

FISICA PER SCIENZE BIOLOGICHE MOLECOLARI C

Compitino del 29.05.2009

Esercizio A

Il sistema dei vasi sanguigni del collo di un Camarosauro, animale con il collo molto lungo, può essere pensato come una conduttura con sezione iniziale (alla base del collo) $A_1 = 1.188 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ e sezione finale (vicino alla testa) $A_2 = 0.5314 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. La velocità del sangue alla base del collo è $v_{\text{sangue}} = 1.679 \text{ m/s}$, la sua densità è uguale a quella dell'acqua, e il collo è lungo $L = 4.438 \text{ m}$.

Domanda n. 1: Calcolare la velocità del sangue vicino alla testa.

Domanda n. 2: Calcolare la differenza di pressione tra la base del collo e la testa quando questa è alla massima altezza.

Il Camarosauro avvertiva forti sbalzi di pressione quando spostava la testa (sfruttando tutta la lunghezza del collo) da posizioni vicino al suolo verso l'alto. Chiamando rispettivamente P_b e P_a la pressione del sangue vicino alla testa quando essa è alla quota più bassa e alla quota più alta, e supponendo che le gambe siano più lunghe del collo,

Domanda n. 3: calcolare la differenza di pressione $P_b - P_a$.

Esercizio B

Una carica $Q = 346.1 \mu\text{C}$ è uniformemente distribuita su una sfera di raggio $R = 1.876 \text{ m}$.

Domanda n. 4: Qual è il modulo del campo elettrico a distanza $r_1 = 0.8788 \text{ m}$ dal centro della sfera?

Si assuma la convenzione che il punto rispetto a cui si riferisce il potenziale sia un punto posto sul bordo della sfera invece di un punto a distanza infinita, quindi $V(R) = 0$.

Domanda n. 5: Calcolare il valore del potenziale elettrostatico in un punto posto a distanza $r_2 = 4.005 \text{ m}$ dal centro della sfera.

Esercizio C

Un condensatore cilindrico costituito da due cilindri coassiali di raggio $R_{\text{int}} = 0.1279 \text{ m}$ e $R_{\text{ext}} = 0.6396 \text{ m}$ e altezza $H = 2.662 \text{ m}$ viene collegato ad una sorgente di differenza di potenziale $\Delta V = 11.38 \text{ V}$. Si ignorino effetti di bordo, e si consideri il condensatore come ideale.

Domanda n. 6: Calcolare la capacità del condensatore.

Una carica $q = 58.02 \mu\text{C}$ si stacca dal cilindro posto a potenziale più alto e arriva sino al secondo cilindro.

Domanda n. 7: Qual è l'energia che la carica ha acquistato?

Esercizio D

Uno ione di massa $M = 258.9 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ e carica $Q = 2e$ ($e = -1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ carica dell'elettrone) entra nella camera di uno spettrometro di massa in cui c'è un campo magnetico $B = 1.008 \text{ T}$; lo ione ha una velocità iniziale $v_0 = 4692 \text{ m/s}$ diretta perpendicolarmente al campo magnetico.

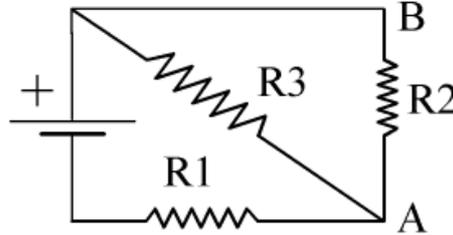
Domanda n. 8: Calcolare lo spostamento subito dallo ione in direzione trasversale (ortogonale sia rispetto alla direzione di v_0 che di B) al momento in cui esce dalla camera.

Esercizio E

Un circuito è costituito da una pila che genera ai suoi capi una differenza di potenziale $\mathcal{E} = 10.67 \text{ V}$, da tre resistenze $R_1 = 312.7 \Omega$, $R_2 = 406 \Omega$ e $R_3 = 406 \Omega$ disposte come in figura.

Domanda n. 9: Calcolare la corrente I che attraversa la resistenza R_1 .

Domanda n. 10: Calcolare la differenza di potenziale V_{BA} fra i punti B e A.



Soluzioni

Esercizio A

Risposta alla domanda n. 1: Applicando la conservazione della portata:

$$v_2 = v_1 \frac{A_1}{A_2}$$

Risposta alla domanda n. 2: Applicando il teorema di Bernoulli si ha:

$$P_{base} - P_{testa} = \rho \left[\frac{1}{2} v_1^2 \left(\left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1 \right) + gL \right]$$

Risposta alla domanda n. 3: Sempre applicando il teorema di Bernoulli, tenendo conto che nella posizione a e b la velocità del sangue è la stessa, si ha:

$$P_b - P_a = \rho g(z_a - z_b) = 2\rho gL$$

Esercizio B

Risposta alla domanda n. 4: Internamente alla sfera, il campo elettrico è dovuto al contributo delle sole cariche interne alla superficie a cui il punto richiesto appartiene; applicando il teorema di Gauss, si ottiene:

$$E_{int}(r_1) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} Q \frac{r_1}{R^3}$$

Risposta alla domanda n. 5: Dalla definizione di potenziale elettrostatico, tenendo conto che il campo elettrico all'esterno della sfera equivale a quello generato da una carica puntiforme, e che si è posto $V(R) = 0$ si ha:

$$V(r_2) = V(r_2) - V(R) = - \int_R^{r_2} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} Q \frac{1}{r} \Big|_R^{r_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} Q \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{R} \right)$$

Esercizio C

Risposta alla domanda n. 6: La capacità di un condensatore cilindrico è:

$$C = 2\pi\epsilon_0 \frac{H}{\ln\left(\frac{R_{ext}}{R_{int}}\right)}$$

Risposta alla domanda n. 7: L'energia acquistata dalla carica equivale alla differenza di potenziale tra le due armature del condensatore:

$$\Delta E = q \Delta V$$

Esercizio D

Risposta alla domanda n. 8: Lo ione percorre una traiettoria circolare e lo spostamento D richiesto corrisponde al diametro della traiettoria stessa; utilizzando l'espressione della forza di Lorentz e la relazione tra accelerazione e raggio in una traiettoria circolare si ottiene:

$$\begin{aligned} Ma &= QvB \\ a &= \frac{v^2}{r} \\ D &= 2r = 2\frac{Mv}{QB} \end{aligned}$$

Esercizio E

Risposta alla domanda n. 9: Le resistenze del circuito sono disposte in modo che la resistenza totale è data dalla serie di R_1 e della resistenza equivalente al parallelo di R_2 con R_3 . Dato che $R_2 = R_3$, il parallelo delle due resistenze equivale ad una resistenza di valore metà di esse. La corrente cercata vale quindi:

$$\begin{aligned} R_{tot} &= R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = R_1 + \frac{R_2}{2} \\ I &= \frac{V}{R_{tot}} \end{aligned}$$

Risposta alla domanda n. 10: Per la differenza di potenziale V_{BA} si ha:

$$V_{BA} = V - R_1 I = V \left(1 - \frac{R_1}{R_{tot}}\right)$$