



ХОЛЛА ЭФФЕКТ

Авторы: О. А. Котельникова

ХОЛЛА ЭФФЕКТ, возникновение в твёрдом проводнике с плотностью тока

j , помещённом в магнитное поле напряжённостью

H , электрич. поля напряжённостью

E_H в направлении, перпендикулярном

H и

j . Открыт Э. Г. [Холлом](#) в 1879 в тонких пластинках золота. Величина напряжённости электрич. поля (поля Холла)

$E_H = RHj \sin \alpha$, где

α – угол между

H и

j (

$\alpha < 180^\circ$). Если

$H \perp j$, то

E_H максимально:

$E_H = RHj$. Коэф.

R называется постоянной Холла, которая полностью характеризует Х. э. Знак

R положителен, если

j ,

H и

E_H образуют правовинтовую систему координат. Эдс Холла

$U_H = E_H b = RH I / d$ измеряют между электродами, расположенными на боковых гранях образца в виде прямоугольной пластины (

b – ширина,

d – толщина, которые намного меньше длины пластины), перпендикулярно току

$I = jbd$.

Возникновение эдс Холла обусловлено взаимодействием носителей тока (электронов и дырок) с внешним магнитным полем. Сила Лоренца

$F = q[\mathbf{vH}]$, действующая со стороны магнитного поля на движущиеся заряды (q – заряд,

$\mathbf{v} = \mathbf{j}/nq$ – ср. скорость направленного движения носителей заряда, n – их концентрация), приводит к отклонению носителей в направлении, перпендикулярном

\mathbf{H} и

\mathbf{j} , или к «закручиванию» их траектории. В результате возникает поле Холла, которое действует на заряды и уравнивает силу Лоренца:

$qE_H = qvH$, и, следовательно,

$R = 1/nq$. Знак

R совпадает со знаком носителей заряда. В металлах, где

$n \approx 10^{28} \text{ м}^{-3}$, R имеет порядок величины $10^{-9} \text{ м}^3/\text{Кл}$, в полупроводниках

$R \approx 10^{-5} - 10^{-1} \text{ м}^3/\text{Кл}$. Для металлов величина

R зависит от зонной структуры, степени чистоты образца, его ориентации относительно кристаллографич. осей, величины магнитного поля и темп-ры.

При описании Х. э. в магнетиках следует учитывать наличие в них собств. молекулярного поля, создаваемого упорядоченными магнитными моментами. Тогда поле Холла имеет вид:

$E_y = RB_z j_x + R_s 4\pi M_z j_x$ (индексы

x ,

y ,

z указывают соответствующую проекцию на координатную ось;

B ,

M – индукция магнитного поля и намагниченность магнетика соответственно;

R_s – постоянная аномального эффекта Холла). Вклад в поле Холла,

пропорциональный

M , называют спонтанным или аномальным Х. э., поскольку он реализуется в ферро-, антиферро- и ферримагнитных проводниках и полупроводниках. В ферромагнетиках

R_s может на порядок превышать величину

R . Постоянная

R_S имеет сложную температурную зависимость, причём знаки

R и

R_S могут не совпадать. За возникновение аномального Х. э. ответственно спин-орбитальное взаимодействие, которое приводит к асимметричному рассеянию носителей заряда в магнетиках. В сильных магнитных полях в плоских проводниках (квазидвумерных системах) проявляются квантовые особенности поведения носителей заряда (квазидвумерного электронного газа) – возникает квантовый эффект Холла. При дальнейшем увеличении магнитного поля перестройка электронной системы становится столь сильной, что приводит к т. н. дробному квантовому эффекту Холла.

Линейную зависимость поля Холла от

H используют для измерения напряжённости магнитного поля (датчики Холла). Х. э. применяется для умножения постоянных токов в аналоговых вычислит. машинах, в измерит. технике и др.

Литература

Лит.: Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твёрдого тела. М., 1979. Т. 1–2;Абрикосов А. А. Основы теории металлов. 2-е изд. М., 2010.

Processing math: 100%