

Corso di laurea in Fisica II Parziale di Istituzioni di Fisica Teorica 21 Dicembre 2021

studente/ssa:
matricola:

- 1) Una particella di massa m è sottoposta ad un potenziale armonico bidimensionale isotropo di frequenza ω . Tale potenziale è perturbato dal termine

$$V(x, y) = -\lambda x y$$

- L'Hamiltoniano imperturbato commuta con L_z ?
- Il potenziale di perturbazione commuta con L_z ?
- Determinare la correzione al primo ordine alla energia dello stato fondamentale ed al primo eccitato

Esprimendo L_z in coordinate polari bidimensionali si possono subito risolvere i primi due quesiti...

- 2) Una misura di energia per l'elettrone in un atomo di idrogeno fornisce con certezza il valore caratteristico del secondo stato eccitato. Una misura del modulo del momento angolare fornisce con certezza il valore $6\hbar^2$.
- Se una misura della componente z del momento angolare fornisce un valore *in modulo* $\leq \hbar$ determinare i possibili stati compatibili con queste condizioni.
 - Fra questi stati è possibile trovarne uno che sia autostato di L_x ?

Bisogna considerare la degenerazione sia essenziale che accidentale nel secondo livello eccitato e implementare le due condizioni. Una volta fatto questo si può provare ad applicare L_x esprimendolo in termini di L_+ ed L_- .

- 3) Una particella di spin $1/2$ si trova inizialmente nell'autostato dello spin lungo l'asse z corrispondente all'autovalore $\hbar/2$. Lo spin evolve nel tempo secondo l'Hamiltoniano:

$$H = -\epsilon \hat{n} \cdot \vec{\sigma}$$

$\hat{n}$ è un versore che individua una direzione inclinata di 45° rispetto all'asse positivo di z .

- σ_z è costante del moto?
- Quale è il periodo associato all'evoluzione dello stato?

Non è necessario trovare gli autovettori di $\sigma \cdot \hat{n}$, l'evoluzione temporale basta a risolvere il problema...

- 4) La grandezza fisica momento angolare orbitale L_x
- è compatibile con la coordinata x ?
 - è compatibile con il modulo quadro del raggio vettore $|\mathbf{r}|^2$?

...

- 5) Lo stato di una particella di spin $1/2$ in uno spazio unidimensionale è rappresentato dal seguente spinore

$$\begin{pmatrix} \psi_+(x) \\ \psi_-(x) \end{pmatrix}$$

nella base degli autostati della componente z dello spin. Inoltre $\psi_{\pm}(x) = A \exp(-\frac{(x \mp x_0)^2}{4\sigma^2})$.

- Determinare A affinché lo stato sia normalizzato.
- Determinare la probabilità di trovare in una misura dello spin lungo z il valore $\hbar/2$.

La normalizzazione segue le regole del calcolo spinoriale. Per quanto riguarda la probabilità associata al solo spin essa deve essere ridotta appunto alla sola coordinata di spin...