

ME\UNARODNI I JUGOSLOVENSKI STANDARDI NAZI VA I OZNAKA FI ZI ^KI H VELI ^I NA, JEDI NI CA I KONSTANATA.

\or|e N. Bek-Uzarov

I nsti tut za nukl earne nauke Vi n-a 110/300. 11001 BEOGRAD. p.f. 5222
Pri rodno-matemati ~ki fakul tet 34000 Kragujevac

Fizi ka sa standardi zaci jom izborom pogodnih veli ~ina i jedi ni ca ne guje si stem veli ~ina i jedi ni ca klasi ~ne fenomenol o{ ke fizi ke konti nuuma podr `ane matemati ~kom analizom. Tako Me|unardni si stem jedi ni ca SI osnovan 1960. -te godi ne ima i pravnu - l egal nu snagu, a namewen je za sve nauke i tehnol ogi ju , sastoji se od fizi ~kih veli ~ina i jedi ni ca koje imaju da va `e za sve osnovne i primewene nauke sa svim tehni o~kim i bi otehni ~kim naukama.

Novija, teorijska i eksperimentalna fizi ka di skonti nuuma, fizi ka el ementarnih ~esti ca, kvantna mehani ka, mi norno koristi aparat klasi ~ne fizi ke i kao da ~i ni svet novi h veli ~ina, jedi ni ca i si stema mera.

Defi ni ci je osnovnih jedi ni ca SI probl emi i te{ ko}e

1. **Du ` i na** *Jedi ni ca du ` i ne je metar; oznaka- [m] . Metar je du ` i na putawe koju u vakuumu pre|e svetlost za vreme od 1/299 792 458 sekunde.*(17 CGPM (1983). Résol.1)

Komentar. Defi nici ja je mewana 3 puta. Kol i god da je stara defi nici ja jedi ni ce du ` i ne metra, tzv. pra-metar, bila o-i gl edna i apsolutna, tol i ko ona sada trpi mnoge kri ti ke, jer u svojoj defi nici ji ima i zvedenu veli ~nu iz i stog si stema - brz i nu, tj. brz i nu svetlosti . To i nsi nui ra da je brz i na svetlosti konstantna a ne du ` i na. Metrol o{ ki probl em du ` i ne ostaje otvoren.

2. **Masa** *Jedi ni ca mase je ki l ogram; oznaka- [kg] . Ki l ogram je masa me|unardnog etal ona ki l ograma.* (1. CGPM, 18887; et 3 CGPM (1901)

Komentar. Ki l ogram je ostao od po~etka i sti . No, postoje mnogi novi eksperi - menti i predl ozi za uvo|ewe nove jedi ni ce kvanti zi rane - ~esti ~ne mase.

3. **Vreme** *Jedi ni ca vremena je sekunda; oznaka-[s] . Sekunda je trajawe od: 9 192 631 770 perioda zra~ewa koje odgovara prelazu izme|u dva hi perfi na ni voa osnovnog stawa atoma cezi juma 133.* (13 CGPM (1967). Resolution 1)

Komentar Vreme jo{ uvek nema egzaktnu fizi ~ku fenomenol o{ ku i nterpretaci ju.

4. **El ektri ~na struja.** *Jedi ni ca el ektri ~ne struje je amper, oznaka- [A]. Amper je stal na el ektri ~na struja koja bi , kada bi se odr `avala u dva prava paral el na provodni ka, neograni ~ene du ` i ne i zanemarqi vo mal og kru `nog popre~nog preseka, koji se nalaze u vakuumu na me|usobnom rastojawu od jednog metra, prouzrokoval a, me|u tim provodni ci ma si l u jednaku 2×10^7 wutna po metru du ` i ne.*(CIPM (1946). Res. 2. approuvée par la9. CGPM(1948) Res. 2. et 7.)

Komentar. Defi ni ci ja ampera i ma anal ogi je sa novi m metrom. Ona je na~i wena i skqu~i vo tako da re{ i matemati ~ko fizi ~ke probeme i zme|u el ektri ci teta i magneti zma, tako da ujedno re{ i i probl em ponderomotorne si le. A protok nael ektri sawa $i = dQ/dt$ kako je nekada bila defi ni sana i vol tametrom merena veli ~ina, kao da je zaboravqen. Defi nici ja je takva da se ne mo `e u laboratoriji di rektno ili "apsolutno" meriti i reprodukovati.

5. **Termodi nami ~ka temperatura.** *Jedi ni ca termodi nami ~ke temperature je Kel vi n; znaka [K] . Kel vi n je termodi nami ~ka temperatura koja je jednaka 1/273,16 termodi nami ~ke temperature trojne ta~ke vode.* (13CGPM(1967).Resolution 4)

6. Koli -i na gradi va (supstancije), oznaka: [mol]. Jedi ni ca koli -i ne gradi va (supstancije) je mol . Mol je koli -i na gradi va si stema koji sadr` i toli ko elementarnih jedinki koliko ima u 0,012 kilograma ugljenika 12.. (14. CGPM (1971), Res. 3)

Napomena: kada se upotrebljava mol, navode se elementarne jedinice koje mogu biti atomi, molekuli, joni, elektroni i druge -estice ili odredjene skupine tih -estica.

Komentar. Naziv jedinice gradi va -i nije velike probleme u svetu. Supstanca ne odgovara mnogi ma, zato { to je ve} kori { }en termin u hemiji, te predstavqa materiju u kontinuuu, a ne materiju -esti -ne pri rode, di skretnu materiju, zbog koje je mol i uveden, tj. da predstavi ba{ broj jedinki . Srpski naziv gradi vo i hrvatski tvar za jedinicu mola i zgl eda najpovocni je re{ ewe u svetu.

7. Ja-i na svetlosti. Jedi ni ca ja-i ne svetlosti je kandel a, oznaka- [cd]. Kandel a je ja-ina svetlosti, u odredjenom pravcu, izvora koji emituje monohromatsko ra-ewe frekvencije 540×10^{12} herca -ija je ja-ina zra-ewa u tom pravcu 1/683 wata po steradijanu. (4 CGPM (1979), Résolution 3)

Def i ni ci je dopunski h jedi ni ca i probl emi

1. Ugao u ravni. Jedi ni ca ugla u ravni je radi jan, oznaka [rad] def i ni san je kao ugao koji zakl apaju dva pol upre-ni ka i secaju}i l uk du` i ne jednak du` i ni pol upre-ni ka.

2 Ugao u prostoru. Jedi ni ca ugla u prostoru je steradi jan oznaka: [sr] . Steradi jan -i ni prostorni ugao { to ga gradi kupa sa temenom u sredi { tu lopte koja na povr{i lopte zahvata povr{inu jednaku kvadratu pol upre-ni ka te lopte.

Komentar. Ugao u ravni i ugao u prostoru su jo{ uvek metrol o{ ki nere{ eni probl emi . Postojali su predlozi da se uvedu -ak i u osnovne jedni ce. Probl em se sastoji u tome da vektorske vel i -i ne nemaju korektne di menzi je, tj. brzina v kao skal ar i ma di menzi je:

$$\dim v = [m/s], \quad (1)$$

a di menzi je vektora brzine v bi le bi :

$$\dim v = [rad \cdot m/s]. \quad (2)$$

Postoje brojni razlozi i te{ ko}' za i protiv, ali ostaje -i weni ca da se vektorke vel i -i ne u algebarski m i zrazi ma di menzi onal no "ne vide", tj. ne razli kuju. Razume se da postoje anal ogi je i sa statusom prostornog ugla. Isti na je da u vektorskoj anal izi on je premo{ }en.

4. Prepoznavawe jedi ni ce SI. I denti f i kaci ja jedi ni ce SI mo` e se dobiti iz di menzi one jedna-i ne:

$$\dim[Q_j] = m^d \cdot kg^i \cdot s^j \cdot A^k \cdot K^m \cdot cd^n \cdot mol^p \cdot rad^r \cdot sr^c \quad (1)$$

gde su eksponenti: d, i, j, k, m, n, p, r, c realni brojevi i nule. tako na primer za eksponente d = 1, i j = -1, i za i = k = m = n = p = r = c = 0 dobi jaju se di mezi je brzine, tj.

$$\dim [Q_j] = m/s \quad (2)$$

Taj di mezi onalni test je najboqi f i l ter za prepoznavawe bilo koje jedi ni ce SI

Dokumenti Jugosl ovenskih standarda koje je obradila Komisi ja za standarde SI nose oznaku seri je JUS A.A1.NNN (gde je NNN broj dokumenta) i imaju snagu pri mene od 1981.01.10 a na-i weni su na osnovu Pravilnika broj 31-17688/1 od 1980.11.11.; Slu` beni list SFRJ, br. 68/80. Svi standardi su uskl a| eni sa Me| unarodnim standardima (International Organisation for Standardisation - ISO) seri je ISO/DIS, ISO 31- 1978.

6. Dokumenti prethodnog standarda JUS-a Medjunarodnog sistema SI

R.br. Oznaka JUS Naziv dokumenta standarda

0. JUS A.A1.020 - Opšti principi.
1. JUS A.A1.023 - Prostor i vreme
2. JUS A.A1.024 - Veliki i jedini ce za periodične
3. JUS A.A1.025 - Veliki i jedini ce mehaničke.
4. JUS A.A1.026 - Veliki i jedini ce za toplotu.
5. JUS A.A1.027 - Veliki i jedini ce za električni i magnetizam
6. JUS A.A1.028 - Svetlost i srodna elektromagnetska zračenja.
7. JUS A.A1.029 - Veliki i jedini ce za akustiku.
8. JUS A.A1.030 - Veliki i jedini ce fizičke hemije i molekularne fizike.
9. JUS A.A1.031 - Veliki i jedini ce atomske i nuklearne fizike.
10. JUS A.A1.032 - Veliki i jedini ce za nuklearne reakcije i jonizujuća zračenja.
11. JUS A.A1.033 - Matematički znaci i simboli u fizici i matematičkim naukama i tehnicama.
12. JUS A.A1.034 - Bezdimenzijski parametri.
13. JUS A.A1.035 - Veliki i jedini ce fizike - vrstog stava.
14. JUS A.A1.037 - Konverzioni faktori za jedini ce stavljene van upotrebe
15. JUS A.A1.060 - Predstavljaju brojne podatke. Pisanje decimalnih brojeva.
16. JUS A.A1.061 - Predstavljaju brojne podatke. Zaokružujuće brojeve.

Korišćenje i označavanje jedinica SI

Korektna informacija za oko 250-tak fizičkih veličina i jedinica i svih oznaka u SI mogu se naći u pobrojanim dokumentima standarda JUS-a koje po Zakonu o merama i merilima moraju svi na teritoriji Jugoslavije poštovati u svakom javnom glasilu bilo koje vrste. Kratko se mogu definisati sledeći pravila korišćenja veličina i jedinica SI:

1. U javnim glasilima smeju se koristiti samo standardi JUS-a.
2. U naučnim, obrazovnim i publikacijama samo za određene koji nema u JUS-u koristi se ISO, ako je nema ni tamo, koristi se preporuka IUPA-a [5].
3. Međunarodni naučno-stručni časopisi imaju svoja autonomna prava.

Terminološki problemi i označavanje u priimenama zakona i JUS-a

-pridevi koji se završavaju na -ski kao anđeo-ski, slav-ski, nebe-ski, kao da se pridruženju mislenim i menicama, a pridevi sa nastavcima: -ni, kao što su: drve-ni, kame-ni, -el i -ni, kao da se pridruženju stvarnim i menicama. Mada taj stav nije u celini konsekvantan, i pak je (u JUS-u i Pravopisu) prihvaćen pa vredi i zreka: "...u magnet-skom poqu magnet-ni rotor formira spreg sila..." Taj mali korak da se jezički izdvoji materijalni svet od mišnog bi nas mnogo obogatio. No, bogatstvo i složenost srpskog jezika, sa zahtevima za slagava po rodu broju i padežu, stvaraju za neupućene nepojmive probleme za uniifikaciju.

-operator -d/dt dejstvom na jednu veličinu prevodi je po nazivu u: brzina, jačina, snagu, intenzitet, moment, tok, protok, i dr. Dakle pojmovi matematičkom operacijom pridruženju se sasvim različitim saone asocijacije.

Zapamte i označavanje u priimenama JUS-ISO standarda

Standardi JUS-a se u novije vreme donose gotovo bez odstupawa od Međunarodnog ISO standarda, pa i nose i oznaku "ISO-JUS"-a. Tako poznavaoci i korišćenje domaće i strane standarda, bar u ovoj oblasti, i njihovi (e od 95 % sadrže i Međunarodnog ISO standarda.

Jedinica

Postupak, označavanje, pouka

-naziv Jedinice SI pišu se malim početnim slovom a naučnika veličina na svim jezicima i pisanje -Wutn je naučnik- I sak Wutn; a wutn je jedinica.

- pri kaz. Ci f r a i oznaka jedi ni ce odvajaju se jedni m sl ovni m mestom; f ont *kurzi v 25 kg i l i 25 [kg]* nema ta-ke na kraju oznake jedi ni ce. Mo` e se pi sati da se na si l u od 25 wutna nadodaje se si l a od 12 wutna al i ne i : 25 wutna + 12 wutna. Ni je dopu{ teno pi sati $F = 25 \text{ wutna}$ pa ni je ni : dvadesetpet [N]. Oznake i ci f re samo su za ra-unawe.
- uo-qi vost. . Ugl asta zagrada (kao gore) je najboqe, a ako zagrada nema, pi { e se u tekstu tako da se stavqa i zme|u re~i sa po dva sl ovna mesta razmaka kao: "... tekst·25·kg·tekst..." { to ~i ni i zraz znatno uo-qi vi ji m!
- kompaktnost Ci f r a i oznaka su neraski di ve, kao je i u jedna~i ni $Q = 25 \text{ N}$ a svi ~l anovi stoje u jednom redu, i strogo su neraski di vi!
- gramati ka. . Samo jedni na (nema sl agawa po broju i pade` u). Osi m za sekundu koja je po JUS-u mu{ kog i ` enskogh roda: sekund i sekunda.
- dvojne jedi ni ce-Pi { u se zajedno: [eV] pi { e se el ektronvol t, a ne el ektronvol t- i l i za [VA] -vol tamper a ne vol t-amper.
- dvojne oznake Momenat si l e: za wutnmetar $M = Nm = N \cdot m$ ili $M = N \times m$, al i ni je dozvoqeno pi sati $M = mN$, jer se mo` e o~i tati kao mi l i wutn -
- ra-unawe . . . Dobro je pri hvati ti analogiju pi sawa mereni h i zraza sa vektori ma, gde jedi ni ca vel i ~i ne kao da je ort vektora a ci f r a i ntenzi tet
- sabi rawe Sme se pi sati : na 25 wutna nadodaje si l a od 12 wutna, al i se ne sme pi sati : 25 wutna + 12 wutna, ni ti pi sati $F = 25 \text{ wutna}$, kao { to ne sme ni : dvadesetpet [N]. Jedna~i na se pi { e kao: $25 \text{ N} + 12 \text{ N} = 37 \text{ N}$. Kratko: "Kada se upotrebi matemati ~ka oznaka pri dru` uje joj se f i zi ~ka i obratno". Me{ awe oznaka i poruka ni je dozvoqeno!
- mno` ewe Proi zvod se mora pi sati : $3 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 15 \text{ m}^2$; a ~esto se pogre{ no pi { e za povr{ i nu da je: $(3 \times 5) \text{ m} \neq 15 \text{ m}^2$, broj-ano ta-no a di menzi ono je pogre{ no.
- stepenowawe Predmetak SI i oznaka jedi ni ce (i ako ni su u zagradi) ~i ne cel i nu, tako je: $1 \text{ km}^2 = 1(\text{km})^2 = 1 \cdot \text{k}^2 \text{ m}^2 = 1 \cdot 1000^2 \text{ m}^2 = 1 \cdot 10^6 \cdot \text{m}^2$.
- exp; dex-pri mene, po preporuci je IUPAP-a eksponenci jal na forma pi sawa za bazu 10, tj. forma od: " 10^n " mo` e se zameni ti sa formom "dex(n)", tj. vredi jedna~i na: $A = A_0 10^{kx} = A_0 \text{ dex}(kx)$; pa anal ojno tome }e i osnovu " e " bi ti : $A = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 \text{ exp}(-\lambda t)$. Lak{ e se { tampa ma{ i nom.
- te` i na u SI -nema di menzi ju *mase ve* } i ma di menzi ju *si l e*, a za jedi ni cu *wutn*, ~i ni naj~e{ }u oma{ ku. Ne postoje u SI te{ ka i super te{ ka jezgra ve } masi vna i super masi vna jezgra atoma, ~esti ca i dr!!,
- cel zi jus . . . Pored kel vi na dopu{ teno je kori { }ewe cel zi jusa sa oznakom ^0C , kori sti se paral el no sa SI i pi { e kao: $t = 21 \text{ }^0\text{C}$, no ~esto se doga|a zapi s: $t = 21^0 \text{ C}$ { to bi pogre{ no ozna-aval o stepen ugl a. U takvi m sl u~ajevi ma najboqe re{ ewe je: $t = 21 [^0\text{C}]$; u i zgovoru je "stepen cel zi jus" "stepen"
- SI-predmetci za paral el ne jedi ni ce uz SI. Grupa jedni ca: el ektronvol t, l i tar, vat-as, vol tamper, var, teks, bar i bi t, ~i ne grupu jedi ni ca kojoj se smeju pri pi si vati predmeci -SI, ali se sa wi ma ne smeju tvori ti i zvedene jedi ni ce -SI. Vi deti odredni cu kontami naci ja SI.
- van SI-jedi ni ce van SI, dopu{ teno je kori { }ewe ali i zvan SI, i nemaju predmetke SI, kao: ugaoni stepeni $-[^0]$; ugaoni mi nut- $[^0]$, ugaona

sekunda-[""]; zati m, i nterval e kal endarskog vremena: mi nut, sat, dan, mesec, godi na; stepeni cel zi jusa i dr.

- kontami naci ja SI je tvorewe i zvedeni h jedi ni ca sa nekom i z grupe van-SI i i l i uz-SI, sa jedi ni cama SI. Kratko, tvorba i zvedene tobo` e jedi ni ce SI, ~i je di menzi je ne zadovoqavaju jedna~i nu fi l l tera SI
- kg-predmeci ki l ogram kao osnovna jedni ca mase i ma oznaku sa predmetkom "ki l o" - "k" kao 1000 grama, pa je dopu{ teno umesto tog predmetka-"k" koristi i druge, na primer Mg { to ~i nu jednu tonu. Zati m, jedi nici gusti ne iz cgs sistema od: $1 [g/cm^3]$, odgovara: $1 [Mg/m^3]$ u SI.

Zakqu-ak

Po~etak nau~nog razvoja mera i meri l a -metrol ogi je, sa i dejom uvo| ewa metra kao jednom merom za sva vremena i za sve narode -(A tous les temps, à tous les peuples) zapo~el a je pre oko 150-tak godi na, razvi jal a se tako da je do na{ i h dana na deseti ne puta obi mni ja, sl o` eni ja; na hi qade puta preci zni ja i na skoro i sto tol i ko skupqa, { to svedo~i o dobroj korel aci ji i si nhroni zaci ji metrol ogi je sa svetski m razvojem nauke i ci vi l azaci je u posl edwem veku drugog mi l eni juma. Pove}awe preci znosti merewa, pove}alo je proi zvodwu preci zni ji h meri l a, koja su ul askom u i stra` i va~ke laboratorije unosi l a nova i stra` i va~ka oru| a za nau~ni razvoj, ne samo fi zi ke, ve} i gl obal nom razvoju svi h drugi h nauka i tehnol ogi ja na Zemqi noj kugl i . U tome se dobro ogl eda dopri nos fi zi ke, tj. metrol ogi je u razvoju ci vi l i zaci je na{ eg sveta.

No, kao da se i u metrol ogi ji ponavqaju i deol o{ ke i l uzi je i z pro{ l osti , da }e jedi nstveni si stem jedi ni ca SI i z 1960-ti h godi na, re{ i ti sve probl eme za sva vremena kao { to se nadal o 1837 -me godi ne, da }e biti i sa metrom. Me| uti m, avaj, tek sada je metrol ogi ja bremeni ta probl emi ma koje nosi fi zi ka u oblasti ma: atomske, nukl earne fi zi ke, kvantne mehani ke, teori je poqa, el ementarni m ~esti cama, koje ~i ne jedan popuno novi svet, za koji se SI jedva da mo` e u ne~emu da se primeni . Dakl e, i mi , ali sada svesno, u nauci generaci jama koje nas sl ede, ne ostavqamo, kao { to se mi sl i l o, samo re{ ewa, ve} i m ostavqamo i obi qe probl ema koje }e morati da re{ avaju. Verujmo, uz mawe tegoba i vi { e sre}e nego { to smo to uspeval i mi u generaci jama druge pol ovi ne dvadesetog veka.