



ZTF-FCT

Zientzia eta Teknologia Fakultatea
Facultad de Ciencia y Tecnología



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

FISIKA KUANTIKA

8 Gaia

Partikula independenteen adibide batzuk

1. Egin bedi dimentsio bakarreko oszilatzaile harmonikoarena bezalako potentzialaren eraginpeko bi elektroik osaturiko (e^-, e^-) bikotearen $E_2 = 3\hbar\omega$ energiako egoera posibleen azterketa.
2. 11 elektroik a zabalerako karratua den bi dimentsioko potentzial osin infinitoaren oinarritzko egoeran daude. Zein da sistemaren energia? Zein da egoera honen endakapena?
3. Aurki bedi dimentsio bakarreko oszilatzaile harmonikoarena bezalako potentzialaren eraginpeko bi W^+ bosoi osaturiko (W^+, W^+) bikotearen oinarritzko egoeraren endekapenaren ordena, W^+ bosoiaren spina $s = 1$ dela jakinik.
4. Adieraz bitez hiru dimentsioko L zabalerako potentzial-putzu infinituan kokaturiko bi elektroik osatutako sistemaren energia txikieneko uhin-funtzioak, eta lor bedi oinarritzko egoera horien energia. Zeintzuk dira energia txikieneko uhin-funtzioak, elektroiek spin paraleloak izanez gero?
5. Bereizgarriak diren spin $1/2$ duten bi partikulen sistema baten spin-egoeraren uhin-funtzioa ondorengoa da ($\hat{S}_{1z}$ eta $\hat{S}_{2z}$ eragileen autofuntzioen oinarrian $|\pm \pm\rangle$ adieraziz):

$$|\psi\rangle = |++\rangle + |+-\rangle + \sqrt{2} |--\rangle$$

Egoera horretan egonik $\hat{S}_{1x}$ neurtzerakoan, zein da $-\hbar/2$ lortzeko probabilitatea?

6. Spinak paraleloak dituzten bi neutroi a zabalerako (hormak $x = 0$ eta $x = a$ puntuetan daude) dimentsio bakarreko potentzial-osin infinituan daude. Bi neutroien arteko elkarrekintza arbuatuz, neutroi bat oinarritzko egoeran dagoela suposatuko dugu eta bestea lehenengo egoera kitzikatu. Zein da aldiberean bi partikulak osinaren ezkerreko zatia erdian ($x_1, x_2 < a/2$) egoteko probabilitatea?

7. Bereizgarriak diren spin $1/2$ duten bi partikulen sistema baten spin-egoerak $\hat{S}_{1z}$ eta $\hat{S}_{2z}$ behagarrien autofuntzioen oinarrian ($\{|\pm\pm\rangle\}$) adierazten ditugu. Demagun sistemaren hasierako egoera normalizaturik dagoen ondorengo uhin-funtzioa dela:

$$|\psi\rangle = \alpha |++\rangle + \beta |+-\rangle + \gamma |--\rangle,$$

non α , β eta γ zenbaki irudikariak diren. Denboran zehar sistemaren egoera ondorengo Hamiltondarraren eraginez aldatzen da:

$$\hat{H} = \omega_1 \hat{S}_{1z} + \omega_2 \hat{S}_{2z}.$$

- Hasierako egoeraren gainean, $\hat{S}_{1x}$ eta $\hat{S}_{2y}$ neurtzen baditugu aldiberean, zeintzuk izango liratekeen hauen balioak eta bere probabilitateak?
- Demagun aurreko neurketa ez dugula egiten, zenbat balio luke $\langle \hat{\mathbf{S}}_1(t) \rangle$ denboraren funtzioan?