

Distribución volumétrica en un núcleo en eV de la constante de interacción débil

Ricardo Gaitán Lozano¹, Albino Hernández Galeana² y José M. Rivera Rebolledo²

¹FESC-UNAM, Cuautitlán, Estado de México, México.

²Departamento de Física, ESFM-IPN, México D.F., México.

Teléfono (55) 5729-6000 Ext. 55309 Fax (55) 5729-55015 E-mail: riverareb7@gmail.com

Resumen — Como es sabido la constante de interacción débil G tiene un valor extremadamente pequeño cuando se expresa en unidades CGS, pero además no se le intenta dar una interpretación, aparte de estar asociada a la intensidad de la interacción o como constante de acoplamiento. Hemos ampliado aquí un poco más estas concepciones, al hacer la conversión de G a unidades de eV y de fm^3 , obteniendo un valor más concebible del orden de 100, lo cual nos lleva a pensar en G , cuando se le divide sobre el volumen de un núcleo de unos 3 fm de radio, simplemente como la energía de 1 eV distribuida en dicho volumen.

Palabras Clave – interacción, débil, interpretación

Abstract — As it is well known, the weak interaction constant G has an extremely small value in CGS units, and further it is not usually interpreted, besides to be associated to the intensity of the weak interaction or as its coupling constant. Here we have gone a bit more far, by expressing G in eV and fm^3 units, thus getting a rather accessible number of order of 100, such that one can think on G , after being divided by a typical nuclear volume with radius of some 3 fm , simply as the energy of 1 eV shared by such volume.

Keywords — interaction, weak, interpretation.

I. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los libros de texto que tratan los temas de física nuclear y partículas elementales se pueden encontrar los órdenes de magnitud de las diferentes constantes de las interacciones en la naturaleza, como son, en orden creciente, la gravitatoria, débil, electromagnética y fuerte, pero generalmente no se da más detalle sobre el valor tan pequeño de la constante de interacción débil G , ver ec. (1). En otras referencias [1], se le dedica una sección a comentarlo tratando el decaimiento del muon con un bosón intermedio W , y haciendo el ligamen con la carga débil g con la eléctrica e en el límite de baja transferencia de momento al W ; algo análogo también lo trata [2].

En tal situación, nosotros vamos a desarrollar en lo que sigue una sencilla idea para darle un significado a G por medio de la cual alcancemos a ver mejor su pequeñez.

Metodología

Vamos primero a escribir el valor de la constante de interacción débil G en unidades CGS, esto es [3]:

$$G \approx 1.4 \times 10^{-49} \text{ erg} - \text{cm}^3, \quad (1)$$

Como se puede ver, el exponente negativo es muy grande, lo que hace que G tenga un valor sumamente pequeño, prácticamente inapreciable incluso tomando en cuenta las escalas ínfimas que se trabajan en la física nuclear y en general en las partículas elementales.

Las conversiones que utilizaremos en el cálculo son las siguientes [4]:

$$1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}, \therefore 1 \text{ cm}^3 = 10^{+39} \text{ fm}^3, \quad (2)$$

$$1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}, \quad (3)$$

$$\therefore 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-12} \text{ erg} \quad (4)$$

$$\therefore 1 \text{ erg} \approx 6.25 \times 10^{+11} \text{ eV}, \quad (5)$$

Por lo tanto, las sustituciones de (2) y (5) en (1) nos dan:

$$G \approx 90 \text{ eV} - \text{fm}^3, \quad (6)$$

o lo que es lo mismo:

$$\frac{G}{\frac{4}{3}\pi(2.8 \text{ fm})^3} \approx 1 \text{ eV}, \quad (7)$$

Se tiene por lo tanto la siguiente interpretación pictórica para G : cuando se reparte o distribuye en el volumen de un núcleo de radio 3 fm , G es igual o equivalente a la energía de 1 eV , cantidad mucho menor que las energías de enlace o de un estado

Este trabajo está patrocinado en parte por la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN, proyecto SIP-2022-106

excitado nucleares, dando así una idea más tangible de la pequeñez, en este caso energética, de G . Como se puede ver, G transfiere su reducido valor a las unidades, quedando el nuevo de 90 mucho más fácil de concebir.

IV. CONCLUSIONES

Hemos intentado en el presente trabajo dar una representación para la constante de interacción débil, en el contexto de una forma simple de tratarla, primeramente haciendo la conversión de su valor numérico en el sistema de unidades CGS a unidades de fm y de eV , las cuales, por ser mucho menores que las anteriores, ver ecs. (2) y (4), nos proporcionan una expresión numérica, ver ec. (5), que es a su vez mucho más fácil de visualizar que la del primer sistema de unidades. Con ello, y después de hacer la correspondiente división entre este número y las unidades de fm^3 , ver (6), nos encontramos con que G dividida por un volumen nuclear con un radio de $3 fm$ es igual a $1 eV$. Así pues, podemos concebir a G como distribuida en un volumen típico nuclear, y el resultado de tal repartición es justamente de $1 eV$. Creemos que con tal manera de presentar las ideas físicas, el estudiante logra una mejor concepción de las cantidades y/o conceptos que estudia.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos: José Manuel Rivera Rebolledo y Albino Hernández Galeana agradecen apoyo económico al Sistema Nacional de Investigadores, SNI, México, a la Comisión de Fomento de Actividades Académica del IPN, COFAA-IPN y al Programa de Estímulos al Desempeño Académico del IPN, PEDD-IPN. Albino Hernández Galeana agradece además apoyo económico al Programa Institucional de Formación de Investigadores, PIFI. Ricardo Gaitán Lozano agradece apoyo económico al Sistema Nacional de Investigadores, SNI, México.

REFERENCIAS

- [1] F. Halzen y A. D. Martin, Quarks and Leptons. New Yor: John Wiley, 1984, pp. 256-258.
- [2] D. H. Perkins, Introduction to High Energy Physics. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 2000, pp. 48-52.
- [3] E. M. Lifshitz y L. P. Pitaevskii, Teoría Cuántica Relativista. Barcelona, España: Reverté, 1981, p. 245.
- [4] R. Gautrau y W. Savin, Física Moderna. México, McGraw-Hill, 2ª. ed. 2001, p. 381.