Энциклопедия Физики и техники
www.femto.com.ua

Пользовательског Поиск

Главная | Физическая энциклопедия | Новости науки и техники

Физическая энциклопедия

- Главная
- Предметный указатель

Поиск

Фотогалерея



Преодоление звукового барьера

Новости науки и техники

Если бы можно было не дышать



Человек в среднем вдыхает 15 м^3 воздуха в сутки. Для нормальной жизнедеятельности необходим воздух без вредных примесей. Так, например, по данным Всемирной организации здравоохранения , содержащиеся в воздухе микрочастицы обуславливают почти 9% смертей от рака легких, 5% смертей от сердечно-сосудистой патологии и являются причиной около 1% летальных случаев от инфекционных заболеваний дыхательных путей. Далее...

спин-фононное взаимодействие

СПИН-ФОНОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ - взаимодействие электронных и ядерных спинов атомов твёрдого тела с упругими *колебаниями кристаллической решётки*. Последним в квантовомеханич. представлении соответствует поле *фононов* .Колебания решётки, тепловые или вызванные внеш. упругой волной, периодически изменяют расстояния между атомами, что приводит к модуляции как *внутрикристаллического поля*, так и взаимодействий между спинами электронов и ядер, т. е. к *спин-спиновому взаимодействию*.

С--ф. в. обусловливает релаксационные процессы, приводящие к установлению теплового равновесия между системой спинов и решёткой,- т. н. спин-решёточную релаксацию (см. *Релаксация магнитная*).Оно также оказывает влияние на положение и ширину спиновых уровней, приводя к сдвигу фактора спектроскопич. расщепления и изменению констант тонкого и сверхтонкого спиновых расщеплений. С--ф. в. ответственно за поглощение энергии акустич. колебаний при *акустическом парамагнитном резонансе* (АПР).

Известно неск. механизмов С--ф. в. Для электронных спинов парамагнитных ионов в т. н. слабоконцентрированных парамагнетиках (напр., примесных парамагн. ионах в диамагн. матрице), где взаимодействием между парамагн. ионами можно пренебречь, наиболее существенным является электрич. механизм, обусловленный модуляцией внутрикристаллич. электрич. поля упругими колебаниями решётки. Осциллирующее поле нарушает орбитальное движение электрона и посредством спин-орбитального взаимодействия вызывает переориентацию спинов парамагн. ионов. Этот процесс связан с т. н. *ванфлековским парамагнетизмом*, обусловленным деформацией электронной оболочки иона. Механизм Ван Флека характерен для примесных ионов группы Fe и редких земель в диэлектрич. и полупроводниковых кристаллах (напр., Fe^{2+} в $A1_2O_3$ и MgO; Cr^{2+} в GaAs). С--ф. в. возникает в результате модуляции зеемановской энергии или взаимодействия электронной намагниченности с магн. полем, обусловленным ядерным магнитным моментом (см. *Сверхтонкое взаимодействие*).

В концентрированных парамагнетиках С--ф. в. может осуществляться за счёт модуляции колебаниями решётки магнитного дипольного или *обменного взаимодействий* между спинами, поскольку они зависят от расстояний между ионами (механизм Валера). В случае диэлектриков этот механизм может конкурировать с ванфлековским только для ионов с большим магн. моментом.

В магнитоупорядоченных веществах основную роль в С--ф. в. играет модуляция

упругими колебаниями решётки обменного взаимодействия между спинами. В свою очередь, коллективные колебания спинов (*спиновые волны*),распространяясь по кристаллу, вызывают смещения ионов решётки, что приводит к возникновению связанных т. н. магнитоупругих колебаний. Их интенсивность возрастает при совпадении частот спиновой и упругой волн с одинаковым волновым вектором.

Для атомов, ядра к-рых обладают *квадрупольным моментом*, существенно С--ф. в., обусловленное связью переменных градиентов внутрикристаллич. поля с квадрупольными моментами ядер. Квадрупольный механизм С--ф. в. присущ диэлектрикам, слаболегированным полупроводникам и ряду металлов.

В проводящих средах (*металлах, сильнолегированных полупроводниках) с* большой концентрацией электронов проводимости помимо электрич. механизма С--ф. в. существует т. н. механизм Ольфера - Рубина, связанный с возникновением дополнительного переменного магн. поля, обусловленного взаимодействием колебаний решётки с электронами проводимости. При этом переменное магн. поле модулирует дипольное взаимодействие между магнитными моментами ядер. В металлах для ядер с большим квадрупольным моментом преобладающую роль играет квадрупольный механизм С--ф. в., а для ядер с малым квадрупольным моментом могут одновременно участвовать два механизма - квадрупольный и дипольный. С понижением темп-ры *Т* от 300 К до 14 К из-за вымораживания носителей вклад дипольного механизма значительно уменьшается. При квадрупольном механизме возможны переходы между спиновыми уровнями с изменением магн. квантового числа на 2, а при дипольном механизме только на 1.

Интенсивность С--ф. в. характеризуется элементами тензора четвёртого ранга, связывающими изменение энергии системы спинов с деформацией решётки. Значения элементов цензора С--ф. в. зависят от конкретных механизмов С--ф. в. и отражают локальную симметрию внутрикристаллич. поля вблизи данного иона. Элементы тензора С--ф. в. могут быть определены экспериментально по сдвигу линии *электронного парамагнитного резонанса* (ЭПР) и *ядерного магнитного резонанса*, а также под действием одноосного давления; по поглощению энергии при АПР; по акустическому насыщению линий ЭПР и ЯМР; по времени спин-решёточной релаксации. Экспериментальное определение констант С--ф. в. и сопоставление их с теоретич. значениями, соответствующими тем или иным механизмам С--ф. в., позволяют получать информацию о структуре и величине внутрикристаллич. полей и о динамике спин-решёточных взаимодействий.

Лит.: Альтшулер С. А., Козырев Б. М., Электронный парамагнитный резонанс соединений элементов промежуточных групп, 2 изд., М., 1972; Кессель А. Р., Ядерный акустический резонанс, М., 1969; Т а к е р Д., Р э м п т о н В., Гиперзвук в физике твердого тела, пер. с англ., М., 1975; Магнитная квантовая акустика, под ред. С. А. Альтшулера, М., 1977. *В. А. Голенищев-Кутузов*.

\<\< Предметный указатель \>\>

© femto.com.ua
webmaster@femto.com.ua