

Novos Valores das Constantes Físicas Fundamentais

José Rodrigues Ribeiro ^a
Ana Paula Silva Correia ^a

O final de 1986 trouxe, no domínio da metrologia fundamental em Física e Química, dois importantes acontecimentos: a publicação pela IUPAC de uma nova Tabela de Massas Atómicas dos Elementos [1], que veio a introduzir significativas alterações aos anteriores valores, e a saída da mais recente versão das recomendações da CODATA (Committee on Data for Science and Technology of the International Council of Scientific Unions) para os valores adoptados das Constantes Físicas Fundamentais [2], culminando um profundo trabalho de revisão dos resultados experimentais e teóricos publicados nos treze

anos que mediarão entre a anterior [3] e a presente versões.

O quadro aqui apresentado tem por objectivo dar conhecimento do novo conjunto de valores das Constantes Físicas Fundamentais, ainda insuficientemente divulgado entre nós, e traça também de uma forma sucinta a sua evolução através das quatro revisões efectuadas desde o ano de 1960, data da unificação das escalas física e química. Não incluímos, como é evidente, a totalidade das Constantes que compõem a revisão publicada - a qual engloba 145 valores diferentes - mas tão só aquelas cujo emprego é mais corrente em Química e em Física.

CONSTANTE FÍSICA	SÍMBOLO e EQUI-VALÊNCIAS	VALOR em 1963 [4]	VALOR em 1969 [5]	VALOR em 1973 [3]	VALOR em 1986 [2]	UNIDADE
Velocidade da luz no vazio	c	2.997925(1) ***	2.9979250(10)	2.99792458(1.2)	2.99792458	10^8 m s^{-1}
Permitividade do vazio	$\epsilon_0 = c^{-2} \mu_0^{-1} *$	8.854185(6)	8.8541853(59)	8.854187818(71)	8.8541878176...	$10^{-12} \text{ F m}^{-1}$
Constante gravitacional	G	6.670(5)	6.6732(31)	6.6720(41)	6.67259(85)	$10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
Constante de Planck	h $\hbar = h/2\pi$	6.62559(16)	6.626196(50)	6.626176(36)	6.6260755(40)	10^{-34} J s
Carga elementar	e	1.60210(2)	1.6021917(70)	1.6021892(46)	1.60217733(49)	10^{-19} C
Quantum de fluxo magnético	$\Phi_0 = h/2e$	2.06778(2)	2.0678538(69)	2.0678506(54)	2.06783461(61)	10^{-15} Wb
Constante de estrutura fina	$\alpha = \mu_0 c e^2/2h$ α^{-1}	0.00729720(3)	0.007297351(11)	0.0072973506(60)	0.00729735308(33)	adimensional
Massa do electrão em repouso	m_e	9.10908(13)	9.109558(54)	9.109534(47)	9.1093897(54)	10^{-31} kg
Massa do próton em repouso	m_p	1.67252(3)	1.672614(11)	1.6726485(86)	1.6726231(10)	10^{-27} kg
Massa do neutrão em repouso	m_n	1.67482(3)	1.674920(11)	1.6749543(86)	1.6749286(10)	10^{-27} kg
Quociente mássico próton-electrão	m_p/m_e	1836.10(1)	1836.109(11)	1836.15152(70)	1836.152701(37)	adimensional
Magnetão de Bohr	$\mu_B = e \hbar/2m_e$	9.2732(2)	9.274096(65)	9.274078(36)	9.2740154(31)	$10^{-24} \text{ J T}^{-1}$
Magnetão nuclear	$\mu_N = e \hbar/2m_p$	5.05050(13)	5.050951(50)	5.050824(20)	5.0507866(17)	$10^{-27} \text{ J T}^{-1}$
Quantum de circulação	$h/2m_e$ h/m_e	3.63681(3)	3.636947(11)	3.6369455(60)	3.63694807(33)	$10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$
Constante de Rydberg	$R_\infty = m_e c \alpha^2/2h$	1.0973731(1)	1.09737312(11)	1.097373177(83)	1.0973731534(13)	10^7 m^{-1}
Energia de Hartree	$E_h = 2h c R_\infty$	4.35943(10)	4.359828(34)	4.359814(24)	4.3597482(26)	10^{-18} J
Raio de Bohr	$a_0 = \alpha/4\pi R_\infty$	5.29167(2)	5.2917715(81)	5.2917706(44)	5.29177249(24)	10^{-11} m
Raio (clássico) do electrão	$r_e = \alpha^2 a_0$	2.81777(4)	2.817939(13)	2.8179380(70)	2.81794092(38)	10^{-15} m
Constante de Avogadro	N_A	6.02252(9)	6.022169(40)	6.022045(31)	6.0221367(36)	10^{23} mol^{-1}
Unidade de massa atómica	$1 \text{ u} = 10^{-3} \text{ kg mol}^{-1}/N_A$	1.66043(2)	1.660531(11)	1.6605655(86)	1.6605402(10)	10^{-27} kg
Constante de Faraday	$F = N_A e$	96487.0(5)	96486.70(54)	96484.56(27)	96485.309(29)	C mol^{-1}
Constante dos gases	R	8.31434(35)	8.31434(35)	8.31441(26)	8.314510(70)	$\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Constante de Boltzmann	$k = R/N_A$	1.38054(6)	1.380622(59)	1.380662(44)	1.380658(12)	$10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Volume molar de gás ideal	$V_m = R T/p^{***}$	22.4136(9)	22.4136(9)	22.41383(70)	22.41410(19)	$10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = (\pi^2/60) k^4/h^3 c^2$	5.6697(10)	5.66961(96)	5.67032(71)	5.67051(19)	$10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Primeira constante de radiação	$c_1 = 2\pi h c^2$	3.74150(9)	3.741844(28)	3.741832(20)	3.7417749(22)	10^{16} W m^2
Segunda constante de radiação	$c_2 = h c/k$	1.43879(6)	1.438833(61)	1.438786(45)	1.438769(12)	10^{-2} m K

* O valor (exacto) da permeabilidade do vazio, μ_0 , é $4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$.

** $T^\circ = 273.15 \text{ K}$ e $p^\circ = 101325 \text{ Pa}$ (valores exactos)

*** Os números entre parêntesis são a incerteza (desvio-padrão) associada aos últimos algarismos do valor de cada Constante.

Referências

- [1] Atomic Weights of the Elements 1985, *Pure Appl. Chem.*, **58**, 1677-1692 (1986)
- [2] The 1986 Adjustment of the Fundamental Physical Constants, *CODATA Bulletin* 63, November 1986
- [3] E. R. Cohen and B. N. Taylor, *J. Phys. Chem. Ref. Data*, **2**, 663-734 (1973) Recommended consistent values of the fundamental physical constants, 1973, *CODATA Bulletin II*, December 1973

- [4] E. R. Cohen and J. W. M. Du Mond, *Rev. Mod. Phys.*, **37**, 537-594 (1965)
- [5] B. N. Taylor, W. H. Parker and D. N. Langenberg, *Rev. Mod. Phys.*, **41**, 375-496 (1969)

^a Escola Secundária de Henrique Medina, 4740 Esposende.

OS INSTRUMENTOS DA CRESCENTE FAMÍLIA

HANNA
instruments

pH.
REDOX,
O₂...

CONDUTIVIDADE,
TEMPERATURA,
HUMIDADE...
ANÁLISE
QUÍMICA...

MONITORES
CONTROLADORES
MEDIDORES
BOMBAS DOSEADORAS,
SISTEMAS DE ANÁLISE

**TODA A INSTRUMENTAÇÃO
ELECTROQUÍMICA!**

 **labNORMA**
equipamento de controlo de qualidade e investigação, lda.

RUA INFANTARIA 16, N.º 41-2.º 1300 LISBOA TELEFONES 692414-692431 TELEX 65561 LNORMA P