МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Институт биомедицины (МБФ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.42 Физическая химия
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности
30.05.02 Медицинская биофизика
направленность (профиль)
Медицинская биофизика
Год начала подготовки - 2024

Подписан: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА" МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Москва 2026

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.42 Физическая химия (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика.

Направленность (профиль): Медицинская биофизика.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Негребецкий Вадим Витальевич	д-р хим. наук, доцент, профессор РАН	Заведующий кафедрой химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Скарга Владислав Викторович	канд. хим. наук	Старший преподаватель кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
3	Корнеева Надежда Николаевна	канд. техн. наук	Доцент кафедры химии ИФМХ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Попков Сергей Владимирович	канд. хим. наук, доцент	Заведующий кафедрой химии и технологии органического синтеза	ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И.Менделеева
2	Малахов Малахов Валентинович	канд. биол. наук, доцент	Ведущий научный сотрудник отдела медицинской химии и токсикологии	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Кафедра химии ИФМХ»
протокол от «___» _____ № _____

Зав. кафедрой
Негребецкий Вадим Витальевич

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом
« _____»
протокол от «___» _____ 20___ № _____

Директор Института
Прохорчук Егор Борисович
Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Образовательный стандарт высшего образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации по уровню образования специалитет по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный приказом от «29» мая 2020г. № 365 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель: Целью освоения дисциплины «Физическая химия»: является получение обучающимися системных теоретических и прикладных знаний об основных закономерностях химических процессов, энергетике химических и биологических процессов, скорости превращения веществ и факторов, влияющих на неё, о теоретических основах физико-химических методов, используемых в научно-исследовательской работе, клинической практике и при разработке новых медицинских технологий.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Формирование навыка проводить эксперименты в химической лаборатории;
- Формирование навыков, необходимых для обработки и анализа экспериментальных данных и на основании этого судить о закономерностях протекания физико-химических процессов в живых организмах;
- Формирование навыков работы с научной литературой и умения обобщать литературные данные в виде рефератов и научных докладов.
- Формирование системы знаний в области теоретических основ физической химии, на основе которых объясняются современные представления о равновесиях, энергетике физико-химических процессов и ферментативных реакций;
- Формирование умения использовать важнейшие методы физической химии, широко используемых в клинико-диагностической медицине;
- Формирование умения применять полученные теоретические и практические знания по физической химии в теоретической и клинической медицине;

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физическая химия» изучается в 3 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Высшая математика; Неорганическая химия; Органическая химия.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Молекулярная фармакология; Общая биофизика; Биохимия; Клиническая лабораторная диагностика; Физиология.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

3 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	**Планируемые результаты освоения дисциплины**
ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	
ОПК-1.ИД1 Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач	**Знать:** Современные экспериментальные и теоретико-расчётные методы, применяемые в профессиональной деятельности, включающие термодинамические, электрохимические и кинетические методы исследования.
	Уметь: Анализировать и выбирать оптимальные экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследований в соответствии с поставленными профессиональными задачами. Грамотно применять выбранные методы на практике с учетом их возможностей и ограничений. Адаптировать существующие и разрабатывать новые методики под конкретные исследовательские цели. Сочетать различные подходы для комплексного решения научных проблем. Оценивать достоверность и точность полученных результатов.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Владеть навыками: организации и планирования научных исследований, сбора и систематизации экспериментальных данных, критического анализа полученных результатов с использованием современных методов обработки информации, интерпретации данных в контексте поставленных задач, формулирования обоснованных выводов и научных рекомендаций, оформления результатов исследования в соответствии с академическими стандартами, способностью корректировать ход исследования на основе промежуточных результатов и адаптировать методики под конкретные научные задачи.

2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			3
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		61	61
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	16
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		39	39
Коллоквиум (К)		6	6
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		44	44
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		44	44
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		3	3
Зачет (З)*		3	3
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	108	108
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36	3.00	3.00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

3. Содержание дисциплины
3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

3 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Термодинамика			
1	ОПК-1.ИД1	Тема 1. I закон термодинамики	Основные понятия химической термодинамики. Работа, теплота, изменение внутренней энергии. I начало термодинамики. Энтальпия. Калорические коэффициенты. Расчет работы и теплоты в различных термодинамических процессах.
2	ОПК-1.ИД1	Тема 2. Термохимия	Закон Гесса. Уравнение Кирхгоффа в дифференциальной и интегральной формах.
3	ОПК-1.ИД1	Тема 3. II закон термодинамики	Термодинамический КПД. Цикл Карно. II начало термодинамики. Уравнения Клаузиуса. Энтропия.
4	ОПК-1.ИД1	Тема 4. Характеристические термодинамические функции.	Характеристические термодинамические функции. Критерии термодинамического равновесия в закрытых термодинамических системах. Связь термодинамических функций с максимально полезной работой. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Системы переменного состава. Химический потенциал как парциальная молярная величина. Уравнения Гиббса-Дюгема. Химический потенциал компонента в идеальной газовой системе.
5	ОПК-1.ИД1	Тема 5. Основы химической термодинамики	Реальные газы. Фугитивность. Конденсированные системы. Закон Рауля. Реальные растворы. Термодинамическая активность. Термодинамика химического равновесия. Уравнения изотермы химической реакции, изобары и изохоры Вант-Гоффа. III начало термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. Применение постулата Планка к расчету абсолютных значений энтропий чистых веществ.
6	ОПК-1.ИД1	Тема 6. Фазовые равновесия. Основные типы диаграмм. Коллигативные свойства	Термодинамика фазовых равновесий. Основные понятия: число составляющих веществ, число компонентов, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Двухкомпонентные системы. Равновесие жидкость-пар. Закон Рауля. Основные типы диаграмм. 1 и 2 законы Коновалова. Фракционная перегонка. Бинарные системы с ограниченной взаимной растворимостью. Распределение третьего компонента между двумя несмешивающимися жидкими фазами. Экстракция. Равновесие жидкость - твердая фаза, выделяющаяся из раствора. Диаграммы состояния для системы, состоящей из двух компонентов, образующих простую эвтектику. Бинарные системы с одним летучим компонентом. Равновесие жидкий раствор-твердая фаза. Равновесие жидкий раствор-пар. Коллигативные свойства разбавленных растворов. Криометрия. Эбулиоскопия. Осмотическое давление.
Раздел 2. Электрохимия. Кинетика			
1	ОПК-1.ИД1	Тема 1. Термодинамика химического источника тока	Химический источник тока. Принципиальное устройство. Термодинамика гальванического элемента. ЭДС. Уравнение Нернста. Расчет изменений термодинамических функций и констант равновесия на основании электрохимических данных. Электродные реакции. Электродный потенциал. Правила IUPAC.
2	ОПК-1.ИД1	Тема 2. Классификация электродов. Потенциометрические методы анализа. Кондуктометрические методы анализа	Классификация электродов. Электроды с активным электродным материалом. Электроды I рода. Электроды II рода. Определение константы произведения растворимости труднорастворимых солей (КПР) на основании электрохимических данных. Электроды с инертным электродным материалом. Ред-окс электроды. Перманганатный электрод. Хингидронный электрод. Газовые электроды. Ионообменные электроды. Стеклянный электрод. Теория Никольского. Потенциометрические методы анализа. Диффузионный потенциал. Общая характеристика гальванических цепей. Физические и химические цепи.
3	ОПК-1.ИД1	Тема 3. Формальная кинетика. Простые реакции. Определение порядка реакции	Кинетика химических реакций. Основные понятия. Необратимые реакции 1 и 2 порядка. Необратимые реакции n-порядка. Методы определения порядка химической реакции.

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
4	ОПК-1.ИД1	Тема 4. Сложные химические реакции	Сложные химические реакции: обратимые, параллельные, последовательные реакции. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Основные теории в кинетике химических реакций. Катализ. Ферментативный катализ. Уравнение Михаэлиса-Ментен.

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***					
					КП	ОУ	ОП	ОК	ЛР	ТЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3 семестр										
Раздел 1. Термодинамика										
Тема 1. I закон термодинамики										
1	ЛЗ	Основные понятия химической термодинамики. I начало термодинамики. Термохимия	2	Д	1		1			1
2	ЛПЗ	I закон термодинамики. Расчет работы, изменения внутренней энергии, изменения энтальпии в различных термодинамических процессах	3	Д	1		1			1
3	ЛПЗ	Теплота в различных термодинамических процессах	3	Т	1	1	1			1
Тема 2. Термохимия										
4	ЛПЗ	Термохимия. Закон Гесса	3	Т	1	1	1			1
5	ЛПЗ	Термохимия. Уравнение Кирхгоффа	3	Т	1	1	1		1	1
Тема 3. II закон термодинамики										
6	ЛЗ	Термодинамический КПД. Цикл Карно. II начало термодинамики. Энтропия. Критерии термодинамического равновесия в закрытых термодинамических системах	2	Д	1	1	1		1	1
7	ЛПЗ	II начало термодинамики. Расчет энтропии в различных т/д процессах	3	Т	1	1	1		1	1
Тема 4. Характеристические термодинамические функции.										
8	ЛПЗ	Характеристические термодинамические функции. Химическое равновесие	3	Т	1	1	1		1	1
Тема 5. Основы химической термодинамики										
9	ЛЗ	Системы переменного состава. Реальные растворы. Термодинамика химического равновесия. III начало термодинамики	2	Д	1	1	1		1	1
Тема 6. Фазовые равновесия. Основные типы диаграмм. Коллигативные свойства										
10	ЛЗ	Термодинамика фазовых равновесий	2	Д	1	1	1		1	1
11	ЛЗ	Бинарные системы с ограниченной взаимной растворимостью. Коллигативные свойства разбавленных растворов. Осмотическое давление	2	Д	1	1	1		1	1
12	ЛПЗ	Фазовые равновесия. Основные типы диаграмм. Коллигативные свойства	3	Т	1	1	1		1	1
13	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 1. Термодинамика	3	Р	1	1	1	1	1	1
Раздел 2. Электрохимия. Кинетика										
Тема 1. Термодинамика химического источника тока										
14	ЛЗ	Химический источник тока. Термодинамика гальванического элемента. ЭДС. Уравнение Нернста. Классификация электродов. Потенциометрические методы анализа	2	Д	1	1	1	1	1	1
15	ЛПЗ	Термодинамика химического источника тока	3	Т	1	1	1	1	1	1
Тема 2. Классификация электродов. Потенциометрические методы анализа. Кондуктометрические методы анализа										
16	ЛПЗ	Классификация электродов. Потенциометрические методы анализа. Кондуктометрические методы анализа	3	Т	1	1	1	1	1	1
Тема 3. Формальная кинетика. Простые реакции. Определение порядка реакции										
17	ЛЗ	Кинетика химических реакций. Методы определения порядка химической реакции	2	Д	1	1	1	1	1	1
18	ЛПЗ	Формальная кинетика. Простые реакции. Определение порядка реакции	3	Т	1	1	1	1	1	1
19	ЛПЗ	Колориметрические методы исследования	3	Т	1	1	1	1	1	1
Тема 4. Сложные химические реакции										

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***					
					КП	ОУ	ОП	ОК	ЛР	ТЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20	ЛЗ	Сложные химические реакции. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации	2	Д	1	1	1	1	1	1
21	ЛПЗ	Сложные химические реакции	3	Т	1	1	1	1	1	1
22	ЛПЗ	Влияние температуры на скорость реакции. Уравнение Аррениуса	3	Т	1	1	1	1	1	1
23	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 2. Электрохимия. Кинетика	3	Р	1	1	1	1	1	1
24	З	Зачет	3	ПА	1		1			1
		Всего в семестре	64		23	21	23	11	19	23
		Всего по дисциплине	64		23	21	23	11	19	23

(*, **, *** смотри условные обозначения)

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос устный	Опрос устный	ОУ		+	
3	Опрос письменный	Опрос письменный	ОП		+	
4	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+
5	Проверка лабораторной работы	Лабораторная работа	ЛР		+	
6	Тестирование в электронной форме	Тестирование	ТЭ			+

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине
Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
3 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос письменный, Тестирование в электронной форме

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Зачет	Зачет	З

6. Структура рейтинга по дисциплине

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

3 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос устный	ОУ	12	156	В	Т	13	9	5
		Опрос письменный	ОП	6	78	В	Т	13	9	5
		Проверка лабораторной работы	ЛР	6	78	В	Т	13	9	5
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	2	702	В	Р	351	234	117
		Тестирование в электронной форме	ТЭ	2	702	В	Р	351	234	117
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1716					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

3 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

3 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

«Физическая химия»

Зачет состоит тестовой части и комбинированного опроса, который включает письменную (3 задания) и устную части. Перечень вопросов тестовой части и комбинированного опроса включает материал всех модулей:

Химическая термодинамика. I и II начало термодинамики

1. Основные понятия термодинамики: термодинамическая система, параметры экстенсивные и интенсивные, функция состояния, ее свойства. Уравнения состояния.
2. Сформулируйте различия между изолированной, закрытой и открытой системами. Приведите примеры таких систем.
3. I начало термодинамики. Запишите математическое выражение в дифференциальной и интегральной формах. Что такое работа, теплота, внутренняя энергия, энтальпия. Приведите примеры функции состояния и функции процесса. Какими свойствами обладает функция состояния?
4. Нулевой закон термодинамики. Эмпирическая температура.
5. Теплоемкость. Физический смысл удельной и молярной теплоемкости. Единицы измерения. Связь между теплоемкостью при P=const и теплоемкостью при V=const для идеальных газов (уравнение Майера).
6. Теплота. Определение теплоты в изотермическом, изохорическом, изобарическом процессах. Теплота циклического процесса.
7. Адиабатический процесс. Уравнения адиабаты. Работа и теплота в адиабатическом процессе.
8. 1 моль идеального газа изобарически при P_1 расширяется от V_1 до V_2, затем изотермически сжимают до исходного объема и при этом объеме достигает исходного состояния. Представьте процесс на диаграмме *p(V)*. Как называется такой процесс? Как графически определить теплоту этого процесса? Является теплота положительной или отрицательной величиной? Ответ поясните.

9.

2 моль 1-атомного идеального газа находятся при давлении P_1 и объеме V_1. Газ адиабатически сжимают до V_2, затем изохорически понижают температуру, и давление газа становится равным P_2, а затем изотермически расширяют до исходного объема. Представьте процесс на диаграмме *p(V)*. Чему равно изменение внутренней энергии в этом процессе?

10.

Тепловой эффект химической реакции. Влияние температуры на тепловой эффект химической реакции. Дифференциальная форма уравнения Кирхгофа. Интегральная форма уравнения при условии: а) теплоемкости участников химической реакции не зависят от температуры; б) теплоемкости участников химической реакции зависят от температуры. Привести графики зависимости ($\Delta H_{р\text{-}ции}$) от температуры (Т).

11.

Основные формулировки II начала термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Томсона.

12.

Математическое выражение II начала термодинамики. Равенство Клаузиуса. Неравенство Клаузиуса.

13.

Понятие энтропии. Какими свойствами обладает энтропия и ее изменение? Как изменяется энтропия при переходе вещества из твердого в жидкое и газообразное состояние?

14.

Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии как критерий равновесия в изолированной системе. Приведите график зависимости энтропии от пути процесса в изолированной системе.

15.

Циклические процессы. Термодинамический КПД. Цикл Карно. Приведите цикл Карно на диаграмме P(V). КПД цикла Карно. Свойства цикла Карно.

16.

Расчет энтропии в различных термодинамических процессах с идеальным газом: изохорическом, изобарическом, изотермическом, адиабатическом.

17.

1 моль идеального газа находится при давлении P_1 и объеме V_1. Газ адиабатически сжимают до V_2, затем изохорически повышают температуру, и давление газа становится равным P_2, а затем изотермически расширяют до исходного объема и при этом объеме возвращают в исходное состояние. Представьте процесс на диаграмме *p(V)*. Чему равны изменения энтропии и энтальпии в этом процессе?

Характеристические термодинамические функции. Химическое и фазовые равновесия

1.

Объединенное уравнение I и II начала термодинамики. Характеристические термодинамические функции U, H, G, F. Приращение функций dF, dG (ΔF, ΔG). Их

значение для описания состояния равновесия и возможности самопроизвольного протекания процессов в закрытых термодинамических системах. Приведите график зависимости энергии Гиббса от пути процесса при P, T=const.

2.

Температурная зависимость максимальной работы. Уравнение Гиббса-Гельмгольца в дифференциальной форме и интегральной формах.

3.

Системы переменного состава. Химический потенциал как парциальная молярная величина экстенсивного свойства системы. Приведите выражения для приращений функций dF, dG для систем переменного состава.

4.

Уравнения Гиббса-Дюгема. Какие важные соотношения можно получить, используя эти уравнения.

5.

Приведите выражения для химического потенциала компонента в идеальных и реальных газовых системах. Какие факторы влияют на значение химического потенциала. Что такое летучесть компонента? Стандартное состояние в газовых системах.

6.

Химический потенциал компонента в идеальных и реальных конденсированных системах. Какие факторы влияют на значение химического потенциала. Что такое термодинамическая активность компонента? Стандартное состояние в конденсированных системах.

7.

Что такое химическое равновесие? Основные критерии химического равновесия.

8.

Дайте определение константы равновесия. Напишите выражение для константы равновесия системы. Для экзотермической реакции: $N_{2\,(г)} + 3\,H_{2\,(г)} \rightleftarrows 2\,NH_{3\,(г)}$ константа равновесия (K_c) при некоторой температуре равна 6.8. Как изменится величина K_c а) при увеличении концентрации NH_3 в 2 раза, б) при уменьшении температуры?

9.

Уравнение изотермы химической реакции. Запишите выражение для константы равновесия для реакции. $CH_3COOH_{(ж)} + C_2H_5OH_{(ж)} \rightleftarrows CH_3COOC_2H_{5\,(ж)} + H_2O_{(ж)}$, ($\Delta H^0 = 7$ кДж/моль). Как будет изменяться равновесная концентрация $CH_3COOC_2H_5$ и константа равновесия (увеличится, уменьшится, не изменится) при: а) уменьшении концентрации H_2O; б) добавлении в систему CH_3COOH; в) увеличении давления в 3 раза; г) понижении температуры? Ответ обоснуйте.

10.

Химическое равновесие. Термодинамические критерии химического равновесия для закрытых термодинамических систем в случае, когда реакция протекает при V, T = const. и при P, T = const. Напишите выражение для константы равновесия системы: $H_3PO_4 \rightleftarrows H^+ + H_2PO_4^-$ Как повлияет на смещение равновесия: а) прибавление к раствору соляной кислоты; б) прибавление к раствору дигидрофосфата натрия; в) прибавление к раствору катализатора; г) прибавление к раствору КОН?

11.

Влияние температуры на константу равновесия. Приведите уравнения изобары Вант-Гоффа в дифференциальной и интегральной формах. Схематически изобразите графики зависимости K_P от T и In K_P от 1/T для эндотермической и экзотермической реакций.

12.

Приведите уравнения изохоры Вант-Гоффа в дифференциальной и интегральной формах. Схематически изобразите графики зависимости K_V от T и In K_V от 1/T для эндотермической и экзотермической реакций.

13.

Тепловая теорема Нернста как формулировка третьего закона термодинамики. Ее применение для расчета констант равновесия.

14.

Постулат Планка как формулировка третьего закона термодинамики. Применение Постулата Планка к расчету абсолютных значений энтропий чистых веществ. Как рассчитать изменение энтропии для химических реакций на основании значений стандартных энтропий участников химической реакции.

15.

Фазовые равновесия. Основные критерии фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Примените правило фаз для различных фигуративных точек на фазовой диаграмме жидкость-пар для системы, состоящей из двух летучих компонентов, при P=const

16.

Что называется фазой, числом компонентов, вариантностью системы? Перечислите условия фазового равновесия. Запишите уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Для равновесия жидкость-пар приведите график зависимости давления фазового перехода от температуры. Для каких фазовых переходов применимо уравнение Клапейрона-Клаузиуса?

17.

Определите тип диаграммы. Укажите области существования жидкости, твердого вещества и пара на фазовой диаграмме. Рассчитайте число степеней свободы для каждой области диаграммы. (Для различных диаграмм).

18.

Диаграмма состояния однокомпонентной системы для нормальной жидкости. Укажите области существования жидкости, твердого вещества и пара на фазовой диаграмме. Рассчитайте число степеней свободы для каждой области диаграммы.

19.

Диаграмма состояния однокомпонентной системы для аномальной жидкости. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса для фазовых переходов I рода. Укажите области существования жидкости, твердого вещества и пара на фазовой диаграмме. Рассчитайте число степеней свободы для каждой области диаграммы.

20.

Диаграмма состояния системы, состоящей из двух компонентов, неограниченно растворимых в жидком состоянии и не растворимых в твердом состоянии, образующих простую эвтектику. Построение таких диаграмм на основании экспериментально полученных кривых охлаждения.

21.

Сформулируйте закон Рауля. Для каких систем применим закон Рауля? Какие причины приводят к положительным и отрицательным отклонениям от закона Рауля? Нарисуйте диаграмму давление – состав для таких систем. С выделением или с поглощением теплоты происходит образование растворов с отрицательным отклонением от закона Рауля? Приведите примеры.

22.

Равновесие: жидкость – пар для бинарной системы. I закон Коновалова. Приведите диаграммы: температура – состав, давление–состав. Как определить состав пара и состав жидкости в гетерогенной области на диаграммах. Правило рычага.

23.

Равновесие: жидкость – пар для бинарной системы. II закон Коновалова. Приведите диаграммы с экстремумом: температура – состав, давление-состав. Как такие системы можно разделить на составляющие компоненты?

24.

Что такое азеотропная смесь? Сколько степеней свободы имеет двухкомпонентная азеотропная смесь при $T_{кип.}$ и P = const? Приведите примеры азеотропных смесей. Перечислите методы их разделения.

25.

Равновесие жидкость-жидкость в бинарной системе. Диаграмма состояния для системы с верхней критической точкой. Определение состава фаз, числа степеней свободы в гетерогенной области.

26.

Фазовое равновесие. Основное условие фазового равновесия. Экстракция. Сформулируйте закон распределения Нернста. От каких факторов зависит численное значение коэффициента распределения? Применение экстракции в фармации.

27.

Криоскопия. Что такое криоскопическая постоянная? От каких факторов она зависит? В какой последовательности при понижении температуры будут замерзать растворы сахарозы, сульфата натрия и хлористого калия с одинаковой массовой долей? Ответ поясните.

28.

Что такое эбулиоскопия? Что такое эбулиоскопическая постоянная? От чего она зависит? Физический смысл эбулиоскопической постоянной. Какими экспериментальными данными нужно располагать для определения молекулярной массы вещества эбулиоскопическим методом.

29.

В какой последовательности при повышении температуры будут закипать растворы мочевины, глюкозы и хлористого калия с одинаковой массовой долей? Ответ поясните.

30.

Явление осмоса. Осмотическое давление для разбавленных растворов. Уравнение Вант-Гоффа для осмотического давления. Что такое изотонический коэффициент Вант-Гоффа и чему он равен для разных типов электролитов? Определение осмотического давления методом криометрии реальных растворов.

31.

Что такое обратный осмос? Для чего применяется обратный осмос в фармации? Сформулируйте закон Вант-Гоффа. Для каких растворов справедлив закон Вант-Гоффа? Что такое изотонический коэффициент Вант-Гоффа и чему он равен для разных типов электролитов?

Электрохимия

1.

Термодинамика химического источника тока. Устройство химического источника тока. Электродвижущая сила (ЭДС). Определение ΔG^{o}_{298}, ΔH^{o}_{298}, ΔS^{o}_{298} реакций, протекающих в гальваническом элементе на основании электрохимических данных.

2.

Электродный потенциал. Каким образом его можно измерить? Какие факторы влияют на величину электродного потенциала? Приведите уравнение Нернста. Стандартный водородный электрод сравнения.

3.

Электроды I рода. Где используются электроды I рода. Что такое медно-цинковый элемент Даниэля-Якоби? Приведите схему и условную запись элемента. Какие полуреакции протекают на его электродах?

4.

Электроды II рода. Хлорсеребряный электрод. Приведите электродную реакцию, уравнение Нернста для электродного потенциала, условную запись электрода. Применение электрода. Приведите пример электрохимической цепи с хлорсеребряным электродом для измерения pH. Какую функцию выполняет этот электрод в данной цепи?

5.

Электроды II рода. Применение Электродов I рода и II рода для определения $К_{ПР}$ труднорастворимых солей.

6.

Запишите уравнение Нернста для электродного потенциала следующих систем в водных растворах: а) I_2(тв) + 2ē $2I^-$; б) MnO_4^- + $8H^+$ + 5ē Mn^{2+} + $4H_2O$. Укажите, для каких из этих систем восстановительные потенциалы зависят от pH среды, и как эти потенциалы будут изменяться (увеличиваться или уменьшаться) при добавлении в раствор небольших количеств кислоты или щелочи.

7. Металлооксидные электроды II рода. Приведите электродную реакцию, выражение для электродного потенциала, условную запись электрода. Применение электрода. Приведите пример электрохимической цепи с сурьмянооксидным электродом для измерения pH. Какую функцию выполняет этот электрод в данной цепи?

8. Электроды с инертным электродным материалом. Хингидронный электрод. Запишите электродную реакцию, уравнение Нернста для электродного потенциала. В каких средах можно использовать хингидронный электрод для измерения pH. Приведите условную запись электрохимической цепи, с помощью которой можно измерять pH.

9. Электроды с инертным электродным материалом. Газовые электроды. Какие требования предъявляют к электродному материалу в газовых электродах. Водородный электрод. Устройство, электродная реакция, уравнение Нернста для водородного электрода. Применение.

10.

Простые Red-OX электроды. Примеры. Применение. Правило Лютера.

11.

Сложные Red-OX электроды. Приведите примеры перманганатного электрода в кислой и нейтральной средах. Приведите электродные реакции. Запишите уравнение Нернста для этих электродов. Где используют эти электроды?

12.

Стеклянный электрод. Устройство. Запишите уравнение электродной реакции и соответствующее уравнение Нернста для электродного потенциала. Применение стеклянного электрода. Приведите условную запись электрохимической цепи, с помощью которой можно измерить pH раствора.

13.

Дайте определение буферным системам. Какие типы буферных систем вам известны? В чем заключается их основное сходство? Ацетатная буферная система. Буферная емкость. Как на основании измерения pH буферных растворов определяют pK_a уксусной кислоты. Приведите условную запись электрохимической цепи, с помощью которой определяют pH ацетатного буфера.

14.

Буферные растворы. Определение pK_a уксусной кислоты на основании потенциометрического измерения pH ацетатного буферного раствора. Приведите график зависимости pH раствора от lgC (CH_3 COOH)/C(CH_3 COOK). Как графически определить pK_a уксусной кислоты?

15.

Рассчитайте значения ЭДС в стандартных условиях и $\Delta_r G^o_{298}$ для следующей окислительно-восстановительной реакции и сделайте вывод о возможности ее самопроизвольного протекания в данных условиях:

$H_2O_2 + 2KI \quad I_2(aq) + 2KOH$. Запишите электродные реакции и приведите условную запись гальванического элемента, в котором обратимо протекает эта реакция, руководствуясь правилами ИЮПАК.

16.

Рассчитайте значения ЭДС в стандартных условиях и $\Delta_r G^o_{298}$ для окислительно-восстановительной реакции и сделайте вывод о возможности ее самопроизвольного протекания в данных условиях:

$2KMnO_4 + 16HCI = 2KCI + 2MnCI_2 + 5CI_2 + 8H_2O$. Запишите электродные реакции и приведите условную запись гальванического элемента, в котором обратимо протекает эта реакция, руководствуясь правилами ИЮПАК.

17.

Рассчитайте значения ЭДС в стандартных условиях и константу равновесия (K_p) для окислительно-восстановительной реакции: $2Fe^{3+} + 2I^- = 2Fe^{2+} + 2I_2$

сделайте вывод о возможности ее самопроизвольного протекания в данных условиях. Запишите электродные реакции и приведите условную запись гальванического элемента, в котором обратимо протекает эта реакция, руководствуясь правилами ИЮПАК.

18.

Физические гальванические элементы. Приведите примеры таких элементов. Приведите выражение для ЭДС таких цепей. От каких факторов она зависит.

Кинетика

1.

Дайте определение порядка реакции по веществу и общего (полного) кинетического порядка реакции. Может ли порядок реакции быть нулевым, дробным, отрицательным? От каких факторов зависит порядок данной реакции? Экспериментальные методы определения порядка реакции.

2.

Необратимые реакции 1 порядка. Что называется порядком химической реакции? Период полупревращения для реакции 1 порядка. Приведите примеры реакций 1 порядка. Каким образом на основе экспериментальных данных можно определить порядок реакции и константу скорости реакции 1 порядка? Приведите характерные для реакции 1 порядка графические зависимости.

3.

Необратимая реакция n-порядка. Как графически, на основании экспериментального определения периода полупревращения, определить порядок реакции.

4.

В каких координатах наблюдается линейная зависимость между концентрацией реагирующего вещества и временем для реакций нулевого, первого и второго порядков? Вещество X в растворе участвует в реакции 1-го порядка X Y. Напишите кинетическое уравнение данной реакции. Изобразите схематически графическую зависимость $c(x) = f(t)$ и $\ln(c) = f(t)$.

5.

Необратимая реакция 2-го порядка: $2A \rightarrow B$. Нарисуйте график зависимости концентрации исходного вещества и продукта реакции от времени. Запишите основное кинетическое уравнение. Приведите уравнение зависимости обратной концентрации 1/C от времени. Как период полупревращения зависит от начальной концентрации? Как графически определить константу скорости реакции? Какова ее размерность?

6.

Влияние температуры на скорость химической реакции? Приведите уравнение Аррениуса. Что такое энергия активации? Приведите зависимость $ln\ K = f(1/T)$. Как на основании экспериментальных данных определить энергию активации?

7.

Обратимая реакция первого порядка. Кинетические уравнения. Приведите характерные кинетические кривые. Примеры обратимых реакций.

8.

Параллельные реакции. Кинетические уравнения. Приведите характерные кинетические кривые. Примеры параллельных реакций.

9.

Последовательные реакции. Кинетические уравнения. Приведите характерные кинетические кривые. Крайние случаи в кинетике последовательных реакций, «переходное» и «вековое равновесие». Примеры последовательных реакций.

10.

Бимолекулярные реакции в газовой фазе. Схема Линдемана. В чем суть принципа квазистационарности.

11.

Ферментативный катализ. Теория Михаэлиса-Ментен. Основные постулаты теории. Константа Михаэлиса. Каков ее физический смысл? Экспериментальные методы определения константы Михаэлиса.

12.

При определенных условиях реакция $H_2(г) + Br_2(г)$ $2HBr(г)$ имеет первый порядок по водороду и 0,5 порядок по брому. Запишите кинетическое уравнение этой реакции. Каков ее суммарный порядок? Рассчитайте константу скорости этой реакции и определите ее размерность, если при концентрациях обоих реагентов по 0,25 моль/л скорость реакции равна $5 \cdot 10^{-4}$ моль $л^{-1}$ $с^{-1}$.

Образец билета для проведения зачета

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра химии ИФМХ

Билет №____

для проведения зачета по дисциплине «Физическая химия» по программе специалитета по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика
направленность (профиль) Медицинская биофизика

1. Влияние температуры на скорость химической реакции. Приведите уравнение Аррениуса. Что такое энергия активации? Приведите зависимость $\ln K = f(1/T)$. Как на основании экспериментальных данных определить энергию активации?
2. Постулат Планка как формулировка третьего закона термодинамики. Применение Постулата Планка к расчету абсолютных значений энтропий чистых веществ. Как рассчитать изменение энтропии для химических реакций на основании значений стандартных энтропий участников химической реакции.

3. Криоскопия. Что такое криоскопическая постоянная? От каких факторов она зависит? В какой последовательности при понижении температуры будут замерзать растворы сахарозы, сульфата натрия и хлористого калия с одинаковой массовой долей? Ответ поясните.

Заведующий кафедрой
Негребецкий Вадим Витальевич

Кафедра химии ИФМХ

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

1. Иметь доступ к сети "Интернет".
2. Иметь тетрадь для записи конспектов.
3. Ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой данной лекции.
4. Записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

1. Прослушать лекцию, записанную в личном кабинете студента, и законспектировать ее.
2. Ознакомиться с теоретическим материалом, изложенным в учебниках, методических пособиях и в личном кабинете студента.
3. Выполнить письменные домашние задания для подготовки к занятию.
4. Ознакомиться и оформить лабораторную работу по теме занятия.
5. Подготовить конспект к занятию по изучаемой теме.

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

Для подготовки к текущему рубежному (модульному) контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по темам и (или) разделам дисциплины, включенным в данный рубежный контроль. Ознакомиться с примером билета, ознакомится с тестовыми заданиями в личном кабинете студента.

Методические указания для подготовки к контрольной работе

1. Ознакомиться с примером билета;
2. Ознакомится с тестовыми заданиями в личном кабинете студента;
3. Выучить материал по теме занятия, по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам.

Методические указания для подготовки к зачету

1. Ознакомиться с примером билета, выносимого на промежуточную аттестацию в форме зачета;
2. Ознакомится с тестовыми заданиями в личном кабинете студента;
3. Проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
4. Определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;
5. Повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам.

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

Закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

- работы с учебной, учебно-методической и научной литературой, электронными образовательными ресурсами (например, просмотр видеолекций), конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование; подготовки ответов на вопросы.
- решения задач, выполнения письменных заданий и упражнений;
- выполнения письменных контрольных работ.

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Физическая химия: учебник, Харитонов Ю. Я., 2024 - 2025	Термодинамика Электрохимия. Кинетика	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970423905.html
2	Физическая химия: [учебник для высшего профессионального образования], Харитонов Ю. Я., 2024 - 2025	Термодинамика Электрохимия. Кинетика	202	
3	Физическая и коллоидная химия: учебник для студентов, обучающихся по специальности 060108(040500) - Фармация, Беляев А. П., Кучук В. И., Евстратова К. И., 2024 - 2025	Термодинамика Электрохимия. Кинетика	58	
4	Физическая и коллоидная химия: учебник, Беляев А. П., Кучук В. И., 2024 - 2025	Термодинамика Электрохимия. Кинетика	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970456903.html
5	Физическая химия: учебник для вузов по химическим специальностям, Стромберг А. Г., Семченко Д. П., 2024 - 2025	Термодинамика Электрохимия. Кинетика	2	
6	Биофизическая и бионеорганическая химия: учебник для медицинских вузов, Ленский А. С., Белавин И. Ю., Быликин С. Ю., 2024 - 2025	Термодинамика Электрохимия. Кинетика	1818	

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины

1. Сайт кафедры химии ИФМХ: http://www.rsmu.ru/ → структура → Институт фармации и медицинской химии → кафедра химии ИФМХ
2. Российская государственная библиотека https://www.rsl.ru/
3. Российская национальная библиотека https://nlr.ru/
4. Электронная библиотечная система РНИМУ https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els/
5. ЭБС «Консультант студента» www.studmedlib.ru

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО

14. Платформа «Kinescope» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины:

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Ноутбук , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Столы , Стулья , Экран для проектора , Шторы затемненые (для проектора) , Доска меловая , Компьютеры для обучающихся , Стаканы , Колбы , Бюретки , Вытяжной шкаф , Воронки , Плитки с магнитной мешалкой , Груши , Мерные пипетки , Фильтровальная бумага , pH-метры , Мерные цилиндры , Кондуктометры , Весы , Фотоэлектроколориметр
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
3	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.