

Nome:

### Eixo de quantização

O efeito Zeeman pode ser descrito em várias maneiras dependendo da escolha do eixo de quantização. Considere um campo magnético  $\mathbf{B} = B_x \mathbf{e}_x$  e calcule o hamiltoniano de interação  $V(B) = -\vec{\mu}_J \cdot \mathbf{B}$  escolhendo o eixo de quantização (a) na direção  $\mathbf{e}_x$  do campo magnético e (b) numa direção  $\mathbf{e}_z$  perpendicular à direção do campo magnético.

### Eixo de quantização

Escolhendo o eixo de quantização fixo  $\mathbf{e}_z$  e um campo magnético  $\mathbf{B}$  em direção arbitrária calcule o hamiltoniano de interação Zeeman com um momento angular  $J = 1$  e mostre, que o deslocamento de energia só depende do valor absoluto  $|\mathbf{B}|$ .

### Efeito Stark

Considere o átomo de hidrogênio imerso num campo elétrico uniforme  $\mathcal{E}$  aplicado ao longo da direção  $\mathbf{e}_z$ . O termo que corresponde a esta interação no hamiltoniano total é  $H^{(1)} = -e\mathcal{E}z$ . Para campos elétricos típicos, produzidos em laboratório, a condição  $H^{(1)} \ll H_0$ , que permite a aplicação da TPIT, é satisfeita. O efeito da perturbação  $H^{(1)}$  denominado efeito Stark, é a remoção da degenerescência de alguns dos estados do átomo de hidrogênio. Calcule o efeito Stark para o estado  $n = 2$  do átomo de hidrogênio.

### Acoplamento de dois elétrons

Considere um sistema de dois elétrons. Mostre que o operador  $(hJ/\hbar^2)\hat{\mathbf{s}}_1 \cdot \hat{\mathbf{s}}_2$  distingue os estados tripletos do singleto. Considere agora, que os elétrons sejam expostos à um campo magnético  $B$  aplicado na direção  $\mathbf{e}_z$ , de forma que adquiram as energias de interação com o campo  $(\mu_B B/\hbar)(g_1 \hat{s}_{1z} + g_2 \hat{s}_{2z})$ .

- Obtenha a matriz associada ao hamiltoniano total e demonstre que no regime  $hJ \gg \mu_B B$ , a representação que privilegia o momento total é mais adequada.
- Mostre que no regime  $hJ \ll \mu_B B$ , é conveniente a utilização da representação que privilegia as componentes do momento total.
- Trata o regime intermediário  $hJ \simeq \mu_B B$ .