

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ ПРОГРАММА ПО ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ
ТЕРМОДИНАМИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА 2023/24 УЧ. Г.

1. Термодинамические системы. Микроскопические и макроскопические параметры. Термическое и калорическое уравнения состояния. Равновесные и неравновесные состояния и процессы.
2. Идеальный газ. Связь давления и температуры идеального газа с кинетической энергией его молекул. Уравнение состояния идеального газа. Идеально-газовое определение температуры.
3. Работа, внутренняя энергия, теплота. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия и энтальпия идеального газа.
4. Теплоёмкость. Теплоёмкости при постоянном объёме и давлении. Связь между C_p и C_v для идеального газа (соотношение Майера).
5. Политропический и адиабатический процессы. Уравнение адиабаты и политропы идеального газа.
6. Скорость звука в газах. Влияние состава газа на скорость звука.
7. Уравнение Бернулли для идеального газа. Истечение идеального газа из отверстия.
8. Тепловые машины. Цикл Карно. КПД машины Карно. Теоремы Карно. Холодильная машина и тепловой насос. Коэффициенты эффективности идеальной холодильной машины и идеального теплового насоса.
9. Второе начало термодинамики. Энтропия (термодинамическое определение). Равенство и неравенство Клаузиуса. Энтропия идеального газа.
10. Обратимые и необратимые процессы. Закон возрастания энтропии. Неравновесное расширение газа в пустоту.
11. Внутренняя энергия как термодинамический потенциал. Связь производной $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ с термическим уравнением состояния.
12. Термодинамические потенциалы: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, термодинамический потенциал Гиббса. Соотношения Максвелла (соотношения взаимности).
13. Свободная энергия Гельмгольца, термодинамический потенциал Гиббса. Максимальная работа и максимальная полезная работа термодинамической системы.
14. Теплофизические свойства твёрдых тел. Тепловое расширение. Изменение температуры при адиабатических деформациях.
15. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона—Клаузиуса. Фазовое равновесие «жидкость—пар», зависимость давления насыщенного пара от температуры.
16. Фазовые диаграммы «твёрдое тело—жидкость—пар». Тройная точка, критическая точка.
17. Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения, краевой угол. Смачивание и несмачивание. Формула Лапласа. Свободная и внутренняя энергия поверхности.
18. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности жидкости. Роль зародышей в образовании фазы. Кипение.
19. Уравнение Ван-дер-Ваальса как модель неидеального газа. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Критические параметры. Приведённое уравнение Ван-дер-Ваальса, закон соответственных состояний.
20. Метастабильные состояния: переохлаждённый пар, перегретая жидкость (на примере модели Ван-дер-Ваальса). Изотермы реального газа, правило Максвелла и правило «рычага».
21. Внутренняя энергия и энтропия газа Ван-дер-Ваальса. Равновесное и неравновесное расширение газа Ван-дер-Ваальса в теплоизолированном сосуде.

22. Эффект Джоуля—Томсона. Дифференциальный эффект Джоуля—Томсона для газа Ван-дер-Ваальса, температура инверсии.
23. Распределение молекул идеального газа по проекциям и модулю скорости (распределение Максвелла). Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости. Распределение Максвелла по энергиям.
24. Среднее число молекул, сталкивающихся в единицу времени с единичной площадкой. Средняя энергия молекул, вылетающих в вакуум через малое отверстие.
25. Распределение Больцмана в поле внешних сил. Барометрическая формула.
26. Статистика классических идеальных систем. Микро- и макросостояния. Статистический вес. Распределение Гиббса—Больцмана для идеального газа.
27. Статистические определения энтропии и температуры. Аддитивность энтропии. Закон возрастания энтропии. Третье начало термодинамики.
28. Зависимость статистического веса и энтропии идеальной системы от числа частиц. Изменение энтропии при смешении газов, парадокс Гиббса.
29. Классическая теория теплоёмкостей. Закон равномерного распределения энергии теплового движения по степеням свободы. Теплоёмкость твёрдых тел (закон Дюлонга—Пти).
30. Основы квантовой теории теплоёмкостей. Возбуждение и замораживание степеней свободы, характеристические температуры. Зависимость теплоёмкости C_V газов от температуры (качественно).
31. Флуктуации в термодинамических системах. Основные методы вычисления флуктуаций. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов (на примере пружинных весов и газового термометра).
32. Зависимость флуктуаций макропараметров от числа частиц, составляющих систему. Флуктуация числа частиц в выделенном объёме.
33. Связь вероятности флуктуации и энтропии системы. Флуктуации температуры в заданном объёме. Флуктуация объёма в изотермическом и адиабатическом процессах.
34. Столкновения. Эффективное газокинетическое сечение. Длина свободного пробега. Частота столкновений молекул между собой. Распределение частиц по длинам свободного пробега.
35. Диффузия: закон Фика, коэффициент диффузии. Диффузия примеси, взаимная диффузия. Самодиффузия. Коэффициенты диффузии в газах.
36. Теплопроводность: закон Фурье, коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности в газах.
37. Вязкость: закон Ньютона, коэффициенты динамической и кинематической вязкости. Коэффициент вязкости в газах.
38. Дифференциальное уравнение одномерной диффузии и теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Скорость расплывания облака частиц и распространения тепла при теплопроводности (качественно).
39. Диффузия как процесс случайных блужданий. Закон Эйнштейна—Смолуховского. Скорость расплывания облака частиц и распространения тепла с точки зрения теории случайных блужданий.
40. Броуновское движение. Подвижность макроскопической частицы. Связь подвижности частицы и коэффициента диффузии облака таких частиц (соотношение Эйнштейна). Закон Эйнштейна—Смолуховского для броуновской частицы.
41. Явления переноса в разреженных газах. Эффузия. Зависимость коэффициента теплопроводности и вязкости газа от давления. Течение разреженного газа по трубе, формула Кнудсена.