

原子核反応論レポート

問 1

無限に重い標的核による中性子の散乱問題を考える。標的核の中心を座標原点とし、中性子の位置ベクトルを r とする。中性子の光学ポテンシャル $U(r)$ が

$$U(r) = -V_0\delta(r - r_0) - iW_0\delta(r - r_0) \quad (1)$$

で与えられるとき、中性子の微分断面積 (弾性散乱断面積の角分布) を平面波近似で求めよ。ただし V_0, W_0, r_0 はいずれも正の定数 (実数) とする。中性子の質量を m とせよ。

次に、微分断面積の $\theta = 0$ における値と $\theta = 0$ 近傍の関数形を求めよ。

問 2

問 1 と同様の問題を考える。ただしポテンシャルを

$$U(r) = \begin{cases} -V_0 - iW_0 & r \leq r_0 \\ 0 & r > r_0 \end{cases} \quad (2)$$

とする。ここで V_0, W_0, r_0 はいずれも正の定数 (実数) である。中性子の質量を m とせよ。0 度近傍における中性子の微分断面積 (弾性散乱断面積の角分布) をアイコナル近似を用いて求めよ。ただし

$$J_0(x) \sim 1, \quad (x \ll 1) \quad (3)$$

であり、 $V_0 \ll \hbar v$ かつ $W_0 \ll \hbar v$ として良いものとする。積分公式

$$\int x \exp\left[c\sqrt{a^2 - x^2}\right] dx = \frac{(1 - c\sqrt{a^2 - x^2})}{c^2} \exp\left(c\sqrt{a^2 - x^2}\right) + C \quad (4)$$

を用いよ。ただし c は複素数、 a は正の実数とする (C は積分定数)。

次にその結果を、同じ問題を平面波近似で計算した結果と比較せよ (講義で扱った階段型密度分布 + ゼロレンジ相互作用の結果を活用せよ)。

問 3

問 1 と同様の問題を考える。ただしポテンシャルが

$$U(r) = \begin{cases} -V_0 & r \leq r_0 \\ 0 & r > r_0 \end{cases} \quad (5)$$

で与えられるものとする。ここで V_0, r_0 はいずれも正の定数 (実数) である。中性子の質量を m 、入射エネルギー (運動エネルギー) を E とせよ。このとき、 s 波 (入射波のうち角運動量 0 の成分) の S 行列 S_0 を正確に (純量子力学的に) 求めよ。

問 4

講義全体について、何でも良いのでコメントしてください (次年度以降の内容に活用します)。