

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. декана физического факультета МГУ

профессор Белокуров В.В.



БИЛЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»

Магистерская программа

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КВАНТОВОЙ СТАТИСТИКИ И ТЕОРИИ ПОЛЯ»

Билет № 1

1. Понятие фазового пространства. Теорема Лиувилля. Уравнение Лиувилля.
2. Энтропия Реньи. Распределение Реньи как решение задачи о максимизации функционала.
3. Рассчитать статистическую сумму одномерной модели Изинга с взаимодействием ближайших соседей.

Билет № 2

1. Уравнение Син-Гордона. Преобразование Бэклунда. Солитонные решения уравнения Син-Гордона.
2. Энтропия Тсаллиса. q -деформированные функции. Неаддитивность энтропии.
3. Получить выражение для давления реального газа через радиальную функцию распределения.

Билет № 3

1. Линейный режим неравновесной термодинамики. Соотношения взаимности Онзагера. Принцип симметрии Кюри.
2. Вторичное квантование. Оператор плотности числа частиц. Связь с оператором числа частиц.
3. Получить выражение для локального производства энтропии с учетом теплопроводности, диффузии и наличия химических реакций.

Билет № 4

1. Термоэлектрические эффекты. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье.
2. Теорема Пуанкаре.
3. Показать, что для эргодической системы среднее по времени от любой однозначной функции состояния равно среднему статистическому по микроканонически распределенным системам.

Билет № 5

1. Вектор состояния в представлении Фока. Операторные волновые функции и их свойства.
2. Проблема нахождения неравновесных функций распределения. Цепочка Боголюбова-Борна-Грина-Кирквуда-Ивона.
3. Получить выражение, связывающее теплоту Пельтье с коэффициентами Онзагера.

Билет № 6

1. Методы ускоренной сходимости рядов теории возмущений в статистической физике.
2. Общее выражение для локального производства энтропии. Термодинамические силы и термодинамические потоки в случае теплопроводности, диффузии, электропроводности, химических реакций.
3. Найти трансфер-матрицу для одномерной гауссовой модели.

Билет № 7

1. Микроканоническое распределение Гиббса. Определение энтропии. Энтропия по Шеннону.
2. Модель Изинга. Метод трансфер-матрицы.
3. Проверить выполнение коммутационных соотношений для преобразованных операторов спина: $S'_x = \cos(a)S_x + \sin(a)S_y$, $S'_y = -\sin(a)S_x + \cos(a)S_y$, $S'_z = S_z$.

Билет № 8

1. Уравнение Кортевега-де Фриса. Периодические и солитонные решения.
2. Кубит. Операторы измерения, матрица плотности.
3. Выразить статистическую сумму через трансфер-матрицу для одномерной классической XY модели.

Билет № 9

1. Диагонализация гамильтониана системы фермионов. (u-v) преобразования Боголюбова.
2. Квантовая телепортация. Копирование кубита.
3. Получить без использования энтропии уравнения Клапейрона-Клаузиуса и
$$\left(\frac{\partial E}{\partial V}\right)_{\theta, N} + p = \theta \left(\frac{\partial p}{\partial \theta}\right)_{V, N}.$$

Билет № 10

1. Неравновесная линейная термодинамика. Открытые системы. Теорема о минимуме производства энтропии.
2. Квантовая модель Изинга. Xh-модель.
3. Методом канонических преобразований. Диагонализовать квадратичную форму
$$\sum_{f, g} E_{f, g} \hat{a}_f^+ \hat{a}_g$$

Билет № 11

1. Метод вторичного квантования. Бозе-операторы рождения и уничтожения.
2. Обобщенные уравнения состояния. Уравнение Каттанео с демпфером. Локально-равновесная и обобщенная температура.
3. Определить парамагнитную восприимчивость газа свободных электронов.

Билет № 12

1. Понятие о квазичастицах. Магноны. Спиновые волны.
2. Неустойчивость Бенара. Производство энтропии. Реакция Белоусова-Жаботинского.
3. Используя теорему о спариваниях, определить дисперсию среднего числа заполнения для равновесного идеального бозе-газа выше температуры его конденсации

Билет № 13

1. Нарушение неравенства треугольника в квантовой теории вероятностей.
2. Уравнение Шрёдингера. Уравнение Неймана. Равновесный случай. Нормированная и ненормированная матрицы плотности.
3. Найти температурный скачок на поверхности твердого тела, находящегося в потоке He-II.

Билет № 14

1. Видовые и родовые функции распределения. Цепочка уравнений для родовых функций распределения.
2. Большое каноническое распределение Гиббса. Метод Урселла.
3. Используя теорему о спариваниях, определить дисперсию среднего числа заполнения для равновесного идеального ферми-газа выше температуры его вырождения.

Билет №15.

1. Нарушение частичной упорядоченности в квантовой теории вероятностей.
2. Диссипативная эволюция матрицы плотности. Уравнение Линдблада для матрицы плотности.
3. Пользуясь системой уравнений двухжидкостной гидродинамики, определить скорость распространения первого и второго звука в He-II.