

Istituzioni di Fisica Teorica

17 aprile 2024

Svolgere almeno due dei seguenti esercizi. È vietato l'uso di appunti, libri, formulari.

Esercizio 1

Un oscillatore armonico unidimensionale è descritto dall'hamiltoniano

$$\hat{H} = \frac{\hat{p}^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 \hat{x}^2.$$

Sapendo che al tempo $t = 0$ il sistema si trova nello stato

$$\Psi(x) = N e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2b^2}} \quad \text{con} \quad b = \sqrt{\frac{\hbar}{m\omega}},$$

e con $x_0 \neq 0$, variabile fissata arbitrariamente, determinare al tempo $t > 0$ il valore medio dell'impulso \hat{p} .

Esercizio 2

Una particella di massa M è vincolata a muoversi lungo una circonferenza di raggio R . Denotando con s l'ascissa curvilinea (l'arco di circonferenza $s = \varphi R$ con φ angolo al centro), la particella è soggetta a un debole potenziale di forma

$$V(s) = V_0 \cos(4s/R).$$

Calcolare, la correzione perturbativa dell'energia di tutti gli autostati dell'hamiltoniano al primo ordine, e la correzione dell'energia dello stato fondamentale al secondo ordine.

Esercizio 3

In una dimensione, si consideri un fascio di particelle, tutte di massa m e impulso p , che incidono da sinistra su una barriera di potenziale rettangolare di spessore a e altezza V_0 . Si assuma il potenziale nullo sia prima che dopo la barriera. Al limite $a \rightarrow 0$ e $V_0 \rightarrow \infty$, con il prodotto $aV_0 = W$ fissato ad un valore finito, si calcoli il coefficiente di trasmissione in funzione dell'impulso delle particelle incidenti (si consiglia di rappresentare la barriera con una opportuna distribuzione $\delta(x)$ nel limite indicato).