

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Физико-химические основы сложных ионных систем

Код модуля
1158024

Модуль
Физико-химические закономерности
неорганических процессов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

| № п/п | Фамилия, имя, отчество | Ученая степень, ученое звание | Должность | Подразделение |
|--------------|----------------------------------|--|------------------|-------------------------------|
| 1 | Виноградова Татьяна Владимировна | кандидат химических наук, без ученого звания | Доцент | физической и коллоидной химии |
| 2 | Степановских Елена Ивановна | кандидат химических наук, доцент | Доцент | физической и коллоидной химии |

Согласовано:

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

Авторы:

- **Виноградова Татьяна Владимировна, Доцент, физической и коллоидной химии**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Физико-химические основы сложных ионных систем

| | | | |
|----|--------------------------------------|--|---|
| 1. | Объем дисциплины в зачетных единицах | 4 | |
| 2. | Виды аудиторных занятий | Лекции Практические/семинарские занятия | |
| 3. | Промежуточная аттестация | Зачет | |
| 4. | Текущая аттестация | Расчетная работа | 3 |

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физико-химические основы сложных ионных систем

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

| Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения (индикаторы) | Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине |
|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| ОПК-3 -Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов | Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся | Зачет Лекции Практические/семинарские занятия |

| | | |
|---|--|---|
| | <p>к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> | |
| <p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных</p> | <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> | <p>Зачет</p> <p>Расчетная работа №1</p> <p>Расчетная работа №2</p> <p>Расчетная работа №3</p> |

| | | |
|---|--|--|
| закономерностей развития природы, человека и общества | П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний | |
|---|--|--|

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50 | | |
| Текущая аттестация на лекциях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>расчетная работа 1</i> | 4,8 | 50 |
| <i>теоретический опрос</i> | 4,9 | 50 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40 | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – зачет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60 | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50 | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>расчетная работа 2</i> | 4,11 | 15 |
| <i>расчетная работа 3</i> | 4,14 | 35 |
| <i>теоретический опрос</i> | 4,16 | 50 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00 | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00 | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено | | |

| | | |
|--|---------------------------------|------------------------------|
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | |
| 4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – | | |
| Текущая аттестация на онлайн-занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - | | |
| Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – | | |

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

| | | |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено | | |

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

| Результаты обучения | Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам |
|---------------------|--|
| Знания | Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Умения | Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для |

| | |
|-------------------|--|
| | продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью. |
| Опыт /владение | Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов. |
| Другие результаты | Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения. |

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

| Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов) | | | | |
|--|--|--|------------|------------------------------------|
| № п/п | Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание) | Шкала оценивания | | |
| | | Традиционная характеристика уровня | | Качественная характеристика уровня |
| 1. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет | Отлично (80-100 баллов) | Зачтено | Высокий (В) |
| 2. | Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения | Хорошо (60-79 баллов) | | Средний (С) |
| 3. | Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания | Удовлетворительно (40-59 баллов) | | Пороговый (П) |
| 4. | Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка | Неудовлетворительно (менее 40 баллов) | Не зачтено | Недостаточный (Н) |
| 5. | Результат обучения не достигнут, задание не выполнено | Недостаточно свидетельств для оценивания | | Нет результата |

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Теория электролитической диссоциации. Слабые и сильные электролиты.
2. Ионные равновесия в растворах кислот и оснований. Метод рН-метрии.
3. Расчет ионных равновесий в растворах солей
4. Гидролиз
5. Использование графических методов для описания ионных равновесий
6. Ионные равновесия в гетерогенных системах
7. Термодинамические характеристики процесса сольватации
8. Ион-ионное взаимодействие в растворах электролитов
9. Средняя ионная активность. Теория Дебая-Хюккеля.
10. Применение теории Дебая-Хюккеля к ионным системам
11. Неравновесные явления в растворах электролитов
12. Зависимость электропроводности растворов электролитов от различных факторов
13. Кондуктометрия
14. Типы электродов. Расчет электродного потенциала.
15. Гальванический элемент. Классификация гальванических элементов.

Электродвижущая сила.

16. Связь ЭДС с термодинамическими функциями.
17. Применение метода ЭДС.

LMS-платформа

1. Физико-химические основы сложных ионных систем (Виноградова Т. В.)

https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3957

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Расчетная работа №1

Примерный перечень тем

1. Расчет ионных равновесий
2. Расчет ионного состава при диссоциации слабых электролитов
3. Расчет и построение распределительной диаграммы ионных форм
4. Равновесия в насыщенных растворах малорастворимых соединений
5. Расчет средних ионных коэффициента активности сильных электролитов

Примерные задания

Расчетная работа 1

Задача 1

Имеется водный раствор адипиновой $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ кислоты. В растворе поддерживается величина $\text{pH}=4,5$. Найдите равновесные концентрации всех видов частиц в растворе, при этой величине pH .

Задача 2

Определите величину pH в водном растворе NH_4Cl концентрации 15 моль/м^3

Задача 3

Вычислите растворимость $\text{Ni}(\text{OH})_2$

- 1) В чистой воде
- 2) В водном растворе NiCl_2 концентрации 10 моль/м^3
- 3) В водном растворе NaCl концентрации 12 моль/м^3

Задача 4

Рассчитайте для ионов, составляющих соль LiF при 298 K энергию Гиббса гидратации ионов по уравнению Борна, энтальпию гидратации ионов по уравнению Борна-Бьеррума и энтропию гидратации ионов. Вычислите энтальпию гидратации соли и сравните ее с экспериментально определенной величиной $-1039,7 \text{ кДж/моль}$. Примите, что относительная диэлектрическая проницаемость воды равна $78,3$; температурный коэффициент проницаемости равен $-0,356 \text{ K}^{-1}$. Радиусы катиона и аниона (по Полингу) равны соответственно $0,060 \text{ нм}$ и $0,136 \text{ нм}$.

Задача 5

По зависимости концентрационной (кажущейся) константы диссоциации K^c акриловой кислоты от ионной силы раствора I , моль/кг при 298 K определите значение термодинамической константы диссоциации и вычислите средний ионный коэффициент активности для каждой концентрации

| | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| I , моль/кг | 0,001 | 0,002 | 0,005 | 0,007 | 0,01 |
| $K^c \cdot 10^5$ | 5,96 | 6,14 | 6,53 | 6,74 | 7,00 |

Задача 6

По зависимости средних ионных коэффициентов активности CaCl_2 от концентрации m , моль/кг определите значение параметра a в уравнении второго приближения теории Дебая-Хюккеля. Сравните со справочными данными.

| | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| m , моль/кг | 0,005 | 0,010 | 0,020 | 0,050 | 0,100 |
| γ_{\pm} | 0,789 | 0,731 | 0,558 | 0,583 | 0,518 |

LMS-платформа

1. Физико-химические основы сложных ионных систем (Виноградова Т. В.)
https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3957

5.2.2. Расчетная работа №2

Примерный перечень тем

1. Неравновесные явления в растворах электролитов
2. Расчет удельной и эквивалентной электрических проводимостей
3. Использование метода измерения электропроводности для расчетов физико-химических характеристик ионных систем

Примерные задания

Расчетная работа 2

Задача 1

В таблице приведены данные о зависимости удельного электрического сопротивления водного раствора KCl от концентрации этого раствора. Постройте и проанализируйте графические зависимости удельной и эквивалентной электропроводностей раствора от концентрации, а также эквивалентной электропроводности от корня квадратного концентрации; определите графически величину предельной эквивалентной электропроводности вещества и сравните ее со справочными данными.

| | | | | | |
|---------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| c , моль/л | 0,01 | 0,05 | 0,16 | 0,5 | 1 |
| ρ , Ом·м | 50,000 | 11,111 | 0,521 | 0,204 | 0,132 |

Задача 2

При 298 К удельная электропроводность насыщенного водного раствора малорастворимого вещества Ag_2CO_3 равна $3,155 \cdot 10^{-3}$ См/м. Удельная электропроводность воды, взятой для приготовления раствора, равна $1 \cdot 10^{-4}$ См/м. Вычислить растворимость, произведение растворимости и сравнить полученную величину со справочными данными.

LMS-платформа

1. Физико-химические основы сложных ионных систем (Виноградова Т. В.)
https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3957

5.2.3. Расчетная работа №3

Примерный перечень тем

1. Электрохимические цепи
2. Расчет диффузионного потенциала
3. Расчет ЭДС гальванического элемента
4. Расчет термодинамических характеристик реакции, протекающей в ГЭ
5. Применение метода ЭДС для определения среднего ионного коэффициента активности в растворе электролита

Примерные задания

Расчетная работа 3

Задача 1

Вычислите диффузионный потенциал на границе растворов при 291К



Задача 2

Согласно ГОСТ величина pH свежего молока должна быть не меньше, чем 6,6. Для определения величины pH использовали электрохимическую цепь, схема которой приведена ниже



Определите, не прокисло ли молоко, если при температуре 298 К электродвижущая сила данной цепи равна 0,62 В.

Задача 3

Для ГЭ известны значения ЭДС при двух температурах. Активность раствора электролита равна единице.

1. Запишите уравнения реакций на электродах и итоговую реакцию в ГЭ
2. Определите температурный коэффициент ЭДС
3. Рассчитайте величину ЭДС при температуре 298 К, сравните ее со справочной величиной
4. Вычислите значения стандартных мольных энтальпии, энтропии, энергии Гиббса итоговой реакции, протекающей в этом ГЭ при 298 К, сравните их со значениями, полученными из термодинамических характеристик.



| E_1 , мВ | E_2 , мВ | T_1 , К | T_2 , К |
|------------|------------|-----------|-----------|
| 284,2 | 289,6 | 293 | 310 |

Задача 4

Для гальванического элемента при 313 К известны значения ЭДС при разной концентрации раствора электролита c_0 . Определите методом ЭДС средний ионный коэффициент активности электролита в растворе с концентрацией, равной 0,03 моль/л.

| Параметр | Вид ГЭ, значение параметров | | | | | | |
|----------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Zn \mid ZnCl ₂ \mid CuCl ₂ Cu \mid Zn | | | | | | |
| c_0 , моль/л | 0,005 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,08 |
| ЭДС, В | 1,085 | 1,059 | 1,034 | 1,013 | 1,008 | 1,003 | 1,000 |

LMS-платформа

1. Физико-химические основы сложных ионных систем (Виноградова Т. В.)
https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3957

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Электролитическая диссоциация. Теория Аррениуса.
2. Термодинамическая константа диссоциации растворов электролитов.
3. Растворы электролитов и их свойства. Ионогенные и ионофорные электролиты.
4. Сильные и слабые электролиты. Константа диссоциации электролитов. Закон разведения Оствальда
5. Диссоциация одно- и многоосновных кислот. Построение распределительной диаграммы ионных форм

6. Диссоциация воды. Ионное произведение воды Протолитическая теория Бренстеда
7. Сольватация, сольватное число, энергия сольватации.
8. Модель Борна. Уравнение Борна. Уравнение Борна-Бьеррума.
9. Теория Дебая-Хюккеля. Предельный закон. Второе и третье приближения теории Дебая-Хюккеля.
10. Ионная сила раствора электролита. Средняя ионная активность. Средний ионный коэффициент активности
11. Связь концентрационной и термодинамической констант равновесия.
12. Кинетические характеристики процесса сольватации.
13. Гидролиз и степень гидролиза. Гидролиз солей многоосновных кислот
14. Произведение растворимости. Растворимость труднорастворимых соединений.
- Влияние комплексообразования на растворимость солей
15. Удельная и эквивалентная электропроводности Закон Кольрауша. Уравнение Онзагера
16. Предельная эквивалентная электропроводность. Подвижность ионов
17. Зависимость удельной, эквивалентной и молярной электрических проводимостей от концентрации
18. Использование кондуктометрии для определения констант ионизации и произведения растворимости
19. Фундаментальное уравнение Гиббса для ионных систем Возникновение межфазного скачка потенциалов в ионных системах
20. Условие фазового равновесия для ионных систем
21. ЭДС электрохимической системы. Электродный потенциал. Строение двойного электрического слоя на границе металл–раствор
22. Термодинамика гальванического элемента
23. Равновесные электродные процессы. Гальванический элемент. Электродный потенциал. Диффузионный потенциал.
24. Реакции, протекающие в электродах, итоговая реакция, протекающая в гальваническом элементе
25. Связь ЭДС с термодинамическими функциями реакции, протекающей в гальваническом элементе
26. Связь ЭДС с константой ионизации, константой нестойкости комплексного иона, произведением растворимости малорастворимого соединения
27. Зависимость ЭДС от температуры
28. Использование метода ЭДС для расчета средних ионных коэффициентов активности
29. Температурный коэффициент ЭДС
30. Использование метода ЭДС для определения константы ионизации слабой кислоты
31. Использование метода ЭДС для определения величины рН раствора
32. Графические методы описания окислительно-восстановительных равновесий. Диаграмма Пурбе.
33. Кинетические закономерности реакций в ионных системах.
34. Влияние различных факторов на скорость реакций в растворах.
35. Особенности быстрых реакций с участием ионов.
36. Каталитические реакции с использованием ионов

LMS-платформа

1. Физико-химические основы сложных ионных систем (Виноградова Т. В.)
https://learn.urfu.ru/subject/index/card/subject_id/3957

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция | Результаты обучения | Контрольно-оценочные мероприятия |
|---|---|--|-------------|---------------------|---|
| Профессиональное воспитание | учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях | Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы | ОПК-3 | Д-1 | Практические/семинарские занятия Расчетная работа №1 Расчетная работа №2 Расчетная работа №3 |