

SOBRE LAS CONSTANTES DE LA FÍSICA

En el desarrollo temporal de los procesos físicos existen magnitudes, dimensionales o adimensionales, que estando implicadas en ellos, se mantienen invariantes en el tiempo. Son las constantes de la Física, que se pueden diferenciar de las constantes de la matemática porque estas últimas son invariantes no implicadas en los procesos propios de las ciencias de la naturaleza.

La "constancia" de las constantes:

La cuestión que nos podemos plantear es si las magnitudes físicas constantes en nuestro entorno inmediato, en nuestro propio planeta o en el ámbito del sistema solar han de tener la misma validez en el resto del Cosmos, tanto en galaxias lejanas como en cúmulos remotos de galaxias.

El Principio Cosmológico es una concepción por la cual se da en admitir que el Universo tiene las mismas propiedades locales en todas partes. Es decir, que las leyes lógicas no dependen de localizaciones especiales en el contexto del Universo, ni hay propiedades explicables en unos sistemas galácticos y no explicables en otros. Esto es lo mismo que decir que las constantes de la Física lo siguen siendo en lugares remotos del Cosmos. Si admitimos como válido el Principio Cosmológico estamos admitiendo, por ejemplo, que la velocidad que tiene la luz en el vacío, unos 300.000 kms/seg, velocidad máxima de propagación de las interacciones, es el valor que tiene aquí, en nuestro Sistema Solar, lo mismo que en la Galaxia de Andrómeda, o en cualquier cúmulo estelar o galáctico del Cosmos. De hecho, usamos en el lenguaje común de la Astronomía, la medición de distancias "en años luz" para indicar la distancia que, en cualquier parte del Cosmos, recorrería la luz en un año a la antedicha velocidad.

Como vemos, en lo anteriormente descrito, las leyes de la Física utilizan constantes universales, constantes que, por Principio Cosmológico, suponemos idénticas en todos los lugares del Cosmos. Pero, nos preguntamos, ¿qué sucedería si esas constantes fijas en todos los lugares del Cosmos hubieran tenido valores diferentes?. ¿Funcionaría igual el Cosmos?.

¿Qué hubiera sucedido si la constante de gravitación hubiera sido otra?, o, que hubiera sucedido si la velocidad de expansión inicial del Big Bang hubiera sido mayor? ¿Y si hubiera sido menor?.

Si la constante de gravitación hubiera sido mayor, solo levemente mayor, las estrellas se consumirían a mayor velocidad y, posiblemente, nunca hubiera sido posible la existencia de planetas con condiciones adecuadas para la existencia de la vida. No habiéramos existido nosotros.

Si la velocidad de desintegración de los átomos de hidrógeno en el Sol hubiera sido diferente, y sólo levemente diferente, no hubiera sido posible la formación del carbono, imprescindible para la vida. No habiéramos existido nosotros.

Si la velocidad inicial de la gran explosión hubiera sido mayor, y solo levemente mayor, no hubiera sido posible la condensación de materia que se acumula formando los sistemas galácticos y demás estructuras estelares. Por el contrario, si esa velocidad inicial hubiera sido menor, sólo levemente menor, la materia se hubiera retrotraído, colapsado, y, en ambos casos no hubiera existido universo. No habiéramos existido nosotros.

En definitiva, podemos pensar, entonces, que las constantes que definen las leyes de la física son precisamente aquellas que permiten que nosotros existamos.

Sin embargo, ya desde el año 1937, algunos físicos, entre ellos Paul A. Dirac, han planteado la posibilidad de que el valor de las magnitudes que consideramos constantes de la física puedan variar de algún modo en periodos muy largos de tiempo, decreciendo en forma proporcional a la edad del Universo. No existen hechos experimentales que justifiquen de forma clara estas conjeturas, siendo ello origen de controversia en la actualidad.

En lo que sigue exponemos el valor de algunas constantes básicas y de otras constantes definidas desde ellas mediante relaciones matemáticas sencillas, y que tienen un primordial papel en el desarrollo de las diferentes ramas de la Física.

Las constantes básicas:

Velocidad de la luz (c)

Carga del electrón (e)

Masa en reposo del electrón (m_e)

Masa en reposo del neutrón (m_n)

Masa en reposo del protón (m_p)

Permeabilidad magnética del vacío (μ_0)

Constante de gravitación (G)

Constante de Planck (h)

Constante de Rydberg (R_∞)

Constante de los gases perfectos (R)

Constante de Avogadro (N_A)

Otras constantes definidas desde ellas:

La constante de estructura fina: $\alpha = \frac{\mu_0 \cdot e^2 \cdot c}{2h}$

La carga específica del electrón: $e_e = \frac{e}{m_e}$

Radio de Bohr: $r_b = \frac{\alpha}{4\pi \cdot R_\infty}$

Relación cuanto-carga del electrón: $r_{cc} = \frac{h}{e}$

Constante reducida de Planck (Dirac): $\hbar = \frac{h}{2\pi}$

Magnetón de Bohr: $M_b = \frac{e \cdot \hbar}{2 \cdot m_e}$

Permitividad del vacío: $\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 \cdot c^2}$

Constante de Boltzmann: $k = \frac{R}{N_A}$

Constante de Faraday: $F = N_A \cdot e$

Constante de Coulomb: $k_c = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0}$

Impedancia característica en el vacío: $Z_0 = \mu_0 \cdot c$

Conductancia cuántica: $G_0 = \frac{2 \cdot e^2}{h}$

Flujo magnético cuántico: $\Phi_0 = \frac{h}{2e}$

Magnetón nuclear: $M_n = \frac{e \cdot \hbar}{2 \cdot m_p}$

Constante de Josephson $K_j = \frac{2e}{h}$

Energía de Hartree $E_h = 2.R_\infty.h.c$

Constante de Resistencia cuántica: $R_0 = \frac{h}{2.e^2}$

Constante de Von Klitzing $R_K = \frac{h}{e^2}$

Los valores de las constantes:

Velocidad de la luz en el vacío	c=	2,9979x 10 ⁸	m.s ⁻¹
Carga del electrón	e=	1,6021x 10 ⁻¹⁹	C
Masa en reposo del electrón	m _e =	9,1091x 10 ⁻³¹	Kg
Masa en reposo del neutrón	m _n =	1,6748x 10 ⁻²⁷	Kg
Masa en reposo del protón	m _p =	1,6725x 10 ⁻²⁷	Kg
Permeabilidad magnética del vacío	μ ₀ =	1,2566x 10 ⁻⁶	m.kg.C ⁻²
Constante de gravitación	G=	6,6720x 10 ⁻¹¹	N.m ² .Kg ⁻²
Constante de Planck (cuanto)	h=	6,6256x 10 ⁻³⁴	J.s
Constante de Rydberg	R _∞ =	1,0974x 10 ⁷	m ⁻¹
Constante de los gases perfectos	R _g =	8,3143	J.K ⁻¹ .mol ⁻¹
Constante de Avogadro	N _A =	6,0222x 10 ²³	mol ⁻¹

Constante de estructura fina	$\alpha=$	$7,2973 \times 10^{-3}$	
Carga especifica del electrón	e/m_e =	$1,7588 \times 10^{11}$	$C.Kg^{-1}$
Radio de Bohr	$r_b=$	$5,2917 \times 10^{-11}$	m
Relación cuanto_carga del electrón	$h/e=$	$4,1356 \times 10^{-15}$	$J.s.C^{-1}$
Constante de Dirac (Reducida de Planck)	$h/2\pi$ =	$1,0545 \times 10^{-34}$	J.s
Magnetón de Bohr	$M_b=$	$9,2732 \times 10^{-24}$	$J.T^{-1}$
Permitividad del vacío	$\epsilon_0=$	$8,8544 \times 10^{-12}$	$N^{-1}.m^{-2}.C^2$
Constante de Boltzmann	$k=$	$1,3805 \times 10^{-23}$	$J.K^{-1}$
Constante de Faraday	$F=$	$9,6487 \times 10^4$	$C.mol^{-1}$
Constante de Culomb	$K_c=$	$8,7894 \times 10^9$	$N.m^2.C^{-2}$
Impedancia característica en el vacío	$Z_0=$	376,7303	Ω
Conductancia cuántica	$G_0=$	$7,7480 \times 10^{-5}$	S
Flujo magnético cuántico	$\Phi_0=$	$2,0678 \times 10^{-15}$	Wb
Magnetón Nuclear	$M_n=$	$5,0507 \times 10^{-27}$	$J.T^{-1}$

Constante de Josephson	$K_j =$	$4,8359 \times 10^{14}$	$\text{Hz} \cdot \text{V}^{-1}$
Energía de Hartree	$E_h =$	$4,3597 \times 10^{-18}$	J
Constante de resistencia cuántica	$R_0 =$	12906,4037	Ω
Constante de Von Klitzing	$R_K =$	25812,8074	Ω

Carlos S. CHINEA
casanchi@teleline.es
2006