

НЕОБРАТИМОСТЬ ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ СЛАБОЕ ПОЛЕ СИГНАЛОВ ЯМР В НЕКОТОРЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Э.И.Федин, Н.В.Горская

Сигналы протонного магнитного резонанса в молекулярных кристаллах характеризуются малым временем спин-спиновой релаксации ($T_2 < 10^{-3}$ сек) и большим временем спин-решеточной релаксации ($T_1 > 10$ сек). Известно [1, 2, 3], что условие $T_2 \ll T_1$ является необходимым для существования спиновой температуры в системе ядерных спинов образца. Ранее [1] существование спиновой температуры $T_s(H)$ при любых значениях постоянного поля H было косвенно продемонстрировано опытом по размагничиванию образца в слабом (земном) поле: образец, в котором спиновая система уже приобрела температуру решетки, переносился из зазора магнита в земное поле и через время t ($T_2 \ll t \ll T_1$) возвращался в зазор. При этом не было замечено какого-либо изменения сигнала. Обратимость перехода через слабое поле послужила одним из аргументов в пользу существования спиновой температуры $T_s(H)$ в кристалле LiF.

Мы провели аналогичный опыт с монокристаллами нафталина. Переход через слабое поле оказался необратимым для сигнала ЯМР: время $t \approx 1$ сек оказалось достаточным для полной дезориентации ядерных спинов в этих кристаллах; последующее установление равновесной намагниченности и соответствующее нарастание амплитуды сигнала ядерного магнитного резонанса происходит, как и при первоначальном намагничивании, с постоянной времени $\tau \sim 10^3$ сек.

Варьирование напряженности радиочастотного поля H_1 в широких пределах, а также дефектность кристаллической решетки не влияют на этот эффект. Сходное поведение сигнала ЯМР обнаружено в антрацене и бифениле.

Контрольные опыты с молекулярными кристаллами и полимерами, молекулы которых не содержат замкнутых контуров делокализации электронов или имеют дополнительные внутримолекулярные степени свободы (парадихлорбензол, гексаметилбензол, оксиацетат бериллия, парафин, полиэтилен и т.д.) показали полную обратимость перехода сигнала ЯМР через слабое поле.

Обнаруженная необратимость перехода сигнала ЯМР через слабое поле указывает на то, что условие $T_2 \ll T_1$ в полях $H \gg H_{\text{лок}}$ (где $H_{\text{лок}}$ — локальные магнитные поля) не является достаточным для существования спиновой температуры в полях $H < H_{\text{лок}}$.

Наблюдаемый нами эффект можно качественно трактовать как указание на то, что в наших образцах нафталина, бифенила и антрацена при $H < H_{\text{лок}}$ происходит эффективная откачка энергии из системы ядерных спинов в решетку. Теоретическое и экспериментальное изучение этого эффекта продолжается.

Благодарим А.И.Китайгородского за постоянное внимание, И.П.Амитона, Б.А.Квасова, Н.О.Окулевича, Н.И.Охлобыстина за помощь в проведении измерений, Р.М.Мясникову и Л.А.Федорова за предоставление образцов.

Институт элементоорганических
соединений
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
1 октября 1966 г.

Литература

- [1] R.V.Pound. Phys.Rev., 81, 156, 1951.
- [2] E.M.Purcell, R.V.Pound. Phys.Rev., 81, 279, 1951.
- [3] А.Абрагам. Ядерный магнетизм, Изд.иностр.лит., 1963, гл.5.