

Corso di laurea in Fisica II Parziale di Istituzioni di Fisica Teorica L'Aquila 18 Dicembre 2017

studente/ssa:
matricola:

1) Una particella si muove in un potenziale $V(|r|)$.

- L^2 ed L_z sono quantità conservate?

- Se al potenziale viene aggiunto un termine $-\lambda z$ L_z sarà ancora conservato?

2) Lo stato di un atomo di idrogeno è:

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{3}}|1,0,0\rangle + \frac{1}{\sqrt{15}}|2,0,0\rangle + \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{15}}|2,1,0\rangle + \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{15}}|2,1,1\rangle + \frac{2}{\sqrt{15}}|2,1,-1\rangle$$

con $|n,\ell,m\rangle$ autostati simultanei della energia di L^2 ed L_z .

- Quali valori posso ottenere in una misura di energia e con quali probabilità?

- Quali valori posso ottenere in una misura di L^2

3) un sistema di spin $1/2$ al tempo $t = 0$ si trova in uno stato per cui con ugual probabilità ottengo i valori $\pm\hbar/2$ in una misura di s_z

- Scrivere lo stato normalizzato corrispondente

Se lo stato evolve in accordo con l'Hamiltoniano

$$H = g\sigma_x$$

- Dopo quanto tempo la probabilità di ottenere $\hbar/2$ in una misura della componente z dello spin ritorna ad essere la stessa osservata a $t = 0$?

4) Consideriamo la seguente funzione d'onda relativa alla parte spaziale di due particelle in uno spazio tridimensionale

$$\Psi(\vec{r}_1, \vec{r}_2) = A \exp(-(r_1^2 + r_2^2)/2\sigma^2)$$

con A costante di normalizzazione ed $r_{1,2} = |\vec{r}_{1,2}|$.

- Se le due particelle sono fermioni di spin $1/2$ quale deve essere la parte spinoriale consentita dalle proprietà di simmetria della funzione d'onda?

- Se le due particelle sono bosoni senza spin la funzione d'onda in questione è una funzione d'onda ammissibile?

- Determinare la costante A .

5) Un oscillatore armonico di massa m e frequenza propria ω è perturbato da un termine

$$V = -\lambda x^2$$

con $\lambda > 0$.

- Il termine perturbativo commuta con l'Hamiltoniano imperturbato?
- Determinare una possibile costante adimensionale per una teoria delle perturbazioni.
- Calcolare le correzioni al primo ordine alle energie dei vari livelli imperturbati e confrontare il risultato con la soluzione esatta.
- (facoltativo) scrivere la correzione al primo ordine per lo stato fondamentale.