



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВПО «ИГУ»)



«Утверждаю»

Первый проректор,
проректор по учебной работе,
проф. И.Н. Гутник

«31» августа 2011 г.

Физический факультет
Кафедра общей физики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Молекулярная физика

Код дисциплины по учебному плану Б2 Б 1 2

Для студентов по направлению 011800.62– «Радиофизика»

Иркутск

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Обеспечиваемые компетенции:

Способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОК-8), способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОК-10), способность к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии (ОК-12), способность к овладению базовыми знаниями в области информатики и современных информационных технологий, программными средствами и навыками работы в компьютерных сетях, использованию баз данных и ресурсов Интернет (ОК-14), способность использовать нормативные правовые документы в своей деятельности (ОК-18), способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-19).

1.2. Цель

Повышение уровня образования студентов, расширение мировоззрения и подготовка к восприятию современной науки.

1.3. Задачи

В классических университетах он традиционно читается после механики, законы которой сформулированы в духе классического детерминизма. В связи с этим представляется необходимым, прежде всего, дать понятие больших молекулярных систем, статистических ансамблей и показать вероятностный характер их поведения. 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. В этом плане молекулярная физика является как бы основой для восприятия последующих разделов физики.

Кроме того даются базовые понятия об уравнениях переноса, фазовых переходах, методах исследования молекулярных систем.

1.4. Место дисциплины в процессе подготовки бакалавра

Курс «**Молекулярная физика**» – часть курса общей физики, являющегося основным в общей системе современной подготовки студентов – физиков. В классических университетах он читается после механики и позволяет создать базу для изучения последующих разделов общей и теоретической физики.

2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ РАБОТ

Для студентов очного отделения

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6,0 зач. ед., 219 часов.

№	Темы, раздел	Всего часов	Аудиторные занятия			Самост. работа студентов		
			Лекции	Семина.	Лабор	СРС	КСР	Вид КСР
1	Динамический, термодинамический и статистический подходы к изучению молекулярных систем.	9	2	1	2	4		
2	Статистический подход к описанию молекулярных явлений	15	2	1	4	8		
3	Элементы статистической теории идеальных газов и законы распределения случайных величин	9	2	1	2	4		
4	Процессы переноса	33	3	1	8	20	1	зачет
5	Основы молекулярно-кинетической теории газов	12	4	2	2	4		
6	Распределения в Молекулярной физике	13	3	2	2	5	1	зачет
7	Первое начало термодинамики	16	3	1	3	7	2	кол.
8	Классическая теория теплоемкости	9	2	1	2	4		
9	Циклические процессы в газах	11	3	1	2	5		
10	Второе и третье начала термодинамики	14	3	2	3	4	2	контр.
11	Фазовые переходы I и II рода.	12	2	1	2	7		
12	Реальные газы и жидкости	15	3	2	2	8		
13	Твердые тела.	15	4	2	2	7		
	Экзамен	36						
	ВСЕГО (часы)	219	36	18	36	87	6	

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Общее (по всем темам)

№	Название разделов (тем)	Краткое содержание раздела (темы)
1	Динамический, термодинамический и статистический подходы к изучению молекулярных систем.	Объекты исследования, цели, методы молекулярной физики. Динамический, термодинамический и статистический подходы к изучению молекулярных систем.
2	Статистический подход к описанию молекулярных явлений	Статистический ансамбль, понятие среднего по времени и среднего по ансамблю. Эргодическая гипотеза и постулат равновероятности. Основы теории вероятности и стат.закономерности
3	Элементы статистической теории идеальных газов и законы распределения случайных величин	Модель идеального газа. Плотность вероятности и функция распределения непрерывной случайной величины. Распределение молекул газа по объему. Понятие макро- и микросостояния, принцип равновероятности микросостояний, термодинамическое равновесие, приближение к равновесию. Нормальное распределение случайной величины (распределение Гаусса). Биномиальное распределение случайных величин.
4	Процессы переноса	Вид процесса переноса в газах - теплопроводность. Связь между коэффициентами теплопроводности, внутреннего трения и диффузии.
5	Основы молекулярно-кинетической теории газов	Среднее значение кинетической энергии, основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Удельная теплоемкость идеального газа. Термодинамическая температура. Принцип детального равновесия. Число степеней свободы молекул, теорема о распределении энергии по степеням свободы.
6	Распределения в Молекулярной	Распределение молекул по

	физике	компонентам скорости и модулю скорости (распределение Максвелла). Характерные скорости распределения. Распределение Максвелла по энергии. Характерные энергии распределения. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле (распределение Больцмана). Барометрическая формула. Подъемная сила летательных аппаратов с открытой и закрытой оболочками.
7	Первое начало термодинамики	Основные законы термодинамики и их объяснение на основе статистической теории. Первое начало термодинамики. Теплота, работа, энергия. Функции состояния системы. Работа и энтропия в изопроцессах.
8	Классическая теория теплоемкости	Удельная теплоемкость идеального газа. Термодинамическая температура. Принцип детального равновесия. Классическая теория теплоемкости. Соотношения между теплоемкостями, данные по теплоемкости молекулярного водорода. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга-Пти
9	Циклические процессы в газах	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.
10	Второе и третье начала термодинамики	Второе и третье начала термодинамики. Термодинамический подход (формулировки Клаузиуса и

		Кельвина) и статистический подход. Теоремы Карно. Неравенство Клаузиса. Поведение энтропии в обратимых и необратимых процессах.
11	Фазовые переходы I и II рода.	Термодинамические потенциалы (Внутренняя энергия, энтропия, энтальпия, свободная энергия Гельмгольца, свободная энергия Гиббса). Потенциалы и равновесие. Принцип Ле-Шателье-Брауна. Смысл термодинамического равновесия в открытых системах. Фазовые переходы I и II рода. Классификация по Эренфесту. Скрытая теплота перехода, скачок теплоемкости. Силы межмолекулярного взаимодействия, агрегатные состояния вещества. Потенциал Леннарда-Джонса.
12	Реальные газы и жидкости	Переход вещества из газообразного состояния в жидкое. Изотермы реальных газов. Правило рычага. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Уравнение Клайперона-Клаузиса. Скрытая теплота при фазовых переходах I – рода.
13	Твердые тела	Кристаллическое состояние вещества. Элементы симметрии. Период трансляции. Элементарная и примитивная ячейки.

3.2. Темы семинарских занятий

1. Элементы статистической теории идеальных газов и законы распределения случайных величин
2. Основы молекулярно- кинетической теории газов
3. Распределения в Молекулярной физике
4. Первое начало термодинамики
5. Циклические процессы в газах
6. Второе и третье начала термодинамики
7. Реальные газы и жидкости

Вопросы к коллоквиуму

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

23. Число степеней свободы молекул, теорема о распределении энергии по степеням свободы.

3.3. Тематика заданий для самостоятельной работы

1. Агрегатные состояния вещества. Основные признаки
2. Термодинамическая температура
3. Эмпирические шкалы температур
4. Элементы комбинаторики
5. Теоремы сложения и умножения вероятностей, условная вероятность.
6. Дискретные случайные величины, закон распределения дискретных случайных величин. Математическое ожидание и дисперсия
7. Понятие флуктуации, среднее число частиц, зависимость флуктуаций от числа частиц в системе.
8. Экспериментальная проверка распределения Максвелла
9. Опыты Перрена
10. Атмосферы планет
11. Определение длины свободного пробега молекул
12. Броуновское движение
13. Демон Максвелла
14. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления
15. Термоэлектрические явления.
16. Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса.
17. Диаграмма состояния трехфазной системы. Тройная точка.

3.4. Примерный список вопросов к экзамену

1. Объекты исследования, цели, методы молекулярной физики.
2. Динамический, термодинамический и статистический подходы к изучению молекулярных систем.
3. Статистический ансамбль, понятие среднего по времени и среднего по ансамблю.
4. Э르고дическая гипотеза и постулат равновероятности
5. Понятия теории вероятности: случайные события, определение вероятности (классическое, геометрическое, статистическое).
6. Теоремы сложения и умножения вероятностей, условная вероятность, нормировка вероятности.
7. Плотность вероятности и функция распределения непрерывной случайной величины.
8. Распределение молекул газа по объему. Вероятность обнаружения молекулы газа в выделенном объеме, если плотность вероятности постоянна. (показать, что вероятность сводится к соотношению объемов)
9. Математическое ожидание, дисперсия. Условие нормировки вероятности.

10. Понятие макро- и микросостояния, принцип равновероятности микросостояний, термодинамическое равновесие, приближение к равновесию.
11. Понятие идеального газа, теорема о равномерном распределении энергии
12. Нормальное распределение случайной величины (распределение Гаусса).
13. Биномиальное распределение случайных величин.
14. Понятие флуктуации, среднее число частиц, зависимость флуктуаций от числа частиц в системе.
15. Среднее значение кинетической энергии, основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
16. Удельная теплоемкость идеального газа. Термодинамическая температура. Принцип детального равновесия.
17. Распределение молекул по компонентам скорости и модулю скорости (распределение Максвелла)
18. Распределение Максвелла по энергии. Характерные скорости и энергии распределения.
19. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле (распределение Больцмана).
20. Барометрическая формула.
21. Смесь газов в сосуде – распределение по концентрации.
22. Подъемная сила летательных аппаратов с открытой и закрытой оболочками.
23. Число степеней свободы молекул, теорема о распределении энергии по степеням свободы.
24. Основные законы термодинамики и их объяснение на основе статистической теории.
25. Первое начало термодинамики. Теплота, работа, энергия. Функции состояния системы.
26. Работа и энтропия в изопроцессах.
27. Классическая теория теплоемкости. Соотношения между теплоемкостями, данные по теплоемкости молекулярного водорода.
28. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга-Пти.
29. Уравнение Пуассона для адиабатного процесса. Работа и энтропия при адиабатическом процессе.
30. Политропный процесс. Уравнение политропы. Изопроцессы, как частные случаи политропного процесса.
31. Энтропия, статистический и термодинамический подходы к изучению. Обратимые и необратимые процессы в термодинамике.
32. Циклические процессы в газах. Изменение энтропии в изопроцессах.
33. КПД тепловой машины. Энтропия цикла Карно.
34. Второе начало термодинамики. Термодинамический подход (формулировки Клаузиуса и Кельвина) и статистический подход.

35. Теоремы Карно. Неравенство Клаузиуса. Поведение энтропии в обратимых и необратимых процессах.
36. Термодинамические потенциалы (Внутренняя энергия, энтропия, энтальпия, свободная энергия Гельмгольца, свободная энергия Гиббса). Потенциалы и равновесие.
37. Принцип Ле-Шателье-Брауна. Смысл термодинамического равновесия в открытых системах.
38. Фазовые переходы I и II рода. Классификация по Эренфесту. Скрытая теплота перехода, скачок теплоемкости.
39. Силы межмолекулярного взаимодействия, агрегатные состояния вещества. Потенциал Леннарда-Джонса.
40. Переход вещества из газообразного состояния в жидкое. Изотермы реальных газов. Правило рычага.
41. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
42. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Скрытая теплота при фазовых переходах I – рода.
43. Вид процесса переноса в газах - теплопроводность.
44. Вид процесса переноса в газах - внутреннее трение.
45. Вид процесса переноса в газах - диффузия.
46. Общий вид уравнений переноса. Время релаксации, длина свободного пробега.
47. Связь между коэффициентами теплопроводности, внутреннего трения и диффузии.
48. Кристаллическое состояние вещества. Элементы симметрии.

4. ФОРМЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ:

Контрольные работы - 4

Конспекты тем самостоятельной работы - 17

Коллоквиум (промежуточный экзамен) – 1 - письменный, пятибальная система оценок

Экзамен – по завершению курса, устный, пятибальная система оценок

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Интернет-источники

Демонстрации

http://skillopedia.ru/materials_tags.php?tag=%EC%EE%EB%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>

5.2. Оборудование

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

5.3. Материалы

6. Литература

6.1. 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 вызов. Специальная литература).

6.2. 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. Польш. 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

ЛИСТ ОБНОВЛЕНИЯ

Дата	Внесенные обновления	Подпись автора	Подпись зав. кафедрой

Программу составил:
доцент, к.ф.м.н кафедры общей физики
Просекина И.Г.



подпись

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

«Общей физики»

«30» августа 2011 г.

Зав. кафедрой Общей физики, д.т.н., профессор
Щербаченко Л.А.



подпись

Согласовано: председатель УМК
Карнаков В.А.



подпись