

호상작용하는 보존모형에서 ^{160}Er 의 낮은 러기에너지 스펙트럼과 E2환산이행확률계산

박재연, 김광혁, 정광별

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《새로운 과학기술분야를 개척하기 위한 사업도 전망성있게 밀고나가야 합니다.》

(《김정일선집》 증보판 제11권 138페이지)

호상작용하는 보존모형 I[1]이 제기된 후 여러가지 변종의 호상작용하는 보존모형들이 제기되어 중간 및 무거운 핵들의 낮은 러기에너지스펙트럼과 에너지준위들사이의 이행확률계산에서 많은 성과들이 이룩되였다.

^{164}Er , ^{168}Er 의 낮은 러기에너지상태와 E2, M1이행을 연구[2-8]한 결과 이 핵들이 거의 순수한 회전핵들이라는것을 발견하였다. 또한 여러가지 모형들을 리용하여 Er의 정의 및 부의 우기성러기상태와 대칭성이행특성[4, 6-9]을 밝혔다.

우리는 보다 일반화된 호상작용하는 보존모형에 의하여 ^{160}Er 의 낮은 정의 우기성러기 상태들과 전기4중극환산이행확률을 계산하였다.

1. 일반화된 호상작용하는 보존모형하밀토니안

일반화된 호상작용하는 보존모형하밀토니안의 다중극형식은 다음과 같다.

$$H = \varepsilon_d n_d + \varepsilon_f n_f + \varepsilon_g n_g + k_1 (L^{(B)} \cdot L^{(B)}) + k_2 (Q^{(B)} \cdot Q^{(B)}) + k_3 (L^{(F)} \cdot L^{(B)}) + k_4 (Q^{(F)} \cdot Q^{(F)}) \quad (1)$$

여기서 $L_m^{(B)} = \sqrt{10}(d^+ \tilde{d})_m^{(1)} + \sqrt{28}(f^+ \tilde{f})_m^{(1)} + \sqrt{60}(g^+ \tilde{g})_m^{(1)}$, $Q_m^{(F)} = (a_j^+ \tilde{a}_{j'})_m^{(2)}$, $L_m^{(F)} = (a_j^+ \tilde{a}_{j'})_m^{(1)}$, $Q_m^{(B)} = ((s^+ \tilde{d} + d^+ \tilde{s})_m^{(2)} + \chi_{dd}(d^+ \tilde{d})_m^{(2)}) + \chi_{dg}((d^+ \tilde{g} + g^+ \tilde{d})_m^{(2)} + \chi_{ff}(f^+ \tilde{f})_m^{(2)} + \chi_{gg}(g^+ \tilde{g})_m^{(2)})$ 이며 n_d , n_f , n_g 는 각각 d-, f-, g-보존리파수연산자들이며 ε_d , ε_f , ε_g 는 각각 d-, f-, g-보존들의 한립자에너지이다.

전기4중극이행연산자는 다음과 같다.

$$T(E2) = \alpha_2 Q \quad (2)$$

2. 계 산 결 과

핵 ^{160}Er 은 짝수-짝수핵이므로 f-, g-보존을 고려할 필요가 없다.[10] 즉 식 (1)에서 d-보존에 해당하는 항들만 고려하면 된다.

계산에서 리용한 파라메터값들은 다음과 같다.

$$\varepsilon_d = 0.301\text{MeV}, k_1 = 0.025\text{MeV}, k_2 = -0.0005\text{MeV}, \alpha_2 = 2.0\text{W.u.}$$

^{160}Er 의 기저띠에 대한 에너지를 준위 계산값과 전기4중극환산이행 확률은 각각 그림, 표와 같다.

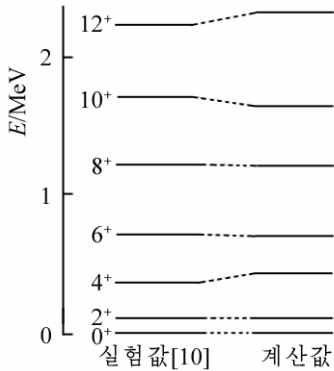


그림. ^{160}Er 의 기저띠에 대한 에너지를 준위

표. ^{160}Er 의 기저띠에 대한 전기4중극환산이행 확률

$L_i \rightarrow L_f$	실험 값[W.u.]	계 산 값[W.u.]
$2_1^+ \rightarrow 0_1^+$	166(7)	100.8
$4_1^+ \rightarrow 2_1^+$	240(9)	208.6
$6_1^+ \rightarrow 4_1^+$	262(15)	274.2
$8_1^+ \rightarrow 6_1^+$	300(8)	298.4
$10_1^+ \rightarrow 8_1^+$	290(7)	514.2
$12_1^+ \rightarrow 10_1^+$	290(8)	338.1

그림에서 보는바와 같이 기저띠에너지를 준위의 계산결과와 실험자료가 잘 일치하였다.

또한 표에서 보는바와 같이 기저띠의 전기4중극환산이행 확률 계산값과 실험값은 전반적으로 잘 일치하지만 이행 $10_1^+ \rightarrow 8_1^+$ 에서는 계산값이 실험값에 비하여 대단히 크다.

$R = E(4_1^+)/E(2_1^+) = 3.2$ 이므로 이 핵은 $\text{SU}(3)$ 극한에 가까운 핵이다.

맺 는 말

^{160}Er 의 기저띠의 E2이행과 에너지를 준위들을 계산한 결과 이 핵이 $\text{SU}(3)$ 극한에 가까운 핵이라는것을 확증하였다. 계산값과 실험값사이에 일정한 차이가 생기는것은 높은 각운동량을 가지는 보존을 더 고려할 필요가 있다는것을 보여준다.

참 고 문 헌

- [1] A. Arima et al.; Phys. Rev. Lett., 35, 1069, 1975.
- [2] D. D. Warner et al.; Phys. Rev., C 24, 1713, 1981.
- [3] D. D. Warner et al.; Phys. Rev. Lett., 48, 1385, 1982.
- [4] D. D. Warner et al.; Phys. Rev., C 28, 1798, 1983.
- [5] A. Leviatan et al.; Phys. Rev., C 61, 064301, 2000.
- [6] Grigoriev Gladkova; Atom. Nucl. Phys., 63, 700, 2000.
- [7] L. Genilloud et al.; Phys. Rev., C 62, 034313, 2000.
- [8] V. E. Cerón et al.; Phys. Letter., B 1, 471, 1999.
- [9] J. F. Zang et al.; CPC, 33, 27, 2009.
- [10] S. Y. Chu et al.; Isotope Explorer 2.23, January 28, 1999.

주제105(2016)년 3월 5일 원고접수

Calculation of the Low Lying Energy Spectrum and the E2 Reduced Transition Probability of ^{160}Er by the Interacting Boson Model

Pak Jae Yon, Kim Kwang Hyok and Jong Kwang Byol

We calculate the low lying energy band and E2 reduced transition probabilities of ^{160}Er by using interacting boson model (IBM). The result shows that the nucleus ^{160}Er is the one with the SU(3) limit. On the other hand, the difference with the calculated values and experiment ones indicates that the bosons with higher spin must take into account in the IBM.

Key words: interacting boson model, ^{160}Er