

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах

УТВЕРЖДАЮ
Зам. декана ФНМ по учебной
работе
_____/А.В. Кнотько /
«__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Статистическая физика

Уровень высшего образования:

бакалавриат

Направление подготовки:

04.03.02 Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:

общий

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Методической комиссией факультета наук о материалах
(протокол №_____, дата)

Москва 2016

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от _____20__ г.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: базовая часть, общенаучная подготовка, модуль «Физика», курс предназначен для студентов факультета наук о материалах 3-го года обучения (5-й семестр), курс является обязательным

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):

Математический анализ
Обыкновенные дифференциальные уравнения
Общая физика
Квантовая физика

3. Результаты обучения по дисциплине:

Знать: основные понятия и теоретические основы статистической физики

Уметь: решать задачи, связанные с основными элементами статистической физики

Владеть: основным понятийным и математическим аппаратом статистической физики

4. Объем дисциплины составляет 3 з.е. (108 ак.ч.)

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Вид работы	Семестр				Всего
	5				
Общая трудоёмкость, акад. Часов	108				108
Аудиторная работа:	54				54
Лекции, акад. Часов	36				36
Семинары, акад. Часов	18				18
Лабораторные работы, акад. часов					
Самостоятельная работа, акад. Часов	54				54
Вид итогового контроля (зачёт, экзамен)	Экз.				

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

1. Характерные особенности макроскопических систем. (6 ч.)

Макроскопические и микроскопические состояния. Макроскопический параметр. Равновесие. Флуктуации в состоянии равновесия. Время релаксации. Изолированная система. Упорядоченные (неслучайные) и беспорядочные (случайные) состояния системы.

2. Понятия теории вероятностей в применении к статистическим системам. (6 ч.)

Статистический ансамбль. Фазовое пространство. Фазовая траектория. Усреднение по времени и усреднение по ансамблю. Равновесный ансамбль. Микроканонический ансамбль. Примеры систем, описываемых биномиальным распределением. Идеальный газ в сосуде с проницаемой перегородкой. Ансамбль невзаимодействующих частиц со спином 1/2. Гауссово распределение намагниченности около нулевого значения. Среднее значение намагниченности, дисперсия, стандартное отклонение.

3. Статистическое описание систем, состоящих из частиц. (8 ч.)

Доступные состояния системы. Постулат об априорной вероятности. Вычисление вероятностей. Число состояний, доступных макроскопической системе как функция энергии. Обратимый и необратимый процессы. Взаимодействие между системами. Тепловое взаимодействие. Адиабатическое взаимодействие. Первый закон термодинамики.

4. Тепловое взаимодействие. (8 ч.)

Распределение энергии между макроскопическими системами. Термодинамическая температура. Термометрический параметр. Энтропия, как логарифмическая мера числа доступных состояний системы (мера молекулярного беспорядка). Второе начало термодинамики. Перенос небольшого количества теплоты. Система в контакте с тепловым резервуаром. Канонический ансамбль. Статистическая сумма для канонического распределения. Средняя энергия идеального газа. Среднее давление идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Парамагнетизм. Закон Кюри.

5. Каноническое распределение в классическом приближении. (8 ч.)

Условия применимости классического приближения. Энтропия. Условия равновесия. Химический потенциал. Связь между статистическими и термодинамическими величинами. Свободная энергия Гельмгольца. Энтальпия. Термодинамический потенциал (энергия Гиббса). Статистическая сумма в классическом приближении. Определение средней энергии, энтропии, флуктуаций энергии, дисперсии и стандартного отклонения через статистическую сумму. Максвелловское распределение скоростей. Эффузия и молекулярные пучки. Теорема о равномерном распределении.

6. Термодинамическое взаимодействие при квазистатических процессах. (6 ч.)

Основное термодинамическое соотношение для квазистатического процесса. Энтропия и теплота идеального газа при квазистатическом процессе. Уравнение, описывающее состояние идеального газа при адиабатическом расширении (сжатии). Условия равновесия в изолированной системе при изменении внешнего параметра. Метастабильное равновесие.

Условия равновесия в системе, находящейся в контакте с тепловым резервуаром. Равновесие между фазами.

7. Распределения в системах тождественных частиц. (6 ч.)

Большой канонический ансамбль. Статистическая сумма для большого канонического ансамбля.

Распределение Ферми - Дирака. Распределение Бозе - Эйнштейна. Классический предел.

Излучение абсолютно черного тела и закон излучения Планка. Химический потенциал в системах во внешнем поле. Системы с отрицательной термодинамической температурой.

8. Кинетическое уравнение. (6 ч.)

Общее кинетическое уравнение. Система с двумя уровнями для невзаимодействующих частиц. Время релаксации и условия применимости кинетического уравнения. Вывод кинетического уравнения Больцмана.

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Пример контрольных задач

Одноатомный газ из N атомов при температуре T . Найти дисперсию энергии и отношение стандартного отклонения к среднему значению.

Найти плотность состояний для свободных частиц массой m в объеме V .
N слабозаимодействующих спинов $\frac{1}{2}$ в магнитном поле B при температуре T . Найти теплоемкость в высокотемпературном и низкотемпературном пределах.

Пример вопросов для “5-минутных контрольных” на семинарах

- Охарактеризовать усреднение по времени и усреднение по ансамблю
- Фазовая траектория линейного гармонического осциллятора
- Статистическая сумма для идеального газа в классическом приближении

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

N1

1. Статистический ансамбль. Усреднение по времени и усреднение по ансамблю.
 2. Канонический ансамбль. Статистическая сумма для канонического распределения.
-

N 2

1. Фазовое пространство. Фазовая траектория.
 2. Среднее давление идеального газа.
-

N 3

1. Большой канонический ансамбль.
 2. Парамагнетизм. Закон Кюри.
-

N 4

1. Микроканонический ансамбль.
 2. Перенос небольшого количества теплоты для систем находящихся в тепловом контакте.
-

N5

1. Распределение Ферми-Дирака.
 2. Теорема Лиувилля.
-

N 6

1. Условия применимости классического приближения. Статистическая сумма для канонического ансамбля в классическом приближении.
 2. Среднее давление идеального газа.
-

N 7

1. Доступные состояния системы. Постулат об априорной вероятности.
 2. Парамагнетизм. Закон Кюри.
-

N 8

1. Энтропия, как логарифмическая мера числа доступных состояний системы.
 2. Излучение абсолютно черного тела и закон излучения Планка.
-

N 9

1. Большой канонический ансамбль.
2. Теорема о равномерном распределении.

N 10

1. Тепловое и адиабатическое взаимодействие. Первое начало термодинамики.
 2. Распределение Ферми – Дирака.
-

N 11

1. Термодинамическая температура. Свойства температуры.
 2. Излучение абсолютно черного тела и закон излучения Планка.
-

N 12

1. Максвелловское распределение скоростей.
 2. Канонический ансамбль. Вычисление средней энергии и дисперсии энергии для канонического ансамбля.
-

N 13

1. Теорема о равномерном распределении.
 2. Средняя энергия идеального газа.
-

N 14

1. Канонический ансамбль. Статистическая сумма для канонического распределения.
 2. Распределение Бозе-Эйнштейна
-

N 15

1. Средняя энергия идеального газа.
 2. Канонический ансамбль. Статистическая сумма для канонического распределения.
-

N 16

1. Распределение Ферми-Дирака.
 2. Энтропия, как логарифмическая мера числа доступных состояний системы.
-

N 17

1. Распределение Бозе-Эйнштейна
 2. Канонический ансамбль. Статистическая сумма для канонического распределения.
-

N 18

1. Микроканонический ансамбль.
 2. Парамагнетизм. Закон Кюри.
-

N 19

1. Максвелловское распределение скоростей.
 2. Среднее давление идеального газа.
-

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Статистическая физика. Часть 1 (любое издание)
2. Ч.Киттель. Статистическая термодинамика (М., Наука, 1977)
3. М.А.Леонтович. Введение в термодинамику. Статистическая физика (М., Наука, 1983)
4. А.Г.Самойлович. Термодинамика и статистическая физика (М., Гос. изд-во технико-теоретич. лит-ры, 1953)
5. Я.П.Терлецкий. Статистическая физика (М., Высшая школа, 1994)
6. Ч.Киттель “Элементарная статистическая физика”, Москва, Изд. Иностранной литературы, 1960
7. Ф.Рейф “Статистическая физика”, Москва, Наука, 1986

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

7.3. Описание материально-технического обеспечения.

аудитория с доской, компьютерный проектор

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

9. Разработчик (разработчики) программы.

к.х.н. Р.Б. Васильев