



EL ATOMO

La unidad más pequeña posible de un elemento químico. La teoría aceptada hoy es que el átomo se compone de un núcleo de carga positiva formado por protones y neutrones, en conjunto conocidos como nucleón, alrededor del cual se encuentran una nube de electrones de carga negativa. El núcleo del átomo se encuentra formado por nucleones, los cuales pueden ser de dos clases: **Protones:** Partícula de carga eléctrica positiva igual a una carga elemental, y una masa de $1,6726 \times 10^{-27}$ Kg. y; **Neutrones:** Partículas carentes de carga eléctrica y una masa de $1,672 \times 10^{-27}$ Kg

El núcleo más sencillo es el del hidrógeno, formado únicamente por un protón. El núcleo del siguiente elemento en la tabla periódica, el helio, se encuentra formado por dos protones y dos neutrones. La cantidad de protones contenidas en el núcleo del átomo se conoce como número atómico, el cual se representa por la letra Z y se escribe en la parte inferior izquierda del símbolo químico. Es el que distingue a un elemento químico de otro. Según lo descrito anteriormente, el número atómico del hidrógeno es 1 (1H), y el del helio, 2 (2He).

La cantidad total de nucleones que contiene un átomo se conoce como número másico, representado por la letra A y escrito en la parte superior izquierda del símbolo químico. Para los ejemplos dados anteriormente, el número másico del hidrógeno es 1(1H), y el del helio, 4(4He).

Existen también átomos que tienen el mismo número atómico, pero diferente número másico, los cuales se conocen como **isótopos**. Por ejemplo, existen 3 isótopos naturales del hidrógeno, el protio (1H), el deuterio (2H) y el tritio (3H). Todos poseen las mismas propiedades químicas del hidrógeno, y pueden ser diferenciados únicamente por ciertas propiedades físicas.

Otros términos menos utilizados relacionados con la estructura nuclear son los **isótonos**, que son átomos con el mismo número de neutrones y los **isóbaros** que son átomos que tienen el mismo número másico.

Historia de la Teoría Atómica

El concepto de átomo existe desde la Antigua Grecia propuesto por los filósofos griegos Demócrito, Leucipo y Epicuro, sin embargo, no se generó el concepto por medio de la experimentación sino como una necesidad filosófica que explicara la realidad, ya que, como proponían estos pensadores, la materia no podía dividirse indefinidamente, por lo que debía existir una unidad o bloque indivisible e indestructible que al combinarse de diferentes formas creara todos los cuerpos macroscópicos que nos rodean.

En la filosofía de la antigua Grecia, la palabra "átomo" se empleaba para referirse a la parte de materia más pequeña que podía concebirse. Esa "partícula fundamental", por emplear el término moderno para ese concepto, se consideraba indestructible. De hecho, átomo significa en griego "no divisible". A lo largo de los siglos, el tamaño y la naturaleza del átomo sólo fueron objeto de especulaciones, por lo que su conocimiento avanzó muy lentamente.

El siguiente avance significativo se realizó hasta en 1773 el químico francés Antoine Laurent de Lavoisier postuló su enunciado: "La materia no se crea ni se destruye, simplemente se transforma."; demostrado más tarde por los experimentos del químico inglés John Dalton quien en 1804, luego de medir la masa de los reactivos y productos de una reacción, y concluyó que las sustancias están compuestas de átomos esféricos idénticos para cada elemento, pero diferentes de un elemento a otro.

Luego en 1811 Amadeo Avogadro, físico italiano, postuló que a una temperatura, presión y volumen dados, un gas contiene siempre el mismo número de partículas, sean átomos o moléculas, independientemente de la



naturaleza del gas, haciendo al mismo tiempo la hipótesis de que los gases son moléculas poliatómicas con lo que se comenzó a distinguir entre átomos y moléculas.

El químico ruso Dmitri Ivánovich Mendeléyev creó en 1869 una clasificación de los elementos químicos en orden creciente de su masa atómica, remarcando que existía una periodicidad en las propiedades químicas. Este trabajo fue el precursor de la tabla periódica de los elementos como la conocemos actualmente.

La visión moderna de su estructura interna tuvo que esperar hasta el experimento de Rutherford en 1911 y el modelo atómico de Bohr. Posteriores descubrimientos científicos, como la teoría cuántica, y avances tecnológicos, como el microscopio electrónico, han permitido conocer con mayor detalle las propiedades físicas y químicas de los átomos.

Interacciones eléctricas entre protones y electrones

La estabilidad del átomo se debe a la acción de dos fuerzas opuestas que hacen mantenerse a distancia a los electrones del núcleo. Los protones están fuertemente cargados de electricidad positiva y los electrones negativamente. La interacción entre estas partículas hace que los electrones se sientan poderosamente atraídos por la carga eléctrica contraria de los protones, dando como resultado una centrípeta que tiende a atraer a los electrones hacia el núcleo.

La existencia de una fuerza antagónica (fuerza centrífuga), la cual es debida a la increíble velocidad a la que gira el electrón sobre el núcleo, contrarresta a la fuerza de atracción y hace posible que los electrones se mantengan siempre a determinadas distancias del núcleo. El famoso físico danés Niels Bohr calculó la velocidad a la cual gira el electrón alrededor del núcleo en ¡no menos de de siete mil billones de revoluciones por segundo!

Lo más maravilloso e increíble del átomo es el hecho de que algo tan sólido y aparentemente estático como una roca esté íntegramente formado por partículas en continuo movimiento.

Nube Electrónica

Alrededor del núcleo se encuentran los electrones que son partículas elementales de carga negativa igual a una carga elemental y con una masa de 9.10×10^{-31} kg.

La cantidad de electrones de un átomo en su estado basal es igual a la cantidad de protones que contiene en el núcleo, es decir, al número atómico, por lo que un átomo en estas condiciones tiene una carga eléctrica neta igual a 0.

A diferencia de los nucleones, un átomo puede perder o adquirir algunos de sus electrones sin modificar su identidad química, transformándose en un ión, una partícula con carga neta diferente de cero.

El concepto de que los electrones se encuentran en órbitas satelitales alrededor del núcleo se ha abandonado en favor de la concepción de una nube de electrones deslocalizados o difusos en el espacio, el cual representa mejor el comportamiento de los electrones descrito por la mecánica cuántica únicamente como funciones de densidad de probabilidad de encontrar un electrón en una región finita de espacio alrededor del núcleo.

Dimensiones Atómicas

La mayor parte de la masa de un átomo se concentra en el núcleo, formado por los protones y los neutrones, ambos conocidos como nucleones, los cuales son 1836 y 1838 veces mas pesados que el electrón respectivamente.



El tamaño o volumen exacto de un átomo es difícil de calcular, ya que las nubes de electrones no cuentan con bordes definidos, pero puede estimarse razonablemente en 1.0586×10^{-10} m, el doble del radio de Bohr para el átomo de Hidrógeno. Si esto se compara con el tamaño de un protón, que es la única partícula que compone el núcleo del hidrógeno, que es aproximadamente 1×10^{-15} se ve que el núcleo de un átomo es cerca de 100,000 veces menor que el átomo mismo, y sin embargo, concentra prácticamente el 100% de su masa.

Para efectos de comparación, si un átomo tuviese el tamaño de un estadio, el núcleo sería del tamaño de una canica colocada en el centro, y los electrones, como partículas de polvo agitadas por el viento alrededor de los asientos.

El núcleo atómico

En 1919, Rutherford expuso gas nitrógeno a una fuente radiactiva que emitía partículas alfa. Algunas de estas partículas colisionaban con los núcleos de los átomos de nitrógeno. Como resultado de estas colisiones, los átomos de nitrógeno se transformaban en átomos de oxígeno. El núcleo de cada átomo transformado emitía una partícula positivamente cargada. Se comprobó que esas partículas eran idénticas a los núcleos de átomos de hidrógeno. Se las denominó protones. Las investigaciones posteriores demostraron que los protones forman parte de los núcleos de todos los elementos.

No se conocieron más datos sobre la estructura del núcleo hasta 1932, cuando el físico británico James Chadwick descubrió en el núcleo otra partícula, el neutrón, que tiene casi exactamente la misma masa que el protón pero carece de carga eléctrica. Entonces se vio que el núcleo está formado por protones y neutrones. En cualquier átomo dado, el número de protones es igual al número de electrones y, por tanto, al número atómico del átomo. Los isótopos son átomos del mismo elemento (es decir, con el mismo número de protones) que tienen diferente número de neutrones. En el caso del cloro, uno de los isótopos se identifica con el símbolo ^{35}Cl , y su pariente más pesado con ^{37}Cl . Los superíndices identifican la masa atómica del isótopo, y son iguales al número total de neutrones y protones en el núcleo del átomo. A veces se da el número atómico como subíndice. Ejemplo Cl_{17} .

Los núcleos menos estables son los que contienen un número impar de neutrones y un número impar de protones; todos menos cuatro de los isótopos correspondientes a núcleos de este tipo son radiactivos. La presencia de un gran exceso de neutrones en relación con los protones también reduce la estabilidad del núcleo; esto sucede con los núcleos de todos los isótopos de los elementos situados por encima del bismuto en la tabla periódica, y todos ellos son radiactivos. La mayor parte de los núcleos estables conocidos contiene un número par de protones y un número par de neutrones.

Radiactividad artificial

Los experimentos llevados a cabo por los físicos franceses Frédéric e Irène Joliot-Curie a principios de la década de 1930 demostraron que los átomos estables de un elemento pueden hacerse artificialmente radiactivos bombardeándolos adecuadamente con partículas nucleares o rayos. Estos isótopos radiactivos (radioisótopos) se producen como resultado de una reacción o transformación nuclear. En dichas reacciones, los algo más de 270 isótopos que se encuentran en la naturaleza sirven como objetivo de proyectiles nucleares. El desarrollo de "rompeátomos", o aceleradores, que proporcionan una energía elevada para lanzar estas partículas-proyectil ha permitido observar miles de reacciones nucleares.

Reacciones nucleares

En 1932, dos científicos británicos, John D. Cockcroft y Ernest T. S. Walton, fueron los primeros en usar partículas artificialmente aceleradas para desintegrar un núcleo atómico. Produjeron un haz de protones acelerados hasta altas velocidades mediante un dispositivo de alto voltaje llamado multiplicador de tensión. A continuación se emplearon esas partículas para bombardear un núcleo de litio. En esa reacción nuclear, el litio 7 (^7Li) se escinde en dos fragmentos, que son núcleos de átomos de helio. La reacción se expresa mediante la ecuación



Aceleradores de partículas

Alrededor de 1930, el físico estadounidense Ernest O. Lawrence desarrolló un acelerador de partículas llamado ciclotrón. Esta máquina genera fuerzas eléctricas de atracción y repulsión que aceleran las partículas atómicas confinadas en una órbita circular mediante la fuerza electromagnética de un gran imán. Las partículas se mueven hacia fuera en espiral bajo la influencia de estas fuerzas eléctricas y magnéticas, y alcanzan velocidades extremadamente elevadas. La aceleración se produce en el vacío para que las partículas no colisionen con moléculas de aire. A partir del ciclotrón se desarrollaron otros aceleradores capaces de proporcionar energías cada vez más altas a las partículas. Como los aparatos necesarios para generar fuerzas magnéticas intensas son colosales, los aceleradores de alta energía suponen instalaciones enormes y costosas.

Fuerzas nucleares

La teoría nuclear moderna se basa en la idea de que los núcleos están formados por neutrones y protones que se mantienen unidos por fuerzas "nucleares" extremadamente poderosas. Para estudiar estas fuerzas nucleares, los físicos tienen que perturbar los neutrones y protones bombardeándolos con partículas extremadamente energéticas. Estos bombardeos han revelado más de 200 partículas elementales, minúsculos trozos de materia, la mayoría de los cuales, sólo existe durante un tiempo mucho menor a una cienmillonésima de segundo.

Este mundo sub-nuclear salió a la luz por primera vez en los rayos cósmicos. Estos rayos están constituidos por partículas altamente energéticas que bombardean constantemente la Tierra desde el espacio exterior; muchas de ellas atraviesan la atmósfera y llegan incluso a penetrar en la corteza terrestre. La radiación cósmica incluye muchos tipos de partículas, de las que algunas tienen energías que superan con mucho a las logradas en los aceleradores de partículas. Cuando estas partículas de alta energía chocan contra los núcleos, pueden crearse nuevas partículas. Entre las primeras en ser observadas estuvieron los muones (detectados en 1937). El muón es esencialmente un electrón pesado, y puede tener carga positiva o negativa. Es aproximadamente 200 veces más pesado que un electrón. La existencia del pión fue profetizada en 1935 por el físico japonés Yukawa Hideki, y fue descubierto en 1947. Según la teoría más aceptada, las partículas nucleares se mantienen unidas por "fuerzas de intercambio" en las que se intercambian constantemente piones comunes a los neutrones y los protones. La unión de los protones y los neutrones a través de los piones es similar a la unión en una molécula de dos átomos que comparten o intercambian un par de electrones común. El pión, aproximadamente 270 veces más pesado que el electrón, puede tener carga positiva, negativa o nula.

Partículas elementales

Durante mucho tiempo, los físicos han buscado una teoría para poner orden en el confuso mundo de las partículas. En la actualidad, las partículas se agrupan según la fuerza que domina sus interacciones. Todas las partículas se ven afectadas por la gravedad, que sin embargo es extremadamente débil a escala subatómica. Los hadrones están sometidos a la fuerza nuclear fuerte y al electromagnetismo; además del neutrón y el protón, incluyen los hiperones y mesones. Los leptones "sienten" las fuerzas electromagnética y nuclear débil; incluyen el tau, el muón, el electrón y los neutrinos. Los bosones (una especie de partículas asociadas con las interacciones) incluyen el fotón, que "transmite" la fuerza electromagnética, las partículas W y Z, portadoras de la fuerza nuclear débil, y el hipotético portador de la gravitación (gravitón). La fuerza nuclear débil aparece en procesos radiactivos o de desintegración de partículas, como la desintegración alfa (la liberación de un núcleo de helio por parte de un núcleo atómico inestable). Además, los estudios con aceleradores han determinado que por cada partícula existe una antipartícula con la misma masa, cuya carga u otra propiedad electromagnética tiene signo opuesto a la de la partícula correspondiente. Véase Antimateria.

En 1963, los físicos estadounidenses Murray Gell-Mann y George Zweig propusieron la teoría de que los hadrones son en realidad combinaciones de otras partículas elementales llamadas quarks, cuyas interacciones son transmitidas por gluones, una especie de partículas. Esta es la teoría subyacente de las investigaciones actuales, y ha servido para predecir la existencia de otras partículas.



Liberación de la energía nuclear

En 1905, Albert Einstein desarrolló la ecuación que relaciona la masa y la energía, $E = mc^2$, como parte de su teoría de la relatividad especial. Dicha ecuación afirma que una masa determinada (m) está asociada con una cantidad de energía (E) igual a la masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz c . Una cantidad muy pequeña de masa equivale a una cantidad enorme de energía. Como más del 99% de la masa del átomo reside en su núcleo, cualquier liberación de grandes cantidades de energía atómica debe provenir del núcleo.

Hay dos procesos nucleares que tienen gran importancia práctica porque proporcionan cantidades enormes de energía: la fisión nuclear -la escisión de un núcleo pesado en núcleos más ligeros- y la fusión termonuclear -la unión de dos núcleos ligeros (a temperaturas extremadamente altas) para formar un núcleo más pesado. El físico estadounidense de origen italiano Enrico Fermi logró realizar la fisión en 1934, pero la reacción no se reconoció como tal hasta 1939, cuando los científicos alemanes Otto Hahn y Fritz Strassmann anunciaron que habían fisionado núcleos de uranio bombardeándolos con neutrones. Esta reacción libera a su vez neutrones, con lo que puede causar una reacción en cadena con otros núcleos. En la explosión de una bomba atómica se produce una reacción en cadena incontrolada. Las reacciones controladas, por otra parte, pueden utilizarse para producir calor y generar así energía eléctrica, como ocurre en los reactores nucleares.

La fusión termonuclear se produce en las estrellas, entre ellas el Sol, y constituye su fuente de calor y luz. La fusión incontrolada se da en la explosión de una bomba de hidrógeno. En la actualidad, se está intentando desarrollar un sistema de fusión controlada. Véase Energía nuclear; Armas nucleares.

Líneas espectrales

Uno de los grandes éxitos de la física teórica fue la explicación de las líneas espectrales características de numerosos elementos (véase Espectroscopia: Líneas espectrales). Los átomos excitados por energía suministrada por una fuente externa emiten luz de frecuencias bien definidas. Si, por ejemplo, se mantiene gas hidrógeno a baja presión en un tubo de vidrio y se hace pasar una corriente eléctrica a través de él, desprende luz visible de color rojizo. El examen cuidadoso de esa luz mediante un espectroscopio muestra un espectro de líneas, una serie de líneas de luz separadas por intervalos regulares. Cada línea es la imagen de la ranura del espectroscopio que se forma en un color determinado. Cada línea tiene una longitud de onda definida y una determinada energía asociada. La teoría de Bohr permite a los físicos calcular esas longitudes de onda de forma sencilla. Se supone que los electrones pueden moverse en órbitas estables dentro del átomo. Mientras un electrón permanece en una órbita a distancia constante del núcleo, el átomo no irradia energía. Cuando el átomo es excitado, el electrón salta a una órbita de mayor energía, a más distancia del núcleo. Cuando vuelve a caer a una órbita más cercana al núcleo, emite una cantidad discreta de energía que corresponde a luz de una determinada longitud de onda. El electrón puede volver a su órbita original en varios pasos intermedios, ocupando órbitas que no estén completamente llenas. Cada línea observada representa una determinada transición electrónica entre órbitas de mayor y menor energía.

En muchos de los elementos más pesados, cuando un átomo está tan excitado que resultan afectados los electrones internos cercanos al núcleo, se emite radiación penetrante (rayos X). Estas transiciones electrónicas implican cantidades de energía muy grandes.

Fuentes: <http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81tomo>
<http://www.monografias.com/trabajos/atomo/atomo.shtml>
http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761567432/%C3%81tomo.html
Consultor temático práctico – Ediciones Nauta – © Copyright 2003