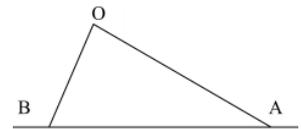


Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
1° appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale A (L-A)
(19 gennaio 2015)
Prof. Maurizio Piccinini

1. (5) È noto che un equilibrista su una fune sospesa mantiene più facilmente l'equilibrio se sostiene una lunga asta orizzontale. Come si spiega questo fatto? Motivare la risposta scelta.
- Il peso aggiuntivo dell'asta lo fa aderire alla fune con maggiore attrito.
 - In caso di perdita di equilibrio l'equibrista ha più tempo per correggere la posizione.
 - Le mani serrate sull'asta impediscono movimenti incontrollati dei muscoli.

La lunga asta assicura un grande momento d'inerzia I del sistema equilibrista – asta. La perdita di equilibrio si ha quando la direzione della forza peso non passa più per il punto di contatto piedi – fune. Si produce allora una coppia che cambia il momento angolare del sistema, nullo all'equilibrio ($\mathcal{M}_{coppia} = I\dot{\omega}$). Ma se I è grande la variazione di velocità angolare è piccola e l'equibrista ha più tempo per correggere la posizione.

2. (4) Dallo stesso punto O si fanno cadere due punti materiali lungo due piani inclinati di pendenza diversa e senza attrito. Se v_A, a_A e v_B, a_B sono le velocità e le accelerazioni dei due oggetti nei punti A e B rispettivamente, si ha che:



- $a_A < a_B$ e $v_A = v_B$
- $a_A < a_B$ e $v_A < v_B$
- $a_A > a_B$ e $v_A > v_B$

Scegliere la risposta giusta e motivarla.

$$a_A = g \sin \alpha < a_B = g \sin \beta \quad gh = (1/2)v_A^2 = (1/2)v_B^2 \Rightarrow v_A = v_B$$

3. (4) Un satellite orbitante intorno alla terra ad altezza molto piccola confrontata con il raggio terrestre percorre la sua orbita circolare con velocità angolare ω . Si osserva che un altro satellite, in orbita circolare radente intorno alla luna, percorre la sua orbita con la stessa frequenza angolare. Cosa si può dire, sulla base di questa osservazione, sulle densità di terra e luna?

$$\gamma \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow \gamma \frac{M}{R^3} = \omega^2 \Rightarrow \frac{M_T}{R_T^3} = \frac{M_L}{R_L^3} \Rightarrow \rho_T = \rho_L$$

4. (6) In una gara di tiro alla fune si confrontano due squadre da 5 individui ciascuna. L'intensità della forza che ciascuno di loro esercita sulla fune è data dalla formula $F = F_0 e^{-(t/\tau)}$, dove $F_0 = 20N$ e $\tau = 100s$ per la squadra A e $200s$ per la squadra B. La massa della fune è $m = 25 kg$. Sapendo che la gara si chiude dopo un tempo $t_f = 20 s$ rispetto alla posizione iniziale, calcolare:

- a. La velocità della fune nell'istante di fine gara.

$$\left. \begin{aligned} F_A &= 5F_0 e^{-(t/\tau_A)} \\ F_B &= 5F_0 e^{-(t/\tau_B)} \end{aligned} \right\} F = F_A - F_B = 5F_0 \left(e^{-(t/\tau_A)} - e^{-(t/\tau_B)} \right) = ma$$

$$\int_0^t F dt = mv(t) \Rightarrow v(t) = \frac{5F_0}{m} \left(\tau_B e^{-(t/\tau_B)} - \tau_A e^{-(t/\tau_A)} - \tau_B + \tau_A \right) = \frac{5F_0}{m} \left[\tau_B \left(e^{-(t/\tau_B)} - 1 \right) - \tau_A \left(e^{-(t/\tau_A)} - 1 \right) \right]$$

$$v(t_f) = 4[-200 \times 0,095 + 100 \times 0,181] = -3,62 m/s$$

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
1° appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale A (L-A)
(19 gennaio 2015)
Prof. Maurizio Piccinini

b. Lo spostamento della fune rispetto alla sua posizione iniziale, nell'istante di fine gara.

$$x(t) = \int_0^t v(t) dt = \frac{5F_0}{m} \left[\tau_A^2 \left(e^{-t/\tau_A} - 1 \right) - \tau_B^2 \left(e^{-t/\tau_B} - 1 \right) + (\tau_A - \tau_B)t \right]$$

$$x(t_f) = 4[-10.000 \times 0,181 + 40.000 \times 0,095 - 2.000] = -24,76m$$

c. Qual è la squadra vincente?

Vince la squadra B, infatti, spostamento e velocità finale sono orientati verso B.

5. (6) Un'automobile parte da ferma con moto rettilineo uniformemente accelerato con accelerazione a . Dopo un tempo τ un proiettile è lanciato all'inseguimento dell'automobile, con velocità costante v_0 . Determinare:

a. La minima velocità v_0 necessaria a colpire l'automobile, in funzione di a e τ . (Suggerimento: si rappresentino graficamente le equazioni orarie dei due moti nella situazione descritta).

$$\left. \begin{aligned} s_a &= \frac{1}{2}at^2 \\ s_m &= v_0t + k \\ s_m(\tau) &= v_0\tau + k = 0 \end{aligned} \right\} s_m = v_0(t - \tau) \left. \begin{aligned} \frac{1}{2}at_{imp}^2 &= v_0(t_{imp} - \tau) \\ at_{imp} &= v_0 \end{aligned} \right\} v_0 = 2a\tau$$

b. Il tempo al quale avviene l'impatto, dalla partenza dell'automobile.

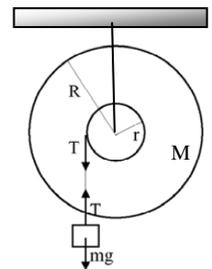
$$at_{imp} = v_0 = 2a\tau \Rightarrow t_{imp} = 2\tau$$

In alternativa:

$$\left. \begin{aligned} s_a &= \frac{1}{2}at^2 \\ s_m &= v_0t + k \\ s_m(\tau) &= v_0\tau + k = 0 \end{aligned} \right\} s_m = v_0(t - \tau) \left. \begin{aligned} \frac{1}{2}at_{imp}^2 &= v_0(t_{imp} - \tau) \\ \Rightarrow \frac{1}{2}at_{imp}^2 - v_0t_{imp} + v_0\tau &= 0 \end{aligned} \right\}$$

$$t_{imp}^{\pm} = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2av_0\tau}}{a} \quad t_{imp}^+ = t_{imp}^- \text{ se } v_0^2 - 2av_0\tau = 0 \left\{ \begin{aligned} v_0 &= 2a\tau \\ t_{imp} &= 2\tau \end{aligned} \right.$$

6. (5) Nel sistema in figura la massa m scende per effetto della gravità, appesa a una fune inestensibile e di massa trascurabile arrotolata intorno al disco di raggio r , il quale è rigidamente incollato al disco di uguale spessore di Massa M e raggio R . Entrambi i dischi sono vincolati a ruotare intorno all'asse di simmetria fissato a un supporto esterno. I dischi sono dello stesso materiale e sono omogenei. Dati i valori numerici $r = 0,04 m$, $R = 0,12 m$, $M = 4 kg$, $m = 2 kg$, calcolare:



a. Il momento d'inerzia dei due dischi. Se quello del disco più piccolo risulta essere minore del 2% del più grande, trascurarlo nei calcoli successivi.

$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{1}{2}(MR^2 + m_r r^2) \\ m_r &= M \left(\frac{r}{R} \right)^2 \end{aligned} \right\} I = \frac{1}{2}M \left(R^2 + \frac{r^4}{R^2} \right) \quad \frac{r^4}{R^4} = \left(\frac{4}{12} \right)^4 = \frac{1}{81} = 1,2\%$$

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena
1° appello invernale - Prova scritta del corso di Fisica Generale A (L-A)
(19 gennaio 2015)
Prof. Maurizio Piccinini

b. L'accelerazione della massa appesa.

$$\left. \begin{array}{l} T - mg = ma \\ rT = I\dot{\omega} \\ a = -r\dot{\omega} \\ I = \frac{1}{2}MR^2 \end{array} \right\} -\frac{Ia}{r^2} - mg = ma \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} a = -\frac{m}{\left(m + \frac{I}{r^2}\right)} g \\ \dot{\omega} = \frac{m}{\left(m + \frac{I}{r^2}\right)r} g \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} a = -\frac{2mr^2}{(2mr^2 + MR^2)} g = -\frac{1}{10} g \text{ m/s}^2 \\ \dot{\omega} = \frac{2mr^2}{(2mr^2 + MR^2)r} g = 2,5 g \text{ rad/s}^2 \end{array} \right.$$

c. La tensione della fune.

$$T = m(a + g) = \frac{9}{10} mg = 17,64 N$$