



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВПО «ИГУ»
Кафедра Общей физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ В.В. Рябчиков

« ____ » _____ 2014 г.

Рабочая программа дисциплины

Код направления: **03.03.02 Физика**
03.03.03 Радиофизика
11.04.03 Электроника и нанoeлектроника
Наименование дисциплины: **Молекулярная физика**

Степень (квалификация) выпускника: **академический бакалавр для направлений**
03.03.02 Физика
03.03.03 Радиофизика
прикладной бакалавр для направления
11.04.03 Электроника и нанoeлектроника

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол №__ от « ____ » _____ 2014г.

Председатель _____

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № _____

От « ____ » _____ 2014г.

Зав.кафедрой _____ Щербаченко Л.А.

Иркутск 2014г.

Содержание

1	Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2	Место дисциплины (модуля) в структуре ООП.	4
3	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	5
4	Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	6
5	Содержание дисциплины (модуля)	6
5.1	Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	6
5.2	Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	7
5.3	Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	8
6	Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.	8
7	Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	9
8	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля): а) основная литература; б) дополнительная литература; в) программное обеспечение; г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	9
9	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	9
10	Образовательные технологии	9
11	Оценочные средства. (ОС).	10
11.1	Оценочные средства	10
11.2	Оценочные средства текущего контроля	10
11.3	Оценочные средства для промежуточной аттестации в форме экзамена.	11

1. Цели и задачи дисциплины

Задачи дисциплины

Целью дисциплины является введение в физику молекулярных систем, рассмотрение методов их изучения и современных достижений. Особенности поведения и сложность в описании состояния молекулярных систем приводят к необходимости использования различных подходов: динамического, статистического и термодинамического. Изучение статистических закономерностей требует включения в курс элементарных математических представлений о вероятности, различных способах ее расчета, понятий математического ожидания и дисперсии, функций распределения. Законы термодинамики рассматриваются расширенно, особое внимание уделяется статистическому обоснованию законов, понятиям энтропии, термодинамической температуры, функциям состояния системы. Вводятся основные парадоксы и новые подходы к исследованию поведения больших систем. Рассмотрение после идеальных газов, реальных систем и фазовых переходов позволяет дать представление об изучении реальных процессов в реальных веществах и усложнении математического описания. Также даются базовые понятия об уравнениях переноса, фазовых переходах, методах исследования молекулярных систем. На практических занятиях студенты учатся применять полученные знания при решении задач, овладевают основами решения типовых задач. Знания, полученные при изучении курса формируют необходимые навыки и составляют основу для дальнейшего освоения курсов, связанных с изучением свойств сложных молекулярных систем. При изучении дисциплины «Молекулярная физика» решаются следующие задачи:

- изучение и овладение методами теории вероятности и математической статистики
- формирование у студентов умений применения знаний при исследовании и построении математических моделей для явлений молекулярной физики;
- овладение студентами знаний по применению статистики при исследовании поведения скоростей молекул и средних величин;

- формирование у студентов навыков самостоятельного приобретения знаний для обоснований основных закономерностей молекулярной физики;
- овладение практическими навыками и приемами расчетов средних величин при известных функциях распределения; теплоемкостей, КПД, работы, внутренней энергии и приращения энтропии при различных термодинамических циклах; изменений термодинамических величин при изопроцессах газа;
- формирование у студентов опыта применения знаний при исследовании и построении моделей физических процессов переносов (теплопроводность, вязкость, диффузия) и фазовых переходов в реальных системах;
- усвоение студентами идей единства строения материи и неисчерпаемости процесса ее познания, понимание роли практики в познании.

Программа дисциплины ориентирована на развитие у студентов интереса к познанию характера поведения молекулярных систем в различных термодинамических условиях и на приобретение навыков самостоятельного изучения некоторых разделов теории и их приложений.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Молекулярная физика» входит в модуль Общая физика базовой части Б1.Б.6.2 математического и естественнонаучного цикла основной образовательной программы по направлениям: **03.03.02 Физика, 03.03.03 Радиофизика, 11.04.03 Электроника и наноэлектроника**. При изучении «Молекулярная физика» используются знания, приобретенные при изучении «Механики» и «Математического анализа». Дисциплина «Молекулярная физика» является базовой для изучения таких дисциплин как «Статистическая физика», «Термодинамика», «Физика твердого тела», «Физика фундаментальных взаимодействий», «Физико-химические основы материаловедения» а также ряда дисциплин модуля «Теоретическая физика: «Теоретическая механика», «Квантовая теория» «Теория конденсированного состояния», а также ряда учебных дисциплин профилей «теоретическая физика», «физика конденсированного состояния вещества» и других профилей.

Общая трудоемкость дисциплины – 6 зачетных единиц.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2); способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией (ОПК-5); способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-6); способность использовать в своей профессиональной деятельности знание иностранного языка (ОПК-7); способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); способность 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 (ПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: теоретические основы, основные понятия, законы и модели молекулярной физики

уметь: понимать, излагать и анализировать закономерности физических процессов в молекулярной физике, пользоваться теоретическими основами, основами, законами и моделями;

владеть: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		2	-	-	-
Аудиторные занятия (всего)	98/2,7	98/2,7	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	56/1,6	56/1,6	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	38/1	38/1	-	-	-
Семинары (С)	-	-	-	-	-
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4/0,1	4/0,1	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	82/2,3	82/2,3	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-	-	-
Реферат (при наличии)	-	-	-	-	-
<i>Домашние контрольные работы</i>	46/1,3	46/1,3	-	-	-
Вид промежуточной аттестации экзамен	36/1	36/1	-	-	-
Общая трудоемкость	часы	216	216	-	-
	зачетные единицы	6	6	-	-

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины. Все разделы и темы нумеруются.

Тема 1. Введение.

Динамический, термодинамический и статистический подходы к изучению молекулярных систем. Связь структуры и свойств, аллотропные формы углерода. Объекты исследования, цели, методы молекулярной физики.

Тема 2. Элементы статистической теории и законы распределения случайных величин.

Основы теории вероятности и статистики закономерности. Статистическая обработка результатов измерений в ходе экспериментов. Математическое ожидание и дисперсия дискретной и непрерывной случайной величины. Модель идеального газа. Плотность вероятности и функция распределения непрерывной случайной величины. Нормальное распределение случайной величины (распределение Гаусса). Биноминальное распределение. Экспериментальная проверка биномиального, нормального распределений.

Тема 3. Распределения в молекулярной физике.

Статистический ансамбль, понятие среднего по времени и среднего по ансамблю. Эргодическая гипотеза и постулат равновероятности. Распределение молекул по

компонентам скорости и модулю скорости (распределение Максвелла). Характерные скорости распределения. Распределение Максвелла по энергии. Характерные энергии распределения. Парадоксы распределений. Экспериментальная проверка биномиального, нормального и распределения Максвелла по скоростям молекул. Понятие макро- и микросостояния, принцип равновероятности микросостояний. Тепловое и термодинамическое равновесие, приближение к равновесию. Принцип детального равновесия. Энтропия и число возможных состояний системы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы молекул. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле (распределение Больцмана). Барометрическая формула. Распределение Максвелла-Больцмана. Понятие флуктуации, среднее число частиц, зависимость флуктуаций от числа частиц в системе.

Тема 4. Основные законы термодинамики.

Объяснение законов термодинамики на основе статистической теории. Первое начало термодинамики. Теплота, работа, энергия, энтропия. Функции состояния системы. Работа и энтропия в изопроцессах. Классическая теория теплоемкости. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга-Пти. Теплоемкость молекулярного водорода. Основы квантовой теории теплоемкости. Второе и третье начала термодинамики. Термодинамический подход (формулировки Клаузиуса и Кельвина) и статистический подход. Теоремы Карно. Неравенство Клаузиуса. Изменение энтропии в изопроцессах. Поведение энтропии в обратимых и необратимых процессах.

Тема 5. Циклические процессы в газах

Изопроцессы в идеальном газе. Уравнение Пуассона для адиабатного процесса. Работа и энтропия при адиабатическом процессе. Политропный процесс. Уравнение политропы. Изопроцессы, как частные случаи политропного процесса. Энтропия, статистический и термодинамический подходы к изучению. Обратимые и необратимые процессы в термодинамике. Циклические процессы в газах. Изменение энтропии в изопроцессах. КПД тепловой машины. Энтропия цикла Карно.

Тема 6. Реальные газы и жидкости, твердые тела.

Силы межмолекулярного взаимодействия, агрегатные состояния вещества. Потенциал Леннарда-Джонса. Переход вещества из газообразного состояния в жидкое. Изотермы реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода.

Тема 7. Процессы переноса в газах и жидкостях.

Виды процессов переноса - теплопроводность, вязкость, диффузия. Определение длины свободного пробега. Коэффициенты теплопроводности, внутреннего трения и диффузии. Общее уравнение переноса.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми

(последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых дисциплин	№ тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых дисциплин						
		2	3					
1.	Теоретическая механика							
2.	Термодинамика и статистическая физика	1	2	3	4	5	6	7
3.	Квантовая механика	2	6					

5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела Наименование темы	Виды занятий в часах					
		Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	<i>Тема 1. Введение</i>	3	4			10	17
2.	<i>Тема 2. Элементы статистической теории и законы распределения случайных величин.</i>	8	4			12	24
3.	<i>Тема 3. Распределения в молекулярной физике.</i>	10	4			12	26
4.	<i>Тема 4. Основные законы термодинамики.</i>	8	12			12	32
5.	<i>Тема 5. Циклические процессы в газах</i>	10	8			12	30
6.	<i>Тема 6. Реальные газы и жидкости, твердые тела.</i>	9	4			12	25
7.	<i>Тема 7. Процессы переноса в газах и жидкостях.</i>	8	2			12	22

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (ч.)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	1	Основное уравнение МКТ.	4	Тест, проверка задач	ОПК-2,5,6,7 ПК-1,2
2	2	Элементы теории вероятности и статистической теории, распределения в физике	4	Тест, проверка задач	ОПК-2,5,6,7 ПК-1,2
3	3	Распределение Максвелла по компонентам скорости и модулю скорости, распределение по энергии. Характерные скорости и энергии распределения.	4	Тест, проверка задач контрольная работа	ОПК-2,5,6,7 ПК-1,2
4	4	Первое и второе начала термодинамики.	4	Тест, проверка задач	ОПК-2,5,6,7 ПК-1,2
5	4	Внутренняя энергия и энтропия	4	Тест, проверка задач	ОПК-2,5,6,7 ПК-1,2
6	4	Уравнение политропы и адиабаты.	4	Тест, проверка задач коллоквиум	ОПК-2,5,6,7 ПК-1,2
7	5	Расчет теплоты, работы при изопроцессах .	4	Тест, проверка задач	ОПК-2,5,6,7 ПК-1,2

8	5	КПД различных циклов	4	Тест, проверка задач	ОПК-2,5,6,7 ПК-1,2
9	6	Уравнение Ван-Дер-Ваальса, расчет параметров газа.	4	Тест, проверка задач	ОПК-2,5,6,7 ПК-1,2
10	7	Уравнение переноса	2	Тест, проверка задач	ОПК-2,5,6,7 ПК-1,2

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература;

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика, М., Оникс, 2006, 359
2. Иродов И.Е. Задачи по общей физики, С-П. Лань. 2005
3. Ю.И.Тютрин, И.П.Чернов, Ю.Ю.Крючков Физика. Молекулярная физика. Термодинамика: Учебник. – СПб.: Издательство "Лань", 2008. – 288 с.: ил.- (Учебники для вузов. Специальная литература).

б) дополнительная литература;

1. Тютрин Ю.П., Чернов И.П., Крючков Ю.Ю. Молекулярная физика. Термодинамика. С-Пб., 2008.- 276с.
2. Рейф Ф.С. Берклевский курс физики, т.5: Статистическая физика, М.: Наука, 1983
3. Савельев И.В. Курс физики, т.1: Механика, молекулярная физика, М.: Наука, 1989
4. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика, -М.: Наука, 1977
5. Сборник задач по общему курсу физики, // под ред. Сивухина Д.В.М.: Наука, 1976
6. Р.В. Поль. Механика, акустика и учения о теплоте. М.: Наука, 1971.
7. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 1990
8. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. М.: Наука, 2004

в) программное обеспечение;

интерактивные программные комплексы: «Открытая физика, 1.0» (части I и II), «Молекулярная физика», компании «Новый диск» 107005, Москва, а/я 42, тел/факс 147-13-38

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: интернет ресурсы в свободном доступе, а также на сайте ИГУ www.isu.ru и физического факультета ИГУ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лабораторный практикум по курсу "Молекулярной физики", позволяющий провести 10 лабораторных работ

10. Образовательные технологии:

Демонстрации: http://skillopedia.ru/materials_tags.php?tag=%EC%E5%EA%F3%EB%FF%F0%ED%E0%FF+%F4%E8%E7%E8%EA%E0
<http://school-collection.iv-edu.ru/catalog/rubr/a127a253-6d4f-431c-9d9e-ce1f86260293/78879/?interface=themcol>

Демонстрационные модели:<http://sc.karelia.ru/catalog/rubr/a127a253-6d4f-431c-9d9e-ce1f86260293/38063/?interface=themcol>

11. Оценочные средства. (ОС).

11.1 Оценочные средства для входного контроля: тесты с открытыми вопросами (7 шт.).

11.2 Оценочные средства текущего контроля: Контрольные работы (1 шт.), Коллоквиум (2 шт.), Проверка задач для самостоятельного решения в письменной форме и проверка понимания решения - в устной форме, постоянно. Проверка и обсуждение отчетов по лабораторному практикуму – индивидуально по каждой работе.

Контрольные вопросы:

- ✓ Объекты исследования, цели, методы молекулярной физики.
- ✓ Динамический, термодинамический и статистический подходы к изучению молекулярных систем.
- ✓ Статистический ансамбль, понятие среднего по времени и среднего по ансамблю.
- ✓ Эргодическая гипотеза и постулат равновероятности
- ✓ Понятия теории вероятности: случайные события, определение вероятности (классическое, геометрическое, статистическое).
- ✓ Теоремы сложения и умножения вероятностей, условная вероятность, нормировка вероятности.
- ✓ Плотность вероятности и функция распределения непрерывной случайной величины.
- ✓ Распределение молекул газа по объему. Вероятность обнаружения молекулы газа в выделенном объеме, если плотность вероятности постоянна. (показать, что вероятность сводится к соотношению объемов).
- ✓ Математическое ожидание, дисперсия. Условие нормировки вероятности.
- ✓ Понятие макро- и микросостояния, принцип равновероятности микросостояний, термодинамическое равновесие, приближение к равновесию.
- ✓ Понятие идеального газа, теорема о равномерном распределении энергии
- ✓ Нормальное распределение случайной величины (распределение Гаусса).
- ✓ Биномиальное распределение случайных величин.
- ✓ Понятие флуктуации, среднее число частиц, зависимость флуктуаций от числа частиц в системе.
- ✓ Среднее значение кинетической энергии, основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
- ✓ Удельная теплоемкость идеального газа. Термодинамическая температура. Принцип детального равновесия.
- ✓ Распределение молекул по компонентам скорости и модулю скорости (распределение Максвелла)
- ✓ Распределение Максвелла по энергии. Характерные скорости и энергии распределения.
- ✓ Идеальный газ во внешнем потенциальном поле (распределение Больцмана).
- ✓ Барометрическая формула.
- ✓ Смесь газов в сосуде – распределение по концентрации.
- ✓ Подъемная сила летательных аппаратов с открытой и закрытой оболочками.
- ✓ Число степеней свободы молекул, теорема о распределении энергии по степеням свободы.

11.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации: Экзамен в устной форме.

Разработчики:

_____ кандидат физ-мат.наук Танаев А.Б.

Программа рассмотрена на заседании кафедры Общей физики

« _____ » _____ 2014г.

Протокол № _____

Зав.кафедрой _____ д.т.н, профессор Л.А.Щербаченко