

2. UNITA' DI MISURA.

R. Mi ha detto che avremmo incontrato spesso la sigla SI. Di che cosa si tratta, esattamente?

D. SI è la sigla di *Sistema internazionale di unità di misura*, in vigore, nei Paesi dell' UE, dal 1 gennaio 1980 e basato su sette *grandezze fondamentali* (lunghezza, massa, tempo, corrente elettrica, temperatura, intensità luminosa, quantità di sostanza) e due supplementari (angolo piano e angolo solido (tab. 2/1)). Sono *grandezze fisiche* enti introdotti nella descrizione di un fenomeno fisico, suscettibili di misurazione. L' *unità di misura* è una grandezza fisica adottata come standard.

Tab 2/1. Grandezze e unità SI fondamentali e supplementari.

<i>grandezza</i>		<i>unità di misura</i>	
lunghezza	<i>l</i>	metro	m
massa	<i>m</i>	kilogrammo	kg
tempo	<i>t</i>	secondo	s
corrente elettrica	<i>I</i>	ampere	A
temperatura	<i>T</i>	kelvin	K
intensità luminosa	<i>I</i>	candela	cd
quantità di sostanza	<i>n</i>	mole	mol
angolo piano	α, β, γ	radiante	rad
angolo solido	ω, Ω	steradiano	sr

Per rappresentare i multipli e i sottomultipli delle unità di misura si usano determinati prefissi (tab. 2/2).

Tuttavia, più di vent'anni dopo l'ufficializzazione del SI, si possono ancora incontrare espressioni come: «concentrazione in gr/l», «deviazione a mt. 1500», «tariffa Lire/mc», «peso netto CGR 12½», «Volume c.c. 250». Un piccolo capolavoro apparso in un giornale è il simbolo del kilowattora, scritto KwH anziché kWh: tre errori in tre lettere.

Tutte le misurazioni dovrebbero essere espresse con le unità del SI ma sono ancora usate unità non SI quali ad esempio la tonnellata, l'atmosfera, l'elettronvolt, il grado Celsius.

Tab. 2/2. Prefissi SI.

<i>prefissi</i>				
yotta	Y	10 ²⁴	quadrilione	1 000 000 000 000 000 000 000 000
zetta	Z	10 ²¹		1 000 000 000 000 000 000 000 000
exa	E	10 ¹⁸	trilione	1 000 000 000 000 000 000 000
peta	P	10 ¹⁵		1 000 000 000 000 000 000
tera	T	10 ¹²	bilione	1 000 000 000 000 000
giga ^(*)	G	10 ⁹	miliardo ^(**)	1 000 000 000
mega	M	10 ⁶	milione	1 000 000
kilo	k	10 ³	mille	1 000
etto	h	10 ²	cento	100
deca	da	10 ¹	dieci	10
deci	d	10 ⁻¹	decimo	0,1
centi	c	10 ⁻²	centesimo	0,01
milli	m	10 ⁻³	millesimo	0,001
micro	μ	10 ⁻⁶	milionesimo	0,000 001
nano	n	10 ⁻⁹	miliardesimo	0,000 000 001
pico	p	10 ⁻¹²	bilionesimo	0,000 000 000 001
femto	f	10 ⁻¹⁵		0,000 000 000 000 001
atto	a	10 ⁻¹⁸	trilionesimo	0,000 000 000 000 000 001
zepto	z	10 ⁻²¹		0,000 000 000 000 000 000 001
yocto	y	10 ⁻²⁴	quadrilionesimo	0,000 000 000 000 000 000 000 001

(*) Negli USA è usato anche il prefisso beva- (da billion electronvolt).

(**) Ingl. *billion*.

Ecco le regole SI per la corretta scrittura dei nomi e dei simboli delle grandezze e delle unità di misura.

* I simboli delle grandezze devono essere scritti in corsivo e quelli delle unità di misura in tondo.

* Si deve usare il nome intero dell'unità di misura quando il valore numerico è scritto in lettere; si deve usare il simbolo quando è scritto in cifre.

* I simboli non sono abbreviazioni e perciò non devono essere seguiti dal punto.

* I simboli devono seguire il valore numerico e non precederlo; soltanto quelli delle unità monetarie devono precederlo.

* I nomi delle unità di misura, essendo nomi comuni, anche se derivano da nomi di scienziati, iniziano con la lettera minuscola e sono privi di accenti.

* I nomi delle unità di misura sono indeclinabili; fanno eccezione kilogrammo, grammo, secondo, candela, radiante e steradiante.

Esempi. a) Si scrive 3 kg e non tre kg, o 3 kilogrammi. b) Si scrive quindici chilometri e non 15 chilometri o quindici km. c) Si scrive newton e non Newton, ampere e non Ampère. d) Si scrive duecentoventi volt, oppure 220 V ma non 220 volts. e) La durata dell'anno tropico si scrive 31 556 925,974 s. f) La velocità della luce nel vuoto si scrive $2,997\ 924\ 581 \cdot 10^8$ m/s.

A quanti millimetri equivale un micrometro? b) A quanti hertz (Hz) equivale un gigahertz? c) A quanti kilogrammi equivale un nanogrammo?

R. a) $1\ \mu\text{m} = 10^{-6}$ m quindi 10^{-3} mm (un millesimo di millimetro). b) $1\ \text{GHz} = 10^9$ Hz (un miliardo di hertz). c) $1\ \text{ng} = 10^{-9}$ g quindi 10^{-12} kg (un bilionesimo di kilogrammo).

D. I fattori di conversione sono i rapporti tra due unità di misura diverse usate per descrivere la stessa grandezza. Per ogni coppia di unità di misura esistono quindi due fattori di conversione.

Esempio. Un minuto equivale a sessanta secondi; i fattori di conversione tra le due unità di misura sono:

$$\begin{array}{ccc} 1\ \text{min} & & 60\ \text{s} \\ \text{-----} & \text{e} & \text{-----} \\ 60\ \text{s} & & 1\ \text{min} \end{array}$$

Per convertire una unità di misura in un'altra si moltiplica il valore dato per il fattore di conversione in cui compare, al numeratore, l'unità di misura richiesta

$$\text{valore «richiesto»} = \text{valore «dato»} \frac{\text{unità «richiesta»}}{\text{unità «data»}}$$

Esempio. Per calcolare la massa, in kilogrammi, di un oggetto avente la massa di sette libbre (sapendo che 1 kg equivale a 2,2 lb) si potrebbe impostare la proporzione

$$1\ \text{kg} : 2,2\ \text{lb} = x\ \text{kg} : 7\ \text{lb} \quad x = 7\ \text{lb} \times 1\ \text{kg} / 2,2\ \text{lb} \quad \text{che risolta dà}$$

$$7 \text{ lb («dato»)} \frac{1 \text{ kg (unità «richiesta»)}}{2,2 \text{ lb (unità «data»)}} = 3,2 \text{ kg}$$

Quando non si conoscono i fattori di conversione tra due unità di misura ma sono noti quelli tra una di esse e una terza, una quarta... unità di misura, si procede disponendo i fattori in modo che le unità intermedie vengano a trovarsi alternativamente al numeratore e al denominatore dei successivi rapporti, diventando così facilmente eliminabili.

Esempio. Per calcolare quanti secondi si sono in un secolo (y, anno; d, giorno, h, ora) basta fare

$$100 \text{ y} \frac{365 \text{ d}}{1 \text{ y}} \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ d}} \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$$

Calcoli la velocità, in chilometri all'ora, di un sommergibile che naviga alla velocità di trenta nodi (kn, da *knot*). Non conosciamo i fattori di conversione tra kilometro all'ora e nodo. Però, sappiamo che un miglio marino (n mi, *nautical mile*) equivale a 1,852 km e il nodo equivale alle miglia marine all'ora (n mi/h).

$$\mathbf{R.} \quad 30 \text{ kn} \frac{1 \text{ n mi/h}}{1 \text{ kn}} \frac{1,852 \text{ km/h}}{1 \text{ n mi/h}} = 55 \text{ km/h.}$$

Quando si misura una grandezza fisica si parla di precisione e accuratezza: sono sinonimi?

D. No. La *precisione* è la «capacità del metodo, o dello strumento, in una serie di misurazioni eseguite sul medesimo campione, di fornire valori *più vicini possibile tra loro*» (UNI 5968). Secondo Ennio Flaiano, «precisione è la bravura nel compiere sempre gli stessi errori». A proposito di errori: «Esperienza è il nome che ciascuno dà ai propri errori» (*Oscar Wilde*). «E' facile, sperimentando, essere tratti in inganno e credere di aver visto e trovato ciò che desideriamo di vedere e di trovare» (*Luigi Galvani*). Anche questa, dovuta nientemeno che a Niels Bohr, il famoso fisico

danese, è buona: «Esperto è colui che ha commesso tutti gli errori che si possono commettere in un campo ristretto».

L'*accuratezza*, o *esattezza*, è la «capacità del metodo, o dello strumento, in una serie di misurazioni eseguite sul medesimo campione, di fornire valori *più vicini possibile* al valore vero» (UNI 5968).

Per *valore vero* si intende «una grandezza oggetto di misurazione conoscibile mediante un processo aprioristico o approssimabile mediante un processo convergente di misura a meno dell'errore strumentale» (UNI 5968). Così ad esempio, poichè per convenzione 1 cm = 10 mm e 1 ft (piede) = 12 in (pollici), 10 e 12 sono *valori veri* per definizione. Quando invece si trova scritto 1 in = 2,54 cm, il numero 2,54 è sicuramente un valore approssimato al centesimo perchè le due unità di misura, decimale e anglosassone, sono state definite l'una indipendentemente dall'altra.

Tab. 2/3. Alcuni Enti di normazione.

<i>Internazionali</i>	
BIPM	Bureau international des poids et mesures
CIE	Commission internationale de l'éclairage
ISO	International organization for standardization
IUPAC	International union of pure and applied chemistry
IUPAP	International union of pure and applied physics
<i>Nazionali</i>	
AFNOR	Association française de normalisation
API	American petroleum institute
ASA	American standard association
ASTM	American society for testing materials
BSI	British standard institute
CEI	Comitato elettrotecnico italiano
CIG	Comitato italiano gas
CTI	Comitato termotecnico italiano
CUNA	Comitato tecnico di unificazione nell'autoveicolo
DIN	Deutsche industrie normen
NBS	National bureau of standards (USA)
NGD	Norme grassi e derivati
NST	Norme sostanze tensioattive
SAE	Society of automotive engineers (USA)
UNI	Ente italiano di normazione

R. Ha citato tre definizioni UNI. Che cosa è l'UNI?

D. E' l'*Ente nazionale italiano di unificazione*, uno dei tanti Enti di normazione. La *normazione*, o *standardizzazione*, è «un'azione intesa a stabilire ed applicare regole per mettere ordine in un determinato campo di attività; sono oggetto di normazione le cose materiali, le nozioni astratte, i simboli letterari e grafici». Tanto per cambiare, anche quest' ultima è una definizione dell'UNI.