

I. Общие принципы описания равновесных систем.

1. Статистический подход к описанию сложных систем. *Микро- и макросостояния сложных систем, статистический вес макросостояния.* Вероятность и энтропия. *Гипотеза о равновероятности всех доступных состояний изолированной макросистемы. Микроканоническое распределение и микроканонический ансамбль.* Статистические средние.

Условия равновесия систем, находящихся в контакте друг с другом. Абсолютная температура (теплообмен), химический потенциал (массообмен), давление (механический контакт).

Принцип возрастания энтропии и статистический смысл 2-го начала термодинамики.

2. Система в резервуаре. Каноническое и большое каноническое распределения. *Статистические суммы, свободная энергия и большой термодинамический потенциал.* Средние значения энергии, числа частиц и объема системы, находящейся в равновесии с термостатом. Малость их относительных флуктуаций в макроскопических системах и эквивалентность всех распределений. Энтропия системы в термостате, основное термодинамическое тождество. Связь между различными термодинамическими потенциалами.

II. Приближение идеального газа.

3. Идеальный газ. Квантовомеханический принцип тождественности частиц идеального газа. *Статистики Ферми и Бозе, соответствующие распределения.* Квантовый и классический режимы, вырожденные газы. *Одночастичная статсумма.* Поступательные и внутренние степени свободы. Квазиклассический характер поступательного движения. *"Квантовый объем" и температура квантового вырождения.*

4. Идеальный газ в классическом режиме. *Функция распределения Больцмана. Уравнение состояния классического идеального газа. Внутренняя энергия классического идеального газа.* Двухатомный газ; вклады поступательных, колебательных и вращательных степеней свободы. Теорема о равномерном распределении тепловой энергии по степеням свободы в классическом режиме. Флуктуации энергии и числа частиц.

"Вымерзание" внутренних степеней свободы. Характеристические температуры вымерзания. Теплоемкость газа, ее зависимость от температуры. Энтропия газа в классическом режиме; вклады поступательных и внутренних степеней свободы. Теорема Нернста. Формула Сакура-Тетроде.

Распределение Максвелла по скоростям, его основные свойства. Средняя, среднеквадратичная и наиболее вероятная скорости.

5. Слабовырожденные идеальные газы, поправки к уравнению состояния.

6. Случай сильного вырождения. Калорическое уравнение состояния.

7. Вырожденный ферми-газ. *Энергия и температура Ферми, сфера Ферми.* Уравнение состояния сильно вырожденного ферми-газа, его внутренняя энергия, теплоемкость и энтропия.

Электронный газ в металлах и электронная теплоемкость; критерий идеальности.

6. Вырожденный бозе-газ: *особенности температурного хода химпотенциала* и конденсация Бозе-Эйнштейна. Температура конденсации, надконденсат.

8. Равновесное тепловое излучение. Фотоны. *Равенство нулю химпотенциала и распределение Планка.* Предельные случаи малых и больших частот. Термодинамика излучения, *закон Стефана-Больцмана.*

9. Тепловое движение в кристаллах. Длинноволновое приближение и фононы. Теория теплоемкости Дебая. *Температура Дебая.*

III. Неидеальные газы.

10. Взаимодействие частиц в газе. Конфигурационный интеграл. Вириальное разложение и вириальные коэффициенты. Газ Ван-дер-Ваальса.

11. Фазовые переходы. *Равновесие фаз.* Фазовые диаграммы. Равновесие двух фаз, кривая равновесия, уравнение Клайперона-Клаузиуса. Критическая точка, *непрерывность жидкой и газообразной фаз.* Газ Ван-дер-Ваальса, *правило Максвелла*, закон соответственных состояний. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода, теория ландау.

IV. Квантовые жидкости.

12. Бозе-жидкость He^4 , *спектр элементарных возбуждений, фононы и ротоны.* Сверхтекучесть. *Критерий сверхтекучести.* Феноменологическая двухкомпонентная модель сверхтекучести, оценка плотности нормальной компоненты.

13. Ферми-жидкость. Спектр элементарных возбуждений нормальной ферми-жидкости, частицы и дырки. Электронная жидкость в металлах. Экранированное кулоновское взаимодействие и электрон-фононное взаимодействие Фрелиха. Образование куперовских пар, *энергетическая щель.* Сверхтекучесть куперовских пар (сверхпроводимость).

Сверхпроводник во внешнем магнитном поле, явление Мейснера-Оксенфельда. *Различие между идеальными проводниками и сверхпроводниками.* Лондоновская глубина проникновения. Квантование магнитного потока. Эффекты Джозефсона. Квантовый магнетометр SQUID.

V. Неравновесная явления.

14. Броуновское движение, коэффициент диффузии. Теория Ланжевена *уравнение Ланжевена.* Стохастическая сила, автокорреляционная функция, время расцепления корреляций. Флуктуации тока и *формула Найквиста.*

1. Ч. Киттель. Статистическая термодинамика.
2. В.Г. Левич. Курс теоретической физики. Т.1, ч.3.
3. Ф. Рейф. Статистическая физика (т.5 Берклевского курса).
4. Ю.Б. Румер, М.Ш. Рывкин. Термодинамика, статисти-
5. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Статистическая физика.
6. Фейнмановские лекции, вып.4.
7. Д.Р. Тилли, Дж. Тилли. Сверхтекучесть и сверхпроводимость.
8. Р. Фейнман. Статистическая термодинамика.