

Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2016-2017

20 Settembre 2017 – Scritto di Fisica

Corso di Laurea: Laurea Magistrale in CTF

Nome:

Cognome:

Matricola:

Docente:

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

Esercizio 1. Cinematica

Una barca si sposta lungo un fiume da un punto A ad un punto B posto a distanza $L = 50.0$ km per poi tornare al punto di partenza A. Nel fiume la corrente scorre con velocità costante pari a $v_c = 10.0$ m/s. Sapendo che la barca ha la corrente a favore all'andata e contraria al ritorno e che la sua velocità relativa rispetto all'acqua è costante lungo tutto il tragitto è pari a $v_b = 50.0$ km/h, determinare il tempo impiegato dalla barca a percorrere il tragitto totale. $t =$ _____

Esercizio 2. Dinamica

Un corpo di massa m_A è sospeso ad un'altezza $h=4.9$ m dal suolo mediante una corda inestensibile di massa trascurabile. La corda scorre senza attrito su una puleggia e dall'altro capo è attaccato un corpo di massa $m_B = m_A$ posto alla base di un piano inclinato liscio che forma un angolo $\theta=30^\circ$ con il suolo. All'istante iniziale il corpo A inizia a cadere, trascinando il corpo B. Qual è l'accelerazione dei due corpi? Quanto tempo impiega il corpo A a raggiungere il suolo? Qual è la velocità del corpo B quando A raggiunge il suolo?

$a =$ _____; $t =$ _____; $v =$ _____

Esercizio 3. Urti ed Energia

Una pallina di massa m_1 si muove su un piano orizzontale con velocità $v_1 = 1.5$ m/s e colpisce una pallina di massa $m_2 = m_1/2$ ferma alla base di una salita. Trascurando gli attriti, determinare le altezze h_1 ed h_2 a cui arrivano le palline nel caso in cui l'urto sia elastico e quella a cui arriverebbero nel caso di urto completamente anelastico, h_3 .

$h_1 =$ _____; $h_2 =$ _____; $h_3 =$ _____

Esercizio 4. Fluidi

Una nave urta uno scoglio appuntito a 10m di profondità creando una falla nello scafo. Con quale velocità l'acqua entra nella nave attraverso la falla? Si noti che all'interno dello scafo della nave la pressione è quella atmosferica come in superficie. $v =$ _____

Esercizio 5. Termodinamica

Quale massa di vapore, inizialmente a 130°C , è necessaria per riscaldare 200 g di acqua in un contenitore di vetro di massa 100 g da 20.0°C a 50.0°C (considerando che anche il vapore raggiunga la stessa temperatura)? Si ricordi che il calore latente di vaporizzazione dell'acqua è $2.26 \cdot 10^6$ J/kg, il calore specifico dell'acqua è di 4186 J/(kg $^\circ\text{C}$), il calore specifico del vapore è di 2010 J/(kg $^\circ\text{C}$), il calore specifico del vetro è di 837 J/(kg $^\circ\text{C}$). $m =$ _____

Esercizio 6. Campo elettrico

Due cariche puntiformi $q_1 = 0.10 \mu\text{C}$ e q_2 (incognita) si trovano ad una distanza d . In un punto O lungo la congiungente le due cariche, a distanza $d/3$ da q_1 , il campo elettrico è nullo ed il potenziale vale $V(O) = 100$ kV. Calcolare il segno ed il valore della carica q_2 e la distanza d tra le due cariche. $q_2 =$ _____; $d =$ _____

Esercizio 7. Campo magnetico

Un elettrone che viaggia alla velocità di $2 \cdot 10^6$ m/s entra all'interno di un solenoide che ha 100 spire ogni centimetro in cui scorre una corrente di 2 A. La velocità dell'elettrone forma un angolo $\theta = 30^\circ$ rispetto all'asse del solenoide. Calcolare il campo magnetico all'interno del solenoide ed il raggio della curva descritta dall'elettrone. $B =$ _____; $r =$ _____

Esercizio 8. Ottica

Determinare l'angolo di rifrazione per un raggio luce che dall'aria entra in un diamante con angolo di incidenza di 24.62° . Determinare anche l'angolo di incidenza limite per un raggio proveniente dall'interno del diamante affinché si abbia riflessione totale sull'interfaccia diamante-aria. L'indice di rifrazione del diamante è $n = 2.4$. $\theta_r =$ _____; $\theta_{\text{lim}} =$ _____

Soluzioni

Esercizio 1

Rispetto ad un sistema di riferimento esterno la velocità della barca risulta maggiore durante l'andata in cui ha la corrente a favore, rispetto al tragitto di ritorno in cui ha la corrente contraria. Dal sistema di riferimento fermo la velocità della barca risulta la somma di quella della corrente e di $v_B=13.88$ m/s mentre al ritorno sarà la differenza delle due. Il tempo totale è

$$t_{TOT} = \frac{L}{v_B + v_c} + \frac{L}{v_B - v_c} = 14980 \text{ s} \sim 4h \ 10minuti$$

Esercizio 2

Per A consideriamo una coordinata lineare x_A verticale con origine al suolo. Per B invece consideriamo una coordinata lineare x_B obliqua e parallela alla superficie del piano inclinato con origine alla base del piano inclinato. Chiamiamo inoltre $m_A = m_B \equiv m$. Le equazioni del moto per A e per B sono:

$$m \ddot{x}_A = -mg + T \qquad m \ddot{x}_B = -mg \sin \theta + T$$

Inoltre, essendo la corda inestensibile, se il sistema si mette spontaneamente in moto le due accelerazioni saranno legate dalla relazione $\ddot{x}_B = -\ddot{x}_A \equiv a$. Imponendo questo vincolo abbiamo

$$2m a = m g (1 - \sin \theta) \qquad \Rightarrow \qquad a = \frac{g}{4}$$

Per cadere al suolo, il corpo A impiega un tempo

$$t = \sqrt{\frac{2h}{a}} = \sqrt{\frac{8h}{g}} = 2s$$

La velocità del corpo B quando il corpo A raggiunge il suolo è:

$$v_B = a t = \frac{g}{4} t = 4.9 \frac{m}{s}$$

Esercizio 3

Nel caso in cui l'urto sia elastico si conserva la quantità di moto del sistema e la sua energia cinetica, ovvero, chiamando v'_1 e v'_2 le velocità dopo l'urto delle due palle

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \qquad \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 v'^2_2$$

da cui si ricava risolvendo e sapendo che $m_2 = m_1/2$

$$v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 = \frac{v_1}{3} = 0.5 \text{ m/s} \qquad v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 = \frac{4}{3} v_1 = 20 \text{ m/s} .$$

Dalla conservazione dell'energia meccanica possiamo calcolare l'altezza a cui arriva ciascuna pallina

$$m_1 g h_1 = \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 \Rightarrow h_1 = \frac{1}{2} \frac{v'^2_1}{g} = 1.3 \text{ cm} \qquad m_2 g h_2 = \frac{1}{2} m_2 v'^2_2 \Rightarrow h_2 = \frac{1}{2} \frac{v'^2_2}{g} = 20.4 \text{ cm} .$$

Nel caso in cui l'urto sia completamente anelastico i due corpi rimangono attaccati e dalla conservazione della quantità di moto si ricava la velocità che hanno dopo l'urto e quindi l'altezza che raggiungono dalla conservazione dell'energia meccanica (dopo l'urto)

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_f \Rightarrow v_f = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1 = \frac{2}{3} v_1 = 10 \text{ m/s} \Rightarrow h_f = \frac{1}{2} \frac{v_f^2}{g} = 5.1 \text{ cm}$$

Esercizio 4

Usiamo il teorema di Bernoulli fra un punto sulla superficie dell'acqua ed uno immediatamente all'interno della falla. La pressione dell'acqua è uguale alla pressione atmosferica in entrambi i casi. La velocità dell'acqua è zero in superficie mentre ha un valore v in corrispondenza della falla che si trova a $h = -10$ m. Si ha quindi:

$$p_0 = p_0 + \rho g h + \frac{1}{2} \rho v^2 \qquad \Rightarrow \qquad v = \sqrt{-2gh} = 14 \frac{m}{s}$$

Esercizio 5

Il calore ceduto dal vapore che si raffredda da 130°C fino a 100°C, passa allo stato liquido e si raffredda ulteriormente fino a 50°C deve essere uguale al calore necessario per riscaldare la massa d'acqua ed il contenitore di vetro da 20°C a 50°C:

$$m_{\text{vap}}(c_{\text{vap}}(30^\circ\text{C}) + \lambda_{\text{vap}} + c_{\text{acq}}(50^\circ\text{C})) = (30^\circ\text{C})(m_{\text{acq}} c_{\text{acq}} + m_{\text{vet}} c_{\text{vet}})$$

$$m_{\text{vap}} = \frac{(30^\circ\text{C})(m_{\text{acq}} c_{\text{acq}} + m_{\text{vet}} c_{\text{vet}})}{(c_{\text{vap}}(30^\circ\text{C}) + \lambda_{\text{vap}} + c_{\text{acq}}(50^\circ\text{C}))} = 10.9 \text{ g}$$

Esercizio 6

Affinchè il campo elettrico si annulli in un punto lungo la congiungente le due cariche queste dovranno avere lo stesso segno, generando così due campi elettrici con verso opposto tra loro. Per il principio di sovrapposizione, scegliendo un asse lungo la congiungente i due punti e calcolando il campo elettrico generato dalle cariche nel punto O , imponendo che questo sia nullo si ricava

$$E(O) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 (d/3)^2} - \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 (2d/3)^2} = 0 \quad \Rightarrow q_2 = 4q_1 = 0.40 \text{ } \mu\text{C} .$$

Calcolando quindi il potenziale nel punto O ed imponendo che valga $V_O=100 \text{ kV}$ si ha

$$V_O = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 (d/3)} - \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 (2d/3)} = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 d} \left(\frac{1}{1/3} + \frac{4}{2/3} \right) = \frac{9q_1}{4\pi\epsilon_0 d} \quad \Rightarrow d = \frac{9q_1}{4\pi\epsilon_0 V} = 8.09 \text{ cm} .$$

Esercizio 7

Il campo magnetico all'interno del solenoide si ricava dalla formula

$$B = \mu_0 i n = 0.025 \text{ T} ,$$

ove n è la densità di spire ed i la corrente che scorre in esse. In questo caso, entrando l'elettrone con un angolo θ la sua traiettoria sarà un'elica che nel piano trasverso all'asse sarà un moto circolare uniforme. Proiettando quindi la velocità dell'elettrone in questo piano e considerando che la Forza di Lorenz funge da forza centripeta, avremo

$$m_e \frac{v_{\perp}^2}{R} = q_e v_{\perp} B \Rightarrow R = \frac{m_e v_{\perp}}{q_e B} = \frac{m_e v \sin \theta}{q_e B} = 2.26 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Esercizio 8

Applicando la legge di Snell si ricava l'angolo di rifrazione

$$\sin \theta_1 = \sin \theta_2 \cdot n_2 \Rightarrow \theta_2 = \arcsin \left(\frac{\sin \theta_1}{n_2} \right) = 10^\circ .$$

Perchè invece si abbia riflessione totale di un raggio incidente dall'interno del diamante deve valere

$$\sin \theta_{lim} n_2 = 1 \Rightarrow \theta_{lim} = \arcsin \left(\frac{1}{n_2} \right) = 24.63^\circ .$$