

José Garrigues-Baixauli

Generis
PUBLISHING



El Origen de las Constantes Físicas Fundamentales

El Origen de las Constantes Físicas Fundamentales

José Garrigues-Baixauli

Copyright © 2023 José Garrigues-Baixauli
Copyright © 2023 Generis Publishing

All rights reserved. This book or any portion thereof may not be reproduced or used in any manner whatsoever without the written permission of the publisher except for the use of brief quotations in a book review.

Title: El Origen de las Constantes Físicas Fundamentales

ISBN: 979-8-88676-057-6

Author: José Garrigues-Baixauli

Cover image: www.pixabay.com

Publisher: Generis Publishing
Online orders: www.generis-publishing.com
Contact email: info@generis-publishing.com

Índice de contenidos

1	Introducción	7
2	Espacio-Tiempo Discreto.....	15
3	Espacio-Tiempo Discreto de Cuatro Dimensiones (4D)	18
4	Dimensiones Fundamentales: Espacio y Tiempo	20
5	Constantes Fundamentales. Velocidad de la Luz y Longitud de Planck...	23
6	Unidades de Masa y Carga.....	24
7	El Origen de la Constante de Gravitación G.....	27
8	El Origen de la Constante de Planck.....	33
9	El Origen de la Constante de la Ley de Coulomb K y Constante Eléctrica ϵ_0	35
10	Constantes del Campo Eléctrico ϵ_0 y Magnético μ_0	39
11	Calculo Exacto de Algunas Constantes	40
11.1	Masa del Electrón	40
11.2	Carga Elemental	42
12	Cálculo Aproximado	43
12.1	Cálculo de la Carga Elemental.....	44
12.2	Cálculo de la Constante de Estructura Fina α	44
12.3	Cálculo de la Constante de Gravitación G	47
12.4	Cálculo de la Constante de Planck	49
12.5	Cálculo de la Masa del Electrón.....	50
12.6	Cálculo de la Constante Eléctrica.....	52
12.7	Cálculo de la Constante de Boltzmann.....	52
13	Masa y Carga de los Quarks Down y Up.....	53
	Quark Down.....	53
	Quark Up.....	54
14	El Muón.....	54
	Masa	55
	Decaimientos.....	55
15	El Tau	57
16	El Bosón de Higgs.....	59
16.1	Masa del Bosón de Higgs.....	60
16.2	Cálculo de la Masa del Bosón de Higgs	62
17	Masa de Algunas Partículas Compuestas.....	63
17.1	El Pión	63
	Masa	64
	Decaimientos	64
17.2	El Neutrón	65

Masa	65
Decaimiento beta del neutrón	67
17.3 El Protón.....	68
Masa	68
18 Conclusión.....	69

Resumen

En este trabajo, la hipótesis de que el universo está formado por esferas de espacio de 4 dimensiones, cuyo diámetro es la longitud de Planck, permite calcular la mayoría de las constantes utilizadas en las teorías físicas actuales. Entre las constantes calculadas están: carga elemental, constante de estructura fina, constante newtoniana de gravitación, constante de Planck, masa del electrón, constantes eléctrica y magnética, constante de Boltzmann, masa y carga de los quarks arriba (up) y abajo (down), masa del muón, masa del tau y masa del bosón de Higgs. Todas ellas en función de la velocidad de la luz y de la longitud de Planck, lo que evidencia que todas las constantes están relacionadas y no se deben al azar.

1. Introducción

Una constante física es el valor de una magnitud física cuyo valor permanece invariable en el tiempo para un proceso físico determinado. Las constantes fundamentales constituyen la base de las teorías físicas aceptadas mayoritariamente, relatividad, mecánica cuántica y modelo estándar. *Las constantes fundamentales “son aquellas constantes que no pueden calcularse en nuestro nivel actual de conocimiento fundamental (o más bien ignorancia”* (Duff, Okun, & Veneziano, 2002).

De acuerdo a la clasificación que hace el Comité de Datos para la Ciencia y Tecnología, en inglés “*Committee on Data for Science and Technology*” (CODATA), las constantes fundamentales se pueden agrupar en 4 grandes categorías: universales, electromagnéticas, atómicas y nucleares y físico-químicas.

Las constantes físicas más conocidas son las llamadas constantes físicas universales, tales como: la constante eléctrica o permitividad en el vacío (ϵ_0), la constante magnética o permeabilidad magnética en el vacío (μ_0), la constante de gravitación (G), la constante de Planck (h), la longitud de Planck (l_p), la masa de Planck (m_p), la temperatura de Planck (T_p) y la velocidad de la luz (c). Entre las constantes electromagnéticas destacan la carga elemental (e), y el magnetón de Bohr (μ_B). En las constantes atómicas y nucleares cabe destacar: la masa del electrón (m_e), la constante de estructura fina (α), el radio atómico de Bohr (a_0), el radio clásico del electrón (r_e), la longitud de onda Compton (λ) y las masa de las partículas tales como: protón, neutrón, muón, tau, etc. Finalmente, entre las constantes físico-químicas tenemos el número de Avogadro (N_A) y la constante de Boltzmann (k), como las más importantes.

Algunas de estas constantes están relacionadas entre si, por ejemplo: la velocidad de la luz relaciona las constantes eléctricas y magnéticas en el vacío ($\epsilon_0 \mu_0 = 1/c^2$); la constante de Planck relaciona la masa del electrón con la longitud de onda Compton ($h = m_e c \lambda$); el radio atómico de Bohr depende de otras constantes, $a_0 = 4\pi\epsilon_0 \hbar / (m_e e^2)$, en donde \hbar es la constante reducida de Planck, $\hbar = h / 2\pi$.

El descubrimiento en 1896 de Pieter Zeeman, sirvió para desvelar la estructura de los átomos y para la medición de las constantes fundamentales de la física. H. Lorentz mostró que, la división de Zeeman está determinada por la relación $e / m c$, donde e y m , son la carga y la masa del electrón

respectivamente, y c , la velocidad de la luz, que son tres de las cuatro constantes fundamentales de la física atómica. La cuarta constante, \hbar , fue introducido por Max Planck en 1900.

Las constantes fundamentales aparecen en la descripción de los fenómenos de la naturaleza. Por ejemplo, la ley de la gravitación de Newton, dice que la fuerza entre dos masas es directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, siendo G la constante de proporcionalidad. La velocidad de la luz c aparece en la teoría especial y general de la relatividad y en las ecuaciones de Maxwell, que son la base de las ondas electromagnéticas. La constante de Planck h , aparece en la mecánica cuántica y la masa de las partículas elementales en el modelo estándar de la física de partículas. El modelo estándar utiliza aproximadamente unas 25 constantes, otros tantos números cuánticos y 16 leyes de conservación y violación, lo que indica claramente que se trata de una teoría incompleta.

Las constantes fundamentales han sido medidas con gran precisión y, por lo tanto, son adecuadas para definir las unidades. Sin embargo, las constantes siguen siendo enigmáticas. Por ejemplo, la constante de estructura fina ha desconcertado a los físicos desde su descubrimiento hace 100 años. En general, los valores de las constantes fundamentales son inexplicables. Como dice Barrow: *“Por supuesto, nadie tenía idea de por qué tomaron el valor numérico particular que tomaron”* (Barrow, 2003).

“La puesta en marcha en 2019 del nuevo sistema internacional (SI) de unidades es una oportunidad para resaltar el papel fundamental que las leyes fundamentales de la Física y la Química juegan en nuestra vida y en todos los procesos de la investigación fundamental, la industria y el comercio” (Martín-Delgado, 2020).

Ahora todas las unidades base están asociadas con las reglas de la naturaleza para crear nuestras reglas de medición. La Conferencia General de Pesos y Medidas (CGPM) aprobó revisar *“las definiciones de cuatro unidades (el kilogramo, el amperio, el kelvin y el mol). Las definiciones de todas las unidades del SI revisado estarán vinculadas a constantes físicas, lo que garantizará su estabilidad y universalidad”* (CGPM, 2018).

“Detrás de cada constante universal de la naturaleza hay una de las leyes fundamentales de la Física y la Química. De las siete unidades del nuevo SI, cinco están asociadas a constantes universales de la naturaleza como se muestra en la tabla 1” (Martín-Delgado, 2020).

Las leyes de la Física y la Química permiten describir fenómenos naturales una vez que los valores de las constantes son conocidos. Si utilizáramos unidades diferentes, los valores numéricos serían otros, por lo tanto, aunque nos proporcionan información de la naturaleza, en realidad son artefactos humanos que no tienen nada que ver con el Universo. O dicho de otra forma, el Universo sólo necesita dos constantes, que son: la velocidad de la luz y la longitud de Planck. Todas las demás constantes son necesarias para la física aplicada o para el desarrollo tecnológico, pero no son necesarias para entender el funcionamiento del Universo.

Tabla 1. Las cinco constantes universales de la naturaleza y sus leyes correspondientes a las que están asociadas.

Símbolo	Constante	Ley
c	Velocidad de la luz	Teoría de la Relatividad
h	Planck	Física Cuántica
k	Botzmann	Termodinámica
e	Carga del Electrón	Electrodinámica Cuántica
N_A	Número de Avogadro	Teoría Atómica

Por otra parte, existen otras constantes que no dependen de las unidades que usamos, se les denomina “constantes adimensionales”. El ejemplo más famoso es la "constante de estructura fina", $\alpha = Ke^2 / \hbar c$. En donde, $K = 1/4\pi\epsilon_0$ es la constante de la ley de Coulomb, ϵ_0 es la constante eléctrica, e es la carga del electrón, $\hbar = h/2\pi$ es la constante reducida de Planck, y c es la velocidad de la luz. *“Si calcula las unidades involucradas, verá que no tiene dimensión, y los experimentos muestran que es aproximadamente 1 / 137.03599. Nadie sabe por qué es igual a esto. En la actualidad, ¡es un hecho completamente misterioso en bruto sobre el universo!”* (Baez, 2011).

Las constantes dimensionales se utilizan para relacionar las diferentes constantes entre sí. Por ejemplo, la velocidad de la luz se puede usar para convertir unidades de tiempo (como años) en unidades de longitud (como años luz), o viceversa. También relaciona las constantes del campo eléctrico (ϵ_0) y magnético (μ_0) en el vacío. Por lo tanto de las 3 constantes solamente 2 son independientes.

“La relatividad general y la mecánica cuántica pura no tienen constantes adimensionales, porque la velocidad de la luz, la constante de gravitación y la constante de Planck bastan para establecer unidades de longitud, masa, y tiempo” (Baez, 2011).

La gravedad se explica mediante la relatividad general y utiliza dos constantes G y c . La Mecánica cuántica utiliza la constante de Planck h . Finalmente, el modelo estándar, que cubre todas las fuerzas nucleares fuerte y débil y la fuerza electromagnética, utiliza 25 constantes. Además, se necesita la constante de estructura fina que describe la fuerza del campo electromagnético y la constante de acoplamiento fuerte que describe la fuerza fuerte.

En el modelo estándar hay 6 tipos de quarks, 3 de ellos con carga positiva de $+2/3$ de la carga del electrón y 3 con carga negativa de $-1/3$ de la carga del electrón: arriba (up), abajo (down); encanto, extraño; cima, y fondo. La masa de estos 6 quarks no se sabe calcular. Las masas de estos quarks, divididas por la masa de Planck, dan lugar a 6 constantes adimensionales. También tenemos 3 tipos de leptones masivos: electrón, muón y tau, todos con la misma carga negativa. Los bosones W y Z también tienen sus masas. Finalmente, queda el bosón de Higgs, que dota de masa a las demás partículas y por lo tanto es una parte muy importante de la *teoría*, con lo que obtenemos otra masa o constante adimensional. En total tenemos de momento, 3 (velocidad de la luz, constante de gravitación y constante de Planck) + 2 (constante de acoplamiento fuerte y de estructura fina) + 6 (quarks) + 3 (leptones masivos) + 2 (bosones W y Z) + 1 (bosón de Higgs) = 17. De las cuales 14, corresponden al Modelo Estándar.

Por otra parte, la partícula W interactúa con los quarks de forma que cualquier quark con carga positiva puede emitir un W^+ y convertirse en un quark con carga negativa. Por ejemplo, el quark cima puede convertirse en un fondo, pero también puede convertirse en un quark extraño o un quark abajo. En principio necesitaríamos una matriz de 3×3 para describir todas las posibles interacciones, pero debido a que no son posibles todas las conversiones sólo se necesitan 4 constantes. Estos cuatro parámetros reciben el nombre de matriz de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa. Con ello tenemos ya, 18 constantes (14 del Modelo Estándar y 4 de la matriz de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa) (Baez, 2011).

Además, en el Modelo Estándar (ME) inicial los neutrinos eran partículas sin masa de forma que el neutrino asociado a cada leptón: neutrino electrónico, neutrino muónico y neutrino tauónico, no podían convertirse el uno en el otro.

El problema es que sólo se observan 1/3 de neutrinos electrónicos provenientes del sol, por lo que si los neutrinos tienen masa, eso da lugar a 3 constantes fundamentales más. Lo que daría lugar a 21 constantes (14 ME + 4 CKM + 3 neutrinos).

Si los neutrinos adquieren su masa por interacción con el campo de Higgs, entonces, de forma similar a los quarks, se necesitan otros 4 parámetros de la matriz de Maki-Nakagawa-Sakata, que describe lo mismo para los neutrinos (Baez, 2011). Con lo que el número total de constantes fundamentales del modelo estándar es de 25.

Esas 25 constantes se pueden medir utilizando aceleradores de partículas. Por otra parte, las observaciones astronómicas recientes indican que el universo se está expandiendo a un ritmo cada vez más rápido, debido que el vacío tiene una densidad de energía distinta de cero. Esta densidad de energía recibe el nombre de "constante cosmológica" y junto con las unidades de Planck G , h y c , eleva el total de las constantes fundamentales a 29.

Según Baez, *“la mayoría de los físicos preferirían no tener ninguna. El objetivo es crear una teoría que te permita calcular todas estas constantes, para que ya no sean "fundamentales". Sin embargo, en este momento esto es solo un sueño”* (Baez, 2011).

Además habría que tener en cuenta también la carga del electrón para poder calcular la constante del campo eléctrico a partir de la constante de estructura fina. La constante del campo magnético está relacionada con la velocidad de la luz y con la constante del campo eléctrico. Finalmente para incluir la temperatura es necesario introducir la constante de Boltzmann. Total tenemos 31 constantes fundamentales.

Los teóricos prefieren, la siguiente forma:

1. constante de gravitación G
2. constante de Planck h
3. velocidad de la luz c
4. constante de estructura fina α
5. constante de acoplamiento fuerte
6. masa del quark arriba (up)
7. masa del quark abajo (down)

8. masa del quark encanto (charm)
9. masa del quark extraño (extrange)
10. masa del quark cima (top)
11. masa del quark fondo (bottom)
12. masa del bosón W
13. masa del bosón Z
14. masa del bosón de Higgs
15. 4 números para la matriz Kobayashi-Maskawa
16. masa del electrón
17. masa del neutrino electrónico
18. masa del muón
19. masa del neutrino mu
20. masa de tau
21. masa del neutrino tau
22. 4 números para la matriz Pontecorvo-Maki-Nakagawa-Sakata
23. constante cosmológica
24. carga del electrón e
25. constante de Boltzmann (k)

De las 31 constantes 15 son debidas a la masa de las diferentes partículas. Dichas masas, el mecanismo de Higgs no las puede calcular. En 1960 el modelo estándar predecía que los bosones W y Z, que entonces sólo eran una hipótesis, carecían de masa. Sin embargo, los datos experimentales mostraban que los bosones W y Z, debían ser masivos. En 1964, Higgs y otros dos grupos de físicos publican una solución a esta aparente contradicción. Según Higgs, la masa es el resultado de la interacción de las partículas con el campo de Higgs que llena todo el espacio. Por lo tanto, desde hace casi 60 años, cientos o miles de físicos, que trabajan con el modelo estándar, han sido incapaces de calcular la masa de sólo una de las partículas, que adquieren masa mediante el mecanismo de Higgs. ¿Por qué no pueden calcular la masa de las partículas? Probablemente sea porque la masa de las partículas elementales no tiene nada que ver con el mecanismo de Higgs.

El Origen de las Constantes Físicas Fundamentales

En este trabajo, la hipótesis de que el universo está formado por esferas de espacio de 4 dimensiones, cuyo diámetro es la longitud de Planck, permite calcular la mayoría de las constantes utilizadas en las teorías físicas actuales. Entre las constantes calculadas están: carga elemental, constante de estructura fina, constante newtoniana de gravitación, constante de Planck, masa del electrón, constantes eléctrica y magnética, constante de Boltzmann, masa y carga de los quarks arriba (up) y abajo (down), masa del muón, masa del tau y masa del bosón de Higgs. Todas ellas en función de la velocidad de la luz y de la longitud de Planck, lo que evidencia que todas las constantes están relacionadas y no se deben al azar.



José Garrigues-Baixauli

José Garrigues-Baixauli recibió el Título en Ingeniería Industrial y el Doctorado por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Valencia, España, en 1983 y 2013, respectivamente. Desde 1990, ha sido miembro del Departamento de Ingeniería Electrónica y Profesor Titular de Universidad en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. También ha sido miembro del Instituto de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico, UPV. Sus principales áreas de interés son las aplicaciones de las redes neuronales artificiales mediante microcontroladores y la física teórica. Profesor jubilado desde 2015.

Generis

PUBLISHING

www.generis-publishing.com

