

MARIAN CZARNOWSKI

JEDNOSTKI MIAR NAJCZĘŚCIEJ STOSOWANE W BIOLOGII EKSPERYMENTALNEJ

Międzynarodowy Układ Jednostek Miar (SI — Systeme International) stanowi współczesną postać uniwersalnego systemu metrycznego i powinien być stosowany do pomiaru wielkości we wszystkich dziedzinach nauk przyrodniczych. W swojej obecnej formie układ SI zawiera:

- 7 jednostek podstawowych a mianowicie: dla wielkości fizycznej — długości — metr (m), dla masy — kilogram (kg), dla czasu — sekunda (s), dla prądu elektrycznego — amper (A), dla temperatury termodynamicznej — kelwin (K) dla liczności (ilości) materii — mol (mol) i dla światłości — kandela (cd),
- 2 jednostki uzupełniające: dla kąta płaskiego — radian (rad), dla kąta brylowego — steradian (sr),
- jednostki pochodne, wyrażalne za pomocą iloczynów i ilorazów jednostek podstawowych i uzupełniających,
- wielokrotności i podwielokrotności dziesiętne jednostek SI wyrażone za pomocą przedrostków SI.

Trzy pierwsze jednostki podstawowe (metr, kilogram i sekunda) służą do tworzenia jednostek pochodnych dla wszystkich wielkości mechanicznych. Natomiast cztery pozostałe jednostki podstawowe (amper, kelwin, mol i kandela) umożliwiają tworzenie jednostek pochodnych dla wielkości elektromagnetycznych, cieplnych świetlnych i fizykochemicznych. Jednostki uzupełniające (radian i steradian) nie mogą wchodzić do bazy układu, gdyż są bezwymiarowe. Mogą one określać konkretne wartości fizyczne jedynie w połączeniu z inną wielkością fizyczną, tj. z długością (Tomaszewski 1978). Definicje jednostek podstawowych, uzupełniających i pochodnych układu SI są przedstawione w pracach Massalskiego i Studnickiego (1971) oraz Chmielewskiego (1979).

Celem niniejszego artykułu jest:

- zapoznanie biologów z podstawowymi przepisami prawnymi, dotyczącymi wprowadzenia jednostek SI do stosowania w Polsce,
- przedstawienie zasad budowy i pisowni nazw i oznaczeń legalnych jednostek miar,

- zestawienie jednostek miar najczęściej stosowanych w biologii eksperymentalnej z podaniem współczynników przeliczeniowych dla zamiany jednostek dotychczas stosowanych na jednostki SI oraz inne legalne jednostki, nie należące do układu SI. Materiały te mogą być wykorzystane do przygotowania, zgodnie z obowiązującymi przepisami, dokumentacji naukowej i technicznej eksperymentalnych prac badawczych, przeznaczonych do publikacji w biologicznych wydawnictwach naukowych.

Wprowadzenie jednostek SI do stosowania w Polsce

Wprowadzenie układu SI do stosowania w Polsce regulują następujące przepisy prawne:

- ustawa o miarach i narzędziach pomiarowych z dnia 17 VI 1966 r. (Dz. U. nr 23),
- rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 17 X 1975 r. w sprawie ustalenia legalnych jednostek miar (Dz. U. nr 35),
- zarządzenie Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacji i Miar z dnia 5 I 1976 r. w sprawie ustalenia definicji, nazw i oznaczeń jednostek miar (Mon. Pol. nr 4),
- zarządzenie nr 65 Prezesa PKNiM z dnia 24 V 1976 r. w sprawie ustalenia ogólnego programu wprowadzenia jednostek miar Międzynarodowego Układu Jednostek (SI) do stosowania w gospodarce narodowej (Dz. Norm. i Miar nr 15),
- wytyczne Prezesa PKNiM z dnia 12 VI 1976 r. w sprawie wprowadzenia jednostek miar Międzynarodowego Układu Jednostek (SI) do stosowania w gospodarce narodowej i opracowania resortowych programów tego procesu (Dz. Norm. i Miar nr 15).

W oparciu o odpowiednie akta prawne regulujące zagadnienie legalnych jednostek miar przyjęto w Polsce następujące zasady ogólne:

- a) pozostawić pełną swobodę stosowania dowolnych, ale legalnych jednostek w pracach naukowych,
- b) dopuścić do stosowania razem z jednostkami SI, bez ograniczenia w czasie:
 - jednostki, które ze względu na szerokie zastosowanie nie kwalifikują się do wycofania,
 - jednostki stosowane w dziedzinach specjalnych, zdefiniowane niezależnie od jednostek SI, a których zastąpienie jednostkami SI wpłynęłoby na pogorszenie dokładności wyników pomiarów w danej dziedzinie.

Wprowadzenie jednostek SI do praktyki naukowej i technicznej w Polsce oraz w pozostałych krajach RWPG powinno być zakończone w terminie do dnia 31 grudnia 1979 r. Realizacja tego przedsięwzięcia polega na zastąpieniu jednostek dotychczas stosowanych jednostkami SI (tabela I) oraz innymi legalnymi jednostkami miar nie należącymi do układu SI (tabela II). Jednostki miar inne niż legalne mogą być stosowane tylko wyjątkowo, między innymi w pracach naukowych, naukowo-badawczych i doświadczalnych (Kałużko i Szamotulski 1978).

TABELA I

Jednostki miar układu SI

Lp.	Wielkość	Jednostki miar	
		nazwa	oznaczenie
1	2	3	4
A. Jednostki podstawowe			
1	Długość, odległość	metr	m
2	Masa	kilogram	kg
3	Czas	sekunda	s
4	Prąd elektryczny ¹⁾	amper	A
5	Temperatura	kelwin ²⁾	K
6	Liczność materii ³⁾	mol ⁴⁾	mol
7	Światłość	kandela	cd
B. Jednostki uzupełniające			
8	Kąt płaski	radian	rad
9	Kąt bryłowy	steradian	sr
C. Jednostki pochodne wybranych wielkości (najczęściej stosowane w biologii eksperymentalnej)			
1. Wielkości mechaniczne			
10	Powierzchnia	metr kwadratowy	m ²
11	Objętość	metr sześcienny	m ³
12	Częstotliwość	herc	Hz
13	Prędkość liniowa	metr na sekundę	m/s
14	Przyspieszenie liniowe	metr na kwadrat sekundy	m/s ²
15	Gęstość (masy)	kilogram na metr sześcienny	kg/m ³
16	Pęd	kilogramometr na sekundę	kg·m/s
17	Siła	niuton	N, N = m·kg/s ²
18	Moment siły	niutometr	N·m
19	Ciśnienie	paskal ⁵⁾	Pa, Pa = N/m ²
20	Napięcie powierzchniowe	niuton na metr	N/m
21	Energia, praca	dżul ⁶⁾	J, J = N·m
22	Moc ⁷⁾	wat ⁸⁾	W, W = J/s
23	Gęstość mocy ⁹⁾ (powierzchniowa)	wat na metr kwadratowy ¹⁰⁾	W/m ²
24	Lepkość dynamiczna	paskalosekunda	Pa·s
25	Lepkość kinetyczna	metr kwadratowy na sekundę	m ² /s
26	Strumień objętości	metr sześcienny na sekundę	m ³ /s
27	Strumień masy	kilogram na sekundę	kg/s
2. Wielkości cieplne			
28	Pojemność cieplna	dżul na kelwin	J/K
29	Entalpia właściwa	dżul na kilogram ¹¹⁾	J/kg
30	Ciepło właściwe ¹²⁾	dżul na kilogram i kelwin	J/(kg·K)
31	Przejmowność energii cieplnej	wat na metr kwadratowy i kelwin	W/(m ² ·K)
32	Gradient temperatury	kelwin na metr	K/m
33	Przewodność cieplna	wat na kelwin	W/K
34	Opór cieplny	kelwin na wat	K/W

1	2	3	4
3. Wielkości elektryczne i magnetyczne			
35	Gęstość prądu elektrycznego	amper na metr kwadratowy	A/m^2
36	Ładunek elektryczny	kulomb	$C, C = A \cdot s$
37	Napięcie elektryczne, siła elektromotoryczna, potencjał elektryczny	wolt	$V, V = W/A$
38	Pole elektryczne ¹³⁾	wolt na metr	V/m
39	Indukcja elektryczna	kulomb na metr kwadratowy	C/m^2
40	Strumień elektryczny	kulomb	$C, C = A \cdot s$
41	Pojemność elektryczna	farad	$F, F = C/V$
42	Opór elektryczny	om ¹⁴⁾	$\Omega, \Omega = V/A$
43	Przewodność elektryczna	simens	$S, S = 1/\Omega$
44	Strumień magnetyczny	weber	$Wb, Wb = V \cdot s$
45	Pole magnetyczne ¹⁵⁾	amper na metr	A/m
46	Indukcja magnetyczna	tesla	$T, T = W/m^2$
4. Wielkości optyczne			
47	Natężenie napromieniania	wat na metr kwadratowy	W/m^2
48	Napromieniowanie	dżul na metr kwadratowy	J/m^2
49	Natężenie promieniowania	wat na steradian	W/sr
50	Strumień świetlny	lumen	$lm, lm = cd \cdot sr$
51	Ilość światła	lumenosekunda	$lm \cdot s$
52	Natężenie oświetlenia	luks	$lx, lx = 1m/m^2$
53	Luminacja	kandela na metr kwadratowy	cd/m^2
54	Naświetlenie	luksosekunda	$lx \cdot s$
5. Wielkości akustyczne			
55	Ciśnienie akustyczne	paskal	$Pa, Pa = N/m^2$
56	Prędkość akustyczna	metr na sekundę	m/s
57	Natężenie dźwięku	wat na metr kwadratowy	W/m^2
6. Wielkości fizykochemiczne			
58	Masa molowa	kilogram na mol	kg/mol
59	Objętość molowa	metr sześcienny na mol	m^3/mol
60	Energia wewnętrzna molowa	dżul na mol	J/mol
61	Pojemność cieplna molowa	dżul na mol i kelwin	$J/(mol \cdot K)$
62	Stężenie molowe	mol na metr sześcienny	mol/m^3
63	Molalność	mol na kilogram	mol/kg
7. Wielkości promieniowania jonizującego			
64	Dawka pochłonięta	grej	$Gy, Gy = J/kg$
65	Moc dawki pochłoniętej	grej na sekundę	Gy/s
66	Dawka ekspozycyjna	kulomb na kilogram	C/kg
67	Moc dawki ekspozycyjnej	amper na kilogram	A/kg
68	Aktywność ciała promieniotwórczego	bekerel	$Bq, Bq = 1/s$

Zasady wyrażania dziesiętnych wielokrotności i podwielokrotności jednostek miar

Dziesiętne wielokrotności i podwielokrotności jednostek miar można wyrażać przez dołączanie (odpowiednio) do nazw lub oznaczeń jednostek miar (tabela I i II) przedrostków lub ich oznaczeń wyrażających mnożniki dziesiętne. Zestawienie tych przedrostków i oznaczeń zawiera tabela III. Zasady ogólne stosowania przedrostków i oznaczeń są następujące:

1. przedrostek (oznaczenie) dołącza się do nazwy prostej (oznaczenia) jednostki miary, umieszczając go bezpośrednio przed nazwą (oznaczeniem) jednostki miary (bez przerwy oddzielającej, kropki itp.),

2. do nazwy prostej (oznaczenia) jednostki miary dołącza się tylko jeden przedrostek (oznaczenie),

$$\text{np. } 10^{-9} \text{ m} = 1 \text{ nm, a nie } 1 \text{ m}\mu\text{m,}$$

$$10^{-3} \text{ kg} = 1 \text{ g, a nie } 1 \text{ mkg,}$$

3. przedrostki (oznaczenia) pisze się w druku czcionką prostą,

4. mnożnik wyrażony przedrostkiem (oznaczeniem) odnosi się do jednostki miary w potęgze pierwszej. Wykładnik potęgowy odnoszący się do jednostki miary dotyczy również mnożnika wyrażonego przedrostkiem (oznaczeniem) dołączonym do nazwy (oznaczenia) jednostki miary,

$$\text{np. } 1 \text{ cm}^3 = 1 \cdot (10^{-2} \text{ m})^3 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3,$$

5. wielokrotności i podwielokrotności dziesiętne kilograma wyraża się przez dołączanie przedrostków (oznaczeń) do słowa gram (oznaczenia — g),

$$\text{np. } 10^{-2} \text{ kg} = 1 \text{ dag,}$$

$$10^{-3} \text{ kg} = 1 \text{ g,}$$

Uwagi

- ¹⁾ Stosowana jest również nazwa: natężenie prądu elektrycznego.
- ²⁾ Stosuje się do wyrażania temperatury termodynamicznej T i różnicy temperatur.
- ³⁾ Stosowana jest również nazwa: ilość materii.
- ⁴⁾ Przy stosowaniu mola należy określić rodzaj cząsteczek. Mogą nimi być: atomy, drobiny (cząsteczki), jony, elektrony, inne cząsteczki albo określone zespoły takich cząsteczek.
- ⁵⁾ Stosuje się odpowiednio do wyrażania naprężenia mechanicznego, ciśnienia akustycznego, itp.
- ⁶⁾ Stosuje się również do wyrażania energii cieplnej (ciepła), energii elektrycznej, energii promieniowania, energii wewnętrznej, entalpii, itp.
- ⁷⁾ Stosowana jest również nazwa: strumień energii.
- ⁸⁾ Stosuje się również do wyrażania mocy cieplnej, mocy elektrycznej, mocy promieniowania, itp.
- ⁹⁾ Stosowana jest również nazwa: gęstość strumienia energii.
- ¹⁰⁾ Stosuje się odpowiednio do wyrażania gęstości mocy cieplnej, natężenia napromieniowania, natężenia dźwięku, gęstości mocy promieniowania jonizującego, itp.
- ¹¹⁾ Stosuje się również do wyrażania energii właściwej, energii wewnętrznej właściwej, itp.
- ¹²⁾ Stosowana jest również nazwa: pojemność cieplna właściwa.
- ¹³⁾ Stosowana jest również nazwa: natężenie pola elektrycznego.
- ¹⁴⁾ Stosuje się do wyrażania: konduktancji, susceptancji i admitancji.
- ¹⁵⁾ Stosowana jest również nazwa: natężenie pola magnetycznego.

Jednostki miar nie należące do układu SI, najczęściej stosowane w biologii eksperymentalnej

Lp.	Wielkość	Jednostki umiar		Relacje między jednostkami
		nazwa	oznaczenie	
1	2	3	4	5
1	Masa	tona	t	$1 \text{ t} = 1 \text{ Mg} = 10^3 \text{ kg}$
2	Czas	minuta	min*	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
3		godzina	h*	$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$
4		doba	d*	$1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 86\,400 \text{ s}$
5		dzień	} jednostki kalendarzowe	
6		tydzień		
7		miesiąc		
8		kwartał		
9	rok	a, r.		
10	Temperatura	stopień Celsjusza	°C	dla różnicy temperatur $1^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$
11	Kąt płaski	stopień	...°*	
12		minuta	...'	
13		sekunda	...''*	
14	Powierzchnia	hektar	ha*	$1 \text{ ha} = 1 \text{ hm}^2 = 10^4 \text{ m}^2$
15	Objętość, pojemność	litr	l	$1 \text{ l} = \text{dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
16	Prędkość liniowa	kilometr na godzinę	km/h	$1 \text{ km/h} = (1/3,6) \text{ m/s}$
17	Gęstość (masy)	kilogram na liter	kg/l	$1 \text{ kg/l} = 10^3 \text{ kg/m}^3$
18	Energia, praca	kilowatogodzina	kW·h	$1 \text{ kW}\cdot\text{h} = 3,6\cdot 10^6 \text{ J}$
19		elektronowolt	eV	$1 \text{ eV} \approx 1,60219\cdot 10^{-19} \text{ J}$
20	Strumień objętości	litr na sekundę	l/s	$1 \text{ l/s} = 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
21		litr na minutę	l/min	$1 \text{ l/min} = (1/60\cdot 10^{-3}) \text{ m}^3/\text{s}$
22		litr na godzinę	l/h	$1 \text{ l/h} = (1/3600\cdot 10^{-3}) \text{ m}^3/\text{s}$
23	Ładunek elektryczny	amperogodzina	A·h	$1 \text{ A}\cdot\text{h} = 3600 \text{ C}$
24	Moc	woltoamper	V·A	$1 \text{ V}\cdot\text{A} = 1 \text{ W}$
25	Ilość światła	lumenogodzina	lm·h	$1 \text{ lm}\cdot\text{h} = 3600 \text{ lm}\cdot\text{s}$
26	Poziom ciśnienia akustycznego	decybel	dB	$1 \text{ dB} = 0,1 \text{ B}$
27	Poziom głośności	fon	fon	
28	Masa atomowa	jednostka masy atomowej	u	$1 \text{ u} \approx 1,66057\cdot 10^{-27} \text{ kg}$
29	Objętość molowa	litr na mol	l/mol	$1 \text{ l/mol} = 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$
30	Stężenie molowe	mol na liter	mol/l	$1 \text{ mol/l} = 10^3 \text{ mol/m}^3$
31	pH, wykładnik jonów wodorowych	jedność	1	
32	Stosunek dwóch wartości tej samej wielkości	jedność	1	
33		procent	%*	
34		promil	‰*	
35	Zdolność skupiająca układu optycznego	dioptria	δ	$1 \text{ dioptria} = 1 \text{ m}^{-1}$

* Wielokrotności i podwielokrotności dziesiętnych nie wyraża się według zasad stosowania przedrostków i oznaczeń wyrażających mnożniki dziesiętne.

TABELA III

Dziesiętne wielokrotności i podwielokrotności jednostek miar

Przedrostek	Oznaczenie	Mnożnik
eksa	E	$10^{18} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
peta	P	$10^{15} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$
tera	T	$10^{12} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000$
giga	G	$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$
mega	M	$10^6 = 1\ 000\ 000$
kilo	k	$10^3 = 1\ 000$
hekto	h	$10^2 = 100$
deka	da	$10^1 = 10$
decy	d	$10^{-1} = 0,1$
centy	c	$10^{-2} = 0,01$
mili	m	$10^{-3} = 0,001$
mikro	μ	$10^{-6} = 0,000\ 001$
nano	n	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$
piko	p	$10^{-12} = 0,000\ 000\ 000\ 001$
femto	f	$10^{-15} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 001$
atto	a	$10^{-18} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001$

6. nazwy i oznaczenia dziesiętnych wielokrotności i podwielokrotności jednostek miar utworzone przez dołączenie przedrostka (oznaczenia) do nazwy prostej mogą być użyte do budowy złożonych nazw i oznaczeń,

$$\begin{aligned} \text{np. } 1 \text{ kW}/(\text{m}^2\cdot\text{K}) &= 10^3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}), \\ 1 \text{ km}/\text{h} &= 10^3 \text{ m}/\text{h}, \\ 1 \text{ kg}/\text{dm}^3 &= 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3, \\ 1 \text{ g}/\text{ml} &= 1 \text{ kg}/\text{l}, \\ 1 \text{ MeV}/(\text{cm}^2\cdot\text{s}) &= 10^{10} \text{ eV}/(\text{m}^2\cdot\text{s}). \end{aligned}$$

Powyższych zasad nie stosuje się do jednostek miar nie należących do układu SI oznaczonych w tabeli II gwiazdką, np. min, h, d, ha, %.

Wytyczne w sprawie stosowania oraz zasad budowy i pisowni nazw i oznaczeń jednostek miar

Nazwy i oznaczenia jednostek miar podane w tabeli I i II należy stosować jako obowiązujące. Do wyrażania legalnej jednostki miary stosuje się pełną nazwę jednostki lub jej oznaczenie, a w przypadku braku oznaczenia należy stosować nazwę jednostki w pełnym brzmieniu.

Nazwy i oznaczenia jednostek miar ze względu na ich budowę dzieli się na proste (np. metr — m, kelwin — K) i złożone (np. niutonometr — N·m, kaloria na centymetr kwadratowy, sekundę i kelwin — cal/(cm²·s·K).

Jednostki miar najczęściej stosowane w biologii eksperymentalnej oraz zmiany jednostek miar związane z wprowadzeniem jednostek SI

Lp.	Wielkość, nazwa jednostki SI i jej oznaczenie	Dotychczas stosowane jednostki miar oraz wielokrotności i podwielokrotności jednostek miar		Jednostki SI, inne legalne jednostki miar oraz ich wielokrotności i podwielokrotności		Relacje między jednostkami miar	
		nazwa	oznaczenie	nazwa	oznaczenie	związane ze zmianą jednostek kol. 3 i 4	inne
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Długość, szerokość, wysokość, promień, średnica, łuk itp. metr m	kilometr metr decymetr centymetr milimetr mikron milimikron angstrom	km m dcm cm mm μ $m\mu$ Å	kilometr metr decymetr centymetr milimetr mikrometr nanometr nanometr	km m dm cm mm μ m m μ nm nm	1 dcm = 1 dm 1 μ = 1 μ m 1 m μ = 1 nm 1 Å = 10 ⁻¹⁰ nm	1 km = 10 ³ m 1 dm = 10 ⁻¹ m 1 cm = 10 ⁻² m 1 mm = 10 ⁻³ m 1 μ m = 10 ⁻⁶ m 1 m μ = 10 ⁻⁹ m 1 Å = 10 ⁻¹⁰ m
2	Powierzchnia (pole powierzchni), pole przekroju metr kwadratowy m ²	kilometr kwadratowy metr kwadratowy decymetr kwadratowy centymetr kwadratowy milimetr kwadratowy hektar ar	km ² m ² dcm ² cm ² mm ² ha a	kilometr kwadratowy metr kwadratowy decymetr kwadratowy centymetr kwadratowy milimetr kwadratowy hektar ¹⁾ metr kwadratowy hektar	km ² m ² dm ² cm ² mm ² ha m ² ha	1 dcm ² = 1 dm ² 1 a = 10 ² m ² 1 a = 10 ⁻² ha	1 km ² = 10 ⁶ m ² 1 dm ² = 10 ⁻² m ² 1 cm ² = 10 ⁻⁴ m ² 1 mm ² = 10 ⁻⁶ m ² 1 ha = 10 ⁴ m ²

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Objętość pojemność metr sześcienny m^3	metr sześcienny decymetr sześcienny centymetr sześcienny milimetr sześcienny litr mililitr	m^3 dm^3 cm^3 mm^3 l ml	metr sześcienny decymetr sześcienny centymetr sześcienny milimetr sześcienny decymetr (litr ²) centymetr sześcienny, mililitr	m^3 dm^3 cm^3 mm^3 dm^3 l cm^3 ml	1 $dm^3 = 10^{-3} m^3$ 1 $cm^3 = 10^{-6} m^3$ 1 $mm^3 = 10^{-9} m^3$ 1 l = $10^{-3} m^3$ 1 ml = $10^{-6} m^3$	
4	Czas, okres, stała czasowa sekunda s	sekunda minuta godzina doba, dzień tydzień miesiąc kwartał rok	sek, s min godz, h d r.	sekunda minuta godzina doba tydzień miesiąc kwartał rok	s min h d a, r.	1 sek = 1 s 1 godz = 1 h 1 d = 86 400 s	
5	Częstotliwość, częstość herc Hz	herc cykl na sekundę	Hz c/s	herc herc	Hz Hz	1 c/s = 1 Hz	
6	Masa kilogram μ kg	kilogram dekagram gram miligram tona kwintal	kg dkg g mg t q	kilogram dekagram gram miligram tona kilogram tona	kg dag g mg t kg t	1 dag = $10^{-2} kg$ 1 g = $10^{-3} kg$ 1 mg = $10^{-6} kg$ 1 t = $10^3 kg$ 1 q = $10^2 kg$ 1 q = $10^{-1} t$	

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Gęstość (masy), gęstość w stanie zszynym itp. kilogram na metr sześcienny kg/m ³	tona na metr sześcienny kilogram na metr sześcienny kilogram na liter gram na mililitr	t/m ³ kg/m ³ kg/l g/ml	tona na metr sześcienny kilogram na metr sześcienny kilogram na liter gram na mililitr	t/m ³ kg/m ³ kg/l g/ml		1 t/m ³ = 10 ³ kg/m ³ 1 kg/l = 10 ³ kg/m ³ 1 g/ml = 10 ³ kg/m ³
8	Masa powierz- chniowa, gęstość powierzchniowa, gramatura kilogram na metr kwadratowy kg/m ²	gram na centymetr kwadratowy kilogram na metr kwadratowy gram na decymetr kwadratowy gram na metr kwadratowy	g/cm ² kg/m ² g/dcm ² g/m ²	gram na centymetr kwadratowy kilogram na metr kwadratowy gram na decymetr kwadratowy gram na metr kwadratowy	g/cm ² kg/m ² g/dcm ² g/m ²	1 g/dcm ² = 1 g/dm ²	1 g/cm ² = 10 kg/m ² 1 g/dm ² = 10 ⁻¹ kg/m ² 1 g/m ² = 10 ⁻³ kg/m ²
9	Prędkość liniowa metr na sekundę m/s	metr na sekundę centymetr na sekundę kilometr na godzinę	m/s cm/s km/h	metr na sekundę centymetr na sekundę kilometr na godzinę	m/s cm/s km/h		1 cm/s = 10 ⁻² m/s 1 km/h = (1/3,6) m/s ≈ ≈ 2,77778 · 10 ⁻¹ m/s
10	Przyspieszenie liniowe metr na kwadrat sekundy m/s ²	metr na kwadrat sekundy kilometr na godzinę godzinę i sekundę	m/s ² km/(h·s)	metr na kwadrat sekundy metr na kwadrat sekundy	m/s ² m/s ²		1 km/(h·s) = (1/3,6) m/s ² ≈ ≈ 0,277778 m/s ²
11	Objętość właściwa metr sześcienny na kilogram m ³ /kg	metr sześcienny na kilogram metr sześcienny na tonę liter na kilogram	m ³ /kg m ³ /t l/kg	metr sześcienny na kilogram metr sześcienny na tonę decymetr sześcienny na kilogram liter na kilogram	m ³ /kg m ³ /t dm ³ /kg l/kg	1 l/kg = 1 dm ³ /kg	1 m ³ /t = 10 ⁻³ m ³ /kg 1 dm ³ /kg = 10 ⁻³ m ³ /kg 1 l/kg = 10 ⁻³ m ³ /kg

1	2	3	4	5	6	7	8
		decymetr sześcienny na kilogram centymetr sześcienny na gram mililitr na gram	dcm ³ /kg cm ³ /g ml/g	decymetr sześcienny na kilogram centymetr sześcienny na gram centymetr sześcienny na gram mililitr na gram	dm ³ /kg cm ³ /g cm ³ /g ml/g	1 dcm ³ /kg = 1 dm ³ /kg 1 ml/g = 1 cm ³ /g	1 dm ³ /kg = 10 ⁻³ m ³ /kg 1 cm ³ /g = 10 ⁻³ m ³ /kg 1 ml/g = 10 ⁻³ m ³ /kg
12	Strumień masy (natężenie przepływu masy) kilogram na sekundę kg/s	kilogram na sekundę gram na sekundę	kg/s g/s	kilogram na sekundę gram na sekundę	kg/s g/s		1 g/s = 10 ⁻³ kg/s
13	Strumień objętości (natężenie przepływu objętości) metr sześcienny na sekundę centymetr sześcienny na sekundę litr na godzinę m ³ /s	metr sześcienny na sekundę centymetr sześcienny na sekundę litr na godzinę	m ³ /s cm ³ /s l/h	metr sześcienny na sekundę centymetr sześcienny na sekundę litr na godzinę	m ³ /s cm ³ /s l/h		1 cm ³ /s = 10 ⁻⁶ m ³ /s 1 l/h = (1/3600) · 10 ⁻³ m ³ /s ≈ 2,77778 · 10 ⁻⁷ m ³ /s
14	Siła ciężar niuton N	niuton kilogram-siła kilopond gram-siła, pond dyna	N kG kp G, p dyn	niuton niuton dekanionton miliniuton mikroniuton	N N daN mN μN	1 kG = 1 kp = 0,980665 daN 1 G = 1 p = 0,98665 · 10 mN 1 dyn = 10 μN	1 kG = 1 kp = 0,980665 · 10 N 1 G = 1 p = 0,980665 · 10 ⁻² N 1 dyn = 10 ⁻⁶ N
15	Ciężar właściwy ²⁾ niuton na metr sześcienny N/m ³	dyna na centymetr sześcienny kilogram-siła na metr sześcienny	dyn/cm ³ kG/m ³	niuton na metr sześcienny niuton na metr sześcienny	N/m ³ N/m ³	1 dyn/cm ³ = 10N/m ³ 1 kG/m ³ = 1 kp/m ³ = 0,980665 · 10N/m ³	
16	Moment siły, moment zginający, niutonometr N·m	niutonometr dynocentymetr	N·m dyn·cm	niutonometr mikroniutonometr	N·m μN·m	1 dyn·cm = 10 ⁻¹ μN·m	1 dyn·cm = 10 ⁻⁷ N·m

1	2	3	4	5	6	7	8
17	Cisnienie, naprężenie mechaniczne, moduł sprężystości paskal Pa	atmosfera techniczna, kilogram-siła na centymetr kwadratowy kilopond na centymetr kwadratowy niuton na metr kwadratowy milimetr słupa wody	at kg/cm ² kp/cm ² N/m ² mmH ₂ O	megapaskal kilopaskal paskal paskal megapaskal	MPa kPa Pa Pa MPa	1 at = 1 kg/cm ² = 1 kp/cm ² = 0,980665 · 10 ⁵ Pa MPa = 0,980665 · 10 ⁻¹ · 10 ⁵ kPa 1 N/m ² = 1 Pa 1 mmH ₂ O = 0,980665 · 10 Pa 1 atm = 1,01325 · 10 ⁵ Pa 1 mmHg = 1 Tr ≈ 1,333224 · 10 ⁻¹ kPa 1 dyn/cm ² = 10 ⁻¹ Pa 1 bar = 10 ⁻¹ MPa 1 bar = 10 ⁵ kPa 1 mbar = 0,1 kPa	1 at = 1 kg/cm ² = 1 kp/cm ² = 0,980665 · 10 ⁵ Pa 1 atm = 1,01325 · 10 ⁵ Pa 1 mmHg = 1 Tr ≈ 1,333224 · 10 ⁻¹ kPa 1 bar = 10 ⁵ Pa 1 mbar = 10 ² Pa
18	Lepkość dynamiczna, współczynnik lepkości dynamicznej paskalosekunda Pa · s	niutonosekunda na metr kwadratowy kilogram-siła razy sekunda na metr kwadratowy	N · s/m ² kg · s/m ²	paskalosekunda paskalosekunda	Pa · s Pa · s	1 N · s/m ² = 1 Pa · s 1 kg · s/m ² = 0,980665 · 10 Pa · s	
19	Lepkość kinetyczna metr kwadratowy na sekundę m ² /s	metr kwadratowy na sekundę stokes	m ² /s St	metr kwadratowy na sekundę centymetr kwadratowy	m ² /s cm ² /s	1 St = 1 cm ² /s	1 St = 10 ⁻³ m ² /s
20	Napięcie powierzchniowe niuton na metr N/m	niuton na metr dyna na centymetr	N/m dyn/cm	niuton na metr miliniuton na metr	N/m mN/m	1 dyn/cm = 1 mN/m	1 dyn/cm = 10 ⁻³ N/m

1	2	3	4	5	6	7	8
21	Praca, energia dżul J	dżul kilowatogodzina koniogodzina litroatmosfera	J kW·h KM·h l·atm	dżul kilowatogodzina megadżul megadżul kilodżul	J kW·h MJ MJ kJ	1 kW·h = 3,6 MJ 1 KM·h ≈ 2,647795 MJ 1 l·atm = 1,013278 · 10 ⁻¹ kJ	1 kW·h = 3,6 · 10 ⁶ J 1 KM·h ≈ 2,647795 · 10 ⁶ J 1 l·atm = 1,013278 · 10 ⁶ J
22	Moc, strumień energii wat W	megawat wat kilogram-siła razy metr na sekundę, kilopondometr na sekundę koń mechaniczny erg na sekundę	MW W kG·m/s kp·m/s KM erg/s	megawat wat wat kilowat mikrowat	MW W W kW μW	1 kG·m/s = 1 kp·m/s = 0,980665 · 10 ⁻¹ W 1 KM = 0,73549875 kW 1 erg/s = 0,1 μW	1 MW = 10 ⁶ W 1 kG·m/s = 1 kp·m/s = 0,980665 · 10 ⁻¹ W 1 KM = 0,73549875 · 10 ³ W 1 erg/s = 10 ⁻⁷ W
23	Temperatura, różnica temperatur kelwin K	kelwin stopień Celsjusza stopień Kelwina	K °C °K	kelwin ⁴⁾ stopień Celsjusza ⁵⁾ kelwin	K °C K		dla różnicy temperatur 1°C = 1K
24	Energia cieplna, ciepło, ilość ciepła dżul J	dżul kaloria (międzynarodowa)	J cal	dżul dżul	J J	1 cal = 0,41868 · 10 ⁻¹ J	1 cal/min = 0,6978 · 10 ⁻¹ W
25	Strumień ciepły, moc strumienia ciepłego, moc cieplna wat W	wat kaloria na sekundę kaloria na minutę kiloKaloria na godzinę	W cal/s cal/min kcal/h	wat wat miliwat wat	W W mW W	1 cal/s = 0,41868 · 10 ⁻¹ W 1 cal/min = 0,6978 · 10 ⁻² mW 1 kcal/h = 1,163 W	1 cal/min = 0,6978 · 10 ⁻¹ W

1	2	3	4	5	6	7	8
26	Gęstość strumienia ciepłego wat na metr kwadratowy W/m^2	wat na metr kwadratowy kaloria na centymetr kwadratowy i sekundę kilotkaloria na metr kwadratowy i godzinę	W/m^2 cal/(cm ² ·s) kcal/(m ² ·h)	wat na metr kwadratowy kilowat na metr kwadratowy wat na metr kwadratowy	W/m^2 kW/m ² W/m ²	na centymetral/(cm ² ·s) $= 0,41868 \cdot 10^3$ kW/m ² 1 kcal/(m ² ·h) = 1,163 W/m ²	10^3 s kilowat na metr kwadratowy $\cdot 10^3$ W/m ²
27	Przewodność cieplna właściwa, współczynnik przewodzenia ciepłego wat na metr i kelwin $W/(m \cdot K)$	wat na metr i kelwin kaloria na centymetr, sekundę i stopień	$W/(m \cdot K)$ cal/(cm·s·deg)	wat na metr i kelwin kilowat na metr i kelwin kilowat na metr i stopień Celsjusza	$W/(m \cdot K)$ kW/(m·K) kW/(m·K)	1 cal/(cm·s·deg) = 0,41868 kW/(m·K) 1 cal/(cm·s·deg) = 0,141868 kW/(m·°C)	1 cal/(cm·s·deg) = 0,41868 W/(m·K) $= 0,41868 \cdot 10^3$ W/(m·K) 1 cal/(cm·s·deg) = 0,41868 W/(m·°C) $= 0,41868 \cdot 10^3$ W/(m·°C)
28	Przejmowalność energii cieplnej, współczynnik przewodzenia (przenikania) ciepła wat na metr kwadratowy i kelwin $W/(m^2 \cdot K)$	wat na metr kwadratowy i kelwin kaloria na centymetr kwadratowy, sekundę i stopień	$W/(m^2 \cdot K)$ cal/(cm ² ·s·deg)	wat na metr kwadratowy i kelwin kilowat na metr kwadratowy i kelwin kilowat na metr kwadratowy i stopień Celsjusza	$W/(m^2 \cdot K)$ kW/(m ² ·K) kW/(m ² ·K)	1 cal/(cm ² ·s·deg) = 0,41868 kW/(m ² ·K) 1 cal/(cm ² ·s·deg) = 0,141868 kW/(m ² ·°C)	1 cal/(cm ² ·s·deg) = 0,41868 W/(m ² ·K) $\cdot 10^3$ W/(m ² ·K) 1 cal/(cm ² ·s·deg) = 0,41868 W/(m ² ·°C) $= 0,41868 \cdot 10^3$ W/(m ² ·°C)
29	Współczynnik przewodzenia temperatury metr kwadratowy na sekundę m^2/s	metr kwadratowy na godzinę centymetr kwadratowy na sekundę metr kwadratowy na sekundę	m^2/h cm ² /s m ² /s	metr kwadratowy na godzinę centymetr kwadratowy na sekundę metr kwadratowy na sekundę	m^2/h cm ² /s m ² /s		1 m ² /h = 1/3600 m ² /s ≈ 2,77778 · 10 ⁻⁴ m ² /s 1 cm ² /s = 10 ⁻⁴ m ² /s

1	2	3	4	5	6	7	8
30	Pojemność cieplna dżuł na kelwin J/K	kaloria na stopień dżuł na kelwin	cal/deg J/K	dżuł na kelwin dżuł na stopień Celsjusza dżuł na kelwin	J/K J/°C J/K	1 cal/deg = = 0,41868 · 10 J/K 1 cal/deg = = 0,41868 · 10 J/°C	1 cal/deg = 0,41868 · 10 J/K 1 cal/deg = 0,41868 · 10 J/°C
31	Ciepło właściwe dżuł na kilogram i kelwin J/(kg·K)	dżuł na kilogram i kelwin kaloria na gram i stopień	J/(kg·K) cal/(g·deg)	dżuł na kilogram i kelwin kilodżuł na kilogram i kelwin kilodżuł na kilogram i stopień Celsjusza	J/(kg·K) kJ/(kg·K) kJ/(kg·°C)	1 cal/(g·deg) = = 0,41868 · 10 kJ/(kg·K) 1 cal/(g·deg) = = 0,41868 · 10 kJ/(kg·°C)	1 cal/(g·deg) = 0,41868 · 10 ⁴ J/(kg·K) 1 cal/(g·deg) = 0,418 · 10 ⁴ J/(kg·°C)
32	Entropia dżuł na kelwin J/k	dżuł na kelwin kaloria na stopień kelwina	J/K cal/°K	dżuł na kelwin dżuł na kelwin	J/K J/K	1 cal/°K = = 0,41868 · 10 J/K	
33	Entropia właściwa dżuł na kilogram i kelwin J/(kg·K)	dżuł na kilogram i kelwin kaloria na gram i stopień kelwina	J/(kg·K) cal/(g·°K)	dżuł na kilogram i kelwin dżuł na kilogram i kelwin	J/(kg·K) J/(kg·K)	1 cal/(g·°K) = = 0,41868 · 10 ³ J/(kg·K)	
34	Wewnętrzna energia właściwa, entalpia właściwa dżuł na kilogram J/kg	dżuł na kilogram kaloria na gram	J/kg cal/g	dżuł na kilogram kilodżuł na kilogram	J/kg kJ/kg	1 cal/g = = 0,41868 · 10 kJ/kg	1 cal/g = 0,41868 · 10 ⁴ J/kg
35	Ciepło spalania, wartość opalowa dżuł na kilogram J/kg	dżuł na kilogram kilokaloria na kilogram	J/kg kcal/kg	dżuł na kilogram kilodżuł na kilogram	J/kg kJ/kg	1 kcal/kg = = 0,41868 · 10 kJ/kg	1 kcal/kg = 0,41868 · 10 ⁴ J/kg

1	2	3	4	5	6	7	8
36	Prąd elektryczny, natężenie prądu elektrycznego amper A	amper kiloamper miliamper mikroamper nanoamper	A kA mA μ A nA	amper kiloamper miliamper mikroamper nanoamper	A kA mA μ A nA		1 kA = 10^3 A 1 mA = 10^{-3} A 1 μ A = 10^{-6} A 1 nA = 10^{-9} A
37	Ładunek elektryczny kulomb C	kulomb amperogodzina	C A · h	kulomb amperogodzina kilokulomb	C A · h kC	1 A · h = 3,6 kC	
38	Napięcie elektryczne, różnica potencjałów elektrycznych, siła elektromotoryczna wolt V	wolt kilowolt miliwolt mikrowolt	V kV mV μ V	wolt kilowolt miliwolt mikrowolt	V kV mV μ V		1 kV = 10^3 V 1 mV = 10^{-3} V 1 μ V = 10^{-6} V
39	Pole elektryczne, natężenie pola elektrycznego wolt na metr V/m	wolt na metr miliwolt na centymetr	V/m mV/cm	wolt na metr wolt na metr	V/m V/m	1 mV/cm = 0,1 V/m	
40	Pojemność elektryczna farad F	farad mikrofarad pikofarad	F μ F pF	farad mikrofarad pikofarad	F μ F pF		1 μ F = 10^{-6} F 1 pF = 10^{-12} F
41	Gęstość prądu elektrycznego amper na metr kwadratowy A/m ²	amper na metr kwadratowy amper na centymetr kwadratowy	A/m ² A/cm ²	amper na metr kwadratowy kiloamper na metr kwadratowy amper na centymetr kwadratowy	A/m ² kA/m ² A/cm ²	1 A/cm ² = 10 kA/m ² = 10 kA/m ²	1 A/cm ² = 10^4 A/m ²

1	2	3	4	5	6	7	8
42	Pole magnetyczne, natężenie pola magnetycznego amper na metr A/m	amper na metr amper na centymetr	A/m A/cm	amper na metr kiloamper na metr amper na centymetr	A/m kA/m A/cm	1 A/cm = = 0,1 kA/m	1 A/cm = 10 ² A/m
43	Opór elektryczny, rezystancja oporność om Ω	megaom kiloom om miliom mikroom	MΩ kΩ Ω mΩ μΩ	megaom kiloom om miliom mikroom	MΩ kΩ Ω mΩ μΩ		
44	Moc (czynna) wat W	kilowat wat miliwat	kW W mW	kilowat wat miliwat	kW W mW		1 kW = 10 ³ W 1 mW = 10 ⁻³ W
45	Energia-praca (czynna) dżul J	dżul watosekunda kilowatogodzina	J W·s kW·h	dżul dżul kilowatogodzina	J J kW·h	1 W·s = 1 J	1 kW·h = 0,36·10 ⁷ J
46	Natężenie napromieniowania wat na metr kwadratowy W/m ²	wat na metr kwadratowy kaloria na centymetr kwadratowy i minutę erg na centymetr kwadratowy i sekundę	W/m ² cal/(cm ² ·min) erg/(cm ² ·s)	wat na metr kwadratowy kilowat na metr kwadratowy miliwat na metr kwadratowy	W/m ² kW/m ² mW/m ²	1 cal/(cm ² ·min) = = 0,6978 kW/m ² 1 erg/(cm ² ·s) = = 1 mW/m ²	1 cal/(cm ² ·min) = 6978,10 ⁻¹ W/m ² 1 erg/(cm ² ·s) = 10 ⁻³ W/m ²
47	Strumień świetlny lumen lm	lumen	lm	lumen	lm		
48	Ilość światła lumenosekunda lm·s	lumenosekunda lumenogodzina	lm s lm·h	lumenosekunda lumenogodzina	lm·s lm·h	1 ml·h = 0,36·10 klm·s	1 lm·h = 0,36·10 ⁴ lm·s

1	2	3	4	5	6	7	8
49	Luminacja kandela na metr kwadratowy cd/m ²	kandela na metr kwadratowy nit	cd/m ² nt	kandela na metr kwadratowy kandela na metr kwadratowy	cd/m ² cd/m ²	1 nt = 1 cd/m ²	
50	Natężenie oświetle- nia, egzystancja luku, lx	luku fot	lx ph	luku kiloluku	lx klx	1 ph = 10 ⁴ lx	
51	Nasświetlenie luksosekunda lx·s	luksosekunda	lx·s	luksosekunda	lx·s		
52	Zdolność skupiająca układu optycznego, metr do potęgi minus pierwszej m ⁻¹	metr do potęgi minus pierwszej dioptria	m ⁻¹ δ	metr do potęgi minus pierwszej dioptria	m ⁻¹	1 δ = 1 dioptria	1 dioptria = 1 m ⁻¹
53	Emitacja światła lumen na metr kwadratowy lm/m ²	lumen na metr kwadratowy	lm/m ²	lumen na metr kwadratowy	lm/m ²		
54	Prędkość objęto- ściowa akustyczna, metr sześcienny na sekundę m ³ /s	metr sześcienny na sekundę centymetr sześci- enny na sekundę	m ³ /s cm ³ /s	metr sześcienny na sekundę centymetr sześci- enny na sekundę	m ³ /s cm ³ /s	1 cm ³ /s = 10 ⁻⁶ m ³ /s	
55	Opór akustyczny, paskalosekunda na metr sześcienny Pa·s/m ³	paskalosekunda na metr sześcienny om akustyczny	Pa·s/m ³ dyn· s/cm ⁶	paskalosekunda na metr sześcienny kilopaskalosekunda na metr sześcienny	Pa·s/m ³ kPa· s/m ³	1 dyn·s/cm ⁶ = = 10 ² kPa·s/m ³	1 dyn·s/cm ⁶ = 10 ² Pa·s/m ³

1	2	3	4	5	6	7	8
56	Natężenie dźwięku wat na metr kwadratowy W/m^2	wat na metr kwadratowy wat na centymetr kwadratowy erg na sekundę i centymetr kwadratowy	W/m^2 W/cm^2 erg/(s·cm ²)	wat na metr kwadratowy kilowat na metr kwadratowy miliwat na metr kwadratowy	W/m^2 kW/m^2 mW/m^2	$1 W/cm^2 = 10^4 W/m^2$ $= 10 kW/m^2$ $1 erg/(s \cdot cm^2) = 1 mW/m^2$	$1 W/cm^2 = 10^4 W/m^2$ $1 erg/(s \cdot cm^2) = 10^{-3} W/m^2$
57	Moc akustyczna, strumień energii akustycznej wat W	wat erg na sekundę	W erg/s	wat mikrowat	W μW	$1 erg/s = 10^{-1} \mu W$	$1 erg/s = 10^{-7} W$
58	Poziom mocy akustycznej, poziom natężenia dźwięku	decybel	dB	decybel	dB		
59	Poziom głośności głośność, subiektywne natężenie dźwięku	fon	fon	fon	fon		
60	Liczność materii, ilość substancji mol mol	mol kilomol	mol kmol	mol kilomol	mol kmol	$1 kmol = 10^3 mol$	
61	Masa molowa kilogram na mol kg/mol	kilogram na mol gram na mol	kg/mol g/mol	kilogram na mol gram na mol	kg/mol g/mol	$1 g/mol = 10^{-3} kg/mol$	
62	Objętość molowa metr sześcienny na mol m^3/mol	metr sześcienny na mol	m^3/mol	metr sześcienny na mol	m^3/mol		

1	2	3	4	5	6	7	8
63	Energia wewnętrzna mowa, molowe ciepło przemiany, potencjał chemiczny składnika	dżul na mol	J/mol	dżul na mol	J/mol		
64	Energia	elektronowolt	eV	elektronowolt	eV	$1 \text{ eV} \approx 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ J}$	
65	Gęstość strumienia energii	wat na metr kwadratowy elektronowolt na centymetr kwadratowy i sekundę	W/m^2 eV/($\text{cm}^2 \cdot \text{s}$)	wat na metr kwadratowy elektronowolt na centymetr kwadratowy i sekundę	W/m^2 eV/($\text{cm}^2 \cdot \text{s}$)		$1 \text{ eV}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s}) \approx 1,60219 \cdot 10^{-16} \text{ W/m}^2$
66	Aktywność ciała promieniotwórczego, aktywność bekerel	bekerele sekunda do potęgi minus pierwszej kiur	Bq s^{-1} Ci	bekerele bekerele gigabekerele	Bq Bq GBq	$1 \text{ s}^{-1} = 1 \text{ Bq}$ $1 \text{ Ci} = 37 \text{ GBq}$	$\text{Ci} = 0,37 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$
67	Dawka ekspozycyjna, ekspozycja kulomb na kilogram	kulomb na kilogram rentgen	C/kg R	kulomb na kilogram mikukulomb na kilogram	C/kg mC/kg	$1 \text{ R} = 0,258 \text{ mC/kg}$	$1 \text{ R} = 0,258 \cdot 10^{-3} \text{ C/kg}$
68	Dawka pochłonięta kerma, grej Gy	grej rad	Gy rad, rd	grej grej centygrej	Gy Gy cGy	$1 \text{ rad} = 0,01 \text{ Gy}$ $1 \text{ rad} = 1 \text{ cGy}$	

Uwagi

1) Hektar (ha) stosuje się do wyrażania powierzchni gruntów.

2) Litr (l) i jego wielokrotności i podwielokrotności stosuje się do wyrażania objętości płynów i ciał sypkich; nie należy ich stosować do wyrażania wyników pomiarów o dużej dokładności.

3) Ciężar właściwy (N/m^3) służy do określenia charakterystyki ciał (surowców, materiałów, produktów itp.). Zamiast ciężaru właściwego należy w zasadzie używać gęstości (kg/m^3).

4) Kelwin (K) stosuje się do wyrażania temperatury termodynamicznej T i różnicy temperatur.

5) Stopień Celsjusza ($^{\circ}\text{C}$) stosuje się do wyrażania temperatury Celsjusza i różnicy temperatur. $\{t\}_{^{\circ}\text{C}} = \{T\}_{\text{K}} - 273,15$.

Nazwy jednostek miar pisze się małymi literami; w druku — czcionką prostą. Nazwy jednostek miar odmienia się według zasad deklinacji polskiej. Jeżeli są one pochodzenia obcojęzycznego pisze się fonetycznie lub spolszczone, np. niuton, kelwin, wat, kiur, dżul.

Nazwy proste jednostek miar występujące w nazwie złożonej łączy się za pomocą łączników, wyrażających odpowiednio mnożenie lub dzielenie. Mnożenie w nazwie wyrażającej iloczyn jednostek miar lub w części nazwy stanowiącej licznik ułamka, wyraża się przez: „o” lub „razy”, przy czym łącznik „razy” stosuje się tylko wtedy, gdy zastosowanie łącznika „o” prowadzi do niejednoznaczności lub nie jest pożądane ze względów fonetycznych. np. niutonometr, woltoamperosekunda, kolumb razy metr kwadratowy na wolt, kilogram-siła razy metr. Dzielenie wyraża się przez: „na” np. metr na sekundę, dżul na kelwin.

Mnożenie występujące po dzieleniu (w mianowniku ułamka) wyraża się przez:

1) „i” gdy poprzedza ostatnią nazwę prostą występującą w nazwie złożonej (również gdy w mianowniku występują tylko 2 nazwy proste jednostek miar),

2) „,” (przecinek) rozdzielający kolejne nazwy proste występujące w mianowniku, z wyjątkiem wypadku wymienionego w punkcie 1,

3) „o” — gdy przez zastosowanie tego łącznika uzyskuje się złożoną nazwę jednostki miary. Przykładem mnożenia występującego po dzieleniu jest dżul na kilogram i kelwin, kaloria na metr, sekundę i kelwin; kilogram na kilowatogodzinę.

Oznaczenie jednostki miary pisze się bez kropki na końcu; w druku — czcionką prostą. Jeżeli nazwa jednostki miary pochodzi od imienia własnego, wtedy oznaczenie pisze się (rozpoczyna) wielką literą, np. N, K, J. Natomiast oznaczenia innych jednostek miar pisze się małą literą, np. m, s, cal.

Oznaczenia złożone można wyrażać:

1) w postaci zwykłego ułamka z kreską ułamkową skośną; w tym wypadku mianownik zawierający więcej niż jedno oznaczenie proste jednostki miary ujmuje się w nawias,

$$\text{np. } m/s^2; N \cdot s/m^2; J/(kg \cdot K);$$

2) w postaci zwykłego ułamka z kreską ułamkową poziomą,

$$\text{np. } \frac{m}{s^2}; \frac{N \cdot s}{m^2}; \frac{J}{kg \cdot K};$$

3) w postaci iloczynu potęg jednostek miar, z zachowaniem kolejności oznaczeń według nazwy jednostki miary,

$$\text{np. } m \cdot s^{-2}; Pa \cdot s; J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1};$$

W oznaczeniu złożonym mnożenie oznacza się kropką rozdzielającą oznaczenia składowe proste. Oznaczenia wymienione w tabeli II, których budowa lub pisownia nie odpowiada zasadom określonym powyżej, są następujące: koń mechaniczny (KM), elektronowolt (eV), kilogram-siła (kG), milimetr słupa wody (mmH₂O), milimetr słupa rtęci (mmHg), stopień (...°), minuta (...'), sekunda (...''), rok (r.), stopień Celsjusza (°C), angstrom (Å), procent (%), promil (‰).

Na szczególną uwagę zasługuje fakt wprowadzenia nazwy i oznaczenia jednostki SI temperatury — kelwin (K), zamiast stopień Kelwina ($^{\circ}\text{K}$); obok tej jednostki temperatury za jednostkę legalną nie należącą do układu SI uznano również stopień Celsjusza ($^{\circ}\text{C}$). Zatem nie przewiduje się zmiany dotychczas powszechnie stosowanego sposobu wyrażania temperatury jako temperatury Celsjusza t , w stopniach Celsjusza (Kałużsko i Szamotulski 1978).

Pracownia Fotosyntezy, Zakład Fizjologii Roślin PAN, 31-016 Kraków, ul. Sławkowska 17

LITERATURA

- Dziennik Ustaw Nr 23/1966. *Ustawa z dnia 17. VI. 1966 r o miarach i narzędziach pomiarowych.*
- Dziennik Ustaw Nr 35/1975. *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 17. X. 1975 r. w sprawie ustalenia legalnych jednostek miar.*
- Monitor Polski Nr 4/1976. *Zarządzenie Prezesa PKNiM z dnia 5. I. 1976 r. w sprawie ustalenia definicji, nazw i oznaczeń jednostek miar.*
- Dziennik Normalizacji i Miar Nr 15/1976. *Zarządzenie Prezesa PKNiM z dnia 24.V.1976 r. w sprawie ustalenia ogólnego programu wprowadzania jednostek miar Międzynarodowego Układu Jednostek (SI), do stosowania w gospodarce narodowej.*
- *Wytyczne Prezesa PKNiM z dnia 12. VI. 1976 r. w sprawie wprowadzenia jednostek miar Międzynarodowego Układu Jednostek (SI) do stosowania w gospodarce narodowej i opracowania programów resortowych tego procesu.*
- Chmielewski H., 1979. *Międzynarodowy Układ Jednostek Miar — SI.* Wyd. Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, str. 168.
- Kałużsko D., Szamotulski J. W., 1978. *SI — Legalne jednostki miar — podstawowe przepisy prawne i komentarz.* Wyd. Normalizacyjne, Warszawa, str. 72.
- Massalski J. M., Studnicki J., 1971. *Międzynarodowy Układ Jednostek Miar — SI.* PWN, Warszawa, str. 142.
- Tomaszewski A., 1978. *Podstawy nowoczesnej metrologii.* Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa, str. 307.