

Вопросы для экзаменационных билетов

- 1) Уравнение Лиувилля для одночастичной функции распределения. Сохранение фазового объема. Качественный вывод ур. Больцмана для классических и квантовых газов.
- 2) Уравнение Лиувилля для многочастичной функции распределения. Сохранение фазового объема.
- 3) Цепочка уравнений Боголюбова-Борна-Грина-Кирквуда (ББГК). Уравнение ББГК для одночастичной функции распределения (случай, $n=1$).
- 4) Цепочка уравнений Боголюбова-Борна-Грина-Кирквуда (ББГК). Приближение слабых корреляций. Уравнения Власова.
- 5) Локально-равновесное распределение. Уравнение теплового (и энергетического) баланса. Уравнение баланса энтропии.
- 6) Уравнение теплового баланса. Уравнение баланса энтропии. Обоснование формулы, выражающей поток тепла через функцию распределения. Можно ли теплу (потoku тепла) сопоставить квантовый оператор?
- 7) Кинетическое уравнение на одночастичную функцию распределения (общий вид интеграла столкновений). Вывести закон сохранения числа частиц и уравнение баланса энергии.
- 8) Уравнение баланса энтропии. Обобщенные силы и обобщенные потоки. Теоремы Онзагера. Привести примеры выполнения теорем Онзагера из задания.
- 9) Термоэлектрические эффекты. Эффект Зеебека. Термоэлектрический коэффициент α в металле и полупроводнике (вычислить и сравнить).
- 10) Эффект Пельтье на контакте металла и полупроводника. Коэффициенты Пельтье в металле и полупроводнике (вычислить и сравнить).
- 11) Случайные процессы. Марковский случайный процесс. Пропагатор. Уравнение Чепмена-Колмогорова в интегральной и дифференциальной форме.
- 12) Уравнение Чепмена-Колмогорова для детерминистического процесса. Дифференциальное уравнение Чепмена-Колмогорова для марковских процессов с «разрывными» траекториями.
- 13) Вывести уравнение Лиувилля, используя уравнение Чепмена-Колмогорова. Получить кинетическое уравнение со столкновительным членом, используя уравнение Чепмена-Колмогорова. При каких условиях столкновительный член становится локальным в координатном пространстве?
- 14) Уравнение Чепмена-Колмогорова в интегральной форме. Запись пропагатора через функциональный интеграл. Почему квантовая механика не может интерпретироваться в терминах марковских случайных процессов?
- 15) Дискретные марковские случайные процессы. Однородные Марковские цепи. Обратимая марковская цепь, условие детального баланса. Дискретная форма ур. Чепмена-Колмогорова. Привести пример дискретной марковской цепи из задания.
- 16) Рассеяние электронов на примесях. Качественный вывод интеграла столкновения. Транспортное время и транспортное сечение рассеяния. Проводимость.
- 17) Феноменологическая гидродинамика. Идеальная жидкость. Уравнение Эйлера. Уравнение баланса импульса. Тензор потоков импульса, тензор напряжений. Приделы применимости гидродинамики. В задачи о диффузии тяжелой части в газе легких частиц, когда можно использовать формулу Стокса, а когда нельзя?

- 18) Феноменологическая гидродинамика, неидеальная жидкость. Тензор вязкости, обосновать его форму. Уравнение Навье-Стокса в двух видах: 1) в тензорной форме, через тензор потоков импульса, 2) в векторной форме. Обосновать, почему коэффициент (первая вязкость) в тензоре вязкости должен быть положительным. Приделы применимости гидродинамики.
- 19) Вывести уравнения Навье-Стокса из кинетического уравнения Больцмана. Учесть рассеяние на замороженном беспорядке.
- 20) Вывести уравнение Фоккера Планка из уравнения Ланжевена в общем случае, используя уравнения Чепмена-Колмогорова. Соотношения Эйнштейна.
- 21) Диффузия в импульсном пространстве. Вывести уравнение Фоккера Планка из уравнения Ланжевена, используя кинетическое уравнение Больцмана. Соотношения Эйнштейна.
- 22) Вывести уравнение Смолуховского, исходя из уравнения Ланжевена. Использовать кинетическое уравнение Больцмана. Обсудить соотношение Эйнштейна.
- 23) Дифференциальное уравнение Чепмена-Колмогорова для вероятности квазинепрерывного случайного марковского процесса (процесс с разрывными траекториями). Вывести уравнение Фоккера-Планка из столкновительного члена в уравнении Чепмена-Колмогорова.
- 24) Двухвременные функции Грина (ФГ). Запаздывающая, опережающая и Келдышевская. Фурье представление функций Грина в случае усреднения по равновесной матрице плотности. Доказать, что ФГ зависят только от разности времен в этом случае. Флуктуационно-диссипативная теорема (ФДТ).
- 25) Представление Шредингера, Гейзенберга и взаимодействия. Операторы наблюдаемых и матрица плотности в этих представлениях. Теория Линейного отклика. Выразить поправку к среднему от наблюдаемой \hat{x} в момент времени t через запаздывающую функцию Грина оператора \hat{x} и оператора взаимодействия \hat{V} . Пусть $\hat{V} = -\hat{y}f(t)$. Найти обобщенную восприимчивость α и выразить $\langle \hat{x} \rangle$ через α .
- 26) Диссипация энергии в теории линейного отклика. Показать, что мнимая часть обобщенной восприимчивости положительна на всех частотах в устойчивых системах. Найти обобщенную восприимчивость осциллятора с трением, на который действует внешняя сила $F(t)$.
- 27) Соотношения Крамерса-Кронига. Их доказательство. Флуктуационно-диссипативная теорема для обобщенной восприимчивости. Найти флуктуацию координаты осциллятора с трением в пределе высоких температур.
- 28) Флуктуации под действием случайных сил в теории линейного отклика. Флуктуационно-диссипативная теорема и спектральная плотность флуктуаций случайных сил. На осциллятор с трением действуют случайные силы. Найти спектральную плотность их флуктуаций.
- 29) Флуктуации под действием случайных сил в теории линейного отклика. Флуктуационно-диссипативная теорема и спектральная плотность флуктуаций случайных сил. Вывести формулу Найквиста для тепловых флуктуаций напряжения на резисторе.
- 30) Теория линейного отклика. Тождество Кубо. Альтернативная форма записи обобщенной восприимчивости (без коммутаторов). Высокотемпературный предел обобщенной восприимчивости.
- 31) Формула Кубо для проводимости. Оператор обращения времени в квантовой механике. Доказать соотношение Онзагера для тензора проводимости.

- 32) Теория открытых систем. Редуцированная матрица плотности. Операторы Крауса. Уравнение Линдблада. Уравнение Линдблада для наблюдаемых. Привести пример ур. Линдблада для спина-1/2 или двухуровневой системы.
- 33) Уравнение Линдблада. Переход к уравнению Паули (Master equation). Условие детального баланса. Доказательство H-теоремы для ур. Паули. Привести пример физической системы, описываемой уравнениями Паули, где энтропия будет немонотонно зависеть от времени (возрастать и убывать).
- 34) Уравнения Власова. Бесстолкновительная плазма. Тензор диэлектрической проницаемости плазмы. Спектр продольных волн в плазме.
- 35) Уравнения Власова. Бесстолкновительная плазма. Тензор диэлектрической проницаемости плазмы. Спектр поперечных волн в плазме.