

Istituzioni di Fisica Teorica

16 novembre 2022

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

- 1) Un atomo di idrogeno è perturbato da un debole potenziale esterno, espresso in coordinate sferiche r, θ, φ , come

$$V(r, \theta, \varphi) = -V_0 \cos(2\varphi)$$

dove V_0 è una piccola costante reale positiva. Determinare, al primo ordine perturbativo, come varia l'energia del primo stato eccitato.

- 2) Un rotatore rigido è descritto dall'hamiltoniano

$$\hat{H} = \frac{\hat{L}^2}{2I} + \omega \hat{L}_X$$

dove $\hat{L}_X, \hat{L}_Y, \hat{L}_Z$ sono le tre componenti del vettore momento angolare. Al tempo $t = 0$ il rotatore si trova in un autostato $|\ell, m\rangle$ di \hat{L}_Z con $\ell = 1$ e $m = 1$. Determinare la probabilità che il rotatore si trovi nello stato $|1, -1\rangle$ al generico tempo $t > 0$.

- 3) Calcolare approssimativamente, con il metodo variazionale, l'energia dello stato fondamentale di un oscillatore armonico tridimensionale isotropo, usando come funzione di prova la funzione d'onda

$$\Psi(r) = e^{-r/a}$$

con a parametro variazionale. Confrontare il risultato con il noto valore esatto.

- 4) Un oscillatore armonico di frequenza ω è perturbato dal potenziale

$$V = V_0 e^{-t^2/\tau^2}.$$

Sapendo che a un tempo $t \rightarrow -\infty$ l'oscillatore si trovava nello stato fondamentale $|n\rangle = |0\rangle$, calcolare perturbativamente la probabilità di trovarlo nel generico stato $|n\rangle$, con $n \neq 0$, a un tempo $t \rightarrow +\infty$.