохимической поляризации.
40. Электрохимические реакции, включающие быстрые химические стадии. Безбарьерные и базактивационные реакции.
41. Кинетика анодного растворения и пассивирования металлов.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

42. Практическое применение метода потенциометрии
43. Практическое применение метода кондуктометрии.
44. Какие методы можно использовать для определения степени и констант диссоциации слабых электролитов?
45. Какие электроды нужно использовать для измерения pH раствора?
46. Какой план исследования Вы составите для определения концентрационной итермодинамической константы диссоциации слабого электролита?
47. Какой план исследования Вы составите для определения константы нестойкости комплекса?
48. Какой план исследования Вы составите, чтобы определить экспериментально средние ионные активности и коэффициенты активностей сильных электролитов?
49. Какими методами можно определить произведение растворимости труднорастворимого соединения?
50. Какой план исследования Вы составите для определения природы лимитирующей стадии электрохимической реакции?
51. Какой план исследования Вы составите для определения механизма лимитирующей стадии электрохимической реакции.
52. Какие современные приборы используются для измерения электрической проводимости растворов электролитов? Каков алгоритм работы с ними?
53. Какие современные приборы используются для измерения потенциалов электродов и напряжения электрохимических цепей. Каков алгоритм работы с ними?
54. Какие современные приборы используются для исследования вольтамперных характеристик электрохимических процессов. Каков алгоритм работы с ними?

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля: выполнили лабораторные работы, активно участвовали в устных опросах по предложенным темам занятий, прошли тестирование по результатам освоения дисциплины.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) (для проверки знаний и проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов к экзамену, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).