



СПИНОВЫЕ ВОЛНЫ

СПИНОВЫЕ ВОЛНЫ, 1) волны нарушений спинового порядка в магнитоупорядоченных средах. Существование С. в. предсказано Ф. [Блохом](#) в 1930. В ферро-, антиферро- и ферримагнетиках спины атомов и связанные с ними магнитные моменты в основном состоянии строго упорядочены. Из-за сильного [обменного взаимодействия](#) между атомами отклонение магнитного момента к.-л. атома от положения равновесия не локализуется, а распространяется в среде в виде волны. С. в. являются элементарными возбуждениями системы магнитных моментов в магнитоупорядоченных средах, а соответствующие им квазичастицы называются [магнонами](#). При

$T = 0$ К магноны в магнетиках отсутствуют; с ростом темп-ры они появляются и их число растёт – в ферромагнетиках пропорционально

$T^{3/2}$, в антиферромагнетиках –

T^3 . Рост числа магнонов приводит к уменьшению магнитного порядка. Так, намагниченность

M ферромагнетика с ростом темп-ры уменьшается, причём изменение намагниченности

$\Delta M(T) \propto T^{3/2}$ (Блоха закон).

С. в. характеризуются зависимостью частоты

ω от волнового вектора

k (закон дисперсии). В сложных магнетиках (кристаллах с несколькими магнитными подрешётками) могут существовать неск. типов С. в., и их закон дисперсии существенно зависит от магнитной структуры.

С. в. допускают наглядную классич. интерпретацию. В цепочке из

N атомов, расстояния между которыми

a , в магнитном поле напряжённости

H при

$k = 0$ (С. в. нет) все спины синфазно прецессируют вокруг направления поля

H. Частота этой однородной прецессии равна ларморовой частоте

ω_0 . При

$k \neq 0$ прецессия спинов неоднородна: отд. спины (1, 2, 3 и т. д.) находятся в разных фазах, сдвиг фаз между соседними атомами равен

ka . Частота неоднородной прецессии

$\omega(k) > \omega_0$. Зная силы взаимодействия между спинами, можно рассчитать зависимость

$\omega(k)$. В ферромагнетиках для длинных С. в. ($ka \ll 1$) эта зависимость проста:

$\omega(k) = \omega_0 + \omega_c(ak)^2$. Величина

$\hbar\omega_c$ (\hbar – постоянная Планка) имеет порядок величины обменного интеграла между соседними атомами. Как правило,

$\hbar\omega_c \gg \omega_0$. Частота однородной прецессии ω_0 определяется анизотропией кристалла и приложенным к нему магнитным полем. Квантовомеханич. анализ системы взаимодействующих спинов позволяет вычислить законы дисперсии С. в. для разл. кристаллич. решёток при произвольном соотношении между длиной С. в. и a .

2) С. в. в парамагнитных металлах – колебания спиновой плотности электронов проводимости, обусловленные обменным взаимодействием между ними. Существование таких С. в. проявляется в некоторых особенностях ЭПР, в частности в селективной прозрачности металлич. пластин для электромагнитных волн с частотами, близкими к частоте ЭПР.

2) С. в. в парамагнитных металлах – колебания спиновой плотности электронов проводимости, обусловленные обменным взаимодействием между ними.

Существование таких С. в. проявляется в некоторых особенностях ЭПР, в частности в селективной прозрачности металлич. пластин для электромагнитных волн с частотами, близкими к частоте ЭПР.

Литература

Лит. см. при ст. [Магнетизм](#).