

CONCORSO DI AMMISSIONE AL DOTTORATO IN FISICA – 34° CICLO

prova 2

Si svolga uno dei seguenti temi avendo cura di non superare le tre facciate di un foglio protocollo:

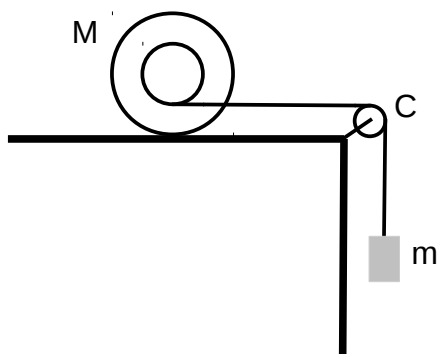
- 1) Discutere il ruolo della probabilità in fisica, illustrandone alcuni esempi.
- 2) Descrivere un fenomeno di "scattering" in fisica.
- 3) Descrivere un esperimento o una teoria che ha segnato un punto di svolta nella fisica classica o moderna.
- 4) Descrivere l'interazione tra particelle cariche e materia.

Si risolva un massimo di tre esercizi tra quelli di seguito proposti.

Esercizio 1

Nel dispositivo mostrato, un corpo di massa m è appeso all'estremità di una fune inestensibile. La fune scorre sulla puleggia C ed è avvolta su un rocchetto di raggio r fissato coassialmente a un disco omogeneo di raggio $R=2r$ e massa $M=5m/2$. La fune, la puleggia e il rocchetto hanno massa trascurabile.

- a) Si determini l'accelerazione con cui cade il corpo nell'ipotesi che il disco rotoli senza strisciare sul piano orizzontale d'appoggio;
- b) Si determini la tensione T della fune.



Esercizio 2

Un inventore afferma di avere ideato quattro macchine termiche, ognuna delle quali funziona tra sorgenti di calore a $T_1=400$ K e $T_2=300$ K, con calori scambiati Q_1 e Q_2 e W il lavoro svolto. I dati di ogni macchina termica, per ogni ciclo di funzionamento, sono i seguenti: macchina a) $Q_1= 200$ J, $Q_2= -175$ J, $W=40$ J; macchina b) $Q_1= 500$ J, $Q_2= -200$ J, $W= 400$ J; macchina c) $Q_1= 600$ J, $Q_2= -200$ J, $W= 400$ J; macchina d) $Q_1=100$ J, $Q_2= -90$ J, $W= 10$ J.

Mostrare quale di queste macchine viola uno dei principi della termodinamica.

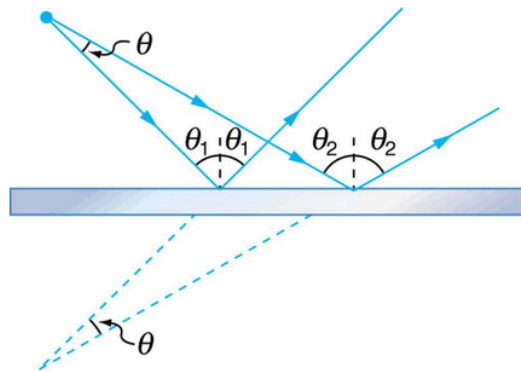
Esercizio 3

Un solenoide al cui interno è presente aria, è lungo 0.5 m, ha sezione pari ad 1 cm² ed è composto da 1000 spire. Trascurando gli effetti di bordo, determinare l'induttanza del sistema. Un avvolgimento secondario di 100 spire è posto attorno alla zona centrale del solenoide. Una corrente costante di 1 A scorre nell'avvolgimento secondario ed è collegato a un carico di 1 kΩ.

La corrente viene interrotta bruscamente. Quanta carica scorre attraverso la resistenza?

Esercizio 4

- a) È noto che uno specchio piano non converge né diverge i raggi di luce. Dimostrare che per un fascio di raggi luminosi di apertura angolare θ , emergenti da una sorgente puntiforme posta davanti allo specchio, il fascio di raggi riflessi dallo specchio ha la stessa apertura angolare θ , come mostrato in figura.



- b) Dimostrare che per uno specchio sferico concavo, la distanza focale è pari alla metà del suo raggio di curvatura. Mostrare che tale proprietà vale solo per i raggi parassiali. Mostrare l'effetto della aberrazione sferica per uno specchio sferico.

Esercizio 5

Due fermioni identici si trovano nella configurazione di singoletto del momento angolare totale. Siano $S_a^{(1)} = \hat{a} \cdot \vec{S}_1$ e $S_b^{(2)} = \hat{b} \cdot \vec{S}_2$ le componenti dello spin delle singole particelle lungo le direzioni \hat{a} e \hat{b} rispettivamente. Si dimostri che

$$\langle S_a^{(1)} S_b^{(2)} \rangle = -\frac{\hbar^2}{4} \cos(\theta)$$

dove θ è l'angolo compreso tra \hat{a} e \hat{b} .

Esercizio 6

Un cristallo contiene due tipi di impurità A e B in quantità uguali. L'impurità A assorbe fotoni senza emissione successiva di elettroni, mentre l'impurità B assorbe fotoni con l'emissione di 1 elettrone. La sezione d'urto di assorbimento di fotoni dell'impurità A è 99 volte più grande di quella di B. Supponiamo che le dimensioni del cristallo siano tali da assorbire tutti i fotoni incidenti e supponiamo che i fotoni incidenti siano 200. Quale è la probabilità che siano emessi almeno 3 elettroni?