

AC 14 4

Cursos de acceso para mayores de 25 años. Introducción a las ciencias físico-naturales, tema 18. El núcleo atómico, por el profesor y doctor don José Luis Lorenz.

La interacción nuclear. Como sabemos, los núcleos atómicos constan de protones y neutrones, pero al estar los primeros cargados positivamente, una estructura que como la nuclear los contuviera sería necesariamente inestable al repelerse los protones mutuamente y tender a la disgregación del conjunto. Si esto no sucede es porque la fuerza electrostática repulsiva resulta contrarrestada por otra atractiva de naturaleza distinta y mucho más intensa que la primera.

Las fuerzas nucleares tardaron en descubrirse porque no disponíamos del equipo experimental adecuado para observarlas, pero tampoco poseíamos el instrumental teórico necesario para describirlas, predecir su comportamiento y marcar las pautas de la investigación a seguir en este terreno. A principios de siglo, la sensibilidad de nuestros aparatos nos permitió profundizar en la estructura de la materia y llegar al núcleo atómico, pero también la puesta a punto de la mecánica cuántica contribuyó decisivamente al desarrollo de la física nuclear por ser esta nueva mecánica la necesaria, según hemos visto en la anterior emisión, para el estudio de los microsistemas. También la teoría de la relatividad contribuyó decisivamente en este campo.

Así, la relación de equivalencia de Einstein entre masa y energía predijo la enorme cantidad de energía liberada en ciertas reacciones nucleares, como la fisión, en la que los productos resultantes de la reacción poseen una masa inferior que la de los sistemas reaccionantes. Las fuerzas nucleares se caracterizan por ser de elevada densidad, de la orden de millones de veces más intensas que las electrostáticas en el átomo, por lo que las energías involucradas en los procesos nucleares suelen medirse en millones de electrovoltios o MeVs. Y además, se trata de fuerzas de corto alcance, no siendo observables más allá del llamado radio nuclear de unos 10 elevado a menos 12 centímetros.

Estas fuerzas son en naturaleza totalmente distintas que las electrostáticas, siendo independientes de si el nucleón que las experimenta posee carga o no. Modelos de interacción nuclear En el texto utilizamos el modelo de potencial de Yukawa muy semejante en su forma al de interacción molecular de Lennard-Jones, si bien es de un alcance mucho más reducido a causa de la exponencial decreciente y de una intensidad enormemente mayor. Así, la profundidad del pozo de potencial en un gas de Van der Waals es tan solo de una fracción de electronvolt, mientras que ahora la profundidad es del orden de 10 MeV, es decir, cientos de millones de veces mayor.

El modelo de Yukawa es característico de los llamados modelos de partícula individual en los que cada nucleón se mueve en el potencial medio creado por los demás. Tales modelos conducen a una estructura de capas u órbitas energéticas similar a las del átomo. Desgraciadamente, gran número de las reacciones nucleares con transmutación de unos

núcleos en otros son inexplicables de este modo, exigiendo más bien modelos colectivos.

Así, en el llamado modelo de la gota líquida de Bohr, se asemeja el núcleo a una gota de líquido susceptible de oscilar dentro de ciertos modos naturales. He citado uno de estos modos de la materia nuclear mediante una partícula externa incidente, un fotón o un neutrón, por ejemplo, podrá tener lugar una transmutación o incluso una fisión del núcleo a través de un fenómeno de resonancia nuclear. La energía nuclear.

La liberación de la energía ligada en el núcleo atómico es, como decimos en el texto, resultante de una contabilidad de masas nucleares en cualquier reacción exoérgica. Así, en la fisión, son liberados 200 megaelectrónvol de energía por núcleo de uranio 235 fraccionado. El aprovechamiento industrial de este fenómeno tiene lugar en las centrales nucleares de generación eléctrica.

En nuestro país, funcionan actualmente a pleno rendimiento tres centrales nucleares, Zorita, Santa María de Garoña y Van de Jos, con una potencia total instalada de cerca de 1.500 megavatios eléctricos. Y se hayan en ejecución otras ocho centrales con más de 10.000 megavatios adicionales de potencia. Todo ello hará que en 1985 la producción de energía eléctrica de origen nuclear supere a la de combustible fósil, entendiendo por tal el carbón y el petróleo.

Esto, desde el punto de vista estratégico, mejorará nuestra dependencia exterior de combustibles al diversificar su naturaleza y procedencia. Además, por kilovatio hora producido, el combustible nuclear, el uranio, cuesta la mitad que el petróleo, lo cual permite almacenar unos mayores stocks del primero. Este aparente ahorro queda compensado por una mayor inversión en instalaciones en la central nuclear que en la convencional.

De todos modos, la tendencia actual favorece la instalación de centrales nucleares. Son más económicas y degradan menos el medioambiente que las centrales de fuel o carbón. Por desgracia, las reservas actuales conocidas de uranio son bastante limitadas y, por ejemplo, en nuestro país casi nulas a precios de extracción rentables.

Ello exige la utilización exhaustiva del combustible nuclear y no sólo de su isótopo 235 fácilmente fisionable. El empleo de reactores rápidos, cuya comercialización se prevé para 1990, permitirá el uso integral del uranio y el retrasar el agotamiento de sus yacimientos. Finalmente, el uranio seguirá el camino de extinción marcado por el petróleo y la única esperanza energética del hombre residirá en los reactores de fusión controlada, previstos para entrar en servicio en el primer tercio del siglo próximo.

Tales reactores utilizarán la misma fuente de energía que las estrellas. La fusión de núcleos ligeros como protones, deuterones, etc. Esta reacción precisa de una energía de activación para su ignición, que puede suministrarse por medio de una explosión nuclear en la bomba de hidrógeno, del calentamiento magnético de un plasma de protones en el llamado generador Z, o incluso mediante el enfoque de un potente láser sobre la muestra fusionable.

La estabilidad de la reacción y el control de las elevadísimas temperaturas desarrolladas del orden del millón de grados centígrados son problemas tecnológicos de resolución a largo plazo. Ciertamente que la obtención de energía a partir de un elemento tan abundante como el hidrógeno permite ser optimista respecto al futuro de la humanidad, siempre que su crecimiento demográfico, destrucción de la naturaleza y desajustes políticos y económicos no provoquen su autodestrucción. Radioactividad.

La inestabilidad del núcleo conduce a la emisión de ciertas partículas, fotones, electrones y núcleos de helio principalmente. Tales partículas portan determinada energía, pudiendo activar diversos dispositivos de conversión en energía eléctrica. Este es el fundamento de las baterías espaciales situadas en los satélites artificiales o en los marcapasos de estimulación cardíaca.

La industria de los isótopos producidos en reactores nucleares o en aceleradores adecuados se halla en alza. Sirven como detectores de fugas de líquidos en tuberías enterradas, como controladores de espesores, de desgastes, etc. También se emplean en la esterilización de alimentos, en la destrucción de tumores, en la modificación genética, etc.

Su empleo se basa en las radiaciones que producen al pasar a la configuración más estable. Radiaciones que detectan su presencia, curan, producen mutaciones o incluso generan energía eléctrica. El aspecto negativo de las radiaciones consiste en que sus causantes, los núcleos radiactivos, no pueden destruirse, tan solo enterrarse en fosas marinas, minas abandonadas o exportarse a Marte en una nave espacial.

Contribuyen de este modo a la degradación progresiva de nuestro planeta, hipotecando su futuro. La contaminación radiactiva consiste en inhalar núcleos inestables y que son fijados en nuestro organismo, como el yodo o el calcio ordinarios, constituyendo fuentes continuas de emisión de fotones o de electrones que destruyen progresivamente e irremediablemente nuestros tejidos. Iniciado el proceso, no existe modo conocido de pararlo.

Distinta es la irradiación de la mano o de la cara, pongamos por caso, mediante partículas como los mencionados fotones o electrones. En este caso, existen dosis de tolerancia que marcan la máxima irradiación no peligrosa que puede exponerse, por ejemplo, un técnico de una central nuclear. La contaminación a la que nos referíamos antes es mucho más grave, al suponer la incorporación de las fuentes de radiación al organismo humano.

Por fortuna, no resulta probable, excepto en el caso de una explosión nuclear o en un accidente grave de una central nuclear, que vertiera a la atmósfera una nube de núcleos radiactivos.