

Չորսսպինային փոխանցային մագնիսիկում արտաքին հաստատուն և համասեռ մագնիսական դաշտը ուտեղծում է մագնիսացման գերկառուցվածքի ծուլը է տրված, որ համակարգում հնարավոր է ֆազային անցում:

PHASE TRANSITION IN FOUR-SPIN EXCHANGE MAGNETIC

G. A. VARDANYAN, G. M. GABOYAN, A. S. SAAKYAN

A constant homogeneous external magnetic field produces a periodical superstructure of magnetization in a four-spin exchange magnetic. It is shown that in such a system a phase transition induced by magnetic field is possible

Изв. АН Армении, Физика, т. 25, вып. 5, 298—300 (1990)

УДК 538.222

К ТЕОРИИ СВЕРХТОНКОЙ СТРУКТУРЫ СПЕКТРОВ ЭЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

О. С. ТОРОСЯН

Институт прикладных проблем физики АН АрмССР

(Поступила в редакцию 20 мая 1990 г.)

Показано, что эффекты второго порядка по сверхтонкому взаимодействию приводят к небольшому изменению расстояния между линиями сверхтонкой структуры, соответствующими сверхтонким переходам с ядерными магнитными квантовыми числами m_I и $-m_I$ спектров электронного парамагнитного резонанса. Как показывают оценки, проведенные для атома водорода и для некоторых парамагнитных ионов в монокристаллах, эти малые изменения сверхтонкого расщепления экспериментально могут быть измерены.

При исследовании спектров электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) простейшей системы неспаренный электрон-ядро со спином $1/2$ (^{13}N , ^{15}N и др.) в монографиях [1, 2] утверждается, что эффекты второго порядка по сверхтонкому взаимодействию (СТВ) смещают положение линий сверхтонкой структуры с $m_I = \pm 1/2$ (m_I — ядерное магнитное квантовое число) так, что расстояние между ними остается неизменным. Исходя из этого делается вывод, что эффекты второго порядка не влияют на величину константы СТВ, которую отсчитывают на спектре.

Аналогичное утверждение имеется и в [3] для сверхтонких линий электронного $m_S = +1/2 \rightarrow m_S = -1/2$ (m_S — электронное магнитное квантовое число) перехода соответствующих значениям $m_I = \pm 3/2$ для ионов Cr^{3+} в монокристаллах ацетилацетоната алюминия и ацетилацетона-

та кобальта. Так как это утверждение основывается на том, что эффекты второго порядка одинаково сдвигают энергии переходов для сверхтонких линий соответствующих значениям $\pm m_I$, то оно было бы правильным, если бы спектры ЭПР регистрировались с использованием спектрометров переменной частоты. Если же спектры ЭПР, как обычно, регистрируются с помощью спектрометров фиксированной частоты и, следовательно, расстояние между сверхтонкими линиями определяется в единицах магнитного поля, тогда эффекты второго порядка будут влиять на величину сверхтонкого расщепления.

Действительно, используя соотношения (I.36) работы [2] нетрудно определить резонансные магнитные поля дублета с $m_I = \pm 1/2$ неспаренного электрона ($S = 1/2$) во втором порядке теории возмущений. После чего легко получить следующее выражение для расстояния между сверхтонкими линиями ΔH ,

$$\Delta H = \frac{a}{g\beta} + \frac{a^3}{4g\beta(h\nu)^2}. \quad (1)$$

Здесь a — константа СТВ, g — фактор спектроскопического расщепления, β — магнетон Бора, h — постоянная Планка, ν — частота спектрометра. Второй член в (1) обусловлен эффектами второго порядка и для многих парамагнитных систем слишком мал, чтобы мог влиять на экспериментально определенную константу a .

Однако в некоторых случаях, как например для атома водорода, обладающего аномально большой величиной константы СТВ, второй член в (1) можно было бы наблюдать экспериментально.

Действительно, оценивая для атома водорода, при значениях параметров $\nu = 9000$ МГц, $a = 1420$ МГц и $g = 2,0023$, величину этого члена, получим значение ≈ 3 Гс. Следовательно, такое изменение сверхтонкого расщепления, при прецизионных экспериментальных измерениях, вполне может быть наблюждено.

Отметим также, что в случае $S > 1/2$ и при наличии тонкой структуры спектры ЭПР усложняются, однако сущность рассмотренного явления не меняется. Эффекты второго порядка всегда приводят к изменению расстояния пары ($m_I, -m_I$) линий сверхтонкой структуры. Как показывают оценки, для ионов M_n^{2+} ($S = 5/2, I = 5/2$) в монокристаллах $SrTiO_3$ величины этих изменений для электронного $m_S = +1/2 \leftrightarrow m_S = -1/2$ перехода могут достигать значений 1,5—2 Гс. Таким образом, можно заключить, что учет эффектов второго порядка может оказаться необходимым при более точном определении констант СТВ из сверхтонких расщеплений спектров ЭПР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бучаченко А. А., Вассерман А. М. Стабильные радикалы. М., 1973, стр. 19.
2. Драго Р. Физические методы в химии. М., т. 2, с. 15, 1981.
3. McGarvey B. R. J. Chem. Phys., 40, 809 (1964).

Ցույց է տրված, որ գերնուրը փոխադրեցության երկրորդ կարգի էֆեկտները բերում են էլեկտրոնային պարամագնետական ուղղանախի սպեկտրների գերնուրը կառուցվածքի m_I և $-m_I$ միջուկային քվանտային թվերին համապատասխանող ուղղանախին դժերի հեռավորության ոչ մեծ փոփոխության, Զբաժնի առումի և միաբյուրեղներում որոշ պարամագնետական իոնների համար կատարված գնահատականները ցույց են տալիս, որ գերնուրը ճեղքման այդ փոքր փոփոխությունները փորձով դիտվող մեծություններ են:

ON THE THEORY OF HYPERFINE STRUCTURE OF ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE SPECTRA

O. S. Torosyan

The second order hyperfine effects are shown to slightly change the field separation between the hyperfine lines with nuclear magnetic quantum numbers m_I and $-m_I$ of electron paramagnetic resonance spectra. Estimates for hydrogen atom and some paramagnetic ions in single crystals show that these small changes in hyperfine splittings are experimentally measurable.