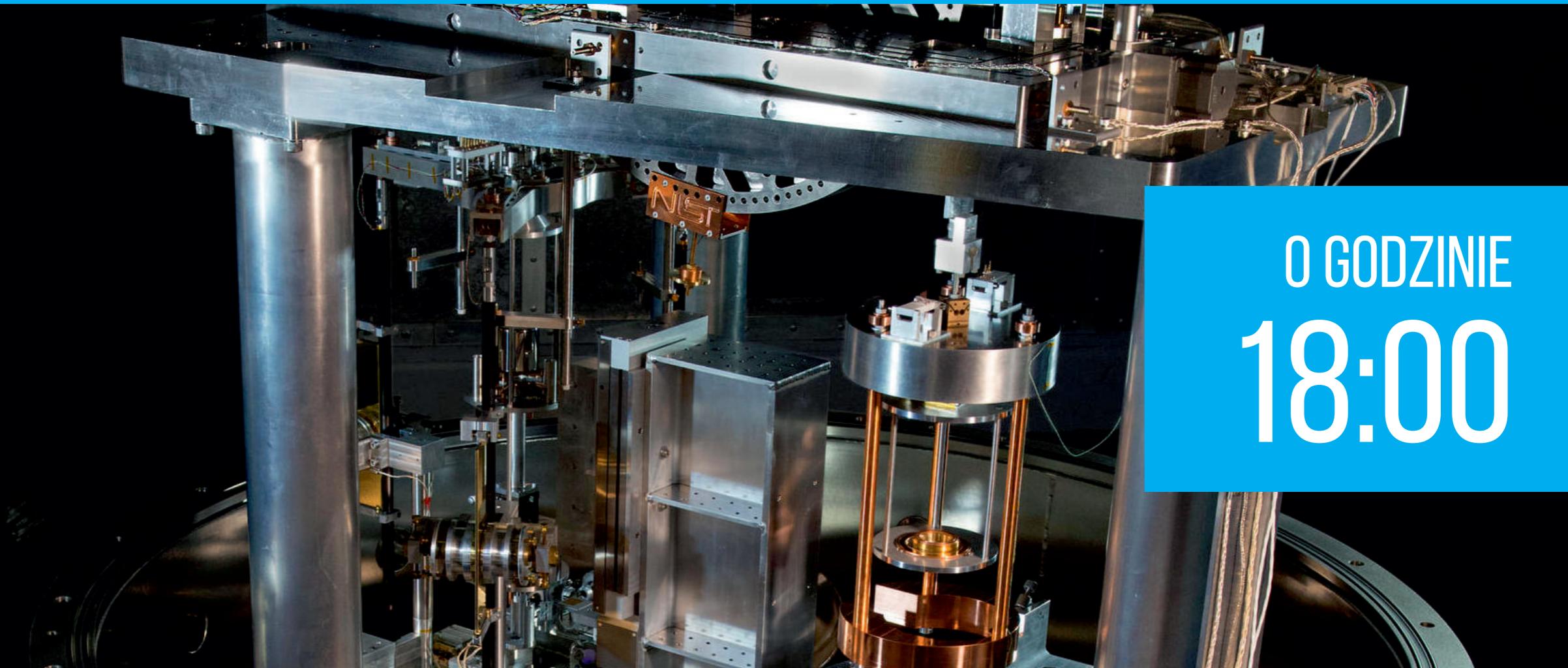




Festiwal
maki
WARSZAWA

SKĄD WIADOMO ILE WYNOSI SEKUNDA, METR I KILOGRAM?

DR GRZEGORZ ŁACH



Out with the old kilogram, in with the new – scientists introduce more accurate measure

By Matthew Robinson, Lianne Kolirin and Jack Guy, CNN

Published 6:48 AM EDT, Mon May 20, 2019



Courtesy of BIPM

Le Grand K will now be retired

NEWS

Home | Prince Philip | Coronavirus | Video | World | UK | Business | Tech | Science | S

Science

Kilogram gets a new definition

The New York Times

ARTICLE OF THE DAY

Learning With: ‘The Kilogram Is Dead. Long Live the Kilogram!’



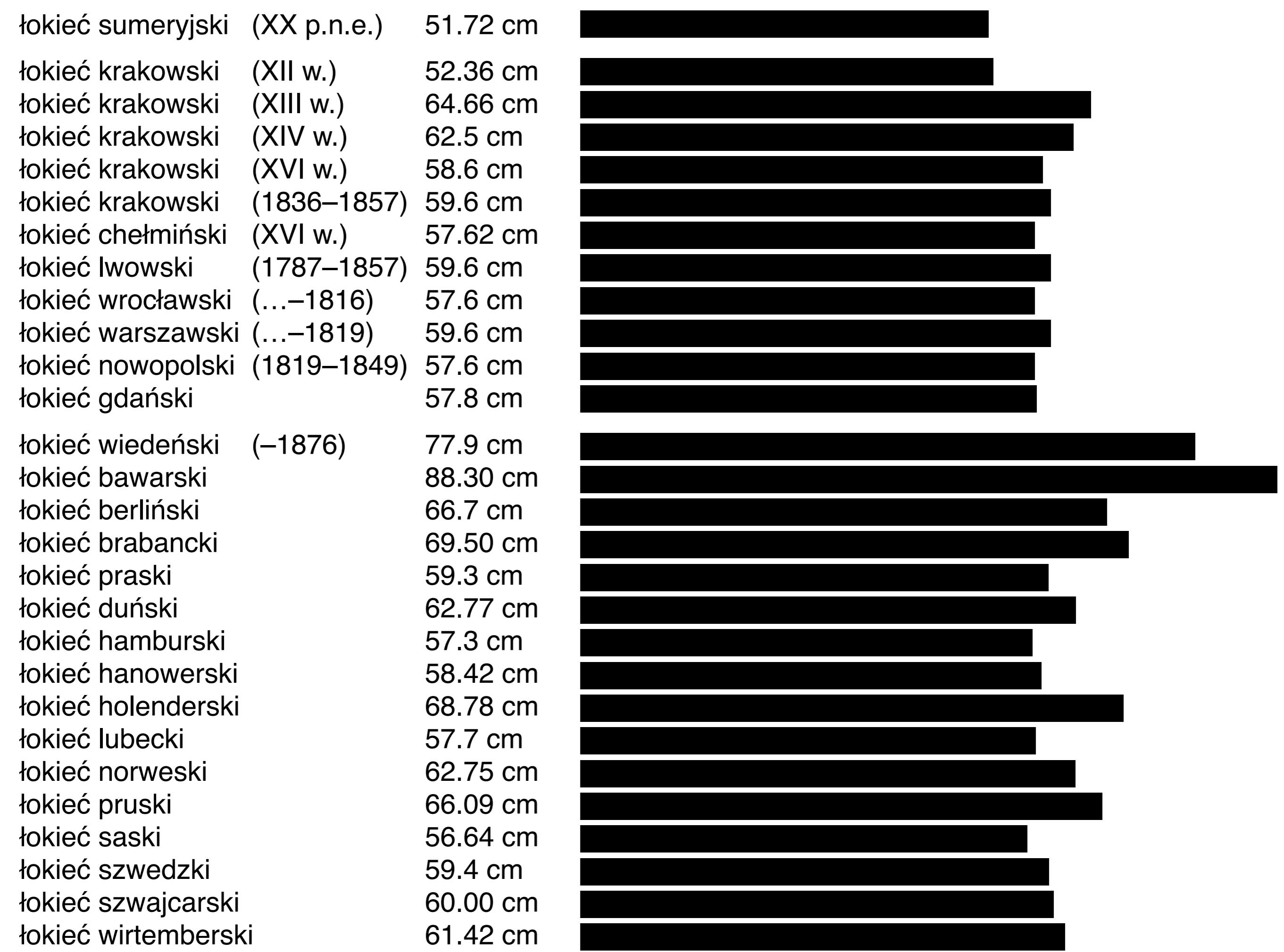
Kraj Klimat Świat Miasta Opinie Gospodarka Nauka Tech Kultura Sport

English Więcej

Nauka

Rewolucja w układzie SI. Odchodzi wzorzec kilograma z Sevres, zmieniają się też amper, kelwin i mol

Piotr Cieśliński 15 listopada 2018 | 16:50





USA (i UK?)

Reszta Świata

**pojemność
zbiornika paliwa**

?

dm³ (= 0.001 m³)

**pojemność
skokowa silnika**

?

dm³ (= 0.001 m³)

**odległość
w poziomie**

?

m

**odległość
w pionie**

?

m

USA (i UK?)

Reszta Świata

**pojemność
zbiornika paliwa**

gal

dm³ (= 0.001 m³)

**pojemność
skokowa silnika**

in³ (= 1/231 gal)

dm³ (= 0.001 m³)

**odległość
w poziomie**

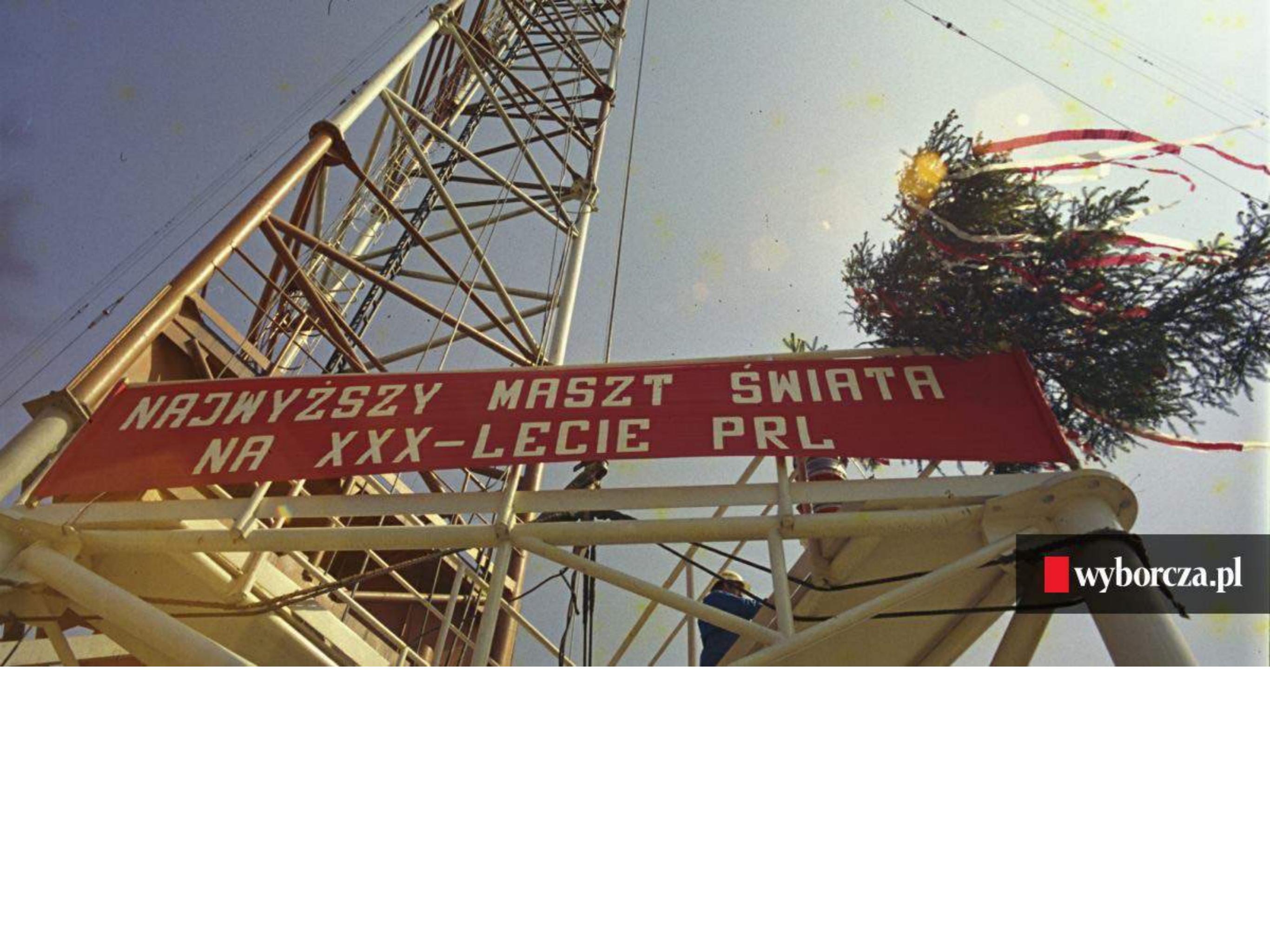
mi

m

**odległość
w pionie**

ft (= 1/5280 mi)

m



NAJWYŻSZY MASZT ŚWIATŁA
NA XXX-LECIE PRL



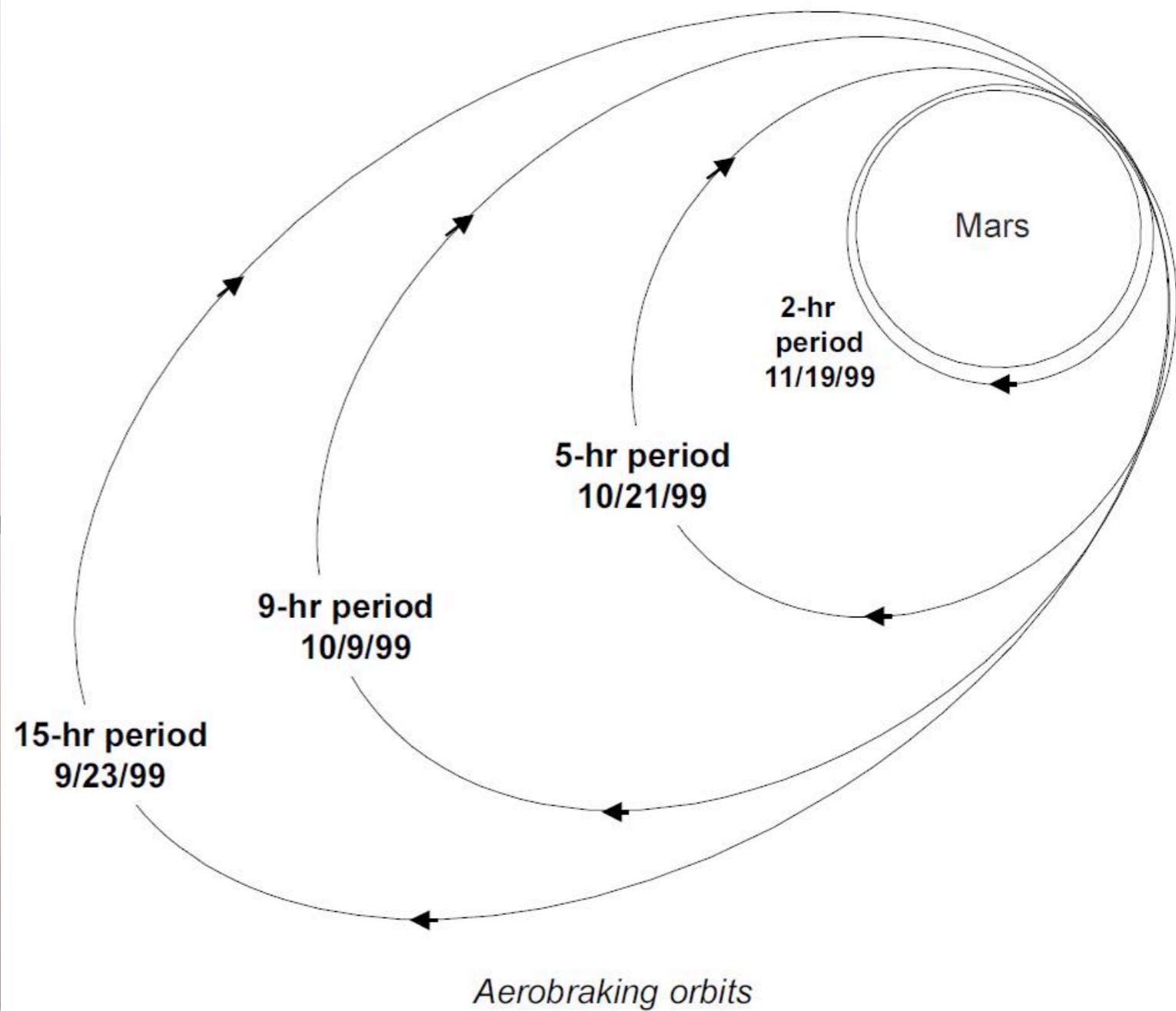
 wyborcza.pl

"Był najwyższy, jest najdłuższy"

Gazeta Wyborcza, 8 sierpnia 1991



Mars Climate Orbiter





Mars Climate Orbiter

znaleźć się na oczekiwanej wysokości 140-150 km nad powierzchnią planety, orbiter trafił na wysokość 57 km i wkrótce kontakt z nim został stracony. Sonda uległa zniszczeniu w atmosferze Marsa.

10 listopada 1999 NASA upubliczniła raport komisji powypadkowej. Przyczyną był błąd ludzki, a konkretnie użycie różnych **jednostek** przy wyznaczaniu trajektorii lotu sondy. Program przetwarzający instrukcje kontroli naziemnej używał jako jednostki siły anglosaskich (amerykańskich) funtów, podczas gdy oprogramowanie sondy używało jako jednostki siły metrycznych **niutonów**. Pomyłka stopniowo narastała w czasie podróży, ponieważ MCO miał niesymetryczną konstrukcję. W związku z tym pęd przekazywany przez światło słoneczne zwiększył **moment pędu** próbnika. Dlatego też koła reakcyjne MCO były uruchamiane co najmniej 10 razy częściej, niż to było wymagane. W rezultacie po ponad dziewięciu miesiącach trajektoria lotu obniżyła się w stosunku do planowanej o 170 kilometrów^[5]. Jak na ironię,





and logged the repair, but another technician misunderstood the logbook entry and undid the repair. The Boeing 767 was not flown with inoperative fuel gauges, but a miscommunication led the flight crew to fly using only a [dripstick](#) measurement of the fuel tanks. The crew needed to enter the fuel quantity into the flight computer in kilograms, but they mistakenly did the calculation with the density of jet fuel in pounds/litre. The aircraft ran out of fuel halfway to Edmonton, where Air Canada maintenance staff were waiting to install a working FQIS that they had borrowed from another airline.^[9]

The Board of Inquiry found fault with Air Canada procedures, training, and manuals. It recommended the adoption of fueling procedures and other safety measures that were already being used by US and European airlines. The Board also recommended the immediate conversion of all Air Canada aircraft from [Imperial units](#) to [metric units](#), since a mixed fleet was more dangerous than an all-Imperial or an all-metric fleet.^[9]

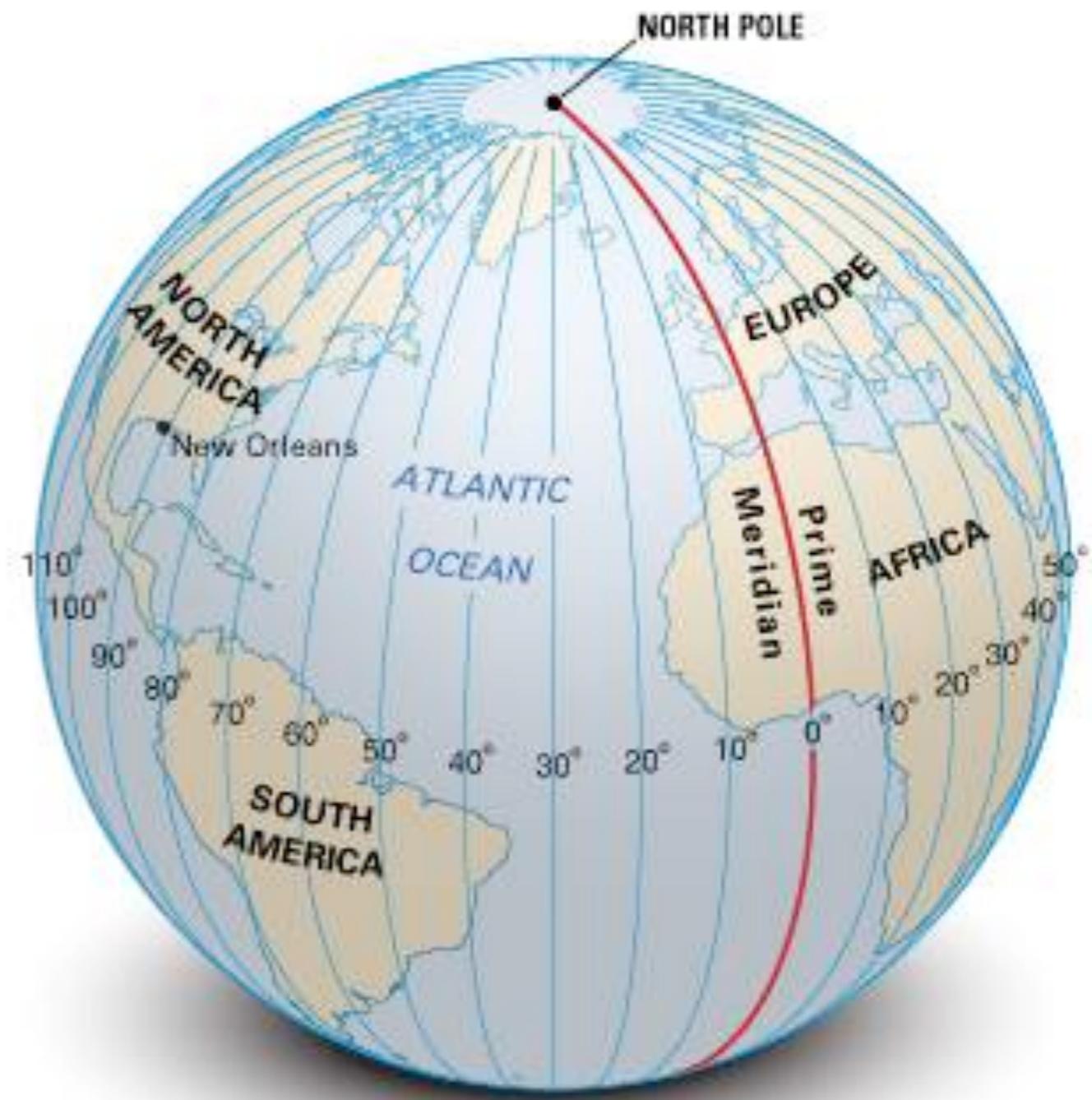


Metr

1795 – 1/1000000 długości południka przechodzącego przez Paryż

Metr

1795 – 1/1000000 długości południka przechodzącego przez Paryż



Metr

1795 – $1/10000000$ długości południka przechodzącego przez Paryż

1889 – odległość między odpowiednimi kreskami na wzorcu (równego w momencie konstruowania ...)

1960 – XI Generalna Konferencja Miar zdefiniowała metr jako długość równą 1650763.73 długości fali promieniowania w próżni odpowiadającego przejściu między poziomami $2p^{10}$ a $5d^5$ atomu ^{86}Kr

1983 – długość drogi przebytej w próżni przez światło w czasie $1/299792458$ sekundy



The second is the duration of 9 192 631 770 periods of the radiation corresponding to the transition between the two hyperfine levels of the ground state of the cesium 133 atom.

The meter is the length of the path travelled by light in vacuum during a time interval of 1/299 792 458 of a second.

The kilogram is the unit of mass; it is equal to the mass of the international prototype of the kilogram.

United States version of the English text of the eighth edition (2006) of the International Bureau of Weights and Measures publication
Le Système International d' Unités (SI)

(Supersedes NIST Special Publication 330, 2001 Edition)



Issued March 2008

**U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, Carlos M. Gutierrez, Secretary
NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, James Turner, Acting Director**

1983 – długość drogi przebytej w próżni
przez światło w czasie 1/299792458 sekundy



1983 – długość drogi przebytej w próżni
przez światło w czasie 1/299792458 sekundy

$c = 299792458$ metrów na sekundę

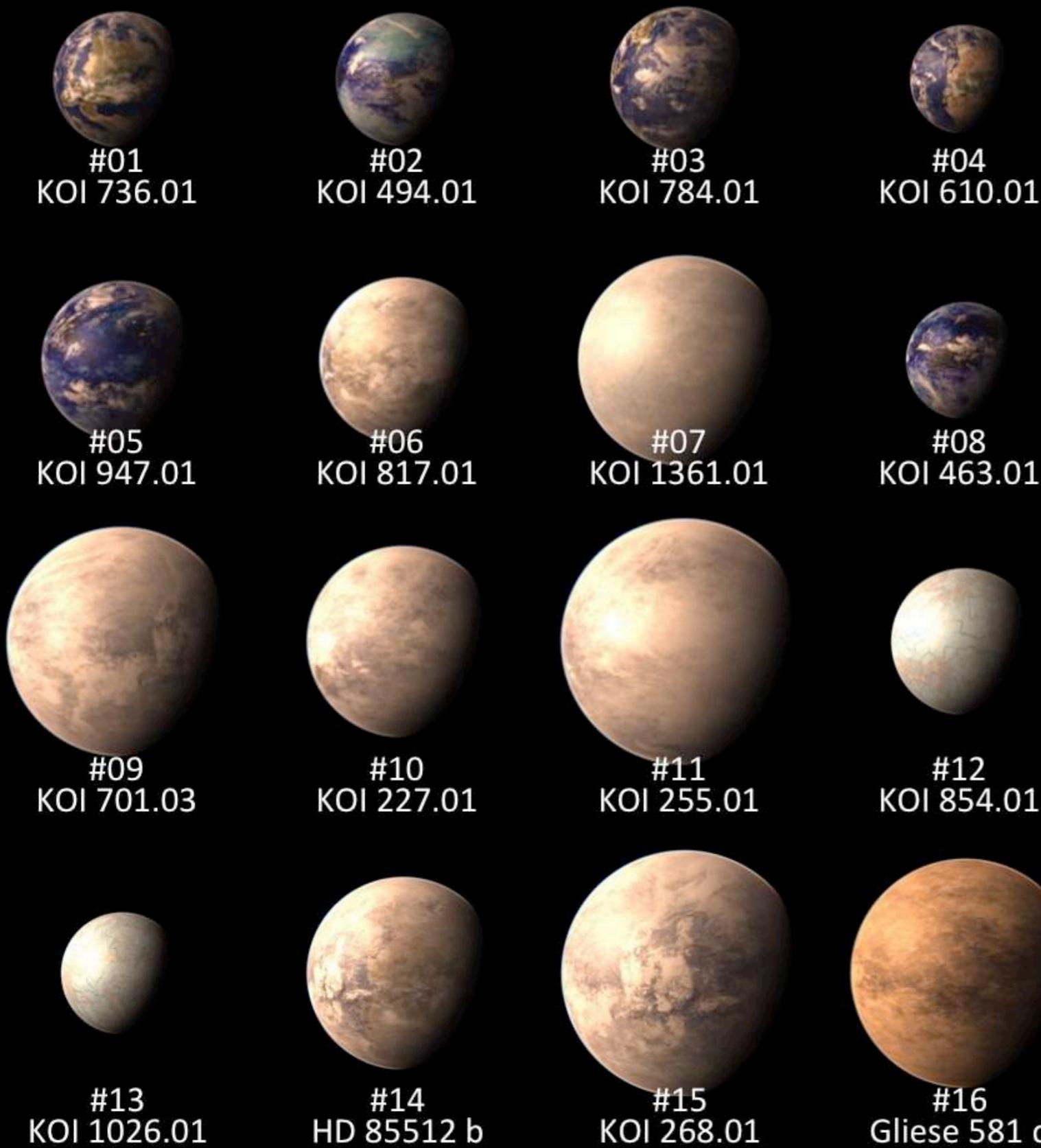
$c \approx 186$ mil na millisekundę

$c \approx 1$ stopa na nanosekundę

...

2019 – jest ona zdefiniowana poprzez przyjęcie ustalonej wartości
liczbowej prędkości światła w próżni c , wynoszącej 299 792 458m/s

Potential Habitable Worlds in the Universe

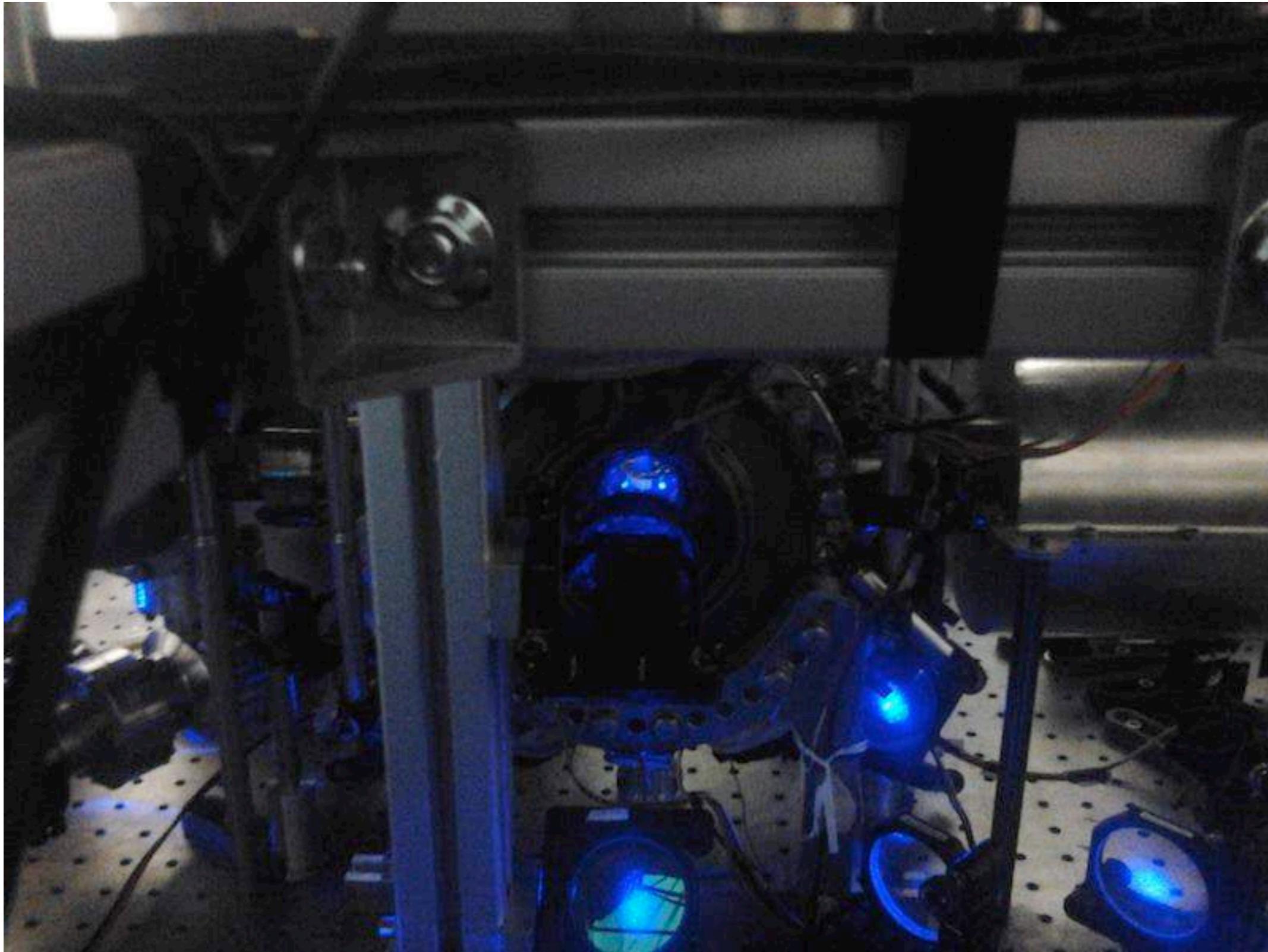


Scientists are starting to identify potential habitable exoplanets in over 2,000 exoplanets that have been detected so far. Here is the current working list of 16 potential habitable exoplanets candidates ranked by similarity to Earth, from best to worst. All are to scale and can be compared to Earth, Venus, Mars, and Mercury below.

Solar System Terrestrial Planets



Sekunda



The second is the duration of 9 192 631 770 periods of the radiation corresponding to the transition between the two hyperfine levels of the ground state of the cesium 133 atom.

The meter is the length of the path travelled by light in vacuum during a time interval of 1/299 792 458 of a second.

The kilogram is the unit of mass; it is equal to the mass of the international prototype of the kilogram.

United States version of the English text of the eighth edition (2006) of the International Bureau of Weights and Measures publication
Le Système International d' Unités (SI)

(Supersedes NIST Special Publication 330, 2001 Edition)



Issued March 2008

**U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, Carlos M. Gutierrez, Secretary
NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, James Turner, Acting Director**

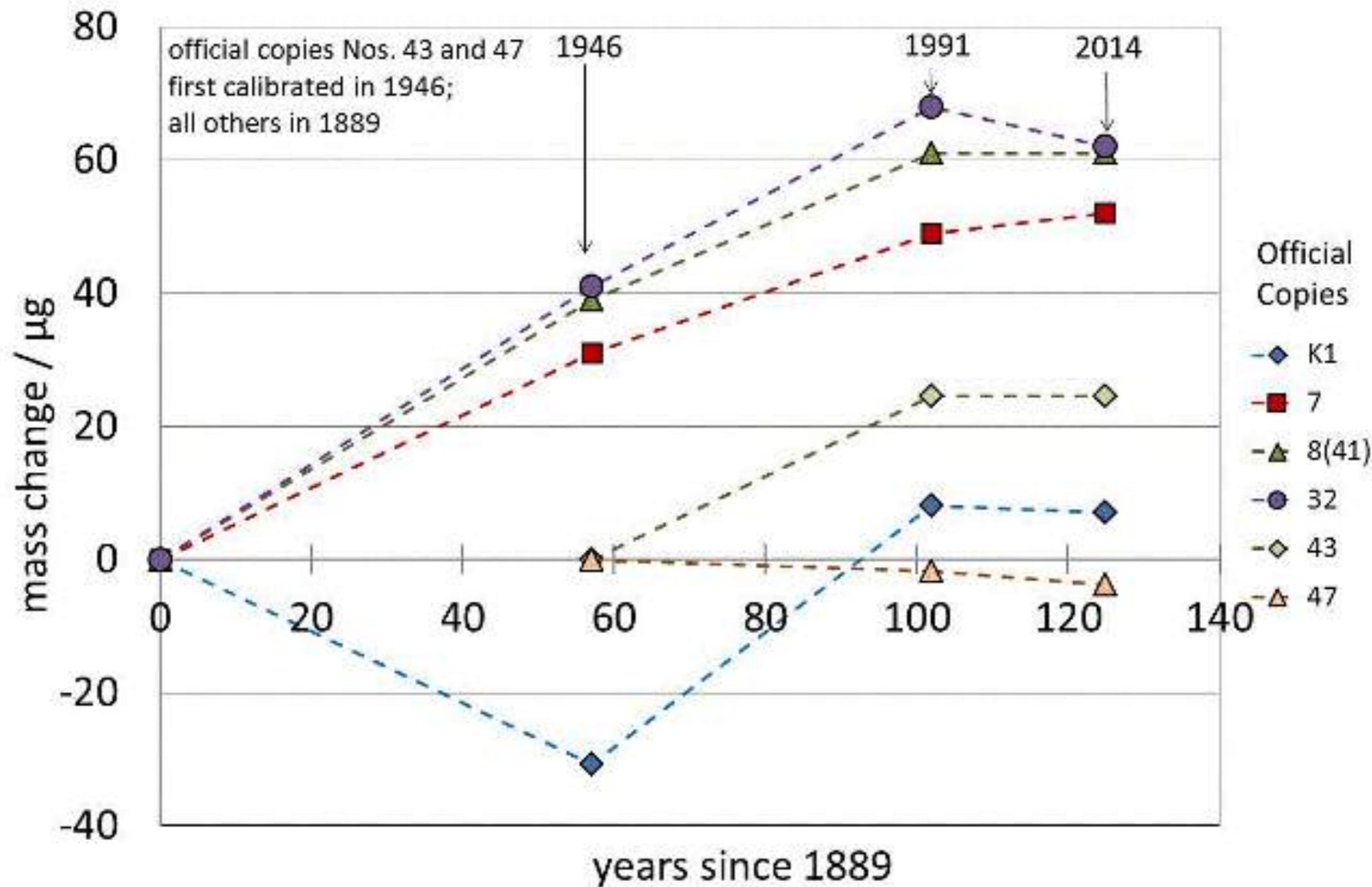
Kilogram

The kilogram is the unit of mass; it is equal to the mass of the international prototype of the kilogram.



Kilogram

The kilogram is the unit of mass; it is equal to the mass of the international prototype of the kilogram.

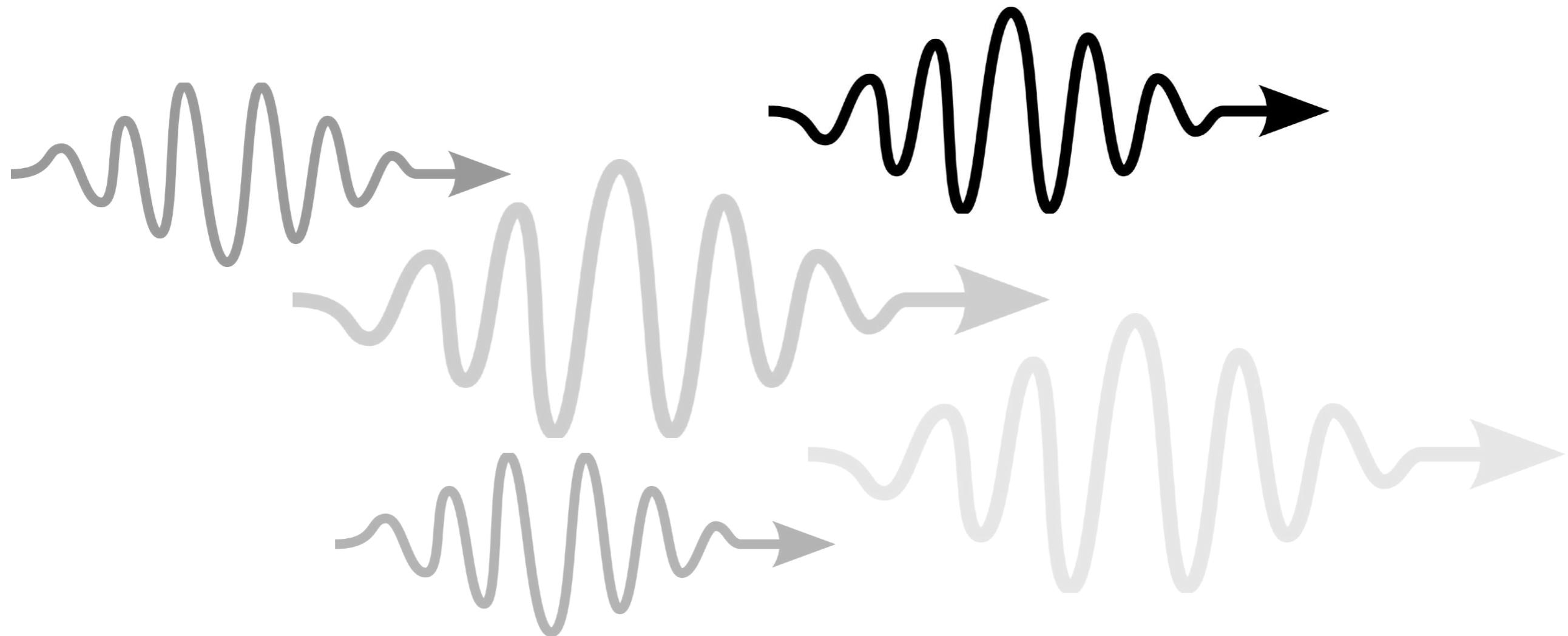


Kilogram

“Nowy” Kilogram – propozycja niezaakceptowana



Stała Plancka



$$E = h\nu$$

↑
Energia fotonu

↑
Częstotliwość fotonu

Stała Plancka

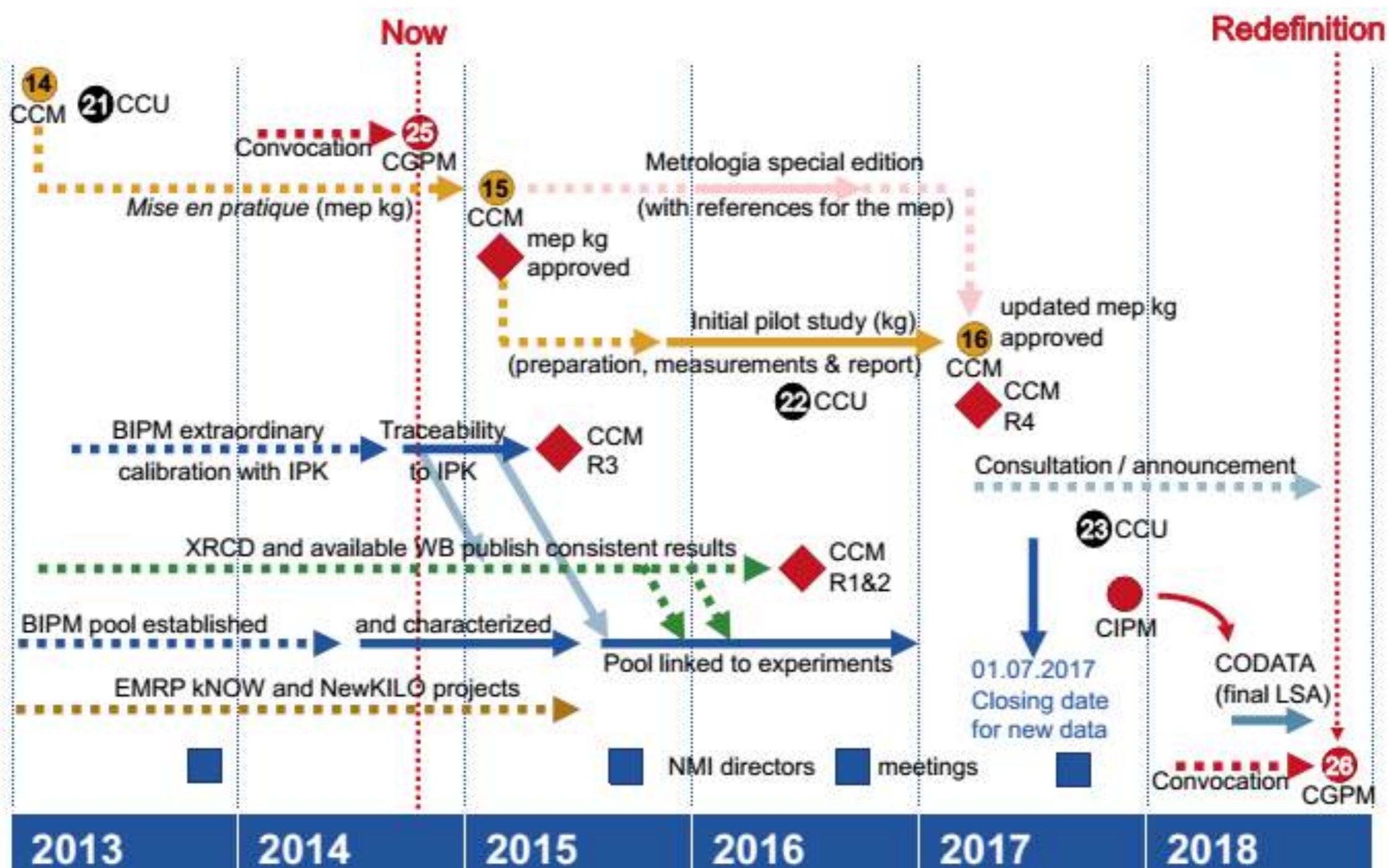
2018 CODATA RECOMMENDED VALUES OF THE FUNDAMENTAL CONSTANTS OF PHYSICS AND CHEMISTRY NIST SP 959 (June 2019)

An extensive constants list is available at physics.nist.gov/constants.

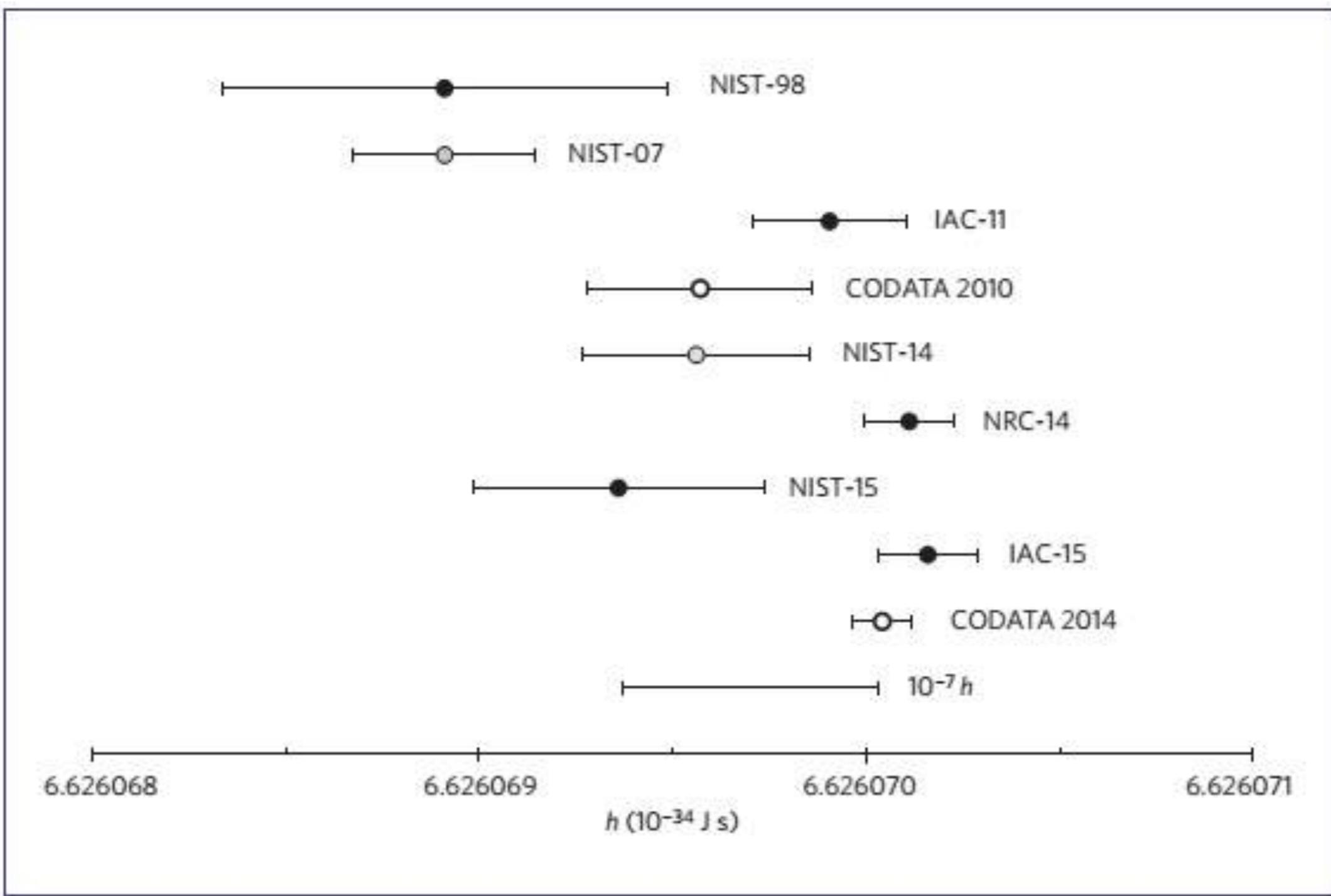
Quantity	Symbol	Numerical value	Unit
* ¹³³ Cs hyperfine transition frequency	$\Delta\nu_{\text{Cs}}$	9 192 631 770	Hz
*speed of light in vacuum	c	299 792 458	m s^{-1}
*Planck constant	h	$6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$	J Hz^{-1}
	\hbar	$1.054\ 571\ 817\ldots \times 10^{-34}$	Js
*elementary charge	e	$1.602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$	C
*Avogadro constant	N_A	$6.022\ 140\ 76 \times 10^{23}$	mol^{-1}
*Boltzmann constant	k	$1.380\ 649 \times 10^{-23}$	J K^{-1}
*luminous efficacy	K_{cd}	683	lm W^{-1}
electron volt (e/C) J	$e\text{V}$	$1.602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$	J
Josephson constant $2e/h$	K_J	$483\ 597.848\ 4\ldots \times 10^9$	Hz V^{-1}
von Klitzing constant $2\pi\hbar/e^2$	R_K	25 812.807 45...	Ω
molar gas constant $N_A k$	R	8.314 462 618...	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
			$\text{W m}^{-2} \text{K}^{-4}$

c	299 792 458	m s^{-1}
h	$6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$	J Hz^{-1}
\hbar	$1.054\ 571\ 817\ldots \times 10^{-34}$	Js

- Wartości takie, żeby obecnie zdefiniowane jednostki nie zmieniły się.
- *Consultative Committee for Mass and Related Quantities (CCM): Report of the 12th Meeting, Recommendation G 1* (BIPM, 2010) – wartość h :
 - Co najmniej trzy różne doświadczenia dające zgodne wyniki z błędem co najwyżej **50 części na miliard**
 - Co najmniej jedno doświadczenie o niepewność poniżej **20 części na miliard**



Stała Plancka



On the revision of the International System of Units (SI)

Resolution 1

The General Conference on Weights and Measures (CGPM), at its 26th meeting,
considering

•
•
•
•

decides that, effective from 20 May 2019, the International System of Units, the SI, is the system of units in which:

- ◆ the unperturbed ground state hyperfine transition frequency of the caesium 133 atom $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ is 9 192 631 770 Hz,
- ◆ the speed of light in vacuum c is 299 792 458 m/s,
- ◆ the Planck constant h is $6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ J s,
- ◆ the elementary charge e is $1.602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$ C,
- ◆ the Boltzmann constant k is $1.380\ 649 \times 10^{-23}$ J/K,
- ◆ the Avogadro constant N_A is $6.022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ mol $^{-1}$,
- ◆ the luminous efficacy of monochromatic radiation of frequency 540×10^{12} Hz, K_{cd} , is 683 lm/W,

Stała Plancka

2014 CODATA RECOMMENDED VALUES OF THE FUNDAMENTAL CONSTANTS OF PHYSICS AND CHEMISTRY NIST SP 959 (Aug 2015)

See: P. J. Mohr, D. B. Newell, and B. N. Taylor, arxiv.org/pdf/1507.07956v1.pdf (2015). A more extensive listing of constants is available in the reference given above and on the NIST Physical Measurement Laboratory Web site: physics.nist.gov/constants.

Quantity	Symbol	Numerical value	Unit
speed of light in vacuum	c, c_0	299 792 458 (exact)	m s^{-1}
magnetic constant	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$ (exact)	N A^{-2}
electric constant $1/\mu_0 c^2$	ϵ_0	$8.854\ 187\ 817\dots \times 10^{-12}$	F m^{-1}
Newtonian constant of gravitation	G	$6.674\ 08(31) \times 10^{-11}$	$\text{m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
Planck constant	h	$6.626\ 070\ 040(81) \times 10^{-34}$	J s
$h/2\pi$	\hbar	$1.054\ 571\ 800(13) \times 10^{-34}$	J s
elementary charge	e	$1.602\ 176\ 6208(98) \times 10^{-19}$	C
fine-structure constant $e^2/4\pi\epsilon_0\hbar c$	α	$7.297\ 352\ 5664(17) \times 10^{-3}$	
inverse fine-structure constant	α^{-1}	137.035 999 139(31)	
Rydberg constant $\alpha^2 m_e c / 2h$	R_∞	10 973 731.568 508(65)	m^{-1}
Bohr radius $\alpha/4\pi R_\infty$	a_0	$0.529\ 177\ 210\ 67(12) \times 10^{-10}$	m
Bohr magneton $e\hbar/2m_e$	μ_B	$927.400\ 9994(57) \times 10^{-26}$	J T^{-1}

Kelwin

prędkość dźwięku

$$u = \sqrt{\frac{C_p}{C_V} \frac{N_A k T}{M}}$$

stała dielektryczną

$$p = kT \frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{\alpha_0}$$

współczynnik załamania

$$p = kT \frac{n^2 - 1}{\alpha_0}$$

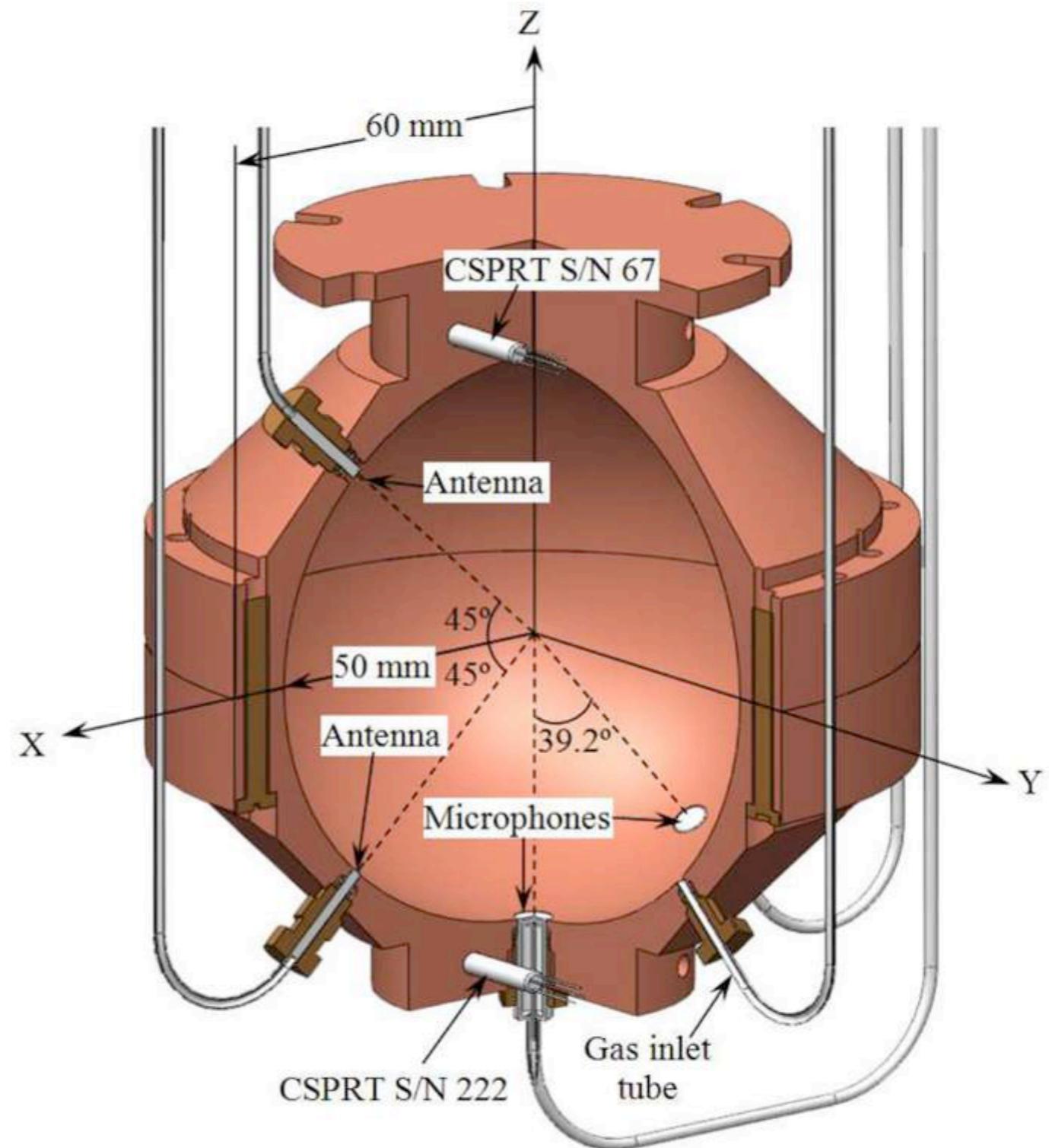
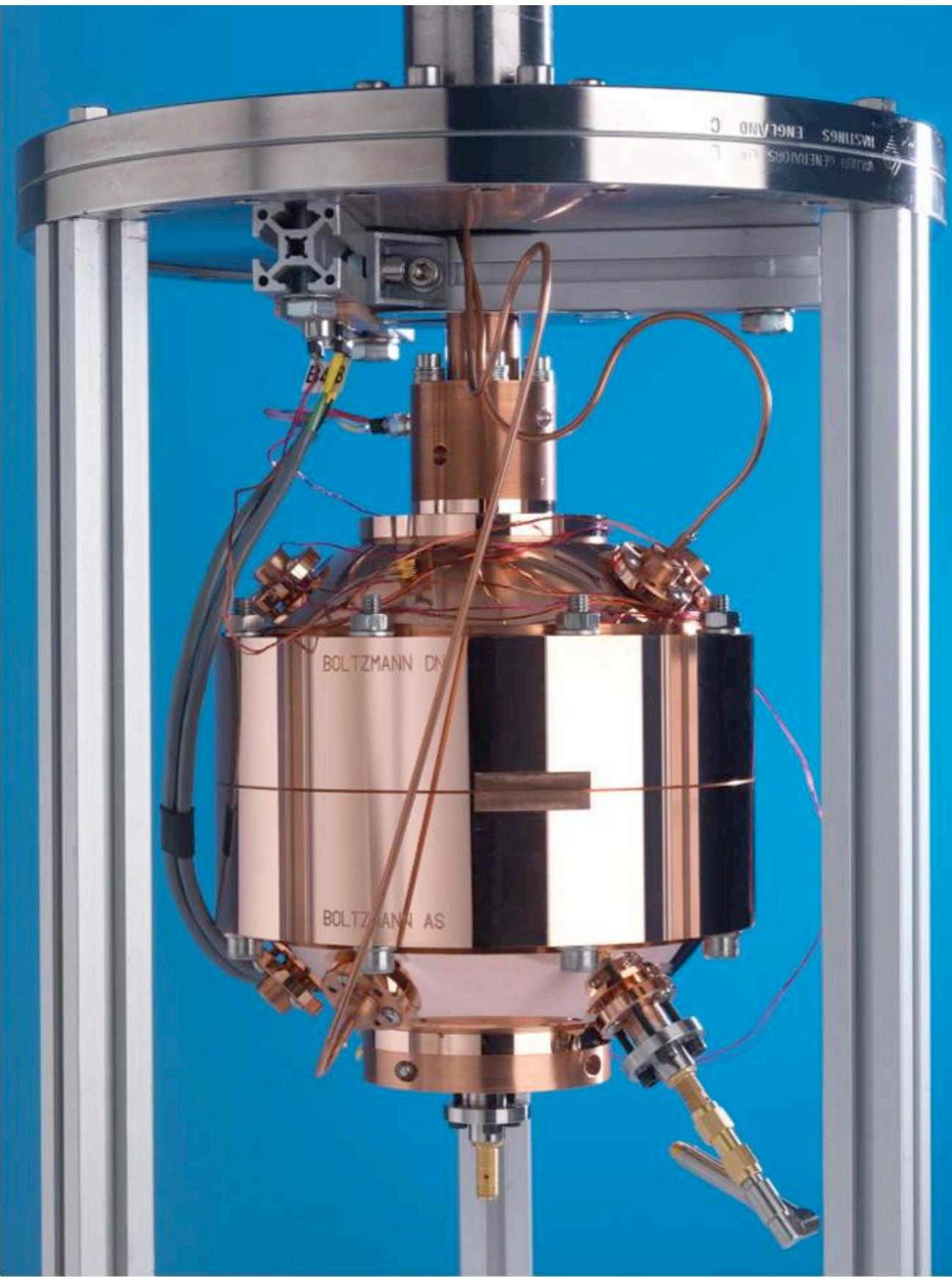
współczynnik załamania

$$\langle U^2 \rangle = 4kT R_{el} \Delta f$$

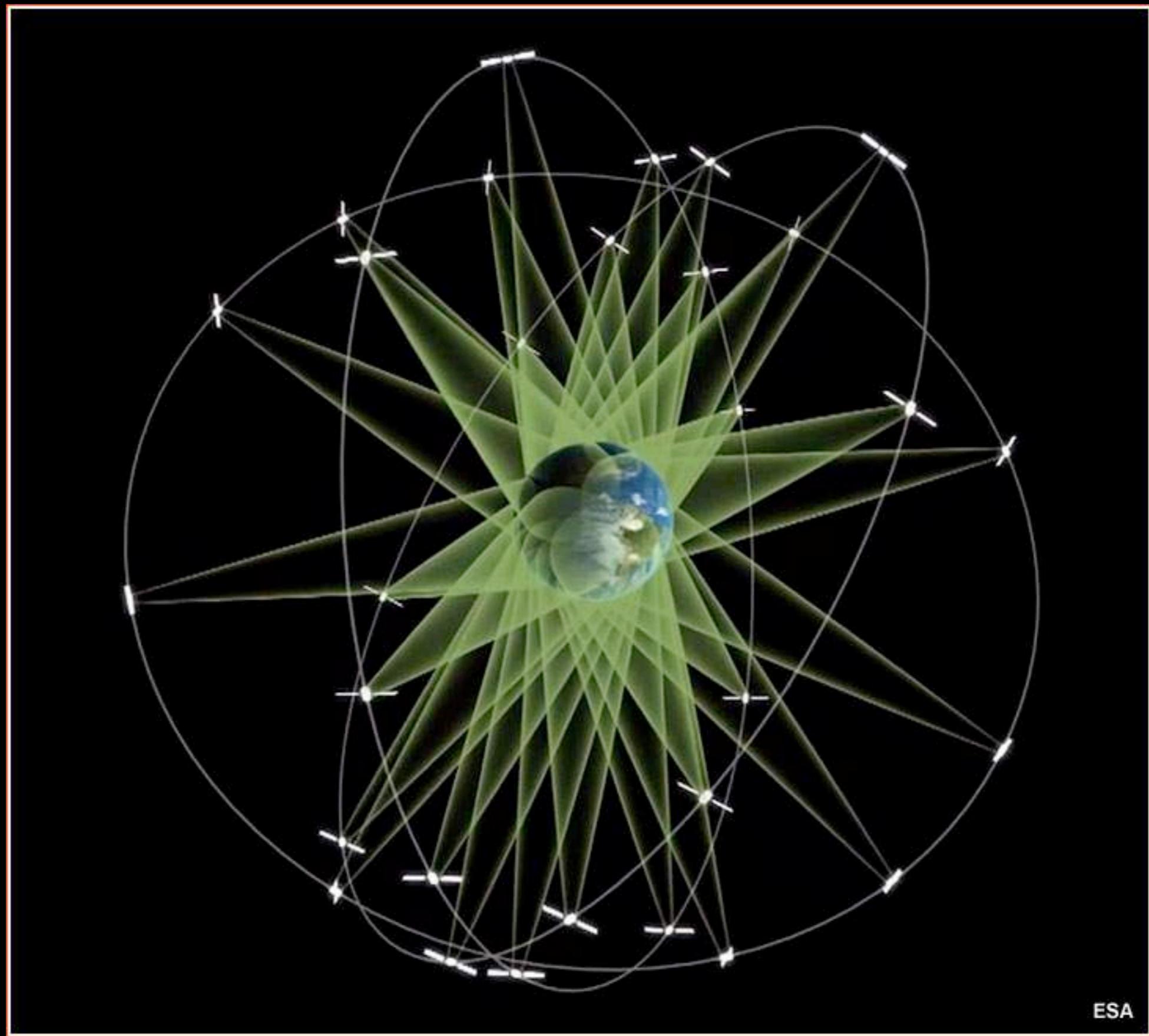
poszerzenie Dopplera

$$\Delta\nu_D = \sqrt{\frac{2kT}{mc^2}} \nu_0$$

Kelwin



Po co?



ESA

SI International System of Units

