

Concorso di ammissione al Dottorato di Ricerca in Fisica

COMPITO A

Versione italiana

Prova scritta di ammissione Ciclo XLII - 16/09/2026

Le figure sono schematiche e non in scala. Salvo diversa indicazione, usare unità SI.

Nota per i candidati: lasciare indicati tutti i passaggi effettuati.

Problema 1

Una particella di massa m è confinata, per $t < 0$, in un pozzo infinito nell'intervallo $0 < x < L$ ed è preparata nel suo stato fondamentale. All'istante $t = 0$, la parete destra del pozzo viene spostata istantaneamente da $x = L$ a $x = 2L$, mentre la parete sinistra rimane fissa. Assumendo che il quench sia improvviso e che il sistema rimanga isolato:

- determinare l'esito più probabile di una misura dell'energia immediatamente dopo il quench;
- determinare la probabilità di trovare la particella nello stato fondamentale del nuovo pozzo immediatamente dopo il quench.

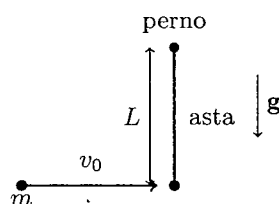
Problema 2

Un fascio collimato di fotoni gamma monoenergetici contiene inizialmente $N_0 = 10^5$ fotoni e attraversa uno strato di materiale assorbente di spessore $x = 2.0$ cm. All'energia considerata, il coefficiente di attenuazione lineare vale $\mu = 0.50 \text{ cm}^{-1}$. Subito dopo l'assorbitore è posto un rivelatore sufficientemente grande da intercettare tutto il fascio trasmesso; la sua efficienza intrinseca totale è $\varepsilon_{\text{int}} = 0.30$. Si trascurino scattering dall'ambiente, fondo e tempo morto.

- Calcolare il cammino libero medio dei fotoni nel materiale.
- Calcolare il numero medio di fotoni che attraversano l'assorbitore senza interagire.
- Calcolare il numero medio di fotoni che subiscono almeno un'interazione nell'assorbitore.
- Calcolare il numero medio di eventi registrati dal rivelatore.
- Spiegare brevemente perché non tutti i fotoni che raggiungono il rivelatore producono necessariamente un segnale registrato.

Problema 3

Un'asta omogenea di massa $M = 1.0$ kg e lunghezza $L = 1.0$ m può ruotare senza attrito attorno a un asse orizzontale fisso passante per un suo estremo e perpendicolare al piano del moto. L'asta è inizialmente in quiete, verticale e pendente verso il basso. Un proiettile puntiforme di massa $m = 0.10$ kg, in moto orizzontale nel piano dell'asta con velocità $v_0 = 5.0$ m/s, colpisce perpendicolarmente l'estremo libero e vi resta conficcato. Usare $g = 9.8 \text{ m/s}^2$. Il momento d'inerzia dell'asta rispetto al perno è $I_{\text{asta}} = \frac{1}{3}ML^2$.



- Calcolare il momento d'inerzia del sistema asta+proiettile rispetto al perno subito dopo l'urto.
- Determinare la velocità angolare dopo l'urto.
- Calcolare l'energia cinetica dissipata nell'urto.
- Dopo l'urto, determinare l'angolo massimo θ_{max} raggiunto rispetto alla verticale discendente.
- Esprimere la frazione di energia cinetica dissipata nell'urto in funzione del solo rapporto $\mu = m/M$ e discuterne i limiti $\mu \rightarrow 0$ e $\mu \rightarrow \infty$.



Problema 4

Una sfera isolante di raggio $R = 8.0$ cm possiede una carica totale $Q = 12$ nC distribuita uniformemente nel volume. Determinare:

- la densità volumica di carica ρ ;
- il campo elettrico $E(r)$ per $r < R$;
- il campo elettrico $E(r)$ per $r > R$;
- il valore di E a $r_1 = 4.0$ cm e a $r_2 = 12.0$ cm;
- il potenziale elettrico al centro, assumendo $V(\infty) = 0$.

Usare $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ F/m.

Problema 5

Una quantità di metano (1.60 moli), trattata come gas ideale con capacità termiche molari costanti $C_V = 3R$ e $C_P = 4R$, descrive il seguente ciclo. La trasformazione $A \rightarrow B$ è isocora e irreversibile, ottenuta ponendo il gas, inizialmente nello stato A , a contatto con un'unica sorgente termica a temperatura $T_B = 731$ K. La trasformazione $B \rightarrow C$ è un'espansione isoterma reversibile alla temperatura T_B , mentre $C \rightarrow A$ è una compressione isobara reversibile. È dato $V_C/V_A = 2.84$. Usare $R = 8.314$ J mol $^{-1}$ K $^{-1}$. Determinare:

- la temperatura T_A nello stato A ;
- il rendimento termodinamico del ciclo;
- la variazione di entropia dell'universo in un ciclo completo.

Re *fulm* *St* *Al* *C. Givve*

