

gdje je g_z akceleracija sile teže na visini z , s poprečni presjek kugle, c_x bezdimenzijski koeficijent, a m masa kugle. Ta metoda daje zadovoljavajuće rezultate na visinama od $75\cdots100$ km. Postoji i tip manjih kugla, promjera 15 cm, opremljenih akcelerometrom i telemetrijskim uređajem, koji služe za određivanje gustoće atmosfere. Za vrijeme pada raket su obješene na metalizirani padobran, pa se iz gibanja padobrana pomoću radara određuje smjer i brzina vjetra.

Vjetar se može mjeriti i pomoću finih tankih žičica izbačenih iz rakete. Praćenjem žičica radarom dobivaju se pouzdani podaci o vjetru u sloju od $65\cdots90$ km.

LIT.: Guide to meteorological instrument and observing practice. WMO, Ženeva 1971. — Handbook of meteorological instruments, I i II dio. HMSO, London 1963. — Uputstvo za osmatranja i mjerjenja na glavnim meteorološkim stanicama. SHZ, Beograd 1974. — M. A. German, Спутникова метеорологија. Гидрометеоиздат, Ленинград 1975. — E. Barrett, L. Curtis, Environmental remote sensing. Bristol 1974. — COST 72: Technical conference on automatic weather stations, Vol. II. Bruxelles 1976.

D. Poje

METROLOGIJA, ZAKONSKA (mjeriteljstvo, zakonsko), dio metrologije kojim država osigurava potrebnu razinu mernog jedinstva i time svoje građane štiti od opasnih, lažnih, neispravnih i nedovoljno točnih mernih rezultata. Pogibeljni mjeriteljski utjecaji mogu nastati, npr., u zdravstvu, ljekarništvu, prehrani, poljoprivredi, zaštiti okoliša, prometu itd., a ostali nepovoljni mjeriteljski utjecaji mogući su u svim ljudskim djelatnostima. Svojim propisima i ispitno-nadzornim stanicama zakonska metrologija utječe na poljoprivrednu i industrijsku proizvodnju, trgovinu, međunarodnu trgovinu, školstvo, znanost i druge djelatnosti time što: a) propisuje zakonite mjerne jedinice i način njihove primjene; b) određuje koja se mjerila (mjerne sprave, uređaji, instrumenti, sustavi), kojom točnošću i u kojim rokovima moraju stručnim pregledom provjeravati i ovjeravati; u pravilu se mora ovjeriti svako mjerilo u javnom prometu; c) pregledava i ovjerava mjerila da bi se potvrdila njihova ispravnost; taj se posao većinom sastoji od niza tehničkih ispitivanja i baždarenja (umjeravanja), a završava se ovjeravanjem (žigosanjem), tj. označivanjem ili pismenim iskazivanjem da mjerilo udovoljava propisanim uvjetima; d) nadzire da li se provode mjeriteljski propisi i prijavljuju prekršitelji za kažnjavanje.

Mjerno jedinstvo takvo je stanje metrologije u kojemu su merni rezultati izraženi zakonitim jedinicama, a mjerne nesigurnosti poznate s iskazanom vjerojatnošću. Drugim riječima: na svom je području mjeriteljska služba ostvarila mjerno jedinstvo onda kad je u svako doba pod različitim okolnostima sposobna različitim postupcima i mjerilima proizvoditi mjerne informacije naznačene nesigurnosti (v. *Mjerna nesigurnost*). Brojne su fizikalne veličine za koje postoji društvena i privredna potreba održavanja mernog jedinstva na utanačenoj, odnosno ekonomski opravданoj razini nesigurnosti (točnosti) i u potrebnim vrijednosnim rasponima. Tri su glavne skupine tih veličina: a) duljina, ploština, obujam, masa, gustoća i udjel čvrste tvari, tekućine i plina, temperatura, vrijeme, obujam i protok, tlak, električna i toplinska energija itd.; b) vlažnost žitarica, uljarica i masnoća, udjel masnoća u mlijeku i mliječnim proizvodima, udjel škroba u krumpiru i drugim gomoljima, etanolni (alkoholni) udjel u pićima, udjel nečistoća u poljoprivrednim proizvodima itd.; c) fizikalne veličine radiološke zaštite i veličine bitne u medicini, proizvodnji lijekova, prehrabenoj industriji, zaštiti okoliša itd.

Mjerno se jedinstvo uspostavlja, održava i unapređuje provođenjem planova koji se odnose na specificirana područja društvenog djelovanja, a unutar njih na pojedine fizikalne veličine i njihove vrijednosne raspone. Ti su rasponi vrlo različiti, npr. pri mjerenu gustoće morske vode raspon je svega nekoliko postotaka, a pri mjerenu tlaka raspon je mnogo veći, $10^{-15}\cdots10^5$ bar ($10^{-10}\cdots10^{10}$ Pa). Bitne razlike postoje i u razini točnosti, npr. u tvornici alata razina mernog jedin-

stva na području mjerjenja duljine mora biti mnogo viša nego u tvornici drvenog namještaja ili u prometu drva.

Temeljna je zadaća planiranja mernog jedinstva na nekom području, pa tako i na području države, što bolje uskladiti i međusobno prilagoditi dosadašnja i planirana stanja mernog jedinstva pojedinih radnih organizacija, tehničkih sustava (elektroprivreda, televizija itd.) i gospodarskih grana (proizvodnja žitarica, vinarstvo itd.). Pri tom valja poštovati načelo nacionalnog mjeriteljskog djelovanja, a to je: uspostavljanje i održavanje mernog jedinstva na području čitave države s najmanje stručnjaka i s najmanje troškova za mernu opremu, prostor i pripadne instalacije.

Najlakši je dio posla pri uspostavljanju i održavanju mernog jedinstva propisivanje zakonitih jedinica; država to povremeno čini zakonima i drugim propisima, obično u skladu s međunarodnim dogovorima. Najteži, pak, i trajni dio posla je pregledanje i ovjeravanje mjerila; to se obavlja u državnim nadzornim stanicama i od države ovlaštenim stanicama. S tim u vezi nastaju snažne kadrovske i ekonomiske posljedice državnih propisa o tome koja se mjerila, u kojim rokovima, pod kojim uvjetima i kako moraju pregledati i ovjeravati.

Pretežni dio tih državnih propisa odnosi se na mjeriteljska i tehnička svojstva mjerila te na postupak njihova ispitivanja i ovjeravanja. U razvijenim se zemljama takvi mjeriteljski propisi odnose na dvadesetak skupina mjerila. To su: trgovacki duljinomjeri, precizne duljinske mjere, strojevi za mjerjenje duljine; mjerila ploštine; mjerila obujma čvrstih tijela; mjerila obujma tekućina u mirovanju; mjerila proteklog obujma vode; mjerila proteklog obujma ili mase ostalih tekućina; plinomjeri; utezi; neautomatske vase; automatske vase, konvejerske vase, automatske sortirne vase, strojevi za sortiranje jaja; mjerila zrnatih kultura; laboratorijska mjerila obujma; mjerila gustoće; tehnički termometri; medicinska mjerila; tehnički tlakomjeri; mjerila za mljekarstvo; mjerila u uličnom prometu; brojila vremena; električna mjerila; akustička mjerila; mjerila topline; radioološka mjerila i tome slično.

Svjetsko merno jedinstvo. Mjerno jedinstvo u grupi država, državi, grani, tehničkom sustavu itd. zapravo su dijelovi svjetskog mernog jedinstva koje se ostvaruje trgovackim poslovima, vojnim isporukama, međunarodnim konvencijama, stručnim i znanstvenim dodirima itd. Evo nekoliko vrlo grubih, ali posve svakodnevnih primjera postojanja tog svjetskog jedinstva. Između Zagreba i Tokija postoji mjerno jedinstvo krvnog tlaka kad na temelju nalaza zagrebačkog liječnika japanski liječnik može bolesniku bez daljega propisati liječenje. Između zagrebačke Plive i švicarske Cibe postoji ljekarničko mjerno jedinstvo kad se unutar mjerne nesigurnosti podudaraju rezultati ispitivanja nekog lijeka. Postoji neko bakteriološko mjerno jedinstvo između njemačkog kupca i jugoslavenskog izvoznika kad ispitivanje mesne konzerve u Zagrebu i Hamburgu daje podudarne rezultate. Unutar Vijeća uzajamne gospodarske pomoći (SEV) postoji mjerno jedinstvo vlažnosti žita kad se rezultati mjerjenja vlažnosti na istom žitnom uzorku ne razlikuju više nego što je prethodno utaćeno. Bezbrojni su primjeri postojanja čvršćeg ili labavijeg svjetskog mernog jedinstva u kemijskoj tehnologiji, graditeljstvu, prometu, brodarstvu, poljoprivredi, vinarstvu, meteorologiji itd.

Što se tiče mernih jedinica, postignuto je potpuno svjetsko jedinstvo. Praktički su, naime, sve zakonite jedinice svijeta međunarodno dogovoreni i nacionalnim zakonima propisani višekratnici sedam osnovnih jedinica Međunarodnog sustava jedinica (SI), odnosno višekratnici umnožaka nekih osnovnih jedinica SI. I angloameričke su jedinice samo propisani višekratnici jedinica Međunarodnog sustava koji je uspostavljen 1960. godine.

Taj dogovor o jedinstvu mernih jedinica proizlazi iz Konvencije o metru (*Convention du Mètre*), kojoj su osnivačke države pristupile na Diplomatskoj konferenciji o metru 20. svibnja 1875. godine, a ostale države još prilaze i u naše vrijeme. Ta kratka konvencija od svega 14 članova prilagođena je novim vremenima 6. listopada 1921. godine. Predratna Jugoslavija ratificirala je Konvenciju 1929. godine (Službene novice 1929, br. 302, 25. decembra 1929).

SFR Jugoslavija se donekle koristi uslugama koje joj mogu pružiti organi Konvencije. Tako šalje svoje predstavnike na zasjedanja Generalne konferencije za mjere i utege (*Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM*), koji tamo suodlučuju o rezolucijama Konferencije, prima stručne i organizacijske publikacije Međunarodnog ureda za mjere i utege (*Bureau International des Poids et Mesures, BIPM*) i prima eksperimentalne mjeriteljske usluge laboratorija koji pripadaju BIPM, a nalaze se u Sèvresu, predgrađu Pariza. Ti su laboratoriji nakon drugoga svjetskog rata baždarili neka jugoslavenska masena, fotometrijska, temperaturna, duljinska i električna pramjerila (etalone). Postoje i brojne druge mogućnosti koje pružaju BIPM i s njime čvrsto povezana mjeriteljska središta.

S obzirom na mjerila svjetsko se mjerne jedinstvo ostvaruje znatnom zaslugom Međunarodne organizacije za zakonsko mjeriteljstvo (*Organisation Internationale de Métrologie Légale, OIML*), koja je osnovana 12. listopada 1956. godine, tj. 83 godine poslije potpisivanja Konvencije o metru, a sjedište joj je u Parizu. Jugoslavija je potpisnica Konvencije o ustanovljenju OIML (Međunarodni ugovori i drugi sporazumi, Dodatak Službenom listu FNRJ 1957/11). Jugoslavija se potpisom te konvencije moralno obvezala da će u svoj mogućoj mjeri primjenjivati odluke te organizacije. Jedan je od bitnih zadataka organizacije OIML da u obliku preporuka i drugih dokumenata utvrdi značajke i uvjete kojima mjerila moraju udovoljavati da bi se njihova upotreba mogla međunarodno preporučiti svim državama članicama. Preporuke OIML temelj su i izvor jugoslavenskih Pravilnika o metrološkim uvjetima (1975. i dalje), iako to u njima nije naznačeno.

Svjetskom jedinstvu mjerila pridonose i preporuke Međunarodne elektrotehničke komisije (*International Electrotechnical Commission, IEC*), te standardi Međunarodne organizacije za standardizaciju (*International Organization for Standardization, ISO*). Djelovanje organizacija OIML, IEC i ISO ponekad se donekle preklapaju; zato su osnovane zajedničke radne skupine da predlože uklanjanje nedostataka. Postoje i druge, vrlo specijalizirane međunarodne organizacije i savezi koji svojim djelovanjem usavršavaju svjetsko mjerne jedinstvo.

Ujednačivanju na području mjeriteljstva pridonose propisi i standardi Evropske ekonomiske zajednice i standardi Vijeća uzajamne gospodarske pomoći (SEV). Temeljem sporazuma između SFR Jugoslavije i SEV jugoslavenski predstavnici sudjeluju u radu Stalne komisije SEV za standardizaciju, koja ima i Metrološku sekiju.

Jugoslavensko metrološko zakonodavstvo. Ustav SFR Jugoslavije izvor je metrološkog zakonodavstva: »Federacija preko saveznih organa uređuje sistem mernih jedinica te osigurava kontrolu mjera i dragocjenih metala; uređuje zaštitu pronalažaka, tehničkih unapređenja, žigova, znakova kvalitete, oznaka podrijetla proizvoda, uzoraka i modela i standarde, tehničke normative i norme kvalitete proizvoda i usluga te osigurava izvršavanje saveznih propisa u tim oblastima kad je to, u interesu cijele zemlje, utvrđeno saveznim zakonom« (član 281, t. 13). Prema toj ustavnoj odredbi ne postoje, dakle, republička i pokrajinska metrološka zakonodavstva.

Velik dio odredbi bitnih za metrologiju, odnosno njezino održavanje, sadrže Temeljni zakon (1976) i Dopunski zakon o mernim jedinicama i mjerilima (1980). Iz Temeljnog zakona proizlazi većina odluka Saveznog izvršnog vijeća o metrologiji, te naredbe, pravilnici i upute što ih donose ovlašteni savezni funkcioniari. Za mjerne su jedinstvo najvažnije naredbe kojima se određuju mjerila što se obvezno moraju ovjeravati i brojni pravilnici o mjeriteljskim svojstvima mjerila, propisi o načinu ustanavljanja tih svojstava i neki drugi pravilnici. Zakon o standardizaciji (1977, 1980) dodiruje metrologiju samo u tom smislu što za novo mjerilo mora postojati standard kao i za svaki drugi proizvod (čl. 13. i 31. Zakona o standardizaciji).

Do sredine 1980. godine objavljeni su sljedeći zakoni, odluke, pravilnici i naredbe koji se odnose na metrologiju:

Ustav i savezni zakoni:

Ustav SFR Jugoslavije, 1974. (član 281, točka 13; čl. 363-368; čl. 152).

Zakon o mernim jedinicama i mjerilima, Sl. list SFRJ 1976/13 (Temeljni zakon).

Zakon o izmjeni i dopuni Zakona o mernim jedinicama i mjerilima, Sl. list SFRJ 1980/74 (Dopunski zakon).

Zakon o kontroli predmeta od dragocjenih kovina, Sl. list SFRJ 1981/59,

Zakon o standardizaciji, Sl. list SFRJ 1977/38,

Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o standardizaciji, Sl. list SFRJ 1980/11.

Odluke Saveznog izvršnog vijeća:

Odluka o određivanju roka do kojega se u Nuklearnoj elektrani Krško mogu upotrebljavati mjerne jedinice koje ne pripadaju Međunarodnom sistemu mernih jedinica i uvozna mjerila kojima se vrši mjerjenje u tim jedinicama, Sl. list SFRJ 1979/38,

Odluka o visini i načinu plaćanja troškova za pregled i tipno ispitivanje mjerila, Sl. list SFRJ 1979/63,

Odluka o visini i načinu plaćanja troškova za ispitivanje i žigosanje predmeta od plemenitih kovina, Sl. list SFRJ 1979/63,

Odluka o osnivanju Savjeta na području metrologije, Sl. list SFRJ 1980/44,

Odluka o određivanju roka do kojega će se u javnom prometu moći upotrebljavati mjerila kojima se obavlja mjerjenje u mernim jedinicama koje nisu predviđene Zakonom o mernim jedinicama i mjerilima, Sl. list SFRJ 1980/70.

Pravilnici i naredbe:

Pravilnik o standardizaciji i metrologiji u oružanim snagama Jugoslavije, Službeni vojni list 1980/9,

Naredba o određivanju mjerila koja mogu pregledati ovlaštene organizacije udruženog rada, Sl. list SFRJ 1976/54,

Naredba o određivanju vrsta mjerila za koja je pregled obvezatan, Sl. list SFRJ 1976/29,

Naredba o rokovima za povremene preglede mjerila, Sl. list SFRJ 1976/29,

Naredba o vrstama i oblicima žigova i drugih znakova što se upotrebljavaju pri pregledu mjerila, Sl. list SFRJ 1976/51,

Naredba o načinu obilježavanja finoće na predmetima od dragocjenih kovina, Sl. list SFRJ 1977/54,

Naredba o oblicima žigova za označavanje finoće predmeta od dragocjenih kovina, Sl. list SFRJ 1977/54,

Naredba o obliku proizvođačkog znaka, Sl. list SFRJ 1977/54,

Pravilnik o načinu tipnog ispitivanja mjerila, Sl. list SFRJ 1976/29,

Pravilnik o tehničkim uvjetima koje treba da ispunjavaju prostorije i oprema za ispitivanje i žigosanje predmeta od dragocjenih kovina koje su određene organizacije udruženog rada dužne osigurati organu kontrole pri ispitivanju i žigosanju predmeta od dragocjenih kovina, Sl. list SFRJ 1977/54,

Pravilnik o sadržaju i obliku službene legitimacije radnika kontrole, Sl. list SFRJ 1977/59,

Pravilnik o tehničkim uvjetima koje u pogledu izrade moraju ispunjavati predmeti od dragocjenih kovina, Sl. list SFRJ 1977/60,

Pravilnik o načinu na koji organi kontrole vrše obvezatan pregled mjerila, Sl. list SFRJ 1978/14,

Pravilnik o načinu ispitivanja i žigosanja predmeta od dragocjenih kovina, Sl. list SFRJ 1978/31,

Pravilnik o stupnju finoće zlatnih poluproizvoda za zubno-protetičke predmete i o načinu vršenja kontrole zlatnih poluproizvoda za te predmete, Sl. list SFRJ 1978/62,

Pravilnik o uvjetima koje u pogledu stručnosti radnika, opreme i prostorija moraju ispunjavati organizacije udruženog rada da bi mogle vršiti pregled i žigosanje mjerila, Sl. list SFRJ 1979/63; 1980/1.

Pravilnici o mjeriteljskim uvjetima pojedinih vrsta mjerila (stanje krajem 1981. godine). U pojedinim mernim područjima pravilnici obuhvaćaju sljedeća mjerila ili s njima povezane okolnosti. *Masa:* razredi točnosti neautomatskih vaga (Sl. list SFRJ 1975/34), neautomatske vage razreda točnosti III (1975/34), neautomatske vage razreda točnosti I i II (1978/6), nadzorni utezi 500 i 1000 kg (1978/53, 60), kućišta cestovnih i tračničkih vaga (1979/34), vage s pomicnim utegom (1980/5), mostovi cestovnih vaga (1980/9), utezi (1980/12, 34), mostovi tračničkih vaga (1980/20), radne prostorije, oprema i radnici (1981/34).

Obujam i protok: plinska protočna mjerila (1977/12), korektori (1977/12, 1979/34), uređaji za ispitivanje plinomjerja (1977/12), uređaji za ispitivanje korektora (1977/12), radne prostorije, oprema i radnici za pregled plinomjerja i korektora (1977/12), medicinske injekcijske štrcaljke (1978/11), radne prostorije, oprema i radnici za pregled štrcaljki (1978/11), staklena mjerila obujma za kolonjsku vodu i parfimerijske proizvode (1978/11, 51), radne prostorije, oprema i radnici za pregled navedenih mjerila obujma (1978/11), staklene birete (1978/13), odmjerne staklene tikvice s jednom mernom crtom (1978/48), pipete s jednom mernom crtom (1978/48), graduirane mjerne pipete (kapaljke) (1979/56), mikropipete (1980/5), kapaljke za mijenjanje krvi za brojenje krvnih tjelesaca (1980/29, 38), radne prostorije, oprema i radnici za pregled laboratorijskih mjerila obujma (1980/36, 43), graduirani merni valjci (1980/68, 1981/17), vodoravni valjkasti spremnici (1981/26), radne prostorije, oprema i radnici za pregled ugostiteljskih posuda (1981/32), radne prostorije, oprema i radnici za pregled vodomjerja (1981/47), uređaji za pregled vodomjerja (1981/48), plinska protočna mjerila s mernim zaslonom (1981/59).

Električna i svjetlosna mjerila: indukcionska brojila razreda točnosti 2,5 (1977/29, 1978/52, 1981/31), radne prostorije, oprema i radnici za pregled brojila (1977/49), indukcionska brojila (1977/40), grupni etaloni volta (1978/43), etalonske čelije (1978/43), pokazivala maksimuma razreda 1,0 (1978/46), davači tarifnih impulsata i uklopni satovi u telefonskom i telegrafskom saobraćaju (1979/13, 41), radne prostorije, oprema i radnici za pregled električnih pokaznih instrumenata (1979/50), žarulje — radne pramjere (1980/47), električni pokazni instrumenti i njihov pribor (1980/49, 1981/35), radne prostorije, oprema i radnici za pregled žarulja (1980/57), luksmetri (1981/6), radne prostorije, oprema i radnici za pregled luksmetara (1981/6), merni transformatori za električna brojila (1981/8), radne prostorije, oprema i radnici za pregled uklopnih satova (1981/10, 19), radne prostorije, oprema i radnici za pregled mernih transformatora (1981/12).

Toplomjeri: plinski otpornički toplovjermi — primarne pramjere u rasponu od 90,188 K do 909,905 K (1978/69), medicinski toplovjermi (humani i veterinarski) (1979/27, 29), sekundarni i radni etaloni temperature (1980/2), termočlanci

(1980/12), radne prostorije, oprema i radnici za pregled termočlanaka (1980/12), otpornički toplomjeri (1980/65), radne prostorije, oprema i radnici za pregled otporničkih toplomjera (1980/65), termočlanci platinorodji (10%)—platina (1980/65), inkubatorski toplomjeri (1981/14), pregled i ovjeravanje ljudskih i veterinarskih toplomjera (1981/66).

Ostala mjerila: ure za parkiranje vozila (1980/26), duljinomjeri opće namjene (1981/2), visinomjeri za skladisne i transportne posude (1981/2), duljinomjeri za žicu i kable (1981/46, 58), ploštinomjeri (1980/68), urinometri (1980/48), alkoholometri (1980/44), butirometri (1980/70), ebulioskopi po Mallandu (1981/51), manometri, vakuummetri i manovakuummetri (1980/57).

Obvezno pregledavanje i ovjeravanje mjerila. U javnom se prometu SFR Jugoslavije može mjeriti samo s pomoću *ispravnih mjerila*, tj. s pomoću takvih koja su prilikom propisanog obveznog pregleda (ispitivanja) udovoljila određenim propisima (čl. 3. Temeljnog zakona, 1976). Za kršenje propisa pojedinci, organizacije udruženog rada i druge pravne osobe kažnjavaju se novčanom kaznom, oduzimanjem mjerila, oduzimanjem stecene imovinske koristi (čl. 50–52), a u nekim se primjerima protiv njih mora povesti prekršajni postupak ili podnijeti prijava za privredni prijestup, odnosno za krivično djelo (čl. 46).

Oružane snage SFR Jugoslavije mogu imati svoju mjeriteljsku službu (čl. 6).

Odlukom Saveznog izvršnog vijeća (Sl. list SFRJ 1980/70 od 26. prosinca 1980) mogu se od 1. siječnja 1981. upotrebljavati samo ona mjerila koja svoje mjerne rezultate iskazuju zakonitim mjernim jedinicama. Iznimno se, međutim, prema toj istoj odluci mogu upotrebljavati i mjerila s nezakonitim jedinicama ako: a) udovoljavaju propisanim mjeriteljskim uvjetima, b) imaju tablice kojima se izmjerene vrijednosti usporedno iskazuju nezakonitom jedinicom mjerila i prikladnom zakonitom jedinicom, c) odgovaraju potrebama javnog prometa (čl. 39).

Iznimno se ne moraju upotrebljavati zakonite jedinice u prometu robe i drugim odnosima s inozemstvom (čl. 12), a ni onda kad se u Jugoslaviji temeljem međunarodnih konvencija i ugovora primjenjuju nezakonite jedinice (čl. 53. Temeljnog zakona i čl. 1. Dopunskog zakona). Dopunski zakon ne specificira te konvencije i ugovore, već rečenicom u zagradi navodi da se to odnosi na pojedina područja kao što su »zračni promet, pomorski promet, željeznički promet i slično«.

Pod *javnim prometom* razumijeva se upotreba mjerila i mjernih jedinica u »radu odnosno poslovanju organizacija udruženog rada i drugih samoupravnih organizacija i zajednica, društvenih organizacija i udruženja građana, organa i organizacija društveno-političkih zajednica te radnih ljudi koji samostalno obavljaju djelatnost osobnim radom sredstvima u vlasništvu građana i radnih ljudi koji osobnim radom samostalno u vidu zanimanja obavljaju određene profesionalne djelatnosti« (čl. 8). Ovjerena (žigosana) mjerila i zakonite jedinice moraju organi, organizacije, zajednice i radni ljudi upotrebljavati i u radnom procesu, odnosno u svom unutrašnjem poslovanju (čl. 8). Odredba se odnosi i na mjerila koja pojedinci upotrebljavaju u međusobnom prometu (čl. 16).

Temeljni zakon nalaže da se mjerila u javnom prometu moraju pregledavati (ispitivati) radi utvrđivanja njihove ispravnosti (čl. 16) i predviđa četiri vrste obveznih pregleda: prvi pregled mjerila (čl. 19), povremeni pregled (čl. 20), tipno ispitivanje mjerila (čl. 29–34) i nadzorni pregled (čl. 41–49). Direktor Saveznog zavoda za mjere i plemenite kovine svojim propisom (naredbom) potanje određuje *vrste mjerila* za koja je pregled obvezan (čl. 16).

Prvom pregledu podliježu nova, popravljena i preinačena mjerila (čl. 19). Taj se pregled obavlja prije nego što se mjerilo stavi u promet, odnosno prije nego što se počne upotrebljavati (čl. 19). Na prvi se pregled mogu podnijeti samo mjerila onoga tipa kojega je upotrebu u javnom prometu prethodno odobrio Savezni zavod (čl. 19). Odobrenje izdaje Savezni zavod na osnovi rezultata tipnog ispitivanja što ga obavlja Savezni zavod (čl. 29–33). Mjerila se tipno ispituju na način koji je posebnim pravilnikom za tu svrhu propisao direktor Zavoda (Sl. list SFRJ 1976/29). O prvom pregledu i o tipnom ispitivanju mjerila treba da se brine proizvođač ili uvoznik mjerila, odnosno onaj tko je mjerilo popravio (čl. 19).

Povremeno se pregledavaju mjerila u rokovima što ih za pojedine vrste mjerila propisom (naredbom) određuje direktor Saveznog zavoda (čl. 20). Naredbom se može odrediti koja se mjerila izuzimaju od povremenih pregleda. O povremenim pregledima mjerila treba da se brine imalac mjerila; iznimke za pojedine vrste mjerila propisuje direktor Zavoda (čl. 20). Nadzornim se pregledom ustanavljuje da li se u javnom prometu doista upotrebljavaju ispravna mjerila i da li se upotrebljavaju na ispravan način (čl. 41).

Posebnom naredbom (Sl. list SFRJ 1976/29) određene su brojne vrste mjerila za koje je pregled obvezan. U 33 odlomka svoje prve točke naredba nabrala prema mjerenim fizikalnim veličinama i prema nazivima mjerila nekih pet stotina vrsti mjerila. Drugom točkom naredba specificira koje se »pramjere, kontrolna mjerila i uređaji kojima se obavlja obvezatan pregled mjerila« moraju podvrti obveznom pregledu. Treća točka naredbe određuje da se obvezno moraju pregledavati i mjerila javnog prometa koja nisu navedena u ovoj naredbi. Dalja točka određuje da se mjerila za osobnu upotrebu (kuhinske vase i sl.) ne mogu upotrebljavati u javnom prometu i da nisu podvrgnuta obveznom pregledu. Peta točka određuje koja se mjerila izuzimaju od povremenog pregleda, npr. čaše, laboratorijska mjerila obujma, medicinski termometri itd. Šesta točka nalaže da se o povremenim pregledima mjerila topline i električne energije, plinomjera, korektora, vodomjera, mjernih transformatora, uklopnih satova i parkirališnih satova brinu organizacije udruženog rada koje prodaju toplinsku energiju, električnu energiju, plin, vodu i izdaju prostor za parkiranje bez obzira tko je vlasnik tih mjerila.

Sve četiri vrste pregleda mjerila obavljaju državne ispitno-nadzorne stanice (u nastavku: kontrolne stanice), a one osim toga ispituju i žigoš predmete od plemenitih kovina (zlat, platina, srebro). Kontrolne su stanice područne organizacijske radne jedinice Saveznog zavoda za mjere i plemenite kovine. Temeljni zakon te ispostave naziva »organima kontrole«. Stvari nazivi tih kontrolnih stanica npr. glase: Kontrola mjera i plemenitih kovina (Zagreb), Kontrola meril in plemenitih kovin (Ljubljana). Kontrolne stanice osniva, spaja i ukida Savezno izvršno vijeće »pošto pribavi mišljenje Izvršnog vijeća republike odnosno autonomne pokrajine na teritoriju koje se osniva organ kontrole koji se spaja odnosno ukida« (čl. 21).

Način na koji kontrolne stanice obavljaju prvi i povremeni pregled mjerila propisuje direktor Saveznog zavoda posebnim pravilnikom (Sl. list SFRJ 1978/14).

Prema Temeljnog zakonu sljedeći je zadatak kontrolnih stanica nadzirati da li se upotrebljavaju u javnom prometu ispravna mjerila i da li se upotrebljavaju na ispravan način (čl. 41). Za vrijeme tog posla radnici kontrolnih stanica »imaju pravo ulaziti u prostorije u kojima se mjerila proizvode, popravljaju, upotrebljavaju, stavlju u promet ili drže pripremljena radi upotrebe odnosno stavljanja u promet, i obavljati pregled mjerila« (čl. 42). Organizacije udruženog rada, druge pravne osobe i pojedinci moraju omogućiti nesmetani nadzor i moraju dati podatke koji su za to potrebni (čl. 43). Svojim će rješenjem kontrolna stanica privremeno ili trajno zabraniti upotrebu mjerila za koja pronađe da nisu ispravna (čl. 44, 45). Ako se utvrdi da je organizacija udruženog rada, druga pravna osoba ili pojedinac prekršio propise, dužna je kontrolna stanica bez odgode podnijeti zahtjev za pokretanje prekršajnog postupka ili prijaviti privredni prijestup, odnosno krivično djelo (čl. 46). Ovjereno mjerila mogu provjeravati i tržne inspekcije; svojim rješenjem one mogu odrediti upravne mjere ako je riječ o očitoj neispravnosti mjerila (čl. 47).

Temeljni zakon obvezuje kontrolne stanice na još neke poslove. Tako, npr., one moraju nadzirati da li se doista upotrebljavaju mjerila *određene vrste*, tj. ona koja je propisao Savezni sekretar za tržiste i cijene (čl. 37). Isto tako kontrolne stanice moraju nadzirati ne upotrebljavaju li se u javnom prometu one vrste mjerila kojih je upotrebu zabranio direktor Zavoda sporazumno sa Saveznim sekretarom za tržiste i cijene i predsjednikom Saveznog komiteta za energetiku i industriju (čl. 39).

Sredinom 1980. godine u Jugoslaviji je djelovalo 18 kontrolnih stanica ako među njih ubrojimo sarajevske ispostave u Banja Luci i Tuzli. To su: Banja Luka, Beograd, Celje, Kruševac, Ljubljana, Niš, Novi Sad, Osijek, Prizren, Rijeka, Sarajevo, Skopje, Split, Subotica, Titograd, Tuzla, Zagreb, Zrenjanin.

Kontrolne stanice pregledaju godišnje oko 33 milijuna raznovrsnih mjerila i ispitaju oko 10 tona plemenitih kovina, odnosno oko 2 milijuna predmeta. Od navedenog broja pregledanih mjerila oko 90% otpada na ugostiteljske posude i vrpčasta, odnosno zglobna mjerila duljine. Ona se ne pregledavaju pojedinačno, već se nadzire automatska proizvodnja i žigosanje, npr. čaša, dvometarskih vrpci itd., odnosno ovjerava ispravnost uređaja koji u tvornici automatski žigošu takva masovna mjerila. U milijunskim se množinama pregledavaju i ovjeravaju utezi, termometri i brojila električne energije. Godišnje se pregledaju deseci, pa i stotine tisuća vodomjera, vaga, mjerila obujma, liječničkih tlakomjera, medicinskih štrcaljki, ura kopčalica, mjernih transformatora, plinomjera, spremnika itd. Tolika se brojnost postiže time što se pregled i žigosanje obavlja u proizvodnim poduzećima koja imaju mjeriteljske stručnjake i ispitne stanice, pa radnici kontrolnih stanica najčešće samo nadziru rad tvorničke kontrolne službe i provjeravaju nadzorna mjerila. Takav djelotvoran način rada provodi se u gotovo 200 organizacija udruženog rada, a omogućuju ga odredbe od 22. do 24. člana Temeljnog zakona.

Ovlaštene organizacije udruženog rada. Suvremenu policentralnu organizaciju mjeriteljske službe Temeljni zakon najavljuje onim svojim odredbama koje dopuštaju da za neke pregledne i ovjeravanja nekih vrsta mjerila, osim Saveznog zavoda, budu pod određenim uvjetima *ovlaštene organizacije udruženog rada* (u nastavku: ovlaštene organizacije). Pri tom postoji nekoliko mogućnosti (čl. 22). Nijedna od njih ne omogućuje da ovlaštena organizacija obavlja tipna ispitivanja niti da obavlja nadzorne pregledne.

Za status ovlaštene organizacije koja bi obavljala prve i povremene preglede mjerila mogu se natjecati »znanstveno-istraživački instituti, laboratorijski i slično u kojima rade radnici s odgovarajućom stručnom opremonom i spremom« (čl. 22). Ovlaštene organizacije moraju raspolažati primjerenom opremonom i prostorijama i moraju biti registrirane za obavljanje te djelatnosti (čl. 22). Direktor Zavoda posebnim pravilnikom propisuje uvjete kojima s obzirom na stručnost radnika, opremu i prostorije moraju udovoljavati ovlaštene organizacije (čl. 22) (Sl. list SFRJ 1979/63). Savezni zavod ocjenjuje (čl. 23) da li potencijalni ovlašteni laboratorijski udovoljava uvjetima u pravilniku. Savezni je zavod obvezan (čl. 48) nadzirati kako ovlaštene organizacije pregledavaju i ovjeravaju mjerila.

Mogućnost stjecanja ovlaštenja zapravo je uvjetna. Temeljni zakon (čl. 22, stavak 3), naime, određuje da se ovlaštenja za pregledavanje i ovjeravanje mogu dodijeliti *samo za neka mjerila* (Sl. list SFRJ 1976/54).

Zakon predviđa i drugi način ovlašćivanja. Organizacije udruženog rada ovlaštene su da pregledavaju ona *svoja* mjerila koja upotrebljavaju u *tehnološkom radnom procesu* (čl. 22, st. 1). Ovlaštenje ove vrste ne odnosi se na pregledavanje »mjerila koja se upotrebljavaju u zdravstvu, mjerila koja su namijenjena zaštiti ljudi i imovine i mjerila koja služe za obračun i kontrolu kvalitete u poslovanju unutar organizacije udruženog rada i s trećim osobama« (čl. 22).

Treća mogućnost ovlašćivanja namijenjena je organizacijama udruženog rada koje velikoserijski proizvode mjerila, odnosno predmete sa svojstvima mjerila, npr. mjerne vrpce, čaše, vrčeve itd. Temeljni zakon izričito navodi (čl. 22, st. 2) da pri tom proizvodnja mjerila, odnosno postupak njihova ispitivanja, treba da bude ili automatiziran ili takav da jamči ispunjenje propisanih mjeriteljskih uvjeta.

Postoji još jedan način na koji organizacija udruženog rada pretežno sudjeluje u pregledu i ovjeravanju mjerila, ali pri tom nema status ovlaštene organizacije. Taj način omogućuje član 25. Temeljnog zakona koji se odnosi na pregled onih mjerila koja se nalaze *izvan* prostorija kontrolnih stanica. Ako se pak »pregled mjerila obavlja u poslovnim prostorijama

organizacije udruženog rada koja proizvodi ili popravlja mjerila, ta je organizacija dužna osigurati i potrebne radne prostorije i opremu za obavljanje pregleda« (čl. 25). Tako se najčešće pregledavaju i ovjeravaju tzv. mjerila za poslovanje i zaštitu, a i druga, npr. vodomjeri, plinomjeri i korektori, mjerila električne energije, ure kopčalice, električni mjerni instrumenti, termočlanci, staklenke za kozmetičke proizvode, laboratorijske posude za mjerjenje obujma tekućina i plinova itd. Sredinom 1980. godine na opisani su se način pod vodstvom kontrolnih stanica pregledavala mjerila približno u dvije stotine organizacija udruženog rada.

Savezni zavod za mjere i plemenite kovine ima sjedište u Beogradu, a sastoji se od 16 područnih kontrolnih stanica i četiri organizacijske jedinice u Beogradu. To su: Kontrolno-inspekcijski sektor, Metrološko-razvojni sektor, Odjel za pravne, kadrovske i opće poslove, te Odjel za materijalno-finansijsko poslovanje. Početkom 1980. godine Savezni je zavod zapošljavao oko 350 radnika, od toga nešto više od 200 u svim kontrolnim stanicama.

Ustavna odredba (član 281, t. 13) nalaže da jugoslavenska zakonska metrologija »osigurava kontrolu mjera i dragocjenih metala«. Taj temeljni zadatak treba da se provodi u državnim ispitno-kontrolnim stanicama i od države ovlaštenim stanicama.

Osim već opisanih zadataka, Temeljni zakon (1976) nalaže Zavodu da obavlja i druge poslove. Tako Zavod treba da »ostvaruje jugoslavenske (primarne) pramjere osnovnih mjernih jedinica i izvedenih mjernih jedinica Međunarodnog sustava mjernih jedinica, čuva te pramjere i povremeno ih uspoređuje s međunarodnim pramjerama« (čl. 5).

Član 6. Temeljnog zakona nalaže direktoru Zavoda da propisuje upotrebu sekundarnih i radnih etalona i da ih klasificira. Drugim riječima: nalaže se uspostavljanje, održavanje i unapredivanje jugoslavenskog *mjeriteljskog sustava*. Temeljni zakon (čl. 5), osim toga, obvezuje Zavod da »osigurava i čuva uzorce određenih mehaničkih osobina i kemijskog sastava (referentni materijali)«.

Zavod ima svoje službeno glasilo, Glasnik, u kojem objavljuje odobrenja za pregled i ovjeravanje mjerila te druge službene dokumente. Zavod povremeno objavljuje priručnike, monografije, upute i zbirke propisa u obliku brošura.

ZAKONITE MJERNE JEDINICE

Zakonite mjerne jedinice su one kojih primjenu u javnom prometu na području SFR Jugoslavije izrijekom dopušta jugoslavensko zakonodavstvo. Dva zakona određuju koje su jedinice zakonite, kako se zovu i pišu, koji im je znak i kolika im je vrijednost. To su: Zakon o mernim jedinicama i mjerilima, Sl. list SFRJ 1976/13 (Temeljni zakon) i Zakon o izmjeni i dopuni Zakona o mernim jedinicama i mjerilima, Sl. list SFRJ 1980/74 (Dopunski zakon). Ti zakoni, kao i drugi mjeriteljski propisi, primjenjuju određene nazive fizikalnih veličina, ali ih samim time ne proglašuju zakonitim, jer nisu za to mjerodavni.

Zakonite se jedinice svrstavaju u dvije goleme skupine:

a) *Jedinice koje pripadaju Međunarodnom sustavu jedinica*; taj se sustav u gotovo svim jezicima označuje znakom SI, što je kratica francuskog naziva *Système International d'Unités*. Budući da u našem vrijeme ima oko dvije tisuće fizikalnih veličina i možda stotinjak njima pripadnih jedinica sustava SI, Temeljni je zakon paušalno odredio: *zakonite su sve jedinice SI* (opaska broj 1 nakon 49. točke glave I Popisa mernih jedinica koji je sastavni dio Temeljnog zakona). Time je ujedno zakon proglašio unaprijed zakonitim i one jedinice SI koje će se u budućnosti upotrebljavati za nove fizikalne veličine. Jedini je uvjet pri tom da se nove jedinice SI tvore po načelu tvorbe jedinica Međunarodnog sustava jedinica (čl. 10).

b) *Jedinice koje su zakonom propisani višekratnik jedinica Međunarodnog sustava (SI)*. Te su jedinice određene jednadžbom

$$\text{zakonita} = \text{zakonita kon-} \times \text{jedinica Međunarodnog} \\ \text{jedinica} \quad \text{stanta (C)} \quad \text{sustava jedinica (SI)} \quad (1)$$

Zakonita konstanta (stalnica) C propisani je broj. Od mnogo-

brojnih mogućih primjera tvorbe zakonitih jedinica spomenut će se nekoliko radi ilustracije tog temeljnog načela (sl. 1).

Za fizikalnu veličinu *masa* (neki zovu tu veličinu *težina*) zakonita je jedinica tona (znak: t). Definirana je pomoću zakonom propisane konstante $C = 1000$, tj.

$$\text{tona} = 1000 \cdot \text{kilogram},$$

odnosno bez znaka množenja: tona = 1000 kilograma; kilogram (znak: kg) naziv je za jedinicu mase u sustavu SI. Znakovima se opisana definicija tone piše: $t = 1000 \cdot \text{kg}$ ili $t = 1000 \text{ kg}$. S pomoću zakonite konstante $C = 3600$ definira se zakonita jedinica vremena sat (znak: h):

$$\text{sat} = 3600 \cdot \text{sekunda}, \quad h = 3600 \text{ s}.$$

Slovo s zakoniti je znak za jedinicu vremena (sekundu) u sustavu SI. Treći primjer tvorbe zakonite jedinice može se izvesti iz prva dva: zakonita jedinica masenog protoka »tona po satu« (znak: t/h) definira se pomoću konstante $C = 1/3,6$, tj.

$$\frac{t}{h} = \frac{1000 \cdot \text{kg}}{3600 \cdot \text{s}} = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s}},$$

pri tom je »kilogram po sekundi« jedinica SI za fizikalnu veličinu maseni protok. Prema opisanom načelu tvore se i decimalne jedinice. Pomoću $C = 10^6$ definira se, npr., decimalna jedinica posmičnoga naprezanja »megananjut po četvornom metru« (znak: MN/m²), jer slovo M označuje broj 10^6 kad se upotrebljava kao predmetak, dakle $\text{MN}/\text{m}^2 = 10^6 \text{ N}/\text{m}^2$. Znak N/m² predstavlja jedinicu sustava SI za posmično naprezanje (njutn po četvornom metru). I vrijednosti angloameričkih jedinica, kad se upotrebljavaju kao iznimno dopuštene zakonite jedinice, određene su pomoću zakonitih konstanta, npr. inch = 25,4 · milimetar, in = 25,4 mm ($C = 0,0254$).

Građani po svojoj volji odlučuju koje će zakonite jedinice upotrebljavati u javnom prometu. Međunarodne stručne organizacije preporučuju da se prilikom upotrebe zakonite jedinice odabiru tako da se broječani iznosi nalaze u rasponu od 0,1 do otprilike 1000. Tako je, npr., prikladno reći ili napisati da je masa čovjeka 85 kg, a ne 0,085 t, da nadtlak iznosi 2,8 bara (ili 280 kilopaskala), a ne 280000 paskala itd.

Sloboda upotrebe zakonitih jedinica iznimno se može ograničiti. Tako 14. član Temeljnog zakona određuje: »Savezni sekretar za tržište i cijene može propisati da se u prometu određene robe pri obavljanju određenih usluga obvezatno upotrebljavaju odredene mjerne jedinice.« Takva bi iznimka nastala kad bi savezni sekretar, npr., odredio da se tekući plin mora prodavati na kilograme.

Promet robe mora se obavljati samo uz upotrebu mjernih jedinica. Član 13. dopušta da se promet pojedinih vrsta robe može obavljati »i bez upotrebe mjernih jedinica, a na način uobičajen u trgovini odnosno na način uobičajen u pojedinim krajevima u prometu robe na tržnicama (npr. prodaja proizvoda na komad, u svežnjevima i sl.)«.

Osnovne jedinice Međunarodnog sustava jedinica. U skladu s Konvencijom o metru Temeljni zakon i Dopunski zakon određuju sedam osnovnih jedinica Međunarodnog sustava (tabl. 1) za *zakonski temelj* od kojeg se tvore sve zakonite jedinice. Zakon sadrži i doslovne prijevode tekstova definicija osnovnih jedinica. Prijevodi su s francuskoga, službenog jezika Generalne konferencije za mjeru i utege koja svojim rezolucijama objavljuje tekstove definicija osnovnih jedinica i imenovanih izvedenih jedinica SI, a i druge tekstove mjerodavne za međunarodno jedinično jedinstvo. Za osnovne jedinice odabранo je navedenih sedam jedinica, uglavnom zbog toga što su se one u vrijeme prihvatanja mogle proizvoditi ili utjeloviti točnije nego jedinice drugih fizikalnih veličina. Takvim se porijekлом osnovnih jedinica ujedno tumači zašto su neki od originalnih definicijskih tekstova prosječnom čovjeku vrlo teško razumljivi.

U nastavku se navode definicije *osnovnih jedinica SI* jednadžbom i rečenicom. Zakon i rezolucije Generalne konferencije ne sadrže definicije jednadžbom. Definicije rečenicom u nekim primjerima su pojednostavnjene da bi bile razumljivije.

Metar (znak: m). Jedinica SI za duljinu definirana je kao propisani višekratnik N_1 valne duljine $\lambda_1 = \lambda^{(86)\text{Kr}}$ zračenja atoma kriptona 86 pri određenim okolnostima, pa je

$$\text{metar} = N_1 \cdot \lambda_1. \quad (2)$$

Rezolucijom Generalne konferencije (1960) višekratniku je pri-dijeljen iznos $N_1 = N^{(86)\text{Kr}} = 1,650\,763\,73 \cdot 10^6$. Iz toga slijedi definicija:

Metar je duljina jednaka 1650 763,73 valne duljine onog zračenja koje u praznini odašilju atomi kriptona 86 prilikom prijelaza iz stanja 5d₅ u stanje 2p₁₀.

Opisanim postupkom zapravo je specificiranom kriptonskom zračenju pri određenim okolnostima *pridijeljena* valna duljina

$$\lambda^{(86)\text{Kr}} = 6,057\,8021 \cdot 10^{-7} \cdot \text{m}. \quad (3)$$

Sekunda (znak: s). Jedinica SI za vrijeme definirana je kao propisani višekratnik N_2 periode zračenja $T_2 = T^{(133)\text{Cs}}$ koje se odašilje ili upija prilikom prijelaza atoma ¹³³Cs između stanja $F = 4, m_F = 0$ i $F = 3, m_F = 0$ pri određenim okolnostima, dakle

$$\text{sekunda} = N_2 \cdot T_2. \quad (4)$$

Generalna je konferencija 1967. godine prihvatile sljedeću definicijsku konstantu: $N_2 = N^{(133)\text{Cs}} = 9,192\,631\,77 \cdot 10^9$. Iz toga proizlazi definicija:

Sekunda je trajanje 9192631770 perioda onog zračenja koje odgovara prijelazu između dviju hiperfinih razina novnog stanja cezija 133.

Opisanim postupkom specificiranom je cezijevu zračenju pri određenim okolnosti *pridijeljena* frekvencija

$$f^{(133)\text{Cs}} = \frac{1}{T^{(133)\text{Cs}}} = 9,192\,631\,77 \cdot 10^9 \text{ Hz}. \quad (5)$$

Kilogram (znak: kg). Jedinica SI za masu definirana je tako što je masi određenog platina-iridijskog valjkastog utega *pridijeljena* točna vrijednost

$$m = 1 \text{ kilogram}. \quad (6)$$

Taj uteg, međunarodna masena pramjera, na poseban je način pohranjena u podzemnom spremištu Međunarodnog ureda za mjeru i utege (BIPM) u Sèvresu kraj Pariza; BIPM je jedan od izvršnih organa Konvencije o metru. Zajedno s tim utegom pohranjeno je na istom mjestu još šest kilogramskih utega; to su tzv. utezi svjedoci. Definicija jednadžba jedinice SI za masu može se rečenicom opisati ovako:

Kilogram je masa međunarodno pohranjene masene pramjere.

Decidirani definicijski tekst Generalna konferencija nije objavila nijednom rezolucijom. Naznaku u gore navedenom smislu Generalna je konferencija objavila na svojem zasjedanju 1901. godine u povodu tumačenja značaja masa i težina.

Kelvin (znak: K). Jedinica SI za termodinamičku temperaturu definirana je kao propisani višekratnik N_3 termodinamičke temperature vode $T(\text{H}_2\text{O})$ u trojnom stanju:

$$\text{kelvin} = N_3 \cdot T(\text{H}_2\text{O}). \quad (7)$$

Generalna konferencija prihvatile je 1967. godine definicijsku konstantu $N_3 = 1/273,16$. Drugim riječima: vodi određenog izotopnog sastava (tzv. oceanska voda) *pridijeljena* je termodinamička temperatura

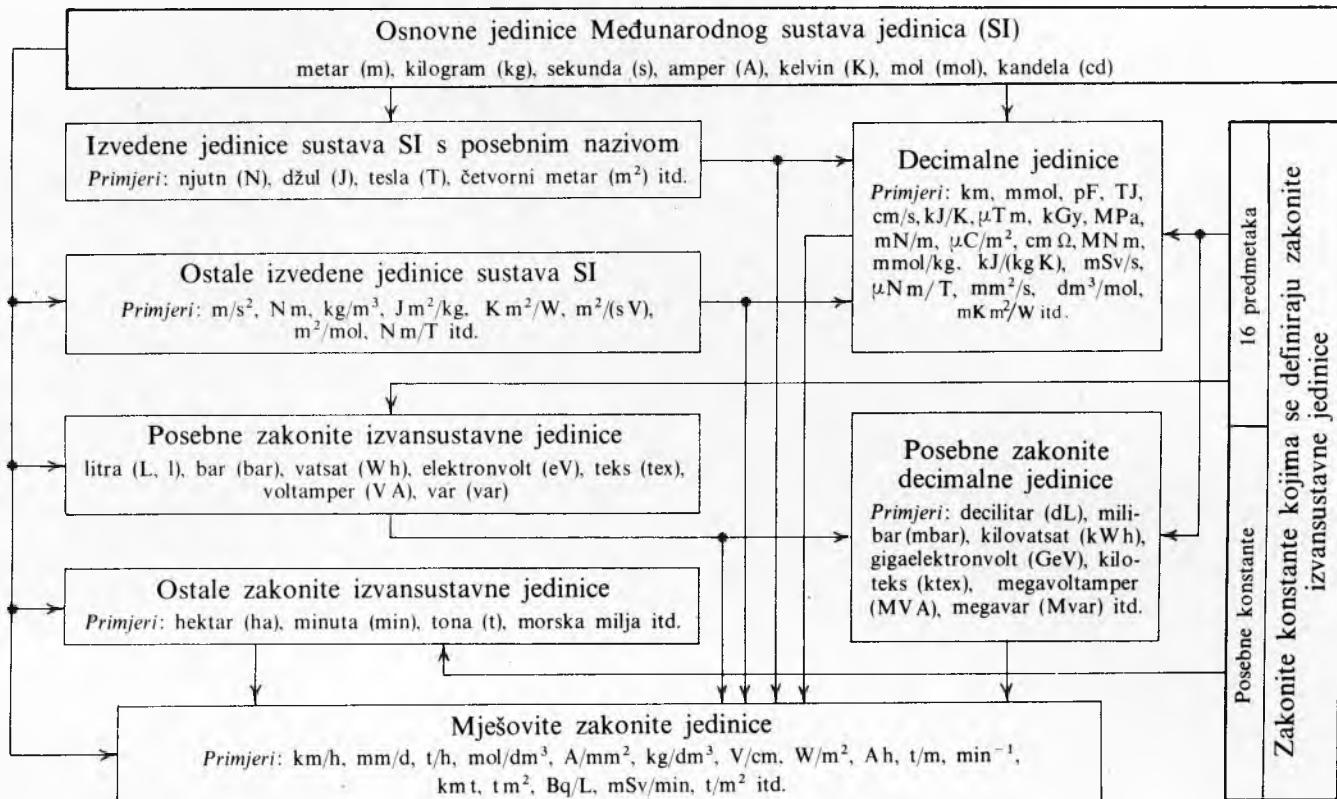
$$T(\text{H}_2\text{O}) = 273,16 \cdot \text{K} \quad (8)$$

kad se nalazi u trojnom stanju. U skladu s time opisana je definicijska jednadžba rečenicom:

Kelvin je 273,16-i dio termodinamičke temperature vode u trojnom stanju.

Amper (znak: A). Jedinica SI za električnu struju definira se rečenicom:

Amper je ona električna struja koja, tekući dvama usporednim, ravnim vodičima, razmaknutim u praznini jedan metar,



Sl. 1. Shema tvorbe zakonitih jedinica prema zakonima od 1976. i 1980. godine

proizvodi među njima silu $2 \cdot 10^{-7}$ njutna po metru njihove duljine.

Definicija osnovne jedinice amper potječe od jednadžbe

$$\frac{F}{l} = \mu_0 \frac{I^2}{2\pi x}, \quad (9)$$

kojom se s pomoću definicijskih podataka $I = 1 \text{ A}$ i $x = 1 \text{ m}$ dobiva $F/l = 2 \cdot 10^{-7} \text{ N/m} = 0,2 \text{ } \mu\text{N/m}$ ako se praznini pridijeli vrijednost permeabilnosti

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2. \quad (10)$$

Definicijom i jednadžbom pretpostavlja se da su vodiči kružnog presjeka, da je njihov promjer zanemarljivo malen prema međusobnoj udaljenosti, da je razmatrana duljina l zanemarljiva prema ukupnoj duljini vodiča, da nema bitnog utjecaja elektrostatskih sila itd. Definiciju u smislu navedenoga teksta Generalna je konferencija prihvatiila 1948. godine.

Mol (znak: mol). Jedinica SI za množinu (drugi naziv: količina tvari) definira se prema odluci Generalne konferencije 1971. ovako:

Mol je množina sustava koji ima toliko jedinki koliko je atoma u 12 grama ugljika.

Popratnom rečenicom rezolucija Generalne konferencije tvrdi da se pri upotrebi jedinice mol treba podrobno naznačiti o kojim je jedinkama riječ, jer to mogu biti određeni atomi, molekule, ioni, neke druge čestice ili određene skupine čestica, elektroni itd.

Potpričnije tumačenje definicije jedinice mol dobiva se jednadžbama

$$N(X) = L \cdot n(X); \quad n(X) = \frac{m(X) \cdot \text{mol}}{A_r(X) \cdot g}, \quad (11)$$

gdje je $N(X)$ broj(nost) jedinki X od kojih se sastoji sustav, $n(X)$ fizikalna veličina množina, L Avogadrova konstanta, $m(X)$ masa sustava, $A_r(X)$ relativna masa jedinke (tj. relativna atomna masa, relativna molekulna masa itd.), g jedinica mase gram. Slovo X je opći znak kojim se jednoznačno obilježava vrsta jedinki

u nekom stvarnom sustavu, npr.: $n(\text{Na})$, $n(\text{Ca}^{2+})$, $M(\text{e}^-) = 5,486 \cdot 10^{-4} \text{ g/mol}$, $m(\text{H}_2\text{SO}_4)$, $M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 45,018 \text{ g/mol}$ itd., tj. jedinka može biti čestica (atom, ion, elektron, molekula), dio čestice (npr. polovica određene čestice), skup čestica (npr. 3H), zamišljena prosječna čestica (npr. $3/4\text{ Cu}$), kvant (npr. energetski kvant $h\nu$ naznačene frekvencije) itd.

Definicijom jedinice mol izriče se jednakost brojnosti jedinki dvaju sustava, $N(X) = N(^{12}\text{C})$. Zbog $L = \text{const.}$ time je $n(X) = n(^{12}\text{C})$. S podacima u tekstu definicije za sustav u kojem su jedinice atomi ^{12}C , tj. $X = ^{12}\text{C}$, $n(^{12}\text{C}) = 1 \text{ mol}$, $m(^{12}\text{C}) = 12 \text{ g}$, dobiva se od desne jednadžbe (11)

$$A_r(^{12}\text{C}) = 12. \quad (12)$$

Drugim riječima: definicijom jedinice mol pridijeljena je relativnoj atomnoj masi ugljika ^{12}C vrijednost 12 (točno). Radi potpunosti informacije treba spomenuti da je 1974. godine mjerjenjem ustanovljena vrijednost Avogadrove konstante $L = 6,0220942 \cdot 10^{23} \cdot (1 \pm 1 \cdot 10^{-6}) \cdot \text{mol}^{-1}$. Ako je npr. množina sustava $n(X) = 1 \text{ mol}$, taj se sustav sastoji od $N(X) = L \cdot n(X) = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 1 \text{ mol} = 6,022 \cdot 10^{23}$ jedinki vrste X .

Kandela (candela; znak: cd). Jedinicu SI za svjetlosnu jakost definirala je Generalna konferencija za mjere i utege 1979. godine. Smisleni prijevod definicije glasi:

Kandela je svjetlosna jakost kojom svjetli izvor jednobojnog svjetla frekvencije 540 teraherca kad mu jakost zračenja iznosi 1,464 milivata po steradijanu.

Definicija se zapravo odnosi na točkasti svjetlosni izvor što ga u energetskom smislu karakteriziraju jakost zračenja $I_c = dP/d\Omega$, a u fotometrijskom smislu svjetlosna jakost $I = d\Phi/d\Omega$, gdje je Ω ugao, P snaga zračenja, a Φ svjetlosni tok određen izrazom

$$\Phi = K_m \int P_\lambda V(\lambda) d\lambda. \quad (13)$$

Pri tom je $P_\lambda = dP/d\lambda$ spektralna snaga zračenja u rasponu valnih duljina λ i $\lambda + d\lambda$, $V(\lambda)$ spektralna svjetlosnost, a K_m maksimalna spektralna svjetlosna učinkovitost. Integral se proteže uzduž vidljiva spektra, tj. od valne duljine 380 nm do nekih 780 nm.

Zvonolika krivulja $V(\lambda)$ međunarodno je standardizirana, a najveća joj je vrijednost 1. Mnogobrojnim eksperimentima ustanovljeno je, naime, da većina zdravih mladih ljudi najbolje zapaža dnevno svjetlo frekvencije 540 THz, pa je toj frekvenciji pridijeljena maksimalna vrijednost $V(\lambda) = 1$. Zbog toga za takvo svjetlo jednadžba (13) prelazi u jednostavniji oblik:

$$\Phi = K_m \cdot P, \text{ odnosno } I = K_m \cdot I_e. \quad (14)$$

U skladu s prijašnjom definicijom (1967) i na temelju preciznih eksperimentalnih usporedbi, Generalna konferencija (1979) definicijom kandele maksimalnoj spektralnoj svjetlosnoj učinkovitosti pridijelila vrijednost:

$$K_m = 683 \frac{\text{lm}}{\text{W}}. \quad (15)$$

Ta činjenica proizlazi iz podataka u definiciji kandele: $I = 1 \text{ cd}$, $I_e = 1,464 \text{ mW/sr}$, $V(\lambda) = 1$ za $f = 540 \text{ THz}$, pa slijedi $K_m = I/I_e = 1 \text{ cd}/(1,464 \cdot 10^{-3} \text{ W} \cdot \text{sr}^{-1}) = 683 \text{ lm/W}$, jer je $\text{lm} = \text{cd} \cdot \text{sr}$. Definiciju kandele ozakonilo je jugoslavensko zakonodavstvo potkraj 1980. godine.

Nova definicija kandele snažno će i pozitivno utjecati na fotometrijsku sposobnost niza laboratorijskih, pa time i na baždarenje svjetlosnih mjerila i ispitivanje svjetlosnih izvora. Jedna je od važnih posljedica tih utjecaja ta što za postizavanje vrhunske mjerne točnosti nije više potrebno savršeno zračilo (crno tijelo), već su dostatni brži, pa i točniji radiometrijski postupci. Time je vrhunsko svjetlosno mjeriteljstvo postalo još poliocentrične, jer se pomoću relativno skromne dodatne opreme radiometrijski laboratorijski mogu specijalizirati i za fotometriju.

Očekuje se da će jedno od idućih zasjedanja Generalne konferencije za osnovnu jedinicu SI proglašiti lumen, jedinicu svjetlosnog toka. Pri tom će ostati na snazi prije navedene jednadžbe i podaci, a mogući bi tekst definicije glasio: »Lumen je svjetlosni tok jednobojnog svjetla frekvencije 540 teraherca kojemu snaga zračenja iznosi 1,464 milivata.«

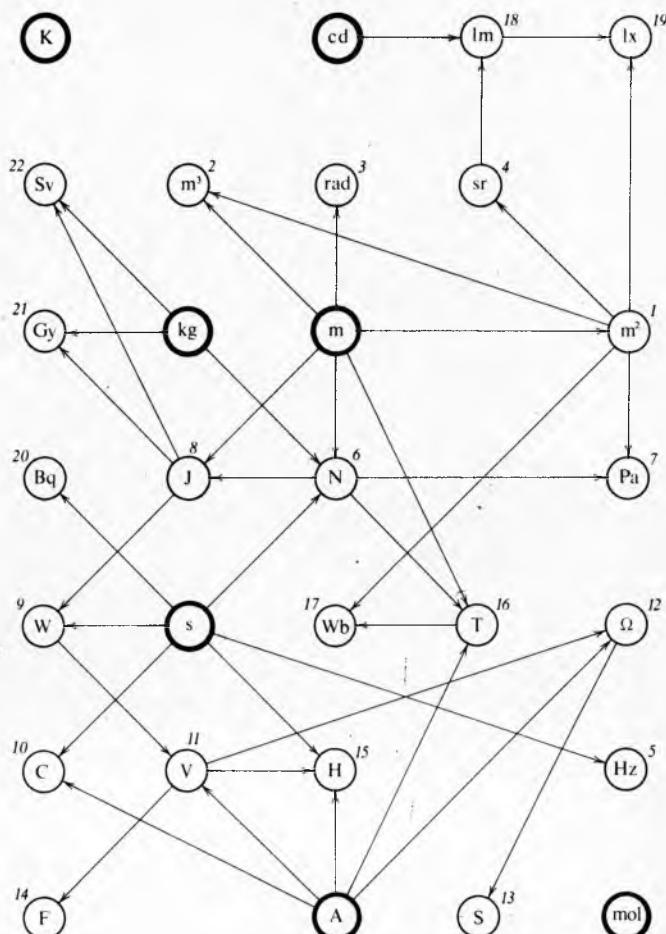
Izvedene jedinice Međunarodnog sustava jedinica. Izvedene jedinice SI tvore se od osnovnih jedinica SI pravilom koherencije, tj. međusobnim množenjem ili dijeljenjem dviju ili više osnovnih jedinica SI. Pri tom nastaju međujedinične jednadžbe, koje su građene analogno kao veličinske jednadžbe, što međusobno povezuju pripadne fizikalne veličine ili neke od njih definiraju.

Primjeri definiranja nekih izvedenih jedinica:

Fizikalna veličina	Veličinska jednadžba	Definicijска jednadžba
brzina	$v = \frac{ds}{dt}$	$[v]_{\text{SI}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$
ubrzanje	$a = \frac{dv}{dt}$	$[a]_{\text{SI}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
sila	$F = ma$	$[F]_{\text{SI}} = \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2}$
rad	$W = Fs$	$[W]_{\text{SI}} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}$
energija	$\Delta E = W$	$[\Delta E]_{\text{SI}} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}$
toplina	$Q = W + \Delta E$	$[Q]_{\text{SI}} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}$
entropija	$\Delta S = \frac{Q}{T}$	$[\Delta S]_{\text{SI}} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2 \text{K}}$

U tabl. 2 nalazi se pregled svih izvedenih jedinica SI s posebnim nazivom (njutn, N; paskal, Pa; vat, W; džul, J itd.). One su definirane međujediničnim jednadžbama. Zakon o mernim jedinicama propisuje redoslijed kojim se definiraju takve jedinice (sl. 2).

Tabl. 3 sadrži neke izvedene jedinice SI i njihove znakove, koje se tvore od osnovnih jedinica i izvedenih jedinica s posebnim nazivom, te njihove znakove kad su izražene samo osnovnim jedinicama.



Sl. 2. Zakoniti redoslijed definiranja izvedenih jedinica SI s posebnim nazivom. Osnovne jedinice označene su debljim kružnicama. Definicijске jednadžbe sadrži tabl. 2. (Primjer: osma po redu definira se jedinica džul, $J = N \cdot m$.)

U skladu s međunarodnim preporukama zakon nalaže da se znakovi svih jedinica pišu u spravnim slovima (ne kurzivnim!) latinice, i jednim slovom grčkog alfabetu, pa i tada kada je ostali tekst u ciriličkom pismu. Nasuprot tome znakovi fizičkih veličina pišu se kosim (kurzivnim) slovima. Dalje, zakon nalaže da se umnožak dviju ili više jedinica obilježava točkom kao znakom množenja. Točka se može izostaviti ako se time ne uzrokuje zabuna. Neki standardi preporučuju da se u takvu primjeru između znakova jedinica ostavi mali razmak, npr.: znak jedinice SI za moment njutnmetar može se pisati N · m ili Nm. Kad se upotrebljava točka kao znak množenja, treba da je povišena (N · m), a ne spuštena (N.m) kao znak za kraj rečenice. Kao znak međusobnog dijeljenja jedinica, može se prema zakonu upotrebljavati ili ravna razlomačka crta ili kosa crta, ili negativni eksponent. Primjer: ispravna su sva tri oblika izražavanja jedinice SI njutn osnovnim jedinicama SI

$$N = \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} = \text{kg m/s}^2 = \text{kg m s}^{-2}. \quad (16)$$

Ako se u nazivniku nalazi više jedinica, treba pri upotrebi kose crte staviti nazivnik u zagradu, npr.

$$\frac{J}{\text{kg K}} = J/(\text{kg K}).$$

Tabl. 2 sadrži i Celzijev stupanj (znak: °C), jedinicu SI s posebnim nazivom za fizikalnu veličinu Celzijeva temperatura (t). Ta veličina definirana je veličinskom jednadžbom

$$t = T - T_0, \quad (17)$$

gdje je T termodinamička temperatura, dok je

$$T_0 = 273,15 \text{ K}.$$

Pri tom je 273,15 zakonita definicijska konstantna, tj. zakonom propisan točan broj utemeljen međunarodnim dogovorima. Slovo K je znak za jedinicu SI termodinamičke temperature kelvin, $[T] = \text{K}$. Zakon u skladu s međunarodnim preporukama definira

$$\text{Celzijev stupanj} = \text{kelvin}, \quad ^\circ\text{C} = \text{K}. \quad (18)$$

Prema mjerodavnoj publikaciji Međunarodnog ureda za mjere i utege (1981) »Celzijev stupanj« je poseban naziv za jedinicu kelvin kad se njome izražava vrijednost Celzijeve temperature. Primjer: Celzijeva temperatura $t = 20,40 \text{ } ^\circ\text{C}$ opisuje isto temperaturno stanje kao i termodinamička temperatura $T = t + T_0 = 20,40 \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15 \text{ K} = 293,55 \text{ K}$. Pogrešne su jednadžbe oblike $20,40 \text{ } ^\circ\text{C} = 293,55 \text{ K}$; često se u javnosti pojavljuje besmislica $0 \text{ } ^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$.

Zakonite izvansustavne jedinice. Zakon dopušta javnu primjenu dvadesetak jedinica (tabl. 4) koje ne pripadaju SI. Njihove definicijske zakonite konstante sadrži tabl. 4; to su redom: $C = 1852, 2\pi, \pi/2, \pi/180$ itd. Nekim od njih primjena je Temeljnim zakonom ograničena na pojedina područja.

U tabl. 4 nisu uvrštene jedinice *mjesec* i *godina*, jer u mjeriteljskom smislu to nisu mjerne jedinice. One, naime, nemaju svojstvo $C = \text{const}$.

Decimalne jedinice. Decimalna jedinica je decimalni višekratnik ili decimalni dio jedinice Međunarodnog sustava jedinica ili posebne zakonite jedinice. Tvorit će od međunarodno dogovorenog predmetka i polazne jedinice. Nazine, znakove i vrijednosti zakonitih predmetaka kao i jednostavne primjere tvorbe decimalnih jedinica sadrži tabl. 5. Pri tvorbi decimalnih jedinica predmeci imaju ulogu zakonitih definicijskih konstanti, tj. $C = a, f, p, \dots$

Naziv predmetka i naziv polazne jedinice pišu se skupa, kao jedna riječ, ako se naziv jedinice sastoji od jedne riječi. Također se skupa pišu znak predmetka i znak polazne jedinice. Primjeri: kilometar, km; megavat, MW itd. (tabl. 5). Ako se naziv jedinice sastoji od više riječi, naziv predmetka se pridružuje prvoj riječi; isto vrijedi za znakove. Primjeri: centimetar u sekundi, cm/s; kilodžul po kelvinu, kJ/K; mikronjutnmetar po tesli, $\mu\text{N m/T}$; megadžul po kilogramu i kelvinu, MJ/kg · K). Predmeci se pišu uspravnim slovima, a ne *kosima*.

Za tvorbu decimalne jedinice može se prema zakonu upotrijebiti svaki od 16 zakonitih predmetaka, ali svaki put samo jedan. Stoga jedinice sa dva ili više predmetaka nisu zakonite; nisu npr. zakonite decimalne jedinice: mikromilimetar, μmm ; mikromikrofarad, $\mu\mu\text{F}$ itd. Umjesto njih treba upotrijebiti: nanometar, nm; pikofarad, pF itd.

S predmetkom i njegovim znakom *računa* se prema pravilima algebре, tj. pri računanju predmetak se zamjenjuje brojem koji on predstavlja (tabl. 5). Primjeri: mikroamper = mikro · amper = $\mu \cdot A = 10^{-6} \cdot A = 10^{-6} \text{ A}$; kilonjutnmetar = kilo · njutnmetar = $k \cdot N \text{ m} = 10^3 \cdot N \text{ m} = 10^3 \text{ N m}$.

U pet primjera isto (uspravno) slovo označuje i zakoniti predmetak i zakonitu jedinicu. To su:

Da ne bi nastale pogreške zbog te dvoznačnosti, u nekim primjerima treba biti vrlo pažljiv. Tako npr. jedinicu momenta treba pisati u obliku Nm, a ne u obliku mN, jer bi se moglo pogrešno shvatiti kao milinjutn, mN. Slično vrijedi za jedinicu toplinske provodnosti: sigurnije je W/(Km) nego W/(mK).

U vezi s tvorbom decimalnih jedinica bit će korisno spomenuti da neke stručne organizacije preporučuju da se izbjegavaju predmeci c, d, da, h (sredina tabl. 5), odnosno da se primjenjuju samo tamo gdje se to do sada veoma uvriježilo u svakodnevnom životu, npr.: centimetar, decilitar, hektolitar. Prema tome ne valja preporučiti primjenu jedinica dekanjutn (daN), dekanjutn po četvornom centimetru (daN/cm²) i sličnih. Smatra se da ni decimalna jedinica dekagram (dag) nije prijeko potrebna. Npr., bomboni i papar mogu se sasmosto dobro kupovati i prodavati na grame, meso na grame, kilograme i tone itd. Pri tom brojčani iznosi redovito ne izlaze izvan granica 0,1...1 000, što je i pravi smisao primjene decimalnih jedinica.

Pri tvorbi decimalnih jedinica ima nekoliko zakonitih odstupanja od naznačenih pravila. Tako se decimalne jedinice za fizikalnu veličinu *masa* tvore primjenom predmetaka (tabl. 5) na polaznu jedinicu gram, a ne na jedinicu SI kilogram. Prema tome se, npr., predmetkom

$$\begin{aligned} \text{kilo} &\text{ dobiva} & \text{kilogram (kg)} &= 10^3 \text{ g}, \\ \text{deka} &\text{ dobiva} & \text{dekagram (dag)} &= 10^1 \text{ g} = 10^{-2} \text{ kg}, \\ \text{mili} &\text{ dobiva} & \text{miligram (mg)} &= 10^{-3} \text{ g} = 10^{-6} \text{ kg}, \\ \text{mikro} &\text{ dobiva} & \text{mikrogram (\mu g)} &= 10^{-6} \text{ g} = 10^{-9} \text{ kg}. \end{aligned}$$

Kad je polazna jedinica druga, treća, četvrta itd. potencija jedinice SI, njena se decimalna jedinica iznimno tvori tako da se kvadrira, kubira, digne na četvrtu itd. potenciju decimalna jedinica nastala primjenom predmetka na *osnovicu* polazne jedinice. Primjeri: a) Jedinica SI za fizikalnu veličinu moment presjeka je metar na četvrtu (m⁴). Polazna je jedinica m⁴, a osnovica metar (m). Jedna je od decimalnih jedinica za moment presjeka: centimetar na četvrtu, cm⁴. Pri tome je cm⁴ = (cm)⁴ = 10⁻⁸ m⁴. b) Jedinica SI (polazna jedinica) za fizikalnu veličinu moment otpora je metar na treću (m³). Osnovica je ponovno metar, pa je jedna od decimalnih jedinica: centimetar na treću, cm³ = (cm)³ = 10⁻⁶ m³. c) Isti je postupak za decimalnu jedinicu obujma, ali je drugo nazivlje. Jedinica SI za obujam zove se kubni metar (m³), pa se zato decimalna jedinica zove kubni centimetar, cm³ = (cm)³ = 10⁻⁶ m³. d) Jedinica SI za ploštinu je četvorni metar (m²), tj. to je poseban naziv za jedinicu kvadrirani metar kad se ona upotrebljava za izražavanje ploštine. Jedna od decimalnih jedinica ploštine je četvorni centimetar, cm² = (cm)² = 10⁻⁴ m². e) Jedinica SI za kinematičku viskoznost je četvorni metar u sekundi (m²/s). Na opisani način dobiva se jedna od decimalnih jedinica: četvorni milimetar u sekundi, mm²/s = (mm)²/s = 10⁻⁶ m²/s.

I negativan eksponent odnosi se na čitavu decimalnu jedinicu, tzv. recipročnu decimalnu jedinicu. Primjeri: a) Jedinica SI za fizikalnu veličinu stlačivost je recipročni pascal (drugi naziv: pascal na minus prvu), Pa⁻¹. Osnovica je pascal, pa je jedna od decimalnih jedinica: recipročni megapascal, MPa⁻¹ = (MPa)⁻¹ = 10⁻⁶ Pa⁻¹. b) Recipročna mikrosekunda, $\mu\text{s}^{-1} = (\mu\text{s})^{-1} = (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 10^6 \text{ s}^{-1}$.

Posebne decimalne jedinice. To su one decimalne jedinice koje se prema zakonu mogu neograničeno tvoriti od sedam zakonitih izvansustavnih jedinica (tabl. 6; sl. 1). Zakonita definicijska konstanta C u tom je primjeru umnožak pripadnih konstanata u tabl. 5 i odabranog predmetka, npr.

$$\text{kWh} = 10^3 \cdot \text{W} \cdot 3,6 \cdot 10^3 \cdot \text{s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J},$$

tj. konstanta C = 3,6, jer je J (džul) = N · m = kg · m²/s².

Jedinicama bar i litra zakon ničime ne ograničava područje primjene. Prema tome se posebne decimalne jedinice, izvedene od tih dviju jedinica, mogu upotrebljavati za izražavanje bilo kojega tlaka, odnosno obujma. To se ovdje naglašava zato što standard ISO 31/3 (1978) bez pravoga razloga preporučuje da se primjena jedinice bar ograniči na tlak fluida.

Mješovite zakonite jedinice. To su jedinice sastavljene od jedinica SI, decimalnih jedinica, iznimno dopuštenih jedinica i

znak	predmetak	jedinica
a	ato	ar
m	mili	metar
d	deci	dan
h	hekt	sat
T	tera	tesla

posebnih decimalnih jedinica. Takve su npr. jedinice za fizičku veličinu obujamni protok: litra u minuti, L/min; kubni metar u satu, m^3/h ; litra u danu, L/d, itd.; za maseni protok: tonu u satu, t/h; kilogram u minuti, kg/min; za električnu strujnu gustoću: miliamper po četvornom decimetru, mA/dm²; za brzinu: kilometar na sat, km/h; milimetar u minuti, mm/min; centimetar u sekundi, cm/s, i mnogobrojne druge takve jedinice koje su nastale kao omjer ili umnožak zakonitih jedinica (sl. 1).

Neke nezakonite jedinice. 31. prosinca 1980. godine presta je zakonitost mnogim uvriježenim jedinicama. Podaci izraženi tim jedinicama mogu se izraziti najbližim zakonitim jedinicama koje se navode u tabl. 17.

Ispravci nekih pogrešaka u zakonu. Podaci o nekim jedinicama u ovom članku razlikuju se od onih što ih objavljuje Temeljni zakon (1976). To je zato što u zakonu ima pogrešaka koje bi korisniku zakona mogle uzrokovati materijalne

Tablica 1
OSNOVNE JEDINICE MEĐUNARODNOG SUSTAVA JEDINICA (SI)

Naziv fizičke veličine	Naziv osnovne jedinice SI		Znak jedinice
	Izvorno pisanje (franc.)	Fonetsko pisanje (i naglasak)	
duljina	mètre	mētar	m
vrijeme	seconde	sekūnda	s
masa	kilogramme	kilogram	kg
termodinamička temperatura	kelvin	kēlvīn	K
električna struja	ampère	āmpēr	A
množina, količina tvari	mole	mōl	mol
svjetlosna jakost	candela	kandēla	cd

Tablica 2
IZVEDENE JEDINICE MEĐUNARODNOG SUSTAVA S POSEBNIM NAZIVOM

Naziv fizičke veličine	Naziv jedinice SI		Znak jedinice	Medujedinična jednadžba
	Izvorno pisanje (franc.)	Fonetsko pisanje (i naglasak)		
kut	radian	radijan	rad	rad = m/m = 1
ploština	mêtre carré	četvorni mētar	m^2	$m^2 = m \cdot m$
ugao (prostorni kut)	steradian	steradijan	sr	$sr = m^2/m^2 = 1$
obujam	mêtre cube	kūbni mētar	m^3	$m^3 = m^2 \cdot m$
frekvencija	hertz	hērc	Hz	$Hz = s^{-1}$
sila	newton	njūtn	N	$N = kg \cdot m/s^2$
tlak	pascal	pāskal	Pa	$Pa = N/m^2$
energija, rad, toplina	joule	džūl	J	$J = N \cdot m$
snaga	watt	vāt	W	$W = J/s$
električni otpor	ohm	ōm	Ω	$\Omega = W/A^2$
električna vodljivost	siemens	sīmens	S	$S = \Omega^{-1}$
električni napon	volt	vōlt	V	$V = \Omega \cdot A$
električni naboj	coulomb	kūlon	C	$C = A \cdot s$
električni kapacitet	farad	fārad	F	$F = C/V$
magnetna indukcija	tesla	tēsla	T	$T = NA^{-1}m^{-1}$
magnetni tok	weber	véber	Wb	$Wb = T \cdot m^2$
induktivitet	henry	hēnri	H	$H = Wb/A$
aktivnost	bēcquerel	bekērel	Bq	$Bq = s^{-1}$
apsorbirana doza	gray	grēj	Gy	$Gy = J/kg$
dozni ekvivalent	sievert	sīvert	Sv	$Sv = J/kg$
Celzijeva temperatura	degré Celsius	Cēlziyev stūpanj	°C	${}^\circ C = K$
svjetlosni tok	lumen	lūmen	lm	$lm = cd \cdot sr$
osvjetljenje	lux	lūks	lx	$lx = lm/m^2$

Zakon, doduše, nigdje izričito ne navodi da su takve jedinice zakonite, ali budući da zakoni i standardi drugih zemalja smatraju takve jedinice zakonitima, pretpostavlja se da se pri sastavljanju jugoslavenskih zakona jednostavno zaboravilo u njih uvrstiti jedinice ove vrste. Pri prvoj idućoj obnovi zakona taj bi nedostatak svakako trebalo ukloniti.

Prethodno bi valjalo razmisliti o tome koje od beskrajne množine takvih jedinica treba proglašiti zakonitima, a koje nezakonitima. Za primjer navodi se mogući izbor takvih mješovitih jedinica za brzinu: km/min, km/h, km/d; m/min, m/h, m/d; dm/min, dm/h, dm/d; cm/min, cm/h, cm/d; ... itd.

štete ili neprilike u školstvu i publicistici. Budući da Doprinski zakon (1980) nije donio ispravke pogrešaka, u nastavku se objavljaju neki ispravci. Umjesto zakonom objavljenih podataka treba da stoji:

inch = 25,4 mm (točno),
 yard = 0,9144 m (točno),
 pound = 0,453 592 37 kg,
 long ton = 1 016,05 kg (zaokruženo),
 konjska snaga = 735,499 W (zaokruženo),
 znak R umjesto r za jedinicu röntgen.

Tablica 3
NAZIVI I ZNAKOVI NEKIH IZVEDENIH JEDINICA SI

Fizikalna veličina		Naziv izvedene jedinice SI	Znak jedinice	Jedinica izražena osnovnima
Znak	Naziv			
<i>A, S</i>	ploština	četvorni metar	m^2	m^2
<i>V</i>	obujam	kubni metar	m^3	m^3
<i>v, u, w</i>	brzina	metar u sekundi	m/s	m/s
<i>a</i>	ubrzanje	metar u sekundi na drugu	m/s^2	m/s^2
<i>b</i>	trzaj	metar u sekundi na treću	m/s^3	m/s^3
<i>ρ</i>	gustoća	kilogram po kubnom metru	kg/m^3	kg/m^3
<i>p</i>	nalet	njutnsekunda	Ns	$\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}$
<i>σ</i>	naprezanje	njutn po četvornom metru	N/m^2	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$
<i>α</i>	rastezljivost	četvorni metar po njutnu	m^2/N	$\text{s}^2\cdot\text{m}/\text{kg}$
<i>Z, W</i>	moment otpora	metar na treću	m^3	m^3
<i>η</i>	dinamička viskoznost	njutnsekunda po četvornom metru	Ns/m^2	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
<i>v</i>	kinematička viskoznost	metar na drugu u sekundi	m^2/s	m^2/s
<i>q_m</i>	maseni protok	kilogram u sekundi	kg/s	kg/s
<i>z</i>	stlačivost	recipročni paskal	Pa^{-1}	$\text{s}^2\cdot\text{m}/\text{kg}$
<i>M</i>	množinska masa	kilogram po molu	kg/mol	kg/mol
<i>λ</i>	toplinska provodnost	vat po kelvinmetru	$\text{W}/(\text{K}\cdot\text{m})$	$\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$
<i>C</i>	toplinski kapacitet	džul po kelvinu	J/K	$\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
<i>c</i>	specifični toplinski kapacitet	džul po kilogramkelvinu	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
<i>h</i>	specifična entalpija	džul po kilogramu	J/kg	$\text{m}^2\cdot\text{s}^2$
<i>S_m</i>	množinska entropija	džul po molkelvinu	$\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$	$\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}^2\cdot\text{mol}\cdot\text{K}}$
<i>c</i>	koncentracija	mol po kubnom metru	mol/m^3	mol/m^3
<i>E</i>	električno polje	volt po metru	V/m	$\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{A}^{-1}\cdot\text{s}^{-3}$
<i>J</i>	strujna gustoća	amper po četvornom metru	A/m^2	A/m^2
<i>Q</i>	električna otpornost	ommeter	Ωm	$\text{kg}\cdot\text{m}^3\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{A}^{-2}$
<i>L</i>	zračivost	vat po steradijanu i četvornom metru	$\text{W}/(\text{sr}\cdot\text{m}^2)$	kg/s^3
<i>a</i>	specifična aktivnost	bekerel po kilogramu	Bq/kg	$\text{s}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$
<i>λ</i>	pretvorbena konstanta	recipročna sekunda	$1/\text{s}$	$1/\text{s}$
<i>b, μ</i>	pokretljivost	metar na drugu po voltsekundi	$\text{m}^2/(\text{Vs})$	$\text{As}^2\cdot\text{kg}^{-1}$

Tablica 4

IZNIMNO DOPUŠTENE JEDINICE I NAKON 31. PROSINCA 1980.

Fizikalna veličina	Naziv jedinice	Znak jedinice	Vrijednost jedinice	Dopušteno područje primjene
duljina	morska milja		morska milja = 1852 m	pomorski i zračni promet
kut	puni kut pravi kut stupanj minuta sekunda gon gradus	° ° ° ° gon gon	puni kut = 2π rad ${}^{\circ} = (\pi/2)$ rad ${}^{\circ} = (\pi/180)$ rad $' = (1/60){}^{\circ} = (\pi/10800)$ rad $'' = (1/60)' = (\pi/648000)$ rad gon = $(\pi/200)$ rad gon = gon	
ploština	ar hektar	a ha	$a = 100 \text{ m}^2$ $ha = 10^4 \text{ m}^2 = 100 a$	
vrijeme	minuta sat dan	min h d	min = 60 s $h = 60 \text{ min} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ s}$ $d = 24 \text{ h} = 8,64 \cdot 10^4 \text{ s}$	
brzina	čvor		čvor = morska milja u satu čvor = $1852 \text{ m}/(3600 \text{ s}) \approx 0,514 \text{ m/s}$	pomorski i zračni promet
obujam	litra	L, l	$L = dm^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$	
masa	tona	t	$t = 10^3 \text{ kg}$	
	atomna masena konstanta	u	$u = \frac{1}{12} m(^{12}\text{C})$ $u = 1,6605655 \cdot (1 \pm 5 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	kemija i fizika
duljinska gustoća	teks	tex	$\text{tex} = 10^{-6} \text{ kg/m} = 1 \text{ g/km}$	promet tekstilnog vlakna i konca
tlak	bar	bar	$\text{bar} = 10^5 \text{ Pa}$	
energija	vatsat	Wh	$Wh = 3,6 \cdot 10^3 \text{ J}$	
	elektronvolt	eV	$eV = e \cdot \text{volt} = 1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $e = 1,6021892 \cdot (1 \pm 2,9 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-19} \text{ C}$	specijalizirana područja
prividna snaga	voltamper	VA	$VA = W$	
jalova snaga	var	var	$var = W$	

Tablica 5

ZAKONITI PREDMECI I PRIMJERI TVORBE DECIMALNIH JEDINICA

Zakoniti predmetak			Primjeri upotrebe predmeta	
Naziv	Znak	Vrijednost	Primjer	Izgovor
ato	a	10^{-18}	$aJ = 10^{-18} \text{ J}$	atodžul
femto	f	10^{-15}	$fm = 10^{-15} \text{ m}$	femtometar
piko	p	10^{-12}	$pF = 10^{-12} \text{ F}$	pikofarad
nano	n	10^{-9}	$ns = 10^{-9} \text{ s}$	nanosekunda
mikro	μ	10^{-6}	$\mu\text{rad} = 10^{-6} \text{ rad}$	mikroradijan
mili	m	10^{-3}	$mT = 10^{-3} \text{ T}$	militesla
centi	c	10^{-2}	$cm = 10^{-2} \text{ m}$	centimetar
deci	d	10^{-1}	$dL = 10^{-4} \text{ m}^3$	decilitar
deka	da	10^1	$dag = 10^{-2} \text{ kg}$	dekagram
hekto	h	10^2	$hL = 10^{-1} \text{ m}^3$	hektolitar
kilo	k	10^3	$kW = 10^3 \text{ W}$	kilovat
mega	M	10^6	$MPa = 10^6 \text{ Pa}$	megapaskal
giga	G	10^9	$GN = 10^9 \text{ N}$	giganjutn
tera	T	10^{12}	$TJ = 10^{12} \text{ J}$	teradžul
peta	P	10^{15}	$Pg = 10^{15} \text{ g}$	petagram
eksa	E	10^{18}	$Em = 10^{18} \text{ m}$	eksametar

Tablica 6

SEDEM IZNIMNO DOPUŠTENIH IZVANSUSTAVNIH JEDINICA OD KOJIH SE MOGU TVORITI ZAKONITE POSEBNE DECIMALNE JEDINICE

Naziv fizikalne veličine	Naziv jedinice	Znak jedinice	Primjer posebne decimalne jedinice
Duljinska gustoča	teks	tex	kiloteks; $ktx = 10^{-3} \cdot tex$ $ktx = 10^{-3} \text{ kg/m} = 1 \text{ kg/km}$
Obujam	litra	L, l	decilitar; $dL = 0,1 L = 0,1 \text{ dm}^3$ hektolitar; $hL = 100L = 0,1 \text{ m}^3$
Energija	vatsat elektron-volt	Wh eV	kilovatsat; $kWh = 3,6 \text{ MJ}$ gigaelektronvolt; $GeV \approx 0,1602189 \text{ nJ}$
Tlak	bar	bar	milibar; $mbar = 10^{-3} \text{ bar} = 100 \text{ Pa}$
Prividna snaga	voltamper	VA	megavoltamper; $MVA = 10^6 \text{ VA}$
Jalova snaga	var	var	kilovar; $kvar = 10^3 \text{ var}$

Tablica 7
PROSTOR, VRIJEME I PERIODIČNE POJAVE

Znak veličine	Naziv fizikalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
$l, (L)$	duljina		m
b	širina		m
h	visina		m
d, δ	debljina		m
r, R	polumjer		m
d, D	promjer		m
s	put, duljina puta		m
* ¹⁾ R	polumjer zakrivljenosti		m
* ¹⁾ k, ϱ	zakrivljenost	$k = 1/R; R$ je polumjer zakrivljenosti	m^{-1}
$\alpha, \beta, \gamma, \dots$	kut, ravninski kut	$\varphi = s/r; s$ je duljina luka na kružnicu polumjera r	rad ($\equiv 1$)
$A, (S)$	ploština, površina	$A = lb$	m^2
Ω	ugao, prostorni kut	$\Omega = A/r^2; A$ je ploština kalote na kugli polumjera r	$\text{sr } (\equiv 1)$

Znak veličine	Naziv fizikalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
V	obujam, volumen	$V = bhd$	m^3
t	vrijeme, (trajanje, razdoblje)		s
v, u, w, c	brzina	$v = ds/dt$	m/s
a	ubrzanje, [akceleracija]	$a = dv/dt$	m/s^2
g	težno ubrzanje, ubrzanje slobodnog pada	$\vec{g} = -\left(\frac{\partial^2 \vec{h}}{\partial t^2}\right)_{t=0, p=0}; h$ visina uzduž uspravnice	m/s^2
g_n	standardno težno ubrzanje, standardno ubrzanje slobodnog pada	$g_n = 9,80665 \text{ m/s}^2$	m/s^2
* ¹⁾ b	trzaj	$p = da/dt$	m/s^3
N	broj(nost) događaja		1
f, v	frekvencija, čestota	$f = N/t; N$ je brojnost događaja, a t vrijeme	$\text{Hz } (\equiv \text{s}^{-1})$

Tablica 7, nastavak

Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI	Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
ω	kružna frekvencija, pulsacija	$\omega = 2\pi f$	s^{-1} , rad/s	A	logaritamski dekrement	$A = \delta/f = \delta T$	1, Np
T	perioda	Trajanje ponovljivog događaja: $T = t/N = 1/f$	s	L_F	amplitudna razlika razina	$L_F = \ln(F_1/F_2)Np$ $L_F = 20 \lg(F_1/F_2) dB$ F_1 i F_2 su amplitude iste fizičalne veličine; $L_F = 1$ neper ako je $F_1/F_2 = 1$	Np ($\equiv 1$)
$\tau, (T)$	vremenska konstanta	Npr. u jednadžbi $F(t) = A + Be^{-t/\tau}$	s	L_P	razlika razina snage	$L_P = \frac{1}{2} \ln(P_1/P_2) Np$	dB ($\equiv 1$)
λ	valna duljina	$\lambda = v/f$	m	n	frekvencija vrtnje, [brzina vrtnje, broj okretaja]	$L_P = 10 \lg(P_1/P_2) dB$ P_1 i P_2 su dvije vrijednosti snage; $L_P = 1$ decibel ako je $P_1/P_2 = 10^{0,1}$	s $^{-1}$, Hz
σ	valni broj	$\sigma = f/v; \sigma = 1/\lambda$	m^{-1}	ω	kutna brzina, kutna frekvencija	$n = N/t; N$ je broj(nost) okretaja, a t vrijeme	
k	kružni valni broj	$k = \omega/v; k = 2\pi\sigma$	m^{-1}	$* \alpha, \ddot{\varphi}$	kutno ubrzanje	$\omega = d\varphi/dt; \varphi$ je kut, a t vrijeme; fizičalne veličine ω i n povezuje jednadžba $\omega/n = d\varphi/dN$	rad/s, s $^{-1}$
α	slabljenje, koeficijent slabljenja	Npr. u jednadžbi $F(x) = A e^{-\alpha x} \cos[\beta(x - x_0)]; x$ je udaljenost	m^{-1}			$\alpha = d^2\varphi/dt^2$	rad/s 2
β	fazni koeficijent						
γ	koeficijent rasprostiranja	$\gamma = \alpha + j\beta$	m^{-1}				
δ	pričušnost, pričušni koeficijent	Npr. u jednadžbi $F(t) = A e^{-\delta f} \cdot \sin 2\pi f(t - t_0)$	$s^{-1}, Np/s$				

Tablica 8
MEHANIKA

Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI	Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
m	masa		kg	p	nalet, [veličina gibanja]	Za čvrsto je tijelo $\vec{p} = m\vec{v}; m$ je masa tijela, a \vec{v} brzina središta mase tijela	kgm/s, Ns
ϱ	gustoća	$\varrho = m/V; V$ je obujam	kg/m^3	L	zamah, moment naleta, [moment veličine gibanja]	$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}; \vec{r}$ je položajni vektor	$kgm^2/s, Nsm$
v	specifični obujam	$v = V/m; v = 1/\varrho$	m^3/kg	I, J	moment ustajnosti, moment tronosti	$I = \sum r^2 \Delta m$	kgm^2
$* Z, m^*, m'$	(dogovorna) izvaga	$Z = \frac{1 - c/\varrho}{1 - c/\varrho_k}; m$ je masa tijela, a ϱ njegova gustoća pri temperaturi 20 °C; $c = 120 \text{ kg/m}^3$ i $\varrho_k = 8000 \text{ kg/m}^3$ jesu referentne gustoće zraka i utega pri 20 °C utvrđene preporukom broj 33 (1973) Međunarodne organizacije za zakonsko mjeriteljstvo (OIML)	kg	F	sila	$\vec{F} = \Delta \vec{p}/\Delta t; \text{za } m = \text{konst. vrijedi: } \vec{F} = m\vec{a}$	N
d	relativna gustoća	$d = \varrho/\varrho_t; \varrho$ je gustoća tvari, a ϱ_t gustoća usporedbene tvari, obje pri određenim okolnostima	1	$G, (P, W)$	težina, težna sila	$\vec{G} = m\vec{g}; \vec{g}$ je mjesno težno ubrzanje (u praznini)	N
ϱ_l	duljinska gustoća	$\varrho_l = m/l; l$ je duljina	kg/m	$* F_b$	uzgon, (hidrostatska) uzgonska sila	$F_b = \varrho_0 g V, \vec{F}_b = -\varrho_0 V \vec{g}; \varrho_0$ je gustoća okolnog zraka ili tekućine, a V obujam tijela	N
$\varrho_A, (\varrho_S)$	plošna gustoća	$\varrho_A = m/A; A$ je ploštinu	kg/m^2	$* Q$	teretnica, teretna sila	$\vec{Q} = \vec{G} + \vec{F}_b, Q = mg(1 - \varrho_0/\varrho); m$ je masa tijela, ϱ njegova gustoća, a ϱ_0 gustoća okolnog zraka ili okolne tekućine	N
				$* \gamma$	specifična težina	$\gamma = G/V = g\varrho$	N/m^3

Tablica 8

Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
$G, (f)$	gravitacijska konstanta	$F_{12} = Gm_1 m_2 / r^2; r$ je razmak među središtimi tijela mase m_1 i m_2 ; $G = 6,6720 \cdot (1 \pm 6 \cdot 10^{-4}) \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$	$\text{m}^3/(\text{s}^2 \text{kg})$
M	moment sile	$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$	Nm
T	sprežni moment, moment sprega (ili: para) sila		Nm
* ¹⁾ I	impuls, impuls sile	$\vec{I} = \sum \vec{F} \Delta t, \quad \vec{I} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$	Ns
p	tlak, (stvarni tlak, apsolutni tlak)	$p = F/A; \vec{F} = p \vec{A}; F$ je sila okomita na ploštinu A	Pa
p_h	(hidrostatski) tlak	$p_h = \rho g h; \rho$ je gustoća nestlačive tekućine, g težno ubrzanje, a h razlika razina	Pa
p_{amb}, p_t	okolni tlak, (vanjski tlak, referentni tlak)		Pa
$p_e, p_n, \Delta p$	nadtlak, [prettlak]	$p_n = p - p_e$	Pa
p_v	podtlak, [vakuum]	$p_v = p_{\text{amb}} - p; p_v = -p_e$	Pa
σ	normalno (ili: okomito) naprezanje, normalni (ili: okomiti) napon	$\sigma = F_n/A; F_n$ je okomita (ili: normalna) komponenta unutrašnje sile koja djeluje na presjek ploštine A	$\text{Pa}, \text{N/m}^2$
τ	posmično naprezanje, [tangencijalno naprezanje]	$\tau = F_t/A; F_t$ je tangencijalna sastavnica unutrašnje sile koja posmično djeluje na presjek ploštine A	N/m^2
ε, e	relativno produljenje	$\varepsilon = \Delta l/l_0; \Delta l = l - l_0; l_0$ je početna duljina, a Δl je promjena duljine	1
γ	(relativni) (po)smik, skošenje	$\gamma = \Delta x/l_0, \gamma = \tan \alpha$	1
β	relativna promjena obujma, obujamna deformacija	$\beta = \Delta V/V; \Delta V$ je promjena obujma	1
μ, v	Poissonov omjer (čit. Poason)	$\mu = -\varepsilon_y/\varepsilon_x = -\varepsilon_z/\varepsilon_x$ pri $\sigma_y = \sigma_z = 0$ i $\sigma_x \neq 0; \varepsilon_x, \varepsilon_y$ i ε_z su relativna produljenja, a σ_x, σ_y i σ_z okomita naprezanja	1
* ¹⁾ α	rastezljivost, elastičnost	$\alpha = \varepsilon/\sigma$	m^2/N
* ¹⁾ β	smičnost	$\beta = \gamma/\tau$	m^2/N
E	modul elastičnosti	$E = \sigma_x/\varepsilon_x$ pri $\sigma_y = \sigma_z = 0$ i $\sigma_x \neq 0$	N/m^2

Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
G	modul smičnosti	$G = \tau_{xy}/\gamma_{xy}$; τ_{xy} je posmično naprezanje, a γ_{xy} posmik	N/m^2
K	modul stlačivosti	$K = -p/3$; $p = -(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)/3$ je srednje okomito naprezanje, a ϑ relativni prirast obujma	N/m^2
κ	stlačivost	$\kappa = -\frac{1}{V_0} \left(\frac{\Delta V}{\Delta p} \right)$	Pa^{-1}
I_a , (I)	moment presjeka	$I_x = \sum y^2 \Delta A$, $I_y = \sum x^2 \Delta A$; ΔA je plošćina djeliča presjeka u ravnini xy	m^4
I_p	polarni moment presjeka	$I_p = \sum r^2 \Delta A$, $I_p = I_x + I_y$	m^4
Z , W	moment otpora	$Z_x = I_x/y_{\max}$, $Z_y = I_y/x_{\max}$	m^3
* Z_p , W_p	polarni moment otpora	$Z_p = I_p/r_{\max}$	m^3
μ , (f)	tarnost, faktor trenja	$\mu = F_t/F_n$; F_t i F_n su tangencijalna i okomita sastavnica sile među plohamama koje klize jedna po drugoj	1
η , (μ)	(dinamička) viskoznost	$\tau_{xx} = \eta \frac{\Delta v_x}{\Delta z}$	Ns/m^2
* φ	tečnost, fluidnost	$\varphi = 1/\eta$	$\frac{\text{m}^2}{\text{Ns}}$
v	kinematička viskoznost	$v = \eta/\varrho$; ϱ je gustoća	m^2/s
γ , σ	površinska napetost	$\sigma = W/S$, W je rad, S promjena ploštine	N/m
W , (A)	rad	$W = \sum \vec{F} \Delta \vec{r}$; \vec{F} je sila, a $\Delta \vec{r}$ pomak	J
E , (W)	energija		J
E_p , V , Φ	potencijalna energija		J
E_k , K , T	kinetička energija		J
* e , w	gustoća energije	$e = E/V$	J/m^3
P	snaga	$P = \Delta E/\Delta t$; ΔE je energija prenesena za vrijeme Δt	W
q_m	(maseni) protok	$q_m = \Delta m/\Delta t$; Δm je masa tvari koja protekne za vrijeme Δt	kg/s
q_V	obujamni protok	$q_V = \Delta V/\Delta t$; ΔV je obujam tvari koja protekne za vrijeme Δt	m^3/s
* η	korisnost, stupanj (korisnog) djelovanja	$\eta = P_2/P_1$; P_2 je snaga koju stroj daje, a P_1 snaga dovedena stroju	1

Tablica 9
 AKUSTIKA

Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI	Znak veličine
T	perioda	$T = t/N$	s	δ
f, v	frekvencija, čestota	$f = N/t = 1/T$	$\text{Hz} (\equiv \text{s}^{-1})$	τ
Δ	frekvenčijski interval	Frekvenčijski interval je određeni logaritmom dviju frekvencija; ako je osnovica logaritma 2, Δ se izražava oktavama, npr. za $f_1/f_2 = 2$ vrijednost je frekvenčijskog intervala $\Delta = \log_2 f_1/f_2 = \log_2 2 = 1$ oktava	oktava ($\equiv 1$)	A
ω	kružna frekvencija,, pulsacija	$\omega = 2\pi f$	s^{-1}	α
λ	valna duljina		m	
k	kružni valni broj	$k = 2\pi/\lambda, k = \omega/v$	m^{-1}	β
ϱ	gustoća	$\varrho = m/V; m$ je masa, a V obujam	kg/m^3	
p_s	statički tlak	Tlak kad nema zvučnih valova	Pa	γ
$p, (p_a)$	zvučni tlak, akustički tlak	To je periodična sastavnica tlaka ozvučene sredine ¹⁾	Pa	
$\xi, (x)$	akustički pomak	Periodična sastavnica pomaka čestice ozvučene sredine	m	$\delta, (\psi)$
u, v	akustička brzina	$u = \Delta\xi/\Delta t$	m/s	r, ϱ
a	akustičko ubrzanje	$a = \Delta u/\Delta t$	m/s^2	τ
q, U	obujamna brzina	$q = \Delta V/\Delta t = Su = S\Delta\xi/\Delta t$	m^3/s	
$c, (c_a)$	zvučna brzina	Brzina rasprostiranja zvučnoga vala	m/s	$\alpha, (\alpha_a)$
$w, (w_a), (E)$	gustoća zvučne energije	$w = W/V; W$ je zvučna energija u obujmu V	J/m^3	R
$P, (P_a)$	zvučna snaga	$P = \Delta W/\Delta t; \Delta W$ je zvučna energija prenesena u razdoblju Δt	W	A
I, J	zvučna jakost	$I = \Delta P/\Delta A$; ploha ploštine ΔA okomita je na smjer rasprostiranja zvuka	W/m^2	
L_p	razina zvučnog tlaka	$L = 20 \log \frac{p}{p_0}; p_0$ je usporedbeni zvučni tlak kojega se vrijednost mora naznačiti; $L = 1$ decibel kad je $p/p_0 = 10^{0.05} = 1,1220185$	dB ($\equiv 1$)	T
L_p, L_W	razina zvučne snage	$L_p = 10 \log \frac{P}{P_0}$; usporedbena zvučna snaga P_0 mora se naznačiti; $L_p = 1$ decibel kad je $P/P_0 = 10^{0.1} = 1,2589254$	dB	N

Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
prigušnost, prigušni koeficijent	Npr. u jednadžbi $F(t) = Ae^{-\delta t} \sin 2\pi \cdot f(t - t_0)$	Np/s, s^{-1}
vremenska konstanta	$\tau = 1/\delta$	s
logaritamski dekrement	$A = \delta/f = \delta T$; T je perioda	Np ($\equiv 1$)
slabljenje, koeficijent slabljenja	Npr. u jednadžbi $F(x) = Ae^{-\alpha x} \cos[\beta(x - x_0)]$, koja prikazuje ovisnost veličine F o udaljenosti x ; α je slabljenje, a β fazni koeficijent; ako je α zanemarivo, β se često zamjenjuje kružnim valnim brojem $k = 2\pi/\lambda$	m^{-1}
fazni koeficijent, fazna konstanta		m^{-1}
koeficijent rasprostiranja, konstanta širenja	$\gamma = \alpha + j\beta$	m^{-1}
rasipnost, disipacijski faktor	$\delta = P_d/P$; P_d je rasuta, a P upadna zvučna snaga	1
odbojnost, refleksijski faktor	$r = P_r/P$; P_r je odbijena, a P upadna zvučna snaga	1
propusnost, prijenosni faktor	$\tau = P_p/P$; P_p je propuštena, a P upadna zvučna snaga	1
upojnost, apsorpcijski faktor	$\alpha = \delta + \tau = (P_d + P_p)/P$	1
izolacijska moć, zvučna izolacija	$R = 10 \lg(1/\tau)$; $R = 1$ decibel kad je $1/\tau = 10^{0,1} = 1,2589254$	dB
ekvivalentna upojna ploština	Ploština površine kojoj je upojnost $\alpha = 1$ i koja u difuznom polju upija jednaku snagu kao promatrana površina ili objekt; pri tom se zanemaruje djelovanje difracije	m^2
odjek, trajanje odjeka	Vrijeme za koje gustoća zvučne energije padne nakon prestanka zračenja zvučnog izvora na milijuntinku početne vrijednosti (za 60 dB)	s
glasnoća	Glasnoća je fizička veličina kojom slušalac normalnog slухa izražava svoju subjektivnu procjenu omjera jakosti promatranog zvuka i uspoređenog zvuka kojemu je razina glasnoće 40 fona	son ($\equiv 1$)

Tablica 9, nastavak

Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI	Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
L_N	razina glasnoće	$L_N = 20 \log (p/p_0)_{1\text{kHz}}$; p i p_0 su efektivni tlakovi; $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$, p je efektivni zvučni tlak pri frekvenciji 1 kHz prema kojem slušalac procjenjuje razinu glasnoće pri ostalim frekvencijama; $L_N = 1$ fon kad je $(p/p_0)^{20} = 10$ pri 1 kHz	fon ($\equiv 1$)	Z_c	karakteristična akustička impedancija	Omjer kompleksno prikazanog zvučnog tlaka i titrajne brzine čestica u nekoj točki sredine za slučaj ravnog putujućeg vala. Za nerasipnu je sredinu $Z_c = \rho c$; ρ je gustoća, c brzina	Pas/m
Z_s	specifična akustička impedancija	Na nekoj površini omjer kompleksno prikazanog zvučnog tlaka i titrajne brzine čestica, $Z_s = p/u$ ²⁰	Pas/m	Z_a	akustička impedancija	Omjer kompleksno prikazanoga zvučnog tlaka i obujamne brzine na nekoj površini, $Z_a = p/q$	Pas/m ³
				Z_m	mehanička impedancija	$Z_m = F/v$; F je sila	Ns/m

²⁰ Srednje kvadratne vrijednosti veličina p , ξ , u , a i q često se nazivaju efektivnim veličinama (ili: efektivnim vrijednostima), a za njihovo označivanje upotrebljavaju se isti znakovi.

²¹ Opaska uz veličine Z_s , Z_c , Z_a i Z_m : ako su veličine koje sudjeluju sinusne, vrijedi: $Z_a = Z_s/S$, $Z_m = SZ_s$; S je ploština.

Tablica 10
TOPLINA

Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI	Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
T, Θ	termodinamička temperatura	Za idealni plin $pV = nRT$	K	n	množina, [količina tvari]		mol
t, ϑ	(Celzijeva) temperatura	$t = T - T_0$; $T_0 = 273,15 \text{ K}$ definicijska konstanta	°C ($\equiv K$)	L, N_A	Avogadrova konstanta	$L = N/n$; $L = 6,022\,0942 \cdot (1 \pm 1 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	mol/mol ⁻¹
α, α_t	toplinska rastezljivost, [koeficijent toplinskog rastezanja]	$\alpha = \frac{1}{l_0} \left(\frac{\Delta l}{\Delta T} \right)_p$	K ⁻¹	M	množinska masa, molarna masa	$M = m/n$; $M = M_r \cdot g/\text{mol}$, M_r je relativna molekulna masa	kg/mol
γ, α_r	toplinska širivost, [koeficijent toplinskog širenja]	$\gamma = \frac{1}{V_0} \left(\frac{\Delta V}{\Delta T} \right)_p$; za idealni plin $\gamma = 1/T_0$; uz $T_0 = 273,15 \text{ K}$ vrijedi $(V/V_0)_p = 1 + \gamma t$	K ⁻¹	V_m	množinski obujam, molarni obujam	$V_m = V/n$	m ³ /mol
α_p	napinjivost	$\alpha_p = \frac{1}{p_0} \left(\frac{\Delta p}{\Delta T} \right)_V$; za idealni plin $\beta = 1/T_0$; uz $T_0 = 273,15 \text{ K}$ vrijedi $(p/p_0)_V = 1 + \beta t$	K ⁻¹	R, R_0	(opća) plinska konstanta	Za idealni plin $pV = nRT$; $R = 8,31441 \cdot (1 \pm 26 \cdot 10^{-6}) \text{ J/(mol K)}$	J/(mol K)
β	tlačni koeficijent	$\beta = \Delta p/\Delta T$	Pa/K	$R(X)$	plinska konstanta (tvari X)	$R(X) = R/M(X)$; za idealni plin $p = \varrho R(X)T$	J/(kg K)
κ, χ	stlačivost	$\kappa = - \frac{1}{V_0} \left(\frac{\Delta V}{\Delta p} \right)_T$	Pa ⁻¹	Q	toplina		J
* κ_s	izentropna stlačivost	$\kappa_s = - \frac{1}{V_0} \left(\frac{\Delta V}{\Delta p} \right)_s$	Pa ⁻¹	Φ	toplinski tok	$\Phi = Q/t$; t je vrijeme	W
N	brojnost (jedinki), broj (jedinki)		1	q, φ	gustoća (toplinskoga) toka, gustoća (toplinske) snage	$q = \Phi/A$	W/m ²
				$\lambda, (k)$	(toplinska) provodnost, [koeficijent toplinske vodljivosti]	$q = -\lambda \text{ grad } T$	W/(K m)
				G	topljinska vodljivost	$G = \Phi/\Delta T$; ΔT je temperaturna razlika između nasuprotnih strana stijene, $\Delta T = \Delta t$	W/K
				R	toplinski otpor	$R = 1/G = \Delta T/\Phi$	K/W

Tablica 10

Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
M	toplinska izolacija	$M = \Delta T/q = RA$	$\text{K m}^2/\text{W}$
α, h	(toplinska) prijelaznost, [koeficijent prijelaza topline]	$\alpha = q/\Delta T_{il}; \Delta T_{il}$ je temperaturna razlika između tekućine (ili plina) i stijene	$\text{W}/(\text{K m}^2)$
k, K	(toplinska) prohodnost, [koeficijent prolaza topline]	$k = q/\Delta T_{ie}; \Delta T_{ie}$ je temperaturna razlika između tekućinā (plinova) uz vanjsku i unutrašnju stranu stijene; za ravnu je stijenu debljine s $1/k = 1/\alpha_i + s/\lambda + 1/\alpha_e$	$\text{W}/(\text{K m}^2)$
$a, (\alpha, \alpha)$	temperaturna difuznost, temperaturna provodnost	$q = -a \text{grad}(H/V); H$ je entalpija, V obujam; $a = \lambda/(\rho c_p)$	m^2/s
C	(toplinski) kapacitet	$C = \Delta Q/\Delta T$	J/K
c	specifični toplinski kapacitet (toplinski kapacitet)	$c = \frac{C}{m} = \frac{1}{m} \frac{\Delta Q}{\Delta T}; \Delta T = \Delta t$	$\text{J}/(\text{kg K})$
* \bar{c}	srednji specifični toplinski kapacitet	$\bar{c} = \frac{1}{T_2 - T_1} \sum c(T) \Delta T$	$\text{J}/(\text{kg K})$
c_p	specifični toplinski kapacitet pri stalnom tlaku	$c_p = \frac{1}{m} \left(\frac{\Delta H}{\Delta T} \right)_p; H$ je entalpija	$\text{J}/(\text{kg K})$
c_v	specifični toplinski kapacitet pri stalnom obujmu	$c_v = \frac{1}{m} \left(\frac{\Delta U}{\Delta T} \right)_v; U$ je unutrašnja energija	$\text{J}/(\text{kg K})$
c_{sat}	specifični toplinski kapacitet pri zasićenju		$\text{J}/(\text{kg K})$
* n	politropni eksponent	Npr. $pV^n = \text{const.}$	1
κ	izentropni eksponent	$\kappa = \frac{\rho}{p} \left(\frac{\Delta p}{\Delta \rho} \right)_s = - \frac{V}{p} \left(\frac{\Delta p}{\Delta V} \right)_s; \text{ za idealni plin } \kappa = c_p/c_v$	1
γ	omjer specifičnih toplinskih kapaciteta	$\gamma = c_p/c_v$	1
C_m	množinski toplinski kapacitet, molarni toplinski kapacitet	$C_m = C/n$	$\text{J}/(\text{mol K})$
$U, (E)$	unutrašnja energija	$\Delta U = Q - W; \Delta U$ je prirast unutrašnje energije sustava, Q dovedena toplina, a W rad što ga je obavio sustav	J
$u, (e)$	specifična unutrašnja energija	$u = U/m$	J/kg
$U_m, (E_m)$	množinska unutrašnja energija, molarna unutrašnja energija	$U_m = U/n$	J/mol

Znak veličine	Naziv fizikalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
$H, (I)$	entalpija	$H = U + pV$	J
$h, (i)$	specifična entalpija	$h = H/m$	J/kg
H_m	množinska entalpija, molarna entalpija,	$H_m = H/n$	J/mol
S	entropija	Za povrativu pojavu vrijedi $\Delta S = \Delta Q/T$	J/K
s	specifična entropija	$s = S/m$	J/(kg K)
S_m	množinska entropija, molarna entropija	$S_m = S/n$	J/(mol K)
A, F	Helmholtzova energija (čit. Helmholtz)	$A = U - TS$	J
a, f	specifična Helmholtzova energija	$a = F/m$	J/kg
A_m, F_m	množinska Helmholtzova energija, molarna Helmholtzova energija	$A_m = A/n$	J/mol
G	Gibbsova energija (čit. Gibbs)	$G = U + pV - TS = H - TS$	J
g	specifična Gibbsova energija	$g = G/m$	J/kg
G_m	množinska Gibbsova energija, molarna Gibbsova energija	$G_m = G/n$	J/mol
J	Massieuova funkcija (čit. Masje)	$J = -A/T$	J/K
Y	Planckova funkcija (čit. Planck)	$Y = -G/T$	J/K
s, q	(specifična) vlažnost, vlažni udjel	$s = m_v/m; m$ je masa vlažne tvari (čvrsta tvar, tekućina ili plinska smjesa), a m_v masa vode u toj tvari	1
* ⁾ u, x	sadržaj vlage, [stupanj vlažnosti, vlažnost]	$u = m_v/m_0; m_0 = m - m_v$ je masa osušene tvari: $u = s/(1-s)$	1
* ⁾ A	suhoca, [atro]	$A = m_0/m; A = 1 - s$	1
* ⁾ Φ, a	masena koncentracija vlage, [apsolutna vlažnost]	$\Phi = m_v/V; V$ je obujam vlažne tvari, a m_v masa vode u tvari	kg/m ³
* ⁾ φ	relativna koncentracija vlage, [relativna vlažnost]	$\varphi = \Phi/\Phi_m; \Phi_m$ je najveća moguća vrijednost veličine Φ pri istom tlaku i temperaturi. Za idealnu je plinsku smjesu $\varphi = p/p_m$	1
* ⁾ ψ	obujamni sadržaj vlage, [obujamna vlažnost]	$\psi = V_v/V_0; V_0 = V - V_v$ je obujam osušene tvari, a V_v obujam vode koju je tvar sadržavala prije sušenja	1

Tabeli
FIZIKALNA KEMIJA I

Znak veličine	Naziv fizikalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
N	brojnost (jedinki), broj (jedinki)		1
$n, (v)$	množina, [količina tvari]		mol
L, N_A	Avogadrova konstanta	$L = N/n; L = 6,022\,0942 \cdot (1 \pm 1 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	mol^{-1}
M	množinska masa, molarna masa	$M = m/n; m$ je masa	kg/mol
ϱ	gustoća	$\varrho = m/V; m$ je masa, a V obujam	kg/m ³
V_m	množinski obujam, molarni obujam	$V_m = V/n, V_m = M/\varrho$; množinski obujam idealnog plina pri standardnim okolnostima ($T_n = 273,15 \text{ K}$, $p_n = 0,101\,325 \text{ MPa}$) iznosi $V_0 = 22\,413\,83 \cdot (1 \pm 3 \cdot 10^{-5}) \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$	m^3/mol
$C, (n)$	brojnosna koncentracija	$C = N/V$; za idealni plin pri standardnim okolnostima $C_0 = L/V_0 = 2,686\,754 \cdot (1 \pm 3 \cdot 10^{-5}) \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$; C_0 je Loschmidtova konstanta (čit. Lošmit)	m^{-3}
$C(X)$	brojnosna koncentracija (jedinki X)	$C(X) = N(X)/V$; $N(X)$ je brojnost jedinki X u smjesi obujma V	l/m^3
$\varrho(X)$	masena koncentracija (sastojka X), udjelna gustoća (sastojka X)	$\varrho(X) = m(X)/V$; $m(X)$ je masa sastojka u smjesi obujma V	kg/m ³
$w(X)$	maseni udjel (sastojka X)	$w(X) = m(X)/m$; $m(X)$ je masa sastojka X u smjesi mase m	1
$c(X), [X]$	množinska koncentracija (sastojka X), [molarnost sastojka X]	$c(X) = n(X)/V$; $n(X)$ je množina sastojka X u smjesi obujma V	mol/m^3
$\sigma(X)$	obujamna koncentracija (sastojka X)	$\sigma(X) = V(X)/V$; $V(X)$ je obujam sastojka X, a V obujam smjese	1
$x(X)$	množinski udjel (sastojka X)	$x(X) = n(X)/n$; $n(X)$ je množina sastojka X, a n množina smjese	1
$r(X)$	množinski omjer	$r(X) = n(X)/n(A)$; $n(X)$ je množina otopljenog sastojka X, a $n(A)$ množina otapala A. Za otapinu s jednom otopljenom tvari vrijedi $r = x/(1 - x)$	1
$b(X), [m_X]$	molalnost (otopljenog sastojka X)	$b(X) = n(X)/m(A)$; $n(X)$ je množina otopljenog sastojka X, a $m(A)$ masa otapala	mol/kg
u, m_u	atomna masena konstanta	$u = \frac{1}{12}m(^{12}\text{C})$; $m(^{12}\text{C})$ je atomna masa nuklida ^{12}C ; $u \cdot L = \text{g/mol}$, $u = 1,660\,5655 \cdot (1 \pm 5 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	kg

Znak veličine	Naziv fizikalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
$A_r(X)$	relativna atomna masa (nuklida X ili kemijskog elementa X), [atomna težina]	$A_r(X) = m(X)/u$; $m(X)$ je masa jednog atoma nuklida X ili elementa X; primjer označivanja: $A_r(\text{Cl}) = 35,453$	1
$M_r(X)$	relativna molekulna masa tvari, [molekularna težina]	$M_r(X) = m(X)/u$; $m(X)$ je masa jedne molekule tvari X	1
$\mu(X)$	kemijski potencijal (sastojka X)	Za smjesu koja sadržava sastojke X, B, C, ... vrijedi: $\mu(X) = (\partial G/\partial n(X))_{T,p,n(B),n(C),...}$; G je Gibbsova energija; za čistu je tvar $\mu = G/n = G_m$ množinska Gibbsova energija; znak μ upotrebljava se i za omjer G_m/L	J/mol
$\lambda(X)$	aktivnost (sastojka X)	$\lambda(X) = \exp[\mu(X)/RT]$; R je opća plinska konstanta, a T termodinamička temperatura	1
$p(X)$	udjelni tlak, parcijalni tlak	Za plinsku smjesu vrijedi $p(X) = x(X)p$; $x(X)$ je množinski udjel sastojka X	Pa
$f(X)$, $p^*(X)$	fugitivnost (sastojka X) (u plinskoj smjesi)	$f(X) = \lambda(X) \lim_{p \rightarrow 0} (p x(X)/\lambda(X))$; $\lambda(X)$ je apsolutna aktivnost sastojka X, $x(X)$ njegov množinski udjel, a p tlak; za čistu je plin $p^* = \lambda \lim_{p \rightarrow 0} (p/\lambda)$	Pa
$f(X)$	faktor aktivnosti (sastojka X) (za tekuće i čvrste smjese)	Za tekuću smjesu $f(X) = \frac{\lambda(X)}{\lambda^*(X)x(X)}$; $\lambda(X)$ je apsolutna aktivnost sastojka X, $x(X)$ njegov množinski udjel u smjesi, a $\lambda^*(X)$ apsolutna aktivnost čiste tvari X pri istoj temperaturi i tlaku	1
$a(X)$, $a_m(X)$	(relativna) aktivnost (otopljenog sastojka X) (molalna)	$a(X) = \frac{\lambda(X)/b^\ominus}{(\lambda(X)/b(X))_\infty}$; b^\ominus je standardna vrijednost molalnosti; obično je $b^\ominus = 1 \text{ mol/kg}$, a znak ∞ označuje svojstva pri beskonačnom razrjeđenju	1
$a_c(X)$, [$a(X)$]	(relativna) aktivnost (otopljenog sastojka X) (koncentracijska)	$a_c(X) = \frac{\lambda(X)/c^\ominus}{(\lambda(X)/c(X))_\infty}$; c^\ominus je standardna vrijednost koncentracije; obično je $c^\ominus = 1 \text{ mol/dm}^3$, a znak ∞ označuje svojstva pri beskonačnom razrjeđenju	1
$\gamma(X)$	faktor aktivnosti (otopljenog sastojka X) (molalni)	$\gamma(X) = \frac{a(X)b^\ominus}{b(X)}$; b^\ominus je standardna vrijednost molalnosti; obično je $b^\ominus = 1 \text{ mol/kg}$	1

Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
$\gamma(X)$	faktor aktivnosti (otopljenog sastojka X) (koncentracijski)	$y(X) = \frac{a_c(X)c^\ominus}{c(X)}; c^\ominus$ je standardna vrijednost koncentracije; obično je $c^\ominus = 1 \text{ mol/dm}^3$	1
g, φ	osmotski faktor otopine, prodorni faktor otopine	$g = (\mu^* - \mu)/(\mu^* - \mu)_\infty; \mu^*$ je kemijski potencijal čistog otapala, μ potencijal otapala u otopini, a znak ∞ označuje svojstva pri beskonačnom razrjedenju	1
Π	osmotski tlak, prodorni tlak	Π je onaj nadtlak otopine (neke tvari u otapalu) prema (tom) čistom otapalu koji održava osmotsku ravnotežu ako su otapalo i otopina odijeljeni membranom propusnom samo za otopljene tvari	Pa
v	stehiometrijski broj	Za kemijsku reakciju $N_1X_1 + N_2X_2 + \dots \rightleftharpoons N_3X_3 + N_4X_4 + \dots$ stehiometrijski su brojevi reaktanata (X_1, X_2, \dots): $v_1 = -N_1, v_2 = -N_2, \dots$, a proizvoda (X_3, X_4, \dots): $v_3 = N_3, v_4 = N_4, \dots$ Primjer: $2H_2 + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O$, $v(H_2) = -2, v(O_2) = -1, v(H_2O) = 2$	1
A	afinitet, težnja (kemijskoj ravnoteži)	$A = -\sum v(X)\mu(X)$	J/mol
K_p	(tlačna) ravnotežna konstanta	Za idealnu plinsku smjesu vrijedi: $K_p = (f_1)^{v_1}(f_2)^{v_2} = \prod_X f(X)^{v(X)}$	$\text{Pa}^{v(X)}$
p, μ, p_c	električni dipolni moment molekule	$\vec{T} = \vec{\mu} \times \vec{E}; \vec{T}$ je moment sprega sila, a \vec{E} električno polje	Cm
α, γ	električna polarizabilnost molekule	$p_i = \alpha E; p_i$ je inducirani električni dipolni moment molekule, a E električno polje	Fm ²
Q, Z	diobena funkcija, partičnska funkcija	$Q = \sum_i \exp(E_i/kT); E_i$ je energija stanja i , k Boltzmannova konstanta, a T termodinamička temperatura	1
g	statistička težina, degeneracija	Brojnost kvantnih stanja jednake energije	1
R	(opća) plinska konstanta	$pV = nRT;$ $R = 8,31441 \cdot (1 \pm 3 \cdot 10^{-5}) \text{ J/(mol K)}$	J/(mol K)
k	Boltzmannova konstanta (čit. Boltzman)	$k = R/L; 1/(kT) = \beta;$ $k = 1,380\,662 \cdot (1 \pm 3 \cdot 10^{-5}) \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$	J/K
l, z	srednji slobodni put	Srednja udaljenost koju jedinka prijeđe između dva uzastopna sraza	m

Znak veličine	Naziv fizikalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
D	difuznost, difuzijski koeficijent	$C(X) \langle \vec{v}(X) \rangle = -D \text{ grad } C(X); C(X) \text{ je mjesna brojnosna koncentracija jedinki } X \text{ u smjesi, a } \langle \vec{v}(X) \rangle \text{ mjesna srednja brzina jedinki}$	m^2/s
k_T	toplinski difuzijski omjer	Za stacionarno stanje binarne smjese vrijedi: $\text{grad } x(X) = -(k_T/T) \text{ grad } T; x(X) \text{ je mjesni množinski udjel težeg sastojka } X, \text{ a } T \text{ mjesna termodinamička temperatura}$	1
α_T	toplinski difuzijski faktor	$\alpha_T = \frac{k_T}{x(A)x(B)}; x(A) \text{ i } x(B) \text{ su mjesni množinski udjeli dvaju sastojaka}$	1
D_T	toplinska difuznost	$D_T = k_T \cdot D$	m^2/s
Z	protonski broj, [atomni (redni) broj]	Brojnost protona u jezgri, brojnost elektrona u neutralnom atomu	1
e	temeljni naboj, elementarni naboj	Električni naboj protona, $e = 1,602\,1892 \cdot (1 \pm 2,9 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-19} \text{ C}$	C
z	nabojni broj, valentnost	$z = Q/e; Q \text{ je električni naboj iona}$	1
F	Faradayeva konstanta (čit. Faradej)	$F = e \cdot L; F = 9,648\,456 \cdot (1 \pm 2,8 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^4 \text{ C/mol}$	C/mol
I, I_m	ionska jakost (molalna)	$I = \frac{1}{2} \sum b_i z_i^2; b_i \text{ su molalnosti, a } z_i \text{ nabojni brojevi iona}$	mol/kg
I_c	ionska jakost (koncentracijska)	$I_c = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2; c_i \text{ su koncentracije, a } z_i \text{ nabojni brojevi iona}$	mol/m ³
A_m	koncentracijska (električna) provodnost	$A_m = \alpha/c; c \text{ je koncentracija provodne tvari}$	Sm^2/mol
α	razdruženost, stupanj disocijacije	$\alpha = N/\Sigma N; N \text{ je brojnost raspadnutih molekula, a } \Sigma N \text{ ukupna brojnost molekula}$	1
$\varkappa, \gamma, \sigma$	(električna) provodnost	$J = \varkappa E; J \text{ je strujna gustoća, a } E \text{ električno polje}$	S/m
ϱ	(električna) otpornost	$E = \varrho J; \varrho = 1/\varkappa$	Ω/m
t	prijenosni broj	Za neki ion X vrijedi $t(X) = \frac{ z(X) c(X) u(X)}{\sum z_i c_i u_i}; z \text{ je nabojni broj, } c \text{ koncentracija iona, a } u \text{ električna pokretljivost iona}$	1

Tablica 12
ATOMNA I NUKLEARNA FIZIKA

Znak veličine	Naziv fizikalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI	Znak veličine	Naziv fizikalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
Z	protonski broj, [atomni (redni) broj]	Brojnost protiona u jezgri, brojnost elektrona u neutralnom atomu	1	μ	magnetički moment (čestice ili jezgre)	Maksimalna uprosječena vrijednost sašavnice magnetnog momента u smjeru magnetnog polja; maksimalna energija u polju indukcije B u praznini jest $\mu \cdot B$	Am^2
N	neutronski broj	Brojnost neutrona u jezgri	1	μ_B	Bohrov magneton	$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e}; \hbar = \frac{h}{2\pi}; \mu_B = 9,274\,078 \cdot (1 \pm 3,9 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-24} \text{ Am}^2$	Am^2
A	nukleonski broj, maseni broj	Brojnost nukleona u jezgri, $A = Z + N$	1	μ_N	nuklearni magneton	$\mu_N = \frac{e\hbar}{2m_p} = \frac{m_e}{m_p} \mu_B; \mu_N = 5,050\,824 \cdot (1 \pm 3,9 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-27} \text{ Am}^2$	Am^2
$m(X), m_a$	atomna masa (nuklida X), nuklidna masa	Masa atoma u mirovanju; za vodik ${}^1\text{H}$ jest $m({}^1\text{H}) = 1,007\,825\,036\,u \cdot (1 \pm 1 \cdot 10^{-8})$	kg	γ	giromagnetički omjer, giromagnetični koeficijent	$\gamma = \frac{\mu}{I\hbar}; I$ je ukupni spin čestice; za proton je $\gamma_p = 2,675\,1987 \cdot (1 \pm 2,8 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^8 \text{ T}^{-1} \text{ s}^{-1}$	$\text{T}^{-1} \text{s}^{-1}$
u, m_a	atomna masena konstanta	$u = \frac{1}{12} m({}^{12}\text{C})$ jest atomna masa nuklida ${}^{12}\text{C}$; $u \cdot L = \text{g/mol}$, $u = 1,660\,5655 \cdot (1 \pm 5 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	kg	g	atomni (ili elektronski) faktor g	$g = g \frac{\mu_B}{\hbar} = g \frac{e}{2m_e}$	1
m_e	elektronska masa (u mirovanju)	$m_e = 0,910\,9534 \cdot (1 \pm 5 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-30} \text{ kg}$, $m_e = 5,485\,802\,26 \cdot (1 \pm 0,38 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-4} u$	kg	g	jezgreni faktor g	$g = g \frac{\mu_N}{\hbar} = g \frac{e}{2m_p}$	1
m_p	protonska masa (u mirovanju)	$m_p = 1,672\,6485 \cdot (1 \pm 5 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ $m_p = 1,007\,276\,470 \cdot (1 \pm 1,1 \cdot 10^{-8}) u$	kg	ω_L	Larmorova kružna frekvencija	$\omega_L = \frac{e}{2m_e} B$; B je magnetna indukcija	s^{-1}
m_n	neutronska masa (u mirovanju)	$m_n = 1,674\,9543 \cdot (1 \pm 5 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ $m_n = 1,008\,665\,012 \cdot (1 \pm 3,7 \cdot 10^{-8}) u$	kg	ω_N	kružna frekvencija jezgrena precesije	$\omega_N = g \frac{e}{2m_p} B$	s^{-1}
mc^2	energija mirovanja (čestice)	$E_0 = mc^2$; m je masa čestice, a c brzina svjetla u praznini	J	ω_c	ciklotronsko kružno vrijeme	$\omega_c = \frac{q}{m} B$; q/m je omjer naboja i mase čestice	s^{-1}
$m(X)/u$	relativna nuklidna masa	$m(X)$ je atomna masa nuklida X, a u atomna masena konstanta	1	Q	kvadrupolni jezgreni moment	Prosječna vrijednost veličine $(1/e) \int (3z^2 - r^2) \cdot \varrho(x, y, z) dx dy dz$ u kvantnom stanju u kojem je spin jezgre usmjeren kao i polje; $\varrho(x, y, z)$ je nuklearna gustoća naboja, a e temeljni naboј	m^2
e	temeljni naboј, elementarni naboј	Električni naboј protona (po iznosu jednak naboјu elektrona), $e = 1,602\,189\,2 \cdot (1 \pm 2,9 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-19} \text{ C}$	C	R	jezgreni polumjer	Srednji polumjer kuglastoga prostora u kojem se nalazi nuklearna tvar. Ta veličina nije egzaktno definirana. Približno vrijedi: $R = r_0 A^{1/3}$; $r_0 \approx 1,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}$	m
h	Planckova konstanta (čit. Plank)	$h = 6,626\,176 \cdot (1 \pm 5,4 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ $h = h/(2\pi) = 1,054\,5887 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$	Js				
a_0	Bohrov polumjer (čit. Bor)	$a_0 = \frac{e_0 \hbar^2}{\pi e^3 m_e}$; e_0 je dielektričnost praznine; $a_0 = 0,529\,177\,06 \cdot (1 \pm 0,8 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-12} \text{ m}$	m				
R_∞	Rydbergova konstanta (čit. Ridberg)	$R_\infty = \frac{e^2}{8\pi e_0 a_0 \hbar c}$; $R_\infty = 1,097\,373\,177 \cdot (1 \pm 7,5 \cdot 10^{-8}) \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$; umnožak $R_\infty \hbar c$ zove se rydberg; za vodik ${}^1\text{H}$ jest $R_H = R_\infty (1 + m_e/m_p)$	m^{-1}				

Tablica 12.

Znak veličine	Naziv fizikalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
l_i, L	kvantni broj orbitalnoga kutnog naleta (ili veličine gibanja)	Obično se znak l_i odnosi na česticu i , a L na cijeli sustav	1
s_i, S	spinski kvantni broj	Obično se znak s_i odnosi na česticu i , a S na cijeli sustav	1
j_i, J	kvantni broj ukupnog kutnog naleta	Obično se j_i odnosi na česticu i , a J na cijeli sustav	1
I	kvantni broj jezgrenog spina	U nuklearnoj spektroskopiji često se upotrebljava znak J	1
F	kvantni broj hiperfine strukture		1
n	glavni kvantni broj		1
m_i, M	magnetni kvantni broj	Obično se znak m_i odnosi na česticu i , a M na cijeli sustav	1
α	konstanta fine strukture	$\alpha = \frac{\mu_0 c e^2}{2\hbar}; \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m};$ $\alpha = 7,297\,3506 \cdot (1 \pm 0,8 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-3},$ $1/\alpha = 137,03604 \cdot (1 \pm 0,8 \cdot 10^{-6})$	1
r_e	(klasični) elektronski polumjer	$r_e = \frac{\mu_0 e^2}{4\pi m_e}; r_e = 2,8179380 \cdot (1 \pm 2,5 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-15} \text{ m}$	m
λ_C	Comptonova valna duljina (čit. Kompton)	$\lambda_C = \frac{h}{mc}; m$ je masa čestice u mirovanju	m
A	maseni višak	$A = m_a - A \cdot u; A$ je nukleonski broj, a u atomna masena konstanta	kg
B	maseni manjak, [defekt mase]	$B = Zm(^1H) + Nm_n - m(X); m(X)$ je atomna masa nuklida; ako se zanemari vezna energija atomnih elektrona, onda Bc^2 izražava veznu energiju jezgre	kg
A_r	relativni maseni višak	$A_r = A/u$	1
B_r	relativni maseni manjak	$B_r = B/u$	1
f	udjel slaganja	$f = A_r/A; A$ je nukleonski broj	1
b	vezni udjel (po nukleonu)	$b = B_r/A$	1

METROLOGIJA, ZAKONSKA

Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
τ	srednje trajanje, srednje vrijeme života	U eksponencijalnom raspodu τ je vrijeme za koje se brojnost N atoma određenog stanja smanji na N/e	s
Γ	širina stanja	$\Gamma = h/\tau; h = h/(2\pi)$	J
A	aktivnost	$A = \Delta N/\Delta t; \Delta N$ je brojnost pretvorbi ili prijelaza u jezgrama neke množine radionuklida ili radioaktivnog izvora za vrijeme Δt	Bq ($\equiv s^{-1}$)
a	specifična aktivnost (uzorka)	$a = A/m; m$ je masa uzorka	Bq/kg
λ	pretvorbena konstanta, [raspadna konstanta]	Za eksponencijalni je raspod $dN/dt = -\lambda N; N$ je brojnost radioaktivnih atoma u trenutku $t; \lambda = 1/\tau$	s^{-1}
$T_{1/2}$	vrijeme poluraspada	$T_{1/2} = \tau \ln 2 = (\ln 2)/\lambda; \text{ vrijeme potrebno da se pri eksponencijalnom raspodu raspadne polovica atomâ u uzorku radioaktivnog nuklida}$	s
Q_x	prijelazna energija raspada alfa	Zbroj kinetičke energije čestice alfa nastale raspadom i kinetičke energije odbijenoga preostalog atoma u sustavu mirovanja početne jezgre. Prijelazna energija raspada alfa za osnovno stanje $Q_{x,0}$ uključuje i energiju moguće zrake gama	J
E_β	maksimalna energija čestice beta	Maksimalna energija u spektru nekog raspada beta	J
Q_β	prijelazna energija raspada beta	Zbroj maksimalne energije čestice beta E i energije odbijenog atoma nastalog u sustavu mirovanja početne jezgre. Pri emisiji pozitrona mora se dodati energija nastanka elektronskog para. Prijelazna energija raspada beta za osnovno stanje $Q_{\beta,0}$ uključuje i energiju mogućeg prijelaza gama	J
α	faktor unutarnje konverzije (ili pretvorbe)	Omjer brojnosti pretvorenih elektrona i brojnosti kvanata gama odaslanih u toku razbuđenja jezgre. Upotrebljava se i fizikalna veličina frakcija unutarnje konverzije $\alpha/(\alpha + 1)$. Za elektronske ljuške K, L, ... postoje udjelnii faktori konverzije $\alpha_K, \alpha_L, \dots$. Omjer α_K/α_L zove se omjer udjelnih faktora unutarne pretvorbe K prema L	I

Tablica 13
ELEKTROMAGNETIZAM

Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI	Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
$l, s, b,$ h, \dots	duljina		m	ϵ	(električna) propustljivost, dielektričnost, permitivnost	$\epsilon = D/E$	F/m
A, S	plošina, površina	$A = lb$	m^2	ϵ_0	(električna) propustljivost praznine, dielektričnost praznine, električna konstanta	$\epsilon_0 \mu_0 c^2 = 1; \epsilon_0 = 8,854\,187\,818 \cdot (1 \pm 8 \cdot 10^{-9}) \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$	F/m
V	obujam, volumen	$V = bhd$	m^3				
t, τ, T	vrijeme, (trajanje, razdoblje)		s				
v, c, u	brzina	$v = \Delta s/\Delta t$: brzina rasprostiranja elektromagnetskog polja u praznini iznosi: $c = 2,997\,924\,58 \cdot (1 \pm 4 \cdot 10^{-9}) \cdot 10^8 \text{ m/s}$	m/s	ϵ_r	relativna (električna) propustljivost, relativna dielektričnost	$\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$	1
N	brojnost dogadaja		1	χ, χ_c	(električna) primljivost, (električna) susceptibilnost	$\chi_c = \epsilon_r - 1$	1
f	frekvencija, čestota	$f = N/t$: N je brojnost, a t vrijeme	Hz ($\equiv s^{-1}$)				
T	perioda	$T = t/N = 1/f$	s	$p, (p_e)$	(električni) dipolni moment	$\vec{T} = \vec{p} \times \vec{E}$: T je sprežni moment	Cm
ω	kružna frekvencija, pulsacija	$\omega = 2\pi f$: f je frekvencija	s^{-1}				
F	sila	$\vec{F} = \Delta \vec{p}/\Delta t$: p je nalet	N	P	(električna) polarizacija	$P = D - \epsilon_0 E$	C/m ²
M	moment sile	$\vec{M} = \vec{F} \times \vec{r}$	Nm	I, i	električna struja	$I = \sum \vec{J} \Delta \vec{A}$	A
Q	električni naboј, elektrika	$Q = \sum I \Delta t$: I je električna struja	C	$J, (S)$	(električna) strujna gustoća		A/m ²
e	temeljni naboј, elementarni naboј	Električni naboј protona $e = 1,602\,189\,2 \cdot (1 \pm 2,9 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-19} \text{ C}$	C	$A, (\alpha)$	strujni oblog	$A = I/b$; b je širina vodljivog sloja	A/m
F	Faradayeva konstanta (čit.: Faradej)	$F = eL: F = 9,648\,456 \cdot (1 \pm 2,8 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^4 \text{ C/mol}$	C/mol	Θ	strujna uzbudba	$\Theta = NI$; N je broj zavoja, I struja	A
$\varrho, (\eta)$	(obujamna) naboјna gustoća	$\varrho = \Delta Q/\Delta V$	C/m ³	H	magnetno polje, jakost magnetnog polja	$\text{rot } \vec{H} = \vec{J} + \partial \vec{D}/\partial t$	A/m
σ	plošna naboјna gustoća	$\sigma = \Delta Q/\Delta A$	C/m ²	U_m	magnetski napon, razlika (magnetskog) potencijala	$U_m = \sum \vec{H} \Delta \vec{l}$	A
* λ	duljinska naboјna gustoća	$\lambda = \Delta Q/\Delta l$	C/m	F_m, F	magnetomotorni napon	$F_m = \oint \vec{H} d\vec{l}$	A
$E, (K)$	električno polje, jakost električnog polja	$\vec{E} = Q \vec{E}$	V/m	B	(magnetna) indukcija, gustoća (magnetskoga) toka	$\Delta \vec{F} = I \Delta \vec{l} \times \vec{B}$	T
φ, V	(električni) potencijal	$\vec{E} = -\text{grad } \varphi$	V	Φ	magnetski tok	$\Phi = \sum \vec{B} \Delta \vec{A}$	Wb
$U, (V)$	(električni) napon, razlika potencijala	$U = \varphi_2 - \varphi_1 = - \int_1^2 \vec{E} d\vec{l}$	V	\vec{A}	(magnetni) potencijal	$\text{rot } \vec{A} = \vec{B}$	Tm, Wb/m
E	elektromotorni napon, [elektromotorna sila]	U električnom je krugu $E = -\oint \vec{E} d\vec{l}$	V	R, R_m	(magnetni) otpor, reluktancija	$R_m = U_m/\Phi$	H ⁻¹
D	(električna) indukcija, gustoća (električnog) toka	$\text{div } \vec{D} = \varrho$: ϱ je naboјna gustoća	C/m ²	$A, (P)$	(magnetna) vodljivost	$A = 1/R_m$	H
ψ	(električni) tok	$\psi = \int \vec{D} d\vec{A}$	C	L	samoinduktivnost, vlastita induktivnost	$L = \Phi/I$	H
C	(električni) kapacitet, (električna) kapacitivnost	$C = Q/U$	F	M, L_{12}	međuinduktivnost	$M = \Phi_1/I_2$; Φ_1 je tok u prvoj petlji uzrokovani strujom I_2 u drugoj petlji	H
				$k, (\chi)$	sveza, faktor sveze	$k = L_{12}/\sqrt{L_1 L_2}$	1

Tablica 13, nastavak

Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI	Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
σ	rasap, faktor rasipanja	$\sigma = 1 - k^2$; k je sveza	1	N	broj(nost) zavoja (u namotu)		1
μ	(magnetna) propustljivost, permeabilnost	$B = \mu H$	H/m	m	broj(nost) faza		1
μ_0	(magnetna) propustljivost praznine, permeabilnost praznine, magnetna konstanta	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$; vrijednost prema definiciji	H/m	p	broj(nost) pari polova		1
μ_r	relativna (magnetna) propustljivost, relativna permeabilnost	$\mu_r = \mu/\mu_0$	1	φ	fazni pomak	Pri $U = U_m \cos \omega t$ i $I = I_m \cos(\omega t - \varphi)$, φ je fazni pomak; razlika $\omega t - \varphi$ zove se faza struje I	rad
$\chi, (\chi_m)$	(magnetna) primljivost, (magnetna) susceptibilnost	$\chi = \mu_r - 1$	1	$P(t), P$	(trenutna) snaga, trenutna vrijednost snage	$P(t) = U(t)I(t)$	W
m	magnetski moment	$\vec{T} = \vec{m} \times \vec{B}$; T je sprežni moment	Am^2	P	djelatna snaga	$P = UI \cos \varphi$; U i I su efektivni napon i struja; za sinusne je veličine $U = U_m \sqrt{2}$, $I = I_m \sqrt{2}$; indeks m označuje maksimalnu vrijednost	W
H_i, M	magnetizacija	$H_i = (B/\mu_0) - H$	A/m	$Q, (P_q)$	jalova snaga	$Q = UI \sin \varphi$	var ($\equiv W$)
B_i, J	(magnetna) polarizacija	$B_i = B - \mu_0 H$	T	$S, (P_s)$	prividna snaga	$S = UI$	VA ($\equiv W$)
w	gustoća (elektromagnetske) energije	$w = W/V$, W je energija	J/m^3	$\cos \varphi$	faktor snage	$\cos \varphi = P/S$	1
S	Poyntingov vektor (čit. Pojnting)	$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$	W/m^2	$\sin \varphi$	faktor jalovosti	$\sin \varphi = P/S$	1
ϱ	(električna) otpornost	$\varrho \vec{J} = \vec{E}$; J je gustoća struje, E električno polje	Ωm	Z	impedancija, prividni otpor	$\bar{Z} = \bar{U}/\bar{I}$; \bar{U} je kompleksno izraženi napon, a \bar{I} kompleksno izražena struja; $\bar{Z} = \bar{Z} e^{j\varphi} = R + jX$	Ω
γ, σ	(električna) provodnost	$\bar{J} = \gamma \bar{E}$, $\gamma = 1/\varrho$; vodič duljine l i presečne ploštine A pruža istosmjernoj strui otpor $R = l/(A\gamma)$	S/m	R	otpornost	Realni dio impedancije	Ω
R	(električni) otpor	$R = U/I$ ako u vodiču kojim teče istosmjerna struja nema elektromotornoga napona	Ω	X	reaktancija, jalovi otpor	Imaginarni dio impedancije	Ω
G	(električna) vodljivost	$G = 1/R$	S	Y	admitancija, prividna vodljivost	$\bar{Y} = \bar{I}/\bar{U} = 1/\bar{Z}$; $\bar{Y} = Y e^{-j\varphi} = G + jB$	S
				G	vodljivost	Realni dio admitancije	S
				B	susceptancija, jalova vodljivost	Imaginarni dio admitancije	S
				Q	dobrota	$Q = X /R$, $X = \omega L - 1/\omega C$	1

Tablica 14
SVJETLO I SRODNA ELEKTROMAGNETNA ZRAČENJA

Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI	Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
f, v	frekvencija, čestota	$f = N/t$; N je brojnost događaja, a t vrijeme	$\text{Hz} (\equiv \text{s}^{-1})$	c	brzina (rasprostiranja elektromagnetskog) vala u praznini	$c = 2,99792458 \cdot (1 \pm 4 \cdot 10^{-9}) \cdot 10^8 \text{ m/s}$	m/s
ω	kružna frekvencija, pulzacija	$\omega = 2\pi f$	s^{-1}	$Q, W, (U, Q_e)$	energija zračenja, radijacijska energija	Energija odasvana, prenesena ili primljena kao zračenje	J
λ	valna duljina	$\lambda = l/N$; l je duljina, a N brojnost valova	m	$w, (u)$	gustoća energije zračenja, gustoća radijacijske energije	$w = \Delta Q/\Delta V$; V je obujam	J/m^3
σ	valni broj	$\sigma = N/l = 1/\lambda$	m^{-1}				
k	kružni valni broj	$k = 2\pi\sigma$	m^{-1}				

Tablica 1

Znak veličine	Naziv fizikalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
w_λ	spektralna gustoća energije zračenja, spektralna gustoća radijacijske energije	$w_\lambda = \Delta w / \Delta \lambda$	J/m^4
$P, \Phi, (\Phi_e)$	snaga zračenja, tok zračenja, radijacijski fluks	Snaga odaslana, prenesena ili primljena kao zračenje, $P = \Delta Q / \Delta t$	W
Φ_λ	spektralni tok zračenja	$\Phi_\lambda = \Delta \Phi / \Delta \lambda$	W/m
φ, ψ	gustoća toka zračenja, gustoća radijacijskog fluksa	Omjer toka zračenja koji u određenoj točki prostora upada na malenu kuglu i ploštine središnjeg presjeka te kugle	W/m^2
φ_λ	spektralna gustoća toka zračenja	$\varphi_\lambda = \Delta \varphi / \Delta \lambda$	W/m^3
$I, (I_e)$	jakost zračenja	$I = P / \Omega$; P je tok zračenja, a Ω ugao (prostorni kut)	W/sr
I_λ	spektralna jakost zračenja	$I_\lambda = \Delta I / \Delta \lambda$	W/(sr m)
$L, (L_e)$	zračivost, radijancija	$L = \Delta I / \Delta A$; A je ploština plohe zračenja	$\text{W/(sr m}^2)$
L_λ	spektralna zračivost, spektralna radijancija	$L_\lambda = \Delta L / \Delta \lambda$	$\text{W/(sr m}^3)$
$M, (M_e)$	odzračnost, radijacijska egzitancija	$M = \Delta P / \Delta A$	W/m^2
M_λ	spektralna odzračnost	$M_\lambda = \Delta M / \Delta \lambda$	W/m^3
$E, (E_e)$	ozračenje, dozračnost, iradijacija	$E = \Delta P / \Delta S$; S je ploština ozračene plohe	W/m^2
σ	Stefan-Boltzmannova konstanta (čit. Štefan, Boltzman)	Konstanta u izrazu za odzračnost M savršenog zračila pri termodinamičkoj temperaturi T : $M = \sigma T^4; \sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15 h^3 c^2}; \sigma = 5,67032 \cdot (1 \pm 1,2 \cdot 10^{-4}) \cdot 10^{-8} \text{ W K}^{-4} \text{ m}^{-2}$	$\text{W/(K}^4 \text{ m}^2)$
c_1	prva konstanta zračenja, prva radijacijska konstanta	Konstanta u izrazu: $M_\lambda = c_1 \frac{\lambda^{-5}}{\exp(c_2/\lambda T) - 1};$ $M = \int M_\lambda d\lambda; c_1 = 2\pi hc^2 = 3,741832 \cdot (1 \pm 5,4 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-16} \text{ W m}^{-2}$	W m^2
c_2	druga konstanta zračenja, druga radijacijska konstanta	$c_2 = hc/k; c_2 = 1,438786 \cdot (1 \pm 3 \cdot 10^{-6}) \cdot 10^{-2} \text{ Km}$	K m
ε	izračivost, emisivnost	Omjer odzračnosti M nekog toplinskog zračila i odzračnosti savršenog zračila pri istoj temperaturi	1
$\varepsilon(\lambda)$	spektralna izračivost (ili emisivnost)	Omjer spektralne odzračnosti M_λ nekog toplinskog zračila i savršenog zračila pri istoj temperaturi	1

Znak veličine	Naziv fizikalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
$e(\lambda, \vartheta, \varphi)$	usmjeren spektralna izračivost (ili emisivnost)	Omjer spektralne zračivosti L_λ u određenom smjeru ϑ, φ nekog toplinskog zračila i savršenog zračila pri istoj temperaturi	1
$I, (I_v)$	svjetlosna jakost, luminacijski intenzitet	$I = \Phi/\Omega$; Φ je svjetlosni tok, a Ω ugao	cd
Φ, Φ_v	svjetlosni tok, luminacijski fluks	$\Phi = I\Omega$	lm
$Q, (Q_v)$	svjetlosna množina, množina svjetla	$Q = \sum \Phi \Delta t$; Φ je svjetlosni tok, a t vrijeme	lms
$L, (L_v)$	svjetljivost, luminancija	$\Delta^2 \Phi = L \cos \alpha \Delta A \cos \beta \Delta S / r^2$; α i β su kutovi što ih plohe ploštine ΔA odnosno ΔS tvore sa spojnicom središta tih ploha	cd/m ²
$M, (M_v)$	svjetlosna odzračnost (ili izlaznost), luminacijska egzitancija	Za točku na svjetlećoj plohi vrijedi: $M = \Delta \Phi / \Delta A$; $\Delta \Phi$ je svjetlosni tok što ga odašilje ploha ploštine ΔA	lm/m ²
$E, (E_v)$	osvjetljenje, iluminancija	Za točku na osvijetljenoj plohi vrijedi: $E = \Delta \Phi / \Delta S$; S je ploština osvijetljene plohe	lx
H	osvjetljenost, (svjetlosna) izloženost, svjetlosna ekspozicija	$H = \sum E \Delta t$	lx s
K	svjetlosna učinkovitost, luminacijska efektност	$K = \Phi / P$; Φ je svjetlosni tok, a P tok zračenja	lm/W
$K(\lambda)$	spektralna svjetlosna učinkovitost, spektralna luminacijska efektност	$K(\lambda) = \Phi_\lambda / P_\lambda$; $\Phi_\lambda = \Delta \Phi / \Delta \lambda$, $P_\lambda = \Delta P / \Delta \lambda$	lm/W
K_m	maksimalna svjetlosna učinkovitost, maksimalna luminacijska efektност	$K_m = K(\lambda \approx 555 \text{ nm}) = 683 \text{ lm/W}$	lm/W
V	svjetlosnost	$V = K / K_m$; K_m je maksimalna vrijednost fizikalne veličine $K(\lambda)$	1
$V(\lambda)$	spektralna svjetlosnost	$V(\lambda) = K(\lambda) / K_m$	1
$\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$	spektralne tristimulusne vrijednosti CIE	Te je funkcije 1931. godine definirala Međunarodna komisija za rasvjetu (CIE). Vrijedi $\bar{y}(\lambda) = V(\lambda)$	1
x, y, z	koordinate boja, kromatične koordinate	$x = \frac{\int \bar{x}(\lambda) P_\lambda d\lambda}{\int [\bar{x}(\lambda) + \bar{y}(\lambda) + \bar{z}(\lambda)] P_\lambda d\lambda}$ itd.	1
$\alpha(\lambda)$	spektralna upojnost, spektralni apsorpcijski faktor	Omjer spektralne gustoće upijenoga i upadnoga toka zračenja ili svjetlosnog toka	1
$\varrho(\lambda)$	spektralna odbojnost, spektralni refleksijski faktor	Omjer spektralne gustoće odbijenoga i upadnog toka zračenja ili svjetlosnog toka	1

Tablica 14, nastavak

Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI	Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
$\tau(\lambda)$	spektralna propusnost, spektralni transmisijski faktor	Omjer spektralne gustoće propuštenoga i upadnoga toka zračenja ili svjetlosnog toka	1	χ	množinski (ili molarni) upojnosni koeficijent	$\chi = a/c; c$ je (množinska) koncentracija. Omjer a/g zove se maseni upojnosni koeficijent: g je gustoća tvari	m^2/mol
$\beta(\lambda)$	spektralni faktor zračivosti	U određenoj točki neke plohe i u određenom smjeru to je omjer spektralne zračivosti nesamostalnog zračila i spektralne zračivosti potpuno raspršene površine uz identične okolnosti ozračenja	1	μ	linearni oslabni (ili eks-tinkcijski) koeficijent	Omjer relativnog oslabljenja spektralne gustoće toka zračenja ili svjetlosnog toka (pri prolazu paralelnog snopa elektromagnetskog zračenja kroz vrlo tanak sloj nekog sredstva) i debljine sloja	m^{-1}
a	dubinski upojnosni koeficijent, linearni apsorpcijski koeficijent	Dio linearoga oslabnog koeficijenta koji se odnosi na upijanje	m^{-1}	n	lomnost, lomni indeks, indeks prelamanja	$n_\lambda = c_{0\lambda}/c_{0s}; c_0$ je brzina rasprostiranja svjetla valne duljine λ u praznini, a c_{0s} brzina u dotičnoj tvari	1

Tablica 15
NUKLEARNE REAKCIJE I IONIZANTNA ZRAČENJA

Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI	Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
Q	reakcijska energija, energija reakcije	Energijski ekvivalent razlike zbroja masa reagenata u mirovanju i zbroja masa produkata u mirovanju nuklearne reakcije. To je takođe razlika zbroja kinetičkih energija produkata i zbroja kinetičkih energija reagenata. Za egzotermne je reakcije $Q > 0$, a za endotermne je $Q < 0$	J	$\sigma_{\Omega, E}$	spektralni ugaoni udarni presjek	$\sigma = \int \int \sigma_{\Omega, E} d\Omega dE; \text{ fizičalne veličine } \sigma_{\Omega, E}$ i $\sigma_{\Omega, E}$ ponekad se nazivaju diferencijalnim udarnim presjecima	$\text{m}^2/(\text{J sr})$
E_r, E_{res}	rezonantna energija	Kinetička energija upadne čestice u referentnom sustavu jezgre mete koja odgovara rezonanciji u nuklearnoj reakciji	J	Σ	gustoća udarnog presjeka, makroskopski udarni presjek	$\Sigma = n_1 \sigma_1 + \dots + n_i \sigma_i + \dots, n_i$ je (brojnosna) koncentracija atoma vrste i , a σ_i je udarni presjek za tu vrstu atoma; kad čestice tvari od koje je meta izgrađena miruju, onda je $\Sigma = 1/l$, gdje je l srednji slobodni put	m^{-1}
σ	udarni presjek, djelatni presjek	Ploština pridružena čestici mete tako da je brojnost reakcija ili procesa određene vrste koji se dogode po čestici mete jednaka brojnosti upadnih čestica koje ulaze u kuglu toga presjeka; indeksi u σ_a i σ_A znače udarni presjek za apsorpciju, u σ_s i σ_S udarni presjek za raspršenje, u σ_f udarni presjek za fisiju	m^2	Σ_{tot}, Σ_T	sveukupna gustoća udarnog presjeka, sveukupni makroskopski udarni presjek	Omjer zbroja sveukupnih udarnih presjeka i pripadnog obujma	m^{-1}
σ_{tot}, σ_T	sveukupni udarni presjek	Zbroj svih udarnih presjeka koji odgovaraju različitim reakcijama ili procesima između upadne čestice i čestice mete. U slučaju usko usmjerena snopa upadnih čestica, to je djelotvorni udarni presjek za otklanjanje jedne upadne čestice iz snopa	m^2	φ	gustoća čestičnog toka	$\varphi = \frac{N}{\Delta A \Delta t}; N$ je brojnost čestica koje za vrijeme Δt upadaju u malu kuglu presečne ploštine ΔA . Obično se riječ čestica zamjenjuje nazivom određene čestice, npr. gustoća protonskog toka	$\text{s}^{-1} \text{m}^{-2}$
σ_Ω	ugaoni udarni presjek	$\sigma = \int \sigma_\Omega d\Omega; \Omega$ je ugaon (prostorni kut)	m^2/sr	ψ	gustoća energijskog toka	$\psi = \frac{E}{\Delta A \Delta t}; E$ je zbroj energija svih čestica koje upadaju u malenu kuglu, izuzev energiju mirovanja	W/m^2
σ_E	spektralni udarni presjek	$\sigma = \int \sigma_E dE; E$ je energija	m^2/J	$J, (S)$	gustoća čestične struje	To je vektorska veličina, $N = \vec{J} \cdot \vec{A} t$. Funkcije raspodjele po brzini i energiji J_v i J_E vezane su sa J relacijom: $J = \int J_v dv = \int J_E dE$	$\text{s}^{-1} \text{m}^{-2}$
				* I	čestična struja	$I = \sum \vec{J}_v \Delta S$	s^{-1}

Tablica

Znak veličine	Naziv fizičalne veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
μ, μ_1	linearni koeficijent slabljenja (ili atenuacije)	$\Delta J/\Delta x = -\mu J; J$ je gustoća struje čestičnoga snopa paralelnoga s osi x	m^{-1}
μ_a, μ_{at}	koeficijent atomnog slabljenja (ili atenuacije)	$\mu_a = \mu/n; n = \Delta N/\Delta V$ je brojnosna koncentracija atoma u tvari	m^2
$\mu/\varrho, \mu_m$	koeficijent masenog slabljenja (ili atenuacije)	$\mu_m = \mu/\varrho; \varrho = \Delta m/\Delta V$ je gustoća tvari	m^2/kg
$d_{1/2}$	poludebljina	Debljina sloja tvari koja umanjuje gustoću struje usmjerjenog snopa na polovicu početne vrijednosti; za eksponentijalno je slabljenje $d_{1/2} = (\ln 2)/\mu$	m
S, S_l	(linearna) zaustavna moć	$S = -\Delta E/\Delta x; E$ je energija ionizantne nabijene čestice u smjeru osi x (uključeni su i gubici zbog sraza i gubici zbog zračenja)	J/m
S_a	atomna zaustavna moć	$S_a = S/n; n = \Delta N/\Delta V$ je (brojnosna) koncentracija atoma u tvari	$J\cdot m^2$
$S/\varrho, (S_m)$	masena zaustavna moć	$S_m = S/\varrho; \varrho = \Delta m/\Delta V$ je gustoća tvari	$J\cdot m^2/kg$
d_{eq}	zaustavni ekvivalent	Zaustavni ekvivalent za određenu debljinu neke tvari jest ona debljina standardne tvari u kojoj čestica ima isti energijski gubitak	m
R, R_l	srednji linearни doseg	Prosječna dubina do koje čestica prodire u određenu tvar uz naznačene okolnosti	m
$R_\varrho, (R_m)$	srednji maseni doseg	$R_\varrho = \varrho/R; \varrho$ je gustoća tvari	kg/m^2
N_{il}	linearna čestična ionizacija	$N_{il} = \Delta N_i/\Delta l; N_i$ je brojnost temeljnih naboja jednak predznaka, a l put ionizantne nabijene čestice	m^{-1}
N_i	(sveukupna) čestična ionizacija	$N_i = \int N_{il} dl$	1
W_i	prosječni energijski gubitak po stvorenom ionskom paru	Omjer početne kinetičke energije ionizante nabijene čestice i njezine sveukupne ionizacije	J
b, μ	pokretljivost	$b = v/E; v$ je prosječna brzina pomaka nabijene čestice u tvari uzrokovana električnim poljem E	$m^2/(s\cdot V)$
n^+, n^-	(brojnosna) ionska koncentracija	$n = \Delta N/\Delta V; N$ je brojnost (pozitivnih ili negativnih) iona, a V obujam	m^{-3}
α	rekombinacijski koeficijent	Koeficijent u zakonu rekombinacije: $-dn^+/dt = -dn^-/dt = \alpha n^+ n^-$	m^3/s
n	(brojnosna) neutronska koncentracija	$n = \Delta N/\Delta V; N$ je brojnost neutrona, a V obujam. Funkcije raspodjele po brzini i energiji n_v i n_E vezane su sa relacijom: $n = \int n_v dv = \int n_E dt$	m^{-3}

Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
φ	gustoća neutronskog toka	$\varphi = \frac{N}{\Delta A \Delta t}$; N je brojnost neutrona koji za vrijeme Δt upadaju u malenu kuglu presečene ploštine ΔA	$s^{-1} m^{-2}$
D, D_n	neutronска difuznost	$J_x = -D \Delta n / \Delta x$; J_x je sastavnica x gustoće neutronske struje. Funkcija raspodjele po brzini $J_{v,x}$ vezana je sa J_x relacijom $J_x = \int J_{v,x} dv$	m^2/s
$D_\varphi, (D)$	difuznost gustoće neutronskog toka	$J_x = -D_\varphi \Delta \varphi / \Delta x$; J_x je sastavnica x gustoće neutronske struje	m
S	sveukupna gustoća neutronskog izvora	$S = \frac{n}{\Delta t} = \frac{N}{\Delta t \Delta V}$; N je brojnost stvorenih neutrona	$s^{-1} m^{-3}$
q	gustoća usporavanja	$q = \Delta n / \Delta t$; n je koncentracija neutrona koji se usporavaju od određene vrijednosti energije	$s^{-1} m^{-3}$
p	vjerojatnost izbjegnuća rezonancije	Vjerojatnost da će neutron u procesu usporavanja, ne bježeći iz sredstva, prijeći područje rezonantne energije a da ne bude apsorbiran	1
u	letargija	Letargija neutrona energije E definira se kao $u = \ln(E_0/E)$; E_0 je referentna energija	1
ξ	prosječno logaritamsko smanjenje energije, prosječni logaritamski dekrement energije	Prosječna vrijednost povećanja letargije u jednom sudaru neutrona	1
l, λ	srednji slobodni put	Prosječna udaljenost koju čestica prijeđe između dvije određene uzastopne reakcije ili dva određena uzastopna procesa	m
L_s^2, L_{sl}^2	područje usporavanja	U beskonačnom homogenom sredstvu to je šestina kvadratne udaljenosti neutronskog izvora od točke u kojoj neutron tijekom usporavanja postigne određenu energiju. Kad se može primijeniti tzv. teorija Fermijeva dobi, onda se ta veličina zove Fermijeva dob (τ)	m^2
L^2	difuzijsko područje	U beskonačnom homogenom sredstvu to je šestina srednje kvadratne udaljenosti između točke u kojoj neutron uđe u određenu klasu i točke u kojoj on izade iz te klase	m^2
M^2	migracijsko područje	Zbroj područja usporavanja od energije fizijske do termalne energije i područja difuzije za termalne neutrone	m^2
L_s, L_{sl}	duljina usporavanja	Drugi korijen iz područja usporavanja	m

Tablica 15

Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
L	difuzijska duljina	Drugi korijen iz difuzijskog područja	m
M	migracijska duljina	Drugi korijen iz migracijskog područja	m
v	prinos neutrona po fisiji	Prosječna brojnost neutrona, trenutnih i zakašnjelih, po jednoj neutronskoj fisiji	1
η	prinos neutrona po apsorpciji	Prosječna brojnost fisijskih neutrona proizvedena po jednom neutronu apsorbiranim u gorivnom tvorivu. Opaska: Omjer η/v jednak je omjeru makroskopskog udarnog presjeka za fisiju i onoga za apsorpciju, gdje se oba odnose na neutrone u gorivnom tvorivu	1
ϵ	faktor brze fisije	Omjer brojnosti neutrona iz fisija izazvanih neutronima svih energija i brojnosti neutrona iz fisija izazvanih samo termalnim neutronima	1
f	faktor termalnog iskorištenja, faktor iskorištenja termalnih neutrona	Omjer brojnosti termalnih neutrona apsorbiranih u materijalu goriva i brojnosti svih apsorbiranih termalnih neutrona	1
A	vjerojatnost zarobljenja	Vjerojatnost da za vrijeme usporavanja ili difuzije neutron neće pobjeći iz reaktora kao termalni neutron	1
k	faktor razmnažanja (ili multiplikacije)	Omjer brojnosti svih fisijskih neutrona ili neutrona ovisnih o fisiji, proizvedenih u nekom razdoblju, i brojnosti svih neutrona izgubljenih apsorpcijom ili iscurenjem za to vrijeme	1
k_{∞}	faktor razmnažanja beskonačnog sredstva	Faktor razmnažanja za beskonačno sredstvo ili za rešetku koja se beskonačno ponavlja. Za termalni je reaktor $k_{\infty} = \eta \epsilon f$	1
k_{eff}	efektivni faktor razmnažanja	Faktor razmnažanja za konačno sredstvo	1
ϱ	reaktivnost	$\varrho = (k_{\text{eff}} - 1)/k_{\text{eff}}$	1
T	perioda reaktora, vremenska konstanta reaktora	Vrijeme potrebno da se gustoća neutronskog toka u reaktoru promijeni za faktor $e = 2,71828\dots$ kad gustoća toka eksponencijalno raste ili pada	s
A	aktivnost (radioaktivne tvari)	$A = -\Delta N/\Delta t$; N je brojnost nuklearnih pretvorbi ili prijelaza što se zbivaju za vrijeme Δt u jezgrama neke množine radionuklida ili radioaktivnog izvora	Bq ($\equiv s^{-1}$)
${}^*) \alpha$	specifična aktivnost	$\alpha = A/m$; m je masa	Bq/kg
D	apsorbirana doza	$D = \Delta E_D/\Delta m$; E_D je predana energija bilo kojeg ionizantnog zračenja, a m je masa ozračene tvari	Gy ($= J/kg$)
\dot{D}	snaga apsorbirane doze	$\dot{D} = \Delta D/\Delta t$	Gy/s

Znak veličine	Naziv fizičke veličine	Jednadžba, tumačenje	Znak jedinice SI
E_D	predana energija	$E_D = E_1 - E_2$; E_1 je zbroj energija svih nabijenih i nenabijenih ionizantnih čestica koje su ušle u razmatranu tvar, a E_2 zbroj energija svih čestica koje su tu tvar napustile, umanjen za energijski ekvivalent bilo kojeg povećanja mase u mirovanju što je nastalo u nuklearnoj reakciji ili procesu elementarnih čestica	J
${}^*) H, D_q$	dozni ekvivalent, ekvivalentna doza	$H = Q \cdot D$; Q je faktor kvalitete (učinkovitost)	$Sv (= J/kg)$
${}^*) \dot{H}, \dot{D}_q$	brzina dozognog ekvivalenta	$\dot{H} = \Delta H / \Delta t$	Sv/s
L	linearni prijenos energije	$L = \Delta E / \Delta l$; ΔE je sredstvu lokalno predana energija ionizantne čestice, a Δl put koji je čestica prošla. Ta veličina nije potpuno definirana ako se ne navедu ograničenja koja sadrži izraz »lokalno predana energija«	J/m
K	kerma	$K = \Delta E_k / \Delta m$; za neizravno ionizantne (nenabijene) čestice E_k je zbroj početnih kinetičkih energija svih nabijenih čestica oslobođenih iz tvari, a m je masa te tvari. Naziv kerma izведен je iz engleskog izraza kinetic energy released in matter (kinetička energija oslobođena u tvari)	Gy
\dot{K}		Brzina kerme	
$\mu_{mk}, \mu_k/\rho$	maseni koeficijent prijenosa energije	Za snop neizravno ionizantnih (nenabijenih) čestica vrijedi $\mu_k/\rho = K/\psi$; ψ je gustoća energijskog toka. Fizikalna veličina $(\mu_k/\rho) \cdot (1 - G)$ zove se maseni faktor apsorpcije energije; G je udio energije sekundarnih nabijenih čestica koji se izgubio kočnjim zračenjem	Gy/s m^2/kg
X	(ionizantna) ekspozicija, (ionizantna) izloženost	$X = \Delta Q / \Delta m$; za rentgensko i gama zračenje Q je sveukupni električni naboj iona jednak predznaku koji su nastali kad su se svi elektroni što ih fotoni oslobole u zraku zaustavili u zraku mase m . U Q nije uključena ionizacija koja nastaje zbog apsorpcije kočnog zračenja što ga odašilju sekundarni elektroni oslobođeni u tom zraku	C/kg
\dot{X}	brzina (ionizantne) ekspozicije, brzina (ionizantne) izloženosti	$\dot{X} = \Delta X / \Delta t$	A/kg
Γ	specifična konstanta zraka gama	$\Gamma = a^2 \dot{X} / A$; \dot{X} je brzina ekspozicije koja bi bila na udaljenosti a od točkastoga nuklidnog izvora aktivnosti A kad ne bi bilo nikakva slabljenja zračenja gama duž toga puta	$\frac{A \text{ m}^2}{\text{kg Bq}}$

Tablica 16
ZNAČAJKE SLIČNOSTI

U izrazima kojima se definiraju značajke sličnosti fizikalne veličine označene su sljedećim znakovima: l mjerodavna duljina, v mjerodavna brzina, $\Delta T = \Delta t$ mjerodavna temperaturna razlika, Δp tlačna razlika, T termodinamička temperatura, ϱ gustoća, η dinamička viskoznost, $v = \eta/\varrho$ kinematička viskoznost, σ površinska napetost, g težno ubrzanje, γ toplinska širivost, $\gamma = V_0^{-1}(\Delta V/\Delta T)_p$, A srednji slobodni put, f mjerodavna frekvencija, c zvučna brzina, t mjerodavno vrijeme, c_p specifični toplinski kapacitet pri stalnom tlaku, λ toplinska provodnost, $a = \lambda/(\varrho c_p)$ temperaturna difuznost, α toplinska prelaznost, D difuznost, Δx mjerodavna razlika množinskih udjela, $\beta = -\varrho^{-1}(\partial \varrho/\partial x)_{T,p}$, k koeficijent prijenosa mase, $k = m/(A t \Delta x)$, μ magnetna permeabilnost, B magnetna indukcija, σ električna provodnost (samo u tablici e).

a) Značajke za prijenos veličine gibanja (mleta)

Znak	Naziv značajke	Definicija, opaska
Re	Reynoldsova značajka	$Re = \frac{\varrho v l}{\eta} = \frac{vl}{v}$
Eu	Eulerova značajka	$Eu = \frac{\Delta p}{\varrho v^2}$
Fr	Froudeova značajka	$Fr = \frac{v}{\sqrt{lg}}$; ponekad se zove i Reechova značajka
Gr	Grashofova značajka	$Gr = \frac{l^3 g \gamma \Delta T}{v^2}$
We	Weberova značajka	$We = \frac{\varrho v^2 l}{\sigma}$
Ma	Machova značajka	$Ma = v/c$
Kn	Knudsenova značajka	$Kn = A/l$
Sr	Strouhalova značajka	$Sr = lf/v$

b) Značajke sličnosti za prijenos topline

Znak	Naziv značajke	Definicija, opaska
Fo	Fourierova značajka	$Fo = \frac{\lambda t}{c_p \varrho l^2} = \frac{at}{l^2}$
Pe	Pécletova značajka	$Pe = \frac{\varrho c_p v l}{\lambda} = \frac{vl}{a}$; $Pe = Re \cdot Pr$
Ra	Rayleighova značajka	$Ra = \frac{l^3 \varrho^2 c_p g \gamma \Delta T}{\eta \lambda} = \frac{l^3 g \gamma \Delta T}{v a}$; $Ra = Gr \cdot Pr$
Nu	Nusseltova značajka	$Nu = \alpha l / \lambda$
St	Stantonova značajka	$St = \frac{\alpha}{\varrho v c_p}$; $St = \frac{Nu}{Pe}$ Ponekad se zove i Margoulisova značajka (Ms). Veličina $j = St \cdot Pr^{2/3}$ zove se faktor prijenosa topline

c) Značajke sličnosti za prijenos mase u binarnoj smjesi

Znak	Naziv značajke	Definicija, opaska
Fo^*	masena Fourierova značajka	$Fo^* = \frac{Dt}{l^2}$; $Fo^* = \frac{Fo}{Le}$
Pe^*	masena Pécletova značajka	$Pe^* = \frac{vl}{D}$; $Pe^* = Re \cdot Sc = Pe \cdot Le$
Gr^*	masena Grashofova značajka	$Gr^* = \frac{l^3 g \beta \Delta x}{v^2}$; $\frac{\Delta \varrho}{\varrho} = \gamma \Delta T + \beta \Delta x$
Nu^*	masena Nusseltova značajka	$Nu^* = \frac{kl}{\varrho D}$; ponekad se zove i Sherwoodova značajka (Sh)
St^*	masena Stantonova značajka	$St^* = \frac{k}{\varrho v}$; $St^* = Nu^* / Pe^*$ Veličina $j_m = St^* \cdot Sc^{2/3}$ zove se faktor prijenosa mase

d) Brojčane konstante tvari

Znak	Naziv značajke	Definicija, opaska
Pr	Prandtlova značajka	$Pr = \frac{\eta c_p}{\lambda} = \frac{v}{a}$
Sc	Schmidtova značajka	$Sc = \frac{\eta}{\varrho D} = \frac{v}{D}$
Le	Lewisova značajka	$Le = \frac{\lambda}{\varrho c_p D} = \frac{a}{D}$; $Le = \frac{Sc}{Pr}$

e) Značajke sličnosti za magnetnu hidrodinamiku

Znak	Naziv značajke	Definicija, opaska
Rm	magnetna Reynoldsova značajka	$Rm = \frac{vl}{1/(\mu \sigma)} = v \mu \sigma l$
Al	Alfvénova značajka	$Al = \frac{v}{r_A}$; $r_A = \frac{B}{\sqrt{\varrho \mu}}$; v_A se zove Alfvénova brzina
Ha	Hartmannova značajka	$Ha = Bl \sqrt{\frac{\sigma}{\varrho v}}$
Co	Cowlingova značajka	$Co = \frac{B^2}{\mu \varrho v^2}$; $Co = (v_A/v)^2 = Al^{-2}$. Ponekad se zove i »druga Cowlingova značajka« (Co_2); tada je »prva Cowlingova značajka« $Co_1 = Ha^2/Re = B^2 l \sigma / (\varrho v) = Co \cdot Rm$

Tablica 17
NEKE OD JEDINICA KOJIMA JE ZAKONITOST PRESTALA 31. PROSINCA 1980.

<i>Naziv fizikalne veličine</i>	<i>Naziv jedinice</i>	<i>Znak jedinice</i>	<i>Vrijednost u jedinicama SI</i>
Duljina	ängström (č. ongstrom) mikron inch (č. inč) foot (č. fut) yard (č. jard) fathom (č. fadom)	Å μ in ft yd fm	$\text{Å} = 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm}$ $\mu = 10^{-6} \text{ m}$ $\text{in} = 2,54 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 25,4 \text{ mm}$ $\text{ft} = 0,3048 \text{ m}$ $\text{yd} = 0,9144 \text{ m}$ $\text{fm} = 1,8288 \text{ m}$
Ploština	barn	b	$b = 10^{-28} \text{ m}^2 = 100 \text{ fm}^2$
Obujam	registarska tona prostorni metar	prm	registarska tona = $2,832 \text{ m}^3$ prm = m^3
Masa	kvintal ili metrička centa pound (č. paund) long ton	q lb L/T	$q = 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t}$ $\text{lb} = 0,45359237 \text{ kg}$ $\text{L/T} = 1,01605 \text{ t}$
Brzina	foot per second	ft/s	ft/s = 0,3048 m/s
Težno ubrzanje	gal	Gal	$\text{Gal} = 10^{-2} \text{ m/s}^2 = \text{cm/s}^2$
Sila	din pond kilopond megapond	dyn p kp Mp	$\text{dyn} = 10^{-5} \text{ N} = 10 \mu\text{N}$ $p = 9,80665 \text{ mN}$ $\text{kp} = 9,80665 \text{ N}$ $\text{Mp} = 9,80665 \text{ kN}$

<i>Naziv fizikalne veličine</i>	<i>Naziv jedinice</i>	<i>Znak jedinice</i>	<i>Vrijednost u jedinicama SI</i>
Tlak	tehnička atmosfera normalna atmosfera milimetar živina stupca milimetar vodenog stupca	at atm mmHg (Torr) mmH ₂ O	$\text{at} = 0,980665 \text{ bar}$ $\text{atm} = 1,01325 \text{ bar}$ $\text{mmHg} = 133,322 \text{ Pa} \approx \text{Torr}$ $\text{mmHg} = 1,33322 \text{ mbar}$ $\text{mmH}_2\text{O} = 9,80665 \text{ Pa}$
Dinamička viskoznost	poise (č. poaz) centipoise	P cP	$P = 0,1 \text{ N s/m}^2$ $cP = \text{mN s/m}^2$
Kinematička viskoznost	stokes (č. stok) centistokes	St cSt	$St = 100 \text{ mm}^2/\text{s}$ $cSt = \text{mm}^2/\text{s}$
Energija, rad, toplina	erg kilopondmetar kalorija	erg kpm cal	$\text{erg} = 10^{-7} \text{ J} = 0,1 \mu\text{J}$ $\text{kpm} = 9,80665 \text{ J}$ $\text{cal} = 4,1868 \text{ J}$
Snaga	konjska snaga	KS	$KS = 75 \text{ kpm/s} = 0,735499 \text{ kW}$
Aktivnost	curie (č. kiri)	Ci	$Ci = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq} = 37 \text{ GBq}$
Apsorbirana doza	rad	rd	$rd = 0,01 \text{ Gy} = 10 \text{ mGy}$
Dozni ekvivalent	rem	rem	$rem = 0,01 \text{ Sv} = 10 \text{ mSv}$
Ekspozicija (ioni-zantna eksponicija)	röntgen (č. röntgen)	R	$R = 0,258 \text{ mC/kg}$

Tablica 18
PODLOGE ZA NEKA PRERAČUNAVANJA U ZAKONITE JEDINICE

<i>Fizikalna veličina</i>		<i>Napuštena jedinica</i>	<i>Jedinica koja se napušta približno izražena nekom od zakonitih jedinica</i>
<i>Znak</i>	<i>Naziv</i>		
$F, Q,$ G	sila, teretnica, težina	kp Mp	$\text{kp} = 10 \text{ N} = 0,01 \text{ kN}$ $\text{Mp} = 10 \text{ kN} = 0,01 \text{ MN}$
p	tlak	at atm mH ₂ O mmH ₂ O mmHg	$\text{at} = \text{bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa}$ $\text{atm} = \text{bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa}$ $\text{mH}_2\text{O} = 0,1 \text{ bar} = 10 \text{ kPa}$ $\text{mmH}_2\text{O} = 10 \text{ Pa} = 0,1 \text{ mbar}$ $\text{mmHg} = 1,33 \text{ mbar} = 1,33 \text{ kPa}$

<i>Fizikalna veličina</i>		<i>Napuštena jedinica</i>	<i>Jedinica koja se napušta približno izražena nekom od zakonitih jedinica</i>
<i>Znak</i>	<i>Naziv</i>		
σ, τ	okomito naprezanje, (po)smično naprezanje	kp/cm ² kp/mm ² Mp/m ²	$\text{kp/cm}^2 = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ N/mm}^2$ $\text{kp/mm}^2 = 10 \text{ MN/m}^2 = 10 \text{ N/mm}^2$ $\text{Mp/m}^2 = 10 \text{ MN/m}^2 = 10 \text{ N/mm}^2$
$E, W,$ Q	energija, rad, toplina	kcal kpm	$\text{kcal} = 4,2 \text{ kJ}$ $\text{kpm} = 10 \text{ J} = 0,01 \text{ kJ}$
P, Φ	snaga, toplinski tok	KS kcal/h	$KS = 0,74 \text{ kW}$ $\text{kcal/h} = 1,163 \text{ W} \text{ (točno)}$

U definiciji jedinice za fizikalnu veličinu »množina« (drug je naziv »količina tvari«) stoji riječ »čestica«, a treba da bude jedinka (francuski: entité; engleski: entity).

Jedinica rem ($= 0,01 \text{ Sv} = 10 \text{ mSv}$) u zakonu je pripisana fizikalnoj veličini »apsorbirana doza«, a treba da se odnosi na veličinu »dozni ekvivalent«.

Iznimno dopuštena primjena nezakonitih jedinica. Ima nekoliko primjera kada jugoslavensko zakonodavstvo iznimno dopušta da se u javnom prometu upotrebljavaju jedinice koje općenito nisu zakonite.

Prvi je primjer *poslovanje s inozemstvom*. Temeljni zakon 12. članom određuje: iznimno »u prometu robe i drugim odnosima s inozemstvom mogu se upotrebljavati i mjerne jedinice koje su u upotrebi u pojedinoj stranoj državi«.

Drugi primjer su one iznimke koje proizlaze iz *međunarodnih konvencija i ugovora* koje je potpisala SFR Jugoslavija, a valjanost im se prostire na jugoslavenski prostor. Te iznimke omogućuje 1. član Dopunskog zakona. Konkretno se 1. članom Dopunskog zakona određuje da se u pojedinim područjima (zračni promet, pomorski promet, željeznički promet i slično) mogu upotrebljavati jedinice koje ne pripadaju Međunarodnom sustavu jedinica ako je upotreba takvih jedinica predviđena posebnim konvencijama i međunarodnim ugovorima što ih je potpisala SFR Jugoslavija.

Dopunski zakon ne navodi koje su to posebne konvencije i ugovori. Očito je da su to zračni prijevoznici i brodari koji u svom poslovanju u Jugoslaviji upotrebljavaju anglo-američke jedinice. Nije poznato da li postoji neka zdravstvena konvencija koja u Jugoslaviji dopušta javnu upotrebu jedinice krvnog tlaka: milimetar živina stupca (mmHg). Ali je poznato da Svjetska zdravstvena organizacija (World Health Organization, WHO) preporučuje da se na medicinske tlakomjere stavljuju *dvojne skale*, jedna od njih da i dalje kroz neko razdoblje izražava krvni tlak jedinicom mmHg. Time nastaje prikaz: 16 kPa (120 mmHg).

Isto tako nije poznato da li postoji konvencija koja u metrologiji dopušta da se u javnom meteorološkom izvještaju u Jugoslaviji upotrebljava naziv bofor (beaufort), koji doduše ne označava mjeru jedinicu, ali na uvriježeni način opisuje standardizirane posljedice djelovanja vjetra određenog brzinskog raspona. Isto tako nije poznato da li postoje određene konvencije što se tiče lijekova, medicinskih instrumenata, optičkih stakala (nezakonita je jedinica dioptrija, $dpt = m^{-1}$) itd. Nije poznato ni to da li se u javnom prometu u Jugoslaviji mogu smatrati zakonitima pismene i usmene izjave, npr. ovakve: »vijak od pola palca (cola)«, »cijev 5/4"« (čitaj: cijev unutrašnjeg promjera 5/4 palca (cola, incha) itd. Iz pripadnosti Jugoslavije međunarodnoj standardizaciji (ISO) moglo bi se zaključiti da je to zakonit postupak. Radionice, tvornice, kovinski proizvodi i naftosna polja Jugoslavije puna su, naime, nemetričkih vijaka, matica, cjevi i nareznica, a u skladu su s postojećom proizvodnom opremom i sa strojnim dijelovima u koje se ugrađuju.

Nije isključeno da međunarodne konvencije i ugovori postoje i na području poljoprivrede, u zaštiti bilja, ptica, divljači itd. Nedoumice će ukloniti očekivano tumačenje zakonodavca.

Treća skupina iznimki moguća je prema članu 53. Temeljnog zakona (1976). Drugi stavak tog člana obveziva je SIV da do 31. prosinca 1980. odredi rokove do kojih se mogu upotrebljavati jedinice koje ne pripadaju Međunarodnom sustavu, a nisu navedene ni u IV glavi Popisa. Dopunski zakon 1. članom ukida tu odredbu i uvodi novu (novi stavak 3. člana 53). Njome se SIV ovlašćuje da određuje koje se mjerne jedinice (što ne pripadaju Međunarodnom sustavu, a nisu navedene u II i IV glavi Popisa u Temeljnog zakonu) mogu upotrebljavati i poslije 31. prosinca 1980. Treba podsjetiti da su u II glavi navedene jedinice kojih je primjena u pojedinim područjima dopuštena i poslije 31. prosinca 1980. (tabl. 4). Ispušteni su mjesec i godina, jer u mjeriteljskom smislu to nisu mjerne jedinice.

Na koje se jedinice odnosi 3. stavak u 1. članu Dopunskog zakona može se samo nagadati. Može se pretpostavljati

da je riječ o jedinici vagon (= 10 tona), četvorni hvat, astromska jedinica, svjetlosna godina i slične. Te jedinice, naime, zakon nigdje ne spominje iako se u stvarnom životu pojavljuju.

Cetvrta skupina iznimaka odnosi se na *mjerila*, a smisao im je u razumnom poslovanju: sadašnji mjeri uredaji s nezakonitim jedinicama neka ostanu u normalnoj funkciji, ali moraju biti opremljeni pomagalima koja omogućuju da se vrijednost mjerjenih fizikalnih veličina iskazuju i zakonitim jedinicama. S pozivom na član 54. Temeljnog zakona Savezno je izvršno vijeće potkraj 1980. godine obznanilo (Sl. list SFRJ 1980, br. 70) odluku o tome da kada se mogu upotrebljavati mjerila koja svoje mjerne rezultate iskazuju nezakonitim jedinicama. Odluka je stupila na snagu 27. prosinca 1980., a može se sažeti u dvije odredbe:

1) Mjerila koja svoje mjerne rezultate iskazuju nezakonitim jedinicama mogu se u javnom prometu upotrebljavati do 31. prosinca 1980.

2) Iznimno se mjerila navedena pod 1) mogu upotrebljavati i poslije 31. prosinca 1980. ako: a) udovoljavaju propisanim mjeriteljskim uvjetima, b) imaju tablice kojima se izmjerene vrijednosti usporedno iskazuju nezakonitom jedinicom mjerila i prikladnom zakonitom jedinicom, c) odgovaraju potrebama javnog prometa u skladu s članom 39. Temeljnog zakona.

Pregled standardnih fizikalnih veličina i njihovih jedinica SI.

Da bi svjetsko jedinstvo razmjene privrednih, tehničkih i znanstvenih podataka postalo sigurnije, Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO) od pedesetih godina sustavno djeluje na unifikaciji znakova za fizikalne veličine i na standardnom definiranju veličina pomoći jednadžbi. Pri tom se ujedno trudi da se smanji broj naziva — sinonima i da se ti nazivi prilagode suvremenom jeziku.

Održatog svjetskog pokreta primjene standardnih fizikalnih veličina i međunarodnih jedinica SI sadrže tabl. 7...16. Tako se fizikalne veličine za prostor, vrijeme i periodične pojave nalaze u tabl. 7, za mehaniku u tabl. 8, za akustiku u tabl. 9, za toplinu u tabl. 10, za fizikalnu kemiju i molekulnu fiziku u tabl. 11, za atomnu i nuklearnu fiziku u tabl. 12, za elektromagnetizam u tabl. 13, za svjetlo i srodną elektromagnetsku zračenja u tabl. 14, za nuklearne reakcije i ionizantnu zračenja u tabl. 15. U posebnoj grupi tablica (tabl. 16) nalaze se značajke sličnosti.

Znakovi za fizikalne veličine u cijelosti su preuzeti iz niza standarda ISO. Pojedini od tih standarda odnose se na ova područja: ISO 31/1 (1978), Prostor i vrijeme; ISO 31/2 (1978), Periodične i srodnne pojave; ISO 31/3 (1978), Mehanika; ISO 31/4 (1978), Toplina; ISO 31/5 (1979), Elektromagnetizam; ISO 31/6 (1973), Svjetlo i srodnā elektromagnetska zračenja; ISO 31/7 (1978), Akustika; ISO 31/8 (1973), Fizikalna kemija i molekulna kemija; ISO 31/9 (1973), Atomna i nuklearna fizika; ISO 31/10 (1973), Nuklearne reakcije i ionizantna zračenja; ISO 31/12 (1975), Značajke sličnosti.

U tablicama 7...16 tridesetak je fizikalnih veličina obilježeno znakom *). To su one veličine koje su u tablicama uvedene iz čehoslovačkih i zapadnonjemačkih standarda ili iz drugih međunarodnih preporuka, jer ih nema u citiranim standardima ISO.

U stupcu *Naziv fizikalne veličine* naznačeni su uglatim zagradama nazivi koje bi trebalo napustiti.

U stupcu *Znak jedinice SI* u tabl. 7...16 naveden je broj 1 (jedan) kao jedinica SI za tzv. omjerne fizikalne veličine. Toj skupini veličina pripadaju npr. relativna gustoća, tarnost, toplinska korisnost, valentnost, vlažnost, relativna nesigurnost, faktor snage, izračivost, svjetlosnost, spektralna upojnost, indeks prelamanja, relativna nuklidna masa, jezgreni faktor, letargija, udjel, značajka sličnosti itd. Jedinica SI za svaku od tih veličina omjer je dviju međusobno jednakih jedinica SI pa se zato taj omjer može izraziti brojem 1. Tako je npr. omjerena fizikalna veličina toplinska korisnost η definirana jednadžbom $\eta = A/Q$; Q je sustavu dovedena toplina, a A rad što ga je sustav obavio. Budući da toplina i rad imaju istu jedinicu SI džul (J), to je

$$[\eta]_{SI} = [A]_{SI}/[Q]_{SI} = J/J = 1.$$

U dva primjera taj broj 1 ima poseban naziv određen zakonom: broj 1 zove se radijan (rad) kad se njime izražava iznos kuta, a steradijan (sr) kad se njime izražava ugao. Ta je zakonska odredba u skladu s rezolucijom Generalne konferencije za mjeru i utege.

Nazivlje u tablicama 7...16 najčešće je preuzeto iz uredničkog izvještaja o usklađenom prijedlogu jugoslavenskog standarda o fizikalnim veličinama i jedinicama što su ga potkraj 1977. godine izradili M. Brezinčak i J. Živković, izvršni urednici Radne grupe Hrvatskog kemijskog društva i Društva matematičara i fizičara Hrvatske. Ta radna grupa djeluje od 1974. godine na inicijativu i pod vodstvom N. Kallaya i T. Cvitaša sa zadatkom da na temelju standarda ISO i dokumenata međunarodnih stručnih organizacija i savezâ predi podloge za pogodne standarde JUS.

Sveukupno je u postupnom priređivanju tih podloga sudjelovalo u svojstvu autora ili recenzentata oko stotinu stručnjaka različitih struka. Početne prijedloge (1974, 1975) izradili su: I. Alfrević, A. Bonefačić, M. Boršić, J. Božičević, M. Brezinčak, R. Buljan, T. Cvitaš, M. Furić, Z. Jakobović, N. Kallay, K. Kempni, J. Matjan, Đ. Miljanjić, B. Radovanović, B. Somek, M. Šunjić. Spomenuti usklađeni prijedlog bitno je potpuniji od standardâ ISO, u prvom redu zato što je svaka fizikalna veličina definirana jednadžbom. Time je jednoznačno upotrebljiva pri računanju.

Prijelazni postupci. Zbog prestanka zakonitosti mnogih u vrijezih jedinica (tabl. 17) treba nakon 1. 1. 1981. niz fizikalnih veličina izražavati »novim« jedinicama. U nekim se primjerima preračunavanje može izbjegći ako se stvari opisuju na drugačiji način. U nastavku se daju primjeri za oba postupka.

a) **Težina i masa, nosivost.** Oni koji su rezultat vaganja iskazivali težinom i pri tom upotrebljavali jedinicu kilopond (kp), zadržat će iste brojčane iznose ako stvari obilježavaju masom i jedinicom kilogram (kg). Primjer: umjesto izjave »težina je čovjeka 85 kiloponda«, u kojoj je kilopond nezakonita jedinica, pogodno je izjaviti »masa je čovjeka 85 kilograma«. Analogno tome jedinici megapond ($M_p = 1000 \text{ kp}$) u takvu prijelazu odgovara masena jedinica tona ($t = 1000 \text{ kg}$).

Opisani se postupak u većini primjera može primijeniti i na pojam nosivost, kojim se obilježavaju dizala, kranovi i druga prenosila, te kamioni, avioni i druga prevozila. Budući da nosivost nije jednoznačno definirana fizikalna veličina (usporedi s tabl. 7...15), u različitim se sredinama pod tim nazivom razumijevaju različita obilježja stvari: maseno, težinsko i obujamno; moguća su i druga obilježja. Za većinu stanovništva najpogodnije je maseno poimanje nosivosti. U tom smislu pogodno je kad na kamionetu piše 1,5 t, što znači da se može nakrcati teretom mase 1,5 t (1500 kg). Isto je tako pogodno da se na gigantskoj dizalici njena nosivost iskaže sa 300 t umjesto sada nezakonitog težinskog iskaza 300 Mp.

b) **Gustoća umjesto specifične težine.** Iz istoga razloga kao pod a) ne mora se ništa preračunavati ako se umjesto fizikalne veličine specifična težina (γ) upotrebljava gustoća (ϱ). Ako je netko imao za bakar podatak $\gamma = 8900 \text{ kp/m}^3$ ili $8,9 \text{ kp/dm}^3$ itd., pisat će zakonito $\varrho = 8900 \text{ kg/m}^3$ ili $8,9 \text{ kg/dm}^3$ itd. Na volju su mu i druge jedinice gustoće: t/m^3 , g/cm^3 itd.

c) **Sila i težina.** Nezakonitost jedinica Mp, kp i drugih koje se izvode od ponda zahtijeva preračunavanje na decimalne jedinice kojima je osnova njutin, N (tabl. 17). Ako je situacija takva da se mora točno preračunavati, onda nema druge već, npr., podatak $F = 3,865 \cdot 10^3 \text{ kp}$ preračunati ovako: $F = 3,865 \cdot 10^3 \cdot 9,80665 \text{ N} = 3,790 \cdot 10^4 \text{ N} = 37,90 \text{ kN}$. Ako je pak podatak takav da podnosi pogrešku do 2%, onda se može približno računati s odnosima (tabl. 18):

$$\text{kp} = 10 \text{ N}, \quad \text{Mp} = 10 \text{ kN}.$$

Jednako se preračunava ako je riječ o težini, tj. o sili uspravnici kojom tijelo tlači svoju podlogu ili naprave uže o

koje je obješeno (tabl. 8). Ako se zna masa m tijela, njegovu težinu G saznajemo pomoću jednadžbe $G = m \cdot g$, gdje slovo g označuje mjesno težno ubrzanje. Za račune unutar 2%-tne pogreške može se uzeti da je približno

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Tako će, npr., traktor mase 1450 kg opterećivati nosače nekog improviziranog mostića silom — težinom traktora $G = m \cdot g = 1450 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 14500 \text{ N} = 14,5 \text{ kN}$, ako se uzme u obzir da je $\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ (tabl. 2). Drugim riječima: toni mase tijela »pripada« približno težina 10 kilonutna; vidi odlomak a).

d) **Naprezanje (napon).** Prestanak zakonitosti jedinice kilopond uzrokuje velike promjene i u nauci o čvrstoći. No, najčešće se može s dostačnom točnošću približno preračunavati ovako (tabl. 18):

$$\frac{\text{kp}}{\text{cm}^2} = 0,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}; \quad \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2} = 10 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}.$$

Pogreška pri tom ne premašuje 2%. Tako postupaju u svijetu mnogi proizvođači čelika i obojenih kovina, te strojogradnja, elektroindustrija i druge industrije.

Analogna je preporuka za modul elastičnosti i srodne fizikalne veličine u čvrstoći. Jedino će možda trebati primijeniti jedinicu kN/mm^2 . Tako će za neki čelik biti modul elastičnosti 200 kN/mm^2 i čvrstoća 200 N/mm^2 umjesto nezakonitih podataka 20000 kp/mm^2 i 20 kp/mm^2 .

e) **Tlak.** Ukinute jedinice tlaka (tabl. 17) u mnogim će slučajevima posve dobro zamijeniti jedinica bar. S pogreškom do 2% je

$$\begin{aligned} \text{tehnička atmosfera (at)} &= \text{bar}, \\ \text{normalna atmosfera (atm)} &= \text{bar}. \end{aligned}$$

Zato nema nikakve potrebe da na karoseriji kamioneta povrh kotača piše, kako se viđa u posljednje vrijeme, da je nadtlak u pneumaticima 285 kPa (to znači: 285 kilopaskala), već se posve zakonito može napisati: 2,9 bar. Nekada je pisalo $2,9 \text{ at}$ (ili $2,9 \text{ kp/cm}^2$). Ostala približna preračunavanja opisuje tabl. 18. Točna preračunavanja sadrži tabl. 17.

f) **Energija, rad, toplina, snaga, toplinski tok.** Ukinute su mnoge uvriježene jedinice: kalorija, kilokalorija, kilopondmetar, konjska snaga (tabl. 17). Za točne je račune:

$$\text{cal} = 4,1868 \text{ J}, \quad \text{kcal} = 4,1868 \text{ kJ},$$

$$\text{kpm} = 9,80665 \text{ J},$$

$$\text{KS} = 0,735499 \text{ kW}, \quad \text{Gcal/h} = 1,163 \text{ MW itd.}$$

Upotreba jedinica kilovatsat (kWh) i gigavatsat (GWh) preporučuje se samo pri kupoprodaji električne energije. Gruba preračunavanja opisuje tabl. 18.

LIT.: J. Wallot, Grössengleichungen, Einheiten und Dimensionen. Barth, Leipzig 1953. — M. Brezinčak, Mjerenje i računanje u tehniči i znanosti, Tehnička knjiga, Zagreb 1971. — Report of the CODATA task group on fundamental constants: Recommended consistent values of the fundamental physical constants 1973. CODATA Bulletin 1973, No 11, p. 1. — ISO 1000 (1973): SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units. — ČSN 01 1300 (1974): Zákonné měrové jednotky. — M. Brezinčak, Procjenjivanje mjerne nesigurnosti. Savezni zavod za mjeru i plemetne kovine, Beograd 1976. — N. Kallay i T. Cvitaš, Izvještaj o poslovanju Radne grupe za izradu prijedloga jugoslavenskog standarda o fizikalnim veličinama i jedinicama. Strojarstvo 18 (1976), No 2, p. 81; 19 (1977), No 3, p. 175. — Bureau International des Poids et Mesures, Le Système International d'Unités (SI). BIPM, Sèvres 1977. — Organisation Internationale de Métrologie Légale: Projet de document international «Unités de mesure légales», OIML, Paris 1977. — DIN 1301, T. 1,2 (1978): Einheiten. — СТ СВБ 1052—78; Единицы физических величин. — International union of pure and applied physics, S.U.N. Commission: Symbols, units and nomenclature in physics. Document U.I.P. 20, 1978. — International union of pure and applied chemistry, division of physical chemistry: Manual of symbols and terminology for physicochemical quantities and units. 1979. — M. Brezinčak, J. Živković, F. Čorlukić, Prijedlog definicija osnovnih jedinica Međunarodnog sustava jedinica. Zbornik radova JUREMA 24 (1979), 3. svezak, str. 101. — T. Cvitaš, N. Kallay, Fizičke veličine i jedinice Međunarodnog sustava. Hrvatsko kemijsko društvo i Školska knjiga, Zagreb 1980. — Z. Jakobović, Leksikon mjernih jedinica. Školska knjiga, Zagreb 1981. — Zbornik predavanja na seminaru o primjeni zakonitih mjernih jedinica. Mjeriteljsko društvo Hrvatske, Zagreb 1981.