

Билет 24

1. Зонная теория твердых тел. Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках.

В основе зонной теории лежит так называемое адиабатическое приближение. Квантово-механическая система разделяется на тяжелые и легкие частицы — ядра и электроны. Поскольку массы и скорости этих частиц значительно различаются, можно считать, что движение электронов происходит в поле неподвижных ядер, а медленно движущиеся ядра находятся в усредненном поле всех электронов. Принимая, что ядра в узлах кристаллической решетки неподвижны, движение электрона рассматривается в постоянном периодическом поле ядер. Далее используем приближение самосогласованного поля.

приближение самосогласованного поля.
Взаимодействие данного электрона со всеми
другими заменяется действием на него
стационарного эл. поля, обладающего
периодичностью кристалл. решетки. Это поле
создается усредненным в пространстве зарядом
всех других электронов и всех ядер. Пока атомы
изолированы, т.е. находятся друг от друга на
макроскопических расстояниях, они имеют
совпадающие схемы энергетических уровней.
(см. рис). По мере сжатия нашей модели до
кристалл. решетки, т.е. когда расстояния между
атомами станут равными межатомным,
взаимодействие между атомами приводит к тому,
что энергетические уровни атомов смещаются,

что энергетические уровни атомов смещаются, расщепляются и расширяются, образуется **зонный энергетический спектр**.

Образование зонного энергетического спектра в кристалле является квантово-механическим эффектом и вытекает из соотношения неопределенностей. В кристалле валентные электроны атомов, связанные слабее с ядрами, чем внутренние электроны, могут переходить от атома к атому сквозь потенциальные барьеры, разделяющие атомы, т.е. перемещаться без изменения потенциальной энергии (туннельный эффект).

Энергия внешних может принимать значения в пределах закрашенных областей (см.рис),

пределах закрашенных областей (см.рис), называемых разрешенными энергетическими зонами. Разрешенные энергетические зоны разделяются зонами запрещенных значений энергии, называемые запрещенными энергетическими зонами.



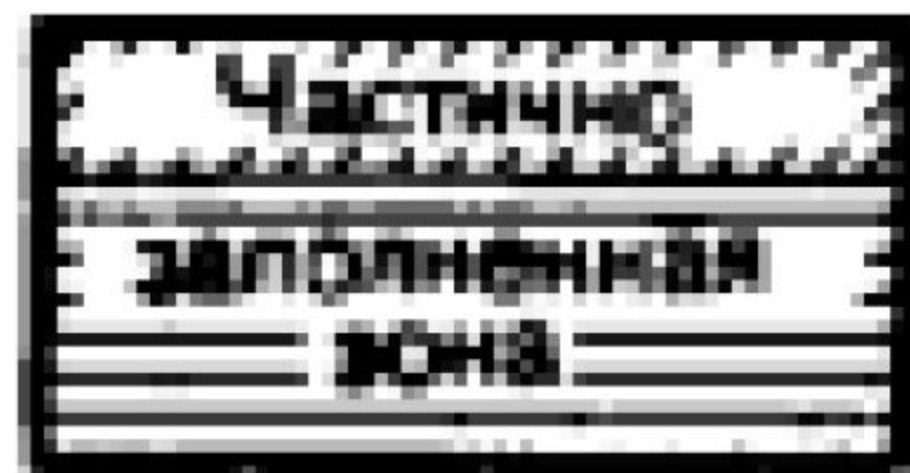
E



а)

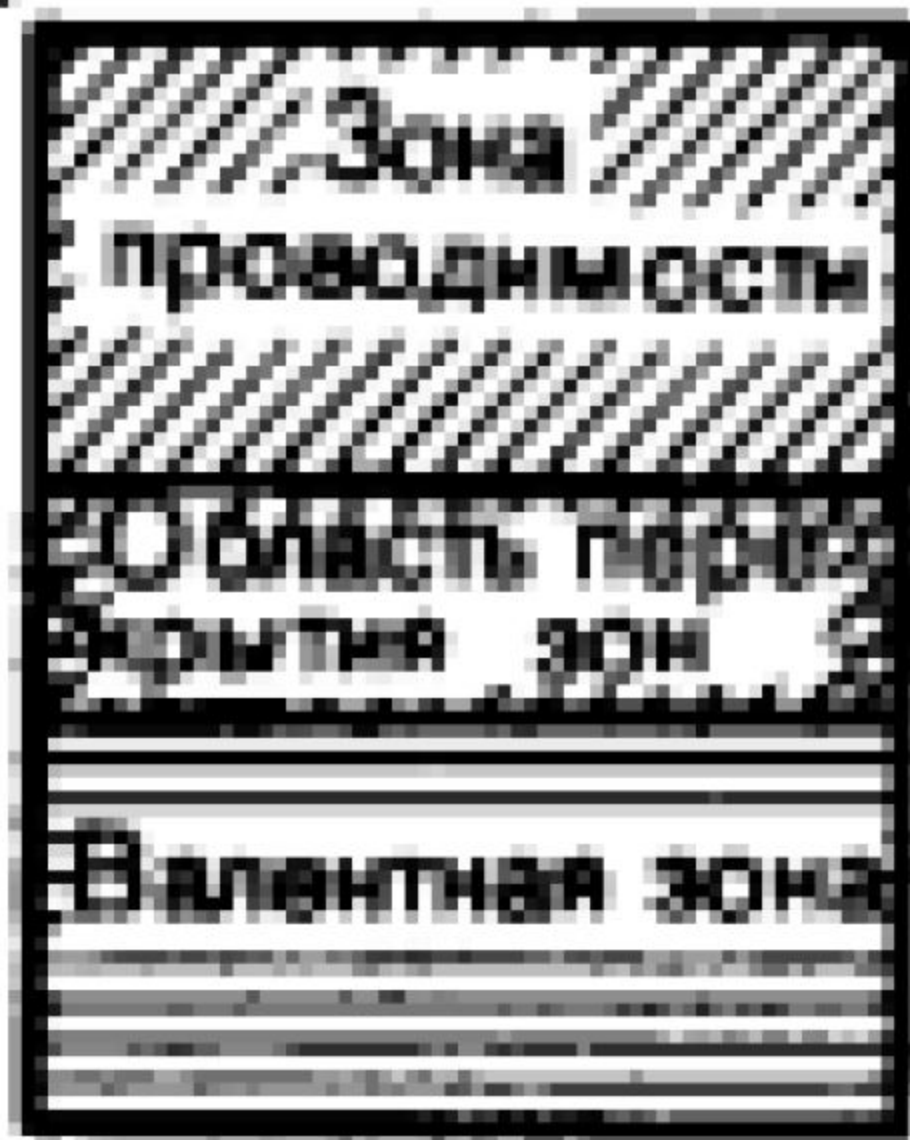


Запрещенная зона

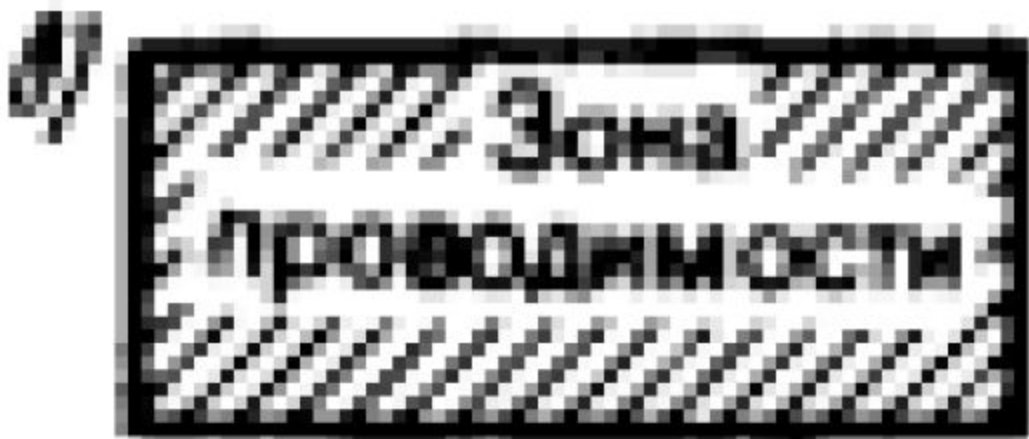


Металл

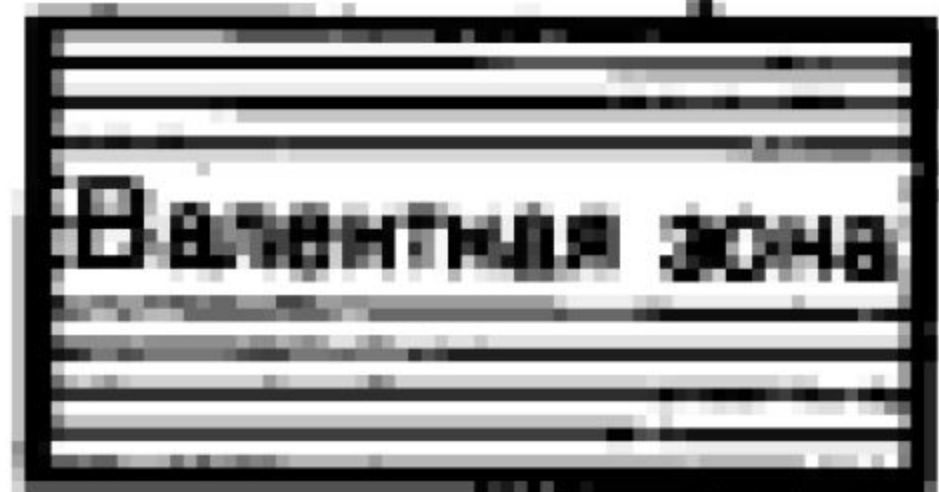
б)



Металл



Запрещенная зона



Диэлектрик



Запрещенная зона ΔE



Полупроводник

2. Ядерная модель атома. Постулаты Бора.

На основании своих исследований Резерфорд в 1911 г. предположил ядерную (планетарную) модель атома. Вокруг положительного ядра, имеющего заряд Ze (Z – порядковый номер элемента, e – элементарный заряд), размер 10^{-15} – 10^{-14} м и массу, практически равной массе атома, в области с линейными размерами порядка 10^{-10} м по замкнутым орбитам движутся электроны, образуя электронную оболочку атома.

Первый постулат Бора (постулат для стационарных состояний) : в атоме существуют стационарные состояния (не изменяющиеся со временем) состояния, в которых он не излучает энергии. Стационарные состояния атома соответствуют

Стационарные состояния атома соответствуют стационарные орбиты, по которым движутся электроны. Движение электронов сопровождается излучением электромагнитных волн. В стационарном состоянии атома электрон, двигаясь по круговой орбите, должен иметь дискретные квантовые значения момента импульса, удовлетворяющие условию

$m_e v r_n = \hbar n$ ($n=1, 2, 3\dots$) где m_e - масса электрона, v - его скорость по n -орбите радиуса r_n , $\hbar = h / (2\pi)$

Второй постулат Бора (правило частот): при переходе электрона с одной стационарной орбиты на другую излучается (поглощается) один фотон с энергией $h\nu = E_n - E_m$ равной разности энергий соответствующих стационарных состояний (E_n и E_m -

Второй постулат Бора (правило частот) : при переходе электрона с одной стационарной орбиты на другую излучается (поглощается) один фотон с энергией $h\nu = E_n - E_m$ равной разности энергий соответствующих стационарных состояний (E_n и E_m – соответственно энергии стационарных состояний атома до и после излучения (поглощения) . При $E_m < E_n$ происходит излучение фотона, при $E_m > E_n$ – его поглощение .

Задание 24

Найти с какой скоростью движется электрон
или длина волны де Бройля электрона λ_B
равна по комптоновской длине волны λ_K

Дано:

$$\lambda_B = \lambda_K$$

$v = ?$

Решение:

$$\lambda_B = \frac{h}{p}$$

$$\lambda_K = \frac{h}{m_0 c}$$

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$= \frac{m_0 v c}{\sqrt{c^2 - v^2}}$$

Дано:

$$\lambda_{\text{б}} = \lambda_{\text{к}}$$

$v = ?$

Решение:

$$\lambda_{\text{б}} = \frac{h}{p}$$

$$\lambda_{\text{к}} = \frac{h}{m_0 c}$$

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_0 v c}{\sqrt{c^2 - v^2}}$$

$$\frac{h \sqrt{c^2 - v^2}}{m_0 v c} = \frac{h}{m_0 c}$$

$$v = \sqrt{c^2 - v^2}$$

$$v = \frac{c}{\sqrt{2}}$$