

## Tema 2, primera part: caixa i oscil·lador:

Justifica la veracitat o falsedat de les següents afirmacions o tria la resposta correcta i justifica:

1. Una partícula en un espai infinit homogeni pot estar en repòs.
2. Una partícula de mass  $m = 1$  a.u. està en repòs en la posició  $x = 0$  d'un espai monodimensional homogeni infinit. A una distància  $\ell = \pi/3$  a.u. a la dreta i  $\ell = 2\pi/3$  a.u. a l'esquerra fem apareixer dues parets impenetrables. Aleshores, (a) la partícula roman en repòs en  $x = 0$  (b) la partícula deixa d'estar en repòs i adquireix una energia  $E = 1/2$  a.u. (c) la partícula deixa d'estar en repòs i adquireix una energia  $E = 1$  a.u. (d) la partícula efectua un moviment quasi-estàtic reubicant-se en  $x = -\pi/6$ , on queda en repòs.
3. En el cas d'una partícula confinada en una caixa monodimensional a potencial  $V = 0$  sabem que l'estat fonamental presenta una energia  $E_0$  i la funció d'ona corresponent no té nodes, mentre que el primer estat excitat té una energia  $E_1 = 4E_0$  i la funció d'ona presenta un node. Imaginem ara que afegim un potencial  $V = 3E_0$ . En les noves condicions (a) l'energia de l'estat fonamental és  $E'_0 = E_0$  i la funció no té nodes (b)  $E'_0 = 4E_0$  i la funció presenta un node (c)  $E'_0 = 4E_0$  i la funció no presenta nodes (d)  $E'_0 = E_0$  i la funció presenta un node.
4. Una caixa 2D de longitud  $a$  i altura  $b = 4a$ : (a) No presenta estats degenerats (b) els estats  $(n_x = 4, n_y = 2)$  i  $(n_x = 1, n_y = 4)$  estan degenerats (c) els estats  $(n_x = 2, n_y = 4)$  i  $(n_x = 4, n_y = 2)$  estan degenerats (d) presenta la mateixa degeneració que la partícula en la caixa quadrada de costat  $2a$ .
5. El primer estat excitat d'una caixa quadrada (a) presenta un node en la direcció horitzontal i un en la vertical (b) presenta dos nodes en la direcció horitzontal (c) presenta dos nodes en la direcció vertical (d) presenta un node en la direcció horitzontal o un node en la vertical.
6. La freqüència angular de l'oscil·lador harmònic (a) és independent de la massa  $m$  (b) és menor a major constant de força  $k$  (c) no canvia si dupliquem simultàniament  $m$  i  $k$  (d) és menor a menor valor  $m$  de la seua massa.
7. La funció d'ona fonamental de l'oscil·lador harmònic,  $\Psi_v(\xi) = \pi^{-1/4}e^{-\xi^2/2}$ , s'estén des de menys fins a més infinit. Aleshores, per efecte túnel, la partícula oscil·lant pot escapar (i.e. aplegar a trobar-se a una distància infinita de l'origen).
8. Si el nombre quàntic  $v$  de l'oscil·lador harmònic es fa molt gran (límit clàssic) la probabilitat de trobar la partícula que oscil·la en una regió entre  $x$  i  $x + dx$  és independent de la posició  $x$ .
9. El punt de màxima probabilitat mecanoquàntica de trobar l'oscil·lador harmònic quant aquest es troba en el seu estat fonamental coincideix amb el punt on la probabilitat mecanoclàssica és mínima.
10. (a) L'operador de creació  $b^+$  és hermític (b) l'operador aniquilació  $b$  és autoadjunt (c) l'operador  $bb^+b$  és hermític (d) l'operador  $b^+b$  és autoadjunt.