

Программа курса «Термодинамика и статистическая физика»

1. Основные принципы статистики.

Микроскопическое и макроскопическое состояния системы.
Число состояний и плотность состояний.
Функция распределения.
Средние значения физических величин.
Матрица плотности.
Статистическая независимость.
Теорема Лиувилля.
Микроканоническое распределение.
Энтропия.
Энтропия идеального газа.
Закон возрастания энтропии.

2. Термодинамические величины.

Температура и давление.
Макроскопическое движение.
Адиабатический процесс.
Работа и количество тепла.
Первое и второе начала термодинамики.
Тепловая функция. Свободная энергия. Потенциал Гиббса.
Соотношение между производными термодинамических величин.
Процесс Джоуля-Томсона.
Максимальная работа. Цикл Карно.
Максимальная работа в среде. Неравенство Клаузиуса.
Условия равновесия.
Термодинамические неравенства.
Принцип Ле-Шателье.
Теорема Нернста.
Зависимость термодинамических величин от числа частиц.
Химический потенциал. Большой потенциал.
Равновесие тела во внешнем поле.
Термодинамика диэлектриков и магнетиков.
Тела, которые вращаются.
Релятивистская термодинамика.

3. Распределение Гиббса.

Каноническое распределение.
Каноническое распределение и термодинамика.
Большое каноническое распределение.
Большое каноническое распределение и термодинамика.
Изобарически-изотермический ансамбль.
Статистический оператор системы в термостате.
Термодинамическая теория возмущений.

4. Идеальный газ.

Распределение Максвелла-Больцмана.
Термодинамические функции идеального газа.
Двухатомный газ.

Магнетизм газов.
Двухуровневая система. Отрицательные температуры.

5. Идеальные ферми-и бозе-газы.

Распределение Ферми-Дирака.
Вырожденный электронный газ.
Элементарные возбуждения в идеальном ферми-газе.
Теплоемкость вырожденного электронного газа.
Уравнения состояния идеального электронного газа.
Парамагнетизм Паули.
Диамагнетизм Ландау.
Эффект де Гааза-ван Альфена.
Релятивистский ферми-газ.
Распределение Бозе-Эйнштейна.
Бозе-эйнштейновская конденсация.
Термодинамические функции вырожденного бозе-газа.
Черное излучение.
Модель Дебая. Фононы.
Тепловое расширение твердых тел.

6. Идеальный газ.

Частицы функции распределения.
Связь термодинамических величин с одночастичной и двухчастичной функциями распределения.
Уравнение Ван-дер-Ваальса.
Вириальное разложение.
Термодинамические функции плазмы.
Дебаевское экранирование.
Квантовая плазма.

7. Флуктуации.

Флуктуации энергии и числа частиц.
Распределение Гаусса.
Флуктуации в изолированных системах.
Флуктуации основных термодинамических величин.
Распределение Пуассона.
Корреляционные функции.
Броуновское движение.
Пространственная корреляция флуктуаций плотности.
Обобщенная восприимчивость.
Формула Кубо для обобщенной восприимчивости.
Флуктуационно-диссипативная теорема.
Флуктуации тока. Формула Найквиста.

8. Фазовые превращения.

Условия равновесия фаз.
Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
Преобразование газ-жидкость.
Критическая точка.
Свойства вещества вблизи критической точки.

Флуктуации плотности вблизи критической точки.
 Критические показатели.
 Фазовые превращения второго рода.
 Поле Вейсса.
 Критические показатели в теории молекулярного поля.
 Теория Ландау.
 Влияние внешнего поля на фазовые превращения.
 Флуктуации параметра порядка.
 Гипотеза подобия.
 Ренормализационная группа.
 Модель Изинга.
 Термодинамика сверхпроводящего перехода.
 Химическое равновесие. Ионизационное равновесие.

9. Растворы.

Энтропия смешивания.
 Слабые растворы.
 Осмотическое давление.
 Правило фаз.
 Влияние растворенного вещества на фазовую равновесие.
 Равновесие относительно растворенного вещества.
 Раствор в поле тяготения.
 Выделение тепла и изменение объема при растворении.
 Термодинамические неравенства в растворах.
 Диаграммы состояний бинарных растворов.

10. Поверхности.

Поверхностное натяжение.
 Формула Лапласа.
 Упругость пара над кривой поверхности.
 Краевой угол.
 Образование зародышей при фазовых превращениях.
 Поверхностное натяжение растворов. Адсорбция.

11. Физическая кинетика.

Матрица плотности и ее временная эволюция. Метод Кубо.
 Линейные законы.
 Принцип симметрии кинетических коэффициентов.
 Соотношение Эйнштейна.
 Уравнения баланса массы, импульса, энергии, энтропии.
 Уравнение Фоккера - Планка.
 Кинетическое уравнение Больцмана. H-теорема.
 Электропроводность и теплопроводность металлов и полупроводников.
 Закон Видемана-Франца.
 Цепочка уравнений Боголюбова.
 Стадии эволюции неравновесной системы.
 Вывод уравнения Больцмана методом Боголюбова.
 Сильно неравновесные системы.
 Синергетика.
 Самоорганизация в открытых диссипативных системах.

Литература

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика, ч.1. Наука, Москва (1995).
2. Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Статистическая физика, ч.2. Наука, Москва (1978).
3. Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Физическая кинетика. Наука, Москва (1979).
4. Румер Ю. Б., Рывкин М. Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. Наука, Москва (1977).
5. Климонтович Ю. Л. Статистическая физика. Наука, Москва (1982).
6. Ансельм А. И. Основы статистической физики и термодинамики. Наука, Москва (1973).
7. Зубарев Д. Н. Неравновесная статистическая термодинамика. Наука, Москва (1971).
8. Фейнман Р. Статистическая механика. Мир, Москва (1973).
9. Боголюбов Н. Н., Боголюбов Н. Н. (мл.). Введение в квантовую статистическую механику. Мир, Москва (1966).
10. Кубо Р. Статистическая механика. Мир, Москва (1967).
11. Кубо Р. Термодинамика. Мир, Москва (1970).
12. Стенли Г. Фазовые переходы и критические явления. Мир, Москва (1973).
13. Пригожин И. От существующего к возникающему. Наука, Москва (1985).
14. Ермолаев А.М., Рашба Г.И. Введение в статистическую физику и термодинамику (2002).
15. Ермолаев О.М., Рашба Г.І. Вступ до статистичної фізики та термодинаміки. ХНУ імені В.Н. Каразіна, Харків (2004).