

Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2017-2018

17 Settembre 2018 – 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

L'acqua di un fiume si muove verso valle con una corrente di 0.5 m/s. Un ragazzo nuota controcorrente per 1.0 km e ritorna al punto di partenza. Se il ragazzo può nuotare con una velocità di 1.2 m/s rispetto all'acqua, quanto tempo impiega per compiere il percorso? $t = \underline{\hspace{2cm}}$

Esercizio 2. Dinamica

Una massa di 3 kg legata ad una corda ideale di massa trascurabile ruota su un tavolo orizzontale liscio compiendo una traiettoria circolare di raggio $R=0.8$ m. La corda che lo tiene resiste sino ad una tensione massima di 245 N prima di spezzarsi. Qual è la velocità massima a cui può ruotare la massa prima che la corda si spezzi?

$$v_{max} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Esercizio 3. Urti ed Energia

Un blocco di cemento di 2100 kg viene usato per conficcare nel terreno un palo d'acciaio. Il blocco viene lasciato cadere da fermo da un'altezza di 5.0 m rispetto alla sommità del palo e lo conficca per 12.0 cm nel terreno, prima di fermarsi. Da un bilanciamento energetico si determini la forza di attrito media che il terreno esercita sul palo fino a quando esso si ferma.

$$F_{med} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Esercizio 4. Fluidi

Una sfera di plastica galleggia in acqua con il 50% del suo volume immerso. La stessa sfera galleggia in olio con il 40% del suo volume immerso. Determinare le densità dell'olio e della sfera. $\rho_{olio} = \underline{\hspace{2cm}}$; $\rho_{sfera} = \underline{\hspace{2cm}}$

Esercizio 5. Calorimetria e calore latente

Un blocco di piombo ($c_{Pb}=0.0305 \frac{\text{Cal}}{\text{g}\cdot^\circ\text{C}}$) di 3.22 Kg, a una temperatura iniziale di 40.0 °C, viene gettato in azoto (N_2) liquido a 77.3 K (corrispondente alla temperatura di evaporazione dell' N_2). Considerando che il calore latente di evaporazione dell' N_2 è $48.0 \frac{\text{Cal}}{\text{g}}$, quanto azoto deve evaporare per portare il blocco di Pb alla temperatura di 77.3 K?

$$m_{N_2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Esercizio 6. Campo elettrico

Una sfera conduttrice piena, di raggio $r_1=3.0$ cm e avente una carica totale di $10 \mu\text{C}$, è contenuta in una sfera conduttrice cava, di raggio interno $r_2=5.0$ cm e raggio esterno $r_3=7.0$ cm. La carica totale distribuita su questa sfera cava è pari a $-1 \mu\text{C}$. Quanto vale il modulo del campo elettrico E in funzione della distanza r dal centro della sfera? In particolare, calcolare E nei punti r_a , r_b , r_c , ed r_d , con $r_a \leq r_1$, $r_1 < r_b \leq r_2$, $r_2 < r_c \leq r_3$, ed $r_d > r_3$

$$E(r_a) = \underline{\hspace{2cm}}; E(r_b) = \underline{\hspace{2cm}}; E(r_c) = \underline{\hspace{2cm}}; E(r_d) = \underline{\hspace{2cm}}$$

Esercizio 7. Campo magnetico

Un filo lungo 3.4 m, in cui scorre una corrente di 3 mA, viene posto in un campo magnetico costante, di ampiezza pari a 30 T. Calcolare la forza di Lorentz nel caso in cui il filo e il campo magnetico formino un angolo di 45° (F_1), 90° (F_2), 0° (F_3), o 135° (F_4).

$$F_1 = \underline{\hspace{2cm}}; F_2 = \underline{\hspace{2cm}}; F_3 = \underline{\hspace{2cm}}; F_4 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Esercizio 8. Onde

La nota più alta raggiunta da una cantante lirica è un "fa" corrispondente a un'onda acustica di frequenza $f=1397$ Hz. Dal momento che la velocità del suono in aria a temperatura ambiente è pari a $v_1=343$ m/s, calcolare la lunghezza d'onda λ_1 corrispondente. Considerando poi che la dipendenza della velocità del suono dalla temperatura dell'aria (in gradi Celsius) si può scrivere come $v = (331 \text{ m/s}) \cdot \sqrt{1 + \frac{T}{273^\circ\text{C}}}$, quanto varrà la lunghezza d'onda λ_2 se la temperatura dell'aria è $T_2=2$ °C?

$$\lambda_1 = \underline{\hspace{2cm}}; \lambda_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Soluzioni

Esercizio 1. Cinematica

In entrambi i versi della nuotata, per calcolare la velocità del ragazzo rispetto alla riva (ferma) occorre comporre le velocità dell'acqua e del ragazzo stesso con gli opportuni versi. Il tempo totale per andata e ritorno è:

$$t_{TOT} = t_A + t_R = \frac{s}{v_R - v_F} + \frac{s}{v_R + v_F} = \frac{1000 \text{ m}}{1.2 \text{ m/s} - 0.5 \text{ m/s}} + \frac{1000 \text{ m}}{1.2 \text{ m/s} + 0.5 \text{ m/s}} = 2017 \text{ s} . \quad (1)$$

Esercizio 2. Dinamica

In questo esercizio, la tensione esercitata dalla corda fornisce la forza centripeta che permette al corpo di compiere una traiettoria circolare. Si ha quindi che:

$$T = F_c = ma_c = m \frac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad v_{MAX} = \sqrt{\frac{RT_{MAX}}{m}} = 8.08 \text{ m/s} . \quad (2)$$

Esercizio 3. Urti ed Energia

Tramite un bilancio energetico si può calcolare il lavoro esercitato dal palo d'acciaio sul blocco di cemento. Esso sarà pari all'opposto della variazione di energia del blocco di cemento, e può essere interpretato come l'effetto di una forza media che agisce nel tratto in cui il palo viene conficcato entro terra. Se definiamo come h l'altezza iniziale del blocco di cemento rispetto al suolo e con d la profondità a cui si arresta il palo, avremo:

$$\Delta E = E_f - E_i = 0 - mg(H + d) = -L = -\bar{F}d \quad \Rightarrow \quad \bar{F} = mg \frac{H + d}{d} = 8.8 \cdot 10^5 \text{ N} . \quad (3)$$

[Nel caso in cui si avesse trascurato che il blocco scende anche della profondità 12 cm rispetto alla sua quota iniziale nel computo della variazione di energia potenziale, si sarebbe ottenuto come risultato $8.6 \cdot 10^5 \text{ N}$.]

Esercizio 4. Fluidi

Nella configurazione di equilibrio la forza di Archimede, verso l'alto, deve bilanciare esattamente la forza peso che agisce sulla sfera. Questo ci dice che per il volume immerso V_I si ricava:

$$V_I \rho_{fluido} g = V_{TOT} \rho_S g \quad \Rightarrow \quad \frac{V_I}{V_{TOT}} = f_V = \frac{\rho_S}{\rho_{fluido}} \quad (4)$$

dove si è indicato con f_V la frazione di volume immersa.

Nel caso in cui la sfera galleggi in acqua si ha che

$$f_V = \frac{\rho_S}{\rho_{H_2O}} \quad \Rightarrow \quad \rho_S = f_V \rho_{H_2O} = 5 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3 \quad (5)$$

mentre dal caso in cui la sfera galleggi in olio si ricava che

$$f_V = \frac{\rho_S}{\rho_{olio}} \quad \Rightarrow \quad \rho_{olio} = \rho_S / f_V = 1.25 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 . \quad (6)$$

Esercizio 5. Calorimetria e calore latente

Evaporando, l'azoto liquido raffredda il blocco di piombo. Ne consegue che il calore fornito all'azoto liquido va eguagliato a quello ceduto dal blocco di piombo:

$$m_{Pb} \cdot c_{Pb} \cdot \Delta T = \Delta m_{N_2} \cdot L_{N_2} \quad (7)$$

da cui si ottiene che

$$\Delta m_{N_2} = \frac{m_{Pb} \cdot c_{Pb} \cdot \Delta T}{L_{N_2}} = 483 \text{ g} \quad (8)$$

Esercizio 6. Campo elettrico

Per $r_a < r_1$, ci troviamo all'interno di un conduttore in equilibrio elettrostatico, per cui $E(r_a) = 0$; lo stesso può dirsi per $r_2 < r_c < r_3$, per cui $E(r_c) = 0$. Nell'intercapedine tra le due sfere ($r_1 < r_b < r_2$), d'altro canto, il teorema di Gauss ci consente di dire che il campo elettrico è pari a

$$E(r_b) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1}{r_b^2} = k \cdot \frac{Q_1}{r_b^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{10^{-5}\text{C}}{r_b^2} = 9 \cdot 10^4 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}} \cdot \frac{1}{r_b^2} \quad (9)$$

Dove $Q_1=10 \mu\text{C}$ ($=10^{-5} \text{C}$) è la carica distribuita sulla sfera interna. Infine, al di fuori della sfera esterna ($r_d > r_3$) si ottiene—sempre grazie al teorema di Gauss, e considerando che la carica contenuta nella sfera di raggio r_d è $Q_{\text{tot}} = Q_1 + Q_2$, dove $Q_2=-1 \mu\text{C}$ è la carica presente sulla sfera esterna—che il campo elettrico è pari a

$$E(r_b) = k \cdot \frac{Q_{\text{tot}}}{r_d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{9 \cdot 10^{-6}\text{C}}{r_d^2} = 8 \cdot 10^4 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}} \cdot \frac{1}{r_d^2} \quad (10)$$

NOTA: sulle superfici delle sfere (ovvero, per $r = r_1$, $r = r_2$, ed $r = r_3$), il campo elettrico presenta una discontinuità.

Esercizio 7. Campo magnetico

Il modulo della forza di Lorentz esercitata da un campo magnetico uniforme B su un filo rettilineo di lunghezza l , in cui scorre una corrente I , è pari a

$$F_L = I \cdot l \cdot B \sin \theta \quad (11)$$

dove θ è l'angolo tra il filo e la direzione di B . Ne consegue che

$$F_L(\theta = 0^\circ) = 0 \quad (12)$$

$$F_L(\theta = 90^\circ) = I \cdot l \cdot B = 0.3 \text{ N} \quad (13)$$

$$F_L(\theta = 45^\circ) = F_L(\theta = 135^\circ) = I \cdot l \cdot B \frac{\sqrt{2}}{2} = 0.2 \text{ N} \quad (14)$$

Esercizio 8. Onde

La lunghezza d'onda a temperatura ambiente è pari a

$$\lambda_1 = \frac{v_1}{f} = 0.246 \text{ m} \quad (15)$$

Se la temperatura dell'aria è $T_2=2 \text{ }^\circ\text{C}$, si ha che

$$v_2 = (331 \text{ m/s}) \cdot \sqrt{1 + \frac{T_2}{273^\circ\text{C}}} = 332 \text{ m/s} \quad (16)$$

e quindi

$$\lambda_2 = \frac{v_2}{f} = 0.238 \text{ m} \quad (17)$$