

Corso di Laurea: Ingegneria Informatica
Testo n.XX - Esame di Fisica Generale sessione del 29/1/2021

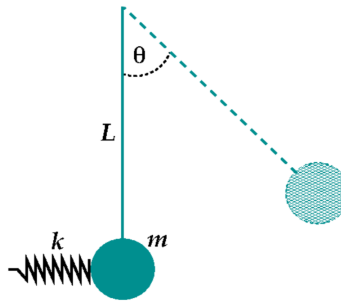
Nome:

Matricola:

Cognome:

Anno di Corso:

ESERCIZIO.1 – Meccanica



(Figura qualitativa a solo scopo illustrativo)

Con riferimento alla figura, un corpo assimilabile a un punto materiale di massa $m = 100 \text{ g}$ è collegato ad un filo, indeformabile e privo di massa, di lunghezza $L = 50 \text{ cm}$. Inizialmente il punto materiale è tenuto fermo nella posizione in cui il filo forma un angolo $\theta_0 = 45^\circ$ con la verticale. Ad un certo istante, il punto materiale viene lasciato cadere. Calcolare:

- 1.a Il modulo della tensione del filo, T , un istante dopo che è stato lasciato cadere

$$T = \dots\dots\dots$$

- 1.b Il modulo della componente normale alla traiettoria del corpo della forza F_n che agisce su di esso, un istante dopo che il corpo è stato lasciato cadere

$$F_n = \dots\dots\dots$$

- 2.a Il modulo della velocità v_1 del punto quando il filo forma un angolo $\theta_1 = 30^\circ$ con la verticale e il modulo della forza F_1 che agisce su di esso

$$v_1 = \dots\dots\dots \quad F_1 = \dots\dots\dots$$

- 2.b Il modulo della velocità v_1 del punto quando il filo forma un angolo $\theta_1 = 30^\circ$ con la verticale, e il modulo delle componenti normale, a_{1n} , e tangenziale, a_{1t} , alla traiettoria della sua accelerazione

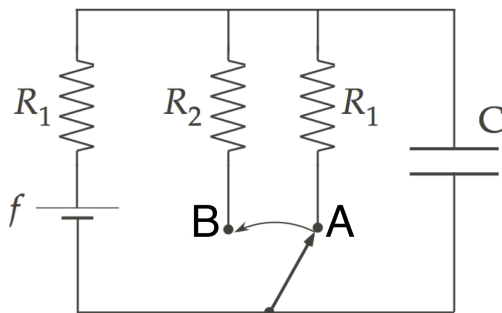
$$v_1 = \dots\dots\dots \quad a_{1n} = \dots\dots\dots \quad a_{1t} = \dots\dots\dots$$

Supponiamo ora che nel suo moto di discesa il corpo vada a comprimere una molla di $d = 1.0 \text{ cm}$ (notare che $d \ll L$). La molla giace sul piano, è fissata a un estremo, è ideale, ha massa nulla, costante elastica k e quando raggiunge la massima compressione (d) il filo forma un angolo $\theta = 0^\circ$.

3. Determinare la costante elastica della molla k

$$k = \dots\dots\dots$$

ESERCIZIO.2 – Elettromagnetismo



(Figura qualitativa a solo scopo illustrativo)

Con riferimento alla figura, il generatore di f.e.m. ha una resistenza interna trascurabile e stabilisce una d.d.p. di 12 V, le resistenze valgono rispettivamente $R_1 = 3 \, \Omega$ e $R_2 = 0.6 \, \Omega$, mentre il condensatore ha una capacità $C = 4 \, \mu F$. Inizialmente il deviatore è commutato su A.

Una volta che il circuito ha raggiunto la condizione di regime, determinare:

- 1.1 La potenza P erogata dal generatore e la carica Q del condensatore

$$P = \dots\dots\dots \quad Q = \dots\dots\dots$$

- 1.2 La potenza P erogata dal generatore e la differenza di potenziale, V_C ai capi del condensatore

$$P = \dots\dots\dots \quad V_C = \dots\dots\dots$$

Il deviatore viene poi commutato nella posizione B.

Una volta che il circuito ha raggiunto la condizione di regime, si determini:

- 2.1 L'energia dissipata, E_{diss} nelle resistenze dopo un intervallo di tempo di Δt secondi

$$E_{diss} = \dots\dots\dots$$

- 2.2 La variazione di energia elettrostatica del sistema, $\Delta E = E_B - E_A$, tra quando il commutatore è deviato su B e quando lo è su A in condizione di regime per entrambi i casi

$$\Delta E = \dots\dots\dots$$

Sempre con il deviatore commutato nella posizione B si riempie il condensatore con un materiale di costante dielettrica relativa $\epsilon_r = 3$ e si aspetta che il circuito raggiunga una nuova condizione di regime. Si determini:

- 3.1 la variazione di energia elettrostatica del sistema, $\Delta E' = E'_B - E_B$

$$\Delta E' = \dots\dots\dots$$

- 3.2 la carica Q' del condensatore

$$Q' = \dots\dots\dots$$

Costanti Utili: $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \, \text{F/m}$

Corso di Laurea: Ingegneria Informatica
Testo n.XX - Esame di Fisica Generale sessione del 29/1/2021

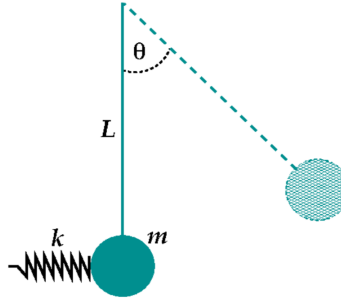
Nome:

Matricola:

Cognome:

Anno di Corso:

ESERCIZIO.1 – Meccanica



(Figura qualitativa a solo scopo illustrativo)

Con riferimento alla figura, un corpo assimilabile a un punto materiale di massa $m = 100 \text{ g}$ è collegato ad un filo, indeformabile e privo di massa, di lunghezza $L = 50 \text{ cm}$. Inizialmente il punto materiale è tenuto fermo nella posizione in cui il filo forma un angolo $\theta_0 = 45^\circ$ con la verticale. Ad un certo istante, il punto materiale viene lasciato cadere. Calcolare:

- 1.a Il modulo della tensione del filo, T , un istante dopo che è stato lasciato cadere

$$T = 0.69 \text{ N}$$

- 1.b Il modulo della componente normale alla traiettoria del corpo della forza F_n che agisce su di esso, un istante dopo che il corpo è stato lasciato cadere

$$F_n = 0 \text{ N}$$

- 2.a Il modulo della velocità v_1 del punto quando il filo forma un angolo $\theta_1 = 30^\circ$ con la verticale e il modulo della forza F_1 che agisce su di esso

$$v_1 = 1.25 \text{ ms}^{-1} \quad F_1 = 5.8 \times 10^{-1} \text{ N}$$

- 2.b Il modulo della velocità v_1 del punto quando il filo forma un angolo $\theta_1 = 30^\circ$ con la verticale, e il modulo delle componenti normale, a_{1n} , e tangenziale, a_{1t} , alla traiettoria della sua accelerazione

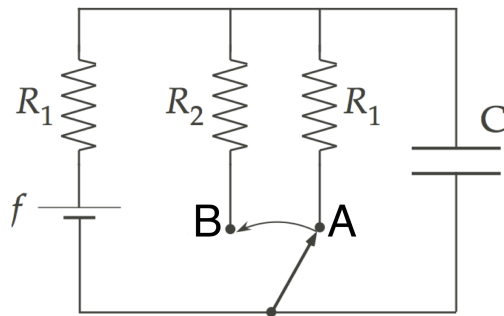
$$v_1 = 1.25 \text{ ms}^{-1} \quad a_{1n} = 3.1 \text{ ms}^{-2} \quad a_{1t} = 4.9 \text{ ms}^{-2}$$

Supponiamo ora che nel suo moto di discesa il corpo vada a comprimere una molla di $d = 1.0 \text{ cm}$ (notare che $d \ll L$). La molla giace sul piano, è fissata a un estremo, è ideale, ha massa nulla, costante elastica k e quando raggiunge la massima compressione (d) il filo forma un angolo $\theta = 0^\circ$.

3. Determinare la costante elastica della molla k

$$k = 2.9 \times 10^3 \text{ Nm}^{-1}$$

ESERCIZIO.2 – Elettromagnetismo



(Figura qualitativa a solo scopo illustrativo)

Con riferimento alla figura, il generatore di f.e.m. ha una resistenza interna trascurabile e stabilisce una d.d.p. di 12 V, le resistenze valgono rispettivamente $R_1 = 3 \, \Omega$ e $R_2 = 0.6 \, \Omega$, mentre il condensatore ha una capacità $C = 4 \, \mu F$. Inizialmente il deviatore è commutato su A.

Una volta che il circuito ha raggiunto la condizione di regime, determinare:

- 1.1 La potenza P erogata dal generatore e la carica Q del condensatore

$$P = 24 \, W \quad Q = 24 \times 10^{-6} \, C$$

- 1.2 La potenza P erogata dal generatore e la differenza di potenziale, V_C ai capi del condensatore

$$P = 24 \, W \quad V_C = 6 \, V$$

L'interruttore viene poi portato nella posizione B. Una volta che il circuito ha raggiunto la condizione di regime, si determini:

- 2.1 L'energia dissipata, E_{diss} nelle resistenze dopo un intervallo di tempo di Δt secondi

$$E_{diss} = 120 \, J$$

- 2.2 La variazione di energia elettrostatica del sistema, $\Delta E = E_B - E_A$, tra quando l'interruttore è chiuso su B e quando è chiuso su A in condizione di regime per entrambi i casi

$$\Delta E = -64 \times 10^{-6} \, J$$

Sempre con il deviatore commutato nella posizione B si riempie il condensatore con un materiale di costante dielettrica relativa $\epsilon_r = 3$ e si aspetta che il circuito raggiunga una nuova condizione di regime. Si determini:

- 3.1 la variazione di energia elettrostatica del sistema, $\Delta E' = E'_B - E_B$

$$\Delta E' = 16 \times 10^{-6} \, J$$

- 3.2 la carica Q' del condensatore

$$Q' = 24 \times 10^{-5} \, C$$

Costanti Utili: $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \, F/m$

Soluzione Esercizio 1

Domanda.1

Immediatamente dopo il lancio la velocità della massa m è nulla e poichè la sua traiettoria è circolare, la componente della forza normale alla traiettoria, F_n , agente sulla massa m è anch'essa nulla. Infatti, in ogni punto di una traiettoria circolare vale $F_n = \frac{mv^2}{L}$. Proiettando le forze agenti sulla massa m lungo la direzione della forza centripeta e indicando con T il modulo della tensione, si ottiene:

$$F_n = T - mg\cos\theta_0 = 0 \quad \Rightarrow \quad T = mg\cos\theta_0 = 0.69 \text{ N}$$

Domanda.2

Durante la fase di discesa, sul sistema compie lavoro solo la forza di gravità che è conservativa, (la tensione sul punto materiale è ortogonale allo spostamento e il punto di applicazione delle forze al vincolo è fisso) di conseguenza l'energia del sistema si conserva. La velocità richiesta, v_1 , può essere calcolata usando la conservazione dell'energia. Prendendo l'origine dell'energia potenziale gravitazionale nella posizione in cui il filo forma l'angolo $\theta = 0$ con la verticale, indicando con $h = L(1 - \cos\theta_0)$ la quota corrispondente a θ_0 con h' la quota di m quando l'angolo è θ_1 , con $h' = L(1 - \cos\theta_1)$, applicando la conservazione dell'energia:

$$mgh' + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh \quad \Rightarrow \quad v_1 = \sqrt{2g(h - h')} = \sqrt{2gL(\cos\theta_1 - \cos\theta_0)} = 1.25 \text{ ms}^{-1}$$

La componente normale dell'accelerazione (a_{1n}) nella posizione individuata dall'angolo θ_1 può essere calcolata direttamente conoscendo il valore della velocità in quel punto. Infatti

$$a_{1n} = \frac{v_1^2}{L} = 2g(\cos\theta_1 - \cos\theta_0) = 3.1 \text{ ms}^{-2}$$

La componente tangenziale dell'accelerazione si ricava dalla seconda legge di Newton. Nel nostro caso:

$$F_{1t} = mgsin\theta_1 \quad \Rightarrow \quad a_{1t} = gsin\theta_1 = 4.9 \text{ ms}^{-2}$$

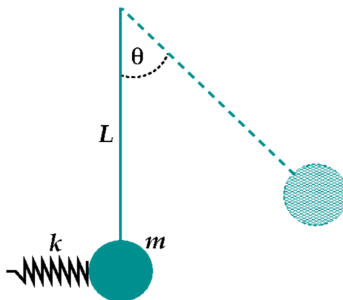
Utilizzando le ultime due equazioni possiamo determinare F_1 :

$$F_1 = \sqrt{F_{1t}^2 + F_{1n}^2} = mg\sqrt{\sin^2\theta_1 + 4(\cos\theta_1 - \cos\theta_0)^2} = 5.8 \times 10^{-1} \text{ N}$$

Domanda.3

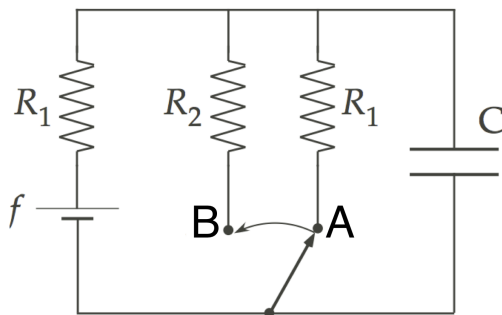
Anche in questo caso, sul sistema agiscono solo forze conservative, la forza elastica e la forza di gravità, di conseguenza l'energia del sistema si conserva e la massima compressione della molla può essere ricavata dalla conservazione dell'energia tra la posizione in cui la massa viene lasciata cadere e il punto in cui si ferma. Prendendo l'origine dell'energia potenziale gravitazionale nella posizione in cui la massa m si ferma, dalla conservazione dell'energia:

$$mgh = \frac{1}{2}kd^2 \quad \Rightarrow \quad k = \frac{2mgh}{d^2} = \frac{2mgL(1 - \cos\theta_0)}{d^2} = 2.9 \times 10^3 \text{ Nm}^{-1}$$



(Figura qualitativa a solo scopo illustrativo)

Soluzione Esercizio 2



(Figura qualitativa a solo scopo illustrativo)

Domanda.1

In condizioni di regime il ramo in cui è inserita la capacità si comporta come un circuito aperto e il condensatore ha raggiunto il valore massimo della sua carica, per cui la corrente che circola nel circuito i è data, indicando con f la d.d.p. del circuito, da $i = \frac{f}{2R_1}$ ed è costante, pertanto la potenza erogata dal generatore coincide con la potenza dissipata nelle due resistenze in serie che hanno lo stesso valore (R_1):

$$P = i^2(2R_1) = \left(\frac{f}{2R_1}\right)^2 2R_1 = \frac{f^2}{2R_1} = 24 \text{ W}$$

Nella configurazione indicata, la differenza di potenziale ai capi della capacità è pari a quella ai capi della resistenza ad essa in parallelo (R_1) e in cui circola la corrente i , per cui:

$$V_C = iR_1 = \frac{f}{2R_1} R_1 = \frac{f}{2} = 6 \text{ V} \quad \Rightarrow \quad Q = CV_C = C \frac{f}{2} = 24 \times 10^{-6} C$$

Domanda.2

Nella nuova configurazione, a regime, il parametro che viene cambiato del circuito è la resistenza che è passata da R_1 a R_2 nel ramo dell'interruttore, per cui indicando con i' la corrente in questo caso, $i' = \frac{f}{R_1+R_2}$ e la differenza di potenziale ai capi di C , $V'_C = i'R_2 = \frac{f}{R_1+R_2} R_2$. La potenza dissipata è costante per cui l'energia dissipata dopo che è trascorso un tempo Δt è data da:

$$E_{diss} = i'^2(R_1 + R_2)\Delta t = \left(\frac{f}{R_1 + R_2}\right)^2 (R_1 + R_2)\Delta t = \frac{f^2}{R_1 + R_2} \Delta t = 120 \text{ J}$$

Mentre la variazione di energia elettrostatica è data da:

$$\Delta E = \frac{1}{2} CV_C'^2 - \frac{1}{2} CV_C^2 = -64 \times 10^{-6} \text{ J}$$

Domanda.3

Dopo l'inserzione del dielettrico la capacità (C') del condensatore aumenta, $C' = \epsilon_r C$, mentre la differenza di potenziale ai suoi capi resta costante e pari a V'_C , per cui la variazione di energia elettrostatica è data da:

$$\Delta E' = \frac{1}{2} \epsilon_r CV_C'^2 - \frac{1}{2} CV_C'^2 = 16 \times 10^{-6} \text{ J}$$

Per le stesse considerazioni, la carica del condensatore dopo l'inserimento del dielettrico è data da

$$Q' = \epsilon_r CV_C' = 24 \times 10^{-5} C$$