

La química de los núcleos atómicos

Tomado del B. S. P. - año 36 - Tomo XII.
Traducido por el estudiante
Jorge Mirassou.

El descubrimiento de la radioactividad por Becquerel en 1896 y del radium por Pievre y Marie Curie en 1898, es una de las conquistas mayores del espíritu humano; la revolución que acarreó en las ciencias iguala en amplitud la provocada en un campo muy vecino, por los rayos X, otro legado de la misma época (1893).

Positivamente, la invención de las ondas hertzianas han encontrado un campo más vasto de aplicaciones inmediatas; es sobre todo, por el conocimiento de ellos, que el estudio de la radio elementos ha llevado sus frutos hasta tan alto; si las aplicaciones médicas bastasen para hacer vivir una industria de radium, para justificar la búsqueda de los yacimientos radíferos cada vez menos accesibles, menos ricos, si la presencia de las emanaciones de radium en las aguas minerales ha agrandado el cuadro de los ensayos terapéuticos, es necesario reconocer que las esperanzas grandísimas fundadas sobre su empleo conjuntamente con el radón y otros radioelementos no han sido satisfechas plenamente. Espíritus pesimistas ya han hablado de su fracaso.

La radioactividad no debe abandonar el lugar eminente que ocupa en las preocupaciones científicas; los resultados obtenidos en los últimos 2 años permiten afirmar que los considerables adelantos llevados en treinta años en su dominio, no es más que el prefacio de una obra mucho más grande, de la cual no podemos suponer actualmente toda la importancia filosófica y práctica.

Una razón de interés suscitado por su descubrimiento es esa especie de vida que tienen, destruyéndose en un período muy

variable entre uno y otro, pero constante para cada uno de ellos. El análisis del fenómeno ha revelado que es el efecto de una serie de degradaciones; el radio, por ejemplo, engendra dos gases inertes, el helio y el radón, este último solamente radio activo; se destruyen a su vez y dan otros metales radioactivos, de nuevo helium y así termina en el plomo, en el cual toda radioactividad se ha desvanecido. El radio proviene al mismo tiempo de un ascendiente, el uranio, que lo acompaña en todos sus minerales; la formación de estos elementos data de la formación de la roca.

Así la química del radium pone en evidencia, en condiciones incontestables, el viejo sueño hermético: la transmutación.

Recordemos algunas nociones clásicas necesarias a esta exposición; del radium emana un triple rayo: el primero α con carga eléctrica positiva, el segundo β cargado negativamente, el tercero γ eléctricamente neutro: pantallas apropiadas y el campo de un electroimán permiten separar y estudiar estos tres grupos.

Estas radiaciones no son específicas; varias veces fueron encontradas, pero su emisión espontánea por los átomos radioactivos incitó a examinar estos fragmentos del átomo "indestruible".

El átomo disgregado. — Partículas α (heliones). — La primera radiación es una proyección de partículas relativamente pesadas; habiéndolas numerado sir Rutherford y Geiger por el centelleo que producían sobre una pantalla de sulfuro de zinc pudieron medir en el vacío la carga que abandonaban en un platillo conductor: $9,22 \times 10^{-10}$ unidades electromagnéticas C.G.S. para una partícula, o sea 2 veces la

unidad natural de carga positiva, es decir, la que transporta el átomo de hidrógeno en la electrolisis. Un campo eléctrico o un campo magnético imprimen a la trayectoria de estas partículas una desviación cuya medida permite conocer la relación e/m de la carga a la masa; 2 campos convenientemente elegidos, compensando sus efectos, bastan para calcular muy simplemente la velocidad de las partículas α según las leyes fundamentales de la electrodinamia (Rutherford 1903); dicha velocidad es del orden de 20.000 Kmts. por segundo y varía con c /radioelemento generador. Su poder penetrante es débil son absorbidos por algunos centímetros de aire a la presión ordinaria y por una hoja de papel fino. De las medidas de e/m y de e se ha deducido la masa real de cada partícula $6,6 \times 10^{-24}$ gramos, cantidad cuadruple de la del átomo de hidrógeno.

Así que las partículas α por su masa parecen átomos de helio llevando dos cargas positivas y animadas de velocidades considerables. No hay duda sobre la naturaleza química de ellas recogiénolas en una ampolla de vidrio muy fino se ha podido caracterizar el He por su espectro (Rutherford y Royds, 1909); midiendo el volumen vemos que 192 mgs. de cloruro de radio producen en 132 días, 1038 mm³. de He (Rutherford y Boltwod, 1911).

Los rayos B formados de partículas materiales se presentan a las mismas medidas eléctricas; las primeras, efectuadas por sir J. J. Tomson, han revelado que las partículas B eran idénticas al electrón, constituyente universal de los átomos (¹). Se puede, en efecto, de maneras variadas, extraer de la materia corpúsculos cargados negativamente; por ejemplo, un filamento eléctrico llevado a la incandescencia (lámparas de radiotelefonía), un metal alumbrado en ciertas condiciones (célula fotoeléctrica), una sustancia bombardeada por los rayos X; en todas estas experiencias, la relación de la carga e a la masa m del corpúsculo, tiene el mismo valor que para las partículas B. La medida de e ha

sido realizada por Millikan fuera de toda hipótesis sobre la naturaleza de las mismas (²). Siendo el valor de e 2 veces más chico y el de e/m 3660 veces más grande para las partículas B que para las α , se deduce que la masa del electrón es despreciable comparándola al átomo de He: 1 : 7300 y mismo frente al hidrógeno 1 : 1830; una partícula de esas es por lo menos 100.000 veces más pequeña que un átomo de materia, según las experiencias directas de Chadwick y Bieler en 1921.

La radiación B de un mismo radioelemento es heterocinética, es decir, formado por partículas de velocidad diferentes; estas velocidades son apenas inferiores a los de la luz y se escalonan entre 30 y 96 centímetros de esta. Cuando la velocidad

(1) La palabra electrón ha sido empleada por primera vez por Stoney en 1891 para designar la unidad de electricidad, es decir, la cantidad de electricidad que es necesario hacer pasar en el agua acidulada para liberar un átomo de H; el electrón es al culombio lo que la masa del átomo en el átomo-gramo ($1:6 \times 10^{23}$). En el sentido estricto que posee hoy en día la palabra electrón designa a la partícula elemental portadora de la unidad natural de electricidad negativa. La teoría de la estructura electrónica de la electricidad es obra del físico holandés Lorentz.

(2) Millikan, de Chicago, hizo renacer la experiencia consistente en la observación de una ingeniosa balanza eléctrica. Gotitas microscópicas de aceite electrizadas, obtenidas por pulverización son sometidas, entre las armaduras de un condensador, a una atracción eléctrica que se opone más o menos al movimiento espontáneo debido a la gravedad. La ley de Stokes convenientemente corregida permite calcular el peso de las gotas según la velocidad de caída o de ascensión observadas sobre el vehículo de una lente; la carga se deduce del desplazamiento en su campo eléctrico conocido; por captura de las cargas eléctricas de los iones del aire la velocidad de la gota varía bruscamente de un valor a otro, ya sean estas cargas espontáneas o provocadas por los rayos B; las cargas adquiridas son múltiples enteros de una carga elemental debajo de la cual no se ha descendido jamás en las experiencias transcurridas de 1909 a 1917 y las más precisas han dado $e = 4.774 \times 10^{-10}$ electrostáticas C.G.S. de donde se ha deducido el número de moléculas reales en las moléculas gramo $N = 6.06 \times 10^{23}$.

de su partícula sobrepasa la décima parte de la velocidad de la luz su masa debe, según el principio de la relatividad, aumentar con ella; se calcula que la masa del electrón, a la velocidad máxima observada, es 2.42 veces más grande que a pequeñas velocidades, entendiéndose que la masa pierde aquí su sentido habitual de peso y no es más que un coeficiente matemático representativo de la cantidad de materia y del estado de movimiento. Estos proyectiles que parecen realizar los límites de la materia hacia lo infinitamente grande en cuanto a la velocidad, y hacia lo infinitamente pequeño en cuanto a la masa, son, por eso mismo, dotados de un poder de penetración elevado, cerca de 100 veces mayor que el de las partículas α . Si ellos son detenidos por 1 m/m. de plomo, los rayos B pueden atravesar un bristol.

Fotones. — En relación a las radiaciones α y B los rayos γ aparecen inmediatamente como una cosa completamente diferente; se relaciona a los rayos X, es decir, a la luz de muy alta frecuencia; su velocidad es la de la luz; su longitud de onda es de 1 a 0,2 A, en contraposición a los rayos empleados en radiografías, que es de 0,2 a 0,1 A y 8000 a 4000 para la luz visible. Son todavía 100 veces más penetrantes que los rayos B y pueden atravesar hasta 20 c. de plomo.

Se las ha considerado por mucho tiempo como una simple ondulación de naturaleza electromagnética; pero la teoría ondulatoria de Huyghens y de Fresnel, que tanto ha ayudado a progresar a la óptica, cedió el paso al viejo concepto de la emisión corpuscular apoyado ahora en bases que ni los griegos ni nevos, sus defensores, podían disponer.

El efecto Compton (disminución en frecuencia de los rayos X por difusión, 1922) y sobre todo el análisis del efecto fotoeléctrico son la causa de este cambio. Si un punto luminoso no emite, como lo quería Fresnel, más que una onda esférica desenvolviéndose en el éter circundante,

la energía expandida se esparcería por el camino, perdería intensidad y toda la acción ejercida por la luz se atenuaría por la distancia; por el contrario, en el efecto fotoeléctrico (emisión de electrones bajo la influencia de la luz ultravioleta, de rayos X, o de rayos γ) se constata que la acción luminosa sobre los átomos es independiente del alejamiento de la fuente (Lenard, 1902); es necesario entonces admitir un corpúsculo luminoso, conservando su energía siempre capaz de producir el mismo efecto, como un obús lleno de explosivos, según la comparación de L. de Broglie, posea a toda distancia del lanza bombas la misma capacidad destructiva.

Einstein, en 1905, ya había razonado sobre la estructura discontinua de la luz; es Luis de Broglie (1925), que ha propuesto asociar, en todos los casos, corpúsculos y ondas. Toda onda guía el movimiento de uno o varios corpúsculos; a toda partícula independiente de materia o de radiación; es necesario ligar la propagación de una onda representando la intensidad de la onda a cada instante y en cada punto la probabilidad para que revele la partícula asociada, su presencia en ese instante y en ese punto. Es necesario guardarse de una asimilación muy estrecha; esta onda y la onda electromagnética no pueden tener la misma simetría. Sobre la fluidez de los conceptos de onda, corpúsculo y onda, M. y L. de Broglie escribieron admirables páginas de filosofía científica (*Scientia*, 1934, 55, 177).

La longitud de onda λ y la masa m del corpúsculo en reposo están ligadas por una simple fórmula $\lambda m v = h$, en la cual h es la constante de Plank: 655×10^{-27} erg. segundos y v la velocidad en centímetros segundos.

Los corpúsculos de luz se llaman hoy día fotones y el análisis matemático lleva ya a autores como Francis Perrin y Luis de Broglie, a considerar su estructura y a distinguir un ergón y un anti-ergón de cargas opuestas y de masas nulas o despreciables.

Para Largevin (1933), el fotón es un constituyente universal de la materia, hay al menos en apariencia una variedad infinita de fotones, diferentes por su frecuencia ν y su energía $h\nu$.

El cambio de frecuencia de un fotón será comparable al cambio de velocidad de un protón o de un electrón, puesto que afecta en los dos casos su energía.

¿Simbolismo matemático o realidad? Desde 1927, Davison y Germer han realizado la prueba experimental de la onda asociada al electrón, realizando con ellos anillos de difracción hasta ahora característicos de una ondulación; el fenómeno ha sido obtenido por varios autores en condiciones diversas, para toda la gama de velocidades electrónicas realizables en el laboratorio; la ley de L. de Broglie, ha sido verificada cuantitativamente. Esta observación ha sido recientemente hecha por numerosos observadores (1929 a 1932)

en corpúsculos más grandes, átomos de H, He, Ne, etc.

Es necesario recalcar que el espíritu humano es refractario para seguir los progresos experimentales de este capítulo de la ciencia.

"En cada época existe un modo de actividad que se levanta por encima de todas que las resume, las utiliza y las sublima. No hay duda que, en nuestro tiempo, esta actividad es la del físico".

Los 3 tipos diferentes de corpúsculos de que terminamos de hablar, no serían sólo los constituyentes atómicos; es necesario todavía una partícula a carga positiva de masa más débil que el helión y capaz de formar, con el electrón negativo, el átomo de H eléctricamente neutro; esta partícula de masa y carga positiva iguales a la unidad es el protón.

(Continuará).

Surtido completo de Artículos para Laboratorio



Unicos importadores de los microscopios de
E. LEITZ - WETZLAR (Alemania)

Colorantes y reactivos de:
Dr. GRÜBLER y Co.,

Leipzig

E. MERCK, Darmstadt



CARLOS STAPFF & Cía.

URUGUAY, 826