



ZTF-FCT  
Zientzia eta Teknologia Fakultatea  
Facultad de Ciencia y Tecnología



eman ta zabal zazu  
Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

# FISIKA MODERNOA

## 2 Gaia

### Energiaren neurketak eta hauen probabilitateak

1. Sistema baten hamiltondarraren autobalioak  $\epsilon_n$  dira eta hauei dagozkien autofuntzioak  $\psi_n(x)$ . Sistemaren  $t = 0$  aldiuneko uhin-funtzioa ondorengoa izanik:

$$\Psi(x, t = 0) = \frac{1}{\sqrt{2}}e^{i\alpha_1}\psi_1(x) + \frac{1}{\sqrt{3}}e^{i\alpha_2}\psi_2(x) + \frac{1}{\sqrt{6}}e^{i\alpha_3}\psi_3(x),$$

non  $\alpha_i$  konstante errealak diren. Egoera honetan egonik, aldatzen al da  $\langle H \rangle$  denboraren funtzioan?

2.  $t = 0$  aldiunean, partikula askearen uhina honako hau da,

$$\Psi(x, 0) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{|k|}{k_0}} e^{ikx} dk.$$

Zenbat balio du  $\langle H \rangle$  edozein  $t$  baliorako?

3.  $m$  masako partikula  $a$  zabalera duen potentzial-osin infinituan dago.

- Aurki ezazu  $\Psi(x, t)$  uhin-funtzioa honako informazio hau erabiliz,
  - $t=0$  aldiunean  $n = 1$  eta  $n = 4$  egoeretan aurkitzeko probabilitatea  $1/2$  eta  $1/2$  dira, hurrenez hurren, non  $n$  energiari dagokion zenbaki kuantikoa den.
  - $\Psi(x, 0)$  erreala da.

– Ezkerrean aurkitzeko probabilitatea, eskuinean aurkitzeko probabilitatea baino handiagoa da.

- Egiaztatu  $\overline{x(t)}$  funtzioa oszilakorra dela.

4.  $t = 0$  aldiunean,  $a$  zabalerako potentzial-osinaren autofuntzioak eta autobalioak honako hauek dira:

$$\Psi_n(x, 0) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \left[ \frac{n\pi}{a} \left( \frac{a}{2} - x \right) \right] \quad x \in \left( -\frac{a}{2}, \frac{a}{2} \right) \quad E_n = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2ma^2} n^2$$

$t = 0$  aldiunean, partikularen energia neurtzean  $E_1$  lortzeko probabilitatea  $P_1 = 0.6$  da.  $E_2$  neurtzeko probabilitatea,  $P_2 = 0.4$  da. Beste alde batetik, potentzial-osinaren ezkerreko aldean aurkitzeko probabilitatea,  $P_{ez} = 0.7$  da. Kalkula ezazu partikularen uhin-funtzioa  $t = 0$  aldiunean eta  $t$  edozein aldiunetan.