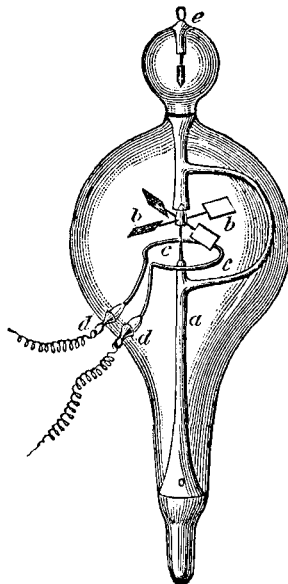


## MEMORIA SOBRE LA MATERIA RADIANTE.

(Continuacion.)

Cuando la presion es solamente de unos pocos milímetros de azogue, al pasar la corriente eléctrica se nota una especie de halo de luz violeta suave, que se forma sobre el costado metálico de los discos, mientras que el lado opuesto (de mica) permanece oscuro. A medida que se disminuye la presion se vé un espacio oscuro, que separa el halo violeta del metal. A la presion de medio milímetro este espacio oscuro se extiende

Fig. 13.



al vidrio y empieza la rotacion. Si se lleva más lejos el enrarecimiento el espacio oscuro se ensancha, y parece como si fuese achatado contra el vidrio, siendo ya muy rápida la rotacion.

Hé aquí otro aparato (*fig. 13*) que demuestra la fuerza mecánica de la materia radiante lanzada por el polo negativo.

Un árbol (*a*) sostiene una punta de aguja sobre la cual gira un débil molinete de mica (*b, b*). El molinete se compone de cuatro veletas de mica muy fina, sostenidas por cuatro brazos de aluminio, y en el centro hay una tacita de vidrio que descansa sobre la punta de la aguja. Las veletas tienen una inclinacion de  $45^{\circ}$  con relacion al plano horizontal. Debajo de la crucecita hay un anillo fino de alambre de platino (*e, c*), cuyos cabos pasan á través del vidrio por la parte exterior á *d, d*. Un remate de aluminio (*e*) está fijo en la parte superior del tubo, y el todo está enrarecido en sumo grado.

Con la linterna eléctrica se puede proyectar la imagen de las veletas sobre la pantalla. Los alambres de la bovina eléctrica están ya unidos, siendo el anillo de platino el polo negativo, el alambre de aluminio el positivo.

Instantáneamente las veletas empiezan á dar vuelta con mucha velocidad, pues la materia radiante está lanzada del anillo de platino con bastante fuerza; pero hasta aquí este aparato no ha demostrado más que lo que los anteriores nos hacían esperar, ahora se notará lo que va á suceder.

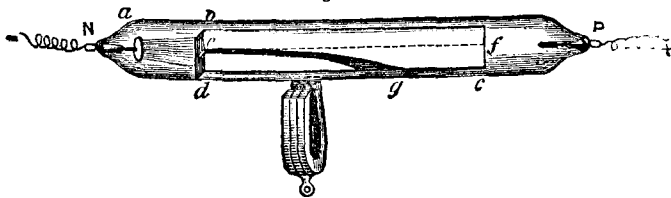
Vamos á retirar los hilos de la bovina de induccion, y unir los dos cabos del alambre de platina con una pequeña batería galvánica. Esta calienta el anillo *c, e*, con un color rojo, y bajo la influencia del color se nota que las veletas vuelven á dar vueltas tan rápidamente como cuando la bovina de induccion estaba unida. He aquí por consiguiente otro hecho muy importante. La materia radiante en estas vasijas tan altamente enrarecidas de aire no es solamente escitada por el polo negativo de una bovina de induccion, sino que un alambre caliente es suficiente para ponerla en movimiento con fuerza bastante para hacer andar las veletas.

### La materia radiante se desvía por medio del iman.

Ahora pasamos á otra cualidad que posee la materia radiante.

El tubo largo (*fig. 14*) altamente enrarecido tiene un polo

*Fig. 14.*



negativo al extremo (*a*), y un biombo largo surtidor (*b, e*), que pasa por el centro y á lo largo del tubo.

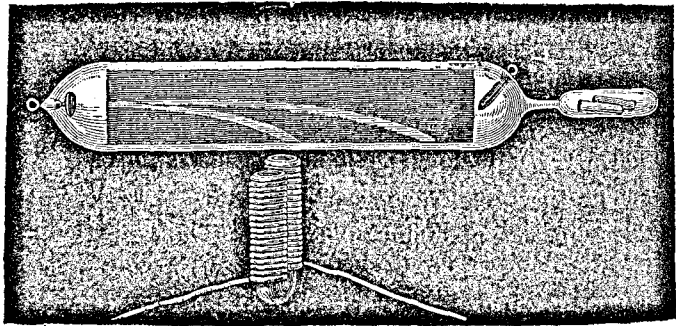
En frente del polo negativo hay una hoja de mica (*b, d*).

con un agujero, resulta pues que cuando pasamos la corriente eléctrica, una línea de luz fosforescente (*e, f*) se produce por todo el largo del tubo. Ahora colocamos un iman debajo del tubo, y se observa que la línea de luz (*e, g*) se curva bajo la influencia magnética, doblándose de un lado al otro como una varilla flexible á medida que se cambia el iman.

Esta accion del iman es muy curiosa, y si la seguimos con atencion hasta el fin nos servirá para dilucidar otras propiedades de la materia radiante.

Hé aquí (*fig. 15*) un tubo semejante al último, que tiene á

*Fig. 15.*



un extremo un pequeño tubo para potasa el cual, al calentarse, destruye un poco el vacío.

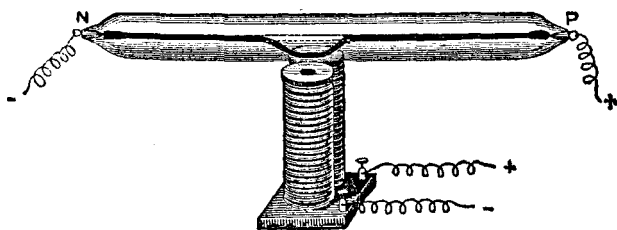
Al lanzar la corriente eléctrica se verá el rayo de materia radiante trazando su trayectoria en una línea encorvada bajo la influencia del iman. Obsérvese la forma de la curva.

Las moléculas lanzadas del polo negativo pueden ser comparadas á una descarga de balas de una ametralladora, y el iman debajo representará el globo terrestre, curvando con la gravitacion, la trayectoria de las balas: sobre el haz luminoso se ve la trayectoria encorvada de las balas trazada con precision. Ahora supongamos que la fuerza repulsiva queda constante y fija, la curva trazada por el proyectil variará con la velocidad. Si cargamos el cañon (hablando figuradamente) con más pólvora, la velocidad será mayor y la trayectoria mas baja, y si se interpone entre el cañon y el blanco un cuer-

po mas denso y resistente, se disminuye la velocidad del proyectil, haciéndole seguir una curva mayor, y descender al suelo mas pronto. No podemos aumentar convenientemente aquí la velocidad de nuestra corriente de moléculas por medio de un aumento de pólvora en la batería, pero vamos á someterlas á mayor resistencia en su trayecto, desde un extremo del tubo al otro. Calentamos la potasa cáustica con una lámpara de alcohol y se produce así un poco mas de gas. La corriente de materia radiante responde instantáneamente. Su velocidad se encuentra detenida. El magnetismo tiene mas tiempo para influir sobre las moléculas individuales; la trayectoria está mas y mas curvada hasta que las balas moleculares, en lugar de lanzarse al extremo del tubo, caen al fondo antes de llegar á la mitad del camino. Es muy interesante determinar si la ley que gobierna la desviacion magnética de la trayectoria de materia radiante, es la misma que hemos encontrado vigente en un grado menos perfecto de enrarecimiento. Los esperimentos que hemos hecho ver, han sido llevados á cabo en un vacío muy perfecto.

Hé aquí un tubo con un vacío ordinario (*fig. 16*). Cuando lanzamos la chispa de induccion, ésta pasa de un polo al otro como una línea de luz violeta muy delgada. Debajo

*Fig. 16.*

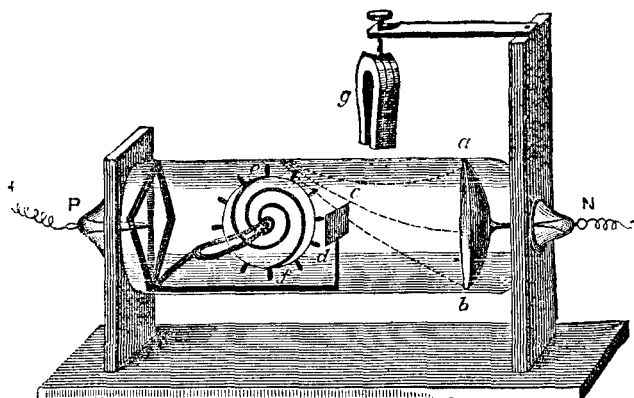


hay un iman electro-magnético de mucha fuerza. Al producirse el contacto, la línea luminosa se deprime en el centro hácia el iman. Al invertir los polos se verifica lo contrario, la línea se dirige contra la parte superior del tubo. Nótese la diferencia entre los dos fenómenos; aquí la accion es transitoria. La depresion tiene lugar bajo la influencia magnética; la línea de descarga se levanta entonces y prosigue su camino

superior hasta el polo positivo, mientras que en los vacíos de orden despues que la corriente de materia radiante que se habia deprimido hácia el iman, no recobra su fuerza ni direccion primitiva, sino que obedeciendo á la influencia magnética, continúa su camino en la nueva y cambiada direccion.

Mediante el ingenioso aparato (*fig. 17*), construido por Mr. Gimingham, podemos demostrar la desviacion magnética en la linterna eléctrica. El polo negativo (*a, b*) tiene la forma de una taza muy somera. En frente de la taza hay una pantalla

*Fig. 17.*



de mica (*e, d*), bastante ancha para interceptar la materia radiante que viene del polo negativo. Detrás de esta pantalla hay una rueda de mica (*e, f*), con una série de veletas en forma de ruedas de buques de vapor. Así arreglado, los rayos moleculares que provienen del polo *a, b*, no pueden llegar á la rueda, y no producen movimiento. Se coloca un iman *g*, y encima del tubo, á fin de desviar la corriente, sea encima, sea debajo del obstáculo (*c, d*), y el resultado será un movimiento rápido en una ú otra direccion segun se cambie el iman.

Proyectamos la imagen de este aparato sobre el bastidor. Las líneas espirales pintadas sobre la rueda, indican la direccion de su movimiento. Arreglamos el iman de modo que atraiga la corriente molecular, para que esta se estrellé contra las veletas superiores de la rueda que da vueltas rápidamente. Se cambia el iman de manera que la materia radiante pase

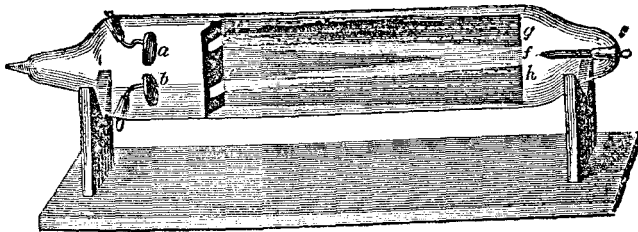
por debajo de la pantalla, la velocidad de la rueda disminuye, se para, y entonces empieza á andar en la direccion opuesta. Esto se puede repetir tantas veces cuantas se cambie la posicion del iman.

Queda dicho que las moléculas de la materia radiante lanzadas del polo negativo se electrizan negativamente. Es probable que su velocidad se deba á la repulsion mútua entre las moléculas y el polo electrizado semejantemente.

En los vacíos ménos intensos, como acabamos de ver (*figura 16*), la descarga pasa de un polo á otro llevando una corriente eléctrica como si fuese un alambre flexible. Es de muchísimo interés asegurarse si la corriente de materia radiante lanzada del polo negativo, lleva tambien una corriente igual.

Hé aquí (*fig. 18*) un aparato que decidirá la cuestion inmediatamente. El tubo encierra dos remates terminales negativos (*a, b*) juntos en un extremo, y otro positivo (*c*) en el otro

*Fig. 18.*



Esta disposicion nos permite enviar dos corrientes de materia radiante paralelas á lo largo de la pantalla fosforescente, ó siquiera una sola al desunir uno de los polos negativos.

Si las corrientes de materia radiante llevan una corriente eléctrica, obrarán como dos alambres conductores paralelos, y por consiguiente la una *atraerá* la otra; pero si se componen simplemente de moléculas electrizadas negativamente, la una *repelerá* la otra.

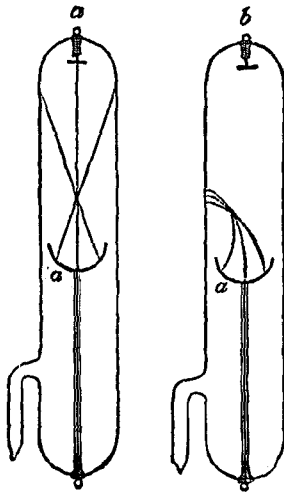
Primeramente vamos á unir la bovina al polo negativo de encima (*a*), y se verá el rayo lanzarse por la línea (*d, f*). Al poner en juego el polo negativo de debajo (*b*), otra línea (*c, h*)

se lanza á lo largo del biombo. Repárese como la primera línea se conduce; salta de su primitiva posición (*d, f*) á *d, g*, demostrando así que está repelida, y si el tiempo nos lo permitiera podríamos demostrar que la línea de debajo está también desviada de su dirección normal. Por consiguiente las dos corrientes paralelas de materia radiante ejercen repulsión mutua, obrando, no como conductores de corriente, sino meramente como cuerpos similitudinariamente electrizados.

### La materia radiante produce calor cuando se interrumpe su tránsito.

Durante estos experimentos, otra propiedad de la materia radiante se ha manifestado, aunque no hemos llamado la atención sobre ella. El vidrio se calienta mucho en el sitio en que la fosforescencia verde es mas fuerte. El foco molecular sobre el tubo que hemos visto (*fig. 8*) se calienta intensamente, y hé aquí un aparato por el cual este calor al punto focal puede ser demostrado claramente.

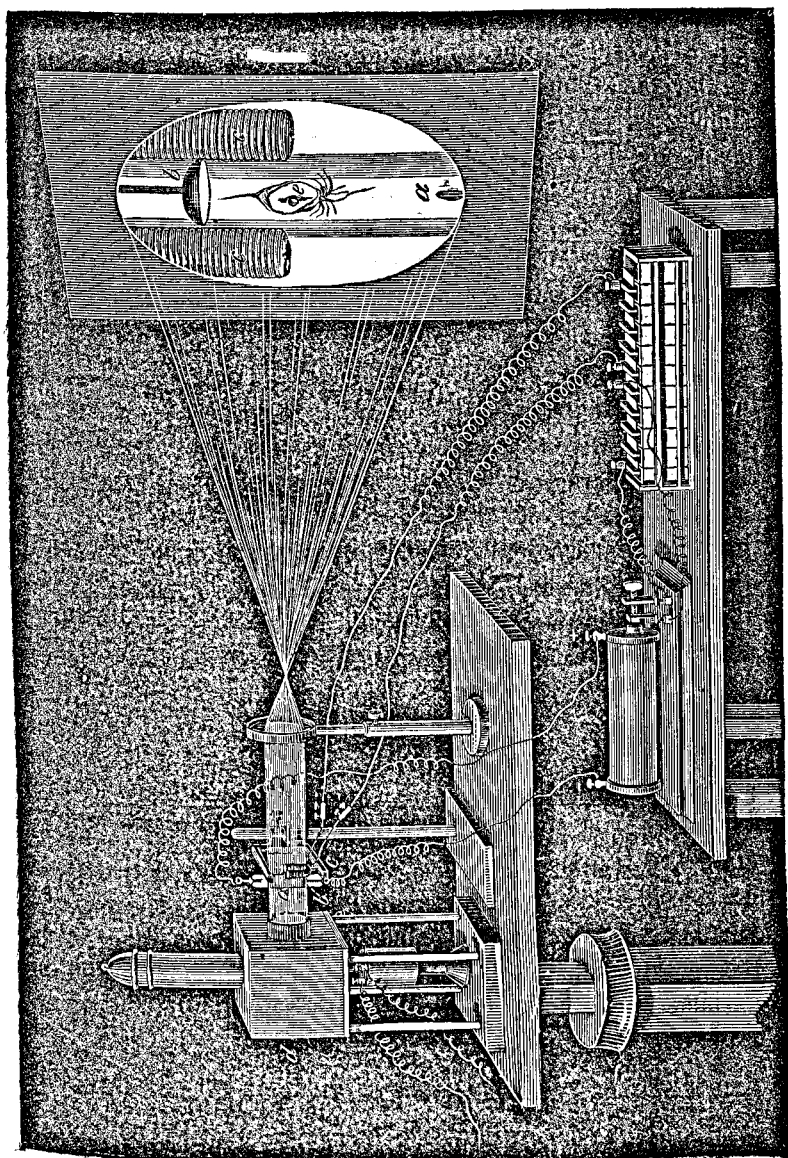
*Fig. 19.*



Un tubo pequeño (*fig. 19*), encierra un polo negativo en forma de taza, la cual proyecta los rayos á un foco en el centro del tubo. Al costado del tubo hay un pequeño imán eléctrico, que se puede poner en juego al tocar una llave, y el foco se atrae entonces al lado del tubo de vidrio (*fig. 19 b*).

Para demostrar la primera acción del calor, el tubo se cubre con cera. Si se coloca el aparato delante de la linterna eléctrica (*figura 20*), una imagen aumentada aparecerá sobre la pantalla. La bovina trabaja ya, y el foco de los rayos moleculares se proyecta á lo largo del tubo.

Agreguemos la corriente magnética, y acerquemos el foco al costado del vidrio. La primera cosa que se ve es una man-



cha redonda pequeña, que se forma en el centro de la cera derretida, luego el vidrio empieza á crujir y se ven lanzarse



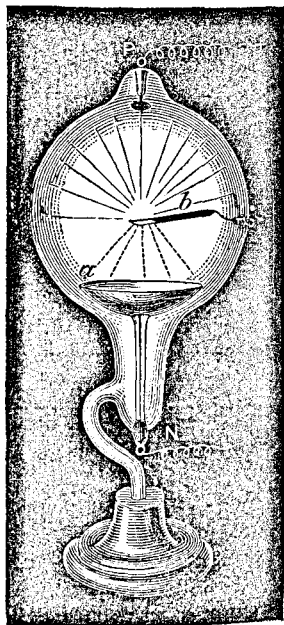
rayos del centro del calor. El vidrio se reblandece, la presión atmosférica influye para deprimirlo, y luego se funde. Si se hace un agujero (*e*) en el centro, el aire penetra y el experimento se acaba.

Este foco de calor se puede ver mas evidentemente si se le dirige sobre un metal. El globo (*fig. 21*) tiene un polo negativo en forma de taza (*a*): los rayos serán por sí proyectados á un foco sobre un pedazo de iridio-platina (*b*), sostenido en el centro del globo.

Primeramente se aplica ligeramente la corriente eléctrica de modo que toda su fuerza no se desarrolle á la vez. El foco se dirige sobre el metal, calentándolo hasta el calor blanco. Si acercamos un imán pequeño se ve que el foco de calor se puede desviar, de la misma manera que el foco luminoso en el otro tubo.

Al mudar el imán se puede cambiar el foco, sea por arriba sea por abajo, ó alejarlo completamente del metal, y dejar á este sin iluminación alguna. Al retirar el imán las moléculas entran en todo su juego otra vez, y el metal está ya caliente hasta reblandecerse. Aumentamos la intensidad de la chispa eléctrica: la iridio-platina resplandece con una brillantez casi insoportable á la vista, y al fin, este metal tan infusible ordinariamente, se funde facilmente.

*Fig. 21.*



## La química de la materia radiante.

---

Como es de suponer, es sumamente difícil reconocer las diferencias entre una clase de materia radiante y otra, en estos grados tan altos de agotamientos. Las propiedades físicas que hemos dilucidado parecen ser comunes á toda materia en esta baja densidad.

Por más que el gas primitivamente experimentado sea hidrógeno, ácido carbónico ó aire atmosférico, los fenómenos de fosforescencia, sombras, desviacion magnética, etc., etc., son idénticos, solamente empiezan en diferentes grados de presion. Sin embargo, queda demostrado por otros hechos que en esta baja densidad las moléculas conservan sus características cualidades químicas. Así es, que por la introduccion de absorbentes á propósito, del gas residuo en los tubos, podemos observar que la atraccion química continúa mucho tiempo despues que la atenuacion ha alcanzado el grado mas á propósito para hacer ver los fenómenos que hemos presentado, y por estos medios nos es permitido llevar el enrarecimiento de las vasijas á mayores grados de vacío que los que se pueden obtener por el simple empleo de la bomba.

Trabajando con el vapor de agua podemos emplear anhídrida fosfórica como absorbente; con ácido carbónico la potasa; con el hidrógeno el paladio, y con el oxígeno el carbono, y despues la potasa. El vacío mas elevado y perfecto que hasta hoy se ha obtenido, ha sido el 1—20.000.000<sup>a</sup> de una atmósfera, un grado que tal vez puede ser mejor comprendido al decir que llega muy cerca de la centésima parte de una pulgada en una columna barométrica de *tres millas* de altura!

Puede objetarse tal vez, que no es compatible el dar una importancia de primer orden á la presencia de la *materia*, cuando se ha visto que hemos empleado medios extraordinarios, y muchísimo cuidado, para hacer desaparecer la mayor cantidad posible de las vasijas y tubos, y llegar al punto de

no dejar en ellos mas que la millonésima parte de una atmósfera. A su presion ordinaria no es muy densa, y poco tiempo ha que se ha reconocido esta como un átomo en el mundo de la materia.

Cuando al dividirla por un millon, lo que quedaría de la materia sería necesariamente tan infinitesimal que tendríamos razon en despreciarlo, y llamar verdaderamente *vacío* al espacio del cual habia sido enrarecido el aire; sin embargo diríamos que esto sería un gran error que se debe atribuir á nuestra limitada facultad de abrazar y comprender enormes cifras.

Cuando se divide un número por un millon, se cree ordinariamente que el cociente debe ser pequeño; pero puede suceder que el número primitivo sea tan inmenso, que su division por un millon le haga un efecto insignificante.

Segun las autoridades mas competentes, un globo de  $13\frac{1}{2}$  centímetros de diámetro contiene mas de 1.000.000.000.000.000.000.000.000 (un cuadrillon) de moléculas. Luego si este globo se enrarece hasta la millonésima parte de 1 atmósfera, tendremos siempre un *trillon* de moléculas que quedan en el globo, un número suficiente para justificar que llamemos al residuo *materia*.

Para dar una idea de lo grande que es esta cifra, vamos á perforar un globo enrarecido con una chispa de la bovina eléctrica. Esta chispa produce un agujero microscópico, pero bastante grande para dejar penetrar las moléculas y destruir el vacío; suponemos que las moléculas son de tal tamaño, que en cada segundo de tiempo pueden entrar cien millones, ¿qué tiempo sería necesario para llenar el globo de  $13\frac{1}{2}$  centímetros? ¿Una hora? ¿Un dia? ¿Un año? ¿Un siglo? ¡No! ¡Casi una eternidad! Un tiempo tan enorme que ni aun la imaginacion humana puede abrazar la realidad. Suponiendo que este globo fuese indestructible, y que al nacimiento de nuestro sistema solar hubiese sido perforado; suponiendo que hubiese existido en la época en que la tierra no tenia aún forma; suponiendo que se hayan comprobado los cambios sorprendentes desarrollados durante los ciclos de tiempos geológicos, y que se haya visto aparecer la primera criatura viviente, y desa-

parecer el último hombre; suponiendo se pueda sobrevivir al cumplimiento de la predicción matemática de que el sol—origen de la energía—después de cuatro millones de siglos, contados desde su creación, acabaría en cenizas (1). Suponiendo todo esto, y llenándose á razón de cien millones de moléculas por segundo, este pequeño globo habría entonces admitido apenas su cuota completa de un cuadrillón de moléculas!!! (2)

¿Pero qué dirá el lector si se le dice que todas estas moléculas, este cuadrillón entrará por el agujero microscópico en pocos minutos? El agujero queda sin alteración, y el número de moléculas sin disminución. Esta paradoja aparente puede ser explicada solamente al suponerse otra vez, que el tamaño de las moléculas, se ha disminuido casi infinitamente, de modo que en lugar de entrar á razón de 100 millones por segundo se lancen á razón de casi 300 trillones por segundo! ¡Hemos hecho este cálculo, pero cuando las cifras alcanzan tales proporciones, cesan de tener significación alguna, y aun estos cálculos serían tan vanos como si intentásemos contar las gotas de agua del Océano!

Al estudiar esta *Cuarta* condición de la materia, hemos llegado al fin á poner á nuestro alcance, y obedientes á nues-

(1) La duración posible del sol desde su formación hasta su extinción, ha sido estimada de distintas maneras y por varias personas, de 18 millones de años á 400 millones; para ilustrar la comparación y cálculo hemos tomado la mayor.

(2) Según Mr. Fohustone Stoney, un centímetro cúbico de aire contiene mas ó menos 1.000.000.000.000.000.000 de moléculas, por consiguiente un globo de  $13\frac{1}{2}$  centímetros de diámetro contiene  $13.5 + 0.5236 + 1.000.000.000.000.000.000$  ó 1.288.252.350.000.000.000 moléculas de aire á la presión ordinaria; por consecuencia el globo enrarecido á 1 millonésima parte de 1 atmósfera, contiene 1.288.252.350.000.000.000 moléculas, dejando 1.288.251.061.747.650.000.000.000 moléculas que entrar por la perforación. A razón de 100 millones por segundo, el tiempo necesario para que todas entrasen sería

12.882.510.617.476.500—segundos, ó

214.708.510.291.273—minutos, ó

3.578.475.171.521—horas, ó

149.013.132.140—días, ó

408.501.731—años.

tras órdenes, las pequeñas partículas indivisibles que con harta razón se supone constituyen la base física del Universo.

Hemos visto que en algunas de sus propiedades la *materia radiante* es tan *material* como cualquier objeto palpable, mientras que en otras asume casi el carácter de la *energía radiante*.

Hemos llegado ya á ese «límite fronterizo,» donde «*La Materia*» y «*La Fuerza*,» parecen confundirse una con la otra en ese reino sombrío entre lo «*conocido*» y lo «*desconocido*» que para nosotros ha tenido siempre grandes atractivos. Tenemos y abrigamos la opinión de que los problemas científicos más importantes del porvenir hallarán en él la solución y tal vez más allá. Aquí yacen «*realidades ulteriores*,» sutiles, asombrosas y de gran trascendencia.