→ GRANDEZZE FISICHE

19 ottobre 2020

Definisco "grandezze fisiche" quelle per cui posso dare una definizione operativa.

Posso cioè eseguire una misura, un confronto con un'unità di misura

• Grandezze fisiche FONDAMENTALI (e relative unità di misura nel sistema SI)

MKS

- LUNGHEZZA (unità di misura metro m)

  1 m: distanza percorsa dalla luce in $\frac{1}{299792458}$ s

- MASSA (kg ← e non il g!) kappa minuscola! ⚠

  campione custodito a Sèvres

- TEMPO (s)

  1s = circa $9 \cdot 10^9$ periodi di una certa oscillazione dell'atomo di cesio-133

... TEMPERATURA (K)
QUANTITÀ DI MATERIA (mol)
INTENSITÀ DI CORRENTE ELETTRICA (A)
INTENSITÀ LUMINOSA (candela)

vedremo + avanti

In alternativa cgs o sistemi "pratici".

• Grandezze fisiche derivate

- VELOCITÀ (m/s)
- ACCELERAZIONE (m/s^2)
- FORZA ($kg\, m/s^2$)
- ENERGIA ($kg\, m^2/s^2$)

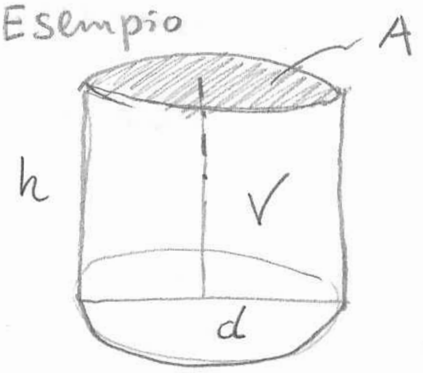
etc.

• DIMENSIONI di una grandezza fisica

↓ ⚠

a differenza del linguaggio comune, non indicano <u>quanto</u> è grande una grandezza fisica, ma piuttosto <u>come</u> è grande

• Esempio



$d = 2\ cm$

$A = \pi\,(1cm)^2 = \pi\ cm^2$

$h = 3\ cm$

$V = A \cdot h = \pi\ cm^2 \cdot 3\ cm = 3\pi\ cm^3$

Non posso chiedermi quanto fa $A+d$ o $V+A$, perché sto cercando di sommare grandezze fisiche diverse

ha le dimensioni di ....

$[d] = [L]$ ← una lunghezza

$[A] = [L^2]$

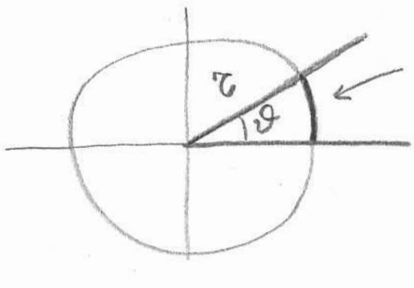
$[V] = [L^3]$

$[\text{Energia}] = [M][L^2][t^{-2}]$

$[\text{Generica grandezza Fisica}] = [M^a][L^b][t^c][H^d]$

↑ eventuale altra grandezza fondamentale

→ ANGOLI



← s lunghezza dell'arco di cerchio

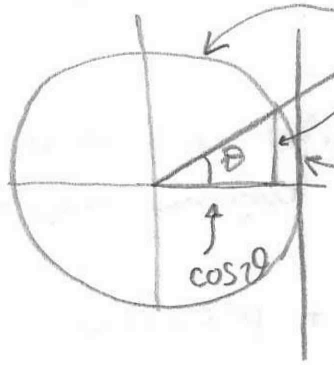
$$\vartheta = \frac{s}{r}$$

$[\vartheta] = [L^0]$ adimensionale!

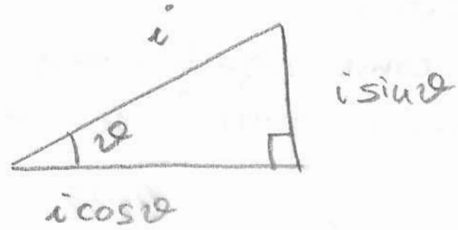
			in gradi
La circonferenza $2\pi r$	⇔ angolo giro 2π	$\left(= \frac{2\pi r}{r}\right)$	$360°$
$\frac{1}{2}$ circonferenza πr	⇔ angolo piatto π		$180°$
$\frac{1}{4}$ circonferenza $\frac{\pi}{2} r$	⇔ angolo retto $\frac{\pi}{2}$	etc. etc.	$90°$

Gli angoli sono adimensionali ma serve comunque una unità di misura: radianti o gradi...

→ TRIGONOMETRIA DI BASE (O ANCHE SOTTO)



in un triangolo rettangolo:



$\sin\vartheta$, $\cos\vartheta$ e $tg\,\vartheta$ sono funzioni trigonometriche;
agiscono su angoli e hanno valori in $\mathbb{R}$. $\sin\vartheta$ e $\cos\vartheta \in [-1,1]$

→ CIFRE SIGNIFICATIVE

Ogni misura associa ad una grandezza fisica:

- un numero
- la relativa unità di misura
- un errore

C'è poi una teoria della propagazione degli errori, che spiega come l'errore si propaga dalla grandezza misurata ad eventuali grandezze derivate.
Noi ci accontenteremo di usare un numero adeguato di cifre significative.
Esempio: "Vivo ad 800 m dalla stazione". Intendo forse

~~No~~ 800 ± 1 m (3 cifre significative)
~~No~~ 800 ± 10 m (2 " ")
800 ± 100 m (1 " ") si!

Regole:
→ moltiplico o divido ⇒ risultato ha lo stesso # cifre significative del # con <u>meno</u> cifre significative

Esempio:

$$\underbrace{72{,}8}_{3\,c.s} \cdot \underbrace{21}_{2\,c.s} = 1528{,}8 \cong 1500$$

(1530 se voglio tenerne una "in più")

→ somma o sottrazione

tengo come significativa la cifra decimale + piccola comune a tutti i # sommati/sottratti

$$\begin{array}{r} 72{,}8\ + \\ 21\ = \\ \hline 93(,8) \end{array}$$

non significativo x̀ compare solo nel primo addendo

$72{,}8 + 21 = 94$

→ attenzione: $0{,}00\underbrace{34}_{2\,c.s.}$ ha 2 cifre significative

infatti posso scriverlo come $\underbrace{3{,}4}_{2\,c.s.} \cdot 10^{-3}$

1,0034 ha 5 cifre significative.

→ Esempio: Quanto è alto Barack Obama?

$$h = 6 \text{ piedi} + 1 \text{ pollice}$$

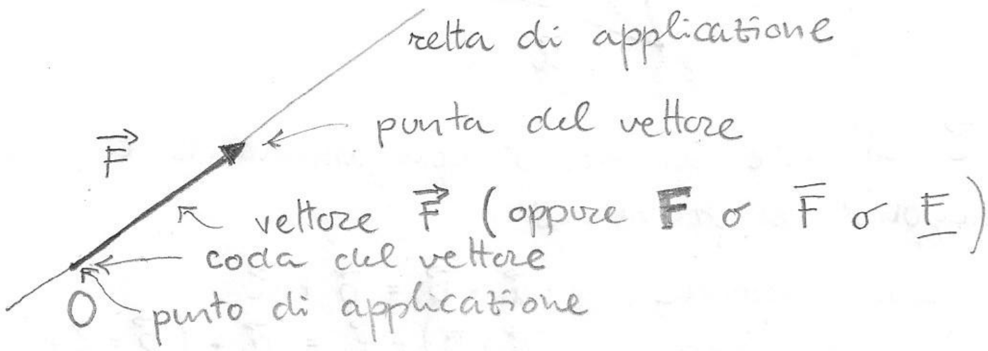
$$= 6\,\cancel{\text{piedi}}\ \frac{12 \text{ pollici}}{1\ \cancel{\text{piede}}} + 1 \text{ pollice} = 73 \text{ pollici}$$

$$= 73 \text{ pollici} \cdot 2{,}54\ \frac{\text{cm}}{\text{pollice}} = 185{,}42 \text{ cm}$$

Ma non conosciamo l'altezza al decimo di mm!!!
Sarebbe assurdo. Il dato iniziale aveva incertezza di 1 pollice
⇒ accettiamo incertezza di 1 cm ⇒ h = 185 cm

→ I VETTORI

- Alcune grandezze fisiche (es. volume, massa, energia...) sono completamente determinate da un numero e da un'opportuna unità di misura.
  Queste grandezze si dicono grandezze <u>scalari</u>
- Altre invece sono grandezze <u>vettoriali</u> (forza, velocità accelerazione) e sono caratterizzate da
  - → intensità (o modulo) e relativa unità di misura
  - → direzione
  - → verso
- I vettori si rappresentano come delle frecce orientate:



Il modulo (o intensità) del vettore $\vec{F}$ si indica $|\vec{F}|$ o, talvolta, semplicemente con F.

> ⚠ Attenzione a non dimenticare il segno di vettore → quando serve, ed a non abusarne quando non serve!

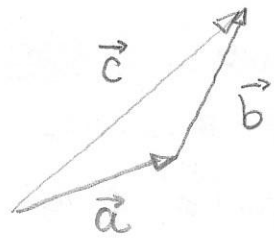
→ OPERAZIONI CON I VETTORI

Per introdurre le operazioni con i vettori, userò due generici vettori $\vec{a}$ e $\vec{b}$, rappresentati graficamente:

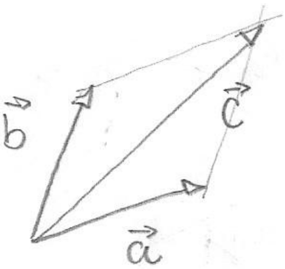
- SOMMA di vettori $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$

esistono 3 metodi diversi (ma equivalenti!)

1) punta-coda:



2) parallelogramma



Il vettore $\vec{c}$ si dice somma o composizione dei vettori $\vec{a}$ e $\vec{b}$. Valgono le proprietà

commutativa: $\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$ $\forall \vec{a}, \vec{b}, \vec{e}$

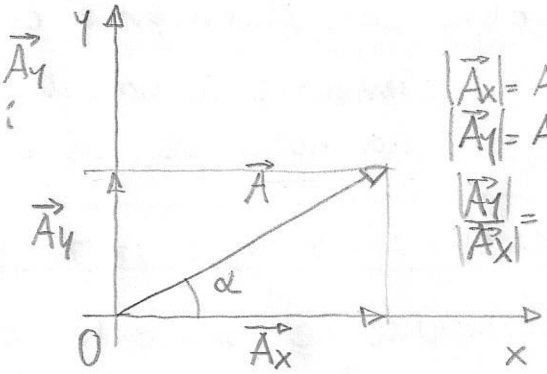
associativa: $(\vec{a} + \vec{b}) + \vec{e} = \vec{a} + (\vec{b} + \vec{e})$

parentesi: A volte conviene riferire un generico vettore $\vec{A}$ ad un piano cartesiano xy.

Consideriamo i vettori $\vec{A}_x$ e $\vec{A}_y$ individuati dalle proiezioni di $\vec{A}$ sugli assi x e y.

Si nota $\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y$

$\vec{A}_x$ e $\vec{A}_y$ si dicono componenti di $\vec{A}$



$|\vec{A}_x| = A\cos\alpha$

$|\vec{A}_y| = A\,\text{sen}\,\alpha$

$\dfrac{|\vec{A}_y|}{|\vec{A}_x|} = \text{tg}\,\alpha$

3) componenti:

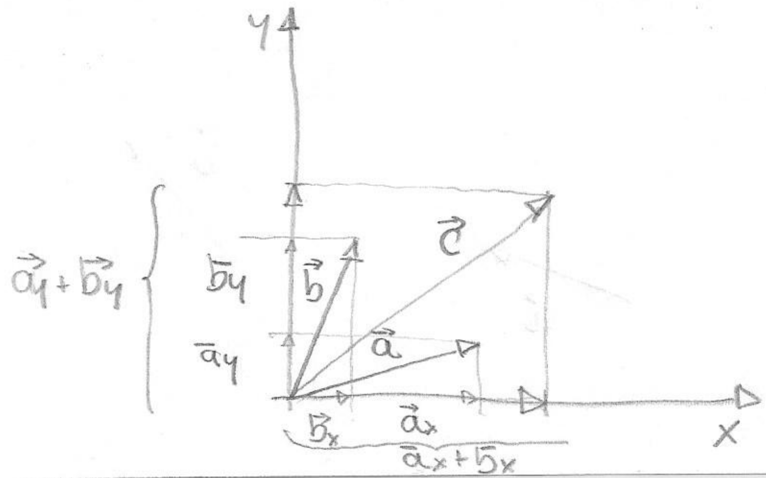
$\vec{c}_x = \vec{a}_x + \vec{b}_x$

$\vec{c}_y = \vec{a}_y + \vec{b}_y$

o anche, semplicemente:

$c_x = a_x + b_x$

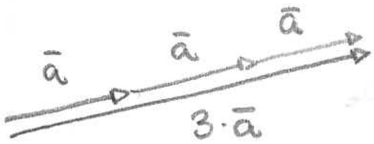
$c_y = a_y + b_y$



- prodotto di un vettore per uno scalare

Considero la scrittura

$$\vec{a} + \vec{a} + \vec{a} = 3\bar{a}$$



In generale, il vettore $m\vec{a}$, con $m \in \mathbb{R}$, ha

modulo $|m\vec{a}| = |m||\vec{a}|$

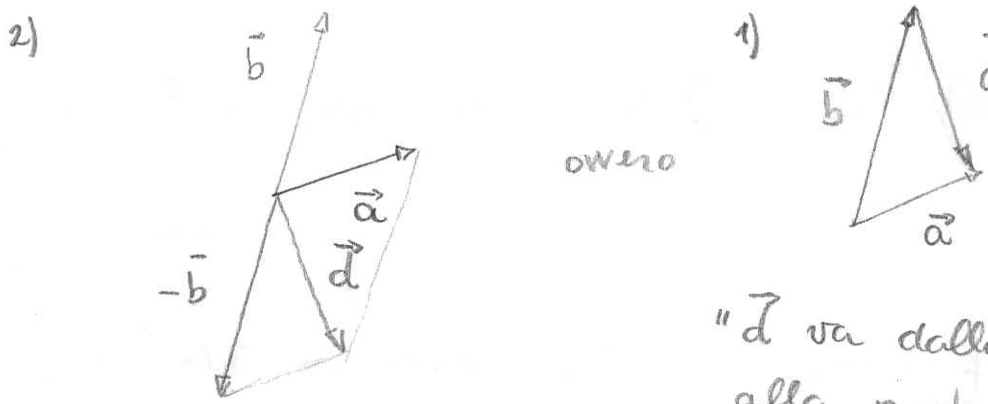
direzione quella di $\bar{a}$

verso quello di $\bar{a}$ se $m > 0$
opposto se $m < 0$

In particolare $-\vec{a} = (-1)\vec{a}$ $\quad |-\vec{a}| = |\vec{a}|$
stessa direzione
verso opposto

- differenza tra vettori $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$

$$\vec{d} = \vec{a} + (-\vec{b}) = \vec{a} + (-1) \cdot \vec{b}$$

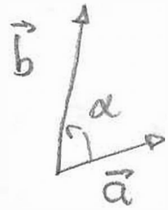


"$\vec{d}$ va dalla punta di $\vec{b}$ alla punta di $\vec{a}$"

ovvero: 3) mediante i vettori componenti

$$d_x = a_x - b_x \qquad d_y = a_y - b_y \qquad (d_z = a_z - b_z)$$

• prodotto <u>scalare</u> tra due vettori



$$\vec a \cdot \vec b = |\vec a| \cdot |\vec b| \cdot \cos\alpha$$

in termini di componenti

$$\vec a \cdot \vec b = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

è commutativo e associativo.

• prodotto <u>vettoriale</u> tra due vettori

$\vec a \times \vec b = \vec v$ tale che: $|\vec v| = \vec a| \cdot |\vec b| \sin\alpha$

direzione $\perp$ al piano di $\vec a$ e b

verso: mano destra (è anticommutativo)

in termini di componenti

$$V_x = a_y b_z - b_y a_z$$
$$V_y = -a_x b_z + b_x a_z$$
$$V_z = a_x b_y - b_x a_y$$