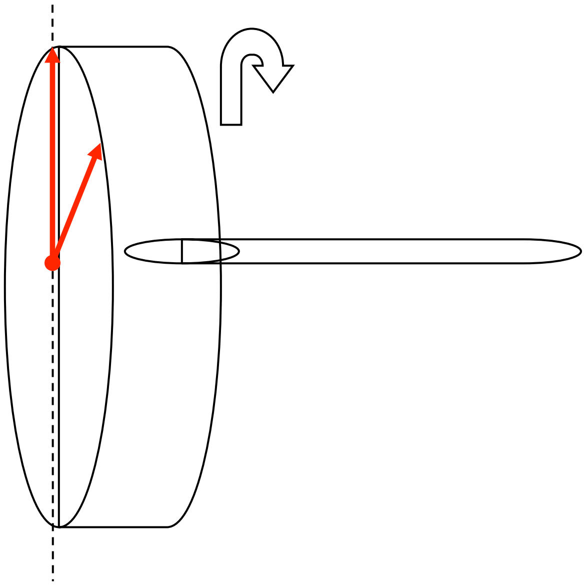
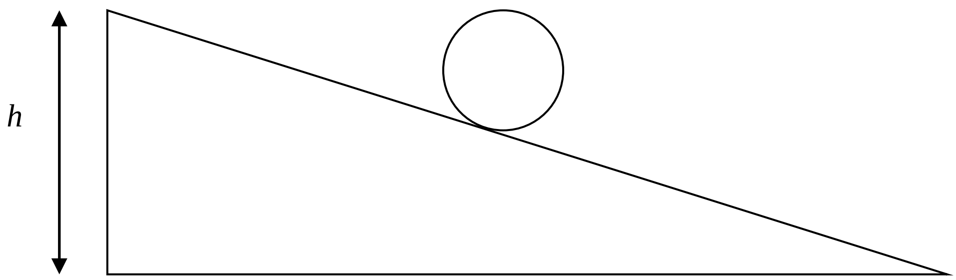
Dinamica Rotazionale

Problemi

1. Su una ruota montata su un asse orizzontale è dipinto un segmento radiale che viene usato per determinare la sua posizione angolare rispetto alla verticale. La ruota ha un'accelerazione angolare costante. All'istante $t = 0$, il segmento è orientato verticalmente verso l'alto. All'istante $t = 1s$, il segmento è di nuovo verticale avendo compiuto un giro. All'istante $t = 2s$, il segmento è diretto verticalmente verso il basso, avendo compiuto un giro e mezzo a partire da $t = 1s$. (a) Qual è l'accelerazione angolare della ruota? (b) Qual era la sua velocità angolare all'istante $t = 0$?

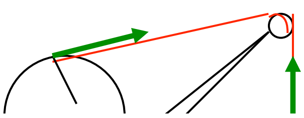


2. Un cerchio parte dalla quota *h* e rotola senza strisciare scendendo su un piano inclinato. Si trovi la velocità del cerchio quando giunge in fondo alla discesa. Si confronti il tempo che impiega a scendere con quello che impiegherebbero un cilindro uniforme ed una sfera uniforme.

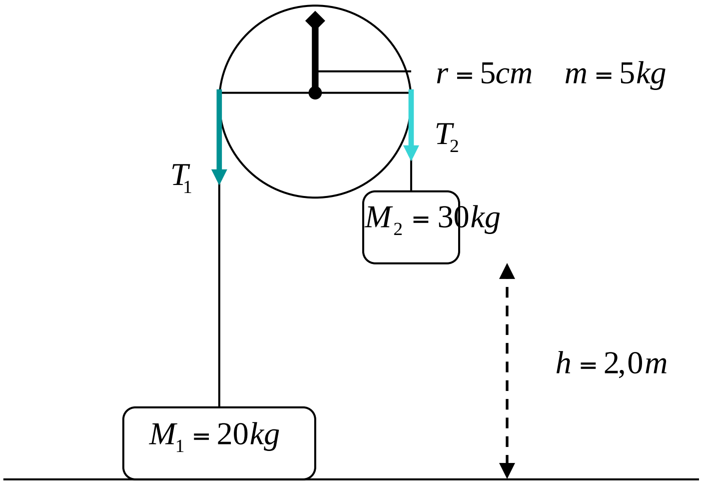


3. Un volano è costituito da un disco uniforme avente la massa di 100 Kg e il raggio di 0,3 m. Esso ruota con la velocità angolare di 1200 giri/min. (a) al volano si applica una forza tangenziale costante. Quanto lavoro si deve compiere per fermarlo? (b) Se il volano viene fermato in due minuti, qual è il momento prodotto dalla forza? (c) Qual è il modulo della forza? (d) Quanti giri compie il volano in questi due minuti?

4. Un'automobile di 1,2 Mg viene scaricata da una nave mediante un argano, come mostrato in figura. All'improvviso si rompe il ruotismo dell'argano e l'automobile, inizialmente ferma a 5,0 m dall'acqua, cade. Il momento d'inerzia del tamburo dell'argano è $310 kg \cdot m^2$ ed il suo raggio è 0,8 m. Si trovi la velocità dell'automobile quando tocca l'acqua.

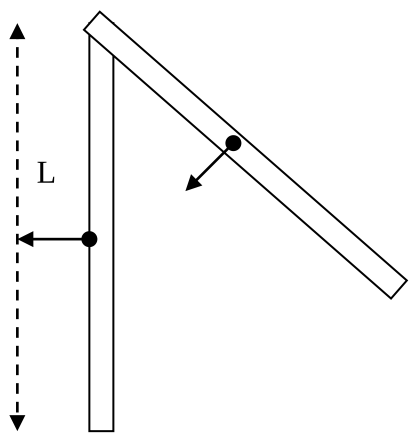


5. Il sistema in figura, inizialmente fermo, viene lasciato libero di muoversi. Il corpo di 30 kg è a 2 m dal suolo. La carrucola è un disco uniforme di raggio 10 cm e la massa di 5 kg. Si trovi la velocità del corpo di 30 kg subito prima che tocchi il suolo.



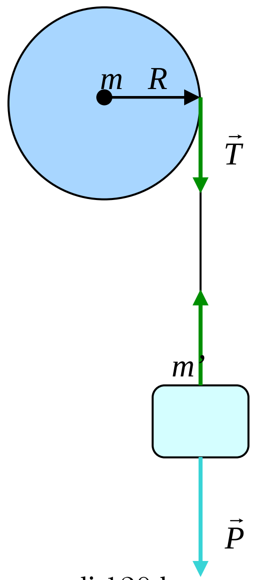
6. Una piattaforma circolare è montata su un asse verticale privo d'attrito; il suo raggio è $r = 3m$ ed il suo momento d'inerzia è $I = 200kg \cdot m^2$; essa è inizialmente ferma. Un uomo di 80kg sta in piedi sul bordo della piattaforma e comincia a camminare lungo il bordo con la velocità di $1{,}0\frac{m}{s}$ *rispetto al suolo*. (a) Qual è la velocità angolare della piattaforma? (b) Quando l'uomo ha compiuto 1 giro sulla piattaforma in modo da trovarsi su di essa nella posizione di partenza, qual è il suo spostamento angolare rispetto al suolo?

7. Un'asta lunga 1m è imperniata ad un'estremità in modo da poter oscillare liberamente in un piano verticale. Essa è inizialmente ferma in posizione orizzontale e viene lasciata libera di muoversi. Qual è la sua velocità angolare quando è in posizione verticale?

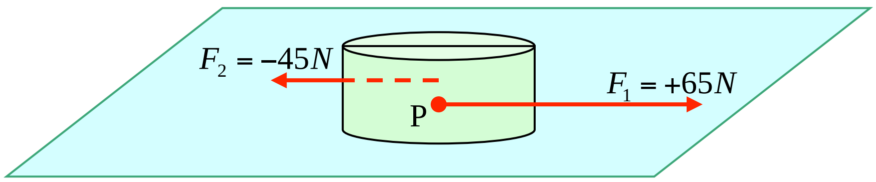


8. Una ruota, montata su un asse che non è privo d'attrito, è inizialmente ferma. A essa si applica un momento di forza esterno costante di $50N \cdot m$ per 20 s. Al termine dei 20 s la ruota ha la velocità angolare di 600 giri/min. A questo punto si elimina il momento di forza esterno e la ruota si ferma dopo altri 120 s. (a) Qual è il momento d'inerzia della ruota? (b) Qual è il momento dovuto alla forza d'attrito, supponendo che sia costante?

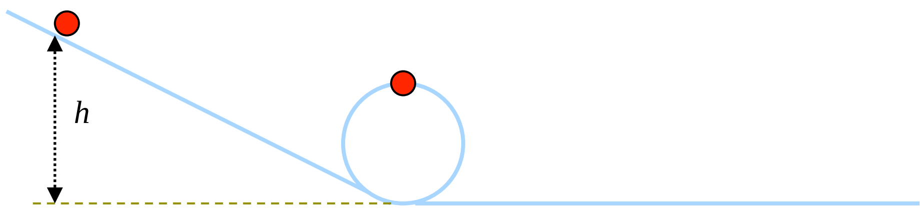
9. Una sfera uniforme di massa *m* e raggio *R* è libera di ruotare attorno a un asse orizzontale passante per il suo centro. Attorno alla sfera è avvolta una corda la cui estremità è attaccata a un corpo di massa *m'*. Si trovi l'accelerazione del corpo e la tensione della corda.



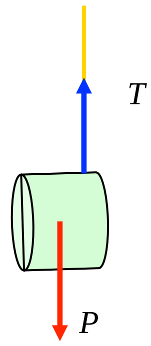
10. Un cilindro uniforme di 120 kg, avente il raggio di 0,5 m, è poggiato con una base su una superficie levigata di ghiaccio. Due pattinatori avvolgono corde attorno al disco nello stesso senso. All'istante $t = 0$, i pattinatori si allontanano tirando le loro corde, esercitando forze costanti, rispettivamente di 45 N e 65 N. Si descriva il moto del cilindro, dandone l'accelerazione, la velocità e la posizione del centro di massa in funzione del tempo e l'accelerazione angolare e la velocità angolare, anch'esse in funzione del tempo.



11. Una palla uniforme di raggio *r* rotola senza strisciare lungo la pista del "cerchio della morte" di raggio *R*. Essa è inizialmente ferma alla quota *h*. Se si vuole che la palla non si scosti dalla pista nel punto più alto del cerchio, qual è il minimo valore che deve avere *h*?



12. Una corda è avvolta attorno ad un cilindro uniforme di massa *m* e raggio *R*. La corda è tenuta fissa e il cilindro cade verticalmente. (a) Si dimostri che l'accelerazione del cilindro è diretta verso il basso ed ha come modulo $a = \frac{2}{3}g$. (b) Si trovi la tensione *T* nella corda.



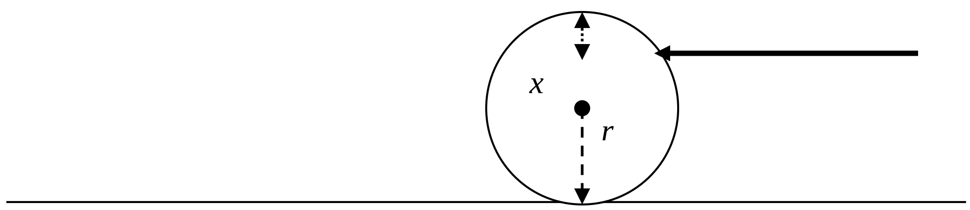
13. Nel problema precedente si sostituisca il cilindro con una sfera di raggio *R*.

14. Un cilindro di raggio *R* si trova in quiete nel punto più alto di un piano inclinato, alla cui estremità è fissato un filo inestendibile avvolto intorno al cilindro. Il cilindro inizia a rotolare senza strisciare sul piano inclinato. a) Si calcoli la velocità con cui arriva alla base del piano inclinato. b) Si calcoli la quota a cui arriva il cilindro, rispetto al tavolo.

15. Un cilindro di massa 10 kg è fissato ad una parete verticale nel proprio centro ed è libero di ruotare attorno ad un asse orizzontale passante per il centro. Attorno al cilindro è avvolto un filo alla cui estremità libera è fissata una massa di 2 kg. Dopo che questa è scesa di 50 cm, si calcoli: a) La velocità lineare della massa; b) L'accelerazione lineare della massa; c) La tensione del filo.

16. Una sfera di massa *m* e raggio *r* rotola senza strisciare su un piano inclinato, partendo da una quota *h*. Una volta arrivata alla base del piano, la massa prosegue nel suo moto roto-traslatorio fermandosi in un tempo *t*. Si supponga la forza d'attrito *volvente* costante e se ne calcoli il momento.

17. Una palla da biliardo, di massa *m* e raggio *r*, viene colpita in un punto, la cui altezza dal tavolo è maggiore del raggio della pallina, con una forza diretta orizzontalmente al tavolo, da destra verso sinistra. Si descriva qualitativamente il moto della pallina in seguito al colpo, e si dica a quale altezza dal centro si deve colpire la palla affinché inizi a muoversi di moto di rotolamento puro. (*suggerimento: si ricordi la relazione tra velocità del centro di massa e velocità angolare nel moto di rotolamento puro e la si esprima in termini di accelerazione angolare e lineare...)*



Soluzioni

1.

- Dalle formule del moto circolare uniformemente accelerato risulta:

$$\Delta\theta = \omega_0 \Delta t + \frac{1}{2}\alpha(\Delta t)^2 \Rightarrow 2\pi = \omega_0 \cdot 1 + \frac{1}{2}\alpha \cdot 1^2$$

$$\omega_1 = \omega_0 + \alpha \cdot 1$$

$$\Delta\theta = \omega_0 \Delta t + \frac{1}{2}\alpha(\Delta t)^2 \Rightarrow 3\pi = \omega_1 \cdot 1 + \frac{1}{2}\alpha \cdot 1^2 = (\omega_0 + \alpha \cdot 1) \cdot 1 + \frac{1}{2}\alpha$$

Mettiamo a sistema la prima e la terza equazione:

$$\begin{cases} 2\pi = \omega_0 + \dfrac{\alpha}{2} \\ 3\pi = \omega_0 + \dfrac{3\alpha}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = \pi \dfrac{rad}{s^2} = 3{,}14 \dfrac{rad}{s^2} \\ \omega_0 = \dfrac{3}{2}\pi \dfrac{rad}{s} = 4{,}71 \dfrac{rad}{s} \end{cases}.$$

2.

- Si applica il principio di conservazione dell'energia meccanica per corpi in moto di rotolamento puro:

  (a) $mgh = \frac{1}{2}I_c\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mr^2\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{gh}$ (velocità del cerchio).

  (b) $mgh = \frac{1}{2}I_c\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}mr^2\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{4}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{4}{3}gh}$ (velocità del cilindro).

  (b) $mgh = \frac{1}{2}I_c\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\cdot\frac{5}{2}mr^2\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{7}{4}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{4}{7}gh}$ (velocità della sfera).

3.

- (a) Il lavoro necessario per fermare il volano è uguale alla variazione dell'energia cinetica: $L = \Delta E_c = 0 - \frac{1}{2}I\omega^2 = -\frac{1}{2}\frac{mR^2}{2}\omega^2 = -\frac{100 \cdot 0{,}3^2 \cdot (40\pi)^2}{4} = -3{,}55 \cdot 10^4\, J$.
- (b) Il momento è dato dalla relazione
  $M = I\alpha = I\left(\frac{0-\omega}{t}\right) = -\frac{mR^2\omega}{2t} = \frac{100 \cdot 0{,}3^2 \cdot 40\pi}{240} = -4{,}7N \cdot m$.
- (c) La forza si ottiene dalla $M = FR \Rightarrow F = \frac{M}{R} = \frac{4{,}7}{0{,}3} = 15{,}7N$.
- (d) Il numero di giri si ottiene dallo spostamento angolare totale, diviso l'angolo giro:
  $W = M\Delta\theta \Rightarrow giri = \frac{\Delta\theta}{2\pi} = \frac{W}{2\pi M} = 1200 giri$.

4.

- La rottura del ruotismo comporta un movimento rotatorio dell'argano attorno al proprio asse, tipo quello di una carrucola. L'energia potenziale dell'automobile al momento della rottura del ruotismo viene trasformata in energia cinetica traslazionale della macchina ed energia cinetica rotazionale dell'argano:

$$mgh = \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}I\frac{v^2}{r^2} + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2mgh}{m + \frac{I}{r^2}}} = 8\frac{m}{s}.$$

5.

- La costanza delle forze impone ai corpi sospesi un moto rettilineo uniformemente accelerato, ed alla carrucola un moto circolare uniformemente accelerato. Si applica il principio di conservazione dell'energia:

$$M_2gh = \frac{1}{2}M_2v^2 + M_1gh + \frac{1}{2}M_1v^2 + \frac{1}{2}\frac{m}{2}v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2(M_2 - M_1)gh}{M_2 + M_1 + \frac{m}{2}}} = 2{,}73\frac{m}{s}.$$

- Si poteva risolvere il problema anche utilizzando la leggi della dinamica riferite alle masse ed alla carrucola:

$M_1: \quad M_1 a = T_1 - M_1 g$

$M_2: \quad M_2 a = M_2 g - T_2 \quad \Rightarrow (M_1 + M_2)a = (T_1 - T_2) + (M_2 - M_1)g$. Di conseguenza,

$m: \quad (-T_1 + T_2)r = \frac{mr^2}{2}\frac{a}{r}$

$a = \frac{M_2 - M_1}{M_1 + M_2 + \frac{m}{2}} g$. Dalla relazione propria del moto rettilineo uniformemente accelerato $v^2 - v_0^2 = 2ah \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2(M_2 - M_1)gh}{M_1 + M_2 + \frac{m}{2}}} = 2{,}73\frac{m}{s}$.

6.

$$0 = I\omega - mv_{up} \Rightarrow I\omega = mv_{up} = m(v_{us} - v_{ps})r;$$

- (a) $\omega = \frac{v_{ps}}{r}$; .

$$\left(\frac{I}{r} + mr\right)v_{ps} = +mv_{us}r \Rightarrow \omega = \frac{mv_{us}}{\frac{I}{r} + mr} = 0{,}26\frac{rad}{s}$$

- (b) Sia Δt il tempo impiegato per tornare alla posizione di partenza (misurato da un osservatore a terra). Allora l'arco descritto dall'uomo, per un osservatore a terra, è $r\Delta\theta = v_{us}\Delta t$, dove $\Delta\theta$ è lo spostamento angolare richiesto. Tuttavia, nello stesso intervallo di tempo, l'uomo torna al punto di partenza sulla piattaforma (o meglio, incontra il punto di partenza per la prima volta); il "punto di partenza" ha quindi percorso, nel medesimo intervallo di tempo, un arco $(2\pi - \Delta\theta) = \omega\Delta t$. Di conseguenza,

$$\begin{cases} r\Delta\theta = v_{us}\Delta t \\ (2\pi - \Delta\theta) = \omega\Delta t \end{cases} \Rightarrow (2\pi - \Delta\theta) = \omega\frac{r\Delta\theta}{v_{us}} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{2\pi}{1 + \frac{\omega r}{v_{us}}} = 3{,}53 rad$$

7.

- Si applica il principio di conservazione dell'energia meccanica osservando che il centro di massa ruota attorno all'estremità fissa, e quindi, per il teorema di Huygens-Steiner, risulta:

- $mgL = mg\frac{L}{2} + \frac{1}{2}\left(\frac{mL^2}{12}\right)\omega^2 + \frac{1}{2}m\left(\omega\frac{L}{2}\right)^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{mg\frac{L}{2}}{\frac{mL^2}{24} + \frac{mL^2}{8}}} = 5{,}42 rad/s$, oppure

sfruttando i valori "da tabella" del momento d'inerzia:

- $mgL = mg\frac{L}{2} + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{3}mL^2\right)\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{mg\frac{L}{2}}{m\frac{L^2}{6}}} = 5{,}42 rad/s$.

8.

- $\begin{cases} M - M_{att} = I\alpha \\ \omega = \alpha\Delta t_1 \\ M_{att}\Delta\theta = \Delta E_c \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M - M_{att} = I\dfrac{\omega}{\Delta t_1} \\ M_{att}(\omega\Delta t_2 + \dfrac{1}{2}\left(-\dfrac{\omega}{\Delta t_2}\right)(\Delta t_2)^2) = \dfrac{1}{2}I\omega^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} M - \dfrac{\frac{1}{2}I\omega^2}{\frac{\omega\Delta t_2}{2}} = I\dfrac{\omega}{\Delta t_1} \\ M_{att} = \dfrac{\frac{1}{2}I\omega^2}{\frac{\omega\Delta t_2}{2}} \end{cases}$. Di conseguenza: $\begin{cases} I = \dfrac{M}{\dfrac{\omega}{\Delta t_1} + \dfrac{\omega}{\Delta t_2}} = \dfrac{50}{\dfrac{63}{20} + \dfrac{63}{120}} = 13{,}6 kg \cdot m^2 \\ M_{att} = \dfrac{I\omega}{\Delta t_2} = \dfrac{13{,}6 \cdot 63}{120} = 7{,}1 N \cdot m \end{cases}$.

9.

- Si utilizza la seconda legge della dinamica per la sfera e per il corpo:

$$\begin{cases} m'a = m'g - T \\ I\alpha = TR \\ a = \alpha R \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = \dfrac{m'g}{m' + \frac{2}{5}m} = \dfrac{5m'g}{5m' + 2m} \\ T = \dfrac{2mR^2}{5R}\dfrac{a}{R} \\ a = \alpha R \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = \dfrac{5m'g}{5m' + 2m} \\ T = \dfrac{2mm'}{5m' + 2m}g \end{cases}$$

10.

- Se le forze avessero la stessa intensità formerebbero una *coppia*, ed il moto del cilindro sarebbe rotatorio attorno ad un asse passante per il centro di massa e perpendicolare alla superficie. Nel nostro caso, invece, il moto sarà di tipo roto-traslatorio uniformemente accelerato verso destra, essendo la forza F_1 di intensità maggiore della forza F_2. La seconda legge della dinamica (formulazione rotazionale) permette di determinare l'accelerazione angolare:

  $(F_1 - F_2)r = \dfrac{mr^2}{2}\alpha \Rightarrow \alpha = \dfrac{2(F_1 - F_2)}{mr} = \dfrac{2(65 - (-45))}{120 \cdot 0{,}5} = 3{,}7 rad/s^2$. Da questa si passa all'accelerazione lineare grazie alla relazione $a = \alpha r = 1{,}9 m/s^2$. La velocità angolare e la velocità lineare sono legate dalla relazione $v = \omega r = (\alpha t)r \Rightarrow v = \alpha rt = 1{,}9t$. Il centro di massa durante il moto è sempre alla stessa distanza dal punto di "stacco" della fune dal cilindro, indicato con P in figura. Di conseguenza il moto del centro di massa è rettilineo uniformemente accelerato verso destra con accelerazione $a = \alpha r = 1{,}9 m/s^2$, e la posizione in funzione del tempo è $s = \dfrac{1}{2}at^2 = 1t^2$.

11.

- Si applica il principio di conservazione dell'energia meccanica tra l'istante iniziale e quello in cui la palla si trova nel punto più alto internamente al cerchio della morte. Si applica il teorema di Huygens-Steiner per calcolare l'energia cinetica della palla, il cui asse istantaneo di rotazione è parallelo all'asse passante per il centro e parallelo al suolo:

$mg(h+r) = mg(2R-r) + \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}mr^2 + mr^2\right)\omega^2$. Affinché la palla descriva la traiettoria circolare, la velocità (lineare del centro di massa) deve essere tale da conferire alla palla un'accelerazione centripeta sufficiente a bilanciare, nel punto più alto della traiettoria, l'accelerazione di gravità:

$$m\frac{v^2}{R-r} = mg \Rightarrow \frac{\omega^2 r^2}{R-r} = g \Rightarrow \frac{10}{7}(h+2r-2R)g = g(R-r) \Rightarrow$$
$$\frac{10}{7}h = \frac{27}{7}(R-r) \Rightarrow h = 2{,}7(R-r)$$
.

12.

- L'equazione della dinamica rotazionale e la relazione tra accelerazione angolare e lineare permettono di risolvere il problema:

$$\begin{cases} ma = mg - T \\ TR = I\alpha \\ a = \alpha R \end{cases}$$

. Di conseguenza

$$\begin{cases} ma = mg - \frac{I\alpha}{R} = mg - \frac{mR^2}{2R}\alpha = mg - \frac{ma}{2} \Rightarrow a = \frac{2}{3}g \\ TR = I\alpha \Rightarrow T = \frac{I\alpha}{R} = \frac{mR^2}{2R}\cdot\frac{a}{R} = \frac{mg}{3} \\ a = \alpha R \end{cases}$$

.

13.

$$\begin{cases} ma = mg - T \\ TR = I\alpha \\ a = \alpha R \end{cases}$$

, quindi

$$\begin{cases} ma = mg - \frac{I\alpha}{R} = mg - \frac{2mR^2}{5R}\alpha = mg - \frac{2ma}{5} \Rightarrow a = \frac{5}{7}g \\ TR = I\alpha \Rightarrow T = \frac{I\alpha}{R} = \frac{2mR^2}{5R}\cdot\frac{5g}{7R} = \frac{2mg}{7} \\ a = \alpha R \end{cases}$$

14.

$$mgh = \frac{1}{2}mv_{CM}^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{v_{CM}^2}{2}(m + \frac{I}{R^2}) \text{ (conservazione dell'energia)}$$

$$v_{CM} = \sqrt{\frac{2mgh}{m+\frac{I}{R^2}}} = \sqrt{\frac{2mgh}{m+\frac{mR^2}{2R^2}}} = \sqrt{\frac{4gh}{3}}$$

Un istante prima del raggiungimento della quota più bassa risulta:

$$\frac{v_{CM}^2}{2}(m+\frac{I}{R^2}) = -mg\Delta x + \frac{1}{2}mv_{CM}'^2 + \frac{1}{2}I\frac{v_{CM}'^2}{R^2}$$
$$\frac{3v_{CM}^2}{4} = -g\Delta x + \frac{3}{4}v_{CM}'^2 \Rightarrow v_{CM}'^2 = v_{CM}^2 + \frac{4}{3}g\Delta x$$
$$0 = v_{CM}^2 + \frac{4}{3}g\Delta x \Rightarrow \frac{4}{3}gh + \frac{4}{3}g\Delta x = 0 \Rightarrow$$
$$\Delta x = h.$$

Indicata con x la distanza dalla posizione iniziale, e con θ l'inclinazione del piano, per il principio di conservazione dell'energia meccanica risulta:

$mgx\sin\theta = \frac{kx^2}{2} + \frac{I_G v_G^2}{2R^2} + \frac{mv_G^2}{2}$, da cui segue, dopo opportuni "accorgimenti" la relazione $\frac{\left(x - \frac{mg\sin\theta}{k}\right)^2}{\left(\frac{mg\sin\theta}{k}\right)^2} + \frac{(v_G - 0)^2}{\left(\frac{mg\sin\theta}{\sqrt{k\left(m + I_G/R^2\right)}}\right)^2} = 1$.

15.

a) $mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{M}{4}v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{4mgh}{2m+M}} = 1{,}7\,\frac{m}{s}$

- *b*) $\begin{cases} TR = I\alpha \\ \alpha = \frac{a}{R} \\ ma = mg - T \end{cases} \Rightarrow m(g-a)R = \frac{MR^2}{2}\frac{a}{R} \Rightarrow a = \frac{2mg}{M+2m} = 2{,}8\,\frac{m}{s^2}$

c) $T = m(g-a) = \frac{Mm}{M+2m}g = 14N$

16.

- Si applica il principio di conservazione dell'energia meccanica nel tratto in cui la sfera rotola senza strisciare, e si ricava così la velocità all'ingresso del tratto orizzontale:
  $mgh = \frac{1}{2}I_c\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\cdot\frac{2}{5}mr^2\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{7}{10}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{10}{7}gh}$.
  Quando la palla arriva sul piano, si arresta per l'azione della coppia d'attrito volvente: $-M_V = \left(\frac{2}{5}mr^2 + mr^2\right)\alpha$, dove il momento d'inerzia è calcolato rispetto al punto di contatto della palla col piano orizzontale. Conoscendo la velocità angolare iniziale ed il tempo d'arresto, è possibile calcolare il valore della decelerazione angolare $\alpha = -\frac{\omega}{t} = -\left(\sqrt{\frac{10}{7}gh}\right)\frac{1}{tr}$, da cui segue
  $M_V = \sqrt{\frac{14}{5}gh}\,\frac{mr}{t}$.

17.

- In riferimento alla figura, per effetto del colpo la pallina si muoverà verso sinistra con un moto roto-traslatorio, ruotando in senso antiorario. La condizione per avere un moto di rotolamento puro è data dalla relazione tra accelerazione lineare ed accelerazione angolare: $a = \alpha r$. Il momento della forza con cui viene colpita la pallina è $Fx = I\alpha = \frac{Ia}{r}$. Dalla seconda legge della dinamica segue
  $ma \cdot x = \frac{Ia}{r} \Rightarrow x = \frac{I}{mr}$.

QUESITI

1. Si spieghi il concetto di momento di una forza, e si dica quali convenzioni possono essere adottate per il calcolo.
2. Si spieghi com'è possibile passare dalla seconda legge della dinamica traslazionale a quella rotazionale, per il punto materiale.
3. Quale grandezza fisica rappresenta l'analogo rotazionale della quantità di moto.
4. Si deduca l'espressione del momento d'inerzia dalla seconda legge della dinamica rotazionale.
5. Qual è il significato fisico del momento d'inerzia?
6. Enunciare il teorema di Huygens-Steiner, e si faccia un esempio in cui viene applicato.
7. Un corpo ruota attorno ad un asse. Quale configurazione minimizza il momento d'inerzia?
8. Si deduca la formulazione rotazionale del teorema dell'energia cinetica.
9. Cosa si intende per moto di rotolamento "puro"? Da quale condizione è rappresentato?
10. Qual è la funzione della forza d'attrito radente nel moto di rotolamento puro?
11. Descrivere il moto di un corpo che rotola senza strisciare lungo un piano inclinato, in assenza di attrito volvente.
12. Descrivere il moto di un corpo che rotola senza strisciare su un piano orizzontale, soggetto alla forza d'attrito volvente costante.