

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор по УР
_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

2.1.8.1(Ф) Физическая химия растворов электролитов

Учебный план: 1.4.4. ТПХ 2025 2025-2026 уч.год.plx

Кафедра: **44** Теоретической и прикладной химии

Научная специальность: 1.4.4. Физическая химия

Уровень образования: аспирантура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | | Контактная работа обучающихся | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоё мкость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации |
|---------------------------|-----|----------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| | | Лекции | Практ. занятия | | | | |
| 4 | УП | 12 | 24 | 72 | | 3 | Зачет |
| | РПД | 12 | 24 | 72 | | 3 | |
| Итого | УП | 12 | 24 | 72 | | 3 | |
| | РПД | 12 | 24 | 72 | | 3 | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)"

Составитель (и):

доктор химических наук, Заведующий кафедрой

Новоселов Н.П.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теоретической и прикладной
химии

Новоселов Николай
Петрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Новоселов Николай
Петрович

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: • Формировать у аспиранта умение сознательно осуществлять и управлять химическими и технологическими процессами; использовать знания физической химии растворов электролитов для научной и педагогической деятельности.

• Формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов и свойств растворов электролитов, с последующей обработкой и анализом результатов их исследования.

• Формирование навыков самостоятельного экспериментального и теоретического изучения свойств растворов электролитов.

1.2 Задачи дисциплины:

• Исследовать и объяснить закономерностей поведения растворов электролитов разных концентраций (бесконечно разбавленных, растворов средних концентраций и насыщенных) для выявления основных свойств бинарных и многокомпонентных систем.

• Овладеть теоретическими и экспериментальными физико-химическими методами для решения задач профессиональной направленности.

1.3 Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» Программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Знания и умения, полученные аспирантами при изучении данной дисциплины, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена и написании диссертационной работы

История и философия науки

Методология проведения исследования и методика написания диссертации

3 СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий | Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа | | СР (часы) | Форма текущего контроля |
|---|---------------------------|-------------------|---------------|--------------|-------------------------|
| | | Лек. (часы) | Пр. (часы) | | |
| Раздел 1. Основные теоретические представления | 4 | | | | О |
| Тема 1. Основы электролитической теории сильных электролитов Дебая и Хюкеля. Вычисление коэффициентов активности. Равновесие в растворах электролитов. Константы диссоциации, гидролиза, ионное произведение воды, влияние ионной силы. Практическое занятие: Теория сильных электролитов Дебая-Хюкеля. Расчет коэффициента активности. | | 2 | 4 | | |
| Тема 2. Образование растворов электролитов. Влияние растворителей на диссоциацию. Сольватация. Изотонический и осмотический коэффициенты. | | 1 | | 8 | |
| Тема 3. Обобщенные теории кислот и оснований. Строение растворов сильных электролитов. Термодинамические и практические константы равновесия | | 1 | | 8 | |
| Раздел 2. Растворы различных классов | | | | | |
| Тема 4. Идеальные растворы в различных агрегатных состояниях. Давление насыщенного пара жидкых растворов. Закон Рауля и закон Генри. Идеальные и неидеальные растворы. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение по парциальным давлениям компонент. Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент в жидких и твердых растворах. Обобщенное уравнение Гиббса-Дюгема. Уравнения Вант-Гоффа, его термодинамический вывод и область применимости. | | 2 | | 8 | О |
| Тема 5. Электропроводность растворов. Подвижность ионов. Удельная и эквивалентная электропроводность, связь с подвижностью ионов, зависимость от концентраций.. Практическое занятие: Удельная и эквивалентная электропроводность | | 1 | 4 | 8 | |

| | | | | | |
|--|--|----|----|----|---|
| Тема 6. Предельная и эквивалентная электропроводность. Зависимость электропроводности от температуры. Числа переноса, их использование для определения электропроводности ионов Практическое занятие: Числа переноса, зависимость электропроводности от температуры | | 1 | 4 | 8 | |
| Раздел 3. Численный эксперимент | | | | | |
| Тема 7. Теория электропроводности сильных электролитов Дебая-Хюккеля-Онзагера Практическое занятие: Теория электропроводности Дебая-Хюккеля-Онзагера. | | 2 | 2 | 8 | |
| Тема 8. Электропроводность в поле с высоким градиентом потенциалов (эффект Дебая-Фальгенгагена и Вина). Кондуктометрическое титрование, определение степени и константы диссоциации слабых электролитов Практическое занятие: Расчет эффекта Дебая-Фальгенгагена и Вина | | 1 | 4 | 8 | O |
| Тема 9. Теория Аррениуса. Электрохимическое равновесие и электрохимический потенциал. Формула Нернста. ЭДС и электродные потенциалы. Электроды первого и второго рода Практическое занятие: Формула Нернста, ЭДС и электродные потенциалы | | 1 | 6 | 8 | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | | 12 | 24 | 72 | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет) | | 0 | | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | | 36 | 72 | | |

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания | |
|------------------|---|-------------------|
| | Устное собеседование | Письменная работа |
| Зачтено | Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание коллоидно-химических законов, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных законов коллоидной химии и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала | |
| Не зачтено | Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные коллоидно-химические законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека. | |

4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

4.2.1 Перечень контрольных вопросов

| | |
|-------|-----------------------|
| № п/п | Формулировки вопросов |
|-------|-----------------------|

Семестр 4

| | |
|----|--|
| 1 | Основы электростатической теории сильных электролитов Дебая-Хюкеля |
| 2 | Образование растворов электролитов. Сольватация. Изотонический коэффициент |
| 3 | Теория кислот и оснований. Константы равновесия |
| 4 | Закон Рауля и закон Генри. Уравнение Вант-Гоффа |
| 5 | Удельная и эквивалентная электропроводность |
| 6 | Числа переноса и их использование для определения электропроводности ионов |
| 7 | Теория электропроводности сильных электролитов Дебая-Хюкеля-Онзагера |
| 8 | Электропроводность в поле с высоким градиентом потенциала |
| 9 | Теория Аррениуса. Электрохимическое равновесие |
| 10 | Формула Нернста. ЭДС и электродные потенциалы |

4.2.2 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Определите количество тепла, выделяющееся при сгорании 150 л этилена (н.у.).
2. Определить концентрацию ионов водорода в молях на 1 л для 5%-ного (по массе) раствора соляной кислоты ($\rho = 1,2 \text{ г/мл}$), считая диссоциацию равной 50 %.
3. Найти pH 10%-ного раствора H_2SO_4 ($\rho=1.1 \text{ г/мл}$), если степень диссоциации равна 75%.

4.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

4.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

4.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

| | | | | | | | | |
|--------|--------------------------|---|------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------|--------------------------|
| Устная | <input type="checkbox"/> | + | Письменная | <input type="checkbox"/> | Компьютерное тестирование | <input type="checkbox"/> | Иная | <input type="checkbox"/> |
|--------|--------------------------|---|------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------|--------------------------|

4.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;

Время на подготовку ответа 45 минут.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Учебная литература

| Автор | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|--|--|--|-------------|--|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Белоусова, Н. В., Васильева, М. Н., Симонова, Н. С., Шиманский, А. Ф. | Физическая химия | Красноярск: Сибирский федеральный университет | 2019 | http://www.iprbookshop.ru/100142.html |
| Тимакова, Е. В. | Физическая химия. Химическая термодинамика | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет | 2016 | http://www.iprbookshop.ru/91577.html |
| Тимакова, Е. В., Казакова, А. А. | Физическая химия. Неравновесные явления в растворах электролитов | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет | 2017 | http://www.iprbookshop.ru/91474.html |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| Степановских Е. И. | Физическая химия: теория и практика выполнения расчетных работ: в 2 ч. ч. 1: Экстенсивные свойства гомогенных систем. Учебное пособие | Москва: Флинта | 2017 | https://ibooks.ru/reading.php? short=1&productid=354625 |

| | | | | |
|--|---|------------------------------|------|---|
| Степановских Е. И. | Физическая химия: теория и практика выполнения расчетных работ: в 2 ч. ч. 2: химическое и фазовое равновесие. Учебное пособие | Москва: Флинта | 2017 | https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=354626 |
| Ибрагимова Р. И., Пеганова Н. В., Холохонова Л. И., Новоселов Н. П. | Физическая химия. Кинетика и катализ. Кинетические исследования химических процессов | Санкт-Петербург: СПбГУПТД | 2021 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202168 |
| Смирнова А.И., Суставова Т.А., Липин В.А. | Физическая химия. Электрохимия | Санкт-Петербург: СПбГУПТД | 2020 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20205059 |

5.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL:<http://window.edu.ru/>.
- Электронно-библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru>
- Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД: <http://publish.sutd.ru>
- Единый портал интернет тестирования в сфере образования [Электронный ресурс]. URL:<http://www.i-exam.ru/>.

5.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

5.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Специализированная физико-химическая лаборатория, которая оснащена: лабораторными столами, лабораторной посудой, аналитическими и техническими весами, сушильным шкафом, вытяжными шкафами, дистиллятором, водяной баней, рефрактометрами, поляриметрами, калориметрами, кондуктометрами, потенциометрами, pH-метром, ионометром, лабораторным комплексом «Химия», установкой для потенциометрического титрования, установкой для кондуктометрического титрования, установкой для криометрических измерений, установкой для изучения равновесия «жидкость-пар», установкой для изучения ЭДС гальванических элементов.

В лаборатории имеется доска, персональные компьютеры и мультимедийный экран для выполнения интерактивных работ и просмотра видеоматериалов.

| Аудитория | Оснащение |
|----------------------|---|
| Компьютерный класс | Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |
| Учебная аудитория | Специализированная мебель, доска |