

Relatività e Meccanica Quantistica: concetti e idee

Relativity and Quantum Mechanics: concepts and ideas



Approfondimenti #1

Carlo Cosmelli



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

coursera



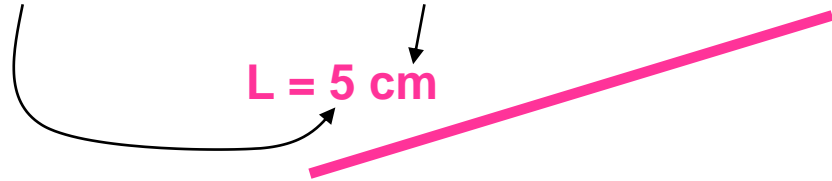
Qualche richiamo formale:

- Grandezze fisiche.
- Grandezze scalari e vettoriali.
- Somma e differenza di vettori.
- La notazione esponenziale, esempi.
- Ordini di grandezza.

Grandezze fisiche



Una grandezza fisica è una proprietà di un fenomeno, di un corpo o di una sostanza che può essere espressa mediante un **numero** e un'**unità di misura**.



Grandezze fisiche	Grandezze non fisiche
massa	simpatia
volume	bellezza
temperatura	amore
velocità	bontà
...	...

Grandezze scalari e vettoriali



Una grandezza **scalare** può essere espressa con un solo **numero** e un'**unità di misura**.

Una grandezza **vettoriale** è caratterizzata da più numeri, in genere da una **direzione**, un **verso** e un'**intensità**: è un **vettore**.

Grandezze scalari	Grandezze vettoriali
massa	velocità
carica elettrica	forza
temperatura	accelerazione
volume	campo elettrico
...	...

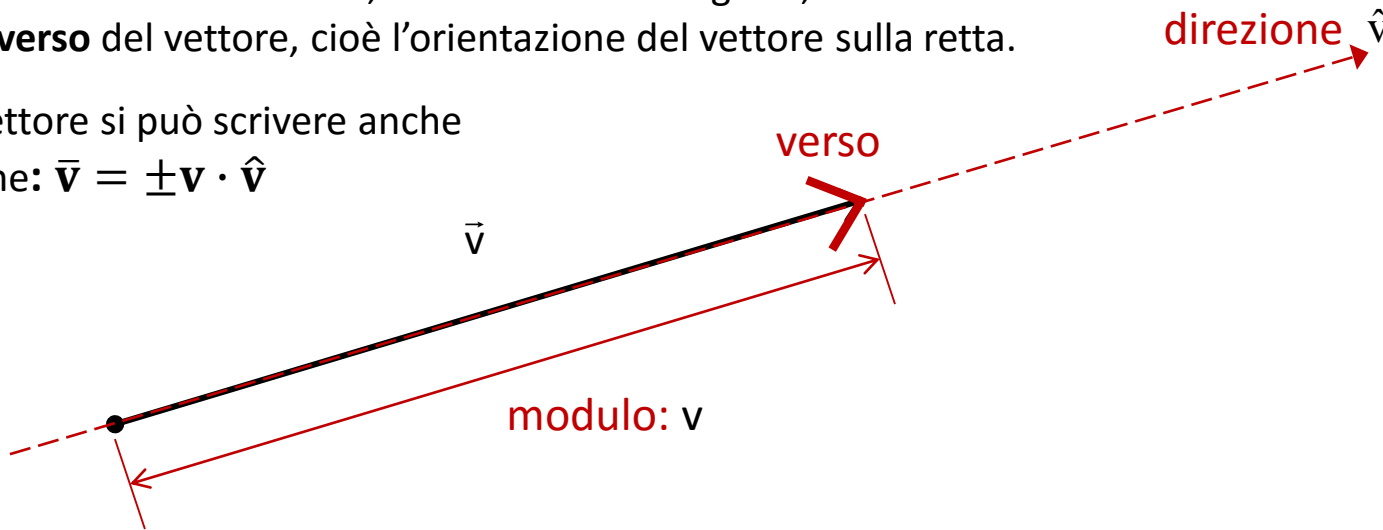
Cos'è un vettore?

Un vettore ha un modulo, una direzione e un verso, dunque si rappresenta come un **segmento orientato**.

Un vettore è definito da tre caratteristiche:

- il **modulo** del vettore, proporzionale all'intensità della grandezza rappresentata dal vettore;
- la **direzione** del vettore, cioè la retta su cui giace;
- il **verso** del vettore, cioè l'orientazione del vettore sulla retta.

Il vettore si può scrivere anche come: $\vec{v} = \pm v \cdot \hat{v}$



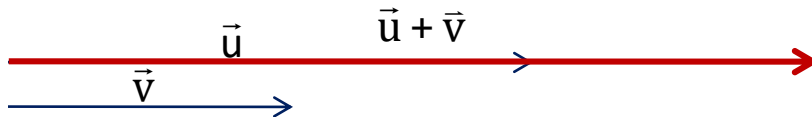
La somma dei vettori



ad esempio

Stessa direzione, stesso verso

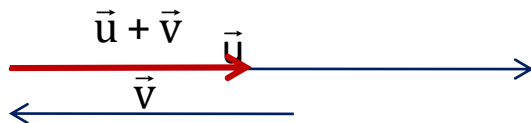
Se i vettori hanno stessa direzione e stesso verso il vettore somma è la somma dei moduli... sarà più lungo di entrambi i vettori di partenza.



ad esempio

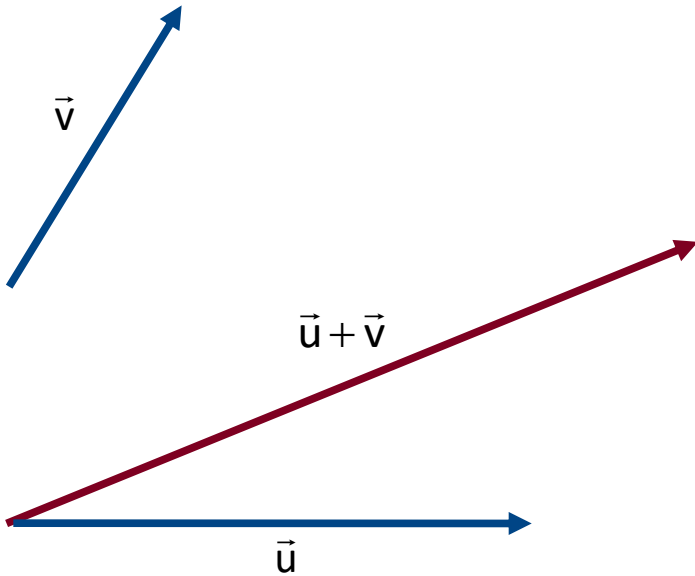
Stessa direzione, verso opposto

Se i vettori hanno stessa direzione ma verso opposto il vettore somma è la differenza dei moduli... sarà più corto di entrambi i vettori di partenza



La somma dei vettori: il metodo “punta-coda”

Per sommare due o più vettori con direzione qualunque si fa coincidere la “**punta**” di un vettore con la “**coda**” del vettore successivo nella somma:



La notazione esponenziale



Utilizzando le potenze di 10 e le loro proprietà è possibile scrivere numeri molto grandi o molto piccoli, quindi con molti “zeri”, in modo compatto.

ad esempio

$$2000 = 2 \cdot 10^3$$

$$0.0005 = 5 \cdot 10^{-4}$$

Nella notazione esponenziale ogni numero si rappresenta come **una cifra compresa tra 1 e 10 moltiplicata per una potenza di 10**

ad esempio

$$5589 = 5.589 \cdot 10^3$$

$$0.000392 = 3.92 \cdot 10^{-4}$$

La notazione esponenziale



Grazie alla notazione esponenziale, moltiplicare e dividere numeri molto grandi o molto piccoli diventa facile. Basta aggiungere (per moltiplicare) o sottrarre (per dividere) gli esponenti delle potenze di dieci, e le cifre prima della potenza.

ad esempio

$$\frac{4000}{0.02} = \frac{4 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^{-2}} = \frac{4 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{3-(-2)} = 2 \cdot 10^5$$

$$4000 \cdot 0.02 = 4 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = (4 \cdot 2) \cdot 10^{3-2} = 8 \cdot 10^1 = 80$$

Esempio: il calcolo della massa della Terra



ad esempio

Se un oggetto con una massa m pari a 1 kg viene attratto dalla Terra con un peso p pari a 9.8 N, possiamo calcolare la massa della terra M conoscendo il raggio della Terra R , la costante di gravitazione G e la legge della gravitazione universale

$$R = 6.36 \cdot 10^6 \text{ m} \quad G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \quad p = G \frac{mM}{R^2}$$

Il calcolo della massa della Terra



ad esempio

Usando la formula inversa: $M = \frac{pr^2}{Gm}$

si può calcolare la massa della Terra (con la notazione scientifica):

$$M = \frac{(6.36 \cdot 10^6)^2 \cdot 9.8}{6.67 \cdot 10^{-11}} \frac{m^2 N}{(Nm^2 / kg^2) \cdot kg} = \frac{6.36^2 \cdot 9.8}{6.67} \frac{10^{12}}{10^{-11}} kg = 5.97 \cdot 10^{24} kg$$

Ordine di grandezza

L'ordine di grandezza di un numero è la potenza di 10 più vicina a quel numero.

ad esempio

L'ordine di grandezza di 2000 è 10^3 perché la potenza di 10 più vicina a 2000 è $1000 = 10^3$.

L'ordine di grandezza di 80000 è 10^5 perché la potenza di 10 più vicina a 80000 è $100000 = 10^5$.



Ordini di grandezza: esempi utili



Oggetto	Massa	Ordine di grandezza
elettrone	$9.11 \cdot 10^{-31}$ kg	10^{-30} kg
protone	$1.67 \cdot 10^{-27}$ kg	10^{-27} kg
granello di sabbia	$0.3-1.3 \cdot 10^{-6}$ kg	10^{-6} kg
1 cm ³ di acqua	$1 \cdot 10^{-3}$ kg	10^{-3} kg
1 litro di acqua	1 kg	10^0 kg
Ferrari F1	$6 \cdot 10^2$ kg	10^3 kg
Stazione spaziale internazionale	$1.87 \cdot 10^5$ kg	10^5 kg
atmosfera terrestre	$5 \cdot 10^{18}$ kg	10^{18} kg
Sole	$2 \cdot 10^{30}$ kg	10^{30} kg

Ordini di grandezza: esempi utili



Fenomeno	Durata	Ordine di grandezza
tempo di Planck	$5.4 \cdot 10^{-44} \text{ s}$	10^{-44} s
reazione retina umana	$6 \cdot 10^{-12} \text{ s}$	10^{-12} s
ciclo CPU da 1 GHz	$1 \cdot 10^{-9} \text{ s}$	10^{-9} s
vita media del muone	$2.2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$	10^{-6} s
battito di palpebra	$5-8 \cdot 10^{-2} \text{ s}$	10^{-1} s
anno Terrestre	$3.16 \cdot 10^7 \text{ s}$	10^7 s
età Homo Sapiens	10^{12} s	10^{12} s
estinzione dinosauri	$2 \cdot 10^{15} \text{ s}$	10^{15} s
età della Terra	$1.4 \cdot 10^{17} \text{ s}$	10^{17} s
età dell'universo	$4.3 \cdot 10^{17} \text{ s}$	10^{17} s

Ordini di grandezza: esempi utili



Oggetto	dimensione	Ordine di grandezza
lunghezza di Planck	$1.6 \cdot 10^{-35}$ m	10^{-35} m
quark (diametro)	10^{-18} m	10^{-18} m
atomo di idrogeno	$1.1 \cdot 10^{-10}$ m	10^{-10} m
Dna (diametro dell'elica)	$2 \cdot 10^{-9}$ m	10^{-9} m
capello (diametro)	$8 \cdot 10^{-5}$ m	10^{-4} m
uomo (altezza)	1,8 m	10^0 m
Everest (altezza)	$8.8 \cdot 10^3$ m	10^4 m
Distanza Terra-Luna	$3.84 \cdot 10^8$ m	10^8 m
Distanza Terra-Sole	$1.50 \cdot 10^{11}$ m	10^{11} m
Via Lattea (diametro)	$1.5-1.8 \cdot 10^{21}$ m	10^{21} m

