

---

**Veličine in enote – 9. del: Fizikalna kemija in molekulska fizika**

Quantities and units – Part 9: Physical chemistry and molecular physics

Grandeurs et unités – Partie 9: Chimie physique et physique moléculaire

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[SIST ISO 80000-9:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013>

## NACIONALNI UVOD

Standard SIST ISO 80000-9 (sl), Veličine in enote – 9. del: Fizikalna kemija in molekulska fizika, 2013, ima status slovenskega standarda in je enakovreden mednarodnemu standardu ISO 80000-9 (en), Quantities and units – Part 9: Physical chemistry and molecular physics, 2009-04.

## NACIONALNI PREDGOVOR

Mednarodni standard ISO 80000-9:2009 je pripravil tehnični odbor ISO/TC 12 Veličine, enote, simboli.

Slovenski standard SIST ISO 80000-9:2013 je prevod mednarodnega standarda ISO 80000-9:2009. V primeru spora glede besedila slovenskega prevoda v tem standardu je odločilen izvirni mednarodni standard v angleškem jeziku. Slovensko izdajo standarda je pripravil tehnični odbor SIST/TC TRS Tehnično risanje, veličine, enote, simboli in grafični simboli.

## ZVEZA Z NACIONALNIMI STANDARDI

S privzemom tega mednarodnega standarda veljajo za omejeni namen referenčnih standardov vsi standardi, navedeni v izvirniku, razen standardov, ki so že sprejeti v nacionalno standardizacijo:

SIST ISO 80000-3:2012 (sl)	Veličine in enote – 3. del: Prostor in čas
SIST ISO 80000-4:2012 (sl)	Veličine in enote – 4. del: Mehanika
SIST ISO 80000-5:2012 (sl)	Veličine in enote – 5. del: Termodinamika
SIST EN 80000-6:2008 (en,fr)	Veličine in enote – 6. del: Elektromagnetizem (IEC 80000-6:2008)

## PREDHODNA IZDAJA

SIST ISO 31-8+A1:2008 (sl)	Veličine in enote – 8. del: Fizikalna kemija in molekulska fizika
SIST ISO 31-8:1995/Amd.1:2001 (en)	Veličine in enote – 8. del: Fizikalna kemija in molekulska fizika

## OPOMBE

- Povsod, kjer se v besedilu standarda uporablja izraz “mednarodni standard”, v SIST ISO 80000-9:2013 to pomeni “slovenski standard”.
- Nacionalni uvod in nacionalni predgovor nista sestavni del standarda.

---

<b>VSEBINA</b>	<b>Stran</b>
Predgovor .....	4
Uvod .....	5
1 Področje uporabe .....	9
2 Zveza z drugimi standardi .....	9
3 Imena, simboli in definicije .....	9
Dodatek A (normativni): Atomska števila, imena in simboli kemijskih elementov.....	40
Dodatek B (normativni): Simboli za kemijske elemente in nuklide.....	42
Dodatek C (normativni): pH.....	43
Literatura.....	45

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[SIST ISO 80000-9:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013>

## Predgovor

ISO (Mednarodna organizacija za standardizacijo) je svetovna zveza nacionalnih organov za standarde (članov ISO). Mednarodne standarde navadno pripravljajo tehnični odbori ISO. Vsak član, ki želi delovati na določenem področju, za katero je bil ustanovljen tehnični odbor, ima pravico biti zastopan v tem odboru. Pri delu sodelujejo tudi vladne in nevladne mednarodne organizacije, povezane z ISO. V vseh zadevah, ki so povezane s standardizacijo na področju elektrotehnike, ISO tesno sodeluje z Mednarodno elektrotehniško komisijo (IEC).

Mednarodni standardi so pripravljani v skladu s pravili, podanimi v Direktivah ISO/IEC, 2. del.

Glavna naloga tehničnih odborov je priprava mednarodnih standardov. Osnutki mednarodnih standardov, ki jih sprejmejo tehnični odbori, se pošljejo vsem članom v glasovanje. Za objavo mednarodnega standarda je treba pridobiti soglasje najmanj 75 % članov, ki se udeležijo glasovanja.

Opozoriti je treba na možnost, da je lahko nekaj elementov tega dokumenta predmet patentnih pravic. ISO ne prevzema odgovornosti za ugotavljanje istovetnosti katerihkoli ali vseh takih patentnih pravic.

ISO 80000-9 je pripravil tehnični odbor ISO/TC 12 *Veličine in enote*.

Prva izdaja standarda ISO 80000-9 razveljavlja in nadomešča standard ISO 31-8:1992. Vključuje tudi dopolnilo ISO 31-8:1992/Amd.1:1998. V primerjavi s prejšnjim standardom so glavne tehnične spremembe naslednje:

- spremenjeno je podajanje številskih navedb;
- spremenjene so zveze z drugimi standardi;
- dodanih je nekaj novih postavk;
- v dodatku A je dodanih nekaj novih kemijskih elementov;
- dodatek C je spremenjen in ima popolnoma novo besedilo.

ISO 80000 s skupnim naslovom *Veličine in enote* sestavljajo naslednji deli:

- 1. del: *Splošno*
- 2. del: *Matematični znaki in simboli za uporabo v naravoslovnih vedah in tehniki*
- 3. del: *Prostor in čas*
- 4. del: *Mehanika*
- 5. del: *Termodinamika*
- 7. del: *Svetloba*
- 8. del: *Akustika*
- 9. del: *Fizikalna kemija in molekulska fizika*
- 10. del: *Atomska in jedrska fizika*
- 11. del: *Značilna števila*
- 12. del: *Fizika trdne snovi*

IEC 80000 s skupnim naslovom *Veličine in enote* sestavljajo naslednji deli:

- 6. del: *Elektromagnetizem*
- 13. del: *Informacijska znanost in tehnologija*
- 14. del: *Telebiometrija, povezana s fiziologijo človeka*

## Uvod

### 0.1 Razvrstitev v preglednice

V tem mednarodnem standardu so veličine in enote v preglednicah razvrščene tako, da so veličine na levih, enote pa na ustreznih desnih straneh.

Vse enote med polnima vodoravnima črtama na desni strani pripadajo veličinam med ustreznima polnima črtama na levi strani.

Če je bila pri reviziji dela standarda ISO 31 zaporedna številka veličine spremenjena, je številka iz prejšnje izdaje navedena v oklepaju na levi strani pod novo številko veličine; pomišljaj pomeni, da prejšnja izdaja ni vsebovala te veličine.

### 0.2 Preglednice veličin

Imena najpomembnejših veličin v tem mednarodnem standardu so podana skupaj s svojimi simboli in največkrat tudi z definicijami. Ta imena in simboli so priporočila. Definicije so podane samo za opredelitev veličin v mednarodnem sistemu veličin (ISQ), navedenih na levih straneh preglednice, in niso nujno popolne.

Skalarni, vektorski in tenzorski značaj nekaterih veličin je prikazan, zlasti kadar je potreben za definicijo.

Večina veličin ima podano samo eno ime in samo en simbol; če sta za eno veličino podani dve imeni ali več oziroma dva simbola ali več in razlika ni opredeljena, so enakovredni. Kadar obstajata dva tipa poševnih črk (kot npr.  $\vartheta$  in  $\theta$ ,  $\varphi$  in  $\phi$ ;  $a$  in  $\alpha$ ,  $g$  in  $g$ ), je uporabljen samo eden; to pa ne pomeni, da drugi ni enako sprejemljiv. Takšnim različicam ni priporočljivo pripisovati različnih pomenov. Če je simbol v oklepaju, pomeni, da je "rezervni" in se v besedilu uporablja takrat, kadar ima glavni simbol drugačen pomen.

V angleški izdaji so francoska imena veličin v poševnem tisku, pred njimi pa stoji oznaka *fr.* Spol je pri francoskem imenu označen z oznako (m) za moški in (f) za ženski spol, ki stoji neposredno za samostalnikom v francoskem imenu.

### 0.3 Preglednice enot

#### 0.3.1 Splošno

Imena enot za ustrezne veličine so podana skupaj z mednarodnimi simboli in definicijami. Ta imena enot so odvisna od jezika, simboli pa so mednarodni in enaki v vseh jezikih. Več informacij o tem najdete v Brošuri SI (8. izdaja, 2006), ki jo je izdal BIPM, in v ISO 80000-1<sup>1)</sup>.

Enote so razporejene na naslednji način:

- a) Najprej so podane koherentne enote SI. Enote SI so bile sprejete na Generalni konferenci za uteži in mere (Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM). Priporoča se uporaba koherentnih enot SI; desetiški večkratniki in manjkrajniki, ki se tvorijo s predponami SI, se priporočajo, tudi če niso posebej navedeni.
- b) Sledi nekaj enot, ki niso enote SI, a so jih za uporabo skupaj z enotami SI sprejeli Mednarodni odbor za uteži in mere (Comité International des Poids et Mesures, CIPM) ali Mednarodna organizacija za zakonsko meroslovje (Organisation Internationale de Métrologie Légale, OIML) ali ISO in IEC.

Take enote so od ustreznih enot SI ločene s črtkano vodoravno črto.

- c) Enote, ki niso enote SI in jih CIPM trenutno dovoljuje za uporabo skupaj z enotami SI, so v stolpcu "Pretvorniki in opombe" natisnjene z manjšimi črkami kot drugo besedilo.

<sup>1)</sup> V pripravi za izdajo.

- d) Enote, ki niso enote SI in se ne priporočajo, so podane samo v dodatkih k nekaterim delom tega mednarodnega standarda. Ti dodatki so informativni, namenjeni predvsem pretvornikom, in niso sestavni del standarda. Te odsvetovane enote so razvrščene v dve skupini:
- 1) enote s posebnimi imeni v sistemu CGS;
  - 2) enote, ki temeljijo na enotah čevlji, funt, sekunda ter nekatere druge sorodne enote.
- e) Druge enote, ki niso enote SI in so podane za informacijo, zlasti glede pretvornikov, so navedene v informativnih dodatkih k nekaterim delom tega mednarodnega standarda.

### 0.3.2 Opomba glede enot veličin z dimenzijo ena oziroma brezdimenzijskih veličin

Koherentna enota za katerokoli veličino z dimenzijo ena, ki se imenuje tudi brezdimenzijska veličina, je število ena, simbol 1. Pri izražanju vrednosti takšne veličine se simbol enote 1 navadno ne piše.

1. PRIMER: Lomni količnik  $n = 1,53 \times 1 = 1,53$

Za večkratnike ali manjkratnike te enote se predpone ne uporabljajo. Namesto predpon se priporoča uporaba potenc števila 10.

2. PRIMER: Reynoldsovo število  $Re = 1,32 \times 10^3$

Ker je ravninski kot na splošno izražen z razmerjem med dvema dolžinama in prostorski kot z razmerjem med dvema ploščinama, je CGPM leta 1995 v mednarodnem sistemu enot določil, da sta radian, rad, in steradian, sr, brezdimenzijski izpeljani enoti. Torej se veličini ravninski kot in prostorski kot obravnavata kot izpeljani veličini z dimenzijo ena. Enoti radian in steradian sta tako enaki ena; lahko se izpustita ali pa uporabljata v izrazih za izpeljane enote, da je lažje razlikovati med veličinami različne vrste, vendar enake dimenzije.

### 0.4 Številске navedbe v tem mednarodnem standardu

Znak = se uporablja za označevanje, da "je točno enako", znak  $\approx$  se uporablja za označevanje, da "je približno enako", in znak  $\doteq$  se uporablja za označevanje, da "je po definiciji enako".

Številске vrednosti fizikalnih veličin, ki so bile eksperimentalno določene, imajo vedno pripadajočo merilno negotovost. Ta negotovost se vedno navede. V tem mednarodnem standardu se velikost negotovosti izrazi tako, kot kaže naslednji primer.

PRIMER:  $l = 2,347\ 82(32)\ \text{m}$

V tem primeru,  $l = a(b)\ \text{m}$ , se številška vrednost negotovosti  $b$ , navedena v oklepaju, domnevno nanaša na zadnje (in najmanj pomembne) številke številске vrednosti  $a$  dolžine  $l$ . Ta zapis se uporabi, kadar  $b$  izraža eno standardno negotovost (ocenjeni standardni odklon) v zadnjih števkih vrednosti  $a$ . Zgoraj navedeni številski primer se lahko razlaga, kot da pomeni, da je najboljša ocena številске vrednosti dolžine  $l$  (če je  $l$  izražena v enoti meter) 2,347 82 in da je neznana vrednost  $l$  domnevno med  $(2,347\ 82 - 0,000\ 32)\ \text{m}$  in  $(2,347\ 82 + 0,000\ 32)\ \text{m}$ , s tem da je verjetnost določena s standardno negotovostjo 0,000 32 m in normalno porazdelitvijo verjetnosti vrednosti  $l$ .

### 0.5 Posebne opombe

V tem delu ISO 80000 so simboli za snovi prikazani s podpisom, npr.  $c_B$ ,  $w_B$ ,  $p_B$ .

Na splošno je priporočljivo, da se simboli za snovi in njihova stanja pišejo v oklepaju na isti višini, kot je glavni simbol, npr.  $c(\text{H}_2\text{SO}_4)$ .

Nadpis \* pomeni "čisto", nadpis ° pa "standardno".

1. PRIMER:  $V_m(\text{K}_2\text{SO}_4, 0,1\ \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}\ \text{v}\ \text{H}_2\text{O}, 25\ \text{°C})$  za molsko prostornino.

2. PRIMER:  $C_{m,p}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}, \text{g}, 298,15 \text{ K}) = 33,58 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$  za standardno molsko toplotno kapaciteto pri stalnem tlaku.

V izrazu, kot je  $\varphi_B = x_B V_{m,B}^* / \sum x_i V_{m,i}^*$ , pomeni  $\varphi_B$  prostorninski delež posamezne snovi B v zmesi snovi A, B, C ..., kjer  $x_i$  označuje množinski delež snovi  $i$  in  $V_{m,i}^*$  molsko prostornino čiste snovi  $i$ , in so vse molske prostornine  $V_{m,A}^*, V_{m,B}^*, V_{m,C}^*, \dots$  vzete pri enaki temperaturi in tlaku, vsota snovi A, B, C..., ki sestavljajo zmes, na desni strani enačbe pa je  $\sum x_i = 1$ .

Imena in simboli kemijskih elementov so podani v dodatku A.

Dodatne informacije o simbolu veličine se lahko dodajo za simbolom kot podpis ali nadpis ali v oklepaju.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[SIST ISO 80000-9:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[SIST ISO 80000-9:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013>



## Veličine in enote –

### 9. del:

## Fizikalna kemija in molekulska fizika

### 1 Področje uporabe

ISO 80000-9 podaja imena, simbole in definicije za veličine in enote v fizikalni kemiji in molekulske fiziki. Kjer je primerno, so podani tudi pretvorniki (pretvorni faktorji).

### 2 Zveza z drugimi standardi

Za uporabo tega dokumenta so nujno potrebni spodaj navedeni standardi. Pri datiranem sklicevanju se upošteva samo navedena izdaja. Pri nedatiranem sklicevanju se upošteva zadnja izdaja navedenega dokumenta (vključno z morebitnimi dopolnili).

ISO 80000-3:2006, *Veličine in enote – 3. del: Prostor in čas*

ISO 80000-4:2006, *Veličine in enote – 4. del: Mehanika*

ISO 80000-5:2007, *Veličine in enote – 5. del: Termodinamika*

IEC 80000-6:2008, *Veličine in enote – 6. del: Elektromagnetizem*

### 3 Imena, simboli in definicije

Imena, simboli in definicije za veličine in enote v fizikalni kemiji in molekulske fiziki so podani na naslednjih straneh.

iteh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[SIST ISO 80000-9:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013>

FIZIKALNA KEMIJA IN MOLEKULSKA FIZIKA				VELIČINE
Zap. št.	Ime	Simbol	Definicija	Opombe
9-1 (8-3)	množina snovi	$n$	množina snovi je ena od sedmih osnovnih veličin v mednarodnem sistemu veličin ISQ, na katerih temelji mednarodni sistem enot SI	<p>Množina snovi čistega vzorca je tista veličina, ki jo je pogosto mogoče določiti z merjenjem njene mase in deljenjem z molsko maso vzorca.</p> <p>Množina snovi je po definiciji sorazmerna s številom navedenih osnovnih edink (entitet) v vzorcu, s tem da je konstanta sorazmernosti univerzalna konstanta, ki je enaka za vse vzorce.</p> <p>Za "množino snovi" se pogosto uporablja ime "število molov", vendar se to odsvetuje, saj naj bi se ime veličine razlikovalo od imena enote.</p> <p>Besedo "snovi" v imenu "množina snovi" je zaradi enostavnosti mogoče zamenjati z besedami, ki označujejo zadevno snov v določeni uporabi, tako da se lahko na primer govori o "množini vodikovega klorida, HCl" ali "množini benzena, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>".</p> <p>Pomembno je, da se vedno navede natančna specifikacija obravnavane edinke (kot je poudarjeno v drugem stavku pri definiciji mola); to naj bi se prednostno izvajalo pri podajanju molekulskih kemijskih formul za obravnavani material.</p>

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

SIST ISO 80000-9:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013>

ENOTE		FIZIKALNA KEMIJA IN MOLEKULSKA FIZIKA		
Zap. št.	Ime	Mednarodni simbol	Definicija	Pretvorniki in opombe
9-1.a	mol	mol	<p>mol je množina snovi v sistemu, ki vsebuje toliko osnovnih edink, kot je atomov v 0,012 kg ogljika 12</p> <p>[14. konferenca CGPM (1971)]</p>	<p>Kadar se uporablja mol, je treba navesti osnovne edinke, ki so lahko atomi, molekule, ioni, elektroni, druge edinke ali skupine edink.</p> <p>Definicija se nanaša na nevezane atome ogljika-12, ko mirujejo in so v osnovnem stanju.</p> <p>Mol se uporablja tudi za edinke, kot so vrzeli in drugi kvazi delci, dvojne vezi itd.</p>

**ITeH STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[SIST ISO 80000-9:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f4e6458-d5da-41e4-bf41-1cce9f025f93/sist-iso-80000-9-2013>

(nadaljevanje)

FIZIKALNA KEMIJA IN MOLEKULSKA FIZIKA				VELIČINE
Zap. št.	Ime	Simbol	Definicija	Opombe
9-2.1 (8-1.1)	relativna atomska masa	$A_r$	razmerje povprečne mase (ISO 80000-4:2006, točka 4-1) atoma elementa in $1/12$ mase atoma nuklida $^{12}\text{C}$	PRIMER: $A_r(\text{Cl}) \approx 35,453$ Relativna atomska ali molekulska masa je odvisna od sestave nuklida. Mednarodna zveza za čisto in uporabno kemijo (IUPAC) za veličini "relativna atomska masa" in "relativna molekulska masa" dovoljuje uporabo posebnih imen "atomska teža" oziroma "molekulska teža". Uporaba teh tradicionalnih imen se odsvetuje.
9-2.2 (8-1.2)	relativna molekulska masa	$M_r$	razmerje povprečne mase molekule ali navedene edinke snovi in $1/12$ mase atoma nuklida $^{12}\text{C}$	
9.3 (8-2)	številnost delcev	$N_B$	$N_B$ je enak številnosti delcev v sistemu	Kot delci se lahko uporabijo različne edinke, npr. število molekul, število atomov. Simbolu dodan podpis označuje določeno edinko, npr. $N_B$ za število molekul snovi B.
9-4 (8-4)	Avogadrova konstanta	$L, N_A$	pri čistem vzorcu je $L = N/n$ kjer je $N$ masa (ISO 80000- 4:2006, točka 4-1) in $n$ množina snovi (točka 9-1)	$L = 6,022\,141\,79(30) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ [CODATA 2006]
9-5 (8-5)	molska masa	$M$	pri čistem vzorcu je $M = m/n$ kjer je $m$ masa (ISO 80000-4:2006, točka 4-1) in $n$ množina snovi (točka 9-1)	
9-6 (8-6)	molska prostornina	$V_m$	pri čistem vzorcu je $V_m = V/n$ kjer je $V$ prostornina (ISO 80000-3:2006, točka 3-4) in $n$ množina snovi (točka 9-1)	Molska prostornina idealnega plina pri 273,15 K in 101 325 Pa je $V_m = 0,022\,413\,996\,(39) \text{ m}^3/\text{mol}$ , pri 273,15 K in 100 000 Pa pa je molska prostornina $V_m = 0,022\,710\,981\,(40) \text{ m}^3/\text{mol}$ [CODATA 2006]

ENOTE		FIZIKALNA KEMIJA IN MOLEKULSKA FIZIKA		
Zap. št.	Ime	Mednarodni simbol	Definicija	Pretvorniki in opombe
9-2.a	ena	1		Glej uvod, točka 0.3.2.
9-3.a	ena	1		Glej uvod, točka 0.3.2.
9-4.a	mol na potenco minus ena	mol <sup>-1</sup>		
9-5.a	kilogram na mol	kg/mol		Za molsko maso se navadno uporablja enota gram na mol, g/mol, in ne kilogram na mol, kg/mol.
9-6.a	kubični meter na mol	m <sup>3</sup> /mol		

(nadaljevanje)