

- ① 핵력 (nuclear force)의 특성을 열거하고, 그 근거를 요약하라.
- ② 핵자 (nucleon) 간의 spin-orbit interaction에 의해  $j = l + \frac{1}{2}$  과  $j = l - \frac{1}{2}$  인 에너지 준위 (단일입자 에너지 준위) 간에  $(2l+1)$ 에 비례하는 에너지 격차 (energy splitting)가 발생함을 보이시오.
- ③ 핵력의 매개 입자인  $\pi$ -중간자 ( $\pi$ -meson)의 질량은 근사적으로 핵력의 작용거리에 반비례함을 설명하라. 이로부터  $\pi$ -중간자의 질량 (MeV)을 추정하라. 또한  $\beta$ -붕괴에 작용하는 약력 (weak force)의 매개 입자인  $W^{\pm}, Z^0$  입자들은 그 질량이 대개 90 GeV 부근으로 측정되었다. 이를 이용하여 약력의 작용거리는 핵력에 비교하여 어느 정도 인지를 설명하라.

④ 정지 표적 입자 (질량  $m_2$ )에 의해 실험실계 운동에너지  $E_k$ 인 입사 입자 (질량  $m_1$ )의 산란단면을 고려한다. 질량중심계에 두 입자의 상대운동을 파동함수  $\psi$ 로 나타낼 때, 입사파는  $\psi_i = A e^{ikz}$ 로 나타내진다. ( $z$ 축 = 입사 방향)

1) 산란 후 파동함수  $\psi_f(r, \theta, \phi)$ 의 장래 형태 ( $r \rightarrow \infty$ )를 scattering amplitude  $f(\theta, \phi)$ 로써 제시하라.

2) 입사파의  $A$ 와  $K$ 의 의미를 설명하라.

$$\text{flux} = vA = (A^2 v)$$

X 핵반응  $T(i, l)R$ 에 대해 각 문자는 입사 입자 ( $i$ ), 정지 표적 입자 ( $T$ ), 반응 후 측정 입자 ( $l$ ), 반응 후 생성 입자 ( $R$ )를 각각 표기한다. 각 입자 질량 ( $M_i, M_T, M_l, M_R$ )과, 입사 입자의 실험실계 운동에너지  $K_i$ , 입사 방향에 대해 각도  $\theta$ 에서 측정된  $l$  입자의 실험실계 운동에너지  $K_l$ 로써 다음에 답하라.

1) 주어진 질량들,  $K_i, K_l, \theta$  등과  $Q$ 값 (reaction  $Q$ )과의 관계 ( $Q$ -equation)를 유도하라.

2) 질량상  $M_i, M_T$ 는 알려져 있고,  $K_i, K_l, \theta$ 들은 측정되거나 방출 입자의 질량  $M_l, M_R$ 를 모를 경우 이를 구하는 바에는 설명하라.