Билет 19

1. Эффект Холла в полупроводниках, его практическое применение.

Эффект Холла – возникновение в полупроводнике с током плотностью j, помещенному в магнитное поле B, электрического поля в направлении, перпендикулярном B и j.

При данном направлении j скорость носителей тока направлена справа налево. Электроны испытывают действие силы Лоренца, которая в данном случае направлена вверх. Т.О. у верхнего края пластины возникнет повышенная концентрация электронов(от зарядится отрицательно), а у нижнего – их недостаток отрицательно), а у нижнего – их недостаток (зарядится положительно). В результате этого между краями пластинки возникнет дополнительное поперечное электрическое поле, направленное снизу вверх. Когда напряженность $E_В$ этого поперечного поля достигнет токай величины, что его действие на заряды будет уравновешивать силу Лоренца, то установится стационарное распределение зарядов в поперечном направлении. Тогда

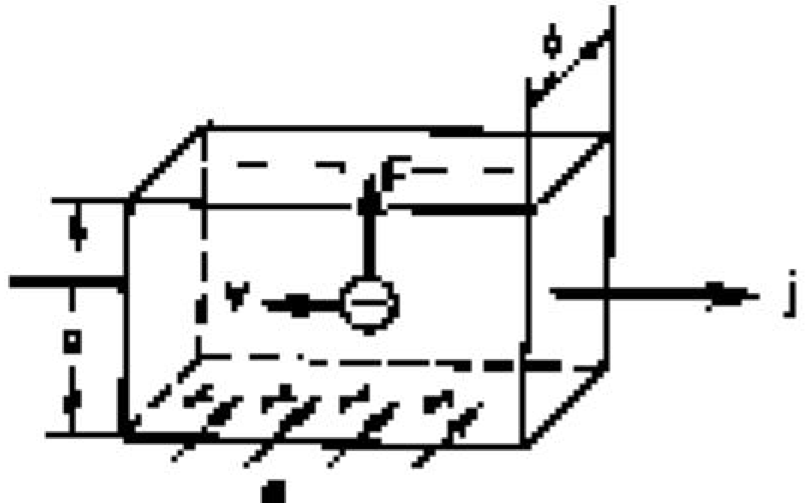
$$eE_В=e\Delta\varphi/a=evB \text{ или } \Delta\varphi=vBa$$

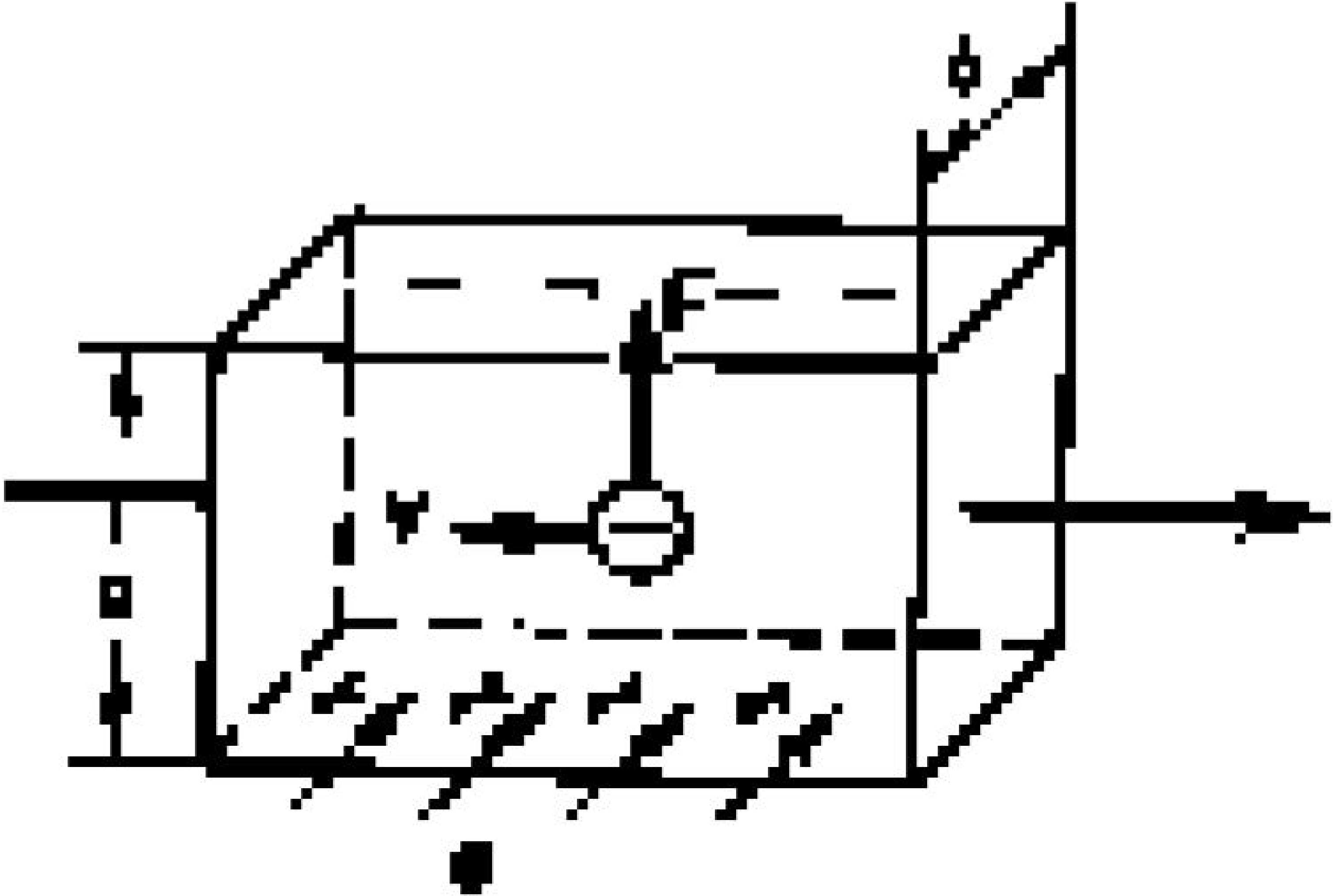
где a- ширина пластинки, $\Delta\varphi$ – поперечная (холловская) разность потенциалов. Учитывая что сила тока I=jS(S- площадь поперечного сечения пластинки толщиной d, n- концентрация сечения пластинки толщиной d, n- концентрация электронов, v-средняя скорость упорядоченного движения электронов), получим

$$\Delta\varphi = \frac{I}{nead}Ba = \frac{1}{en}\frac{IB}{d} = R\frac{IB}{d}$$

т.е. холловская поперечная разность потенциалов прямо пропорциональна магнитной индукции B, силе тока I и обратно пропорциональна толщине пластики d.

R=1/(en)- постоянная Холла, зависящая от вещества. По измеренному значению постоянной Холла можно:1)определить концентрацию носителей тока в полупроводнике,2)судить о природе проводимости полупроводников, т.к. знак постоянной Холла совпадает со знаком знак постоянной Холла совпадает со знаком заряда е носителей тока. Эффект Холла применяется для изучения энергетического спектра носителей тока в полупроводниках, для умножения постоянных токов в аналоговых вычислительных машинах, в измерительной технике (датчик Холла) и т.д.




j

2.Стационарные состояния, их временная зависимость. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.

Стационарные состояния – это состояния с фиксированными значениями энергии. Это возможно, если силовое поле, в котором движется частица, стационарно, т.е. функция $U=U(x,y,z)$ не зависит явно от времени и имеет смысл потенциальной энергии. Уравнение Шредингера может быть представлено в виде произведения двух функций, одна из которых есть функция только координат, другая – только времени, причем зависимость от времени выражается множителем $e^{-i\omega t}=e^{-i(E/\hbar)t}$, так что только времени, причем зависимость от времени выражается множителем $e^{-i\omega t}=e^{-i(E/\hbar)t}$, так что $\Psi(x,y,z,t)=\psi(x,y,z)e^{-i(E/\hbar)t}$, где E- полная энергия частицы, постоянная в случае стационарного поля. Подставляя это выражение в уравнение Шредингера($-\hbar^2/2m$-$\Delta\Psi+U(x,y,z,t)\Psi=i\hbar(\partial\Psi/\partial t)$, где $\hbar=h/(2\pi)$, m - масса частицы, i-мнимая единица, U-потенциальная функция частицы в силовом поле, в котором она движется

Δ-оператор Лапласа($\Delta\Psi=\partial^2\Psi/\partial x^2+\partial^2\Psi/\partial y^2+\partial^2\Psi/\partial z^2$),$\Psi(x,y,z,t)$-искомая волновая функция частицы) получим:

разделив

$$-\frac{\eta^2}{2m}e^{-i(E/\eta)t}\Delta\psi + U\psi e^{-i(E/\eta)t} = i\eta(-iE/\eta)\psi e^{-i(E/\eta)t}$$

разделив на общий множитель $e^{-i(E/\hbar)t}$ и преобразовав придем к уравнению, определяющему функцию ψ $\Delta\psi+(2m/\hbar^2)(E-U)\psi=0$ – уравнение Шредингера для стационарных состояний. Это уравнение имеет бесчисленное количество решений, из которых посредством наложения граничных условий отбираются решения, имеющие физич.смысл. Условия: волновые функции должны быть конечными, однозначными и непрерывными вместе со своими первыми производными. Т.о. реальный физич.смысл имеют только такие решения, которые выражаются регулярными функциями ψ .

Билет 19. На какую кинет. энергию должен быть рассчитан ускоритель заряженных ....

Дано:

$L = 10^{-15}$ м

m_0

$E_{кин}$ - ?

Решение:

$$p = \frac{1}{c}\sqrt{E_{кин}(E_{кин} + 2m_0c^2)}$$

$$\lambda_Б = \frac{h}{p} = L$$

$$\left(\frac{hc}{L}\right)^2 = E_{кин}^2 + 2m_0c^2 E_{кин}$$

$E_{кин}$ = ...