

# **Esercizi su impulso e urti**

# Esercizio 1

---

**Un giocatore di tennis riceve una palla, di massa  $m = 60 \text{ g}$ , che viaggia orizzontalmente ad una velocità di  $50 \text{ m/s}$ , e la ribatte con la racchetta così da farla tornare indietro con una velocità di  $40 \text{ m/s}$ . Calcolare l'impulso trasferito.**

# Esercizio 1

---

Un giocatore di tennis riceve una palla, di massa  $m = 60 \text{ g}$ , che viaggia orizzontalmente ad una velocità di  $50 \text{ m/s}$ , e la ribatte con la racchetta così da farla tornare indietro con una velocità di  $40 \text{ m/s}$ . Calcolare l'impulso trasferito.

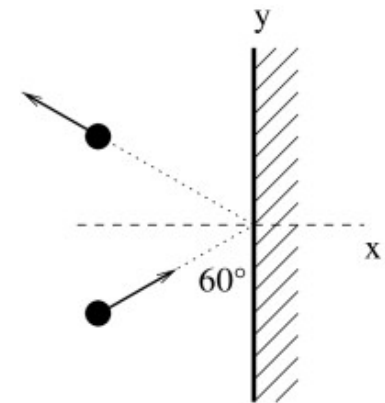
$$I = \Delta q = q_f - q_i$$


$v_f \updownarrow v_i$

$$I = q_f - q_i = m v_f - m v_i = 0.06 \times (50 + 40) = 5.4 \text{ kg m/s}$$

## Esercizio 2

**Una palla di acciaio di 3 Kg colpisce un muro con una velocità di 10 m/s, che forma un angolo di  $60^\circ$  con la parete. La palla rimbalza con la stessa velocità e lo stesso angolo. Se la palla rimane a contatto con la parete per 0.2 s, trovare la forza media esercitata dal muro sulla palla.**



# Esercizio 2

Una palla di acciaio di 3 Kg colpisce un muro con una velocità di 10 m/s, che forma un angolo di  $60^\circ$  con la parete. La palla rimbalza con la stessa velocità e lo stesso angolo. Se la palla rimane a contatto con la parete per 0.2 s, trovare la forza media esercitata dal muro sulla palla.

$$F_m \Delta t = \Delta q$$

$$v_{i,y} = v_{f,y} = v \cos \alpha \quad \longrightarrow \quad q_{i,y} = m v_{i,y} = m v_{f,y} = q_{f,y}$$

$$\Delta q_x = q_{f,x} - q_{i,x} = m v_{f,x} - m v_{i,x}$$

$$v_{i,x} = v \sin \alpha \quad v_{f,x} = -v \sin \alpha \quad \longrightarrow \quad \Delta q_x = m v_{f,x} - m v_{i,x} = -2 m v \sin \alpha$$

$$F_m = \frac{\Delta q_x}{\Delta t} = \frac{-2 m v \sin \alpha}{\Delta t} = \frac{-2 \times 3 \times 10 \times \sin 60^\circ}{0.2} \simeq -260 \text{ N}$$

## Esercizio 3

---

**Un'auto di massa  $M_1 = 1800$  Kg ferma ad un semaforo viene tamponata da una seconda auto di massa  $M_2 = 900$  Kg che viaggia ad una velocità  $v_i = 20.0$  m/s. Nell'ipotesi che le due auto proseguano unite, si calcoli la velocità dopo l'urto. (Si trascurino gli attriti)**

# Esercizio 3

Un'auto di massa  $M_1 = 1800 \text{ Kg}$  ferma ad un semaforo viene tamponata da una seconda auto di massa  $M_2 = 900 \text{ Kg}$  che viaggia ad una velocità  $v_i = 20.0 \text{ m/s}$ . Nell'ipotesi che le due auto proseguano unite, si calcoli la velocità dopo l'urto. (Si trascurino gli attriti)

$$q_f = q_i$$

$$q_i = M_1 0 + M_2 v_i = M_2 v_i$$

$$q_f = M_1 v_f + M_2 v_f = (M_1 + M_2) v_f$$

$$v_f = \frac{M_2 v_i}{M_1 + M_2} = \frac{900 \times 20}{1800 + 900} = 6.67 \text{ m/s}$$

$$\left( K_i = \frac{1}{2} M_2 v_i^2 = 180000 \text{ J} \quad K_f = \frac{1}{2} M_1 v_f^2 + \frac{1}{2} M_2 v_f^2 = 60060 \text{ J} \right)$$

## Esercizio 4

---

**Un sistema è composto di due punti materiali,  $m_1 = 2 \text{ kg}$  che si muove con velocità  $v_1$  di componenti  $v_{1,x} = 2 \text{ m/s}$  e  $v_{1,y} = -3 \text{ m/s}$ , e  $m_2 = 3 \text{ kg}$  che si muove con velocità  $v_2$  di componenti  $v_{2,x} = 1 \text{ m/s}$  e  $v_{2,y} = 6 \text{ m/s}$ .  
Determinare la velocità del centro di massa e la sua quantità di moto.**

# Esercizio 4

Un sistema è composto di due punti materiali,  $m_1 = 2 \text{ kg}$  che si muove con velocità  $\mathbf{v}_1$  di componenti  $v_{1,x} = 2 \text{ m/s}$  e  $v_{1,y} = -3 \text{ m/s}$ , e  $m_2 = 3 \text{ kg}$  che si muove con velocità  $\mathbf{v}_2$  di componenti  $v_{2,x} = 1 \text{ m/s}$  e  $v_{2,y} = 6 \text{ m/s}$ . Determinare la velocità del centro di massa e la sua quantità di moto.

$$x_{CM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} \quad \longrightarrow \quad v_{CM,x} = \frac{m_1 v_{1,x} + m_2 v_{2,x}}{m_1 + m_2} = \frac{2 \times 2 + 3 \times 1}{2 + 3} = 1.4 \text{ m/s}$$

$$\downarrow \quad v_{CM,y} = \frac{m_1 v_{1,y} + m_2 v_{2,y}}{m_1 + m_2} = \frac{-2 \times 3 + 3 \times 6}{2 + 3} = 2.4 \text{ m/s}$$

$$q_x = (m_1 + m_2) v_{CM,x} = (2 + 3) \times 1.4 = 7 \text{ kg m/s}$$

$$q_y = (m_1 + m_2) v_{CM,y} = (2 + 3) \times 2.4 = 12 \text{ kg m/s}$$

# Esercizio 5

## ESEMPIO 10.6

### Momento delle forze risultante su un cilindro

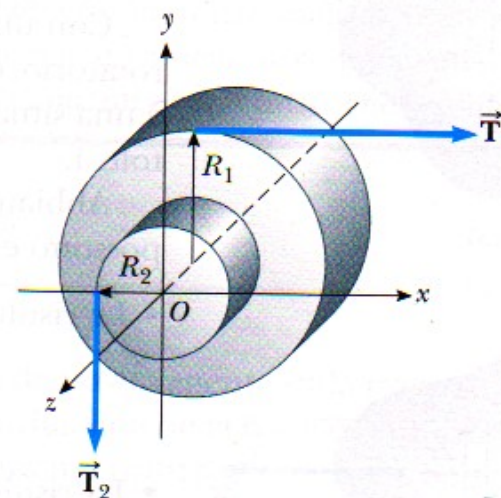
Un cilindro ha la forma indicata in Figura 10.14, con una sezione centrale sporgente da un tamburo più largo. Il cilindro è libero di ruotare intorno all'asse centrale mostrato nel disegno. Una corda avvolta attorno al tamburo di raggio  $R_1$  esercita una forza  $\vec{T}_1$  verso destra sul cilindro. Una corda avvolta attorno alla sezione centrale di raggio  $R_2$  esercita una forza  $\vec{T}_2$  verso il basso sul cilindro.

**A** Qual è il momento risultante delle forze agenti sul cilindro attorno all'asse di rotazione (che è l'asse  $z$  in Fig 10.14)?

**Soluzione** Il momento dovuto alla forza  $\vec{T}_1$  è  $-R_1 T_1$ . È negativo perché tende a produrre una rotazione in senso orario come si vede dalla Figura 10.14. Il momento dovuto a  $\vec{T}_2$  è  $+R_2 T_2$  ed è positivo poiché tende a produrre una rotazione in senso antiorario. Quindi il momento risultante relativo all'asse di rotazione è

$$\tau_{\text{ris}} = \tau_1 + \tau_2 = R_2 T_2 - R_1 T_1$$

**B** Supponiamo che  $T_1 = 5.0 \text{ N}$ ,  $R_1 = 1.0 \text{ m}$ ,  $T_2 = 6.0 \text{ N}$ , e  $R_2 = 0.50 \text{ m}$ . Qual è il momento risultante rispetto all'asse di rotazione e in che modo ruota il cilindro se parte da fermo?



**FIGURA 10.14**

(Esempio 10.6) Un cilindro pieno che può ruotare intorno all'asse  $z$  passante per  $O$ . Il braccio di  $\vec{T}_1$  è  $R_1$  e il braccio di  $\vec{T}_2$  è  $R_2$ .

**Soluzione** Sostituiamo i valori numerici nel risultato ottenuto nella parte A:

$$\tau_{\text{ris}} = (6.0 \text{ N})(0.50 \text{ m}) - (5.0 \text{ N})(1.0 \text{ m}) = -2.0 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Poiché il momento risultante è negativo, il cilindro ruota in **senso orario** a partire da fermo.

# Esercizio 6

**ESEMPIO 8-11** Oggetto che ruota attaccato a una cordicella di lunghezza variabile. Una massa  $m$ , attaccata a un'estremità di una cordicella, ruota lungo una circonferenza sulla superficie di un tavolo priva di attrito. L'altro capo della cordicella passa attraverso un buco nel tavolo (fig. 8-26). Inizialmente, la massa ruota con una velocità  $v_1 = 2.4$  m/s lungo una circonferenza di raggio  $r_1 = 0.80$  m. La cordicella viene poi tirata lentamente attraverso il buco, in modo che il raggio sia ridotto a  $r_2 = 0.48$  m. Qual è ora la velocità  $v_2$  della massa?

**APPROCCIO** Non c'è momento torcente risultante sulla massa  $m$  perché la forza esercitata dalla cordicella per tenerla in movimento circolare agisce sul suo asse e quindi il braccio della forza è zero. Quindi, dalla conservazione del momento angolare:

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2.$$

La nostra piccola massa è essenzialmente una particella il cui momento d'inerzia attorno al buco è  $I = mr^2$  (par. 8-3, eq. 8-11), perciò abbiamo

$$mr_1^2 \omega_1 = mr_2^2 \omega_2,$$

$$\omega_2 = \omega_1 \left( \frac{r_1^2}{r_2^2} \right).$$

Allora, poiché  $v = r\omega$ , possiamo scrivere:

$$\begin{aligned} v_2 &= r_2 \omega_2 = r_2 \omega_1 \left( \frac{r_1^2}{r_2^2} \right) = r_2 \frac{v_1}{r_1} \left( \frac{r_1^2}{r_2^2} \right) = v_1 \frac{r_1}{r_2} \\ &= (2.4 \text{ m/s}) \left( \frac{0.80 \text{ m}}{0.48 \text{ m}} \right) = 4.0 \text{ m/s}. \end{aligned}$$

La velocità cresce quando il raggio diminuisce.

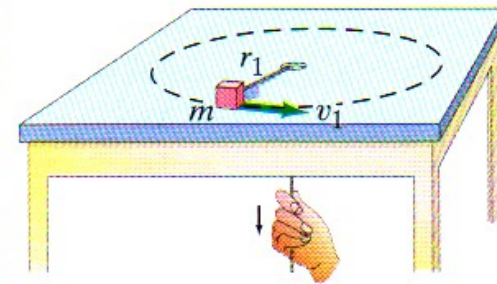


FIGURA 8-26 Esempio 8-11

