

Central Office of Measures

<https://www.gum.gov.pl/en/knowledge-transfer/education/240,Other-subjectseducation.html>
27.04.2024, 20:35

Other subjects/education

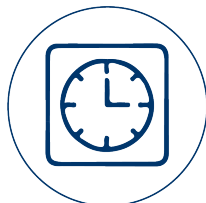
Published by: Adam Żeberkiewicz



**Learn more about the Central Office of Measures
read the [GUM Guide](#)**



Use the mobile app Czas GUM (Time of the [GUM](#))



[Explore the possibilities of a time-synchronization service](#)

Experiment - spontaneous synchronization:

Experiment - Figures of Chladni ([wiki](#)):

Tables of the International System of Units SI, adopted by the General Conference of Weights and Measures (CGPM), which approved its units, together with their names and designations and prefixes for the purpose of creating multiples and submultiples of basic units and their rules of application.

The tables are also included in the downloadable pdf files.

2.2. OBJAŚNIENIA DEFINICJI JEDNOSTEK PODSTAWOWYCH SI

JEDNOSTKA PODSTAWOWA ORJAŚNIENIE DEFINICJI

amper
W definicji ampera występuje dokładna wartość liczebowa ładunku elementarnego. Ładunek elementarny jest stałą podstawową oznaczaną symbolem e . Wartość liczebowa tej stałej można zapisać wzorem: $e = 1,602\,176\,634 \times 10^{19}$ A s. Ponieważ ładunek elementarny wyrażony jest w jednostce A s do określenia ampera za pomocą stałych definiujących należy zastosować zarówno ładunek elementarny e , jak również częstotliwość czerewy $\Delta\nu_{\text{Cs}}$. Amper, w odniesieniu do ładunku elementarnego i częstotliwości czerewy, wyraża się w następujący sposób:

$$1 \text{ A} = \left(\frac{e}{1,602\,176\,634 \times 10^{19}} \right) \text{ s}^{-1}$$

co jest równe

$$1 \text{ A} = \frac{1}{(9\,192\,631\,770)(1,602\,176\,634 \times 10^{19})} \Delta\nu_{\text{Cs}} e = 6,789\,487 \times 10^9 \Delta\nu_{\text{Cs}} e$$

Jeden amper jest prądem elektrycznym odpowiadającym przepływowi $1/(1,602\,176\,634 \times 10^{19})$ ładunków elementarnych na sekundę.

kelwin
W definicji kelwina występuje dokładna wartość liczebowa stałej Boltzmanna. Stała Boltzmanna jest stałą fizykochemiczną oznaczaną symbolem k . Wartość liczebowa tej stałej można zapisać wzorem: $k = 1,380\,649 \times 10^{-23}$ kg m² s⁻² K⁻¹. Ponieważ stała Boltzmanna wyrażona jest w jednostce kg m² s⁻² K⁻¹ do określenia kelwina za pomocą stałych definiujących należy zastosować stałą Boltzmanna k , stałą Plancka h , jak również częstotliwość czerewy $\Delta\nu_{\text{Cs}}$. Kelwin, w odniesieniu do stałej Boltzmanna, stałej Plancka i częstotliwości czerewy, wyraża się w następujący sposób:

$$1 \text{ K} = \left(\frac{1,380\,649}{k} \right) \times 10^{23} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

co jest równe

$$1 \text{ K} = \frac{1,380\,649 \times 10^{23}}{(6,626\,070\,15 \times 10^{-34})(9\,192\,631\,770)} \frac{\Delta\nu_{\text{Cs}} h}{k} = 2,266\,665 \frac{\Delta\nu_{\text{Cs}} h}{k}$$

Jeden kelwin jest równy zmianie temperatury termodynamicznej, która skutkuje zmianą energii cieplnej 4J o $1,380\,649 \times 10^5 \text{ J}$.

mol
W definicji mola występuje dokładna wartość liczebowa stałej Avogadro. Stała Avogadro jest stałą fizykochemiczną oznaczaną symbolem N_A . Wartość liczebowa tej stałej można zapisać wzorem: $N_A = 6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ mol⁻¹. Mol, w odniesieniu do stałej Avogadro, wyraża się w następujący sposób:

$$1 \text{ mol} = \left(\frac{6,022\,140\,76 \times 10^{23}}{N_A} \right)$$

Jeden mol jest to ilość substancji układu zawierającego $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ określonych obiektów elementarnych.

kandela
W definicji kandelii występuje dokładna wartość liczebowa stałej światłości monochromatycznego promieniowania o częstotliwości 540×10^{12} Hz. Stała ta jest stałą techniczną oznaczaną symbolem K_{cd} . Wartość liczebowa tej stałej można zapisać wzorem: $K_{cd} = 683$ cd s kg⁻¹ m⁻². Ponieważ stała K_{cd} wyrażona jest w jednostce cd s kg⁻¹ m⁻² do określenia światłości za pomocą stałych definiujących należy zastosować stałą K_{cd} , stałą Plancka h i częstotliwość czerewy $\Delta\nu_{\text{Cs}}$. Światłość, w odniesieniu do stałej K_{cd} , stałej Plancka i częstotliwości czerewy, wyraża się w następujący sposób:

$$1 \text{ cd} = \left(\frac{K_{cd}}{683} \right) \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3} \text{ sr}^{-1}$$

co jest równe

$$1 \text{ cd} = \frac{1}{(6,626\,070\,15 \times 10^{-34})(9\,192\,631\,770)} K_{cd} (\Delta\nu_{\text{Cs}})^3 h K_{cd} = 2,614\,830 \times 10^9 (\Delta\nu_{\text{Cs}})^3 h K_{cd}$$

Jedną kandela jest światłość, w danym kierunku, źródła emitującego promieniowanie o częstotliwości 540×10^{12} Hz przy natężeniu promieniowania w tym kierunku równym $1/683 \text{ W sr}^{-1}$.



3. JEDNOSTKI POCHODNE SI, WYRAŻONE ZA POMOCĄ JEDNOSTEK PODSTAWOWYCH SI (PRZYKŁADY)

Jednostki pochodne wyrażane są jako iloczyn potęg jednostek podstawowych. Jeżeli współczynniki liczbowe tego iloczynu wynoszą jeden, jednostka pochodna nazywana jest jednostką spójną.

WIELKOŚĆ	NAZWA	SYMBOL	JEDNOSTKA
powierzchnia	metr kwadratowy	m ²	
objętość	metr sześcienny	m ³	
prędkość	metr na sekundę	m s ⁻¹	
przyspieszenie	metr na sekundę kwadrat	m s ⁻²	
liczba filowa	metr do potęgi minus pierwszej	m ⁻¹	
gęstość	kilogram na metr sześcienny	kg m ⁻³	
gęstość powierzchniowa	kilogram na metr kwadratowy	kg m ⁻²	
objętość właściwa	metr sześcienny na kilogram	m ³ kg ⁻¹	
gęstość prądu	amper na metr kwadratowy	A m ⁻²	
natężenie pola magnetycznego lub liniowa gęstość prądu	amper na metr	A m ⁻¹	
gęstość molowa	mol na metr sześcienny	mol m ⁻³	
stężenie masowe	kilogram na metr sześcienny	kg m ⁻³	
luminancja	kandela na metr kwadratowy	cd m ⁻²	
działanie, moment pędu	kilogram metr kwadratowy na sekundę	kg m ² s ⁻¹	
natężenie napromienienia fotonów	odwrotność sekundy na metr kwadratowy	s ⁻¹ m ⁻²	

4. PRZEDROSTKI SI DO WYRAŻANIA DZIESIĘTYCH WIELOKROTNOŚCI I PODWIELOKROTNOŚCI JEDNOSTEK PODSTAWOWYCH I JEDNOSTEK POCHODNYCH SI

PRZEDROSTEK NAZWA SYMBOL	CZNNIK	PRZEDROSTEK NAZWA SYMBOL	CZNNIK
jotta	1 000 000 000 000 000 000 000 = 10 ⁻³¹	decy	d = 0,1 = 10 ⁻¹
zetta	1 000 000 000 000 000 000 000 = 10 ⁻²¹	centy	c = 0,01 = 10 ⁻²
eksa	1 000 000 000 000 000 000 000 = 10 ⁻¹⁸	milij	m = 0,001 = 10 ⁻³
petta	1 000 000 000 000 000 000 = 10 ⁻¹⁵	mikro	μ = 0,000 001 = 10 ⁻⁶
tera	1 000 000 000 000 000 = 10 ⁻¹²	nano	n = 0,000 000 001 = 10 ⁻⁹
giga	1 000 000 000 000 = 10 ⁻⁹	piko	p = 0,000 000 000 001 = 10 ⁻¹²
mega	1 000 000 = 10 ⁻⁶	femto	f = 0,000 000 000 000 001 = 10 ⁻¹⁵
kilo	1 000 = 10 ⁻³	atto	a = 0,000 000 000 000 000 001 = 10 ⁻¹⁸
hekto	100 = 10 ⁻²	zepto	z = 0,000 000 000 000 000 000 001 = 10 ⁻²¹
deka	10 = 10 ⁻¹	jokto	y = 0,000 000 000 000 000 000 000 001 = 10 ⁻²⁴



5. JEDNOSTKI POCHODNE SI O NAZWACH I SYMBOLACH SPECJALNYCH

Niektóre jednostki pochodne, ze względu na ich częste stosowanie i skomplikowane wyrażenie w jednostkach podstawowych, mają przyznanne własne nazwy i symbole

WIELKOŚĆ	JEDNOSTKA		WYRAŻENIE W JEDNOSTKACH SI	
	NAZWA	SYMBOL	PODSTAWOWYCH	POCHODNYCH
kąty płaski	radian	rad	$m^0 m^0 = 1$	
kąty bryłowy	steradian	sr	$m^2 m^0 = 1$	
częstotliwość	herc	Hz	s^{-1}	
siła	niuton	N	$kg\ m\ s^{-2}$	
ciśnienie, napięcie	paskal	Pa	$kg\ m^{-1}\ s^{-2}$	$N\ m^{-2}$
energia, praca, ilość ciepła	dżul	J	$kg\ m^2\ s^{-2}$	$N\ m$
moc, strumień promieniowania, strumień promienisty, moc promieniowania	wat	W	$kg\ m^2\ s^{-3}$	$J\ s^{-1}$
ilość elektryczności, ładunek elektryczny	kulomb	C	A s	
potencjał elektryczny, różnica potencjałów, napięcie elektryczne, siła elektromotoryczna	wolt	V	$kg\ m^2\ s^{-3}\ A^{-1}$	$W\ A^{-1}$
pojemność elektryczna	farad	F	$kg^{-1}\ m^{-2}\ s^4\ A^2$	$C\ V^{-1}$
rezystancja, opór elektryczny	om	Ω	$kg\ m^2\ s^{-3}\ A^{-2}$	$V\ A^{-1}$
konduktancja	simens	S	$kg^{-1}\ m^{-2}\ s^4\ A^3$	$A\ V^{-1}$
strumień magnetyczny	weber	Wb	$kg\ m^2\ s^{-2}\ A^{-1}$	$V\ s$
indukcja magnetyczna	tesla	T	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$	$Wb\ m^{-2}$
indukcyjność	henry	H	$kg\ m^2\ s^{-2}\ A^{-2}$	$V\ s\ A^{-1}$
temperatura Celsjusza	stopień Celsjusza	$^{\circ}C$	K	
strumień świetlny	lumen	lm	cd sr	
napięcie oświetlenia	luks	lx	cd sr m $^{-2}$	lm m $^{-2}$
aktywność (radionuklidu)	bekerel	Bq	s^{-1}	
dawka pochłonięta, energia przekazana właściwu, kerma, wskaźnik dawki pochłoniętej	gray	Gy	$m^2\ s^{-2}$	$J\ kg^{-1}$
równoważnik dawki pochłoniętej	siwert	Sv	$m^2\ s^{-2}$	$J\ kg^{-1}$
aktywność katalityczna	katal	kat	mol s^{-1}	



6. JEDNOSTKI POCHODNE SI, KTÓRYCH NAZWY I SYMBOLE ZAWIERAJĄ JEDNOSTKI POCHODNE SI POSIADAJĄCE WŁASNE NAZWY I SYMBOLE (PRZYKŁADY)

WIELKOŚĆ	JEDNOSTKA		WYRAŻENIE W JEDNOSTKACH PODSTAWOWYCH SI
	NAZWA	SYMBOL	
łepkość dynamiczna	paskal razy sekunda	Pa s	$kg\ m^{-1}\ s^{-1}$
moment siły	niuton razy metr	N m	$kg\ m^2\ s^{-2}$
napięcie powierzchniowe	niuton na metr	$N\ m^{-1}$	$kg\ s^{-2}$
prędkość kątowna	radian na sekundę	$rad\ s^{-1}$	$m\ s^{-1}\ m^{-1}\ s^{-1}$
przyspieszenie kątowne	radian na sekundę kwadrat	$rad\ s^{-2}$	$m\ s^{-2}\ m^{-1}\ s^{-2}$
napięcie strumienia ciepłego, napięcie strumienia świetlnego	wat na metr kwadratowy	$W\ m^{-2}$	$kg\ s^{-3}$
pojemność ciepła, entropia	dżul na kelwin	$J\ K^{-1}$	$kg\ m^2\ s^{-2}\ K^{-1}$
ciepło właściwe, entropia właściwa	dżul na kilogram i kelwin	$J\ kg^{-1}\ K^{-1}$	$m^2\ s^{-2}\ K^{-1}$
energia właściwa	dżul na kilogram	$J\ kg^{-1}$	$m^2\ s^{-2}$
przewodnictwo ciepłe właściwe	wat na metr i kelwin	$W\ m^{-1}\ K^{-1}$	$kg\ m\ s^{-3}\ K^{-1}$
gęstość energii	dżul na metr sześcienny	$J\ m^{-3}$	$kg\ m^{-1}\ s^{-2}$
napięcie pola elektrycznego	wolt na metr	$V\ m^{-1}$	$kg\ m\ s^{-3}\ A^{-1}$
gęstość ładunku elektrycznego	kulomb na metr sześcienny	$C\ m^{-3}$	$A\ s\ m^{-3}$
powierzchniowa gęstość ładunku, indukcja elektryczna, polaryzacja dielektryczna	kulomb na metr kwadratowy	$C\ m^{-2}$	$A\ s\ m^{-2}$
przenikalność elektryczna (bezwzględna)	farad na metr	$F\ m^{-1}$	$kg^{-1}\ m^{-3}\ s^4\ A^2$
przenikalność magnetyczna (bezwzględna)	henry na metr	$H\ m^{-1}$	$kg\ m\ s^{-2}\ A^{-2}$
energia molowa	dżul na mol	$J\ mol^{-1}$	$kg\ m^2\ s^{-2}\ mol^{-1}$
entropia molowa, molowe ciepło właściwe	dżul na mol i kelwin	$J\ K^{-1}\ mol^{-1}$	$kg\ m^2\ s^{-2}\ mol^{-1}\ K^{-1}$
dawka ekspozycyjna (promieniowanie X i γ)	kulomb na kilogram	$C\ kg^{-1}$	$A\ s\ kg^{-1}$
moc dawki pochłoniętej	gray na sekundę	$Gy\ s^{-1}$	$m^2\ s^{-3}$
napięcie promieniowania	wat na steradian	$W\ sr^{-1}$	$kg\ m^2\ s^{-3}$
luminancja energetyczna	wat na metr kwadratowy i steradian	$W\ sr\ m^{-2}$	$kg\ s^{-3}$
gęstość aktywności katalitycznej	katal na metr sześcienny	$kat\ m^{-3}$	$m^3\ mol\ s^{-1}$



7. JEDNOSTKI MIAR NIEALIZUJĄCE DO SI DOPUSZCZONE DO STOSOWANIA WRAZ Z JEDNOSTKAMI SI

Jednostki spora SI dopuszczone do użytku razem z jednostkami SI
ze względu na powszechność użycia, uwarunkowania kulturowe lub historyczne

7.1. Jednostki spora SI dopuszczone do użytku z jednostkami SI

WIELKOŚĆ	JEDNOSTKA		WARTOŚĆ W JEDNOSTKACH SI
	NAZWA	SYMBOL	
czas	minuta	min	1 min = 60 s
	godzina	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	doba	d	1 d = 24 h = 86 400 s
odległość	jednostka astronomiczna	au	1 au = 149 597 870 700 m
	stopień	°	1° = (π/180) rad
kąty płaskie	minuta	'	1' = (1/60)° = (π/10 800) rad
	sekunda	"	1" = (1/3600)° = (π/648 000) rad
	gon (grad)	gon	1 gon = (π/200) rad
	hektar	ha	1 ha = 10 ⁴ m ²
objętość	litr	l, L	1 l = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
	tona	t	1 t = 10 ³ kg
masa	jednostka masy atomowej	u	1 u = 1,660 539 040 (20) × 10 ⁻²⁷ kg <small>1 u jest równy 1/12 masy spoczynkowej izotopu atomu węgla ¹²C w stanie podstawowym</small>
	elektronwolt	eV	1 eV = 1,602 176 634 × 10 ⁻¹⁹ J <small>1 eV to energia kinetyczna elektronu przyspieszonego w polu elektrycznym przez różnicę potencjałów 1 V</small>

7.2. Jednostki spora SI dopuszczone do użytku w wybranych dziedzinach

WIELKOŚĆ	JEDNOSTKA		WARTOŚĆ W JEDNOSTKACH SI
	NAZWA	SYMBOL	
ciśnienie	bar	bar	1 bar = 100 kPa = 10 ⁵ Pa
ciśnienie płynów ustrojowych	milimetr słupa rtęci	mmHg	1 mmHg = 133,322 Pa
długość	angstrzem	Å	1 Å = 0,1 nm = 10 ⁻¹⁰ m
odległość	mila morska	M	1 M = 1 852 m
powierzchnia (przekrojowa)	bar	b	1 b = 10 ⁻²⁸ m ²
prędkość	węzeł	kn	1 kn = (1 852/1 600) m/s



8. ZASADY ZAPISU WIELKOŚCI WYRAŻONYCH W JEDNOSTKACH SI

8.1. Pisownia przedrostków SI

1) Przedrostki odnoszą się wyłącznie i ściśle do potęg liczby 10 (a nie np. do potęg liczby 2).

Przykład: Jeden kilobit reprezentuje 1000 bitów, a nie 1024 bity.

2) Przedrostek musi być napisany bez spacji przed symbolem jednostki.

Przykład: Centymetr piszemy **cm**, a nie **cm**.

3) Nie wolno łączyć przedrostków.

Przykład: 10³ kg zapisujemy jako 1 Mg, a nie 1 **phg**.

4) Przedrostek nie może występować sam.

Przykład: 10³ / m³ nie można zapisać jako **G/m³**.

8.2. Pisownia nazw i symboli SI

1) Symbole jednostek piszemy małymi literami, z wyjątkiem pól:

• nazwa jednostki pochodzi od nazwiska osoby lub daty symboli rozpoznaje zdanie.

Przykład: Jednostkę kelwina zapisujemy za pomocą wielkiej litery K.

2) W liczbach i symbolach nie ulegają zmianie litery w języku angielskim nie dodajemy „s”.

3) Po symbolu jednostki nie występuje kropka, chyba że jest to koniec zdania.

4) Jednostki złożone, utworzone przez pomnożenie kilku jednostek, należy zapisywać stosując znak mnożenia w postaci kropki lub spacji pomiędzy symbolami jednostek.

Przykład: N m lub N·m

5) Jednostki złożone, utworzone przez podzielenie jednej jednostki przez inną, należy zapisywać z ukośnikiem lub z zastosowaniem ogólnego wykładnika.

Przykład: m/s lub m·s⁻¹

6) Jednostki złożone mogą zawierać tylko jeden ukośnik.

W skomplikowanych kombinacjach jednostek słownie jest użyte skrócenie lub ogólny wykładnik.

Przykład: m² lub m², ale nie **m²·m²**.

Przykład: m kg^{1/2} lub m kg^{0,5}, ale nie **m kg^{1/2}·A**, ani nie **m kg^{0,5}·A**.

7) Symbole muszą być oddzielone spacją od wartości liczbowej, która je poprzedza.

Przykład: 5 kg a nie **5kg**

Wyjątek:

Spacje pomiędzy wartością liczbową i symbolem jednostki pomija się jedynie w przypadku kąta płaskiego, jeśli jego wartość wyrażona jest w jednostkach: °, °' lub °". Poprawny byłoby więc zapis następujący 12°, 57' albo 24".

8) Nie należy mieszać symboli jednostek i nazw jednostek.

Przykład: Pięćset km a nie **km500**

8.3. Zasady zapisu liczb

1) Grupy trycyfrowe po obu stronach przecinka dziesiętnego należy oddzielić spacją. W liczbach trycyfrowych spację można pomijać. Nie można używać przecinków i kropek do oddzielania grup trycyfrowych.

Przykład: 29,653 258 695

2) Operacje matematyczne można stosować jedynie w odniesieniu do symboli jednostek, a nie w odniesieniu do nazw jednostek.

Przykład: kg/m³ a nie **kilogrammetr-osciesieniny**

3) Należy jasno wyrazić, do której wartości liczbowej odnoszą się dane symboli jednostki (do której wielkości stosuje się daną operację matematyczną).

Przykład: 35 cm × 48 cm, a nie **35-48 cm**

albo 100 g ± 2 g, a nie **100±2**

4) Międzynarodowy próżny symbol % (procent) może być stosowany wraz z SI. Oznacza on „część na sto”, a w trakcie pisania należy stosować symbol %, zamiast zapisu słownego „procent”. Należy zawsze zostawić odstęp pomiędzy liczbą a symbolem %.

Przykład: 0,5 %, a nie **0,5%**

9. LEGALNE JEDNOSTKI MIAR

Jednostki miar wymagane lub dopuszczone przepisami prawnymi.

Uwaga: Legalnymi jednostkami mogą być:

- jednostki SI,
- lub dostępne wielkości i ich podwielokrotności powstające poprzez użycie przedrostków SI,
- jednostki spora SI określone właściwymi przepisami prawnymi.

(definicja według Międzynarodowego Układu Terminów i Miar (Système International d'Unités))



MIĘDZYNARODOWY UKŁAD JEDNOSTEK MIAR (SI)

formalnie zdefiniowany i przyjęty przez Jedyną Generalną Konferencję Miar (CGPM) w 1960 roku, jest podstawą wyrażania pomiarów na wszystkich poziomach dokładności i we wszystkich obszarach nauki, techniki oraz we wszelkiej działalności.

1. JEDNOSTKI PODSTAWOWE SI

Siedem podstawowych jednostek SI stanowi odniesienie dla definiowania wszystkich jednostek SI

WIELKOŚĆ PODSTAWOWA	JEDNOSTKA PODSTAWOWA	SYMBOL JEDNOSTKI	DEFINICJA
czas	sekunda	S	sekunda , symbol s, jest to jednostka SI czasu. Jest ona zdefiniowana poprzez przyjęcie ustalonej wartości liczbowej częstotliwości czerwej, $\Delta\nu_{Cs}$, to jest częstotliwości nadobrotowego przejścia w atomie ceszu 133 w niezaburzonym stanie podstawowym, wynoszącej 9 192 631 770, wyrażonej w jednostce Hz, która jest równa s^{-1} .
długość	metr	m	metr , symbol m, jest to jednostka SI długości. Jest ona zdefiniowana poprzez przyjęcie ustalonej wartości liczbowej prędkości światła w próżni c , wynoszącej 299 792 458, wyrażonej w jednostce $m s^{-1}$, przy czym sekunda zdefiniowana jest za pomocą $\Delta\nu_{Cs}$.
masa	kilogram	kg	kilogram , symbol kg, jest to jednostka SI masy. Jest ona zdefiniowana poprzez przyjęcie ustalonej wartości liczbowej stałej Plancka h , wynoszącej $6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$, wyrażonej w jednostce $J s$, która jest równa $kg m^2 s^{-1}$, przy czym metr i sekunda zdefiniowane są za pomocą c i $\Delta\nu_{Cs}$.
prąd elektryczny	amper	A	amper , symbol A, jest to jednostka SI prądu elektrycznego. Jest ona zdefiniowana poprzez przyjęcie ustalonej wartości liczbowej ładunku elementarnego e , wynoszącej $1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$, wyrażonej w jednostce C, która jest równa $A s$, gdzie sekunda zdefiniowana jest za pomocą $\Delta\nu_{Cs}$.
temperatura termodynamiczna	kelwin	K	kelwin , symbol K, jest to jednostka SI temperatury termodynamicznej. Jest ona zdefiniowana poprzez przyjęcie ustalonej wartości liczbowej stałej Boltzmana k , wynoszącej $1,380\,658 \times 10^{-23}$, wyrażonej w jednostce $J K^{-1}$, która jest równa $kg m^2 s^{-2} K^{-1}$, gdzie kilogram, metr i sekunda zdefiniowane są za pomocą h , c i $\Delta\nu_{Cs}$.
ilość substancji	mol	mol	mol , symbol mol, jest to jednostka SI ilości substancji. Jeden mol zawiera dokładnie $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ obiektów elementarnych. Liczba ta jest ustaloną wartością liczbową stałej Avogadra N_A , wyrażonej w jednostce mol^{-1} jest mierzona liczbą Avogadra.
światłość	kandela	cd	kandela , symbol cd, jest to jednostka SI światłości w określonym kierunku. Jest ona zdefiniowana poprzez przyjęcie ustalonej wartości liczbowej skuteczności świetlnej monochromatycznego promieniowania ν o częstotliwości 540×10^{12} Hz, K_{cd} , wynoszącej 683, wyrażonej w jednostce $lm W^{-1}$, która jest równa $cd sr W^{-1}$ lub $cd sr kg^{-1} m^{-2} s^{-3}$, gdzie kilogram, metr i sekunda są zdefiniowane za pomocą h , c i $\Delta\nu_{Cs}$.



2.1. OBJAŚNIENIA DEFINICJI JEDNOSTEK PODSTAWOWYCH SI

JEDNOSTKA PODSTAWOWA	OBJAŚNIENIE DEFINICJI
----------------------	-----------------------

sekunda

W definicji sekundy występuje dokładna wartość liczbowo częstotliwości czerwej. Częstotliwość czerwa jest stałą techniczną oznaczaną symbolem $\Delta\nu_{Cs}$. Wartość liczbowo tej stałej można zapisać wzorem: $\Delta\nu_{Cs} = 9\,192\,631\,770 \text{ Hz}$. 1 Hz jest to jednostka częstotliwości, która można wyznaczyć przy pomocy jednostki podstawowej SI: $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$. Sekunda, w odniesieniu do częstotliwości czerwej, wyraża się w następujący sposób:

$$1 \text{ s} = \frac{9\,192\,631\,770}{\Delta\nu_{Cs}}$$

Jedna sekunda jest równa czasowi trwania 9 192 631 770 okresów promieniowania odpowiadającego przejściu pomiędzy dwoma nadobrotowymi poziomami niezaburzonego stanu podstawowego atomu ceszu ^{133}Cs .

metr

W definicji metra występuje dokładna wartość liczbowo prędkości światła. Prędkość światła jest stałą podstawową oznaczaną symbolem c . Wartość liczbowo tej stałej można zapisać wzorem: $c = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$. Ponieważ prędkość światła wyrażana jest w jednostce $m s^{-1}$, do określenia metra za pomocą stałej definiującej, należy zmniejszyć zarówno prędkość światła c , jak również częstotliwość czerwej $\Delta\nu_{Cs}$. Metr, w odniesieniu do prędkości światła i częstotliwości czerwej, wyraża się w następujący sposób:

$$1 \text{ m} = \left(\frac{c}{299\,792\,458} \right) \text{ s} = \frac{9\,192\,631\,770}{299\,792\,458} \frac{c}{\Delta\nu_{Cs}} = 30,663\,319 \frac{c}{\Delta\nu_{Cs}}$$

Jeden metr jest długością drogi przebytej przez światło w próżni, w przedziale czasu równym 1/299 792 458 sekundy.

kilogram

W definicji kilograma występuje dokładna wartość liczbowo stałej Plancka. Stała Plancka jest stałą podstawową oznaczaną symbolem h . Wartość liczbowo tej stałej można zapisać wzorem: $h = 6,626\,070\,15 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$. Ponieważ stała Plancka wyrażana jest w jednostce $kg m^2 s^{-1}$, do określenia kilograma za pomocą stałej definiującej należy zastosować stałą Plancka h , częstotliwość czerwej $\Delta\nu_{Cs}$ oraz prędkość światła c . Kilogram, w odniesieniu do stałej Plancka, prędkości światła i częstotliwości czerwej, wyraża się w następujący sposób:

$$1 \text{ kg} = \left(\frac{h}{6,626\,070\,15 \times 10^{-34}} \right) \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$$

co jest równe

$$1 \text{ kg} = \frac{(299\,792\,458)^2}{(6,626\,070\,15 \times 10^{-34})(9\,192\,631\,770)} \frac{h \Delta\nu_{Cs}}{c^2} = 1,475\,5214 \times 10^{46} \frac{h \Delta\nu_{Cs}}{c^2}$$

W definicji pojawia się jednostka $kg m^2 s^{-1}$, w której wyraża się wielkości fizyczne o miarwie: działanie i moment pędu. W połączeniu z definicją metra (m) i sekundy (s) prowadzi to do określenia jednostki masy (kg), wyrażonej przy użyciu wartości stałej Plancka h .

