Les magnituds físiques i la seva mesura

Anomenem **magnituds físiques** totes aquelles propietats dels cossos que es poden mesurar, el resultat de les quals acostuma a ser un número seguit d'una unitat. Definirem **unitat**, doncs, com aquella quantitat a la qual, per conveni, se li ha donat el valor 1.

El **sistema d'unitats** el constitueixen el conjunt d'unitats que s'ha decidit utilitzar per a cada magnitud fonamental.

Al llarg de la història i en tots els indrets del món han anat variant les unitats emprades per donar el resultat de cada magnitud. Avui dia, però, hi ha una tendència a la uniformització en quant l'ús d'unes unitats determinades amb els seus múltiples i submúltiples respectius que es troben dins l'anomenat **Sistema Internacional d'Unitats** (SI).

Múltiples i submúltiples del SI					
Múltiples			**Submúltiples**		
Prefix	*Símbol*	*Valor numèric*	*Prefix*	*Símbol*	*Valor numèric*
tetra -	T	10^{12}	deci -	d	10^{-1}
giga -	G	10^{9}	centi -	c	10^{-2}
mega -	M	10^{6}	mili -	m	10^{-3}
quilo -	k	10^{3}	micro -	µ	10^{-6}
hecto -	h	10^{2}	nano -	n	10^{-9}
deca -	da	10^{1}	pico -	p	10^{-12}

No és correcte donar un valor sense fer referència a les unitats, sempre cal indicar la unitat que s'està utilitzant.

Escau mencionar també la **notació científica**, que és un mètode còmode i senzill per expressar quantitats molt grans. Un nombre escrit en aquesta notació haurà de seguir la forma: $\mathbf{a \cdot 10^k}$, on **'a'** és un nombre real la part entera del qual ha de ser major a 0 i estar compresa entre 1 i 10.

Exemple: **(a)** 2.549.000 m = 2'55 . 10^6 m **(b)** 0'0000239 m = 2'39 . 10^{-5} m

Tornant al tema de les magnituds, és necessari dir que, aquestes, poden ser vectorials o escalars:

1. Les **magnituds escalars** són aquelles magnituds que queden completament especificades donant el seu valor, que és sempre un nombre real. La temperatura i el temps en són dos exemples.

2. Les **magnituds vectorials**, en canvi, no queden totalment especificades donant el seu valor, sinó que també s'ha de determinar la direcció i el sentit en l'espai que tenen. Això s'aconsegueix gràcies als **vectors**, segments orientats que queden definits pel *mòdul* (longitud del segment que correspon al valor absolut de la magnitud [distància d'A a B]), la *direcció o línea d'acció* (recta que conté el segment) i el *sentit* (indicat per la punta d'una fletxa i determina l'orientació dins la línea d'acció [la fletxa que hi ha a B]).

També poden dividir-se segons si són fonamentals o derivades del SI:

1. Les **magnituds físiques fonamentals** del Sistema Internacional d'Unitats són el conjunt de set magnituds independents, és a dir, aquelles set que no poden ser representades a partir de cap altre magnitud i que, en principi, es poden determinar amb un mesurament directe.

Magnituds físiques fonamentals del Sistema Internacional d'Unitats

Magnitud	*Símbol*	*Unitat del SI (símbol)*	*Dimensió*
Longitud	L	Metre (m)	L
Temps	t	Segon (s)	T
Massa	m	Quilogram (Kg)	M
Temperatura termodinàmica	T	Kelvin (K)	K
Intensitat del corrent elèctric	I	Ampere (A)	I
Quantitat de substància	n	Mol (mol)	n
Intensitat lluminosa	I_v	Candela (cd)	I_v

2. Les **magnituds físiques derivades** del SI són totes aquelles que poden definir-se a través de les fonamentals. Si en la seva definició, substituïm les magnituds que la componen per la seva dimensió, obtenim el que denominem **equació dimensional**.

Tot seguit he elaborat una taula amb algunes d'aquestes magnituds:

Magnituds derivades del Sistema Internacional d'Unitats

Cinemàtica

Magnitud	*Tipus*	*Símbol*	*Unitat del SI*	*Eq. dim.*
Superfície	Escalar	S	Metre quadrat (m^2)	L^2
Volum	Escalar	V	Metre cúbic (m^3)	L^3
Velocitat	Vectorial	v	Metre dividit per segon (m/s)	$L \cdot T^{-1}$
Velocitat angular	Vectorial	w	Radians dividit per segon (rad/s)	T^{-1}
Acceleració	Vectorial	a	Metre dividit per segon al quadrat (m/s^2)	$L \cdot T^{-2}$
Acceleració angular	Vectorial	α	Radiant dividit per segon al quadrat (rad/s^2)	T^{-2}

Ones

Magnitud	*Tipus*	*Símbol*	*Unitat del SI*	*Eq. dim.*
Freqüència	Escalar	f	Hertz (Hz) [$1Hz = 1s^{-1}$]	T^{-1}
Longitud d'ona	Escalar	λ	Metre (m)	L

Dinàmica				
Magnitud	*Tipus*	*Símbol*	*Unitat del SI*	*Eq. dim.*
Força	Vectorial	F	Newton (N) [1 N = 1Kg . m/s^2]	M . L . T^{-2}
Quantitat de moviment	Vectorial	p	Quilogram per metre dividit per segon (Kg . m/s)	L^3
Impuls lineal	Vectorial	I	Newton per segon (N . s)	M . L . T^{-2}
Treball	Escalar	W	Joule (J) [1 J = 1 N . m]	M . L^2 . T^{-2}
Potència	Escalar	P	Watt (W) [1 W = 1 J/s]	M . L^2 . T^{-3}
Pressió	Escalar	p	Pascal (Pa) [1Pa = 1 N . m^3]	M . L^{-1} . T^{-2}

Electricitat				
Magnitud	*Tipus*	*Símbol*	*Unitat del SI*	*Eq. dim.*
Càrrega elèctrica	Escalar	Q	Coulomb (C) [1C = 1 A . s]	I . T
Potencial elèctric	Escalar	V	Quilogram per metre dividit per segon (Kg . m/s)	M . L^2 . T^{-1} . I
Resistència elèctrica	Escalar	R	Ohm (Ω) [1 Ω = 1 V/A]	M . L^2 . T^{-3} . I^{-2}

Radioactivitat				
Magnitud	*Tipus*	*Símbol*	*Unitat del SI*	*Eq. dim.*
Activitat radioactiva	Escalar	A	Becquerel (Bq) [1Bq = 1s^{-1}]	T^{-1}
Dosi de radiació absorbida	Escalar	D	Gray (Gy) [1Gy = 1J/Kg]	L^2 . T^{-2}
Dosi equivalent	Escalar	H	Sievert (Sv) [1Sv = 1 J/Kg]	L^2 . T^2

Ara bé, per obtenir el resultat numèric d'una magnitud hem d'efectuar un mesurament.

Mesurar consisteix en comparar la magnitud que volem conèixer amb una altra de la mateixa espècie que es pren com a **patró o unitat de mesura** (*objecte o definició que caracteritza una unitat fonamental)*.

El **mesurament** que dugem a terme serà **directe** en cas que emprant aparells adients obtinguem el resultat numèric que escau per especificar la nostra magnitud. Contràriament, és a dir,en el cas que, a més d'emprar aparells, haguem de fer servir fórmules i càlculs matemàtics per obtenir el resultat que defineixi la magnitud estarem duent a terme un mesurament **indirecte**.

Quan mesurem produïm errors, bé per l' instrument que fem servir o bé durant el procés de mesura.

Per minimitzar els errors relacionats amb l' instrument de mesura no tenim altra opció que augmentar la sensibilitat del nostre aparell per tal de realitzar mesures més precises, és a dir, mesures en que el nostre resultat numèric tingui bastants ***xifres significatives*** (xifres que es poden determinar amb un aparell).

De vegades, quan estem operant amb la calculadora, per exemple, obtenim un resultat amb moltes xifres significatives. Haurem d'**arrodonir el nostre resultat** de la forma següent:

(a) Si la primera xifra de la sèrie que hem d'eliminar és menor a 5, eliminarem aquesta sèrie i deixarem el resultat igual.

Ex. 1'34~~297~~ ----> 1'34

(b) Si la primera xifra de la sèrie que hem d'eliminar és més gran que 5, eliminarem aquesta sèrie i sumarem 1 a l'última xifra a conservar.

Ex. 54'94~~587~~ ---> 54'946

(c) Si la primera xifra de la sèrie que hem d'eliminar és 5:

1. *Si el nombre anterior* (al qual li hem de sumar 1 si escau) *és imparell, li sumarem 1*.

Ex. 14'57~~58~~ ---> 14'57

2. *Si el nombre anterior és parell, el deixem igual.*

Ex. 437'7~~572~~ -----> 437'8

Per **anular l'error del procés de mesura**, com és impossible realitzar un nombre indefinit de mesures, fixarem un nombre de mesures màxim (n) i seguirem el següent procés:

1. *Efectuarem una sèrie de n mesures que siguin el màxim de semblants possible* (si algun valor supera molt la mitjana tornarem a repetir la mesura) i *ordenarem els valors obtinguts del més petit fins al més gran*.

$$\mathbf{m_1, \ldots m_n}$$

2. *Calcularem la mitjana aritmètica de les mesures* [resultat de la suma de totes les mesures dividit per la quantitat de mesures que s'han efectuat]

$$\vec{m} = \frac{\sum m_i}{n}$$

3. *Calcularem l'error particular del valor de mesura més petit i l'error particular de mesura del més gran* [restem a cada valor la mitjana aritmètica i agafem el valor absolut]

$$e_i = | m_i - \vec{m} |$$

4. *Prenem com a error absolut de mesura el valor màxim del errors particulars obtinguts en el punt anterior.*

$$e_a = \max \{e_i\}$$

5. *Calculem l'error relatiu* (error en tant percent). $e_r = \dfrac{e_a}{\vec{m}} \cdot 100$

6. El resultat de la mesura serà $(\vec{m} \pm e_a)$ **(unitat)** o bé $\vec{m}$ **(unitat)** $\pm\ e_r$.||

Exemple: ***S'ha mesurat l' interval de temps t que tarda una bola a recórrer un pla inclinat. El cronòmetre utilitzat té un error instrumental de 0'01s, i s'han efectuat 10 mesuraments, tot obtenint els següents valors en segons: 3'43 ; 3'51 ; 3'45 ; 3'47 ; 3'44 ; 3'43 ; 3'42 ; 3'44 ; 3'46 ; 3'47. Quin és l'error absolut i l'error relatiu de la mesura ? Quin és el resultat de la mesura?***

1. O*rdenem els valors obtinguts del més petit fins al més gran* i *calculem la mitjana aritmètica de les mesures*:

$$t = \frac{(3'42 + 3'43 + 3'44 + 3'44 + 3'45 + 3'46 + 3'47 + 3'47 + 3'51)}{10} = 3'45s$$

2. *Calculem l'error particular de la mesura més petita i de la més gran:*

$e_1 = 3'42 - 3'45 = 0'03s$

$e_{10} = 3'51 - 3'45 = 0'06s$

L'**error absolut** és el valor més gran dels anteriors:

$e_a = \max\{e_i\} = 0'06s$

L'**error relatiu** és:

$$e_r = \frac{e_a}{t} \cdot 100 = \frac{0'06}{3'45} \cdot 100 = 1'7\%$$

El **resultat de la mesura** amb el seu error serà:

$t = (3'45 \pm 0'06)$ s o bé $t = 3'45s \pm 1'7\%$