

1. **Difusão da luz pelos electrões livres.** Considere difusão da luz de comprimento de onda $\lambda = 628$ nm dirigida ao longo de eixo x e polarizada ao longo de eixo y pelos electrões livres de energia 10 meV com impulso ao longo de $-x$ (Fig. 1).

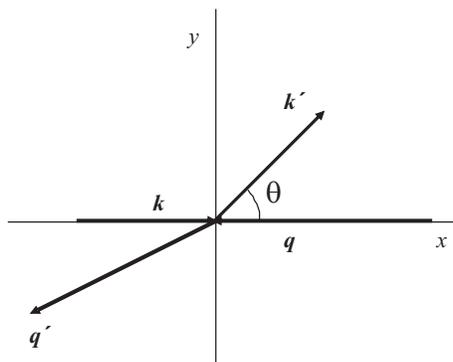


Figure 1:

- a) Usando a formula de Thomson, define a secção diferencial da difusão em função de ângulo de difusão θ no plano xy .
- b) Define os parâmetros de estado final: impulso k' de fotão e impulso q' de electrão.

2. **Difusão de Raman pelos estados hidrogenóides.** Define a contribuição das transições entre os estados de átomo de hidrogénio $1s$, $2p$ e $3d$ para difusão de Raman (na aproximação de momento eléctrico dipolar)

- a) Escolhe quais dos estados acima indicados podem realizar-se como estado inicial $|0\rangle$, intermédio $|m\rangle$ e final $|n\rangle$ nos processos de difusão de Raman:

- i) correspondente à linha de Stokes,
- ii) correspondente à linha de anti-Stokes.

Justifique a sua escolha.

- b) Usando as expressões explícitas para funções de onda em coordenadas esféricas:

$$\begin{aligned}\psi_{1s}(r) &= \frac{1}{\sqrt{\pi a_B^3}} e^{-r/a_B}, & \psi_{2p}(r, \theta) &= \frac{1}{4\sqrt{2\pi a_B^5}} r e^{-r/2a_B} \cos \theta, \\ \psi_{3d}(r, \theta) &= \frac{1}{81\sqrt{6\pi a_B^7}} r^2 e^{-r/3a_B} (3 \cos^2 \theta - 1),\end{aligned}$$

calcule as contribuições para as taxas dos processos referidos na alinha a).