

2.1. OBJAŚNIENIA DEFINICJI JEDNOSTEK PODSTAWOWYCH SI

JEDNOSTKA PODSTAWOWA

OBJAŚNIENIE DEFINICJI

sekunda

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

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

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

metr

W definicji metra występuje dokładna wartość liczbową prędkości światła. Prędkość światła jest stałą podstawową oznaczaną symbolem c . Wartość liczbową 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 stałych definiujących, należy zastosować zarówno prędkość światła c , jak również częstotliwość cezową $\Delta\nu_{\text{Cs}}$. Metr, w odniesieniu do prędkości światła i częstotliwości cezowej, wyraża się w następujący sposób:

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

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 liczbową stałej Plancka. Stała Plancka jest stałą podstawową oznaczaną symbolem h . Wartość liczbową 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 $\text{kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ do określenia kilograma za pomocą stałych definiujących należy zastosować stałą Plancka h , częstotliwość cezową $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ oraz prędkość światła c . Kilogram, w odniesieniu do stałej Plancka, prędkości światła i częstotliwości cezowej, wyraża się w następujący sposób:

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

co jest równe

$$1 \text{ kg} = \frac{(299\,792\,458)^2}{(6,626\,070\,15 \times 10^{-34})(9\,192\,631\,770)} \frac{h \Delta\nu_{\text{Cs}}}{c^2} \approx 1,475\,5214 \times 10^{40} \frac{h \Delta\nu_{\text{Cs}}}{c^2}$$

W definicji pojawia się jednostka $\text{kg m}^2 \text{ s}^{-1}$, w której wyraża się wielkości fizyczne o nazwie: 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 .



2.2. OBJAŚNIENIA DEFINICJI JEDNOSTEK PODSTAWOWYCH SI

JEDNOSTKA PODSTAWOWA

OBJAŚNIENIE DEFINICJI

amper

W definicji ampera występuje dokładna wartość liczbową ładunku elementarnego. Ładunek elementarny jest stałą podstawową oznaczaną symbolem e . Wartość liczbową 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 cezową $\Delta\nu_{\text{Cs}}$. Amper, w odniesieniu do ładunku elementarnego i częstotliwości cezowej, 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

$$1\ \text{A} = \frac{1}{(1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19})(9\ 192\ 631\ 770)} e \Delta\nu_{\text{Cs}} \approx 6,789\ 687 \times 10^8 e \Delta\nu_{\text{Cs}}$$

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 liczbową stałej Boltzmanna. Stała Boltzmanna jest stałą fizykochemiczną oznaczaną symbolem k . Wartość liczbową tej stałej można zapisać wzorem: $k = 1,380\ 649 \times 10^{-23}$ kg m² s⁻² K⁻¹. Ponieważ stała Boltzmanna wyrażana 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 cezową $\Delta\nu_{\text{Cs}}$. Kelwin, w odniesieniu do stałej Boltzmanna, stałej Plancka i częstotliwości cezowej, wyraża się w następujący sposób:

$$1\ \text{K} = \left(\frac{1,380\ 694}{k} \right) \times 10^{-23} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

co jest równe

$$1\ \text{K} = \frac{1,380\ 649 \times 10^{-23}}{(6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34})(9\ 192\ 631\ 770)} \frac{h \Delta\nu_{\text{Cs}}}{k} \approx 2,266\ 6653 \frac{h \Delta\nu_{\text{Cs}}}{k}$$

Jeden kelwin jest równy zmianie temperatury termodynamicznej, która skutkuje zmianą energii cieplnej kT o $1,380\ 649 \times 10^{-23}$ J.

mol

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

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

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

kandela

W definicji kandeli występuje dokładna wartość liczbową stałej światłości monochromatycznego promieniowania o częstotliwości 540×10^{12} Hz. Stała ta jest stałą techniczną oznaczaną symbolem K_{cd} . Wartość liczbową tej stałej można zapisać wzorem: $K_{\text{cd}} = 683$ cd sr kg⁻¹ m⁻² s³. Ponieważ stała K_{cd} wyrażana jest w jednostce cd sr kg⁻¹ m⁻² s³ do określenia światłości za pomocą stałych definiujących należy zastosować stałą K_{cd} , stałą Plancka h i częstotliwość cezową $\Delta\nu_{\text{Cs}}$. Światłość, w odniesieniu do stałej K_{cd} , stałej Plancka i częstotliwości cezowej, wyraża się w następujący sposób:

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

co jest równe

$$1\ \text{cd} = \frac{1}{(6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34})(9\ 192\ 631\ 770)^2 683} h K_{\text{cd}} (\Delta\nu_{\text{Cs}})^2 \approx 2,614\ 830 \times 10^{10} h K_{\text{cd}} (\Delta\nu_{\text{Cs}})^2$$

Jedna kandela jest światłością, w danym kierunku, źródła emitującego promieniowanie o częstotliwości 540×10^{12} Hz przy natężeniu promieniowania w tym kierunku równym $1/683$ W sr⁻¹.