

agua convertida en vapor es igual á 1.700 veces el primitivo.

En la escala termométrica el agua presenta excepción notable á las leyes generales de la dilatación. Tomando una masa de agua á 100° y si se la enfría progresivamente se observa que su volumen va disminuyendo cada vez más, con arreglo á las leyes indicadas hasta la temperatura de 4° sobre cero. Si á partir de aquí se le continúa enfriando, en lugar de contraerse se dilata y disminuye de densidad hasta su punto de congelación que es cero grados, por lo que la mayor densidad de dicho líquido es aquella que posee cuando su temperatura es de 4°. Al contrario tiene menor densidad cuando su temperatura es de cero grados.

Las propiedades químicas del agua son las que impresionan á nuestros sentidos, cambiándola de naturaleza.

Debe de considerarse el agua como un cuerpo neutro, por carecer de acción sobre los reactivos coloreados. Sin embargo, es susceptible de combinarse en proporciones definidas, ya con anhídros, ya con óxidos, dando por origen con los primeros á ácidos y con los segundos á bases ó hidratos.

Bajo la acción del calor el agua es descompuesta. A este efecto, Grove manifestó que si se vierte lentamente en un mortero de fundición que contenga agua, platino fundido á 2,000 grados, se ven desprenderse en seguida burbujas gaseosas formadas por una mezcla detenante de oxígeno y de hidrógeno.

El agua es atacada por la acción de los metaloides, así como también no atacada por ellos. Entre los primeros, la descomponen apoderándose ya de su oxígeno, ya de su hidrógeno; así es que si en un tubo de porcelana se ponen carbones y se le calienta hasta la temperatura del rojo, el carbón descompone al agua apoderándose de su oxígeno, para dar por resultado óxido de carbono é hidrógeno libre.

El hidrógeno es también tomado del agua por un cuerpo simple metaloide, sea por ejemplo, el cloro.

Los metaloides que no tienen ninguna acción sobre el agua, son el oxígeno, el hidrógeno y nitrógeno. Respecto de los metales, descomponen el agua ya en frío ya en caliente. Entre los que la descomponen en frío tenemos al potasio y el sodio, y los que en caliente, obran apoderándose de su oxígeno para constituir óxidos y poner el hidrógeno en libertad.

Existen también metales que no tienen acción química sobre el agua, ejemplo: la plata, el mercurio, el oro, el platino, el paladio, el sodio y el iridio.

La fórmula H_2O es la que corresponde al agua puras en la naturaleza este líquido no se encuentra en semejante estado. El agua de los mares, de los ríos, fuentes naturales, etc., y de las lluvias contiene en dosis variables y en disolución, aire, gas carbónico y substancias salinas.

El agua como cuerpo compuesto, es muy fácil someterla á la operación química denominada *análisis* y que consiste en descomponer á dicho cuerpo en sus elementos.

Existen dos clases de análisis, el cualitativo y el cuantitativo. El primero tiene por objeto determinar cuáles son los elementos que entran en el cuerpo compuesto y el segundo determina las cantidades de cada uno de estos mismo elementos.

Analizaremos el agua por la pila. Para hacer esta operación, utilizaremos el aparato llamado *Voltámetro*, porque en Física sirve para medir la intensidad de las corrientes eléctricas. Está compuesto de una copa de vidrio cuyo fondo, está atravesado por por ganchos de platino que penetran á la capacidad de la copa 3 ó 4 milímetros de altura. Los ganchos propiamente dichos,

que están exteriormente, sirven para recibir los réo-foros ú alambres conductores de la pila.

Se pone en la copa, agua ligeramente acidulada y sobre los vástagos ó ganchos de platino dos probetitas graduadas y llenas del mismo líquido. Cuando la corriente Voltáica comienza á circular, se ven desprenderse en la extensión de los hilos de platino, pequeñas burbujas de gas que van á alojarse en la parte alta de la probeta.

El gas que se produce en el polo positivo es oxígeno puro, y el que en el polo negativo es hidrógeno, puro también. Por la graduación de la probeta es fácil comprender y convencerse que el volumen del hidrógeno es doble que el del oxígeno.

(Continuará.)

RECREATIVO

EL RADIO Y LOS FENOMENOS DE LA REACTIVIDAD.

Se ha dicho y repetido en todos los tonos que el siglo XIX fué el siglo del progreso; pero de continuar como hasta aquí, la vigésima centuria dejará muy rezagada á su predecesora. A ésta corresponderá, sin embargo, la gloria de haber presenciado los estudios preliminares, las primeras experiencias del gran invento de la telegrafía sin hilos y del descubrimiento del Radio.

Con inmensa satisfacción se enteró el mundo científico en el pasado Diciembre, que el premio Nobel, correspondiente á Física, había sido otorgado á los esposos Curie conjuntamente con M. Enrique Becquerel. Y, en efecto, aunque estos últimos años hayan sido fecundos en descubrimientos admirables y en valiosas conquistas científicas, ninguna de ellas es tan vivamente interesante para el estudio de la naturaleza como el fenómeno de la radiactividad, descubierto por los sabios que acabamos de citar. Otros triunfos científicos han exigido tal vez en sus autores mayor suma de sagacidad; pero casi todos ellos no eran más que el complemento de conocimientos adquiridos ya en parte, mientras que el descubrimiento de la radiactividad y de las substancias que la provocan, nos guía á los dominios fundamentales de las ciencias exactas y parece aportar nuevos elementos de apoyo al edificio de la ciencia, desmoronando ciertas teorías hasta hoy consideradas como indestructibles.

Muchos errores se han deslizado en artículos acerca del Radio, insertos en los periódicos durante estos últimos meses. Ha sucedido con este misterioso metal lo que sucede con la mayor parte de los descubrimientos sensacionales: un entusiasmo precoz, debido en gran parte á la fiebre de información periodística y también al universal prurito de exagerar las cosas, ha formado una verdadera leyenda alrededor del nuevo descubrimiento. Por lo tanto, nos parece conveniente en interés mismo de la ciencia, restituir los hechos á su verdadero punto, pues la verdad es ya por sí bastante bella para que nadie se empeñe en hermosearla.

Relatemos brevemente la historia del descubrimiento del Radio.

Hace unos años, los fenómenos de fosforescencia y fluorescencia sólo tenían relativo interés y los tratados de Física no les dedicaban más que un capítulo muy corto, enumerando algunos de los cuerpos que ofrecían la curiosa propiedad de conservar luz después de haber sido expuestos á la acción de los rayos solares. Pero tras el descubrimiento de los rayos Roentgen y de las nuevas substancias energicamente radiactivas,

todos los físicos se dedicaron con ardor al estudio de los fenómenos producidos por ellas. Es indudable, pues, que el descubrimiento de la radiactividad está relacionado con las investigaciones hechas, después de descubiertos los rayos de Roentgen, en los efectos fotográficos de las sustancias fosforescentes y fluorescentes. No estará demás el recordar á este propósito la gestación del descubrimiento del doctor Roentgen, descubrimiento debido, como tantos otros, á la casualidad. Un tubo de Crookes encerrado en una caja de cartón le servía al doctor Roentgen para un experimento que estaba haciendo, cuando observó el experimentador que un pedazo de platinocianuro de bario, de los que hay en todos los laboratorios de física, colocado en un estante frontero, se iluminaba espontáneamente y que la fosforescencia de tal suerte producida desaparecía y reaparecía según se interrumpían ó se continuaban las descargas eléctricas en el tubo de Crookes. Mr. Roentgen dedujo de ello que los rayos emitidos por el tubo debían atravesar los cuerpos opacos para influir en el platinocianuro de bario. Desde entonces estaban descubiertos los rayos X.

En los primeros tubos productores de los rayos Roentgen, el foco de estos rayos se hallaba en la pared de vidrio herida por los rayos catódicos; y al mismo tiempo, esta pared se volvía fosforescente. Era, pues, caso de preguntar si la facultad de emitir rayos Roentgen residía en todas las sustancias fluorescentes. Como una de las propiedades fundamentales de los rayos X era la de impresionar las placas fotográficas, un gran número de experimentadores se propusieron indagar si los cuerpos fluorescentes podrían impresionar dichas placas, aun interponiendo entre éstas y el cuerpo una pantalla opaca.

En 1896, M. Enrique Becquerel demostró que el urano y sus compuestos emiten una radiación compuesta de rayos catódicos y de rayos X sin tomar su energía de una fuente visible; y algún tiempo después se descubrió que los compuestos de torio emiten radiaciones análogas, de parecida intensidad á las de uranio. En sus primeros experimentos se sirvió Becquerel de hojuelas de sulfato doble de urano y potasio. Después de pasar una de estas hojuelas por encima del papel negro que envolvía una placa fotográfica y de dejarla así durante algunas horas, observó al desenvolver la placa, que la sal de uranio había emitido rayos activos que atravesaron el papel negro y varias pantallas interpuestas entre el cuerpo radiante y la placa (hojuela de vidrio, aluminio ó cobre). No tardó M. Becquerel en darse cuenta de que el fenómeno era independiente de la fosforescencia, y aun de toda excitación luminosa ó eléctrica.

Se ha dado el nombre de rayos Becquerel á los emitidos espontáneamente por ciertos cuerpos; y el de sustancias radiactivas á las susceptibles de emitir estos rayos. Los rayos Becquerel no pueden reflejarse ni refractarse ni polarizarse; pero es posible descomponer por medio de un imán la radiación en rayos desigualmente desviados con carga de electricidad negativa ó positiva, que tienen la propiedad de penetrar los cuerpos más sólidos ó menos luminosos. Los rayos negativos son semejantes á verdaderos proyectiles, llamados corpúsculos catódicos, cuya velocidad es de 300.000 kilómetros por segundo (como la de la luz) y cuya masa es cerca de cien veces menor que el más pequeño átomo que se conoce, el átomo de hidrógeno.

En 1898, M. Curie y esposa descubrieron nuevas sustancias radiactivas de las que sólo se hallan vestigios en ciertos minerales, pero cuya radiactividad es muy intensa. Entre ellas son las principales el *polonio*, parecido al bismuto por sus propiedades químicas, y el *radio*, que es un cuerpo semejante al bario. En 1899,

M. Debierne descubrió el *actinio*, substancia radiactiva que se puede clasificar entre las tierras raras.

El polonio, el radio y el actinio emiten radiaciones un millón de veces más intensas que las emitidas por el urano y el torio. Con substancias tan sumamente activas han podido ser estudiados en por menor los fenómenos de la radiactividad, y varios físicos han hecho gran número de indagaciones sobre ellos durante estos últimos años. Nosotros sólo trataremos en este artículo del radio, porque este cuerpo constituye un nuevo elemento y ha podido aislarse en estado de sal pura. Los rayos de radio impresionan las placas fotográficas mucho más energicamente que las de uranio. La acción puede producirse al través de una pantalla cualquiera, pues todos los cuerpos son más ó menos transparentes, pero ninguno opaco en absoluto por la radiación del radio. Para fotografiar por medio del radio basta colocar los objetos en una caja de cartón y sobre ésta un pequeño recipiente con algunos centigramos de cloruro de radio, poniéndolo todo sobre un marco cerrado, con una placa fotográfica seca dentro de él. Al cabo de algún tiempo se obtiene una imagen bastante clara. El recipiente, con los pocos centigramos de preparación de radio, ejerce su efecto á 2 metros de distancia y substituye perfectamente á los aparatos de Roentgen.

Los rayos de radio provocan la fosforescencia de muchísimos cuerpos: sales alcalinas y alcalino-terreas, materias orgánicas, piel, vidrio, papel, sales de urano, diamante, platinocianuro bárico, sulfuro zincico fosforescente de Sidot, que son muy sensibles á la acción radiante.

Una curiosa propiedad de los rayos de radio es la de teñir el vidrio de un color violado permanente, á causa, sin duda, de la oxidación del manganeso. Esto permitió á M. Curie hacer varias veces un experimento: las distinciones del diamante verdadero del falso. (1) Las sales de radio son una fuente inagotable de rayos Becquerel. El tiempo no parece ejercer modificación alguna en la radiación ni tampoco las temperaturas comprendidas entre -180° grados (aire líquido) y 100° (agua hirviendo). Diríase de pronto que es una paradoja científica. Los rayos emitidos convierten el aire que atraviesan en buen conductor de la electricidad y en los laboratorios donde se manipula con el radio no es posible mantener aislado un aparato eléctrico. Si se aproximan algunos decigramos de una sal de radio á un electróforo cargado, se descarga inmediatamente, y con más lentitud, protegiéndolo con una pared sólida y espesa. El plomo y el platino absorben intensamente las radiaciones; el aluminio es el metal más transparente á ellas y las materias orgánicas lo son poco relativamente. Los rayos de radio convierten así mismo en ligeros conductores de la electricidad á los líquidos dieléctricos, tales como el éter de petróleo, el sulfuro de carbono, la bencina y el aire líquido.

Las sales de radio desprenden continuamente calorífico cerca de 100 calorías por hora. Este desprendimiento es bastante intenso para demostrarlo con un sencillo experimento que se hace mediante dos termómetros ordinarios de mercurio, utilizando para ello dos vasos aisladores, una botellita de vidrio con siete decigramos de bromuro de radio químicamente puro; en otro vaso se coloca una botellita de vidrio con cualquier substancia inactiva, como por ejemplo, cloruro de bario. La temperatura de cada recipiente se indica por medio de un termómetro cuyo depósito se coloca inmediato á la respectiva botellita, tapando con

(1) Si el diamante es legítimo, se produce vivo centelleo. Si es falso, no produce ningún fulgor.

algodón las bocas de los vasos aisladores. En esta disposición, el termómetro colocado en el mismo vaso donde está el radio indica constantemente una temperatura superior de 3° á la indicada por el otro termómetro.

Los rayos de radio determinan varias acciones fisiológicas. Una sal de radio colocada en una caja opaca de cartón ó de metal produce en los ojos la sensación de la luz. Para obtener este resultado se coloca la caja que contiene el radio delante de los ojos cerrados ó junto á la sien. En este experimento la parte central del ojo se ilumina fosforescentemente por la influencia de los rayos de radio. También obran poderosamente sobre la epidermis de un modo análogo á los rayos emitidos por el tubo de Crookes.

Si se mantiene aplicado durante algún tiempo sobre la piel un frasco con radio, no se nota sensación ninguna; pero quince ó veinte días después aparece una mancha rojiza y luego una costra en el sitio donde se aplicó la botellita. De esto parece deducirse que el radio ejerce una acción *destructiva* sobre los tejidos vivos. Actualmente se están haciendo pruebas para curar por medio de esta acción el lupus y el cáncer. En efecto, el doctor Danlos, del hospital de San Luis de París, parece que ha tratado con éxito varios lupus rebeldes á la medicación fototerápica; y el Dr. Mackenzie-Davidson, de Londres, ha curado, según se dice, un cáncer superficial en los labios, valiéndose de efluvios de radio. También se ha intentado utilizar la acción del radio en la cura de las enfermedades del aparato respiratorio, saturando el aire de emanaciones radiactivas, y M. Curie idea un inhalador especial con el cual puedan los tísicos respirar esta mágica y casi sobrenatural atmósfera. Sin embargo, todo cuanto hasta hoy se sabe respecto de la acción fisiológica de los rayos de radio no es más que el resultado de experimentos aislados que necesitan confirmarse, y esta acción es después de todo poco conocida. Esperamos las consecuencias de las indagaciones que la ciencia médica se dispone á realizar tocante al papel reservado al maravilloso metal en la terapéutica de las enfermedades cutáneas. No hay duda de que sacará provecho de él.

Digamos ahora algo sobre una de las más raras propiedades que ofrecen las sales de radio, esto es, de su *radiactividad inducida* y de sus *emanaciones radiactivas*. El radio [como el torio y el actinio por otra parte] tiene la propiedad de obrar al exterior diferentemente de por la acción de los rayos Becquerel. Su efecto comunica poco á poco sus propiedades radiactivas á los cuerpos próximos á él, y estos á su vez emiten rayos Becquerel. La energía puede transmitirse de este modo á los gases, á los líquidos á los sólidos tal es fenómeno de la *radiactividad inducida*, que se propaga en los gases de cerca en cerca por una especie de conducción, pero que en manera alguna es producida por la radiación directa de los cuerpos que la determinan. Cuando se aparta el cuerpo activado del cuerpo radiativo, la radiactividad inducida persiste en aquel durante cierto tiempo, pero va disminuyendo hasta que acaba por extinguirse. Para explicar estos fenómenos se supone que el radio desprende continuamente un gas material radiactivo é inestable al que se ha llamado *emanación*. Esta emanación parece que se condensa, se dilata y se mueve como un gas; pero al cabo de cierto tiempo esta *substancia* rara se aniquila por sí misma dando origen, según parece, á una corta cantidad de *helio*, gas recientemente descubierto en los minerales de urano, y que existe en la atmósfera. Si esta hipótesis se confirmara, tendríamos el primer ejemplo de la transformación espontánea de un cuerpo simple en otro.

Enumeradas las principales propiedades del radio, conviene relatar brevemente el origen de su descubrimiento, en el que la señora Curie ha tenido tan honrosa participación. A consecuencia del descubrimiento hecho por M. Becquerel, midió dicha señora la actividad *yónica* de un gran número de minerales que contenían urano ó torio, haciendo observar que muchos minerales son más activos que el urano metálico M. Curie y su esposa dedujeron que debía existir en estos minerales un cuerpo de mayor actividad que el urano y se propusieron aislarlo. Sometiendo entonces á varios tratamientos uno de los más activos de aquellos minerales, la peblenda de Joachimsthal (Bohemia), aislaron primero el bismuto activo, al que dieron el nombre de polonio, y poco después el nuevo cuerpo simple, al que llamaron radio.

La extracción del radio es labor larga y difícil, pues se necesita una tonelada de peblenda para obtener un centígramo de radio, y se requiere, para ello, el empleo de 5 toneladas de diversos productos químicos, además de 50 toneladas de agua para el lavado. La exigüidad del rendimiento y la rareza de los minerales de peblenda explican el fabuloso precio de las sales del nuevo metal, que puede estimarse en 150,000 francos el gramo. El radio no ha podido aislarse todavía en estado metálico y, generalmente, no se ha empleado en los experimentos una sal pura, sino un cloruro ó un bromuro de bario con algo de radio. En este estado se le obtiene en efecto.

El radio tiene una reacción espectral tan sensible como el bario, pues puede reconocerse la presencia de 1/10000 en una sal radifera de bario. El radio es el homólogo superior del bario en la serie de los metales alcalino-térreos. Su peso atómico, determinado por la señora Curie, es de 225.

El radio nos ofrece el ejemplo de un cuerpo que, sin perder peso y conservando siempre el mismo estado, desprende continuamente energía. Las emisiones de luz, calor, electricidad, de materia que parece imponderable, son hechos á primera vista contrarios al principio de la conservación de la materia y la energía. Diversas hipótesis se han propuesto para explicar este fenómeno. Entre ellas citaremos dos: en la primera hipótesis se supone que el radio es un elemento que evoluciona lentamente. La segunda hipótesis consiste en suponer que existen en el espacio radiaciones desconocidas aún é inaccesibles á nuestros sentidos, cuya energía es el radio capaz de observar para transformarla en radiactividad. Estas dos hipótesis no son incompatibles.

L. RAMAKERS.

Sección Inglesa.

JOHN MILTON.

By JOHN FISKE.

Continued.

There is no doubt that this consecration of himself to a lofty ideal of life was begun in early childhood. In this earnestness of mood, this clear recognition of the seriousness of life and its duties, Milton was a born Puritan. But alodg with this general temperament, the lines here quoted tell us of something more. The youthful Milton was conscious, dimly at first but more distinctly with advancing years, of a mission which he was sent into the world to fulfill. An acquaintance of his, John Aubrey, tells us that he had begun to write verses before his tenth year. It seems clear