Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2018-2019
8 Luglio 2019 – Scritto di Fisica

Corso di Laurea: **Laurea Magistrale in CTF**

Nome: **Cognome:**

Matricola: **Data appello orale:**

Canale **Docente:**

Riportare sul presente foglio i risultati numerici trovati per ciascun esercizio.

Esercizio 1. Cinematica

Un sasso di massa m=1.2 Kg viene lanciato dalla finestra di un palazzo, posta a un'altezza h=15 m rispetto al suolo. Il sasso viene lanciato con un angolo di 0° rispetto al terreno e con velocità iniziale di modulo v_i=10.3 m/s. Determinare la distanza d (misurata dalla base del palazzo) a cui il sasso tocca il terreno, e il modulo v_f della velocità del sasso un istante prima di toccar terra. d= ______; v_f= ______

Esercizio 2. Dinamica

Un corpo, di massa m_1=2.82 Kg, è in moto su un piano scabro orizzontale, caratterizzato da un coefficiente di attrito dinamico μ_d=0.25. Il corpo è collegato, tramite una corda inestensibile e una carrucola priva di attrito, a un secondo corpo di massa m_2=0.32 Kg, che si muove lungo la verticale sotto l'azione della forza peso (oltre che, naturalmente, della tensione della corda). Al primo corpo è applicata una forza $\overrightarrow{F}$ di modulo 23 N, che forma un angolo di 35° con l'orizzontale. Determinare l'accelerazione a con cui si muove il primo corpo.

a = ________

Esercizio 3. Urti ed Energia

Un bambino trascina un carretto di massa m_C= 5.2 Kg su una salita (che ipotizziamo priva di attrito), esercitando una forza costante di modulo F=49 N e direzione parallela al moto. Se la salita ha un'inclinazione di 10° rispetto all'orizzontale, qual è la velocità v del carretto (che parte da fermo) dopo aver percorso un tratto di strada lungo d=233 m? v = ________

Esercizio 4. Fluidi

Un corpo di forma cubica galleggia in un liquido sconosciuto. Il lato perpendicolare alla superficie del liquido risulta immerso per 12.0 cm. Se lo stesso corpo viene ora posto in acqua esso continua a galleggiare, ma il lato sommerso è pari a 15.1 cm. Determinare la densità ρ_L del liquido sconosciuto. ρ_L = ________

Esercizio 5. Cicli termodinamici

2 moli di gas perfetto monoatomico inizialmente alla temperatura di 300 K compiono un ciclo termodinamico costituito, in sequenza, da: un'espansione isoterma in cui il volume raddoppia, una trasformazione isocora in cui la temperatura si riduce ad un terzo di quella iniziale, una compressione isoterma sino al volume iniziale ed infine una trasformazione isocora che riporta il sistema nelle condizioni iniziali. Determinare il lavoro effettuato dal gas nel ciclo.

L = ________

Esercizio 6. Campo elettrico

Una sfera di raggio R=1 cm é carica in tutto il suo volume con una densità di carica costante pari a ρ=0.5 C/m^3. Determinare il campo elettrico E ad una distanza r_1=0.5 cm ed r_2=2.5 cm dal centro della sfera.

$E(r_1)$= ______; $E(r_2)$= ______

Esercizio 7. Campo magnetico

Quattro lunghi fili conduttori paralleli sono percorsi dalla stessa corrente di intensità I=3.0 A. Essi sono disposti a formare un quadrato di lato 20 cm nel piano trasverso ad essi. Nei due di destra la corrente scorre verso l'alto mentre negli altri due in verso opposto. Determinare intensità e direzione del campo magnetico nel punto C al centro del quadrato. $\vec{B}(C)$ = ________

Esercizio 8. Onde

Una corda di violino é lunga L=50 cm ed ha massa pari a 2 g. Suonata libera produce una nota alla frequenza di 440 Hz. Ricordando che per la lunghezza d'onda del modo fondamentale di una corda bloccata agli estremi vale la relazione $\lambda = 2L$, a che distanza dall'estremo bisogna schiacciare la corda col dito (riducendone la lunghezza) per ottenere una nota a 530 Hz? Δx = ________

Soluzioni

Esercizio 1. Cinematica

Le componenti dell'accelerazione del sasso sono

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

per cui per la velocità si ha

$$\begin{cases} v_x = v_i \\ v_y = -gt \end{cases}$$

mentre per la posizione

$$\begin{cases} x = v_i t \\ y = h - \frac{1}{2}gt^2. \end{cases}$$

A questo punto, imponendo che y=0 si ottiene il tempo t_* a cui il sasso tocca terra:

$$0 = h - \frac{1}{2}gt_*^2 \to t_* = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Sostituendo t_* nell'equazione per la x, si ricava

$$d = v_i t_* = v_i \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = 18 \text{ m}$$

Le componenti della velocità finale sono

$$\begin{cases} v_x = v_i \\ v_y = -gt_* = -g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh} \end{cases}$$

Per cui il modulo della velocità finale è

$$v_f = \sqrt{v_i^2 + 2gh} = 20 \text{ m/s}.$$

Esercizio 2. Dinamica

Innanzitutto notiamo che la corda che collega i due corpi è inestensibile, per cui essi rimangono sempre alla stessa distanza; essi sono dunque soggetti alla medesima accelerazione a. Secondo la seconda legge di Newton, per il corpo di massa m_1 si può quindi scrivere

$$\begin{cases} m_1 a_x = m_1 a = \sum F_x = F\cos\theta - T - \mu_d \cdot n \\ m_1 a_y = 0 = \sum F_y = n + F\sin\theta - m_1 g \end{cases}$$

Dal momento che il corpo ha accelerazione nulla lungo l'asse delle y, possiamo ricavare n, la reazione vincolare del piano su cui avviene il moto:

$$n + F\sin\theta - m_1 g = 0 \to n = m_1 g - F\sin\theta.$$

Notiamo poi che T, la tensione della corda, si può ricavare dalla seconda legge di Newton per il secondo corpo:

$$m_2 a = T - m_2 g \to T = m_2(g + a).$$

Sostituendo n e T nell'equazione per la componente x dell'accelerazione del primo corpo, troviamo infine

$$m_1 a = F\cos\theta - m_2(g + a) - \mu_d \cdot (m_1 g - F\sin\theta)$$

da cui si ricava

$$(m_1 + m_2)a = F(\cos\theta + \mu_d \sin\theta) - (m_2 + \mu_d m_1)g$$

e infine

$$a = \frac{F(\cos\theta + \mu_d \sin\theta) - (m_2 + \mu_d m_1)g}{m_1 + m_2} = 3.8 \text{ m/s}^2$$

Esercizio 3. Urti ed energia

Considerando F come una forza esterna che compie lavoro L_{ext} sul sistema, se si utilizza la legge di conservazione dell'energia meccanica si ottiene che

$$\Delta K + \Delta U = L_{\text{ext}}$$

E visto che $h = d \sin\theta$, possiamo scrivere

$$\frac{1}{2} m_C v^2 + m_C g d \sin\theta = F \cdot d \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot (F \cdot d - m_C g d \sin\theta)}{m_C}} = 60 \text{ m/s}$$

Esercizio 4. Fluidi

Quando il corpo (di densità ρ_C e volume V_C) è immerso nel liquido sconosciuto si ha che

$$\rho_L \cdot V^L_{\text{imm}} = \rho_C \cdot V_C \rightarrow \rho_L \cdot h_L \cdot A = \rho_C \cdot V_C.$$

Analogamente, quando il corpo è immerso nell'acqua si ha

$$\rho_{\text{acqua}} \cdot V^{\text{acqua}}_{\text{imm}} = \rho_C \cdot V_C \rightarrow \rho_{\text{acqua}} \cdot h_{\text{acqua}} \cdot A = \rho_C \cdot V_C.$$

Eguagliando queste due espressioni si ottiene

$$\rho_{\text{acqua}} \cdot h_{\text{acqua}} \cdot A = \rho_L \cdot h_L \cdot A \rightarrow \rho_{\text{acqua}} \cdot h_{\text{acqua}} = \rho_L \cdot h_L \rightarrow \rho_L = \rho_{\text{acqua}} \cdot \frac{h_{\text{acqua}}}{h_L} = 1260 \text{ Kg/m}^3$$

Esercizio 5. Cicli termodinamici

Considerando una alla volta le quattro trasformazioni, si può calcolare il lavoro compiuto dal sistema in ognuna di esse. Ricordando che nelle due trasformazioni isocore il lavoro compiuto è nullo (poichè non varia il volume) si ha:

$$L_{AB} = \int_A^B p \; dV = \int_A^B \frac{nRT_A}{V} dV = nRT_A \ln \frac{V_B}{V_A} \qquad L_{BC} = 0$$

$$L_{CD} = \int_C^D p \; dV = \int_C^D \frac{nRT_C}{V} dV = nRT_C \ln \frac{V_D}{V_C} \qquad L_{DA} = 0$$

da cui

$$L_{tot} = nRT_A \ln 2 - nRT_C \ln 2 = nR \ln 2 (T_A - T_C) = 2304 \; J$$

Esercizio 6. Campo elettrico

Per risolvere l'esercizio basta applicare il teorema di Gauss utilizzando come superficie gaussiana una sfera centrata nel centro della sfera carica e di raggio r, prima pari a $r_1 < R$ e poi a $r_2 > R$. Per la simmetria del problema, infatti:

$$\Phi(E) = E(r_1) \cdot S_{r_1} = E(r_1) * 4\pi r_1^2 = \frac{Q^{int}}{\epsilon_0} = \frac{\rho \cdot V_{r_1}}{\epsilon_0} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \frac{4\pi r_1^3}{3} \qquad \Rightarrow \qquad E(r_1) = \frac{\rho r_1}{3\epsilon_0} = 94.2 \cdot 10^6 \; V/m \; .$$

Nel secondo caso, poichè il raggio r_2 si trova al di fuori della sfera carica, Q^{int} che compare nel teorema di Gauss corrisponderà a tutta la carica depositata sulla sfera:

$$\Phi(E) = E(r_2) \cdot S_{r_2} = E(r_2) * 4\pi r_2^2 = \frac{Q^{int}}{\epsilon_0} = \frac{\rho \cdot V_R}{\epsilon_0} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \frac{4\pi R^3}{3} \qquad \Rightarrow \qquad E(r_1) = \frac{\rho R^3}{3\epsilon_0 r_2^2} = 30 \cdot 10^6 \; V/m \; .$$

Esercizio 7. Campo magnetico

Ciascun filo percorso da corrente produrrà un campo magnetico, in modulo uguale, le cui linee di campo si avvolgono attorno al filo. Per calcolare il campo magnetico totale nel punto C possiamo calcolare quello prodotto da ciascun filo e, applicando il principio di sovrapposizione, sommarli vettorialmente. Il punto C dista $d = \sqrt{2L^2}/2 = \sqrt{2}L/2$ da ciascun filo. Il modulo del campo prodotto da ciascun filo in quel punto sarà

$$B(d) = \frac{\mu_0 i}{2\pi d}$$

Per capire la direzione dei campi magnetici prodotti dai fili scegliamo un sistema di riferimento (x, y, z) in cui l'asse z sia diretto come i fili, x sia positivo verso destra ed y sia positivo entrante nel foglio. I campi magnetici prodotti dai 4 fili avranno componenti

$$\vec{B}_1 = (B(d)\cos(\pi/4), -B(d)\cos(\pi/4), 0) \qquad \vec{B}_2 = (-B(d)\cos(\pi/4), -B(d)\cos(\pi/4), 0)$$

$$\vec{B}_3 = (B(d)\cos(\pi/4), -B(d)\cos(\pi/4), 0) \qquad \vec{B}_4 = (-B(d)\cos(\pi/4), -B(d)\cos(\pi/4), 0)$$

da cui, il campo totale sarà

$$\vec{B}_{tot} = (0, -4 \cdot B(d)\cos(\pi/4), 0) = (0, \frac{4\mu_0 i \cdot 2}{2\pi\sqrt{2}L}\cos(\pi/4), 0) = (0, 1.2 \cdot 10^{-5}T, 0)$$

ed è quindi diretto lungo l'asse y verso l'osservatore.

Esercizio 8. Onde

Ricordando la relazione tra frequenza e lunghezza d'onda, $\lambda\nu = v_p$ e che la lunghezza d'onda della nota fondamentale è il doppio della lunghezza della corda, $\lambda = 2L$ (come riportato nel testo), si avrà:

$$\lambda\nu = 2L\nu = v_p \qquad \lambda'\nu' = 2L'\nu' = v_p \qquad \text{da cui} \qquad L' = L\frac{\nu}{\nu'} = 41.5\ cm$$

da cui si ricava che la corda va pizzicata a d =50.0 - 41.5 = 8.5 cm.