

Appunti

Sistema Internazionale

Concetti di unità di misura.

Si dice **misura**, il procedimento mediante il quale si fa corrispondere un numero ad una grandezza fisica.

MISURA ► NUMERO ◀=▶ GRANDEZZA FISICA

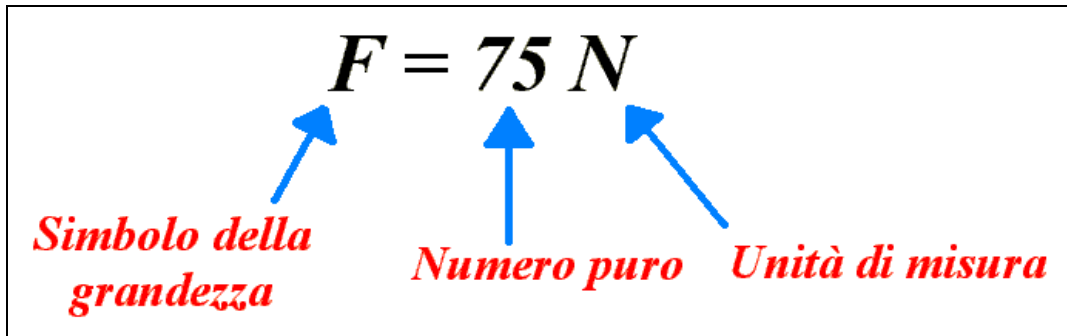
Per misurare una grandezza, occorre sceglierne un'altra della stessa specie da utilizzare come campione ed assegnare ad essa il valore numerico uno, definendo così l'unità di misura.

Ogni grandezza fisica è caratterizzata da un numero seguito da un simbolo (misura e unità).

LE UNITÀ DI MISURA CHE UTILIZZANO CAMPIONI DI GRANDEZZE DI ALTRE SPECIE SI CHIAMANO **UNITÀ DERIVATE**.

PER CONTRO QUALI CHE SIANO DEFINITE DIRETTAMENTE DA UN CAMPIONE, SI DICONO UNITÀ FONDAMENTALI.

EQUAZIONE DIMENSIONALE



$F = 75 N$

*Simbolo della
grandezza* *Numero puro* *Unità di misura*

L'UNITÀ DI MISURA DEVE SEMPRE COMPARIRE
IN UNA EQUAZIONE DIMENSIONALE

$L = 7,5$ ***ERRATO!***

$L = 7,5 m$ ***CORRETTO!***

$L = 7500 mm$ ***CORRETTO!***

**ANALISI/VERIFICA DIMENSIONALE
DELLE ESPRESSIONI**

SISTEMI DI UNITA' DI MISURA

Cenni storici del Sistema Internazionale (SI).

DEFINIZIONE DELLE GRANDEZZE FONDAMENTALI SI

Metro (m)

lunghezza del tragitto compiuto dalla luce nel vuoto in un intervallo di tempo pari a $1/299792458$ di secondo (1983)

secondo (s)

durata di 9.192.631.770 periodi della radiazione corrispondente alla transizione fra due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di Cesio 133. (1967)

kilogrammo (kg)

è il prototipo internazionale realizzato in platino iridio nel 1889 e conservato a Sevres.

Ampère (A)

intensità di corrente elettrica che, mantenuta costante in due conduttori paralleli, rettilinei, di lunghezza infinita, di sezione circolare trascurabile e posti alla distanza di un metro l'uno dall'altro, nel vuoto, produrrebbe tra i due conduttori la forza di $2 \cdot 10^{-7}$ newton su ogni metro di lunghezza. (1946)

kelvin (K)

frazione $1/273.16$ della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua. (1967)

mole (mol)

quantità di sostanza di un sistema che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi in 0.012 kg di Carbonio 12.

Le entità elementari devono essere specificate e possono essere atomi, molecole, ioni, elettroni, ecc., ovvero gruppi specificati di tali particelle. (1971)

Candela (cd)

intensità luminosa in una data direzione di una sorgente che emette una radiazione monocromatica di frequenza $540 \cdot 10^{12}$ Hertz e la cui intensità in quella direzione è 1/683 watt/steradiante. (1979)

ASPETTI NORMATIVI DEL SI

Dal **2000 entra pienamente in vigore il DPR n. 802/1982** che, in attuazione di una Direttiva CEE, stabilisce le unità di misura valide in tutta Europa.

Dal 1° gennaio 2000 entra quindi in vigore anche la sanzione di 500.000 lire per chi usa unità di misura fuorilegge in atti e documenti tecnici, legali o ufficiali (nel parlare e nello scrivere si possono continuare ad usare).

LE UNITA' DI MISURA ABOLITE

- ⇒ il quintale,
- ⇒ la caloria
- ⇒ il cavallo vapore
- ⇒ l'erg
- ⇒ il miglio
- ⇒ l'atmosfera,
- ⇒ il curie,
- ⇒ il carato,

diventano illegali anche l'anno e il mese, che sono unità di misura del tutto inaffidabili e saranno sostituite dal giorno.

diventa illegale anche scrivere

- ⇒ "chilo" anziché "chilogrammo",
- ⇒ "etto" al posto di "ettogrammo"
- ⇒ "mc" invece di "m³"

e bisogna ricordarsi che:

- ⇒ "k" sta per kilo,
- ⇒ "K" sta per kelvin (unità della temperatura termodinamica)
- ⇒ "s" indica il secondo
- ⇒ "S" il siemens (unità di conduttanza),
- ⇒ "t" la tonnellata
- ⇒ "T" il tesla (unità di induzione magnetica)

con eccezione del **litro** che si può scrivere indifferentemente:

- ⇒ "l" o "L".

LE 7 GRANDEZZE FONDAMENTALI DEL SI

Il Sistema Internazionale ha il compito di regolamentare il sistema metrico, ed è attivo da circa vent'anni.

Le **7 grandezze fisiche fondamentali** sono:

Grandezza fondamentale	Simbolo	Unità di misura
Lunghezza	L	m
Massa	M	kg
Tempo	t	s
Intensità di corrente elettrica	i	A
Temperatura	T	K
Intensità luminosa	I	cd
Quantità di sostanza	m	kmol

LA REGOLA DI DERIVAZIONE

La regola di derivazione è scritta con tutti i fattori uguali ad 1.

$$\mathbf{F = M a}$$

Dimensionalmente

$$\mathbf{[F] = [M L/t^2]}$$

ESEMPIO

per derivare l'unità di misura della forza

$$\mathbf{1N = 1 kg 1m/s^2}$$

IL CHILOGRAMMO FORZA

Il kg_f è una unità di misura del sistema tecnico, e non va utilizzata in quanto tale sistema è illegale.

$$1\text{kg}_f = 1\text{kg}_m \, 9.81 \text{ m/s}^2$$

Occorre non confondere i coefficienti (numeri puri) con le grandezze fisiche che compaiono nelle equazioni, il 9.81 che compare nell'ultima formula non è un coefficiente (in particolare \mathbf{g} (9.81) non è una costante e non è adimensionale).

REGOLE FORMALI PER L'IMPIEGO DEL SI

1. I **nomi delle unità** sono considerati nomi comuni e pertanto **si scrivono con l'iniziale minuscola**, anche se alcuni di essi derivano da nomi di scienziati (ampere, kelvin).
2. **Ampere e Kelvin sono invariabili al plurale** ed hanno come simbolo una lettera maiuscola (per esempio A per l'ampere e K per il kelvin).
3. Lo stesso vale per le unità derivate che hanno un nome proprio di persona.
4. **Il simbolo delle unità si deve usare solo quando l'unità è accompagnata dal valore numerico;**
5. **Il simbolo** deve essere scritto in carattere **non corsivo** dopo il valore numerico
6. **Il simbolo non deve essere seguito da un punto**
7. Quando **l'unità non è accompagnata dal valore numerico**, deve essere **scritta per esteso** e non con il simbolo.
8. Quando l'unità SI è troppo grande o troppo piccola per certe misurazioni, è consigliabile **usare suoi multipli** o sottomultipli.

9. Sono consentiti **solo multipli e sottomultipli di fattore 1000** per le unità di misura.

Esiste però un'unica eccezione, il BAR.

$$1\text{BAR} = 10^5 \text{ Pa} \quad (1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2)$$

Questa eccezione è ammessa perché il BAR è una unità di misura molto comoda in quanto 1BAR corrisponde alla pressione atmosferica

MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

Prefisso	Multiplo	Simbolo
tera	10^{12}	T
giga	10^9	G
mega	10^6	M
kilo	10^3	k
-	10^0	-
milli	10^{-3}	m
micro	10^{-6}	μ
nano	10^{-9}	n
pico	10^{-12}	p

Osservando la tabella si comprende che unità di misura quali

- ⇒ il centimetro (cm)
- ⇒ il decimetro (dm)
- ⇒ il quintale,

non sono ammesse e non devono essere utilizzate.

REGOLA DI BASE SULLE GRANDEZZE DERIVATE

È obbligatorio utilizzare le grandezze derivate quando possibile.

ESEMPIO:

CORRETTO!

**75 N
27 Pa**

ERRATO!

**75 kg m/s²
27 N/m²**

GRANDEZZE DERIVATE

unità supplementari SI

angolo piano	radiante	rad	angolo al centro di una circonferenza che sottende un arco di lunghezza pari al raggio. $1\text{rad} = 180^\circ / \pi$
angolo solido	steradiano	sr	angolo che su di una sfera con centro nel vertice dell' angolo intercetta una calotta di area uguale a quella di un quadrato avente lato uguale al raggio della sfera stessa.

GRANDEZZA A-L	unità SI	espressione	altre unità (anche non ammesse nel S.I.)
area	m²		ara, ettaro, barn
accelerazione angolare	rad/s ²		
accelerazione	m/s ²		gal
ammittenza meccanica [4]	m/N*s		
ammittenza acustica [6]	m ⁵ /N*s		
ammittenza elettrica [10]	S (siemens)	1 S = 1 A/V	mho
attività (irraggiamento ionizzante)	Bq (becquerel)	1 Bq = 1 s ⁻¹	curie
consumo specifico (potenza)	kg/J		g _f /CVh, g _f /kWh
consumo specifico (spinta)	kg/N*s		kg/kg _f *h
coefficiente dilatazione lineare	K ⁻¹		°C
coefficiente trasmissione termica	W/m ² *K		kcal/m ² *h*°C
coefficiente di diffusione	m ² /s		
conduttività termica	W/m*K		kcal/m*h*°C
capacità termica	J/K		kcal/°C
capacità termica massica	J/kg*K		kcal/kg*°C
capacità termica molare	J/mol*K		
concentrazione molare volumica	mol/m ³		
concentrazione molare massica	mol/kg		
conduttanza meccanica [4]	m/N*s		
conduttanza acustica [6]	m ⁵ /N*s		
conduttanza elettrica [10]	S (siemens)	1 S = 1 A/V	mho
carica elettrica	C (coulomb)	1 C = 1 A*s	Ah
carica elettrica volumica	C/m ³		
carica elettrica areica	C/m ²		
capacità elettrica	F (farad)	1 F = 1 C/V	
corrente elettrica areica	A/m ²		
corrente elettrica lineica	A/m		
conduttività elettrica	S/m		
dose assorbita, indice di diff. di potenziale magnetico [8]	gray Gy	1 Gy = 1 J/kg	rad, rep, rem amperspira, gilbert
energia volumica	J/m ³		
energia interna entalpia [1] energia libera	J		cal, kcal, Cal, frigoria
energia interna massica entalpia massica [2] energia libera massica	J/kg		cal/g, kcal/kg
entropia	J/K		kcal/K
entropia massica	J/kg*K		kcal/kg*K
energia molare	J/mol		
entropia molare	J/mol*K		
esposizione	C/kg		röntgen
elettrizzazione	V/m		
energia apparente reattiva	VA*s		kVAh, VAh

GRANDEZZA L-V	unità SI	espressione	altre unità (anche non ammesse nel S.I.)
⇒ frequenza	Hz (hertz)	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$	
⇒ forza peso	N (newton)	$1 \text{ N} = 1 \text{ kgm/s}^2$	chilogrammo peso, tonnellata peso, chilopound
⇒ flusso di calore	W		cal/h, kcal/h, cal/s, ...
flusso di calore areico	W/m ²		cal/cm ² *h, kcal/m ² *h, ...
⇒ flusso energetico	W		
⇒ flusso luminoso	lm (lumen)	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$	
forza elettromotrice [7]	V (volt)	$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A}$	
forza magnetomotrice [8]	A		amperspira, gilbert
flusso di induzione magnetica	Wb (weber)	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$	maxwell
impulso massico	m/s		kg _r *s/kg
impedenza meccanica [3]	N*s/m		ohm meccanico
intensità acustica	W/m ²		
impedenza acustica [5]	N*s/m ⁵		ohm acustico
impedenza acustica areica	N*s/m ³		
intensità energetica	m ⁵ /N*s		
⇒ irradiazione	W/m ²		
⇒ illuminamento	lx (lux)	$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$	phot
intensità di campo elettrico	V/m		
intensità di campo magnetico	A/m		oersted
induzione magnetica	T (tesla)	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2$	gauss
induttanza	H (henry)	$1 \text{ H} = 1 \text{ V} \cdot \text{s/A}$	
impedenza elettrica [9]	Ω (ohm)	$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$.

GRANDEZZA L-V	unità SI	espressione	altre unità (anche non ammesse nel S.I.)
⇒ lavoro energia	J (joule)	1 J = 1 N*m	elettronvolt, kg _f *m, CVh, kWh
luminanza	nt (nit)	1 nt = 1 cd/m ²	stilb, apostilb, lambert
massa lineica	kg/m		tex
massa volumica	kg/m ³		t/m ³ , g/l
momento della quantità di moto	kg*m ² /s		
momento d'inerzia	kg*m ²		
momento di una forza, coppia	N*m		kg _f *m
massa molare	kg/mol		
momento elettrico	C*m		
momento elettromagnetico	A*m ²		
momento di un dipolo magnetico	Wb*m		
magnetizzazione	A/m		
numero d'onde	m ⁻¹		
portata in massa	kg/s		
⇒ portata in volume	m ³ /s		
⇒ pressione	Pa (pascal)	1 Pa = 1 N/m ²	bar, millibar, atm normale, atm tecnica, mm _{H2O} , mm _{Hg} , torr, kg _f /m ²
⇒ potenza	W (watt)	1 W = 1 N*m/s = 1 J/s	kg _f *m/s, cavallo vapore
potere calorifico	J/kg		kcal/kg
potenziale elettrico [7]	V (volt)	1 V = 1 W/A	
permettività	F/m		
polarizzazione elettrica	C/m ²		
potenziale vettore magnetico	Wb/m		
⇒ permeabilità	H/m		
polarizzazione magnetica	T		
permeanza	H		
potenza apparente	VA (voltampere)		
potenza reattiva	var		
quantità di moto	kg*m/s		
⇒ quantità di calore [1]	J		cal, kcal, Cal, frigoria
quantità di calore massica [2]	J/kg		cal/g, kcal/kg
⇒ quantità di luce	lm*s		
⇒ quantità d'informazione	bit		byte, erlang, nat, nepit, nit
resilienza	J/m ²		kg _f *m/cm ²
rigidezza	N/m		kg _f /m
reattanza meccanica [3]	N*s/m		ohm meccanico
resistenza meccanica			
reattanza acustica [5]			
resistenza acustica	N*s/m ⁵		ohm acustico

radianza $W/m^2 \cdot sr$

GRANDEZZA L-V	unità SI	espressione	altre unità (anche non ammesse nel S.I.)
resistenza elettrica [9] reattanza elettrica	Ω (ohm)	$1 \Omega = 1 V/A$	
resistività elettrica	$\Omega \cdot m$		$\Omega \cdot mm^2/m$
riluttanza	H^{-1}		
suscettanza meccanica [4]	$m/N \cdot s$		
suscettanza acustica [6]	$m^5/N \cdot s$		
spostamento elettrico	C/m^2		
suscettanza elettrica [10]	S (siemens)	$1 S = 1 A/V$	mho
sfasamento	rad		
⇒ tensione	N/m^2		$kg_f/cm^2, kg_f/mm^2$
tensione superficiale	N/m		
temperatura	$^{\circ}C$ grado Celsius	$^{\circ}C = -273.15 K$	
tensione elettrica [7]	V (volt)	$1 V = 1 W/A$	
tensione magnetica [8]	A		amperspira, gilbert
⇒ volume	m^3		litro, ettolitro, ecc..., stero
velocità angolare	rad/s		giro/s, giro/min
velocità	m/s		kmh, m/min, nodo
viscosità dinamica	$N \cdot s/m^2$		poise, centipoise, $kg_f \cdot s/m^2$
viscosità cinematica	m^2/s		stoke, centistoke
volume molare	m^3/mol		l/mol
vergenza	diottria	$1 diottria = 1 m^{-1}$	
vettore di Poynting	W/m^2		
⇒ velocità del flusso d'informazione	bit/s		baud

FATTORI DI CONVERSIONE

unità di misura del calore

Il calore nel **Sistema Internazionale**, in quanto forma di energia, viene misurato in joule (J).

La caloria

E' stata, e molto spesso ancora utilizza, come unità di misura, la caloria (cal), a suo tempo definita come la quantità di calore necessaria a portare la temperatura di 1 g di acqua distillata da 14.5 °C a 15.5 °C, a pressione standard.

Equivalenza caloria-Joule

Secondo la misurazione effettuata dal fisico inglese J. Joule (1818-89),
1 cal equivale a 4,186 J

BTU: Unità Termica Britannica, equivalente alla quantità di calore necessaria per innalzare la temperatura di una libbra di acqua pura da 60 a 61 °F, ed è pari a 1054.5 Joule.

BTU_{IT}: Btu internazionale, è stata introdotta per far coincidere i valori espressi in kcal/kg e in Btu/lb °F.

UNITÀ DI MISURA DELLA POTENZA

1 Watt = 1 Joule/secondo.

1 W = 1 J/s

Un Watt corrisponde alla potenza necessaria per sollevare di 1 metro un corpo avente massa di 0.102 kilogrammi in 1 secondo.

CONVERSIONI

kilogrammi forza-Newton e Newton-kilogrammi forza

$1 \text{ kgf} = 9.80 \text{ kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2 = 9.80 \text{ N}$

$1 \text{ N} = 1/9.80 \text{ kgf} = 0.10 \text{ kgf}$

calorie-Joule e Joule-calorie

$1 \text{ cal} = 41868 \text{ W}\cdot\text{s} = 4.1868 \text{ J}$

$1 \text{ J} = 1 \text{ W}\cdot\text{s} = 1/41868 \text{ cal} = 0.238 \text{ cal}$

cavalli-kilowatt e kilowatt-cavalli

$1 \text{ CV} = 75 \text{ kgf}\cdot\text{m}/\text{s} = 75 * 9.80 \text{ N}\cdot\text{m}/\text{s} = 0.73 \text{ kW}$

$1 \text{ kW} = 1/0.73 \text{ CV} = 1.36 \text{ CV}$

kilocalorie/ora-Watt e Watt-kilocalorie/ora

$1 \text{ kcal}/\text{h} = 4186.8/3600 \text{ W} = 1.163 \text{ W}$

$1 \text{ W} = 1/1.163 \text{ kcal}/\text{h} = 0.86 \text{ kcal}/\text{h}$

PRESSIONE

IL PASCAL

Nel Sistema Internazionale l'unità di misura della pressione è il newton su metro quadrato (N/m^2) definita **pascal** (Pa).

Per convenzione si definisce atmosfera la pressione esercitata a livello del mare da una colonna di mercurio alta 760 mm

CONVERSIONE

ATMOSFERA – PASCAL

(1 atm = 101.325 Pa).