Facoltà di Farmacia e Medicina - A.A. 2018-2019
10 Giugno 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

Due automobili viaggiano alla stessa velocità di 100 km/h, distanti tra loro 10 m. Ad un certo punto il guidatore di quella più avanzata inizia a decelerare con $a_1 = -1.5\ m/s^2$ mentre il guidatore della seconda se ne accorge solo 1 s dopo e decelera con la stessa decelerazione ($a_2 = a_1$). Quanto spazio percorre la prima auto da quando inizia a frenare? Quanto distano le auto quando sono ferme? $\Delta x_1 =$ ______; $x_2(f) - x_1(f) =$ ______

Esercizio 2. Dinamica

Una palla di 0.7 kg viene lanciata verso l'alto con una velocità iniziale v_0 =25 m/s. Se l'aria oppone un attrito costante pari a F_{attr}=2.8 N, si calcoli l'altezza massima raggiunta dalla palla e la velocità di essa quanto tocca di nuovo il suolo. $h_{max} =$ ______; $v_f =$ ______

Esercizio 3. Urti ed Energia

Un proiettile di massa m =1 g che viaggia alla velocità di 40 m/s si conficca in un blocco di massa M =0.15 kg, inizialmente fermo su un piano orizzontale scabro. Sapendo che il coefficiente di attrito dinamico tra il blocco ed il piano è $\mu_d = 0.6$, di quanto si sposta il blocco rispetto alla posizione iniziale? $\Delta x =$ ________

Esercizio 4. Fluidi

In un tubo, situato al piano strada, di sezione 4 cm^2 scorre acqua alla velocità di 2 m/s e pressione di 2 atmosfere verso le tubature di un appartamento al secondo piano, situato a 5 m da terra. L'acqua esce da due rubinetti con condutture di sezione 2 cm^2 ciascuno. Determinare la pressione con cui esce l'acqua nel caso in cui entrambi i rubinetti siano aperti o quello in cui uno dei due sia chiuso. $p_{out,2} =$ ______; $p_{out,1} =$ ______

Esercizio 5. Calorimetria

Un lingotto d'oro (ρ_{Au}=19.32 g/cm^3, c. spec. c_{Au}=129 J/Kg^{o}C) di dimensioni 10.0x6.0x0.9 cm^3 e posto a una temperatura T_{Au}=500 °C, viene immerso in un calorimetro contenente 5 Kg d'acqua a T_{acqua}=20 °C. Trovare la temperatura di equilibrio T_{eq}. In seguito la temperatura dell'acqua viene portata a 25 °C, e un lingotto di materiale sconosciuto, di massa m_X=1.5 Kg e posto a una temperatura T_X=400 °C, viene inserito nel calorimetro. Se la nuova temperatura di equilibrio del sistema è pari a 31.0 °C, qual è il calore specifico del materiale di cui è composto il lingotto? $T_{eq} =$ ______; $c_X =$ ______

Esercizio 6. Campo elettrico

Su due armature piane e parallele, di area 1 m^2 e distanti tra loro 1.0 mm, sono disposte cariche di egual modulo, Q=1.2 μC, e segno opposto. Trovare il campo elettrico E nello spazio tra le due armature, la differenza di potenziale ΔV tra le due armature, e la capacità C del condensatore da esse formato.
$E =$ ________; $\Delta V =$ ________; $C =$ ________

Esercizio 7. Campo magnetico

Un protone si muove verso l'alto di moto rettilineo uniforme (velocità v=2.3x10^6 m/s), fino a che non entra in una regione di spazio caratterizzata dalla presenza di un campo magnetico uniforme di modulo B=0.45 T, diretto verso l'interno del foglio. Sotto l'effetto della forza magnetica, la particella segue una traiettoria semicircolare di raggio r, che la porta infine a uscire dalla regione in cui è presente il campo magnetico. Scrivere la seconda Legge di Newton per il sistema, e trovare r. Qual è il modulo della velocità v_f all'uscita della regione in cui è presente il campo magnetico? Qual è il lavoro totale L_{tot} compiuto dalla forza magnetica sul protone?
$r =$ ________; $v_f =$ ________; $L_{tot} =$ ________

Esercizio 8. Onde

Una corda di massa m=353 g e lunghezza L=4.1 m è posta a una tensione T=112 N. Calcolare la lunghezza d'onda λ e il numero d'onda k di un'onda di frequenza f=143 Hz, considerando che quest'ultima si propaga nella corda con velocità v=$\sqrt{T/\mu}$ (dove μ è la densità lineare della corda). $\lambda =$ ______; $k =$ ______

Soluzioni

Esercizio 1. Cinematica

Ci sono molti modi per risolvere questo esercizio. Se consideriamo come riferimento assoluto un asse x con l'origine nel punto in cui si trova la seconda auto quando la prima inizia a decelerare, si ha che la prima macchina si trova a $x_1(0) = 10$ m e da li comincia a frenare. Lo spazio di frenata si può ricavare dalla formula per il moto uniformemente accelerato

$$\Delta x = \frac{v_f^2 - v_{in}^2}{2a} = 257.2\ m$$

quindi quando la prima auto si ferma si trova, rispetto all'asse definito, nella posizione

$$x_1(v_1 = 0) = x_1(0) + \Delta x = 267.2\ m\ .$$

L'auto che segue per il primo secondo continua di moto rettilineo uniforme alla velocità v_0, arrivando quindi al punto $x_1(1\ s) = 27.8$ m. Da qui frena nello stesso modo della prima auto e quindi si fermerà in un tratto della stessa lunghezza Δx. Quando sarà ferma si troverà nella posizione

$$x_2(v_2 = 0) = x_1(1\ s) + \Delta x = 285\ m$$

e la distanza tra le due sarà quindi di 17.8 m.

Esercizio 2. Dinamica

Durante la salita la palla è decelerata sia dalla forza di gravità, che le imprime una decelerazione g (verso il basso) sia dalla forza di attrito, che le imprime una decelerazione $a_{att} = F_{att}/m = 4$m/s. La posizione verticale e velocità nella salita seguono le equazioni

$$y(t) = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}a_{att}t^2 \qquad v_y(t) = v_0 - (g + a_{att})t\ .$$

Per sapere il punto massimo raggiunto basta ricavare l'istante in cui la velocità diventa nulla e sostituirlo nell'equazione della posizione

$$t = \frac{v_0}{g + a_{attr}} = 1.8\ s \qquad y_{max} = 22.6\ m\ .$$

Dal punto raggiunto, nella discesa, la palla è accelerata dalla forza di gravità, che imprime un'accelerazione pari a g, ma è frenata dalla forza di attrito, che produce un accelerazione in modulo pari a quella di prima ma di verso opposto al moto. Le equazioni del moto sono quindi

$$y(t) = y_{max} - \frac{1}{2}gt^2 + \frac{1}{2}a_{att}t^2 \qquad v_y(t) = -gt + a_{att}t\ .$$

Per sapere la velocità quando tocca il suolo, basta calcolare l'istante in cui y(t) vale 0 e sostituirlo nell'espressione della velocità

$$\frac{1}{2}(g - a_{att}) * t^2 = y_{max} \qquad t = \sqrt{\frac{2y_{max}}{g - a_{att}}} = 2.8\ s \qquad v_y(2.8\ s) = (a_{att} - g)\sqrt{\frac{2y_{max}}{g - a_{att}}} = -16.2\ m/s\ ,$$

che risulta negativa poichè rivolta verso il basso.

Esercizio 3. Urti ed Energia

Nell'urto completamente anelastico, dalla conservazione della quantità di moto totale si può ricavare la velocità con cui il blocco ed il proiettile si muovono dopo l'urto:

$$m_p v_0 = (m_p + M_b)v_F \qquad v_F = \frac{m_p v_0}{m_p + M_b} = 0.26\ m/s$$

Da questo istante in poi la forza di attrito esercitata tra il piano ed il blocco, pari a $F_{attr} = \mu_d * g * (m_p + M_b) =$ 0.9 N frena il blocco on una decelerazione di modulo costante pari a $a_{attr} = F_{attr}/(m_p + M_b) = \mu_d * g =$ 5.9 m/s^2. La distanza di cui si sposta il blocco, Δx, si può ricavare utilizzando la stessa formula dell'es. 1

$$\Delta x = \frac{v_f^2 - v_{in}^2}{2a} = \frac{-v_F^2}{2a_{attr}} = 6\ mm\ .$$

Esercizio 4. Fluidi

Per risolvere questo esercizio serve utilizzare la legge sulla conservazione della portata ed il teorema di Bernoulli. Vediamo prima il caso in cui entrambi i rubinetti siano aperti e poi quello in cui uno dei due è chiuso. Indicando con 1 le proprietà del fluido nel condotto al piano strada e 2 quelle nelle condutture dell'appartamento, la conservazione della portata ci dice che

$$Q_1 = Q_2(1) + Q_2(2) = 2Q_2 \qquad S_1 v_1 = 2S_2 v_2 \qquad \Rightarrow v_2 = \frac{S_1 v_1}{2S_2} = 2\ m/s$$

da cui abbiamo ricavato la velocità del fluido nei rubinetti. Il teorema di Bernoulli tra il condotto principale e ciascuno dei rubinetti si scrive come

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h \qquad \Rightarrow p_2 = p_1 + \frac{1}{2}\rho\left(v_1^2 - v_2^2\right) - \rho g h = 1.5\ atm\ .$$

Nel caso in cui uno dei due rubinetti sia chiso, il fluido dovrà uscire solo dall'altro, quindi cambierà il risultato della conservazione della portata

$$Q_1 = Q_2(1) = Q_2 \qquad S_1 v_1 = S_2 v_2 \qquad \Rightarrow v_2 = \frac{S_1 v_1}{S_2} = 4\ m/s$$

Il teorema di Bernoulli si applica allo stesso modo ma, vista la diversa velocità v_2, darà un diverso risultato

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h \qquad \Rightarrow p_2 = p_1 + \frac{1}{2}\rho\left(v_1^2 - v_2^2\right) - \rho g h = 1.45\ atm\ .$$

Esercizio 5. Calorimetria

Eguagliando l'energia rilasciata dal lingotto d'oro a quella ceduta all'acqua otteniamo

$$\mathrm{m_{Au}} c_{\mathrm{Au}}(\mathrm{T_{Au}} - \mathrm{T_{eq}}) = \mathrm{m_{acqua}} c_{\mathrm{acqua}}(\mathrm{T_{eq}} - \mathrm{T_{acqua}})$$

da cui si ricava facilmente

$$\mathrm{T_{eq}} = \frac{\mathrm{m_{Au}} c_{\mathrm{Au}} \mathrm{T_{Au}} + \mathrm{m_{acqua}} c_{\mathrm{acqua}} \mathrm{T_{acqua}}}{\mathrm{m_{Au}} c_{\mathrm{Au}} + \mathrm{m_{acqua}} c_{\mathrm{acqua}}} = 23\ ^{\circ}\mathrm{C}$$

Analogamente, se vogliamo trovare il calore specifico del materiale di cui è fatto il secondo lingotto dobbiamo scrivere

$$\mathrm{m_X} c_{\mathrm{X}}(\mathrm{T_X} - \mathrm{T_{eq}}) = \mathrm{m_{acqua}} c_{\mathrm{acqua}}(\mathrm{T_{eq}} - \mathrm{T_{acqua}})$$

Da cui si ricava

$$c_{\mathrm{X}} = \frac{\mathrm{m_{acqua}} c_{\mathrm{acqua}}(\mathrm{T_{eq}} - \mathrm{T_{acqua}})}{\mathrm{m_X}(\mathrm{T_X} - \mathrm{T_{eq}})} = 227\ \mathrm{J/Kg^{o}C}$$

Esercizio 6. Campo elettrico

Il campo elettrico generato da un piano uniformemente carico in un punto posto (1) a grande distanza dai bordi del piano (2) a una distanza dalla superficie piccola rispetto alle dimensioni del piano stesso, si può approssimare al campo generato da un piano infinito. Per una densità superficiale di carica σ=Q/A, si ha (per il teorema di Gauss) che $\mathrm{E_{piano}}=\sigma/2 \cdot \epsilon_0$. Dal momento che i versi dei campi generati da due piani di carica opposta sono concordi nella regione tra i due piani, il campo totale è naturalmente pari a

$$\mathrm{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{\mathrm{Q}}{\epsilon_0 \cdot \mathrm{A}} = 1.4 \cdot 10^5\ \mathrm{V/m}$$

Il campo è approssimativamente costante nella regione tra le armature, per cui la differenza di potenziale tra le armature (distanti d=1.0 mm) è

$$\Delta\mathrm{V} = \mathrm{E} \cdot d = 140\ \mathrm{V}$$

Infine, per la capacità di condensatore piano possiamo scrivere

$$\mathrm{C} = \frac{\mathrm{Q}}{\Delta\mathrm{V}} = \frac{\mathrm{A} \cdot \epsilon_0}{d} = 8.85\ \mathrm{nF}.$$

Esercizio 7. Campo magnetico

La forza magnetica agente sul protone è $\mathrm{F_M} = q_\mathrm{P} \cdot \overrightarrow{\mathrm{v}} \times \overrightarrow{\mathrm{B}}$; quindi, per una velocità inizialmente diretta verso l'alto e un campo magnetico uniforme ed entrante nel foglio, la forza magnetica è diretta verso sinistra. Ciò naturalmente porta la particella a deviare anch'essa verso sinistra, mantenendo però per tutto il suo percorso una velocità perpendicolare alla forza magnetica. Il fatto che la forza magnetica sia sempre perpendicolare alla direzione del moto implica che essa non compia lavoro sulla particella, il che da un lato risponde all'ultima parte di questo esercizio (Ltot=0), e dall'altro significa che l'energia cinetica, e quindi il modulo della velocità, si conservino lungo la traiettoria. Ciò risponde al secondo quesito, per cui v_f=2.3x10^6m/s. A questo punto, dal momento che la particella si muove con modulo della velocità costante e traiettoria sempre perpendicolare alla forza esercitata su di essa (e quindi alla sua accelerazione), è chiaro che siamo in presenza di un moto circolare uniforme, per cui per la seconda Legge di Newton si ha

$$m_\mathrm{P} a_c = m_\mathrm{P} \cdot \frac{\mathrm{v}^2}{\mathrm{r}} = \mathrm{F_M} = q_\mathrm{P} \mathrm{vB}$$

da cui

$$r = \frac{m_\mathrm{P}\mathrm{v}}{q_\mathrm{P}\mathrm{B}} = 5.3 \text{ cm}$$

Esercizio 8. Onde

La velocità di propagazione dell'onda nella corda è pari a $\mathrm{v}=\sqrt{\mathrm{T}/\mu}$=36 m/s, per cui

$$\lambda = \frac{\mathrm{v}}{\mathrm{f}} = 25 \text{ cm}$$

e

$$\mathrm{k} = \frac{2\pi}{\lambda} = 0.25 \text{ cm}^{-1}.$$