**Elementi di Fisica Moderna, Meccanica Quantistica**
**10 Settembre 2007**

PROBLEMA 1
Stabilire, motivando, quali delle seguenti funzioni d'onda $\psi_1, \psi_2, \psi_3$ è possibile per una particella soggetta al potenziale:

$$V(x) = \begin{cases} 0 & \text{per} \quad |x| \leq a \\ \infty & \text{per} \quad |x| > a \end{cases} \tag{1}$$

dove

$$\psi_1(x) = \begin{cases} C_1 \ \cos(\pi x/2a) & \text{per} \quad |x| \leq a \\ 0 & \text{per} \quad |x| > a \end{cases} \tag{2}$$

$$\psi_2(x) = \begin{cases} C_2 \ e^{-x^2/a^2} & \text{per} \quad |x| \leq a \\ 0 & \text{per} \quad |x| > a \end{cases} \tag{3}$$

$$\psi_3(x) = \begin{cases} C_3 \ (x^2 - a^2) & \text{per} \quad |x| \leq a \\ 0 & \text{per} \quad |x| > a \end{cases} \tag{4}$$

e $C_1, C_2, C_3$ opportune costanti di normalizzazione.

PROBLEMA 2
La funzione d'onda normalizzata ad ad una particella è

$$\psi(x, y, z) = x \ F(x^2 + y^2 + z^2).$$

Quali sono le probabilità che la particella abbia il modulo del momento angolare con numero quantico $l = 0$ e $l = 1$?

PROBLEMA 3
Si consideri, all'istante $t$, uno stato di oscillatore armonico del tipo:

$$|\psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle + c|2\rangle.$$

Sia inoltre il valor medio della posizione al tempo $t$ nullo e il valor medio dell'energia pari a $3\hbar\omega/4$ dove $\omega$ è la frequenza dell'oscillatore. Stabilire se è possibile determinare tale stato assumendo $a, b, c$ costanti reali.

PROBLEMA 4
Una particella di spin 1/2 e momento magnetico intrinseco $\mu\hat{\vec{\sigma}}$ è soggetta ad un campo magnetico uniforme $B$ diretto lungo l'asse $x$. Si scriva l'hamiltoniana prescindendo dai gradi di libertà orbitali. Se all'istante iniziale la particella si trova nello stato di spin parallelo all'asse $z$, dopo quanto tempo il suo spin sarà antiparallelo all'asse $z$?