

# Problemi

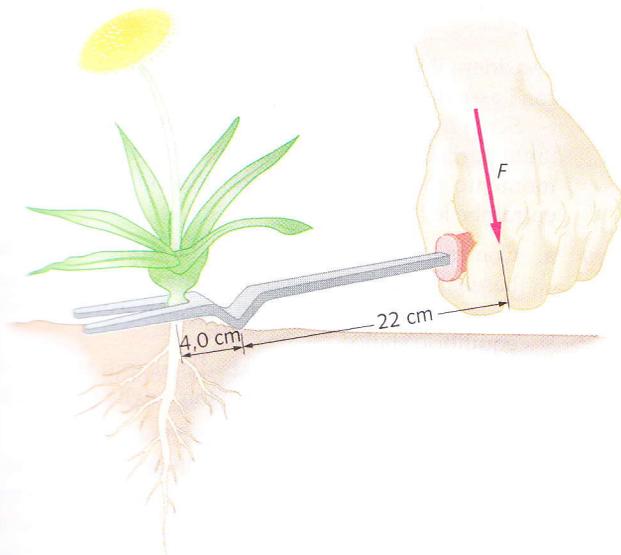
## 1. Momento torcente o momento di una forza

1. Per avvitare una candela d'accensione in un'automobile, si deve applicare un momento torcente di  $15 \text{ N}\cdot\text{m}$ .

► Se un meccanico stringe la candela con una chiave inglese lunga  $25 \text{ cm}$ , qual è la forza minima necessaria per creare il momento torcente desiderato?

2.  The gardening tool shown in figure 1 is used to pull weeds.

► If a  $1,23 \text{ N}\cdot\text{m}$  torque is required to pull a given weed, what force did the weed exert on the tool?



▲ Figura 1. Problema 2

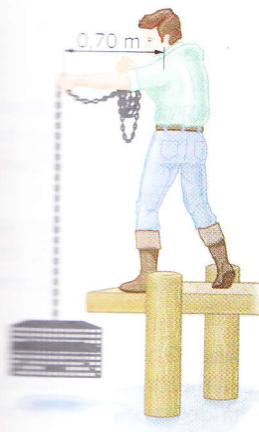
3. Un trofeo di bowling di  $1,41 \text{ kg}$  è tenuto a una distanza di  $0,600 \text{ m}$  dall'articolazione della spalla. Indica quale momento torcente esercita il trofeo rispetto alla spalla se il braccio è:

a. orizzontale;

b. a un angolo di  $20,0^\circ$  al di sotto dell'orizzontale.

4. Una persona cala lentamente una trappola per granchi di  $3,3 \text{ kg}$  da una banchina, come mostrato nella figura 2.

► Che momento torcente esercita la trappola rispetto alla spalla della persona?



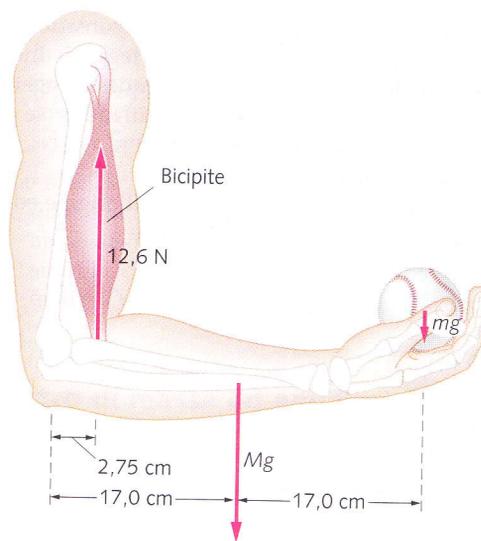
▲ Figura 2. Problema 4

5. Una persona stringe una palla da baseball di peso  $1,42 \text{ N}$  nella propria mano, a una distanza di  $34,0 \text{ cm}$  dall'articolazione del gomito, come illustrato dalla figura 3. Il bicipite, attaccato a una distanza di  $2,75 \text{ cm}$  dal gomito, esercita una forza verso l'alto di  $12,6 \text{ N}$  sull'avambraccio. Considera l'avambraccio e la mano come fossero un'asta uniforme di massa  $1,20 \text{ kg}$ .

a. Calcola il momento torcente che agisce sull'avambraccio e sulla mano. Utilizza l'articolazione del gomito come asse di rotazione.

b. Se il momento torcente risultante ottenuto in a. non è nullo, in quale verso ruoteranno l'avambraccio e la mano?

c. Il momento torcente risultante esercitato sull'avambraccio e sulla mano aumenterebbe o diminuirebbe se i bicipiti fossero attaccati più lontani dalla giuntura del gomito?



▲ Figura 3. Problema 5

6. Nel giardino pubblico, un bambino di  $16 \text{ kg}$  siede all'estremità di un'altalena, a  $1,5 \text{ m}$  dal fulcro. Dall'altra parte rispetto al fulcro un adulto spinge verso il basso l'estremità dell'altalena con una forza di  $95 \text{ N}$ . In quale verso ruota l'altalena se l'adulto applica una forza alla distanza dal fulcro di:

a.  $3,0 \text{ m}$

b.  $2,5 \text{ m}$

c.  $2,0 \text{ m}$

## 2. Momento torcente e accelerazione angolare

7. Un momento torcente di  $0,97 \text{ N}\cdot\text{m}$  è applicato alla ruota di una bicicletta di raggio  $35 \text{ cm}$  e di massa  $0,75 \text{ kg}$ .

► Trattando la ruota come se fosse un anello, trova la sua accelerazione angolare.

8.  When a ceiling fan rotating with an angular speed of  $2,55 \text{ rad/s}$  is turned off, a frictional torque of  $0,220 \text{ N}\cdot\text{m}$  slows it to a stop in  $5,75 \text{ s}$ .

► What is the moment of inertia of the fan?

9 Quando viene premuto il tasto «play», un CD accelera uniformemente da fermo a 450 giri/min in 3,0 giri.

► Se il CD ha raggio di 6,0 cm e massa di 17 g, qual è il momento torcente esercitato su di esso?

10 Una persona regge orizzontalmente una scala a pioli tenendola nel suo centro.

► Trattando la scala come un'asta uniforme di lunghezza 3,05 m e massa 7,60 kg, trova il momento torcente che la persona deve esercitare sulla scala per imprimerle un'accelerazione angolare di  $0,322 \text{ rad/s}^2$ .

11 Alla ruota di un quiz televisivo viene impressa una velocità angolare iniziale di modulo  $1,22 \text{ rad/s}$ . Essa si ferma dopo aver compiuto  $3/4$  di giro.

a. Trova il momento torcente medio esercitato sulla ruota dato che essa è un disco di raggio 0,71 m e massa 6,4 kg.

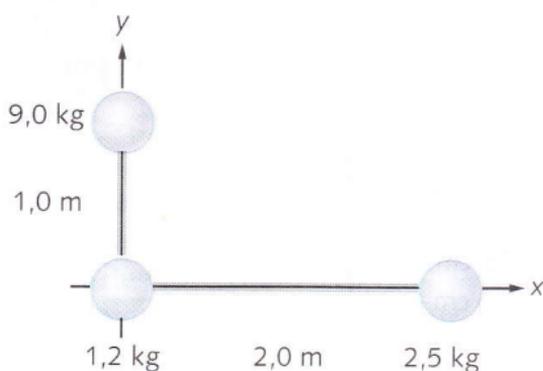
b. Se la massa della ruota è raddoppiata e il suo raggio dimezzato, l'angolo di rotazione della ruota prima di fermarsi sarà maggiore, minore, o lo stesso? Giustifica la tua risposta. (Assumi che il momento torcente medio non sia cambiato.)

12 L'oggetto a forma di L della figura 4 consiste in tre masse collegate tra loro da bastoncini leggeri. Indica quale momento torcente devi applicare a questo oggetto per dargli un'accelerazione angolare di  $1,20 \text{ rad/s}^2$  se esso ruota:

a. intorno all'asse x;  $10,8 \text{ N}\cdot\text{m}$

b. intorno all'asse y;  $12 \text{ N}\cdot\text{m}$

c. intorno all'asse z (che passa dall'origine ed è perpendicolare alla pagina).  $22,8 \text{ N}\cdot\text{m}$



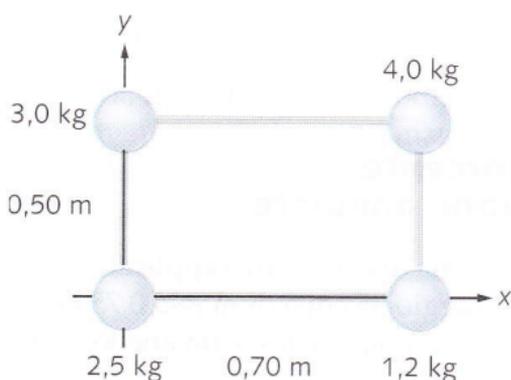
▲ Figura 4. Problema 12

13 Indica qual è l'accelerazione angolare dell'oggetto rettangolare della figura 5 se un momento torcente di  $13 \text{ N}\cdot\text{m}$  viene applicato rispetto:

a. all'asse x;  $7,4 \text{ rad/s}^2$

b. all'asse y;  $5,1 \text{ rad/s}^2$

c. all'asse z (che passa per l'origine degli assi ed è perpendicolare alla pagina).  $3 \text{ rad/s}^2$



▲ Figura 5. Problema 13

**35** Una mazza da baseball ha il centro di massa a 71,1 cm da un'estremità. Se un guanto di 0,560 kg viene attaccato a un'estremità, il centro di massa si sposta 24,7 cm verso il guanto.

► Trova la massa della mazza.

## 5. Applicazioni dinamiche del momento torcente

**36** Un secchio di 2,85 kg è attaccato a una carrucola a forma di disco di raggio 0,121 m e massa 0,742 kg. Supponendo che il secchio sia libero di cadere, indica:

- qual è la sua accelerazione lineare;  $2,68 \text{ m/s}^2$
- qual è l'accelerazione angolare della carrucola;  $71,7 \text{ rad/s}^2$
- di quanto cade il secchio in 1,50 s.  $3,77 \text{ m}$

**37** Con riferimento al problema precedente:

- la tensione nella corda è maggiore, minore o uguale al peso del secchio?
- Calcola la tensione nella corda.

**38**  A child exerts a tangential 40,0-N force on the rim of a disk-shaped merry-go-round with a radius of 2,40 m.

► If the merry-go-round starts at rest and acquires an angular speed of 0,0870 rev/s in 3,50 s, what is its mass?

**39** Tiri verso il basso con una forza di 25 N una corda che passa su una carrucola a forma di disco di massa 1,3 kg e raggio 0,075 m. All'altra estremità della corda è attaccata una massa di 0,67 kg.

- La tensione nella corda è la stessa per entrambi i lati della carrucola? Se no, quale lato possiede la tensione maggiore?
- Trova la tensione nella corda in entrambi i lati della carrucola.

**40** Con riferimento al problema precedente, trova l'accelerazione lineare della massa di 0,67 kg.

**41** Un metro uniforme di massa  $M$  ha una lattina mezza piena di succo di frutta attaccata a un'estremità. Il metro e la lattina hanno il centro di massa a 20,0 cm dall'estremità del metro dove è attaccata la lattina. Quando il sistema metro-lattina è bilanciato, viene posto su di una bilancia e la lettura è 2,54 N.

► Calcola la massa del metro e della lattina di succo di frutta.

**42** Una macchina di Atwood è formata da due masse,  $m_1$  e  $m_2$ , collegate da una cordicella che passa su di una carrucola. Se la carrucola è un disco di raggio  $R$  e massa  $M$ , trova l'accelerazione delle masse.

## 6. Momento angolare o momento della quantità di moto

**43** Calcola il momento angolare della Terra intorno al suo asse, dovuto alla sua rotazione. Assumi che la Terra sia una sfera uniforme.

$$7,07 \cdot 10^{33} \text{ kg m}^2/\text{s}$$

**44** Un disco musicale di 0,17 kg, con un raggio di 15 cm, ruota con una velocità angolare di  $33 \frac{1}{3}$  giri/min.

► Trova il momento angolare del disco.

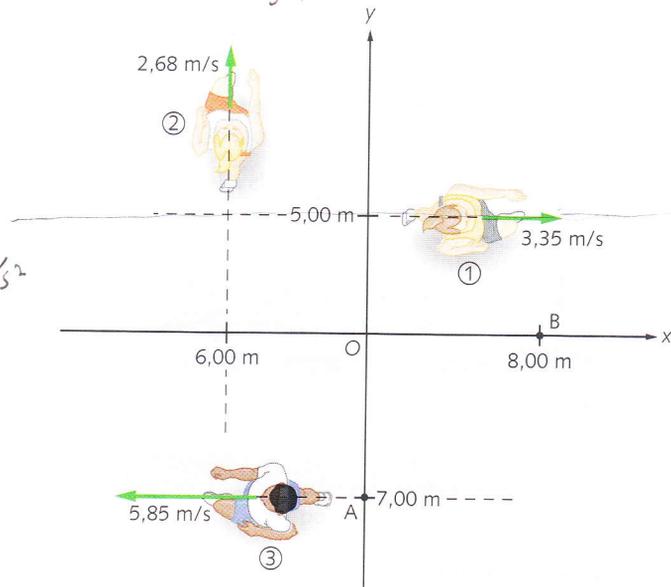
**45** Nel problema precedente, una mosca di 1,1 g atterra sul bordo del disco.

► Qual è il momento angolare della mosca?

**46** Il corridore 1 della figura 10 ha una massa di 70,1 kg e corre in linea retta con una velocità di modulo 3,35 m/s.

- Qual è la quantità di moto del corridore?
- Qual è il suo momento angolare rispetto all'origine  $O$ ?

$$1. 17 \cdot 10^3 \text{ kg m/s}$$



▲ Figura 10. Problemi 46, 47 e 48

**47** Ripeti il problema precedente nel caso del corridore 2, la cui velocità è di modulo 2,68 m/s e la massa è di 56,4 kg.

**48**  Find the angular momentum of jogger 3 in figure 10 with respect to:

- point A;
- point B;
- the origin,  $O$ .

Jogger 3 has a mass of 62,2 kg and a speed of 5,85 m/s.

**49** Un momento torcente di  $0,12 \text{ N} \cdot \text{m}$  viene applicato a uno sbattitore di uova.

- Se lo sbattitore parte da fermo, qual è il momento angolare dopo 0,50 s?  $0,06$
- Il momento di inerzia dello sbattitore è  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ , qual è il modulo della sua velocità angolare dopo 0,50 s?

**50** Due gerbilli (specie di grosso criceto dalla lunga coda) corrono con una velocità lineare di modulo 0,45 m/s su una ruota per esercizi che è a forma di anello.

► Trova il momento angolare del sistema se ogni gerbillo ha massa 0,33 kg e la ruota ha un raggio di 9,5 cm e massa di 5,0 g.

## 7. Conservazione del momento angolare

**51** Quando un pattinatore sul ghiaccio comincia a girare, la sua velocità angolare è di modulo 3,28 rad/s. Dopo aver avvicinato le braccia al corpo, la sua velocità angolare aumenta a 5,72 rad/s.

► Trova il rapporto fra il momento di inerzia finale e quello iniziale del pattinatore.

**52** Una tuffatrice ripiega il suo corpo nel mezzo del suo volo, diminuendo il suo momento di inerzia di un fattore 2.

► Di che fattore cambia il modulo della sua velocità angolare?

**53** Una giostra a forma di disco di raggio 2,63 m e massa di 155 kg ruota liberamente con una velocità angolare di

modulo  $0,642$  giri/s. Una persona di  $59,4$  kg che corre tangenzialmente alla giostra a  $3,41$  m/s, salta sul bordo e si tiene stretto a esso. Prima di saltare sulla giostra, la persona si muoveva nello stesso verso del bordo della giostra.

► Qual è la velocità angolare finale della giostra?

54

Con riferimento al problema precedente:

- L'energia cinetica del sistema aumenta, diminuisce o rimane la stessa quando la persona salta sulla giostra?
- Calcola l'energia cinetica iniziale e finale del sistema.

55

Uno studente siede fermo su di uno sgabello da pianoforte che può ruotare senza attrito. Il momento di inerzia del sistema studente-sgabello è  $4,1$  kg  $\cdot$  m<sup>2</sup>. Un secondo studente lancia una massa di  $1,5$  kg con una velocità di modulo  $2,7$  m/s allo studente sullo sgabello che la afferra a una distanza di  $0,40$  m dall'asse di rotazione.

► Qual è il modulo della velocità angolare risultante dello studente e dello sgabello?

56

Con riferimento al problema precedente:

- L'energia cinetica del sistema massa-studente-sgabello aumenta, diminuisce o rimane la stessa quando la massa viene afferrata?
- Calcola l'energia cinetica iniziale e finale del sistema.

57

Un bambino di massa  $m$  sta fermo vicino al bordo esterno di una giostra ferma di raggio  $R$  e momento di inerzia  $I$ . Il bambino ora comincia a camminare lungo il bordo della giostra con una velocità tangenziale di modulo  $v$  rispetto alla superficie della giostra.

- Qual è il modulo della velocità del bambino rispetto al suolo?
- Controlla il tuo risultato per i limiti  $I \rightarrow 0$  e  $I \rightarrow \infty$ .

## 8. Lavoro rotazionale

58

Quanto lavoro deve essere compiuto per accelerare un manganello da fermo fino a una velocità angolare di modulo  $7,9$  rad/s intorno al suo centro? Considera il manganello come un bastone uniforme di lunghezza  $0,52$  m e massa  $0,56$  kg.

59

Girare la maniglia di una porta di  $1/4$  di giro richiede  $0,12$  J di lavoro.

► Qual è il momento torcente richiesto per girare la maniglia?

60

Una persona esercita una forza tangenziale di  $36,1$  N sul bordo esterno di una giostra a forma di disco di massa  $167$  kg e raggio  $2,74$  m.

► Se la giostra parte da ferma, qual è la sua velocità angolare dopo che la persona l'ha fatta ruotare di un angolo di  $60,0^\circ$ ?

61

Per preparare del gelato fatto in casa una manovella deve essere girata con un momento torcente di  $3,3$  N  $\cdot$  m.

► Quanto lavoro è richiesto per ogni giro completo della manovella?

62

Dopo aver bevuto un po' d'acqua, un criceto salta sulla sua ruota per fare una corsetta. Qualche secondo dopo il criceto corre con una velocità di  $1,4$  m/s.

► Trova il lavoro compiuto dal criceto per far muovere la ruota, assumendo che essa sia un anello di raggio  $0,13$  m e massa  $6,5$  g.

63

L'oggetto a forma di L della figura 4 consiste in tre masse collegate tra loro da bastoncini leggeri. Trova il lavoro che deve essere compiuto su questo oggetto per accelerarlo da fermo alla velocità angolare di modulo  $2,75$  rad/s intorno:

- all'asse  $x$ ;
- all'asse  $y$ ;
- a un asse che passa attraverso l'origine degli assi ed è perpendicolare alla pagina.

64

L'oggetto rettangolare nella figura 5 consiste in quattro masse connesse da bastoncini leggeri. Trova il lavoro che deve essere compiuto su questo oggetto per accelerarlo da fermo fino a una velocità angolare di modulo  $2,75$  rad/s intorno:

- all'asse  $x$ ;
- all'asse  $y$ ;
- a un asse che passa per l'origine degli assi ed è perpendicolare alla pagina.

## Problemi generali

65

Una persona di  $64,0$  kg sta in piedi su un trampolino di peso trascurabile sostenuto da due pilastri, uno posto all'estremità del trampolino e l'altro posto  $1,10$  m più in là. Il pilastro all'estremità esercita una forza verso il basso di  $828$  N.

- A quale distanza si trova la persona da quel pilastro?
- Trova la forza esercitata dal secondo pilastro.

66

Un'asta uniforme di  $47,0$  kg, lunga  $4,26$  m, è attaccata a un muro mediante un perno posto a una delle sue estremità. L'asta è trattenuta in posizione orizzontale da un filo attaccato all'altra estremità. Il filo forma con l'orizzontale un angolo di  $30,0^\circ$  ed è fissato al muro al di sopra del perno. Se il filo può sostenere una massima tensione di  $1400$  N prima di rompersi, a quale distanza dal muro può sedersi una persona di  $68,0$  kg senza far rompere il filo?

67

Un disco da hockey attaccato a una cordicella si muove in una traiettoria circolare su di una superficie senza attrito, come mostrato nella figura 2 della domanda 18. Inizialmente, la velocità del disco è di modulo  $v$  e il raggio del cerchio è  $r$ . Se la cordicella passa attraverso un buco nella superficie e viene tirata verso il basso fino a che il raggio della traiettoria circolare è  $r/2$ :

- Il modulo della velocità aumenta, diminuisce, o rimane lo stesso?
- Calcola il modulo della velocità finale del disco.

68

Stai stringendo in mano una penna uniforme, orizzontale, di  $25$  g, premendo con il pollice verso il basso su di un'estremità della penna e con l'indice verso l'alto a  $3,5$  cm dal pollice. La penna è lunga  $14$  cm.

- Quale delle due forze ha modulo maggiore?
- Trova le due forze.