

Física Teórica 2

Segundo cuatrimestre de 2015

Guía 9: Scattering

1. Considere un potencial de Yukawa dado por

$$V(r) = V_0 \frac{e^{-\alpha r}}{r}$$

donde V_0 y α son positivos.

- Grafique $V(r)$ y compárelo con el potencial de Coulomb.
- Calcule la amplitud de scattering correspondiente al potencial de Yukawa en la aproximación de Born. Es lícito utilizar esta aproximación para el potencial de Coulomb?
- Calcule la sección eficaz de Yukawa en la aproximación de Born en función del ángulo polar e intégrele para obtener la sección eficaz total.
- Tome el límite $\alpha \rightarrow 0$ para las cantidades calculadas y muestre que se obtienen los resultados de un scattering de Rutherford, excepto para la sección eficaz total que diverge.

2. Considere el potencial tipo esfera dura:

$$V(r) = \begin{cases} 0, & r > r_0, \\ \infty, & r < r_0 \end{cases}.$$

Calcule el phase shift para bajas energías ($kr_0 \ll 1 \rightarrow l = 0$), la amplitud y sección eficaz de scattering. Verifique que la sección eficaz total es cuatro veces el área de la esfera.

- Considere el potencial de esfera blanda, es decir, el potencial de la esfera dura pero con un V_0 finito para $r < r_0$ y calcule usando la aproximación de Born la amplitud de scattering. Repita el cálculo para bajas energías asumiendo que vale considerar solo $l = 0$ (qué es lo que habría que ver para justificar esta aproximación?).
- Considere dos partículas idénticas que “scaterean” con un potencial independiente del spin y de corto alcance.
 - Si las partículas no tienen spin, muestre que la sección eficaz presenta interferencia constructiva en $\theta = \pi/2$ y que la sección es el doble que cuando son distinguibles.
 - Si las partículas son de spin $1/2$ entonces muestre que la sección eficaz sufre de interferencia destructiva total en $\theta = \pi/2$.
- Considere dos partículas indistinguibles de spin $1/2$ sujetas a un potencial de la forma $V(r) = V_0(r) + \frac{1}{\hbar^2} V_s(r) \vec{S}_1 \cdot \vec{S}_2$. Ambos potenciales $V_0(r)$ y $V_s(r)$ son de corto alcance. Se pide calcular, usando la aproximación de Born, las amplitudes de scattering para los posibles procesos de scattering (por ejemplo para $|++\rangle \rightarrow |--\rangle$) en función de los elementos de matriz de los potenciales V_0 y V_s , en las siguientes situaciones:
 - Si las partículas son distinguibles.
 - Si las partículas son indistinguibles.