

APÉNDICE IX, ALGUNAS UNIDADES Y CONSTANTES DE LA FÍSICA

CONCEPTO	SÍMBOLO	UNIDAD	SISTEMA MKS u OTRA UNIDAD	SISTEMA CGS u OTRA UNIDAD
Longitud	L		<i>m</i>	10^2 cm
Superficie	A		m^2	10^4 cm^2
Volumen	V		m^3	10^6 cm^3
Tiempo	T		<i>s</i>	<i>s</i>
Masa	M		<i>kg</i>	10^3 g
Temperatura	T	<i>K</i>		-273.16^0 C
Calor		<i>cal</i>		4.1868 J
Campo eléctrico	E	NC^{-1}		
Campo magnético	B	<i>Tesla</i>	$NC^{-1}m^{-1}s = NA^{-1}m^{-1}$	
Capacitancia	Q/V	CV^{-1}		
Carga eléctrica	Q, q	<i>C</i>	$2.998 * 10^9 \text{ esu}$	$3 * 10^9 \text{ g}^{1/2} \text{ cm}^{3/2} \text{ s}^{-1}$
Conductividad		σ	$\Omega^{-1}m^{-1} = AV^{-1}m^{-1}$	
Corriente eléctrica	I	<i>A</i>		Cs^{-1}
Densidad carga lineal			Cm^{-1}	
Densidad carga superficial			Cm^{-2}	
Densidad carga volumen			Cm^{-3}	
Densidad corriente	J		$Cm^{-2}s^{-1} = Am^{-2}$	
Densidad energía		ρ_E	$Jm^{-3} = Nm^{-2}$	
Densidad portadores de carga		ρ	Cm^{-3}	
Densidad de masa		ρ	kgm^{-3}	10^{-3} gcm^{-3}
Electronvolt		<i>eV</i>	$1.6022 * 10^{-13} \text{ MeV}$	$1.6022 * 10^{-19} \text{ J}$ $1.6 * 10^{-12} \text{ erg}$
Electrostatic unit		<i>esu</i>		$0.3335557 * 10^{-9} \text{ C}$ $1 \text{ g}^{1/2} \text{ cm}^{3/2} \text{ s}^{-1}$
Energía	E, U	$J = Nm$	$kgm^2s^{-2} = 10^6 \text{ MeV}$ $= 10^7 \text{ erg}$	10^7 gcm^2s^{-2}
Flujo eléctrico	Φ_E		$NC^{-1}m^2 = Vm$	
Flujo magnético	Φ_B	<i>Weber</i>	Tm^2	
Frecuencia	f, ν	<i>Hz</i>	$(2\pi \text{ rad})s^{-1}$	

CONCEPTO	SÍMBOLO	UNIDAD	SISTEMA MKS u OTRA UNIDAD	SISTEMA CGS u OTRA UNIDAD
Fuerza	F	N	$kgms^{-2}$	$10^5 \text{ dina} = Jm^{-1}$ $=10^5 gcms^{-2}$
Fuerza electromotriz	\mathcal{E}	V	$Tm^2s^{-1} = NC^{-1}m$	
Intensidad energía		I_v	$Wm^{-2}Hz^{-1} = Jm^{-2}$	
Longitud de onda	λ	$\overset{0}{A}$	$10^{-10}m$	$10^{-8}cm$
Luminosidad	L_r	W	$kgm^2s^{-3} = Js^{-1}$	$10^7 gcm^2s^{-3}$
Potencia	Watt	W	$kgm^2s^{-3} = Js^{-1}$	$10^7 gcm^2s^{-3}$
Potencial eléctrico	U_E / q	V	$JC^{-1} = WA^{-1} = A\Omega$	
Presión	P	Pa	$kgm^{-1}s^{-2}$ $= Nm^{-2} = Jm^{-3}$	$10gcm^{-1}s^{-2}$
Resistencia	R	Ω	VA^{-1}	
Resistividad	RES	σ^{-1}	Ωm	
Trabajo		$J = Nm$	kgm^2s^{-2}	$10^7 gcm^2s^{-2} =$ $10^6 MeV = 10^7 erg$
Masa atómica		amu	$1.6605 * 10^{-27} kg$	
Masa electrón		m_e	$9.1094 * 10^{-31} kg$	$0.511 MeV / c^2$
Masa helio		m_{He}	$6.6465 * 10^{-27} kg$	$4.0026 amu$
Masa hidrógeno		m_H	$1.6735 * 10^{-27} kg$	$1.0078 amu$
Masa Planck		m_{pl}	$2.1 * 10^{-8} kg$	$hcG^{-1/2}$
Masa neutrino		m_ν	$5 * 10^{-35} kg$	$2.805 eV / c^2$
Masa neutrón ¹⁸³¹		m_n	$1.6749 * 10^{-27} kg$	$939.6 MeV / c^2$
Masa protón		m_p	$1.6726231 * 10^{-27} kg$	$938.3 MeV / c^2$
Unidad astronómica		AU	$1.49597870 * 10^{11} m$	
Parsec		pc	$3.0857 * 10^{16} m$	$206,265 AU =$ $3.2616 ly$
Kiloparsec		kpc		$3.2616 * 10^3 ly$
Megaparsec		Mpc	$3.0857 * 10^{22} m$	$3.2616 * 10^6 ly$
Año luz		ly	$0.94605 * 10^{16} m$	$0.3066 pc$

¹⁸³¹ C. Weinheimer, "Neutrino mass from tritium β -decay", en: H. Klapdor-Kleingrothaus, ed., *Dark Matter in Astro- and Particle Physics* (2001): 513-519, referido por Malcolm Longair, *The Cosmic Century* (2006): 406

CONSTANTES CON DIMENSIÓN

CONSTANTES	Unidad	Valor	Valor
Avagadro, N de	N_A	$6.0221367 * 10^{23}$ partículas / mol	
Bohr, radio de	a_0	$\frac{\hbar^2}{m_e e^2 k} = \frac{h^2}{4\pi^2 m_e e^2 k} = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2}$	$0.5292 * 10^{-10}$ m
Boltzmann	k_B	$1.380658 * 10^{-23}$ JK ⁻¹	$1.380658 * 10^{-16}$ ergK ⁻¹
Constante gas	R	$8.314510 * 10^7$ ergsmol ⁻¹ K ⁻¹	
Coulomb	k	$1/4\pi \epsilon_0$	$8.9875518 * 10^9$ Nm ² C ⁻²
Densidad radiación	a	$7.5659 * 10^{-16}$ Jm ⁻³ K ⁻⁴	$7.5659 * 10^{-15}$ ergcm ⁻³ K ⁻⁴
Carga electrón	e	$1.6022 * 10^{-19}$ C	$4.803206 * 10^{-10}$ esu
Fuerza débil	g_W	$\approx 3 * 10^{-62}$ Jm ³	
Fuerza nuclear fuerte ¹⁸³²	g_S	$\approx \sqrt{0.1182 * \hbar * c} = 6.1152 * 10^{-14}$ (Jm) ^{1/2} $\approx \sqrt{0.3 * \hbar * c} = 9.739 * 10^{-14}$ (Jm) ^{1/2} $\approx \sqrt{0.4 * \hbar * c} = 11.24564 * 10^{-14}$ (Jm) ^{1/2}	
Gravitacional	G	$6.673 * 10^{-11}$ kg ⁻¹ m ³ s ⁻²	$6.67 * 10^{-8}$ g ⁻¹ cm ³ s ⁻²
Gravitacional, aceleración sup. Tierra ¹⁸³³	g	9.81 ms ⁻²	
Permeabilidad del espacio	μ_0	$4\pi * 10^{-7}$ NC ⁻² s ² \equiv NA ⁻²	
Permitividad del vacío	ϵ_0	$8.854 * 10^{-12}$ N ⁻¹ m ⁻² C ²	
Planck	h $\hbar = h/2\pi$	$6.6260755 * 10^{-34}$ Js $1.0546 * 10^{-34}$ Js	$6.6260755 * 10^{-27}$ erg * s $1.0546 * 10^{-27}$ erg * s
Rydberg	R	$m_e k^2 e^4 / 4\pi c \hbar^3$	$1.0973732 * 10^7$ m ⁻¹
Stephan-Boltzmann	σ	$5.6705 * 10^{-8}$ Wm ⁻² K ⁻⁴	$5.67 * 10^{-5}$ ergcm ⁻² s ⁻¹ K ⁻⁴
Velocidad luz	c	$299,792,458$ ms ⁻¹ $\approx 3 * 10^8$ m/s	$\sqrt{1/(\epsilon_0 * \mu_0)}$

¹⁸³²La estimación (1) es de Siegfried Bethke, “ α_S at Zinnowitz 2004” en <hep-ex/0407021v1>; el promedio de las mediciones es $\alpha_S \approx 0.12$. Las estimaciones (2) y (3) son de N. Gauthier, “Nuclear force strength: a simple estimate”, en: *European Journal of Physics*, vol. 16 (1995): 21-24

¹⁸³³ $U_g = \frac{-GMm}{r} \Rightarrow \frac{dU_g}{dr} = \frac{GMm}{r^2}$; $u_g = \frac{U_g}{m} \Rightarrow \frac{du_g}{dr} = \frac{GM}{r^2}$. En la Tierra, $M = 5.974 * 10^{24}$ kg, $r = 6.378$ km, de modo que en la Tierra $g = \frac{du_{gT}}{r_T} = 9.8$ ms⁻²

CONSTANTES SIN DIMENSIÓN Y RAZONES DE FUERZAS Y MASAS

CONSTANTES	Símbolo	Valor numérico	Rango
de Feigenbaum	$\delta = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{F_{n+1} - F_n}{F_{n+2} - F_{n+1}}$	4.669 201609103.....	
Electro-magnética ¹⁸³⁴	$\alpha_C = e^2 / (2\epsilon_0 \hbar c)$	1/137.036	infinito
Gravitacional ¹⁸³⁵	$\alpha_G = (m_p / m_{pl})^2$	$6.34392 * 10^{-39}$	infinito
Nuclear débil ¹⁸³⁶	$\alpha_W = g_W m_e^2 c / \hbar^3$ $\alpha_W = g_W m_p^2 c / \hbar^3$	$6.4692 * 10^{-12}$ $2.1816 * 10^{-5}$	$10^{-18} m$ (nota ¹⁸³⁷)
Nuclear fuerte ¹⁸³⁸	$\alpha_S (M_{Z^0}) \approx g_S^2 / \hbar c$	0.1182 ± 0.0027	$10^{-15} m$ (nota ¹⁸³⁹)
Razón Nuc.F./El.Ma.	α_S / α_C	16.1934	
Razón Nuc.F./Nuc.D.	α_S / α_W	$5.418 * 10^3$	
Razón Nuc.F./Grav.	α_S / α_G	$1.8632 * 10^{37}$	
Razón El.Ma./Grav.	α_C / α_G	$1.1506 * 10^{36}$	
Razón El.Ma./Nuc.D	α_C / α_W	$3.345 * 10^2$	
Razón Nuc.D./Grav.	α_W / α_G	$3.439 * 10^{33}$	
Electrón / protón	$\beta = m_e / m_p$	1/1836.153	
Neutrino /masa Planck	m_ν / m_{pl}	$2.38 * 10^{-27}$	
Protón /masa Planck	m_p / m_{pl}	$7.96487 * 10^{-20}$	
Neutrón / masa Planck	m_n / m_{pl}	$7.97585 * 10^{-20}$	
Electrón / masa Planck	m_e / m_{pl}	$4.338 * 10^{-23}$	

¹⁸³⁴ Jean-Philippe Uzan, “The fundamental constants and their variation: observational and theoretical status”, en: *Reviews of Modern Physics*, vol. 75 (2003):405. Ecuación de John Barrow en *The Anthropic Cosmological Principle* (1987):293 y en *The Constants of Nature* (2002):46,86, es incorrecta. El fotón γ tiene masa=0 y spin=1.

¹⁸³⁵ ¿Portador (especulativo) de la fuerza gravitacional: el gravitón, con masa=0 y spin=2?

¹⁸³⁶ Primera definición de B. Carr & Martin Rees, “The Anthropic Principle and the Structure of the Physical World”, en: *Nature*, vol. 278 (1979): 611. Los portadores de la fuerza nuclear débil son los bosones W^+ , W^- , Z_0 con $m > 80 GeV$ y spin=1. Segunda definición de Paul Davies, *The Accidental Universe* (1983): 21. La diferencia con Carr & Rees, se explica por las masas del electrón y del protón: $10^{-11} * (1/\beta)^2 = 3.37 * 10^{-5} \approx 10^{-5}$

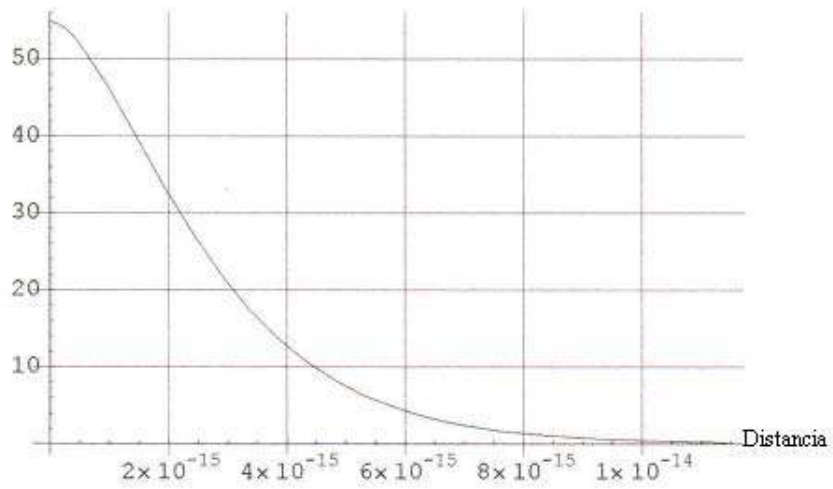
¹⁸³⁷ El 0.1% del diámetro de un protón

¹⁸³⁸ Siegfried Bethke, “ α_S at Zinnowitz 2004” en <[hep-ex/0407021v1](#)>; promedio de mediciones es $\alpha_S \approx 0.12$. En 1997, Michael Schmelling, “Status of the Strong Coupling Constant,” [hep-ex/9701002 v1](#), estimó $\alpha_S(M_Z) = 0.118 \pm 0.003$. A energías más altas sube su valor, por ejemplo $\alpha_S(Q^2 = 100(GeV/c)^2) \approx 0.16$, según Bogdan Povh *et al.*, *Particles and Nuclei* (2002): 109. Portador de la fuerza nuclear fuerte: entre quarks: gluons; entre nucleones: meón π .

¹⁸³⁹ Diámetro de un núcleo atómico de tamaño mediano

Gráfica. El ratio de la fuerza nuclear fuerte y la electromagnética es una función de la distancia

Fuerza nuclear fuerte / fuerza electromagnética



Gráfica. El ratio de la fuerza nuclear fuerte y la gravitacional es una función de la distancia

Ratio fuerza nuclear fuerte / fuerza gravitacional

