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

Un uomo lancia un pallone verso l'alto con un angolo di 60° rispetto all'orizzonte, con una velocità di 13 m/s. Dopo quanto tempo cade il pallone? Se inizia istantaneamente a correre con velocità costante, quanto deve essere questa perchè prenda il pallone prima che tocchi terra? t= ______; v= ______

Esercizio 2. Dinamica

Una pallina di massa $m = 20\ g$ è attaccata ad un filo lungo $L = 20\ cm$. La pallina si muove orizzontalmente di moto circolare uniforme in modo tale che il filo formi un angolo costante con la verticale $\theta = 45°$. Trovare la velocità v alla quale si muove la pallina. $v =$ ________

Esercizio 3. Urti ed Energia

Una pallina di massa $m = 10\ g$ è libera di scorrere senza attrito su una guida circolare e viene lasciata cadere da un altezza $h_0 = 10\ cm$. Qual è la sua velocità v_{fin} quando arriva nel punto più basso della guida? In tale punto, essa si scontra con una pallina di massa doppia proveniente dalla direzione opposta con velocità doppia. L'urto è totalmente anelastico. Qual è l'altezza massima $h_{\max}$ che raggiunge il sistema formatosi dopo l'urto dalle due palline rimaste attaccate?

v_{fin}= ______; $h_{\max}$= ______

Esercizio 4. Fluidi

Un corpo con densità 1.34 g/cm^3 viene attaccato ad un dinamometro che registra una forza pari a 0.044 N. Se la stessa misura viene effettuata immergendo il dinamometro ed il corpo in un recipiente pieno d'acqua qual è la forza registrata dal dinamometro? $F =$ ________

Esercizio 5. Termodinamica

Due moli di gas perfetto monoatomico effettuano un ciclo termodinamico ABCD costituito da due coppie di trasformazioni isobare-isocore. Nella prima espansione il volume raddoppia mentre nel successivo raffreddamento la temperatura passa da 300 K a 250 K. La differenza di pressione tra le due isobare è pari a 1 atm. Disegnare il ciclo nel piano (p,V), determinare il lavoro svolto dal gas nel ciclo ed il volume che esso occupa nello stato iniziale. L= ______; V= ______

Esercizio 6. Campo elettrico

Su due sfere conduttrici di raggio r_1 =10 cm e r_2 =20 cm, poste a distanza infinita, vengono depositate le cariche q_1 =1.5 nC e q_2 =2.0 nC. Quanto vale il potenziale di ciascuna sfera? Le due sfere vengono quindi collegate da un filo conduttore di dimensioni trascurabili. Determinare, dopo la breve fase di transizione, le cariche q_1' e q_2' che si depositano su ciascuna sfera.

V_1= ______; V_2= ______; q_1'= ______; q_2'= ______

Esercizio 7. Campo magnetico

Due fili infinitamente lunghi e paralleli giacciono al suolo ad una distanza $d = 1.0\ cm$ e sono percorsi da correnti uguali $I_1 = 100\ A$ dirette nello stesso verso. Un terzo filo, anch'esso infinitamente lungo, di densità lineare $0.040\ Kg/m$ e percorso da una corrente I_2, rimane sospeso, per effetto della forza magnetica esercitata dagli altri due fili, in equilibrio sopra di essi in una posizione orizzontale a metà strada fra loro. Visti in sezione trasversalmente alla loro direzione, i fili formano i vertici di un triangolo rettangolo isoscele. Quale deve essere l'intensità ed il verso di I_2 affinchè si abbia l'equilibrio?

I_2= ______; verso= ______

Esercizio 8. Ottica

Un pozzo cilindrico di diametro 1 m, profondo 1.73 m e pieno d'acqua è illuminato sulla sua superficie dalla luce solare. Qual è l'angolo minimo che deve formare il sole con l'orizzonte affinchè inizi ad illuminarsi il fondo del pozzo? (n_{H_2O}=1.33) $\theta =$ ________

Soluzioni

Esercizio 1

Il pallone compie un moto parabolico sotto l'effetto della forza di gravità. La componente verticale della velocità varia nel tempo come

$$v_y(t) = v_{y0} - g \cdot t = v_0 \sin\theta - g \cdot t \tag{1}$$

che si annulla quando il pallone raggiunge il culmine della parabola, ovvero quando

$$v_0 \sin\theta = g \cdot t \qquad t = \frac{v_0 \sin\theta}{g} \ . \tag{2}$$

Il tempo impiegato per raggiungere il terreno nuovamente il doppio di questo, ovvero

$$t_f = \frac{2v_0 \sin\theta}{g} = 2.3 \ s \ . \tag{3}$$

Lungo x il moto del pallone è rettilineo uniforme quindi se l'uomo vuole arrivare, viaggiando a velocità costante, a prendere il pallone, dovrà avere la stessa velocità orizzontale del pallone

$$v = v_0 \cos\theta = 6.5 \ m/s \ . \tag{4}$$

Esercizio 2

La componente verticale della tensione del filo deve controbilanciare esattamente la forza di gravità che agisce sulla pallina mentre la componente orizzontale della tensione agirà da forza centripeta, tenendo la pallina in moto circolare uniforme. Scomponendo quindi le forze lungo un asse x orizzontale ed un asse y verticale abbiamo le due equazioni:

$$T\cos\theta = mg \qquad T\sin\theta = mv^2/r \qquad \Rightarrow \qquad \tan\theta = \frac{v^2}{rg},$$

dove $r = L\sin\theta$ e quindi

$$v = \sqrt{Lg \sin\theta \tan\theta} = 1.17 m/s.$$

Esercizio 3

La velocità della pallina nel punto piu' basso si trova con la conservazione dell'energia:

$$v_{\text{fin}} = \sqrt{2gh_0} = 1.4 m/s.$$

La velocità del sistema formatosi dall'urto completamente anelastico delle due palline si ottiene usando la conservazione della quantità di moto:

$$mv_1 + 2mv_2 = (m_1 + m_2)v'_{\text{tot}} \qquad \Rightarrow \qquad mv_{\text{fin}} - 4mv_{\text{fin}} = -3mv_{\text{fin}} = 3mv'_{\text{tot}} \qquad \Rightarrow \qquad v'_{\text{tot}} = -v_{\text{fin}}.$$

L'altezza massima raggiunta dal sistema delle due palline dopo l'urto è uguale quindi all'altezza di partenza della prima pallina $h_{\max} = h_0 = 0.1m$.

Esercizio 4

Quando il dinamometro viene posto in aria esso misura la forza di gravità esercitata sul corpo, che possiamo scrivere come

$$F = m \cdot g = \rho V g \qquad \text{da cui } V = \frac{F}{\rho g} = 3.35 \ cm^3 \ . \tag{5}$$

Quando immergiamo il sistema in acqua il corpo riceverà una spinta di Archimede dal basso verso l'alto quindi il dinamometro misurerà una forza

$$F' = mg - \rho_{H_2O} V g = (\rho - \rho_{H_2O}) V g = 0.011 \ N \tag{6}$$

Esercizio 5

Il ciclo indicato una sequenza di espansione isobara (AB), isocora in cui la pressione diminuisce (BC), compressione isobara (CD), isocora in cui la pressione aumenta (DA). Il lavoro nelle due isocore è nullo, mentre non lo è nelle due isobare, quindi il lavoro totale può essere scritto (notando che $p_A = p_B$, $p_C = p_D$, $V_B = V_C = 2V_A = 2V_D$)

$$L_{TOT} = p_A(V_B - V_A) + p_C(V_D - V_C) = p_B(V_B - \frac{V_B}{2}) + p_C(\frac{V_C}{2} - V_C) = \frac{p_B V_B}{2} - \frac{p_C V_C}{2} \tag{7}$$

ed applicando la legge dei gas perfetti si ottiene

$$L_{TOT} = \frac{1}{2}(nRT_B - nRT_C) = 415.5\ J\ . \tag{8}$$

Dalla prima espressione del lavoro scritta sopra si vede che

$$L_{TOT} = p_A(V_B - V_A) + p_C(V_D - V_C) = p_A(2V_A - V_A) + p_C(V_D - 2V_D) = p_A V_A - p_C V_D = (p_A - p_C)V_A \tag{9}$$

da cui si ricava V_A poichè la differenza di pressione è nota ed il lavoro è appena stato calcolato

$$V_A = \frac{L_{TOT}}{\Delta p} = 4.1\ dm^3\ . \tag{10}$$

Esercizio 6

Ricordando la capacità di una sfera conduttrice $C_s = 4\pi\epsilon_0 r$ e la definizione di potenziale di un conduttore $V = Q/C$, si ha

$$V_1 = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1} = 135\ V \qquad V_1 = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2} = 90\ V\ . \tag{11}$$

Quando si uniscono le due sfere esse raggiungono lo stesso potenziale (proprietá dei conduttori) e per ottenere ció le cariche si ridistribuiscono, rimanendo peró invariata la carica totale sulle due sfere

$$q_1 + q_2 = q_1' + q_2' = Q = 3.5\ nC \qquad \Rightarrow \qquad q_2' = Q - q_1'\ . \tag{12}$$

Riprendendo le espressioni del potenziale delle due sfere con le nuove cariche ed eguagliandole tra loro si ha

$$V_f = \frac{q_1'}{4\pi\epsilon_0 r_1} = \frac{q_2'}{4\pi\epsilon_0 r_2} = \frac{Q - q_1'}{4\pi\epsilon_0 r_2} \qquad \Rightarrow \qquad \frac{q_1'}{r_1} = \frac{Q - q_1'}{r_2} = \frac{Q}{r_2} - \frac{q_1'}{r_2} \tag{13}$$

da cui si ricava q_1' e quindi q_2' per differenza

$$q_1' = \frac{Q\ r_1}{(r_2 + r_1)} = 1.16\ nC \qquad q_2' = Q - q_1' = 2.33\ nC\ . \tag{14}$$

Esercizio 7

Affinchè il terzo filo rimanga sospeso in equilibrio, la forza magnetica totale esercitata dai primi due fili deve essere uguale ed opposta alla forza di gravità. La corrente I_2 nel terzo filo deve avere quindi verso opposto a I_1 in modo tale che la forza esercitata da ciascuno dei primi due fili sul terzo sia repulsiva. Siccome i fili sono infiniti, ragioneremo nel seguito parlando di forze per unità di lunghezza. Per la geometria della configurazione, la componente orizzontale della risultante delle forza magnetica agente sul terzo filo è nulla. la componente verticale deve essere invece uguale ed opposta alla forza peso:

$$2F_y/\ell = mg/\ell \equiv \lambda g \qquad \Rightarrow \qquad 2\mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi r} \cos\pi/4 = \lambda g,$$

dove $\lambda = 0.040\,kg/m$ e $r = d/\sqrt{2}$ è la distanza fra ciascuno dei primi due fili ed il terzo (distanza che corrisponde al cateto del triangolo rettangolo isoscele).

$$I_2 = \frac{\lambda g \pi d}{I_1 \mu_0} = 98A. \tag{15}$$

Esercizio 8

Affinché la luce illumini il fondo del pozzo per l'angolo rifratto all'interno dell'acqua (rispetto alla verticale) deve valere

$$\tan\theta_2 = \frac{d}{h} \qquad \Rightarrow \qquad \theta_2 = \arctan\left(\frac{d}{h}\right) = 30^\circ\ . \tag{16}$$

Applicando a ritroso la legge di Snell deve valere

$$n_1 \sin\theta_1 = \sin\theta_1 = n_{H_2O}\sin\theta_2 \qquad \Rightarrow \qquad \theta_1 = \arcsin\left(n_{H_2O}\sin\theta_2\right) = \arcsin\left(\frac{4}{3}\cdot\frac{1}{2}\right) = 41.8^\circ\ . \tag{17}$$

L'angolo richiesto é quello rispetto all'orizzonte quindi sará il complementare a 90° di θ_1, ovvero 48.2°.