



Introdução à Física Atômica Lista de Problemas 1.2

Departamento de Física de Ji-Paraná
Universidade Federal de Rondônia
Prof. Marco Polo



Questão 01: Autofunções do momento angular

- (a) Verifique que todos os harmônicos esféricos com $\ell = 1$ são ortogonais a Y_0^0 .
- (b) Verifique que todos os harmônicos esféricos com $\ell = 1$ são ortogonais àqueles com $\ell = 2$.

Questão 02: Regras de seleção no hidrogênio

Átomos de hidrogênio são excitados por um pulso de luz que estimula um processo multifotônico para uma certa configuração. A subsequente emissão espontânea é medida com um espectrógrafo. Linhas espectrais no infravermelho e no visível são detectadas apenas nos comprimentos de onda $4,05 \mu\text{m}$, $1,87 \mu\text{m}$ e $0,656 \mu\text{m}$. Explique essas observações e dê os valores n e ℓ para as configurações envolvidas nessas transições.

Questão 03: Transições

Um átomo em uma superposição de dois estados tem a função de onda

$$\Psi(t) = A\psi_1(\vec{r})e^{-iE_1t/\hbar} + B\psi_2(\vec{r})e^{-iE_2t/\hbar}.$$

A distribuição da carga eletrônica é dada por

$$-e|\Psi(t)|^2 = -e\{|A\psi_1|^2 + |B\psi_2|^2 + |2A^*B\psi_1^*\psi_2|\cos(\omega_{12}t - \phi)\}.$$

Parte da expressão acima oscila na frequência $\omega_{12} = (E_2 - E_1)/\hbar$.

Considere então que um átomo de hidrogênio está em uma superposição do estado fundamental $1s$, $\psi_1 = R_{10}(r)Y_0^0(\theta, \phi)$, com o estado $m_\ell = 0$ da configuração $2p$, $\psi_2 = R_{21}(r)Y_1^0(\theta, \phi)$, com $A = 0,995$ e $B = 0,1$. Esboce o formato da distribuição de carga em um ciclo de oscilação.

Questão 04: Símbolos $3j$ de Wigner

Usando uma calculadora online, obtenha o resultados dos seguintes símbolos $3j$ de Wigner. Se algum dos resultados for zero, explique o porquê.

(a) $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

(b) $\begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & -2 \end{pmatrix}$

(c) $\begin{pmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$

(d) $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 2 & 1 \end{pmatrix}$

Questão 05: Transições σ^+ e σ^-

Usando o mesmo raciocínio dos cálculos realizados em aula, mostre que, para transições realizadas com feixes de luz com polarizações circulares, as regras de seleção para transições entre estados do hidrogênio são dadas por

$$\Delta m = \pm 1$$

$$\Delta \ell = \pm 1$$