# MECCANICA QUANTISTICA
**20 Gennaio 2022**

## PROBLEMA 1

Una particella di massa $m$ si trova nello stato fondamentale ($n = 1$) della buca infinita di potenziale:

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{per} \quad 0 \leq x \leq L \\ \infty & \text{per} \quad x < 0 \vee x > L\,. \end{cases}$$

Al tempo $t = 0$, viene istantaneamente introdotto nell'intervallo $0 \leq x \leq L/2$ un potenziale costante $-V_0$ (con $V_0 > 0$), che viene poi rimosso al tempo $t = T$. Calcolare la probabilità che al tempo $t = T$ la particella si trovi nell'$n$-esimo stato eccitato ($n \neq 1$) della buca imperturbata, usando la teoria perturbativa al primo ordine. Specificare se, a tale ordine perturbativo, alcune tra queste probabilità di transizione sono nulle.

## PROBLEMA 2

Un oscillatore armonico piano con Hamiltoniana

$$\hat{H}_0 = \frac{\hat{p}_x^2}{2m} + \frac{\hat{p}_y^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2\left(\hat{x}^2 + \hat{y}^2\right)$$

è soggetto alla perturbazione

$$\hat{V} = \lambda \hat{x}\hat{y}^3\,.$$

Calcolare le correzioni all'energia dello stato fondamentale e del primo stato eccitato al più basso ordine non nullo in $\lambda$ per effetto della perturbazione.

## PROBLEMA 3

Un rotatore isotropo immerso in un campo magnetico diretto lungo la direzione $z$ è descritto dall'Hamiltoniana:

$$\hat{H} = \frac{\hat{L}^2}{2I} + gB\hat{L}_z\,.$$

Al tempo $t = 0$, il sistema è nello stato dato dalla funzione d'onda:

$$\psi(\theta, \phi) = C \sin\theta \cos\phi\,.$$

Determinare:

a) Le possibili misure del momento angolare orbitale $\hat{L}^2$ e della sua componente $\hat{L}_z$ su questo stato e le rispettive probabilità. Tali probabilità variano nel tempo? Giustificare la risposta.

b) Lo stato del sistema al tempo $t > 0$.

c) La probabilità che una misura di $\hat{L}_x$ al tempo $t$ dia 0.
(**Suggerimento:** Osservare che la funzione d'onda $\psi(\theta, \phi)$ è autostato di $\hat{L}_x$. Con che autovalore?)