

Вопросы к экзамену по молекулярной физике в 2017 г.

Обязательный минимум (для дополнительных вопросов, в билетах их не будет)

1. Понятие идеального газа. Распределение Максвелла для проекций скорости, вектора скорости и абсолютного значения скорости.
2. Распределение Больцмана.
3. Численные значения и размерности постоянной Больцмана, газовой постоянной, постоянной Планка, определение грамм-моля, объем грамм-моля газа при н/у, константа Авогадро, значение интеграла Пуассона.
4. Выражения для средней скорости молекул в газе, среднеквадратичной скорости, коэффициента диффузии, полной величины потока молекул, длины свободного пробега.
5. Элемент объема в декартовой, сферической и цилиндрической системах координат, вероятность определенного направления движения молекулы газа.
6. Понятие о явлениях переноса, принцип локального равновесия.
7. Термодинамический подход к описанию явлений, термодинамическое равновесие.
8. Уравнение состояния. Работа, внутренняя энергия, количество теплоты. Интенсивные и экстенсивные переменные.
9. Определение теплоемкости.
10. Первое начало термодинамики.
11. Уравнение состояния.
12. Работа, внутренняя энергия, количество теплоты. Первое начало термодинамики.
13. Интенсивные и экстенсивные переменные.
14. Обратимые и необратимые процессы.
15. Преобразование теплоты в работу в циклическом процессе, КПД циклов.
16. Формулировки второго начала термодинамики.
17. Определение цикла Карно.
18. Формулировка теоремы Карно.
19. Определение энтропии, закон возрастания энтропии.
20. Термодинамические потенциалы и их естественные переменные
21. Понятие идеального раствора
22. Осмос (качественное описание эффекта)

Общие вопросы (первый вопрос билета)

1. Вывод распределения Максвелла.
2. Вывод распределения по скоростям молекул в потоке, расчет полной величины молекулярного потока.
3. Вывод формулы для давления идеального газа.
4. Вывод барометрической формулы.
5. Распределение Больцмана как обобщение барометрической формулы.
6. Распределение Максвелла-Больцмана, нахождение средней энергии с помощью статсуммы.
7. Вывод распределения по скоростям относительного движения молекул в газе, средняя скорость относительного движения.
8. Вывод формулы для частоты соударений и средней длины свободного пробега.

9. Подвижность молекул, связь между коэффициентом подвижности и коэффициентом диффузии (формула Эйнштейна).
10. Диффузия, теплопроводность и вязкость, их взаимосвязь. Оценки для коэффициентов диффузии, теплопроводности и вязкости в идеальном газе.
11. Уравнение состояния, вывод формулы $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p = -\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$.
12. Теплоёмкость. Изотермическое, изобарическое и адиабатическое расширение и сжатие идеальных газов, политропический процесс.
13. Цикл Карно.
14. Второе начало термодинамики для обратимых процессов. Формулировки Томсона и Клаузиуса, доказательство их эквивалентности.
15. Теорема Карно.
16. Теорема о приведённых теплотах.
17. Энтропия – функция состояния. Закон возрастания энтропии.
18. Изменение энтропии идеального газа при изотермическом расширении.
19. Изменение энтропии при контакте тел с разными температурами, расширении в пустоту, смешении газов. Парадокс Гиббса.
20. Термодинамические потенциалы. Естественные переменные. Соотношения Максвелла.
21. Условия термодинамической устойчивости.
22. Газ Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Правило Максвелла.
23. Эффект Джоуля-Томсона.
24. Холодильная машина, тепловой насос.
25. Химический потенциал, условие фазового и химического равновесия.
26. Химический потенциал идеального газа.
27. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Равновесие между паром и конденсированной фазой.
28. Поверхностное натяжение жидкостей. Краевой угол.
29. Капиллярные силы.
30. Осмос и осмотическое давление, формула Вант-Гоффа.

Вопросы «на отлично» (второй вопрос билета)

31. Электростатическая поляризация газов.
32. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы, вывод методом статсумм.
33. Распределение по длинам и временам пробега молекул в газе.
34. «Столкновительная» модель химической реакции.
35. Точный расчет коэффициента диффузии в идеальном газе.
36. Процессы переноса в ультраразреженном газе. Эффузия, эффект Кнудсена
37. Броуновское движение, уравнение Ланжевена, формула Эйнштейна-Смолуховского.
38. Модель одинаковых шагов, распределение по величинам перемещений.
39. Статистический смысл энтропии, формула (принцип) Больцмана.
40. Метод циклов, вывод формулы $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$.

41. Формула Лапласа для разности давлений.
42. Давление пара над искривленной поверхностью, капиллярная конденсация.
43. Законы Генри и Рауля.
44. Химический потенциал идеального раствора.
45. Кипение и замерзание растворов.

Пояснения

- Ответы на вопросы предполагают полное изложение материала, в объеме представленного в лекциях, конспекте или учебниках.
- Третьим вопросом в билете будет задача.

Относительно «автоматов».

Для студентов с оценками 5–5–5, 5–4–5, 4–5–5 (две контрольные плюс оценка преподавателя) возможны три варианта:

1. Они будут сдавать экзамен наравне со всеми, полученные ранее оценки лишь будут учитываться экзаменатором при выставлении окончательной оценки.
2. Для них будут отдельные билеты с одним вопросом из серии «на отлично».
3. Они получают пятерки без сдачи экзамена («автомат»).

Решение по этому вопросу пока не принято, поэтому всем необходимо готовиться.