

Sistemul Internațional de unități de măsură, mărimi fizice, mijloace de măsură și control

Sistemul internațional de unități (pe scurt **Sistemul Internațional**) este un sistem de unități de măsură, aplicabil în toate domeniile fizicii și tehnicii și este forma modernă a *sistemului metric* (MKS). Abrevierea în toate limbile este **SI** (potrivit prescurtării franceze: *Système international d'unités*), indiferent de cum se numește sistemul într-o anumită limbă. Sistemul internațional conține șapte *unități fundamentale*: **metrul, kilogramul, secunda, amperul, kelvinul, molul și candela**. Aceste unități sunt neredundante din punct de vedere al domeniilor mărimilor fizice măsurate. Din cele șapte unități de măsură fundamentale se pot deriva un număr nelimitat de *unități derivate*, care pot acoperi tot domeniul fenomenelor fizice cunoscute. Unitățile SI derivate sunt *coerente*, adică la derivarea lor nu trebuie folosit niciun factor de scară. Unitățile SI pot fi folosite și împreună cu unități ale altor sisteme, însă se pierde principalul avantaj, coerența.

În 1668 savantul englez John Wilkins, membru al *Societății Regale* în lucrarea sa *An Essay Towards A Real Character and a Philosophical Language* definește o lungime, un volum și o masă „universală”.

Adunarea Constituantă Franceză, la propunerea lui Talleyrand se pronunță în 1790 pentru crearea unui sistem de unități de măsură stabil, uniform și simplu, iar ca unitate de bază este ales metrul lui Burattini. În același an Adunarea Națională a Franței hotărăște crearea unor etaloane pentru metru și *grave*, denumirea originală pentru *kilogram*. Începând din 1832 Gauss aplică sistemul metric în fizică. El determină câmpul magnetic terestru utilizând ca unități de măsură milimetrul, gramul și secunda, sistem de unități cunoscut ca *Sistemul lui Gauss*. Și alți fizicieni sunt preocupați de sistemele de unități. În jurul anilor 1860 Maxwell și Thomson se ocupă în cadrul Asociației Britanice pentru Progresul Științei (engleză *British Association for the Advancement of Science* – BAAS), fondată în 1831 de punerea la punct a unui sistem de unități de bază și derivate. Efortul lor va duce la apariția în 1874 a Sistemului CGS, ale cărui unități de măsură sunt centimetrul, gramul și secunda. În 1960 se adoptă numele actual de „Sistemul internațional de unități” și abrevierea „SI”.

Utilizare în lume

Actual, sistemul internațional este cel mai utilizat sistem de unități de măsură pe plan mondial. Sistemul este folosit în majoritatea țărilor lumii, la ora actuală doar Marea Britanie și încă trei țări n-au trecut încă oficial la SI: Statele Unite ale Americii, Liberia și Myanmar. Totuși, în SUA SI este larg folosit în mediile științifice.

Unități SI fundamentale

SI are șapte *unități fundamentale* independente, din care se obțin prin analiză dimensională toate celelalte unități, adică *unitățile SI derivate*. Unitățile fundamentale sunt considerate independente în

măsura în care permit măsurarea mărimilor fizice independente. Unitățile fundamentale sunt dimensionale prin definiție, spre deosebire de cele derivate care pot fi adimensionale.

Mărime	Simbol	Denumire	Simbol unitate	Definiție, Observații
lungime	l	metru	m	Metru este lungimea drumului parcurs de lumină în vid în timp de $1/299\,792\,458$ dintr-o secundă.
masă	m	kilogram	kg	Kilogramul este masa prototipului internațional al kilogramului confecționat dintr-un aliaj de platină și iridiu (90 % - 10 %), cu o precizie de 0,0001 și care se păstrează la Biroul Internațional de Măsură și Greutăți (BIPM) de la Sèvres - Franța.
timp	t	secundă	s	Secunda este durata a 9 192 631 770 perioade ale radiației care corespunde tranziției între două niveluri de energie hiperfine ale stării fundamentale a atomului de cesiu 133 la temperatura de 0 K.
curent electric	I	amper	A	Amperul este intensitatea unui curent electric constant care, menținut în două conductoare paralele, rectilinii, cu lungimea infinită și cu secțiunea circulară neglijabilă, așezate în vid, la o distanță de 1 metru unul de altul, ar produce între aceste conductoare o forță de 2×10^{-7} dintr-un newton pe o lungime de 1 metru.
temperatură termodinamică	T	kelvin	K	Kelvinul, unitate de temperatură termodinamică, este fracțiunea $1/273,16$ din temperatura termodinamică a punctului triplu al apei.
cantitate de substanță	n	mol	mol	Molul este cantitatea de substanță a unui sistem care conține atâtea entități elementare câți atomi există în 0,012 kilograme de carbon C-12 (^{12}C). De câte ori se întrebuințează molul, entitățile elementare trebuie specificate, ele putând fi atomi, molecule, ioni, electroni, alte particule sau grupuri specificate de asemenea particule.
intensitate luminoasă	I_v	candelă	cd	Candela este intensitatea luminoasă, într-o direcție dată, a unei surse care emite o radiație monocromatică cu frecvența de 540×10^{12} hertzi și a cărei intensitate energetică, în această direcție este de $1/683$ dintr-un watt pe steradian.

Unități SI derivate

Unitățile derivate sunt date de expresii algebrice formate, prin înmulțirea și împărțirea unităților fundamentale. Numărul acestor unități folosite în știință este nelimitat. În tabelul următor se prezintă câteva exemple de astfel de unități.

Mărime	Simbol	Denumire	Simbol dimensional
arie	A	metru pătrat	m^2

volum	V	metru cub	m^3
viteză	v	metru pe secundă	m/s
acelerație	a	metru pe secundă la pătrat	m/s^2
număr de undă	σ ,	metru la puterea minus unu	m^{-1}
masă volumică (densitate)	ρ	kilogram pe metru cub	kg /m^3
masă superficială	ρA	kilogram pe metru pătrat	kg /m^2
volum masic	v	metru cub pe kilogram	m^3/kg
densitatea curentului electric	j	amper pe metru pătrat	A/m^2
câmp magnetic	H	amper pe metru	A/m
concentrație a cantității de substanță	c	mol pe metru cub	mol/m^3
luminanță	L_v	candelă pe metru pătrat	cd/m^2
indice de refracție(b)	n	unu	1
permeabilitate relativă† (b)	μ_r	unu	1

Unități SI derivate cu denumiri speciale

Unele unități derivate au căpătat o denumire specială și un anumit simbol.

Mărime	Denumire	Simbol
unghi plan	radian	rad
unghi solid	steradian	sr
frecvență	hertz	Hz
forță	newton	N
presiune, tensiune mecanică	pascal	Pa
energie, lucru mecanic, cantitate de căldură	joule	J
putere, flux energetic	watt	W
sarcină electrică, cantitate de electricitate	coulomb	C
diferență de potențial electric (tensiune) tensiune electromotoare	volt	V
capacitate electrică	farad	F
rezistență electrică	ohm	Ω
conductanță electrică	siemens	S
flux de inducție magnetică	weber	Wb
inducție magnetică	tesla	T
inductanță	henry	H
temperatură Celsius	grad Celsius	$^{\circ}C$
flux luminos	lumen	lm
iluminare	lux	
activitate (a unui radionuclid)	becquerel	Bq
doză absorbită	gray	Gy
echivalent al dozei absorbite	sievert	Sv

activitate catalitică	katal	kat
-----------------------	-------	-----

Unități SI coerente

Mărime	Denumire	Simbol
viscozitate dinamică	pascal-secundă	Pa s
momentul unei forțe	newton-metru	N m
tensiune superficială	newton pe metru	N/m
viteză unghiulară	radian pe secundă	rad s ⁻¹
acclerație unghiulară	radian pe secundă la pătrat	rad/s ²
Flux termic superficial iluminare energetică	watt pe metru pătrat	W/m ²
capacitate termică, entropie	joule pe kelvin	J/K
capacitate termică masică, entropie masică	joule pe kilogram-kelvin	J/kg K
energie masică	joule pe kilogram	J/kg
energie volumică	joule pe metru cub	J/m ³
câmp electric	volt pe metru	V/m
sarcină (electrică) volumică	coulomb pe metru cub	C/m ³
inducție electrică deplasare electrică	coulomb pe metru pătrat	C/m ²
permitivitate	farad pe metru	F/m
permeabilitate	henry pe metru	H/m
energie molară	joule pe mol	J/mol
entropie molară capacitate termică molară	joule pe mol-kelvin	J/mol K
expunere (radiații X și γ)	coulomb pe kilogram	C/kg
debitul dozei absorbite	gray pe secundă	Gy/s
intensitate energetică	watt pe steradian	W/sr
luminanță energetică	watt pe metru pătrat-steradian	W/m ² sr
concentrație activitate catalitică†	katal pe metru cub	Kat/m ³

Reguli de folosire a unităților

La scrierea simbolurilor unităților se recomandă:

- Numele unităților se scriu cu litere latine, drepte.
- Simbolurile se scriu cu minuscule, cu excepția cazului când provin dintr-un nume propriu, când prima literă e majusculă.

- Simbolurile nu sunt abrevieri, deci nu se pune punct după ele, cu excepția cazului în care regulile gramaticale impun notarea printr-un punct a sfârșitului unei fraze.
- Înmulțirea și împărțirea se fac conform regulilor clasice ale algebrei. Împărțirea este simbolizată de bara oblică (/) sau de exponenții negativi. Pe un rând se recomandă să fie o singură bară oblică, la nevoie simbolurile se grupează cu paranteze.
- Nu se admit prescurtări gen „cc” pentru centimetru cub, „mps” pentru metri pe secundă etc.
- Valoarea numerică precede întotdeauna simbolul, care la rândul său este precedat de un spațiu. Singura excepție este pentru unitățile unghiurilor: °, ' și ", care se scriu imediat după valoarea numerică. Simbolul temperaturii °C este precedat de un spațiu.

Prefixe SI

Prefixele care formează *multiplii* și *submultiplii* unităților de măsură din SI au fost adoptate:

- pentru 10^{-12} - 10^{12} în **1960**;
- pentru 10^{-15} și 10^{-18} în **1964**;
- pentru 10^{15} și 10^{18} în **1975**;
- pentru 10^{21} , 10^{24} , 10^{-21} și 10^{-24} în **1991**.

Lista prefixelor este următoarea:

Nume	yotta	zetta	exa	peta	tera	giga	mega	kilo	hecto	deca
Simbol	Y	Z	E	P	T	G	M	k	h	da
Factor	10^{24}	10^{21}	10^{18}	10^{15}	10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^2	10^1
Nume	deci	centi	mili	micro	nano	pico	femto	atto	zepto	yokto
Simbol	d	c	m	μ	n	p	f	a	z	y
Factor	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}	10^{-21}	10^{-24}