Proprieta' delle grandezze fisiche

intrinsecita' *invarianza* *continuita'* *conservazione* caratteristiche *scalari* o *vettoriali etc.*

Grandezze scalari

grandezze fisiche caratterizzabili da una funzione dello spazio e del tempo, ad un *singolo valore* quali la temperatura la massa e la carica elettrica

Grandezze vettoriali

grandezze *vettoriali* grandezze fisiche sono determinate univocamente solo se associate ad una direzione e ad un verso

es. lo spostamento da un punto all'altro dello spazio

grandezza vettoriale → $\vec{a}$ "*modulo*" o "*intensita*" del vettore $|\vec{a}| = a$

per rappresentare graficamente una grandezza vettoriale si fissa *convenzionalmente* una lunghezza unitaria e si traccia un segmento orientato (una freccia)

di lunghezza pari al modulo del vettore, misurato rispetto alla lunghezza unitaria scelta

matematicamente due vettori sono uguali se hanno: stesso modulo (intensita'), stesso verso e direzione parallela

tutti i segmenti orientati nello stesso verso, paralleli, e di uguale lunghezza (vettori equipollenti) rappresentano lo stesso vettore

→ *vettore applicato* : vettore specificato da *modulo, direzione, verso* e *punto di applicazione*

Proprieta' della somma di vettori

la somma vettoriale gode delle proprieta':

commutativa $\vec{a}+\vec{b}=\vec{b}+\vec{a}$

associativa $\vec{a}+\vec{b}+\vec{c}=(\vec{a}+\vec{b})+\vec{c} \quad =\vec{a}+(\vec{b}+\vec{c})$

attenzione : esistono grandezze definibili tramite modulo direzione e verso che non obbediscono alla regola della somma vettoriale e che quindi non sono grandezze vettoriali

Moltiplicazione

la moltiplicazione di un vettore $\vec{a}$ per uno scalare k ($k \in \mathbb{R}$) fornisce un vettore

se $\vec{b}=k\,\vec{a}$ → $\vec{b}$ ha modulo pari a $|k|$ volte il modulo di $\vec{a}$

→ $\vec{b}$ ha *sempre* la stessa direzione di $\vec{a}$

→ $\vec{b}$ ha verso **concorde** ad $\vec{a}$ se $k > 0$

→ $\vec{b}$ ha verso **discorde** ad $\vec{a}$ se $k < 0$

Vettore opposto

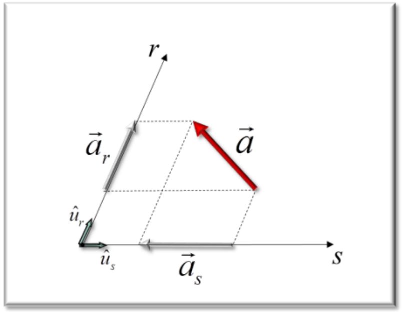
se $k = -1$ si ha $\vec{b}=-\vec{a}$ → $\vec{b}$ e' il vettore *opposto* ad $\vec{a}$ e ha: stesso **modulo** di $\vec{a}$ stessa **direzione** di $\vec{a}$ verso *opposto* ad $\vec{a}$

Vettore unitario o "versore"

vettore **di modulo unitario** → un *versore* individua solo una direzione ed un verso nello spazio

se il versore e' orientato nella direzione e verso della generica retta r e' indicato con il simbolo $\hat{u}_r$ o $\hat{r}$

Scomposizione di un vettore



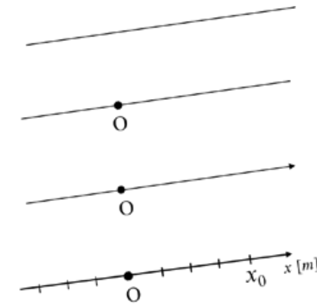
due semirette orientate r ed s che si intersecano in un punto definiscono un piano nello spazio **qualunque** vettore , $\vec{a}$ che giaccia nel piano individuato dalle due rette, puo' essere scomposto nella somma di due vettori $\vec{a}_r$ e $\vec{a}_s$ paralleli alla retta r ed alla retta s

$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_s = a_r\hat{u}_r + a_s\hat{u}_s$$

$\vec{a}_r$ e $\vec{a}_s$ sono i vettori componenti o " *i componenti* " $a_r = |\vec{a}_r|$ e $a_s = |\vec{a}_s|$ sono " *le componenti* "

Sistemi di riferimento cartesiani ortogonali

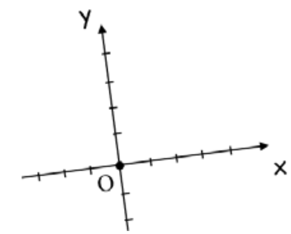
in <u>una dimensione</u> : si sceglie



- una retta che individua la direzione
- un punto qualunque della retta detto "origine"
- un verso positivo della retta

si associa ad un generico punto x_0 della retta un numero pari alla distanza del punto in esame dall' origine del sistema di coordinate

nel <u>piano</u>, si scelgono due direzioni indipendenti e <u>perpendicolari</u> tra loro e si costituisce un sistema di riferimento cartesiano ortogonale bidimensionale



nello <u>spazio</u>, si scelgono tre direzioni indipendenti e <u>perpendicolari</u> tra loro e si costituisce un un sistema di riferimento cartesiano ortogonale tridimensionale

i versori che caratterizzano i tre assi cartesiani si indicano con $\hat{i}$ $\hat{j}$ $\hat{k}$ e sono orientati nelle direzioni dell'asse x, y e z rispettivamente

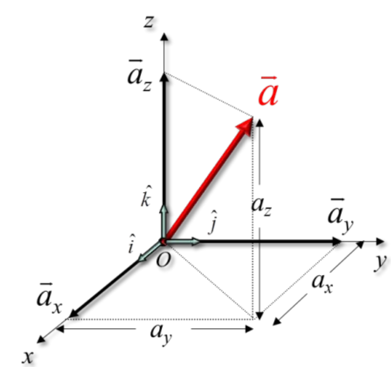
$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ costituiscono una terna ***unitaria ordinata positivamente***

un vettore orientato nello spazio in un modo qualunque, si puo' sempre scomporre in componenti cartesiane ortogonali

$$\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y + \vec{a}_z \quad = a_x\hat{i} + a_y\hat{j} + a_z\hat{k}$$

modulo di un vettore in funzione delle sue componenti cartesiane

$$|\vec{a}| = a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$



Somma di due vettori in coordinate cartesiane

se $\vec{a} = a_x\hat{i} + a_y\hat{j} + a_z\hat{k}$ $\quad \vec{b} = b_x\hat{i} + b_y\hat{j} + b_z\hat{k}$ e $\quad \vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$

$$\vec{c} = c_x\hat{i} + c_y\hat{j} + c_z\hat{k} \qquad \begin{aligned} &\Rightarrow c_x = a_x + b_x \\ &\Rightarrow c_y = a_y + b_y \\ &\Rightarrow c_z = a_z + b_z \end{aligned}$$

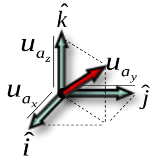
Versore in coordinate cartesiane

se $\vec{a}$ e' un vettore orientato nella direzione individuata dal versore $\hat{u}_a$ $\rightarrow$ $a = |\vec{a}|$ e' il modulo di $\vec{a}$ $\rightarrow$ $\vec{a} = a\hat{u}_a$

dove $\hat{u}_a$ e' il versore nella direzione di $\vec{a}$ $\rightarrow$ $\hat{u}_a = \dfrac{\vec{a}}{|\vec{a}|} = \dfrac{\vec{a}}{a}$

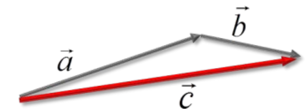
se $\vec{a} = a_x\hat{i} + a_y\hat{j} + a_z\hat{k}$ dato che $\hat{u}_a = \dfrac{\vec{a}}{|\vec{a}|}$ $\rightarrow$ $\hat{u}_a = \dfrac{a_x\hat{i} + a_y\hat{j} + a_z\hat{k}}{\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}}$

in generale: $\hat{u}_a = u_{a_x}\hat{i} + u_{ay}\hat{j} + u_{a_z}\hat{k}$ $\Rightarrow$ $u_{a_x} = \dfrac{a_x}{\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}}$ etc. ➤ coseni direttori



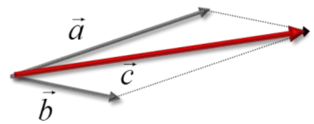
Somma di due vettori

<u>graficamente</u> $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$ si ottiene traslando rigidamente a se' stesso $\vec{b}$ fino ad applicarlo all'estremo di $\vec{a}$



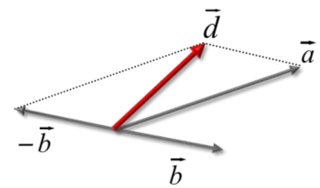
e congiungendo l'origine di $\vec{a}$ con l'estremo di $\vec{b}$

in alternativa si puo' usare la regola del parallelogrammo:



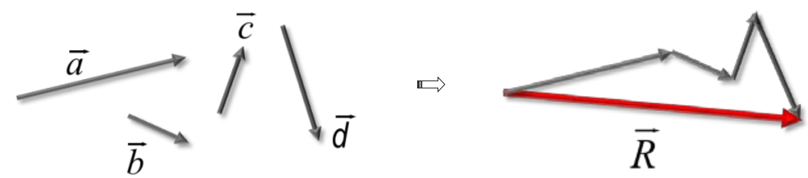
Differenza di due vettori

la differenza di due vettori $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$ si definisce tramite il vettore opposto $\vec{d} = \vec{a} + (-\vec{b})$



Somma di piu' vettori

il vettore somma di due o piu' vettori e' detto ***vettore risultante*** o ***"risultante"*** $\vec{R}$



Backup Slides