

Вопросы к экзамену 2019 г.

Обязательный минимум (первый вопрос в билете)

1. Определение идеального газа. Понятие молекулярного хаоса. Элемент объема в декартовой, сферической и цилиндрической системах координат. Распределение вероятностей направления движения молекулы в газе. Степени свободы многоатомной молекулы, закон равномерного распределения. Формулы для потока молекул и длины свободного пробега.
2. Численные значения и размерности постоянной Больцмана, газовой постоянной, постоянной Планка, константы Авогадро. Значение интеграла Пуассона. Определение грамм-моля, объем одного грамм-моля газа. Принцип локального равновесия. Формулировки законов Фика, Фурье, Ньютона для вязкости. Формула Стокса.
3. Распределения Максвелла для проекций скорости, вектора скорости и абсолютного значения скорости, барометрическая формула, распределение Больцмана – без вывода. Элемент объема в пространстве скоростей в декартовой и сферической системах координат.
4. Средняя скорость молекул в газе, наиболее вероятная и среднеквадратичная скорость.
5. Связь давления и кинетической энергии, уравнение состояния идеального газа.
6. Поток молекул, дифференциальная и полная величины потока молекул. Средняя энергия молекул в потоке.
7. Барометрическая формула, распределение Больцмана как обобщение барометрической формулы.
8. Распределение Максвелла-Больцмана, нахождение средней энергии с помощью статсуммы.
9. Частота соударений и средняя длина свободного пробега в газе.
10. Подвижность частиц, связь между коэффициентами подвижности и диффузии.
11. Уравнение состояния. Работа, внутренняя энергия, количество теплоты. Первое начало термодинамики. Интенсивные и экстенсивные параметры. Обратимые и необратимые процессы.
12. Второе начало термодинамики для обратимых процессов, эквивалентность формулировок Томсона и Клаузиуса.
13. Цикл Карно, КПД цикла.
14. Теорема Карно.
15. Теорема о приведённых теплотах, неравенство Клаузиуса.
16. Энтропия – функция состояния. Закон возрастания энтропии.
17. Энтропия идеального газа (для изотермического процесса, как функция давления и объема).
18. Энтропия и передача тепла. Процесс Гей-Люссака, смешение газов, парадокс Гиббса.
19. Термодинамические потенциалы: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия Гельмгольца, потенциал Гиббса.
20. Газ Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Критическая температура. Правило Максвелла.
21. Химический потенциал, условие фазового равновесия.
22. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса, равновесие между паром и конденсированной фазой.
23. Идеальные растворы, законы Генри и Рауля.
24. Осмос и осмотическое давление, формула Вант-Гоффа.

Второй вопрос в билете

1. Вывод распределения Больцмана из распределения Максвелла.
2. Диэлектрическая поляризация газов.
3. Закон равнораспределения по степеням свободы (из метода статсумм).
4. Вымораживание колебательного и вращательного движений.
5. Распределение по скоростям относительного движения молекул в газе, средняя скорость относительного движения.
6. Распределение по длинам пробега.
7. Константа скорости химической реакции, энергия активации, стерический фактор, закон действующих масс.
8. Расчет коэффициента диффузии в идеальном газе.
9. Теплопроводность разреженного газа. Эффект Кнудсена.
10. Уравнение Ланжевена, формула Эйнштейна-Смолуховского.
11. Одномерные блуждания: распределение по величинам перемещений.
12. Нестационарная диффузия.
13. Теплоёмкость процесса: изотермическое, изобарическое и адиабатическое расширение и сжатие идеальных газов, политропический процесс.
14. Статистический смысл энтропии: изменение энтропии при отклонении от равновесия, принцип Больцмана.
15. Условия термодинамической устойчивости.
16. Соотношения Максвелла, зависимость внутренней энергии от объема.
17. Метод циклов: зависимость внутренней энергии от объема.
18. Фотонный газ: закон Кирхгофа (без спектрального состава излучения), уравнение состояния, закон Стефана-Больцмана.
19. Химический потенциал идеального газа.
20. Химическое равновесие в идеальном газе.
21. Химический потенциал идеального раствора.
22. Кипение и замерзание растворов.
23. Поверхностное натяжение, краевой угол. Капиллярные силы. Формула Лапласа.
24. Давление пара над искривленной поверхностью, капиллярная конденсация.

Каждый вопрос излагается примерно в объеме материала лекций; вопросы сформулированы так же, как и соответствующие параграфы конспекта лекций. Кроме этих теоретических вопросов, будет еще одна задача.