

MAGNITUDS I UNITATS

CURS ZERO
SETEMBRE 2017

Magnituds Físiques

Tota propietat que pugui ser observada i mesurada

*property of a phenomenon, body, or substance,
where the property has a magnitude that can be
expressed as a number and a reference*

International vocabulary of metrology (VIM). 3rd Edition
JCGM 2012

Magnitud Física = { Valor Numèric } · [Unitats]

$$G = \{G\} \cdot [G]$$

EL PAÍS

ARCHIVO

EDICIÓN
NÁUTICA

SÁBADO, 2 de octubre de 1999

La "Mars Climate" se estrelló en Marte porque la NASA no tradujo kilómetros a millas

Los técnicos olvidaron convertir datos de navegación del sistema métrico decimal al inglés

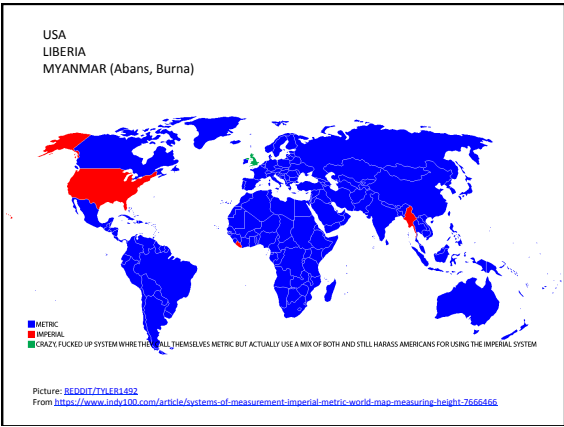
JAVIER VALENZUELA | Washington | 2 OCT 1999

http://en.wikipedia.org/wiki/Mars_Climate_Orbiter

Project Cost

\$327.6 million total for both orbiter and lander
(not including Deep Space 2). \$193.1 million for
spacecraft development, \$91.7 million for
launch, and \$42.8 million for mission
operations.

Total, \$655,2 million



BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO

Suplement en llengua catalana al núm. 18 Dijous 21 de gener de 2010 Secc. I. Pàg. 1

I. DISPOSICIONS GENERALS

MINISTERI D'INDÚSTRIA, TURISME I COMERÇ

927 Reial decret 2032/2009, de 30 de desembre, pel qual s'estableixen les unitats legals de mesura.

El sistema legal d'unitats de mesura vigent a Espanya és, tal com estableix l'article segon de la Llei 3/1985, de 18 de març, de metrologia, el sistema internacional d'unitats adoptat per la Conferència General de Pesos i Mesures (CGPM) i vigent a la Unió Europea. Aquesta disposició, a l'article tercer faculta el Govern per, mitjançant un real decret, establir les definicions de les unitats, els seus noms i símbols, així com les regles per a la formació dels seus múltiples i submúltiples de conformitat amb els acords de la CGPM i la normativa de la Unió Europea.

Unitats SI bàsiques		
Magnitud	Nom de la unitat	Símbol de la unitat
Longitud.	Metre.	m
Massa.	Quilogram.	kg
Temps, durada.	Segon.	s
Corrent elèctric.	Ampere.	A
Temperatura termodinàmica.	Kelvin.	K
Quantitat de substància.	Mol.	mol
Intensitat lluminosa.	Candela.	cd

Exemples d'unitats SI derivades coherents expressades a partir de les unitats bàsiques			
Magnitud derivada		Unitat SI derivada coherent	
Nom	Símbol	Nom	Símbol
Àrea, superfície.	A	Metre quadrat.	m ²
Volum.	V	Metre cúbic.	m ³
Velocitat.	v	Metre per segon.	m/s
Acceleració.	a	Metre per segon quadrat.	m/s ²
Nombre d'ones.	σ , $\tilde{\nu}$	Metre a la potència menys u.	m ⁻¹
Densitat, massa en volum.	ρ	Quilogram per metre cúbic.	kg/m ³
Densitat superficial.	ρ_A	Quilogram per metre quadrat.	kg/m ²
Volum específic.	v	Metre cúbic per quilogram.	m ³ /kg
Densitat de corrent.	j	Ampere per metre quadrat.	A/m ²
Camp magnètic.	H	Ampere per metre.	A/m
Concentració de quantitat de substància(a), concentració.	c	Mol per metre cúbic.	mol/m ³
Concentració massica.	ρ , γ	Quilogram per metre cúbic.	kg/m ³
Luminància.	L_v	Candela per metre quadrat.	cd/m ²
Índex de refracció(b).	N	U.	1
Permeabilitat relativa(b).	μ_r	U.	1

Unitats SI derivades coherents amb noms i símbols especials				
Magnitud derivada	Unitat SI derivada coherent (a)			
	Nom	Símbol	Expressió mitjançant altres unitats SI	Expressió en unitats SI bàsiques
Angle pla.	Radian ^(b) .	rad	1 ^(b)	m/m
Angle sòlid.	Esteroradian ^(b) .	sr ^(b)	1 ^(b)	m ² /m ²
Freqüència.	Hertz ^(b) .	Hz	—	s ⁻¹
Força.	Newton.	N	—	m kg s ⁻²
Pressió, tensió.	Pascal.	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²
Energia, treball, quantitat de calor.	Joule.	J	N m	m ² kg s ⁻²
Potència, flux energètic.	Watt.	W	J/s	m ² kg s ⁻³
Càrrega elèctrica, quantitat d'electricitat.	Coulomb.	C	—	s A
Diferència de potencial elèctric, força electromotriu.	Volt.	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
Capacitat elèctrica.	Farad.	F	C/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
Resistència elèctrica.	Ohm.	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
Conductància elèctrica.	Siemens.	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²
Flux magnètic(g).	Weber.	Wb	V s	m ² kg s ⁻¹ A ⁻¹
Densitat de flux magnètic(h).	Tesla.	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
Inductància.	Henry.	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
Temperatura Celsius.	Grau Celsius ^(d) .	°C	—	K
Flux lumínic.	Lumen.	lm	cd sr ^(c)	cd
Il·luminació.	Lux.	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
Activitat d'un radionúclid(f).	Becquerel ^(b) .	Bq	—	s ⁻¹
Dosi absorbida, energia massica (comunicada), kerma.	Gray.	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
Dosi equivalent, dosi equivalent ambiental, dosi equivalent direccional, dosi equivalent individual.	Sievert.	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
Activitat catalítica.	Katal.	kat	—	s ⁻¹ mol

Prefixos SI					
Prefixos SI ^(a)					
Factor	Nom	Símbol	Factor	Nom	Símbol
10 ¹	Deca.	da	10 ⁻¹	Deci.	d
10 ²	Hecto.	h	10 ⁻²	Centi.	c
10 ³	Quilo.	k	10 ⁻³	Mil·li.	m
10 ⁶	Mega.	M	10 ⁻⁶	Micro.	μ
10 ⁹	Giga.	G	10 ⁻⁹	Nano.	n
10 ¹²	Tera.	T	10 ⁻¹²	Pico.	p
10 ¹⁵	Peta.	P	10 ⁻¹⁵	Femto.	f
10 ¹⁸	Exa.	E	10 ⁻¹⁸	Atto.	a
10 ²¹	Zetta.	Z	10 ⁻²¹	Zepto.	z
10 ²⁴	Yotta.	Y	10 ⁻²⁴	Yocto.	y

Unitats no pertanyents a l'SI l'ús de les quals és acceptat pel sistema i estan autoritzades

Magnitud	Nom de la unitat	Símbol	Valor en unitats SI
Temps.	Minut.	min	1 min = 60 s
	Hora.	h	1 h = 60 min = 3600 s
	Dia.	d	1 d = 24 h = 86 400 s
Angle pla.	Grau ^(a, b) .	°	1 ° = (π/180) rad
	Minut.	'	1' = (1/60)° = (π/ 10 800) rad
	Segon ^(c) .	"	1" = (1/60)' = (π/ 648 000) rad
Àrea.	Hectàrea.	ha	1 ha = 1 hm² = 10⁴ m²
Volum.	Litre ^(d) .	L, l	1 L = 1 l = 1 dm³ = 10³ cm³ = 10⁻³ m³
Massa.	Tona.	t	1 t = 10³ kg

Unitats no pertanyents a l'SI el valor de les quals en unitats SI s'obté experimentalment

Magnitud	Nom de la unitat	Símbol	Valor en unitats SI (a)
Unitats utilitzades amb l'SI			
Energia.	Electró volt ^(b) .	eV	1 eV = 1,602 176 487 (40) × 10 ⁻¹⁹ J
Massa.	Dalton ^(c) .	Da	1 Da = 1,660 538 762 (83) × 10 ⁻²⁷ kg
	Unitat de massa atòmica unificada.	u	1 u = 1 Da
Longitud.	Unitat astronòmica ^(d) .	ua	1 ua = 1,495 978 706 91 (6) × 10 ¹¹ m
Unitats naturals u. n.			
Velocitat (velocitat de la llum en el buit).	Unitat natural de velocitat.	c ₀	299 792 458 m/s (exacte)
Acció (constant de Planck reduïda).	Unitat natural d'acció.	ħ	1,054 571 628 (53) × 10 ⁻³⁴ J s
Massa (massa de l'electró).	Unitat natural de massa.	m _e	9,109 382 15 (45) × 10 ⁻³¹ kg
Temps.	Unitat natural de temps.	ħ/(m _e c ₀ ²)	1,288 088 6570 (18) × 10 ⁻²¹ s
Unitats atòmiques u. a.			
Càrrega (càrrega elèctrica elemental).	Unitat atòmica de càrrega.	e	1,602 176 487 (40) × 10 ⁻¹⁹ C
Massa (massa de l'electró).	Unitat atòmica de massa.	m _e	9,109 382 15 (45) × 10 ⁻³¹ kg
Acció (constant de Planck reduïda).	Unitat atòmica d'acció.	ħ	1,054 571 628 (53) × 10 ⁻³⁴ J s
Longitud, bohr (radi de Bohr).	Unitat atòmica de longitud.	a ₀	0,529 177 208 59 (36) × 10 ⁻¹⁰ m
Energia, hartree (energia de Hartree).	Unitat atòmica d'energia.	E _h	4,359 743 94 (22) × 10 ⁻¹⁸ J
Temps.	Unitat atòmica de temps.	ħ/E _h	2,418 884 326 505 (16) × 10 ⁻¹⁷ s

Dimensions de les Magnituds

La dimensió d'una magnitud expressa **què** s'està mesurant

Magnitud	Símbol	Símbol Dimensió	Unitat S.I.
Longitud	<i>l</i>	L	metre
Temps	<i>t</i>	T	segon
Massa	<i>m</i>	M	kilogram
Corrent elèctric	<i>I</i>	I	Ampere
Temperatura termodinàmica	<i>T</i>	Θ	Kelvin
Quantitat de substància	<i>n</i>	N	mol
Intensitat luminosa	<i>I_v</i>	J	candela

Dimensions de les Magnituds

Magnitud	Símbol	Símbol Dimensió	Unitat S.I.
Àrea	A	L^2	m^2
Volum	V	L^3	m^3
Velocitat	v	$L \cdot T^{-1}$	m/s
Acceleració	a	$L \cdot T^{-2}$	m/s^2
Força	F	$M \cdot L \cdot T^{-2}$	Newton (N)
Pressió	p	$M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}$	Pascal (Pa)=N/m
Densitat	ρ	$M \cdot L^{-3}$	Kg/m^3
Energia	E	$M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$	Joule (J)
Potència	P	$M \cdot L^2 \cdot T^{-3}$	Vat (W)

Anàlisi Dimensional

Ens permet trobar una fórmula per a una quantitat buscada a partir d'altres quantitat donades, que és correcta des del punt de vista dimensional, que escala adequadament i que, en general, diferirà de l'exacta en una constant d'ordre unitat.

$$[\text{Quantitat buscada}] = M^{\alpha} L^{\beta} T^{\gamma} \quad \text{On } \alpha, \beta \text{ i } \gamma \text{ són conegudes}$$

Combinem les quantitats donades (Q1, Q2, Q3,...) correctament, de forma que:

$$[\text{Quantitat buscada}] = M^{\alpha} L^{\beta} T^{\gamma} = (Q1)^x (Q2)^y (Q3)^z$$

Resolem el sistema per X, Y, Z

Exemple Anàlisi Dimensional

La longitud l d'un pèndol simple, la massa m de l'extrem, l'acceleració de la gravetat g i l'amplitud angular θ_0 són possibles quantitats que poden intervenir en la determinació del període d'oscil·lació del pèndol.

Utilitzant l'anàlisi dimensional, trobeu (tret d'una funció multiplicativa adimensional) una expressió

$$T_{\text{període}} = f(l, m, g, \theta_0)$$

Pel temps que tarda el pèndol en completar una oscil·lació completa (*període* del pèndol)

Magnituds Físiques

$$\text{Magnitud Física} = \{\text{Valor Numèric}\} \cdot [\text{Unitats}]$$

$$G = \{G\} \cdot [G]$$

El valor numèric pot ser:

- un sol nombre, magnitud escalar
- un vector, magnitud vectorial

Pressió atmosfèrica
Temperatura
Posició
Velocitat
Distància recorreguda
Tensió elèctrica
Camp elèctric

Xifres Significatives

Dígits d'una quantitat que es coneixen amb tota seguretat.

Quan treballem amb nombres que tenen incerteses cal anar en compte a no incloure-hi més dígits dels que la incertesa del mesurament garanteix.

En general:

- El nombre de xifres significatives del resultat d'una multiplicació o una divisió no pot ser més gran que el nombre més petit de xifres significatives de tots els factors
- El nombre de xifres significatives del resultat d'una suma o una resta de dos nombres ha de coincidir amb el del terme amb la quantitat més petita de xifres decimals

Potències de 10

Table 1-1 Prefixes for Powers of 10*

Multiple	Prefix	Abbreviation
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10^1	deka	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

* The prefixes hecto (h), deka (da) and deci (d) are not multiples of 10^3 or 10^{-3} and are rarely used. The other prefixes that are not a multiple of 10^3 or 10^{-3} are centi (c). The prefixes frequently used in this book are printed in red. Note that all prefix abbreviations for multiples 10^3 and higher are uppercase letters, all others are lowercase letters.

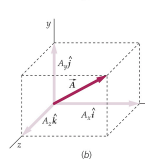
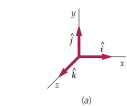
Potències de 10

Table 1-3

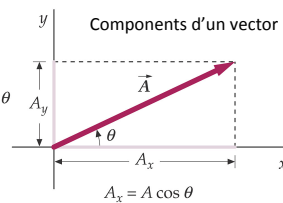
The Universe by Orders of Magnitude

Size or Distance	(m)	Mass	(kg)	Time Interval	(s)
Proton	10^{-16}	Electron	10^{-30}	Time for light to cross nucleus	10^{-24}
Atom	10^{-10}	Proton	10^{-27}	Period of visible light radiation	10^{-15}
Virus	10^{-7}	Amino acid	10^{-25}	Period of microwaves	10^{-10}
Giant amoeba	10^{-4}	Hemoglobin	10^{-22}	Half-life of muon	10^{-6}
Walnut	10^{-1}	Flu virus	10^{-19}	Period of highest audible sound	10^{-4}
Human being	10^0	Giant amoeba	10^{-9}	Period of human heartbeat	10^0
Highest mountain	10^1	Raindrop	10^{-4}	Half-life of free neutron	10^1
Earth	10^7	Ant	10^{-4}	Period of Earth's rotation	10^1
Sun	10^9	Human being	10^2	Period of Earth's revolution around the Sun	10^7
Distance from Earth to the Sun	10^{11}	Saturn V rocket	10^6	Lifetime of human being	10^8
Solar system	10^{13}	Pyramid	10^{10}	Half-life of plutonium-239	10^{12}
Distance to nearest star	10^{16}	Earth	10^{24}	Lifetime of mountain range	10^{15}
Milky Way galaxy	10^{21}	Sun	10^{30}	Age of Earth	10^{17}
Visible universe	10^{26}	Milky Way galaxy	10^{41}	Age of universe	10^{18}
		Universe	10^{51}		

Vectors



$$A_y = A \sin \theta$$



Mòdul del vector

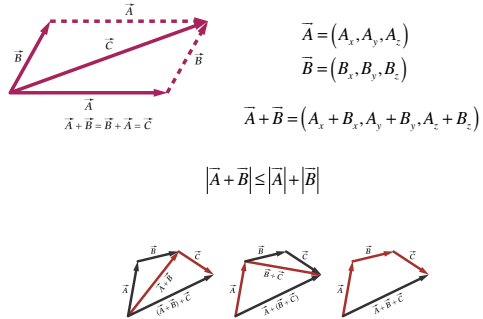
$$\vec{A} = (A_x, A_y, A_z)$$

$$A = |\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} \geq 0$$

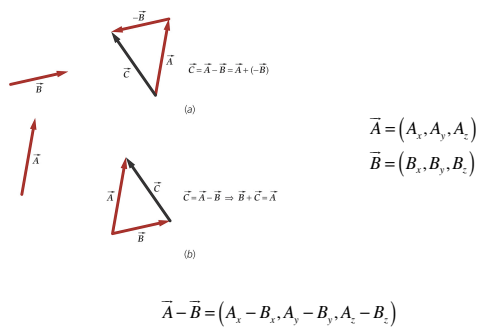
Tipus vectors en física

- Fix. Aquell que té origen fix en un punt de l'espai. **Posició**
- Vector lliure. Pot traslladar-se paral·lelament a si mateix a qualsevol punt de l'espai. Pot estar aplicat en qualsevol punt de l'espai. **Moment angular, moment de la força**
- Lliscant. Pot estar aplicat sobre qualsevol punt de la recta que defineix. **Força**

Suma de vectores



Resta de vectores



Producto vector per escalar

$$\vec{A} = (A_x, A_y, A_z)$$

$$\lambda \in \mathbb{R}$$

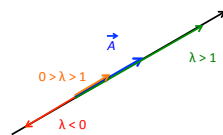
$$\lambda \vec{A} = (\lambda A_x, \lambda A_y, \lambda A_z)$$

$$|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

$$|\lambda \vec{A}| = \sqrt{\lambda^2 A_x^2 + \lambda^2 A_y^2 + \lambda^2 A_z^2} =$$

$$= \sqrt{\lambda^2 (A_x^2 + A_y^2 + A_z^2)} = \lambda \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} = \lambda |\vec{A}|$$

$$|\lambda \vec{A}| = \lambda |\vec{A}|$$



Producte escalar

Definició

$$\vec{A} = (A_x, A_y, A_z)$$

$$\vec{B} = (B_x, B_y, B_z)$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A \cdot B \cdot \cos \varphi$$

A partir de les propietats del producte escalar,

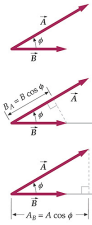
$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

Si $A \neq 0$ i $B \neq 0$,

llavors

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A \cdot B \cdot \cos \varphi = 0 \Leftrightarrow \vec{A} \text{ i } \vec{B} \text{ són perpendiculars}$$

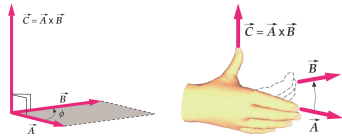
$$\varphi = \pm \frac{\pi}{2}$$



Producte vectorial

$$\vec{A} \times \vec{B} = \vec{C}$$

$$|\vec{A} \times \vec{B}| = AB \sin \varphi$$



Regla mnemotècnica

$$\vec{A} \times \vec{B} = \vec{C}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = (A_y B_z - A_z B_y) \vec{i} + (A_z B_x - A_x B_z) \vec{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \vec{k} = C_x \vec{i} + C_y \vec{j} + C_z \vec{k}$$

Producte vectorial

$$\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$$

Si el producte vectorial és zero,

$$\vec{A} \times \vec{B} = 0$$

llavors

$$|\vec{A} \times \vec{B}| = AB \sin \varphi = 0 \Leftrightarrow \vec{A} \text{ i } \vec{B} \text{ són vectors paral·lels}$$

$$\sin \varphi = 0 \Leftrightarrow \varphi = 0, \pm \pi$$

Recursos

- *Bureau International des Poids et Mesures* (Oficina Internacional de Pesos i Mesures)
 - <http://www.bipm.org>
- The International System of Units (SI) – BIPM
 - <http://www.bipm.org/en/si/>
- RD 2032/2009 - Unitats legals de mesura
 - http://www.boe.es/boe_catalan/dias/2010/01/21/pdfs/BOE-A-2010-927-C.pdf
- Hyperphysics
 - <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu>
- Tipler-Mosca, *Física per a la ciència i la tecnologia*, 6a Edició, Ed Reverté, 2010
