Suddivisione della fisica

La fisica può essere suddivisa in Meccanica, Acustica, Termologia, Ottica, Elettrologia.

(1) La Meccanica: studia il moto dei corpi e ne individua le cause

(2) La Termologia: studia i fenomeni legati al calore ed alla temperatura

(3) l'Acustica: studia i fenomeni riguardanti l'emissione e la propagazione del suono

(4) l'Ottica: studia il comportamento e le proprietà della luce

(5) l'Elettromagnetismo: studio i fenomeni elettrici e quelli magnetici

Nel ventesimo secolo, alla fisica tradizionale (detta anche fisica classica) si sono aggiunte nuove conoscenze:

- La Fisica della relatività ristretta (Einstein 1905) che si utilizza quando le velocità dei corpi in esame sono confrontabili con la velocità della luce.

- La Fisica della relatività generale (Einstein 1915−16) che si applica quando si ha a che fare con oggetti di massa molto grande o quando si tenta di interpretare certi fenomeni alle enormi distanze delle galassie (Einstein 1915−16)

- la Meccanica quantistica che si applica quando sono coinvolte dimensioni atomiche o nucleari.

La fisica quantistica (che comprende anche la fisica atomica e quella nucleare) esamina il comportamento di corpi (come gli elettroni o i nucleoni) che sono molto più piccoli degli oggetti che incontriamo nella vita quotidiana. I nucleoni sono le particelle (protoni e neutroni) che si trovano all'interno dei nuclei degli atomi.

Le grandezze fisiche

La fisica si occupa solo delle grandezze misurabili. Misurare una grandezza fisica significa trovare un numero che esprime quante volte l'unità di misura sta nella grandezza da misurare. Si potrebbe pensare di scegliere tante unità di misura quante sono le grandezze fisiche: otterremmo una moltitudine di unità non collegate fra di loro. Nella pratica è sufficiente fissare le unità di misura solo per alcune di esse e le chiameremo grandezze fondamentali. Le altre grandezze fisiche, dette grandezze derivate, sono ricavate da quelle fondamentale. Nel 1978 è stato introdotto il Sistema Internazionale di misura (**SI**) che utilizza sette grandezze fondamentali: la lunghezza, la massa, il tempo, l'intensità di corrente, la temperatura, la quantità di materia, l'intensità luminosa le cui unità di misura sono rispettivamente il metro, il chilogrammo, il secondo, l'ampere, il kelvin, la mole, la candela.

Tabella 1 Grandezze fisiche fondamentali del Sistema Internazionale		
Nome	**Unità di misura**	**Simbolo**
lunghezza	metro	m
massa	kilogrammo	kg
tempo	secondo	s
temperatura	kelvin	K
intensità corrente elettrica	ampere	A
intensità luminosa	candela	cd
quantità di sostanza	mole	mol

La misurazione di una grandezza fisica può avvenire secondo tre metodi: diretto, indiretto, mediante l'uso di apparecchi tarati. Si esegue una misurazione diretta quando la grandezza in esame viene confrontata direttamente con una grandezza ad essa omogenea, scelta come unità di misura. Una misura si dice indiretta quando viene ricavata, mediante l'applicazione di formule matematiche, dalla misura di altre grandezze dalle quali essa dipende. Uno strumento di misura tarato è un apparecchio che fornisce il valore della grandezza da misurare mediante il confronto con quantità note della stessa grandezza. Sono strumenti tarati il dinamometro, il tachimetro di un'auto.

Gli strumenti di misura possono essere digitali e analogici. • in uno strumento digitale il valore di una misura appare come una sequenza di cifre • in uno strumento analogico il valore della misura si legge su una scala graduata.

La misura di lunghezze, superfici e volumi

L'unità di misura delle lunghezze è il metro (**m**). Esistono suoi multipli e sottomultipli come indicati nelle seguenti tabelle.

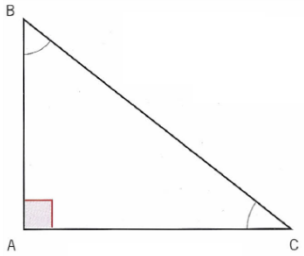
L'unità di misura delle superfici è il metro quadrato (**m^2**).

L'unità di misura dei volumi è il metro cubo (**m^3**).

Seno e coseno di un angolo

$$\sin A\hat{C}B = \frac{AB}{BC} \qquad \cos A\hat{C}B = \frac{CA}{BC}$$

Il seno dell'angolo $\hat{C}$ è uguale al rapporto tra cateto AB opposto all'angolo $\hat{C}$ e l'ipotenusa BC.
Il coseno dell'angolo $\hat{C}$ è uguale al rapporto tra cateto AC adiacente all'angolo $\hat{C}$ e l'ipotenusa BC.



Teorema: In ogni triangolo rettangolo • un cateto è uguale all'ipotenusa per il seno dell'angolo opposto • un cateto è uguale all'ipotenusa per il coseno dell'angolo adiacente.

$$AB = BC \cdot \sin\hat{C} \qquad AC = BC \cdot \cos\hat{C}$$

La densità di un corpo

La densità di un corpo è il rapporto tra la sua massa ed il suo volume: $d = \frac{m}{V}$

La densità di un corpo si misura in $\frac{kg}{m^3}$, ma, nella pratica, si misura in $\frac{g_r}{cm^3}$.

$$1\frac{kg}{m^3} = \frac{10^3 g_r}{10^6 cm^3} = \frac{1}{10^3}\frac{g_r}{cm^3} = 0,001\frac{g_r}{cm^3} \qquad 1\frac{g_r}{cm^3} = 10^3\frac{kg}{m^3} = 1000\frac{kg}{m^3} = 1\frac{kg}{dm^3}$$

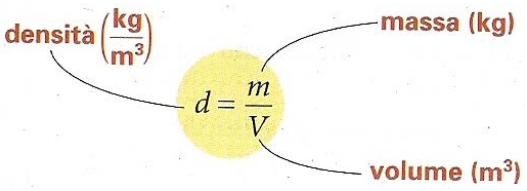


Tabella 1 Densità di alcune sostanze

Solidi	Densità (kg/m³)	Liquidi	Densità (kg/m³)	Gas	Densità (kg/m³)
oro	19 300	acqua	1000	aria	1,29
piombo	11 400	benzina	720	ossigeno	1,43
argento	10 500	olio d'oliva	920	ozono	2,22
rame	8900	petrolio	790	metano	0,72
ferro	7800	glicerina	1260	idrogeno	0,09
alluminio	2700	mercurio	13 600	elio	0,178

La notazione scientifica

In fisica spesso si incontrano grandezze le cui misure sono espresse da numeri molto grandi o molto piccoli. In questo caso si usa per la loro scrittura la notazione scientifica che consiste nello scrivere il numero come prodotto di un coefficiente **a**, maggiore o uguale ad **1** e minore di **10**, per una potenza del **10** con esponente **n** positivo se si tratta di un numero grande o con esponente negativo se si tratta di un numero piccolo. In simboli abbiamo:

$a \times 10^n$ se il numero è grande, $a \times 10^{-n}$ se il numero è piccolo, con $1 \le a < 10$.

I numeri $3,29 \times 10^{50}$ e $7,15 \times 10^{-33}$ sono numeri scritti in notazione scientifica. Il primo numero è molto grande, il secondo è molto piccolo.

L'ordine di grandezza di un numero è la potenza del **10** che più si avvicina al numero. Per esempio, l' ordine di grandezza della massa della Luna $m_L = 7,34 \times 10^{22}\,kg$ è $10^{23}\,kg$ in quanto **7,34** è maggiore di **5**. L' ordine di grandezza del numero $N = 2,3 \times 10^8$ è 10^7 in quanto **2,3** è minore di **5**.

L'arrotondamento di un numero decimale

Per approssimare un numero decimale mantenendo le prime **n** (ad esempio **5**) cifre decimali si procede come segue:

- se la sesta cifra decimale è minore di **5**, si lasciano le prime **5** cifre decimali e si sopprimono tutte le altre cifre che seguono la quinta cifra (approssimazione per difetto)

$8,356723 8 \sim 8,35672$

- se la sesta cifra decimale è maggiore o uguale a **5**, allora la quinta cifra decimale viene aumentata di una unità e si tralasciano tutte le altre cifre che seguono la quinta cifra.

$$8,3567283 \sim 8,35673$$

Gli errori nelle misure

Quando misuriamo una grandezza fisica commettiamo sempre degli errori che possono essere (a) errori accidentali dovuti al caso (b) errori sistematici che sono quelli che ripetono sempre allo stesso modo, sempre per difetto o sempre per eccesso.

Quando una grandezza viene misurata poche volte e si trovano valori diversi, allora si introduce il concetto di errore assoluto o errore massimo:

$$\mathbf{E_a = errore\ assoluto = \frac{valore\ massimo\ -\ valore\ minimo}{2} = errore\ massimo}$$

Supponiamo di avere misurato due volte una lunghezza **L**. Se le misure sono $L_1 = 5cm$ e $L_2 = 6cm$ l'errore assoluto di queste due misurazioni ci viene fornito da: $E_a = \frac{6-5}{2} = \frac{1}{2} = 0,5$

La misura più probabile della lunghezza **L** è: $\mathbf{L = (5,5 \pm 0,5)cm}$.

Uno sperimentatore misura una lunghezza e scrive come risultato: $L = (1,7 \pm 0,1)cm$. Cosa possiamo dire sulla vera misura della lunghezza? Possiamo dire che la sua misura è compresa tra $1,6cm$ e $1,8cm$. Infatti, per quanto detto prima, possiamo scrivere: $1,7-0,1<L<1,7+01$ $1,6cm<L<1,8cm$

Il valore medio di una serie di misure

Supponiamo di avere misurato 5 volte la lunghezza di un tavolo e di avere trovato le seguenti misure x_1, x_2, x_3, x_4, x_5. Il valore $\mathbf{x_m = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5}}$ rappresenta il valore medio delle misure trovate e rappresenta il valore più probabile della lunghezza del tavolo. Diciamo pure che $\mathbf{x_m}$ rappresenta la migliore stima che possiamo fare del valore esatto della lunghezza del tavolo.

L'errore relativo $\mathbf{E_r}$ è il rapporto tra l'errore assoluto $\mathbf{E_a}$ ed il valore medio $\mathbf{x_m}$: $\mathbf{E_r = \frac{E_a}{x_m}}$

L'errore percentuale $\mathbf{E_{rpe}}$ si ottiene moltiplicando per 100 l'errore relativo $\mathbf{E_r}$:

$$\mathbf{E_{rpe} = E_r \times 100}$$

Strumenti matematici per lo studio della fisica

Le grandezze fisiche sono legate tra loro da relazioni matematiche che prendono il nome di **leggi fisiche**. Due grandezze y ed x sono **direttamente proporzionali** quando il loro rapporto si mantiene costante. $\frac{y}{x}=k$ $\quad$ $\mathbf{y=k\,x}$

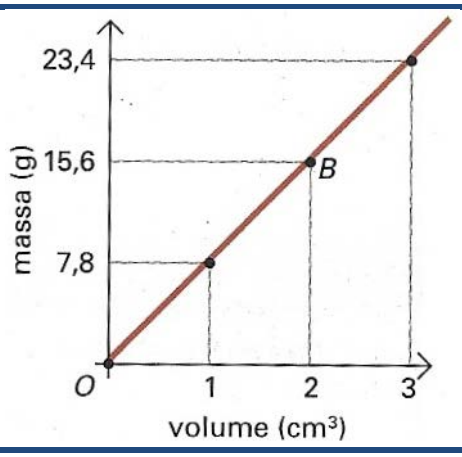
Nel piano cartesiano l'equazione $\mathbf{y=k\,x}$ una retta passante per l'origine degli assi cartesiani; $\mathbf{k}$ rappresenta la pendenza della retta.

In figura è rappresentata la densità del ferro:

$$d_{fe}=7{,}8\frac{g_r}{cm^3} \quad d=\frac{m}{V} \Rightarrow \quad m=d\cdot V$$

Massa e volume del ferro sono grandezze direttamente proporzionali. Infatti:

$$d_{fe}=7{,}8\frac{g_r}{cm^3}=\frac{7{,}8}{1}\frac{g_r}{cm^3}=\frac{15{,}6}{2}\frac{g_r}{cm^3}=\frac{23{,}4}{3}\frac{g_r}{cm^3}$$

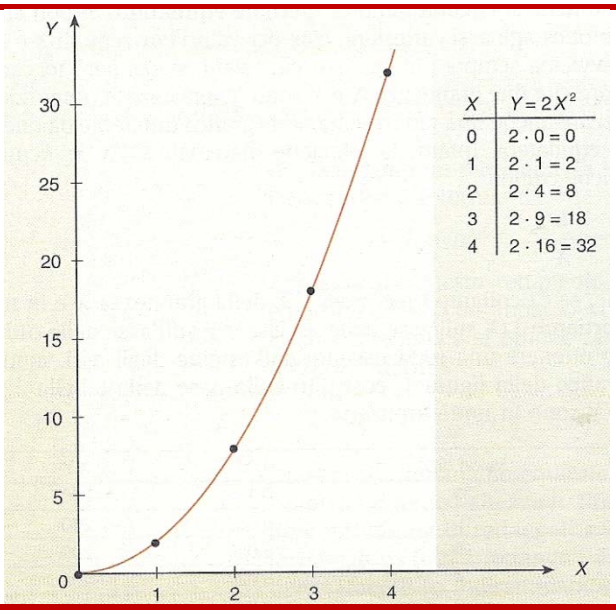


Tra le grandezze variabili y ed x esiste una proporzionalità quadratica se è verificata la seguente relazione: $\mathbf{y=k\,x^2}$. Questa equazione nel piano cartesiano rappresenta una parabola.

Rappresentazione grafica di due grandezze variabili x ed y legate fra loro da una relazione quadratica del tipo

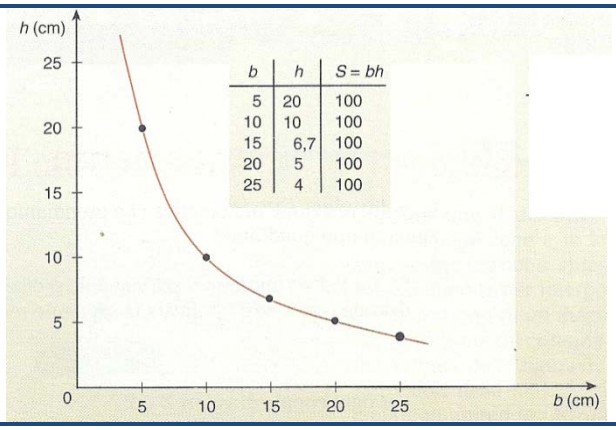
$$\mathbf{y=k\,x^2}$$

Nel caso della figura $k=2$ = costante di proporzionalità



La proporzionalità inversa

Le grandezze variabili y ed x sono **inversamente proporzionali** quando il loro prodotto si mantiene costante si mantiene costante, cioè quando si verifica la relazione $\mathbf{xy=k}$. Nel piano cartesiano l'equazione $\mathbf{xy=k}$ rappresenta una iperbole equilatera.

Rappresentazione grafica di due grandezze inversamente proporzionali. In questo caso sono rappresentate le basi e le altezze di rettangoli equiestesi, cioè aventi la stessa superficie: $b \cdot h = S$ $x = b\,,\ y = h\,,\ k = S$	

Le cifre significative

Uno sperimentatore ha misurato una lunghezza ed ha trovato il seguente risultato: $L = (136 \pm 2)\,m$

Questo significa che: $134\,m < L < 138\,m$ e quindi le prime due cifre (**1e 3**) sono esatte mentre l'ultima cifra (**6**) è incerta.

Definizione: Le **cifre significative** di un numero approssimato (come la misura di una lunghezza) sono le cifre certe e la prima cifra incerta.

I vettori

Tutte le grandezze che studiamo in fisica sono di due tipi: **grandezze scalari** e **grandezze vettoriali**. Definiamo **scalare** una grandezza completamente individuata da un numero (**positivo o negativo**) che ne esprime la misura rispetto ad un'altra grandezza della stessa specie scelta come unità di misura (**scala**). Sono esempi di **grandezze scalari** le temperature, le masse dei corpi, l'area di una superficie, il lavoro eseguito da una forza, etc....

Definiamo **vettoriale** una grandezza completamente individuata da un numero positivo (**modulo**), da una direzione e da un verso.

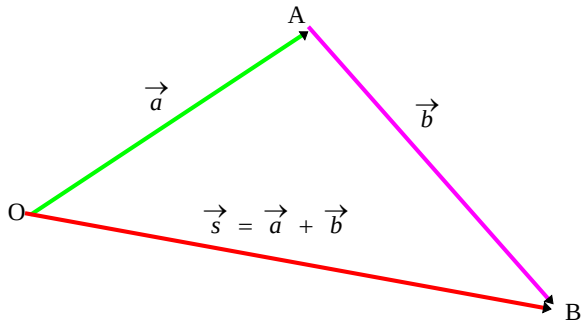
Sono **grandezze vettoriali** gli spostamenti, le velocità, le accelerazioni, le forze, etc.

Somma di due vettori

Introduciamo l'operazione di addizione tra due o più vettori. Si possono presentare i seguenti casi:

- **Somma di due vettori rappresentati da due segmenti orientati consecutivi**

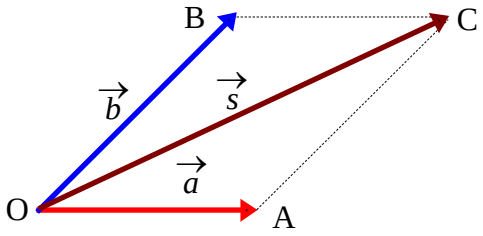
Supponiamo di volere eseguire la somma $\vec{s}$ di due vettori $\vec{a}$ e $\vec{b}$ quando questi sono rappresentati da due segmenti orientati consecutivi.



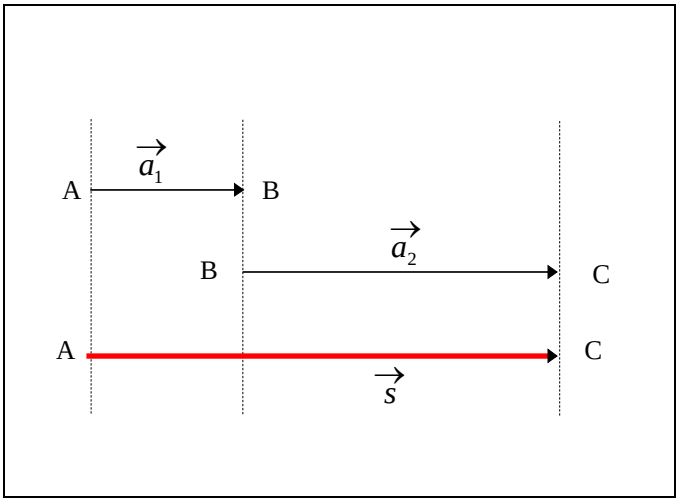
Il vettore **somma** $\vec{s}=\vec{OB}$ è stato ricavato applicando il metodo punta-coda, cioè congiungendo la coda O del primo vettore con la punta B del secondo vettore.

- I due vettori sono applicati allo stesso punto O

Il vettore somma è la **diagonale** del parallelogramma avente come lati consecutivi i due vettori $\vec{a}$ e $\vec{b}$.

Si esprime questa circostanza affermando che i due vettori si sommano applicando la regola del parallelogramma. Il vettore $\vec{s}$ è detto anche **vettore risultante**.	

Vettori paralleli ed equiversi

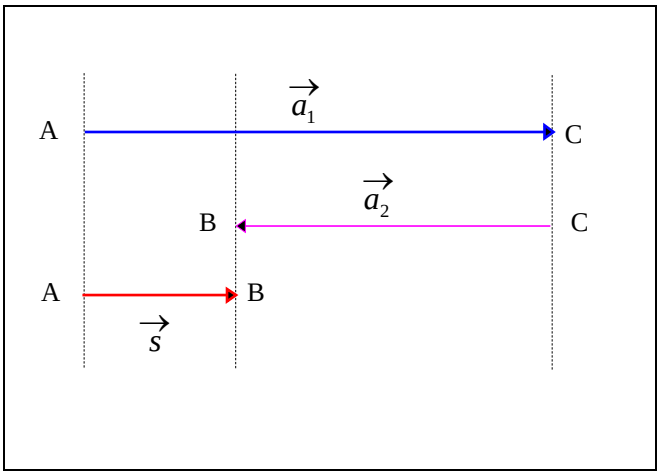


$$\vec{s}=\vec{a}_1+\vec{a}_2=C-A$$

Il vettore $\vec{s}$ ha:

1) la stessa direzione di $\vec{a}_1$ ed $\vec{a}_2$
2) lo stesso verso di $\vec{a}_1$ ed $\vec{a}_2$
3) come **modulo** la somma dei moduli dei vettori $\vec{a}_1$ ed $\vec{a}_2$

Vettori aventi la stessa direzione ma versi opposti



$\vec{s} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 = \vec{AB}$

Il vettore $\vec{s}$ ha:

1) la stessa direzione di $\vec{a}_1$ ed $\vec{a}_2$

2) modulo uguale alla differenza tra il modulo maggiore ed il modulo minore

3) verso del vettore che ha modulo maggiore

Vettori opposti

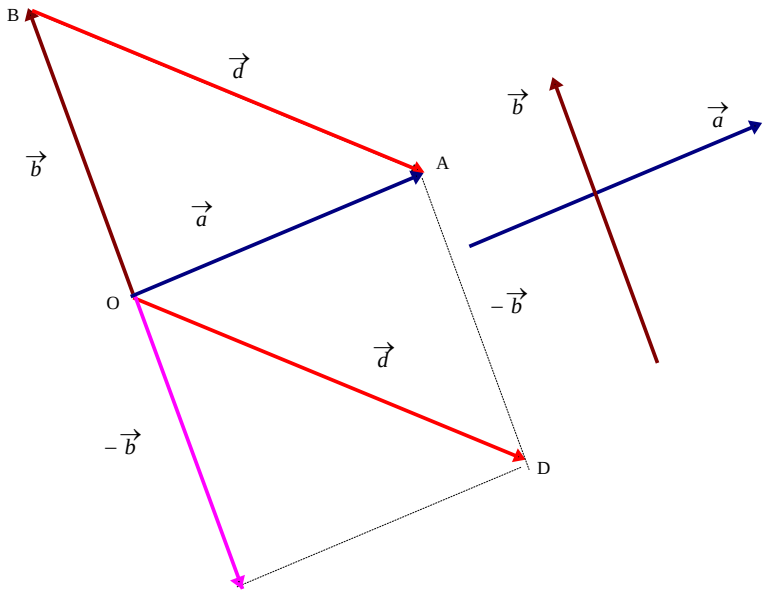
La **somma di due vettori opposti** (vettori aventi la stessa direzione, lo stesso modulo e versi opposti) è il **vettore nullo**, cioè: $\vec{a}_1 + \vec{a}_2 = \vec{o}$

L'**opposto** del vettore $\vec{a}$ si indica col simbolo $-\vec{a}$.

Differenza di due vettori

Si chiama differenza fra due vettori $\vec{a}$ e $\vec{b}$, e si indica col simbolo $\vec{a} - \vec{b}$ il vettore $\vec{d}$ che si ottiene addizionando ad $\vec{a}$ l'opposto di $\vec{b}$, cioè: $\vec{d} = \vec{a} + (-\vec{b}) \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{b} + \vec{d}$

$\vec{d}$ è un vettore che ha come **origine** l'estremo di $\vec{b}$ e come **estremo** l'estremo di $\vec{a}$.



Prodotto di un numero per un vettore

Se **k** è un numero reale qualsiasi ed $\vec{a}$ un vettore , si definisce **prodotto** di **k** per $\vec{a}$ e si designa col simbolo $k\,\vec{a}$ il vettore $\vec{p}$ che ha:

1) la stessa direzione di $\vec{a}$

2) lo stesso verso di $\vec{a}$ se **k** è **positivo** e verso opposto ad $\vec{a}$ se **k** è **negativo**

3) come **modulo** il prodotto del modulo di $\vec{a}$ per il valore assoluto di **k**, cioè: $|\vec{p}| = |k| \cdot |\vec{a}|$

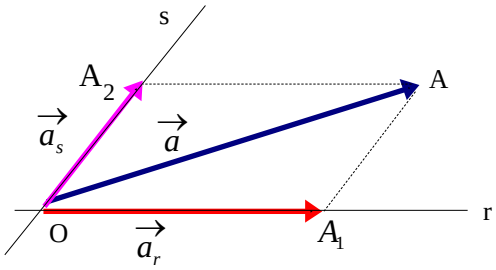
$$\vec{p} = k\,\vec{a}$$

La scomposizione di un vettore lungo due rette

Siano **r** ed **s** due rette non orientate complanari. Sia **O** il loro punto d'intersezione . Sia $\vec{a}$ un vettore non nullo nel punto O. $\overrightarrow{OA}$ sia un segmento orientato rappresentativo del vettore $\vec{a}$. Dal punto A tracciamo le rette parallele ad **r** ed **s**. Otteniamo i punti A_1, A_2 e la seguente relazione vettoriale:

$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_s$ ottenuta applicando la regola del parallelogramma

I vettori $\vec{a}_r$ ed $\vec{a}_s$ si dicono i **componenti** del vettore $\vec{a}$ secondo le due direzioni non orientate **r** ed **s**.



Le forze

Le forze agiscono sui corpi ai quali sono applicate. Se la forza agisce su un punto del corpo abbiamo la forza localizzata in quel punto, se agisce su tutti i punti di una superficie abbiamo la forza ripartita o distribuita su una superficie. Abbiamo le forze che agiscono a contatto e le forze che agiscono a distanza. Abbiamo una forza che agisce per contatto quando c'è il contatto tra il corpo che la subisce ed il corpo che la esercita. La forza che il vento esercita su una vela di una nave è una forza che agisce per contatto. Quando non c'è il contatto abbiamo la forza che agisce a distanza. Sono forze che agiscono a distanza la forza peso, la forza elettrostatica, la forza magnetica.

La forza che il Sole esercita sulla Terra è una forza (gravitazionale) che agisce a distanza. Il peso è la forza con cui un corpo è attratto dalla Terra. Il peso che agisce su un corpo è applicato nel baricentro del corpo.

Una forza può essere misurata staticamente se utilizziamo un dinamometro, che è uno strumento costituito da una molla racchiusa in un cilindro sul quale è disegnata una scala graduata. **Due forze hanno la stessa intensità se applicate all'estremità libera del dinamometro provocano allungamenti uguali**.

Una unità di misura non coerente della forza è il chilogrammo-peso ($1kg_p$) che rappresenta la forza con la quale la Terra attira la massa di un chilogrammo ($1kg_m$). $\mathbf{1kg_p = 9,8N}$ $\mathbf{P = mg}$ $\mathbf{m = \frac{P}{g}}$

Un corpo che pesa $P = 35\,N$ ha una massa $m = \frac{P}{g} = \frac{35}{9,8} = 3,57\,kg_m$ Un corpo massa che ha massa $m = 10\,kg_m$ pesa $P = 10 \cdot 9,8 = 98\,N$.

Le forze sono grandezze vettoriali che si sommano applicando la regola del parallelogramma oppure utilizzando il metodo punta-coda.

La forza peso e la massa

Ogni corpo è caratterizzato da una sua massa **m**. Sulla Terra ogni corpo subisce l'azione di una forza che prende il nome di peso del corpo. Il peso di un corpo può essere indicato con uno dei due seguenti simboli: $\vec{\mathbf{P}}$ oppure $\vec{F}_p$

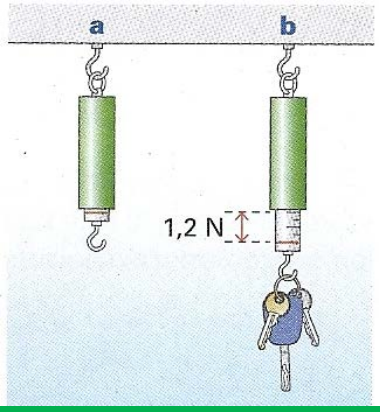
Il peso di un corpo è la forza di gravità con la quale il corpo è attratto dalla Terra. La forza peso che agisce su un corpo varia da luogo a luogo. Invece la massa di un corpo è sempre la stessa.

In un determinato luogo la forza peso $\vec{F}_p = \vec{\mathbf{P}}$ è direttamente proporzionale alla massa **m**: $\mathbf{F_p = P = mg}$

In prossimità della Terra abbiamo: $\mathbf{g = 9,8\,\frac{m}{s^2}}$

Per misurare staticamente una forza utilizziamo un particolare dispositivo opportunamente tarato detto dinamometro:

La figura mostra come funziona un dinamometro
(a) Lo zero della scala corrisponde ad assenza di un peso attaccato all'estremità libera della molla
(b) Appendendo un corpo al dinamometro, si misura il peso del corpo leggendolo sulla scala graduata.



Una forza che agisce su un corpo libero di muoversi in tutte le direzioni imprime al corpo una variazione di velocità, cioè una accelerazione. Una forza che agisce su un corpo vincolato determina una deformazione più o meno visibile.

Le forze sono grandezze vettoriali in quanto sono individuate da una direzione, da un verso e da un modulo che esprime l'intensità della forza. Alle forze dobbiamo applicare l'algebra dei vettori. Le forze fondamentali della natura sono 4:

(1) la forza gravitazionale che nasce come interazione tra corpi dotati di massa.

(2) la forza elettromagnetica che nasce come interazione tra corpi elettrizzati

(3) la forza nucleare forte che si manifesta all'interno dei nuclei degli atomi

(4) la forza nucleare debole che è presente nei processi di decadimento radioattivo.

Le forze d'attrito o resistenze passive

Le forze che si generano sulle superfici di contatto fra due corpi quando questi tendono a muoversi o già si muovono l'uno rispetto all'altro vengono dette forze d'attrito o **resistenze passive** in quanto agiscono sempre in senso contrario al movimento dei corpi. Le **forze d'attrito** sono pertanto forze che si oppongono al movimento e si manifestano tutte le volte che un corpo striscia o rotola su un altro corpo o quando si muove in un fluido.
Distinguiamo tre forze di attrito:

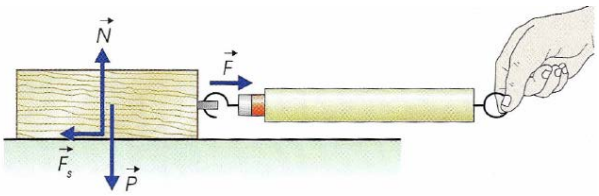
1) **attrito del mezzo**: Rappresenta la resistenza che oppone un fluido (liquido o aeriforme) al moto dei corpi che vi sono immersi.

2) **attrito radente**: Esprime la forza che si oppone al moto di un solido che striscia su un altro solido.

3) **attrito volvente**: E' la forza che si oppone al moto di un solido che rotola su un altro solido.

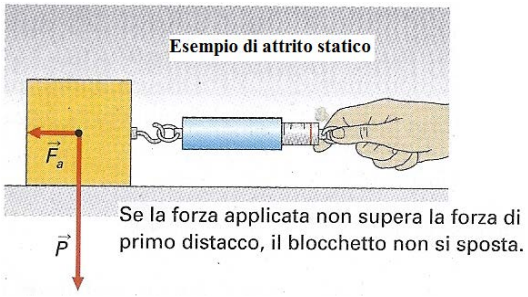
Forza di attrito statico: Se un corpo è fermo a contatto con una superficie, su di esso agisce una forza di attrito statico $\vec{F}_a$, parallela alla superficie, la cui intensità F_a soddisfa la relazione: $F_a = k_s \cdot P$ Il coefficiente di proporzionalità k_s è detto coefficiente di attrito statico.

Sul blocco fermo agiscono 4 forze: il suo peso $\vec{P}$ ($\vec{N} = -\vec{P}$), la forza di trazione $\vec{F}$ ($\vec{F}_s = -\vec{F}$). Il dinamometro misura l'intensità di $\vec{F}$, che è



anche quella di $\vec{F}_s$. Nell'istante in cui il blocco comincia a muoversi, $\vec{F}_s$ raggiunge la sua massima intensità $F_{s,max}$, e l'attrito da statico diventa dinamico.

$\vec{F}_a$ viene chiamata forza di attrito statico per indicare la forza di attrito che si sviluppa fra due superfici ferme ed in contatto.



Forza di attrito dinamico: Quando il corpo comincia a strisciare, la forza sviluppata dalla superficie scabra sul corpo è detta forza di attrito dinamico. Risulta: $F_d = k_d \cdot N = k_d \cdot F_\perp$

Il coefficiente di proporzionalità k_d è detto coefficiente di attrito dinamico. $k_d < k_s$

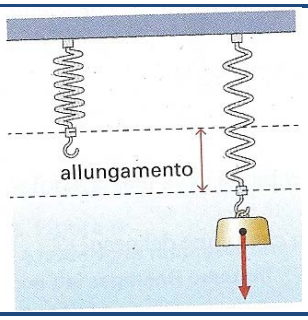
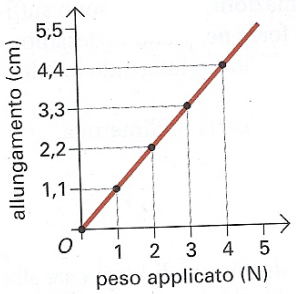
Le forze di attrito dinamico sono le forze che si manifestano tra le superfici di due corpi in movimento l'uno rispetto all'altro.

Un corpo solido è sottoposto all'attrito del mezzo quando si muove all'interno di un fluido (liquido o gas). Se il corpo si muove con una velocità **v** piccola, allora è valida la seguente relazione $\mathbf{F_a = k\,v}$, se la velocità è consistente allora è valida la seguente relazione $\mathbf{F_a = k\,v^2}$.

Gli allungamenti elastici

Una forza $\vec{\mathbf{F}}$ applicata all'estremità di una molla produce una deformazione che si manifesta come un allungamento **a** della molla. Tra la forza deformante $\vec{\mathbf{F}}$ e l'allungamento **a** esiste la seguente relazione: $\mathbf{F = k\,a}$ dove **k** è la costante elastica della molla.

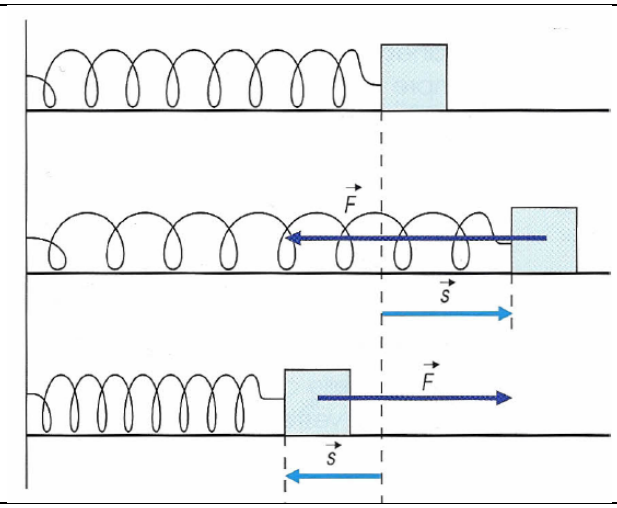
Abbiamo la misura statica di una forza se dal valore della deformazione possiamo risalire all'intensità della forza. Abbiamo la misura dinamica di una forza quando dall'accelerazione prodotta possiamo dedurre il suo modulo.

	La molla è un corpo elastico che si deforma, cioè si allunga quando è sottoposta ad una forza		Allungamento della forza in funzione del peso applicato

La forza deformante $\vec{F}$ applicata all'stremità di una molla provoca una deformazione **s** che verifica la seguente relazione: $F = k\,s$ (legge di Hooke)

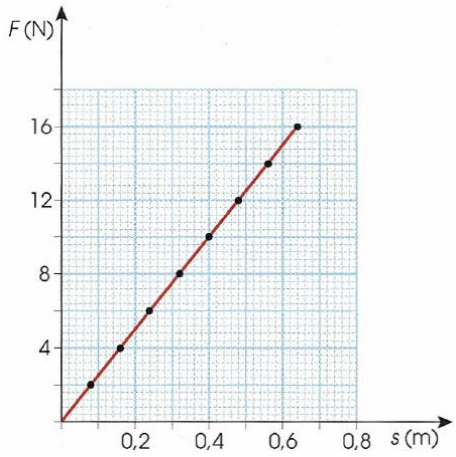
Il corpo deformato reagisce sul corpo che ha provocato la deformazione con una forza elastica il cui modulo f_e verifica la relazione: $f_e = -F = -k\,s$ Nel caso di deformazioni lineari la legge di Hooke può essere scritta anche in forma vettoriale: $\vec{F} = k \cdot \vec{s}$, $\vec{f}_e = -k \cdot \vec{s}$

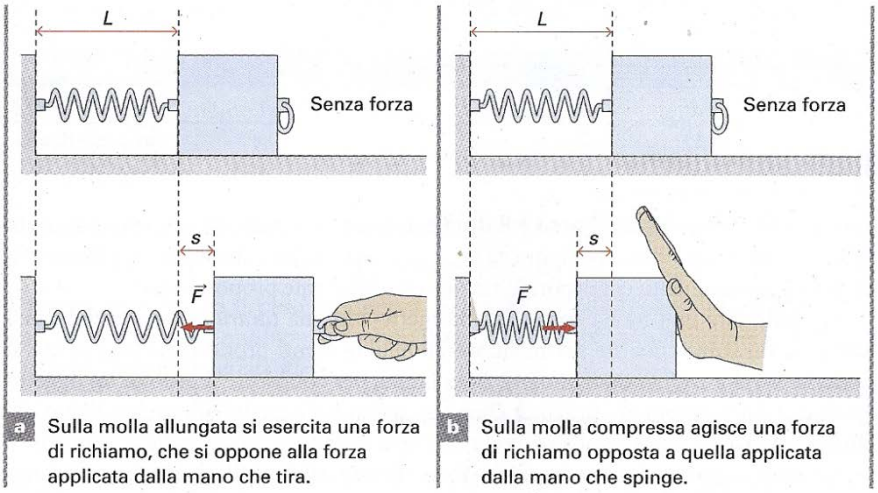
Come esempio di forza elastica possiamo citare quella fornita da una molla elicoidale longitudinale

La forza elastica di una molla è **direttamente proporzionale allo spostamento** del suo estremo libero dalla posizione di riposo ed è diretta in verso opposto a tale spostamento.	

Intensità della forza elastica in funzione dell'allungamento della molla: il valore della costante di proporzionalità k (uguale al coefficiente angolare della retta della retta) vale, nel caso particolare della figura $25\frac{N}{m}$.

L'unità di misura della costante k è il $\frac{N}{m}$





a Sulla molla allungata si esercita una forza di richiamo, che si oppone alla forza applicata dalla mano che tira.

b Sulla molla compressa agisce una forza di richiamo opposta a quella applicata dalla mano che spinge.