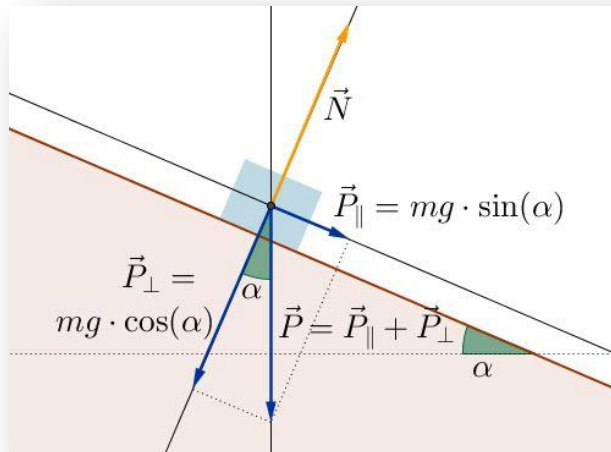


CAPITOLO 1

GRANDEZZE E MISURE

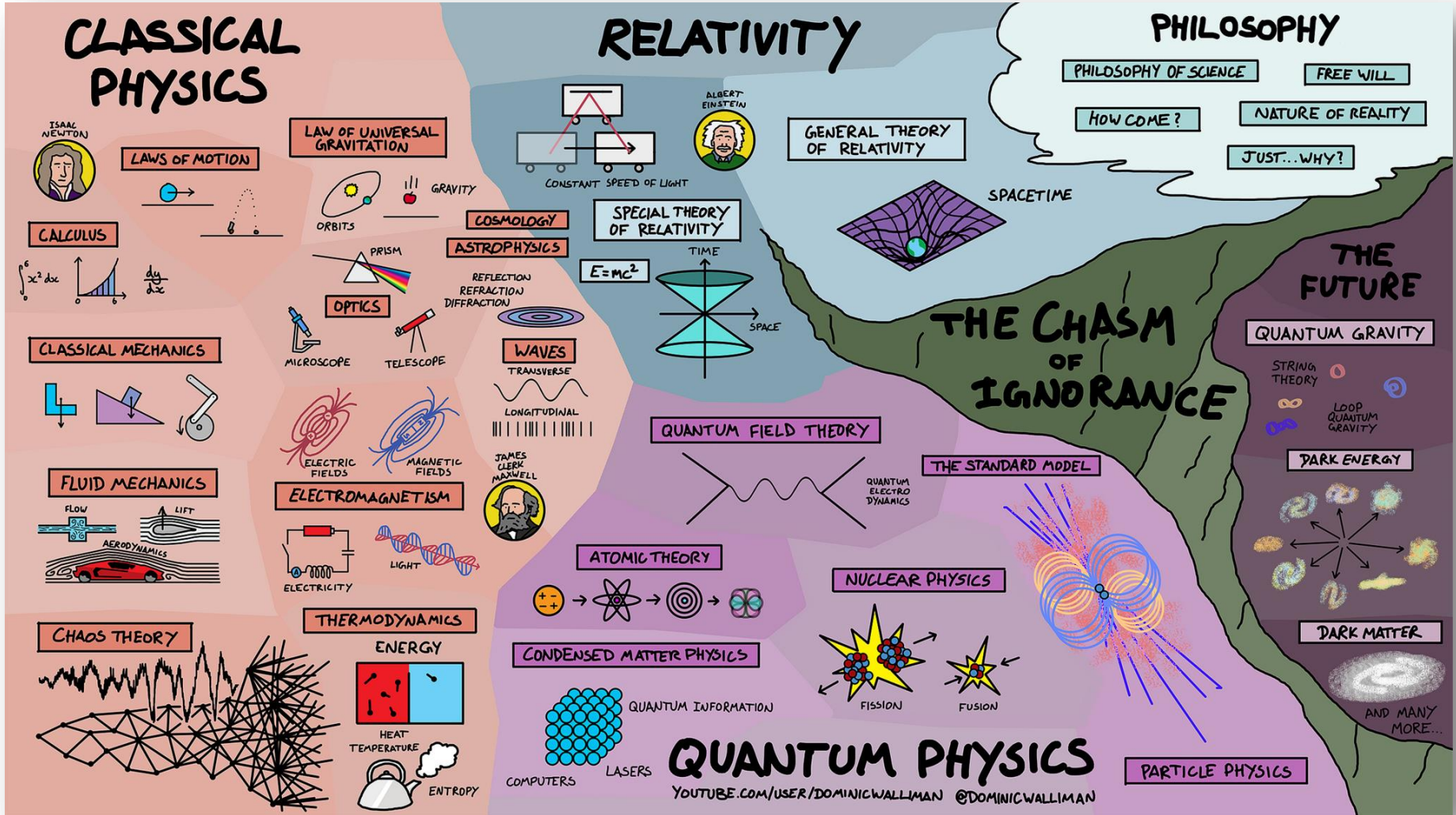
COS'È LA FISICA

La fisica è la scienza che studia i **fenomeni naturali** (ossia tutti gli eventi che possono essere descritti, o quantificati, attraverso **grandezze fisiche** opportune) al fine di stabilire **principi** e **leggi** che regolano le interazioni tra le grandezze stesse e rendano conto delle loro reciproche variazioni.



Quest'obiettivo è raggiunto attraverso l'applicazione rigorosa del **metodo scientifico**, il cui scopo ultimo è quello di fornire uno schema semplificato, o **modello**, del fenomeno descritto.

LA MAPPA DELLA FISICA



LE GRANDEZZE FISICHE

Una grandezza è una quantità che può essere **misurata** con strumenti di misura.

Lunghezza

Densità

Angolo

Frequenza

Volume

Temperatura

Area

Velocità

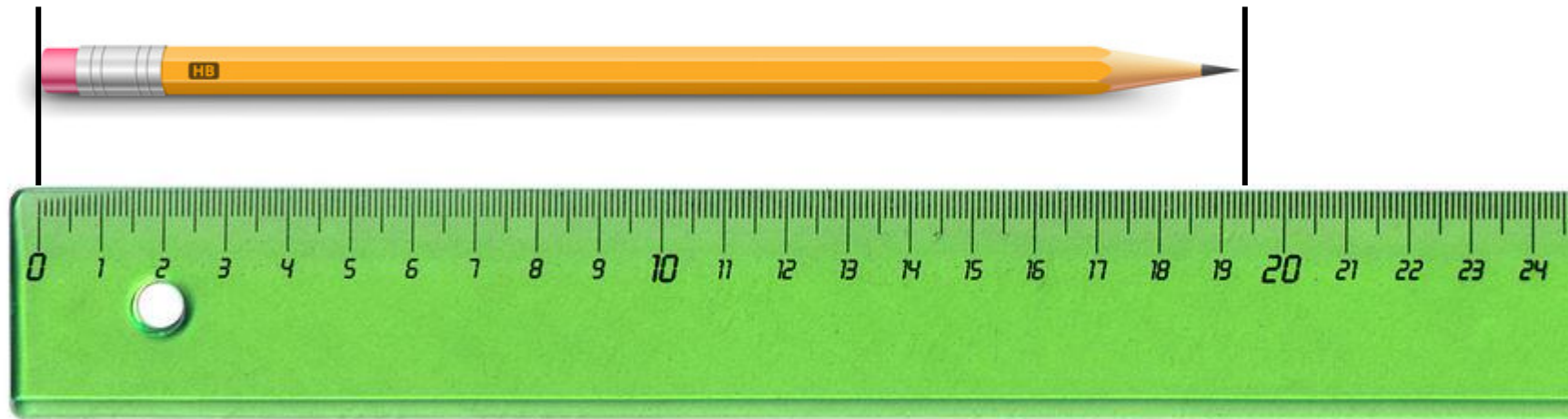
Tempo

«Peso»

Energia

MISURARE

Misurare una grandezza significa dire quante volte l'**unità di misura** è contenuta nella grandezza stessa.



$$L = 194 \text{ mm}$$

Simbolo della
grandezza

Valore
numerico

Unità di
misura

ALCUNE UNITA' DI MISURA

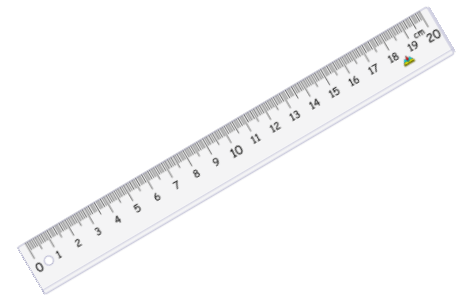
Secondo (u.d.m. dell'*intervallo di tempo*)

1 s è l'intervallo di tempo impiegato da una particolare onda elettromagnetica, emessa da atomi di cesio, per compiere 9 192 631 770 oscillazioni.



Metro (u.d.m. della *lunghezza*)

1 m è la distanza percorsa dalla luce, nel vuoto, in un intervallo di tempo pari a $1/299\,792\,458$ di secondo.



Kilogrammo (u.d.m. della *massa*)

1 kg è la massa di un cilindro di platino-iridio che si trova a Sevres.



GRANDEZZE FONDAMENTALI

Nel 1960 vennero stabilite, per 7 grandezze fondamentali, le unità di misura in uso nel Sistema Internazionale di Unità (SI), adottato in Unione Europea.

Grandezza	Unità di misura	Simbolo
Lunghezza	metro	m
Massa	kilogrammo	kg
Intervallo di tempo	secondo	s
Intensità di corrente	ampere	A
Temperatura	kelvin	K
Intensità luminosa	candela	cd
Quantità di sostanza	mole	mol

LE POTENZE DI 10

$$10^n = \underbrace{10 \cdot 10 \cdot \dots \cdot 10}_{n \text{ volte}} = \underbrace{100 \dots 0}_{n \text{ zeri}}$$

$10^0 = 1$

$10^1 = 10$

$10^2 = 100$

$10^3 = 1\,000$

$10^4 = 10\,000$

$10^5 = 100\,000$

$10^6 = 1\,000\,000$

$10^7 = 10\,000\,000$

$10^8 = 100\,000\,000$

$10^9 = 1\,000\,000\,000$

DIECI

CENTO

MILLE

DIECIMILA

CENTOMILA

UN MILIONE

DIECI MILIONI

CENTO MILIONI

UN MILIARDO

$5 \cdot 10^3 = 5 \cdot 1000 = 5\,000$

$56 \cdot 10^3 = 56 \cdot 1000 = 56\,000$

$50 \cdot 10^3 = 50 \cdot 1000 = 50\,000$

$5,6 \cdot 10^3 = 5,6 \cdot 1000 = 5\,600$

$0,5 \cdot 10^3 = 0,5 \cdot 1000 = 500$

Moltiplicare per 10^n equivale a spostare la virgola verso destra di n posizioni.

LE POTENZE DI 10

$$10^{-n} = \frac{1}{10^n} = \underbrace{\frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \dots \cdot \frac{1}{10}}_{n \text{ volte}} = \frac{1}{\underbrace{100 \dots 0}_{n \text{ zeri}}} = \underbrace{0,00 \dots 1}_{n \text{ zeri}} \text{ (incluso quello prima della virgola)}$$

$$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$10^{-2} = \frac{1}{100} = 0,01$$

$$10^{-3} = \frac{1}{1\ 000} = 0,001$$

$$10^{-4} = \frac{1}{10\ 000} = 0,0001$$

$$10^{-5} = \frac{1}{100\ 000} = 0,00001$$

$$10^{-6} = \frac{1}{1\ 000\ 000} = 0,000001$$

$$5 \cdot 10^{-3} = 5 : 1000 = 0,005$$

$$56 \cdot 10^{-3} = 56 : 1000 = 0,056$$

$$50 \cdot 10^{-3} = 50 : 1000 = 0,05$$

$$5,6 \cdot 10^{-3} = 5,6 : 1000 = 0,0056$$

$$0,5 \cdot 10^{-3} = 0,5 : 1000 = 0,0005$$

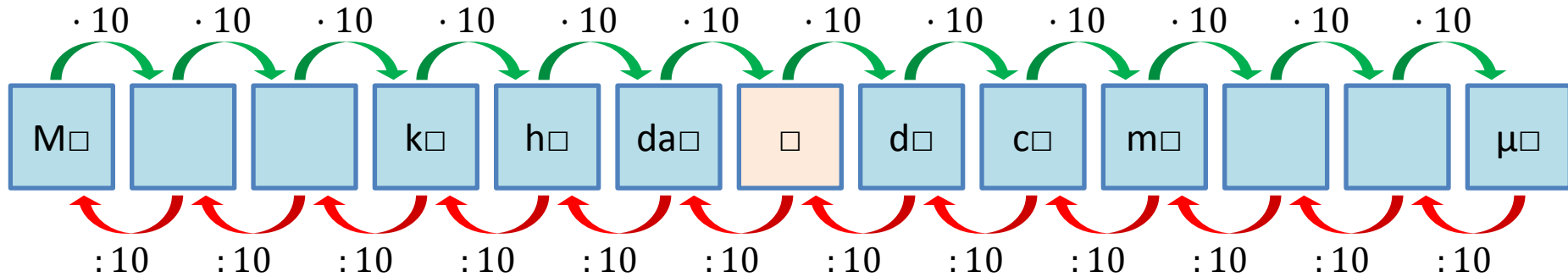
Moltiplicare per 10^{-n} (ovvero dividere per 10^n) equivale a spostare la virgola verso sinistra di n posizioni.

MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

Prefisso	Simbolo	Valore	
	□	1	10^0
deci-	d□	1/10	10^{-1}
centi-	c□	1/100	10^{-2}
milli-	m□	1/1 000	10^{-3}
		1/10 000	10^{-4}
		1/100 000	10^{-5}
micro-	μ□	1/1 000 000	10^{-6}
		1/10 000 000	10^{-7}
		1/100 000 000	10^{-8}
nano-	n□	1/1 000 000 000	10^{-9}

Prefisso	Simbolo	Valore	
giga-	G□	1 000 000 000	10^9
		100 000 000	10^8
		10 000 000	10^7
mega-	M□	1 000 000	10^6
		100 000	10^5
		10 000	10^4
kilo-	k□	1 000	10^3
etto-	h□	100	10^2
deca-	da□	10	10^1
	□	1	10^0

CONVERSIONI



$$10 \text{ m} = 1 \text{ dam}$$

$$100 \text{ m} = 1 \text{ hm}$$

$$52 \text{ m} = 5,2 \text{ dam}$$

$$6,7 \text{ m} = 0,67 \text{ dam}$$

$$0,6 \text{ m} = 0,006 \text{ hm}$$

$$61 \text{ dam} = 6,1 \text{ hm}$$

$$61 \text{ dam} = 0,61 \text{ km}$$

$$15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$1500 \text{ mm} = 15 \text{ dm}$$

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm}$$

$$5,7 \text{ m} = 57 \text{ dm}$$

$$3 \text{ dm} = 300\,000 \text{ } \mu\text{m}$$

$$0,1 \text{ km} = 10 \text{ dam}$$

$$42 \text{ dag} = 4\,200 \text{ dg}$$

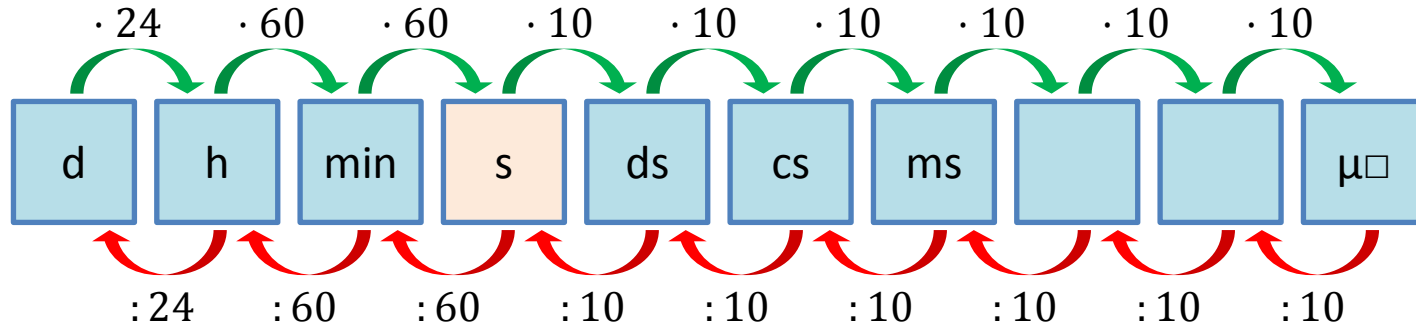
$$120 \text{ kg} = 120\,000 \text{ g}$$

$$44,5 \text{ hg} = 4\,450 \text{ g}$$

$$0,88 \text{ kg} = 8,8 \text{ hg}$$

$$1 \text{ Mg (t)} = 1\,000\,000\,000 \text{ mg}$$

CONVERSIONI - TEMPO



$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$230 \text{ ms} = 0,23 \text{ s}$$

$$1 \text{ h} = 60^2 \text{ s} = 3600 \text{ s}$$

$$72\,000 \text{ s} = 72\,000 : 60^2 \text{ h} = 20 \text{ h}$$

$$3,5 \text{ h} = 3,5 \cdot 60^2 \text{ s} = 12\,600 \text{ s}$$

$$200 \text{ s} = 200 : 60 \text{ min} \approx 3,3 \text{ min}$$

$$3 \text{ d} = 3 \cdot 24 \cdot 60^2 = 259\,200 \text{ s}$$

$$73\,000 \text{ s} = 73\,000 : 60^2 \text{ h} \approx 20,28 \text{ h}$$

DIVISIONI CON RESTO

Quante volte «ci sta» il 7 nel 61?

$$61 : 7 = 8,7142 \dots$$

o anche:

$$61 : 7 = 8 \text{ con resto di } 5$$

$$7 \times 1 = 7$$

$$7 \times 2 = 14$$

...

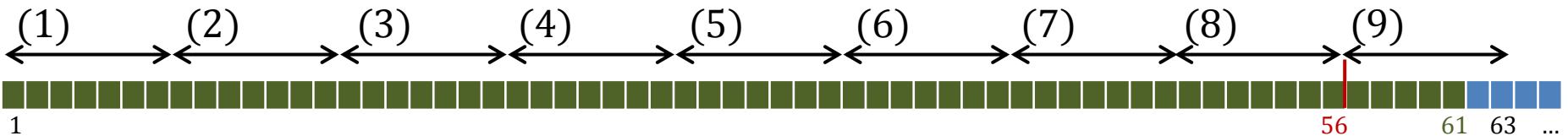
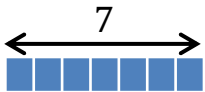
...

$$7 \times 7 = 49$$

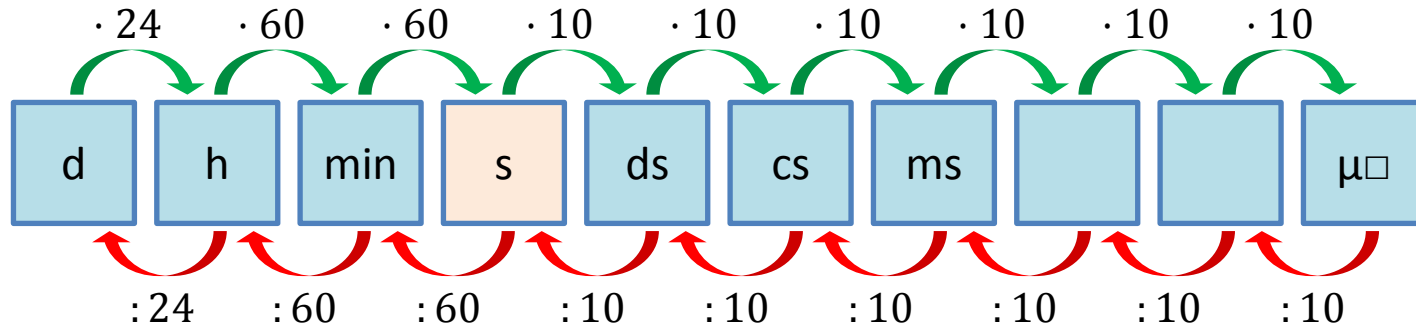
$$7 \times 8 = 56$$

$$7 \times 9 = 63$$

$$61 - 56 = 5$$



CONVERSIONI - TEMPO



$$200 \text{ s} = 200 : 60 \text{ min} \approx 3,3 \text{ min}$$

o meglio: $200 \text{ s} = 3 \text{ min} + 20 \text{ s}$

$$200 \text{ s} : 60 = 3 \text{ min}$$

con resto di 20 s

$$73\,000 \text{ s} = 73\,000 : 60^2 \text{ h} \approx 20,28 \text{ h}$$

o meglio: $73\,000 \text{ s} = 1\,216 \text{ min} + 40 \text{ s} = 20 \text{ h} + 16 \text{ min} + 40 \text{ s}$

$$73\,000 \text{ s} : 60 = 1\,216 \text{ min}$$

con resto di 40 s

$$1\,216 \text{ min} : 60 = 20 \text{ h}$$

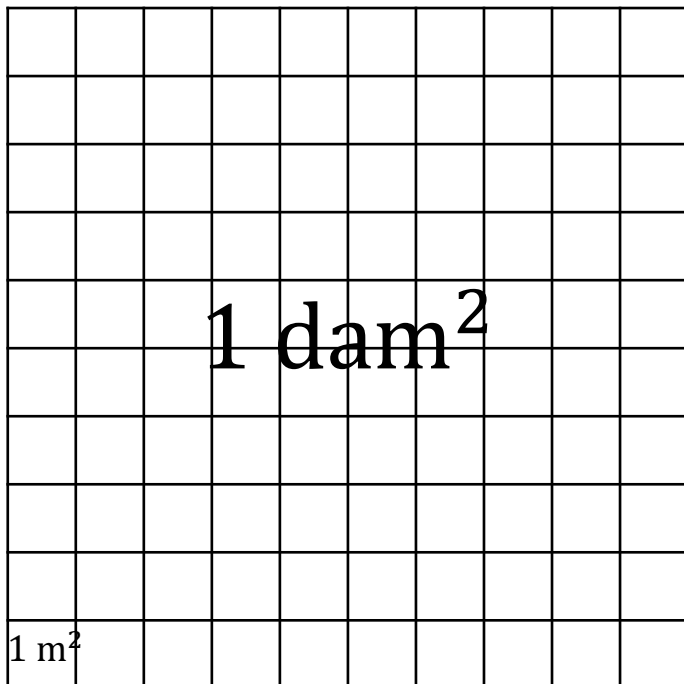
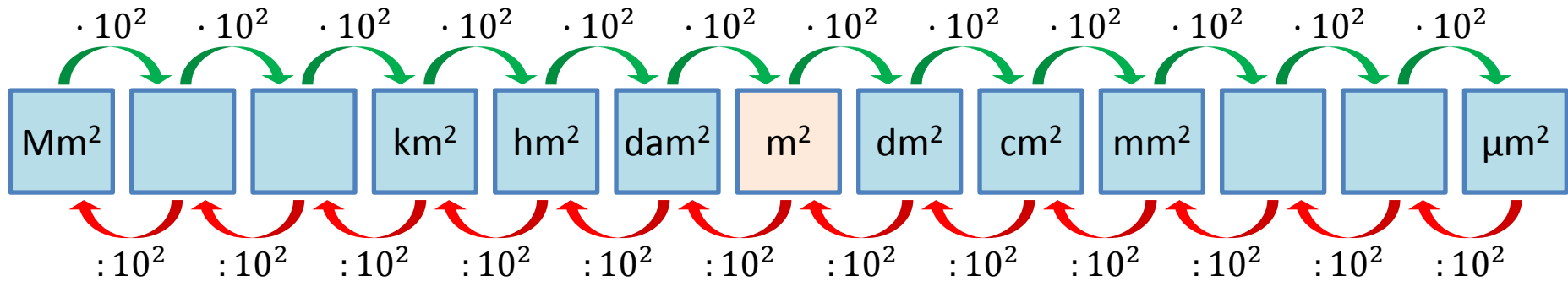
con resto di 16 min

GRANDEZZE DERIVATE

Dalle 7 unità di misura delle grandezze fondamentali si ricavano le unità di misura di tutte le altre grandezze, che vengono perciò dette derivate.

Grandezza	Unità di misura	Simbolo	Operazione
Area	metro quadro	m^2	$m \cdot m$
Volume	metro cubo	m^3	$m \cdot m \cdot m$
Velocità	metri al secondo	m/s	m/s
Densità	kilogrammi su metro cubo	kg/m^3	kg/m^3
Forza	newton	N	$kg \cdot m/s^2$
...

CONVERSIONI - AREA



$$1 \text{ dam}^2 = 100 \text{ m}^2$$

$$6 \text{ m}^2 = 600 \text{ dm}^2$$

$$6 \text{ m}^2 = 60\,000 \text{ cm}^2$$

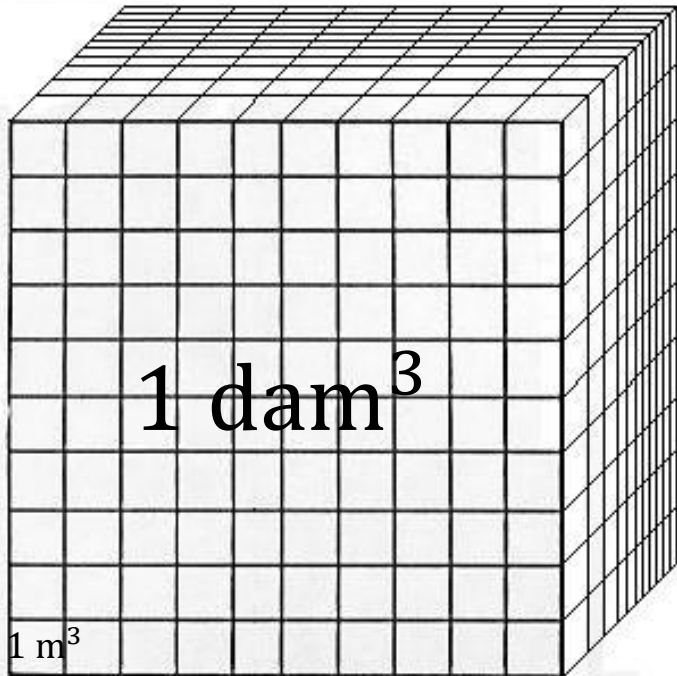
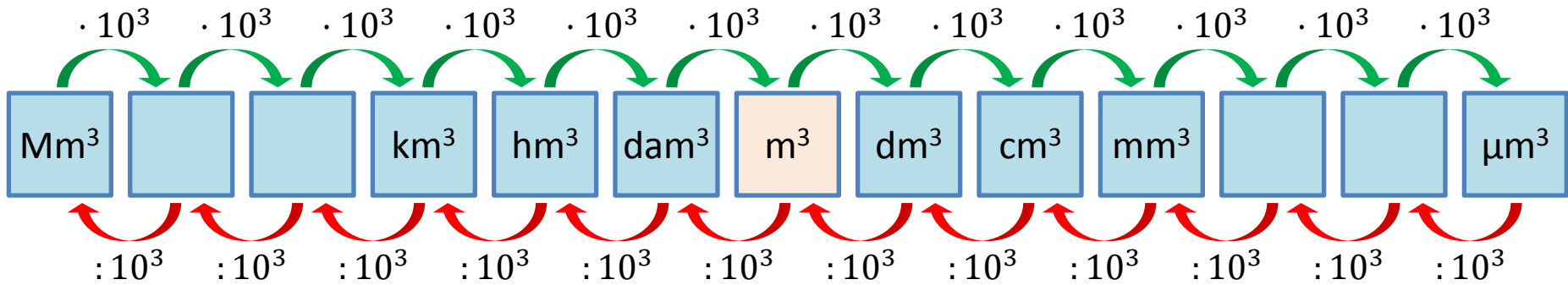
$$6 \text{ cm}^2 = 0,06 \text{ dm}^2$$

$$6 \text{ cm}^2 = 0,0006 \text{ m}^2$$

$$120 \text{ m}^2 = 0,012 \text{ hm}^2$$

$$6,12 \text{ dam}^2 = 61\,200 \text{ dm}^2$$

CONVERSIONI - VOLUME



$$1 \text{ dam}^3 = 1\,000 \text{ m}^3$$

$$6 \text{ m}^3 = 6\,000 \text{ dm}^3$$

$$6 \text{ m}^3 = 6\,000\,000 \text{ cm}^3$$

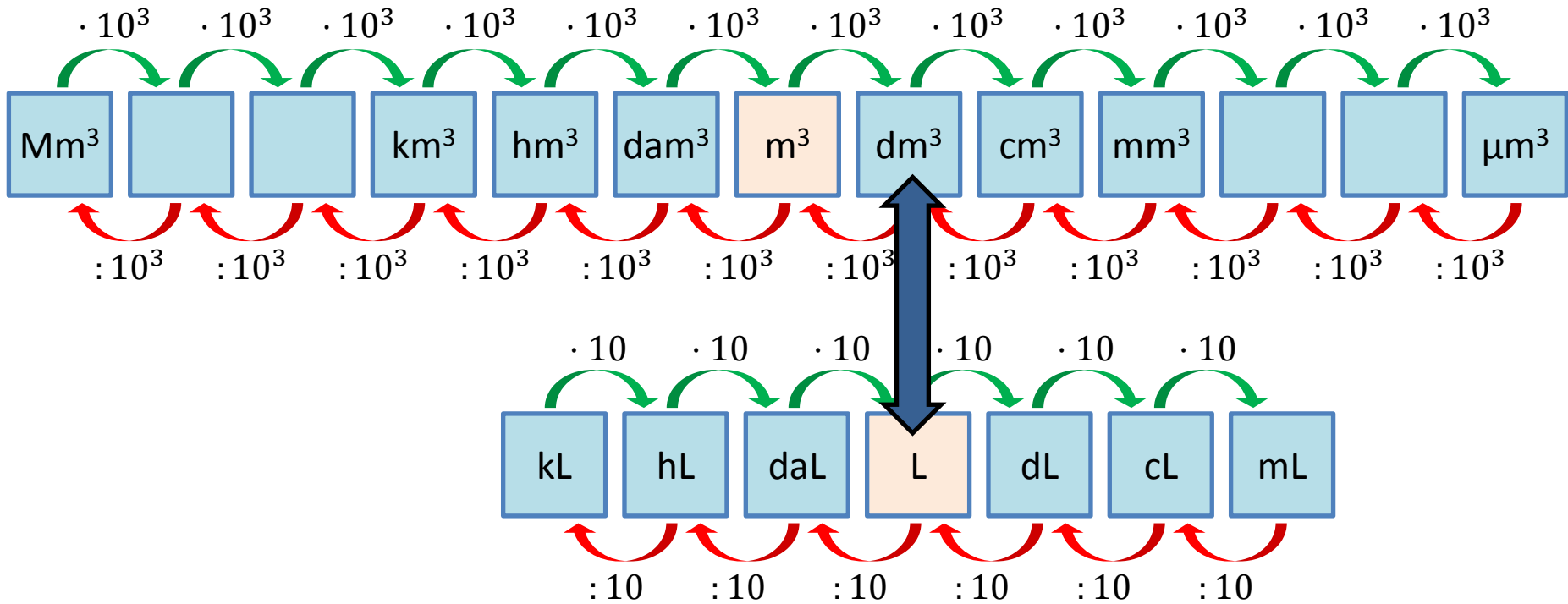
$$6 \text{ cm}^3 = 0,006 \text{ dm}^3$$

$$6 \text{ cm}^3 = 0,000006 \text{ m}^3$$

$$13,6 \text{ m}^3 = 0,0000136 \text{ hm}^3$$

$$14\,000 \text{ mm}^3 = 0,014 \text{ dm}^3$$

CONVERSIONI - VOLUME



$$7 \text{ L} = 7 \text{ dm}^3$$

$$0,33 \text{ L} = 330 \text{ mL}$$

$$1,5 \text{ L} = 1,5 \text{ dm}^3 = 1\,500 \text{ cm}^3$$

$$14 \text{ dm}^3 = 14 \text{ L} = 1,4 \text{ daL}$$

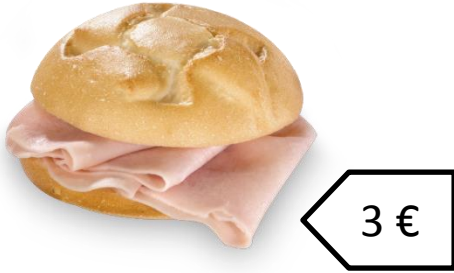
$$0,01 \text{ hL} = 1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 1\,000 \text{ cm}^3$$

$$640 \text{ mL} = 0,64 \text{ L} = 0,64 \text{ dm}^3 = 640 \text{ cm}^3$$

$$6,2 \text{ daL} = 620 \text{ L} = 620 \text{ dm}^3 = 0,62 \text{ m}^3$$

$$7\,200 \text{ mL} = 7,2 \text{ L} = 7,2 \text{ dm}^3 = 0,0000072 \text{ dam}^3$$

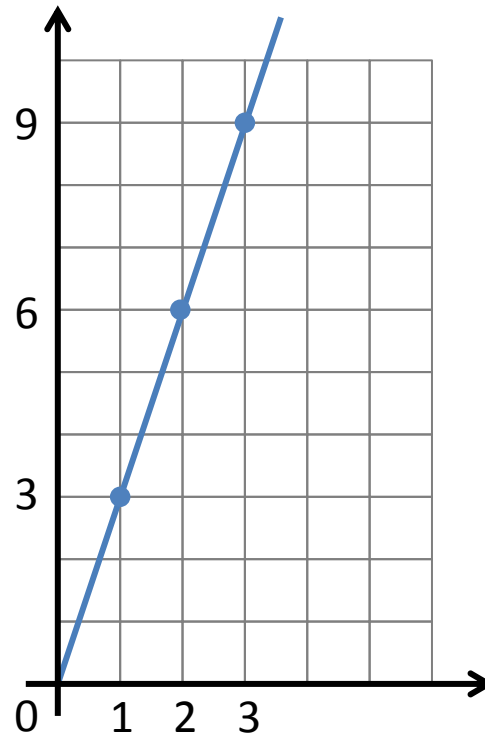
Che relazione c'è tra le grandezze x e y ?



x : numero di panini acquistati

y : spesa totale

x	y
0	0
1	3
2	6
3	9
4	12
5	15
...	...



$$y = 3x$$

PROPORZIONALITA' DIRETTA

Due grandezze x e y si dicono **direttamente proporzionali** se:

- quando x raddoppia, y raddoppia;
- quando x triplica, y triplica...

Se x e y sono direttamente proporzionali, valgono le seguenti proprietà:

1. Sono legate dalla relazione: $y = k x$
2. Il loro rapporto è costante: $\frac{y}{x} = k$
3. Il grafico è una retta che passa per l'origine.

Il numero k si dice costante di proporzionalità diretta.

Che relazione c'è tra le grandezze x e y ?

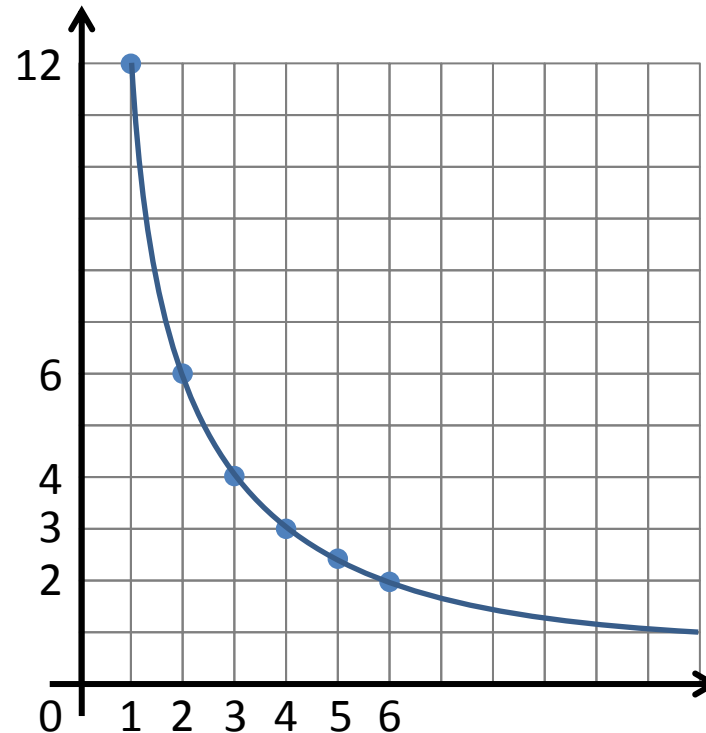


12 panini

x : numero di bambini da sfamare

y : numero di panini a bambino

x	y
1	12
2	6
3	4
4	3
5	2,4
6	2
...	...



$$y = \frac{12}{x}$$

PROPORZIONALITA' INDIRETTA

Due grandezze x e y si dicono **indirettamente proporzionali** se:

- quando x raddoppia, y diventa la metà;
- quando x triplica, y diventa un terzo...

Se x e y sono indirettamente proporzionali, valgono le seguenti proprietà:

1. Sono legate dalla relazione: $y = \frac{k}{x}$
2. Il loro prodotto è costante: $x \cdot y = k$
3. Il grafico è un arco di iperbole equilatera.

Il numero k si dice costante di proporzionalità inversa.

A parità di volume, qual è il liquido più pesante?



Volume

$$3 \text{ m}^3$$

Massa

$$4\,200 \text{ kg}$$

Densità

$$\frac{4\,200 \text{ kg}}{3 \text{ m}^3} = 1\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



Volume

$$5 \text{ m}^3$$

Massa

$$6\,500 \text{ kg}$$

Densità

$$\frac{6\,500 \text{ kg}}{5 \text{ m}^3} = 1\,300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

DENSITA'

La **densità** d di un corpo è uguale al rapporto tra la sua massa m e il suo volume V .

$$d = \frac{m}{V}$$

L'unità di misura della densità è: $[d] = \frac{kg}{m^3}$

Nota Bene

- La densità indica la massa che avrebbe un volume unitario (cioè 1 m^3) di quel corpo.
- Supponendo costante il volume del corpo, la densità è direttamente proporzionale alla massa del corpo.
- Supponendo costante la massa del corpo, la densità è inversamente proporzionale al volume del corpo.

CONVERSIONI - VELOCITÀ E DENSITÀ

$$190 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 190 \frac{1\,000 \text{ g}}{1\,000\,000 \text{ cm}^3} = 0,19 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

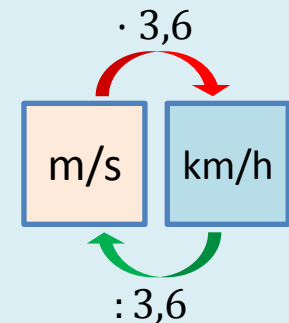
$$0,2 \frac{\text{dag}}{\text{m}^3} = 0,2 \frac{10 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$1\,974 \frac{\text{hg}}{\text{dm}^3} = 1\,974 \frac{0,1 \text{ kg}}{1\,000 \text{ cm}^3} = 0,1974 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

$$130 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 130 \frac{1\,000 \text{ m}}{60^2 \text{ s}} = 130 \frac{1\,000 \text{ m}}{3\,600 \text{ s}} = 36,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$2,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2,3 \frac{0,001 \text{ km}}{\frac{1}{60^2} \text{ h}} = 2,3 \frac{0,001 \text{ km}}{\frac{1}{3\,600} \text{ h}} = 8,28 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Per la conversione da m/s a km/h (o viceversa) vale:



CARATTERISTICHE DI UNO STRUMENTO DI MISURA

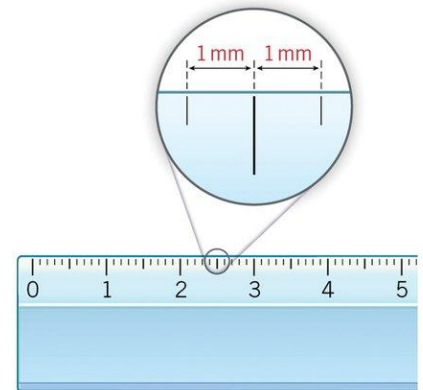
Portata

La portata di uno strumento è il più grande valore che lo strumento può misurare.



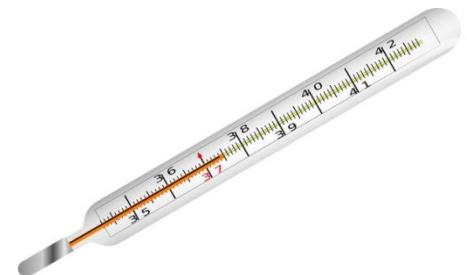
Sensibilità

La sensibilità di uno strumento è il più piccolo valore della grandezza che lo strumento può distinguere.



Prontezza

La prontezza di uno strumento indica la rapidità con cui esso risponde ad una variazione della quantità da misurare.



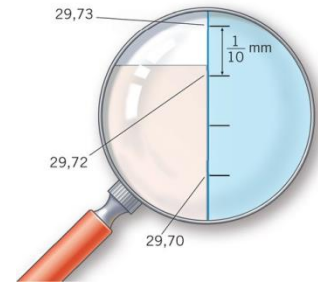
L'INCERTEZZA DELLA MISURA

E' impossibile fare una misura esatta.

L'incertezza della misura può essere dovuta a:

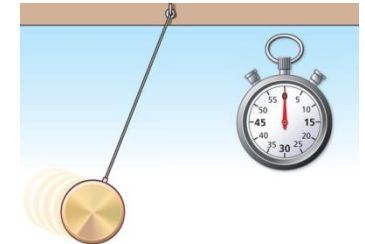
1. Incertezza dello strumento

Dovuta alla limitata sensibilità dello strumento.



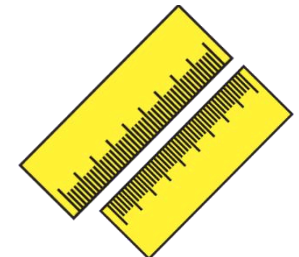
2. Errori casuali

Variano in modo imprevedibile, alcune volte sono per difetto e altre per eccesso.



3. Errori sistematici

Avvengono sempre nello stesso senso.



COME ESPRIMERE UNA MISURA

$$L = \bar{x} \pm \Delta x$$

↓ valore probabile

↑ Incertezza assoluta

Caso 1 - misura singola

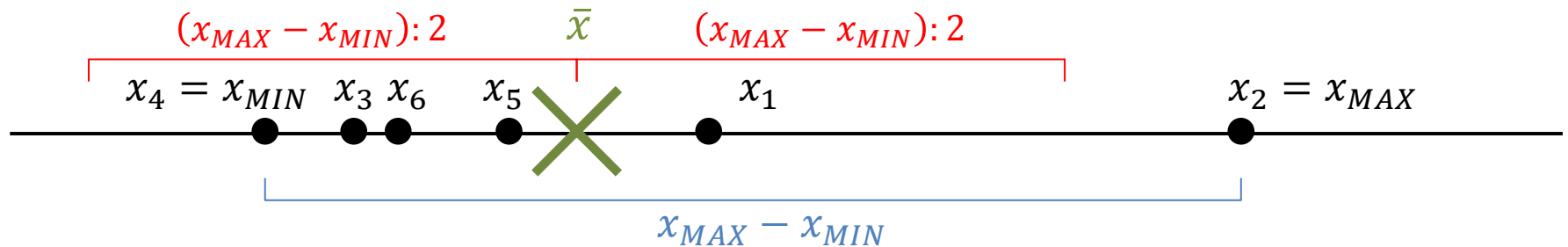
\bar{x} = valore letto sullo strumento

Δx = sensibilità dello strumento*

Caso 2 - misure ripetute

\bar{x} = media delle misure = $\frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$
(la media cancella gli errori casuali)

Δx = semidispersione* = $\frac{x_{MAX} - x_{MIN}}{2}$



* o valore stabilito con buon senso

APPROSSIMARE UNA MISURA

Di norma, il valore probabile di una misura va approssimato in modo che abbia la stessa precisione dell'incertezza.

$$(193,48 \pm 100) \text{ cm} = (200 \pm 100) \text{ cm}$$

$$(193,48 \pm 10) \text{ cm} = (190 \pm 10) \text{ cm}$$

$$(193,48 \pm 1) \text{ cm} = (193 \pm 1) \text{ cm}$$

$$(193,48 \pm 0,1) \text{ cm} = (193,5 \pm 0,1) \text{ cm}$$

$$(193,48 \pm 0,01) \text{ cm} = (193,48 \pm 0,01) \text{ cm}$$

Nota Bene

Se la cifra a destra è maggiore o uguale a 5, si approssima per eccesso.

Se la cifra a destra è minore di 5, si approssima per difetto.

INCERTEZZA RELATIVA E PERCENTUALE

Incertezza relativa

L'incertezza relativa di una misura è il rapporto tra l'incertezza assoluta Δx e il valore probabile \bar{x} .

$$E_r = \frac{\Delta x}{\bar{x}}$$

Incertezza percentuale

L'incertezza percentuale di una misura è l'incertezza relativa, espressa in forma percentuale.

$$E_p = E_r \cdot 100$$

Nota Bene

- L'incertezza relativa e l'incertezza percentuale sono adimensionali.

NOTAZIONE SCIENTIFICA

Un numero si dice scritto in *notazione scientifica* se è il prodotto di:

- Un *coefficiente* (con una cifra diversa da zero prima della virgola)
- Una *potenza di 10*

$$9134,8 = 913,48 \cdot 10 = 91,348 \cdot 10^2 = 9,1348 \cdot 10^3$$

$$0,00341 = 0,0341 \cdot 10^{-1} = 0,341 \cdot 10^{-2} = 3,41 \cdot 10^{-3}$$

L'*ordine di grandezza* del numero è la potenza di 10 che meglio approssima quel numero.

$$4,971 \cdot 10^3 \rightarrow \text{o. d. g.} = 3$$

Se il coefficiente è minore di 5, si approssima per difetto.

$$6,971 \cdot 10^3 \rightarrow \text{o. d. g.} = 4$$

Se il coefficiente è maggiore o uguale a 5, si approssima per eccesso.

OPERAZIONI CON NUMERI IN NOTAZIONE SCIENTIFICA

Alcune proprietà delle potenze:

$$a^m \times a^n = a^{m+n} \quad a^m : a^n = a^{m-n} \quad (a^m)^n = a^{m \cdot n}$$

$$(3 \cdot 10^4) \times (5 \cdot 10^2) = 15 \cdot 10^{4+2} = 15 \cdot 10^6$$

$$(9 \cdot 10^5) : (3 \cdot 10^2) = 3 \cdot 10^{5-2} = 3 \cdot 10^3$$

$$(2 \cdot 10^4)^3 = 8 \cdot 10^{4 \times 3} = 8 \cdot 10^{12}$$

Non si applicano proprietà delle potenze a somme e differenze:

$$(2 \cdot 10^4) + (3 \cdot 10^2) \neq 5 \cdot 10^6$$

$$(2 \cdot 10^4) + (3 \cdot 10^2) = 20000 + 300 = 20300$$