Compito no. 1

Si discuta brevemente (non più di quattro facciate) il seguente tema:

Il secondo principio della termodinamica e la funzione di stato entropia: formulazione macroscopica e interpretazione statistica.

Si risolvano i seguenti esercizi:

1)

Un regolo di lunghezza propria l_0 si muove con velocità costante u nella direzione e verso dell'asse y del sistema di riferimento K, mantenendosi parallelo all'asse x. Qual è la sua lunghezza nel sistema di riferimento K' che si muove con velocità v nella direzione dell'asse x?

2)

Si consideri un fascio di ioni di raggio R. Se I è la corrente del fascio e v la velocità degli ioni, mostrare che su uno ione di carica Q che si trova sulla superficie del fascio si esercita una forza di intensità

$$\frac{QI}{2\pi\epsilon_0 Rv}(1-\frac{v^2}{c^2})$$

Qual è l'effetto di una tale forza?

3)

Siano $| 1 >$ e $| 2 >$ gli autostati dell'osservabile A.
L'operatore Hamiltoniano si scrive

$$H = C (|1><2| + |2><1|)$$

con C costante.

- Calcolare autostati ed autovalori di H.
- Se il sistema è nello stato $| 1 >$ a $t = 0$ qual è lo stato del sistema per $t > 0$? Qual è la probabilità di trovare il sistema nello stato $| 2 >$?

Compito no. 2

Si discuta brevemente (non più di quattro facciate) il seguente tema:

I calori specifici nei solidi nella teoria classica, di Einstein e di Debye.

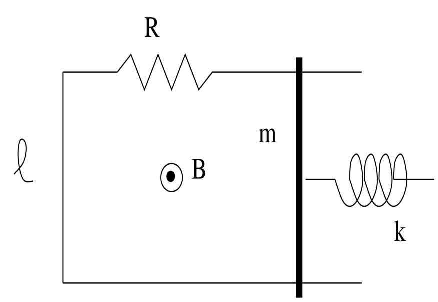
Si risolvano i seguenti esercizi:

1)

Un positrone di energia totale E=5 MeV annichila con un elettrone fermo nel sistema del laboratorio secondo il processo $e^{+}+e^{-} \rightarrow \gamma + \gamma$. Si calcoli l'angolo di diffusione di uno dei due fotoni quando l'altro sia emesso a 90° rispetto alla direzione del positrone incidente e l'energia dei due fotoni.

2)

Un sbarretta di metallo conduttore, di massa m e lunghezza l, è collegata a una molla di costante elastica k (vedi figura) ed è libera di traslare in direzione perpendicolare al proprio asse, e parallela all'asse della molla. Le sue estremità scorrono senza attrito, mantenendo il contatto elettrico, sulle due estremità di un filo che forma un circuito di resistenza totale R. Il circuito è immerso in un campo magnetico di intensità B, perpendicolare al piano del circuito. Determinare qual è il minimo valore della resistenza per il quale la sbarretta, posta in posizione diversa da quella di equilibrio e lasciata libera, compie delle oscillazioni, e calcolare la frequenza di oscillazione in funzione dei parametri del sistema. Trascurare l'autoinduzione del circuito.



3)

Una particella di spin ½ può trovarsi nei due stati $|u\rangle$ e $|d\rangle$ di spin *up* e *down* lungo l'asse verticale z. Scrivere in termini di questi due stati lo stato $|\theta\rangle$ dello spin allineato ad angolo θ rispetto all'asse z, considerando, in particolare, gli stati $|r\rangle$ e $|l\rangle$ *right* e *left* nei quali lo spin è allineato lungo l'asse x nel verso positivo e negativo, rispettivamente. Si considerino ora due particelle identiche di spin ½ nello stato di coppia

$$|\psi(\theta)\rangle = N(\theta)(|\theta, l\rangle + |l, \theta\rangle)$$

e si determini la costante di normalizzazione $N(\theta)$. Una volta normalizzato lo stato $|\psi(\theta)\rangle$, si dimostri che

1. lo stato $|\psi(\theta)\rangle$ è ortogonale allo stato $|r,r\rangle$.

Si determini poi il valore θ_0 di θ tale che

2. lo stato $|\psi(\theta_0)\rangle$ è ortogonale allo stato $|d,l\rangle$
3. lo stato $|\psi(\theta_0)\rangle$ è ortogonale allo stato $|l,d\rangle$

Si mostri, infine, che

4. lo stato $|\psi(\theta)\rangle$ non è ortogonale allo stato $|d,d\rangle$ e si determini $\langle d,d|\psi(\theta_0)\rangle$.

Compito no. 3

Si discuta brevemente (non più di quattro facciate) il seguente tema:

L'estensione della quarta equazione di Maxwell dal caso stazionario a quello non stazionario.

Si risolvano i seguenti esercizi:

1)
Una palla elastica omogenea di massa M = 100 g e raggio R = 5 cm si muove di moto rotatorio intorno al suo asse con velocità angolare $\omega_0 = 50$ rad/s e di moto traslatorio con velocità $v_0 = 20$ m/s. La direzione del moto è tale che la palla urta una parete piana con un angolo di incidenza $\alpha = \pi/3$. La velocità angolare ω_0 è perpendicolare al piano di incidenza e il coefficiente di attrito radente tra la palla e la parete è $\mu = 0.02$. Per via dell'"effetto", la palla rimbalza con un angolo di riflessione β diverso da quello di incidenza.

1. Si trovi la relazione generale (indipendente dal verso di ω_0 e v_0) tra α e β.
2. Si determini la variazione $\Delta\omega$ di velocità angolare nell'urto.
3. Si calcoli la variazione di energia cinetica della palla nell'urto.

2)
Un disco circolare orizzontale di raggio a, uniformemente carico con densità superficiale σ, ha un foro centrale di dimensioni trascurabili rispetto a quelle del disco stesso.

1. Supponendo di poter trascurare gli effetti della gravità, si calcoli l'altezza massima alla quale giunge un particella di carica q e massa m che fuoriesca da foro verticalmente verso l'alto con velocità v_0.

Nell'istante in cui la particella raggiunge l'altezza massima, il disco viene messo in rotazione con velocità angolare ω_0. Si calcoli

2. il momento magnetico prodotto dal disco;
3. la forza agente sulla particella durante il moto di caduta lungo l'asse del disco alla generica distanza x da foro.

3)
Una particella, confinata nell'intervallo $0<x<L$ dell'asse x da due barriere infinite di potenziale, si trova nello stato fondamentale. In maniera istantanea, la barriera a $x=L$ viene spostata nel punto $x=2L$, raddoppiando la dimensione della buca. Calcolare la probabilità di trovare successivamente la particella nello stato fondamentale corrispondente al nuovo potenziale.