

FISICA GENERALE I

Docente: Prof. G. Carboni
giovanni.carboni@cern.ch

Esercitatore: Dott. R. Petrillo
roberto.petrillo@roma2.infn.it

Anno Accademico 2012 - 2013

Queste lezioni sono scaricabili in formato pdf
dalla pagina

<http://people.roma2.infn.it/carboni>

UTENTE: fis1_studenti
PW: disp_fis1

→ *Necessario Adobe Reader*

Moto nello spazio

Descrivere il moto nello spazio o nel piano è un poco più complicato

Posizione e spostamento del PM $\Leftrightarrow$ **vettore**



(a)



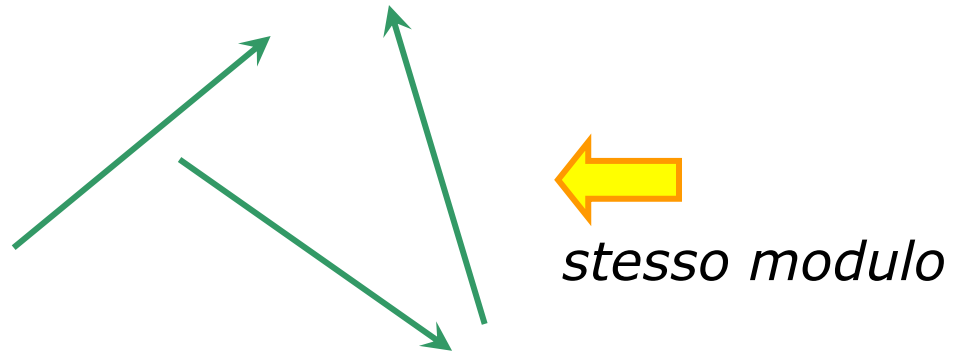
(b)

FIGURA 1.5

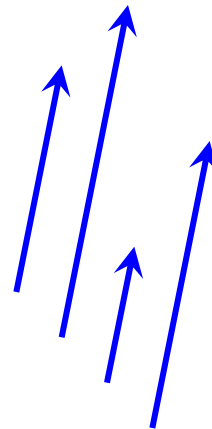
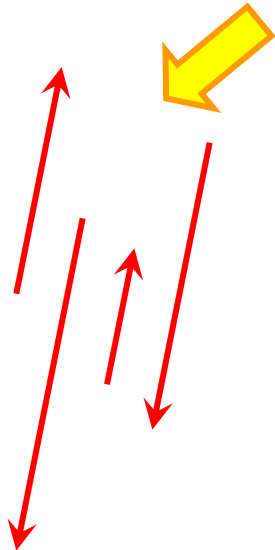
(a) Il numero di acini contenute nel grappolo d'uva rappresenta un esempio di grandezza scalare. Potete citare altri esempi? (b) la persona in figura indicando la corretta direzione ci dice di muoverci di cinque isolati verso nord per raggiungere il palazzo di giustizia. Un vettore è una grandezza fisica che è specificata da modulo, direzione e verso.

Un vettore è caratterizzato da

- modulo o grandezza
- direzione e verso



stessa direzione



*stessa direzione
e verso*

Naturalmente sono vettori anche

- la velocità in quanto spostamento/ Δt
- l'accelerazione in quanto variazione di velocità/ Δt

Uguaglianza fra vettori

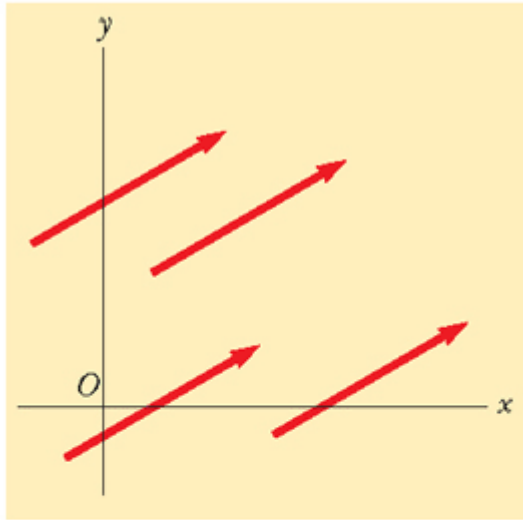


FIGURA 1.8 Queste quattro rappresentazioni di vettori sono uguali poiché tutti e quattro i vettori hanno lo stesso modulo e puntano nello stesso verso.



Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
EdiSES

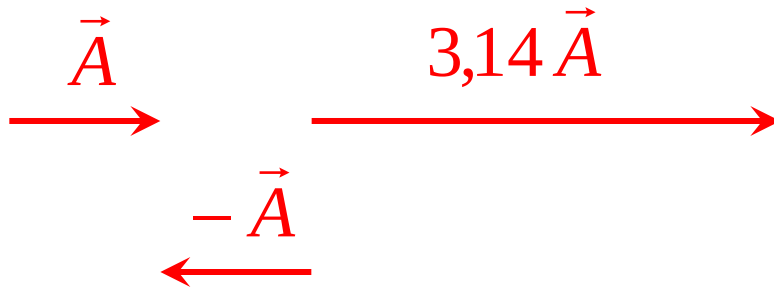
NB

*Dimensioni:
sono nel modulo*

*Per uno spostamento il
modulo avrà dimensione $[L]$
ecc.*

Moltiplicazione di un vettore per uno scalare k

$$\vec{A}' = k\vec{A}$$



- ☐ La direzione non cambia
- ☐ Il modulo viene moltiplicato per il modulo di k
- ☐ Il verso si inverte se $k < 0$

Versore

E' un vettore di modulo 1

Qualunque vettore può essere scritto come

$$\vec{A} = A \vec{e}_A$$

↖ versore

- Il modulo del vettore è il modulo di A
- La direzione è definita dal versore
- Il verso dal segno di A

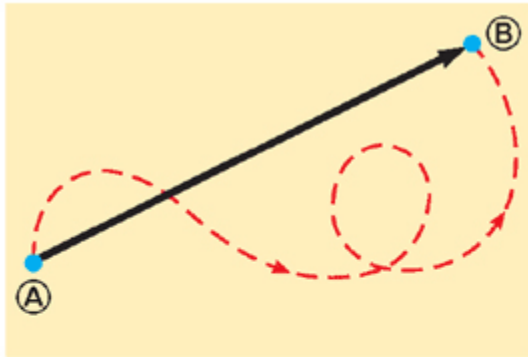
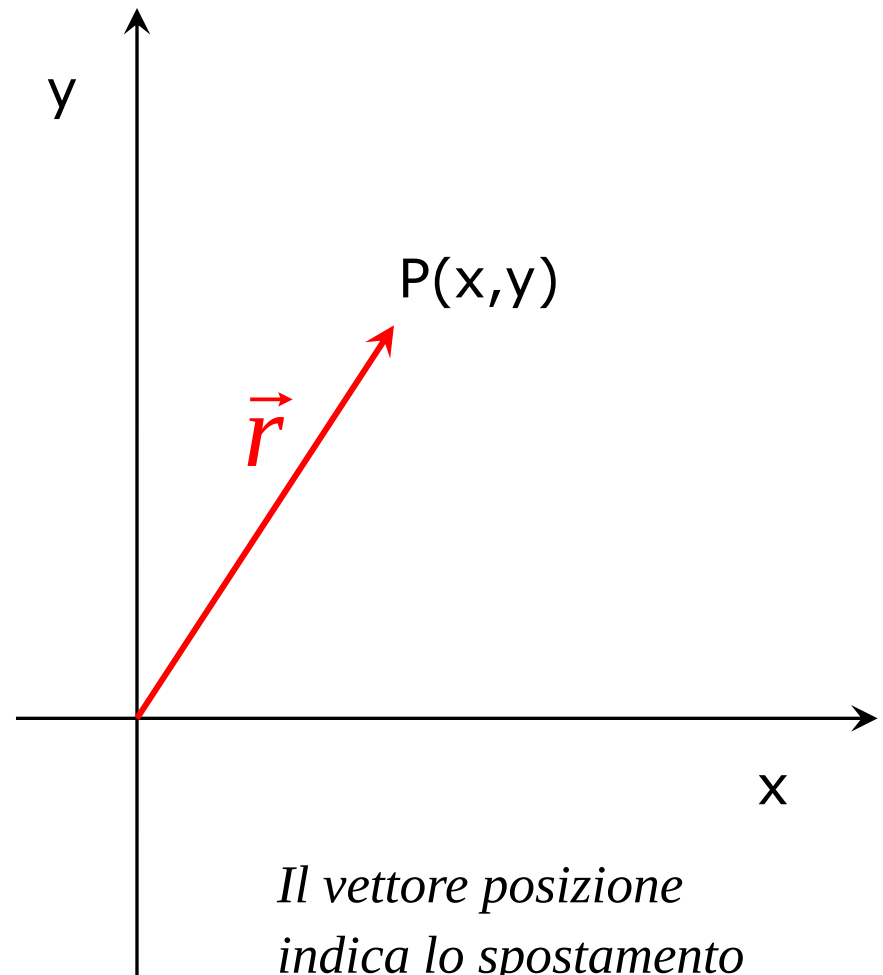


FIGURA 1.6 Se una particella si sposta da **A** a **B** lungo un cammino arbitrario rappresentato dalla linea tratteggiata, il suo spostamento è una grandezza vettoriale mostrata per mezzo della freccia da **A** a **B**.



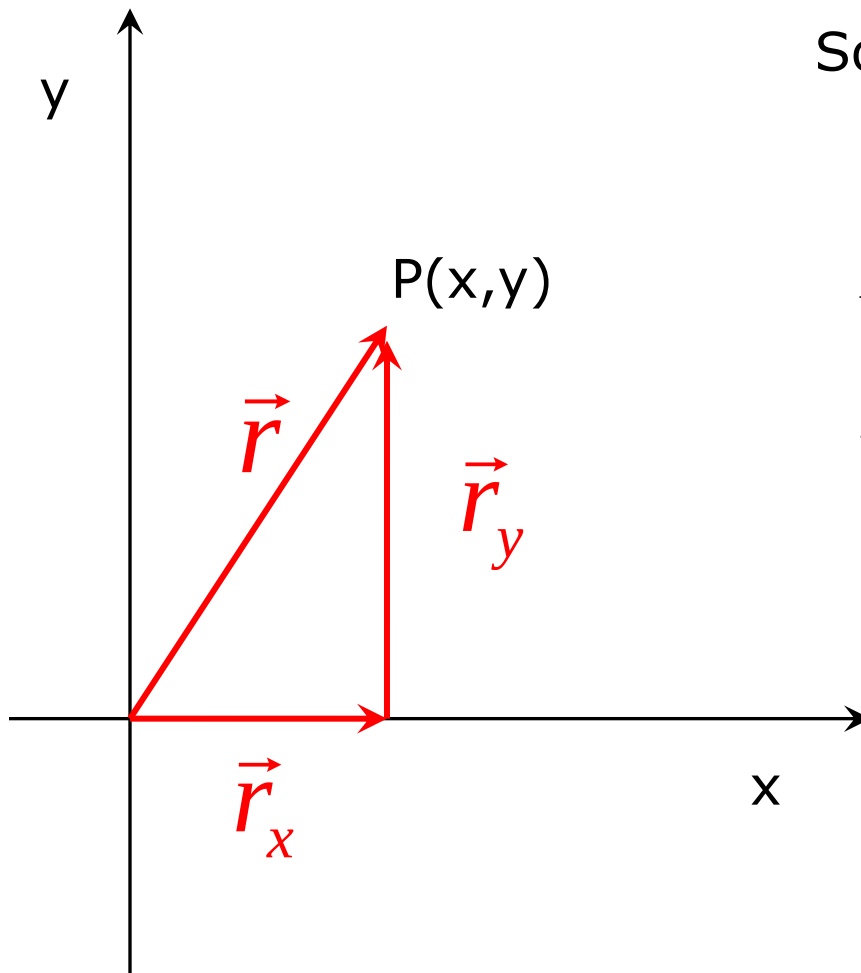
Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
Edises



*Il vettore posizione
indica lo spostamento
dall'origine*

$$|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Somma di vettori



La posizione P può anche essere raggiunta con due spostamenti successivi ortogonali

$$\vec{r} = \underbrace{\vec{r}_x + \vec{r}_y}_{\substack{\text{vettori} \\ \text{componenti}}}$$

$$\vec{r}_x \equiv (x, 0) \quad \vec{r}_y \equiv (0, y) \quad \Rightarrow \quad \vec{r} \equiv (x, y)$$

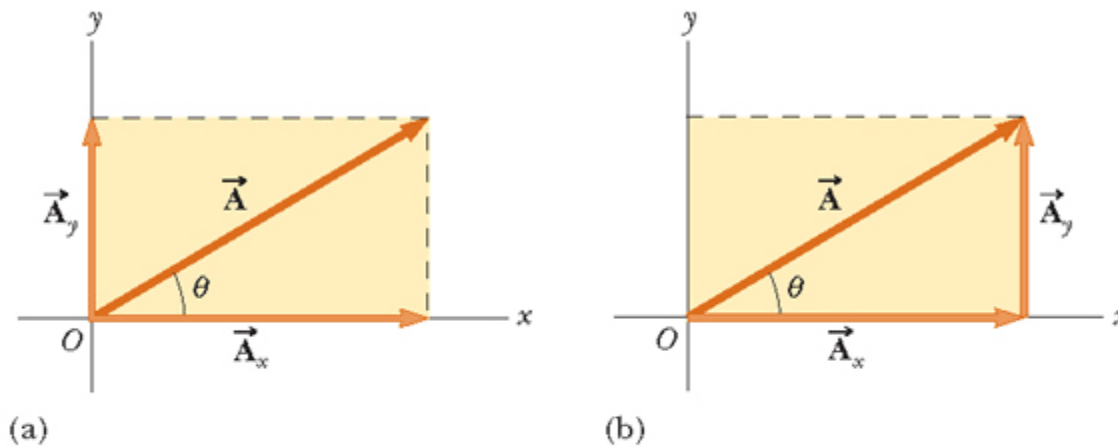


FIGURA 1.13

(a) Un vettore $\vec{A}$ che giace nel piano xy si può rappresentare per mezzo dei suoi componenti $\vec{A}_x$ e $\vec{A}_y$. (b) Il componente y del vettore $\vec{A}_y$ può essere spostato verso destra per essere sommato $\vec{A}_x$. Il vettore somma dei vettori componenti è $\vec{A}$. Questi tre vettori formano un triangolo rettangolo.



Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
EdiSES

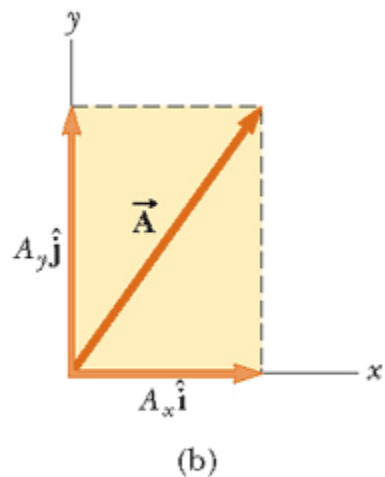
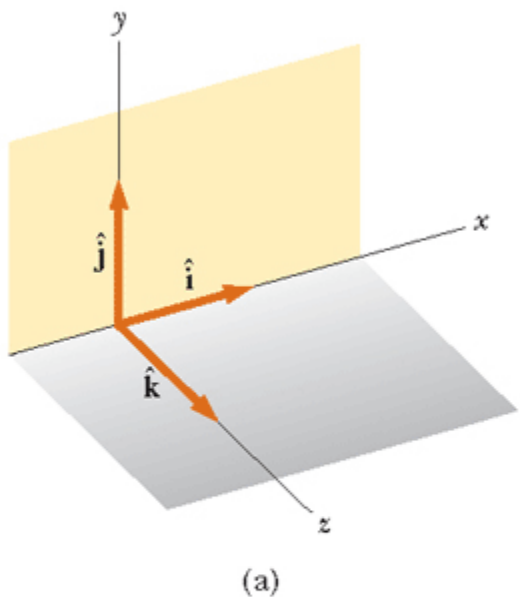


FIGURA 1.16 (a) I versori $\hat{i}$, $\hat{j}$, e $\hat{k}$ sono diretti lungo gli assi x , y , e z rispettivamente. (b) Un vettore $\vec{A}$ che giace nel piano xy a vettori componenti $A_x \hat{i}$ e $A_y \hat{j}$, dove A_x e A_y sono le componenti di $\vec{A}$.

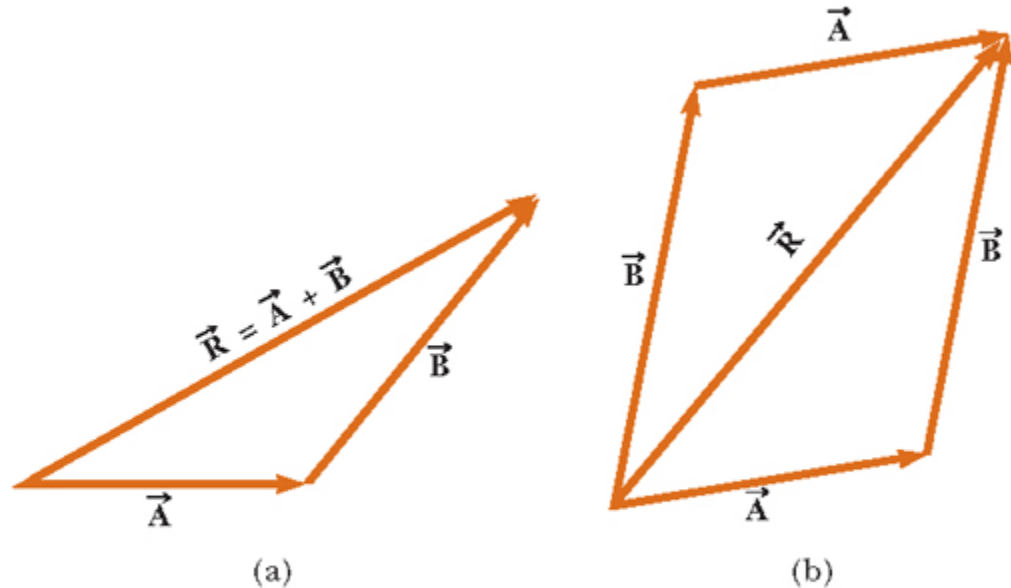


Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
EdiSES

Regola del parallelogramma

FIGURA 1.9

(a) Quando il vettore $\vec{B}$ è sommato al vettore $\vec{A}$, il risultante $\vec{R}$ è il vettore che va dalla coda di $\vec{A}$ alla punta di $\vec{B}$.
(b) This construction shows that $\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$; vector addition is commutative.



Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
EdiSES

è un altro modo di vedere la somma

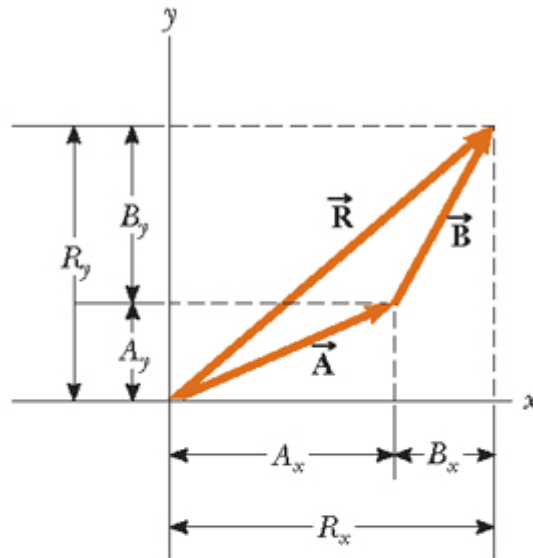


FIGURA 1.17 Costruzione geometrica che mostra la relazione fra le componenti del vettore risultante $\vec{R}$ i due vettori e le componenti dei singoli vettori.



Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
Edises

$$\vec{R} \equiv (R_x, R_y)$$

$$R_x = A_x + B_x \quad R_y = A_y + B_y$$

Le componenti del vettore somma sono la somma delle componenti dei due vettori addendi

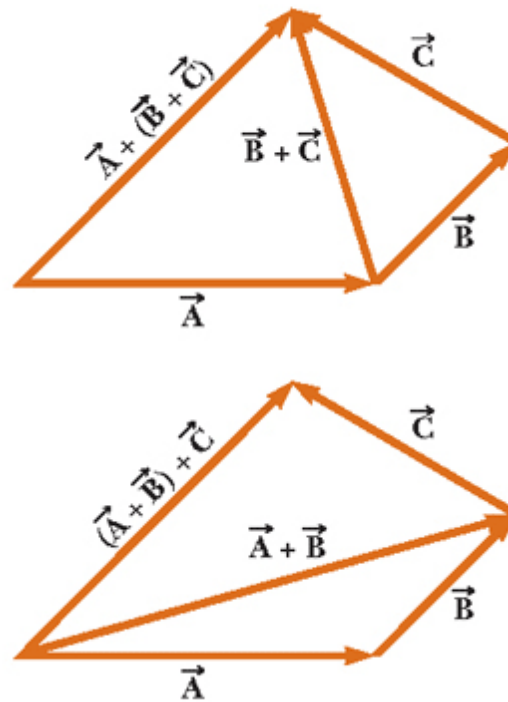


FIGURA 1.10 Costruzioni geometriche per verificare la proprietà associativa della somma



Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
EdiSES

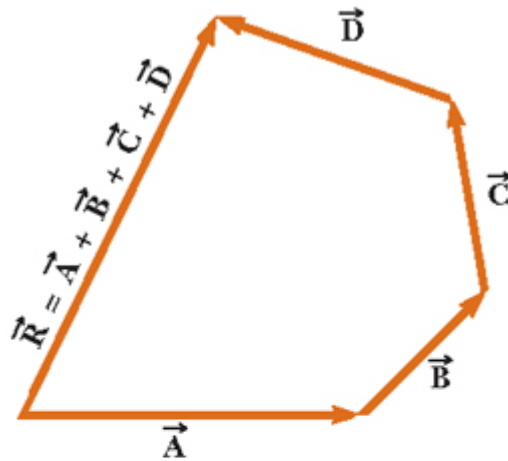


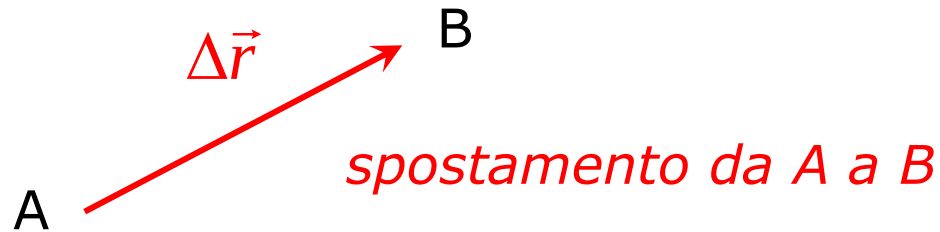
FIGURA 1.11 Costruzione geometrica per sommare quattro vettori. Il vettore risultante $\vec{R}$ completa il poligono ed è orientato dalla coda del primo vettore alla punta dell'ultimo.



Serway, Jewett
Principi di Fisica, IV Ed.
Edises

Differenza di vettori

dove ci serve?

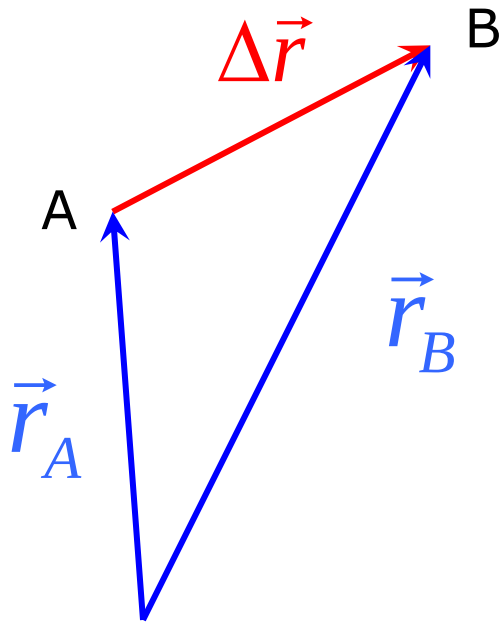


Nel caso a 1 dimensione $s = s_B - s_A$

Nello spazio vorremmo che

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_B - \vec{r}_A$$

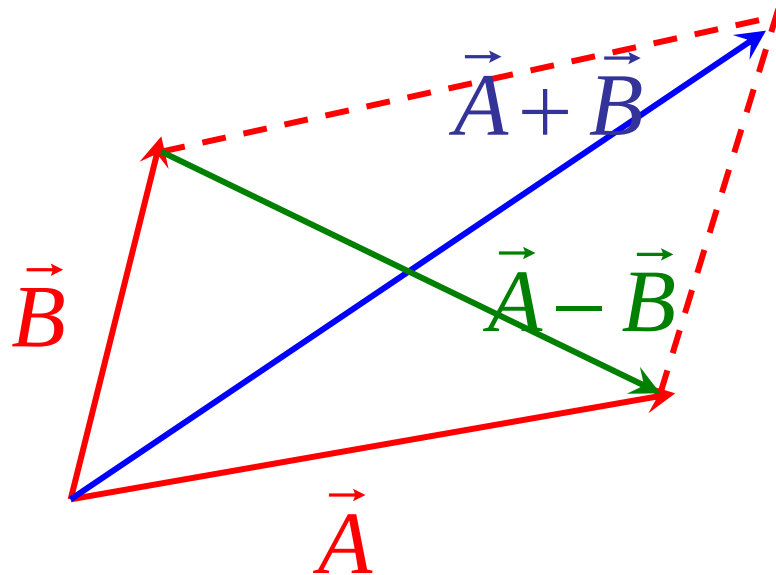
Introduciamo la differenza fra vettori



Verifica: se $\Delta \vec{r} = \vec{r}_B - \vec{r}_A$

allora $\Rightarrow \vec{r}_B = \vec{r}_A + \Delta \vec{r}$

Somma e differenza col parallelogramma



La velocità

$$\vec{v}(t) \underset{\Delta t \rightarrow 0}{=} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

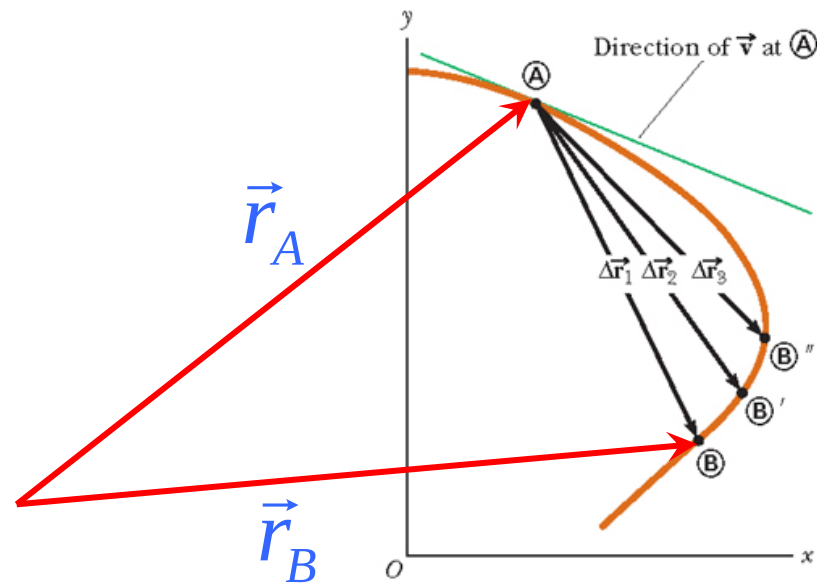


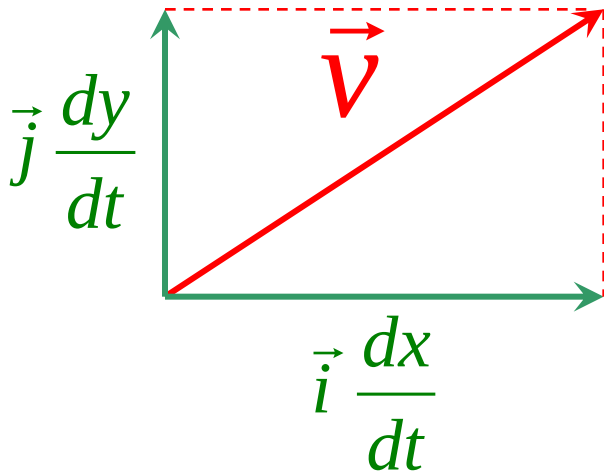
FIGURA 3.2 Quando la particella si muove fra due punti, la sua velocità media ha la direzione del vettore spostamento $\Delta \vec{r}$. Quando il punto finale del percorso si muove da $\textcircled{B}$ a $\textcircled{B}'$ a $\textcircled{B}''$, il rispettivo spostamento e corrispondente intervallo di tempo diventa sempre più piccolo. Nel limite per cui il punto finale si avvicina ad $\textcircled{A}$, Δt tende a zero e la direzione di $\Delta \vec{r}$ si avvicina a quella della linea tangente alla curva in $\textcircled{A}$. Per definizione, la velocità istantanea in $\textcircled{A}$ è la direzione della linea tangente in questo punto.

$$\vec{v}(t) \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\Delta \vec{r} \equiv (\Delta x, \Delta y)$$

$$\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \equiv \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}, \frac{\Delta y}{\Delta t} \right)$$

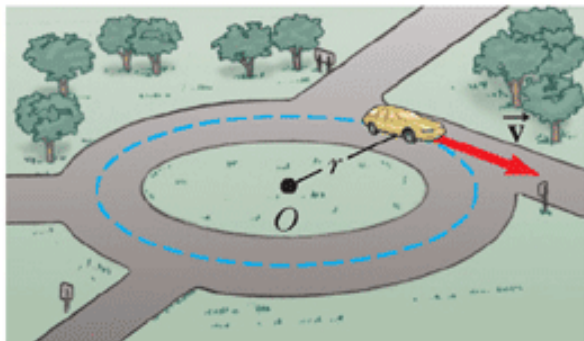
$$\vec{v} \equiv \left(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt} \right)$$



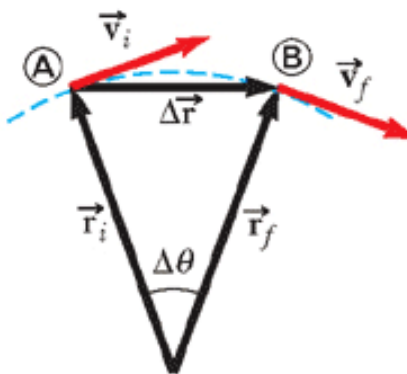
L'accelerazione

$$\vec{a}(t) \underset{\Delta t \rightarrow 0}{=} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

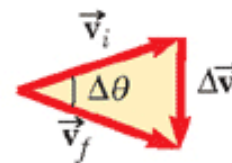
Importante: nello spazio o nel piano si ha variazione di velocità (e quindi accelerazione) anche se la velocità cambia solo in direzione



(a)

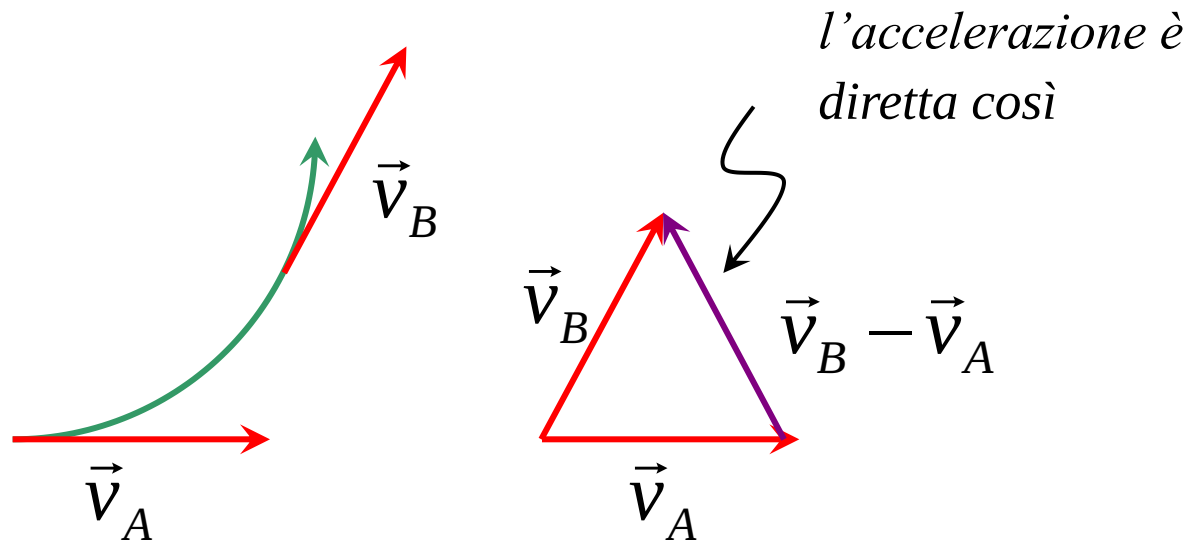


(b)



(c)

C'è accelerazione anche se $|\vec{v}| = \text{costante}$



l'accelerazione è diretta dalla parte verso cui
curva la traiettoria

Il solo moto privo di accelerazione è quello
rettilineo e uniforme

Legge oraria

Nel caso a 2 o 3 dimensioni la legge oraria è data dalla funzione

$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

che per componenti equivale a 2 o 3 leggi orarie scalari

$$x = x(t)$$

$$y = y(t)$$

$$z = z(t)$$

Moto rettilineo uniforme

Limitiamoci al piano

Le equazioni per x e y sono

$$x = x_0 + v_{0x}t$$

$$y = y_0 + v_{0y}t$$

*equazioni parametriche
di una retta*

$$\vec{r} \equiv (x, y) \quad \vec{r}_0 \equiv (x_0, y_0) \quad \vec{v}_0 \equiv (v_{0x}, v_{0y})$$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t$$

Moto uniformemente accelerato

È un moto in cui il vettore accelerazione è costante

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}_0 t$$

Infatti

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{a}_0 t) = \vec{a}_0$$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a}_0 t^2$$

Principio d'inerzia

un corpo permane nel suo stato di quiete o moto finché non interviene una causa esterna a modificare tale stato

“stato di moto” si deve intendere come moto a una data velocità intesa come vettore (modulo, direzione e verso)

Lo “stato di quiete” è uno stato di moto con $\vec{V} = 0$

→ Se cambia lo stato di moto c'è quindi accelerazione

La causa esterna è, come vedremo, la FORZA

Aristotele riteneva che la forza fosse necessaria a tenere i corpi in movimento in quanto ogni oggetto lasciato andare nel suo moto prima o poi si ferma. Come abbiamo visto nella prima lezione questo non è corretto.

Certamente la nostra esperienza ci dice che per spingere una cassa o tirare una valigia a rotelle dobbiamo fare uno sforzo costante

Il motivo è la FORZA D'ATTRITO. Se non ci fosse il moto continuerebbe all'infinito con

$$\vec{V} = \text{costante}$$

Spingendo la cassa noi non facciamo altro che bilanciare la forza d'attrito, per cui la cassa è soggetta a una forza totale zero.

Un corpo pesante che cade viaggia con velocità crescente verso il basso e in generale segue una traiettoria parabolica

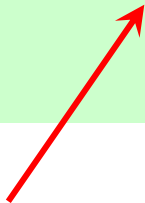
$$\vec{V} \neq \text{costante}, \vec{a} = \text{costante} = \vec{g}$$



Deve esistere quindi una forza responsabile della sua
accelerazione:
la forza di gravità o forza peso

**II II Principio della dinamica
detto anche
LEGGE DI NEWTON
ci spiega come stanno le cose**

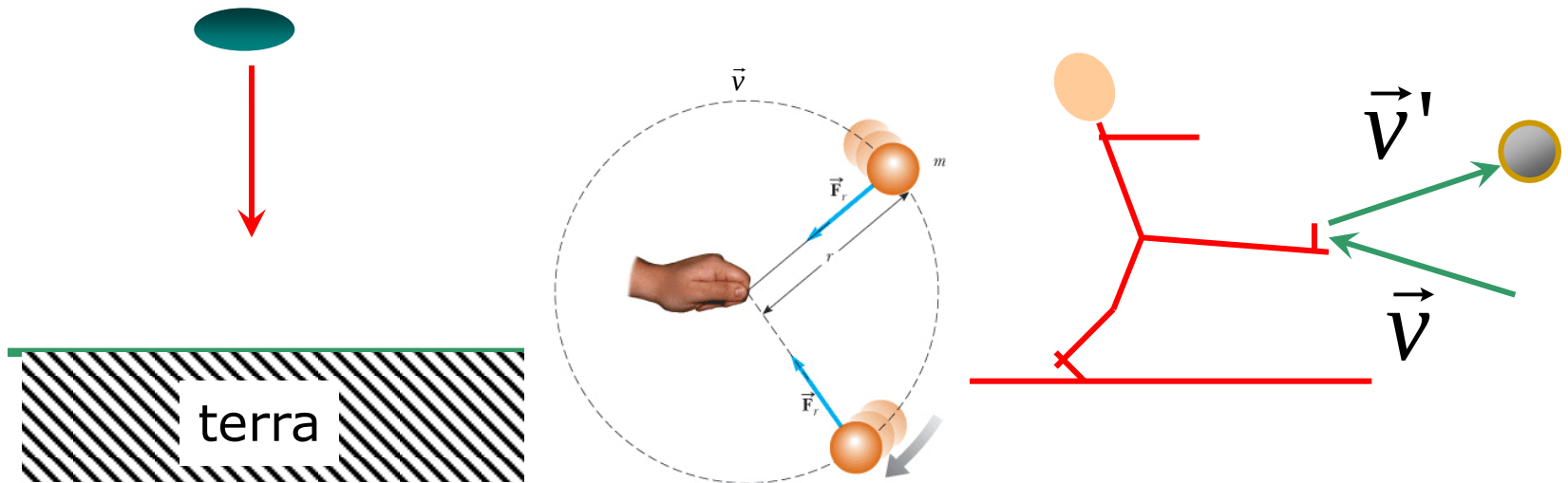
$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$



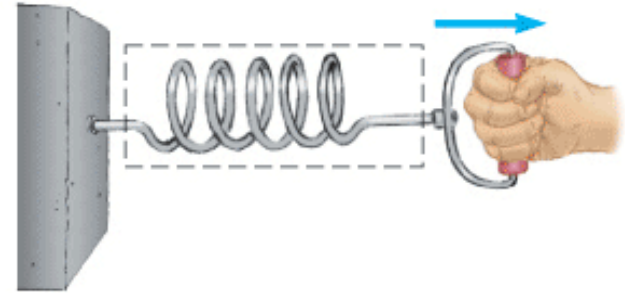
massa inerziale, scalare

Cosa sono le forze? Il primo principio non ce lo dice

Siamo portati a pensare che esse siano spesso da mettersi in relazione con corpi o oggetti nelle vicinanze



Le forze sono anche collegabili con lo sforzo muscolare



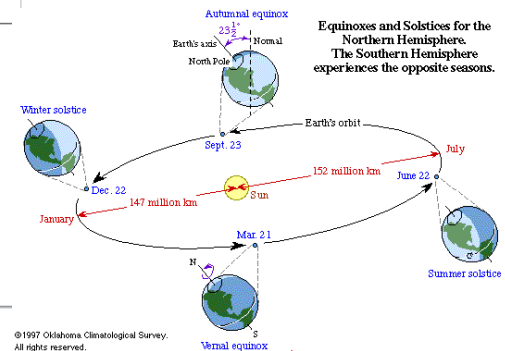
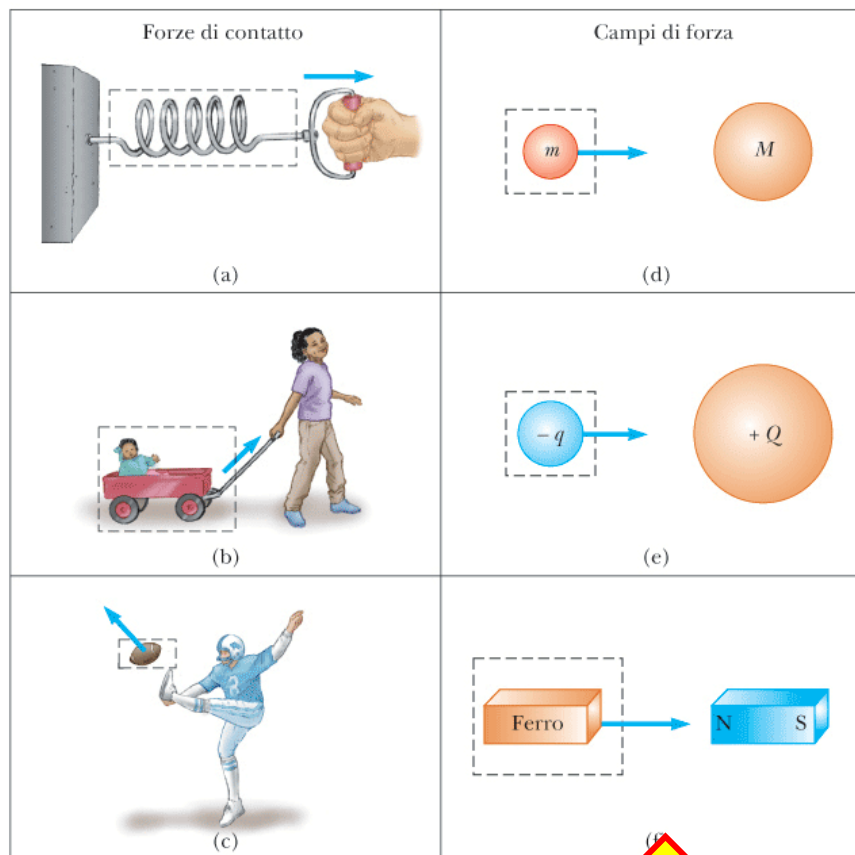
Esiste una scala di intensità



Fare fatica

Corpi leggeri e pesanti

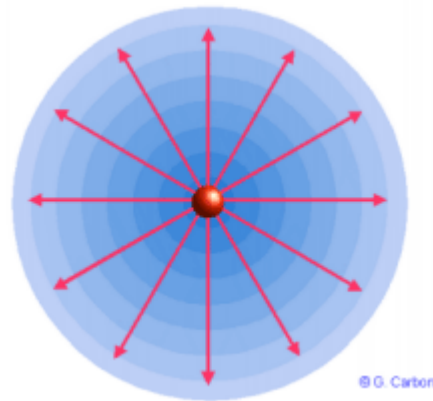
Certi tipi di forze richiedono un contatto, altre no



azioni a distanza

In realtà se andiamo a livello microscopico vediamo che anche ciò che chiamiamo materia solida è costituita essenzialmente da spazio vuoto

Quindi a livello elementare tutte le forze sono "azioni a distanza" e sono descrivibili da "campi di forza"



Un campo di forze è una regione dello spazio dove vi è una forza che varia da punto a punto

Le forze fondamentali sono 3

- la forza gravitazionale (➔ forza peso)
- la forza elettrodebole
 - elettricità
 - magnetismo
 - interazioni deboli (➔ radioattività)

In origine queste tre erano considerate forze distinte

A fine '800 si capì che elettricità e magnetismo erano due facce della stessa medaglia

Nel 1981 anche l'interazione debole fu unificata con le altre due

- la forza nucleare o forte (➔ stabilità del nucleo atomico)

I fisici teorici stanno da anni lavorando sulle GUT

→ **Grand Unified Theories**

che dovrebbero unificare queste 3 forze in una sola



Le manifestazioni macroscopiche delle forze mettono in gioco in pratica solo

- gravitazione
- elettromagnetismo