



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

1.4.4. Физическая химия (химические науки)  
(название образовательной программы)

Н. Б. Кондриков

(подпись)

(Ф.И.О.)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Департамента

Химии и материалов

(название образовательной программы)

А.А. Капустина

(подпись)

(Ф.И.О.)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физическая химия**

*1.4.4. Физическая химия (химические науки)*

курс 2 семестр 3

лекции 18 час. / 0,5 з.е.

практические занятия 18 час. / 0,5 з.е.

лабораторные работы \_\_\_\_\_ час. / \_\_\_\_\_ з.е.

с использованием МАО лек. / пр. 10 / лаб. \_\_\_\_\_ час.

всего часов контактной работы 36 час.

в том числе с использованием МАО 10 час., в электронной форме \_\_\_\_\_ час.

самостоятельная работа 144 час.

в том числе на подготовку к экзамену \_\_\_\_\_ час.

зачет \_\_\_\_\_ семестр

экзамен \_\_\_\_\_ семестр

реферат 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. N 951 и паспортом научной специальности 0.0.0. \_\_\_\_\_ .

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента химии и материалов протокол № 9 от «17» февраля 2022 г.

Директор департамента к.х.н., доцент Капустина А.А.

Составитель (ли) д-р хим. наук, профессор Васильева М.С.

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа актуализирована на заседании департамента/кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента/заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа актуализирована на заседании департамента/кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Физическая химия» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе «Физическая химия», и входит в образовательный компонент учебного плана. При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 04.06.01. Химические науки, учебный план подготовки аспирантов по профилю «Физическая химия».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачётных единиц (180 часов). Учебным планом предусмотрены лекции (18 часов), практические работы (18 часов), самостоятельная работа (144 часа). Форма контроля-реферат (3 семестр)

«Физическая химия» является фундаментальной физико-химической дисциплиной профиля «Физическая химия». В ней обсуждаются разделы электрохимии, изучающие основные свойства и проявления жизни на молекулярном уровне.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. N 951 и паспортом научной специальности 1.4.4 Физическая химия (химические науки).

**Цель** – приобретение знаний о роли поверхностных и каталитических процессов в комплексе химических и технологических наук и об основах и методах экспериментального и теоретического изучения сорбционных и каталитических процессов.

### **Задачи:**

1. Формирование знаний о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в области физической химии.
2. Освоение методов отбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования в области физической химии.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код и формулировка требования	Этапы формирования
Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- современное состояние науки в области физической химии;</li> <li>- современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области физической химии;</li> <li>- основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций;</li> <li>- современное состояние науки в области электрохимии;</li> <li>- методологию проведения синтеза и исследования в области физической химии;</li> <li>- современное состояние науки в избранном научном направлении;</li> <li>- перспективные и нерешенные проблемы физической химии и использование этих сведений при составлении плана исследований и его реализации.</li> </ul>
Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>-выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;</li> <li>- представлять результаты научной работы;</li> <li>- планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива;</li> <li>- осуществлять подбор обучающихся в бакалавриате, специалитете и магистратуре для выполнения НИР и квалификационных работ;</li> <li>- определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование</li> <li>- представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу</li> </ul>
Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;</li> <li>- навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности- организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива;</li> <li>- навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде;</li> <li>- методами планирования, подготовки, проведения НИР по физической химии;</li> <li>- методами анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по физической химии</li> <li>навыками поиска и оценки информации необходимой для решения исследовательских и практических задач в области физической химии с использованием современных</li> </ul>

	информационных и патентных баз данных (в том числе Scopus, РИНЦ, Web of Science)
--	----------------------------------------------------------------------------------

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Физическая химия» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: включают в себя лекции-беседы, проблемные лекции, лекции визуализации, работа по индивидуальному заданию и составляют 18 часов.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 час.)**

**МОДУЛЬ 1.** Введение. Теоретические вопросы исследования адсорбционных процессов **(9 час.)**.

**Раздел I.** Введение. Предмет и задачи курса «Современные проблемы физической химии» **(1 час.)**

**Тема 1:** Введение. Предмет и задачи курса «Современные проблемы физической химии» **(1 час.)**

Введение. Предмет и задачи курса «Современные проблемы физической химии».

**Раздел II.** Теоретические вопросы исследования адсорбционных процессов **(8 час.)**

**Тема 1:** Компоненты сорбционных систем и их свойства **(2 час.)**.

Структурные характеристики адсорбентов. Экспериментальные методы изучения процессов из газовой фазы и из растворов. Взаимодействие полярных молекул с полярной поверхностью, ориентационная составляющая адсорбционных сил, формула Кеезома. Механизм индукционного взаимодействия молекул с поверхностью. Взаимодействие неполярных молекул с неполярной поверхностью, дисперсионная составляющая адсорбционных сил, уравнение Лондона. Уравнение Леннарда-Джонсона, учитывающее основные составляющие адсорбционных сил. Потенциальная диаграмма взаимодействия молекулы с поверхностью адсорбента. Примеры проявления составляющих адсорбционного взаимодействия в конкретных системах. Условия адсорбционного равновесия. Выражения поверхностной энергии. Фундаментальные уравнения Гиббса для поверхностного слоя. Свободная энергия адсорбции.

**Тема 2:** Новые теории равновесных сорбционных систем **(2 час.)**.

Теория мономолекулярной адсорбции. Анализ изотермы Лэнгмюра (область Генри, область полного заполнения поверхности, смысл константы

адсорбции). Использование изотермы Лэнгмюра для определения теплоты адсорбции, удельной поверхности адсорбента. Капиллярное давление, закон Лапласа. Зависимость давления пара и растворимости от кривизны поверхности; законы Кельвина и Гиббса–Оствальда. Применимость уравнения БЭТ в качестве стандартного метода определения удельной поверхности адсорбентов, а также для определения чистой теплоты адсорбции. Недостатки теории БЭТ. Изотермическая перегонка в дисперсных системах. Механизм капиллярной конденсации в зависимости от формы пор. Объяснение петель адсорбционно - десорбционного гистерезиса. Теории Зигмонди, бутылкообразных и открытых цилиндрических пор. Применение теории капиллярной конденсации для определения структурных характеристик адсорбентов. Физическое состояние адсорбатов в микропорах, особые свойства адсорбционной фазы. Аналогия между уравнениями теории объемного заполнения микропор и теории растворов как свидетельство их внутренней связи.

### **Тема 3. Неравновесные адсорбционные системы (2 час.).**

Кинетические закономерности собственно адсорбционной и диффузионной стадии. Влияние пористой структуры адсорбентов на кинетику адсорбции. Методы расчета кинетических параметров процессов адсорбции. Математическое описание динамики адсорбции. Формула Шилова. Уравнение материального баланса. Факторы, влияющие на форму выходной кривой: природа органического адсорбата, пористая структура адсорбента, гидродинамический режим. Причины размывания выходной кривой. Практическое применение соотношений динамики адсорбции: промышленные адсорберы, хроматография. Методы регенерации адсорбентов. Выбор оптимальной пористой структуры. Правило уравнивания полярностей (Ребиндер). Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел. Модифицирующее действие ПАВ - гидрофилизация и гидрофобизация твердых поверхностей.

### **Тема 4. Современные методы управления процессами в сорбционных системах модифицирования поверхности (2 час.).**

Электросорбционные процессы: влияние величины потенциала, природы сорбата и сорбента на величину электросорбции. Моделирование электросорбционных процессов в пористых матрицах, влияние пористой структуры на распределение электрохимических параметров и величину сорбции. Химическое и электрохимическое модифицирование поверхности с целью получения поверхностно-модифицированных материалов и новых нанокompозитных материалов (углеродные трубки, гибридные сорбенты, наносорбенты).

**МОДУЛЬ 2.** Теоретические основы исследования каталитических процессов (9 час.).

**Раздел I.** Теоретические основы катализа. Фундаментальные вопросы катализа (6 час.).

**Тема 1.** Краткий исторический очерк. Общие принципы катализа (2 ч).

Основные этапы развития катализа. Феноменология катализа. Роль катализа в современной химической промышленности и в живой природе. Общие принципы катализа. Катализ и равновесие. Промежуточные соединения в катализе, катализатор как астехиометрический реагент. Каталитический цикл. Новый реакционный путь, открываемый катализатором. Факторы, определяющие скорость каталитической реакции. Эффекты компенсации и дополнительного связывания. Взаимодействие реакционной среды и катализатора. Активные формы гомогенных и гетерогенных катализаторов. Стационарное состояние катализатора. Обратная связь и саморегулирование в катализе. Принципы классификации катализаторов и каталитических процессов. Основные характеристики катализаторов: активность, селективность, стабильность.

**Тема 2.** Методы исследования катализаторов и каталитических процессов (2 час.).

Типы каталитических реакторов: статические, проточные и проточно-циркуляционные системы. Микрокаталитические реакторы. Интегральный и дифференциальные методы, безградиентные методы. Политермические методы: ТПД, ТПР. Методы идентификации и количественного анализа продуктов каталитических реакций: хроматография, хроматомасс-спектрометрия. Методы определения элементного состава катализаторов, спектральные и химические методы. Термогравиметрия. Методы исследования текстуры пористых катализаторов. Адсорбционные методы, ртутная порометрия. Газохроматографические методы. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Электронная микроскопия. Туннельная и атомно-силовая микроскопия. Изотопные методы в катализе. Кинетический изотопный эффект. Изотопный обмен, меченые соединения. ИК-, КР- и УФ-спектроскопия. Радиоспектроскопия: ЭПР и ЯМР. Рентгеновская спектроскопия поглощения. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Оже-спектроскопия.

**Тема 3.** Катализ и адсорбция (1 час.).

Кинетика гетерогенных реакций. Кинетические модели гетерогенных реакции, Лэнгмюра-Хиншельвуда и Ридила-Эли. Стадийные и слитные механизмы в гетерогенном катализе, примеры процессов. Степень компенсации и потенциальные профили для этих механизмов. Электронные

представления в катализе. Элементы зонной теории полупроводников. Слабые и сильные формы хемосорбционной связи на поверхности полупроводниковых катализаторов, их реакционная способность. Радикальные механизмы реакций в полупроводниковом катализе. Отравление, промотирование, модифицирование катализаторов в рамках электронной теории. Роль уровня Ферми, как регулятора скорости, селективности реакций на поверхности полупроводников.

#### **Тема 4. Основы гетерогенного катализа (1 час.)**

Характеристика гетерогенных катализаторов – активность, селективность, избирательность. Отдельные стадии в гетерогенном катализе. Адсорбция. Диффузия. Кинетика и механизмы реакций. Энергетические аспекты. Электронные факторы в гетерогенном катализе. Промоторы и яды.

**Раздел II. Современное состояние и перспективы развития каталитических процессов (3 час.).**

#### **Тема 1. Актуальные проблемы катализа (1 час.).**

Активация малых молекул (азот, диоксид углерода, низшие алканы). Биомиметика. Катализ и экология, катализ и новые источники энергии. Запасание энергии. Водородные технологии. Катализ и новые материалы. Каталитические способы переработки биомассы.

Лекция-визуализация.

#### **Тема 2. Примеры промышленных процессов (1 час.)**

Основные процессы нефтепереработки – пиролиз, крекинг, риформинг.

Гидрирование в производстве метанола, альдегидов и кетонов, аминов. Дегидрирование в производстве стирола, бутадиена. Процессы окисления – производство оксида этилена, формальдегида, малеинового и фталевого ангидридов, акролеина, окислительный аммонолиз. Алкилирование, dealкилирование. Получение этилбензола и кумола, алкилирование парафинов олефинами. Получение синтез-газа. Процесс Фишера–Тропша. Синтез метанола. Карбонилирование спиртов. Получение бензинов и индивидуальных углеводородов на базе метанола.

#### **Тема 3. Модифицирование поверхности твердых тел (1 час.).**

Особенности поверхностных свойств твердых тел различной химической природы. Влияние химического состояния поверхности на физические и химические свойства твердых тел. Методы модифицирования поверхности: физическое (легирование, ионная имплантация, нанесение тонких пленок и покрытий) и химическое (изменение функционального покрова) модифицирование. Химическое модифицирование поверхности. Требования к модификаторам. Якорная группа и стабильность поверхностно-модифицированных материалов. Привитый слой – важнейший элемент

химически модифицированного материала. Строение привитых слоев. Распределение привитых молекул в слое. Двумерность, макромолекулярность и полифункциональность привитого слоя. Взаимное влияние привитых молекул. Химическое модифицирование гидроксильированных носителей металлоорганическими соединениями – путь синтеза гетерогенных металлокомплексных катализаторов. Применение поверхностно-модифицированных материалов: селективные сорбенты, катализаторы, ионообменники, сенсоры, наполнители пластмасс, стабилизаторы и т. д.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(18 час., в том числе 10 час. с использованием методов активного  
обучения)**

### **Практические занятия (18/10 час.)**

#### **Занятие №1 (2/2 (интерактивная форма) час.)**

**Тема:** Определение параметров пористой структуры сорбентов.

Классические и современные методы определения пористости, удельной поверхности, распределения объемов пор по радиусам пор.

#### **Занятие №2 (2/2 (интерактивная форма) час.)**

**Тема:** Расчет показателей адсорбируемости веществ (константа адсорбции, свободная энергия адсорбции) по данным адсорбции из растворов.

#### **Занятие №3 (2/2 (интерактивная форма) час.)**

**Тема:** Расчет показателей адсорбируемости веществ (константа адсорбции, свободная энергия адсорбции) по данным адсорбции из растворов.

#### **Занятие №4 (2/2 (интерактивная форма) час.)**

**Тема:** Определение характеристик массопереноса в пористой структуре реальных сорбентов.

#### **Занятие №5 (2/2 (интерактивная форма) час.)**

**Тема:** Компьютерное моделирование выходных кривых по уравнениям динамики адсорбции.

Теоретический расчет кинетики адсорбции по уравнениям кинетики адсорбции.

#### **Занятие № 6 (2 час.)**

Приготовление адсорбционных катализаторов и определение их активности.

#### **Занятие № 7 (3 час.)**

Определение теплоты адсорбции методом газовой хроматографии. Каталитическое окисление пероксидом водорода органических примесей в воде.

#### **Занятие № 8 (3 час.)**

Формирование электродов-катализаторов термическим и гальваническим способами.

#### **Занятие № 9 (3 час.)**

Получение гипохлорита натрия (активного хлора), как обеззараживающего агента электролизом разбавленных хлоридных растворов.

**Занятие №10 (3 час.)**

Электрокоагуляция с растворимыми алюминиевыми анодами.

**Занятие №11 (3 час.)**

Определение параметров электрофлотационной очистки.

**Занятие №12 (3 час.)**

Электрохимическое управление адсорбционно-десорбционными процессами.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физическая химия» представлено в приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Основная литература**

1. Еремин, В. В. Основы физической химии. Теория и задачи / В. В. Еремин, С. И. Каргов, И. А. Успенская, Н. Е. Кузменко, В. В. Лунин.- М. : Изд-во Моск. ун-та, 2005. – 450 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:237432&theme=FEFU>

2. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика /И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт; пер. с англ. В. И. Ролдугина. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. - 501 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:289588&theme=FEFU>

3. Харитонов, Ю. Я. Физическая химия: учебник для высшего профессионального образования / Ю. Я. Харитонов. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 608 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:695584&theme=FEFU>

4. Tolmachev, A. M. Adsorption of Gases, Vapors and Liquids / A. M. Tolmachev. - М. : Granica, 2012. – 214 p.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:689394&theme=FEFU>

5. Холмберг, К. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах [Электронный ресурс] / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг и др.; пер. 2-го англ. изд. - 2-е изд. (эл.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 532 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=478051>

6. Комаров, В. С. Адсорбенты и носители катализаторов. Научные основы регулирования пористой структуры: Монография / В. С. Комаров, С. В. Бесараб. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 203 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=448449>

7. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия: учебник для вузов. / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. – М. : Лань, 2015. – 672 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=58166](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58166)

#### **Дополнительная литература**

1. Семиохин, И. А. Физическая химия : учебник / И. А. Семиохин. - М.: Изд-во Московского университета, 2001. – 270 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:403641&theme=FEFU>

2. Физическая химия: Современные проблемы / Под общ. ред. Я. М. Колотыркина. - М. : Химия, 1998. – 240 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:325246&theme=FEFU>

3. Эмануэль, Н. М. Курс химической кинетики: учебное пособие / Н. М. Эмануэль, Д. Г. Кнопере. - М. : Высшая школа, 1984. – 463 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:245377&theme=FEFU>

4. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия: учебное пособие для вузов / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий. - М. : Высшая школа, 1987. – 295 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:55231&theme=FEFU>

5. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / С. Грег, К. Синг. - М. : Мир, 1984.-310 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:71188&theme=FEFU>

6. Киперман, С. Л. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе / С. Л. Киперман. – М. : Химия, 1979. - 348 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:693930&theme=FEFU>

7. Панченков, Г. М. Химическая кинетика и катализ: учебное пособие для вузов / Г. М. Панченков, В. П. Лебедев. - М. : Химия, 1974. - 592 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:58437&theme=FEFU>

8. Сеттерфилд, Ч. Практический курс гетерогенного катализа / Ч. Сеттерфилд; пер. с англ. А. Л. Клячко, В. А. Швеца. - М. : Мир, 1984. - 520 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:50244&theme=FEFU>

9. Адамсон, А. Физическая химия поверхностей / А. Адамсон; под ред. З. М. Зорина, В. М. Муллера; пер. с англ. И. Г. Абидора; предисл. Б. В. Дерягина. - М. : Мир, 1979. – 568 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:688064&theme=FEFU>

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. База данных о веществах и их свойствах: <http://www.chemspider.com/>
2. База данных о веществах и их свойствах:  
<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
3. <http://e.lanbook.com>
4. <http://www.studentlibrary.ru>
5. <http://znanium.com>
6. <http://www.nelbook.ru>

## Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая  
<http://oversea.cnki.net/>
4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

## Перечень информационных технологий и программного обеспечения

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 607. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L,, L772 Лаборатория проектирования технологических процессов: компьютерный класс	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07, Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.

		AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. +2 Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
3.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10,, корпус L, L763 Лаборатория прикладной экологии:	
4.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10,, корпус L, L852 Лаборатория специализированных практикумов по химической технологии	
5.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07, Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. +2 Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012

## V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения дисциплины «Физическая химия» предлагаются разнообразные методы и средства освоения учебного материала: лекции, практические работы, коллоквиумы, тестирование, самостоятельная работа аспирантов.

### Лекции

**Лекция** – основная активная форма аудиторных занятий, необходимая для разъяснения основополагающих теоретических разделов. Предполагает интенсивную умственную деятельность аспиранта. Лекция носит познавательный, развивающий, воспитательный и организующий характер. Конспект лекций помогает усвоить теоретический материал дисциплины. При слушании лекции надо конспектировать ее рубрикации, терминологию, ключевые слова, определения, формулы, графические схемы. Конспект является полезным, когда он пишется самим аспирантом. Можно разработать собственную схему сокращения слов. Название тем, параграфов можно выделять цветными маркерами.

При домашней работе с конспектом лекций необходимо использовать основной учебник и дополнительную литературу, которые рекомендованы по данной дисциплине. Именно такая серьезная работа аспиранта с лекционным материалом позволяет достичь ему успехов в овладении новыми знаниями. При изложении лекционного курса по дисциплине «Физическая химия» в качестве форм интерактивного обучения используются: лекция-беседа, лекция-визуализация, лекция-консультация, которые строятся на базе предшествующих знаний и знаний смежных дисциплин. Для иллюстрации словесной информации применяются презентации, интерактивная доска, таблицы, схемы. По ходу изложения лекционного материала ставятся проблемные и провоцирующие вопросы, включаются элементы дискуссии.

### **Практические занятия**

Практические занятия повышают качество обучения, способствуют развитию познавательной активности у аспирантов, их логического мышления и творческой самостоятельности. В процессе выполнения расчетных заданий углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается умение применять их на практике. Аспирант учится правильно использовать методы, видеть их достоинства и недостатки, получает неоценимый опыт по использованию данных методов. Все это позволяет глубже понять теоретические основы физической химии. Формируются навыки научно-исследовательской работы и профессиональные компетенции.

**Коллоквиумы.** Коллоквиум – коллективная форма рассмотрения и закрепления учебного материала. Коллоквиумы являются одним из видов практических занятий, предназначенных для углубленного изучения дисциплины, проводятся в интерактивном режиме. На занятиях по теме коллоквиума разбираются вопросы, и затем вместе с преподавателем проводится их обсуждение, которое направлено на закрепление материала, формирование навыков вести полемику, развитие самостоятельности и критичности мышления, на способность аспирантов ориентироваться в больших информационных потоках, вырабатывать и отстаивать собственную позицию по проблемным вопросам учебной дисциплины.

В качестве методов интерактивного обучения на коллоквиумах используются: развернутая беседа, диспут, пресс-конференция.

**Развернутая беседа** предполагает подготовку аспирантов по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы. Доклады готовятся аспирантами по заранее предложенной тематике.

**Диспут** в группе имеет ряд достоинств. Диспут может быть вызван преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им. В ходе полемики аспиранты формируют у себя находчивость, быстроту мыслительной реакции.

**Пресс-конференция.** Преподаватель поручает нескольким аспирантам подготовить краткие (тезисные) сообщения. После докладов аспиранты задают вопросы, на которые отвечают докладчики и другие члены

экспертной группы. На основе вопросов и ответов разворачивается творческая дискуссия вместе с преподавателем.

**Контрольные тесты.** Используется бланковое или компьютерное тестирование в режиме выбора правильных ответов, установления соответствия понятий, обозначения деталей на схемах и прочее.

Возможны также письменные контрольные работы в форме традиционных письменных ответов на ряд вопросов по пройденной теме, изложенной в лекциях и обсужденной на коллоквиумах. Несмотря на произвольность формы, в ответах обязательно использование терминов, ключевых слов и понятий, а при необходимости схем и формул. По некоторым темам предлагается решение задач.

#### **Методические указания по работе с литературой**

Надо составить первоначальный список источников. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие. Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

#### **Методические рекомендации к самостоятельной работе аспиранта**

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения лабораторных работ (устный опрос), коллоквиумов и тестирования. На основании этих результатов аспирант получает текущие и зачетные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме устного зачета.

#### **Методические указания по подготовке к практическим занятиям**

К практическим занятиям аспирант должен подготовиться: повторить лекционный материал, прочитать нужный раздел по теме в учебнике. Занятие начинается с краткого устного опроса по заданной теме. Далее аспиранты работают с конкретными задачами. В конце занятия аспирант предоставляет преподавателю отчет по результатам проделанной работы с выводами.

Ответы на вопросы, выступления и активность аспирантов на занятии оцениваются текущей оценкой.

#### **Методические указания по подготовке к коллоквиумам**

Поскольку коллоквиум является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все аспиранты. Коллоквиум обычно проводится в форме развернутой беседы, диспута, пресс-конференции. На каждый коллоквиум заранее объявляется тема и перечень

вопросов для устных сообщений. По всем вопросам надо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и соответствующей лабораторной работы. Преподаватель объявляет вопрос и предлагает сделать сообщение на 5-7 минут одному из аспирантов – либо по их желанию, либо по своему выбору. После сообщения преподаватель и аспиранты задают вопросы и выступают с дополнениями и комментариями.

Ответы на вопросы, выступления и активность аспирантов на занятии оцениваются текущей оценкой.

#### **Методические указания по подготовке доклада**

По отдельным темам на коллоквиумах могут делаться более емкие и глубокие доклады – до 15-20 минут. Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана аспирантом самостоятельно.

При подготовке к докладу проводится подбор литературных источников по теме из рекомендуемой основной и дополнительной литературы, а также работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», указанными в рабочей программе.

Работа с текстом научных книг и учебников состоит не только в прочтении материала, необходимо провести анализ, сравнить изложение материала в разных источниках, подобрать материал таким образом, чтобы он раскрывал тему доклада. Проанализированный материал конспектируют, при этом надо избегать простого переписывания текстов без каких либо комментариев и анализа. Прямое заимствование текстов других авторов в науке не допускается, оно определяется как плагиат и является наказуемым. Цитирование небольших фрагментов (со ссылкой на автора) допускается, если надо подчеркнуть стиль или сущность авторского определения, но злоупотреблять чужими текстами нельзя. Доклад должен быть выстроен логично, материал излагается цельно, связно и последовательно, делаются выводы. Желательно, чтобы аспирант мог выразить своё мнение по обсуждаемой проблеме. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно необходимо использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.

#### **Написание реферата**

Написание реферата – это более объемный, чем сообщение, вид самостоятельной работы аспиранта, содержащий информацию, дополняющую и развивающую основную тему, изучаемую на аудиторных занятиях.

Ведущее место занимают темы, представляющие профессиональный интерес, несущие элемент новизны. Реферативные материалы должны представлять письменную модель первичного документа – научной работы,

монографии, статьи. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на определенную тему на семинарах, конференциях. Регламент озвучивания реферата - 7-10 мин.

Затраты времени на подготовку материала зависят от трудности сбора информации, сложности материала по теме, индивидуальных особенностей студента и определяются преподавателем.

Роль студента: идентична при подготовке информационного сообщения, но имеет особенности, касающиеся:

- выбора литературы (основной и дополнительной);
- изучения информации (уяснение логики материала источника, выбор основного материала, краткое изложение, формулирование выводов);
- оформления реферата согласно установленной форме.

## VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, L632 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.
2.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D733а. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: компьютерный класс	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscribtion Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07, Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscribtion New

		<p>Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018.  ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.  AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. +2  Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.</p>
3.	<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.</p>	<p>Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18.  Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 07, Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018.  ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.  AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. +2  Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.</p>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**Физическая химия**

*1.4.4. Физическая химия (химические науки)*

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-3 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторной работе и тестированию	24 час	Устный ответ
2	4-6 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторным занятиям. Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к коллоквиуму и тестированию	24 час	Практические занятия, решение задач Устный ответ
3	7-9 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторным занятиям	24 час	Практические занятия, решение задач Устный ответ
3	10-12 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к лабораторным занятиям. Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. . Подготовка к коллоквиуму и тестированию	24 час	Практические занятия, решение задач Устный ответ
5	13-15 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций Подготовка к лабораторным занятиям	24 час	Практические занятия, решение задач Устный ответ
6	16-18 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций Подготовка к лабораторным занятиям	24 час	Практические занятия, решение задач Устный ответ

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения лабораторных работ (устный опрос), коллоквиумов и тестирования. На основании этих результатов аспирант получает текущие и

зачетные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме устного зачета.

### **Методические указания по подготовке к коллоквиумам**

Поскольку коллоквиум является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все аспиранты. Коллоквиум обычно проводится в форме развернутой беседы, диспута, пресс-конференции. На каждый коллоквиум заранее объявляется тема и перечень вопросов для устных сообщений. По всем вопросам надо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и соответствующей лабораторной работы. Преподаватель объявляет вопрос и предлагает сделать сообщение на 5-7 минут одному из аспирантов – либо по их желанию, либо по своему выбору. После сообщения преподаватель и аспиранты задают вопросы и выступают с дополнениями и комментариями.

Ответы на вопросы, выступления и активность аспирантов на занятии оцениваются текущей оценкой.

### **Методические указания по подготовке доклада**

По отдельным темам на коллоквиумах могут делаться более емкие и глубокие доклады – до 15-20 минут. Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана аспирантом самостоятельно.

При подготовке к докладу проводится подбор литературных источников по теме из рекомендуемой основной и дополнительной литературы, а также работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», указанными в рабочей программе.

Работа с текстом научных книг и учебников состоит не только в прочтении материала, необходимо провести анализ, сравнить изложение материала в разных источниках, подобрать материал таким образом, чтобы он раскрывал тему доклада. Проанализированный материал конспектируют, при этом надо избегать простого переписывания текстов без каких либо комментариев и анализа. Прямое заимствование текстов других авторов в науке не допускается, оно определяется как плагиат и является наказуемым. Цитирование небольших фрагментов (со ссылкой на автора) допускается, если надо подчеркнуть стиль или сущность авторского определения, но злоупотреблять чужими текстами нельзя. Доклад должен быть выстроен логично, материал излагается цельно, связно и последовательно, делаются выводы. Желательно, чтобы аспирант мог выразить своё мнение по обсуждаемой проблеме. Необходимо заранее продумать схемы для иллюстрации на доске или приготовить их в форме компьютерной презентации. В докладе обязательно необходимо использовать термины и ключевые слова по данной теме. После доклада проводится обсуждение с

дополнениями и поправками. Оценивается как качество доклада, так и активность участников дискуссии.

участников дискуссии.

### **Методические указания по работе с литературой**

Надо составить первоначальный список источников. Основой могут стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, убирать те, которые оказались не соответствующие тематике. Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Физическая химия**

*1.4.4. Физическая химия (химические науки)*

## Паспорт ФОС

### Шкала оценивания уровня сформированности знаний, умений, навыков

Этапы формирования		критерии	показатели
знает	знает (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- современное состояние науки в области физической химии;</li> <li>- современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в области физической химии;</li> <li>- основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций;</li> <li>- современное состояние науки в области электрохимии;</li> <li>- методологию проведения синтеза и исследования в области физической химии;</li> <li>- современное состояние науки в избранном научном направлении;</li> <li>- перспективные и нерешенные проблемы физической химии и использование этих сведений при составлении плана исследований и его реализации.</li> </ul>	<p>демонстрирует знания основных тенденций развития в области экологии и способен организовать работу по проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в выбранном направлении использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>
умеет	умеет (продвинутый)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;</li> <li>- представлять результаты научной работы;</li> <li>- планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива;</li> <li>- осуществлять подбор обучающихся в бакалавриате, специалитете и магистратуре для выполнения НИР и квалификационных работ;</li> <li>- определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять</li> </ul>	<p>уметь осуществлять отбор материала, необходимого для решения имеющейся проблемы</p>

		<p>экспериментальное исследование</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу</li> </ul>	
владеет	владеет (высокий)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;</li> <li>- навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности- организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива;</li> <li>- навыками коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде;</li> <li>- методами планирования, подготовки, проведения НИР по физической химии;</li> <li>- методами анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по физической химии</li> </ul> <p>навыками поиска и оценки информации необходимой для решения исследовательских и практических задач в области физической химии с использованием современных информационных и патентных баз данных (в том числе Scopus, РИНЦ, Web of Science)</p>	<p>владеет навыками оформления полученных с помощью сотрудников результатов исследований в виде отчета, статей, презентаций, докладов; докладывает сам и отвечает на вопросы</p>

## **Оценочные средства для текущего контроля**

В качестве заключительного этапа промежуточной (семестровой) аттестации по дисциплине «Физическая химия» предусмотрен **реферат**.

### **Темы рефератов по дисциплине «Физическая химия»**

1. Электронное строение атомов и молекул. Одноэлектронное приближение. Атомные и молекулярные орбитали. Электронные конфигурации и термы атомов. Правило Хунда. Электронная плотность. Распределение электронной плотности в двухатомных молекулах. Корреляционные орбитальные диаграммы. Теорема Купманса. Пределы применимости одноэлектронного приближения.
2. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей и исследования распределения электронной плотности. Локализованные молекулярные орбитали. Гибридизация.
3. Основные составляющие межмолекулярных- взаимодействий. Молекулярные комплексы. Ван-дер-Ваальсовы молекулы. Водородная связь.
4. Идеальные кристаллы. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах. Кристаллы с неполной упорядоченностью. Доменные структуры.
5. Симметрия кристаллов. Кристаллографические точечные группы симметрии, типы решеток, сингонии. Понятие о пространственных группах кристаллов. Индексы кристаллографических граней.
6. Основные понятия термодинамики: изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, интенсивные и экстенсивные переменные. Уравнения состояния. Вириальные уравнения состояния. Теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия. Первый закон термодинамики. Работа расширения идеального газа в различных процессах (изохорном, изобарном, адиабатическом и изотермическом).
7. Теплоемкость (средняя, истинная, молярная, удельная). Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость идеальных газов. Теплоемкость жидкостей. Теплоемкость твердых тел (закон Дюлонга и Пти и правило Неймана-Коппа).
8. Закон Гесса и его следствия. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах.
9. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее изменения в обратимых и необратимых процессах. Теорема Карно-Клаузиуса. Различные шкалы температур.
10. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов.

11. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химические потенциалы. Химический потенциал идеального и реального газов. Фугитивность. Активность и коэффициент активности.
12. Тепловая теорема Нернста. Третий закон термодинамики. Постулат Планка. Абсолютное значение энтропии.
13. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Принцип смещения равновесия. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций.
14. Каноническая функция распределения Гиббса. Сумма по состояниям как статистическая характеристическая функция. Поступательная, вращательная, электронная и колебательная суммы по состояниям. Статистический расчет энтропии.
15. Гетерогенные системы. Понятия компонента, фазы, степени свободы. Правило фаз Гиббса.
16. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния однокомпонентных систем (воды, серы, фосфора и углерода). Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста.
17. Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропные смеси.
18. Диаграммы плавкости (с полной и ограниченной растворимостью веществ в твердом состоянии, с простой эвтектикой и с образованием химического соединения).
19. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем.
20. Основные понятия химической кинетики. Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Основной постулат химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции.
21. Кинетика сложных химических реакций. Принцип независимости элементарных стадий. Кинетические уравнения для обратимых, параллельных и последовательных реакций. Квазистационарное приближение. Метод Боденштейна — Темкина. Кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
22. Цепные реакции. Кинетика неразветвленных и разветвленных цепных реакций. Кинетические особенности разветвленных цепных реакций.
23. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях. Полуостров воспламенения. Тепловой взрыв.
24. Кинетика гетерогенных реакций. Гетерогенные процессы при нестационарной диффузии. Гетерогенные процессы при стационарной конвективной диффузии. Кинетика топохимических реакций.

25. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы ее определения. Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации.
26. Теория активных столкновений. Стерический фактор. Теория переходного состояния (активированного комплекса).
27. Растворы электролитов. Электролитическая диссоциация. Коэффициенты активности в растворах электролитов. Средняя активность и средний коэффициент активности, их связь с активностью отдельных ионов. Основные положения теории Дебая-Хюккеля.
28. Термодинамика электрохимического элемента. Электродвижущая сила, ее выражение через энергию Гиббса реакции в элементе. Уравнения Нернста и Гиббса-Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи.
29. Понятие электродного потенциала. Типы электродов. Электрохимические цепи.
30. Электропроводность растворов электролитов; удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса, подвижность ионов и закон Кольрауша. Электрофоретический и релаксационные эффекты.
31. Электрохимические реакции. Двойной электрический слой. Модельные представления о структуре двойного электрического слоя. Электрокапиллярные явления. Потенциал нулевого заряда.
32. Электрохимическая коррозия. Методы защиты от коррозии. Кинетика электрохимических реакций. Скорость и стадии электрохимической реакции. Поляризация электродов. Ток обмена и перенапряжение. Полярография.
33. Классификация каталитических реакций и катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе, принцип энергетического соответствия.
34. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Кинетика и механизм реакций специфического кислотного катализа. Функции кислотности Гамета. Кинетика и механизм реакций общего кислотного катализа. Уравнение Бренстеда. Корреляционные уравнения для энергий активации и теплот реакций. Специфический и общий основной катализ.
35. Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Удельная и атомная активность. Селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций.
36. Адсорбция в границе раздела твердое тело – газ. Особенности процесса. Методы определения количества адсорбированного вещества.
37. Изотермы, изобары, изостеры, изопикны адсорбции. Виды графических зависимостей.
38. Адсорбционные силы. Специфическая и неспецифическая адсорбция. Типы адсорбентов и адсорбатов по классификации Киселева.

39. Удельная поверхность твердого тела ( $S_{уд}$ ). Соотношения между удельной поверхностью и размером частиц твердых тел разной структуры. Связь величины  $S_{уд}$  с емкостью монослоя.
40. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Предпосылки теории. Вывод уравнения адсорбции. Линейная форма уравнения Лэнгмюра. Определение констант уравнения. Расчет величины удельной поверхности из адсорбционных данных с помощью уравнения Лэнгмюра.
41. Теория мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Возможности и недостатки теории.
42. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эмметта, Теллера (БЭТ). Вывод уравнения адсорбции.
43. Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эмметта, Теллера (БЭТ). Уравнение БЭТ в линейной форме. Приложение уравнения к экспериментальным данным. Определение удельной поверхности твердого тела методом БЭТ.
44. Требования к определению удельной поверхности из адсорбционных данных по методу БЭТ. Выбор адсорбата. Азот как наиболее широко используемый адсорбат для определения удельной поверхности. Возможности применения других адсорбатов.
45. Классификация пор по размерам, предложенная Дубининым. Механизмы сорбции газов и паров пористыми твердыми телами. Зависимость размера пор.
46. Расчет распределения пор по размерам с помощью уравнения Кельвина. Соотношение между радиусом кривизны мениска и размером пор. Радиусы пор и радиусы «кор». Адсорбционная пленка на стенках пор.
47. Теория адсорбции в микропорах Дубинина-Радушкевича. Уравнение Дубинина-Радушкевича и его анализ.
48. Условия применения адсорбции газов для оценки параметров пористой структуры и удельной поверхности. Весовой и объемный методы получения изотермы адсорбции
49. Условия применения адсорбции газов для оценки параметров пористой структуры и удельной поверхности. Определение возможности оценки распределения мезопор по размерам.
50. Условия применения адсорбции газов для оценки параметров пористой структуры и удельной поверхности. Оценка микропористости образца по изотерме адсорбции.

### **Темы докладов, сообщений**

по дисциплине «Физическая химия»

Выступление аспиранта с докладом и презентацией по теме своего исследования с учетом полученных знаний по дисциплине.

### **Примерный перечень оценочных средств (ОС)**

№ п/п	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b>Устный опрос</b>				
1	УО-1	Собеседование.	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
2	УО-2	Коллоквиум.	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
3	УО-3	Доклад, сообщение.	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.	Темы докладов, сообщений.
4	УО-4	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты.	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов.
<b>Письменные работы</b>				
1	ПР-1	Тест.	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий.

2	ПР-4	Реферат.	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов.
---	------	----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------