

9 LE FORZE

9.1 La forza muscolare

Abbiamo già parlato di forze quando ci siamo interessati della massa e della importante differenza tra *massa* e *peso*. È opportuno conoscere qualcosa di più sulle forze, poiché da esse dipendono molti fenomeni della vita quotidiana.

Nel linguaggio comune, per *forza* si intende quasi sempre quella muscolare e all'idea di forza è quasi sempre associata quella di una spinta o una pressione esercitata dai nostri muscoli. Spesso, inoltre, il termine *forza* è usato in modo non appropriato, con significato di *energia* o di *potenza*; si tratta invece di tre grandezze fisiche di significato diverso, che si misurano con unità diverse e che dovrai imparare a distinguere l'una dall'altra.

Un calciatore che calcia il pallone, il portiere che lo para, l'atleta che solleva i pesi, l'uomo che spinge la propria auto rimasta senza benzina sono esempi di persone che utilizzano la propria forza muscolare per spingere o afferrare qualche cosa. Anche tu usi ogni giorno, e quasi senza farci caso, la tua forza muscolare:

- quando cammini, sono i muscoli delle gambe a contrarsi e a dare la spinta sul terreno per spostare il corpo in avanti;
- quando sollevi lo zainetto pieno di libri, senti «tendersi» i muscoli delle braccia; quando lo porti a spalla, sono i muscoli della schiena a intervenire.

Da questi esempi è chiaro che:

la forza è una spinta che viene data da un oggetto (oggetto agente) su di un altro oggetto (oggetto subente).

Negli esempi sopra, la forza è la spinta esercitata dai nostri muscoli sul terreno e sullo zainetto.

Riflettendo su quanto abbiamo detto, possiamo notare che la forza muscolare da sola non ha alcun significato; essa si manifesta solo se viene esercitata su qualche cosa o contro qualche cosa: possiamo spingere o afferrare un oggetto, ma non possiamo spingere o afferrare ... il nulla. Possiamo affermare che:

la forza muscolare si manifesta nell'interazione tra noi (o qualsiasi altro animale dotato di muscoli) e gli oggetti che ci circondano.

Per saperne di più sulle forze, rifletti sul dialogo che segue.

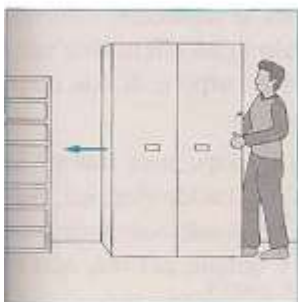
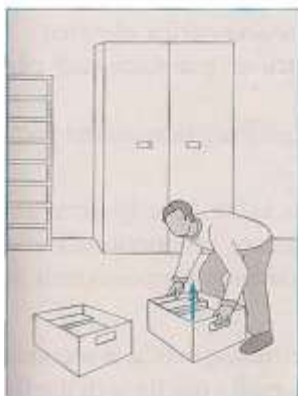
Hai deciso di spostare una libreria e un armadio che si trovano nella tua stanza e un amico si è offerto di aiutarti. Hai svuotato la libreria e sul pavimento ci sono ora due scatole piuttosto ingombranti, piene di libri. Decidi di appoggiarle sul tavolo e chiedi la collaborazione dell'amico: «Tira su uno scatolone!».

Spostando l'armadio, all'amico che ti aiuta dirai invece: «Spingi avanti!» oppure «Tira verso di te!».

Hai notato qualcosa di particolare? Per specificare la forza usata non è stata dichiarata soltanto l'intensità della forza ma anche... e.....

Cosa è
una
forza

Come si
manifesta
una
forza



9.2 Forze e interazioni

Esistono molte altre forze oltre a quella muscolare.

Abbiamo già accennato al *peso*, definendolo come la forza con la quale la Terra attira qualsiasi corpo. Anche il peso è dovuto all'interazione tra due corpi: per noi che stiamo sulla Terra, il peso, detto anche *forza di gravità* o *forza gravitazionale*, è la conseguenza dell'interazione del nostro corpo con la massa della Terra. Per un astronauta che si trovasse sulla Luna, il peso sarebbe dovuto invece all'interazione del suo corpo con la massa della Luna. Questo spiega perché, pur essendo sempre uguale il corpo, e quindi la massa dell'astronauta, il suo peso è diverso quando egli si trova sulla Terra o sulla Luna.

L'acqua che scende in una cascata, la matita che sfugge di mano e cade per terra sono esempi di *forza gravitazionale*, cioè dell'*interazione oggetto-Terra*.

Il lancio di un sasso con la fionda, una molla che, se tirata, si allunga, sono esempi di *forza elastica*, anch'essa dovuta a una particolare interazione tra due corpi (sasso ed elastico, molla e mano che la tira).

Un'automobilina che corre sul pavimento, rallenta fino a fermarsi. Noi diciamo che a fermarla è stata la *forza d'attrito*, cioè l'interazione tra la biglia e il pavimento che tende ad opporsi al moto.

Esistono molte altre forze, anche se meno evidenti: la penna di plastica che strofinata si elettrizza e attira pezzettini di carta è un esempio di una particolare forza che può essere attrattiva o repulsiva: la *forza elettrostatica*.

Il chiodo attirato da una calamita è un esempio di *forza magnetica*.



**Esempi
di
forze**

9.3 Grandezze scalari e grandezze vettoriali

Dal dialogo riportato al paragrafo 9.1, appare evidente che la *forza* non è come le altre grandezze fisiche che abbiamo finora incontrato. Infatti, anche se si tratta sempre di compiere uno sforzo muscolare, non è la stessa cosa *tirare su o spingere avanti*.

Mentre le frasi:

- *il muro è lungo 8 metri;*
- *sono stati acquistati 15 000 m³ di gasolio;*
- *la luce è rimasta accesa per 35 secondi, poi si è spenta;*
- *dalla miniera sono stati estratti 15 000 kg di minerale;*

hanno un significato chiaro e completo, per chiedere ad un amico di aiutarti con la forza delle sue braccia, è necessario indicargli *come* egli deve esercitarla.

In altre parole, per definire una forza, non è sufficiente indicarne l'*intensità*, ma è necessario indicarne anche la *direzione* e il *verso*.

Una grandezza come la forza, che per essere definita ha bisogno di tutte queste precisazioni, prende il nome di grandezza vettoriale.

Le grandezze che abbiamo incontrato precedentemente, come lunghezza, superficie, volume, massa, tempo, densità, vengono invece chiamate grandezze scalari, perché si determinano indicandone solo la misura (*o scala*), espressa con la relativa unità di misura usata.

Le grandezze vettoriali e, nel caso specifico le forze, si rappresentano con quella che tu chiameresti una *freccia* e che i matematici chiamano *vettore*. Risultano così evidenti sia la *direzione* sia il *verso*; inoltre, stabilita una scala di riferimento, la lunghezza della freccia indica l'*intensità* della forza (ad esempio, nel secondo caso in fig. 9.1 la forza applicata è doppia della prima).

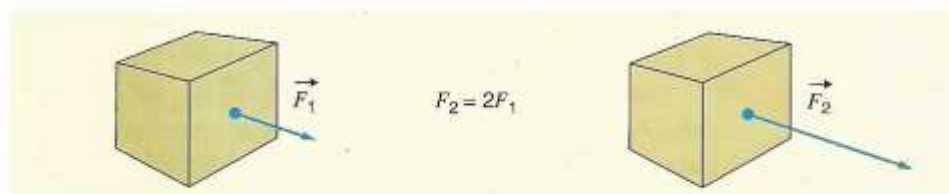


Figura 9.1

Ogni interazione si manifesta sempre sotto forma di due forze, esercitate reciprocamente da ciascun corpo sull'altro col quale interagisce.

Questo fatto spiega perché *le forze non compaiono mai da sole, ma sono sempre accompagnate da un'altra forza*.

Infatti, se tiri un elastico, questo reagisce tornando indietro, anche violentemente; se comprimi una molla, in essa si genera una forza che si oppone alla tua; se calci il pallone senza scarpe adatte, senti dolore al piede: è il pallone che «reagisce», esercitando una forza uguale e contraria alla tua, contro il tuo piede.

Questa osservazione indusse i fisici ad enunciare il principio di **azione e reazione**; esso afferma che:

se un corpo A esercita una forza su un corpo B, questo esercita su A una forza della stessa intensità, ma di verso opposto.

**La forza
è un
vettore**

**Principio
di
Azione e
Reazione**



1. In fig. 9.2, la freccia rappresenta la forza attiva esercitata dal ragazzo, nell'interazione con il pacco che egli cerca di sollevare.

- Qual è la direzione della forza?
- Qual è il suo verso?
- Su quale dei due corpi (ragazzo, pacco) è applicata?
- Sapresti disegnare l'altra forza che deriva dall'interazione ragazzo-pacco?
- Su quale corpo è applicata questa seconda forza? Prima di rispondere rifletti sulla sensazione che si prova quando si tenta di sollevare un pacco pesante.

2. Come in ogni interazione, anche nell'interazione tra albero e vento le forze sono due, ma in fig. 9.3 ne è rappresentata una sola: la forza che il vento esercita sull'albero, da destra verso sinistra.

- Quale effetto produce questa forza?
- Dove si trova il punto di applicazione?
- Qual è la seconda forza dell'interazione? Prima di rispondere pensa da chi e verso chi viene esercitata.
- Dove si trova il suo punto di applicazione?
- Quale effetto produce, secondo te questa seconda forza?

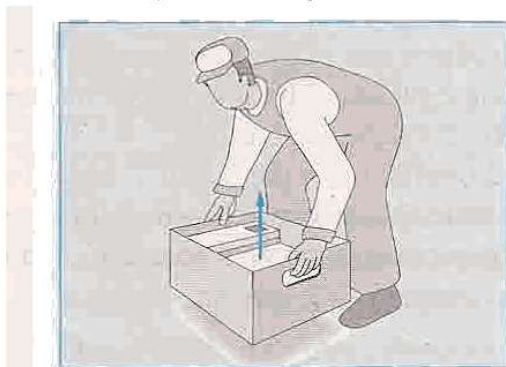


Figura 9.2

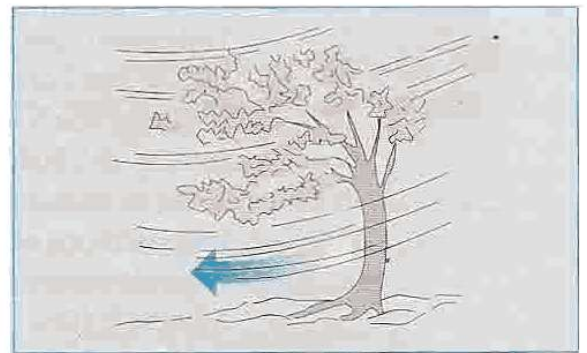
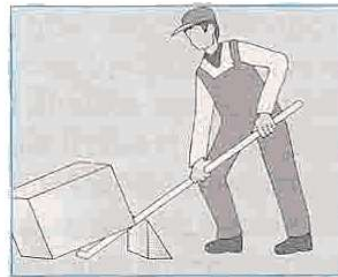


Figura 9.3

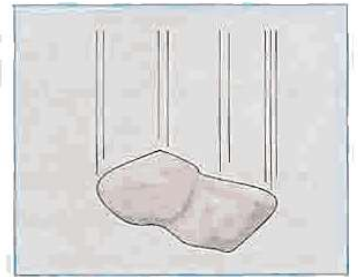
3. Rappresenta con una freccia la forza attiva, indicane direzione, verso e punto di applicazione e descrivi la forza che ad essa si contrappone in ogni singola interazione.



- forza esercitata dall'aria contro il motociclista (resistenza dell'aria).



- forza esercitata dall'operaio sul palanchino.



- forza di gravità che fa cadere l'oggetto.



- forza esercitata dal calciatore sul pallone.



- forza esercitata dall'atleta sul manubrio.

9.4 Effetti prodotti dalle forze sui corpi

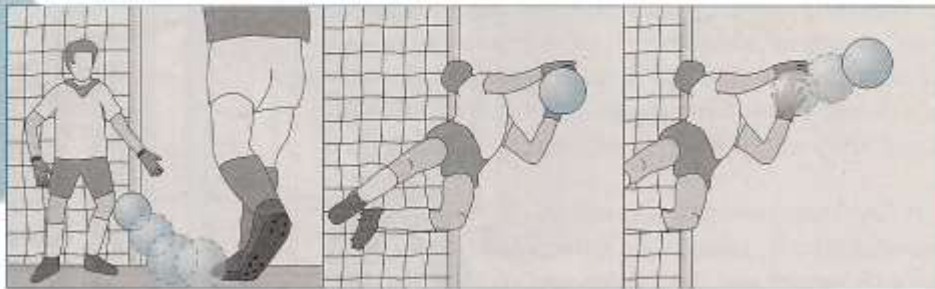


Figura 9.4

Osserviamo i calciatori rappresentati in fig. 9.4 ed esaminiamo gli effetti prodotti dalla loro forza muscolare:

- il pallone, fermo, viene spinto dal piede del calciatore. Generalizzando, possiamo dire che un corpo fermo (il pallone) viene messo in moto (infatti il pallone vola all'altro lato del campo);
- il pallone è in moto e sta arrivando verso la porta con una certa velocità; il portiere «ferma» la palla e pertanto, dopo l'azione della forza, la velocità della palla è diventata zero;
- il portiere non riesce a fermare il pallone, ma lo respinge, evitando il *goal* della squadra avversaria. Dopo il colpo ricevuto, il pallone si muove ancora, ma in un'altra direzione, quindi la sua velocità è cambiata. Vedremo più avanti che anche la velocità è una grandezza vettoriale, caratterizzata da intensità, direzione e verso; se cambia la direzione, la velocità non è più la stessa.
- il calciatore, palla al piede, inizia a correre spingendo davanti a sé il pallone: la palla acquista velocità, **accelerando**.
- il calciatore, arrivato all'aria di rigore avversaria, diminuisce la corsa trattenendo la palla al piede per cercare i suoi compagni: la palla rallenta la velocità, **decelerando**.

In tutti e cinque i casi, la forza ha *modificato la velocità* del pallone.

vincolato: cioè con il movimento bloccato da un qualche oggetto. L'oggetto che blocca il movimento si chiama **vincolo**.

Se invece si agisce su un corpo **vincolato**, per esempio tirando una corda agganciata ad un chiodo, la corda prima si allunga un po' assottigliandosi (cioè *si deforma*) poi, se è troppo tirata, si rompe.

Comprimendo una molla, questa si accorcia sensibilmente e la deformazione è evidente

Se si comprime una pallina di plastilina essa resta deformata in modo permanente.

In questi casi, la forza ha *modificato la forma* del corpo.

Effetto dinamico di una forza

Effetto statico di una forza

Se osserviamo attentamente la fig. 9.5 vediamo che la palla da tennis non è sferica, ma appare chiaramente schiacciata: nel momento in cui viene colpita dalla racchetta, la palla si deforma e ritorna sferica solo dopo un istante, quando cessa il contatto con la racchetta che ha provocato la deformazione. Anche se il fenomeno non è evidente, lo stesso pallone da calcio si deforma.

L'effetto di una forza su un corpo è quindi duplice: il corpo viene, almeno momentaneamente, deformato e se è libero di muoversi, può essere messo in moto, fermato o deviato, accelerato o decelerato: cioè la sua velocità viene modificata.

Figura 9.5



9.5 Misuriamo le forze

Ogni grandezza fisica possiede una sua unità di misura e perciò anche l'intensità della forza possiede la sua. L'unità di misura dell'intensità di una forza è il Newton (N).

Le forze 165

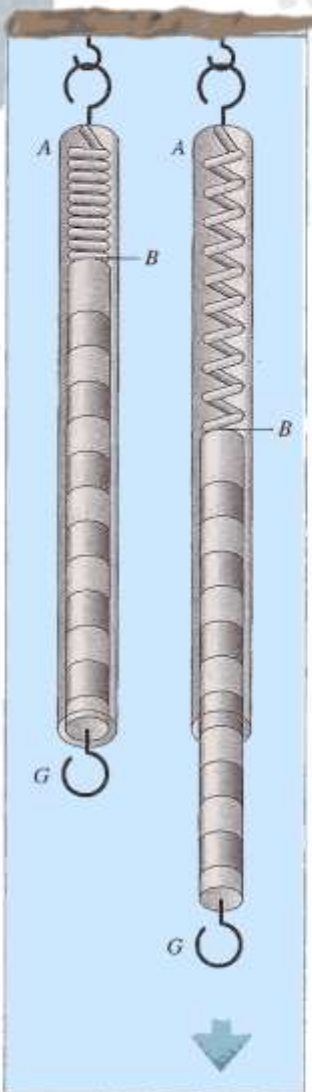


Figura 9.7

1 N corrisponde con buona approssimazione alla forza con cui la Terra attira la massa di 102g.

Non è facile misurare una forza facendo riferimento al suo effetto *dinamico*.

È preferibile, in pratica, eseguire la misura *statica* di una forza, misurando la deformazione che questa produce in una molla quando la allunga.

Lo strumento di misura è il *dinamometro* (vedi fig. 9.7), che probabilmente già conosci. È costituito essenzialmente da una molla collegata (punto B) a un cilindretto munito di gancio G; il tutto è inserito all'interno di un involucro cilindrico al quale è fissato l'altro estremo A della molla, in modo che, quando questa è in posizione di riposo, escano soltanto una piccolissima parte del cilindro interno e il gancio G.

Fissando a un sostegno il dinamometro in A e tirando il gancio G, la molla si allunga e noi leggiamo l'allungamento finale della molla.

Il cilindro interno è *tarato*, cioè presenta delle tacche che indicano direttamente la forza con la quale è necessario tirare la molla per produrre quel certo allungamento.

Un dinamometro non può essere usato per *qualsiasi* forza, ma solo con quelle forze che non ne provochino la deformazione permanente o la rottura. Lo strumento ha dunque una sua **portata**, che non deve essere superata. Esistono dinamometri di portata massima 1 N; altri, con molla più rigida, hanno portata fino a 10 N e oltre.

Unità di
misura
della
intensità
di una
forza

Misura
di una
forza

Portata
di un
dinamo-
metro

VUOI
PROVARE ?

1. Tenendo con una mano il dinamometro, prova con l'altra a tirarlo, lasciando lo strumento in posizione obliqua. Puoi constatare che una lieve oscillazione della mano può impedire al cilindro interno di scorrere liberamente. È importante quindi che la forza sia esercitata *nella stessa direzione* dell'asse del cilindro.

2. Appendi il dinamometro a un sostegno, in modo che si disponga verticalmente. Tira leggermente verso il basso e leggi quanto vale la forza muscolare applicata.

3. Appendi alcuni oggetti al dinamometro e misura il loro peso.

4. Appendi a un dinamometro alcune masse note, tarate in grammi, e controllane il peso indicato dallo strumento, espresso in N.

5. Appendi ad un dinamometro una piccola massa nota e misura di quanto si allunga la molla. Ripeti l'operazione con una seconda massa, diversa dalla precedente e prendi nota del secondo allungamento. Aggancia ora le due masse insieme (attento a non superare la *portata* del dinamometro!), misura il nuovo allungamento e confrontalo con quelli precedenti.

Aggiungendo le masse, si aggiungono anche gli allungamenti?