FIS.

prof Moriotti
prof. sa Promolini, esercitazioni

Fisica nasce con Galileo e il metodo sperimentale (cose giuste e vere sono solo quelle che si possono riprodurre in laboratorio)

cause $\xrightarrow{\text{esperimento}}$ effetti $\Longrightarrow$ legge fisica dedotta e descritta con linguaggio matematico (x qst è scienza)

Le grandezze fisiche sono il linguaggio della fisica (velocità spazio tempo massa forza energia quantità di moto ecc) sono misurabili, non tutte sono fondamentali

Quelle fondamentali riconosciute del Sistema Internazionale S.I.: m k s (metro chilo secondo)

metro ↓ lunghezza, chilo ↓ massa, secondo ↓ tempo

misurare: verificare quante volte l'unità campione è contenuta nel soggetto; confronto oggetto di misura con campione della stessa grandezza fisica

es. 1,03 m dovuti alla precisione, è giusto $1,03 \pm \Delta$ di errore di misura di precisione

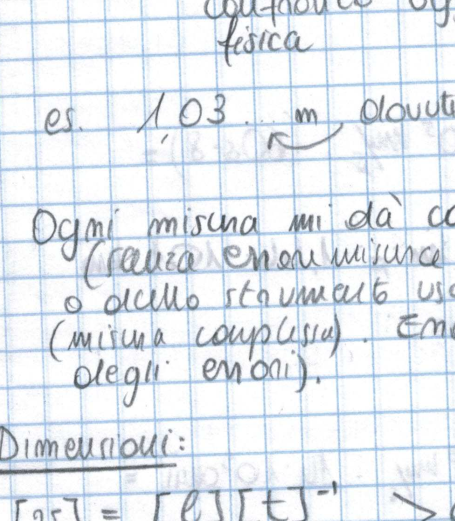
Ogni misura mi dà come risultato un numero e un errore (senza errore misura non ha significato) dipende da errore sistematico (umano) o dello strumento usato o dalla imprecisione intrinseca dell'oggetto (misura complessa). Errori sulle cause si propagano sugli effetti (teoria degli errori).

Dimensioni:

$[v] = [l][t]^{-1}$
$[a] = [l][t]^{-2}$
> analisi dimensionale (controllare le grandezze fisiche)

Per sommare grandezze fisiche devono essere uguali

es.



Sistema oscilla ha periodo caratteristico (piccole oscillazioni isocrone, stesso arco in stesso tempo sempre). Ha T periodo di oscillazione

$[T] = [t]$
$[h] = [l]$
$[m] = [m]$
$[g] = [l][t]^{-2}$

$$T = \sqrt{\frac{h}{g}} = \sqrt{\frac{[l]}{[l][t]^{-2}}} = [t]$$

$$T \propto \sqrt{\frac{h}{g}}$$

proporzionale

numeri puri: non hanno grandezza fisica es. $\frac{3m}{1,5m} = 2$ n° puro

$[v] = m/s$

es. $36\ km/h = 36 \cdot \frac{\overbrace{1000\ m}^{km}}{\underbrace{3.600\ s}_{h}} = 10\ m/s$ diviso

$= 36 \cdot \frac{1}{3,6}\ m/s$

es. distanza Terra-Sole 8 min luce

$c = 300\,000\ km/s$

$x = v \cdot t = 3 \cdot 10^5\ km/s \cdot 8 min = 3 \cdot 10^5\ km/s \cdot (60 s \cdot 8) =$

$= 3 \cdot 10^5\ km/s \cdot 480\ s = 144 \cdot 10^6\ km = 1,44 \cdot 10^8\ km$

$= 1,44 \cdot 10^8 \cdot 10^3 = 1,44 \cdot 10^{11}\ m$

es. l'Universo ha $14 \cdot 10^9$ anni

diametro dell'Universo $= c\,\Delta t = 3 \cdot 10^5\ km/s \cdot 14 \cdot 10^9$ anni $=$

$= 3 \cdot 10^5\ km/s \cdot 14 \cdot (365 \cdot 24 \cdot 3.600)\ s =$

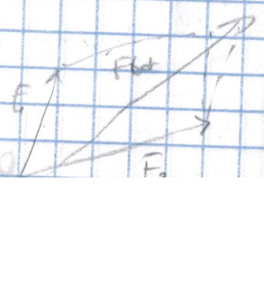
$= 1,32 \cdot 10^{23}\ km$

(i secondi in 1 anni x 1% $\sim \pi \cdot 10^7\ s$)

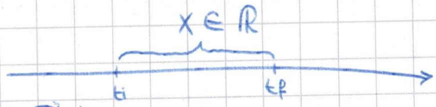
Alcune grandezze necessitano di più di un semplice numero per essere descritte v. forza accelerazione velocità necessitano di vettori (la tensione tra i tensori/matrici). 9x9

Vettori: { direzione, verso, intensità } { componenti x, y, z } { modulo, 2 angoli (azimutali, zenitali) }

somma $\vec{F_1}, \vec{F_2}$ $\quad F_{tot} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$



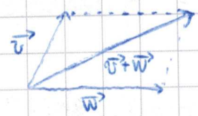
Tempo, grandezza semplice descrivibile da numeri



Altre grandezze più complesse descritte da vettori ($\vec{v}, \vec{a}, \vec{F}, ..$)

VETTORI

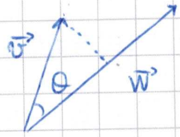
Componente di vettore su asse è la sua proiezione
Somma: $\vec{v}, \vec{w}$ $\quad \vec{v}+\vec{w}$ vettore somma, regola del parallelogramma



Moltiplicazione per uno scalare: $\vec{v}$, $a \in \mathbb{R}$, $\vec{w} = a\cdot\vec{v}$
$\vec{w}$ ha stessa direzione di $\vec{v}$, $|\vec{w}| = w = a|\vec{v}| = a\cdot v$

se $a>0$ $\quad \vec{w}$ ha anche stesso verso di $\vec{v}$
se $a<0$ $\quad \vec{w}$ ha verso opposto di $\vec{v}$
se $a=0$ $\quad w = 0$

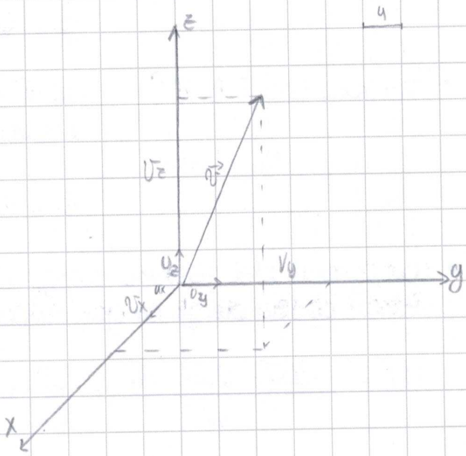
Prodotto scalare: (grandezza scalare, descrivibile con un numero)
$\vec{v}, \vec{w}$, $\quad \vec{v}\cdot\vec{w} = v\cdot w\cdot\cos(\theta)$ corrisponde alla proiezione di $\vec{v}$ su $\vec{w}$ moltiplicato il modulo di $\vec{w}$, = proiezione di $\vec{w}$ su $\vec{v}$ per il modulo di $\vec{v}$.



Se i due vettori sono ortogonali, prodotto scalare è 0
Se giacciono sulla stessa retta prodotto è prodotto di moduli.

Con vettore di modulo unitario $w=1$ (versore), allora $\vec{v}\cdot\vec{w} = v\cdot w\cos(\theta) = v\cos(\theta)$, prodotto scalare di vettore con versore è la proiezione del vettore lungo quella direzione.

Sistema di riferimento cartesiano:



$\vec{v} = (v_x, v_y, v_z)$

$\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z$, $\quad u_x = u_y = u_z = 1$ versori

$$\begin{cases} v_x = \vec{v}\cdot\vec{u}_x \\ v_y = \vec{v}\cdot\vec{u}_y \\ v_z = \vec{v}\cdot\vec{u}_z \end{cases}$$

$$\vec{v} = v_x\vec{u}_x + v_y\vec{u}_y + v_z\vec{u}_z \overset{!}{=} (\vec{v}\cdot\vec{u}_x)\vec{u}_x + (\vec{v}\cdot\vec{u}_y)\vec{u}_y + (\vec{v}\cdot\vec{u}_z)\vec{u}_z$$

$$\vec{w} = w_x\vec{u}_x + w_y\vec{u}_y + w_z\vec{u}_z$$

$$\vec{v}+\vec{w} = (v_x+w_x)\vec{u}_x + (v_y+w_y)\vec{u}_y + (v_z+w_z)\vec{u}_z$$

vettore somma ha per componenti la somma delle componenti lungo le direzioni $\vec{u}_x, \vec{u}_y$ e $\vec{u}_z$

$$\vec{v}\cdot\vec{v} = v\cdot v\cdot\cos(0) = v\cdot v\cdot 1 = v^2$$

$$\vec{v}\cdot\vec{w} = (v_x\cdot\vec{u}_x\cdot w_x\cdot\vec{u}_x) + (v_x\cdot\vec{u}_x\cdot w_y\cdot\vec{u}_y) + \dots + 0 + 0 + (v_y\cdot w_y\cdot 1^2) + 0 + 0 + 0 + (v_z\cdot w_z\cdot 1^2)$$

$$\overset{!}{=} (v_x\cdot w_x\cdot 1^2) + 0$$

perché ortogonali e così per tutti gli altri termini misti

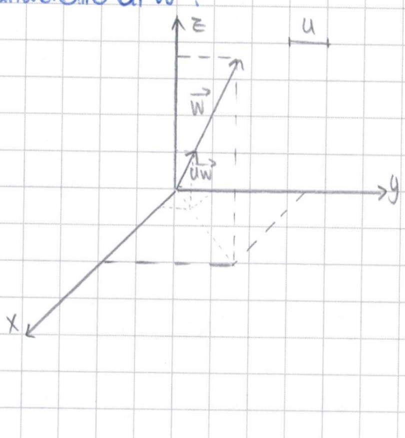
$$= v_x w_x + v_y w_y + v_z w_z$$

es. $\vec{v} = 7\vec{u_x} - 1\vec{u_y} + 4\vec{u_z}$, $\vec{w} = 3\vec{u_x} + 2\vec{u_y} - \vec{u_z}$

- $v = \sqrt{\vec{v}\cdot\vec{v}} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = \sqrt{7^2+1^2+4^2} = \sqrt{66} \sim 8{,}12$
- $v_x = 7$
- α con asse z?
$$\vec{v}\cdot\vec{u_z} = v \cdot u_z \cdot \cos(\alpha) =$$
$$v_z = v \cdot 1 \cdot \cos(\alpha)$$
$$\cos(\alpha) = \frac{v_z}{v} = \frac{4}{\sqrt{66}} = 0{,}49$$
$$\alpha = \cos^{-1}(0{,}49) = 60{,}5°$$
- $\vec{z} = \vec{v} + \vec{w} = (7+3)\vec{u_x} + (2-1)\vec{u_y} + (4-1)\vec{u_z} = 10\vec{u_x} + \vec{u_y} + 3\vec{u_z}$
- $z_y = 1$
- proiezione di $\vec{v}$ su $\vec{w}$? $= v \cdot \cos(\theta)$

$$\vec{v}\cdot\vec{w} = v \cdot w \cdot \cos(\theta) \Rightarrow v\cos(\theta) = \frac{\vec{v}\cdot\vec{w}}{w} = \frac{(v_x w_x) + (v_y w_y) + (v_z w_z)}{\sqrt{\vec{w}\cdot\vec{w}}} = \frac{(7\cdot 3) + (-1\cdot 2) + (-1\cdot 4)}{\sqrt{3^2+2^2+1^2}} =$$
$$= \frac{15}{\sqrt{14}} \sim 4{,}008$$

- α tra $\vec{z}$ e asse y?
$$\vec{z}\cdot\vec{u_y} = z \cdot u_y \cdot \cos(\alpha)$$
$$z_y = z \cdot 1 \cdot \cos(\alpha)$$
$$\cos(\alpha) = \frac{z_y}{z} = \frac{z_y}{\sqrt{\vec{z}\cdot\vec{z}}} = \frac{1}{\sqrt{110}} = 0{,}095$$
$$\alpha = \cos^{-1}(0{,}095) = 84{,}5°$$
- angolo tra $\vec{v}$ e $\vec{w}$?
$$\vec{v}\cdot\vec{w} = v \cdot w \cdot \cos(\alpha)$$
$$\cos(\alpha) = \frac{\vec{v}\cdot\vec{w}}{v \cdot w} = \frac{15}{\sqrt{66}\cdot\sqrt{14}} = 0{,}493$$
$$\alpha = \cos^{-1}(0{,}493) = 60{,}4°$$
- componenti del versore lungo $\vec{w}$ (lunghezza unitaria) direzione di $\vec{w}$? Sono i coseni degli angoli rispetto alle direzioni di $\vec{w}$



$$\vec{u_w} = \frac{3\vec{u_x} + 2\vec{u_y} - \vec{u_z}}{w} = \frac{\vec{w}}{w} = \frac{3}{\sqrt{14}}\vec{u_x} + \frac{2\vec{u_y}}{\sqrt{14}} - \frac{1}{\sqrt{14}}\vec{u_z}$$

$$u_w = 1 = \sqrt{\left(\frac{3}{\sqrt{14}}\right)^2 + \left(\frac{2}{\sqrt{14}}\right)^2 + \left(\frac{1}{\sqrt{14}}\right)^2}$$

es. $\vec{F_1} = 10{,}1\,\vec{u_x} + 4{,}1\,\vec{u_y}$
$\vec{F_2} = 2{,}3\,\vec{u_x} - 3{,}1\,\vec{u_y}$
$\vec{F_3} = -8{,}2\,\vec{u_x} - 1{,}9\,\vec{u_y}$

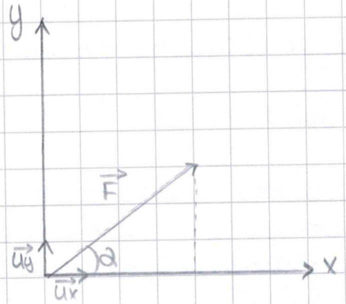
- $|\vec{F_{tot}}|$
- α tra F_{tot} e asse x
- componenti di F_{tot} rispetto a asse x (F_x)

- $\vec{F_{tot}} = (10{,}1+2{,}3-8{,}2)\vec{u_x} + (4{,}1-3{,}1-1{,}9)\vec{u_y} = 4{,}2\,\vec{u_x} - 0{,}9\,\vec{u_y}$

- $\vec{F_{tot}} \cdot \vec{u_x} = F_{tot} \cdot u_x \cdot \cos(\alpha)$
  $F_{tot\,x} = \sqrt{\vec{F_{tot}} \cdot \vec{F_{tot}}} \cdot 1 \cdot \cos(\alpha)$
  $\cos(\alpha) = \dfrac{F_{tot\,x}}{\sqrt{F_{tot\,x}^2 + F_{tot\,y}^2}} = \dfrac{4{,}2}{\sqrt{4{,}2^2+0{,}9^2}} = 0{,}97$
  $\alpha = \cos^{-1}(0{,}97) = 12{,}1°$

- $F_{tot} = \sqrt{4{,}2^2+0{,}9^2} = 4{,}3$

asse y visto come vettore: $(0,1,0)$
asse x $(1,0,0)$
asse z $(0,0,1)$



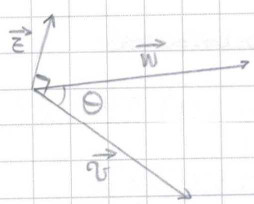
$\vec{F}\,(F\cos(\alpha),\ F\operatorname{sen}(\alpha),\ 0)$
$\vec{F} = F\cos(\alpha)\,\vec{u_x} + F\operatorname{sen}(\alpha)\,\vec{u_y} + 0\,\vec{u_z}$

Principio di sovrapposizione: gli effetti di due forze si limita alla loro somma

Prodotto vettoriale/esterno:

$\vec{z} = \vec{v} \times \vec{w}$ il risultato è nuovamente un vettore

$z = v \cdot w \cdot \operatorname{sen}(\theta)$ nullo se v e w paralleli
max se v e w ortogonali



Direzione: ~~ortog~~ ortogonale al piano det. dai due vettori
Verso: regola della mano destra

$\vec{z} = \vec{v} \times \vec{w} \neq \vec{w} \times \vec{v}$ non è commutativo (cambia il verso → opposto)
(prodotto vettoriale anticommutativo)

Secondo componenti

$$\vec{v} \times \vec{w} = \begin{vmatrix} \vec{u_x} & \vec{u_y} & \vec{u_z} \\ V_x & V_y & V_z \\ W_x & W_y & W_z \end{vmatrix} = \vec{u_x}\begin{vmatrix} V_y & V_z \\ W_y & W_z \end{vmatrix} + \vec{u_y}\begin{vmatrix} V_x & V_z \\ W_x & W_z \end{vmatrix} + \vec{u_z}\begin{vmatrix} V_x & V_y \\ W_x & W_y \end{vmatrix} =$$

$$= \vec{u_x}(V_y W_z - V_z W_y) - \vec{u_y}(V_z W_x - V_x W_z) + \vec{u_z}(V_x W_y - V_y W_z)$$

es. $\vec{a}\,(1;2;0)$
$\vec{b}\,(3;4;5)$

- versore ⊥ al piano det da $\vec{a}$ e $\vec{b}$?

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{u_x} & \vec{u_y} & \vec{u_z} \\ 1 & 2 & 0 \\ 3 & 4 & 5 \end{vmatrix} = \vec{u_x}(2 \cdot 5 - 0 \cdot 4) - \vec{u_y}(1 \cdot 5 + 3 \cdot 0) + \vec{u_z}(1 \cdot 4 - 3 \cdot 2) =$$

$= (10;\ -5;\ -2)$

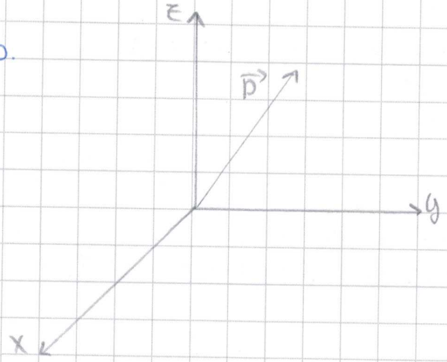
Per il versore devo normalizzare $\vec{a} \times \vec{b}$: $\vec{u_a} = \dfrac{\vec{c}}{c} = \dfrac{10\vec{u_x} - 5\vec{u_y} - 2\vec{u_z}}{\sqrt{\vec{c} \cdot \vec{c}}} =$

$$\vec{u_a} = \frac{10}{\sqrt{129}}\vec{u_x} - \frac{5}{\sqrt{129}}\vec{u_y} - \frac{2}{\sqrt{129}}\vec{u_z}$$

prova $u_a = \sqrt{\left(\frac{10}{\sqrt{129}}\right)^2 + \left(\frac{5}{\sqrt{129}}\right)^2 + \left(\frac{2}{\sqrt{129}}\right)^2} = 1$

CINEMATICA

Descrive moto degli oggetti. Non spiega il xh (v. dinamica), descrive solo come si muovono.
Inizialmente è solo cinematica puntiforme.
Il significato ~~nel tem~~ del tempo sta nel mutare delle cose, esso è il parametro dello spostamento.



$\vec{p}(t)$ vettore posizione

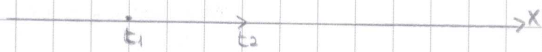
T periodo di rotazione terrestre = 24h
$$S = \frac{T}{24 \cdot 3600}$$

ogni secolo Terra rallenta di 2 millesimi per azione combinata di Sole e Luna sulle maree terrestri. Secondo si basa su oscillazioni di atomo di Cesio-133.

$$\vec{p}(t) \begin{cases} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{cases}$$ posizioni descritte al variare del tempo: legge oraria

Moto rettilineo uniforme:

legge oraria: $x(t)$



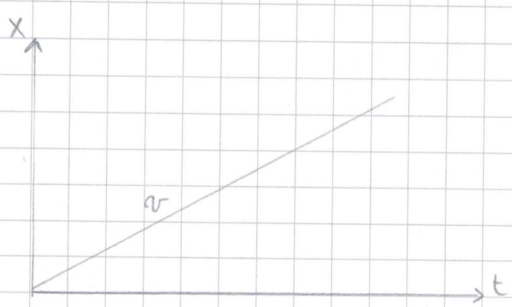
$$v_m = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{\Delta t}$$

es. $t_1 = 17.45$
$t_2 = 19.30$
$x_f = 85\ km$

$$v_m = \frac{(85-0)\ km}{19h\ 30min - 17h\ 45min} = \frac{85.000\ m}{(19 \cdot 3600 + 30 \cdot 60) - (17 \cdot 3600 + 45 \cdot 60)} = 13{,}5\ m/s$$

$13{,}5\ m/s \cdot 3{,}6 = 48{,}6\ km/h$

Grafico della legge oraria:
v costante (grafico è retta)



velocità istantanea:

$$v(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} = \frac{dx(t)}{dt}$$

Velocità istantanea è derivata di funzione rispetto al tempo