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 (потоку 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 в металле и полупроводнике (вычислить и сравнить).
10. Эффект Пельтье на контакте металла и полупроводника. Коэффициенты Пельте 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 часты 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 вмороженном 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 в момент времени t через запаздывающую функцию Грина оператора и оператора взаимодействия . Пусть . Найти обобщенную восприимчивость и выразить через .
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.