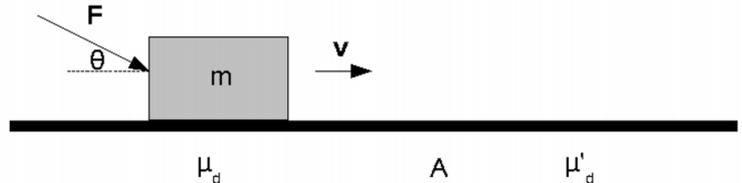


Prova scritta di FISICA

PER SCIENZE BIOLOGICHE MOLECOLARI A, B e C (ord. 509)
PER SCIENZE ECOLOGICHE E DELLA BIODIVERSITA' (ord. 509)
PER BIOLOGIA A, B e C (ord. 270)
15.09.2010

Esercizio A: Meccanica

Un corpo di massa m si muove su una guida rettilinea orizzontale scabra (coefficiente di attrito dinamico μ_d) con velocità costante v . Sul corpo è applicata una forza costante F di modulo incognito e inclinata di un angolo θ come mostrato in figura.



Tenendo conto della presenza del campo gravitazionale, determinare:

Domanda n. 1: il modulo della forza F in funzione di θ , μ_d , g e m ;

Domanda n. 2: il lavoro totale fatto sul corpo in un tratto L e il lavoro compiuto dalla forza F nello stesso tratto. A partire dal punto A mostrato in figura il corpo entra in una regione caratterizzata da un attrito dinamico $\mu'_d = 2\mu_d$. La forza F , che rimane invariata, nelle domande seguenti può essere considerata nota.

Determinare:

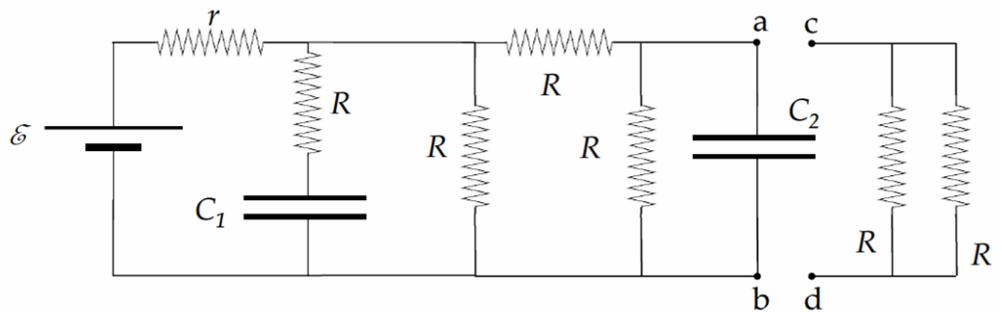
Domanda n. 3: l'accelerazione (modulo, direzione e verso) del corpo, specificando chiaramente se il verso dell'accelerazione è concorde o discorde con quello della velocità iniziale v ;

Domanda n. 4: la distanza d percorsa prima di fermarsi a partire dal punto A;

Domanda n. 5: l'energia dissipata nel tratto d .

Esercizio B: Elettromagnetismo

Il circuito elettrico mostrato in figura si compone della resistenza $r = 4 \text{ k}\Omega$, delle quattro resistenze uguali $R = 12 \text{ k}\Omega$, e dei condensatori $C_1 = 0.2 \text{ mF}$ e $C_2 = 0.8 \text{ mF}$. Il generatore di tensione ha un valore nominale di $\mathcal{E} = 36 \text{ V}$.



Una volta che il circuito ha raggiunto lo stato stazionario, calcolare:

Domanda n. 6: la potenza totale dissipata per effetto Joule nel circuito;

Domanda n. 7: la differenza di potenziale ai capi del condensatore C_1 ;

Domanda n. 8: la carica sulle armature del condensatore C_2 .

Il condensatore C_2 viene poi disconnesso dai punti a e b e connesso nei punti c e d ai due resistori R in parallelo.

Domanda n. 9: Calcolare la carica sulle armature del condensatore C_2 dopo 5 secondi dal momento della connessione a c e d .

Domanda n. 10: Calcolare l'energia complessiva dissipata in ciascuno dei due resistori R durante la scarica di C_2 .

Soluzioni

Esercizio A: Meccanica

Risposta alla domanda n. 1: Poichè il corpo si muove di moto rettilineo uniforme, la risultante delle forze applicate su di esso deve essere nulla. Quindi:

$$mg + F \sin \theta = N, \quad F \cos \theta = \mu_d N$$

da cui segue che il modulo della forza è

$$F = \frac{\mu_d mg}{\cos \theta - \mu_d \sin \theta}$$

Risposta alla domanda n. 2: l'energia cinetica del corpo è costante quindi per il teorema delle forze vive il lavoro totale fatto sul corpo stesso è nullo. Il lavoro fatto dalla forza costante \mathbf{F} nel tratto L è invece

$$W_F = \mathbf{F} \cdot \mathbf{L} = \frac{\mu_d mg L \cos \theta}{\cos \theta - \mu_d \sin \theta}$$

Risposta alla domanda n. 3: Applicando la seconda legge di Newton si ottiene

$$mg + F \sin \theta = N, \quad F \cos \theta - \mu'_d N = ma$$

da cui

$$\mathbf{a} = \frac{F (\cos \theta - 2\mu_d \sin \theta) - 2\mu_d mg}{m} \hat{\mathbf{x}} = -\frac{\cos \theta}{\cos \theta - \mu_d \sin \theta} \mu_d g \hat{\mathbf{x}}$$

dove $\hat{\mathbf{x}}$ indica direzione e verso della velocità iniziale \mathbf{v} .

Risposta alla domanda n. 4: applicando le leggi che descrivono il moto uniformemente accelerato si ottiene immediatamente che il corpo si ferma dopo un tratto d a partire dal punto A lungo:

$$d = \frac{v^2}{2a} = \frac{v^2 \cos \theta - \mu_d \sin \theta}{2 \mu_d g \cos \theta}$$

Risposta alla domanda n. 5: l'energia dissipata nel tratto d è

$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

Esercizio B: Elettromagnetismo

In condizioni stazionarie la corrente nei rami che contengono i condensatori è nulla: questi rami possono allora essere sostituiti con circuiti aperti. Tenendo conto di ciò, il circuito ha una resistenza equivalente che deriva semplicemente dalla serie di r con il parallelo di $2R$ e R :

$$R_{eq} = r + R_{par} = r + \frac{2R}{3} = 12 \text{ k}\Omega$$
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}} = 3 \text{ mA}$$

Risposta alla domanda n. 6: La potenza totale dissipata nel circuito è uguale a quella fornita dalla batteria che è data dal prodotto tensione-corrente:

$$P_{tot} = V I = 108 \text{ mW}$$

Risposta alla domanda n. 7: La differenza di potenziale ai capi del condensatore C_1 è calcolabile tenendo conto della caduta di potenziale ai capi di r (dato che in condizioni stazionarie nel ramo $R - C_1$ non scorre corrente):

$$V_{C_1} = \mathcal{E} - rI = 24V$$

Risposta alla domanda n. 8: La differenza di potenziale ai capi del condensatore C_2 è invece uguale alla metà della V_{C_1} (dato che C_2 è connesso a metà tra le due resistenze R); la carica su C_2 vale quindi:

$$Q_{C_2} = C_2 V_{C_2} = \frac{1}{2} C_2 V_{C_1} = 9.6 \cdot 10^{-3} C$$

Risposta alla domanda n. 9: Quando C_2 è connesso al ramo $c - d$, la scarica avviene con un tempo tipico dato dal prodotto $C_2 R_{eq}$ dove R_{eq} corrisponde alla resistenza equivalente al parallelo delle due resistenze R di scarica, e vale perciò $R/2$:

$$\begin{aligned}\tau &= C_2 \frac{R}{2} = 4.8 \text{ s} \\ Q_{C_2}(t) &= Q_{C_2}(0) e^{-t/\tau} \\ Q_{C_2}(5) &= 3.39 \cdot 10^{-3} C\end{aligned}$$

Risposta alla domanda n. 10: L'energia dissipata in ciascuna resistenza è la metà di quella che era immagazzinata nel condensatore C_2 all'inizio del processo di scarica:

$$E = \frac{1}{2} \frac{1}{2} C_2 V_{C_2}^2 = 29 \text{ mJ}$$