Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2016-2017
4 Luglio 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 aereo vola con velocità costante $v_0 = 360$ km/h seguendo una rotta rettilinea orizzontale. Il pilota sgancia una massa d'acqua che va a colpire un incendio dopo 10 s dallo sgancio. Quale era l'altezza h e la distanza orizzontale d dell'aereo dall'incendio quando è stata sganciata la massa d'acqua? d= ______; h= ______

Esercizio 2. Dinamica

Una molla di costante elastica k=10^3 N/m, inizialmente compressa di Δx =2 cm, lancia un blocchetto di legno di massa m=20 g in orizzontale su un piano. Il piano è liscio, tranne per un tratto lungo L=60 cm in cui è scabro, con coefficiente di attrito μ_d=0.6. Qual è la velocità del cubetto dopo il tratto scabro? v = ________

Esercizio 3. Urti ed Energia

Tre palline, di masse $m_1 = m_2$ =10 g e m_3=100 g si trovano allineate su un piano, distanti 20 cm l'una dall'altra. La prima ha quantità di moto pari a p_0 = 0.22 kg·m/s e si muove verso la seconda, inizialmente ferma, che urta in maniera elastica. Quest'ultima inizia a muoversi colpendo dopo poco la terza, anch'essa ferma, in modo completamente anelastico. Determinare la velocità con cui si muove la terza pallina dopo l'ultimo urto.

v_3 = ________

Esercizio 4. Fluidi

Una sfera rigida di massa m_{SF} = 2 g e volume V_{SF} = 20 cm^3 è posta in un recipiente nel quale la pressione dell'aria può essere variata. Considerando l'aria come un gas perfetto, per quale valore della sua pressione la sfera comincerà a fluttuare nel recipiente ad una temperatura T = 300 K (massa molecolare dell'aria M = 29 g/mol)? P = ________

Esercizio 5. Termodinamica

Due moli di un gas perfetto monoatomico compiono un ciclo termodinamico reversibile. Il gas è soggetto prima ad un espansione isoterma alla temperatura T_A = 300 K da un volume V_A ad un volume $V_B = 4V_A$. A questo punto subisce una compressione isobara fino ad un volume $V_C = V_B/2$. Viene ulteriormente compresso con una trasformazione isoterma fino a tornare al volume iniziale V_A e da qui con una trasformazione isocora torna allo stato di partenza. Si disegni il ciclo nel piano PV e si calcoli il valore del calore totale scambiato nel ciclo. Q = ________

Esercizio 6. Campo elettrico

Su un guscio sferico conduttore di raggio esterno R_e = 40 cm e raggio interno R_i = 30 cm è presente una carica totale Q = 10 nC. Al centro della cavità è posta una carica puntiforme q = 5 nC. Disegnare il sistema. Quanta carica Q_i e quanta carica Q_e si dispongono sulle superfici interna di raggio R_i ed esterna di raggio R_e rispettivamente? Quant'è il campo elettrico E_{r_i} all'interno della cavità a distanza r_i = 20 cm dal centro di essa? Quant'è il campo elettrico E_{r_e} ad una distanza r_e = 50 cm dal centro del sistema?

Q_i= ______; Q_e= ______; E_{r_i}= ______; E_{r_e}= ______

Esercizio 7. Campo magnetico

Uno ione di idrogeno ($^1H^+$) ed uno di elio ($^4He^{++}$) viaggiano alla velocità di 10^4 m/s quando entrano in una regione in cui è presente un campo magnetico B ortogonale al loro moto. Dopo aver compiuto una semicirconferenza essi sbattono contro una parete a 2 cm di distanza reciproca. Determinare il modulo del campo magnetico presente. B = ________

Esercizio 8. Ottica

Un sistema ottico è costituito da tre lastre piane sovrapposte rispettivamente di indice di rifrazione n_1 = 2.2, n_2 ed n_3. Un raggio incide con un angolo di 30° sull'interfaccia 1-2 e viene rifratto con un angolo di 45° nel mezzo 2. Tale raggio incide sull'interfaccia 2-3 all'angolo limite e viene quindi riflesso totalmente. Quanto valgono n_2 ed n_3? n_2= ______; n_3= ______

Soluzioni

Esercizio 1
Il moto con cui l'acqua cade è un moto parabolico (moto di un proiettile), di cui è nota la legge oraria nelle due coordinate. Lungo y si può ricavare l'altezza di partenza dal tempo impiegato a raggiungere il suolo, t'

$$y(t') = h - \frac{1}{2}gt^2 = 0 \qquad \Rightarrow \qquad h = \frac{1}{2}gt'^2 = 490\ m\ .$$

Poichè lungo x il moto è invece rettilineo uniforme, nello stesso tempo percorrerà una distanza

$$d = v_0\ \cdot t' = 1000\ m\ .$$

Esercizio 2
Quando la molla si decomprime l'energia potenziale elastica si converte in energia cinetica del blocchetto di legno

$$\frac{1}{2}K\Delta x^2 = \frac{1}{2}mv^2 \qquad v = \sqrt{\frac{K}{m}}\Delta x = 4.5\ m/s\ .$$

Applicando il teorema dell'energia cinetica nel tratto scabro, ricordando l'espressione della forza di attrito dinamico che agisce in quel tratto, si ha

$$-L_{attr.} = -F_{attr}L = -N\mu_d L = -mg\mu_d L = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

da cui, semplificando, ricaviamo la velocità del blocchetto dopo il passaggio nel tratto di piano scabro

$$\frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1}{2}mv^2 - mg\mu_d L \qquad v' = \sqrt{v^2 - 2g\mu_d L} = 3.6\ m/s\ .$$

Esercizio 3
Nel primo urto, elastico, si conserva sia la quantità di moto che l'energia cinetica. Poiché le due palline che si scontrano sono identiche ($m_1 = m_2$) la quantità di moto della prima viene trasferita alla seconda, mentre la prima si ferma e dopo l'urto avrà velocità nulla. A questo punto, nel secondo urto tra la seconda pallina e la terza ferma, dalla conservazione della quantità di moto, si può ricavare la velocità finale dei due corpi che rimangono attaccati

$$p_0 = m_2 v_0 = (m_2 + m_3)v_F \qquad v_F = \frac{p_0}{m_2 + m_3} = 2\ m/s\ .$$

Esercizio 4
La sfera inizierà a fluttuare quando la forza di Archimede, a cui essa è soggetta per effetto del fluido (aria) in cui si trova immersa, supererà la forza peso. Questo avverrà quando la densità dell'aria (che si suppone dipendere dalla pressione secondo l'equazione di stato dei gas perfetti) diverrà uguale o superiore a quella del materiale di cui è fatta la sfera rigida. Quest'ultima densità risulta essere:

$$\rho_{\mathrm{SF}} = \frac{m_{\mathrm{SF}}}{V_{\mathrm{SF}}} = 100\ kg/m^3$$

la pressione dell'aria è legata alla sua densità da

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{\rho_{\mathrm{aria}}}{M}RT$$

e la pressione minima si ottiene sostituendo alla densità dell'aria quella della sfera rigida:

$$P = \frac{\rho_{\mathrm{aria}}}{M}RT = \frac{\rho_{\mathrm{SF}}}{M}RT = 8.6 \cdot 10^6 Pa$$

Esercizio 5
Nella prima isoterma da A a B il lavoro è:

$$L_{AB} = nRT_A \ln\frac{V_B}{V_A} = nRT_A \ln 4.$$

Nell'isobara da B a C il lavoro è:

$$L_{BC} = P_B(V_C - V_B) = -P_B V_B/2 = -nRT_B/2 = -nRT_A/2.$$

Inoltre sappiamo che

$$P_C V_C = nRT_C = P_B V_B/2 = nRT_A/2$$

e quindi che $T_C = T_A/2$. Nella compressione isoterma:

$$L_{CD} = nRT_C \ln \frac{V_D}{V_C} = -nRT_A \frac{\ln 2}{2}.$$

mentre nell isocora $L_{DA} = 0$. Abbiamo quindi:

$$Q_{\text{tot}} = L_{\text{tot}} = L_{AB} + L_{BC} + L_{CD} + L_{DA} = nRT_A(\ln 4 - \frac{1}{2} - \frac{\ln 2}{2}) = 2691\text{J}.$$

Esercizio 6

Sulla superficie interna del guscio sferico è presente una carica $Q_i = -q = -5$ nC. Siccome la carica totale sul guscio deve essere uguale a $Q = 10$ nC, sulla superficie esterna del guscio sarà presente una carica $Q_e = 15$ nC. Grazie al teorema di Gauss ed alla simmetria sferica del problema, il campo elettrico E_{r_i} all'interno della cavità dipende solo dalla carica q e risulta essere:

$$E_{r_i} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r_i^2} = 1125\text{N/C}$$

mentre all'esterno del guscio E_{r_e} dipende dalla somma della carica sul guscio e di quella interna ad esso:

$$E_{r_e} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q+q}{r_e^2} = 540\text{N/C}$$

Esercizio 7

Una carica che entra in un campo magnetico compie una traiettoria circolare, ed in questo caso una semicirconferenza prima di andare a sbattere, il cui raggio dato da

$$qvB = m\frac{v^2}{r} \qquad r = \frac{mv}{qB} \ .$$

Se gli ioni di idrogeno e di elio entrano nello stesso punto nella regione in cui è presente il campo magnetico, esse andranno a sbattere ad una distanza $d = 2r$ dal punto in cui sono entrate, quindi rispettivamente

$$d_H = \frac{m_H v}{q_H B} \qquad d_{He} = \frac{m_{He} v}{q_{He} B} \ .$$

La distanza tra i due, data nel testo, è $\Delta d = d_{He} - d_H$ quindi

$$\Delta d = \frac{m_{He} v}{q_{He} B} - \frac{m_H v}{q_H B} = \frac{4 m_p v}{2e\ B} - \frac{m_p v}{e\ B} = \frac{m_p v}{e\ B} \qquad \Rightarrow \qquad B = \frac{m_p v}{e\ \Delta d} = 0.01\ T\ .$$

Esercizio 8

Usiamo la legge di Snell per l'interfaccia 2-3:

$$\frac{n_3}{n_2} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_3} = \sin\theta_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Per l'interfaccia 1-2 invece:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Abbiamo quindi che

$$n_2 = \frac{n_1}{\sqrt{2}} = 1.56 \qquad\qquad n_3 = \frac{n_2}{\sqrt{2}} = 1.1$$