



Por el Coronel RICARDO MUNAIZ DE BREA

*A través de algunos trabajos publicados en nuestro idioma (y algunos en estas mismas páginas), ha podido conocer el lector español los principales acontecimientos relacionados con el descubrimiento y empleo de la bomba atómica.*

*No obstante, faltaba en nuestra colección un estudio que incorporase los más auténticos informes oficiales y privados, que sobre tan interesante tema han sido elaborados en los países anglosajones, para comentarlos y discutirlos adecuadamente.*

*Esta no sencilla tarea ha sido desarrollada, y de su resultado, que irá apareciendo regularmente en estas columnas, ofrecemos a continuación el primer fragmento.*

#### La energía nuclear.

No es factible tratar en estas páginas de la bomba atómica sin recoger previamente, a modo de introducción, algunas ligerísimas nociones acerca de lo que es, o se cree saber que es, el mundo de lo infinitamente pequeño: el Microcosmos. El conocimiento del mundo atómico es premisa obligada para estudiar la desintegración atómica y el aprovechamiento de la energía nuclear, por ella liberada en cantidades ingentes.

Suponemos al lector en posesión de los conocimientos más fundamentales de la Físico-Química Nuclear. Sin embargo, para bien fijar las ideas y las notaciones que han de aparecer en el curso de estos trabajos, creemos conveniente recordar a continuación un brevísimo esquema de estos importantes principios.

Por mucho tiempo se ha creído y se ha defi-

nido al átomo como el límite de la divisibilidad de los cuerpos (Desde la antigua Grecia nos llega su etimología: "a-tomos" = no cortable.). Hoy se sabe que no es así; el átomo se halla integrado por diversos elementos, a los que es generalmente muy difícil, pero no imposible, separar. Ello se ha logrado con medios, no ya puramente químicos, sino eléctricos, o—más exactamente—electrónicos.

En Química se define como cuerpo simple aquel cuyas moléculas están formadas exclusivamente por átomos homogéneos. Cuerpo compuesto es aquel en que átomos diferentes se han combinado para formar moléculas homogéneas. El resultado de tales reacciones químicas se llama combinación. Ejemplos: el agua,  $H_2O$ , cuya molécula contiene dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

Si el agua contiene un exceso de oxígeno (dos átomos), tenemos el agua oxigenada ( $H_2O_2$ ). Si el hidrógeno se sustituye por un hidrógeno pesado llamado deuterio (D), tendremos el agua pesada ( $D_2O$ ), tan importante en la historia de la bomba atómica. Combinando tres átomos de oxígeno con uno de nitrógeno y uno de potasio, se tiene el nitrato potásico ( $NO_3K$ ), base de los explosivos nitrados.

Cuando se reúnen mecánicamente partículas o moléculas de diversos cuerpos, no suele obtenerse una combinación, sino simplemente una mezcla, que puede también separarse por medios mecánicos. Pero si interviene algún agente adicional, como la luz, el calor, la disolución, la electricidad, la vibración de cierto período, etcétera, se obtiene una combinación. Así, reuniendo cantidades adecuadas de azufre, carbono y nitrato potásico, obtenemos una pólvora negra. Pero si la hacemos inflamarse, esta mezcla se quema, combinándose con el oxígeno del aire (o incluso sin él), y produce una gran masa de gases, combinación muy violenta, llamada explosión, cuyos productos son humos y cenizas; en suma, nuevos cuerpos compuestos. Esta reacción tiene también su fórmula, que no es necesario repetir aquí.

#### Características generales de los átomos.

El átomo se supone hoy integrado por un núcleo central, relativamente pesado, formado, a su vez, por elementos infinitesimales (nucleones), y rodeados por un cierto número de corpúsculos con carga eléctrica negativa (electrones), que pululan en derredor del núcleo. El número y tipo de todas estas partículas caracteriza al átomo. Es decir, la diferencia esencial entre dos cuerpos simples es que en sus respectivos átomos son diferentes los números, clases y disposición de los corpúsculos que los forman.

Así como el peso específico de un cuerpo es el peso de la unidad de volumen, en ciertas condiciones, en los átomos existen también pesos, masas y dimensiones, que es necesario conocer, comparar y medir. A ello se acude con varias magnitudes de carácter relativo.

Se designa por  $N$ , y se llama peso atómico, o masa atómica, el número total de elementos (positivos y neutros) que integran el núcleo del átomo en cuestión. Y se designa por  $Z$ , y se llama carga atómica, o número atómico, el que indica los elementos de carga eléctrica positiva que existen en el núcleo, número que, en virtud del equilibrio eléctrico, es igual que el de elec-

trones negativos, planetarios, que rodean al núcleo.

En la notación de la Química Nuclear se designan los cuerpos simples consignando el peso como subíndice, y la carga, como exponente. Así, la expresión  $He_4^2$  nos dice que el helio tiene  $N = 4$  y  $Z = 2$ . Por tanto, podemos deducir que en su átomo hay un núcleo de cuatro elementos, envuelto por dos electrones. Y por tanto (para que exista el equilibrio), en el núcleo habrá dos corpúsculos positivos (protones) y dos neutros (neutrones). El hidrógeno  $H_1^1$  tiene, pues, solamente un protón en el núcleo y un electrón al exterior. Es el átomo más elemental, y se le supone parte integrante de todos los demás átomos. El oxígeno ( $O_{16}^8$ ) tiene ocho electrones libres; por tanto, ocho protones en el núcleo, y además, ocho neutrones. Luego veremos lo que se sabe de todos estos elementos.

La escala general de los cuerpos simples conocidos ha venido aumentando incesantemente hasta nuestros días. Actualmente se prefiere estudiarlos ordenados por pesos atómicos. Como no hay motivo para que no pueda existir un átomo formado por  $n$  nucleones, se supone, desde luego, que existe, y se le reserva su hueco en la escala.

Con esta idea, el químico ruso Mendeleief ordenó los cuerpos simples, y observó que podían agruparse en unas pocas familias, en las que eran muy parecidas las principales propiedades fisicoquímicas de sus componentes. Con arreglo a esto, fué posible a Mendeleief y otros continuadores de su teoría, predecir la existencia de los cuerpos que faltaban en la lista y anunciar sus propiedades con tanta precisión que no fué difícil descubrirlos y aislarlos. Así, por ejemplo, vióse que entre el zinc (de  $Z = 30$ ) y el arsénico (de  $Z = 33$ ) debían de existir otros dos cuerpos, cuyos números atómicos fuesen 31 y 32. En efecto, fueron muy pronto descubiertos el galio (de  $Z = 31$ ) y el germanio (de  $Z = 32$ ), así bautizados porque en su hallazgo colaboraron sabios franceses y alemanes.

La escala de Mendeleief contó pronto hasta 94 cuerpos simples, ordenados desde el hidrógeno  $H_1^1$ , con los gases raros (helio, neón, kriptón, etc.), los metaloides, los metales ligeros, las tierras raras (lantano, cerio, etc.), los metales pesados (el Tántalo  $Ta_{180}^{73}$ , el oro  $Au_{197}^{79}$ , el plomo  $Pb_{207}^{82}$ ; y los cuerpos radioactivos, desde el

radio Ra<sup>88</sup><sub>226</sub> y el uranio, hasta el plutonio Pu<sup>94</sup><sub>239</sub>, el del átomo más pesado que hoy se conoce.

En general (como se ve), la densidad es proporcional (aproximadamente) a los pesos atómicos; el hidrógeno natural es el cuerpo menos denso que conocemos, y los metales pesados y radioactivos son los más densos.

Por no abusar del espacio, no insertamos completa la tabla de Mendeleief, fácil de consultar, por otra parte, en cualquier buen tratado de química moderna; pero por su interés documental para nosotros, vamos a dar el final del aludido cuadro, que recoge la familia de los cuerpos radioactivos. Obsérvese el progresivo aumento de los números inferiores, que indican la masa atómica N, y el de los superiores, o carga atómica Z:

Radón.....	Rn <sup>86</sup> <sub>222</sub>
Virginio.....	Vi <sup>87</sup> <sub>—</sub>
Radio.....	Ra <sup>88</sup> <sub>226</sub>
Actinio.....	Ac <sup>89</sup> <sub>227</sub>
Torio.....	To <sup>90</sup> <sub>232</sub>
Protoactinio.....	Pa <sup>91</sup> <sub>230</sub>
Uranio.....	U <sup>92</sup> <sub>238</sub>
Neptunio.....	Np <sup>93</sup> <sub>239</sub>
Plutonio.....	Pu <sup>94</sup> <sub>239</sub>

**Las micro-unidades de medida.**

También es interesante consignar las principales unidades y magnitudes utilizadas en la físicoquímica nuclear, infinitamente pequeñas con relación al microcosmos:

Unidad de longitud.—Ångström....	A = 10 <sup>-8</sup> cm.
Unidad de longitud.—Micrón, o micra .....	μ = 10 <sup>-4</sup> cm.
Unidad de masa atómica .....	u. m. = 1,6603 × 10 <sup>-24</sup> grs.

(Es 1/16 de la masa del átomo del oxígeno natural O<sup>8</sup><sub>16</sub>.)

Unidad de carga eléctrica ..... u. c. = 1,6 × 10<sup>-19</sup> culombios.

(Es la carga del protón (positiva) o la del electrón (negativa).)

Unidad de energía.—Electrón-voltio ..... eV

(Es la energía cinética que adquiere una partícula con una carga electrónica, cayendo libremente a través de una diferencia de potencial de 1 voltio.) Se emplea mucho su múltiplo de un millón: eJ

Mega-electrón-voltio.. MeV = 1,6 × 10<sup>-6</sup> ergios.

Unidad de masa electrónica.—Electrón-gramo ..... e. g. = 0,0005479 grs.

(Es el peso de 60,6 × 10<sup>22</sup> electrones.)

Unidad de radioactividad ..... curie

(Es la radiación de la misma intensidad que la de 1 gramo de radio, medida por su acción ionizante. Como es relativamente grande, se emplea también mucho su divisor milésimo, el milcurie.)

No obstante disponerse de las anteriores unidades, hemos de ver que se emplean mucho para medir diámetros y masas las unidades métricas del sistema cegesimal. Citaremos algunos casos prácticos.

El diámetro del átomo, en general, se admite que es del orden de 2 × 10<sup>-9</sup> cms.

El átomo de hidrógeno (muy usado también como unidad de masa atómica) pesa 1,66 × 10<sup>-21</sup> miligramos y mide de diámetro 11 × 10<sup>-8</sup> milímetros. Se observará que para reunir un gramo hay que llegar a cantidades de 24 cifras. Exactamente, 60,6 × 10<sup>22</sup> átomos de H pesan 1,00777 grs. Esta cantidad se llama átomo-gramo. El helio es algo menos ligero que el hidrógeno, aunque suficientemente bueno para emplearlo en aerostación. El átomo de He pesa 2 × 10<sup>-18</sup> mgrs. Tiene un diámetro de 10<sup>-8</sup> centímetros y un volumen de 10<sup>-15</sup> mm. cúbicos.

No debe pensarse que los átomos son algo compacto, sino todo lo contrario. En lugar de un cuerpo macizo, constituyen, en miniatura, un verdadero gran sistema planetario, un mundo pequeño, un microcosmos. Véase esto a través de algunas cifras elocuentes. Si un núcleo atómico creciese hasta el volumen de la cabeza de un alfiler situado en el centro de una regular

habitación, sus electrones se hallarían situados por el techo y las paredes. Un centímetro cúbico de oro sólido pesa 19 gramos (19 veces más que la unidad de agua). Pero esto no quiere decir que esté macizo. Si se pudiese llenar ese centímetro cúbico de núcleos atómicos de oro, en estrecho contacto, pesaría más de 600.000 toneladas, ¡600.000 millones de veces más que el agua! Tal es la enorme dispersión de los componentes del átomo. Así se comprende que los rayos  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , X, formados por tan tenues como veloces corpúsculos, atraviesen grandes espesores de cuerpos sólidos tan densos como el plomo, alcanzando penetraciones insospechadas.

**Los corpúsculos atómicos.**

Se llama ión al átomo completo con su carga eléctrica, o bien a un pequeño grupo de ellos. El anión es el ión negativo (se dirige al ánodo), y el catión es el ión positivo (se dirige al cátodo). Recordemos que se llama ionizar al acto de electrizar algún elemento, arrancando a sus átomos algunos electrones, con lo cual queda roto su equilibrio eléctrico.

Las valencias químicas se aprecian perfectamente en los distintos iones, y se las relaciona con el número de electrones libres de la capa exterior. La carga electrostática de un ión monovalente es de  $4,77 \times 10^{-10}$  u. e., o sea, de  $1,59 \times 10^{-19}$  culombios.

Antes de proseguir conviene decir algo más sobre los corpúsculos atómicos a que hemos aludido, ya que muchos de ellos son empleados como proyectiles de la artillería atómica en busca de la desintegración de otros átomos. Los mencionaremos brevemente.

Se llaman nucleones, en general, los componentes del núcleo atómico. Pertenecen a dos grupos: los neutrones, desprovistos de carga eléctrica, y los protones, con carga positiva. El radio del núcleo atómico se sitúa entre  $10^{-12}$  y  $10^{-13}$  cms.

Se viene admitiendo que el hidrógeno integra a estos corpúsculos elementales. El átomo de hidrógeno tiene un núcleo positivo, más un electrón. Admitiendo que ambos elementos se acercan extraordinariamente, resulta un corpúsculo neutro, pesado, llamado neutrón. Para otros, el neutrón es simplemente un núcleo de H, y para otros es materia absoluta, pura, sin carga eléctrica. El neutrón mide  $10^{-12}$  a  $10^{-13}$  cm. de ra-

dio. Su masa es de 1,0089 u. m. =  $1,67 \times 10^{-24}$  gramos. Su velocidad es muy variable, pero puede llegar hasta 30.000 kms/segundo; entonces alcanza energías del orden de un MeV y atraviesa hasta 30 cms. de plomo. Por eso es un formidable proyectil atómico (fig. 1).

El protón es el átomo de H con carga positiva, carga que se toma como unidad. Otros le suponen formado por un neutrón con un positrón fuertemente adherido para darle su carga positiva. Para otros es el "cuanto" posible, positivo. Su masa es de  $1,0075 = 1 - 1/1.850$  u. m.

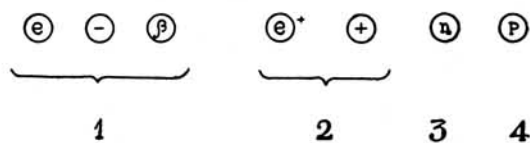


FIGURA 1.

1: Representaciones convencionales del electrón o rayo Beta.—2: Idem del Positrón.—3: Idem del Neutrón.—4: Idem del Protón.

El electrón—tan popularizado por la "radio", es la partícula atómica que actúa de satélite en torno al núcleo. Tiene carga eléctrica negativa unidad, igual y contraria a la del protón. Se le considera también como átomo o "cuanto" de electricidad negativa. Es la partícula integrante de los rayos catódicos o rayos  $\beta$ . Pesa  $9 \times 10^{-28}$  grs., o  $1/1.850$  u. m., y su diámetro es de  $2,8 \times 10^{-13}$  cms.

Más recientemente se ha demostrado la existencia del electrón positivo, conocido por positón o positrón. Es de igual masa que el electrón y con carga igual y contraria que éste. Se encuentran positrones en los rayos cósmicos, los rayos  $\beta$  del radio proyectados sobre el carbono, etc.

En los rayos cósmicos se encuentra abundantemente otra partícula, unas doscientas veces mayor que el electrón y con carga eléctrica, positiva o negativa; es desintegrable, y se le ha llamado mesotrón. Su vida hipotética es de  $10^{-8}$  segundos, en cuyo tiempo recorre 300 metros, o sea, 30 millones de kilómetros/seg. Esto explicaría la enorme energía de los rayos cósmicos, que llega al billón de electrón-voltios. Se les ha estudiado preferentemente en la estratosfera, ya que la atmósfera inferior los absorbe en propor-



ciones adecuadas para que no destruyan la vida terrenal.

El mesotrón sin carga eléctrica se llama neutretto.

Otra partícula mucho menor (de masa no mayor que el electrón), y también desprovista de carga, es el neutrino. Supónesele formado por un electrón y un positrón muy íntimamente unidos. Masa cero y carga cero. Pero almacena una energía de  $140,8 \times 10^{-8}$  ergios.

El helión es el núcleo atómico del helio, formado por dos protones y dos neutrones. Por tanto, masa de 4 y carga de 2. También al He se le supone, como al H, integrante de gran número de cuerpos simples. La emanación de heliones (espontánea en el radio y artificial en otras desintegraciones) constituye los llamados rayos  $\alpha$  (fig. 2).

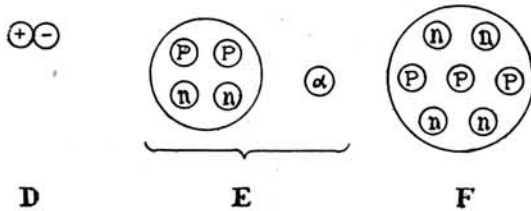


FIGURA 2.

D: Representación y símbolo convencional del fotón.—E: Idem del helión o rayo Alfa.—F: Idem del litón o núcleo del Litio.

El litón es el átomo de litio. (Masa de 7 y carga de 3.)

El deutón o deuterón es el átomo de Deuterio o agua pesada:  $D_2^1 = H_2^1$ , es decir, el hidrógeno con un neutrón en el núcleo, además del protón habitual. El deutón es un activo elemento entre los proyectiles atómicos.

La partícula  $\beta$ , o elemento de los rayos  $\beta$ , no es más que el electrón negativo emitido espontáneamente por el radio, es decir, la emanación del Ra, llamada a su vez Radón (Rn). El Rn emana, a su vez, rayos  $\alpha$  en cantidad 200.000 veces mayor que el Ra.

Por último, el fotón es átomo o "cuanto" de luz (considerada ésta, en virtud de la hipótesis de la emisión, como haces de partículas materiales). El fotón viene a ser un positrón más un electrón, unidos menos íntimamente que en el neutrino. La velocidad del fotón (o de la luz)

es la llamada constante de Einstein, y se la designa por  $C = 3 \times 10^{10}$  cms/seg., es decir, 300.000 kms/seg. Los fotones de gran frecuencia forman los rayos  $\gamma$  de la luz, de los rayos cósmicos, de emanaciones del radio, del torio, etcétera. Es de advertir que Einstein señala para cada fotón una cierta frecuencia (recogiendo la teoría ondulatoria), sin lo cual quedarían inexplicables ciertos fenómenos de interferencia y otros. El producto de la energía de un fotón por su período de oscilación (energía, por tiempo) equivale al "cuanto" de acción, y es constante para cualesquiera elementos atómicos. Esta constante, llamada de Planck, se designa por  $h$  y vale  $6,55 \times 10^{-27}$  ergios.

### Modificaciones del átomo.

En un mismo cuerpo simple pueden existir variedades, debidas solamente a la distinta disposición de los elementos atómicos dentro del átomo, y más especialmente en el núcleo. Es necesario decir algo sobre ellas.

Se llaman isómeros las variedades de un mismo cuerpo, cuyos núcleos atómicos son aparentemente iguales en masa y carga, pero que se desintegran de modo diferente.

Isótopos son núcleos diferentes, de diverso peso atómico, mas con idénticas propiedades físicoquímicas.

Y los isóbaros son elementos de igual peso atómico y diferentes propiedades.

Es de gran importancia el estudio de la isotopía para la utilización de la energía atómica o nuclear, es decir, la necesaria para formar o desintegrar un átomo.

Así, el hidrógeno ordinario  $H_1^1$ , tiene un isótopo con un neutrón en el núcleo. Se llama deuterio, y su notación es  $H_2^1$  o  $D_2^1$ . Cuando es el deuterio el que se combina con el oxígeno, el agua ordinaria  $H_2O$  no es lo que se forma, sino el agua pesada  $D_2O$ , así llamada porque el átomo de D es más pesado que el de H. Y aún existe otro isótopo del H, con 3 de peso atómico (núcleo de 1 protón + 2 neutrones); se llama triterio o tritón y se designa  $H_3^1$  o  $T_3^1$ . Los tres isótopos del H conservan la misma carga eléctrica, igual a la unidad, representada por un electrón libre (fig. 3).

El uranio, base de la bomba atómica, tiene también varios isótopos, de los que nos ocuparemos en el lugar oportuno.

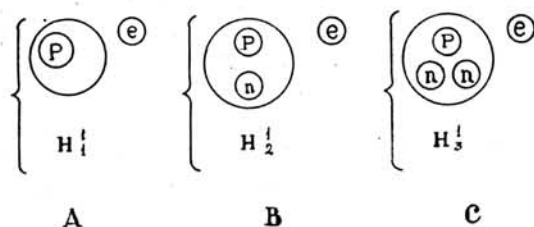


FIGURA 3.

A: Representación y símbolo del hidrógeno puro.  
 B: Idem *id.* del átomo del deuterio o deutón.—  
 C: Idem *id.* del átomo del triterio o tritón.

En el próximo artículo trataremos de averiguar cómo es realmente el átomo y cómo se produce su desintegración.

### ¿Se sabe cómo es el átomo?

Siglo y medio, aproximadamente, hace que los hombres de ciencia parecen haberse dedicado con especial empeño a descubrir y demostrar la auténtica constitución interna del átomo. Se suceden en este lapso numerosas y variadas teorías atómicas, que es conveniente revisar muy a la ligera antes de seguir entendiendo en materia por las rutas del explosivo nuclear. Como vamos a ver, todas estas teorías tienen buena base científica, y cada una parece arrinconar a las precedentes. Lo cierto es que la verdad no nos ha sido aún revelada, que no sabemos si el hombre llegará a poseerla algún día, y que ese día encierra una fecha imposible de predecir.

Desde 1802 el inglés Dalton lanza su clásica teoría, según la cual los átomos de diferentes cuerpos simples sólo se diferencian en el peso, y la agregación de diverso número de átomos de la misma materia produce diferentes cuerpos compuestos. Un poco simplista la teoría; pero de ella hubieron de arrancar todas las modernas y posteriores.

Como ya indicamos en un párrafo precedente, el químico ruso Mendeleief, hacia 1868, agrupó los cuerpos simples en familias, ordenadas por sus pesos atómicos, observando que todas ellas presentan una cierta comunidad de caracteres y propiedades, que es lo que constituye el sello familiar. Llegó a establecer que las propiedades químicas son precisamente función—periódica—de los pesos atómicos. Y en los claros que resultaban donde no existía cuerpo simple alguno con aquel peso atómico, dedujo que faltaba por

descubrir uno o más cuerpos: tantos como valores del peso estaban aún por registrar. Más o menos años más tarde, incluso en este siglo actual, se han ido descubriendo todos los cuerpos anunciados por Mendeleief, y a alguno, no bien conocido todavía, se le tiene reservado su sitio, sus datos numéricos y hasta su nombre. Únicamente se ha comprobado que las propiedades químicas no dependen precisamente de los pesos atómicos, sino de los números atómicos o cargas eléctricas del átomo; mas, de todos modos, la teoría es genial, y sobre ella, como base, se elaboraron luego otras que han explicado muchos fenómenos de física nuclear.

Las nociones elementales expuestas al principio de este trabajo van a permitirnos ahora lanzar una ojeada sobre estas teorías formuladas por el hombre en busca de la verdad infinitamente pequeña.

En 1901, por ejemplo, aparece la famosa teoría de los "Quanta" o de los "Cuantos", formulada por Planck, quien afirmó que la energía no varía de un modo continuo, sino por porciones muy pequeñas, pero mensurables: los que llamó "quanta" ("cuantos") o porciones infinitesimales de energía. Y obtuvo una fórmula que da la intensidad de una radiación, en función de su longitud de onda, de la temperatura, y de una constante ( $h$ ), a la que dió su nombre. Según Planck, el "cuanto" de electricidad es el electrón; el "cuanto" de luz es el fotón; todos ellos serían átomos materiales, mensurables y ponderables. La constante de Planck viene a ser el "cuanto" de acción: producto de energía por tiempo.

Aparece luego Thomson, quien supone que el átomo es una esfera eléctrica, que encierra electrones (negativos) en posiciones de equilibrio estable, resultando un sistema neutro para el exterior. Este modelo fracasó en 1911 por no poder explicar ciertas desviaciones de los rayos alfa y otros fenómenos perfectamente comprobados.

Apareció entonces el átomo de Rutherford, formado por un núcleo positivo, rodeado de electrones negativos en movimiento orbicular. Este modelo explica aquellos fenómenos, y viene a suponer en el átomo, en el microcosmos, un infinitesimal sistema planetario, con leyes de gravitación universal, paralelas a las newtonianas que rigen la vida del gran Universo, del macrocosmos. También este sistema, aunque desbordado actualmente, sigue siendo uno de los pilares de la ciencia nuclear moderna.

En 1913 el danés Niels Bohr demuestra que los electrones del átomo de Rutherford no pueden describir órbitas cualesquiera, sino sólo ciertas órbitas: las definidas por un número entero de "cuantos" de acción, con referencia al producto de la cantidad de movimiento del electrón por la longitud de su órbita.

Bohr supone las órbitas electrónicas circulares en torno a un núcleo atómico fijo. Pero Sommerfeld demuestra más tarde que las órbitas pueden ser también elípticas, más o menos alargadas, pero guardando siempre cierta relación con las rayas del espectro del cuerpo considerado.

Más o menos concéntricas, las órbitas electrónicas—hay quien admite que pueden cortarse—vienen a formar como capas o pisos, a los que se designa con letras convenidas (K, L, M, N, etcétera). En cada uno de estos pisos voltorean uno o varios electrones a diversas velocidades. Así, en el uranio el electrón más exterior viaja a 1.000 kms/seg.; el más interior, a 150.000.

Stoner y Main-Smith determinaron, tiempo después, la composición atómica de los cuerpos simples con el número de electrones establecidos en cada piso y subpiso. Este número (al "número atómico" Z) va aumentando desde un electrón en el único piso (caso del hidrógeno) hasta los 92 del uranio, repartidos entre sus 17 pisos y subpisos (fig. 4).

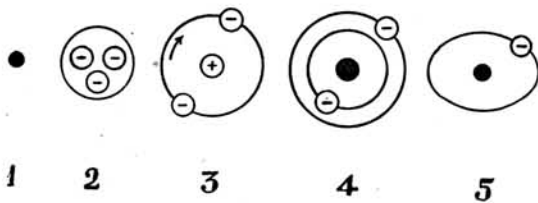


FIGURA 4.

Representación gráfica de las principales teorías atómicas.—1, átomo de Dalton; 2, átomo de Thomson; 3, átomo de Rutherford; 4, átomo de Bohr; 5, átomo de Sommerfeld.

El jesuita español P. Eugenio Saz, hacia 1920, estudia las valencias atómicas como puntos por donde dos átomos se unirán al combinarse. Supone que el número de electrones del piso exterior es la valencia positiva, y que el de electrones que todavía podrían admitir ese mismo piso y sus subpisos es la valencia negativa. Puestos en presencia átomos cuyas valencias se complementen, surge la combinación química. En otro caso no hay combinación.

Comoquiera que el átomo de Bohr no llega a explicar todos los fenómenos espectrales, se han ideado otros posteriormente. En 1924 el duque de Broglie, recogiendo la abandonada teoría ondulatoria, afirma que todas las dificultades podrán explicarse si admitimos que los átomos, los fotones y demás elementos de la teoría corpuscular, van siempre acompañados de una ondulación. Esta onda puede ser estudiada—dice De Broglie—y darnos la trayectoria del corpúsculo. Un año después, Schrödinger acepta esta teoría, pero la modifica y lanza una fórmula partiendo de una ecuación diferencial, base de la actual mecánica ondulatoria.

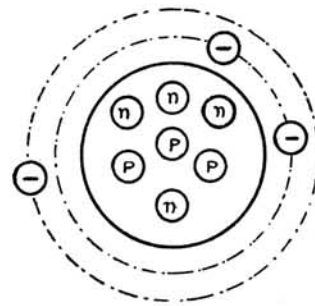


FIGURA 5.

El átomo de litio ( $Li^3$ ), según la teoría de Stoner y Main-Smith. Núcleo de 4 neutrones y 3 protones; y 3 electrones corticales, repartidos en dos pisos.

Posterior es objeciones hacen vacilar también a estas ingeniosas teorías, sustituidas hoy generalmente por la mecánica cuántica, propugnada por Heisenberg en 1925, recogiendo la teoría de Planck, pero teniendo ya en cuenta a la relatividad de Einstein y sentando como algo irrecusable el principio de la "indeterminación", que repudia todo lo inobservable, es decir, casi todo lo anteriormente supuesto en Física nuclear. Supone, además, Heisenberg que la onda de De Broglie no es una onda real, sino una "onda de probabilidad". Escuela revolucionaria que aún no ha sido eficazmente batida.

Como dice el P. Barrio (S. J.), hablando de estas abstrusas cuestiones, en su admirable trabajo *Las fronteras de la Filosofía y de la Física*, "la mecánica ondulatoria y la cuántica se han fundido en la Teoría Moderna del Cuanta, que pretende haber efectuado la síntesis de la mecánica clásica y la cuántica, y dar razón de los fenómenos atómicos". Sin embargo, las discusiones de los sabios continúan, y tenemos ya la bomba atómica; pero nadie puede afirmar que sabe con certeza cómo es el átomo.