

# SI

## Krótką informacja o Międzynarodowym Układzie Jednostek Miar, SI

*Metrologia jest nauką o pomiarach i ich zastosowaniach. Metrologia obejmuje wszystkie teoretyczne i praktyczne aspekty pomiarów niezależnie od niepewności pomiaru i obszaru zastosowań.*



Międzynarodowe Biuro Miar (BIPM) zostało utworzone na mocy artykułu nr 1 Konwencji Metrycznej, podpisanej 20 maja 1875 roku. Jest ono odpowiedzialne za zapewnienie podstaw jednego, spójnego systemu miar, używanego na całym świecie i podlega Międzynarodowemu Komitetowi Miar (CIPM). Dziesiętny system metryczny mający swe początki w czasach Rewolucji Francuskiej, oparty został w 1799 roku na metrze i kilogramie. Zgodnie z postanowieniami Konwencji Metrycznej, wykonano nowe, międzynarodowe prototypy metra i kilograma i zostały one oficjalnie przyjęte przez pierwszą Generalną Konferencję Miar (CGPM) w 1889 roku. W 1960 roku 11 CGPM formalnie zdefiniowała i ustanowiła Międzynarodowy Układ Jednostek Miar (SI). Od tego czasu SI podlegał okresowym aktualizacjom, uwzględniającym postęp w nauce oraz potrzeby wykonywania pomiarów w nowych dziedzinach. Ostatnia istotna zmiana została przyjęta przez 26 CGPM (2018), która zdecydowała, że SI zostanie oparty na ustalonych wartościach liczbowych zbioru **siedmiu stałych definiujących**, z których zostaną wyprowadzone definicje siedmiu jednostek podstawowych SI. Niniejszy dokument jest podsumowaniem **Broszury SI**, publikacji opracowanej przez BIPM, która szczegółowo objaśnia aktualny stan SI.

SI jest układem jednostek miar, w którym:

- częstotliwość nadsubtelnego przejścia w atomach cezu 133 w niezaburzonym stanie podstawowym,  $\Delta\nu_{Cs}$  wynosi 9 192 631 770 Hz,
- prędkość światła w próżni  $c$  wynosi 299 792 458 m/s,
- stała Plancka  $h$  wynosi  $6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$  J s,
- ładunek elementarny  $e$  wynosi  $1.602\,176\,634 \times 10^{-19}$  C,
- stała Boltzmanna  $k$  wynosi  $1.380\,649 \times 10^{-23}$  J/K,
- stała Avogadra  $N_A$  wynosi  $6.022\,140\,76 \times 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>,
- skuteczność świetlna monochromatycznego promieniowania o częstotliwości  $540 \times 10^{12}$  Hz,  $K_{cd}$ , wynosi 683 lm/W.

gdzie herc, dżul, kulomb, lumen i wat o oznaczeniach jednostek odpowiednio Hz, J, C, lm i W, odniesione są do jednostek sekunda, metr, kilogram, amper, kelwin, mol i kandela o oznaczeniach jednostek odpowiednio s, m, kg, A, K, mol i cd, zgodnie z następującymi zależnościami: Hz = s<sup>-1</sup>, J = m<sup>2</sup> kg s<sup>-2</sup>, C = A s, lm = cd m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> = cd sr i W = m<sup>2</sup> kg s<sup>-3</sup>.

Definicje podstawowych jednostek miar podają dokładną wartość liczbową stałych, a wartości tych stałych wyrażone są w odpowiadających im jednostkach SI.

Jednostka miary zostaje zdefiniowana poprzez ustalenie dokładnej wartości liczbowej, ponieważ iloczyn **wartości liczbowej** { $Q$ } oraz **jednostki** [ $Q$ ] musi równać się **wartości**  $Q$  stałej, która jest niezmienna:  $Q = \{Q\} [Q]$ .

Stałe definiujące zostały wybrane w taki sposób, żeby ich jednostki, zebrane razem, obejmowały wszystkie jednostki SI. Zasadniczo pomiędzy stałymi definiującymi i jednostkami podstawowymi SI nie występuje relacja

jeden do jednego, z wyjątkiem częstotliwości cezowej  $\Delta\nu_{Cs}$  i stałej Avogadra  $N_A$ . Dowolna jednostka SI jest iloczynem potęg tych siedmiu stałych oraz współczynnika bezwymiarowego.

Na przykład: wykorzystując  $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$ , jeden metr może zostać wyprowadzony z prędkości światła  $c$  i częstotliwości cezowej  $\Delta\nu_{Cs}$

$$1 \text{ m} = \left( \frac{c}{299\,792\,458} \right) \text{ s} = \frac{9\,192\,631\,770}{299\,792\,458} \frac{c}{\Delta\nu_{Cs}} \approx 30.663\,319 \frac{c}{\Delta\nu_{Cs}}$$

Do określenia SI do 2018 roku stosowane były pojęcia jednostek podstawowych i jednostek pochodnych. Kategorie te, chociaż nie są niezbędne w SI, zostały utrzymane ze względu na dogodność i powszechność ich stosowania. Definicje jednostek podstawowych, wynikające z określenia SI poprzez siedem stałych definiujących, podano w Tabelicy 1.

**Tabelica 1 Siedem jednostek podstawowych SI**

Wielkość	Jednostka SI
czas	<b>sekunda</b> , oznaczenie s, jest to jednostka SI czasu. Jest ona zdefiniowana poprzez przyjęcie ustalonej wartości liczbowej częstotliwości cezowej $\Delta\nu_{Cs}$ , to jest częstotliwości nadsubtelnego przejścia w atomach cezu 133 w niezaburzonym stanie podstawowym, wynoszącej 9 192 631 770, wyrażonej w jednostce Hz, która jest równa $\text{s}^{-1}$
długość	<b>metr</b> , oznaczenie 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 $\text{m s}^{-1}$ , przy czym sekunda zdefiniowana jest za pomocą częstotliwości cezowej $\Delta\nu_{Cs}$
masa	<b>kilogram</b> , oznaczenie 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 $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ , przy czym metr i sekunda zdefiniowane są za pomocą $c$ i $\Delta\nu_{Cs}$
prąd elektryczny	<b>amper</b> , oznaczenie 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	<b>kelwin</b> , oznaczenie K, jest to jednostka SI temperatury termodynamicznej. Jest ona zdefiniowana poprzez przyjęcie ustalonej wartości liczbowej stałej Boltzmanna $k$ , wynoszącej $1,380\,649 \times 10^{-23}$ , wyrażonej w jednostce J K <sup>-1</sup> , która jest równa $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$ , gdzie kilogram, metr i sekunda zdefiniowane są za pomocą $h$ , $c$ i $\Delta\nu_{Cs}$
ilość substancji	<b>mol</b> , oznaczenie 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 $\text{mol}^{-1}$ i jest nazywana liczbą Avogadra.  Ilość substancji, symbol $n$ , układu jest miarą liczby obiektów elementarnych danego rodzaju. Obiektem elementarnym może być atom, cząsteczka, jon, elektron, każda inna cząstka lub danego rodzaju grupa cząstek.
światłość	<b>kandela</b> , oznaczenie cd, jest to jednostka SI światłości w określonym kierunku. Jest ona zdefiniowana poprzez przyjęcie ustalonej wartości liczbowej skuteczności świetlnej monochromatycznego promieniowania o częstotliwości $540 \times 10^{12} \text{ Hz}$ , $K_{cd}$ , wynoszącej 683, wyrażonej w jednostce $\text{lm W}^{-1}$ , która jest równa $\text{cd sr W}^{-1}$ lub $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$ , gdzie kilogram, metr i sekunda są zdefiniowane za pomocą $h$ , $c$ i $\Delta\nu_{Cs}$

Wszystkie inne wielkości mogą być nazywane „wielkościami pochodnymi” i są mierzone w jednostkach pochodnych, które mogą być zapisane jako iloczyny potęg jednostek podstawowych. Dwadzieścia dwie jednostki pochodne mają nadane nazwy specjalne, jak podano w Tabelicy 2.

**Tablica 2 Jednostki pochodne SI o specjalnych nazwach**

Wielkość pochodna	Nazwa jednostki pochodnej	Oznaczenie jednostki	Wyrażenie w innych jednostkach
kąt płaski	radian	rad	m/m
kąt bryłowy	steradian	sr	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
częstotliwość	herc	Hz	s <sup>-1</sup>
siła	niuton	N	kg m s <sup>-2</sup>
ciśnienie, naprężenie	paskal	Pa	N/m <sup>2</sup> = kg m <sup>-1</sup> s <sup>-2</sup>
energia, praca, ilość ciepła	dżul	J	N m = kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
moc, strumień promieniowania	wat	W	J/s = kg m <sup>2</sup> s <sup>-3</sup>
ładunek elektryczny	kulomb	C	A s
różnica potencjałów	wolt	V	W/A = kg m <sup>2</sup> s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>
pojemność elektryczna	farad	F	C/V = kg <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> s <sup>4</sup> A <sup>2</sup>
rezystancja	om	Ω	V/A = kg m <sup>2</sup> s <sup>-3</sup> A <sup>-2</sup>
konduktancja	simens	S	A/V = kg <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> s <sup>3</sup> A <sup>2</sup>
strumień magnetyczny	weber	Wb	V s = kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
indukcja magnetyczna	tesla	T	Wb/m <sup>2</sup> = kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
indukcyjność	henr	H	Wb/A = kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
temperatura Celsjusza	stopień Celsjusza	°C	K
strumień świetlny	lumen	lm	cd sr = cd
natężenie oświetlenia	luks	lx	lm/m <sup>2</sup> = cd m <sup>-2</sup>
aktywność promieniotwórcza radionuklidu	bekerel	Bq	s <sup>-1</sup>
dawka pochłonięta	grej	Gy	J/kg = m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
dawka równoważna	siwert	Sv	J/kg = m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
aktywność katalityczna	katal	kat	mol s <sup>-1</sup>

Pomimo, że i herc i bekerel są równe odwrotności sekundy, herc jest stosowany tylko w przypadku zjawisk okresowych, a bekerel jest wykorzystywany tylko w stochastycznych procesach rozpadu promieniotwórczego.

Jednostką temperatury Celsjusza jest stopień Celsjusza, °C, który jest równy co do wartości kelwinowi, K, jednostce temperatury termodynamicznej. Wielkość temperatura Celsjusza  $t$  jest związana z temperaturą termodynamiczną  $T$  następującym równaniem  $t/°C = T/K - 273.15$ .

Siwert jest również stosowany w wielkościach „kierunkowy równoważnik dawki” oraz „dawka osobista równoważna”.

Istnieje o wiele więcej wielkości niż jednostek miar. Dla każdej wielkości istnieje tylko jedna jednostka SI (choć może być ona wyrażana w różny sposób z wykorzystaniem nazw specjalnych), podczas gdy ta sama jednostka SI może być wykorzystana do wyrażenia wartości kilku różnych wielkości (na przykład jednostka SI J/K może być wykorzystana zarówno do wyrażenia pojemności cieplnej jak i entropii). Ważne jest zatem, aby do określenia wielkości nie stosować jednostki samodzielnie. Powyższa zasada powinna być stosowana zarówno w tekstach naukowych, jak też w przypadku przyrządów pomiarowych (np. odczyt przyrządu powinien wskazywać zarówno daną wielkość jak i jej jednostkę).

Istnieją wielkości o jednostce jeden, 1, tj. ilorazy dwóch wielkości tego samego rodzaju. Na przykład współczynnik załamania światła jest ilorazem dwóch prędkości a przenikalność względna jest ilorazem przenikalności dielektryka do przenikalności idealnej próżni. Występują również wielkości o charakterze przeliczalnym, na przykład liczba indywidualów komórkowych lub biomolekularnych. Te wielkości również mają jednostkę jeden. Jednostka jeden jest z natury elementem dowolnego układu jednostek miar. Wielkości o jednostce jeden mogą być zatem uznane za spójne z SI. Jednakże, przy wyrażaniu wielkości bezwymiarowych jednostka 1 nie jest zapisywana.

## Dziesiętne wielokrotności i podwielokrotności jednostek SI

Przyjęto zbiór przedrostków używanych razem z jednostkami SI do wyrażania wartości wielkości, które są zarówno znacznie większe jak i znacznie mniejsze od wartości wielkości wyrażonych w jednostkach SI bez przedrostków. Przedrostki te mogą być stosowane z dowolnymi jednostkami SI. Przedrostki SI przedstawia Tablica 3.

**Tablica 3 Przedrostki jednostek SI**

Czynnik	Nazwa	Oznaczenie	Czynnik	Nazwa	Oznaczenie
$10^1$	deka	da	$10^{-1}$	decy	d
$10^2$	hekto	h	$10^{-2}$	centy	c
$10^3$	kilo	k	$10^{-3}$	milli	m
$10^6$	mega	M	$10^{-6}$	mikro	$\mu$
$10^9$	giga	G	$10^{-9}$	nano	n
$10^{12}$	tera	T	$10^{-12}$	pico	p
$10^{15}$	peta	P	$10^{-15}$	fekto	f
$10^{18}$	eksa	E	$10^{-18}$	atto	a
$10^{21}$	zetta	Z	$10^{-21}$	zepto	z
$10^{24}$	jotta	Y	$10^{-24}$	jocto	y

Zastosowanie przedrostków polega na połączeniu nazwy przedrostka i nazwy jednostki tak, aby sformułować jedno słowo. Podobnie oznaczenie przedrostka i oznaczenie jednostki są zapisywane bez żadnego odstępów tak, aby sformułować jedno oznaczenie które może być podniesione do dowolnej potęgi.

Na przykład możemy zapisać: kilometr, km,; mikrowolt,  $\mu$ V lub femtosekunda, fs.

W przypadku, gdy jednostki SI używane są bez przedrostków, zbiór takich jednostek nazywany jest mianem **spójnego** w następującym znaczeniu: jeśli użyte są wyłącznie jednostki spójne, równania wartości liczbowych wielkości przyjmują dokładnie taką samą formę, jak równania samych wielkości. Wykorzystanie spójnego zestawu jednostek ma techniczną zaletę w postaci np. rachunków algebraicznych (patrz Broszura SI)

Kilogram, kg, jest problematyczny, gdyż jego nazwa, z powodów historycznych, już zawiera przedrostek. Wielokrotności i podwielokrotności kilograma zapisywane są w połączeniu przedrostka z gramem: stąd zapisujemy miligram, mg, a nie mikrokilogram,  $\mu$ kg.

## Jednostki spoza SI

SI jest jedynym układem jednostek miar powszechnie uznawanym, w związku z czym posiada on znaczące zalety przy ustanawianiu dialogu międzynarodowego. Wykorzystanie SI jako standardowego układu jednostek miar upraszcza edukację. Z tych powodów wykorzystanie jednostek miar SI jest zalecane we wszystkich dziedzinach nauki i techniki. Inne jednostki, np. jednostki spoza SI, są ogólnie definiowane w kategoriach jednostek SI, z wykorzystaniem mnożników przeliczeniowych.

Niemniej jednak, niektóre jednostki spoza SI, są wciąż szeroko stosowane. Niektóre z nich, jak minuta, godzina i dzień, jako jednostki czasu, będą stosowane zawsze, jako że są częścią naszej kultury. Inne używane są ze względów historycznych, aby sprostać wymogom grup o szczególnych zainteresowaniach lub w związku z brakiem wygodnej alternatywy w SI. Stosowanie jednostek najodpowiedniejszych do osiągnięcia założonego celu, zawsze pozostanie przywilejem naukowca. Jakkolwiek, kiedy wykorzystywane są jednostki spoza układu SI, należy zawsze zaznaczyć ich powiązanie z SI. Wybrane jednostki spoza SI zostały przedstawione w Tablicy 4 wraz z ich mnożnikami przeliczeniowymi na SI.

Bardziej wyczerpujące zestawienie znajduje się w Broszurze SI.

**Tablica 4 Wybór jednostek spoza SI**

Wielkość	Jednostka	Oznaczenie	Odniesienie do SI
czas	minuta	min	1 min = 60 s
czas	godzina	h	1 h = 3600
czas	dzień	d	1 d = 86 400 s
objętość	litr	L lub l	1 L = 1 dm <sup>3</sup>
masa	tona	t	1 t = 1000 kg
energia	elektronowolt (e/C) J	eV	1 eV = 1.602 176 634 × 10 <sup>-19</sup> J

Oznaczenia jednostek o nazwach odmiennych (np amper, A; kelwin, K; herc, Hz; lub kulomb, C) rozpoczynamy wielką literą. W innych przypadkach, z wyłączeniem litra, oznaczenia zapisujemy małą literą (np. metr, m; sekunda, s; lub mol, mol). Oznaczenie litra stanowi wyjątek, który możemy zapisać małą 'l' lub wielką 'L' literą. Wielka litera jest dopuszczona do użycia, gdy może dojść do pomyłki małej litery l z cyfrą jeden, 1.

### Język nauki: wykorzystanie SI do wyrażenia wartości wielkości

Wartość wielkości zapisujemy jako iloczyn liczby i jednostki miary. Liczba pomnożona przez jednostkę jest wartością liczbową wielkości wyrażoną w tej jednostce. Należy zawsze pozostawić pojedynczy odstęp pomiędzy liczbą i jednostką miary. Wartość liczbowa zależy od wybranej jednostki miary, ta sama wartość wielkości może mieć różne wartości liczbowe, jeśli zostanie wyrażona w różnych jednostkach miary, jak przedstawiono w poniższych przykładach.

Prędkość roweru wynosi w przybliżeniu

$$v = 5.0 \text{ m/s} = 18 \text{ km/h.}$$

Długość fali jednej z linii żółtych sodu wynosi

$$\lambda = 5,896 \times 10^{-7} \text{ m} = 589,6 \text{ nm.}$$

Symbole wielkości zapisywane są kursywą (pismem pochylonym) i są zazwyczaj pojedynczymi literami alfabetu łacińskiego lub greckiego. Można wykorzystywać zarówno litery małe jak i wielkie oraz uzupełniać zapis o dodatkowe informacje o wielkości w postaci indeksu dolnego lub w nawiasie.

Organizacje takie jak Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) oraz międzynarodowe unie naukowe, takie jak Międzynarodowa Unia Fizyki Czystej i Stosowanej (IUPAP) oraz Międzynarodowa Unia Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) określiły zalecane symbole dla wielu wielkości. Przykłady zawierają:

$T$	dla temperatury termodynamicznej
$C_p$	dla pojemności cieplnej przy stałym ciśnieniu
$x_i$	dla ułamka molowego (ułamek ilości substancji) gatunku $i$
$\mu_r$	dla przenikalności względnej

Oznaczenia jednostek pisane są czcionką rzymską (prostą), bez względu na czcionkę użytą w otaczającym tekście. Są to twory matematyczne, nie skróty, oznaczenia jednostek nigdy nie kończą się kropką (z wyjątkiem sytuacji, kiedy oznaczenie jednostki kończy zdanie), zapisywane są tak samo w liczbie pojedynczej i mnogiej. Użycie poprawnej formy oznaczeń jednostek jest obowiązkowe i jest zilustrowane przykładami w Broszurze SI. Oznaczenia jednostek mogą składać się z więcej niż jednej litery. Zapisuje się je z wykorzystaniem małych liter, z wyjątkiem nazw odmiennych, w których pierwsza litera jest wielka. Jakkolwiek, jeśli nazwa jednostki podawana jest w pełnej formie zapisujemy ją małymi literami (z wyjątkiem sytuacji, kiedy nazwa rozpoczyna zdanie), aby odróżnić jednostkę miary od osoby (np. temperatura 293 kelwiny).

Gdy zapisujemy wartość wielkości jako iloczyn wartości liczbowej i jednostki, zarówno liczba jak i jednostka mogą być traktowane zgodnie ze zwykłymi zasadami algebry. Np. równanie  $T = 293 \text{ K}$  może zostać zapisane równoważnie jako  $T/\text{K} = 293$ . Procedura ta może zostać opisana, jako wykorzystanie rachunku wielkości lub algebry wielkości. Zastosowanie ilorazu wielkości do jej jednostki jest często wygodne w użyciu jako opis kolumny w tablicy lub oznaczanie osi wykresu, tak aby wpisy w tablicy lub etykiety znaczników osi wykresu były po prostu liczbami. Przykład (Tablica 5) pokazuje ciśnienie (prężność) pary nasyconej w funkcji temperatury oraz logarytm ciśnienia (prężności) pary nasyconej w funkcji odwrotności temperatury z kolumnami oznaczonymi w ten sposób

**Tablica 5 Przykład opisu kolumny tablicy kwadratu prędkości względem ciśnienia**

$p/\text{kPa}$	$v^2/(\text{m/s})^2$
48,73	94766
72,87	94771
135,42	94784

Przy formułowaniu iloczynów lub ilorazów oznaczeń jednostek, stosujemy zwykle zasady algebry. Przy zapisywaniu iloczynów oznaczeń jednostek należy zostawić odstęp pomiędzy jednostkami (zamiennie można zastosować kropkę umieszczoną w połowie wysokości znaków jako znak mnożenia). Należy tutaj podkreślić znaczenie odstępów: iloczyn metra i sekundy zapiszemy jako m s (z odstępem), ale ms (bez odstępów) oznacza milisekundę. Dodatkowo przy zapisywaniu skomplikowanych iloczynów jednostek, aby uniknąć niejednoznaczności, należy stosować nawiasy lub ujemne wykładniki. Np. molowa stała gazowa  $R$  dana jest wzorem:

$$p V_m/T = R = 8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \\ = 8,314 \text{ Pa m}^3/(\text{mol K}).$$

Przy formatowaniu liczb znacznikiem dziesiętnym, w zależności od okoliczności, może być kropka lub przecinek. W dokumentach sporządzonych w języku angielskim zazwyczaj stosuje się kropkę, ale w wielu innych krajach powszechny jest przecinek.

Jeśli liczba składa się z wielu cyfr, przyjęte jest (dla poprawy czytelności) zapisywanie ich w grupach trzycyfrowych, po obu stronach przecinka dziesiętnego. Nie jest to warunkiem koniecznym, jest jednak bardzo często stosowane i ogólnie pomocne. W przypadku wykorzystania takiego sposobu formatowania, trzycyfrowe grupy powinny być oddzielone wyłącznie niewielkim odstępem, bez kropek lub przecinków. Niepewność wartości liczbowej wielkości wygodnie jest przedstawić jako ostatnie cyfry znaczące wyniku w nawiasie.

Np.: wartość masy elektronu podana w CODATA 2014 w wykazie stałych podstawowych jako

$$m_e = 9,109\,382\,56(11) \times 10^{-31} \text{ kg},$$

gdzie 11 jest niepewnością standardową zapisaną jako ostatnie cyfry wartości liczbowej.

Dalsze informacje znajdują się na stronie internetowej BIPM lub w 9 wydaniu Broszury SI dostępnej na:

<http://www.bipm.org>

Niniejsze streszczenie zostało przygotowane przez Komitet Doradczy ds. Jednostek Miar (CCU) oraz przez Międzynarodowy Komitet Miar (CIPM) i zostało opublikowane przez BIPM.

Niniejszy dokument został opublikowany za zgodą BIPM, który zachowuje pełne, międzynarodowo chronione, prawa autorskie.

BIPM nie ponosi odpowiedzialności za trafność, dokładność, kompletność lub jakość informacji i materiałów prezentowanych w jakimkolwiek tłumaczeniu. Jedynym oficjalnym tekstem, jest oryginalny dokument, w języku francuskim, przygotowany przez BIPM.

BIPM zachowuje wszystkie tytuły, korzyści i prawa w swoich dokumentach, w tym, ale nie wyłącznie, prawo do udzielania lub odmawiania zgody na powielanie, prawo do wykorzystania w kolejnych utworach, prawo do rozpowszechniania ich drogą elektroniczną, prawo do ich publicznej prezentacji, prawo do uzyskania rejestracji praw autorskich oraz prawo do zabezpieczenia praw autorskich w dowolnym kraju.

Tłumaczenie streszczenia: Jerzy Borzymiński, Aleksandra Gadomska  
Główny Urząd Miar | Biuro Strategii | Wydział Strategii i Rozwoju