

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ ПРОГРАММА ПО ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ
ТЕРМОДИНАМИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА 2021/22 УЧ. Г.

1. Термодинамическая система. Микроскопические и макроскопические параметры. Уравнение состояния (термическое и калорическое). 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 идеального газа.
4. Теплоёмкость. Теплоёмкости при постоянном объёме и давлении. Связь между C_V и C_P для идеального газа (соотношение Майера).
5. Политропический и адиабатический процессы. Уравнение адиабаты и политропы идеального газа. Скорость звука в газах.
6. Тепловые машины. Цикл Карно. КПД машины Карно. Теоремы Карно. Холодильная машина и тепловой насос. Коэффициенты эффективности идеальной холодильной машины и идеального теплового насоса.
7. Второе начало термодинамики. Энтропия (термодинамическое определение). Неравенство Клаузиуса. Энтропия идеального газа.
8. Обратимые и необратимые процессы. Закон возрастания энтропии. Неравновесное расширение газа в пустоту.
9. Термодинамические потенциалы: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, термодинамический потенциал Гиббса. Метод получения соотношений Максвелла (соотношений взаимности).
10. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона—Клаузиуса. Фазовое равновесие «жидкость—пар», зависимость давления насыщенного пара от температуры.
11. Фазовые диаграммы «твёрдое тело—жидкость—пар». Тройная точка, критическая точка.
12. Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения, краевой угол. Смачивание и несмачивание. Формула Лапласа. Свободная энергия и внутренняя энергия поверхности.
13. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности жидкости. Роль зародышей в образовании фазы. Кипение.
14. Уравнение Ван-дер-Ваальса как модель неидеального газа. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Критические параметры. Приведённое уравнение Ван-дер-Ваальса, закон соответственных состояний.
15. Метастабильные состояния: переохлаждённый пар, перегретая жидкость (на примере модели Ван-дер-Ваальса). Изотермы реального газа, правило Максвелла и правило рычага.
16. Внутренняя энергия и энтропия газа Ван-дер-Ваальса. Равновесное и неравновесное расширение газа Ван-дер-Ваальса в теплоизолированном сосуде.
17. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли сжимаемой и несжимаемой жидкости. Изоэнтропическое истечение газа из отверстия.
18. Эффект Джоуля—Томсона. Дифференциальный эффект Джоуля—Томсона для газа Ван-дер-Ваальса, температура инверсии.
19. Распределение частиц идеального газа по проекциям и модулю скорости (распределение Максвелла). Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости. Распределение Максвелла по энергиям.

20. Среднее число молекул, сталкивающихся в единицу времени с единичной площадкой. Средняя энергия молекул, вылетающих в вакуум через малое отверстие.
21. Распределение Больцмана в поле внешних сил. Барометрическая формула.
22. Статистика классических идеальных систем. Микро- и макросостояния. Статистический вес. Распределение Гиббса для идеального газа (без вывода).
23. Статистические определения энтропии и температуры. Аддитивность энтропии. Закон возрастания энтропии. Третье начало термодинамики.
24. Изменение энтропии при смешении газов, парадокс Гиббса.
25. Классическая теория теплоёмкостей. Закон равномерного распределения энергии теплового движения по степеням свободы. Теплоёмкость кристаллов (закон Дюлонга—Пти).
26. Зависимость теплоёмкости C_V газов от температуры. Возбуждение и замораживание степеней свободы, характеристические температуры.
27. Флуктуации в термодинамических системах. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов (на примере пружинных весов).
28. Зависимость флуктуаций от числа частиц, составляющих систему. Флуктуация числа частиц в выделенном объёме.
29. Связь вероятности флуктуации и энтропии системы. Флуктуации температуры в заданном объёме. Флуктуация объёма в изотермическом и адиабатическом процессах.
30. Столкновения. Эффективное газокинетическое сечение. Длина свободного пробега. Частота столкновений молекул между собой.
31. Диффузия: закон Фика, коэффициент диффузии. Дифференциальное уравнение одномерной диффузии. Коэффициент диффузии в газах.
32. Теплопроводность: закон Фурье, коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение одномерной теплопроводности. Коэффициент теплопроводности в газах.
33. Вязкость: закон Ньютона, коэффициенты динамической и кинематической вязкости. Коэффициент вязкости в газах.
34. Диффузия как процесс случайных блужданий. Закон смещения частицы при диффузии (закон Эйнштейна—Смолуховского). Скорость передачи тепла при теплопроводности.
35. Броуновское движение. Подвижность макрочастицы. Связь подвижности частицы и коэффициента диффузии облака частиц (соотношение Эйнштейна). Закон Эйнштейна—Смолуховского для броуновской частицы.
36. Явления переноса в разреженных газах: эффузия (эффект Кнудсена), зависимость коэффициента теплопроводности газа от давления.
37. Течение разреженного газа по прямолинейной трубе. Формула Кнудсена.
38. Стационарное ламинарное течение вязкой жидкости по трубе. Формула Пуазейля. Число Рейнольдса и его связь с характером течения.

Заведующий кафедрой, профессор



А.В. Максимычев