

MEDNARODNI STANDARDI VELIČINE IN ENOTE

Peter Glavič

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Mariboru,
Smetanova 17, 2000 Maribor, Slovenija

Povzetek

V prispevku so predstavljeni mednarodni standardi ISO 31 (Veličine in enote) z naslednjimi deli: ISO 31-0 (Splošna načela), ISO 31-1 (Prostor in čas), ISO 31-2 (Periodični in sorodni pojavi), ISO 31-3 (Mehanika), ISO 31-4 (Toplota), ISO 31-5 (Elektrika in magnetizem), ISO 31-8 (Fizikalna kemija in molekulska fizika), ISO 31-12 (Karakteristična števila) in drugimi. Poudarek je na splošnih načelih, ki so pomembna za pisanje poročil, referatov, člankov, knjig in za pedagoški proces.

1. Mednarodni sistem enot (SI)

Mednarodni sistem enot (Système International, SI) temelji na konvenciji o metru iz leta 1875 in se posodablja z odločitvami *Mednarodnega komiteja* (CIPM) in *Generalne konference* (CGPM) pri *Mednarodnem uradu za uteži in mere* (BIPM) v Parizu. Osnovna listina¹ tega urada navaja poleg zgodovinskih dejstev:

- definicije osnovnih enot (meter, kilogram, sekunda, amper, kelvin, mol, kandela) in njihove simbole (m, kg, s, A, K, mol, cd),
- primere izpeljanih enot s posebnimi imeni (newton, pascal, joule, coulomb, watt, volt, farad, ohm, Celzijeva stopinja itd.) in njihove simbole (N, Pa, J, C, W, V, F, Ω , °C),
- primere sestavljenih enot: Pa · s, N · m, J/(kg · K), J/(mol · K), W/(m · K), C/kg itd.
- decimalne večkratnike (kilo, mega, giga, tera) in manjkrajnike (mili, mikro, nano, piko),
- dovoljene enote ob SI: minuta, ura, dan; (kotna) stopinja, minuta, sekunda; liter, tona itd.
- eksperimentalno dovoljeni enoti ob SI: elektronvolt, poenotena atomska masna enota,

- enote, ki so dovoljene na posebnih področjih (navtična milja, ar, bar, ångström idr.),
- odsvetovane enote sistema CGS s pretvorniki: poise, stokes, gauss, oersted idr.
- druge odsvetovane enote zunaj SI: curie, röntgen, torr kalorija, atmosfera, mikron itd.

Listina vsebuje tudi pravila za pisanje simbolov za zmnožke in količnike enot SI ter predpon SI (večkratnikov in manjkraťnikov enot). Evropska komisija je mednarodni sistem uzakonila v svoji smernici², ki jo je z odredbo, katere uporaba je obvezna, privzela tudi Slovenija³.

2. Mednarodni standardi

Mednarodna organizacija za standardizacijo (ISO) s sedežem v Ženevi je izdala več standardov o veličinah in enotah⁴⁻⁸, od katerih je s 14 deli najpomembnejši in najboljšežnejši ISO 31⁴. Ta standard ni samo obsežnejši od listine o SI, temveč vsebuje tudi imena in simbole veličin, ne samo enot. Njegova uporaba ni obvezna, je pa priporočena. V njem so prikazana in uporabljena pravila, dogovorjena za poimenovanje veličin in enot ter za pisanje simbolov. Sistematična pravila so podobna sistemskemu poimenovanju spojin v kemiji in naj bi jih uporabljali tudi nacionalni standardi. Posebna skupina strokovnjakov *Tehniške komisije* Sekcije za terminološke slovarje *Inštituta za slovenski jezik 'Frana Ramovša'* pri Znanstveno-raziskovalnem centru *Slovenske akademije znanosti in umetnosti* končuje prevajanje standarda ISO 31; po javni razpravi prevod odobri *Tehnični odbor* SIST/TC Tehnično risanje, veličine, enote, simboli in grafični simboli pri *Slovenskem inštitutu za standardizacijo*.

2.1 Splošna načela

Mednarodni standard ISO 31-0 daje splošne informacije o načelih, ki se nanašajo na pisanje in uporabo fizikalnih veličin, enačb, simbolov veličin in enot

koherentnega sistema SI. Najboljša splošna navodila so v ameriškem standardu NIST 811⁹. Razlikovati moramo npr.:

- veličina: masa, simbol veličine: m kurziv (poševne črke),
dolžina, l nabor črk Times New Rom.
- enota kilogram, simbol enote kg nabor pokončnih črk arial
meter m (razlikuj simbol mase, m)
- količina 5,3 kg, 5,3 je številka vrednost (mersko število);

po ISO uporabljamo decimalno vejico, v angleščini tudi piko

- veličinska enačba $v = l/t$, $E = mc^2$
- številka enačba $\{v\}_{\text{km/h}} = 3,6\{l\}_{\text{m}}/\{t\}_{\text{s}}$
- enotska enačba $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
- količinska enačba $36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$

dimenzija hitrosti LT^{-1} (v eksponentu je pomišljaj, ne veza

Op.: loči vezaj (-) od pomišljajev (–, —) in stične pomišljaje (–) od nestičnih (-)!

2.2 Dogovorjena pravila za pisanje in uporabo simbolov veličin

Simbole veličin pišemo s poševnimi črkami latinske ali grške abecede (nabor *Times New Roman*), včasih z dodanimi indeksi (podpisi in nadpisi). Za simbolom veličine ni pike, razen na koncu stavka.

Simbole veličin pri množenju pišemo skupaj ali pa jih ločimo z znakom za množenje ali s poldvignjeno piko ali presledkom:

$$ab, a b, a \cdot b \text{ ali } a \times b$$

Simbole veličin pri deljenju pišemo z ulomkovo črto ali z negativnim eksponentom:

$$a/b, \frac{a}{b}, a \cdot b^{-1}; \quad \frac{ab}{c} = ab/c = abc^{-1} \text{ (ne } a/b/c\text{!)}$$

Če imajo v sobesedilu različne veličine enak simbol, jih lahko razlikujemo z ustreznim indeksom (podpisom). Indeks, ki pomeni simbol fizikalne veličine, je tiskan poševno (nabor *Times New Roman*), npr. C_p za molsko toplotno kapaciteto

pri stalnem tlaku, q_m za masni pretok, drugi indeksi pa so tiskani pokončno (nabor arial), npr. m_e za maso elektrona, C_g molsko toplotno kapaciteto plina:

C_V , q_m , K_c (V = postorninski, m = masni, c = koncentracijski) oz.
 E_k , V_m , $\Delta_{\text{vap}}H$, Δ_rH_m , $\Delta_fH \neq \Delta_{\text{fus}}H$, HCl(g) , n_B (k = kinetični, m = molski, vap = izparilni, r = reakcijski, fus = talilni, g = plinast, B = komponenta B)

2.3 Dogovorjena pravila za pisanje imen in simbolov enot

Imena enot, ki so poimenovana po slavni znanstvenikih, pišemo z malo začetnico, izvorno (newton) ali podomačeno (njuton). Slovenski pravopis dopušča obe pisavi, pri čemer daje prednost podomačeni, medtem ko prevod standarda ISO in odredba dajeta prednost izvirni, ker je ta v strokovnih besedilih bolj v rabi.

Simbole enot pišemo pokončno (ne glede na drugo besedilo) in z malimi črkami, razen pri enotah, ki so poimenovane po osebah, torej m , s , Im , vendar V , Pa , Wb . Pri litru sta dopuščeni obe pisavi, zaradi jasnosti pa ima prednost velika črka L).

Pri simbolih enot ni pregibanja oziroma končnic ali pike (razen na koncu stavka), npr. 2 m, 5 bar, 4,7 mol.

Simbole pri množenju ločimo s poldvignjeno piko ali presledkom:

$\text{N} \cdot \text{m}$ ali N m , $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ne ms^{-1} (ker bi to pomenilo recipročno milisekundo!),

$\text{kW} \cdot \text{h}$ ali kW h , tudi kWh

Simbole pri deljenju pišemo z ulomkovo črto ali z negativnim eksponentom:

$\frac{m}{s}$, m/s , $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, oziroma v primeru bolj sestavljenih

$\text{m} \cdot \text{kg}/(\text{s}^3 \cdot \text{A})$, $\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$, (ne $\text{m} \cdot \text{kg}/\text{s}^3/\text{A}$).

Za simbole enot ne smemo uporabljati kratic, kot so npr. sec, ccm, lit, mps, AMU.

2.4 Več- in manjkratniki enot

Imena decimalnih enot pišemo skupaj s predpono (milimeter, mikropascal, meganewton), isto velja za simbole enot (km, mL, μPa), ki dajejo z večkratniki ali manjkratniki neločljiv simbol: $2,3 \text{ cm}^3 = 2,3 (\text{cm})^3$.

Enota naj ima kar se da malo manjkratnikov oz. večkratnikov, razen v primeru kilograma:

10 MV/m je bolje kot 10 kV/mm;

0,13 mol/kg je bolje od 0,13 mmol/g.

Manjkratnike ali večkratnike lahko uporabljamo tudi pri enoti $^{\circ}\text{C}$: npr. $12 \text{ m}^{\circ}\text{C}$.

Ne uporabljamo jih pri časovnih enotah, kot so min, h, d.

Pri litru, L, uporabljamo samo manjkratnike: mL, dL (ne kL, ML ipd.).

Pri elektronvoltu, eV, in toni, t, uporabljamo samo večkratnike, kt (ne pa mt).

2.5 Izgovarjava imen enot

Množene enote pišemo s presledkom ali z vezajem (Slovenski pravopis jih piše skupaj, če sta največ dve in če gre za enote, ki so v splošni rabi, npr. wattsekunda), torej pascal sekunda ali pascal-sekunda (pascalsekunda), newton meter ali newton-meter (newtonmeter, izgovarjava je v obeh primerih enaka), razprava o tem še teče. Deljene enote pišemo z besedico »na«, ne s črto, torej amper na meter in ne amper/meter. Potenci dva (na kvadrat) in tri (na (potenco) tri) pišemo za imenom enote, v primeru ploščine (kvadratni meter) in prostornine (kubični meter) pa ju pišemo pred imenom:

m/s^2	meter na sekundo (na) kvadrat
$\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$	newton meter (na) kvadrat na kilogram (na) kvadrat
kg/m^2	kilogram na kvadratni meter
$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$	watt na kvadratni meter kelvin na (potenco) štiri
kg/m^3	kilogram na kubični meter
Pa^{-1}	pascal na (potenco) minus ena, recipročni pascal
m^{-3}/s	meter na (potenco) minus tri na sekundo

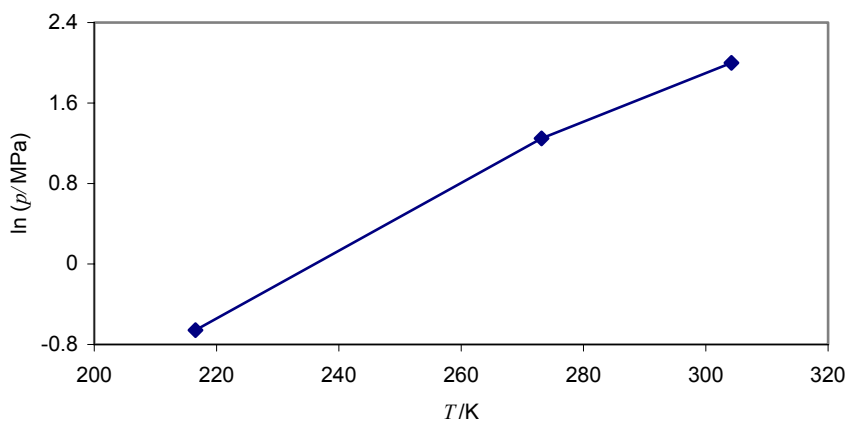
2.6 Dogovorjena pravila izražanja količin

Kolone v tabelah in osi v grafih s številskimi vrednostmi naslavljamo s simboli:

$t/^{\circ}\text{C}$ (ne $t (^{\circ}\text{C})$ ali Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)); $E/(\text{V/m})$, ne $E (\text{V/m})$ ali

Električna poljska jakost (V/m).

T/K	p/MPa	$\ln(p/\text{MPa})$
216,55	0,5180	-0,6578
273,15	3,4853	1,2486
304,19	7,3815	1,9990



Med številsko vrednostjo in enoto je presledek: $30,2^{\circ}\text{C}$,

izjema so enote za ravninski kot: $\alpha = 30^{\circ}22'8''$.

Tudi pri pridevniški rabi ne uporabljamo vezaja: $10\text{ k}\Omega$ upornik.

Količine izražamo z eno samo enoto:

$22,20^{\circ}$, ne $22^{\circ}12'$; $l = 10,234\text{ m}$, ne $l = 10\text{ m } 23\text{ cm } 4\text{ mm}$.

Informacije so pri veličini, ne pri enoti: $\Delta_f S(\text{HgCl}_2, \text{cr}, 25^{\circ}\text{C}) = -154,3\text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$;

$V_{\text{max}} = 300\text{ V}$, ne $V = 300\text{ V}_{\text{max}}$ (za potencialno razliko, V , v voltih, V);

vsebnost Pb je 5 ng/L , ne 5 ng Pb/L ;

številska gostota atomov O_2 je $3 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ in ne $3 \times 10^{18}\text{ O}_2\text{ atomov}/\text{cm}^3$.

Pri navajanju količin uporabljamo simbole enot in ne njihovih imen, torej:

5 m in ne 5 metrov ali pet m .

V znanstvenem in strokovnem tisku navajamo številsko vrednost veličine s številko, enoto pa s simbolom, torej: 5 m in ne pet metrov.

Količine moramo izraziti nedvoumno:

51 mm × 51 mm × 25 mm, ne 51 × 51 × 25 mm;

Vrednosti v mejah navedemo bodisi s predlogi od ... do z navedbo enote pri obeh številkah, torej: od 0 V do 5 V (ne 0 do 5 V)

ali s stičnim pomišljajem in navedbo enote na koncu za presledkom (gl.

Slovenski pravopis, 2002), torej: 0–5 V (ne 0 – 5 V).

Tudi pri navajanju toleranc enoto prav tako ponovimo ali pa pišemo vrednost in odstopanje v oklepaju, pri čemer mora biti pred znakom ± in za njim v vsakem primeru presledek, torej:

63,2 m ± 0,1 m ali (63,2 ± 0,1) m, ne 63,2 ± 0,1 m;

(8,2, 9,0, 9,5, 9,8, 10,0) GHz, ne 8,2, 9,0, 9,5, 9,8, 10,0 GHz;

129 s – 3 s = (129 – 3) s = 126 s, ne 129 – 3 s = 126 s.

Simbola enote ne smemo uporabljati brez številske vrednosti:

plin prodajamo na kubične metre, ne ... na m³; v glavi preglednice ali ob koordinatni osi v diagramu pa seveda lahko zapišemo *V* m³, kar pomeni »prostornina v kubičnih metrih«.

Izbira večkratnika oz. manjkratnika je odvisna od natančnosti meritve:

l = 1200 m ali tudi *l* = 1,200 km, ne pa 1,2 km;

številsko vrednost naj bo med 0,1 in 1000, večkratnik potence 3:

namesto $3,3 \times 10^7$ Hz pišemo 33×10^6 Hz = 33 MHz;

namesto 0,009 52 g pišemo $9,52 \times 10^{-3}$ g = 9,52 mg;

namesto 2703 W pišemo 2,703 kW;

namesto 0,185 nm pišemo 185 pm.

Pomembna je praksa v stroki ali vedi: strojniki izražajo vse v mm, gradbeniki v cm;

v tabelah naj bo uporabljen en sam večkratnik ali manjkratnik:

10 mm × 3 mm × 0,02 mm.

Pri veličinah z dimenzijo ena (brezdimenzijske veličine) enote 1 ne pišemo. Tako npr. pišemo za lomni količnik

$$n = 1,51 \text{ (ne pa } n = 1,51 \times 1).$$

Ravninski in prostorski kot imata dimenzijo ena, enoto ena, simbol 1, vendar zanju še pogosto uporabljamo enoti radian (rad) oziroma steradian (sr).

Z enoto ena uporabljamo namesto večkratnikov ali manjkrajnikov rajši potence 10:

$$\mu_r = 1,2 \times 10^{-6} \text{ (ne pa } \mu_r = 1,2 \mu).$$

Dovoljena je raba simbola % (odstotek), simbola ‰ (promile) za število 0,001 pa ne! Med številko in simbolom mora biti presledek:

$$x_B = 0,0025 = 0,25 \text{ ‰ (ne } x_B = 0,25\% \text{ ali } x_B = 0,25 \text{ odstotka).}$$

Ker je % število, mu ne smemo dodati informacije, torej:

ne npr. masni odstotek niti utežni % niti ‰ (m/m) in

ne npr. molski odstotek niti molski % niti ‰ (mol/mol).

Pravilno:

masni delež je 10 % ali $w_B = 10 \text{ ‰}$ ali $w_B = 3 \text{ g/kg}$;

molski delež je 10 % ali $x_B = 10 \text{ ‰}$

$R_1 = R_2(1 + 0,05 \text{ ‰})$, ne upor R_1 presega upor R_2 za 0,05 %.

Kratice ppm, ppb, ppt ter imena števil 10^9 in višjih niso primerna:

1 bilijon (ZDA) = 1×10^9 , 1 bilijon (EZ) = 1×10^{12} , pišemo rajši kot število10 na ustrezno potenco!

Namesto enot ppm, ppb pišemo npr. :

0,5 $\mu\text{L/L}$ (ne 0,5 ppm), 1 nm/m (ne 1 ppb), 2 ng/kg (ne 2 ppt).

Ne smemo uporabljati kratic, ki so odvisne od jezika ali so različne v različnih državah:

npr. vrt/min za vrtljaje na minuto, dovoljen je r/min;

bilijon v ppb – glej zgoraj.

Veličinske enačbe imajo prednost pred številskimi, npr.:

$$E_g(\text{eV}) = 1,425 - 1,337x + 0,270x^2, \quad 0 \leq x \leq 0,15, \quad x \text{ je množinski delež.}$$

Pravilno pisanje količnikov veličin je »deljeno z«, ne »na enoto«:

tlak je sila, deljena s ploščino, bolje kot tlak je sila na enoto ploščine.

Izražanje naj bo natančno: ... predmet z maso 1 kg ... in ne ... maso 1 kg ... !

2.7 Simboli opisnih izrazov

Poleg simbolov veličin in enot poznamo simbole opisnih izrazov: matematičnih simbolov, kemijskih elementov, indeksov ob simbolih veličin (glej točko 2.2), kratice, akronime.

Matematični znaki in simboli so podani v ISO 31-11. Simbole matematičnih konstant, funkcij in operatorjev pišemo pokončno:

Σx_i	vsota x ,	
df/dx	odvod funkcije f po x ,	enako $\delta f/\delta x$ za parcialni odvod
$e^x, \exp x$	eksponentna funkcija (za osnovo e)	
$\log_a x$	logaritem osnove a za število x	
$\text{lb } x$	$\text{lb } x = \log_2 x$	
$\ln x$	$\ln x = \log_e x$	
$\lg x$	$\lg x = \log_{10} x$	
$\tan x$	tangens x .	

Simbole kemijskih elementov pišemo pokončno: Ar, Na, K.

Števila pišemo v skupinah (s presledkom, ne s piko) po 3 števke, levo in desno od decimalne vejice: 43 279,168 29.

2.8 Pravila za poimenovanje veličin

Koeficient:	količnik dveh veličin z <u>različnima dimenzijama</u> npr. koeficient (toplotnega, snovnega)(prestopa, prehoda)	
Faktor:	količnik dveh veličin z <u>enakima dimenzijama</u>	
Razmerje:	količnik dveh <u>enakih veličin</u> , ne »indeks«	
Delež:	razmerje, manjše od ena	
Ravèn (nivo):	logaritem razmerja veličine in njene referenčne vrednosti	
Konstanta:	veličina, ki ima pri vseh pogojih isto vrednost	
Masni, specifičen:	deljen z maso	$X/m = x$
Prostorninski, gostota:	deljen s prostornino	X/V
Dolžinski, dolžinska gostota:	deljen z dolžino	X/l .
Ploščinski, ploščinska gostota:	deljen s ploščino,	X/A .

Molski:	deljen z množino,	$X/n = X_m$.
Koncentracija:	deljen s celotno prostornino zmesi	X/V_z .

Sistem lahko uredimo v matrično obliko, kot jo ima npr. periodni sistem (Tabele 1 do 5).

Tabela 1. Razmerja, deleži in koncentracije

Veličina	Masa	Prostornina	Množina	Številnost
Razmerje	$\zeta(A/B)$ masno razmerje	$\psi(A/B)$ prostorninsko razmerje	$r(A/B)$ množinsko razmerje	$R(A/B)$ številsko razmerje
Delež	w_B masni delež	φ_B prostorninski delež	x_B množinski delež	X_B številski delež
Koncentracija	ρ_B masna koncentracija	σ_B prostorninska koncentracija	c_B (množinska) koncentracija	C_B številka koncentracija

Druge možnosti stolpcev: čas (časovni delež, časovno razmerje), cena (censki delež, censko razmerje)

Tabela 2. Prostorninske, masne, molske veličine

X	$A, (S)$	V	m	E
X/V	$A/V = a$	φ	$m/V = \rho$	$E/V = w$
Prostorninski, »gostota«	prostorninska ploščina m^2/m^3	prostorninski delež 1	prostorninska masa kg/m^3	prostorninska energija J/m^3
X/m	$A/m = s$	$V/m = v$	w	$E/m = e$
Masni, »specifični«	masna ploščina m^2/kg	masna prostornina m^3/kg	masni delež 1	masna energija J/kg
X/n	$A/n = A_m$	$V/n = V_m$	$m/n = M$	$E/n = E_m$
Molski	molska ploščina m^2/mol	molska prostornina m^3/mol	molska masa kg/mol	molska energija J/mol

Druge možnosti za X : številnost N , delo W , entalpija H , naboj Q , cena C

Tabela 3. Tok, ploščinski tok, prostorninski tok

X	V	m	n	Q/J
X/t ... tok	$V/t = q_V(Q)$ prostorninski tok m^3/s	$m/t = q_m(q)$ masni tok kg/s	$n/t = F?$ množinski tok mol/s	$Q/t = \Phi$ toplotni tok $W = J/s$
$X/(At)$ Ploščinski ... tok, ne fluks	$V/(At) = v$ povprečna hitrost toka $m^3/(m^2 \cdot s) = m/s$	$m/(At) = G?$ ploščinski masni tok $kg/(m^2 \cdot s)$	$n/(At) = J?$ ploščinski množinski tok $mol/(m^2 \cdot s)$	$\Phi/A = q$ ploščinski toplotni tok W/m^2
$X/(Vt)$ Prostorninski .. tok Gostota ... toka	$V/(Vt) = \Sigma?$ gostota prostor- ninskega toka $m^3/(m^3/s) = s^{-1}$	$m/(Vt) = \Gamma?$ gostota masnega toka $kg/(m^3 \cdot s)$	$n/(Vt) = v$ hitrost reakcije $mol/(m^3 \cdot s)$	$\Phi/Vt = \varphi?$ prostorninska moč W/m^3

Druge možnosti za X : številnost N , energija E , elektrina Q

Op.: simboli z vprašaji niso mednarodno potrjeni, so samo predlog avtorja tega članka

Tabela 4. Različne hitrosti kemijskih presnov

X	V	m	A
ω/X ... hitrost presnove	$\omega/V = r$ prostorninska hitrost presnove $mol/(m^3 \cdot s)$	$\omega/m = r'$ masna hitrost presnove $mol/(kg \cdot s)$	$\omega/A = r''$ ploščinska hitrost presnove $mol/(m^2 \cdot s)$

3. Nekatere veličine in njihove enote

V nadaljevanju navajamo nekatere spremembe za kemike pomembnega izrazja veličin in enot ter njihovih simbolov.

31-1 PROSTOR IN ČAS

dolžina	l, L
širina	b
višina	h
debelina	d, δ
polmer	r
dolžina poti	s
razdalja	d, r
koordinate	x, y, z
polmer loka	ρ

ploščina	$A, (S)$	– razlikuj površino od njene ploščine
čas	t	
perioda	T	
časovna konstanta	τ	

31-2 PERIODIČNA IN SORODNA GIBANJA

vrtlina frekvenca	f	Hz, r/s (ne vrt/s, vrt/min)
obr/min ipd.) krožna frekvenca	$\omega = 2\pi f$	s^{-1}
valovna dolžina	λ	m
repetenca, valovno število	$\sigma = 1/\lambda$	m^{-1}

31-3 MEHANIKA

tlak	p	Pa, bar
viskoznost	η	Pa · s
kinematična viskoznost	ν	m^2/s
energija	E	J
delo	W	J
moč	P	J
izkoristek	η	1
masni tok	q_m	kg/s;
prostorninski tok	q_V	$m^3/s, L/s$

31-4 TOPLOTA

termodinamična temperatura	$T, (\Theta)$	K
Celzijeva temperatura	t, ϑ	°C
toplota	Q	J
toplotni tok	Φ	W
toplotna kapaciteta	C	J/K
masna toplotna kapaciteta	c	J/(kg · K)
molska toplotna kapaciteta	C_m	J/(mol · K)
koeficient toplot. prestopa	$h, (\alpha)$	W/($m^2 \cdot K$)
koeficient toplotnega prehoda in kemijski tehniki	$K, (k),$ U	W/($m^2 \cdot K$), v gradbeništvu W/($m^2 \cdot K$)
(Helmholtzova) prosta energija	A, F	J
prosta entalpija	G	J

ISO 31-5 ELEKTRIKA IN MAGNETIZEM

električni naboj, elektrina	Q	C
električni potencial	V	V
razlika potencialov, napetost	U	V
lastna napetost	E	V
električna konstanta	ϵ_0	F/m
permitivnost	ϵ	F/m
magnetna konstanta	μ_0	H/m
permeabilnost	μ	H/m

Tabela 5. Upor - prevod, upornost – prevodnost

	Upor, rezistanca	Prevod, konduktanca	Upornost, rezistivnost	Prevodnost, konduktivnost
Električni	R/Ω	G/S	$\rho/(\Omega \cdot m)$	$\sigma/(S/m)$
Toplotni	$R/(K/W)$	$G/(W/K)$	$R/(m \cdot K/W)$	$\lambda/(W/(m \cdot K))$

31-8 FIZIKALNA KEMIJA IN KEMIJSKA FIZIKA

relativna atomska masa	A_r	1
relativna molekulska masa	M_r	1
molska masa	M	kg/mol
množinski delež (komponente B)	$x_B, (y_B)$	1
koncentracija (topljenca B)	c_B	mol/L,
ne normalnost (N) ali molarnost (M)		
masna koncentracija (topljenca B)	ρ_B	kg/L
molalnost (topljenca B)	b_B ne (m)	mol/kg
absolutna aktivnost	λ_B	1
aktivnost topljenca B	a_B	1
fugativnost B	p_B	Pa
koeficient aktivnosti topljenca B	γ_B	1
kemijski potencial B	μ_B	J/mol
afiniteta (kemijske reakcije)	A	J/mol
obseg reakcije	ξ	mol
standardna ravnotežna konstanta	K^θ	1

Podrobnejša pravila za kemijo je mogoče najti v IUPACovi »zeleni knjigi«⁹, priročniku¹⁰ in Priporočilih¹¹.

5. Literatura

1. *Le Système international d'unités*, Bureau international des poids et mesures (BIPM), 7^e édition, Sèvres, **1998**, str. 1-79 (vključuje tudi angleško verzijo, str. 81-152).
2. *Council directive 80/181/EEC with amendments 85/1, 89/617 and 99/103/EC*.
3. Odredba o merskih enotah (Ur. list RS **26/2001**).
4. Mednarodni standardi ISO 31-0 do 31-13, *Quantities and units (1992 in dopolnilo 1998)*; SIST ISO 31-0 do 31-13, *Veličine in enote*, prevod v slovenščino, SIST, Ljubljana, **2003**:
 - 31-1 Splošna načela
 - 31-2 Prostor in čas
 - 31-3 Periodični in sorodni pojavi
 - 31-4 Mehanika
 - 31-5 Toplota
 - 31-6 Električna in magnetizem
 - 31-7 Svetloba in sorodna elektromagnetna sevanja
 - 31-8 Akustika
 - 31-9 Fizikalna kemija in molekulska fizika
 - 31-10 Atomska in jedrska fizika
 - 31-11 Jedrske reakcije in ionizirajoča sevanja
 - 31-12 Matematični znaki in simboli
 - 31-13 Karakteristična števila
 - 31-14 Fizika trdne snovi
5. SIST ISO 1000 *Enote SI s priporočili za uporabo njihovih večkratnikov in nekaterih drugih enot*, SIST, Ljubljana, **2003**.
6. SIST ISO 10628 *Sheme procesnih obratov – splošna pravila*, SIST, Ljubljana, **2003**.
7. CODATA (Committee on Data for Science and Technology) *Values of Fundamental Constants 1998*, Revs. Mod. Phys. **72** (2000) 351.
8. *Guide for the Use of the International System of Units (SI)*, National Institute of Standards and Technology (NIST), NIST Special Publication **811**, B. N. Taylor (Ed.), Washington, **1995**.
9. *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*, I. Mill et al. (Eds), IUPAC, Blackwell Science, Oxford, **1998**.
10. P. Glavič, *Mednarodni sistem merskih enot in znakov*, FKKT, Maribor, **2003** (v pripravi).
11. IUPAC *Recommendations*, Compendium of Chemical Terminology, 2nd Edition, A. D. McNaught and A. Wilkinson (Compilers), Blackwell Science, Oxford, **1997**.

Abstract

International standards ISO 31 (Quantities and units) are presented, including the following parts: ISO 31-0 (General principles), ISO 31-1 (Space and time), ISO 31-2 (Periodic and related phenomena), ISO 31-3 (Mechanics), ISO 31-4 (Heat), ISO 31-5 (Electricity and magnetism), ISO 31-8 (Physical chemistry and molecular physics), ISO 31-12 (Characteristic numbers), and others. General rules for writing reports, papers, articles, books, as well as teaching are highlighted.