

Тестовые вопросы по курсу
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА
(для групп Е8-01,02,Т8-31,32,32а,32б,37,70а, 70б)

(Примечание. Для групп Т8-32,32а,32б курс называется «Теория конденсированного состояния»)

Лекция 1.

1. В чем смысл принципа адиабатического приближения?
2. Написать выражение для электрон–электронного вклада в энергию.
3. Написать выражение для ион-ионного вклада в энергию.
4. Написать выражение для электрон-ионного вклада в энергию.
5. Что такое локальная электронейтральность?
6. Как учитывается «некулоновость» электрон-ионного взаимодействия?
7. Почему в итоговых формулах считается $q=0$?

Лекция 2.

1. Как ион-ионная энергия зависит от Z ?
2. Что такое R_y (ридберг)?
3. Принцип вторичного квантования?
4. Что такое операторы рождения и уничтожения?
5. Какие могут быть числа заполнения для Ферми-систем?
6. Какие могут быть числа заполнения для Бозе-систем?
7. Написать выражение для оператора плотности.

Лекция 3.

1. Что такое Ферми-сфера?
2. Что такое граничный вектор ферми?
3. Выражение для энергии невзаимодействующего электронного газа?
4. Написать уравнение состояния?
5. Устойчивость электронного газа относительно коллапса?
6. Какова зависимость кинетической энергии электронов от r_s ?
7. Как квантуется двухчастичный оператор?

Лекция 4.

1. Что такое символ Кронекера?

2. Как представить символ Кронекера в виде интеграла?
3. Оператор энергии электрон-электронного взаимодействия во вторичном квантовании.
4. Почему энергия электрон-электронного взаимодействия получилась отрицательной?
5. Что такое корреляционная функция?
6. В чем физический смысл коррелятора?
7. Как вычислить коррелятор?
8. Чему равен коррелятор при малых расстояниях?
9. Чему равен коррелятор при больших расстояниях?
10. Нарисовать график корреляционных функций.

Лекция 5.

1. Как выразить диэлектрическую проницаемость через внешнюю и индуцированную плотность зарядов?
2. В чем физический смысл модели самосогласованного поля?
3. Волновая функция в нестационарной теории возмущений?
4. Как выразить индуцированную плотность через внешний потенциал?
5. Выражение для диэлектрической проницаемости в приближении самосогласованного поля?
6. Как ведет себя диэлектрическую проницаемость в статическом случае при малых волновых векторах?
7. В чем проявляется неаналитичность диэлектрической проницаемости вырожденного электронного газа ?
8. Что такое собственные колебания заряженной системы?
9. Каков спектр плазмонов при малых волновых векторах?
10. Что такое фриделевские осцилляции?

Лекция 6.

1. Особенности вычисления интеграла для энергии электрон-электронного взаимодействия?
2. Чему равна энергия электрон-электронного взаимодействия?
3. Выражение для энергии во втором порядке теории возмущений?

4. Как выглядит ряд для корреляционной энергии по степеням r_S ?
5. Каков истинный параметр разложения?
6. Каковы значения r_S для простых металлов?
7. Выражение для оператора энергии электрон-электронного взаимодействия.
8. Почему $V_{ei} = 0$ в нулевом приближении?
9. Почему учитывается только линейный вклад?

Лекция 7.

1. Выражение для оператора смещений.
2. Что такое гамильтониан Фрелиха?
3. Нарисуйте диаграммы электрон-фоонных процессов.
4. Что такое виртуальный фонон?
5. Выражение для полной энергии простого металла.
6. Энергия металлического водорода.
7. Устойчив ли металлический водород?

Лекция 8.

1. Чему равно скалярное произведение $\vec{G} \cdot \vec{n}$?
2. Уравнение Шредингера для волновой функции электрона в решетке.
3. Что собой представляет уравнение для спектра электронов?
4. Что такое теорема Блоха?
5. Что такое «запрещенная» зона?
6. Почему двухатомный кристалл – диэлектрик?
7. Как «устроен» полупроводник?

Лекция 9.

1. Как действует оператор координаты?
2. Являются ли Блоховские функции ортонормированными?
3. Каков вид оператора координаты в пространстве \vec{q}, n ?
4. Каков явный вид оператора скорости?
5. Написать выражение для групповой скорости.
6. Почему $\vec{p} = \hbar \vec{q}$ не является импульсом?

7. Как оператор квазиимпульса зависит от времени?

Лекция 10.

1. Что такое оператор $\hat{\Omega}$?
2. Как выглядит уравнение движения в электрическом поле?
3. Как определяется ускорение?
4. Что такое тензор эффективных масс?
5. Как ведет себя энергия вблизи минимума?
6. Как ведет себя энергия на краю зоны?
7. Может ли эффективная масса быть отрицательной?

Лекция 11.

1. Что такое калибровка Ландау?
2. Каков порядок величины отношения $\hbar\omega$ и ε_F ?
3. Написать уравнение движения для электрона в кристалле в магнитном поле?
4. Что такое годограф?
5. Как определяется эффективная циклотронная частота?
6. Как определяется эффективная циклотронная масса?
7. Что такое циклотронный резонанс?

Лекция 12.

1. В чем смысл приближения почти свободных электронов?
2. Что такое пустая решетка Шокли?
3. Какую поправку к энергии дает первый порядок теории возмущений?
4. Что изменяется во втором порядке?
5. Какие проблемы возникают при пересечении парабол энергии?
6. Откуда возникает энергетическая щель?
7. Чему равна групповая скорость в стоячей волне?

Лекция 13.

1. Какова величина перекрытия волновых функций соседних атомов в приближении сильной связи?
2. Чему равен квадрат модуля коэффициента разложения волновой функции электрона?

3. Каков вид пробной функции?
4. Каков вид интеграла перекрытия?
5. Как выглядит спектр для простой кубической решетки?
6. Чему равна эффективная масса вблизи дна зоны?
7. Чему равна эффективная масса на границе зоны?

Лекция 14.

1. Что такое функция плотности состояний?
2. Каковы характерные масштабы величин химического потенциала и температуры?
3. Как зависит теплоемкость Ферми-газа от температуры?
4. Качественный вывод зависимости теплоемкости.
5. Что такое магнитная восприимчивость?
6. Каков масштаб отношения $\mu_B H$ к энергии Ферми?
7. Каков характер восприимчивости электронов в классическом магнитном поле?

Лекция 15.

1. Каково выражение для уровней энергии Ландау?
2. Что такое диамагнетизм Ландау?
3. Чем определяется полная магнитная восприимчивость?
4. Как изменяется плотность состояний при прохождении уровня Ландау через \mathcal{E}_F ?
5. Что такое эффект де-Гааза-ван-Альфена?
6. Что такое эффект де-Гааза-Шубникова?
7. Каков масштаб гигантских осцилляций восприимчивости?