

Dudosa la extracción de energía de la fusión nuclear

Leslie R. Holdridge*

De un 99.94 a un 99.98 por ciento de la masa total del átomo está formada por el núcleo. El porcentaje restante corresponde a la masa de los electrones en órbita al rededor del núcleo. Cada electrón lleva una sola carga negativa de electricidad. El número de los electrones dando vuelta alrededor del núcleo es igual al número de cargas positivas o de protones en el mismo núcleo. La masa del protón es 1837 veces la de un electrón pero sus cargas eléctricas respectivas son de igual fuerza.

Se ha determinado con la radioactividad natural y con investigaciones en el laboratorio, que los núcleos de los átomos más pesados que los de hidrógeno pueden contener, además de protones, neutrones y partículas alfa. El neutrón es otra partícula subatómica de una masa un poco mayor que la del protón. Un neutrón es sencillamente un protón fusionado con un electrón con las cargas eléctricas canceladas.

En la radioactividad, el neutrón se divide en un protón, que queda en el núcleo, y en un electrón, que escapa. Cuando eso ocurre, el número de cargas positivas en el núcleo, que corresponde al número de protones, se aumenta. Conjuntamente, los protones y neutrones son conocidos como nucleones.

Una partícula alfa es lo mismo que un núcleo de helio. Está constituido por dos protones y dos neutrones fuertemente ligados o fusionados. En la radioactividad natural, la partícula alfa es emitida solamente desde los núcleos más masivos. Por ejemplo, cuando uranio - 238 lanza una partícula alfa, el átomo se transforma en torio - 234 con dos cargas positivas menos que la de uranio.

En la radioactividad natural, también se emiten rayos gamma de los núcleos. Los rayos gamma son los fotones más pesados de la radiación, aunque tienen una masa extremadamente diminuta. Como una nota de interés, la emisión de radiación gamma de los nucleones en conjunto con la emisión de fotones ultravioletas, luz visible, infrarrojos y ondas eléctricas de los electrones ofrecen considerable evidencia de que las partículas elementales o subatómicas están compuestas de fotones de radiación. Estos bien pueden ser las verdaderas partículas fundamentales de las cuales está compuesta toda la materia organizada.

Las partículas alfa de la radioactividad fueron utilizadas por Ernest Rutherford y sus co-investigadores en Inglaterra para demostrar que casi la totalidad de la masa de un átomo está concentrada en el núcleo. El radio

deducido de los núcleos es menos que 10^{-12} cm. (0,000.000.000.001 cm.), o sea un/ cien mil millonésimo de centímetro.

Las velocidades de las partículas alfa emitidas en la radioactividad natural varían desde 1.2×10^7 m/seg. a 2×10^7 m/seg. o desde un vigésimoquinto a un quinceavo de la velocidad de la luz. Su capacidad de viajar a estas velocidades tan altas sin separarse, aunque cada partícula alfa contiene dos nucleones con cargas positivas que se repelen mutuamente, nos provee de algunas pistas acerca de la estructura de la partícula alfa.

Si los nucleones fueran esferas de materia, un conjunto de cuatro de ellas sería una tétrada que pondría los dos protones en contacto directo. Eso automáticamente produciría la inestabilidad del grupo. Como, por el contrario, el grupo es muy estable, podemos asumir sin duda que el largo de los nucleones individuales es mayor que el diámetro, como cilindros cortos redondeados en cada terminación. Con tales formas, dos neutrones pueden estar en contacto por sus lados y efectivamente separar dos protones en lados opuestos como se indica en la figura 1.

Habiendo derivado la probabilidad de una configuración cilíndrica de los nucleones, empecé dibujando las estructuras posi-

* Cosmólogo y Ecólogo. Profesor del Departamento de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

bles de los núcleos mayores que los de helio. Los resultados fueron extremadamente gratificantes. Encontré que podía modelar unas estructuras nucleares rígidas que estaban de acuerdo completamente con las características conocidas, derivadas de experimentos de laboratorio. La figura 2a. muestra ese tipo de modelo para el núcleo de oxígeno-16 que está constituido por 8 protones y 8 neutrones. La estructura central es una partícula alfa de la cual salen en distintas direcciones seis brazos, cada uno comprendiendo un neutrón y un protón. Los neutrones están ligados a la partícula alfa igual que los protones exteriores a los neutrones, por la fuerza nuclear, también conocida como energía de enlace. Como los seis protones exteriores están repulsados por los protones de la partícula alfa central y por sí mismos, los brazos están mantenidos rígidamente en su lugar, como si todo el núcleo hubiera sido fundido en una sola pieza como los jaxies de los juegos entre niños.

Si sigo adelante de la base provista por el modelo de oxígeno-16, añadiendo dos brazos neutrón-protón a los protones exteriores de cada brazo de oxígeno, como el dibujado en la figura 2b, el resultado es un modelo propuesto para el núcleo de calcio-40 con un total de 20 protones y 20 neutrones. Los tres núcleos descritos, helio-4, oxígeno-16 y calcio-40, interesantemente por ser especialmente estables, son conocidos como los núcleos de número mágico. Parece que hay una correlación excelente entre las estructuras equilibradas de los modelos y la estabilidad observada de los núcleos de nú-

mero mágico.

El mismo sistema modular puede ser utilizado para mostrar cómo los resultados de la experimentación nuclear temprana podían haber sido obtenidos. En el año 1919, Rutherford dirigió partículas alfa contra moléculas del gas nitrógeno con unas consecuencias novedosas. De los choques saltaron protones y quedaron las partículas alfa, así se dio la transmutación de nitrógeno a oxígeno-17. La figura 3a. muestra una partícula alfa al acercarse a un núcleo de nitrógeno-14 y también un núcleo de oxígeno-17 resultado de un choque con el protón desplazado en vuelo.

En el año 1931, J.D. Cockcroft y E.T. Walton aceleraron protones hasta velocidades altas y los dirigieron hacia átomos de litio-7. Para gran sorpresa, el resultado fue la fisión del átomo de litio y la producción de dos núcleos de helio para reemplazar el núcleo de litio más el protón-proyectil. La figura 3b. ofrece un modelo de la acción de la fisión.

En la figura 3a, el núcleo de oxígeno-17 se ve con dos partículas alfas mantenidas aparte y a la vez unidas por un neutrón. Esto demuestra la posibilidad de que los neutrones sobrantes en los núcleos mayores, además de formar pares con protones, pueden estar sirviendo como eslabones entre partículas alfa. Mayor evidencia para respaldar esta hipótesis se ve en el juego de la radioactividad natural, desde uranio-238 hasta plomo-206, donde varias partículas alfa son emitidas sucesivamente de uranio-238, uranio 234, torio-230, radio 226, radón-222, polonium-218, polonium-214 y polonium-210.

Tan pronto como entendí cómo hacer modelos siempre más grandes de núcleos utilizando partículas alfa y neutrones en el centro como esqueleto o armazón, encontré que los números mágicos mayores de protones o neutrones correspondían, como en los casos de oxígeno y calcio, a núcleos de forma bien equilibrada. Así, el modelo de estroncio-88 con 50 neutrones comprende un cubo abierto con neutrones para los bordes y partículas alfa para las esquinas afuera de los cuales, tres pares o brazos de un neutrón y un protón se extienden hacia afuera de las partículas alfa en alineación con los neutrones de la orilla.

Unos núcleos aún más grandes fueron modelados hasta el plomo-208 con sus dos números mágicos de 82 protones y 126 neutrones. Con esto llegué cerca al fin de los elementos naturales de la tabla periódica. Sin embargo, por allí, había empezado a entender que en realidad no debe haber ninguna limitación al tamaño de un núcleo. Ellos pueden ser contruidos siempre más grandes como una armazón tridimensional de partículas alfa y neutrones.

Así, uno puede imaginar que nuestro sol y las otras estrellas no tienen más que un núcleo grande, de varios kilómetros de diámetro en sus centros. De la superficie de tales núcleos gigantes, la radioactividad natural estaría emitiendo radiación hacia el espacio en todos los rumbos. También, uno puede imaginar tales núcleos en los casos de las estrellas neutrones y las quasars, pero esto sería entrar en los aspectos astronómicos o cosmológicos.

gicos que no pueden ser cubiertos aquí.

Los núcleos gigantes considerados hipotéticamente como centros estelares, podían explicar la generación continua de energía durante miles de millones de años que siempre ha intrigado a los astrofísicos. Esto, además los indujo a reforzar su creencia en la fusión nuclear como fuente de la energía. Aún con eso, la fusión nuclear no explicó bien la tremenda emisión de energía de los quasars. Pero si los quasars son galaxias en una etapa de desarrollo previa a su división en estrellas, ellos tendrían núcleos centrales de unos pocos cientos de kilómetros de diámetro y podrían fácilmente radiar la emisión de energía observada. Como la radioactividad presente en el interior de núcleos grandes puede explicar la emisión de energía de estrellas y quasars, parece posible y también deseable dudar de la hipótesis corriente de que la fusión nuclear puede producir una emisión neta de energía. Mi sentido común encuentra que la idea de extraer energía de ambos, fisión y fusión de núcleos, es como si alguien sugiriera que no solamente podemos conseguir mucha energía de la caída de agua en un salto sino también del proceso de bombearla hacia arriba otra vez.

Primero que todo, el concepto de una conversión de la materia a la energía en la cual, la posibilidad de obtener energía neta de fusión nuclear está predicada, es algo muy difícil de imaginar, y más de comprender. La materia y la energía son entidades completamente diferentes. Al contrario, la evidencia del labora-

torio puede ser interpretada como una conversión de una forma de energía a otra, una conversión de un tipo mucho más común y más fácilmente comprendida.

Sabemos que, por ejemplo, la energía gravitacional de agua en represas elevadas puede ser convertida en energía eléctrica, y la última en energía calórica o mecánica.

Cuando los protones y los neutrones de una partícula alfa fueron juntados por fuerza y fusionados, cada uno de los cuatro nucleones tenía que contribuir con una cierta cantidad de energía para el enlace, lo que mantiene unida a la partícula alfa. La mayor parte de esta energía debe haber sido tomada de la energía cinética de moción de los nucleones, pero aparentemente una cantidad pequeña también fue transferida de la energía de respuesta a la gravedad. Así, cuando los nucleones fueron unidos, es más probable que perdieran peso en vez de masa.

Además, otra evidencia del laboratorio no respalda la hipótesis de un cambio de materia a energía porque cuando un protón y un electrón se fusionan para formar un neutrón, hay una ganancia neta de masa o peso. Hay más probabilidad que esta ganancia sea de peso. Las dos partículas cancelan sus cargas eléctricas al unirse y debe haber poco cambio en la movilidad. Así, parece que el neutrón tiene un poco de energía sobrante para su respuesta a la atracción gravitacional y por eso pesa más que la suma de los pesos del protón y el electrón.

Los físicos nucleares ignoran mucho la evidencia de labora-

torio de antaño que indicó estructuras bastante simples del núcleo atómico. Ellos gastan una gran parte de sus fondos en construir y operar aceleradores de partículas siempre más poderosas que rompen las partículas subatómicas en fragmentos de extremadamente corta duración, del orden de unas pocas millonésimas de segundo. Los fragmentos evanescentes no tienen importancia en el orden natural del universo aunque unos pedacitos similares han sido registrados en película, expuestos en la parte alta de la atmósfera donde rayos cósmicos de energías altas pueden colisionar con átomos.

La falta de comprensión del núcleo atómico por parte de los físicos, como se ve en su búsqueda infructuosa durante varias décadas de una partícula que pueda mantener el núcleo unido, me hace pensar que ellos, probablemente, están ofreciendo al público general una promesa errónea de energía abundante de la fusión nuclear, la cual no tiene ninguna posibilidad de ser.

LITERATURA CONSULTADA

- Bush, G.L. & Silvidi, A.A. **The Atom; a simplified description.** New York: Barnes & Noble, 1961. pp 147.
- Gaines, Mattheew. **Atomic Energy.** New York: Bantam Books, 1973. pp 159.
- Glasstone, Samuel. **Inner Space: the structure of the atom.** Oak Ridge, Tennessee: United States Atomic Energy Commission, 1972. pp 99.

Holdridge, L.R. **The Atomic Nucleus**, Occas. Paper No. 10. San José, C.R.: Tropical Science Center, 1973 pp 21.

Holdridge, L.R. **Structure of the Magic Number Nuclei**. Occas. Paper No. 13. San José: Tropical Science Center, 1976. pp 16.

Holdridge, L.R. Luz: "fotones en trayectorias helicoidales". **Tecnología en Marcha**. Vol. 2 No. 1 abril - junio, 1979. pp 3-6.

Stearns, R.L. **Atomic Physics**. New York: Barnes & Noble, 1970. pp 118.

Tipler, P.A. **Foundations of modern physics**. New York Worth Publishers, 1969, pp 527.

Anexo

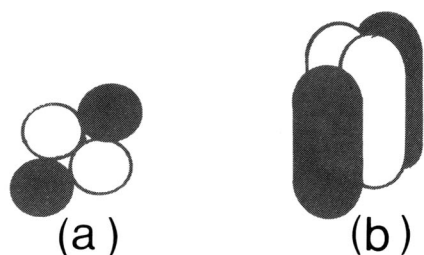


FIGURA 1: La partícula alfa- He^4 (a) vista vertical, (b) vista lateral, el protón oscurecido, el neutrón blanco.

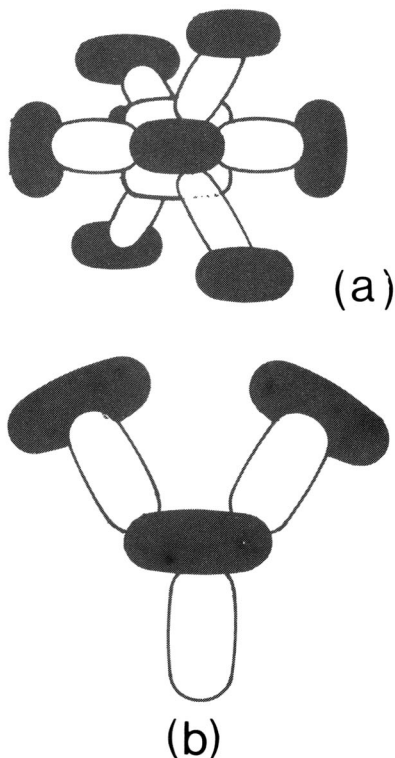


FIGURA 2: (a) Núcleo oxígeno-16. (b) Un brazo de los seis unidos a la partícula alfa central del núcleo Calcio-40.

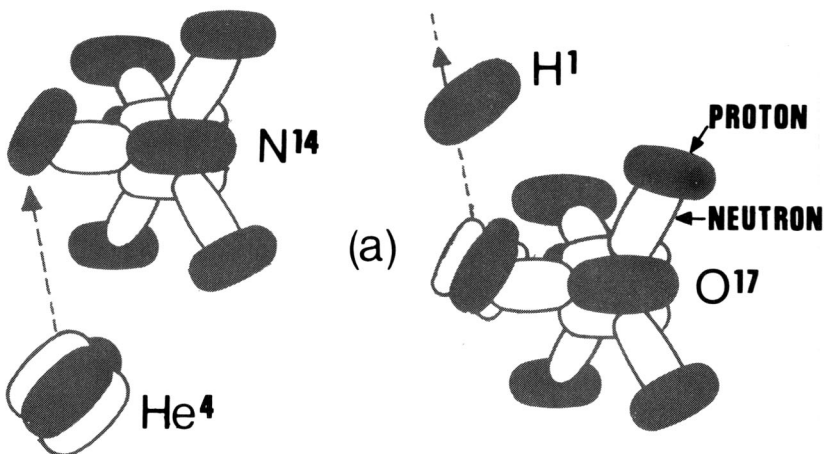


FIGURA 3: a) Transmutación de nitrógeno-14 a oxígeno-17, antes del choque y después. b.) Fisión de núcleo de litio-7 en dos partículas alfa como resultado de un golpe de un protón.

