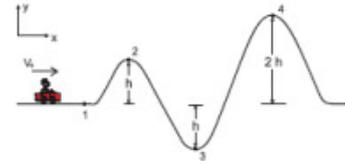


**Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena**  
**3° Appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale A (L-A)**  
**(21 luglio 2014)**  
**Prof. Maurizio Piccinini**

1. (4) Nella figura è mostrato un vagoncino di massa  $m$  che si muove su una montagna russa priva di attrito. La sua energia è tale per cui quando arriva al punto 4 il carrello si ferma. Esprimere l'energia cinetica del carrello in ciascuno dei punti 1, 2, 3 e 4.



$$E = T + V = 2mgh \Rightarrow T_1 = 2mgh \quad T_2 = mgh \quad T_3 = 3mgh \quad T_4 = 0$$

2. (5) S'immagini che, in seguito ad una qualche catastrofe astronomica, una qualunque persona (sopravvissuta) che salga su una bilancia all'equatore terrestre legga zero sull'indicatore della bilancia. Che cosa significherebbe in termini di periodo di rotazione terrestre? Esprimere il risultato in ore e minuti, trascurando i secondi.

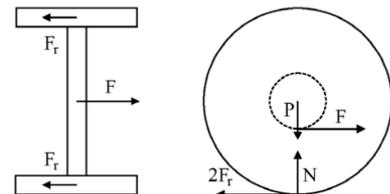
$$mg - m\omega^2 R = 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{g/R} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{R/g} = 5065s \approx 1h \ 24m$$

3. (4) Un'automobile con distribuzione di massa omogenea percorre velocemente una rampa in salita e poi salta in aria, con le ruote che di conseguenza girano a vuoto. Che cosa accade se il guidatore frena di colpo le ruote? Motivare la o le risposte (si trascuri l'attrito con l'aria):

- |   |   |
|---|---|
| a. L'automobile non risente di alcun effetto.           | F |
| b. Aumenta la velocità del centro di massa del sistema. | F |
| c. L'automobile inclina il muso verso il basso.         | V |
| d. L'automobile s'impenna verso l'alto.                 | F |

*L'automobile conserva il momento angolare rispetto al centro di massa, anche dopo la frenata che è dovuta solo a forze interne; infatti il momento della forza peso rispetto al CM è nullo. Quindi il momento angolare perso dalle ruote è compensato dal momento angolare dell'auto nel suo complesso.*

4. (6) Si consideri il sistema rappresentato in figura (visto dall'alto e di profilo), costituito da due dischi omogenei di massa  $m_d = 10 \text{ Kg}$  ciascuno e raggio  $R = 25 \text{ cm}$ , uniti rigidamente da un cilindro omogeneo di massa  $m_c = 20 \text{ Kg}$  e raggio  $r = 10 \text{ cm}$ . Sul cilindro è arrotolata una fune inestensibile di massa trascurabile, il cui estremo è tirato orizzontalmente verso destra con una forza  $F = 22 \text{ N}$ . Il sistema è appoggiato su un piano con attrito, per cui è costretto a rotolare senza strisciare a causa della forza vincolare  $F_r$  che agisce su ognuno dei due dischi.



- a. Calcolare l'accelerazione del centro di massa del sistema (modulo, direzione e verso).

$$\left. \begin{aligned} F(R-r) &= I_o \dot{\omega} \\ I_o &= \frac{1}{2}(2m_d R^2 + m_c r^2) + (2m_d + m_c) R^2 \\ \dot{\omega} &= \frac{a_{CM}}{R} \end{aligned} \right\} F(R-r) = \left[ (3m_d + m_c) R + \frac{1}{2} m_c \frac{r^2}{R} \right] a_{CM} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_{CM} = \frac{22 \times 15}{50 \times 25 + 10 \times 4} = \frac{11}{43} = 0,26 \text{ m/s}^2$$

- b. Calcolare l'intensità della forza  $F_r$ .

$$F - 2F_r = (2m_d + m_c) a_{CM} \Rightarrow F_r = \frac{1}{2} [F - (2m_d + m_c) a_{CM}] = \frac{1}{2} (22 - 40 \times 0,26) = 5,88 \text{ N}$$

**Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria - Cesena**  
**3° Appello estivo - Prova scritta del corso di Fisica Generale A (L-A)**  
**(21 luglio 2014)**  
**Prof. Maurizio Piccinini**

c. Dire se, durante il moto, la fune si srotola o si arrotola sul cilindro.

5. (5) Un carro ferroviario di massa  $m_c = 1000 \text{ Kg}$ , a tenuta stagna e privo di copertura, si sposta senza attrito sui binari alla velocità iniziale  $v_0 = 1 \text{ m/s}$ . A un certo istante incomincia a piovere verticalmente e il carro si riempie d'acqua alla velocità  $I_p = 10 \text{ Kg/s}$ . Calcolare:

a. La velocità del vagone dopo  $10 \text{ s}$  dall'inizio della pioggia.

$$m_c v_0 = m(t) v(t) \left\{ \begin{array}{l} v(t) = \frac{m_c v_0}{m_c + I_p t} \Rightarrow v(10) = \frac{1000}{1100} = 0,909 \text{ m/s} \\ m(t) = m_c + I_p t \end{array} \right.$$

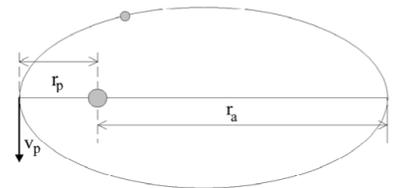
b. L'accelerazione del carro in funzione del tempo.

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \frac{m_c v_0}{m_c + I_p t} = - \frac{m_c v_0 I_p}{(m_c + I_p t)^2} = - \frac{10^4}{(10^3 + 10t)^2} \text{ m/s}^2$$

c. La forza che si dovrebbe esercitare sul carro per mantenerlo alla velocità costante  $v_0$ .

$$F(t) = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt} [m(t)v(t)] = \frac{dm(t)}{dt} v(t) + m(t) \frac{dv(t)}{dt} = I_p v_0 = 10 \text{ N}$$

6. (6) Un satellite percorre un'orbita ellittica intorno alla terra. La sua distanza dal centro della terra varia tra  $r_p = 7200 \text{ Km}$  (perigeo: punto di distanza minima), ed  $r_a$  (apogeo: punto di massima distanza). Il modulo della velocità nel perigeo vale  $v_p = 8 \text{ Km/s}$ .



a. Dimostrare che la velocità  $v_a$  nell'apogeo è minore di  $v_p$ .

$$m v_p r_p = m v_a r_a \Rightarrow v_a = \frac{r_p}{r_a} v_p < v_p$$

b. Calcolare  $v_a$ .

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{2} m v_a^2 - \gamma \frac{Mm}{r_a} = \frac{1}{2} m v_p^2 - \gamma \frac{Mm}{r_p} \\ v_a = \frac{r_p}{r_a} v_p \end{array} \right\} v_a^2 - 2 \frac{\gamma M}{r_p v_p} v_a + 2 \frac{\gamma M}{r_p} - v_p^2 = 0$$

$$v_a = \frac{\gamma M}{r_p v_p} \pm \sqrt{\left(\frac{\gamma M}{r_p v_p}\right)^2 - \left(2 \frac{\gamma M}{r_p} - v_p^2\right)} = \frac{\gamma M}{r_p v_p} \pm \left(\frac{\gamma M}{r_p v_p} - v_p\right) \left\{ \begin{array}{l} v_a = \frac{\gamma M}{r_p v_p} - v_p \\ v_a = 2 \frac{\gamma M}{r_p v_p} - v_p \end{array} \right. \quad v_a = 5,84 \text{ Km/s}$$

c. Calcolare il modulo  $v_s$  della velocità del satellite quando si trova alla distanza  $r_s = 8400 \text{ Km}$  dal centro della terra.

$$\frac{1}{2} m v_s^2 - \gamma \frac{Mm}{r_s} = \frac{1}{2} m v_p^2 - \gamma \frac{Mm}{r_p} \Rightarrow v_s = \sqrt{v_p^2 + 2\gamma M \left(\frac{1}{r_s} - \frac{1}{r_p}\right)} = 6,94 \text{ Km/s}$$