

Er-(Al,Cu,In) SISTEMASIDA AMAL QILUVCHI ALMASHINUV O‘ZARO TA‘SIRINI YARIM EMPERIK USULDA O‘RGANISH

Abduraxmonov Asliddin Murtozayevich

Jizzax politexnika instituti

Qushakov Sherzod Dilmurod o‘g‘li

Jizzax politexnika instituti

Anatatsiya: Toza Er va uning nomagnit metallar Al, Cu va In bilan birikmalari magnit qabul qiluvchanligining temperaturaga bog‘lanishi [$\chi(T)$] 20-1700°C tempraturalar oralig‘ida, qattiq va suyuq holatlarda o‘rganildi. Toza Er va o‘rganilgan birikmalarning erish jarayoni ularning $\chi(T)$ bog‘lanishiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatmasligi aniqlandi. Er-Al sistemasidagi barcha birikmalarning, Er-In sistemasidagi Er_2In va Er_5In birikmalarning erishida bu bog‘lanishning sinib o‘zgarishi, qolgan birikmalarning erishida esa kuchsiz sakrash bilan o‘zgarishi kuzatildi. Bu tajribaviy dalil o‘rganilgan namunalarning magnit xossasini hosil qiluvchi 4f-elektronlarning energetik holati ularning erish jarayonida o‘zgarmasligidan dalolat beradi.

Kalit so‘zlar: Kyuri tempraturasi, De Jen faktori, Lande fanktori, Ruderman-Kittel funksiyasi.

KEMning magnit xossasini kristall panjara tugunlarida o‘troqlashgan 4f-elektronlar hosil qiladi. 4f-elektronlar kristall panjara tugunlarida $5s^25p^6$ elektronlar bilan kristall panjara maydonidan himoyalangan bo‘ladi. KEMda magnit tartiblangan holatni 4f-elektronlarning, panjara tugunlari orasida erkin harakatlanuvchi, $5d^1$ va $6s^2$ elektronlar orqali o‘zaro ta‘siri hosil qiladi.

Bunday o‘zaro ta‘sirga bilvosita almashinuv o‘zaro ta‘sir deyiladi. Bunday o‘zaro ta‘sirining energetik o‘lchovi vazifasini o‘rganilgan Er-(Al,Cu,In) sistemalaridagi birikmalarning paramagnit Kyuri tempraturasi θ_p bajaradi. θ_p va bilvosita almashinuv o‘zaro ta‘sir parametri (yoki integrali) A orasida, bog‘lanish, ya‘ni quyidagi bog‘lanish mavjud:

$$\theta_p = \frac{AG}{3k_B} \quad (1)$$

Bu ifodadan quyidagini olamiz:

$$\frac{A}{k_B} = \frac{3\theta_p}{G} \quad (2)$$

Bu ifodadagi de Jen faktori G quyidagicha aniqlanadi:

$$G = (g_J - 1)^2 J(J+1) \quad (3)$$

Bundagi Lande fanktori g_J quyidagicha aniqlanadi.

$$g_J = 1 + \frac{[J(J+1) + S(S+1) - L(L+1)]}{2J(J+1)} \quad (4)$$

Bundan L , S va J - 4f-elektronlarning, Xund qoidalari bo'yicha aniqlanadigan, to'la orbital, to'la spin va to'la mexanik moment kvant sonlari. [1]

Toza Erda amal qiladigan bilvosita o'zaro ta'sir uchun (2) ifoda quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\frac{A}{k_B} = \frac{3\theta_p}{G_{Er}} \quad (5)$$

Bundagi G_{Er} –Er uchun de Jen faktori bo'lib quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$G_{Er} = (g_J - 1)^2 J(J+1) \quad (6)$$

Er-NM (NM=Al,Cu,In) sistemalaridagi birikmalar uchun (3.2) ifodadagi de Jen faktorini, additivlik qoidasiga asosan, quyidagi ifoda yordamida hisoblash mumkin:

$$G = (1 - \delta) G_{Er} + \delta G_{NM} \quad (7)$$

Bundagi δ -NMning atom ulushlaridagi konsentratsiyasi, G_{NM} – nomagnit metallar (Al,Cu,In) uchun de Jen faktori, ya'ni

$$G_{NM} = (g_J - 1)^2 J(J+1). \quad (8)$$

Er^{3+} - ioni uchun asosiy va birinchi uygʻongan energetik holatlar energiyalarining farqi - ΔE issiqlik energiyasi- $k_B T$ dan ancha katta. Shuning uchun ham (3.6) boʻyicha G_{Er} – ni hisoblashda Er^{3+} ionining asosiy energetik holati uchun Lande faktori va J ning qiymatlaridan foydalanish mumkin: $g_J=6/5$ va $J=15/2$. Al^{3+} , Cu^{1+} va In^{3+} ionlarning asosiy energetik holat terimi 1S_0 boʻlgani uchun (3.8) ifodaga asosan $G_{NM}=0$ boʻladi. Buning (3.7)ni hisobga olib (3.2)dan oʻrganilayotgan birikmalardagi bilvosita almashinuv oʻzaro taʼsir parametrini hisoblash uchun quyidagini olamiz:

$$\frac{A}{k_B} = \frac{3\theta_p}{(1-x) G_{Er}}. \quad (3.9)$$

Bu ifodadan oʻz navbatida quyidagini olamiz:

$$\theta_p = \frac{A}{3k_B}(1-\delta)(g_J - 1)^2 J(J+1) \quad (3.10)$$

Shunday qilib,(3.1) va(3.10) ifodalarni tahlil qilib toza KEM, xususan Er va uning nomagnit metallari bilan ekvatom tarkibli birikmalarining paramagnit Kyuri temperaturasi de Jen faktori orasida chiziqli proporsionallik mavjud degan xulosaga kelish mumkin. Bu RKKI nazariyasining xulosalaridir. [2,3]

(3.2) va (3.9) boʻyicha A/k_B parametrini hisoblash natijalari 3.2 – jadvalda keltirilgan.3.2-jadvalni tahlil qilib quyidagilarni aytish mumkin: Er-Al va Er-Cu sistemalarida A/k_B parametrlarining qiymati Al atomi konsentratsiyasining oshishi bilan, biron-bir qonuniyatga boʻysinmagan holda oʻzgaradi. Bu parametrning qiymati namunalar qattiq holatdan suyuq holatga oʻtganda oshadi.

Er-In sistemasida A/k_B parametrning qiymati birikmalarning qattiq holatida indiy konsentratsiyasining oshishi bilan dastlab oshadi (Er_2In da), soʻngra kamayadi;Indiyning konsentratsiyasi 55 at.%dan ortiq boʻlgan birikmalarda($Er_3In_5, ErIn_3$) A/k_B ning ishorasi musbatdan manfiyga oʻzgaradi va indiy konsentratsiyasi oshishi bilan yana kamayadi. Suyuq holat uchun ham

taxminan shunday qonuniyat kuzatiladi. Bu sistemada ham namunalarqattiq holatdan suyuq holatga o'tganda A/k_B ning qiymati oshadi. . [6]

A parametrning kattaligi va ishorasi Ruderman-Kittel funksiyasi $F(x)$ ning magnit ionlar orasidagi masofaga ($|\vec{R}_n - \vec{R}_m|$) bog'liqligi bilan aniqlanadi. A-parametr ishorasining o'zgarishi $F(x)$ funksiyaning osillatsion xarakteri, yani uning ishorasining o'zgarishi bilan bog'liq. . [7]

1-jadval

Er-(Al,Cu,In) sistemalarida amal qiladigan bil vosita almashinuv o'zaro ta'sir parametrining qiymatlari

Birikma	θ_p, K		$A/k_B, K$	
	Qattiq holat	Suyuq holat	Qattiq holat	Suyuq holat
Er	58	110	62,8	129,4
Er ₂ Al	52	98	91,7	172,8
Er ₃ Al	-14	96	-27,4	188,2
Er Al	19	95	44,7	223,4
Er Al ₂	3	112	10,7	399,1
Er Al ₃	6	174	28,2	818,5
Er Cu	-17	448	-40	1054
Er Cu ₂	8	53	28,6	189,3
Er Cu ₅	≈0	403	≈0	2812
Er ₂ In	52	98	91,2	171,9
Er ₅ In ₃	23	160	43,4	301,9
α-Er In	5	95	11,7	222,6
Er ₃ In ₅	-3	80	-9,4	250
Er In ₃	-6	174	-28,1	815,6

Demak Er kristall panjarasida diamagnit matritsa- In^{3+} ionlari joylashganda magnit matritsa Er^{3+} ionlari orasidagi masofa oshadi. Bu o'z navbatida In konsentratsiyasi oshishi bilan A parametrining kamayishiga olib keladi. Shunday qilib, o'rganilgan sistemalarda, toza Er dagidek, RKKI turdagi almanishinuv o'zaro ta'siri amal qiladi deyishimiz mumkin. . [8,9,10]

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Вонсовский С.В. «Магнетизм». – М.: Наука, 1971 – 1032с,
2. Тейлор К. , Дарби М. «Физика редкоземельных соединений».-М.: Мир, 1974 – 374с.
3. Белов К.П. , Велянчикова М. «Редкоземельные ферромагнетики и антиферромагнетики». –М.: Наука, 1985 – 320с.
4. Тейлор К. Интерметаллических соединений редкоземельных металлов. – М.: Мир, 1974 – 374с.
5. Аражис С. , Колвин Р. Парамагнитная восприимчивость редкоземельных металлов при повышенных температурах. В.Сб.: «Новые исследования редкоземельных металлов». – М.: Мир, 1984. с.100-135.
6. Кондон Е. , Шортли Г. «Теория атомных спектров». – М.: И.Л. 1949, с. 189-191.
7. Эллиот Р.П. Структуры двойных сплавов. Т.1. -М.: «Металлургия», 1970.– 455 с.
8. Лякишев Н.П. Диаграммы состояния двайных металлических систем. М.:«Машиностроение», 1997, Т.2, с. 1024.
9. Yatsenko S.P., Semyanikov S.S., Shakarov A.O., Fedorova E.G. Phase diagrams of binary rare earth metal-indium systems//J.Less-Conn. Metals.– 1983.– v.90.– №1.– pp.95-108.
10. Van Flack J.H. The theory of electric and magnetic suscrtibilities. – Oxford: Univ. pess, 1932 – 384p.