

Kiedy do pomiaru podstawowych wielkości w różnych krajach, czy wręcz w różnych okolicach stosowano często mocno różniące się jednostki. Np. długość mierzono najczęściej w stopach. Ale wiadomo - stopa wielkoluda, to nie to samo co stopa dziecka...

Dzisiaj większość uczonych i inżynierów z całego świata posługuje się najczęściej jednolitym systemem jednostek zwanym Układem SI (franc. Systeme International d'Unites). Układ ten wywodzi się z Francji, jeszcze z czasów Wielkiej Rewolucji Francuskiej.

Jednostki podstawowe układu SI

Punktem wyjścia dla stosowanego układu jednostek są jednostki podstawowe. Nie da się jednej jednostki podstawowej otrzymać z drugiej jednostki podstawowej za pomocą jakiego wzoru.

Nazwa wielkości	nazwa jednostki	skrót literowy
długość	metr	m
masa	kilogram	kg
czas	sekunda	s
natężenie prądu	amper	A
temperatura	kelwin	K
ilość substancji	mol	mol
światłość źródła światła	kandela	cd

Definicje wielkości podstawowych:

1 metr jest równy drodze jaką przebywa w próżni światło w ciągu czasu $1/299792458$ sekundy.

- Uwagi: Pierwotnie 1 metr miał być równy $1/40\,000$ części ćwiartki południka Ziemi. Później dopiero stwierdzono, że nie jest zbyt wygodnie określać jednostkę wymagającą odbywania podróży dookoła Świata. Poza tym Ziemia zmienia w niewielkim stopniu swój kształt, więc i sam metr nie byłby stabilnie określony. Mimo zmiany definicji "obecny metr" jest w z dobrym przybliżeniem zgodny z pierwotnym "metrem geograficznym".

1 sekunda jest to czas równy $9\,192\,631\,770$ okresom promieniowania związanego z przejściem między dwoma nadsubtelnymi poziomami stanu podstawowego atomu ceszu Cs - 133.

- Uwagi: Rodowód sekundy jest oczywisty - jest to $1/3600$ godziny, która jest $1/24$ doby, która jest mniej więcej $1/365$ roku. Tak więc sekunda wywodzi się z astronomii - z czasu w jakim wykonuje obrót Ziemia. Tak początkowo wybrana jednostka nie była jednak zbyt wygodna, ponieważ Ziemia nie obraca się ze stałą prędkością, więc sekunda, też byłaby zmienna...

1 kilogram jest masą międzynarodowego wzorca kilograma

- Uwagi: pierwotnie kilogram był określany jako masa 1 litra wody. Ale woda to dosyć skomplikowana substancja (może mieć różny skład izotopowy atomów, zanieczyszczenia, nawet co w rodzaju struktury krystalicznej), więc trudno byłoby utrzymać stabilność takiej jednostki. Dlatego później definicję zmieniono. Starano się jednak zachować zgodność między stara, a nową jednostką. Jednak w przybliżeniu dalej można uważać, że 1kg jest masą 1l (chłodnej) wody.

1 kelwin jest to jednostka temperatury termodynamicznej równa $1/273,16$ temperatury termodynamicznej punktu potrójnego wody.

- Uwagi: u podstaw kelwina leży wcześniejsza jednostka, czyli °C. Różnica temperatur w kelwinach i w °C jest taka sama. 100K to różnica temperatur między punktem zamarzania i wrzenia wody pod ciśnieniem normalnym. Jednak wraz z rozwojem wiedzy o naturze zjawisk cieplnych okazało się, że lepiej jest związać definicję jednostki temperatury z temperaturą zera bezwzględnego (czyli -

273,15°C) i z temperaturą punktu potrójnego wody. Punkt potrójny wody jest bardzo stabilnym punktem temperaturowym, a zero bezwzględne, jest to temperatura w której zanikają ruchy cieplne cząsteczek i atomów.

1 amper jest to natężenie takiego prądu stałego, który płynąc w dwu nieskończenie długich, nieskończenie cienkich przewodach prostoliniowych umieszczonych równolegle w próżni w odległości 1m od siebie wywołałby między nimi siłę magnetyczną o wartości $2 \cdot 10^{-7}$ N na każdy metr długości przewodnika.

- Uwagi: Nikt oczywiście nie buduje nieskończonego przewodnika, żeby przekonać się ile to jest 1 amper. Są wzory, które pozwalają na przeliczenie układu nieskończonego na inny, bardziej mierzalny i "budowlalny" - np. solenoid.

1 kandela jest to światłość, jaka ma w danym kierunku źródło emitujące monochromatyczne promieniowanie o częstotliwości $540 \cdot 10^{12}$ Hz i mające w tym kierunku wydajność energetyczną $1/683$ W/Sr

- Uwagi: Pierwotnie światłość była definiowana w oparciu o złożony układ doświadczalny. Jednak nie jest to najwygodniejsza droga, bo percepcja światła przez człowieka jest procesem skomplikowanym i przeliczenia jednych wartości na drugie też byłyby bardzo trudne.

1 mol jest to ilości materii zawierającej tyle samo elementów ile jest atomów zawartych w 0,012 kg czystego nuklidu węgla C-12.

- Uwagi: Mol jest jednostką tak dobraną, że masy atomów i cząsteczek podane w jednostkach masy atomowej łatwo przeliczają się na masy moli w gramach. Np. masa atomowa tlenu jest równa 16, co oznacza z jednej strony, że pojedynczy atom tlenu ma masę 16 a.j.m., a z drugiej strony mol atomów tlenu ma masę 16 g.

Jednostki pochodne układu SI

Jednostki pochodne układu SI można otrzymać z jednostek podstawowych stosując rozmaite wzory. W tabelce przedstawiono przykłady kilku takich jednostek (w sumie jest ich bardzo dużo, więc nie wszystkie są tu przedstawione).

Nazwa wielkości	nazwa jednostki	skrót literowy
prędkość	metr na sekundę	m/s
przyspieszenie	metr na sekundę kwadrat	m/s ²
Objętość	metr sześcienny	m ³
siła	niuton	N=kg·m·s ⁻²
praca	dżul	J=kg·m ² ·s ⁻²
ciśnienie	paskal	Pa=kg·m ⁻¹ ·s ⁻²
częstotliwość	herc	Hz=s ⁻¹
gęstość	kilogram na metr sześcienny	kg·m ⁻³

Jednostki uzupełniające układu SI

Nazwa wielkości	nazwa jednostki	skrót literowy
kat płaski	radian	rad
kąt przestrzenny	steradian	sr

Jednostki pozaukładowe

Oprócz jednostek podstawowych i pochodnych dopuszczono do stosowania jeszcze kilka innych jednostek. Mogą być one stosowane zamiennie z jednostkami pochodnymi układu SI, a używa ich się głównie po to, aby podkreślić typ opisywanej wielkości, lub dla wygody i ze względów historycznych.

Nazwa wielkości	nazwa jednostki	skrót literowy
kąt płaski	stopień minuta sekunda	° ' "
czas	godzina minuta doła rok	1h=3600s 1min=60s 1d=24h
masa	tona	1t = 1000kg
temperatura	°C	
pole powierzchni	hektar	1ha=10 000 m ²
objętość	litr	1l = 10 ⁻³ m ³

Przedrostki jednostek układu SI

Aby nie operować tysiącami, milionami i miliardami do opisu bardzo dużych i bardzo małych wielkości, stosuje się przedrostki.

przedrostek	skrót	liczba przez którą mnożymy jednostkę	przykład
atto	a	10 ⁻¹⁸	as (attosekunda)
femto	f	10 ⁻¹⁵	fm (femtometr)
piko	p	10 ⁻¹²	pF (pikofarad)
nano	n	10 ⁻⁹	nm (nanometr)
mikro	μ	10 ⁻⁶	μ m (mikrometr)
mili	m	10 ⁻³	mg (miligram)
decy	d	10 ⁻¹ =0,01	dm (decymetr)
centy	c	10 ⁻² =0,01	cm (centymetr)
deka	da	10	dag (dekagram)
hekto	h	10 ² =100	hl (hektolitr)
kilo	k	10 ³ =1000, w informatyce 1024	kg (kilogram)
mega	M	10 ⁶ , w informatyce 1024 ²	MW (megawat)
giga	G	10 ⁹ , w informatyce 1024 ³	GHz (gigaherc)
tera	T	10 ¹² , w informatyce 1024 ⁴	TB (terabajt) w informatyce
peta	P	10 ¹⁵	
exa	E	10 ¹⁸	

zetta	Z	10 ²¹	
jetta	Y	10 ²⁴	

Inne jednostki i układy jednostek

Niekiedy używa się jeszcze w technice jednostek spoza układu SI. Anglicy używają jardów, cali i mil do pomiaru długości (1 mila angielska to 1,609344 km), nieraz słyszy się o atmosferach jako jednostkach ciśnienia, choć powoli wychodzą one z użycia. Dość powszechnie stosowano kiedyś, zbliżony do SI, układ o nazwie CGS (od jednostek podstawowych cm, g, s). Astronomowie chętnie używają ogromnych jednostek długości wywodzących się od roku świetlnego, czyli odległości jaką przebywa światło w ciągu roku (nie mylicie z jednostką astronomiczną - AU - to średnia odległość od Ziemi do Słońca - ok. 150 mln km). Właściwie to większość dziedzin nauki posługuje się dodatkowymi, wygodniejszymi dla siebie jednostkami. Jednak najczęściej mają one swoje odpowiedniki wśród jednostek układu SI.

Poniżej podano kilka jednostek spoza układu SI dość często stosowanych w Polsce.

<p>Stopień Celsjusza (°C) -</p> <p>różnica temperatur podana w stopniach Celsjusza jest taka sama jak różnica temperatur w kelwinach. Obie jednostki różni początek skali. Temperaturę w skali Kelwina przyjęto najczęściej oznaczać przez duże T, a w skali Celsjusza przez małe t.</p>	<p>0 K (czyli zero bezwzględne) to -273,15°C, lub inaczej 0°C = 273,15K</p> <p>$\Delta T = \Delta t$</p>
<p>Atmosfera (atm) - mamy dwie konkurencyjne atmosfery</p>	<p>atmosfera techniczna: 1 at = 98066,5 Pa</p> <p>atmosfera fizyczna: 1 atm = 101325 Pa</p>
<p>Koń mechaniczny (KM) to jednostka mocy, nie należąca do układu SI</p>	<p>1 KM = 735,49875 W (w Polsce)</p> <p>Uwaga: np. w USA i Wlk. Brytanii mają trochę "silniejsze" konie mechaniczne</p> <p>1 HP = 745,7 W</p>
<p>Kaloria (1 cal) to jednostka energii, a głównie ciepła. Równa jest energii jaką trzeba dostarczyć, aby o 1°C ogrzać 1 cm³ wody.</p>	<p>1 cal = 4,1868 J</p>
<p>Kilowatogodzina (1 kWh) - jednostka używana do określania energii elektrycznej</p>	<p>1kWh = 3 600 000 J</p>
<p>Kilogram siła (KG) jest taką naturalną jednostką siły równą w przybliżeniu sile, jakiej trzeba użyć, aby utrzymać na Ziemi masę 1kg. Ponieważ grawitacja jest różna w różnych punktach naszego globu, więc nie da się wprowadzić idealnego kilograma siły, lecz tylko "średni" kilogram siła.</p>	<p>1KG = 9,80665 N</p>
<p>Elektronowolt (1eV) - jednostka stosowana przez fizyków atomowych.</p>	<p>1 eV = 1,602× 10⁻¹⁹J</p>
<p>Kilotona, Megatona - jednostka stosowana do określania siły wybuchu wielkich bomb (najczęściej bomb jądrowych). Np. 1 kilotona odpowiada wybuchowi 1 tys. ton trotylu (TNT)</p>	
<p>Milimetr słupa rtęci (mmHg) - jednostka ciśnienia wywodząca się ze sposobu pomiaru tej wielkości za pomocą barometrów rtęciowych</p>	<p>1 atm = 760 mmHg</p> <p>1 mmHg = 133,3224 Pa (inna nazwa "Tor")</p>

Żeglarze stosują jednostkę prędkości zwaną węzłem - jeden węzeł, to 1 mila morska na godzinę. A mila morska, to 1,852276 km.

Jednostki w informatyce i poligrafii

Bit (skrót - 1 b) stanowi najmniejszą możliwą jednostką informacji i może on przyjmować tylko dwie wartości oznaczane najczęściej jako PRAWDA - FAŁSZ, lub 0 "zero" i 1 "jeden".

1 bajt = 8 bitów (skrót - 1B)

Pochodne od bajtów jednostki to kilobajt, megabajt, gigabajt, terabajt.

Uwaga: 1kB = 1024 B, czyli "kilo" informatyczne jest większe od zwykłego o ok. 2,5%.

bps - bit na sekundę (bits per second) - jednostka do podawania szybkości przesyłu danych przy połączeniach cyfrowych.

1 Mips - milion instrukcji na sekundę - jednostka do pomiaru szybkości pracy procesorów.

1 twip = 1/1440 cala = 1/20 punktu drukarskiego

punkt drukarski = 1/72 cala

Angielskie jednostki miar

1 cal = 1/12 stopy	1 cal = 2,54 cm
mila angielska	1 mila angielska=1,609 km ⁷
1 jard = 3 stopy (ang yard)	1 y=0,9144 metra
1 stopa (ang. foot)	1 foot = 30,48 cm = 12 cali

