

(1) [Sakurai 5.28, adapt.] Um átomo de hidrogênio em seu estado fundamental ($n = 1, l = m = 0$) é colocado entre as placas de um capacitor. Um campo elétrico espacialmente uniforme mas dependente do tempo é aplicado tal que a energia potencial do elétron devido ao campo elétrico é dada por:

$$V(t) = \begin{cases} 0 & \text{para } t < 0, \\ -zeE_0e^{-t/\tau} & \text{para } t > 0 \end{cases} \quad (1)$$

onde e é a carga do elétron. Usando teoria de perturbação dependente do tempo em primeira ordem, calcule a probabilidade de que o átomo seja encontrado no estado $n = 2, l = 1, m = 0$ para $t \gg \tau$. Faça todas as integrais.

(2) [Sakurai 5.33] Considere a emissão espontânea de um fóton por um átomo excitado. Sabe-se que o processo é uma transição E1. Suponha que o número quântico magnético do átomo di-

minui por uma unidade. Qual é a distribuição angular do fóton emitido? Também discuta a polarização do fóton com atenção à conservação do momento angular do sistema completo (átomo mais fóton).

(3) [Sakurai 5.35] O estado fundamental de um átomo de hidrogênio ($n = 1, l = 0$) está sujeito ao seguinte potencial dependente do tempo:

$$V(t) = V_0 \cos(kz - \omega t). \quad (2)$$

Usando teoria de perturbação dependente do tempo, obtenha uma expressão para a taxa de transição com a qual o elétron é emitido com momento \mathbf{p} . Mostre, em particular, como você poderia calcular a distribuição angular do elétron ejetado (em termos de θ e ϕ definidos com relação ao eixo z). (b) Discuta sucintamente as semelhanças e as diferenças entre este problema e o (mais realístico) efeito fotoelétrico.