



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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

«18» сентября 2017 г.

Ширмовский С.Э.
(Ф.И.О. рук.ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой теоретической и
ядерной физики



(подпись)

«18» сентября 2017 г.

Ширмовский С.Э.
(Ф.И.О. зав. каф.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Межмолекулярные взаимодействия

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 8
лекции 48 (час.)
практические занятия 48 (час.)
лабораторные работы 0 час.
в числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 16/лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 96 (час.)
в том числе с использованием МАО 16 час.
самостоятельная работа 48 (час.)
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен
зачет не предусмотрен
экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 1282.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической и ядерной физики, протокол № 1 от «18» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой: Ширмовский С.Э. к.ф.-м. н., доцент

Составитель (ли): Ширмовский С.Э. к.ф.-м. н., доцент

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Bachelor's degree in 03.03.02 "Physics".

Course title: Intermolecular interactions

Variable part of Block 4 credits.

Instructor:

At the beginning of the course a student should be able to:

- readiness for self-development, improving their skills and skills;
- mastering the basic methods, methods and means of obtaining, storing, processing information, have the skills to work with a computer as a means of information management;
- ability to operate and maintain modern physical equipment and equipment.

Learning outcomes:

- ability to use specialized knowledge in the field of physics for the development of specialized physical disciplines
- the ability to understand and present the information received and present the results of physical research
- the ability to put into practice the professional knowledge and skills gained in the development of specialized physical disciplines

Course description:

The course introduces the basic concepts of the physics of intermolecular interactions. We consider such basic methods of obtaining information about intermolecular interactions, such as the study of the properties of real gases, the laws of scattering of atomic-molecular particles and transfer coefficients. The presentation is designed to emphasize the interrelation of methods and phenomena studied in general courses (molecular physics and thermodynamics, quantum mechanics, statistical physics) with those methods and phenomena that are the subject of special courses. The course can be considered as an introduction to other special courses, which focus on spectroscopic methods for studying the nature of intermolecular interactions.

Main course literature:

- 1) G.C.Maitland, M.Rigby, E.B.Smith, and W.A.Wakeham. Intermolecular Forces. Oxford, 1981.
- 2) I.G. Kaplan. Introduction to the theory of intermolecular interactions. M., "Science", 1982. Ch. 1,4,5.
- 3) K.G.Tokhadze. Physics of excited molecules. Tutorial. L., 1988. Chapters 1-3.

Additional

- 1) L.D.Landau, E.M. Livshits. Quantum mechanics. Statistical physics. (2nd and next edition.).

- 2) Girshfelder, Curtiss, Bird. Molecular theory of liquids and gases. M., 1961.
- 3) Rezibua, de Lener. The classical kinetic theory of gases and liquids. M., 1980.

Form of final control: *exam*

АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Межмолекулярные взаимодействия» разработана для студентов 4 курса направления 03.03.02 «Физика», в соответствии с требованиями ОС ВО ДВФУ по данному направлению.

Дисциплина «Межмолекулярные взаимодействия» относится к разделу Б1.В.ДВ.4 дисциплин по выбору учебного плана.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (48 час.) и практические занятия (48 час), самостоятельная работа (48 час., в том числе на подготовку к экзамену 27 час.). Дисциплина реализуется в 8 семестре 4 курса.

В курсе вводятся основные понятия физики межмолекулярных взаимодействий. Рассматриваются такие основные методы получения информации о межмолекулярных взаимодействиях, как изучение свойств реальных газов, закономерностей рассеяния атомно-молекулярных частиц и коэффициентов переноса. Изложение построено так, чтобы подчеркнуть взаимосвязь методов и явлений, изученных в общих курсах (молекулярной физики и термодинамики, квантовой механики, статистической физики), с теми методами и явлениями, которые составляют предмет специальных курсов. Курс может рассматриваться как вводный к другим специальным курсам, в которых основное внимание уделяется спектроскопическим методам исследования природы межмолекулярных взаимодействий.

Цель:

-раскрытие физического смысла и взаимосвязи основных законов, описывающих межмолекулярные взаимодействия, приобретение студентами современных знаний о строении вещества.

- объединение и углубление фундаментальных знаний в области основных законов естествознания, способствующих формированию современного научного мировоззрения.

Задачи:

Научить студента - применять теоретические законы к решению конкретных задач; - использовать современные математические модели для построения конкретных молекул и интерпретации молекулярного взаимодействия; - систематизировать научную информацию для визуализации структурных превращений в конденсированных средах;

Для успешного изучения дисциплины «Межмолекулярные взаимодействия» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- готовность к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-6);

- владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-10);

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные и общепрофессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	Знает	основные современные проблемы и новейшие достижения физики.
	Умеет	применять полученные знания для решения поставленных актуальных задач в своей научно-исследовательской работе.
	Владеет	навыками работы с прикладными аспектами экспериментальной и теоретической физики.
ПК-2 способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Знает	о типах межмолекулярных взаимодействий, современные концепции молекулярной физики и химии
	Умеет	обсуждать физико-химические и биохимические аспекты функционирования биологических систем с применением понятий и терминов межмолекулярных взаимодействий
	Владеет	навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме, фундаментальными знаниями о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Межмолекулярные взаимодействия» предусмотрены следующие методы активного/интерактивного обучения: лекция-беседа; групповая консультация (для практических занятий).

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (48 час.)

1. Введение. (2 час.)

Природа межмолекулярных сил. Различные вклады во взаимодействие и их физический смысл.

2. Реальные газы. Вириальные коэффициенты. (12 час)

Характеристики реальных газов. Зависимость сжимаемости от плотности. Температура Бойля. Связь давления в жидкости и давления насыщенного пара над жидкостью при разных температурах. Эффект Джоуля-Томсона: физический смысл, термодинамическое выражение для коэффициента, точка инверсии.

Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса. Физический смысл его параметров. Разложение по малому параметру. Изотермы Ван-дер-Ваальса, интерпретация Максвелла. Принцип соответственных состояний. Уравнение Ван-дер-Ваальса в приведенных величинах.

Вириальное уравнение состояния. Вириальные коэффициенты. Вывод выражений для вириальных коэффициентов через статистические суммы для невзаимодействующих и взаимодействующих частиц.

Расчет вириальных коэффициентов. Расчет статистических сумм в классическом пределе. Вывод выражения для второго вириального коэффициента через f -функцию Майера. Структура выражения для третьего вириального коэффициента. Понятие о квантовых поправках к вириальным коэффициентам. Типичный вид зависимости второго вириального коэффициента от температуры и f -функции Майера от расстояния. Приведенные вириальные коэффициенты.

Модельные потенциалы взаимодействия: твердые сферы, потенциальный ящик, точечный центр (обратные степени расстояния), Леннард-Джонса. Выражения вторых вириальных коэффициентов для них.

Определение параметров потенциалов по температурной зависимости вириальных коэффициентов. Подгонка параметров модельных потенциалов, учет второго и третьего вириальных коэффициентов, ограниченность такого

подхода. Процедура обращения температурной зависимости второго вириального коэффициента для благородных газов. Принципиальные ограничения на извлекаемую информацию. Решение обратной задачи интегрированием по квадратурным формулам преобразования Лапласа. Влияние точности входных экспериментальных данных на результат обращения. Альтернативный способ извлечения информации о ширине потенциальной ямы.

Экспериментальные данные о температурной зависимости второго вириального коэффициента. Вторые вириальные коэффициенты для молекулярных газов, для би-нарной смеси газов. Правило Лоренца-Бертло.

3.Механика столкновений. (14 час)

Классическая динамика столкновения двух частиц. Эквивалентность задаче движения в центральном поле. Полная энергия столкновения. Центробежный потенциал. Варианты траекторий в зависимости от комбинации параметров b и v .

Классическая функция рассеяния. Вывод выражения. Характерное поведение функции рассеяния в зависимости от комбинации параметров b и v . Особые точки функции рассеяния. Орбитирование. Радужное рассеяние.

Дифференциальное и интегральное сечения рассеяния. Сечения рассеяния для потенциала твердых сфер. Особенности функции дифференциального сечения для типичного потенциала. Интерпретация расходимостей. Устранение расходимостей при квантовом подходе. Квантовые поправки к функции дифференциального сечения.

Экспериментальные методы исследования столкновений. Основные схемы экспериментов. Порядки величин основных характеристик экспериментальных установок. Связь функции интенсивности рассеяния с дифференциальным сечением. Пример: интенсивность рассеяния для пары благородный газ-благородный газ, характерное поведение.

Квантовомеханическое описание процесса рассеяния. Амплитуда рассеяния. Дифференциальное и интегральное сечения. Метод парциальных волн. Фаза рассеяния. Оптическая теорема. Сечения рассеяния твердых сфер. Полуклассическая трактовка. Интерпретация фазы рассеяния. ВКБ-приближение. Полуклассическое выражение для амплитуды рассеяния. Анализ дифференциального сечения на разных интервалах угла рассеяния. Появление квантовых осцилляций и их природа.

Восстановление потенциала взаимодействия по данным эксперимента высокого разрешения по рассеянию атомов благородного газа. Случай монотонного потенциала. Метод Бака: общие принципы, используемые экспериментальные данные. Метод Фирсова.

Принципы описания процессов рассеяния в многоатомных системах. S-матрица. Выражения для амплитуды рассеяния и сечений и метод парциальных волн: сравнение со случаем пары частиц. Пример: построение системы уравнений для описания рассеяния в системе двухатомная молекула - атом.

4. Кинетическая теория газов и коэффициенты переноса. (14 час)

Уравнение Больцмана. Вывод. Распределение Максвелла.

Коэффициенты переноса. Определения. Эмпирические законы переноса импульса, энергии и массы. Выражения для коэффициентов переноса в газе твердых сфер по простейшей теории. Влияние взаимодействий частиц на коэффициенты переноса.

Решение Энскога-Чэпмена. Основная идея. Выражения для коэффициентов переноса в первом приближении. Выражения для интеграла столкновений. Учет дальнейших приближений.

Приведенный интеграл столкновений. Сравнение с экспериментальными данными по вязкости для благородных газов. Принцип соответственных состояний.

Определение потенциала взаимодействия атомов благородного газа по температурной зависимости вязкости. Процедура обращения. Особенности процедуры обращения и их интерпретация.

Порядки величин и характерное поведение коэффициентов переноса в зависимости от температуры и сорта газа. Обзор экспериментальных данных.

5. Введение в спектроскопические методы. (8 час)

Димеры и Ван-дер-ваальсовы молекулы. Экспериментальные методы исследования свойств димеров.

Определение параметров взаимодействия. Анализ колебательно-вращательных спектров димеров. Метод Ридберга-Кляйна-Риса. Определение энергии диссоциации.

Чувствительность спектроскопических измерений и измерений сечений к виду межмолекулярного потенциала.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА Практические занятия (48 час.)

1) Классификация межмолекулярных взаимодействий.

Специфические и неспецифические межмолекулярные взаимодействия. Модели описания взаимодействий между молекулами. Потенциал Леннарда-

Джонса, Штокмайера. Диполь-дипольные, индукционные, дисперсионные взаимодействия. Модель Онзагера.

2) Проявления ван-дер-ваальсовских (неспецифических) взаимодействий в молекулярных спектрах.

Описание проявления универсальных межмолекулярных взаимодействий в колебательных спектрах. Сдвиг частот колебаний молекул при переходе из газа в жидкость. Изменение интенсивностей полос поглощения при смене агрегатного состояния вещества. Индуцированные переходы. Уширение полос поглощения как инструмент изучения межмолекулярных взаимодействий. Ознакомление с колебательными спектрами конкретных соединений (по указанию преподавателя) в газовой и жидкой фазе и сравнение их на предмет проявлений межмолекулярных взаимодействий. Тема 3. Уширение спектральных по

3) Уширение спектральных полос поглощения как наиболее универсальное проявление межмолекулярных взаимодействий.

Модель Лоренца для уширения линий в газе. Дипольный момент молекулы как случайная функция времени. Корреляционная теория формы контура. Теорема Винера-Хинчина. Стационарный случайный процесс. Эргодическая теорема. Дипольная функция корреляции и ее свойства. Столкновительная модель Лоренца с точки зрения корреляционной теории. Лоренцевский контур.

4) Механизмы уширения колебательных переходов в жидкостях.

Возмущение дипольного момента поглощающей молекулы в жидкости. Гипотеза Френкеля. Марковский случайные процесс. Механизмы уширения колебательных переходов в жидкостях. Броуновское вращение молекул. Связь ширины контура с вязкостью жидкости. Локальные диполь-дипольные взаимодействия. Неоднородное уширение. Доплеровский контур спектральных линий в газе. Гауссовский контур. Спектральная диффузия.

5) Специфические межмолекулярные взаимодействия.

Проявление водородной связи в инфракрасных спектрах. Комплексы с межмолекулярной водородной связью. Внутримолекулярная водородная связь. Примеры водородных связей. Определение энергии водородной связи по инфракрасным спектрам разными методами (метод Беджера и Бауэра, метод Иогансена - по указанию преподавателя).

6) Межмолекулярные взаимодействия в конформационном анализе.

Понятие конформации. Проявления конформационной неоднородности соединений в молекулярных спектрах. Влияние межмолекулярных взаимодействий на параметры конформационного равновесия. Установление конформационной неоднородности конкретных низкомолекулярных

соединений по их колебательным спектрам (при изменении агрегатного состояния, температуры, полярности среды - по указанию преподавателя).

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Темы 1-3	ПК-2 ОПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы теста, контрольная работа, выполнение практических работ
			умеет	Устный опрос (УО-1)	
			владеет	Тест (ПР-1)	
1	Темы 4-5	ОПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы теста, практических работ, контрольная работа, вопросы на зачет.
			умеет	Устный опрос (УО-1)	
			владеет	Тест (ПР-1)	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для

оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная

- 1) G.C.Maitland, M.Rigby, E.B.Smith, and W.A.Wakeham. *Intermolecular Forces. Oxford, 1981.*
- 2) И.Г.Каплан. Введение в теорию межмолекулярных взаимодействий. М., "Наука", 1982. Гл. 1,4,5.
- 3) К.Г.Тохадзе. Физика возбужденных молекул. Учебное пособие. Л., 1988. Главы 1-3.

Дополнительная

- 1) Л.Д.Ландау, Е.М.Лившиц. Квантовая механика. Статистическая физика. (2е и по-след. издания).
- 2) Гиршфельдер, Кертисс, Берд. Молекулярная теория жидкостей и газов. М., 1961.
- 3) Резибуа, де Ленер. Классическая кинетическая теория газов и жидкостей. М., 1980.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

Важной является самостоятельная работа по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. При подготовке к занятиям студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины, а также справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

При промежуточной аттестации до экзамена должны сдать все отчетные работы и получить допуск к экзамену.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Межмолекулярные взаимодействия» необходима аудитория, снабженная мультимедийным оборудованием.



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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Межмолекулярные взаимодействия»
Направление подготовки 03.03.02 Физика
Форма подготовки очная**

**Владивосток
2017**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	6 часов	Работа на практических занятиях
2	4 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	8 часов	Работа на практических занятиях
3	6 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	8 часов	Работа на практических занятиях
4	8 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	8 часов	Работа на практических занятиях
5	10 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	8 часов	Работа на практических занятиях
6	12 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	8 часов	Работа на практических занятиях
7	14 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	8 часов	Работа на практических занятиях
8	16 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	8 часов	Работа на практических занятиях
9	18 неделя	Подготовка к семинарским занятиям	8 часов	Работа на практических занятиях

Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа помогает студентам:

1) овладеть знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);

- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;

- работа со справочниками и др. справочной литературой;

- использование компьютерной техники и Интернета и др.;

2) закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекции;

- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;

- подготовка плана;

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа на лекции

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось просить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Работа с литературными источниками

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому

раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Требования к конспекту для практических занятий:

1. Должен быть в отдельной тетради, подписанный.
2. Обязательно писать план занятия с указанием темы, вопросов, списка литературы и источников.
3. Отражать проблематику всех поставленных вопросов (анализ источника, литературы).
4. Иметь по ним аргументированные выводы. Слово «аргументированные» является ключевым. Главное - доказуемость выводов.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;
- валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы:

- Работа на практических занятиях.

Критерии оценки результатов самостоятельной работы

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- сформированность общеучебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.



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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
Межмолекулярные взаимодействия
Направление подготовки - 03.03.02 Физика

Форма подготовки очная

Владивосток
2017

Паспорт ОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ОПК-1 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественно-научные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	Знает
Умеет		применять полученные знания для решения поставленных актуальных задач в своей научно-исследовательской работе.
Владеет		навыками работы с прикладными аспектами экспериментальной и теоретической физики.
ПК-2 способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Знает	о типах межмолекулярных взаимодействий, современные концепции молекулярной физики и химии
	Умеет	обсуждать физико-химические и биохимические аспекты функционирования биологических систем с применением понятий и терминов межмолекулярных взаимодействий
	Владеет	навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме, фундаментальными знаниями о специфике поведения вещества в нанометровом размерном диапазоне

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Темы 1-3	ПК-2 ОПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы теста, контрольная работа, выполнение
			умеет	Устный опрос (УО-1)	

			владеет	Тест (ПР-1)	практических работ
1	Темы 4-5	ПК-2 ОПК-1	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы теста, практических работ, контрольная работа, вопросы на зачет.
			умеет	Устный опрос (УО-1)	
			владеет	Тест (ПР-1)	

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ПК-2 способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	знает (пороговый уровень)	знает о возможности использования основных естественнонаучных законов для понимания окружающего мира и явлений природы	понимание окружающего мира и явлений природы с точки зрения основных естественнонаучных законов	умение объяснять не все различные природные явления на основании знания законов естественнонаучных дисциплин	61-75
	умеет (продвинутый)	умеет использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы	понимание окружающего мира и явлений природы с точки зрения основных естественнонаучных законов	умение объяснять большинство различных явлений природы на основании знания законов естественнонаучных дисциплин	76-85
	владеет (высокий)	использует основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы	понимание окружающего мира и явлений природы с точки зрения основных естественнонаучных законов	умение объяснять явления природы на основании знания законов естественнонаучных дисциплин	86-100
ОПК-1 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и	знает (пороговый уровень)	как организовать экспериментальные исследования и получить результат	получает результаты, самостоятельно о организовав экспериментальные исследования	количество самостоятельно организованных экспериментальных исследований	61-75
	умеет (продвинутый)	организовать экспериментальные исследования, получить и обработать результаты	самостоятельно организует исследования, получает результаты и обрабатывает их	самостоятельно полученные и обработанные результаты исследования, представленные руководителю	76-85
	владеет (высокий)	способность организовать	способность проанализировать	самостоятельно полученные и	86-100

ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)		исследование, получить, обработать и проанализировать полученные результаты	ать полученные и обработанные результаты собственных исследований	обработанные результаты исследований, которые можно представить в виде доклада или иной публикации	
--	--	---	---	--	--

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Промежуточная аттестация обучающихся по учебной дисциплине осуществляется в рамках завершения изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения являются умения и знания.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена и позволяет определить развитие общих компетенций, предусмотренных для ОПОП. Условием допуска к экзамену является успешное освоение обучающимися всех элементов дисциплины (выполнение и сдача всех коллоквиумов и контрольных работ).

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе повседневной учебной работы по курсу дисциплины. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины, овладению общими компетенциями.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Природа межмолекулярных сил. Различные вклады во взаимодействие и их физический смысл.
2. Характеристики реальных газов. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса.
3. Вириальное уравнение состояния. Вириальные коэффициенты. Вывод выражений для вириальных коэффициентов через статистические суммы для невзаимодействующих и взаимодействующих частиц.
4. Расчет вириальных коэффициентов. Расчет статистических сумм в классическом пределе.
5. Модельные потенциалы взаимодействия
6. Определение параметров потенциалов по температурной зависимости вириальных коэффициентов.
7. Экспериментальные данные о температурной зависимости второго вириального коэффициента. Вторые вириальные коэффициенты для молекулярных газов, для бинарной смеси газов. Правило Лоренца-Бертло.

8. Классическая динамика столкновения двух частиц. Эквивалентность задаче движения в центральном поле. Полная энергия столкновения. Центробежный потенциал.
9. Классическая функция рассеяния. Вывод выражения. Характерное поведение функции рассеяния в зависимости от комбинации параметров b и v .
10. Дифференциальное и интегральное сечения рассеяния. Сечения рассеяния для потенциала твердых сфер. Особенности функции дифференциального сечения для типичного потенциала. Интерпретация расходимостей.
11. Экспериментальные методы исследования столкновений.
12. Квантовомеханическое описание процесса рассеяния.
13. Восстановление потенциала взаимодействия по данным эксперимента высокого разрешения по рассеянию атомов благородного газа.
14. Принципы описания процессов рассеяния в многоатомных системах. S-матрица. Выражения для амплитуды рассеяния и сечений и метод парциальных волн: сравнение со случаем пары частиц. Пример: построение системы уравнений для описания рассеяния в системе двухатомная молекула - атом.
15. Уравнение Больцмана. Вывод. Распределение Максвелла.
16. Коэффициенты переноса. Определения. Эмпирические законы переноса им-пульса, энергии и массы.
17. Решение Энскога-Чэпмена. Основная идея. Выражения для коэффициентов переноса в первом приближении. Выражения для интеграла столкновений. Учет дальнейших приближений.
18. Приведенный интеграл столкновений. Сравнение с экспериментальными данными по вязкости для благородных газов. Принцип соответственных состояний.
19. Определение потенциала взаимодействия атомов благородного газа по температурной зависимости вязкости.
20. Порядки величин и характерное поведение коэффициентов переноса в зависимости от температуры и сорта газа. Обзор экспериментальных данных.
21. Димеры и Ван-дер-ваальсовы молекулы. Экспериментальные методы исследования свойств димеров.
22. Определение параметров взаимодействия. Анализ колебательно-вращательных спектров димеров. Метод Ридберга-Кляйна-Риса.
23. Чувствительность спектроскопических измерений и измерений сечений к виду межмолекулярного потенциала.

Критерии оценки на экзамене

Оценка «отлично» ставится, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и

последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

Оценка «хорошо» ставится, если ответ обнаруживает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если ответ свидетельствует в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если ответ обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.