

**Compito di Istituzioni di Fisica Teorica**  
**16 Aprile 2004**

1. Un nucleo  $\beta$ -radioattivo si muove con velocità costante  $0.5 c$  rispetto al laboratorio. Il nucleo decade ed emette un elettrone che si muove con velocità  $0.9 c$  rispetto al nucleo. Trovare velocità e direzione dell'elettrone *rispetto al laboratorio* nei seguenti due casi:
  - a) emissione lungo la direzione del moto,
  - b) emissione perpendicolare alla direzione del moto, *come vista dal sistema di riferimento del nucleo.*
2. L'Hamiltoniano per una particella di spin  $\frac{1}{2}$  con carica  $+e$  in un campo magnetico esterno  $\mathbf{B}$  è

$$H = -\frac{ge}{2mc}\mathbf{s} \cdot \mathbf{B} \quad (1)$$

Scrivere l'equazione del moto di Heisenberg per lo spin e determinare la soluzione generale per l'operatore  $s_z(t)$  nel caso in cui  $\mathbf{B} = B\hat{y}$

3. Calcolare il valore di aspettazione dell'impulso  $\langle p \rangle$ , del quadrato dell'impulso  $\langle p^2 \rangle$  e lo scarto quadratico medio  $\delta p$  per una particella che si trova in un generico stato stazionario di una buca di potenziale infinita di larghezza  $a$  (cioè  $V(x) = 0$  per  $0 < x < a$  e  $V(x) = \infty$  per i restanti valori di  $x$ ).
4. Una particella di massa  $m$  chiusa nella buca di potenziale  $(0, L)$  a pareti infinite si trova inizialmente nel suo stato fondamentale.
  - Supponiamo che improvvisamente la parete in  $x = L$  venga spostata nella posizione  $x = 2L$ . Calcolare la probabilità che la particella venga trovata nello stato fondamentale della buca allargata.
  - Supponiamo che le pareti originali si dissolvano improvvisamente. Costruire la distribuzione di probabilità per l'impulso della particella ormai libera.

**Si prega di svolgere ciascun quesito su un foglio separato.**