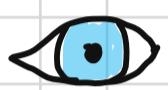


~ GRANDEZZE FISICHE E LA LORO MISURA ~



LA FISICA STUDIA I FENOMENI NATURALI IN CUI CERTE GRANDEZZE MISURABILI SUBISCONO VARIAZIONI.
CIOÉ STUDIA LA MATERIA e I SUOI CAMBIAMENTI.

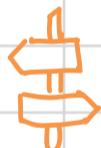


PER FARLO SI BASA SU OSSERVAZIONI QUANTITATIVE, CIOÉ BASATE SULLE MISURE.



- GRANDEZZA FISICA : " PROPRIETÀ MISURABILE DI UN FENOMENO, CORPO o SOSTANZA, CHE PUÓ ESSERE DISTINTA QUALITATIVAMENTE E DETERMINATA QUANTITATIVAMENTE "

CIOÉ SONO LE GRANDEZZE CHE SI POSSONO MISURARE



COME FACCIO A MISURARE ? CONFRONTANDO L'UNITÀ DI MISURA CON LA GRANDEZZA DA MISURARE E CONTANDO QUANTE VOLTE L'UNITÀ SI CONTIENE NELLA GRANDEZZA.



STABILISCO QUINDI UNITÀ DI MISURA ARBITRARIE CHE SIANO:

* CONFRONTABILI CON COSA MISURO

* RIPRODUCIBILE IN MODO FACILE

* COSTANTE NELLO SPAZIO E NEL TEMPO

} FISSO L'UNITÀ
PER DELLE
GRANDEZZE
FONDAMENTALI

~ SISTEMA INTERNAZIONALE ~

<https://www.inrim.it>

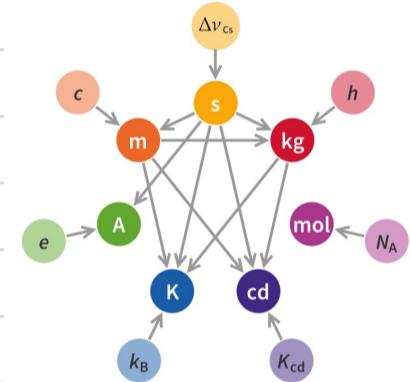


Lunghezza	metro	m	Il metro è la distanza percorsa dalla luce nel vuoto in un intervallo di tempo di $1/299'792'458$ di secondo	INVARIATA	velocità della luce nel vuoto - c
Massa	chilogrammo	kg	Il kilogrammo è la massa del prototipo internazionale conservato al museo dei pesi e delle misure (Sevres, Francia)	Il kilogrammo è la quantità di massa necessaria a compensare una forza di $6,626'070'15 \times 10^{-34}$ J·s in una bilancia di Kibble	costante di Plank - h
Tempo	secondo	s	Il secondo è il tempo che occorre perché si realizzino $9'192'631'770$ periodi di oscillazioni dell'atomo di Cesio 133	INVARIATA	frequenza di transizione iperfine dello stato fondamentale imperturbato del Cesio - $\Delta\nu$
Temperatura	Kelvin	K	Il kelvin è la frazione $1/273,16$ della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua	Un kelvin è la differenza di temperatura termodinamica corrispondente a una differenza di energia termica pari a $k_B \times T$, dove k_B è il valore della costante di Boltzmann in J/K	costante di Boltzmann - k_B
Intensità Luminosa	candela	Cd	La candela è l'intensità luminosa di una sorgente che emette radiazione monocromatica di frequenza 540×10^{12} Hz e la cui intensità energetica in tale direzione è $1/683$ W/sr	INVARIATA	efficienza luminosa - K_{cd}
Intensità di Corrente Elettrica	Ampere	A	L'ampere è la corrente che, tra due conduttori infinitamente lunghi nel vuoto e posti paralleli a un metro di distanza, determina una forza di 2×10^{-7} N	È definito dal valore numerico prefissato della carica elementare e, pari a $1,602'176'634 \times 10^{-19}$, quando espresso in Coulomb (che equivale ad A·s)	carica dell'elettrone - e
Quantità di Sostanza	mole	mol	La mole è la quantità di sostanza che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi in 0,012 kg di Carbonio 12.	Una mole contiene esattamente $6,02214076 \times 10^{23}$ entità elementari	Numero di Avogadro - N_A

Il SI (SISTEMA INTERNAZIONALE DI MISURA)

É CREATO PER RAGGRUPPARE LE UNITÀ DI MISURA

DELLE GRANDEZZE FONDAMENTALI.



MA CI SONO ALTRE GRANDEZZE CHE SI POSSONO MISURARE,

DETTE GRANDEZZE DERIVATE.

~ EQUAZIONI DIMENSIONALI ~

COME PER I NUMERI, POSSO FARE EQUAZIONI CON LE UNITÀ DI MISURA.

??? PERCHÉ FARLO ???

NON SEMPRE LE FORMULE DI FISICA SONO SEMPLICI, SVOLGERE L'ANALISI DIMENSIONALE PUÒ AIUTARE.



REGOLE UTILI

- * IN FISICA POSSO CONFRONTARE SOLO GRANDEZZE OMOGENEE, OVVERO CHE HANNO LE STESSE UNITÀ DI MISURA FONDAMENTALI
- * POSSO SOMMARE/SOTTRARRE SOLO GRANDEZZE OMOGENEE.
- * POSSO MOLTIPLICARE/DIVIDERE GRANDEZZE QUAISIASI, IL RISULTATO È UNA GRANDEZZA NON OMOGENEA A NESSUNA DELLE PRECEDENTI.
- * LE FUNZIONI MATEMATICHE COME SENO, COSENZO, LOGARITMO, ESPONENTI DI POTENZE DEVONO ESSERE ADIMENSIONALI E DANNO RISULTATI ADIMENSIONALI

~ STRUMENTI DI MISURA ~

SONO OGGETTI CHE DEVONO RAPPORTE GRANDEZZE FISICHE CON EVENTI OD OGGETTI REALI.

SONO COMPOSTI DA UNO O PIÙ ELEMENTI COMBINATI E IN BASE AL FORMATO DI LETTURA ESISTONO:



LE CARATTERISTICHE DI UNO STRUMENTO SONO:



PORTATA: È IL MASSIMO CHE PUÓ MISURARE



RISOLUZIONE o **SENSIBILITÀ**: È LA MINIMA VARIAZIONE CHE PUÓ MISURARE



PRONTEZZA: È LA RAPIDITÁ CON CUI RISPONDE A VARIAZIONI

PRECISIONE: È IL RAPPORTO

RISOLUZIONE

PORTATA



05 : 00

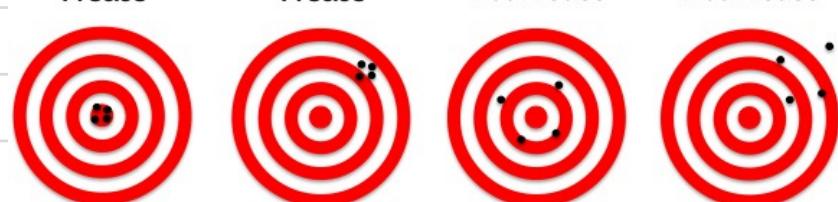
STRUMENTI ANALOGICI

STRUMENTI DIGITALI

LEGO IL RISULTATO SU

UNA SCALA GRADUATA

UN DISPLAY DIGITALE



ACCURATEZZA: QUANTO LO STRUMENTO MISURA "VALORI VERI" → CALIBRAZIONE

~ INCERTEZZE E MISURE ~

QUANDO MISURO INTRODUO **ERRORI**, OTTENGO QUINDI RISULTATI INCERTI. CI SONO DUE ERRORI:

* **SISTEMATICI**: SI RIPETONO SEMPRE ALLO STESSO MODO. NON SI COMPENSANO CON PIÙ MISURE MA SI POSSONO INDIVIDUARE E CORREGGERE MINANO L'ACCURATEZZA;
↳ CAUSATI DA: TARATURA ERRATA, LETTURA ERRATA.

* **CASUALI (o ACCIDENTALI)**: IMPREVEDIBILI. NON SI SA L'ORIGINE.
SONO SEMPRE DIVERSI E SI ATTENUANO FACENDO PIÙ MISURE.
MINANO LA PRECISIONE
↳ TEORIA LEGATA A: PROBABILITÀ E STATISTICA.

QUANDO SCRIVO IL **RISULTATO DI UNA MISURA** DEVO SEMPRE INDICARE GLI **ERRORI**. DI NORMA SCRIVO:

$$x = \bar{x} \pm s \rightarrow \text{RISULTATO} = \text{MEDIA DELLE MISURE} \pm \text{INCERTEZZA}$$

$\left\{ \frac{\text{SOMMA DELLE MISURE}}{\text{NUMERO DI MISURE}} \right\}$

• **RISOLUZIONE**
• **ERRORE ASSOLUTO**

} 1 o poche MISURE

LEGATO A PRECISIONE { . **ERRORE PERCENTUALE**
⚠ **COMPLESSO** { . **SCARTO QUADRATICO MEDIO**

~ ERRORI NELLE MISURE ~

* RISOLUZIONE: USATO SE HO UNA SOLA MISURA

* ERRORE ASSOLUTO: USATO PER POCHE MISURE È CALCOLATO COME:

$$e_a = \frac{\text{VALORE MASSIMO} - \text{VALORE MINIMO}}{2}$$

* ERRORE RELATIVO: USATO PER AVERE IDEA SULLA PRECISIONE DELLA

MISURA

$$e_r = \frac{\text{ERRORE ASSOLUTO}}{\text{VALOR MEDIO}}$$

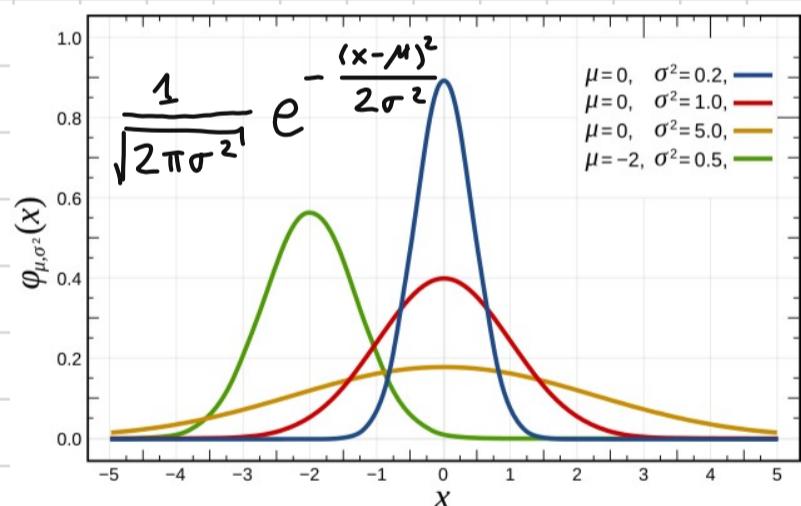
* ERRORE PERCENTUALE: $e_p = e_r \times 100 \%$

* SCARTO QUADRATICO MEDIO:

O DEVIAZIONE STANDARD È USATO

COME ERRORE IN NUMEROSE MISURE

INDIPENDENTI DI VALORI CONTINUI



(PER I CONTEGGI O VALORI DISCRETI SI USA LA POISSONIANA).

ESPRIMO IL RISULTATO COME: VALORE = $\mu \pm \sigma$; $\mu \pm 2\sigma$; $\mu \pm 3\sigma$

68%. 95%. 99,7%.

• N

NUMERO DELLE MISURE

• μ

MEDIA DELLE MISURE

• x_i MISURA SINGOLA

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$$

~ MISURE INDIRETTE E INCERTEZZE ~

LA MAGGIOR PARTE DELLE MISURE NON SONO EFFETTUATE DIRETTAMENTE
MA TRAMITE OPERAZIONI MATEMATICHE APPLICATE SU MISURE DIRETTE.
Così anche gli errori sono INFLUENZATI.

L' INCERTEZZA DI UNA MISURA INDIRETTA È MAGGIORE o UGUALE
A QUELLA DELLA MISURA PIÙ INCERTA DA CUI SI RICAVA.

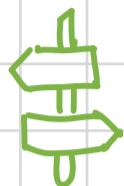


COME TROVO I NUOVI ERRORI ? CON LA PROPAGAZIONE

- * SOMMANDO / SOTTRAENDO DUE MISURE L'ERRORE ASSOLUTO SI SOMMA
- * MOLTIPLICANDO / DIVIDENDO DUE MISURE L'ERRORE RELATIVO SI SOMMA

~ CIFRE SIGNIFICATIVE ~

UTILIZZATE PER SCRIVERE TUTTI E I SOLI VALORI RILEVANTI IN UNA MISURA. LE CIFRE SIGNIFICATIVE DI UNA MISURA SONO TUTTE QUELLE ESATTE E LA PRIMA INCERTA.



COME LE TROVO ? IDENTIFICO DUE VALORI:

* LA PIÙ SIGNIFICATIVA:

↳ LA PRIMA DA SINISTRA

DIVERSA DA ZERO.

* LA MENO SIGNIFICATIVA:

↳ NUMERI INTERI LA PRIMA DA DESTRA DIVERSA DA ZERO

↳ NUMERI FRATTI L'ULTIMA DA DESTRA, ANCHE ZERO

IN MEZZO CONTO LE CIFRE SIGNIFICATIVE

$$\begin{array}{c} \text{Es. } 1,54 \mapsto 3 \quad | \quad 2,500 \mapsto 4 \\ \hline 0,05 \mapsto 1 \quad | \quad 3000 \mapsto 4 \end{array}$$



OPERAZIONI E CIFRE SIGNIFICATIVE

* SOMMANDO / SOTTRAENDO DUE MISURE IL RISULTATO HA TANTI DECIMALI

QUANTI IL DATO CHE NE HA **MENO**

* MOLTIPLICANDO / DIVIDENDO DUE MISURE IL RISULTATO HA TANTE **CIFRE**

SIGNIFICATIVE QUANTE IL DATO CHE NE HA **MENO**

~ NOTAZIONE SCIENTIFICA ~

A VOLTE IN FISICA SCRIVO NUMERI MOLTO GRANDI O PICCOLI,
PER COMODITÀ USO QUINDI LA NOTAZIONE SCIENTIFICA

OGNI NUMERO SI SCRIVE COME: $a \times 10^m$

DOVE $1 \leq a < 10$ SCRITTO MANTENENDO LE CIFRE SIGNIFICATIVE

MENTRE m È

- POSITIVO: NUMERO ORIGINALE PIÙ GRANDE DI 1
- NEGATIVO: NUMERO ORIGINALE PIÙ PICCOLO DI 1

a È IL COEFFICIENTE

10^m È L'ORDINE DI GRANDEZZA

ESEMPI:

* NUMERO MINORE DI 1 0,0042

• CONTO I NUMERI DOPO LA VIRGOLA FINO AL PRIMO DIVERSO DA ZERO } 0,0042 3 NUMERI

• m È NEGATIVO } $4,2 \cdot 10^{-3}$

* NUMERO MAGGIORE DI 1 420000

• CONTO I NUMERI DOPO AL PRIMO } 420000 5 NUMERI

• m È POSITIVO } $4,2 \cdot 10^{+5}$

~ I VETTORI ~

ALCUNE GRANDEZZE FISICHE NON SONO DESCRITTE SOLO DA UN NUMERO E UNA UNITÀ DI MISURA MA NECESSITANO INFORMAZIONI AGGIUNTIVE. I VETTORI FORNISCONO QUESTE INFORMAZIONI. CI SONO:

GRANDEZZE SCALARI: DESCRITTE COMPLETAMENTE DA NUMERI E UNITÀ DI MISURA. TEMPO, VOLUME, MASSA, TEMPERATURA...

GRANDEZZE VETTORIALI: DESCRITTE DALL'UNITÀ DI MISURA E DA UN VETTORE. SPOSTAMENTO, VELOCITÀ, FORZA

??? COS'É UN VETTORE ???

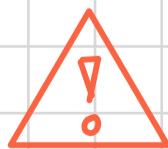
É UN ELEMENTO MATEMATICO ASTRATTO E COMPLESSO CHE SI RAPPRESENTA CON UNA FRECCIA DESCRUITTA DA 3 PROPRIETÀ:

* MODULO: LA LUNGHEZZA DEL VETTORE

* DIREZIONE: LA RETTA CHE SI OTTIENE PROLUNGANDOLO

* VERSO: DOVE PUNTA LA FRECCIA

SI INDICANO CON
LA FRECCIA



MENTRE LE OPERAZIONI TRA SCALARI COINVOLGONO SOLO

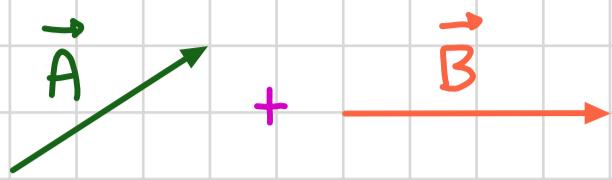
I LORO NUMERI E UNITÀ DI MISURA NELLE OPERAZIONI TRA

GRANDEZZE VETTORIALI SI SVOLGONO OPERAZIONI TRA VETTORI

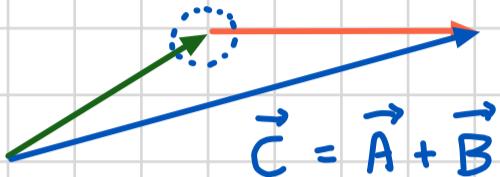
~ OPERAZIONI TRA VETTORI ~



ADDITIONE TRA VETTORI:

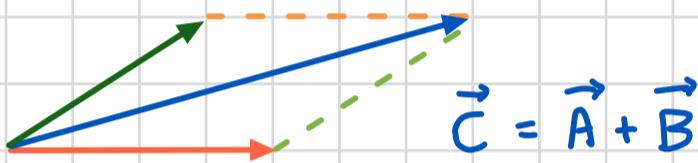


- **PUNTA-CODA:** UNISCO LA PUNTA DEL PRIMO CON LA CODA DEL SECONDO

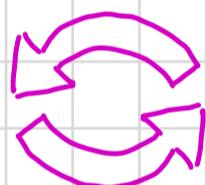


PRO: POSSO APPLICARLO SU PIÙ DI DUE VETTORI CONTEMPORANEAMENTE

- **PARALLELOGRAMMA:** USO I DUE VETTORI PER FARE UN PARALLELOGRAMMA



PRO: SPESSO I VETTORI HANNO LA CODA COMUNE



LA SCOMPOSIZIONE: È L'INVERSO DELL'ADDITIONE

PRESO UN VETTORE E DUE DIREZIONI TROVO DUE VETTORI CHE USANDO IL METODO DEL PARALLELOGRAMMA RESTITUISCONO IL PRIMO

SOTTRAZIONE TRA VETTORI:



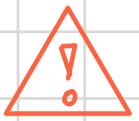
IL SEGNO NEGATIVO DAVANTI A UN VETTORE HA COME EFFETTO INVERTIRE IL VERSO DEL VETTORE.

UNA VOLTA CAMBIATO IL VERSO DEL VETTORE IL SEGNO

DIVENTA POSITIVO E SI APPLICANO LE REGOLE DELL'ADDITIONE.



X PRODOTTI CON I VETTORI



I VETTORI HANNO 3 DIVERSI PRODOTTI



- PRODOTTO/DIVISIONE DI UN VETTORE PER UNO SCALARE:

IN QUESTO CASO IL MODULO DEL VETTORE SI MOLTIPLICA/DIVIDE

PER IL NUMERO: IL VETTORE SI ALLUNGA/ACCORCIA.



- PRODOTTO SCALARE TRA DUE VETTORI:



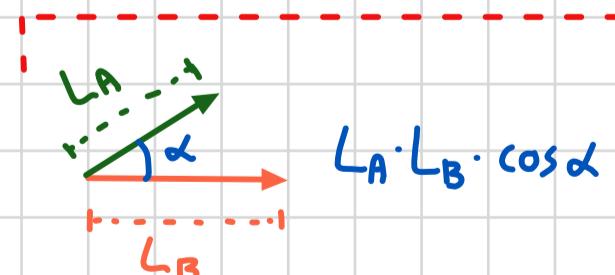
1,2,... IL PRODOTTO $\vec{A} \cdot \vec{B}$ È UNO SCALARE. PER OTTENERLO
PROIETTO \vec{A} SU \vec{B} (O VICEVERSA) E MISURO IL MODULO DELLA
PROIEZIONE.

± IL SEGNO POI È POSITIVO SE \vec{A} HA LO STESSO VERSO DI \vec{B} ,
ALTRIMENTI È NEGATIVO.

0 IL RISULTATO È ZERO SE \vec{A} È PERPENDICOLARE A \vec{B}



OPPURE



! PROPRIETÀ: ! COMPLESSO

! COMPLESSO - - -

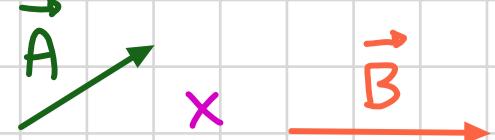
COMMUTATIVA

DISTRIBUTIVA PER ADDIZIONE

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

$$(\vec{A} + \vec{B}) \cdot \vec{C} = \vec{A} \cdot \vec{C} + \vec{B} \cdot \vec{C}$$

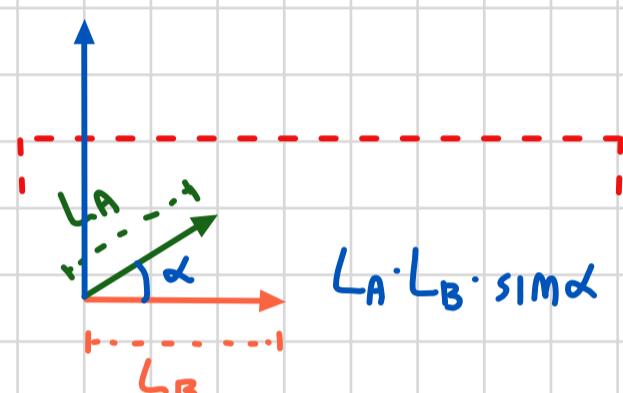
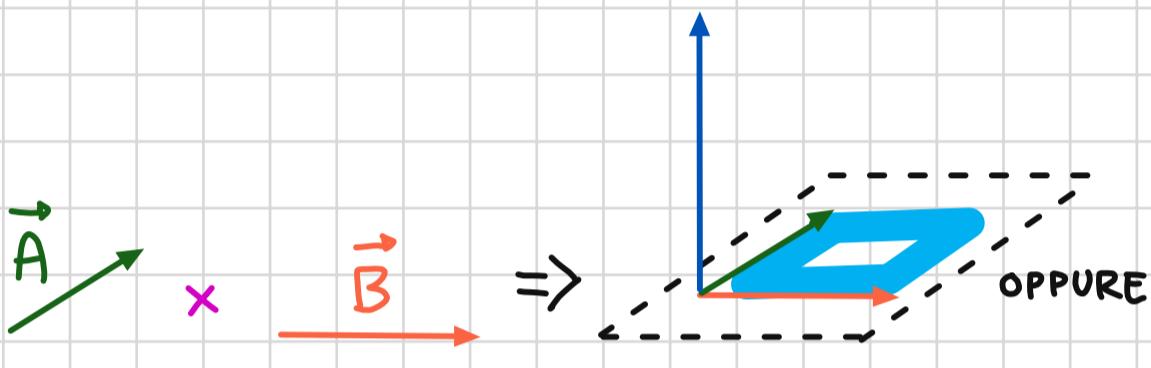
• PRODOTTO VETTORIALE TRA DUE VETTORI:



IL PRODOTTO $\vec{A} \times \vec{B}$ È UN VETTORE. PER OTTENERE IL MODULO FORMO UN PARALLELOGRAMMA CON \vec{A} E \vec{B} E CALCOLO L'AREA. DIREZIONE E VERSO SONO OTTENUTE CON LA REGOLA DELLA MANO DESTRA.

①

IL RISULTATO È ZERO SE \vec{A} È PARALLELO A \vec{B}



! PROPRIETÀ: ! COMPLESSO

↳ ANTICOMMUTATIVA

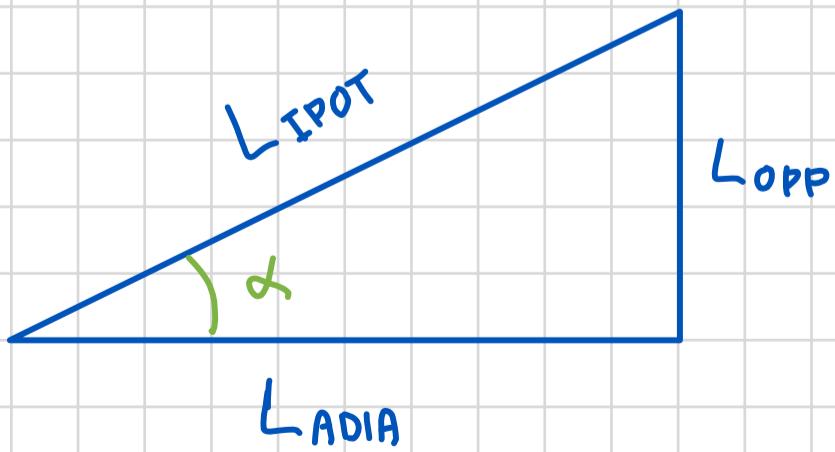
$$\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$$

↳ DISTRIBUTIVA PER ADDIZIONE

$$(\vec{A} + \vec{B}) \times \vec{C} = \vec{A} \times \vec{C} + \vec{B} \times \vec{C}$$



SENO, COSENO, TANGENTE



$$\bullet \cos \alpha = \frac{L_{ADIA}}{L_{IPOT}}$$

$$\bullet \sin \alpha = \frac{L_{OPP}}{L_{IPOT}}$$

$$\bullet \operatorname{tg} \alpha = \frac{L_{OPP}}{L_{ADIA}}$$