



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Física
Terceira lista de Mecânica Quântica 1
Entrega: 31 de Março de 2014

1ª Questão: Considere uma partícula de massa m sob a ação de um potencial degrau:

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } x \leq 0 \\ V_0 & \text{se } x \geq 0 \end{cases}$$

(a) Para uma partícula incidente da esquerda com energia $E > V_0$, mostre que

$$\Psi(x) = \begin{cases} Ae^{ik_1x} + A\frac{k_1-k_2}{k_1+k_2}e^{-ik_1x} & \text{se } x \leq 0 \\ A\frac{k_1}{k_1+k_2}e^{ik_2x} & \text{se } x \geq 0 \end{cases}$$

onde

$$k_1 = \frac{\sqrt{2mE}}{\hbar} \quad \text{e} \quad k_2 = \frac{\sqrt{2m(E - V_0)}}{\hbar}$$

A é a amplitude da onda incidente, B da onda refletida e C da onda transmitida, dados por

$$B = \frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}A \quad \text{e} \quad C = \frac{k_1}{k_1 + k_2}A$$

(b) Mostre que o coeficiente de reflexão é

$$R = \frac{v_1 B * B}{v_1 A * A} = \left(\frac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2} \right)^2$$

onde

$$v_1 = \frac{p_1}{m} = \frac{\hbar k_1}{m} \quad \text{e} \quad v_2 = \frac{p_2}{m} = \frac{\hbar k_2}{m}$$

(c) Mostre que o coeficiente de transmissão é

$$T = \frac{v_2 C * C}{v_1 A * A} = \frac{4k_1 k_2}{(k_1 + k_2)^2}$$

2ª Questão: Uma partícula de massa m incide numa barreira de potencial da esquerda para a direita.

$$V(x) = \begin{cases} V_0 & \text{se } 0 \leq x \leq a \\ 0 & \text{se } x < 0 \text{ ou } x > a \end{cases}$$

- (a) Calcule o coeficiente de reflexão e de transmissão para $E > V_0$.
(b) Calcule o coeficiente de reflexão e de transmissão para $E < V_0$.

3ª Questão: Um átomo de gás nobre criptônio exerce um potencial atrativo sobre um elétron livre. Como o potencial varia bruscamente, é uma aproximação razoável descrever o potencial como um poço quadrado de raio 4×10^{-10} m, o raio do átomo. Experimentos mostram que um elétron de energia cinética 0.7 eV, em regiões fora do átomo, podem penetrar no átomo quase sem reflexão. Este fenômeno é chamado *efeito Ramsauer*. Determine a profundidade do poço de potencial.

4ª Questão: A constante do potencial de oscilador harmônico para as vibrações de uma molécula diatômica é cerca de 10^3 J/m². Use este valor para estimar a energia do estado fundamental das vibrações moleculares. A massa da molécula é $4,1 \times 10^{-26}$ kg.