

Խ. ԱՐՈՎՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՄԱՆԿԱՎԱՐԺԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ АРМЯНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. Х. АБОВЯНА

Բնական գիտություններ №1 (30) 2017 Естественные науки

ՀՏԴ 539.1

Er³⁺ ԻՈՆԻ (4f¹¹) ՌԱԿԱՅԻ ԳԵՆԵԱԼՈԳԻԱԿԱՆ ԳՈՐԾԱԿԻՑՆԵՐԻ ՀԱՇՎՈՒՄԸ
Գ. Գ. ԴԵՄԻՐԽԱՆՅԱՆ, Հ. Գ. ԴԵՄԻՐԽԱՆՅԱՆ, Ա. Հ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

Խ. Արովյանի անվան հայկական պետական մանկավարժական համալսարան,
0010, Երևան, Տիգրան Մեծի 17
e-mail: gdemirkhanyan@gmail.com

Հաշվարկված են Er³⁺ իոնի հիմնական էլեկտրոնային կոնֆիգուրացիայի (4f¹¹) թերմերի Ռակայի գենեալոգիական գործակիցները, որոնց միջոցով արտահայտվում են բազմաէլեկտրոնային համակարգի էլեկտրոնային վիճակների միջև քվանտային անցումները նկարագրող մատրիցական էլեմենտները: 4f¹¹ կոնֆիգուրացիայի բոլոր թերմերի Ռակայի գործակիցների թվային արժեքները թույլ են տալիս կառուցել Er³⁺ իոնի Շտարկյան վիճակների ալիքային ֆունկցիաները և դրանց հենքի վրա որոշել Er³⁺ պարունակող բյուրեղների հիմնական սպեկտրադիտական բնութագրերը:

Բանալի բառեր. գենեալոգիական գործակիցներ, էլեկտրոնային կոնֆիգուրացիա, հազվագյուտ հողի տարր, թենզորական օպերատորի մատրիցական էլեմենտ, 6j սիմվոլ
Ներկայացված է խմբագրություն 12.10.2016թ.

Հազվագյուտ հողի (RE³⁺) խմբի Er³⁺ (4f¹¹) իոնով լեգիրված բյուրեղների (LiNbO₃:Er³⁺, YAG:Er³⁺, LaF₃:Er³⁺ և այլն) հենքի վրա աշխատող լազերները (այդ թվում, բազմաֆունկցիոնալ լազերները) ներառում են ճառագայթվող ալիքի լայն տիրույթ (0.5 – 4 մկմ), ուստի դրանք կիրառական և տեսական որոշակի հետաքրքրություն են ներկայացնում: Մասնավորապես, այդ նյութերը հնարավորություն են տալիս ստեղծել լազերային հովացնող (laser cooling) համակարգեր [1], որոնք կարող են բանող մարմին հանդիսանալ ջերմաստիճանային սենսորների [2] և լիդարների համար [3]: Այդուհանդերձ, չնայած Er³⁺ իոններով լեգիրված բազմաթիվ նյութերի (բյուրեղների և ապակիների) սպեկտրադիտական հատկությունների լայնածավալ փորձարարական հետազոտությունների արդյունքում կուտակված տվյալների հարուստ պաշարի [4], այդ նյութերի սպեկտրադիտական հատկությունների մանրակրկիտ տեսական ուսումնասիրությունները կապված կլանման և առաքման սպեկտրների Շտարկյան կառուցվածքի, միջտարկյան անցումներով պայմանավորված սպեկտրադիտական և կինետիկական բնութագրերի որոշման հետ սակավ են:

Խառնուրդային նյութերի սպեկտրյալ հատկությունների տեսական ուսումնասիրումը ներառում է հետևյալ հիմնարար խնդիրների լուծումը.

1. Շտարկի խնդրի լուծումը, որի արդյունքում որոշվում են տվյալ բյուրեղի դաշտում (ԲԴ) խառնուրդային իոնի շտարկյան մակարդակների էներգիաները, կառուցվում են Շտարկյան վիճակների ալիքային ֆունկցիաները:
2. Տվյալ բյուրեղում խառնուրդային իոնի մուլտիպլետների, ինչպես նաև Շտարկյան վիճակների միջև էլեկտրա- և մագնիսադիպոլային անցումների հավանականությունների հաշվում:

Նշված խնդիրների լուծումներն ի վերջո հանգում են $\langle LSJM|r^k Y_{kq}|L'S'J'M'\rangle$ տիպի

մատրիցական էլեմենտների հաշվման, ինչը կարելի է իրականացնել, այսպես կոչված Ռակայի գենեալոգիական սխեմայով: Այն է, նախ սֆերիկ ֆունկցիայի, $r^k Y_{kq}$, մատրիցական էլեմենտից պետք է անցնել միավոր չբերվող թենզորական օպերատորի U_{kq} մատրիցական էլեմենտի

$$\langle LSJM | r^k Y_{kq} | L'S'J'M' \rangle = (-1)^{k+f} \sqrt{\frac{(2f+1)(2k+1)}{4\pi}} \overline{r^k} C_{f0 k0}^{f0} \langle LSJM | U_{kq} | L'S'J'M' \rangle, \quad (1)$$

ապա, կիրառելով Վիգներ-Էկկարտի թեորեմը, անջատել մատրիցական էլեմենտի կախումը լրիվ անկյունային մոմենտի պրոյեկցիայից

$$\langle LSJM | U_{kq} | L'S'J'M' \rangle = \frac{1}{\sqrt{2J'+1}} C_{JM kq}^{J'M'} \langle LSJ || U_k || L'S'J' \rangle: \quad (2)$$

Այստեղ $L - \rho$, $S - \rho$ և $J - \rho$ ն, համապատասխանաբար, խառնուրդային իոնի ուղեծրային, սպինային և լրիվ անկյունային մոմենտներն են, $M - \rho$ և $J - \rho$ պրոյեկցիան է, $\overline{r^k}$ -ն խառնուրդային իոնի օպտիկական էլեկտրոնի շառավիղ-վեկտորի k -րդ աստիճանի միջին արժեքն է, $C_{JM kq}^{J'M'}$ -ը՝ Կլեբշ-Գորդանի գործակիցը: Բերված մատրիցական էլեմենտը, $\langle LSJ || U_k || L'S'J' \rangle$, հաշվարկվում է Ռակայի բանաձևով.

$$\langle LSJ || U_k || L'S'J' \rangle = (-1)^{S+k+J+L'} N \delta_{S,S'} \sqrt{(2J+1)(2J'+1)(2L+1)(2L'+1)} \times \\ \times \left\{ \begin{matrix} J & k & J' \\ L' & S & L \end{matrix} \right\} \sum_{L_1, S_1} (-1)^{L_1} \left\{ \begin{matrix} L & f & L_1 \\ f & L' & k \end{matrix} \right\} G(f^N SL; f^{N-1} S_1 L_1) G(f^N S'L'; f^{N-1} S_1 L_1): \quad (3)$$

որտեղ $\left\{ \begin{matrix} J & k & J' \\ L' & S & L \end{matrix} \right\}$ -ը $6j$ սիմվոլն է, $G(f^N SL; f^{N-1} S_1 L_1)$ -ն էլեկտրոնային $4f^N$ կոֆիգուրացիայի վիճակները $4f^{N-1}$ կոֆիգուրացիայի վիճակների հետ կապող Ռակայի գենեալոգիական գործակիցներն են: Կլեբշ-Գորդանի գործակիցների և $6j$ սիմվոլների արժեքների մի մասն ամրագրված է [5]-ում, մնացածը հեշտությամբ հաշվվում է “Mathematica” ծրագրային փաթեթի միջոցով: Ռակայի գենեալոգիական գործակիցների թվային արժեքները հազվագյուտ հոդի խմբի իոնների հիմնական $4f^N$ ($N \square 7$) էլեկտրոնային կոնֆիգուրացիաների համար բերված են [6]-ում: Իսկ կեսից ավելի ($N \square 7$) լրացված էլեկտրոնային կոնֆիգուրացիաների գենեալոգիական գործակիցները կարելի է հաշվարկել հետևյալ բանաձևով [6]

$$G(f^{14-n} SL; f^{13-n} S'L') = (-1)^{S+L+S'+L'-f-\frac{1}{2}} \sqrt{\frac{(n+1)(2S'+1)(2L'+1)}{(14-n)(2S+1)(2L+1)}} G(f^{n+1} S'L'; f^n SL) \quad (4)$$

[7] - ում որոշված են Ho^{3+} ($4f^{10}$) և Er^{3+} ($4f^{11}$) իոնների, համապատասխանաբար, 5I , 5F , 5S և 4I , 4F թերմերի համար գենեալոգիական գործակիցները: Սակայն Er^{3+} -ով լեզվարկված բյուրեղների սպեկտրադիտական բնութագրերի հաշվման համար անհրաժեշտ են $4f^{11}$ կոֆիգուրացիայի բոլոր թերմերի Ռակայի գործակիցները: Ուստի, տվյալ հոդվածում բերվում են Er^{3+} իոնի մնացած՝ 4S , 4D , 4G , 2P , 2D_1 , 2D_2 , 2F_1 , 2F_2 , 2G_1 , 2G_2 , 2H_1 , 2H_2 , 2I , 2K , 2L թերմերի Ռակայի գործակիցների հաշվարկված թվային արժեքները:

Թվային արժեքները համառոտ գրառման նպատակով կիրառված է գաղտնագրման հայտնի եղանակը [6,7], ըստ որի $a_0; a_1 a_2 a_3 a_4; a_5 a_6 a_7 a_8; a_9$ գաղտնագրումը վերծանվում է

$$a_0 \left[\prod_{i=1}^9 p_i^{a_i} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

բանաձևի միջոցով, որտեղ $a_0 = \pm 1$ որոշում է թվի նշանը, p_i -ն i -րդ պարզ թիվն է պարզ թվերի շարքում՝ 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, ...: Այսպես, օրինակ, -1; -3 0 1 0; -1 գաղտնագրի

վերծանումն է

$$-\sqrt{2^{-3}3^05^17^011^{-1}} = -\sqrt{\frac{5}{8 \cdot 11}} = -\frac{1}{2}\sqrt{\frac{5}{22}}$$

Ռակայի գործակիցների թվային արժեքները գաղտնագրված տեսքով ներկայացված են ստորև բերված են աղյուսակում:

Աղյուսակ 4f¹¹ կոնֆիգուրացիաների միամասնիկ գենեալոգիական գործակիցները

4f ¹¹	4f ¹⁰	G(f ¹¹ ; f ¹⁰)	4f ¹¹	4f ¹⁰	G(f ¹¹ ; f ¹⁰)	4f ¹¹ ₁	4f ¹⁰	G(f ¹¹ ; f ¹⁰)	
4S	5F	-1; 0010; -1	4G	3G ₂	1;3-10-1;-1-1	2D ₁	3G ₃	1;10-1-1	
	3F ₁	1; 01-10; -1		3G ₃	1;1-100;-2		3H ₁	1;1-1-1-2	
	3F ₂	-1; 03-10; -1		3H ₁	-1;-1-10-1;-11		3H ₂	-1;9-3-1-2	
4D	5D	-1; 101-1;-1	4G	3H ₂	1;-1-20-1;-11	2D ₁	3H ₃	1;-2-31-1;01	
	5F	-1; -3010;-1		3H ₃	1;2-300;-1		3H ₄	-1;3-2-1-2;01	
	5G	1; -3111;		3H ₄	-1;100-1;-1		1D ₁	-1;31-1-2;-1	
	3P ₁	-1; 02-1-1;-1		3I ₁	1;-3-100;-21		1D ₂	-1;90-1-1;-1	
	3P ₂	-1; 00-1-1;-1		3I ₂	1;3-200;-21		1D ₃	-1;-240-3	
	3P ₃	-1;00-1-1;-1		3K ₁	-1;2-210;-2		1F	-1;-310-1	
	3D ₁	-1; 100-2;-1		3K ₂	-1;0-210;-201		1G ₁	1;-12-1-2;	
	3D ₂	1; 010-2;					1G ₂	1;51-1-3;	
	4D	3F ₁	-1; -2-1-11; -1	2P	3D ₁	1;211-2;-1	2D ₂	1G ₃	-1;-33-1-1;-11
		3F ₂	1; -3-310;-1		3D ₂	1;-101-2		1H ₁	1;-10-1-1;02
		3F ₃	1; -1-200;		3F ₁	-1;-11-10;-1		3P ₁	1;01-1-2;
		3F ₄	1; -1-3-10; 01		3F ₂	-1;11-10;-1		3P ₂	1;-21-1-2;
		3G ₁	1; -310-2;		3F ₃	-1;-3000;		3P ₃	1;-21-1-2;-102
		3G ₂	1; -10-1-2;-11		3G ₁	-1;110-2		3D ₁	-1;-130-3
		3G ₃	-1;-1-3-10;01		3G ₂	-1;-22-1-2;-11		3D ₂	1;-222-3;-1
		3H ₁	-1; 1-1-1-1;		1D ₁	1;000-1;-1		3F ₃	1;110-1;-1
3H ₂		1; 1-3-1-1;	1D ₂		-1;210-2;-1	3F ₄		1;-12-1-1;-11	
3H ₃		-1; 0-3-10; 01	1D ₃		1;-1-11-2	3G ₁		-1;320-3;-1	
3H ₄		-1;1-2-1-1;01	1F		-1;-3-100;	3G ₂		-1;11-1-3;01	
4G		5D	1; -3-12-1;		2D ₁	1G ₁		-1;-10-1-1;	2G ₁
	5F	-1; -3010;-1	1G ₂	1;21-1-2		3H ₁	-1;-15-1-2;-1		
	5G	-1;-302-1;-2	1G ₃	-1;-311-2;01		3H ₂	-1;-34-1-2;-1		
	5I	1;-3-111;-21	3P ₁	1;02-1-2;-1		3H ₃	1;-22-1-1;-11		
	3P ₁	1;-10-1-1;	3P ₂	-1;80-1-2;-1		3H ₄	1;311-2;-11		
	3P ₂	-1;-1-2-1-1	3P ₃	-1;20-1-2;		1D ₁	1;-12-1-2		
	3P ₃	-1;1-21-1;-1	3D ₁	-1;700-3;-1		1D ₂	-1;-53-1-3;		
	3D ₁	1;-3-11-2;	3D ₂	-1;-212-3;		1D ₃	-1;-212-3;-1		
	3D ₂	1;2-21-2;-1	3F ₁	-1;-1-1-11;-1		1D ₄	1;5000;-11		
	3F ₁	-1;1-1-10;-1	3F ₂	1;3-3-11;-1		1F	-1;100-1;-1		
	3F ₂	1;-3-3-10;-1	3F ₃	-1;-3-22-1;		1G ₁	1;31-1-2;-1		
	3F ₃	1;3-100;-1	3F ₄	-1;1-3-1-1;01		1G ₂	-1;-12-1-3;-1		
3F ₄	1;1-310;-21	3G ₁	1;310-3;	1G ₃	1;10-1-3;01				
3G ₁	-1;-303-1;-1	3G ₂	-1;-301-3;-11	1G ₄	-1;-10-10;-11				
4f ¹¹	4f ¹⁰	G(f ¹¹ ; f ¹⁰)	4f ¹¹	4f ¹⁰	G(f ¹¹ ; f ¹⁰)	4f ¹¹	4f ¹⁰	G(f ¹¹ ; f ¹⁰)	
2D ₂	1H ₁	-1;-21-1-1;-11	2G ₁	3D ₂	-1;2-23-3;-1	2G ₂	3H ₃	-1;30-1-1;0-1	
	1H ₂	1;-10-11;-1		3F ₁	-1;-1-1-11;-1		3H ₄	-1;-4-1-1-2;0-101	

2F_1	3P_1	1;-111-1;-1		3F_2	1;1-1-11;-1		3I_1	-1;-201-1;-1
	3F_1	1;-1010;-1		3F_3	-1;1-22-1;-2		3I_2	1;-1-13-1;-1
	3H_1	1;-101-1		3F_4	1;3-31-1;-21		3K_1	1;310-1;-1-1
	1S_1	1;100-1;-1		3G_1	-1;303-3;-2		3K_2	1;110-1;-1-11
	1D_1	1;-1-12-1;-1		3G_2	-1;1-12-3;-1		1D_1	1;2-1-1-2;-11
	1G_1	1;-111-1;-1		3G_3	1;3-10-1;-2		1D_2	-1;-60-1-3;-11
2F_2	3P_1	1;-211-1;	2G_2	3H_1	1;-1-10-2;-11	2H_1	1D_3	1;1-20-3;01
	3P_2	1;-41-1-1;		3H_2	-1;7-30-2;-11		1D_4	-1;-6100
	3P_3	-1;-411-1;-1		3H_3	-1;2-32-1;-1		1F	-1;-2-21-1;-11
	3D_1	1;-201-2;		3H_4	-1;300-1;-1		1G_1	1;20-1-2;-11
	3D_2	-1;-3110;-1		3I_1	-1;3-10-1;-11		1G_2	-1;-21-1-3;-11
	3F_3	1;-1100;-1		3I_2	1;5-10-1;-21		1G_3	-1;-2-1-1-3; 0000; 2
	3G_1	1;220-2;-2		3K_1	1;2-23-1;-1		1G_4	1;-2-1-10;-1
	3G_2	-1;-211-2;01		3K_2	-1;2-21-1;-201		1H_1	1;3-1-1-1;0-1
	3G_3	-1;0110;-2		1D_1	1;-100-2		1H_2	1;-2-2-11
	3H_1	-1;-22-1-1;-1		1D_2	1;5-10-3		1I_1	1;-2-100;-1
	3H_2	-1;-41-1-1;-1		1D_3	-1;111-3;-1		1I_2	-1;-600-1;-1
	3H_4	-1;-411-1;-11		1F	-1;110-1;-2		1I_3	-1;-4-101;-101
	3I_1	-1;-2000;-21		1G_1	-1;-111-2;-2		1K	-1;210-1;-1-100; 1
	3I_2	-1;-2100;-21		1G_2	-1;502-3;-2		2H	3D_1 1;3-11-2;-1
	1S_2	1;100-1;-1		1G_3	-1;120-3;-1		3D_2	-1;241-2;-2
	1D_1	-1;-2-10-1		1H_1	-1;200-1;-1		3F_1	-1;-11-10;-1
	1D_2	1;-600-2		1I_1	1;-10-10;-21		3F_2	-1;11-10;-1
	1D_3	1;101-2;-1		1I_2	1;5-1-1-1;-21		3F_3	1;-2100;-2
	1D_4	1;-611-1;-11		1K	1;211-1;-2		3G_1	1;111-2;-21
	1G_1	-1;21-1-1;-1		3P_1	-1;-210-2;-11		3G_2	-1;-340-2;-1
	1G_2	1;-22-1-2;-2		3P_2	-1;-410-2;-11		3H_3	1;-1100;-1
	1G_3	1;-201-2;-11		3P_3	-1;-410-2;01		3I_1	-1;2-100;-11
	1G_4	1;-201-1;-21		3D_1	-1;-200-3;01		3K_1	1;-1210;-2
	1H_2	1;-1010;-1		3D_2	-1;1-10-3;01		3L	-1;-2100; 001
1I_1	1;-2-1-11;-21	3F_3	1;-2-11-1;-11	1D_1	1;1-10-1; -1			
1I_2	-1;-60-10;-21	3F_4	-1; 200-1;1	1D_2	-1;5-10-2; -1			
1I_3	1;-601-1;011	3G_1	-1;210-3;-11	1D_3	-1;211-2; -2			
2G_1	3P_1	-1;-10-1-2;	3G_2	-1;-20-1-3;0000;2	1F	-1;-3100; -2		
	3P_2	1;7-2-1-2;	3G_3	-1;00-1-1;-11	1G_1	1;-100-1; -21		
	3P_3	-1;3-21-2;-1	3H_1	-1;-21-1-2;	1G_2	-1;310-2; -21		
	3D_1	1;3-11-3;	3H_2	-1;-420-3;	1G_3	-1;-530-2; -1		
$4f^{11}$	$4f^{10}$	$G(f^{11}; f^{10})$	$4f^{11}$	$4f^{10}$	$G(f^{11}; f^{10} S'L)$	$4f^{11}$	$4f^{10}$	$G(f^{11}; f^{10})$
2H_1	1H_1	1;-2000;-1	2I	3F_4	-1;1-311;-2-1	2K	1G_4	-1;-11-12;-2-1
	1I_1	-1;0-2-11;-21		3G_1	-1;310-1;-2		1H_1	-1;00-1-1;1-1
	1I_2	1;4-1-10;-21		3G_2	-1;-303-1;-1-1		1H_2	-1;-3-1-11;-1
	1K	1;-2110;-2		3G_3	-1;101-1;-2		1I_1	-1;-10-10;-201
2H_2	1L_1	-1;-2000;-101	3H_1	-1;0-1-10;-1	1I_2	1;51-1-1;-201		
	3D_1	-1;-1-10-1;-11	3H_2	1;8-3-10;-1	1I_3	-1;-3-1-14;-2		
	3D_2	-1;-240-1;-2	3H_3	-1;-1-33-1;-1-1	1K	1;-300-1;-1-11		
	3F_4	1;-1101;-2	3H_4	-1;2-210;-1-1	1L_1	-1;-3001;-1-111		
	3G_1	1;310-1;-2	3I_1	1;400-1;-2	1L_2	-1;-10-11;-1-11		

	³ G ₂	1;32-1-1;-1-1		³ I ₂	-1;210-1;-2	² L	¹ N	1;-3-100;1001
	³ G ₃	-1;-12-11;-2		³ K ₁	-1;-203-1;-2-11		³ H ₁	-1;-11-10;-1
	³ H ₁	-1;-11-10;-1		³ K ₂	-1;601-1;-2-1		³ H ₂	-1;-31-10;-1
	³ H ₂	-1;-31-10;-1		³ L	-1;-201-1;-1-11		³ H ₃	-1;011-1;-1-1
	³ H ₃	-1;-21-1-1;-1-12		³ M	-1;200-1;-1-101		³ H ₄	-1;-3210;-1-1
	³ H ₄	1;-36-10;-1-1		¹ F	1;-3101;-2		³ I ₁	-1;-120-1;-1
	³ I ₁	1;0-11-1;-2		¹ G ₁	1;-12-10;-2		³ I ₂	-1;-330-1;-1
	³ I ₂	-1;021-1;-2		¹ G ₂	1;51-1-1;-1		³ K ₁	-1;-321-1;-1-101
	³ K ₁	1;020-1;0-1		¹ G ₃	-1;-331-1;-1-1		³ K ₂	-1;-121-1;-1-1-11
	³ K ₂	-1;220-1;-1-11		¹ H ₁	-1;-101-1;-1-1		³ L	1;-110-1;-1-101
	³ L	1;011-1;-2-11		¹ I ₁	1;21-10;-2		³ M	1;-3101;-10-11
	¹ D ₁	1;-1-2-10;-11		¹ I ₂	1;80-1-1;-1		¹ H ₁	1;001-1;-1-1
	¹ D ₂	-1;-5-1-1-1;-11		¹ K	-1;-231-1;-1-11		¹ H ₂	-1;-311-1;-1
	¹ D ₃	1;-2101;-21		¹ L ₁	-1;-130-1;-1-11		¹ I ₁	1;-11-10;-1
	¹ D ₄	1;-5200;-2		³ G ₁	-1;310-1;-2		¹ I ₂	-1;-52-1-1;-1
	¹ G ₁	-1;30-10;-1		³ G ₂	-1;32-1-1;-1-1		¹ I ₃	-1;-5210;-10-1
	¹ G ₂	1;-11-1-1;-2		³ G ₃	-1;14-1-1;-2		¹ K	1;111-1;-1-201
	¹ G ₃	-1;31-1-1;-1-1		³ H ₁	-1;-11-10;-1		¹ L ₁	-1;-300-1;-1001
	¹ G ₄	-1;-11-10;-2-1 02		³ H ₂	-1;-31-10;-1		¹ L ₂	1;-101-1;-1
	¹ H ₁	1;-20-1-1;-1-12		³ H ₃	1;01-1-1;1-1		¹ N	1;-3000;00-11
	¹ H ₂	1;-11-1-1;-1		³ H ₄	1;-30-10;-1-1			
	¹ I ₁	-1;0-200;-2		³ I ₁	1;-110-1;-201			
	¹ I ₂	1;-4-10-1;-2		³ I ₂	-1;-302-1;-201			
	¹ I ₃	-1;-4100;-201		³ K ₁	-1;-310-1;-1-11			
	¹ K	-1;010-1;0-1		³ K ₂	1;-110-1;1-1			
	¹ L ₁	-1;001-1;-2-11		³ L	1;-310-1;-1-111			
	¹ L ₂	1;2001;-2-111		³ M	-1;-310-1;-1001			
² I	³ F ₁	-1;-1-1-11;-1	¹ G ₁	1;30-10;-2				
	³ F ₂	1;3-3-11;-1	¹ G ₂	-1;-11-1-1;-2				
	³ F ₃	1;-3-221;-2	¹ G ₃	1;31-1-1;-1-1				

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. C.E.Mungan, T.R. Gosnell. Advances in Atomic, Mol. and Opt. Phys., 40:161-228, 1999:
2. Ruan X.L., Kaviany M., Phys. Rev. B 73, 2008, p. 155422-28:
3. B. M. Walsh, H. R. Lee, N. P. Barnes, J. of luminescence, v.169, p.400-405, 2016:
4. R. Reisfeld, AIMS Materials Science, v. 2, N2, p. 37-60, 2015,
5. Д. А. Варшалович, А. Н. Москалев, В. К. Херсонский, *Квантовая теория углового момента*, Л. Наука, 1975, 436 с.:
6. C.W.Nielson, G.F. Köster, “*Spectroscopic coefficients for pⁿ, dⁿ and fⁿ configurations*”, Cambridge, Massachusetts, “The MIT Press”, 1963:
7. Հ.Գ.Դեմիրիսյան, Ա.Հ. Մկրտչյան, Ա.Հ. Բաղդասյան, ՀՊՄՀ գիտ. տեղեկագիր, N 2-3 (24-25), 38-43, 2015:

РЕЗЮМЕ
РАСЧЕТ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАКА ДЛЯ ИОНА ER³⁺
Г.Г.ДЕМИРХАНИЯН, А.Г.ДЕМИРХАНИЯН, А.А.АРУТЮНЯН

В работе рассчитаны генеалогические коэффициенты Рака термов основной электронной конфигурации (4f¹¹) иона Er³⁺, посредством которых выражаются матричные элементы квантовых переходов между электронными состояниями многоэлектронной системы. Приведенные численные значения коэффициентов Рака всех термов 4f¹¹ конфигурации позволяют построить волновые функции штарковских состояний иона Er³⁺ и на их основе определить основные спектроскопические характеристики Er³⁺ содержащих кристаллов.

SUMMARY
CALCULATIONS OF RACAH'S GENEALOGICAL COEFFICIENTS FOR ER³⁺ ION
G.G.DEMIRKHANYAN, H.G.DEMIRKHANYAN, A.H.HARUTYUNYAN

The Racah's genealogical coefficients for all terms of ground electronic configuration (4f¹¹) of Er³⁺ ion through which it is expressed the matrix elements of quantum transitions between electronic states of many-electron system are calculated. The numerical values of Racah's coefficients of 4f¹¹ configuration permit to construction the wave functions of Er³⁺ ion's Stark states and on the basis of it to determine the main spectroscopical characteristics for Er³⁺ comprising crystals.