

# IX.º Congreso de Química

por el Dr. JOSE CERDEIRAS ALONSO

En el número anterior de esta revista iniciamos la crónica del Congreso; en este y en el siguiente daremos cuenta del desenvolvimiento de su parte científica. El núcleo científico del Congreso estuvo constituido por una serie de conferencias, sobre temas de actualidad, a cargo de destacadas personalidades de la química. Las conferencias se dividieron en dos grupos: conferencias generales no seguidas de discusión, y conferencias especiales sobre temas concretos que debidamente planteados servían de introducción a las comunicaciones y de base para su discusión. Las conferencias tuvieron lugar en el Auditorium de la Residencia de Estudiantes de la Universidad de Madrid, y en

la sala de Conferencias del Instituto Nacional de Física y Química (Fundación Rockefeller). Edificios modernos, elegantes y sobrios que merecieron grandes elogios de los congresistas.

“Las distintas clases de agua”, tal fué el tema, de gran actualidad, de la primera conferencia general a cargo del Profesor Gilbert N. Lewis de Berkeley, California.

El ilustre conferenciante recordó, en primer término, la colaboración valiosa que le prestó en sus estudios su ayudante el Sr. Ronald T. Macdonald; con gran naturalidad explicó sus trabajos para la separación de los isótopos del hidrógeno por los métodos de difusión a través de metales calentados, por electrólisis del



El Profesor Lewis durante su conferencia

agua y por destilación fraccionada; del primer procedimiento, no práctico hasta la fecha, expuso la teoría con toda minuciosidad por mostrar en forma sencilla, alguna de las modalidades, en que difieren los dos isótopos en los procesos físico-químicos. Comenzó refiriéndose a los principios clásicos de la teoría cinética, que llevan a diferentes velocidades de difusión para las tres moléculas gaseosas  $H^1 H^1$ ,  $H^1 H^2$  y  $H^2 H^2$ , velocidades que tienen que estar en la relación  $\sqrt{2} : \sqrt{3} : \sqrt{4}$ ; si se pudiese trabajar con los gases monoatómicos  $H^1$  y  $H^2$ , la relación buscada sería  $1 : \sqrt{2}$ . Explicó como la teoría cuantista prevé por dos de sus efectos: **punto de energía cero y efecto túnel** (difusión mecánica cuantista), mayor velocidad de difusión de  $H^1$  que de  $H^2$ ; para explicar esta diferencia de velocidad por el punto de energía cero, representó gráficamente por un sinusoides las variaciones de la distribución de energía de un átomo de hidrógeno. Los átomos de hidrógeno para pasar de una posición estable de energía mínima, a otra similar también estable de mínima, tienen que atravesar una región inestable de energía máxima; para vencer esa barrera potencial, necesitan los átomos estar activados por medio de la energía térmica. De ahí, que la difusión tenga su origen en el salto que dan los átomos activados al pasar de una posición estable a otra vecina también estable, salto periódico entre las posiciones de energía mínima, y como la energía que se debe suministrar a un átomo depende de su masa, el hidrógeno de masa 2 tiene que recibir mayor cantidad que el de masa 1, para que se produzca el fenómeno de difusión.

A continuación consideró el efecto túnel al mismo se debe el que las partículas muy ligeras pueden pasar con una velocidad apreciable la barrera potencial, aun cuando no tengan la energía de activación que corresponde al tope de la barrera, por lo tanto la difusión del  $H^1$  será

más pronunciada que la del  $H^2$  y la energía de activación necesaria para el primero menor que la requerida por el segundo. Estas cantidades podrían ser calculadas exactamente si se conociese la forma real de la curva con que indicó la distribución de las barreras de potencial. Denominó la teoría expuesta, **teoría de la activación del átomo en difusión**.

Para la exposición anterior se supuso que el retículo cristalino del metal, a través del cual pasa el hidrógeno, permanece fijo durante la difusión; sin embargo sufre modificación, la dilatación del metal — níquel en el caso presentado — no es uniforme para las variaciones normales de temperatura, los átomos del metal se separan más en unos puntos que en otros, presentándose orificios que permitirán pasar átomos de hidrógeno sin que estén dotados de energía de activación. A este fenómeno debido a las modificaciones en el retículo cristalino le llamó Lewis, **teoría de activación del retículo**.

La diferencia, fundamental, entre las dos teorías, estriba en que para la primera la difusión de los isótopos del hidrógeno a través de un metal calentado depende de la energía de los átomos de hidrógeno; para la segunda, la velocidad de difusión depende de la probabilidad que se le presente a un átomo de hidrógeno de encontrar uno de los orificios grandes, probabilidad supeditada a la velocidad del átomo. Ahora bien, la media de las velocidades de los isótopos del hidrógeno está en la relación de  $1 : \sqrt{2}$ .

A continuación describió las experiencias efectuadas, que estaban todavía inéditas, para poner en claro si el fenómeno de difusión es imputable a una o a otra de las "activaciones" o a la influencia de ambas a la vez; llevó a cabo los ensayos calentando en un horno eléctrico un tubo de níquel lleno de  $H^1$  y de  $H^2$ ; hacia las determinaciones a distinta temperatura, constante para cada una de ellas; del minucioso trabajo dedujo que la energía y no la velocidad de los átomos de hidró-

geno es la que determina la relación de difusión de los isótopos.

Lewis pasó después a estudiar los métodos, ya más conocidos, de separación de los isótopos del hidrógeno por electrolisis del agua y por destilación fraccionada. El primer método predomina sobre todos los otros por su sencillez y eficacia. Las fracciones de agua residual de la electrolisis tienen una concentración grande de  $H^2$ ; en colaboración con Macdonald obtuvo agua que contenía 99,99 % de  $H_2^2O$ . También con Macdonald y Cornish llegó a brillantes resultados por la destilación fraccionada con distintos aparatos de columna, de los más sencillos a los más complicados, destilando a presiones ordinaria y reducida.

Detalló las propiedades muy generalizadas del hidrógeno pesado, estudiando su núcleo, átomo y molécula. El deutón, núcleo del hidrógeno pesado, por su gran energía cinética, constituye uno de los proyectiles más poderosos que se han empleado hasta ahora en la desintegración nuclear; al chocar con otros núcleos se desdobra en protón y neutrón. De las experiencias de desintegración se dedujo que la masa del neutrón tiene un valor 1,001, cifra menor que la que se venía aceptando. Explicó cómo determinó las propiedades del agua pesada, partiendo del producto extremadamente purificado y tomando cantidades mínimas de 0,01 a 0,4 c. c. La gran higroscopicidad del agua pesada le obligó a muchas precauciones para evitar el contacto con el aire, para lo cual siempre que le fué posible efectuó los ensayos en el vacío. Del conjunto de valores que suministró, anoto unos cuantos: conductibilidad específica mínima,  $1 \times 10^{-5}$ ; densidad calculada a  $25^\circ = 1,1066$ ; densidad máxima a  $11,6^\circ$ ; índice de refracción a  $20^\circ = 1,32683$ , ( $\lambda = 6663$ ); punto de congelación  $3,8$ , y el de ebullición  $101,42$ . Con los datos obtenidos presentó una serie de gráficas que mostraban en función de la temperatura, las diferencias existentes entre el agua pesada y el

agua ordinaria. A medida que aumenta la temperatura se van aproximando sus propiedades y las variaciones mayores se presentan hacia el punto de solidificación, temperatura a la cual el agua ordinaria es el más anormal de los líquidos. Este comportamiento anormal es característico también de otras sustancias análogas al agua; hay que buscar la interpretación de este fenómeno en la presencia del enlace del hidrógeno, propuesto por Latimer y Rodebush. Este enlace ejerce cambios en la estructura molecular, formándose moléculas polimeras. Los compuestos que contienen  $H^2$  tienen ese tipo de enlace más firme que aquellos que tienen  $H^1$ ; de ahí que las uniones  $O:H^2:O$  y  $N:N^2:N$  de ahí que las uniones  $O:H^2:O$  y  $N:H^2:N$

Entró después el conferencista en la descripción de varios métodos ingeniosos para la preparación de compuestos con  $H^2$ , como los ácidos deutoclorhídrico y deutoacético. Recordó los efectos biológicos del agua pesada; cantidades pequeñas al parecer no tienen efecto tóxico, pero a medida que el porcentaje aumenta se vuelve nociva y cuando la proporción de  $H^2$  llega al 90 % todos los organismos perecen, con excepción de los de estructura sumamente sencilla. Se explican estos efectos por la menor velocidad de reacción en la mayoría de los sistemas en los cuales  $H^1$  ha sido sustituido por  $H^2$ .

Terminó Lewis indicando las diferentes formas isotópicas del agua, señaló que aun cuando en el curso de la conferencia se refirió a agua  $H_2^2O$  como si fuere la única "agua pesada", este término se ha vuelto ambiguo; de manera que hay tantas formas puras como isótopos de hidrógeno y oxígeno entren en su constitución, unas más pesadas que el agua ordinaria, ésta, especie mixta, a su vez más pesada que el agua pura  $H_2^1O^{16}$ . Al parecer las formas isotópicas que tendrán gran interés práctico serán las que contengan el isótopo  $O^{18}$ . Y, por último, presentó al auditorio muestras de agua pesada pura.

Escuchado con sumo interés, el profesor norteamericano fué calurosamente aplaudido por sus numerosísimos oyentes.

Entre las diversas comunicaciones que se presentaron en el grupo I del Congreso, Química Teórica y Química Física, no podía faltar algún estudio sobre el  $H^2$ ; hubo de presentarlo la escuela italiana, el profesor Giuseppe Bruni, de Milán, dió cuenta de un trabajo sobre "Diversos procedimientos de separación del agua pesada". Partiendo del punto de congelación del  $H_2O$  y de la hipótesis que supone  $H_2^{16}O$  y  $H_2^{18}O$ , isomorfos y que forman una serie continua de soluciones sólidas, idea un procedimiento por congelación fraccionada para la separación. También expuso otro basado en la formación y separación de hidratos salinos. El profesor Palacios, de Madrid, tuvo algunas sugerencias interesantes y el trabajo del profesor Bruni mereció consideración especial.

Una consecuencia feliz de la conferencia del profesor Lewis nos fué dado atestiguar en la sesión de mayo de 1934 de la Sociedad Española de Física y Química, cuando el profesor Blas Cabrera expuso los resultados de un trabajo realizado en colaboración con el Sr. Fahlenbach, acerca de la "Susceptibilidad magnética del agua pesada en los estados líquido y sólido", primer trabajo de investigación que sobre el agua pesada se realizaba en España. El profesor Lewis puso a disposición de los autores un centímetro cúbico de agua  $H_2^{16}O$  con una riqueza superior al 99 por 100, y al mes de transcurrida la conferencia, el profesor Cabrera nos daba a conocer su comunicación, sus pa-

cientes estudios sobre el comportamiento magnético de diversas sustancias y el más reciente del agua ordinaria le permitió aplicar métodos que le eran familiares y valerse de instalaciones que le habían servido en sus experiencias anteriores. El comportamiento diamagnético térmico general del agua pesada estudiando entre  $-60^\circ$  y  $+150^\circ$  es semejante en la mezcla general al del agua ordinaria, aunque en el estado líquido su coeficiente térmico es mucho mayor y menor el del hielo. A temperaturas altas se está aun lejos de la región constante y en cambio se obtiene esa región para las bajas. Además, el salto brusco en fusión es sólo 0,9 por 100 en vez de 2,2 por 100 para el agua ordinaria. O sea en uno y en otro caso la situación es inversa, lo que puede explicarse suponiendo que el agua pesada es más rica que el agua ordinaria en las formas estables a temperaturas bajas.

Nos hemos extendido con el tema del agua pesada, mucho más de lo que proyectábamos; pero, es uno de los problemas que atraen con mayor interés la investigación científica en el momento actual.

El agua constituida por deuterio y oxígeno está revolucionando nuestros conocimientos químicos. En química orgánica se nos presenta el siguiente enigma: ¿qué resultará cuando se llegue a sustituir en los compuestos orgánicos el hidrógeno corriente por el deuterio? Serían de preveer grandes diferencias en sus propiedades químicas; sin embargo, las pocas combinaciones preparadas no sólo las muestran, en general, poseen menor tensión de vapor y un punto de fusión más elevado.

(Continuará).