



ZTF-FCT

Zientzia eta Teknologia Fakultatea
Facultad de Ciencia y Tecnología

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

FISIKA KUANTIKA

2 Gaia

Behagarrien denbora-garapenaren ekuazioa eta higidura-kostanteak

1. m masadun partikula bat $V(x)$ energia potentzialaren eraginpean higitzen delarik, froga ezazu ondorengo berdinketa betetzen dela:

$$m \frac{d}{dt} \langle x^2 \rangle = \langle p_x x + x p_x \rangle .$$

2. m masadun partikula baten gainean aplikaturiko energia potentziala $V = -\beta x$ da (indarra konstantea da), non $\beta > 0$ den. Hasiera batean sistema $\Psi(x, t = 0)$ egoeran egonik, $\langle \hat{p} \rangle_{(t=0)} = p_0$ eta $\langle \hat{x} \rangle_{(t=0)} = x_0$ dira. Ehrenfesten teorema aplikatu partikularen posizioaren batezbestekoak izango duen denboraren garapena, $\langle \hat{x} \rangle(t)$, kalkulatzeko. Gauza bera $(\Delta \hat{p})^2(t)$ lortzeko.

3. $1/2 k x^2$ energia potentzialaren eraginpean mugitzen den m masadun partikulari dagokion hamiltondarraren autobalioak $E_n = (1/2 + n)\hbar\omega$ dira, non $\omega = \sqrt{k/m}$ den. Hamiltondar honen autofuntzioak simetrikoak edo antisimetrikoak direla jakinik, zein da egoera geldikorrei dagozkien energia zinetikoaren batezbestekoa?, eta Δx ?