

Вокруг статистической физики

Е.И.Кац, И.В.Колоколов, В.В.Лебедев

В курсе изучаются физические эффекты, связанные с изменением макроскопических характеристик вещества (например, температуры). Обсуждаются происходящие при этом микроскопические процессы. Рассматриваются как классические объекты – газы, так и жидкие кристаллы, полимеры и биологические молекулы (белки и ДНК). Особое внимание уделяется фазовым переходам и свойствам фаз, которые возникают в результате этих переходов. Обсуждаются современные экспериментальные методы изучения микроскопической структуры вещества.

1. Состояние теплового равновесия в макроскопических системах. Микросостояния и макросостояния. Размещение в пространстве микросостояний. Энтропия, ее рост как следствие этого размещения.
2. Энтропия идеального одноатомного газа тождественных атомов. Смешивание как необратимый процесс. Изменение энтропии при смешивании различных газов. Тождественность и парадокс Гиббса (его отсутствие).
3. Подсистемы большой равновесной системы. Вероятность какой-либо величины как относительное время наблюдения данного интервала значений. Распределение Гиббса. Статистическая сумма.
4. Статсумма для двухуровневой системы. Теплоемкость при высоких и низких температурах. (Почему температура бывает совсем не энергией). Предел сильного вырождения верхнего уровня.
5. Диссоциативное и ионизационное равновесия. Температура половинной ионизации и проявление энергетической щели в кинетике (качественное рассмотрение).
6. Неидеальность - столкновения и дальноедействие. Определяющая роль столкновений в кинетике (качественное рассмотрение).
7. Броуновское движение. Случайные блуждания. Диффузионное приближение.
8. Электролиты, экранировка. Понятие о плазме. Теория Дебая-Хюккеля.
9. Фазовые переходы. Разложение Ландау. Теория среднего поля. Роль флуктуаций (качественно).
10. Сверхтекучая жидкость. Двухжидкостная модель. Возбуждения, критерий Ландау.
11. Нематики. Энергия нематика. Флексоэлектричество. Холестерики.
12. Сметтики. Энергия упругости сметтиков. Колончатые (дискотические) фазы.
13. Дефекты в упорядоченных фазах. Вихри в сверхтекучей жидкости. Дефекты в нематике. Дислокации в сметтиках.
14. Эффекты метастабильности. Кинетика зародышеобразования. Стеклование.
15. Липидные бислои. Энергия Хельфриха. Везикулы. Лиотропные фазы. Кубические фазы.

16. Полимеры. Персистентная длина. Идеальные и реальные полимерные цепи.
17. Коллоидные системы. Типы взаимодействия. Фазовая диаграмма.
18. Современные методы исследования строения вещества. Нейтронные и рентгеновские источники. Синхротрон.
19. Структурный фактор. Упругое рассеяние. Неупругое рассеяние.
20. Больцмановский фактор в биологии. Свертывание белков. Денатурация ДНК. Обратимая полимеризация.