

Il moto

COME DESCRIVERE

1 UN *m*OTO

Immagina di essere all'aeroporto: intorno a te vedi alcuni corpi che si muovono, cioè sono in *stato di moto*, e altri che sono fermi, cioè in *stato di quiete*. A prima vista, ti sembra facile distinguere se un corpo è in moto o in quiete.

L'aereo sta decollando: è in **moto 1**; i passeggeri seduti all'interno dell'aereo sono in **quiete 2** ma soffermati un attimo a pensare.

I passeggeri seduti sull'aereo sono davvero in quiete? Essi sono fermi rispetto all'aereo, ma si muovono rispetto all'aeroporto.

Come avrai capito, per stabilire se un corpo è in moto o in quiete deve sempre essere individuato un **sistema di riferimento**; e ogni movimento sarà dunque relativo al sistema di riferimento in cui avviene.

Dirai che:

- un corpo è in quiete se, rispetto a un certo sistema di riferimento, la sua posizione non cambia nel tempo;
- un corpo è in moto se, rispetto a un certo sistema di riferimento, la sua posizione cambia nel tempo.

Normalmente, per descrivere un moto si usa la Terra come sistema di riferimento fisso ma, come ben sai, la Terra compie dei movimenti, di cui uno è quello di rivoluzione attorno al Sole. Il Sole, a sua volta, si muove nello spazio assieme alla Galassia; non esiste dunque un riferimento sicuramente fisso.

Oltre al sistema di riferimento, per descrivere un moto occorre sapere quali sono gli elementi che lo caratterizzano.

La scia di un aereo, il solco degli sci sulla neve sono tracce visibili di corpi in movimento e indicano la **traiettoria** di tali movimenti.

La **traiettoria** è la linea ottenuta congiungendo tutti i punti toccati dal corpo in moto.

Le traiettorie possono avere le forme geometriche più varie e possono essere sia regolari sia irregolari.

Un altro elemento caratteristico del moto è lo **spazio** percorso dal corpo, che si ottiene misurando la lunghezza della traiettoria. L'unità di misura dello spazio è il **metro** (m) per brevi distanze o il **kilometro** (km) per percorsi lunghi.

Nel descrivere un moto è importante anche indicare il **tempo** impiegato dal corpo a percorrere un certo spazio.

Il tempo viene misurato in **secondi** (s), **minuti** (min) o **ore** (h).

Il cronometro è lo strumento con il quale si misurano i tempi di un moto.

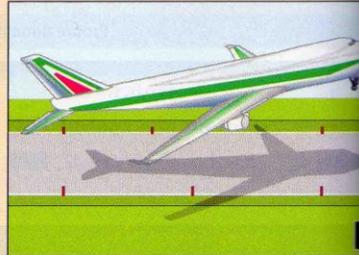


Esperimenti 1 e 2

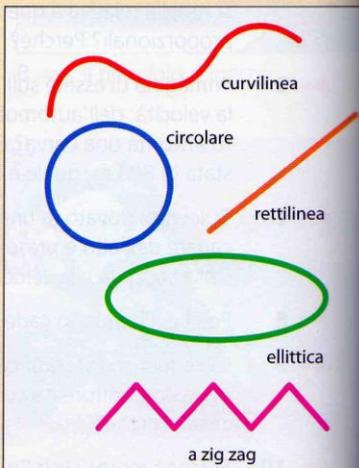
È in moto o in quiete?

Esperimento 3

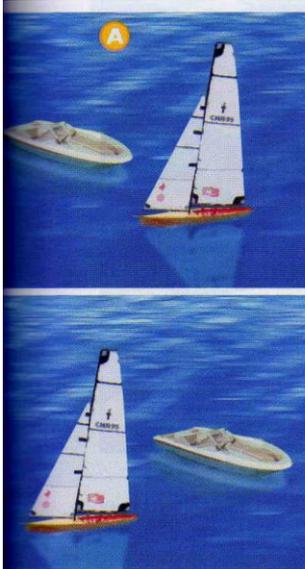
3 pillole
il moto
del pendolo



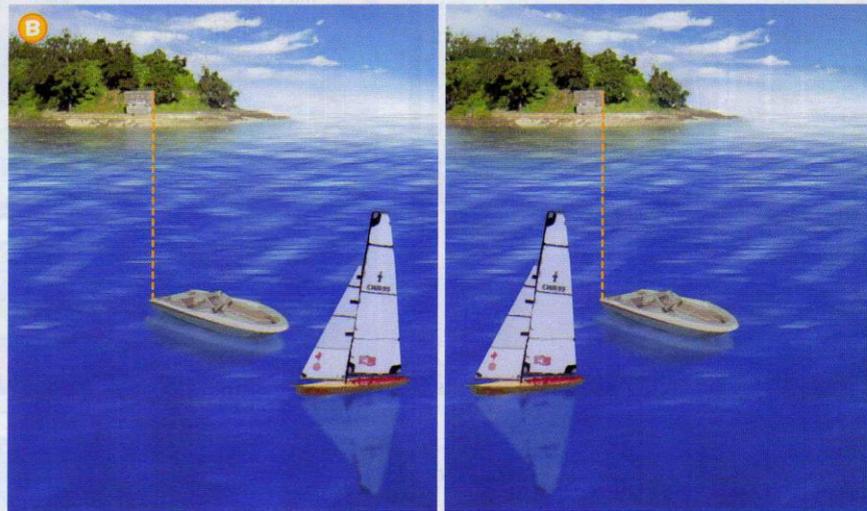
"Segni" di traiettorie nella realtà.



Diversi tipi di traiettorie.



Osserva e rifletti ► Osserva le due immagini e stabilisci lo stato di quiete o di moto.



La scena **A** è stata ripresa in due momenti successivi: puoi stabilire quale delle due imbarcazioni si è mossa nell'intervallo di tempo che intercorre tra il primo momento e il secondo? Perché?

Anche la scena **B** è stata ripresa in due momenti successivi; rispondi nuovamente alle stesse domande.

Hai scoperto ► Nella scena **A** non è possibile stabilire quale delle due imbarcazioni si è mossa, in quanto si vedono solo le due barche e la distesa uniforme del mare: manca uno sfondo con oggetti «fissi» che ci permettano di capire quale barca si è mossa e quale è rimasta ferma; nella scena **B**, invece, possiamo capire che la barca a vela ha cambiato posizione rispetto a elementi fissi (alberi) che sono sullo sfondo, mentre il motoscafo è rimasto fermo, perché sempre alla stessa distanza dall'elemento di riferimento sulla terraferma, la casa.

Una questione di tempo: la velocità

Il moto implica sempre uno spostamento nello **spazio** che avviene in un certo intervallo di **tempo**. Quando vai a scuola, parti da casa a una certa ora e arrivi, poniamo, 20 minuti dopo. In questo intervallo di tempo copri la distanza, per esempio 1 km, che separa la tua casa dalla scuola. Se sei in ritardo, ti affretti e copri la stessa distanza in 15 minuti: qual è la differenza? Nel secondo caso ti sei mosso più velocemente. La **velocità** è il rapporto tra lo spazio che un corpo in moto percorre e il tempo impiegato per percorrerlo (3).

Per misurare la velocità di un corpo in movimento si devono quindi utilizzare le unità di misura che si usano per lo spazio e il tempo, cioè il metro (m) e il secondo (s), da cui si ricava l'unità di misura della velocità: il **metro al secondo** (m/s).

Per esprimere una variazione tra due valori della stessa grandezza si utilizza il simbolo Δ : si legge "delta" e ha significato di "differenza tra un valore finale e un valore iniziale".

La **velocità di un corpo** corrisponde alla rapidità del movimento e si può esprimere con il rapporto fra lo spostamento Δs e intervallo di tempo Δt .

È un valore riferito all'intero intervallo di tempo considerato e quindi ha il significato di valore medio, come se l'oggetto si fosse mosso sempre con la stessa rapidità.

$$\text{velocità media} = \frac{\text{variazione di posizione}}{\text{intervallo di tempo}} \quad v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Nel Sistema Internazionale esprimiamo lo spostamento in metri (m) e il tempo in secondi (s): quindi la velocità sarà espressa in **metri al secondo** (m/s).

Zoom

Diverse unità di misura per la velocità

Quando ci riferiamo alle automobili, ai ciclisti o ai podisti siamo abituati a parlare di velocità in **kilometri all'ora** (km/h); questa è infatti l'unità di misura più comune per esprimere la velocità.

In alcuni paesi, o quando si esprimono le velocità di mezzi particolari, si utilizzano anche altre unità di misura: le miglia all'ora (Mph), il chilometro al minuto (km/min), il nodo o miglia marine all'ora, il mach (utilizzato in aeronautica, corrisponde al valore della velocità di propagazione del suono nell'aria; 1 mach = circa 1200 km/h).



Zoom

Velocità istantanea e velocità media

Quando ti muovi, non lo fai a velocità costante. Se percorri una strada a piedi o in bicicletta la tua velocità si modifica in continuazione per affrontare una curva, oppure perché incontri un ostacolo davanti a te, o perché procedi in discesa o in salita. La velocità che un corpo in moto ha in un preciso momento si chiama **velocità istantanea** ed è data dal rapporto spazio/tempo in un intervallo di tempo piccolissimo. Il tachimetro dell'automobile, per esempio, misura la velocità istantanea in km/h: quando la lancetta indica 120 km/h significa che in quel momento l'automobile sta procedendo a questa velocità.

Il rapporto tra l'intero spazio percorso da un corpo e il tempo totale impiegato a percorrerlo è invece la **velocità media**. Per calcolare la velocità media che tieni quando vai a scuola, dividi l'intera distanza che percorri, per esempio 1 km, per il tempo totale che impieghi, per esempio 20 minuti. Data la breve distanza possiamo esprimere la velocità media in metri al minuto (m/min). Il calcolo è dunque:

$$v = 1 \text{ km}/20 \text{ minuti} = 1000 \text{ m}/20 \text{ minuti} = 50 \text{ m al minuto}$$

La tua velocità media è dunque di 50 m al minuto.



Nella maggior parte degli spostamenti che compiamo ogni giorno ci rendiamo conto che la nostra velocità non può essere costante. Se andiamo a scuola in bicicletta, in quel movimento il valore della velocità cambia progressivamente, per esempio in occasione di un incrocio. Se poi imbocchiamo una curva, in ogni istante la velocità modifica la sua direzione. Per descrivere come varia la velocità nel tempo ricorriamo a una nuova grandezza fisica: l'accelerazione.

7.1 I moti accelerati

I movimenti nei quali osserviamo nel tempo cambiamenti di velocità sono definiti moti accelerati.

Se «movimento» significa che osserviamo un corpo che cambia di posizione, dire che un moto è accelerato significa che anche la sua velocità sta cambiando.

Il significato di accelerazione fa capire che un corpo che ha maggiore accelerazione modifica la propria velocità più rapidamente nel tempo.

A misuro il tempo che impiega a passare da 0 km/h a 40 km/h

Se un'automobile raggiunge i 40 km/h in meno tempo di un'altra significa che possiede una maggiore accelerazione.

B misuro la variazione di velocità in uno stesso tempo

Se un'automobile ha, dopo lo stesso tempo, una velocità maggiore di un'altra significa che possiede una maggiore accelerazione.

Per esprimere l'accelerazione utilizziamo il quoziente tra il cambiamento di velocità e l'intervallo di tempo corrispondente.

L'**accelerazione** esprime quanto cambia la velocità nel tempo.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

L'unità di misura dell'accelerazione nel S.T. è il m/s^2 .

Il valore di accelerazione è calcolato su un intervallo di tempo e corrisponde quindi all'accelerazione media. Quando l'intervallo di tempo è così piccolo da essere considerato un istante, parleremo di accelerazione istantanea.

Se un corpo sta rallentando, la sua velocità diminuisce nel tempo: il valore dell'accelerazione sarà negativo.



L'accelerazione

Fissa i concetti

1. Qual è la caratteristica di un movimento accelerato?
2. Che significato ha un valore di accelerazione negativa?

Nello studio del moto accelerato, la situazione più semplice si ha quando l'accelerazione rimane costante nel tempo.

6•12 Rappresentare il movimento

Il movimento di un corpo può essere descritto con un grafico cartesiano nel quale i punti rappresentano la posizione del corpo stesso in tempi diversi.

Descriviamo il movimento di un alunno che percorre 100 m per arrivare a scuola, fissando come punto 0 del suo percorso quello da cui parte a piedi, per esempio dopo essere sceso dall'auto che lo ha accompagnato.



Il grafico di uno spostamento

t (s)	s (m)
0	0
30	45
60	45
65	55
100	100



Il ragazzo percorre i primi 45 m in 30 secondi, poi resta fermo al semaforo pedonale per altri 30 secondi, attraversa i 10 m dell'incrocio in 5 secondi e quindi percorre gli ultimi 45 m in altri 35 secondi.

Il suo movimento può essere definito un moto vario, poiché la velocità cambia nei diversi tratti percorsi. Quando rimane fermo, la sua velocità è nulla e la linea sul grafico è orizzontale; quando invece si muove, l'inclinazione della retta esprime la sua velocità in ogni tratto: quanto più inclinata è la linea che congiunge due punti, tanto maggiore sarà la velocità in quel tratto.

Fissa i concetti

1. Che cosa significa velocità istantanea?
2. Perché è più utile per descrivere il movimento di un corpo?

Ricapitolando:

Le grandezze del movimento

Quando un corpo è in movimento, occupa posizioni diverse: se ogni posizione corrisponde a un punto, unendo tutti i punti si ottiene la **traiettoria**.

Quando passa da una posizione a un'altra, un corpo compie uno **spostamento**, che viene percorso in un intervallo di **tempo**.

Lo spostamento corrisponde allo spazio percorso.

La rapidità con cui la posizione del corpo varia al trascorrere del tempo è detta **velocità**. Invece, la rapidità con cui la velocità varia al passare del tempo è detta **accelerazione**.

Dunque, traiettoria, spazio percorso (= spostamento), tempo, velocità e accelerazione sono le grandezze che ci permettono di definire e descrivere un moto.

In base alla traiettoria il moto può essere definito:

La **traiettoria** è l'insieme dei punti posizione di un corpo in un determinato sistema di riferimento e può essere una retta, una linea curva, un'ellisse, una parabola ecc.

Una scia luminosa lasciata dai fari delle automobili è un esempio di **traiettoria rettilinea**.



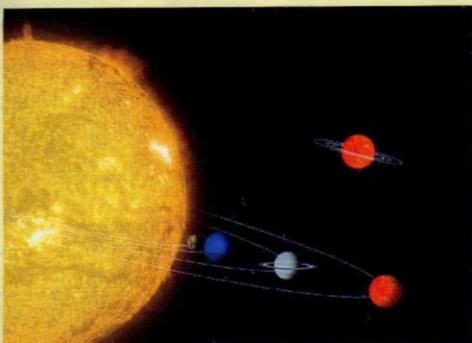
Quando la traiettoria è una linea retta, il **moto** si dice **rettilineo**.

La stessa scia luminosa può essere un esempio di **traiettoria curvilinea**.



Quando la traiettoria è una linea curva, il **moto** si dice **curvilineo**.

Le orbite descritte dai pianeti nel loro moto intorno al Sole sono un esempio di **traiettoria ellittica**.



Quando la traiettoria è un'ellisse, il **moto** si dice **ellittico**.

I lapilli eruttati dai vulcani descrivono una **traiettoria parabolica**.



Quando la traiettoria è una parabola, il **moto** si dice **parabolico**.

In base alla velocità il moto può essere definito:

- uniforme, se la velocità non cambia nel tempo (la quiete può essere considerata un caso particolare di moto uniforme, in cui la velocità è nulla)
- vario, se la velocità cambia nel tempo (di cui fanno parte i moti accelerati); in particolare se l'accelerazione rimane costante nel tempo il moto si dice uniformemente accelerato

Noi studieremo in particolare di due tipi di moto, il moto rettilineo uniforme ed il moto rettilineo uniformemente accelerato (che comprende il moto di caduta libera) i moti più semplici da analizzare, ma che spesso corrispondono a situazioni ideali (cioè non realistiche), e accenneremo alle situazioni più complesse (ma più realistiche) del moto vario, con un approccio generico abbastanza semplice.

Caratteristiche	
Moto rettilineo uniforme	Moto rettilineo uniformemente accelerato
Traiettoria = rettilinea Velocità = costante = v Accelerazione = 0 Legge oraria: $s = v \cdot t$	Traiettoria = rettilinea Velocità = $a \cdot t$ Accelerazione = costante = a Legge oraria: $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$
	Moto di caduta dei gravi
	Traiettoria = rettilinea Velocità = $g \cdot t$ Accelerazione = costante = g Legge oraria: $s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$

La legge oraria di un moto è la legge (cioè la formula matematica) che mette in relazione le grandezze del moto con lo spazio percorso e che, quindi, mi permette di calcolare lo spazio percorso in funzione delle altre grandezze.

Il valore della velocità espresso in m/s, oppure in km/h, è sufficiente per descrivere il moto di un corpo? Se incroci un amico in bicicletta, che viaggia alla tua stessa velocità ma in senso opposto, si può dire di tutti e due che viaggiate, poniamo, a 20 km/h. Il vostro moto però non è affatto uguale!

La velocità è una grandezza fisica un po' speciale, che non può essere rappresentata soltanto da un numero, come avviene invece per la lunghezza o la massa.

Per rappresentare la velocità si utilizza un **vettore**, una freccia sulla quale sono indicate alcune importanti caratteristiche della velocità stessa (4). Vediamo quali.

- La retta sulla quale la freccia giace indica la **direzione** del moto, cioè la retta lungo la quale si sta muovendo il corpo.
- La punta indica il **verso**, cioè, come si dice comunemente, il "senso" del movimento. Ogni direzione ne può avere due: per esempio, il moto del tuo amico in bicicletta e il tuo hanno la stessa direzione, ma verso opposto.
- La lunghezza del segmento che forma la freccia indica l'**intensità**, cioè il valore della velocità. I vettori che rappresentano il moto del tuo amico e il tuo hanno la stessa lunghezza perché procedete alla stessa velocità (20 km/h), ma se uno di voi andasse a 10 km/h il vettore che rappresenta la sua velocità sarebbe lungo la metà.

Grandezze fisiche come la massa, il volume, la lunghezza, che sono adeguatamente rappresentate da un numero, si chiamano **scalari**; grandezze fisiche come la velocità e altre che conosceremo presto (accelerazione e forza), descritte da vettori, si chiamano **vettoriali**.

