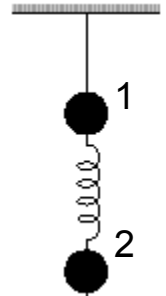




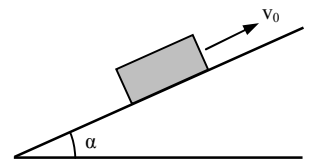
POLITECNICO DI MILANO – Facoltà di Ingegneria Industriale
Fondamenti di Fisica Sperimentale, a.a. 2009-10
III Appello, 9 febbraio 2011

Giustificare le risposte e scrivere in modo chiaro e leggibile. Sostituire i valori numerici solo alla fine, dopo aver ricavato le espressioni letterali. Indicare nome e cognome (in stampatello) e matricola su ogni foglio.

1. Due oggetti sferici identici, 1 e 2, di massa pari a 0.5 kg, sono collegati per mezzo di una molla ideale (di massa trascurabile) uno sotto l'altro. La sfera 1 è a sua volta appesa con un filo ideale (di massa trascurabile e inestensibile) al soffitto di una stanza (vedi figura). Il sistema è inizialmente in quiete.
- Si calcoli la tensione del filo.
- Supponendo di troncare il filo, si determinino:
- le accelerazioni a_1 e a_2 dei due oggetti nell'istante in cui il filo viene troncato;
 - l'accelerazione a del centro di massa del sistema.

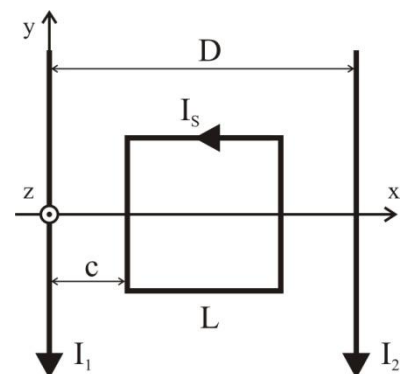


2. Un corpo di massa $m = 1.3$ kg si muove su un piano inclinato ad un angolo $\alpha = 30^\circ$ rispetto all'orizzontale, dopo essere stato lanciato dalla base del piano inclinato con una velocità iniziale $v_0 = 2$ m/s. Determinare:
- l'intervallo di tempo necessario perché il corpo si arresti, dato un coefficiente d'attrito dinamico μ_d tra corpo e piano, pari a $\mu_d = 0.25$;
 - il lavoro fatto dalla forza d'attrito in questo tragitto;
 - il minimo valore del coefficiente d'attrito statico μ_s tale per cui il corpo, una volta fermatosi, rimanga in quiete.



3. Un contenitore rigido dalle pareti adiabatiche contiene 0.1 m^3 di aria secca alla pressione e temperatura iniziali rispettivamente pari a $P_0 = 1 \text{ atm}$ e $T_0 = 27^\circ \text{C}$. L'aria è scaldata da una resistenza elettrica di 100Ω , attraverso la quale viene fatta passare una corrente di intensità pari a 0.5 A per due minuti. La resistenza elettrica ha capacità termica trascurabile. Calcolare
- l'energia elettrica dissipata dalla resistenza;
 - di quanto aumenta la temperatura dell'aria;
 - di quanto aumenta la pressione dell'aria.
- (L'aria secca si può considerare, a temperatura ambiente, come un gas ideale biatomico. $R = 8.314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$)

4. Siano dati due fili rettilinei indefiniti paralleli, posti a distanza D l'uno dall'altro, nei quali scorrono le correnti I_1 e $I_2 = 2I_1$, come indicato in figura.
- Rispetto al sistema di riferimento indicato, si scriva l'espressione di \mathbf{B} nel piano (x,y) .
 - Si indichino gli eventuali punti del piano nei quali \mathbf{B} è nullo.
 - Se una spira quadrata di lato $L = D/2$, percorsa dalla corrente $I_S = \frac{1}{2} I_1$ nel verso indicato in figura, è posta nel piano (x,y) a distanza $c = D/4$ dal primo filo, determinare modulo, direzione e verso della forza \mathbf{F} complessivamente esercitata dai fili sulla spira.



1.

Tensione del filo

$$1: \quad T = mg + kd$$

$$2: \quad mg = kd$$

$$T = mg + kd = 2mg$$

Accelerazione dei corpi

$$1: \quad ma_1 = mg + kd = 2mg$$

$$a_1 = 2g$$

$$2: \quad ma_2 = mg - kd = 0$$

$$a_2 = 0$$

Accelerazione del centro di massa (solo forze esterne)

$$2ma = 2mg$$

$$a = g$$

2.

Forze lungo il piano

$$P \sin \alpha + F_{\text{att}} = P \sin \alpha + \mu_d R = P \sin \alpha + \mu_d P \cos \alpha = P (\sin \alpha + \mu_d \cos \alpha)$$

$$a = \frac{P (\sin \alpha + \mu_d \cos \alpha)}{m} = g (\sin \alpha + \mu_d \cos \alpha) = 8.18 \text{ m/s}^2$$

Moto unif. accelerato

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$$

$$v = v_0 - at$$

$$v = 0$$

$$t = \frac{v_0}{a} = 0.244 \text{ s}$$

Lavoro della forza d'attrito

$$W = F_{\text{att}} L = (-\mu_d mg \cos \alpha) \left(v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \right) = (-\mu_d mg \cos \alpha) \left(\frac{1}{2} \frac{v_0^2}{a} \right) = -0.597 \text{ J}$$

Inclinazione massima

$$P \sin \alpha \leq F_{\text{att}} = \mu_s R = \mu_s P \cos \alpha$$

$$\text{tg} \alpha \leq \mu_s$$

$$\alpha \leq 26.6^\circ$$

3.

Energia elettrica

$$E = P\tau = RI^2\tau = 3000 \text{ J}$$

Temperatura finale

$$n = \frac{p_0V}{RT_0} = 4 \text{ moli}$$

$$E = \Delta U = nc_V(T_1 - T_0) \quad (c_V = 5R/2) \quad T_1 = E/(nc_V) = 37.5 \text{ C}$$

Pressione finale

$$\Delta p = nR(T_1 - T_0)/V = 12000 \text{ Pa}$$

4.

Campo magnetico

$$B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{I_1}{x} + \frac{I_2}{x-D} \right) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi} \left(\frac{1}{x} + \frac{2}{x-D} \right) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} \frac{3x-D}{x-D}$$

Campo nullo

$$B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} \frac{3x-D}{x-D} = 0 \quad 3x-D=0 \quad x = \frac{D}{3}$$

Forze sulla spira

I tratti orizzontali sono soggetti a forze uguali e contrarie, sommo solo i contributi verticali

$$\begin{aligned} F = F_{dx} + F_{sx} &= I_S (B_{dx} - B_{sx}) L = \frac{I_1}{2} \left(\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} \frac{3x-D}{x-D} \Big|_{x=c} - \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} \frac{3x-D}{x-D} \Big|_{x=c+L} \right) L = \\ &= \frac{\mu_0 I_1^2}{4\pi} \left(\frac{1}{c} \frac{3c-D}{c-D} - \frac{1}{c+L} \frac{3c+3L-D}{c+L-D} \right) \frac{D}{2} = \\ &= \frac{\mu_0 I_1^2}{4\pi} \left(\frac{1}{\frac{D}{4}} \frac{3\frac{D}{4}-D}{\frac{D}{4}-D} - \frac{1}{\frac{3}{4}D} \frac{3\frac{D}{4}+3\frac{D}{2}-D}{\frac{D}{4}+\frac{D}{2}-D} \right) \frac{D}{2} = \\ &= \frac{\mu_0 I_1^2}{4\pi} \left(\frac{1}{\frac{1}{4}D} \frac{-\frac{1}{4}D}{-\frac{3}{4}D} - \frac{1}{\frac{3}{4}D} \frac{\frac{5}{4}D}{-\frac{1}{4}D} \right) \frac{D}{2} = \frac{\mu_0 I_1^2}{4\pi} \left(\frac{1}{\frac{1}{4}} \frac{1}{3} + \frac{1}{\frac{3}{4}} 5 \right) \frac{1}{2} = \\ &= \frac{\mu_0 I_1^2}{4\pi} \left(\frac{4}{3} + \frac{20}{3} \right) \frac{1}{2} = \frac{\mu_0 I_1^2}{\pi} \end{aligned}$$