

**NOVOS VALORES RECOMENDADOS PARA AS CONSTANTES  
FÍSICAS FUNDAMENTAIS**

Senhor Editor:

Os valores de constantes físicas fundamentais foram objeto de relato recente em QUÍMICA NOVA por De Tomy<sup>1</sup>, com uma correção posterior<sup>2</sup>. Considerando que recentemente a Comissão sobre Dados para Ciência e Tecnologia – CODATA do Conselho Internacional de Uniões Científicas, através de seu Grupo Tarefa sobre Constantes Fundamentais, publicou um relatório<sup>3</sup> onde relata novos valores recomendados para diferentes constantes físicas fundamentais, bem como a necessidade de divulgação desses valores junto à comunidade química brasileira, tomamos a liberdade de chamar a atenção de V.Sa. para aqueles valores usualmente mais utilizados pelos químicos.

Os valores de constantes físicas fundamentais anteriormente recomendados eram aqueles relatados pela CODATA em 1973<sup>4</sup>. O “ajuste das constantes fundamentais de 1986” foi o resultado de cinco anos de esforços de especialistas dos mais importantes laboratórios metrológicos no mundo. Este ajuste se fez necessário em função da enorme quantidade de trabalhos teóricos e experimentais publicados desde 1973 e que afetam as constantes fundamentais. Por outro lado, existe uma relação bastante estreita entre estas constantes e as unidades SI (vide, por exemplo, Petley<sup>5</sup>); conseqüentemente, a redefinição do metro<sup>6</sup> em 1983 em função da distância percorrida pela luz em um tempo igual a  $1/c$  de segundo tem influência sobre os valores de algumas constantes fundamentais, pois a velocidade da luz passou a ser considerada como uma constante exata cujo valor é fixo. Diversos outros avanços que contribuíram para se obter valores de constantes físicas fundamentais mais precisos são discutidos no relatório da CODATA<sup>3</sup>.

Os novos valores recomendados para constantes físicas foram obtidos através de um ajuste estatístico por mínimos quadrados ponderado em função das incertezas de diferentes constantes fundamentais, de modo a se obter um conjunto de valores coerente em termos de suas incertezas. Comparados com aqueles recomendados anteriormente pela CODATA<sup>4</sup>, os novos valores apresentam incertezas que são menores por um fator de 10; tal diminuição nas incertezas reflete a precisão significativamente maior de algumas medidas, muitas vezes envolvendo técnicas totalmente novas. Segundo E. Richard Cohen, um dos principais envolvidos no ajuste dos valores, conforme relatado por Robinson<sup>7</sup>, “para o futuro não se espera grandes mudanças adicionais” nestes valores recomendados pela CODATA em 1986.

O relatório da CODATA<sup>3</sup>, em duas tabelas diferentes, contém valores para: a) Constantes gerais: universais e eletromagnéticas; b) Constantes atômicas: gerais, para o elétron, muón, próton, neutron e deuteron; c) Constantes físico-químicas; d) Unidades mantidas e valores padrões. Por último, ainda contém uma tabela de fatores de conversão de energia. A seguir relatamos os valores daquelas constantes físicas fundamentais que julgamos mais comumente utilizadas pelos químicos, conforme publicados no relatório da CODATA<sup>3</sup>.

**VALORES RECOMENDADOS EM 1986 DE CONSTANTES FÍSICAS FUNDAMENTAIS:** os dígitos entre parênteses são a incerteza de um desvio padrão nos últimos dígitos do respectivo valor.

grandeza	valor	unidades	incerteza
● velocidade da luz no vácuo $c$	299 792 458	$\text{m s}^{-1}$	(exata)
● permeabilidade do vácuo $\mu_0$	$4 \pi \times 10^{-7}$ = 12,566 370 614...	$\text{N A}^{-2}$ $10^{-7} \text{ N A}^{-2}$	(exata)
● constante de Planck $h$	6,626 0755(40) 4,135 6692(12)	$10^{-34} \text{ J s}$ $10^{-15} \text{ eV s}$	0,60 0,30
$h/2 \pi$	1,054 572 66(63) 6,582 1220(20)	$10^{-34} \text{ J s}$ $10^{-16} \text{ eV s}$	0,60 0,30
● carga elementar $e$	1,602 177 33(49)	$10^{-19} \text{ C}$	0,30
● magnéton de Bohr $\mu_B$	9,274 0154(31)	$10^{-24} \text{ J T}^{-1}$	0,34

• magnéton nuclear				
$\mu_N$	5,050 7866(17)	$10^{-27} \text{ J T}^{-1}$	0,34	
• constante de Rydberg				
$R_\infty$	10 973 731,534(13)	$\text{m}^{-1}$	0,0012	
• permissividade do vácuo				
$\epsilon_0$	$1/\mu_0 c^2$ = 8,854 187 817...	$10^{-12} \text{ F m}^{-1}$	(exata)	
• energia de Hartree				
$E_h$	4,359 7482(26)	$10^{-18} \text{ J}$	0,60	
	27,211 3961(81)	eV	0,30	
• raio de Bohr				
$a_0$	0,529 177 249(24)	$10^{-10} \text{ m}$	0,045	
• constante Newtoniana de gravitação (const. gravitacional)				
$G$	6,672 59(85)	$10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$	128	
• massa do elétron				
$m_e$	9,109 3897(54)	$10^{-31} \text{ kg}$	0,59	
	5,485 799 03(13)	$10^{-4} \text{ u}$	0,023	
• massa do próton				
$m_p$	1,672 6231(10)	$10^{-27} \text{ kg}$	0,59	
	1,007 276 470(12)	u	0,012	
• massa do nêutron				
$m_n$	1,674 9286(10)	$10^{-27} \text{ kg}$	0,59	
	1,008 664 904(14)	u	0,014	
• constante de Avogadro				
$N_A, L$	6,022 1367(36)	$10^{23} \text{ mol}^{-1}$	0,59	
• constante de massa atômica				
$m_u$	1,660 5402(10)	$10^{-27} \text{ kg}$	0,59	
• constante de Faraday				
$F$	96 485,309(29)	$\text{C mol}^{-1}$	0,30	
• constante molar dos gases				
$R$	8,314 510(70)	$\text{J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	8,4	
• constante de Boltzmann				
$k$	1,380 658(12)	$10^{-23} \text{ J K}^{-1}$	8,5	
• volume molar de gás ideal				
$V_m$	$T = 273,15 \text{ K}, p = 101 325 \text{ Pa}$ 22,414 10(19)	L/mol	8,4	
$V_m$	$T = 273,15 \text{ K}, p = 100 \text{ kPa}$ 22,711 08(19)	L/mol	8,4	
• aceleração padrão da gravidade				
$g_n$	9,806 65	$\text{m s}^{-2}$	(exata)	

#### VALORES PADRÕES RECOMENDADOS EM 1986

• elétron-volt				
eV	1,602 177 33(49)	$10^{-19} \text{ J}$	0,30	
• unidade (unificada) de massa atômica				
u	1,660 5402(10)	$10^{-27} \text{ kg}$	0,59	
• atmosfera padrão				
atm	101 325	Pa	(exata)	

Finalmente, cabe ressaltar que estes novos valores recomendados para as constantes físicas e valores padrões já foram adotados pela União Internacional de Química Pura e Aplicada – IUPAC, como era de se esperar de uma união que faz parte do Conselho Internacional de Uniões Científicas, conforme pode ser verificado em recente folheto publicado por esta entidade<sup>8</sup>.

## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> Tomy, A. de; *Quim. Nova* (1986), 9, 68.
- <sup>2</sup> Rocha-Filho, R.C.; Silva, R.R. da; *Quim. Nova* (1987), 10, 38.
- <sup>3</sup> Cohen, E.R.; Taylor, B.N.; *CODATA Bulletin nº 63*, Pergamon Press; Oxford (1986).
- <sup>4</sup> CODATA; *CODATA Bulletin nº 11*, Conselho Internacional de Uniões Científicas; Paris (1973).
- <sup>5</sup> Petley, B. W.; *Phys. Educ.* (1977), 12, 289.
- <sup>6</sup> Petley, B.W.; *Nature* (1983), 303, 373.
- <sup>7</sup> Robinson, A.L.; *Science* (1987), 235, 633.
- <sup>8</sup> Homann, K.H.; *Abbreviated list of Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry*, Oxford; IUPAC/Blackwell (1987). 4 p.

Romeu C. Rocha-Filho  
Departamento de Química  
Universidade Federal de São Carlos  
Caixa postal 676  
13560 São Carlos – SP