

MISURA delle GRANDEZZE FISICHE

FONDAMENTALI

intervallo di tempo

lunghezza

massa

...

$[T]$

$[L]$

$[M]$

dimensione

unità
di misura

s
m
kg



MISURA delle GRANDEZZE FISICHE

DERIVATE

area = lunghezza $\times$ lunghezza

$$\rightarrow [A] = [L \times L] = [L^2] \quad m^2$$

velocità = lunghezza / tempo

$$\rightarrow [v] = [L/T] = [LT^{-1}] \quad \frac{m}{s}$$

unità
di misura

dimensioni $\leftarrow$ NON SONO i VALORI !

$$A = f \cdot l_1 \times l_2$$



MISURA delle
GRANDEZZE FISICHE FONDAMENTALI

SISTEMA
INTERNAZIONALE



UNITA' di MISURA del SISTEMA INTERNAZIONALE

UNITA' BASE	UNITA' di MISURA	SIMBOLO	DEFINIZIONE (pre-2019)
INTERVALLO di TEMPO [T]	secondo	s	durata di 9192631770 oscillazioni in una transizione "iperfina" di ^{133}Cs
LUNGHEZZA [L]	metro	m	cammino della luce nel vuoto in $1/299792458$ s
MASSA [M]	chilogrammo	kg	massa del prototipo internazionale
INTENSITA' di CORRENTE ELETTRICA [I]	ampere	A	corrente continua tra due fili paralleli a 1 m tale da generare una forza di $2 \times 10^{-7} \text{ N}$ su 1 m di filo
TEMPERATURA [Θ]	Kelvin	K	temperatura pari a $1/273.16$ del punto triplo dell'acqua
QUANTITA' di SOSTANZA [mol]	mole	mol	quantita' elementari pari al numero di atomi in 12 g di ^{12}C
INTENSITA' LUMINOSA [I _v]	candela	cd	intensita' di $1/683 \text{ W/sterad}$ di luce a $5.4 \times 10^{14} \text{ Hz}$

COSTANTI FISICHE FONDAMENTALI

COSTANTE	SIMBOLO	VALORE
frequenza transizione hf ^{133}Cs	$\Delta\nu_{\text{cs}}$	9192631 770 $\frac{1}{\text{s}}$ (Hz)
Velocità della luce nel vuoto	c	299 972 458 m/s
costante di Planck	h	$6.626\,070\,15 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \left(\frac{\text{kg m}^2}{\text{s}} \right)$
Carica elementare	e	$1.602\,176\,634 \times 10^{-19} \text{ coulomb (A}\cdot\text{s)}$
costante di Boltzmann	k_B	$1.380\,649 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \left(\frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2 \text{ K}} \right)$
costante di Avogadro	N_A	$6.022\,140\,76 \times 10^{23} \text{ 1/mol}$
efficienza luminosa	K_d	683 lm/W $\left(\frac{\text{cd}\cdot\text{sr}\cdot\text{s}^3}{\text{kg m}^2} \right)$



UNITA' DI MISURA S.I. e COSTANTI FISICHE FONDAMENTALI

GRANDEZZA	UNITA' di MISURA	SIMBOLO	DEFINIZIONE (post-2019)
INTERVALLO di TEMPO	secondo	s	$1 \text{ s} = \frac{9192\,631\,770}{\Delta V_{\text{cs}}}$
LUNGHEZZA	metro	m	$1 \text{ m} = \frac{c}{299\,792\,458} \text{ s}$
MASSA	chilogrammo	kg	$1 \text{ kg} = \frac{h}{6.626\,070\,15 \times 10^{-34}} \frac{\text{s}}{\text{m}^2}$
INTENSITA' di CORRENTE ELETTRICA	ampere	A	$1 \text{ A} = \frac{e}{1.602\,176\,634 \times 10^{-19}} \frac{1}{\text{s}}$
TEMPERATURA	kelvin	K	$1 \text{ K} = \frac{1.380\,649 \times 10^{-23}}{k_B} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$
QUANTITA' di SOSTANZA	mole	mol	$1 \text{ mol} = \frac{6.022\,140\,76 \times 10^{23}}{N_A}$
INTENSITA' LUMINOSA	candela	cd	$1 \text{ cd} = \frac{k_{\text{cd}}}{683} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3 \cdot \text{sr}}$

NB: $1 \text{ s} = \left(\frac{1}{\Delta V_{\text{cs}}} \right)^{\text{s}} 9192\,631\,770$

← unità naturale →

$$1 \text{ m} = \frac{c}{299\,792\,458} \cdot \frac{9192\,631\,770}{\Delta V_{\text{cs}}} = \left(\frac{c}{\Delta V_{\text{cs}}} \right) \frac{9192\,631\,770}{299\,792\,458} = \left(\frac{c}{\Delta V_{\text{cs}}} \right)^{\text{m}} 30.66331899$$

UNITA' DI MISURA S.I. e COSTANTI FISICHE FONDAMENTALI

GRANDEZZA	UNITA' di MISURA	SIMBOLO	DEFINIZIONE (post-2019)
INTERVALLO di TEMPO	secondo	s	$1\text{ s} = \frac{9\,192\,631\,770}{\Delta\nu_{\text{Cs}}}$
LUNGHEZZA	metro	m	$1\text{ m} = \frac{c}{299\,792\,458}\text{ s}$
MASSA	chilogrammo	kg	$1\text{ kg} = \frac{h}{6.626\,070\,15 \times 10^{-34}} \frac{\text{s}}{\text{m}^2}$
INTENSITA' di CORRENTE ELETTRICA	ampere	A	$1\text{ A} = \frac{e}{1.602\,176\,634 \times 10^{-19}} \frac{1}{\text{s}}$
TEMPERATURA	Kelvin	K	$1\text{ K} = \frac{1.380\,649 \times 10^{-23}}{k_B} \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}$
QUANTITA' di SOSTANZA	mole	mol	$1\text{ mol} = \frac{6.022\,140\,76 \times 10^{23}}{N_A}$
INTENSITA' LUMINOSA	candela	cd	$1\text{ cd} = \frac{k_{\text{cd}}}{683} \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^3 \text{ sr}}$

NB : dalla teoria alla pratica ...



GRANDEZZE DERIVATE nel S.I.

Grandezza fisica	Simbolo della grandezza fisica	Nome dell'unità SI	Simbolo dell'unità SI	Equivalenza in termini di unità fondamentali SI	
Nomi e simboli speciali					
frequenza	f, ν	hertz	Hz	s^{-1}	
forza	F	newton	N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$	
pressione	p	pascal	Pa	$N \cdot m^{-2}$	$kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$
energia, lavoro, calore, entalpia	$E, W/L, Q, H$	joule	J	$N \cdot m$	$kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
potenza	P	watt	W	$J \cdot s^{-1}$	$kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$
viscosità dinamica	μ, η	poiseuille	Pl	$Pa \cdot s$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
carica elettrica	q	coulomb	C	$A \cdot s$	
potenziale elettrico, forza elettromotrice, tensione elettrica	V, fem	volt	V	$J \cdot C^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
resistenza elettrica	R	ohm	Ω	$V \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
conduttanza elettrica	G	siemens	S	$A \cdot V^{-1}$	$s^3 \cdot A^2 \cdot m^{-2} \cdot kg^{-1}$
capacità elettrica	C	farad	F	$C \cdot V^{-1}$	$s^4 \cdot A^2 \cdot m^{-2} \cdot kg^{-1}$
densità flusso magnetico	B	tesla	T	$V \cdot s \cdot m^{-2}$	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
flusso magnetico	$\Phi(B)$	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
induttanza	L	henry	H	$V \cdot s \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
temperatura	T	grado Celsius	°C	$K^{[18]}$	
angolo piano ^[19]	α, ϕ, θ	radiante	rad	1	$m \cdot m^{-1}$
angolo solido ^[19]	Ω	steradiane	sr	1	$m^2 \cdot m^{-2}$
flusso luminoso	$\Phi(I), J$	lumen	lm	$cd \cdot sr$	
illuminamento	E_l	lux	lx	$cd \cdot sr \cdot m^{-2}$	
potere diottrico	D_o	diottria	D	m^{-1}	
attività di un radionuclide ^[20]	A_R	becquerel	Bq	s^{-1}	
dose assorbita	D	gray	Gy	$J \cdot kg^{-1}$	$m^2 \cdot s^{-2}$
dose equivalente, dose efficace	H, E_H	sievert	Sv	$J \cdot kg^{-1}$	$m^2 \cdot s^{-2}$
attività catalitica		katal	kat	$mol \cdot s^{-1}$	

<i>Altre grandezze fisiche</i>					
area	A	metro quadro	m^2	m^2	
volume	V	metro cubo	m^3	m^3	
velocità	v	metro al secondo	m/s	$m \cdot s^{-1}$	
accelerazione	a		m/s^2	$m \cdot s^{-2}$	
velocità angolare	ω			$rad \cdot s^{-1}$	s^{-1}
accelerazione angolare	α, ϖ			$rad \cdot s^{-2}$	s^{-2}
densità	ρ, d	chilogrammo al metro cubo	kg/m^3	$kg \cdot m^{-3}$	
molarità SI ^[21]	M			$mol \cdot dm^{-3}$	
volume molare	V_m			$m^3 \cdot mol^{-1}$	

GRANDEZZE DERIVATE nel S.I.

Nome	Simbolo	Equivalenza in termini di unità fondamentali SI
minuto primo	min	1 min = 60 s
ora	h	1 h = 60 min = 3 600 s
giorno	d	1 giorno = 24 h = 1 440 min = 86 400 s
litro	l, L ^[11]	1 L = 1 dm ³ = 1 × 10 ⁻³ m ³
grado d'arco	°	1° = (π/180) rad
minuto primo (angolo)	'	1' = (1/60)° = (π/10 800) rad
minuto secondo (angolo)	"	1" = (1/60)' = (π/648 000) rad
ettaro	ha	1 ha = 1 hm ² = 1 × 10 ⁴ m ²
tonnellata	t	1 t = 1 Mg = 1 × 10 ³ kg = 1 × 10 ⁶ g

unità non S.I.
accettate

Nome	Simbolo	Equivalenza in termini di unità fondamentali SI (2016)	Equivalenza in termini di unità fondamentali SI (2019)
elettronvolt	eV	1 eV = 1,60217653(14) × 10 ⁻¹⁹ J	1 eV = 1,602176634 × 10 ⁻¹⁹ J
unità di massa atomica	u	1 u = 1 Da = 1,66053886(28) × 10 ⁻²⁷ kg	1 u = 1 Da = 1,66053906660(50) × 10 ⁻²⁷ kg
unità astronomica	ua	1 au = 1,49597870691(6) × 10 ¹¹ m	1 au = 149 597 870 700 m ^[25]

Nome	Simbolo	Equivalenza in termini di unità fondamentali SI
ångström	Å	1 Å = 0,1 nm = 1 × 10 ⁻¹⁰ m
miglio nautico	nm	1 miglio nautico = 1 852 m
nodo	kn	1 nodo = 1 miglio nautico all'ora = (1 852/3 600) m/s
barn	b	1 b = 100 fm ² = 1 × 10 ⁻²⁸ m ²
bar	bar	1 bar = 0,1 MPa = 100 kPa = 1 000 hPa = 10 ⁵ Pa
millimetro di mercurio	mmHg	1 mmHg ≈ 133,322 Pa
neper ^[27]	Np	1 Np = e qualsiasi unità fondamentale del SI
bel ^[27]	B	1 B = (ln 10)/2 Np = 10 qualsiasi unità fondamentale del SI

PREFISSI nel S.I.

10^n	Prefisso	Simbolo	Nome	Equivalente decimale
10^{30}	quetta	Q	Quintilione	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{27}	ronna	R	Quadriliardo	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{24}	yotta	Y	Quadrilione	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{21}	zetta	Z	Triliardo	1 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{18}	exa	E	Trilione	1 000 000 000 000 000 000 000
10^{15}	peta	P	Biliardo	1 000 000 000 000 000 000
10^{12}	tera	T	Bilione	1 000 000 000 000
10^9	giga	G	Miliardo	1 000 000 000
10^6	mega	M	Milione	1 000 000
10^3	chilo	k	Mille	1 000
10^2	etto	h	Cento	100
10^1	deca	da	Dieci	10
10^0			Uno	1
10^{-1}	deci	d	Decimo	0,1
10^{-2}	centi	c	Centesimo	0,01
10^{-3}	milli	m	Millesimo	0,001
10^{-6}	micro	μ	Milionesimo	0,000 001
10^{-9}	nano	n	Miliardesimo	0,000 000 001
10^{-12}	pico	p	Bilionesimo	0,000 000 000 001
10^{-15}	femto	f	Biliardesimo	0,000 000 000 000 001
10^{-18}	atto	a	Trilionesimo	0,000 000 000 000 000 001
10^{-21}	zepto	z	Triliardesimo	0,000 000 000 000 000 000 001
10^{-24}	yocto	y	Quadrilionesimo	0,000 000 000 000 000 000 000 001
10^{-27}	ronto	r	Quadriliardesimo	0,000 000 000 000 000 000 000 000 001
10^{-30}	quecto	q	Quintilionesimo	0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 001

REGOLE di SCRITTURA

Nomi delle unità di misura sempre minuscoli
senza accenti o altri segni grafici

Nomi delle unità non declinati

Simboli delle unità di misura con l'iniziale
maiuscola tranne i derivati da nomi propri

Simboli non seguiti dal punto a meno
della fine periodo

Simboli seguono sempre valori numerici

Prodotto di due o più unità indicato con
punto a metà altezza o spazio

Quoziente tra unità con barra o
esponenti negativi

ampere NON Ampère

4 ampere NON 4 amperes

mol NON Mol

N (newton) NON n (Newton)

5 m NON 5 m.

18 kg NON kg 18

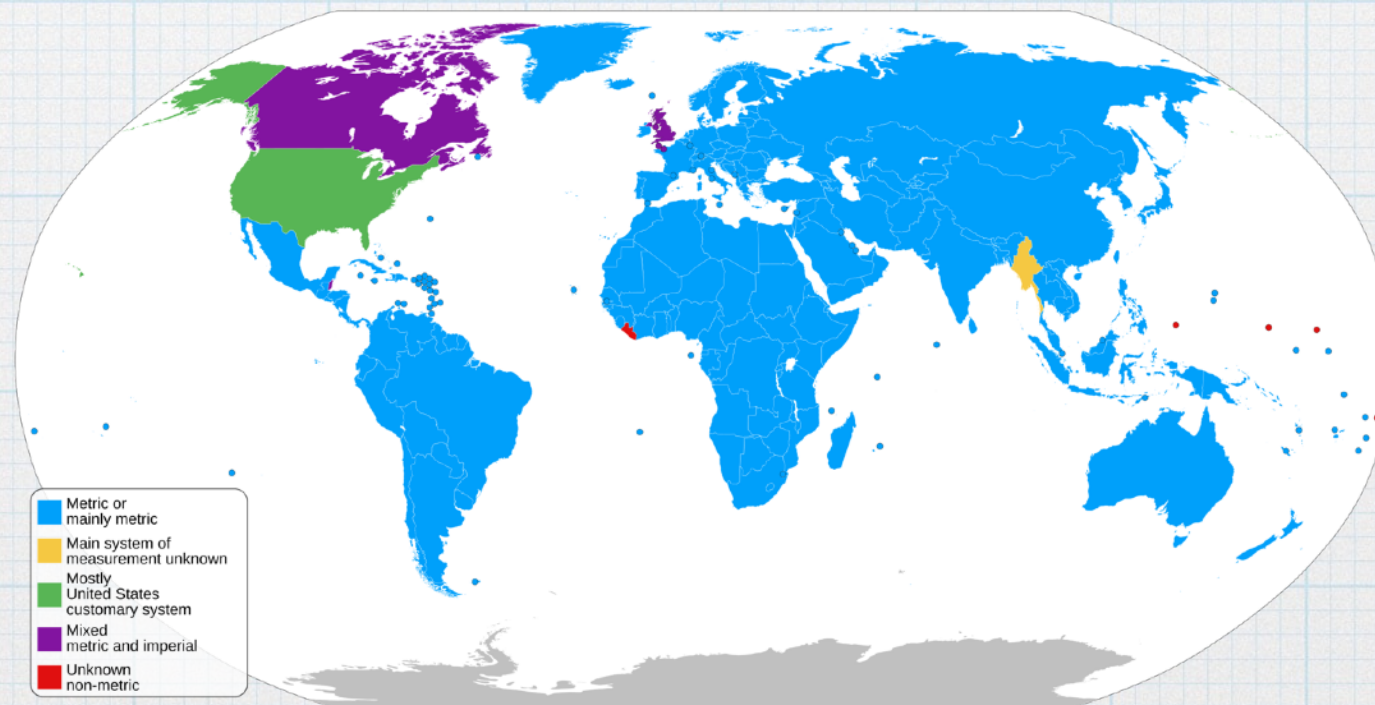
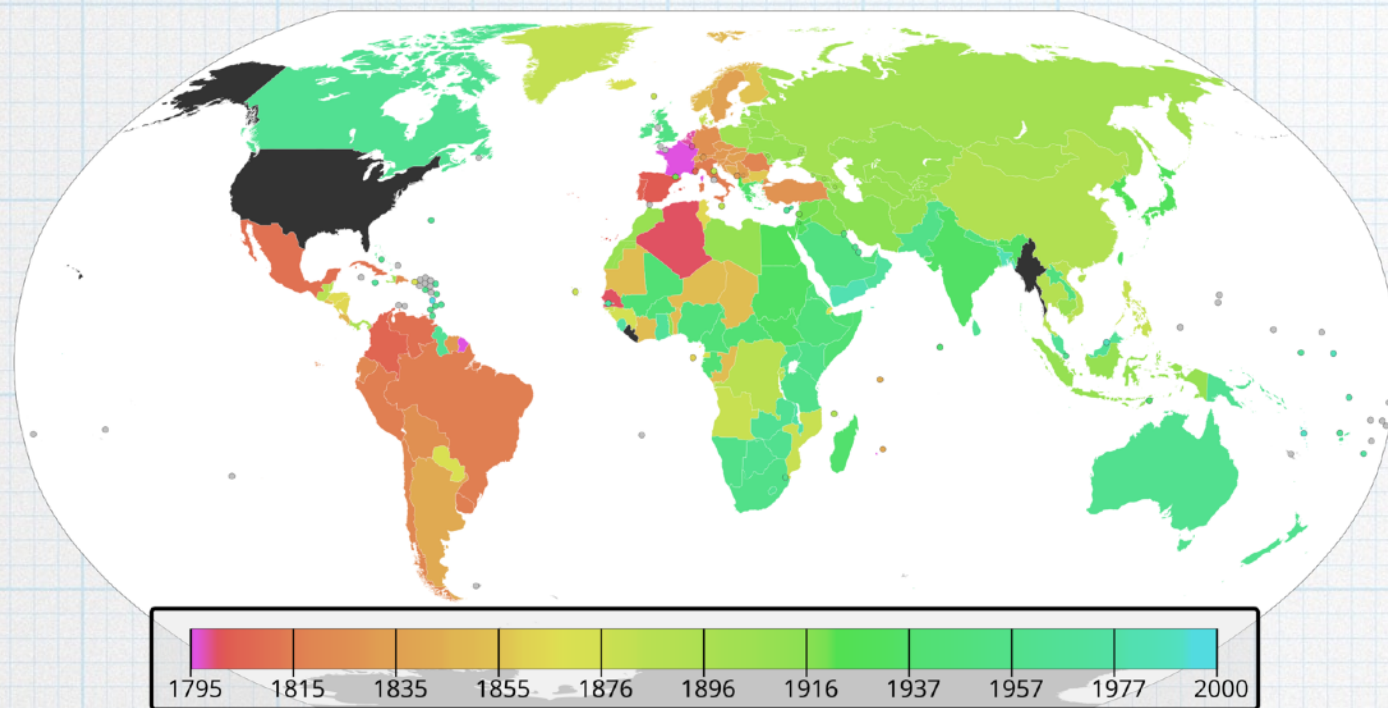
Nm oppure N·m

J/s oppure $J s^{-1}$

REGOLE di SCRITTURA

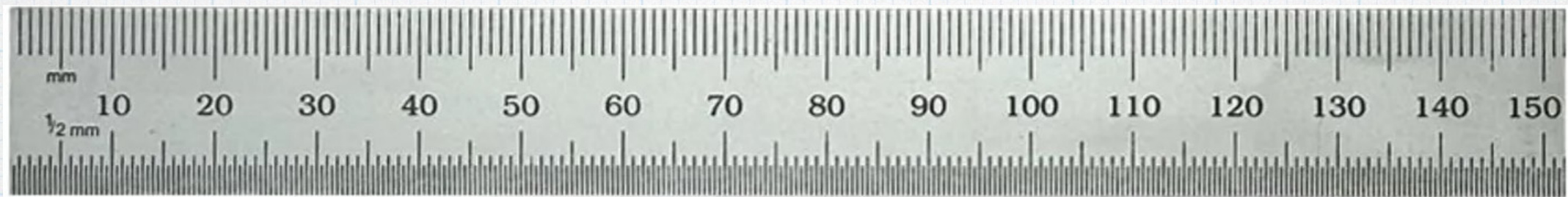


Il S.I. nel mondo



MISURE delle GRANDEZZE FISICHE :

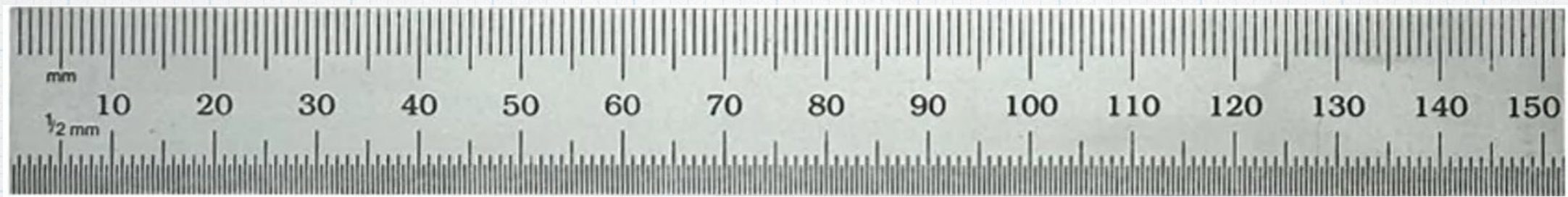
numeri , cifre , incertezze



$(147 \pm ?) \text{ mm}$

MISURE delle GRANDEZZE FISICHE :

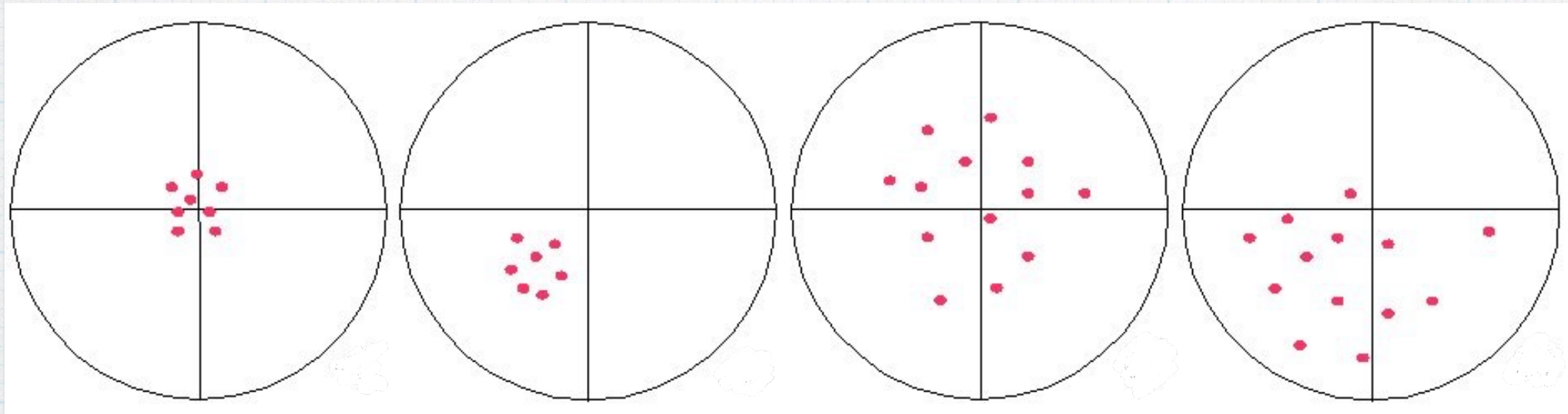
numeri , cifre , incertezze



$(143 \pm ?)$ mm

MISURE delle GRANDEZZE FISICHE :

numeri , cifre , incertezze



PRECISIONE e ACCURATEZZA
e TEMPO di RISPOSTA, SENSIBILITÀ...

MISURE delle GRANDEZZE FISICHE:

numeri, cifre, incertezze

Numeri della matematica (e della fisica)

-3 , 4.0 , $\sqrt{7}$, $\frac{\pi}{3}$, $6i$, $\frac{1}{e}$, $\ln 2$, ...

Numeri della fisica

16.4 m , 16.400 m , $(27 \pm 2)^\circ\text{C}$, ...

LE CIFRE POSSONO AVERE
DIFFERENTE SIGNIFICATIVITÀ



MISURE delle GRANDEZZE FISICHE :

numeri , cifre , incertezze

13.4 ha 3 cifre significative (c.s.)

13.40 ne ha 4

13.400 ne ha 5

0.01 ha 1 c.s.

0.010 ne ha 2

4200. ha 4 c.s.

4200 ne ha ALMENO 2

...00091.93XXX...

significative

incerta

sconosciute

MISURE delle GRANDEZZE FISICHE :

numeri , cifre , incertezze

intervallo di incertezza

$$l = \begin{cases} 12.6 \text{ m} \\ [12.0 - 13.0] \text{ m} \\ (12.5 \pm 0.5) \text{ m} \end{cases} \quad 3 \text{ c.s.}$$

$$l = \begin{cases} 12.54 \text{ m} \\ [12.50 - 12.60] \text{ m} \\ (12.55 \pm 0.05) \text{ m} \end{cases} \quad 4 \text{ c.s.}$$

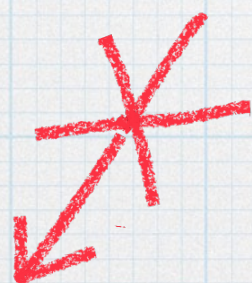
MISURE delle GRANDEZZE FISICHE:

numeri, cifre, incertezze

intervallo di incertezza: notazione scientifica

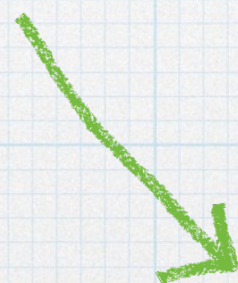
$$(91.3 \pm 0.5) \text{ kg}$$

3 c.s.



$$(91300 \pm 500) \text{ g}$$

? c.s.



$$(9.13 \pm 0.05) \times 10^4 \text{ g}$$

3 c.s.



MISURE delle GRANDEZZE FISICHE:

numeri, cifre, incertezze

cifre significative e operazioni aritmetiche

$$12.3 + 3.456 + 0.03 = \begin{matrix} \nearrow 15.786 \\ \searrow 15.8 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 27.320 & \times & 4.1 & = & \begin{matrix} \nearrow 112.012 \\ \searrow 1.1 \times 10^2 \end{matrix} \end{matrix} \quad \begin{matrix} 5 \text{ c.s.} & & 2 \text{ c.s.} & & \begin{matrix} 6 \text{ c.s.} \\ 2 \text{ c.s.} \end{matrix} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} (6.21 \times 10^{-3}) & : & (0.18 \times 10^{-4}) & = & \begin{matrix} \nearrow 345.00 \\ \searrow 3.5 \times 10^2 \end{matrix} \end{matrix} \quad \begin{matrix} 3 \text{ c.s.} & & 2 \text{ c.s.} & & \begin{matrix} 5 \text{ c.s.} \\ 2 \text{ c.s.} \end{matrix} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} R = 2.5 \text{ cm} & , & C = 2\pi R & = & \begin{matrix} \nearrow 15.7080 \text{ cm} \\ \searrow 1.6 \times 10^1 \text{ cm} \end{matrix} \end{matrix} \quad \begin{matrix} 2 \text{ c.s.} & & & & \begin{matrix} 6 \text{ c.s.} \\ 2 \text{ c.s.} \end{matrix} \end{matrix}$$



MISURE delle GRANDEZZE FISICHE :

numeri , cifre , incertezze

cifre significative e operazioni aritmetiche

