

1. 다음 설명에 적절한 용어 또는 양을 기입하시오.

- 1) 원자번호(Z)가 동일하나 질량수(A)가 서로 다른 핵종: 동위원소 isotopes
- 2) 특히 무거운 핵종에서 β^+ -붕괴와 경쟁적으로 일어날 수 있는 붕괴는? (EC) Electron Capture
- 3) 원자번호 Z, 질량수 A 인 핵종의 α -붕괴를 한 후 생성된 핵의 원자번호, 질량수는?
- 4) Quadrupole moment Q가 $Q > 0$ 인 핵의 일반적 변형은? prolate (2-2, A-4 Z-4, A-4)
- 5) 특히 무거운 핵종에서 γ -붕괴와 경쟁적으로 일어날 수 있는 붕괴는? prolate, (K.O. oblate)

^{12}C $1u = \frac{12\text{C}}{12\text{N}_0}$ \Rightarrow Internal Conversion (IC)

2. ^{12}C 의 핵자 당 평균결합에너지를 구하시오. 단 중성자(^1_0n)의 초과질량 (M-A)은 $8665 \mu\text{u}$, 수소(^1_1H)의 초과질량 (M-A)은 $7825 \mu\text{u}$ 이며,

$1u \equiv 935.1 \text{ MeV}$ 임을 이용하라. ^{12}C $[2 \cdot m_p + 6 \cdot m_n - m(^{12}\text{C})]c^2$
 $[2 \cdot \Delta_H + 6 \cdot \Delta_N - \Delta_C]c^2 = [6 \cdot 7825 \times 10^{-6} + 6 \cdot 8665 \times 10^{-6} - \Delta_C]c^2$

3. 전자의 spin 에 관련하여 spin operator \hat{S} 를 Pauli spin matrices 로써

표현하면 $\hat{S} = \frac{\hbar}{2} \hat{\sigma} = \frac{\hbar}{2} (i\hat{\sigma}_x + j\hat{\sigma}_y + k\hat{\sigma}_z)$ 이다. self-adjoint

Operator (\hat{S}^2) 은 Hermitian 임을 보이라. $A^\dagger = A$ A^T 공역

$(\hat{\sigma}_z)$ 의 eigenvector 들을 구하고, 이들이 서로 직교함을 보이라.

단, $\sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$, $\sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}$, $\sigma_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ 이다. $(a/b) = 0$

질량수 A, 원자번호 Z 인 핵종의 총 결합에너지에 기여하는 효과를 5가지 제시하고, 각 효과의 A와 Z 의존성을 설명하라. ν_i , surf, Coulomb, Isospin symmetry term, Pairing effect term.

질량 m_1, m_2 인 두 입자계에 대해 각각의 Cartesian 좌표계로부터 이 입자계의 C.M. 좌표계와 두 입자간의 상대 좌표계 (rel.) 로 변환한다면,

운동에너지 operator 는
$$-\frac{\hbar^2}{2m_1} \nabla_1^2 - \frac{\hbar^2}{2m_2} \nabla_2^2 = -\frac{\hbar^2}{2M} \nabla_{CM}^2 - \frac{\hbar^2}{2\mu} \nabla_{rel}^2$$

로 나타냄을 보이라. 여기서 ∇_1, ∇_2 는 각 입자의 Cartesian 좌표계에서의 gradient 이며, $\nabla_{CM}, \nabla_{rel}$ 은 CM 좌표계, 상대좌표계에서의 gradient 임을 각각 표시한다. M 은 두 입자의 질량합, μ 는 두 입자의 환산질량이다.