

Vinko L e b e n , višji kontrolor
Kontrola meril in plemenitih kovin,
Ljubljana

Nekatere merske enote v medicini

POVZETEK. Članek obravnava merske enote, ki jih predpisuje zakon o merskih enotah in merilih. Omenjeni zakon pa med drugim našteva tudi nekatere merske enote, ki jih po letu 1980 v javnem prometu ne bomo smeli več uporabljati. Za pretvarjanje nekaterih od teh v medicini pogosto uporabljanih merskih enot v nove dovoljene enote so navedene primerjalne skale, s pomočjo katerih lahko brez računanja pretvarjamo vrednosti enih merskih enot v druge enote. Ta grafična pomagala naj bi posebno v prehodnem obdobju olajšala delo pri obveznem navajanju vrednosti veličin v novih merskih enotah.

UDK 61:388.151

SOME UNITS USED IN MEDICINE.
The paper presents the System of Units introduced by the Units and Measures Act. It lists out the units to be withdrawn from public use from 1980 on. The included conversion tables help us to convert, without calculation, the values designated by the old units, commonly used in medicine, into the new equivalents. These graphical aids are designed to facilitate the adoption of new units during the period of transition.

Merjenje in merske enote, ki so vtakane v sleherno človekovo dejavnost, ureja pri nas zakon o merskih enotah in merilih s svojimi podzakonskimi predpisi (odredbami, metrološkimi predpisi za različne vrste meril idr.). Razumljivo je, da so ti predpisi obvezni tudi za zdravstvo, saj so tudi tu meritve (temperatura, krvni tlak idr.) podlaga zdravstvenim ukrepom.

Zakon s svojimi podzakonskimi predpisi med drugim tudi določa, katere merske enote se smejo uporabljati za določene veličine, način pisanja znakov merskih enot, vrsto meril, ki morajo biti uradno pregledana in roke, v katerih se opravlja obvezen uradni pregled meril. Tako je na primer določeno, da je treba merilnike krvnega tlaka uradno pregledati vsako leto in da meril, ki niso uradno preskušena in žigosana oziroma nimajo uradnega potrdila o brezhibnosti, ni možno uporabljati v javnem prometu, niti jih imeti pripravljenih za javni promet (prodajo ipd.).

Kako pomemben je pregled meril, se je izkazalo tudi ob uvedbi uradnega preskušanja manometrov za krvni tlak. Izkazalo se je, da je večina le-teh merila napačno. Tako merilo pa je lahko za bolnika usodno.

Zakon o merskih enotah in merilih, ta osrednji metrološki predpis, je bil objavljen v Uradnem listu SFRJ št. 13/76, vsebuje pa merske enote naslednjih skupin:

- merske enote mednarodnega sistema merskih enot SI (Système International d'Unités);
- merske enote izven SI, ki se smejo uporabljati;
- decimalne merske enote in
- merske enote izven SI, ki se smejo uporabljati le še do 31. decembra 1980.

SEZNAM MERSKIH ENOT

I. Merske enote mednarodnega sistema merskih enot SI

A) Osnovne merske enote SI

Veličina	Merska enota	Znak merske enote
dolžina	meter	m
masa	kilogram	kg
čas	sekunda	s
električni tok	ampere	A
termodinamična temperatura	kelvin	K
svetilnost	candela	cd
količina snovi ⁵	mol	mol

B) Izpeljane merske enote SI (te so oblikovane iz osnovnih merskih enot SI)

Veličina	Merska enota	Znak merske enote
ploščina (površina)	kvadratni meter	m ²
prostornina	kubični meter	m ³
ravninski kot	radian	rad
prostorski kot	steradian	sr
dolžinska masa	kilogram na meter	kg/m
ploščinska masa	kilogram na kvadr. meter	kg/m ²
prostorninska masa	kilogram na kubični meter	kg/m ³
frekvenca	hertz	Hz
hitrost	meter na sekundo	m/s
pospešek	meter na sek. na kvadrat	m/s ²
kotna hitrost	radian na sekundo	rad/s
kotni pospešek	radian na sek. na kvadrat	rad/s ²
prostorninski pretok	kubični meter na sekundo	m ³ /s
masni pretok	kilogram na sekundo	kg/s
sila	newton	N
tlak (napetost)	pascal	Pa
dinamična viskoznost	pascal-sekunda	Pa · s

Veličina	Merska enota	Znak merske enote
kinematična viskoznost	kvadrat meter na sekundo	m ² /s
energija, delo, količina toplote ¹	joule	J
moč, energijski pretok, termični pretok ²	watt	W
količina elektrine ³	coulomb	C
električna napetost in električni potencial	volt	V
električna poljska jakost	volt na meter	V/m
električna upornost	ohm	Ω
električna prevodnost	siemens	S
kapacitivnost	farad	F
induktivnost	henry	H
magnetna indukcija (gostota magnetnega pretoka)	tesla	T
magnetni pretok ⁴	weber	Wb
magnetna poljska jakost	ampere na meter	A/m
entropija	joule na kelvin	J/K
masna količina toplote	joule na kilogram-kelvin	J/(kg · K)
termična prevodnost	watt na meter-kelvin	W/(m · K)
jakost energijskega sevanja	watt na steradian	W/sr
svetlost	candela na kvadr. meter	cd/m ²
svetlobni tok	lumen	lm
osvetljenost	lux	lx
aktivnost radioaktivnega vira	becquerel	Bq
absorbirana doza ionizirnega sevanja	gray	Gy
ekspozicijska doza ionizirnega sevanja	coulomb na kilogram	C/kg
molska masa	kilogram na mol	kg/mol
koncentracija snovi (molarnost)	mol na kubični meter	mol/m ³

¹ Za izpeljane enote za energijo, delo in količino toplote se smejo uporabljati tudi vsi zmnožki, ki se tvorijo:

— iz merske enote za silo in iz merske enote za dolžino (Nm);

— iz merske enote za moč in iz merske enote za čas (Ws).

² Za izpeljane merske enote za moč se smejo uporabljati tudi vsi količniki, ki se tvorijo iz merskih enot za energijo, delo in količino toplote, ter iz merske enote za čas.

³ Za izpeljane enote za količino elektrine se smejo uporabljati tudi vsi zmnožki, ki se tvorijo iz merske enote za električni tok in iz merske enote za čas.

⁴ Weber se sme imenovati: tesla-meter na kvadrat (znak: T · m²) in volt-sekunda (znak: V · s).

⁵ Če se uporablja mol, je treba navesti elementarne delce, ki so lahko atomi, molekule, ioni, elektroni in drugi delci ali določene skupine teh delcev.

Opomba 1: Za veličine, ki v tem seznamu niso izrecno navedene, se smejo uporabljati tudi izpeljane merske enote, če so oblikovane po tretjem odstavku 10. člena omenjenega zakona. Posebna imena in znaki za posamezne izpeljane merske enote, navedene v tem seznamu, se smejo uporabljati za enostavnejše izražanje drugih izpeljanih merskih enot.

Opomba 2: Znaki vseh merskih enot se pišejo s pokončnimi latinskimi črkami (razen za mersko enoto ohm in predpono mikro, ki se pišeta s pokončnima grškima črkama). Zmnožek dveh merskih enot se zaznamuje s piko kot znakom za množenje. Pika se sme izpustiti le tedaj, kadar je znak tak, da je izključena kakršnakoli pomota.

Če je merska enota izpeljana z medsebojnim deljenjem dveh merskih enot, se kot znak za deljenje lahko uporabi poševna črta (/) vodoravna črta (—) ali pa se lahko uporabijo eksponenti z negativnim predznakom. V isti vrsti naj ne bo uporabljena več kot ena poševna črta. Če so enote zahtevnejše, je treba uporabiti eksponente z negativnim predznakom ali oklepaje.

II. Merske enote izven SI, ki se smejo uporabljati

Za dolžino

- morska milja = 1 852 m;
uporabljati se sme samo za označevanje razdalj v pomorskem in zračnem prometu.

Za ploščino

- ar (znak: a) = 100 m² = 10² m²
- hektar (znak: ha) = 10 000 m² = 10⁴ m²

Za prostornino

- liter (znak: l) = 1 dm³ = 10⁻³ m³

Za ravninski kot

- polni kot = 2π rad
- pravi kot (znak: L) = (π/2) rad
- stopinja (znak: °) = (1/90) L = (π/180) rad
- minuta (znak: ') = (1/60)^o = (π/10 800) rad
- sekunda (znak: ") = (1/60)' = (π/648 000) rad
- gradus ali gon (znak: g) = (π/200) rad

Za maso

- tona (znak: t) = 1 Mg = 10³ kg
- enota atomske mase (znak: u) je enaka $\frac{1}{12}$ mase atoma nukleida ¹²C;

približna vrednost: 1 u = 1,660 53 · 10⁻²⁷ kg
se sme uporabljati samo v kemiji in fiziki.

Za dolžinsko maso

- tex (znak: tex) = 1 g/km = 10^{-6} kg/m;
uporabljati se sme samo za določanje dolžinske mase tekstilnega vlakna in sukanca.

Za čas

- minuta (znak: min) je enaka 60 s
- ura (znak: h) je enaka 3 600 s
- dan (znak: d) je enak 86 400 s
- teden, mesec in leto po gregorijanskem koledarju

Za hitrost

- vozela = morska milja na uro = $\frac{1\,852}{3\,600}$ m/s = 0,514 m/s;

uporabljati se sme v pomorskem in zračnem prometu.

Za tlak

- bar (znak: bar) = 100 000 Pa = 10^5 Pa

Za energijo, delo in količino toplote

- watt-ura (znak: Wh) = 3 600 J = 3,6 kJ
- elektronvolt (znak: eV), ki je enak kinetični energiji, ki jo dobi elektron, ko preide potencialno razliko 1 volta v vakuumu.
Približna vrednost: $1\text{ eV} = 1,602\,19 \cdot 10^{-19}$ J
se sme uporabljati samo na specializiranih področjih.

Za moč

- volt-ampere (znak: VA) = 1 W;
uporabljati se sme samo za določanje navidezne moči izmeničnega električnega toka;
- var (znak: var) = 1 W;
uporabljati se sme samo za določanje električne jalove moči.

Za temperaturo

- celzijeva stopinja (znak: °C) = 1 K. Temperatura 0° C ustreza temperaturi 273,15 K.

III. Decimalne merske enote

1. Decimalne merske enote so enote z množilnimi ali delilnimi predponami, ki jih tvorimo tako, da dodamo pred znake merskih eot mednarodne predpone.

Imena predpon, njihovi znaki in številčne vrednosti so navedene v naslednji tabeli:

Ime predpone, ki se postavi pred imenom enote	ki se postavi Znak predpone, pred znak enote	Faktor, s katerim se pomnoži enota (vrednost predpone)
eksa	E	$1\,000\,000\,000\,000\,000\,000 = 10^{18}$
peta	P	$1\,000\,000\,000\,000\,000 = 10^{15}$
tera	T	$1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12}$
giga	G	$1\,000\,000\,000 = 10^9$
mega	M	$1\,000\,000 = 10^6$
kilo	k	$1\,000 = 10^3$
hekto	h	$100 = 10^2$
deka	da	$10 = 10^1$
deci	d	$0,1 = 10^{-1}$
centi	c	$0,01 = 10^{-2}$
mili	m	$0,001 = 10^{-3}$
mikro	μ	$0,000\,001 = 10^{-6}$
nano	n	$0,000\,000\,001 = 10^{-9}$
piko	p	$0,000\,000\,000\,001 = 10^{-12}$
femto	f	$0,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-15}$
ato	a	$0,000\,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-18}$

2. Decimalne merske enote se tvorijo izključno iz merskih enot SI, ki so našteje v I. poglavju, in iz naslednjih merskih enot, navedenih v II. poglavju: liter, tex, bar, watt-ura, elektronvolt, volt-ampere in var.

3. Decimalne merske enote za maso se dobijo tako, da se pred znakom za gram doda predpona ($1\text{ g} = 0,001\text{ kg} = 10^{-3}\text{ kg}$). Znak za dekagram je dag.

4. Za tvorbo decimalnih merskih enot se sme uporabiti samo ena predpona.

5. Predpona in ime merske enote se pišeta skupaj kot ena beseda. Prav tako se pišeta skupaj tudi znak predpone in znak merske enote.

EkspONENT, ki se piše le na znak merske enote, velja za celotno decimalno enoto. Znaki merskih enot se pišejo brez pike na koncu.

IV. Merske enote izven SI, ki se smejo uporabljati do 31. decembra 1980

Za dolžino

- ångstrom (znak: Å) = $0,1\text{ nm} = 10^{-10}\text{ m}$
- mikron (znak: μ) = $1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m}$
- palec ali cola (inch) — znak: in) = $25,399\text{ mm} = 25,399 \cdot 10^{-3}\text{ m}$; uporabljati se sme le v pomorskem prometu;
- čevelj (foot) — znak: ft) = $0,304\,8\text{ m}$; uporabljati se sme le v pomorskem prometu in v zračnem prometu za določanje višine letenja letal;
- jard (yard) — znak: fm) = $0,914\,399\text{ m}$; uporabljati se sme le v pomorskem prometu;
- fadom (fathom) — znak: fm) = $1,828\,8\text{ m}$; uporabljati se sme le v pomorskem prometu.

Za ploščino (površino)

- barn (znak: b) = $100 \text{ fm}^2 = 10^{-28} \text{ m}^2$; uporabljati se sme le v jedrski fiziki.

Za prostornino

- registrska tona = $2,832 \text{ m}^3$; uporabljati se sme le v pomorskem prometu;
- prostorninski meter (znak: prm) je enak prostornini polen, zloženih v kocko, katere rob je enak 1 m. Ta enota se sme uporabljati le v prometu z lesom.

Za maso

- kvintal ali metrski stot (znak: q) = $100 \text{ kg} = 10^2 \text{ kg}$
- funt (pound) — znak: lb) = $0,453 59 \text{ kg}$; uporabljati se sme le v pomorskem prometu;
- long-tona (long-ton) — (znak: L/T) = $1 016,04 \text{ kg}$; uporabljati se sme le v pomorskem prometu.

Za hitrost

- čevlj na sekundo (znak: ft/s) = $0,304 8 \text{ m/s}$; uporabljati se sme le v zračnem prometu za določanje navpične hitrosti letal.

Za pospešek

- gal (znak: Gal) = $1 \text{ cm/s}^2 = 10^{-2} \text{ m/s}^2$; uporabljati se sme le za določanje pospeška, ki je posledica zemeljske težnosti.

Za silo

- dina (dyn) — znak: dyn) = $10 \text{ N} = 10^{-5} \text{ N}$
- kilopond (znak: kp) = $9,806 65 \text{ N}$
- pond (znak: p) = $0,001 \text{ kp} = 9,806 65 \text{ mN}$.

Za tlak

- tehnična atmosfera (znak: at) = $98 066,5 \text{ Pa}$
- normalna (fizikalna) atmosfera (znak: atm) = $101 325 \text{ Pa}$
- milimeter živosrebrovega stebrička (znak: Torr ali mmHg) = $133,322 \text{ Pa}$
- milimeter vodnega stebrička (znak: mmH₂O) = $9,806 65 \text{ Pa}$.

Za dinamično viskoznost

- poise (znak: P) = $0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 10^{-1} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
- centipoise (znak: cP) = $1 \text{ mPa} \cdot \text{s}$.

Za kinematično viskoznost

- stokes (znak: St) = 0,000 1 m²/s = 10⁻⁴ m²/s
- centistokes (znak: cSt) = 1 mm²/s = 10⁻⁶ m²/s.

Za energijo, delo in količino toplote

- erg (znak: erg) = 0,1 μJ = 10⁻⁷ J
- kilopond-meter (znak: kpm) = 9,806 65 J
- kalorija (znak: cal) = 4,186 J.

Za moč

- konjska moč (znak: KM) = 75 · 9,806 65 W = 735,498 W

Za aktivnost radioaktivnega vira

- curie (znak: Ci) = 3,7 · 10¹⁰ Bq.

Za absorbirano dozo ionizirajočega sevanja

- rad (znak: rd) = 0,01 Gy
- rem (znak: rem) = 0,01 Gy.

Za ekspozijsko dozo ionizirajočega sevanja

- röntgen (znak: R) = 2,58 · 10⁻⁴ C/kg.

PRETVARJANJE MERSKIH ENOT

Po letu 1980 bomo morali povsod navajati vrednosti različnih veličin le v dovoljenih merskih enotah. Ker nekaterih zdaj dovoljenih merskih enot (npr. ångström, kalorija, atmosfera, röntgen idr) takrat ne bomo smeli več uporabljati, bomo te enote nadomestili z novimi dovoljenimi merskimi enotami. Velikokrat pa bomo zaradi pravilne predstave in presoje pretvorili nove merske enote v stare. To bomo počeli vse dotlej, dokler nam nove enote ne bodo prešle v kri.

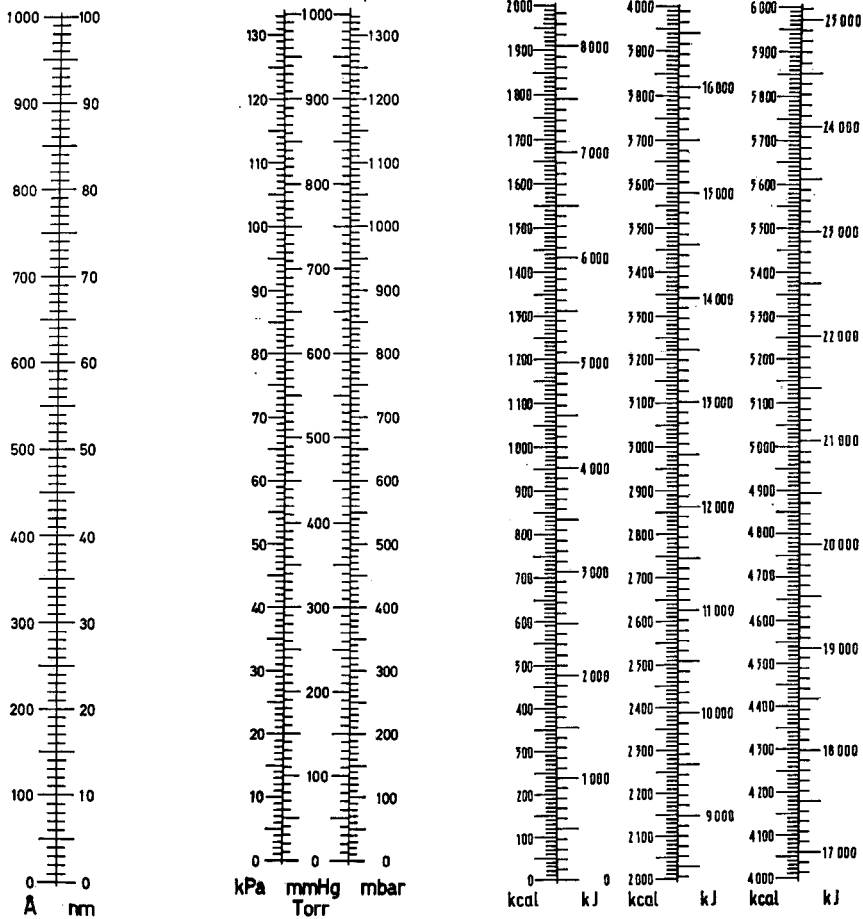
Da se znebimo zamudnega preračunavanja oziroma pretvarjanja enih merskih enot v druge, lahko uporabimo pričujoče primerjalne skale, s pomočjo katerih lahko brez posebnega truda pretvarjamo stare merske enote v nove in obratno.

Podane so primerjalne skale naslednjih veličin in njim pripadajočih merskih enot, in sicer:

Za dolžino: ångström (znak: Å) — nanometer (znak: nm). Primer: dolžino 100 Å bomo po novem morali nadomestiti z 10 nm. Sicer enoto nanometer že precej uporabljamo. Le nekateri pisci knjig niso dosledni, ko uporabljajo obe hkrati.

Za tlak: milimeter živosrebrovega stebrička (znak: mmHg ali Torr) — kilopascal (znak: kPa) oziroma milibar (znak: mbar).

Primer: krvni tlak 180 mmHg bomo po novem navedli: 24 kPa oziroma 240 mbar.



Opomba: s primerjalno skalo primerjamo vrednosti mmHg z vrednostmi kPa oziroma mbar. Zdaj uvoženi manometri za krvni tlak imajo dve skali: mmHg in kPa ali pa mmHg in mbar.

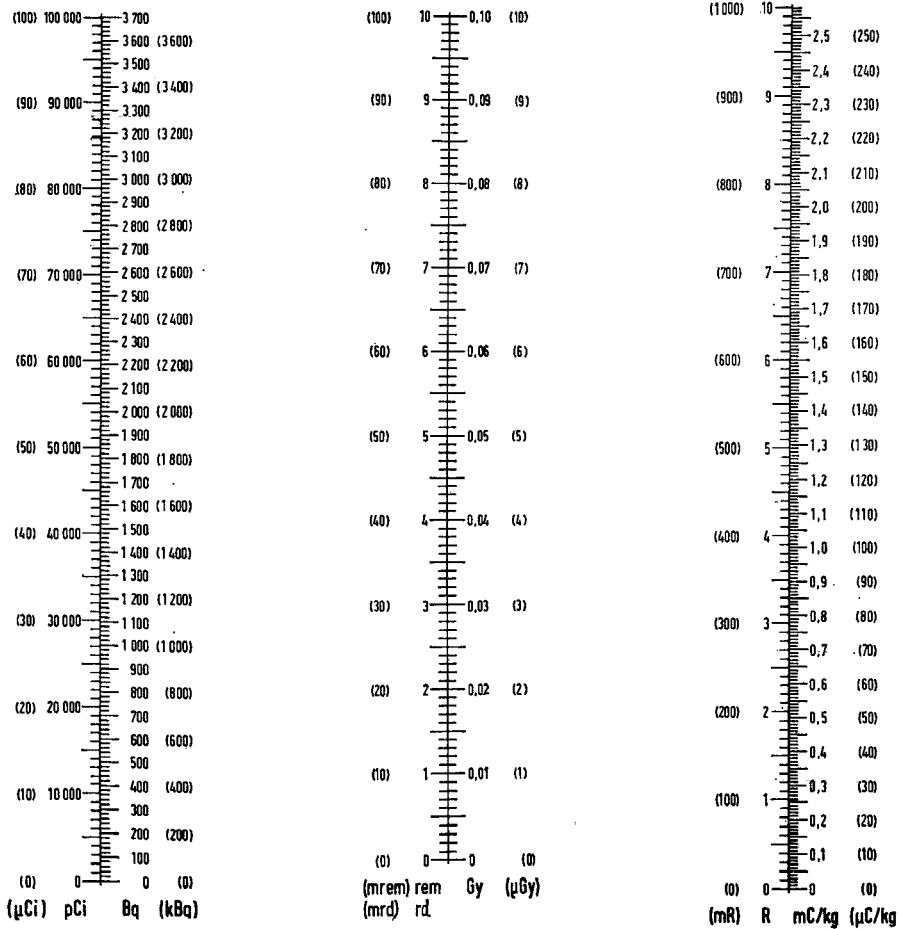
Za energijo, delo in količino toplote: kilokalorija (znak: kcal) — kilojoule (znak: kJ).

Primer: za 2 100 kcal ocenjeno vrednost energije jedi bomo po novem navedli (zaokroženo) 8 800 kJ.

Za aktivnost radioaktivnega vira: pikocurie (znak: pCi) — bequerel (znak: Bq) in pa mikro curie (znak: μCi) — kilobequerel (znak: kBq).

Primer: v Delu smo brali, da so odnesli ionizacijski javljalec požara, katerega aktivnost znaša 72 mikrocuriejev. V novih enotah znaša ta vrednost 2 660 kBq.

Opomba: s skalo lahko primerjamo vrednost merskih enot, in sicer: pCi in pa μCi s kBq.



Za absorbirano dozo ionizirajočega sevanja: rem (znak: rem) oziroma rad (znak: rd) — gray (znak: Gy) in pa milirem (znak: mrem) oz. milijard (znak: mrd) — mikrogray (znak: μGy).

Primer: brali smo, da bodo prebivalci ZDA upravičeni do odškodnine, če bo absorbirana doza ionizirajočega sevanja (v ta namen bodo merili tudi opeko idr.) znašala 6 remov. Ta podatek zadeva območja, ki so blizu kraja, koder so opravljali jedrske poskuse. Po novem bomo to absorbirano dozo morali navesti: 0,06 Gy.

Opomba: skala lahko rabi za primerjavo vrednosti enot rem — Gy in pa mrem — μGy .

Za ekspozicijsko dozo ionizirajočega sevanja: röntgen (znak: R) — milicoulomb na kilogram (znak: mC/kg) in pa miliröntgen (znak: mR) — mikrocoulomb na kilogram (znak: $\mu\text{C}/\text{kg}$).

Primer: ekspozicijsko dozo 300 mR bodo novi učbeniki nadomestili z (zaokroženo): 78 $\mu\text{C}/\text{kg}$.

Opomba: skala lahko rabi za primerjavo vrednosti enot R — mC/kg in pa mR — $\mu\text{C}/\text{kg}$.

Viri:

1. Zakon o merskih enotah in merilih, Uradni list SFRJ št. 13/1976.

ZA USTVARJALNEGA ČLOVEKA JE ZNAČILNO TUDI TO, DA IMA ČUT ZA NOVO, ENKRATNO, POMEMBNO, VREDNO, DA V VSEM NE SLEDI DRUGIM, TEMVEČ IŠČE SVOJA POTA IN REŠITVE. NE GRE LE ZA ODKRIVANJE ALI USTVARJANJE POPOLNOMA NOVEGA, ENKRATNEGA, NENAVADNEGA, KER TO V VSAKDANJEM ŽIVLJENJU OBIČAJNO NE PRIDE V POŠTEV, TEMVEČ GRE ZA BOLJ ALI MANJ POSREČENE KOMBINACIJE, GRE ZA SINTEZO, ZA POSPLOŠITVE, ZA POSREČENE METODE PRI REŠEVANJU PROBLEMOV. GRE TUDI ZA SPOSOBNOST PREDVIDEVANJA, ZA TO, DA VEMO, KAJ BI SE UTEGNILO ZGODITI V DANIH OKOLIŠČINAH. GRE TUDI ZA SPOSOBNOST INTELIGENTNE IMPROVIZACIJE, ZA MANJŠO ODVISNOST OD UTRJENIH PRAVIL IN TRADICIJ.

Milan Divjak