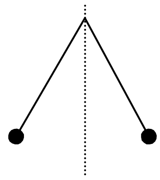
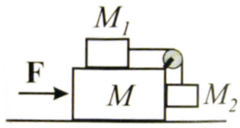
Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
4° appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale A (L-A)
(01 settembre 2015)
Prof. Maurizio Piccinini



1. (4) Due pendoli appesi ad uno stesso supporto dentro un contenitore si trovano in equilibrio nella posizione rappresentata in figura, visti da un osservatore che si trova dentro il contenitore. Non vi sono altri corpi nelle vicinanze dei pendoli. Spiegare brevemente (non più di cento parole) la dinamica del sistema dal punto di vista di un sistema di riferimento non inerziale e di uno inerziale.

L'osservatore interno si trova in un sistema di riferimento non inerziale, rotante intorno a un asse verticale passante per il punto di vincolo dei due pendoli. Egli li vede immobili perché la somma delle forze reali (forza peso e forza vincolare) e della forza apparente (centrifuga) è nulla. Un osservatore inerziale esterno vedrebbe i pendoli ruotare intorno all'asse di cui sopra, soggetti alla forza centripeta data dalla somma vettoriale di forza peso e forza vincolare.



2. (4) Si consideri il sistema rappresentato in figura, dove le superfici sono prive di attrito, la fune che collega le masse piccole è ideale (inestensibile e priva di massa) e la forza **F** è costante. Si determini quale deve essere il valore di F affinché le masse M_1 ed M_2 rimangano ferme rispetto ad M.

$$\left.\begin{array}{l} F=(M+M_1+M_2)a \\ \left.\begin{array}{l} T-M_2 g=0 \\ T=M_1 a \end{array}\right\} M_1 a = M_2 g \end{array}\right\} \quad F=(M+M_1+M_2)\frac{M_2}{M_1}g$$

3. (5) Due sfere, aventi la stessa massa M e raggi R_1 ed $R_2 = 2R_1$, rotolano giù da un piano inclinato partendo entrambe da ferme dalla stessa altezza h. Scegliere tra le seguenti affermazione quella giusta, motivandola:
   a. La sfera 1 arriva alla base del piano inclinato prima della 2 perché il suo momento d'inerzia è minore e quindi l'energia cinetica del centro di massa è maggiore e la velocità del CM è doppia.
   b. La sfera 2 arriva prima della 1 perché con raggio doppio e massa uguale percorre spazio doppio a parità di tempo. La velocità del CM della sfera 2 è doppia rispetto alla sfera 1.
   c. Entrambe le sfere arrivano contemporaneamente, con la stessa velocità del CM.

$$\left.\begin{array}{l} Mg\sin\alpha - F_V = Ma_{CM} \\ F_V R = I\alpha = cMR^2\dfrac{a_{CM}}{R} \end{array}\right\} a_{CM} = \frac{g\sin\alpha}{(1+c)}$$

$$Mgh = \frac{1}{2}Mv_{CM}^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}Mv_{CM}^2 + \frac{1}{2}cMR^2\left(\frac{v_{CM}}{R}\right)^2 = (1+c)\frac{1}{2}Mv_{CM}^2 \quad \Rightarrow \quad v_{CM} = \sqrt{\frac{2gh}{(1+c)}}$$

l'accelerazione e la velocità finale del CM dipendono solo dalla forma del corpo (non da M ne da R).

Risposta c.

4. (5) Un blocchetto di massa $m = 5\ kg$ è appoggiato a una molla di costante elastica $K = 20\ N/cm$, comprimendola di $\Delta l = 3\ cm$. La molla, rilasciata, si distende spingendo il blocco su una superficie orizzontale caratterizzata da un coefficiente di attrito radente dinamico $\mu = 0{,}2$. Calcolare:
   a. Il lavoro compiuto dalla molla distendendosi dalla posizione compressa alla lunghezza di equilibrio.

$R_{Terra} = 6370\ km$, $M_T = 5{,}972 \times 10^{24}$ kg $g = 9{,}8\ m/s^2$ $\gamma = 6{,}6758 \times 10^{-11}\ m^3/(kg \times s^2)$

$$L_m = \Delta U = \frac{1}{2}K\left(\Delta x\right)^2 = 10\times 10^2 \times 9\times 10^{-4} = 0{,}9J$$

b. Il lavoro della forza di attrito durante questo stesso tragitto.

$$L_a = F_a \Delta l = \mu m g \Delta l = -0{,}2\times 5\times 9{,}8\times 3\times 10^{-2} = -29{,}4\times 10^{-2} \approx -0{,}3J$$

c. La velocità del blocchetto al momento del suo distacco dalla molla.

$$\left.\begin{array}{l} L = \Delta T = \frac{1}{2}mv^2 \\ L = L_m + L_a \end{array}\right\} v = \sqrt{2\frac{L}{m}} = \sqrt{2\frac{0{,}606}{5}} = \sqrt{0{,}2424} = 0{,}49\, m/s \approx 50\, cm/s$$

d. La distanza percorsa dal blocco dal momento del distacco fino al suo arresto sulla superficie.

$$\frac{1}{2}mv^2 = F_a x \quad \Rightarrow \quad x = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{0{,}49^2}{0{,}4\times 9{,}8} = 0{,}062m = 6{,}2cm$$

5. (6) Dalla superficie di un pianeta sferico di massa M e raggio R, non rotante e privo di atmosfera, viene lanciato un proiettile con velocità iniziale $v_0 = (3/4)(2\gamma M/R)^{1/2}$. Calcolare la massima distanza raggiunta rispetto al centro del pianeta se il proiettile è lanciato:
   a. in direzione radiale;
   b. in direzione tangenziale rispetto alla superficie del pianeta.

$$v_0 = \frac{3}{4}\left(\frac{2\gamma M}{R}\right)^{1/2}$$

$$E_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \gamma\frac{mM}{R} = -\frac{7}{16}\gamma\frac{mM}{R}$$

$$E_0 = E_f$$

a)

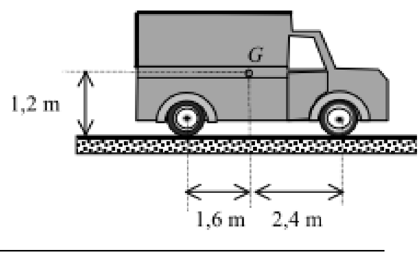
$$E_f = -\gamma\frac{mM}{r_f} \quad \Rightarrow \quad \frac{7}{16}\gamma\frac{mM}{R} = \gamma\frac{mM}{r_f} \quad \Rightarrow \quad r_f = \frac{16}{7}R$$

b)

$$\left.\begin{array}{l} E_f = \frac{1}{2}mv_f^2 - \gamma\frac{mM}{r_f} \\ Rmv_0 = r_f m v_f \end{array}\right\} E_f = \frac{1}{2}m\left(\frac{R}{r_f}\right)^2 v_0^2 - \gamma\frac{mM}{r_f} = \left(\frac{R}{r_f}\frac{9}{16} - 1\right)\gamma\frac{mM}{r_f}$$

$$E = -\frac{7}{16}\gamma\frac{mM}{R} = \left(\frac{R}{r_f}\frac{9}{16} - 1\right)\gamma\frac{mM}{r_f} \quad \Rightarrow \quad 7r_f^2 - 16Rr_f + 9R^2 = 0 \quad \Rightarrow \quad r_f = \frac{16R \pm 2R}{14} = \begin{cases} \frac{9}{7}R \\ R \end{cases}$$

6. (6) Il furgoncino rappresentato in figura, di massa m = 3240 *kg*, si muove con velocità costante v_0 = 25 *m/s*, fino a quando frena di colpo bloccando le quattro ruote e slittando senza sbandare fino a fermarsi dopo una distanza l = 20 *m*. Calcolare:



a. L'accelerazione del furgoncino durante la frenata.

b. Il coefficiente di attrito radente.

$$\left.\begin{array}{l} l = v_0 t_{arr} - \frac{1}{2} a t_{arr}^2 \\ 0 = v_0 - a t_{arr} \end{array}\right\} l = \frac{1}{2}\frac{v_0^2}{a} \quad \Rightarrow \quad a = \frac{v_0^2}{2l} = \frac{625}{40} = 15,625\, m/s^2 \quad \textit{decelerazione}$$

$$\mu mg = ma \quad \Rightarrow \quad \mu = \frac{a}{g} = \frac{15,625}{9,8} = 1,59$$

c. Il valore delle forze normali e delle forze di attrito radente che agiscono sulle ruote anteriori e posteriori.

$$\left.\begin{array}{l} \vec{F} = m\vec{a} \begin{cases} 2f_A + 2f_P = ma \\ 2N_A + 2N_P - mg = 0 \end{cases} \\ \vec{M} = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad N_A d_A - N_P d_P - f_A h - f_P h = 0 \\ f_A = \mu N_A \\ f_P = \mu N_P \end{array}\right\} \left.\begin{array}{l} N_A(d_A - \mu h) - N_P(d_P + \mu h) = 0 \\ 2N_A + 2N_P - mg = 0 \end{array}\right\} N_A = N_P \frac{(d_P + \mu h)}{(d_A - \mu h)}$$

$$N_P = \frac{1}{2} mg \frac{(d_A - \mu h)}{(d_P + d_A)} = \frac{1}{2} 3.240 \times 9,8 \frac{0,492}{4} = 1.952,75\, N \qquad f_P = \mu N_P = 3.104,87\, N$$

$$N_A = \frac{1}{2} mg - N_P = \frac{1}{2} 3.240 \times 9,8 - 1.952,75 = 13.923,25\, N \qquad f_A = \mu N_A = 22.137,96\, N$$