

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Химический факультет
Кафедра физической химии



УТВЕРЖДАЮ

проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

П.А. Машаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Укрупненная группа направлений подготовки	04.00.00 Химия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	04.03.01 Химия
Профиль подготовки	Общий
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, очно-заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Электрохимия» для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 июля 2017 г. № 671 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

доцент кафедры физической химии,
канд. хим. наук, доц.



Р.И. Лыга

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физической химии.
Протокол от 26.03.2024 г. № 14.

Заведующий кафедрой



В.М. Михальчук

СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета
28.03.2024 г.



С.Г. Бахтин

Учебно-методическая комиссия химического факультета.

Протокол от 27.03.2024 г. № 2.

Председатель



Р.И. Лыга

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,

д-р хим. наук, проф.

28.03.2024 г.



В.М. Михальчук

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Неорганическая химия, Аналитическая химия, Органическая химия, Математика, Физика, Физическая химия, Методы исследования фазовых равновесий, Химия коллоидных и наносистем, Информатика; Биоорганическая химия, Химия окружающей среды, Строение вещества.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Инструментальные методы химического анализа веществ, материалов и окружающей среды, Физические методы исследования веществ, Химия твердого тела, Производственная практика: преддипломная.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	04.03.01 Химия (Программа бакалавриата)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.8 Электрохимия
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+К	всего	
Очная	4	7	34	17	–	57	108	экзамен
Очная, всего								
Очно-заочная	4	8	10	5	–	93	108	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Подготовка специалистов-химиков, которые умеют применять все возможности современной электрохимии для решения текущих химических проблем; усвоение знаний обучающимися, предусмотренных программой, благодаря целенаправленному сотрудничеству преподавателя и студента; выделение главного звена в каждой теме, что будет способствовать формированию основных понятий по курсу, формированию знаний в результате активизации познавательной деятельности студентов, а также применение различных методов активного обучения.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

ПК-1. Способен выбирать и использовать технические средства и методы

испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.

4.2. Индикаторы компетенций

ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.

4.3. Результаты обучения

ПК-1.1.1. Знает методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач.

ПК-1.1.2. Умеет выбирать технические средства, готовить объекты исследования и выстраивать последовательность стадий химического эксперимента.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Теория электролитов	
1. Основные положения теории Аррениуса	1.1. Представление Гротгуса, Фарадея и Аррениуса о строении растворов электролитов. 1.2. Основные положения теории Аррениуса. Недостатки этой теории. 1.3. Причины электролитической диссоциации. 1.4. Соотношение между энергией кристаллической решетки и энергией сольватации ионов. 1.5. Ион-дипольное взаимодействие как условие устойчивости растворов электролитов. T 1.6. Термодинамическое описание химических равновесий в растворах электролитов.
2. Основные положения теории Дебая-Хюккеля	2.1. Понятие средней активности и среднего коэффициента активности, их связь с активностью и коэффициентом активности отдельных ионов. 2.2. Ионная сила раствора. Закон ионной силы. 2.3. Основные положения теории Дебая-Хюккеля. 2.4. Потенциал ионной атмосферы. 2.5. Уравнение для коэффициента активности в I, II и III приближениях теории Дебая-Хюккеля. 2.6. Современные представления о растворах электролитов.
3. Электропроводность электролитов	3.1. Неравновесные явления в растворах электролитов. 3.2. Удельная и эквивалентная электропроводности, их зависимость от концентрации электролита. 3.3. Метод измерения электропроводности. 3.4. Электролиты со смешанной электропроводностью.
4. Подвижность ионов электролитов	4.1. Подвижность ионов. Закон Кольрауша. 4.2. Зависимость предельной подвижности от радиуса иона (формула Стокса) и температуры (правило Вальдена-Писаржевского). 4.3. Подвижность ионов гидроксония и гидроксила. 4.4. Связь между подвижностью ионов и их концентрации. 4.5. Основные положения теории Дебая-Хюккеля-Онзагера (электрофоретический и релаксационный эффекты, уравнение Онзагера; эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена).
5. Числа переноса ионов	5.1. Числа переноса; их зависимость от температуры и концентрации электролита.

	5.2. Методы определения чисел переноса. Метод Гитторфа и метод движущейся границы.
6. Ионные равновесия	6.1. Закон разбавления Оствальда (первая и вторая формы). 6.2. Термодинамическая константа диссоциации. 6.3. Применение теории Дебая-Хюккеля к слабым электролитам при определении термодинамической константы диссоциации. 6.4. Истинная степень диссоциации. 6.5. Вычисление истинной степени и термодинамической константы диссоциации слабых электролитов. 6.6. Кислоты и щелочи. Двойное протолитическое равновесие. 6.7. Истинная константа диссоциации. 6.8. Гидролиз. Амфотерные электролиты. 6.9. Цвиттер-ионы. Изoeлектрическая точка.
Раздел 2. Термодинамика и кинетика электродных процессов	
7. Электрохимические элементы. Электродвижущая сила (э.д.с.)	7.1. Электрохимические элементы и э.д.с. 7.2. Понятие электрохимического потенциала и общее условие электрохимического равновесия на границе электрод/раствор. 7.3. Скачки потенциала и электродвижущая сила. 7.4. Закон Вольта. 7.5. Знаки и сложение э.д.с. элементов в электрохимической цепи. 7.6. Методы измерения э.д.с. Нормальный элемент Вестона. 7.7. Равновесие в электрохимической цепи; уравнение Нернста. 7.8. Применение II закона термодинамики к электрохимической цепи; уравнение Гиббса-Гельмгольца.
8. Электродные потенциалы. Типы электродов	8.1. Возникновение скачков потенциала на границе фаз. Строение границы электрод / раствор. 8.2. Величина и знак электродного потенциала. 8.3. Зависимость электродного потенциала от концентрации раствора электролита. 8.4. Электроды сравнения (водородный, каломельный, хлорсеребряный). 8.5. Электроды I и II рода. Электроды III рода. 8.6. Амальгамные электроды. 8.7. Окислительно-восстановительные электроды (хингидронный электрод).
9. Концентрационные элементы	9.1. Классификация электрохимических элементов (цепей). 9.2. Концентрационные элементы. Концентрационные элементы без переноса. 9.3. Концентрационные элементы с переносом. 9.4. Диффузионный потенциал. 9.5. Определение коэффициентов активности электролитов, чисел переноса и констант химического равновесия методом э.д.с.
10. Кинетика электродных процессов.	10.1. Электролиз и законы Фарадея. 10.2. Стадии электрохимического процесса; понятие

Электрохимическая поляризация	лимитирующей стадии. 10.3. Плотность тока как мера скорости электрохимической реакции. 10.4. Поляризация электродов и ее причины. 10.5. Теория замедленного разряда и ее современное обоснование. 10.6. Кинетический вывод уравнения равновесного потенциала и тока обмена. 10.7. Уравнение электрохимической поляризации. 10.8. Теория водородного перенапряжения. Влияние состава раствора и природы металла на перенапряжение выделения водорода. 10.9. Теория замедленного разряда водородного перенапряжения. 10.10. Рекомбинационная теория водородного перенапряжения.
11. Кинетика электродных процессов. Концентрационная поляризация	11.1. Уравнение концентрационной поляризации. 11.2. Предельный диффузионный ток. 11.3. Зависимость диффузионного тока от потенциала в условиях замедленной стационарной диффузии.
12. Прикладные аспекты электрохимии	12.1. Химические источники тока, их основные виды и характеристики. 12.2. Первичные источники тока. Аккумуляторы. 12.3. Щелочные, литиевые и кислотные аккумуляторы. 12.4. Топливные и биотопливные элементы. 12.5. Коррозия металлов. Методы защиты от коррозии. 12.6. Электрохимические методы анализа. Полярография (потенциал полуволны, предельный диффузионный ток, уравнение Ильковича).

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 7

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Теория электролитов	17	9	–	23	49
1. Основные положения теории Аррениуса.	3			2	5
2. Основные положения теории Дебая-Хюккеля.	3			13	16
3. Электропроводность электролитов.	3	3		2	8
4. Подвижность ионов электролитов.	3	3		2	8
5. Числа переноса ионов.	3	3		2	8
6. Ионные равновесия.	2			2	4
Раздел 2. Термодинамика и кинетика электродных процессов	17	8	–	34	59
7. Электрохимические элементы. Электродвижущая сила (э.д.с.).	3	3		2	8
8. Электродные потенциалы. Типы электродов.	3	3		10	16
9. Концентрационные элементы.	3			2	5

10. Кинетика электродных процессов. Электрохимическая поляризация.	3			4	7
11. Кинетика электродных процессов. Концентрационная поляризация.	3	2		2	7
12. Прикладные аспекты электрохимии.	2			14	16
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	17	–	57	108

6.2. Форма обучения – очно-заочная, курс – 4, семестр – 8

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Теория электролитов	5	3	–	39	47
1. Основные положения теории Аррениуса.	1			4	5
2. Основные положения теории Дебая-Хюккеля.	1			15	16
3. Электропроводность электролитов.	1	3		5	9
4. Подвижность ионов электролитов.				5	5
5. Числа переноса ионов.	1			5	6
6. Ионные равновесия.	1			5	6
Раздел 2. Термодинамика и кинетика электродных процессов	5	2	–	54	61
7. Электрохимические элементы. Электродвижущая сила (э.д.с.).	1	2		6	9
8. Электродные потенциалы. Типы электродов.	1			15	16
9. Концентрационные элементы.	1			6	7
10. Кинетика электродных процессов. Электрохимическая поляризация.	1			6	7
11. Кинетика электродных процессов. Концентрационная поляризация.	1			6	7
12. Прикладные аспекты электрохимии.				15	15
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	10	5	–	93	108

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Предмет электрохимии. Основные понятия. Представления Аррениуса о строении растворов электролитов.
2. Основные положения теории Аррениуса. Недостатки этой теории. Закон действующих масс. Степень диссоциации электролита.
3. Закон разведения Оствальда. Слабые и сильные электролиты.
4. Активность и коэффициент активности электролитов. Метод активностей. Условие электронейтральности. Средняя ионная активность электролита.
5. Средняя ионная активность электролита. Зависимость среднего ионного коэффициента активности от концентрации электролита.
6. Ионная сила раствора электролита. Правило ионной силы (или закон ионной силы Льюиса и Рендалла).
7. Основные положения теории Дебая-Хюккеля. Ионная атмосфера. Потенциал и эффективный радиус ионной атмосферы.

8. I приближение теории Дебая-Хюккеля (или предельный закон Дебая-Хюккеля). Выводы из него.
9. II Приближение теории Дебая-Хюккеля и его математическое выражение. III Приближение теории Дебая-Хюккеля. Уравнение Харнеда и Оуэна.
10. Удельная и эквивалентная электропроводность. Их зависимость от концентрации сильного и слабого электролита.
11. Метод измерения удельной электропроводности (мостик Уитстона).
12. Подвижность ионов. Закон Кольрауша.
13. Зависимость предельной подвижности от радиуса иона (уравнение Стокса) и температуры (правило Вальдена-Писаржевского).
14. Аномальная подвижность ионов гидроксония и гидроксила. Основные закономерности изменения подвижности H_3O^+ и OH^- . Эстафетный тип электропроводности.
15. Связь между подвижностью ионов и их концентрацией. Теория Дебая-Хюккеля-Онзагера для разбавленных растворов сильных электролитов.
16. Электрофоретический и релаксационный эффекты. Методы их устранения (эффект Вина и эффект Дебая-Фалькенгагена).
17. Числа переноса, их зависимость от концентрации, температуры.
18. Метод измерения чисел переноса (метод Гитторфа). Его недостатки.
19. Ионные равновесия в реальных растворах. Термодинамическая константа диссоциации. Ионное произведение воды.
20. Закон разведения. Выражение, связывающее константу диссоциации электролита и предельную подвижность его ионов.
21. Применение теории Дебая-Хюккеля к слабым электролитам.
22. Определение истинной степени диссоциации. Вычисление степени и константы диссоциации слабых электролитов.
23. Кислоты и основания. теория Бренстеда. Сопряженные кислоты и основания.
24. Протолитические реакции и протолитическое равновесие. Гидролиз. Константа гидролиза. Степень гидролиза.
25. Амфотерные электролиты. Цвиттерионы. Изoeлектрическая точка.
26. Понятия истинного и эффективного радиусов ионов. Уравнение Стокса, его недостатки. Правило Вальдена-Писаржевского и его недостаток.

Раздел 2

27. Электрохимические элементы, электрохимические реакции и электрохимическая цепь элементов. Электродвижущая сила элемента.
28. Виды электрохимических элементов. Необратимый элемент Вольта, его работа при замыкании цепи.
29. Обратимый элемент Даниэля-Якоби, его работа при замыкании цепи.
30. Электрохимическое равновесие. Понятие электрохимического потенциала и общее условие электрохимического равновесия на границе электрод / раствор.
31. Скачки потенциала в цепи проводников и э.д.с. цепи проводников. Закон Вольта.
32. Применение закона Вольта для разных видов цепи проводников. Знаки и сложение э.д.с. элементов в электрохимической цепи.
33. Методы измерения э.д.с. Компенсационный метод.
34. Нормальный элемент Вестона. Особенности его работы.
35. Применение II закона термодинамики к электрохимической цепи. Уравнение Гиббса-Гельмгольца, его анализ. Стандартная э.д.с. элемента. Равновесие в электрохимической цепи, уравнение Нернста.

36. Наличие д.э.с. и возникновение скачков потенциала на границе фаз. Возможные пути образования д.э.с. на примере медного электрода.
37. Основные виды скачков потенциала на границе соприкосновения двух фаз.
38. Вольта-потенциал и его виды.
39. Механизмы возникновения э.д.с. электрической цепи. Теория Вольта и теория Нернста. Представления о проблемах Вольта и абсолютного скачка потенциала. Уравнение Фрумкина.
40. Строение границы электрод / раствор. Составляющие д.э.с.
41. Величина и знак электродного потенциала. Электрод сравнения. Зависимость электродного потенциала от концентрации раствора.
42. Электроды I и II рода. Конкретные примеры.
43. Электроды сравнения. Стандартный водородный электрод. Уравнение для электродного потенциала нестандартного газового электрода.
44. Каломельный электрод. Хлорсеребряный электрод.
45. Окислительно-восстановительные электроды. Хингидронный электрод.
46. Классификация электрохимических элементов (цепей). Концентрационные элементы без переноса. Уравнение для э.д.с. концентрационного элемента без переноса.
47. Концентрационные элементы с переносом и уравнение для его э.д.с.
48. Диффузионный потенциал. Уравнение диффузионного потенциала. Способ устранения диффузионного потенциала.
49. Определение коэффициентов активности электролитов по э.д.с.
50. Электрохимический элемент в режиме электролитической ячейки. Какие процессы относятся к процессам электролиза?
51. Стадии электролиза. Плотность тока как мера скорости электрохимической реакции. Энергия активации электродных процессов.
52. Поляризация электродов и ее причины. Кинетический вывод уравнения равновесного электродного потенциала и тока обмена.
53. Уравнения электрохимической поляризации при анодной и катодной поляризации.
54. Водородное перенапряжение. Стадии сложного электрохимического процесса восстановления ионов гидроксония. Теории водородного перенапряжения.
55. Уравнения концентрационной поляризации. Диффузионный ток.
56. Химические источники тока, их основные виды и характеристики.
57. Свинцовый аккумулятор, щелочной кадмиево-никелевый аккумулятор.
58. Топливные элементы.
59. Коррозия металлов, ее виды.
60. Методы предотвращения коррозии металлов.
61. Полярография. Полярограммы. Практическое применение метода полярографии.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по темам (решение задач):

- Теории электролитов;
- Электропроводность растворов электролитов;
- Электродные потенциалы и электродвижущие силы.

Две контрольные работы по проверке теоретических знаний – по всем темам (двум разделам), с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
Химический факультет

Направление подготовки: 04.03.01 Химия
 Образовательная программа: Бакалавриат
 Семестр 7
 Учебная дисциплина Электрохимия

БИЛЕТ №1

1. Термодинамическая константа диссоциации. Ионное произведение воды. Закон разведения. Выражение, связывающее константу диссоциации электролита и предельную подвижность его ионов.

2. Концентрационные элементы с переносом и уравнение для его э.д.с. Диффузионный потенциал. Уравнение диффузионного потенциала. Способ устранения диффузионного потенциала. Химические источники тока, их основные виды.

3. Рассказать строение каломельного и хлорсеребряного электродов. Какие реакции идут при их работе?

4. Задача. Вычислить изотонический коэффициент 0,1 М водного раствора ортофосфорной кислоты, если степень ее диссоциации по первой стадии равна 27 %. Диссоциацией по второй и третьей стадиям пренебречь.

Утверждено на заседании кафедры физической химии, протокол № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой
 Экзаменатор

 В.М. Михальчук
 Р.И. Лыга

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и лабораторных занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	10
	Контрольная работа – решение задач	5
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	10
	Контрольная работа – решение задач	5
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен проводится в устной форме или выполняется в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;

- в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 9 корпусе ДонГУ (г. Донецк, ул. Щорса, 17а). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение.

При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием компьютерных технологий дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия : учебник по направлению 510500 «Химия» и специальности 011000 «Химия» / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. – 2-е изд. – М. : Химия : КолосС, 2008. – 670 с.
2. Практикум по электрохимии / Н.И. Белая, А.В. Белый, В.И. Кожокаръ, А.М. Михальчук. Учебно-методическое пособие. – Донецк: ДонНУ, 2012. – 112 с.
3. Физическая химия : В 2 кн. : Учеб. для вузов. Кн. 2 : Электрохимия ; Химическая кинетика и катализ / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др. ; Под ред. К. С. Краснова. – 3-е изд. – М. : Высш. шк., 2001. – 319 с.
4. Горшков, В. И. Основы физической химии : учеб. для студентов вузов по направлению и специальности "Биология" / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. - 3-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 407 с.
5. Основы физической химии / Под ред. В.В. Еремина, С.И. Каргова, И.А. Успенской и др. – М.: Экзамен, 2005. – 478 с.
6. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А. и др. Задачи по физической химии. – М.: Экзамен, 2005. – 318 с.
7. Байрамов, В. М. Электрохимия : примеры и задачи по физической химии. Ч. 1 : Теория электролитов / В. М. Байрамов ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Хим. фак., Каф. физ. химии. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 2002. – 81 с.
8. Байрамов, В. М. Электрохимия : примеры и задачи по физической химии. Ч. 2 : Неравновесные явления в растворах электролитов / В. М. Байрамов ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Хим. фак., Каф. физ. химии. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 2002. – 72 с.
9. Байрамов, В. М. Электрохимия : примеры и задачи по физической химии. Ч. 3 : Электрохимическая термодинамика / В. М. Байрамов ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Хим. фак., Каф. физ. химии. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 2002. – 106 с.
10. Подгорнова, Т. В. Электрохимия [Электронный ресурс] : лабораторный практикум для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия и по

специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия / Т. В. Подгорнова, А. Ю. Митрофанов, Я. М. Суздальцева ; Кемеровский государственный университет (КемГУ). – Кемерово : КемГУ, 2019. – 42 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/135248>.

11.2. Дополнительная литература

11. Белая, Н. И. Физическая химия: основы электрохимии в вопросах и ответах [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Н. И. Белая, А. В. Белый, Т. Б. Полищук. – Донецк : ДонНУ, 2022. – Размер файла: 2,26 Мб. Формат: pdf.
12. Физическая химия : Учеб. : В 2 кн. Кн. 2 : Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др. ; Под ред. К. С. Краснова. – 2-е изд. – М. : Высш. шк., 1995. – 320 с.
13. Электрохимия водных растворов : сб. науч. тр. / АН УССР ; Ин-т общ. и неорган. химии ; [редкол.: В. С. Кублановский (отв. ред.) и др.]. – Киев : Наук. думка, 1981. – 123 с.
14. Практикум по электрохимии : [Учеб. пособие для хим. спец. вузов / Дамаскин Б. Б. и др.] ; Под ред. Б. Б. Дамаскина. – М. : Высш. шк., 1991. – 287 с.
15. Багоцкий, В. С. Основы электрохимии / В. С. Багоцкий. – М. : Химия, 1988. – 399 с.
16. Электродные процессы / [редкол.: Р. Ш. Нигметова (отв. ред.) и др.]. – Алма-Ата : Гылым, 1990. – 182 с.
17. Лабораторные работы по физической химии (раздел электрохимия) : по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия / Н. И. Белая, А. В. Белый, Г. А. Тихонова, В. И. Кожокар ; ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», Химический факультет, Кафедра физической химии. – Донецк : ДонНУ, 2020. – 132 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).