

Список вопросов к экзамену по курсу

«Молекулярная физика» (1 поток, 2024 год)

1. Предмет молекулярной физики. Характерные размеры и массы атомов и молекул. Количество вещества. Постоянная Авогадро. Агрегатные состояния вещества. Методы теоретического описания макроскопических систем: механический, статистический, термодинамический.
2. Основные понятия теории вероятностей. Вероятность и её свойства. Среднее значение и дисперсия случайной величины. Плотность вероятности и её свойства.
3. Биномиальное распределение и его свойства. Среднее значение, дисперсия случайной величины. Примеры.
4. Распределение Пуассона. Условия применимости. Вывод из биномиального распределения. Примеры.
5. Распределение Гаусса. Условия применимости. Вывод из биномиального распределения. Примеры.
6. Основные понятия статистической физики. Микро- и макросостояния. Фазовый объем квантового состояния. Постулат равновероятности. Принцип детального равновесия. Эргодическая гипотеза.
7. Статистический вес идеального газа. Связь статистического веса с температурой.
8. Распределение Максвелла по проекции и модулю скорости. Вывод распределения Максвелла. Характерные скорости распределения Максвелла (наивероятнейшая, средняя, среднеквадратичная).
9. Распределение Максвелла по импульсу и по кинетической энергии. Характерные энергии (наивероятнейшая, средняя).
10. Частота ударов о стенку сосуда. Эффузия.
11. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Газ в центрифуге. Атмосфера планет.
12. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Поступательные, вращательные и колебательные степени свободы.
13. Распределение Максвелла-Больцмана. Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма гармонического осциллятора и ротатора. Представление о «замороженных» степенях свободы.
14. Диффузия. Закон Фика. Уравнение диффузии. Коэффициент диффузии.
15. Броуновское движение. Уравнение Ланжевена. Формула Эйнштейна.
16. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициенты теплопроводности и температуропроводности. Уравнение теплопроводности.
17. Вязкость. Формула Ньютона. Коэффициенты динамической и кинематической вязкости.
18. Явления переноса в газах. Длина и время свободного пробега. Коэффициенты диффузии, вязкости и теплопроводности газа.
19. Состояние термодинамического равновесия. Нулевое начало термодинамики. Свойство транзитивности состояния термодинамического равновесия. Температура. Термодинамический принцип аддитивности.
20. Квазиравновесные процессы. Работа, количество теплоты, внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Теплоемкость.
21. Термодинамика классического идеального газа. Термическое и калорическое уравнения состояния. Закон Авогадро. Закон Дальтона. Формула Майера. Политропические процессы и их примеры. Идеально-газовая шкала температур. Энтропия идеального газа.
22. Второе начало термодинамики. Энтропия. Термодинамическое тождество. Условие совместимости термического и калорического уравнений состояния. Расчет внутренней энергии и энтропии по уравнениям состояния. Соотношение между

- изобарической и изохорической теплоемкостями. Неравенство Клаузиуса. Принцип максимального поглощения теплоты. Принцип максимальной работы.
23. Исторические формулировки второго начала термодинамики: формулировка Томсона (Кельвина) и формулировка Клаузиуса. Их эквивалентность. КПД теплового двигателя, холодильной машины, теплового насоса. Теоремы Карно. Термодинамическая шкала температур.
 24. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана.
 25. Третье начало термодинамики. Формулировка Планка. Тепловая теорема Нернста. Поведение теплоемкостей при низких температурах. Недостижимость абсолютного нуля температур.
 26. Термодинамические потенциалы. Внутренняя энергия, свободная энергия, энтальпия, потенциал Гиббса, химический потенциал, потенциал «омега». Соотношения Максвелла. Формула Гиббса-Гельмгольца.
 27. Условия равновесия и устойчивости термодинамических систем. Адиабатически изолированная система. Система в термостате. Система под поршнем. Система, выделенная воображаемыми стенками.
 28. Статистический смысл свободной энергии и потенциала «омега». Каноническое и большое каноническое распределения Гиббса.
 29. Реальные газы. Эффект Джоуля-Томсона. Дифференциальный и интегральный эффекты. Дифференциальный эффект Джоуля-Томсона для газа Ван-дер-Ваальса.
 30. Уравнение состояния газа Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия и энтропия газа Ван-дер-Ваальса.
 31. Поверхностное натяжение жидкости. Избыточное давление над искривленной поверхностью. Формула Лапласа. Краевые углы. Капиллярные явления.
 32. Фазы вещества. Условие равновесия фаз. Фазовые диаграммы. Тройная точка. Правило фаз Гиббса. Классификация фазовых переходов по Эренфесту.
 33. Фазовые переходы первого рода. Примеры. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовый переход жидкость-газ. Правило рычага. Критическая точка. Сверхкритическое состояние вещества.
 34. Описание фазового перехода жидкость-газ с помощью уравнения Ван-дер-Ваальса. Правило Максвелла. Критические объем, давление и температура. Закон соответственных состояний.
 35. Метастабильные состояния. Перегретая жидкость и переохлажденные газ. Критический радиус пузырька в перегретой жидкости.
 36. Фазовые переходы второго рода. Примеры. Уравнения Эренфеста. Теория Ландау.