

FISICA PER SCIENZE BIOLOGICHE MOLECOLARI C

Compitino del 4.06.2009

Esercizio A

Al momento del decollo, le ali di un aeroplano sono sagomate in modo che l'aria sopra e sotto di esse scorra con velocità molto diversa. Rispetto all'aereo, la velocità dell'aria sopra le ali vale $v_{sopra} = 68.8 \text{ m/s}$, mentre $v_{sotto} = 7.56 \text{ m/s}$. Si supponga che le ali abbiano uno spessore di $h = 0.228 \text{ m}$.

Domanda n. 1: Si trovi la differenza di pressione $P_{sotto} - P_{sopra}$.

Esercizio B

Il conducente di un'automobile, mentre sta percorrendo una strada rettilinea in salita con velocità $v_0 = 33.6 \text{ m/s}$, decide di frenare. Il coefficiente di attrito dinamico tra le ruote e l'asfalto è $\mu_c = 0.64$ e il piano stradale forma un angolo di $\theta = 30^\circ$ con l'orizzontale. In riferimento al momento iniziale della frenata:

Domanda n. 2: calcolare la velocità dell'automobile dopo $t = 2.27 \text{ s}$;

Domanda n. 3: calcolare lo spazio percorso dall'automobile prima di arrestarsi completamente.

Esercizio C

Un tratto di un elettrodotto è composto da un filo orizzontale disposto lungo la direzione *nord-sud* (denominata x in questo esercizio) di lunghezza $L = 208 \text{ m}$ in cui scorre una corrente $I = 128 \text{ A}$ (anch'essa diretta *nord-sud*). In quella zona il vettore campo magnetico terrestre ha le componenti $B = (B_x, 0, B_z)$ (la direzione z coincide con la verticale), con $B_x = 0.000195 \text{ T}$ e $B_z = -0.000567 \text{ T}$.

Domanda n. 4: Calcolare il modulo della forza agente sul filo.

L'elettrodotto è sospeso ad una altezza di $Z = 12.3 \text{ m}$ rispetto al suolo. Una persona si pone sotto il filo, a metà circa della sua lunghezza, con uno strumento in grado di misurare il campo magnetico.

Domanda n. 5: Calcolare la componente y del campo magnetico rilevato dallo sperimentatore.

Esercizio D

Un circuito elettrico è composto da un generatore di tensione $V = 5.27 \text{ V}$, una resistenza $R = 15.3 \text{ k}\Omega$ e un condensatore $C = 70.4 \text{ }\mu\text{F}$, collegati in serie. Ad un certo istante il generatore viene cortocircuitato, e il condensatore si scarica sulla resistenza.

Domanda n. 6: Dopo quanto tempo la carica sul condensatore si è ridotta al 50% della carica iniziale?

Esercizio E

Due corpi celesti di massa uguale $M = 79.8 \cdot 10^{27} \text{ kg}$ formano un sistema binario, ruotando insieme rispetto al centro di massa del sistema stesso mantenendo una distanza tra loro di $D = 5.33 \cdot 10^9 \text{ m}$.

Domanda n. 7: Calcolare il periodo di rotazione del sistema.

Domanda n. 8: Calcolare il modulo del campo gravitazionale dovuto ai due corpi in un punto a distanza $X = 280 D$ dal centro di massa del sistema.

Esercizio F

Ad un estremità di una molla di massa trascurabile e costante elastica $k = 29.3 \text{ N/m}$ è fissato un corpo di massa $m_1 = 1.44 \text{ kg}$. Il tutto è posto su un piano orizzontale senza attrito. Un secondo corpo di massa $m_2 = 6m_1$ urta il primo e vi si attacca; prima dell'urto la sua velocità è $v = 2.69 \text{ m/s}$. L'altra estremità della molla è fissata ad una parete, e la molla inizialmente è a riposo, nell'urto si comprime e poi comincia ad oscillare.

Domanda n. 9: Calcolare il periodo di oscillazione T del sistema masse + molla.

Domanda n. 10: Calcolare il valore della compressione massima della molla.

Soluzioni

Esercizio A

Risposta alla domanda n. 1: Per il teorema di Bernoulli si ha:

$$P_{\text{sotto}} - P_{\text{sopra}} = \rho_{\text{aria}} \left[gh + \frac{1}{2}(v_{\text{sopra}}^2 - v_{\text{sotto}}^2) \right]$$

Esercizio B

Sull'automobile agiscono la forza peso, la reazione del vincolo, e la forza di attrito dinamico. Utilizzando un sistema di assi $[x, y]$ con x parallelo al piano stradale e diretto lungo la direzione percorsa dall'automobile, e y perpendicolare ad esso, si ha per le forze agenti su di essa

$$\begin{aligned} F_x &= -mg \sin \theta - \mu_c N \\ F_y &= -mg \cos \theta + N = 0 \end{aligned}$$

da cui si ricava

$$a_x = -g(\sin \theta + \mu_c \cos \theta)$$

Risposta alla domanda n. 2:

$$v(t) = v_0 - g(\sin \theta + \mu_c \cos \theta)t$$

Risposta alla domanda n. 3: L'auto si ferma quando il lavoro complessivo delle forze agenti su di essa bilancia l'energia cinetica iniziale (che possedeva cioè all'inizio della frenata); se x è lo spazio di frenata si ha:

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{1}{2}mv_0^2 + F_x x \\ x &= \frac{v_0^2}{2g(\sin \theta + \mu_c \cos \theta)} \end{aligned}$$

Esercizio C

Risposta alla domanda n. 4: La forza agente sul filo risulta:

$$\begin{aligned} \vec{F}_B &= I \vec{L} \wedge \vec{B} \\ |F_B| &= IL_x B_z \end{aligned}$$

Risposta alla domanda n. 5:

$$B_{\text{filo}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi Z}$$

Esercizio D

Risposta alla domanda n. 6: Durante la scarica di un condensatore su una resistenza il valore della carica decade esponenzialmente con costante tempo $\tau = RC$; se f è la frazione di carica richiesta, si ha:

$$\begin{aligned}Q(t) &= Q_0 e^{-t/\tau} \\f &= \frac{Q(t)}{Q_0} = e^{-t/\tau} \\t &= -\tau \log f\end{aligned}$$

Esercizio E

Risposta alla domanda n. 7: Eguagliando la forza di interazione gravitazionale con la forza centripeta necessaria affinché ciascuno dei due corpi percorra la traiettoria indicata si ottiene:

$$\begin{aligned}\frac{GM}{D^2} &= \frac{4\pi^2}{T^2} \frac{D}{2} \\T &= 2\pi \sqrt{\frac{D^3}{2GM}} = \pi \sqrt{\frac{2D^3}{GM}}\end{aligned}$$

Risposta alla domanda n. 8: A grandi distanze, il campo gravitazionale è equivalente al campo generato da una massa uguale alla somma dei due corpi celesti posta nel centro di massa:

$$a_g = \frac{G2M}{X^2}$$

Esercizio F

Risposta alla domanda n. 9: Chiamando δ il rapporto m_2/m_1 si ha:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_1(1 + \delta)}{k}}$$

Risposta alla domanda n. 10: Utilizzando prima la conservazione della quantità di moto nell'urto anelastico tra le due masse e poi la conservazione dell'energia meccanica si ottiene:

$$\begin{aligned}v_0 &= v \frac{m_2}{m_1 + m_2} = v \frac{\delta}{1 + \delta} \\\frac{1}{2} k x^2 &= \frac{1}{2} m_1 (1 + \delta) v_0^2 \\x &= v \sqrt{\frac{m_1}{k}} \frac{\delta}{\sqrt{1 + \delta}}\end{aligned}$$