



ZTF-FCT

Zientzia eta Teknologia Fakultatea
Facultad de Ciencia y Tecnología



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

FISIKA KUANTIKA

3 Gaia

Osziladore-harmonikoa

1. m masadun partikula batek k konstantea duen dimentsio bakarreko oszilatzaile harmonikoaren oinarritzko eta lehenengo egoera kitzikatueta egoteko nulua ez den probabilitateren bat du, beste egoeretan egoteko probabilitatea nulua izanik. Bestaldekik, sistemaren momentuaren batezbestekoa nulua dela dakigu. Baldintza hauek kontutan izanik, froga ezazu aldiune horretan sistemak duen uhin-funtzioa erreala izan daitekeen. Bestaldekik, froga ezazu ere egoera honetan egonik posizioaren batezbestekoa nulua izan daitekeen.

2. Partikula bat dimentsio bakarreko oszilatzaile harmonikoaren eraginpean higitzen ari da. Partikula n egoera iraunkor batean badago, kalkula ezazu zein den n egoera horri dagokion $\Delta(\hat{p}^2)$.

3. $S = xp$ magnitudea definitzen dugu. m masadun partikula bat C berreskurapen konstantea duen dimentsio bakarreko oszilatzaile harmonikoaren bigarren mailan ($n = 2$) egonik, zein da S magnitudeari dagokion eragilearen ziurgabetasuna, $\Delta\hat{S}$?

4. $\hat{b}^\dagger$ eragilea $\hat{b}$ -ren adjuntoa da. $[\hat{b}, \hat{b}^\dagger] = 3$ betetzen bada, zeintzuk dira $\hat{N} = \hat{b}^\dagger \hat{b}$ eragilearen autobalioak? Egin ezazu honen froga.

5. Protoi bat ($m_p = 1835 m_e$) higitzen ari da $K = 481$ N/m-ko konstantea duen dimentsio bakarreko potentzial oszilakor harmonikoaren $n = 5$ egoera kitzikatuan. Azterpen klasikoa eginez, zein da egoera horri dagokion energiarekin higitzen ari den protoiari dagokion espazioaren zonaldea?

6. Partikula bat $V = m\omega^2 x^2/2$ potentzialaren eraginpean higitzean duen hasierako ($t = 0$) uhin-funtzioa ondorengoa da:

$$\Psi(x, t = 0) = C [\psi_0(x) + \psi_2(x)] ,$$

non ψ_0 eta ψ_2 $n = 0$ eta $n = 2$ egoera geldikorren ekarpen espazialak diren, eta C normalizazio-konstate egokia.

- Kalkula ezazu $\Psi(x, t)$ eta $|\Psi(x, t)|^2$ funtzioen adierazpenak (ψ_0 eta ψ_2 funtzioen menpe).
- Aurki ezazu egoera honi dagokion momentuaren batezbestekoaren denborarekiko adierazpena, $\langle p \rangle(t)$ (bai ψ_0 eta $d\psi_2/dx$ edo ψ_2 eta $d\psi_0/dx$ funtzioen menpe). Zeintzuk dira momentuaren batezbestekoaren anplitudearen eta maiztasunaren adierazpenak?

7. m_1 eta m_2 masadun bi partikulak dimentsio bakarrean higitzen dira. Partikula hauen arteko elkarrekintza ondorengoa izanik: $V(x_1, x_2) = a(x_1 - x_2)^2$, zein da bi partikulen oinarrizko energiaren adierazpena eta bere uhin-funtzioa?

8. Oszilatzaile harmonikoaren autofuntzioak eta autobalioak ezagunak direla suposatuz, zeintzuk dira beheko potentzialaren eraginpean higitzen den m masadun partikularen autofuntzioak?

$$V(x) = \begin{cases} \infty , & x < 0 \\ \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 , & x > 0 \end{cases} .$$