

Corso di laurea in Fisica I Parziale di Istituzioni di Fisica Teorica 10 Novembre 2025

studente/ssa:
matricola:

- 1) Gli stati $|a\rangle$ e $\alpha|a\rangle$ rappresentano lo stesso stato fisico così come gli stati $|b\rangle$ e $\beta|b\rangle$.
- Affinchè le precedenti affermazioni risultino vere e tutti gli stati siano normalizzati come devo scegliere α e β ?
 - In quale caso i due stati $|\psi\rangle = \alpha|a\rangle + \beta|b\rangle$ e $|\phi\rangle = |a\rangle + |b\rangle$ rappresentano lo stesso stato?

Due stati rappresentano lo stesso stato quando sono proporzionali con una costante di proporzione complessa ma dovendo avere stati normalizzati...

- 2) Una particella libera in una dimensione si trova in uno stato per cui la densità di ampiezza probabilità negli impulsi è

$$\Phi(p) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp(-(p - p_0)^2/2\sigma^2) \right)^{1/2}$$

con $p_0 > 0$.

- Quale è il valor medio di una misura di p su tale stato?
- Quale è il valor medio di una misura di x su tale stato?
- Come evolve il valor medio $\langle x(t) \rangle$ nel tempo?

Si può riconoscere facilmente la distribuzione degli impulsi e quindi calcolare il valor medio di p . Per il valor medio di x o si esprime lo stato nella rappresentazione degli impulsi o si esprime x in tale rappresentazione. L'evoluzione temporale segue dal teorema di Ehrenfest.

- 3) Su di uno stato $|\psi\rangle$ la misura di una quantità A dà sempre lo stesso valore a . Sullo stesso stato invece la misura della quantità B , che è compatibile con A , dà il valore b_1 o in valore b_2 in maniera equiprobabile.
- Lo stato in esame è autostato di A ?
 - Lo stato in esame è autostato di B ?
 - Come si può esprimere $|\psi\rangle$?

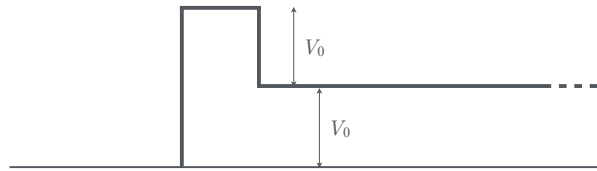
A e B sono compatibili, esiste quindi una base comune nei quali entrambi sono diagonali...

- 4) Un oscillatore armonico di frequenza propria ω è inizialmente posto in uno stato in cui una misura di energia fornisce i soli due valori $\hbar\omega/2$ ed $3\hbar\omega/2$ con probabilità eguale.
- Determinare tutti gli stati compatibili con le informazioni date.

- Determinarne l'evoluzione temporale.
- Determinare l'evoluzione temporale di $\langle x(t) \rangle$ e $\langle p(t) \rangle$ su questi stati.

Bisogna riconoscere quali stati formano la sovrapposizione che descrive lo stato al tempo $t=0$, gli elementi di matrice di x e p si calcolano semplicemente esprimendo tali operatori in termini di a e $a^\dagger$...

- 5) Un flusso unidimensionale di particelle di energia $E > 0$ fissata incide sul seguente gradino di potenziale



- In quali casi posso rilevare un flusso di particelle nella parte destra del piano?

Si può pensare di risolvere formalmente il problema nelle 3 regioni caratterizzate da diverso potenziale. Poi si esprime la corrente trasmessa in funzione dei coefficienti che appaiono nelle soluzioni precedenti...