INDICE

undici capitoli, centootto pagine · altri licei capitoli 1-4 · scientifico capitoli 4-11

1. Misura, grafici e vettori **1**
- 1.1 Le grandezze e il Sistema Internazionale 2
- 1.2 La misura e le incertezze 5
- 1.3 Proporzionalità e grafici 7
- 1.4 I vettori 8

2. Le forze e l'equilibrio **11**
- 2.1 Le forze 12
- 2.2 L'equilibrio dei solidi 15
- 2.3 L'equilibrio dei fluidi 19

3. Il moto **22**
- 3.1 Il moto rettilineo uniforme 23
- 3.2 Il moto uniformemente accelerato 27
- 3.3 I moti nel piano 30

4. La dinamica **33**
- 4.1 I principi della dinamica 34
- 4.2 La dinamica al lavoro 38
- 4.3 I sistemi di riferimento 43

5. Lavoro ed energia **45**
- 5.1 Il lavoro e la potenza 46
- 5.2 Le forme dell'energia 50
- 5.3 La conservazione dell'energia 53

6. La quantità di moto **56**
- 6.1 Quantità di moto e impulso 57
- 6.2 La conservazione della quantità di moto 59
- 6.3 Gli urti 61
- 6.4 Il centro di massa 65

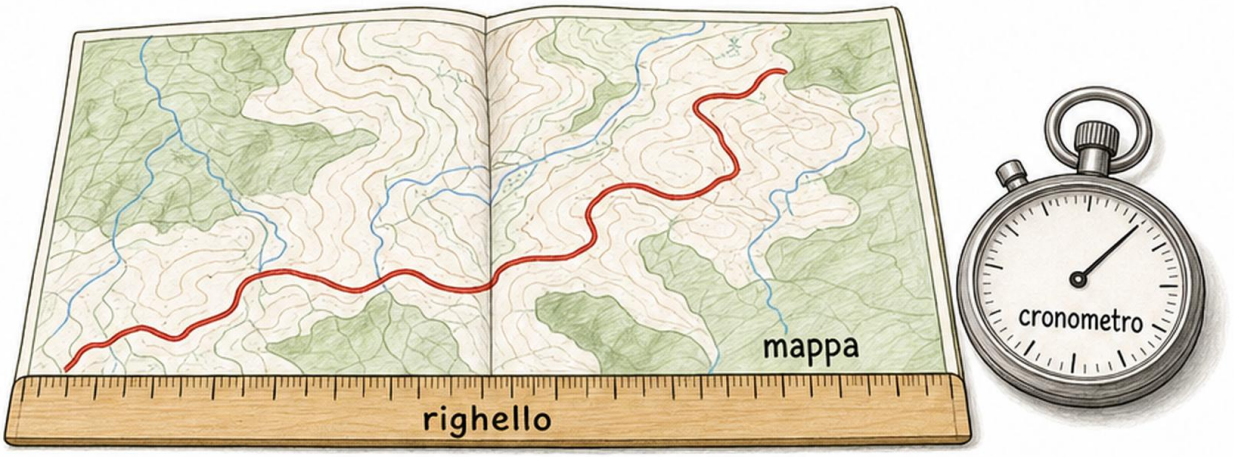
7. I corpi che ruotano **66**
- 7.1 Le grandezze della rotazione 67
- 7.2 La dinamica della rotazione 68
- 7.3 Il momento angolare 73

8. La gravitazione **76**
- 8.1 Da Tolomeo a Keplero 77
- 8.2 La legge di gravitazione universale 80
- 8.3 Satelliti ed energia 82

9. I fluidi in movimento **85**
- 9.1 La portata e la continuità 86
- 9.2 L'equazione di Bernoulli 88

10. Temperatura e calore **91**
- 10.1 La temperatura 92
- 10.2 Il calore 94
- 10.3 I passaggi di stato e la propagazione 96

11. I gas e la termodinamica **99**
- 11.1 Le leggi dei gas 100
- 11.2 Il primo principio 103
- 11.3 Il secondo principio 106



in un'escursione la mappa dà le direzioni, il righello confronta lunghezze e il cronometro misura tempi

CAPITOLO 1

MISURA, GRAFICI E VETTORI

DARE NUMERI AL MONDO

Fisica - terza

"misure, grafici e vettori trasformano un'osservazione in informazioni confrontabili: quanto vale, come cambia e in quale direzione"

DOVE LA TROVI



sull'etichetta di un prodotto: ogni numero utile porta la sua unità



nel navigatore: la freccia unisce un modulo a una direzione e a un verso

IN QUESTO CAPITOLO

1.1 le grandezze e il Sistema Internazionale
1.2 la misura e le incertezze
1.3 proporzionalità e grafici
1.4 i vettori

NELLE VERIFICHE

NELLE VERIFICHE, negli altri licei e nello scientifico: scrivere misure e incertezze, fare equivalenze, riconoscere relazioni e operare con vettori e componenti.

LE GRANDEZZE FISICHE NUMERO E UNITÀ

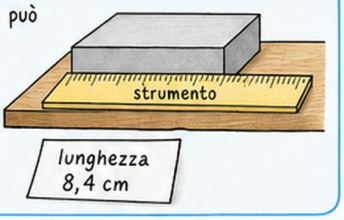
Fisica - terza - misura, grafici e vettori

"una grandezza fisica è una proprietà misurabile; il suo valore si scrive con un numero e, se ha dimensione, con un'unità scelta in un sistema di unità".

1. MISURARE SIGNIFICA CONFRONTARE

una proprietà è una **grandezza fisica** quando si può misurare con un procedimento definito; se ha dimensione, si confronta con un'unità.

una lunghezza ha due parti, **numero** e **unità**: 1,75 m è una lunghezza, mentre 1,75 da solo è incompleto.



OCCHIO!

una grandezza con dimensione porta numero e unità: scrivere soltanto 12 per una lunghezza non dice né la grandezza né la scala.

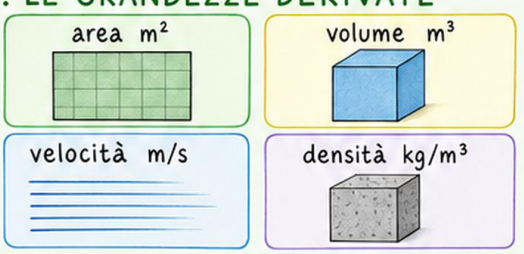
nel SI il simbolo del kilogrammo è kg: K indica il kelvin e non sostituisce la k minuscola.

2. LE SETTE GRANDEZZE FONDAMENTALI

GRANDEZZA	UNITÀ SI	SIMBOLO
lunghezza · massa	metro · kilogrammo	m · kg
tempo · corrente elettrica	secondo · ampere	s · A
temperatura termodinamica · quantità di sostanza	kelvin · mole	K · mol
intensità luminosa	candela	cd

i nomi delle unità iniziano con la **minuscola**; alcuni simboli sono **maiuscoli**.
queste **sette grandezze** sono fondamentali; le altre unità del SI si ricavano **combinandole**.

3. LE GRANDEZZE DERIVATE



area del rettangolo: $A = \text{base} \cdot \text{altezza}$

densità: $\rho = \text{massa/volume}$

una grandezza derivata nasce da relazioni: area in m^2, volume in m^3, velocità in m/s, densità in kg/m^3.

4. MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

un prefisso cambia la scala dell'unità: **kilo** k vale 10^3, **centi** c 10^{-2}, **milli** m 10^{-3} e **micro** μ 10^{-6}.

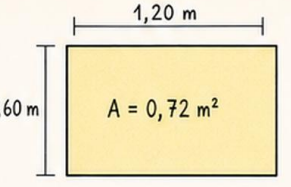
il prefisso resta attaccato al simbolo: **3 km** sono $3 \cdot 10^3$ m; **4 mm** sono $4 \cdot 10^{-3}$ m.

5. UN'AREA MISURATA

un piano rettangolare misura **1,20 m** per **0,60 m**: i due dati sono lunghezze.

$A = (1{,}20\ m) \cdot (0{,}60\ m) = 0{,}72\ m^2$: moltiplicando due metri compare il metro quadrato.

cambiando unità cambia il **numero**, non la **superficie**.



6. SCRITTURA CORRETTA

fra numero e simbolo va uno spazio: **2,50 kg**; il simbolo non ha punto finale né plurale.

kilogrammo si abbrevia **kg**, sempre minuscolo: non **Kg** e non **kgr**.

grandezza e unità non sono sinonimi: **la massa** è la proprietà, il **kilogrammo** è l'unità scelta per misurarla.

TRUCCO

leggi una misura in tre domande: quale **proprietà**, quale **numero**, quale **unità**; se la grandezza ha dimensione e manca l'unità, il dato è **incompleto**.

7. DA RICORDARE

1. grandezza fisica: proprietà misurabile; valore = numero + unità, se ha dimensione.
2. il SI ha sette grandezze fondamentali; le derivate combinano le loro unità.
3. i prefissi cambiano la potenza di dieci, e maiuscole e minuscole cambiano significato.

⚠ I TRABOCCHETTI

1) scrivere un numero senza unità e trattarlo come una misura completa.
2) confondere proprietà e campione: la massa è una grandezza, il kilogrammo è la sua unità SI.

LA NOTAZIONE SCIENTIFICA – DOMARE NUMERI GRANDI E PICCOLI

Fisica – terza – misura, grafici e vettori

"in notazione scientifica ogni numero non nullo si scrive $a \cdot 10^n$ con $1 \leq |a| < 10$ e n intero; l'esponente registra di quante posizioni si sposta la virgola"

1. UNA SOLA CIFRA PRIMA DELLA VIRGOLA

notazione scientifica: $a \cdot 10^n$, con $1 \leq |a| < 10$

sposta la virgola fino ad avere una sola cifra non nulla a sinistra: il numero di posti dà $|n|$.
numero grande: n positivo; numero fra 0 e 1: n negativo.
Perciò 0,00000420 m = $4{,}20 \cdot 10^{-6}$ m. Le barre toglono il segno: $|-4{,}2| = 4{,}2$.

0,00000420 m ⟷ $4{,}20 \cdot 10^{-6}$ m

2. I PREFISSI DAL NANO AL GIGA

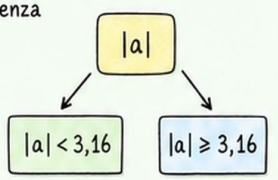
SIMBOLI	NOMI	POTENZE
n · μ · m	nano · micro · milli	$10^{-9} \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-3}$
c · d · da	centi · deci · deca	$10^{-2} \cdot 10^{-1} \cdot 10^{1}$
h · k	etto · kilo	$10^{2} \cdot 10^{3}$
M · G	mega · giga	$10^{6} \cdot 10^{9}$

il simbolo del prefisso è sensibile a maiuscole e minuscole.
sostituire il prefisso con la sua potenza rende visibile il fattore di conversione.

3. L'ORDINE DI GRANDEZZA

potenza più vicina: soglia $|a| = \sqrt{10} \approx 3{,}16$

l'ordine di grandezza è la potenza di dieci più vicina al modulo del numero.
se $|a| < 3{,}16$ resta 10^n;
se $|a| \geq 3{,}16$ passa a 10^{n+1}:
$2{,}4 \cdot 10^5$ dà 10^5, mentre $6{,}1 \cdot 10^5$ dà 10^6.



4. PRODOTTI E QUOZIENTI

$10^m \cdot 10^n = 10^{m+n}$

$10^m / 10^n = 10^{m-n}$

coefficienti | esponenti | unità

moltiplica o dividi i coefficienti; poi somma o sottrai gli esponenti e riporta a $1 \leq |a| < 10$.

$(3{,}0 \cdot 10^4\ \text{m}) \cdot (2{,}0 \cdot 10^{-2}\ \text{m}) = 6{,}0 \cdot 10^2\ \text{m}^2$.

$(8{,}0 \cdot 10^6\ \text{m}) / (2{,}0 \cdot 10^2\ \text{s}) = 4{,}0 \cdot 10^4\ \text{m/s}$.

OCCHIO!

il coefficiente soddisfa sempre $1 \leq |a| < 10$: $42 \cdot 10^3$ va riscritto $4{,}2 \cdot 10^4$.
un prefisso cambia l'esponente: milli è 10^{-3}, mentre mega è 10^6; la maiuscola M è decisiva.

TRUCCO

controlla $1 \leq |a| < 10$ e poi l'ordine di grandezza; un numero fra 0 e 1 ha esponente negativo.

5. DA RICORDARE

1. notazione scientifica: $a \cdot 10^n$ con $1 \leq |a| < 10$ e n intero.
2. l'ordine di grandezza è la potenza di dieci più vicina al modulo del numero.
3. nei prodotti si sommano gli esponenti; nei quozienti si sottraggono.

⚠ I TRABOCCHETTI

1) lasciare $0{,}42 \cdot 10^5$: il coefficiente è fuori dall'intervallo.
2) passare da milli a micro cambiando l'esponente di uno: 10^{-3} e 10^{-6} differiscono di tre.

COME SI FANNO LE EQUIVALENZE

LUNGHEZZA, AREA E VELOCITÀ

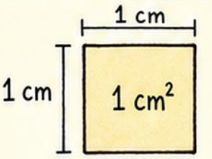
Fisica - terza - misura, grafici e vettori

"un'equivalenza moltiplica la misura per fattori uguali a 1, tratta ogni potenza dell'unità e controlla se l'ordine di grandezza è plausibile"

IL PROBLEMA

una scheda riporta una distanza di 4,50 km, un'area di 625 cm^2 e una velocità di 72,0 km/h. Esprimi le tre misure in m, m^2 e m/s con la notazione scientifica, mostrando i fattori di conversione e controllando l'ordine di grandezza.

4,50 km | 625 cm^2 | 72,0 km/h



1. COME SI SCRIVE IL FATTORE?

FAI: scrivi un rapporto uguale a 1, con l'unità da eliminare dalla parte opposta.

ESEMPIO: 1 km = 10^3 m, quindi il fattore utile è 10^3 m/1 km.

2. LA LUNGHEZZA?

FAI: moltiplica per il fattore e semplifica la stessa unità al numeratore e al denominatore.

ESEMPIO: (4,50 km) · (10^3 m/1 km) = 4,50 · 10^3 m.

3. CHE COSA CAMBIA CON L'AREA?

FAI: se l'unità è al quadrato, eleva al quadrato anche tutto il fattore di conversione.

ESEMPIO: 625 cm^2 = 625 · $(10^{-2}\ m)^2$ = 625 · 10^{-4} m^2.

4. COME SI NORMALIZZA?

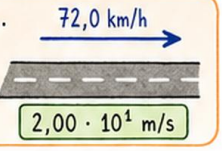
FAI: porta il coefficiente fra 1 e 10, compensando con l'esponente.

ESEMPIO: 625 · 10^{-4} m^2 = 6,25 · 10^{-2} m^2.

5. LA VELOCITÀ?

FAI: converti insieme il kilometro al numeratore e l'ora al denominatore.

ESEMPIO: (72,0 km/h) · (10^3 m/1 km) · (1 h/3600 s) = 2,00 · 10^1 m/s.



6. IL CONTROLLO FINALE?

FAI: prevedi se il numero deve crescere o diminuire e confronta l'ordine di grandezza.

ESEMPIO: km → m: cresce di 10^3; cm^2 → m^2: cala di 10^4; 72,0 km/h = 2,00 · 10^1 m/s.

OCCHIO!

se converti un'area, il fattore di conversione va al quadrato: 1 cm^2 = $(10^{-2}\ m)^2$ = 10^{-4} m^2.
in una velocità vanno convertite entrambe le unità: quella al numeratore e quella al denominatore.

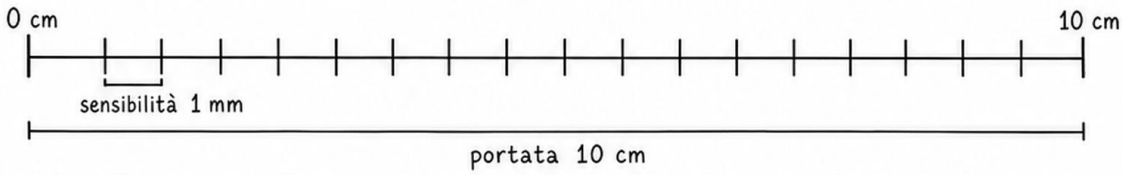
TRUCCO

moltiplica per rapporti uguali a 1 e cancella le unità come fattori: se alla fine resta l'unità richiesta, la struttura è coerente.

MISURARE STRUMENTO, ERRORI E INCERTEZZA

Fisica - terza - misura, grafici e vettori

"una misura dichiara strumento, valore e incertezza; con misure ripetute si usa il valore medio e si può stimare l'incertezza con la semidispersione"



sensibilità e portata descrivono che cosa può distinguere lo strumento e fin dove può misurare

1. LO STRUMENTO

misurare significa seguire un procedimento e confrontare la grandezza con l'unità mediante uno strumento.

OCCHIO!

l'incertezza dichiarata non può essere più piccola della sensibilità dello strumento usato.
ripetere una misura aiuta contro gli errori casuali, ma non corregge da solo un errore sistematico.

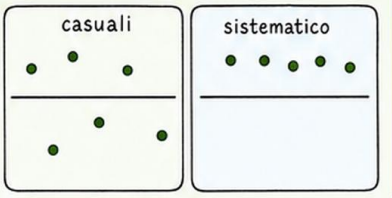
2. SENSIBILITÀ E PORTATA

la sensibilità è la più piccola variazione apprezzabile; su una scala analogica coincide in genere con la divisione più piccola.

la portata è il massimo valore misurabile dallo strumento senza uscire dal suo campo.

3. DUE TIPI DI ERRORE

gli errori casuali cambiano in modo imprevedibile da una misura all'altra; ripetere riduce il loro effetto sulla media.
un errore sistematico sposta le misure nello stesso verso, per esempio per uno zero tarato male; ripetere non lo elimina.



4. CINQUE MISURE DI TEMPO

un cronometro con sensibilità 0,1 s dà 12,4 s; 12,6 s; 12,5 s; 12,7 s; 12,3 s.

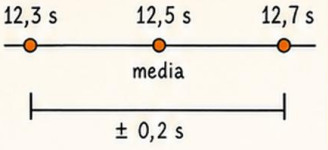
media: $\bar{t} = [(12{,}4\text{ s}) + (12{,}6\text{ s}) + (12{,}5\text{ s}) + (12{,}7\text{ s}) + (12{,}3\text{ s})]/5 = 12{,}5\text{ s}$.

5. MEDIA E SEMIDISPERSIONE

misure ripetute: $\Delta t = (t_{max} - t_{min})/2$

risultato: $t = \bar{t} \pm \Delta t$

$\Delta t = (12{,}7\text{ s} - 12{,}3\text{ s})/2 = 0{,}2\text{ s}$; è compatibile con la sensibilità di 0,1 s.
il risultato è $t = (12{,}5 \pm 0{,}2)$ s: indica l'intervallo da 12,3 s a 12,7 s.



6. INCERTEZZA RELATIVA

incertezza relativa: $\varepsilon = \Delta t/\bar{t}$

ε confronta l'incertezza assoluta col valore misurato ed è senza unità.
$\varepsilon = (0{,}2\text{ s})/(12{,}5\text{ s}) = 0{,}016$, cioè 1,6 %: permette di confrontare misure di dimensioni diverse.

TRUCCO

prima del risultato controlla: unità, sensibilità, valore medio e incertezza nella stessa unità.

7. DA RICORDARE

① sensibilità: minima variazione apprezzabile; portata: massimo valore misurabile.
② misure ripetute: valore medio e semidispersione $\Delta x = (x_{max} - x_{min})/2$.
③ risultato completo: $x \pm \Delta x$ con l'unità; incertezza relativa $\varepsilon = \Delta x/x$.

⚠ I TRABOCCHETTI

1) scrivere 12,5 s come risultato completo e nascondere la dispersione delle misure.
2) dichiarare 0,01 s di incertezza con uno strumento sensibile soltanto a 0,1 s.