

İFRAT İNCƏ QARŞILIQLI TƏSİRİN AŞAĞI TEMPERATURLARDA VƏ KONSENTRASIYALARDA YARIMMAQNİT YARIMKEÇİRİCİLƏRDƏ NÜVƏ MAQNİT REZONANSINA TƏSİRİ

A.C.Məmməd zad¹, M.N.Əliyev *
Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)

Tədqiqatda yarımmaqnit yarımkeçiricilərdə ifrat incə qarşılıqlı təsirin aşağı temperatur və konsentrasiyalarda nüvə maqnit rezonans xəttinin eninə və sürüşməsinə verdiyi pay analitik Qrin funksiyası metodu ilə hesablanmışdır.

Bərk cisimlər fizikasında geniş praktiki tətbiqinə və nəzəri araşdırmalardakı önəminə görə, yarımmaqnit yarımkeçiricilər [1] (YY) xüsusi yer tuturlar. Nüvə Maqnit Rezonans metodu [2] (NMR) YY-i mikroskopik səviyyədə tədqiq etməyə imkan verir.

Qeyd etmək lazımdır ki, bir çox qarşılıqlı təsirlərin mövcud olduğu mürəkkəb sistemlərin nəzəri tədqiqi zamanı ən uyğun və məhsuldar metod kimi ikizamanlı analitik Qrin Funksiyası metodu [3] (QF) qəbul edilmişdir. Təqdim olunan araşdırmada YY-də aşağı temperatur və konsentrasiyalarda mövcud olan ifrat incə qarşılıqlı təsir nəzərə alınmaqla Nüvə Maqnit Rezonansının eni Δ və sürüşməsi δ hesablanmışdır.

QF metodu formalizminə əsaslanaraq NMR tədqiqi ikizamanlı analitik nüvə spin QF

$$\langle\langle I_e^-(t)|I_{e'}(t') \rangle\rangle \quad (1)$$

vasitəsilə aparılmışdır. (1) ifadəsində I^-, I^+ operatorları, alçaldan və yüksəldən nüvə spin operatorlarıdır. YY sisteminin Hamiltonianı aşağıdakı şəkildədir:

$$H = H_0 + H_{intr} \quad (2)$$

(2) ifadəsində H_0 qarşılıqlı təsirdə olmayan sistemin Hamiltonianı, H_{intr} isə qarşılıqlı təsir Hamiltonianıdır.

QF (1) üçün (2) Hamiltonianının aşkar şəklini nəzərə alaraq hərəkət tənliyini aşağıdakı şəkildə alırıq:

$$(E - \omega_n) \langle\langle I_e^-(t)|I_{e'}(t') \rangle\rangle = -\delta_{ee'} + \frac{1}{2\hbar} \sum_i A_{ie} \langle\langle S_i^z I_e^- | I_{e'}^+ \rangle\rangle - \frac{1}{\hbar} \sum_i C_{ie} \langle\langle S_i^z I_e^z | I_{e'}^+ \rangle\rangle + \frac{1}{\hbar} \sum_j \epsilon_{je} \langle\langle I_j^z I_e^- | I_{e'}^+ \rangle\rangle + \frac{1}{\hbar} G \langle\langle G^z (R_e) I_e^- | I_{e'}^+ \rangle\rangle \quad (3)$$

(3) tənliyi başlanğıc (1) QF-nın daha yüksək rəngli dörd yeni QF ilə başladığını göstərir. (3) ifadəsində ω_n - nüvə rezonans tezliyi, A_{ie} ; ϵ_{je} ; C_{ie} ; G - ifrat incə təsir əmsallarıdır. Məsələnin korrekt həlli üçün (3) tənliyinin mümkün olduqca dəqiq həllini tapmaq lazımdır. (3) tənliyindəki QF-ları zəncirinin qaba şəkildə qoparılması sistemdə baş verən vacib effektlərin itirilməsinə səbəb olur. Bu tip aşağı və yüksək rəngli QF-larının bağlı olduğu tənliyi QF-ları üçün qeyri-standart həyəcənlaşma metodu [4] vasitəsilə həll edərək NMR əyrisinin eni Δ və sürüşməsi δ üçün aşağıdakı ifadələri alırıq:

$$\Delta = \frac{1}{2} (\gamma_{SI} + \gamma_{\delta I} + \gamma_{\delta S} + \gamma_{II}) \quad (4)$$

$$\delta = \frac{A}{\hbar} \quad (5)$$

(4) ifadəsindəki γ_{SI} ; $\gamma_{\delta I}$; $\gamma_{\delta S}$; γ_{II} uyğun olaraq H_{SI} ; $H_{\delta I}$; $H_{\delta S}$; H_{II} Hamiltonianlarının təsirləri altında baş verən spin keçidlərinin ehtimallarıdır. (4) ifadəsindən görünür ki,

¹ memmedzade.aygun98@mail.ru

YY-də aşağı temperatur və konsentrasiyalarda ifrat incə qarşılıqlı təsirlər rezonans xəttinin eninə additiv pay verirlər. (5) ifadəsindən görürük ki, rezonans xəttinin spin nüvə ifrat incə qarşılıqlı təsiri sürüşdürür. (5) ifadəsində A kəmiyyəti spin-nüvə qarşılıqlı təsir əmsəlidir.

Ədəbiyyat

1. J.K. Furdyna, Diluted magnetic semiconductors J.App.Phys.64(4)1988.29-65
2. A. Abragam, The principles of nuclear magnetism the international series of monographs on Physics (2010), 618
3. S.V. Tyablikov, Methods in the quantum theory of magnetism. Plenum Press New York (1967) 361.
4. Алиев М.Н. Изв. Вузов. сер. физика 8, 126, 1978