

ЭКЗАМЕН ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ»

Билет № 24

Яромир Водзяновский Б04-855а

1. Пояснить возникновение плазменных колебаний с указанием их собственной частоты.

Плазменная частота - частота собственных продольных колебаний пространственного заряда (ленгмюровских колебаний) в однородной плазме в отсутствие магнитного поля. В пренебрежении движением ионов плазменная частота электронного газа равна (в системе СГС):

$$\omega_{pe} = \sqrt{\frac{4\pi n_e e^2}{m_e}} = 5.6415 \cdot 10^4 \sqrt{n_e} \frac{\text{рад}}{c}$$

Предположим, что дебаевская длина достаточно велика и для плазмы характерно дальное действие кулоновских сил, благодаря чему она может рассматриваться как упругая среда. Если группу электронов в плазме сдвинуть из их равновесного положения (тяжёлые ионы считаем неподвижными), то на них будет действовать электростатическая возвращающая сила, что и приводит к колебаниям.

2. Проиллюстрировать процесс Оже-генерации. Почему энергия первичного (затравочного) носителя всегда больше ширины запрещенной зоны?

Эффект Оже - это физическое явление, в котором заполнение вакансии внутренней оболочки атома сопровождается испусканием электрона из того же атома. Когда основной электрон удаляется, оставляя вакансию, электрон с более высокого энергетического уровня может упасть в вакансию, что приведет к высвобождению энергии. Хотя чаще всего эта энергия высвобождается в виде испускаемого фотона, энергия также может быть передана другому электрону, который выбрасывается из атома; этот второй выброшенный электрон называется электроном Оже.

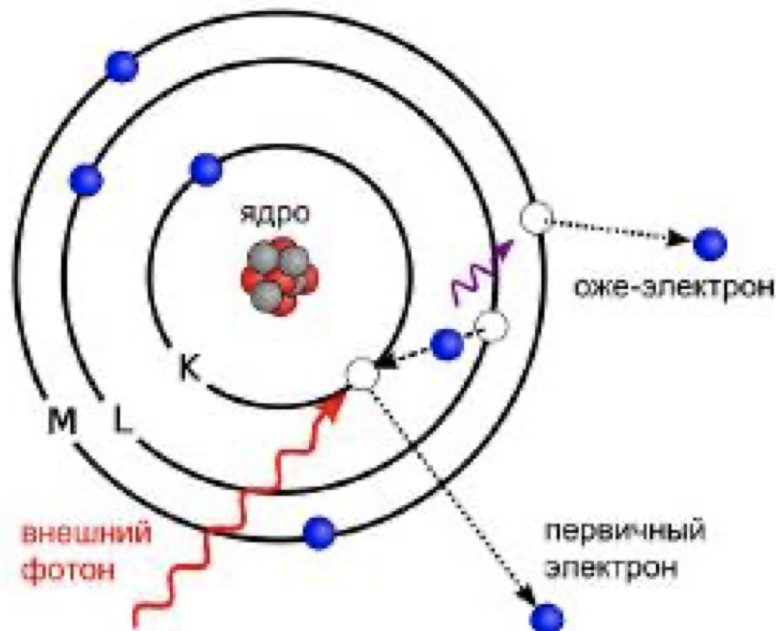


Рис. 1: Иллюстрация Оже-генерации

3. Почему длина экранирования локального пространственного заряда в металле на порядки меньше, чем в полупроводнике?

Дебавеская длина - расстояние, на которое распространяется действие электрического поля отдельного заряда в квазинейтральной среде, содержащей свободные положительно и отрицательно заряженные частицы.

$$\lambda_D = \left(\sum_j \frac{4\pi q_j^2 n_j}{\varepsilon_r k T_j} \right)^{-1/2}$$

4. Почему при оценке быстродействия фотодиода не учитывается время перемещения вылетевшего из области пространственного заряда (ОПЗ) основного фотоносителя по нейтральной области до токового контакта?

Быстродействие фотодиодов определяется рекомбинацией дополнительных носителей заряда. Обычно толщина области, на которую падает излучение, больше или порядка $1/\alpha$, где α — коэффициент поглощения, и меньше диффузионной длины неосновных носителей заряда. В этом случае быстродействие определяется отношением толщины этой области к диффузионной длине и может быть значительно меньше времени жизни неравновесных носителей заряда.

5. Проиллюстрировать с помощью зонной диаграммы в $E - p$ пространстве, что электрон и дырка уменьшают свою энергию в зоне проводимости и в валентной зоне.

