

INTRODUZIONE

La **fisica** è lo **studio** delle **proprietà** e del comportamento di **sistemi materiali**, ed in generale di oggetti in interazione con il loro **ambiente**, escludendo le situazioni in cui nei sistemi materiali studiati avvengono modificazioni della composizione. Tutto l'universo fisico viene suddiviso in tre parti: **l'osservatore**, **l'oggetto** e **l'ambiente** → La fisica descrive fenomeni dal punto di vista dell'osservatore, ed è una descrizione di tipo narrativo → compatta fenomeno con formula matematica.

IL METODO SCIENTIFICO (di tipo galileiano, fondamentale in tutte le scienze)

1. **Osservazione** di un fenomeno mediante **misure delle grandezze fisiche** presenti nel fenomeno [ex: termodinamica → misuro temperature, dilatazione oggetti]
2. L'insieme delle misure permette di elaborare un'**ipotesi**, ovvero una **rappresentazione** di quel fenomeno. La rappresentazione si può concretizzare in una relazione matematica tra grandezze fisiche, dando origine ad una **legge fisica**
3. Formulata una rappresentazione la devo sottoporre al vaglio sperimentale. Da essa si può **dedurre** una *previsione* del comportamento del fenomeno studiato
4. Eseguiamo dei controlli (un **esperimento**) per **controllare** che la previsione sia giusta
5. Sulla base del risultato sperimentale *induciamo un rafforzamento* oppure una *falsificazione* della rappresentazione stessa che ci indurrà a introdurre in essa una modifica.

GRANDEZZE FISICHE

Una grandezza fisica è una proprietà di un corpo o di un sistema che può essere misurata sperimentalmente. La fisica è una scienza universale → c'è bisogno di un sistema internazionale (SI)

SI (Sistema Internazionale)

GRANDEZZE FONDAMENTALI	NOME	UNITA'
Lunghezza [L]	metro	m
Massa [M]	chilogrammo	kg
Intervallo di tempo [t]	secondo	s
Intensità corrente elettrica [I]	ampere	A
Temperatura termodinamica [T]	kelvin	K
Quantità di sostanza	mole	mol
Intensità luminosa	candela	cd

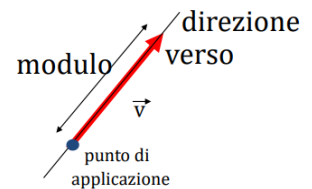
GRANDEZZA DERIVATA	NOME	UNITA'	CONVERSIONE
Forza	newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
Pressione	pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$
Energia, Lavoro, Quantità calore	joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
Potenza	watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$
Frequenza	hertz	Hz	$1 \text{ Hz} = \text{s}^{-1}$
Carica elettrica	coulomb	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$
Potenziale elettrico	volt	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ W} \cdot \text{A}^{-1}$
Resistenza elettrica	ohm	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V} \cdot \text{A}^{-1}$
Conduttanza elettrica	siemens	S	$1 \text{ S} = 1 \text{ A} \cdot \text{V}^{-1}$
Capacità elettrica	farad	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C} \cdot \text{V}^{-1}$
Flusso magnetico	weber	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$

I VETTORI

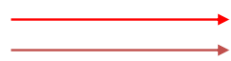
Ci sono due tipi di grandezze:

- **Grandezze scalari:** rappresentate da numero e da unità di misura [ex: massa]
- **Grandezze vettoriali:** rappresentate con un vettore \rightarrow non è sufficiente valore numerico e unità di misura, MA serve anche la direzione (retta su cui giace il vettore) e il verso \rightarrow vettore rappresentato dal **segmento orientato** \vec{v} [ex: velocità]

- **modulo:** lunghezza del vettore
 - **direzione:** retta su cui giace il vettore
 - **verso:** semiretta orientata
 + punto di applicazione: punto da cui parte il vettore



Due vettori sono uguali se sono uguali in modulo, direzione e verso (possono avere punti di applicazione differenti); unità di misura, la stessa del modulo

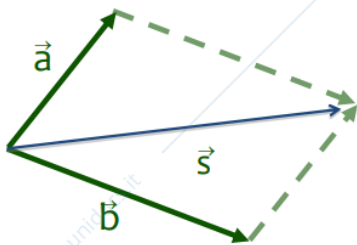


Vettori uguali { stesso modulo
stessa direzione
stesso verso



Vettori opposti { stesso modulo
stessa direzione
verso opposto $\rightarrow -v$

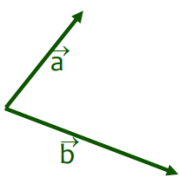
Somma di vettori



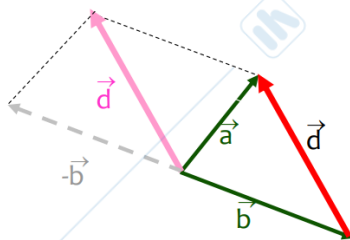
$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{s}$$

\rightarrow vettore **risultante**

Differenza di vettori



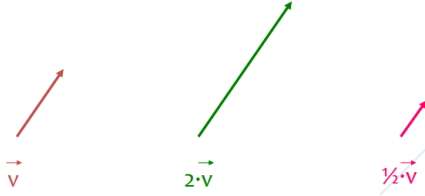
$$\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b}) = \vec{d}$$



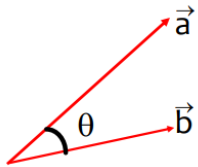
Moltiplicazione o divisione di un vettore per uno scalare

Moltiplicare o dividere un vettore per uno scalare equivale a moltiplicare o dividere il modulo del vettore, lasciando invariata la direzione.

Esempio:



Prodotto scalare di due vettori



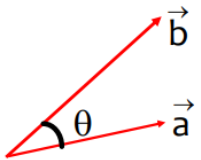
$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a \cdot b \cdot \cos \theta$$

Il prodotto scalare tra due vettori è dato dal prodotto dei due moduli e del coseno dell'angolo compreso tra i due vettori → **IL RISULTATO È UNO SCALARE, NON UN VETTORE!!**

$\cos 90^\circ = 0$ → prodotto scalare tra due vettori perpendicolari tra loro è nullo

[ex: lavoro → il lavoro è il prodotto scalare tra la forza e lo spostamento ($L = F \cos \theta$)]

Prodotto vettoriale di due vettori



$$\vec{a} \wedge \vec{b} = \vec{c}$$

$$|\vec{a} \wedge \vec{b}| = a \cdot b \cdot \sin \theta$$

IL PRODOTTO VETTORIALE TRA DUE VETTORI È UN VETTORE che ha per direzione la retta perpendicolare al piano su cui giacciono i due vettori, il verso segue la regola della mano destra ed il modulo è dato dal prodotto dei due moduli e del seno dell'angolo compreso.

LA MECCANICA

La meccanica è la parte della fisica che studia il movimento o l'equilibrio dei sistemi fisici.

Può essere suddivisa in 3 parti:

- Meccanica classica
- Meccanica relativistica
- Meccanica quantistica

La **meccanica classica** si divide in:

1. **Cinematica**: studio del moto dei corpi indipendentemente dalle cause che lo producono
2. **Statica**: studio delle condizioni di equilibrio
3. **Dinamica**: studio del movimento in relazione alle forze che lo producono → si introduce il concetto di forza

CINEMATICA

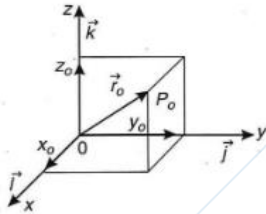
La cinematica è la parte più elementare della meccanica: studia il moto dei corpi senza riferimento alle sue cause.

Il **moto** è determinato se è nota la **posizione** del corpo in funzione del tempo, ovvero se è nota la sua **legge oraria** (legge che mette in relazione posizione di un oggetto con il tempo → mi permette di conoscere ai diversi tempi la posizione dell'oggetto). È necessario definire il sistema di riferimento nel quale il movimento di un corpo viene descritto, in quanto al variare del sistema di riferimento varia la posizione del corpo stesso.

Un corpo si dice in **moto** o in **movimento** quando la sua posizione rispetto ad un altro, assunto come riferimento, varia nel tempo.

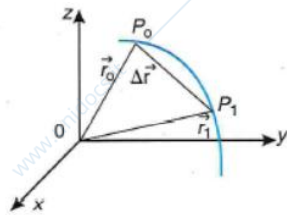
La **traiettoria** è la linea costituita da tutte le posizioni occupate dal punto materiale.

La **posizione** di un corpo rispetto al sistema di riferimento può essere definita come grandezza **vettoriale** → vettore rispetto al centro del sistema di riferimento cartesiano a 3 dimensioni



Se si indicano con \vec{i} , \vec{j} , \vec{k} i **versori** della terna XYZ, il **vettore posizione** potrà essere indicato nel modo seguente:

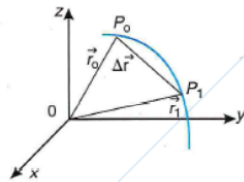
$$\vec{r}_0 = x_0 \vec{i} + y_0 \vec{j} + z_0 \vec{k}$$



→ P in movimento da P₀ a P₁

Il punto P, nell'intervallo t₁ - t₀ (Δt) si è spostato di $\vec{\Delta r} = \vec{r}_1 - \vec{r}_0$.

$\vec{\Delta r}$ rappresenta il vettore spostamento. In notazioni vettoriali si può scrivere:



$$\vec{\Delta r} = (x_1 - x_0) \vec{i} + (y_1 - y_0) \vec{j} + (z_1 - z_0) \vec{k} = \Delta x \vec{i} + \Delta y \vec{j} + \Delta z \vec{k}$$

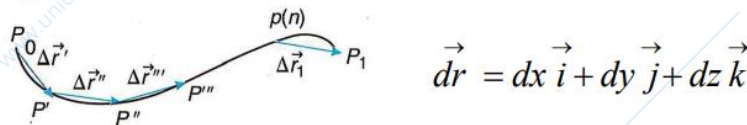
Δ = **variazione** = **finale** - **iniziale**

Se $\Delta \rightarrow 0$: diventa **d**

Il percorso effettuato dal punto P viene descritto dalla **legge oraria**, ovvero da una relazione matematica che associa ad ogni tempo t la corrispondente posizione P.

La descrizione è tanto più precisa quanto più il valore Δt e, conseguentemente il vettore Δr, è piccolo.

Ne consegue la seguente relazione:

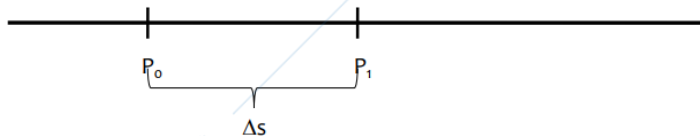


$$\vec{dr} = dx \vec{i} + dy \vec{j} + dz \vec{k}$$

Il moto è conosciuto compiutamente una volta dedotta l'equazione oraria del moto $s = s(t)$, la quale ci dà la posizione del corpo, in ogni istante, sulla traiettoria.

Velocità

La **velocità** è la grandezza fisica che rappresenta la relazione tra spazio percorso in ogni tratto e tempo impiegato a percorrerlo → **la velocità è il vettore definito dal rapporto fra spostamento e tempo impiegato ad effettuare tale spostamento**



(manca l'osservatore, posto all'inizio del segmento)

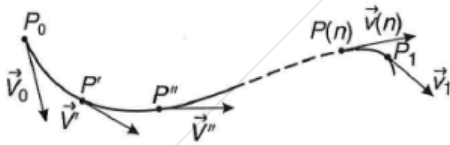
Se la velocità varia lungo il percorso il valore $v = \Delta s / \Delta t$ rappresenta la **velocità media**.

$$\vec{v} = \frac{\vec{r}_1 - \vec{r}_0}{t_1 - t_0} = \frac{\vec{\Delta r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

Se la velocità media viene determinata in intervalli di tempo molto piccoli ($\Delta t \rightarrow 0$), essa viene chiamata **velocità istantanea**

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$

La velocità istantanea corrisponde alla pendenza (coefficiente angolare) della retta tangente alla curva $s(t) \rightarrow$ è un vettore che ha la direzione della tangente alla traiettoria del tratto considerato, il verso quello di percorrenza ed il modulo uguale al rapporto dr/dt



La velocità è una grandezza fisica derivata e si misura in m/s.

In 3 dimensioni:
$$\vec{v} = \frac{dx}{dt} \vec{i} + \frac{dy}{dt} \vec{j} + \frac{dz}{dt} \vec{k} = v_x \vec{i} + v_y \vec{j} + v_z \vec{k}$$

Moto rettilineo uniforme

Consideriamo il moto in una sola dimensione, di un punto materiale che si muove sempre nello stesso verso con velocità costante: tale moto si definisce **moto rettilineo uniforme**

$$s = s_0 + v(t - t_0)$$

Moto rettilineo con accelerazione

Quando il moto rettilineo non è uniforme, ovvero la velocità non è costante, si può definire una grandezza fisica, detta **accelerazione**, che rappresenta la variazione della velocità nel tempo

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0}$$

L'accelerazione si misura in m/s^2

Accelerazione istantanea: quando $\Delta t \rightarrow 0$

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

Nel caso 3D è necessario passare alla notazione vettoriale.

L'accelerazione è nulla se l'oggetto è fermo o si muove a velocità costante in direzione, verso e modulo.

Quando l'accelerazione è costante il moto si dice **uniformemente accelerato**.

Moto rettilineo uniformemente accelerato

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

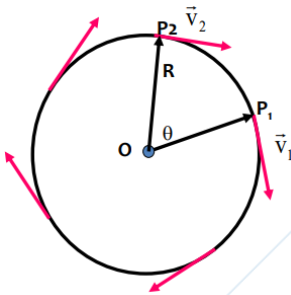
Moto di un punto che si muove lungo una retta con velocità che cambia in modulo ma non in direzione.

Moto circolare uniforme

Il moto circolare uniforme è un esempio di moto di un punto che si muove mantenendo costante il modulo della velocità ma cambiando in ogni istante la sua direzione \rightarrow percorre archi uguali in tempi uguali. La

direzione della velocità coincide in ogni punto della circonferenza con la retta **tangente** → è sempre perpendicolare al raggio.

(velocità tangenziale non è uniforme, lo è solo la velocità angolare)



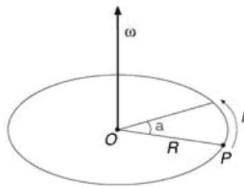
L'arco P₁P₂ è dato dalla seguente relazione: $s=R\theta$

Considerando spostamenti infinitesimi:
 $ds = R d\theta$

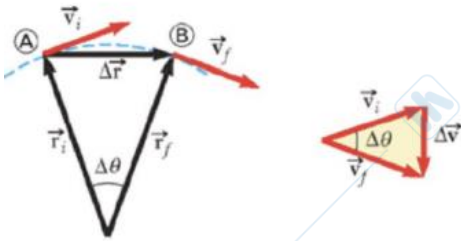
$$|\vec{v}| = \frac{ds}{dt} = \frac{d(R\theta)}{dt} = R \frac{d\theta}{dt} = R\omega$$

$\omega = v/r = d\theta/dt =$ **angolo nel tempo** (legame tra velocità tangenziale a velocità angolare)

$\omega =$ **velocità angolare** → direzione: perpendicolare al piano nel quale avviene il moto



Non c'è accelerazione angolare, ma solo accelerazione tangenziale



→ v verso il centro, questa varia → **accelerazione centripeta** verso il centro

$$a = v^2/r = \omega^2 r$$

Riassumendo...

Grandezza	Simbolo	Unità di misura
➤ Spazio (s, l, x, r, ...)	[L]	m
➤ Tempo (t)	[T]	s
➤ Velocità (v)	[L/T]	m/s
➤ Accelerazione (a)	[L/T ²]	m/s ²

NON ABBIAMO PARLATO DELLA CAUSA PER CUI IL CORPO SI MUOVE, PERCHÉ LA CINEMATICA NON SE NE OCCUPA