

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 1

Дисциплина: Стат.физ. , IV фак. Кафедра теор. Физики

1. Термодинамические потенциалы в системах с переменным числом частиц.
2. Уравнение состояния для идеального ферми-газа. Сжимаемость при  $T=0$ .
3. Система состоит из  $N$  независимых частиц, каждая из которых может находиться в одном из двух квантовых состояний с энергиями  $\varepsilon_+$  и  $\varepsilon_-$ . Определить энтропию  $S$  состояния системы с заданной энергией  $E$ .
4. Переходя к представлению Мацубара  $\hat{A}(\tau) = e^{\tau\hat{H}}\hat{A}e^{-\tau\hat{H}}$  при  $\tau = 1/T$ , определить средние числа заполнения идеального ферми-газа  $\langle \hat{a}_\lambda^+ \hat{a}_\lambda \rangle$  и идеального бозе-газа  $\langle \hat{b}_\lambda^+ \hat{b}_\lambda \rangle$ .
5. Получить критический индекс  $\alpha$ , исходя из обобщённого разложения свободной энергии.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 2

Дисциплина: Стат.физ. , IV фак. Кафедра теор. физики

1. Идеальный Ферми-газ. Низкотемпературные поправки к химическому потенциалу.
2. Спектр возбуждений для слабо неидеального бозе-газа.
3. Определить  $C_p - C_v$  в переменных  
а)  $V, T$ ; б)  $p, T$ .  
Определить  $C_p - C_v$  для идеального больцмановского газа и черного излучения.
5. Найти флуктуационную поправку к теплоемкости вблизи точки фазового перехода II-рода в теории Гинзбурга-Ландау (для модели БКШ).
6. Получить критический индекс  $\beta$ , исходя из обобщённого разложения свободной энергии.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 3

Дисциплина: Стат.физ. , IV фак. Кафедра теор. Физики

1. Условия фазового равновесия.
2. Вычисление теплоемкостей  $c_{VN}$  и  $c_{V\mu}$  в низкотемпературном пределе для идеального ферми-газа.
3. Сверхтекучесть слабо неидеального бозе-газа.
4. Найти флуктуационную поправку к теплоемкости вблизи точки фазового перехода II-рода для модели Гейзенберга

$$\hat{H} = -\mu_0 \sum_{\vec{r}} \vec{H} \vec{s}_{\vec{r}} - \frac{1}{2} \sum_{\vec{r}, \vec{r}' (\vec{r} \neq \vec{r}')} J(|\vec{r} - \vec{r}'|) \hat{s}_{\vec{r}} \hat{s}_{\vec{r}'}$$

с обменным взаимодействием  $J(r)$  конечного радиуса действия  $R$ .

5. Получить критический индекс  $\gamma$ , исходя из обобщенного разложения свободной энергии.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

Ю.М.Белоусов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 4

Дисциплина: Стат.физ. , IV фак. Кафедра теор. Физики

1. Уравнение состояния и сжимаемость для идеального бозе-газа при температурах ниже точки бозе-конденсации.
2. Ферми-газ с притяжением. Диагонализация гамильтониана БКШ.
3. Исходя из уравнений Гинзбурга – Ландау, оценить размер куперовской пары.
4. Найти магнитную восприимчивость вырожденного электронного газа (парамагнетизм Паули свободных электронов в металле и диамагнетизм Ландау) при условии, что  $\mu_B H$  ( $\mu_B$  – магнитный момент электрона) много меньше граничной энергии Ферми.
5. Используя кольцевое приближение, определить поправки к свободной энергии электронейтральной плазмы.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 5**

Дисциплина: Стат.физ., IV фак. Кафедра теор. Физики

1. Условия механического равновесия и функция распределения при заданных давлении и температуре (р-Т- ансамбль).
2. Для электронов, находящихся под поверхностью Ферми, произвести переход к дырочному представлению. Записать полный гамильтониан идеального Ферми-газа, используя операторы рождения и уничтожения квазичастиц (электронов над поверхностью Ферми и дырок под поверхностью Ферми). Определить химический потенциал и энергетический спектр полученных квазичастиц.
3. Теплоёмкость слабо неидеального бозе-газа.
4. Вращательная теплоёмкость чистых орто- и параводорода.
5. Используя кольцевое приближение, определить поправки к давлению электронейтральной плазмы.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 6**

Дисциплина: Стат.физ., IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Микроканоническое распределение. Статистическое определение энтропии и первый закон термодинамики.
2. Получить численную оценку энергии Ферми для электронов в типичном металле.
3. Вычислить низкотемпературную поправку к плотности сверхтекучей компоненты неидеального бозе-газа.
4. Оценить глубину проникновения магнитного поля, используя теорию Гинзбурга-Ландау.
5. Используя кольцевое приближение, определить поправки к теплоёмкости электронейтральной плазмы.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 7**

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК.      Кафедра теор. Физики

1. Канонический ансамбль. Статистическая сумма. Вывод первого и второго начала термодинамики из распределения Гиббса.
2. Найти диамагнитную восприимчивость двумерного газа свободных электронов, если  $\epsilon_F > \mu_B H > T$  (эффект де Гааза–ван Альфена). Оценить область температур, в которой можно ожидать наблюдение этого эффекта.
3. Спектр возбуждений для неидеального ферми-газа с притяжением.
4. Получить соотношения Эренфеста, т.е. равенства, связывающие скачки теплоемкости  $C_p$ , коэффициента теплового расширения и сжимаемости в точке фазового перехода второго рода.
5. Используя кольцевое приближение для газа ван-дер-Ваальса, определить поправку к свободной энергии.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 8**

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК.      Кафедра теор. физики

1. Свободная энергия. Выражение свободной энергии через статистическую сумму.
2. Температура бозе-конденсации для идеального бозе-газа.
3. Уравнение для энергетической щели для ферми-газа с притяжением в низкотемпературном пределе.
4. Пользуясь большим каноническим ансамблем, доказать, что функция распределения для идеального квантового газа имеет вид  $f(\epsilon) = \frac{1}{e^{\beta(\epsilon-\eta)} \mp 1}$ , где знак  $-$  относится к Бозе-статистике, знак  $+$  относится к Ферми-статистике. Получить также выражения для энтропии и свободной энергии Гельмгольца.
5. Используя кольцевое приближение для газа ван-дер-Ваальса, определить положение критической точки и средний радиус действия потенциала.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 9

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Классический идеальный газ. Стат.сумма, свободная энергия, энтропия теплоемкость и уравнение состояния.
2. Вычисление плотности частиц в конденсате для идеального бозе-газа.
3. Ферми-газ с притяжением. Поведение энергетической щели вблизи  $T_c$ .
4. Спектр энергии для спиновых волн.
5. Используя кольцевое приближение для газа ван-дер-Ваальса, определить поправку к теплоёмкости вблизи критической точки.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 10

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Определить  $C_{\mu,V} - C_{N,V}$  в переменных а)  $\mu, V, T$ ; б)  $N, V, T$ . Определить  $C_{\mu,V} - C_{N,V}$  для бальмановского газа, низкотемпературных ферми- и бозе-газов.
2. Установить соотношение, связывающее плотность сверхтекучей компоненты с величиной энергетической щели для ферми-газа с притяжением.
3. Считая  ${}^4\text{He}$  идеальным бозе-газом, вычислить его химический потенциал при нормальных условиях ( $T = 273\text{K}$ ,  $P = 1\text{ атм.}$ ).
4. Вычислить энергию Ферми, внутреннюю энергию  $E$ , давление и теплоемкости  $c_{V,N}$  и  $c_{V,\mu}$  идеального ферми-газа, состоящего из частиц со спином  $1/2$ , с точностью до членов порядка  $T^2$  в случае достаточно сильного вырождения.
5. Используя кольцевое приближение для ферромагнитного диэлектрика, определить поправку к свободной энергии.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 11

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1.  $p$ -Т ансамбль. Функция распределения и статистическая сумма.
2. Вычислить плотность сверхтекучей компоненты вблизи  $T_c$  для ферми-газа с притяжением.
3. Уровни энергии осциллятора с частотой  $\nu$  имеют вид:
4.  $\varepsilon = \frac{1}{2}\hbar\nu, \frac{3}{2}\hbar\nu, \dots \left(n + \frac{1}{2}\right)\hbar\nu, \dots$ . Если система состоит из  $N$  почти невзаимодействующих осцилляторов, то ее энергия равна  $E = \frac{1}{2}N\hbar\nu + M\hbar\nu$ ,  $M$  – целое число.
  - 1) Установить связь между температурой системы и энергией  $E$ .
  - 2) Определить температурную зависимость теплоёмкости.
5. Используя кольцевое приближение для ферромагнитного диэлектрика, определить поправку к свободной энергии.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 12

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Термодинамическая теория флуктуаций.
2. На примере системы, состоящей из  $N$  молекул идеального газа, показать, что каноническое распределение Гиббса по энергиям в пределе  $N \gg 1$  переходит в микроканоническое распределение.
3. Вычислить плотность сверхтекучей компоненты вблизи  $T_c$  для ферми-газа с притяжением.
4. Найти связь между  $c_{V,\mu}$  и  $c_{V,N}$ .
5. Используя кольцевое приближение для ферромагнитного диэлектрика, определить поправку к теплоёмкости.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 13

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Распределение Гиббса с переменным числом частиц. Большая статистическая сумма.
2. Вычислить плотность нормальной компоненты при  $T < T_c$  для ферми-газа с притяжением.
3. Оценить температуру бозе-конденсации жидкого  $He^4$ , считая его идеальным газом.
4. Пусть система  $N$  изинговых спинов образует кольцо. Предположим, что энергия такой системы есть  $H = -g\mu_B H \sum_{i=1}^N \sigma_i - J \sum_{i=1}^N \sigma_i \sigma_{i+1}$  ( $\sigma_{N+1} = \sigma_N$ ), (1) где  $\sigma_i$  принимает значения  $+1$  и  $-1$ . Найти свободную энергию и магнитную восприимчивость системы. Показать, что при  $T \neq 0$  фазовые переходы отсутствуют.
5. Используя кольцевое приближение для ферромагнитного диэлектрика, определить область применимости метода самосогласованного поля.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 14

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Теория фазовых переходов II-го рода Ландау.
2. Поведение теплоемкости вблизи температуры бозе-конденсации для идеального бозе-газа.
3. Исходя из функционала Гинзбурга-Ландау, рассчитать эффект Мейсснера для сверхпроводников.
4. Вычислить изменение температуры при расширении в пустоту:
  - a) равновесного черного излучения;
  - b) вырожденного ферми-газа;
  - c) вырожденного бозе-газа.
  - d. Объяснить знак эффекта. Сравнить с результатом для классического больцмановского газа.
5. Приближение высокой плотности для газа с потенциалом ван-дер-Ваальса. Вычислить свободную энергию в кольцевом приближении.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 15

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Термодинамические потенциалы в системах с переменным числом частиц. Химический потенциал.
2. Записать оператор взаимодействия электронов с внешними электрическим и магнитным полями в представлении вторичного квантования.
3. Энергия основного состояния для ферми-газа с притяжением.
4. Используя уравнения Гинзбурга-Ландау, найти глубину проникновения для слабого магнитного поля.
5. Записать гамильтониан гармонических колебаний для сегнетоэлектрика типа смещения. Обнаружить критические колебания выше точки перехода.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 16

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Вывод первого и второго начала термодинамики из распределения Гиббса.
2. Рассчитать зависимость энергетической щели сверхпроводников в модели БКШ вблизи температуры перехода.
3. Изотермы идеального ферми-газа при низких температурах.
4. Определить связь между скачком теплоемкости и скачком сжимаемости на кривой фазового перехода второго рода.
5. Записать гамильтониан гармонических колебаний для сегнетоэлектрика типа смещения. Получить разложение сабодной энергии вблизи точки сегнетоэлектрической неустойчивости.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 17

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Распределение Гиббса для системы с переменным числом частиц.
2. Зависимость энергетической щели сверхпроводников в модели БКШ вблизи  $T=0$ .
3. Скачок теплоемкости при  $T=T_c$  для ферми-газа с притяжением.
4. Построить изобары идеальных ферми- и бозе-газов. Качественно рассмотреть предельный переход к больцмановскому случаю.
5. Используя гамильтониан Гейзенберга, получить самосогласованное уравнение для среднего спина. Определить положение точки фазового перехода.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:



Заведующий кафедрой

Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 18

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Флуктуации в  $\rho$ - $T$ -ансамбле. Вычисления флуктуаций при заданном числе частиц.
2. Теплоемкость слабо неидеального ферми-газа вблизи  $T=0$ .
3. Функционал и уравнения Гинзбурга-Ландау.
4. Построить изотермы идеальных бозе-газов. При высоких температурах вычислить поправку к уравнению состояния идеального больцмановского газа.
5. Используя гамильтониан Гейзенберга, получить самосогласованное уравнение для петли гистерезиса и величину спонтанного момента.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:



Заведующий кафедрой

Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N19

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Микроканонический ансамбль и его функция распределения.
2. Теория фазовых переходов II-го рода Ландау. Условия ее применимости.
3. Найти коэффициенты в функционале Гинзбурга-Ландау .
4. Построить изотермы идеальных ферми- газов. При высоких температурах вычислить поправку к уравнению состояния идеального бoльцмановсго газа.
5. Используя гамильтониан Гейзенберга, получить температурную зависимость магнитной восприимчивости вблизи точки ферромагнитного перехода.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:



Заведующий кафедрой

Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N20

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Большой канонический ансамбль. Распределения Ферми и Бозе.
2. Зависимость химического потенциала бозе-газа от температуры.
3. Энергия взаимодействия тождественных частиц в представлении вторичного квантования. Гамильтониан БКШ.
4. Найти связь между адиабатической и изотермической сжимаемостями.
5. Используя гамильтониан Гейзенберга, получить разложение свободной энергии по степеням среднего спина. Определить величину скачка теплоёмкости вблизи точки ферромагнитного перехода.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:



Заведующий кафедрой

Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N21

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Идеальный газ, состоящий из  $N$  точечных молекул, заключен в сосуд объемом  $V$ . Найти число состояний (фазовый интеграл) в классическом случае и, пользуясь им, получить уравнение состояния.
2. Большой канонический ансамбль. Распределения Ферми и Бозе.
3. Зависимость энергетической щели сверхпроводников в модели БКШ вблизи температуры перехода.
4. Найти распределение частиц по импульсам для основного состояния неидеального бозе-газа.
5. Используя уравнение Гинзбурга-Ландау при  $T > T_c$ , получить флуктуационную поправку к нулевому приближению метода самосогласованного поля. Установить границы применимости метода самосогласованного поля.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 22

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Конденсация Бозе-Эйнштейна .
2. Построить изохоры идеальных ферми- газов.
3. Вычислить неравновесную энтропию идеальных ферми- и бозе-систем. Для идеальной ферми- системы записать условие симметрии частица-дырка.
4. Найти в модели БКШ зависимость от температуры термодинамического критического магнитного поля вблизи  $T=0$  и вблизи температуры перехода.
5. Получить критический индекс  $\alpha$ , исходя из обобщённого разложения свободной энергии.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 23

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Термодинамические потенциалы в системах с переменным числом частиц.
2. Вывод канонического распределения из микроканонического.
3. Вычисление флуктуационной поправки к теплоемкости и нахождение области применимости теории Ландау.
4. Построить изохоры для идеального ферми-газа.
5. Получить критический индекс  $\beta$ , исходя из обобщённого разложения свободной энергии.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 24

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Условие механического равновесия и понятие давления.
2. Найти распределение частиц по импульсам для основного состояния неидеального бозе-газа.
3. Исходя из уравнений Гинзбурга-Ландау, оценить размер куперовской пары.
4. Вычислить неравновесную энтропию идеальных ферми- и бозе-систем.
5. Получить критический индекс  $\beta$ , исходя из обобщённого разложения свободной энергии.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 25

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Равновесие по обмену частицами и химический потенциал. Вывод большого канонического распределения.
2. Конденсация Бозе-Эйнштейна. Теплоёмкость идеального бозе-газа.
3. Определить функцию распределения для квазичастиц в модели БКШ.
4. Вычислить теплоёмкость идеального ферми-газа с точностью до членов порядка  $T^2$  в случае достаточно сильного вырождения.
5. Получить критический индекс  $\gamma$ , исходя из обобщённого разложения свободной энергии

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 26

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Вычислить флуктуации:  $\langle(\Delta V^2)\rangle$  и  $\langle(\Delta T^2)\rangle$ .
2. Вырожденный Ферми-газ. Термодинамические функции, уравнение состояния.
3. Расчет температуры сверхпроводящего перехода в модели БКШ
4. Определить корреляционный радиус флуктуаций пара метра порядка во внешнем поле  $h$  при  $T = T_c$ .
5. Используя кольцевое приближение, определить поправки к свободной энергии электронейтральной плазмы.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 27

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. Физики

1. Статистический вес. Статистическое определение энтропии. Второе начало термодинамики.
2. Вычислить критические индексы  $\alpha, \beta, \lambda$  для спонтанного момента в новой теории фазовых переходов, в которой разложение свободной энергии производится по четным степеням параметра порядка  $m$ , но по дробным степеням малого параметра  $\tau = \frac{T - T_c}{T_c}$ :  
$$\Delta F = a \operatorname{sgn} \tau |\tau|^k m^2 + g |\tau|^q m^4 - \mathbf{mH}$$
. Найти связь между критическими индексами.
3. Найти распределение частиц по импульсам для основного состояния неидеального бозе-газа.
6. Используя кольцевое приближение для газа ван-дер-Ваальса, определить поправку к свободной энергии

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 28

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. физики

1. Статистическая сумма. Выражение термодинамических величин через статистическую сумму.
2. Найти спектр и теплоемкость спиновых волн при  $T \ll T_c$ .
3. Показать, что двумерный идеальный газ бозонов не обнаруживает конденсации Бозе-Эйнштейна.
4. Определить плотность нормальной компоненты в неидеальном бозе-газе.
5. Используя кольцевое приближение для ферромагнитного диэлектрика, определить поправку к свободной энергии.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

Ю.М.Белоусов

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РФ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЗНАМЕНИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 29

Дисциплина: Стат.физ. , IV ФАК. Кафедра теор. физики

1. Большой канонический ансамбль. Выражение термодинамических величин через статистическую сумму.
2. Определить функции распределения частиц и квазичастиц в модели БКШ.
3. Определить спектр возбуждений для слабо неидеального бозе-газа.
4. Найти давление идеального ферми-газа при  $T=0$ .
5. Записать гамильтониан гармонических колебаний для сегнетоэлектрика типа смещения. Получить разложение свободной энергии вблизи точки сегнетоэлектрической неустойчивости.

Одобрено на заседании кафедры 15 мая 2005 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой



Ю.М.Белоусов