CSN CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

el átomo

TABLA DE ISÓTOPOS

Los isótopos de un elemento son átomos con igual número atómico Z (es decir, mismo número de protones) pero distinto número másico A (es decir, distinto número de neutrones, pues A es la suma de protones más neutrones).

La tabla de isótopos es una representación gráfica de todos los isótopos conocidos, ya sean naturales o artificiales, incluso los de existencia postulada. Se ordenan por su número atómico (de izquierda a derecha) y el número de neutrones (de arriba abajo). El período de semidesintegración (tiempo en el que la mitad de los átomos de una muestra se desintegra) se indica por el color de cada celda.

Esta tabla es fundamental para mostrar la estabilidad de los isótopos y cómo se convierte un átomo de un elemento a otro elemento mediante desintegraciones radiactivas.

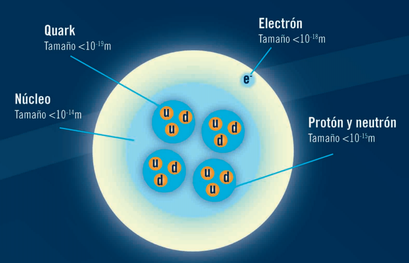
EL ÁTOMO

Un átomo, del griego ἄτομον (no divisible), es la unidad de materia más pequeña de un elemento químico que puede existir conservando sus propiedades químicas.

Todos los elementos químicos están recogidos en la tabla periódica de elementos químicos.

Los protones y neutrones se encuentran agrupados formando el núcleo atómico. Por esto también se les llama nucleones. Los electrones aparecen orbitando alrededor del núcleo atómico.

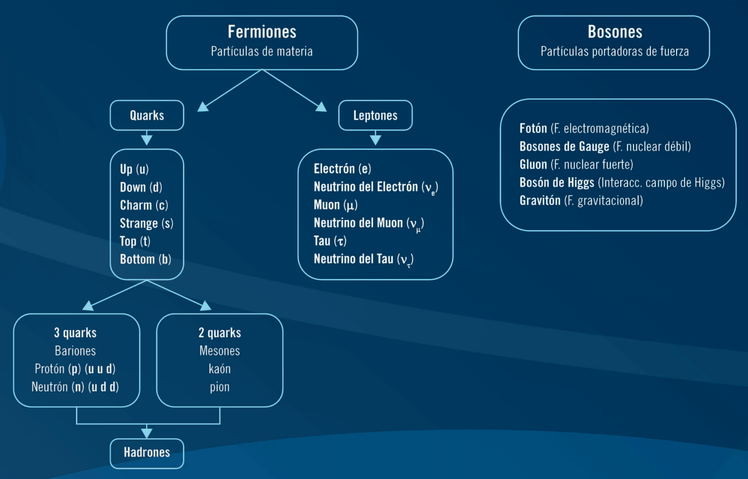
ÁTOMO



El número de protones en el núcleo define a qué elemento químico pertenece el átomo, el número de neutrones define el isótopo del elemento y el número de electrones influye en las propiedades de un átomo.

El estudio de las partículas que forman el núcleo atómico ha revelado, según el modelo estándar de física de partículas, que estas no son elementales, sino que están formadas por partículas más simples llamadas quarks y leptones que interaccionan entre ellos mediante el intercambio de bosones.

PARTÍCULAS ELEMENTALES

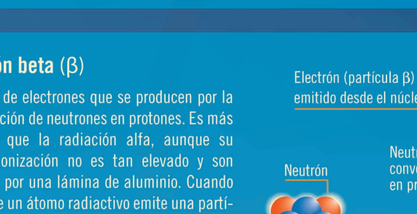


RADIACIONES IONIZANTES

La radiactividad es un fenómeno físico por el cual los núcleos de algunos átomos, que son inestables, emiten radiaciones y con el tiempo, diferente para cada núcleo, llega un momento en que alcanza la estabilidad (desintegración radiactiva). Estas radiaciones tienen la propiedad de ionizar el medio que atraviesan, por eso se las denomina radiaciones ionizantes. Estas pueden ser en forma de partículas: alfa, beta o neutrones, o en forma de ondas electromagnéticas: rayos gamma. Dentro de estas radiaciones ionizantes hay que incluir también a los rayos X porque comparten el mismo sector de los rayos gamma en el espectro de ondas electromagnético, aunque son de distinta naturaleza porque proceden de la corteza electrónica.

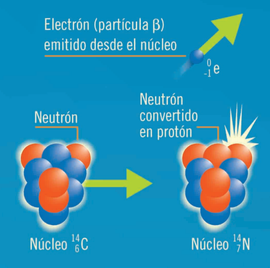
Radiación alfa (α)

Es un flujo de partículas cargadas positivamente. La partícula α está compuesta por dos protones y dos neutrones. En comparación con los otros tipos de radiación tienen un tamaño mayor y por eso son poco penetrantes, pudiendo ser absorbidas por una lámina de papel, pero son muy ionizantes, debido a su masa y la energía que transportan. Cuando el núcleo de un átomo radiactivo emite una partícula alfa, la masa del átomo resultante disminuye en cuatro unidades de masa atómica y el número atómico en dos, convirtiéndose en un elemento diferente.



Radiación beta (β)

Es un flujo de electrones que se producen por la transformación de neutrones en protones. Es más penetrante que la radiación alfa, aunque su poder de ionización no es tan elevado y son absorbidas por una lámina de aluminio. Cuando el núcleo de un átomo radiactivo emite una partícula beta, la masa del átomo resultante se mantiene constante y el número atómico aumenta en una unidad, convirtiéndose en el elemento inmediatamente superior en la tabla periódica.

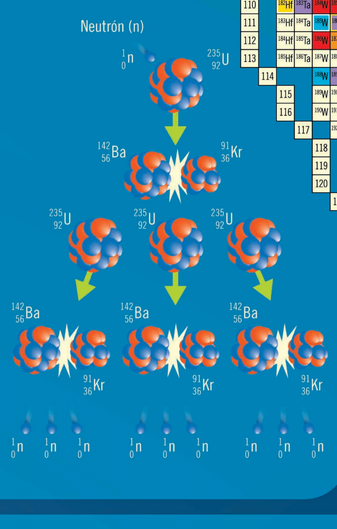


Este fenómeno también se produce cuando un protón se convierte en un neutrón, emitiendo un positrón (electrón con carga eléctrica positiva). En este caso el número atómico del átomo resultante disminuye en una unidad, convirtiéndose en el elemento inmediatamente anterior de la tabla periódica, conservando la misma masa.

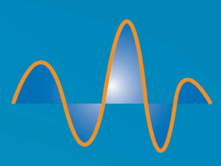
Radiación neutrónica

La radiación de neutrones tiene lugar cuando el núcleo de un átomo emite uno o varios neutrones, de manera que se conserva el número atómico y disminuye el número másico, haciendo que la proporción de protones y neutrones en el núcleo sea más estable. Es una radiación ionizante indirecta, no ioniza los átomos de la misma forma como lo hacen las partículas cargadas ya que los neutrones no tienen carga y por esto tienen mayor poder de penetración: al incidir un neutrón sobre un átomo no interacciona con los electrones y puede penetrar con toda facilidad dentro del átomo, cruzar su nube electrónica y llegar al núcleo. Cuando el neutrón se encuentra a distancias muy pequeñas del núcleo se provoca una reacción entre el núcleo del átomo y el neutrón. La intensidad de la interacción depende de cuántos protones y neutrones se encuentren dentro del núcleo.

Una fuente natural de neutrones es el elemento químico californio: $^{258}Cf_{98}$



Radiación gamma (γ)



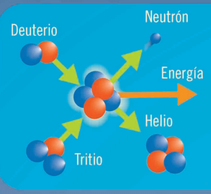
Es un flujo de ondas electromagnéticas de alta energía. Se genera cuando un átomo sufre una desintegración alfa o beta, su núcleo queda excitado y para conseguir su estabilidad se desexcita emitiendo radiación gamma. El átomo no varía ni su masa ni su número atómico, solo pierde una cantidad de energía proporcional a la frecuencia de la radiación emitida. Poseen mecanismos de ionización diferentes a los de las partículas cargadas y por ello resultan más penetrantes, necesitándose espesores importantes de plomo u hormigón para absorberlas.

Radiación X

Los rayos X son también una radiación electromagnética. En el espectro de ondas electromagnético se encuentran entre la radiación ultravioleta y los rayos gamma producidos naturalmente. Se originan siempre que se bombardea un objeto material con electrones de alta velocidad: gran parte de la energía de los electrones se pierde en forma de calor y el resto produce rayos X al provocar cambios en los átomos del blanco como resultado del impacto.

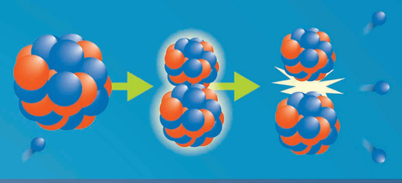
La diferencia fundamental con los rayos gamma es su origen: los rayos gamma proceden del núcleo del átomo mientras que los rayos X se producen a nivel de la corteza electrónica. Los rayos X son también ionizantes y con gran poder de penetración por lo que se necesitan blindajes de hormigón o plomo para absorberlos.

REACCIONES NUCLEARES



FUSIÓN NUCLEAR

Es el proceso contrario a la fisión nuclear. Se unen dos núcleos ligeros para formar otro mayor con gran liberación de energía. Este es el mecanismo que hace que las estrellas generen y emitan luz y energía y en la actualidad se investiga para controlar esta reacción a partir de isótopos de hidrógeno.

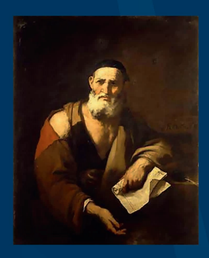


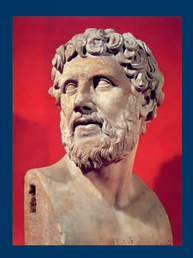
FISIÓN NUCLEAR

Algunos isótopos pueden romperse, tanto de forma natural como provocada, en un proceso denominado fisión nuclear. Para inducir la fisión se bombardea el núcleo con neutrones de una determinada energía, que al ser absorbidos por el núcleo lo desestabilizan y lo rompen. Esta ruptura genera dos o más núcleos de menor número atómico y masa atómica, neutrones, radiación electromagnética (generalmente rayos gamma) y gran cantidad de energía.

MODELOS ATÓMICOS

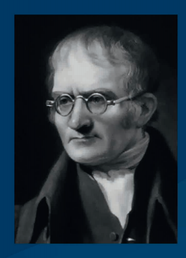
Un modelo atómico es una representación estructural de un átomo, que trata de explicar su comportamiento y propiedades. No se debe interpretar como el dibujo de un átomo, sino más bien como el diagrama conceptual de su funcionamiento. A lo largo de la historia han existido varios modelos atómicos.

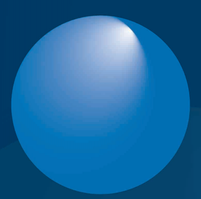




Teoría de los atomistas

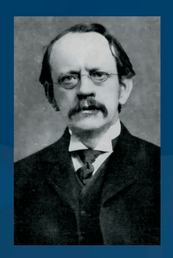
La teoría atomista de Leucipo y Demócrito (s. V y IV a.C.) establece que los átomos son eternos, indivisibles, homogéneos, incompresibles e invisibles. Los átomos se diferencian solo en forma y tamaño, pero no por cualidades internas. Las propiedades de la materia varían según el agrupamiento de los átomos. Los átomos de un cuerpo se separan cuando colisionan con otro conjunto de átomos; los átomos que quedan libres chocan con otros y se ensamblan o siguen desplazándose hasta volver a encontrar otro cuerpo.

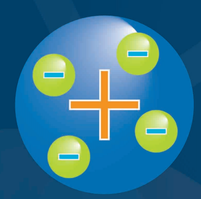




Modelo atómico de Dalton

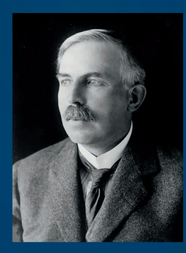
Entre 1803 y 1807, John Dalton introduce la idea de la discontinuidad de la materia, es decir, esta es la primera teoría científica que considera que la materia está dividida en átomos. Los postulados básicos de esta teoría son: la materia está dividida en unas partículas indivisibles e inalterables que se denominan átomos. Todos los átomos de un mismo elemento son idénticos entre sí (presentan igual masa e iguales propiedades). Los átomos de distintos elementos tienen distinta masa y distintas propiedades y los compuestos se forman cuando los átomos se unen entre sí, en una relación constante y sencilla.

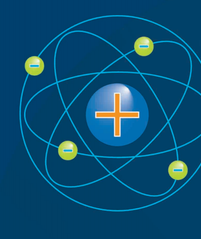




Modelo atómico de Thomson

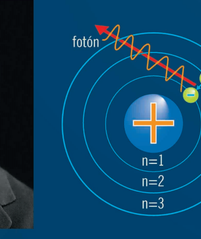
Joseph John Thomson fue un científico británico, descubridor del electrón, de los isótopos e inventor del espectrómetro de masas. En 1904 postuló un modelo atómico en el que los electrones se distribuían uniformemente en el interior del átomo suspendidos en una nube de carga positiva. En 1906 fue galardonado con el Premio Nobel de Física por el descubrimiento del electrón.





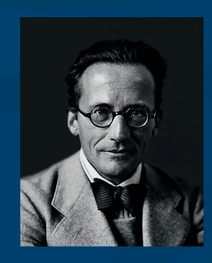
Modelo atómico de Rutherford

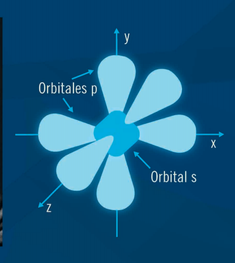
Entre 1911 y 1913, Ernest Rutherford estableció un nuevo modelo atómico. Es el primero que considera que el átomo está formado por dos partes: núcleo y corteza. En el núcleo se reúne toda la carga positiva y casi toda la masa del átomo y en la corteza se encuentran los electrones girando a gran velocidad alrededor del núcleo. También se dedicó al estudio de las partículas radiactivas y logró clasificarlas en alfa (α), beta (β) y gamma (γ), lo que le valió ganar el Premio Nobel de Química en 1908.



Modelo atómico de Bohr

Niels Bohr, en 1913, postula que los electrones describen órbitas circulares estables alrededor del núcleo del átomo sin radiar energía. Los electrones solo se pueden encontrar en ciertas órbitas (no todas las órbitas están permitidas), la distancia de la órbita al núcleo se determina según el número cuántico "n" y solo emiten o absorben energía (un fotón) en los saltos entre órbitas. Fue galardonado en 1922 con el Premio Nobel de Física por su investigación acerca de la estructura de los átomos y la radiación que emana de ellos.





Modelo atómico de Schrödinger

El modelo atómico de Erwin Schrödinger (1924-1928) es un modelo cuántico no relativista. Establece que los electrones son ondas de materia que se distribuyen en el espacio según su función de ondas (Ψ) y que se distribuyen en orbitales, que son regiones del espacio con una alta probabilidad de encontrar un electrón. Se tienen en cuenta los siguientes números cuánticos: número cuántico principal (n), número cuántico secundario o azimutal (l), número cuántico magnético (m) y número de espín (s). En un átomo no puede haber electrones con los cuatro números cuánticos iguales.

Leyenda de la tabla

Ejemplo Elemento 64
Gadolinio (Gd)

- ^{145}Gd Inestable
- ^{146}Gd 1-10 días
- ^{149}Gd 10-100 días
- ^{153}Gd 100 días - 10 años
- ^{148}Gd 10-10.000 años
- ^{150}Gd >10.000 años
- ^{152}Gd Radiactivo natural
- ^{159}Gd Estable

* Los isótopos con isómeros inestables aparecen en dos colores

Depósito legal M-4039-2018