

MAGNITUDS I UNITATS

CURS ZERO
FÍSICA PER L'ENGINYERIA

1

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]

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

2

EL PAIS
ARCHIVO

EDICIÓN
IMPRESA

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

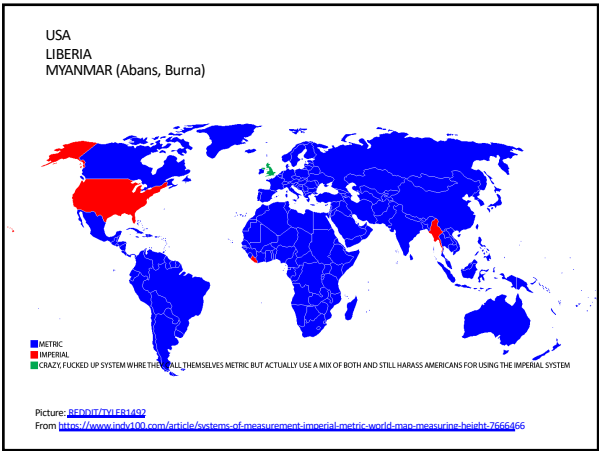
JAVIER VALENZUELA | Washington | 2 OCT 1999

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

3



4

EL PAÍS
ARCHIVO

EDICIÓN IMPRESA

SÁBADO, 2 de octubre de 1999

Pulgadas contra metros

EEF | Washington | 2 OCT 1999

Archivado en: Transbordadores espaciales, Accidentes espaciales, NASA, Exploración espacial, Estados Unidos, Agencias espaciales, Matemáticas, Astronáutica
Género: cronista, Política, Sociedad, Ciencia

Las autoridades estadounidenses han tratado durante décadas, sin éxito, de establecer en el país el sistema métrico decimal, a través de campañas de educación, ordenanzas y hasta de equivalencias en carteles y documentos oficiales. Pero esos esfuerzos han chocado con el rechazo de un sector de la población que carece absolutamente del concepto de división por diez. En EE UU todo se mide en pies, pulgadas, yardas y millas, y las cosas pesan libras, no kilogramos. La temperatura se da en grados Fahrenheit y no en grados centígrados. Hace varias décadas, algunos gobiernos locales trataron de comenzar a adaptar a la población al sistema decimal instalando carteles en los que las distancias de las rutas figuraban tanto en millas como en kilómetros.

La mayoría de ellos fueron derribados o destruidos a balazos por muchos que alegaban que esos carteles sólo servían para confundirlos. Uno de los detractores afirmó en Internet: "Es inaceptable la imposición del sistema métrico decimal sin un proceso democrático. La forma en que hacemos las mediciones es parte de nuestro legado. No permitáis que burócratas irresponsables lo sacrifiquen bajo la apisonadora de la armonización mundial".

5

BOE 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.

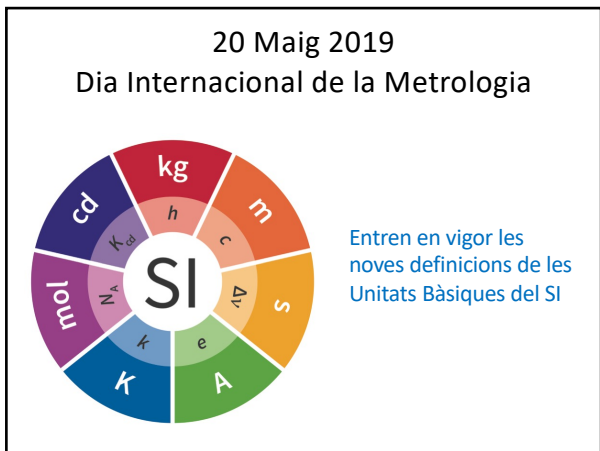
6

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

7



8



9

El nou SI

El SI és el sistema d'unitats en què:



- la freqüència de transició hiperfina de l'estat fonamental no pertorbat de l'àtom de cesi 133 $\Delta\nu_{Cs}$ és 9 192 631 770 Hz,
- la velocitat de la llum en el buit c és 299 792 458 m / s,
- la constant de Planck h és 6.626 070 15 $\times 10^{-34}$ J s,
- la càrrega elemental e és 1.602 176 634 $\times 10^{-19}$ C,
- la constant de Boltzmann k és 1.380 649 $\times 10^{-23}$ J / K,
- la constant de Avogadro N_A és 6.022 140 76 $\times 10^{23}$ mol⁻¹,
- l'eficàcia lluminosa de la radiació monocromàtica de freqüència 540 $\times 10^{12}$ Hz, K_{cd} , és de 683 lm / W,

on l'hertz, el joule, el coulomb, el lumen i el watt, amb els símbols d'unitats Hz, J, C, lm i W, respectivament, es relacionen amb les unitats de segon, metre, quilogram, ampere, kelvin, mol i candela, amb símbols de la unitat s, m, kg, A, K, mol i cd, respectivament, segons Hz = s⁻¹, J = kg m² s⁻², C = A s, lm = cd m² m⁻² = cd sr, i W = kg m² s⁻³.

10

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 , $\bar{\nu}$	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 , φ	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

11

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.	Esterioradian ^(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 ⁻² 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 ^(b) .	°C	—	K
Flux lluminós.	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

12

Prefixos SI					
Prefixos SI ^(a)					
Factor	Nom	Simbol	Factor	Nom	Simbol
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

13

Unitats no pertanyents a l'SI l'ús de les quals és acceptat pel sistema i estan autoritzades			
Magnitud	Nom de la unitat	Simbol	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 hm ² = 10 ⁴ m ²
Volum.	Litre ^(d) .	L, l	1 L = 1 l = 1 dm ³ = 10 ³ cm ³ = 10 ⁻³ m ³
Massa.	Tona.	t	1 t = 10 ³ kg

14

Unitats no pertanyents a l'SI el valor de les quals en unitats SI s'obté experimentalment			
Magnitud	Nom de la unitat	Simbol	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 = 1,660 538 782 (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 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	2,418 884 328 505 (16) × 10 ⁻¹⁷ s

15

Altres unitats no pertanyents a l'SI d'aplicació exclusiva en sectors específics			
Magnitud	Nom de la unitat	Símbol	Valor en unitats SI
Pressió.	Bar ⁽⁹⁾ .	bar	1 bar = 0,1 MPa = 100 kPa = 10 ⁵ Pa
	Mil·límetre de mercuri ⁽¹⁰⁾ .	mmHg	1 mmHg = 133,322 Pa
Longitud.	Àngstrom ⁽¹¹⁾ .	Å	1 Å = 0,1 nm = 100 pm = 10 ⁻¹⁰ m
Distància.	Milla náutica ⁽¹²⁾ .	M	1 M = 1852 m
Superfície.	Barr ⁽¹³⁾ .	b	1 b = 100 km ² = (10 ⁻¹² cm) ² = 10 ⁻²⁴ m ²
Velocitat.	Nua ⁽¹⁴⁾ .	kn	1 kn = (1852/3600) m/s
Logarítm d'un quocient.	Neper ⁽¹⁵⁾ .	Np	[vegeu la nota (j) respecte al valor numèric del neper, del bel i del decibel.]
	Bel ⁽¹⁶⁾ .	B	
	Decibel ⁽¹⁶⁾ .	dB	
Potència dels sistemes òptics.	Dióptria ⁽¹⁷⁾ .	–	1 diòptria = 1 m ⁻¹
Massa de les pedres precioses.	Quirat mètric ⁽¹⁸⁾ .	–	1 quirat mètric = 2 · 10 ⁻⁴ kg
Àrea o superfície de les superfícies agràries i de les finques.	Àrea ⁽¹⁹⁾ .	a	1 a = 10 ⁴ m ²
Massa longitudinal de les fibres tèxtils i els fils.	Tex ⁽²⁰⁾ .	tex	1 tex = 10 ⁻⁶ kg·m ⁻¹
Angle pla.	Volta ⁽²¹⁾ .	–	1 volta = 2π rad

16

	cm	m	in	ft	yd	mi
1 cm	1	0,01	0,3937	0,032808	0,010936	6,2137x10 ⁻⁶
1 m	100	1	39,37	3,2808	1,0936	6,2137x10 ⁻⁴
1 in	2,54	0,0254	1	0,0833	0,02778	1,5783x10 ⁻⁵
1 ft	30,48	0,3048	12	1	0,33	1,8939x10 ⁻⁴
1 yd	91,44	0,9144	36	3	1	5,6818x10 ⁻⁴
1 mi	1,6093x10 ⁵	1,6093x10 ³	6,336x10 ⁴	5280	1760	1

	m ²	km ²	in ²	ft ²	acre	mi ²
1 m ²	1	10 ⁻⁶	1550	10,764	2,471x10 ⁻⁴	3,861x10 ⁻⁷
1 km ²	10 ⁶	1	1,55x10 ⁹	10,764x10 ⁶	247,1	0,3861
1 in ²	6,4516x10 ⁻⁴	6,4516x10 ⁻¹⁰	1	6,944x10 ⁻³	1,6x10 ⁻⁷	2,491x10 ⁻¹⁰
1 ft ²	9,29x10 ⁻²	10 ⁻⁷	144	1	2,296x10 ⁻⁵	3,587x10 ⁻⁸
1 acre	4,047x10 ³	4,047x10 ⁻³	6,273x10 ⁶	43,56x10 ³	1	1,5625x10 ⁻³
1 mi ²	2,590x10 ⁶	2,590	4,0145x10 ³	2,7878x10 ⁷	640	1

17

	1 g	1 kg	1 oz	1 lb	1 tona	1 ton (US)
1 g	1	10 ⁻³	3,5274x10 ⁻²	2,2046x10 ⁻³	10 ⁻⁶	1,1x10 ⁻⁶
1 kg	1000	1	35,2740	2,2046	10 ⁻³	1,1023x10 ⁻³
1 oz	28,3495	2,8350x10 ⁻²	1	0,0625	2,835x10 ⁻⁵	3,125x10 ⁻⁵
1 lb	453,59	0,4536	16	1	4,5359x10 ⁻⁴	5x10 ⁻⁴
1 tona	10 ⁶	10 ³	35,274x10 ³	2,205x10 ³	1	1,1023
1 ton (US)	9,0718x10 ⁵	907,185	32x10 ³	2000	0,90718	1

	Pa	atm	bar	torr	kgf/cm ²	mmHg
1 Pa = 1 N/m ²	1	9,87x10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	7,5x10 ⁻³	1,02x10 ⁻⁵	0,101
1 atm	1,0133x10 ⁵	1	1,0133	760	1,033	10,33
1 bar	10 ⁵	0,9869	1	750,1	1,0197	10,19
1 torr = 1 mmHg	133,3224	1,316x10 ⁻³	1,333x10 ⁻³	1	1,3595x10 ⁻³	13,59
1 kgf/cm ²	98065,5	0,9678	0,980665	735,559	1	10 ⁴
mmHg ₂₀	9,80638	9,678x10 ⁻⁵	9,806x10 ⁻⁵	0,073554	10 ⁻⁴	1
1 psi	6894,757	6,805x10 ⁻²	6,8978x10 ⁻²	51,7149	7,0307x10 ⁻²	703,0

	J	cal	Btu	kWh	L atm	ft lb
1 J	1	0,23885 (0,24)	9,4782x10 ⁻⁴	2,8x10 ⁻⁷	9,869x10 ⁻³	0,73756
1 cal	4,1868	1	3,968x10 ⁻³	1,16x10 ⁻⁶	0,04132	3,088
1 Btu	1,0551x10 ³	251,996	1	2,931x10 ⁻⁴	10,4126	778,169
1 kWh	3,6x10 ⁶	8,598x10 ⁵	3,412x10 ³	1	35,529x10 ³	2,655x10 ⁵
1 L atm	101,325	24,2	0,096	2,815x10 ⁻⁵	1	74,733
1 ft lb	1,3558	0,3238	1,2851x10 ⁻³	3,8x10 ⁻⁷	0,01338	1

18

- Quina de les següents és una unitat bàsica del S.I.?
- a. kilòmetre
- b. Joule
- c. kilogram
- d. gram
- e. Newton

19

- Quina de les següents unitats NO és una unitat bàsica del S.I.?
- a. Newton
- b. metre
- c. kilogram
- d. segon
- e. Totes les anteriors són unitats bàsiques del S.I.

20

- El prefix "Giga" significa
- a. 10^{12}
- b. 10^6
- c. 10^3
- d. 10^9
- e. 10^{15}

21

- El prefix "micro" significa

- a. 10^{-12}
- b. 10^{-6}
- c. 10^{-3}
- d. 10^{-2}
- e. Cap de les anteriors

22

- La densitat d'una aigua de mar és $1,07 \text{ g/cm}^3$. Aquesta densitat en unitats del S.I. és

- a. $1,07 \text{ kg/m}^3$
- b. $(1/1,07) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- c. $1,07 \times 10^3 \text{ kg}$
- d. $1,07 \times 10^{-3} \text{ kg}$
- e. $1,07 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

23

- Tots els factors de conversió d'unitats tenen el valor 1 (V/F)

24

- Completeu les igualtats següents:

- 100 km/h = _____ mi/h
- 60 cm = _____ in
- 100 yd = _____ m
- 72 m/s = _____ km/h
- $1,296 \times 10^5 \text{ km/h}^2 = \text{_____ m/s}^2$
- 1,02 bars = _____ HPa = _____ torr = _____ atm
- 32 L = _____ m^3

25

- Una milla quadrada té 640 acres. Quants metres quadrats té un acre?

26

- Un cilindre circular recte té un diàmetre de 6,8 polzades i una alçària de 2 peus. Quin és el volum del cilindre en
 - peus cúbics?
 - metres cúbics?
 - litres?

27

Dimensions de les Magnituds

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

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

28

Dimensions de les Magnituds

Magnitud	Símbol	Símbol Dimensió	Unitat S.I.
Àrea	A	L²	m ²
Volum	V	L³	m ³
Velocitat	v	L·T⁻¹	m/s
Acceleració	a	L·T⁻²	m/s ²
Força	F	M·L·T⁻²	Newton (N)
Pressió	p	M·L⁻¹·T⁻²	Pascal (Pa)=N/m
Densitat	ρ	M·L⁻³	Kg/m ³
Energia	E	M·L²·T⁻²	Joule (J)
Potència	P	M·L²·T⁻³	Vat (W)

29

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

30

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)

31

Exemple Anàlisi Dimensional

La velocitat d'una embarcació de vela està limitada per l'ona que ella mateixa fa.

Quina és la velocitat màxima que espereu per aconseguir?

Dada: les quantitats rellevants poden ser la longitud l de l'embarcació, la densitat de l'aigua ρ , i l'acceleració de la gravetat g .

$$v_{\text{màx}} = l^x \rho^y g^z$$

32

- Les dimensions de dues quantitats HAN DE ser idèntiques si estem _____ o _____ les dues quantitats.

- sumant; multiplicat
- restant; dividint
- sumant; restant
- multiplicant; dividint
- Totes les respostes anteriors són correctes

33

- Per sumar dues magnituds, cal que tinguin les mateixes dimensions (V/F)

34

- Per multiplicar dues magnituds, cal que tinguin les mateixes dimensions (V/F)

35

- Si x representa distància i t temps, la C en l'equació $x = \frac{1}{2}Ct^2$, ha de...
 - ... tindre dimensions ML/T^2
 - ... tindre dimensions M
 - ... tindre dimensions L/T^2
 - ... tindre dimensions L^2/T^2
 - ... ser adimensional

36

- Si x representa distància i t temps, la A en l'equació $x=A \cos Bt$, ha de...
- a. ... tindre dimensions L/T
- b. ... tindre dimensions $1/T$
- c. ... tindre dimensions L
- d. ... tindre dimensions L^2/T^2
- e. ... ser adimensional

37

- Si x representa distància i t temps, la B en l'equació $x=A \cos Bt$, ha de...
- a. ... tindre dimensions L/T
- b. ... tindre dimensions $1/T$
- c. ... tindre dimensions L
- d. ... tindre dimensions L^2/T^2
- e. ... ser adimensional

38

La llei de desintegració radioactiva és

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

en què N_0 és el nombre de nuclis radioactius en l'instant $t=0$, $N(t)$ és el nombre de nuclis que romanen sense desintegrar-se en un temps t , i λ és una magnitud anomenada *constant de desintegració*. Quines són les dimensions de λ ?

39

El Newton ($\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$) és la unitat de força en el SI. Trobeu les dimensions i les unitats del SI de la constata de gravitació universal G , que apareix en la llei de Newton de la gravitació,

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

40

La tercera llei de Kepler relaciona el període d'un planeta amb el seu radi orbital r , la constant G de gravitació i la massa del sol M_s . Quina combinació d'aquests factors ofereix les dimensions correctes per al període d'un planeta?

41

La força centrípeta actua quan un cos modifica la direcció de moviment, com per exemple, quan segueix una trajectòria circular. Observem que la seva intensitat depèn de la massa m del cos que es mou, la rapidesa v a la què es mou i de radi r de curvatura. Trobeu una expressió per la relació entre aquestes magnituds que expressi la intensitat de la força centrípeta.

42

S'observa que la potència de l'hèlix d'un avió depèn del radi r de l'hèlix, la velocitat angular ω a la que gira l'hèlix, i de la densitat ρ de l'aire. Trobeu de quina forma estan relacionades aquestes magnitud en l'expressió de la potència de l'hèlix d'un avió.

43

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

44

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

45

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 10³ or 10⁻³ and are rarely used. The other prefix that is not a multiple of 10³ or 10⁻³ is centi (c). The prefixes frequently used in this book are printed in red. Note that all prefix abbreviations for multiples 10³ and higher are uppercase letters, all others are lowercase letters.

46

Potències de 10

Table 1-3 The Universe by Orders of Magnitude

Size or Distance	(m)	Mass	(kg)	Time Interval	(s)
Proton	10 ⁻¹³	Electron	10 ⁻³⁰	Time for light to cross nucleus	10 ⁻²³
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 ⁻²	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 ⁴	Raindrop	10 ⁻⁶	Half-life of free neutron	10 ³
Earth	10 ⁷	Ant	10 ⁻⁴	Period of Earth's rotation	10 ³
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 ⁹
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 ¹⁸	Sun	10 ³⁰	Age of Earth	10 ¹⁷
Visible universe	10 ²⁶	Milky Way galaxy	10 ⁴¹	Age of universe	10 ¹⁸
		Universe	10 ⁵²		

47

Potències de 10

[POWERS OF TEN - Charles and Ray Eames](#)
[POTÈNCIES DE 10 - edu3.cat - Programa Digits](#)

48

- Quantes xifres significatives tenen les següents quantitats:
 - a. $64,5 \pm 0,2$
 - b. $5,377 \times 10^7$
 - c. $6,92 \times 10^{-4}$
 - d. $0,00072$
 - e. $3,600 \times 10^5$
 - f. $5,120 \times 10^{-7}$
 - g. $5,12 \times 10^{-7}$

49

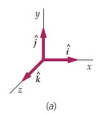
Es mesura un camp rectangular i es troba que els costats curts mesuren 42,33 m i els constats llargs, 78,5 m. Calculeu el perímetre del camp i la seva superfície.

50

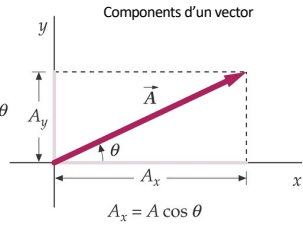
Un estudiant acaba de llogar un pis i per tal d'estalviar en la factura de la llum decideix substituir part de la il·luminació, la que més utilitza, per bombetes de LEDs. Substitueix dues bombetes del bany de 60 W cadascuna per dues de 6 W cadascuna, la del flexo de la seva taula d'estudi de 50 W per una de 3 W i el fluorescent de la cuina de 70 W per un de 12 W. La mitjana de temps que estan encesos aquests llums és de 60 minuts diaris el bany, 70 minuts diaris la cuina i 3 hores diàries el flexo. Tenint en compte que el preu que li apliquen en la factura és 0,112703 €/kWh, més l'impost d'electricitat de 5,11269632%, més el 21% d'IVA, quin és l'estalvi mensual que espera tindre?

51

Vectors



(a)



(b)

$A_y = A \sin \theta$
 $A_x = A \cos \theta$

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

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

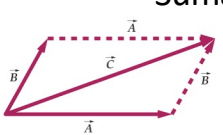
52

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**

53

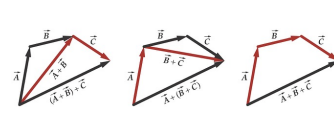
Suma de vectors



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

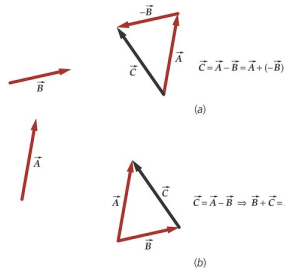
$\vec{A} = (A_x, A_y, A_z)$
 $\vec{B} = (B_x, B_y, B_z)$
 $\vec{A} + \vec{B} = (A_x + B_x, A_y + B_y, A_z + B_z)$

$|\vec{A} + \vec{B}| \leq |\vec{A}| + |\vec{B}|$



54

Resta de vectors



$$\vec{A} - \vec{B} = (A_x - B_x, A_y - B_y, A_z - B_z)$$

55

- Una persona camina 3 km cap a l'Oest i, després, 4 km en direcció 60° cap al Nord-Est. En quina direcció s'hauria de moure per anar al mateix punt final directament. Fer-ho:
 - gràficament
 - usant les components dels vectors

56

- Quina de les següents magnituds no és vectorial
 - velocitat
 - acceleració
 - desplaçament
 - massa
 - força

57

- Si un vector és igual a zero, llavors són zero totes les seves components (V/F)

58

- Un vector pot tindre una component més gran que el seu mòdul (V/F)

59

- Un vector pot tindre una component igual al seu mòdul (V/F)

60

- El mòdul de la suma de vectors és sempre igual a la suma dels seus mòduls (V/F)

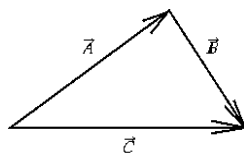
61

- El mòdul de la suma de dos vectors mai no pot ser més petit que el més petit dels mòduls dels vectors sumats (V/F)

62

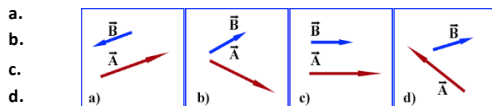
- L'equació vectorial que millor descriu la relació entre els vectors **A**, **B**, i **C** és

- $B=C+A$
- $B=C-A$
- $C=A-B$
- $A=B-C$
- $A=B+C$



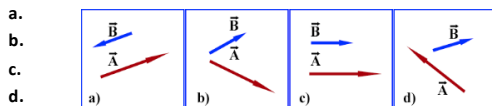
63

- Donats els vectors **A** i **B** mostrats en les següents figures, escull en cada cas l'opció correcta
- La figura per la qual la longitud del vector **A+B** és màxima és



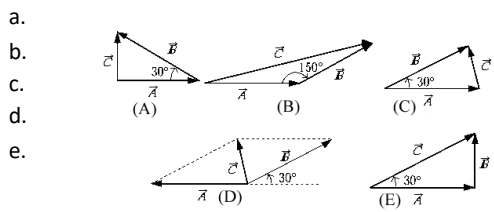
64

- Donats els vectors **A** i **B** mostrats en les següents figures, escull en cada cas l'opció correcta
- La figura per la qual la longitud del vector **A+B** és mínima és



65

- L'angle entre els vectors **A** i **B** és 30° , i la seva suma és **C**. Quins dels diagrames vectorials descriu correctament els vectors **A**, **B**, i **C**?



66

Producte vector per escalar

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

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

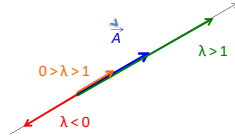
$$\lambda \vec{A} = (\lambda A_x, \lambda A_y, \lambda A_z)$$

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

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

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

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



67

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,

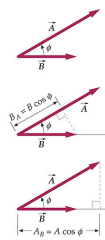
$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

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

llavors

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

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

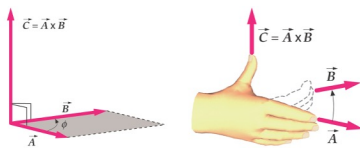


68

Producte vectorial

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

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



Regla mnemotécnica

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

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

69

Producte vectorial

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

Si el producte vectorial és zero,

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

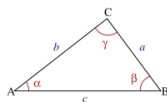
llavors

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

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

70

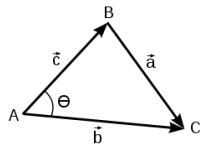
Teorema del cosinus



$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos(\gamma),$$

$$b^2 = c^2 + a^2 - 2ca \cos(\beta),$$

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos(\alpha).$$



$$\vec{a} = \vec{b} - \vec{c},$$

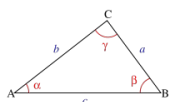
$$\|\vec{a}\|^2 = \|\vec{b} - \vec{c}\|^2,$$

$$= (\vec{b} - \vec{c}) \cdot (\vec{b} - \vec{c})$$

$$= \|\vec{b}\|^2 + \|\vec{c}\|^2 - 2\vec{b} \cdot \vec{c}.$$

71

Teorema del sinus



$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$$

72

El producte d'un vector per un escalar modifica sempre la seva direcció (V/F)

73

- *Donat el vector $\mathbf{A}$, el vector $3\mathbf{A}$*
 - a. té magnitud 3 cops la magnitud del vector $\mathbf{A}$
 - b. apunta en la mateixa direcció que $\mathbf{A}$
 - c. té components tals que cadascuna d'elles és 3 cops les components d' $\mathbf{A}$
 - d. forma el mateix angle amb un eix determinat que el vector $\mathbf{A}$
 - e. Totes les anteriors

74

El producte escalar de dos vectors dóna informació de la projecció d'un sobre l'altre (V/F)

75

El producte escalar de dos vectors dóna informació de l'angle que formen (V/F)

76

Trobeu l'angle que formen els vectors

$$\mathbf{A} = 4\mathbf{i} - 2\mathbf{j} + 4\mathbf{k}$$

$$\mathbf{B} = 3\mathbf{i} - 6\mathbf{j} - \mathbf{k} \text{ . (Solució: } 67^\circ 36')$$

77

Trobeu les coordenades d'un vector $\mathbf{v}(x,y)$, ortogonal a $\mathbf{u}(3,4)$ i que sigui de longitud doble a $\mathbf{u}$.

78

- Donats els vectors $\mathbf{a}=(2,-1,0)$, $\mathbf{b}=(-3,3,-2)$ i $\mathbf{c}=(4,-3,-4)$, calculeu:
 - $(\mathbf{a}+\mathbf{b})\cdot\mathbf{c}$
 - $\mathbf{a}\times(\mathbf{b}-\mathbf{c})$
 - $\mathbf{a}\times(\mathbf{b}\times\mathbf{c})$
 - $(\mathbf{a}\times\mathbf{b})\cdot\mathbf{c}$
- (Sol. a. -2 ; b. $(-2,-4,5)$; c. $(3,6,-58)$; d. -16)

79

Recursos

- [NOTACIÓN CIENTÍFICA - Roger Rey & Fernando Romero](#)
- [Potencia de diez – Wikipedia](#)
- [Magnitud física – Wikipedia](#)
- [Bureau International des Poids et Mesures](#)
- [The International System of Units \(SI\) – BIPM](#)
- [RD 2032/2009 - Unitats legals de mesura](#)
- [Hyperphysics - Unidades físicas](#)
- [Hyperphysics - Vectores](#)
- [Hyperphysics - Operaciones básicas con vectores](#)
- Tipler-Mosca, [Física per a la ciència i la tecnologia](#), 6a Edició, Ed Reverté, 2010

80