

Вопросы к экзамену по курсу Статфизика (весна 2005 г.) На 2,5 –3.

1. Гамильтониан системы частиц (без магнитного поля), записанного в представлении вторичного квантования.
2. Гамильтониан системы квазичастиц (без магнитного поля), записанного в представлении вторичного квантования.
3. Гамильтониан и идеального квантового газа.
4. Вторичное квантование. Числа заполнения. Операторы рождения и уничтожения для системы бозонов. Их перестановочные свойства.
5. Вторичное квантование системы бозонов. Операторы в представлении чисел заполнения. Гамильтониан системы бозонов в представлении вторичного квантования.
6. Вторичное квантование системы фермионов. Операторы рождения и уничтожения фермионов и их собственные значения. Гамильтониан системы фермионов.
7. Представление чисел заполнения для одномерного гармонического осциллятора.
8. Гамильтониан системы квазичастиц для идеального ферми-газа. Энергия возбуждений и функция распределения.
9. Гамильтониан системы квазичастиц слабо-неидеального бозе-газа. Энергия возбуждений и функция распределения.
10. Гамильтониан системы фотонов. Энергия возбуждений и функция распределения.
11. Гамильтониан системы невзаимодействующих фононов. Энергия возбуждений и функция распределения.
12. Основные понятия классической статистической физики. Фазовое пространство. Фазовая функция распределения. Вычисление средних значений физических величин. Статистический ансамбль.
13. Условие теплового равновесия. Распределение Максвелла для идеального газа из N частиц.
14. Условие механического равновесия. Распределение Богуславского для идеального газа из N частиц.
15. Условие равновесия по числу частиц. Распределение Гиббса с переменным числом частиц.
16. Микроканоническое распределение в классической статистике.
17. Микроканоническое распределение и энтропия. Свойства энтропии.
18. Каноническое распределение Гиббса. Его вывод из микроканонического распределения. Статистическая сумма. Вычисление средних значений.
19. Выражение для свободной энергии через статистическую сумму. Вывод первого начала термодинамики из общего вида свободной энергии.
20. Большое каноническое распределение Гиббса с переменным числом частиц .
21. Выражение для Ω -потенциала через большую статистическую сумму. Вывод первого начала для системы с заданным химическим потенциалом.
22. Уравнение состояния, внутренняя энергия и теплоемкость классического идеального одноатомного газа (вывод через каноническое распределение Гиббса).
23. Вывод распределений Максвелла и Больцмана из канонического распределения Гиббса.
24. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Теплоемкость твердого тела. Закон Дюлонга и Пти.

25. Идеальный газ (квантовое рассмотрение). Средние числа заполнения $\overline{n_k}$ для идеальных ферми- и бозе-газов. Критерий выполнения неравенства $\overline{n_k} \ll 1$.
26. Свободная энергия больцмановского идеального газа. Средние числа заполнения $\overline{n_k}$ для идеального больцмановского газа.
27. Распределение Ферми-Дирака. Функция распределения при $T=0$.
28. Вырожденный электронный газ ($T=0$). Импульс Ферми и энергия Ферми. Энергия и давление вырожденного электронного газа. Условие применимости и его сравнение с критерием применимости статистики Больцмана.
29. Ферми-газ электронов при $\Theta \neq 0$. Функция распределения при $T \neq 0$.
30. Вырожденный Ферми-газ при $\Theta \ll \varepsilon_F$. Химический потенциал, средняя энергия и удельная теплоемкость.
31. Распределение Бозе-Эйнштейна.
32. Вырожденный Бозе-газ. Функция распределения при $T \neq 0$. Температура бозе-конденсации.
33. Теория флуктуации. Среднеквадратическая флуктуация (дисперсия) и относительная флуктуация. Доказательство: $\delta_k \sim \frac{1}{\sqrt{N}}$.
34. $\langle E \rangle$, $\langle E^2 \rangle$, $\langle (\Delta E)^2 \rangle$ для системы, заданной каноническим распределением.
35. $\langle n \rangle$, $\langle n^2 \rangle$, $\langle (\Delta n)^2 \rangle$ для системы, заданной большим каноническим распределением.
36. Способы задания термодинамической системы. Внутренняя энергия системы. Работа термодинамической системы. Тепловое воздействие на систему. Теплоёмкость.
37. Первое начало термодинамики. Использование частных производных. Вычисление $C_p - C_v$.
38. Второе начало термодинамики (аксиоматическая формулировка Клаузиуса). Использование якобианов для вычисления частных производных.
39. Расчет химического потенциала μ идеального больцмановского газа.
40. Расчет теплоёмкости идеального больцмановского газа.
41. Расчёт коэффициентов уравнения состояния газа Ван-дер-Ваальса.
42. Метод самосогласованного поля и разложения Ландау по степеням параметра порядка.
43. Термодинамические потенциалы E , F , W , Φ и N . Дифференциальные выражения для них. Термодинамические тождества.
44. Термодинамические потенциалы, выражения для E , W , Φ и N через F (формулы Гиббса-Гельмгольца).
45. Термодинамический потенциал Ω и его свойства.
46. Энтропия как термодинамический потенциал и её вычисление для идеального больцмановского газа.
47. Общая формула для термодинамических флуктуаций при заданном числе частиц.
48. Общая формула для термодинамических флуктуаций при заданном объёме.