حساب نسب الخلط لأشعة كاما المنبعثة من التفاعل $^{56}Fe(n,n'\gamma)^{56}Fe$ باستعمال طريقة نسبة a_2

هرمز موشي يوحنا ،بشائر محمد سعيد و تغريد عبد الجبار يونس
قسم الفيزياء ، كلية التربية – ابن الهيثم ، جامعة بغداد

استلم البحث في: 11 اذار 2008، قبل البحث في : 10 اب 2008

الخلاصة

حسبت نسب الاختلاط (δ) من مستويات نويدات ^{56}Fe المتولدة من التفاعل النووي $^{56}_{26}Fe(n,n'\gamma)^{56}_{26}Fe$ باستخدام طريقة نسبة a_2 تم الاعتماد في هذه الطريقة على معاملات التوزيع الزاوي (a_2) المقاسة تجريبياً لانتقالين من مستوى ابتدائي واحد. وبذلك يكون التنسر الاحصائي $\rho_{2(J_i)}$ هو نفسه للانتقالين ، طُبّقت هذه الطريقة في الدراسات السابقة في حالة كون الانتقال الثاني نقياً او يمكن وصفه نقياً وفي هذه الحالة تكون نسبة الخلط للانتقال الثاني (δ_2) صفراً. اما في البحث الحالي فقد طُبّقت هذه الطريقة في حالة كون الانتقالين الكاميين غير نقيين واعتبار قيمة نسبة الخلط لاحد الانتقالين معلومة ومنها يتم حساب قيمة (δ_1) والعكس بالعكس. كما حسبت المعدلات الموزونة لنسب الخلط (δ) وعدها قيم متبنية.

إن نتائج البحث الحالي متفقة بصورة جيدة او ضمن الخطأ التجريبي مع النتائج المنشورة سابقاً والتناقضات الموجودة ناتجة عن عدم الدقة في النتائج التجريبية للاعمال السابقة كما تشير النتائج الحالية على صحة طريقة نسبة a_2 في حساب قيم نسب الخلط (δ) بدقة وقابلية هذه الطريقة في التنبؤ بوجود الاخطاء في النتائج التجريبية.

الكمات المفتاحية : نسب الخلط، انتقال كاما، التوزيع الزاوي

المقدمة

قام الجبوري والآخرون معه [1] بدراسة مستويات الطاقة في Fe^{56} باستعمال تفاعل الاستطارة غير المرنة لنيوترونات المفاعل السريعة، إذ لوحظ 471 انتقالاً كامياً من انحلال 26 مستوياً متهيجاً وقيس التوزيع الزاوي لعدد من الانتقالات الكامية وتم التثبت من قيم البرم النووي المحددة سابقا لحوالي18 مستويا وأزيل الغموض عن البرم النووي للمستويين 4119.4 و 4457.2 كيلو الكترون فولت (keV) وحدد برماهما وتماثلاهما بـ3^+ و 4^+على التوالي . وكذلك قيست نسب الخلط لعدد من الانتقالات الكامية واستعمل في تحليل قياسات التوزيع الزاوي لأشعة كاما البرنامج الدولي سندي [2] (CINDY).

لقد تم في البحث الحالي استعمال النتائج التجريبية. (معاملات التوزيع الزاروي a_2) للدراسات نفسها في حساب قيم δ للانتقالات الكامية المختلطة بطريقة نسبة a_2 . إذ استعملت هذه الطريقة في الدراسات السابقة [5-9] ولكن في حالة وجود انتقالات نقية او انتقالات يمكن وصفها نقية وفي الدراسة الحالية استعملت الطريقة نفسها وبالاسلوب نفسه فضلاً عن ذلك استعملت طريقة نسبة a_2 في حالة انتقالين كاميين مختلطين وذلك بأخذ قيم (δ) المنشورة لأحد الانتقاليين بنظر الاعتبار وحساب قيم (δ) للانتقال الآخر ومقارنة النتائج مع تلك المنشورة للانتقال نفسه.

اختزال المعطيات وتحليلها

يعبر عن التوزيع الزاوي $W(\theta)$ لأشعة كاما بالعلاقة الآتية:

W=(θ)A+$_0$A$_2$P)$_2$Cosθ +(A$_4$P)$_4$Cosθ ....(1) [3]
$a_2=A_2/A_0$……………………………………………..(2)
$a_4=A_4/A_0$…………………………………………….(3)

وبتعويض (3) و (2) في (1) ينتج:

W(θ) =A$_0$[1+ a$_2$P$_2$(Cosθ) +(a$_4$P)$_4$Cosθ)] ....……………(4)[8]

إذ إن P$_2$(Cos) و P$_4$(Cos) همـــا متعـدد الحـــدود (Legendre polynomials)

P($_0$Cosθ =1...…………………………………………(5)
$P_2(\cos\theta) = (3\cos^2\theta -1)/2$………………………………(6)
$P_4(\cos\theta) = (35\cos^4\theta -30\cos^2\theta +3)/8$…………………..(7)

إذ إن a$_4$ ليست حساسة لقيمة δ
فقط a$_2$ هي المهمة في حساب δ ولكن من الخطأ وضع المعادلة كما يأتي:

W(θ)=A$_0$ [1+a$_2$P$_2$(Cosθ)]

ولكن تبقى معادلة التوزيع الزاوي كما هي:

W=(θ)A+1] $_0$a$_2$P)$_2$Cos +(a$_4$P)$_4$Cos)]

ولهذا نذكر معامل a$_4$ مع. a$_2$

بالنسبة الى التفاعل النووي المستعمل في البحث الحالي $^{56}Fe\,(n\,,n'\gamma)\,^{56}Fe$ ، تؤخذ بنظر الاعتبار المستويات التي لها انتقالان كاميان على الاقل، وقد قيس التوزيع لهما. وفي حالة حدوث انتقال كامي من المستوى الابتدائي ((J$_i$ الى المستوى الثانوي (J$_f$) فأن: -

a)$_2$J$_i$ - J$_f$ =($\rho_{2(J_i)}$ F)$_2$J$_i$ J$_f$[4] .... (8)

إذ إن :
$\rho_{2(J_i)}$ يمثل التنسر الإحصائي الثابت للمستوى الابتدائي J$_i$،F$_k$(J$_i$J$_f$) هي معاملات تتضمن معلومات عن تغيرات الزخم الزاوي ونسب الخلط δ وهي تعطى بالعلاقة الآتية:

$$F_2(J_iJ_f\delta)=\frac{F_2(J_fL_1L_1J_i)+2\delta F_2\left(J_fL_1L_1J_i\right)+\delta^2 F_2\left(J_fL_2L_2\right)}{1+\delta^2}$$ ....(9) [10]

حيث إن:

L$_1$=J$_i$ - J$_f$ 0……..……………………………………(10)
L$_2$=L$_1$+1………………………………………………../(11)

إذ L يمثل الزخم الزاوي لأشعة كاما وهو لا يساوي صفر.

إذ إن:

L = l + S0

لأن: -
L = الزخم الزاوي لأشعة كاما
l = يمثل الزخم المداري (ويأخذ L = 0 , 1 , 2 , 3، …….)
S = البرم البرمي ويساوي واحد (1).

وفي حالة كون الانتقال نقي ، فأن $(\delta = 0)$ وبذلك تصبح المعادلة (9) كما يأتي:-

$$F_2(J_iJ_f\delta) = F_2\left(J_fL_1L_1J_i\right)\ldots\ldots\ldots\ldots(12)$$

وبتعويض (12) في (8) ينتج :

a)$_2$J$_i$ - J$_f$ = ($\rho_{2(J_i)}$ F)$_2$J$_f$ L$_1$L $_1$J$_i$................(13)

اما في حالة وجود انتقالين كاميين فنستعمل المعادلة الآتية:-

$$\frac{a_2(J_i - J_{f_1})}{a_2(J_i - J_{f_2})} = \frac{\left[F_2(J_{f_1}L_1L_1J_i) + 2\delta_1F_2(J_{f_1}L_1L_2J_i) + \delta_1^2F_2(J_{f_1}L_2L_2J_i)\right]/(1+\delta_1^2)}{\left[F_2(J_{f2}L_1L_1J_i) + 2\delta_2F_2(J_{f_2}L_1L_2J_i) + \delta_2^2F_2(J_{f_2}L_2L_2J_i)\right]/(1+\delta_2^2)}\ldots\ldots\ldots(14)$$

إذا كان احد الانتقالين نقي فنعوض (13) في (14) فينتج:

$$\frac{a_2(J_i - J_{f_1})}{a_2(J_i - J_{f_2})} = \frac{F_2(J_{f_1}L_1L_1J_i) + 2\delta_1F_2(J_{f_1}L_1L_2J_i) + \delta_1^2F_2(J_{f_1}L_2L_2J_i)}{F_2(J_{f_2}L_1L_1J_i)(1+\delta_1^2)}\ldots\ldots\ldots(15)$$

إذ إن قيم F_2 مذكورة في الملحق (1) ، وقيم a_2 معلومة في الجداول.
وعند تطبيق هذه المعادلة في حالة كون أحد هذين الانتقالين نقياً او يمكن عدّه نقي ينتج:

$$\frac{a_2(4-4)}{a_2(4-2)^*} = \frac{-0.43875 - 0.67082\delta + 0.26455\delta^2}{-0.44770(1+\delta^2)}\ldots\ldots\ldots(16)$$

$$\frac{a_2(6-6)}{a_2(6-4)^*} = \frac{-0.44320 - 0.46292\delta + 0.29355\delta^2}{-0.40291(1+\delta^2)}\ldots\ldots\ldots(17)$$

تشير علامة * في هذه المعادلات إلى إن الانتقال الكامي عد نقياً وذلك لصغر قيمة δ المقاسة لهذا الانتقال. اما بالنسبة الى المستويات التي لها انتقالان كاميان غير نقيين فنستعمل المعادلة (14) على اعتبار ان قيمة δ_2 معلومة (مقاسة تجريبياً).

$$\frac{a_2(3-2)_1}{a_2(3-2)_2} = \frac{(0.34641 - 1.89738\delta_1 - 0.12372\delta_1^2)/(1+\delta_1^2)}{(0.34641 - 1.89738\delta_2 - 0.12372\delta_2^2)/(1+\delta_2^2)}\ldots\ldots\ldots(18)$$

$$\frac{a_2(3-4)}{a_2(3-2)} = \frac{(0.14434 + 1.44338\delta_1 + 0.30929\delta_1^2)/(1+\delta_1^2)}{(0.34641 - 1.89738\delta_2 - 0.12372\delta_2^2)/(1+\delta_2^2)}\ldots\ldots\ldots(19)$$

$$\frac{a_2(3-2)}{a_2(3-4)} = \frac{(0.34641 - 1.89738\delta_1 - 0.12372\delta_1^2)/(1+\delta_1^2)}{(0.14434 + 1.44338\delta_2 + 0.30929\delta_2^2)/(1+\delta_2^2)}\ldots\ldots\ldots(20)$$

$$\frac{a_2(4-4)}{a_2(4-2)}=\frac{(-0.43875-0.67082\delta_1+0.26455\delta_1^2)/(1+\delta_1^2)}{(-0.44770-1.05944\delta_2-0.47009\delta_2^2)/(1+\delta_2^2)}\qquad\text{..........(21)}$$

$$\frac{a_2(4-2)}{a_2(4-4)}=\frac{(-0.44770-1.05944\delta_1-0.47009\delta_1^2)/(1+\delta_1^2)}{(-0.43875-0.67082\delta_2+0.26455\delta_2^2)/(1+\delta_2^2)}\qquad\text{...........(22)}$$

$$\frac{a_2(6-6)}{a_2(6-4)}=\frac{(-0.44320-0.46292\delta_1+0.29355\delta_1^2)/(1+\delta_1^2)}{(-0.40291-1.13960\delta_2-0.30219\delta_2^2)/(1+\delta_2^2)}\qquad\text{..........(23)}$$

$$\frac{a_2(6-4)}{a_2(6-6)}=\frac{(-0.40291-1.13960\delta_1-0.30219\delta_1^2)/(1+\delta_1^2)}{(-0.44320-0.46292\delta_2+0.29355\delta_2^2)/(1+\delta_2^2)}\qquad\text{...........(24)}$$

ملاحظة:- يعد الانتقال نقي او يمكن عدّه نقي اذا تحقق الشرط الآتي:-

$$|J_i - J_f| \leq L \leq J_i + J_f$$

إذ إن = J_i , J_f تماثل المستوى الابتدائي والثانوي على التوالي .
L = زخم أشعة كاما.
وكما ذكرنا ان L 0 لأشعة كاما.
وفي مثل هذه الانتقالات يكون تغير التماثل للإشعاع الكهربائي EL كما يأتي:

$$\pi_i \cdot \pi_f = (-1)^L$$

وللإشعاع المغناطيسي ML كما يأتي:

$$\pi_i \cdot \pi_f = (-1)^{L+1}$$

إذ π_i , π_f تماثل المستوى الابتدائي والمستوى الثانوي على التوالي .

فإذا كان لدينا الانتقال الكامي (1^+ - 0^+) وأردنا معرفة ما إذا كان انتقال نقي أم مختلط نجري الآتي:

$$|J_i - J_f| \leq L \leq J_i + J_f \quad ، \quad |0-1| \leq L \leq 1 \quad ، \quad 0+1 \leq L \leq \quad ، \quad 1L=1$$ فقط

$$\pi_i \cdot \pi_f = (-1)^L \quad , \quad (+) \cdot (+) = (-1)^L \quad , (+) = (-1)^L \rightarrow L = 2, 4, \ldots\ldots\ldots$$

أي تأخذ أعداد زوجية ، ولكن L = 1 فقط
إذن لا يوجد انتقال للإشعاع الكهربائي:
الإشعاع المغناطيسي:

$$\pi_i \cdot \pi_f = (-1)^{L+1} \quad (1-) = (+) \cdot (+) \quad ، \quad {}^{L+1}$$

$\therefore$ L=1,3,5 أعداد فردية

وبما ان L = 1 فقط
إذن ML = M1 فقط

أي ان الانتقال نقي (M1) . إذن الانتقال نقي 100% .

النتائج والمناقشة :

- **طريقة نسبة a_2 وانتقالات نقية:**

يبين الجدول (1) مستويات الطاقة للحديد Fe^{56} التي لها انتقالان على الاقل واحدهما نقي او يمكن وصفه نقياً مع معامل a_2 التجريبية المنشورة في المرجع [1] وقيم δ التي حسبها البحث الحالي وكذلك قيمتها كما ورد في المرجع [1] لغرض المقارنة.

نلاحظ في الجدول ان قيم δ المحسوبة بطريقة نسبة a_2 متفقة ضمن الخطأ التجريبي مع قيم δ المنشورة في المرجع [1] للانتقالات نفسها على اعتبار ان الانتقالان (4^+ - 2^+) و (6^+ - 4^+) انتقالان نقيان (E2) وهذا يدل على ان القيم المقاسة تجريبياً في المرجع [1] صحيحة عدا قيمة = - 0.08(2) δ المقاسة للانتقال 2276.0 (4^+-2^+) كيلو الكترون فولت من المستوى 3122.8 كيلو الكترون فولت فإنها كبيرة نسبياً بصرف النظر عن الإشارة السالبة.

- **طريقة نسبة a_2 وانتقالات مختلطة:**

يبين الجدول (2) مستويات الطاقة للحديد Fe^{56} التي لها انتقالان توزيعهما الزاوي مقاسان. وقد حُسبت نسبة الخلط لأحد الانتقالان بأخذ قيمة δ للانتقال الثاني بصرف الاعتبار.

نلاحظ من الجدول (2) أننا عندما أخذنا قيمة a_2 وقيمة δ المنشورة في المرجع [1] للانتقال الكامي 2276.0 (4^+-2^+) كيلو إلكترون فولت من المستوى 3122.8 كيلو إلكترون فولت بنظر الاعتبار في حساب قيمتي δ للانتقال (4^+-4^+) 1037.9 كيلو إلكترون فولت من المستوى نفسه إن القيمتين لا تتفقان تماماً مع القيمتين المنشورتين في المرجع [1] للانتقال نفسه. ولكن عندما أخذنا قيمتي δ للانتقال الثاني بنظر الاعتبار وجدنا ان قيمة δ للانتقال الأول أقرب إلى الواقع وهذا يؤكد عدم دقة قيمة δ المنشورة في المرجع [1] للانتقال الكامي (4^+-2^+). وبالنسبة الى الانتقالات الكامية من المستويات 3445.4 و 3755.9 و 4048.4 كيلو إلكترون فولت نلاحظ ان قيم δ المحسوبة بهذه الطريقة متفقة تماماً مع قيم δ المنشورة في المرجع [1] وهذا يدل على ان النتائج التجريبية للانتقالات الكامية من هذه المستويات صحيحة تماماً. أما بالنسبة الى المستوى 4510.4 كيلو إلكترون فولت فإن قيمتي δ المقاستين في المرجع [1] للانتقال الكامي 2425.5(3^+-4^+) كيلو إلكترون فولت لا يمكن ان تكونا جذرين للمعادلة نفسها كما يجب أن تكونا. فعندما فرضنا أي منهما صحيحة لم نحصل على القيمة الأخرى كما هو مبين في الجدول وكذلك لم نحصل على قيمتي δ المنشورة في المرجع [1] للانتقال 1852.8(3^+-2^+) كيلو إلكترون فولت من المستوى نفسه. وهذا يدل على ان النتائج التجريبية للانتقال الأول ليست صحيحة بالتأكيد أما بالنسبة الى النتائج التجريبية للانتقال الثاني فلا يمكن التثبت من صحتها في هذه المرحلة.

الاستنتاجات

- تم في البحث الحالي حساب قيم δ لانتقالات كامية من مستويات الطاقة في Fe^{56} بطريقة نسبة a_2 (1) و (2) .
- تم التثبت من امكانية طريقة نسبة a_2 ليس على حساب قيم δ فحسب وانما على التنبؤ بوجود أي خطأ من النتائج التجريبية.
- النتائج التجريبية المنشورة في المرجع [1] جميعها صحيحة على الرغم من كون الخطأ التجريبي المرافق للعامل a_2 كبيراً نسبياً لعدد من الانتقالات.

(5)التناقض الوحيد موجود في حالة الانتقال (4^+-3^+) 2425.5 كيلو الكترون فولت من المستوى 4510.4 كيلو الكترون فولت حيث تم التثبت من خطأ النتائج التجريبية لهذا الانتقال بطريقة نسبة a_2 .

المصادر

1.Al-Jeboori, M.A.A.; Youhana, H.M.; Kamber, N.Y. and Kandeel, T.K (1999).Ibn Al-Haitham Journal for Pure and Applied Sciences, Energy Levels in^{56} Fe from^{56} Fe (nin^{56} (Fe Reaction52 (2)10 ،

2.Sheldon E. and Rogers V.C. 1973; Comp. Phys. Commun., 6:99.

3.Siegbahn, K. (1965), Amsterdam, North Holand "Alpha Beta and Gamma-Ray Spectroscopy", 2.

4.Poletti, A.R. and Warburton, E.K. (1965), Phys. Rev. 137, B595.

5.Youhana, H.M. (2002), Ibn Al-Haitham Journal for Pure and Applied Sciences, E2/M1 Mixing Ratios of 2^{+}-2^{+} Gamma transitions in $^{90,92,94}_{40}Zr$ Isotopes using Anew Method 15 (4): 33.
6.Youhana, H.M. (2002), Ibn Al-Haitham Journal for Pure and Applied Sciences, Multiple Mixing Ratios of Gamma transitions from levels with spin 4 and 3 in $^{90,92,94}_{40}Zr$ Isotopes using the constant statistical Tensor Method,15(46):14.
7.Mohammed-Saied B. 2001; Ph.D. Thesis, Analysis of Angular Distribution of Gamma Rays and Gamma-Gamma & Particle-Gamma, University of Baghdad.
8.Al-Zuhairy M.H.M. (2002), Ph.D. Thesis,Multiple mixing Ratios of Gamma Ray from the Heavy Ion Reactions by using contant statistical Tensor method, University of Baghdad.
9.Tammy, R.J. (2004), Ph.D. Thesis, Multiple Mixing Ratios of a-rays from different Nuclear Reactions University of Al-Mustansiriyah.
10.Yamazaki, T. (1967), Nucl. Data, Section A3, 1.

جدول (1):نسب الخلط لانتقالات كامية من مستويات متهيجة في التفاعل $^{56}Fe(n,n'\gamma)^{56}Fe$ باستعمال طريقة نسبة a_2 وانتقالات نقية

قيم δ		a_2 a_4 [1]	$J_i^\pi - J_f^\pi$	طاقة كاما E_γ (keV)	طاقة المستوى الابتدائي E_i (keV)
نسبة a_2	المرجع [1]				
E2	-0.08 (2)	(15) 0.298 -0.081 (19)	$^{+}4$- 2^{+}	2276.0	3122.8
(3) 0.17 - 1.3 (1)	(2) 0.15- 1.30 (6)	(14) 0.207 -0.064 (17)	$^{+}4$- 4^{+}	1037.9	
E2	0.03 (8)	(64) 0.389 -0.024 (84)	$^{+}6$- 4^{+}	1670.8	3755.9
$-\left(0.12^{+0.19}_{-0.22}\right)$ 0.82 (33)	0.08-(17) -	(83) 0.362 -0.058 (98)	$^{+}6$- 6^{+}	368.0	

جدول (2):نسب الخلط لانتقالات كامية من مستويات متهيجة في التفاعل $^{56}Fe(n,n'\gamma)^{56}Fe$ باستعمال طريقة نسبة a_2 وانتقالات مختلطة

قيم δ				a_2 a_4 [1]	$J_i^\pi - J_f^\pi$	E_γ (keV)	E_i (keV)
	نسبة a_2		المرجع [1]				
	0.02 (4)	-0.08	-0.08 (2)	(15) 0.298 -0.081 (19)	$^{+}4$- 2^{+}	2276.0	3122.8
	-0.15 1.3	(3) 0.23- 1.5 (1)	(2) 0.15- 1.30 (6)	(14) 0.207 -0.064 (17)	$^{+}4$- 4^{+}	1037.9	
	$-\left(0.14^{+0.09}_{-0.11}\right)$ $-\left(2.5^{+1.1}_{-0.7}\right)$	-0.15	0.15-(2) —	(25) 0.428- 0.020 (32)	$^{+}3$- 2^{+}	2598.5	3445.4
	-0.23 -2.9	(5) 0.23- -2.8 (5)	(5) 0.23- -2.9 (5)	(38) 0.113 -0.037 (44)	$^{+}3$- 4^{+}	1360.2	
	0.03 (11)	0.03	0.03 (8)	(68) 0.389 -0.024 (84)	$^{+}6$- 4^{+}	1670.8	3755.9
	-0.08	$-\left(0.07^{+0.18}_{-?}\right)$	0.08-(17) —	(83) 0.362 -0.058 (98)	$^{+}6$- 6^{+}	368.0	

		$0.73^{+0.32}_{-?}$					
	$0.59^{+0.53}_{-0.20}$ $3.4^{+4.5}_{-1.9}$	0.59	0.59(9) -	(44) 0.444 0.040 (73)	$^{+}3$- 2^{+}	3201.3	4048.4
	0.40	0.40(11) $7.6^{+14.0}_{-3.2}$	0.40(10) -	(108) 0.271 -0.126 (130)	$^{+}3$- 2^{+}	1089.1	
$0.24^{+0.23}_{-0.17}$ فقط	0.21-(6) -3.0	-0.02 $-\left(7.4^{+2.9}_{-1.7}\right)$	(6) 0.02- -3.0 (8)	0.372- (125) 0.056 (125)	$^{+}3$- 4^{+}	2425.5	4510.4
-0.16 -2.4	0.28(5) فقط	0.10(4) $-\left(6.9^{+2.4}_{-1.5}\right)$	$-\left(0.16^{+0.18}_{-0.13}\right)$ $-\left(2.4^{+1.3}_{-0.8}\right)$	0.475- (178) 0.405 (212)	$^{+}3$- 2^{+}	1852.8	

Appendix I

F_4	F_2	J_f	L	L	J_i
0.00000	0.70711	0.0	1.0	1.0	1.0
0.00000	-0.35355	1.0	1.0	1.0	1.0
0.00000	-1.06067	1.0	2.0	1.0	1.0
0.00000	-0.35355	1.0	2.0	2.0	1.0
0.00000	0.07071	2.0	1.0	1.0	1.0
0.00000	0.47434	2.0	2.0	1.0	1.0
0.00000	0.35355	2.0	2.0	2.0	1.0
0.00000	-0.10101	3.0	2.0	2.0	1.0
0.00000	0.37796	3.0	3.0	2.0	1.0
0.00000	0.53034	3.0	3.0	3.0	1.0
0.00000	-0.17678	4.0	3.0	3.0	1.0
-1.06904	-0.59761	0.0	2.0	2.0	2.0
0.00000	0.41833	1.0	1.0	1.0	2.0
0.00000	-0.93542	1.0	2.0	1.0	2.0
0.71269	-0.29881	1.0	2.0	2.0	2.0
0.00000	-0.41833	2.0	1.0	1.0	2.0
0.00000	-0.61238	2.0	2.0	1.0	2.0
-0.30544	0.12806	2.0	2.0	2.0	2.0
0.00000	0.11952	3.0	1.0	1.0	2.0
0.00000	0.65466	3.0	2.0	1.0	2.0
0.07636	0.34149	3.0	2.0	2.0	2.0
-0.00848	-0.17075	4.0	2.0	2.0	2.0
-0.06274	0.50507	4.0	3.0	2.0	2.0
-0.02970	0.44822	4.0	3.0	3.0	2.0
0.00405	-0.29881	5.0	3.0	3.0	2.0
0.21320	-0.86603	0.0	3.0	3.0	3.0
-0.44670	-0.49487	1.0	2.0	2.0	3.0
1.04463	-0.46290	1.0	3.0	2.0	3.0

0.03553	-0.64953	1.0	3.0	3.0	3.0
0.00000	0.34641	2.0	1.0	1.0	3.0
0.00000	-0.94869	2.0	2.0	1.0	3.0
0.67006	-0.12372	2.0	2.0	2.0	3.0
0.00000	-0.43301	3.0	1.0	1.0	3.0
0.00000	-0.43301	3.0	2.0	1.0	3.0
-0.44670	0.22682	3.0	2.0	2.0	3.0
0.00000	0.14434	4.0	1.0	1.0	3.0

F_4	F_2	J_f	L	L	
0.00000	0.72169	4.0	2.0	1.0	3.0
0.14890	0.30929	4.0	2.0	2.0	3.0
-0.02030	-0.20620	5.0	2.0	2.0	3.0
-0.13430	0.54554	5.0	3.0	2.0	3.0
-0.05492	0.36085	5.0	3.0	3.0	3.0
0.00969	-0.36085	6.0	3.0	3.0	3.0
0.14527	-0.78349	1.0	3.0	3.0	4.0
-0.30438	-0.44770	2.0	2.0	2.0	4.0
0.90036	-0.52972	2.0	3.0	2.0	4.0
-0.04842	-0.47009	2.0	3.0	3.0	4.0
0.00000	0.31339	3.0	1.0	1.0	4.0
0.00000	-0.94018	3.0	2.0	1.0	4.0
0.60876	-0.04477	3.0	2.0	2.0	4.0
0.00000	-0.43875	4.0	1.0	1.0	4.0
0.00000	-0.33541	4.0	2.0	1.0	4.0
-0.49807	0.26455	4.0	2.0	2.0	4.0
0.00000	0.15955	5.0	1.0	1.0	4.0
0.00000	0.75679	5.0	2.0	1.0	4.0
0.19370	0.28490	5.0	2.0	2.0	4.0
-0.02980	-0.22792	6.0	2.0	2.0	4.0
-0.18437	0.56407	6.0	3.0	2.0	4.0
-0.06874	0.29915	6.0	3.0	3.0	4.0
0.01422	-0.39887	7.0	3.0	3.0	4.0
0.11589	-0.73599	2.0	3.0	3.0	5.0
-0.24281	-0.42056	3.0	2.0	2.0	5.0
0.80301	-0.55634	3.0	3.0	2.0	5.0
-0.07726	-0.36799	3.0	3.0	3.0	5.0
0.00000	0.29439	4.0	1.0	1.0	5.0
0.00000	-0.93095	4.0	2.0	1.0	5.0
0.56556	0.00000	4.0	2.0	2.0	5.0
0.00000	-0.44159	5.0	1.0	1.0	5.0
0.00000	-0.27386	5.0	2.0	1.0	5.0
-0.52297	0.28307	5.0	2.0	2.0	5.0
0.00000	0.16984	6.0	1.0	1.0	5.0
0.00000	0.77832	6.0	2.0	1.0	5.0
0.22413	0.26689	6.0	2.0	2.0	5.0
-0.03736	-0.24263	7.0	2.0	2.0	5.0

-0.22100	0.57416	7.0	3.0	2.0	5.0
-0.07726	0.25476	7.0	3.0	3.0	5.0
0.01783	-0.42461	8.0	3.0	3.0	5.0

F_4	F_2	J_f	L	L	J_i
0.09967	-0.70510	3.0	3.0	3.0	6.0
-0.20883	-0.40291	4.0	2.0	2.0	6.0
0.73833	-0.56980	4.0	3.0	2.0	6.0
-0.09018	-0.30219	4.0	3.0	3.0	6.0
0.00000	0.28204	5.0	1.0	1.0	6.0
0.00000	-0.92319	5.0	2.0	1.0	6.0
0.53699	0.02878	5.0	2.0	2.0	6.0
0.00000	-0.44320	6.0	1.0	1.0	6.0
0.00000	-0.23146	6.0	2.0	1.0	6.0
-0.53699	0.29355	6.0	2.0	2.0	6.0
0.00000	0.17728	7.0	1.0	1.0	6.0
0.00000	0.79283	7.0	2.0	1.0	6.0
0.24613	0.25326	7.0	2.0	2.0	6.0
-0.04343	-0.25326	8.0	2.0	2.0	6.0
-0.24879	0.58028	8.0	3.0	2.0	6.0
-0.08292	0.22160	8.0	3.0	3.0	6.0
0.02073	-0.44321	9.0	3.0	3.0	6.0

Ibn Al-Haitham Journal for Pure and Applied Science
مجلة إبن الهيثم للعلوم الصرفة و التطبيقية

No.	2	Vol.	25	Year	2012	2012	السنة	25	المجلد	2	العدد

Multiple Mixing Ratios of Gamma Rays From $^{56}Fe\,(n\,,n'\gamma)\,^{56}Fe$ Reaction Using a_2-ratio Method

H.M. Youhana,B.M. Saied, T.A. Younis
Department of Physics, College of Education Ibn Al-Haitham, University of Baghdad
Received in: 11March 2008, Accepted in:10 August 2008

Abstract

The δ-multiple mixing ratios of γ-transitions from levels of $^{56}_{26}Fe$ populated in the $^{56}_{26}Fe\,(n\,,n'\gamma)\,^{56}_{26}Fe$ are calculated in the present work by using the a_2-ratio methods.

We used the experimental coefficient (a_2) for two γ-transitions from the same initial state, the statistical tensor, $\rho_2(J_i)$which is related to the a_2-coefficient would be the same for the two transitions.

This method was used in a previous work for pure transitions or which can be considered pure. In these cases the multiple mixing ratios for the second transition (δ_2) equal zero, but in our work we applied this method for mixed γ-transitions and then the multiple mixing ratio (δ) is known for one transition. Then we calculate the (δ_1) value and versa-reversa.

The weight average of the δ-values calculated in the present work for a mixed transition in ^{56}Fe are presented as adopted δ-value.

The result obtained confirms the valibites of this method to calculate the multiple mixing ratios (δ) for γ-transitions and their capabilities in predicting any inaccuracies in the experimental data.
Key word: Multipole mixing vatios, δ- t vansition angucar distribution