

Istituzioni di Fisica Teorica - Meccanica Quantistica
Problemi 5 da consegnare il 29-11-2002

Problema 5.1

Una particella in una buca infinita di potenziale ϵ è soggetta alla perturbazione

$$W(x) = \epsilon\delta(x - x_0) \quad (1)$$

con x_0 un punto assegnato nel segmento $0 < x_0 < L$.

Calcolare le correzioni agli autovalori e alle autofunzioni dell'energia al primo ordine in ϵ e confrontare con il risultato esatto.

Supponendo che la perturbazione venga accesa all'istante $t = 0$ nel quale la particella si trova nello stato fondamentale, determinare la probabilità di permanenza nello stato iniziale in funzione di t .

Problema 5.2

L'Hamiltoniano di un oscillatore armonico tridimensionale è corretto da un termine della forma

$$\Delta H = \alpha(\vec{x} \cdot \vec{p} + \vec{p} \cdot \vec{x}) \quad (2)$$

Discutere l'effetto della perturbazione sul livello fondamentale e sui primi due livelli eccitati al primo ordine in α .

Confrontare con il risultato esatto.

Problema 5.3

Un atomo di idrogeno è immerso in un campo magnetico "quadrupolare" diretto lungo l'asse z della forma

$$B_z = B \frac{x^2 - y^2}{a^2} \quad (3)$$

dove B è una costante e a è il raggio di Bohr.

Discutere le regole di selezione per gli elementi di matrice della perturbazione risultante.

Stimare l'energia dello stato fondamentale del sistema utilizzando come funzione d'onda di prova

$$\psi_\beta(r, \theta, \varphi) = N_\beta [1 + \beta \sin^2(\theta)] e^{-r/a} \quad (4)$$

dove β è il parametro variazionale e N_β la costante di normalizzazione.