

SECCIÓN SÉPTIMA.

ESTADO ULTRA-GASEOSO.

MATERIA CÓSMICA.

EL HELIO.

ESTADO ULTRA-GASEOSO.

I.

Crookes obtiene la materia ponderable en un estado tan rarefacto y casi etereo, que los gases respecto de él, son como los líquidos respecto de los gases que comúnmente conocemos.

Por medio de la bomba hidrargiro-pneumática de Sprengel (aplicación ingeniosa à *contrario sensu* de los insufladores de las forjas catalanas) llega Crookes á una rarefacción tan increíble, que las obtenidas comúnmente con las mejores máquinas pneumáticas antiguas de émbolo sólido, deben mirarse como condensaciones aun muy considerables en que las moléculas gaseosas están sometidas todavía á presiones elevadísimas.

Si en tubos ó ampollas de vidrio se hace el vacío sprengeliano, la tensión interna desciende hasta no ser más que una millonésima de atmósfera (!); y, entonces, se verifican en los tubos y en las ampollas fenómenos que confirman sorprendentemente las ideas admitidas acerca de la pequeñez de las molé-

culas y de la prodigiosa energía de sus movimientos: ideas primeramente presentidas por Bernouilli.

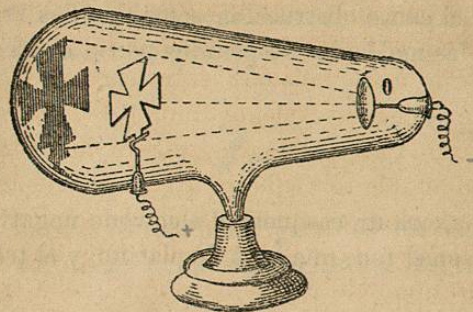
En efecto; si un volumen de gas cualquiera contiene un grandísimo número de partículas materiales, dotadas de movimientos rapidísimos en toda clase de sentidos, las recíprocas é inevitables colisiones de esos corpúsculos serán tan frecuentes, que podrán contarse por millones en cada segundo, y la trayectoria libre de cada molécula entre choque y choque habrá de ser excesivamente diminuta.

Pero, si la rarefacción se exagera hasta un extremo considerable, se reducirá asombrosamente el número de moléculas restantes en el recipiente, y las probabilidades de sus mutuos choques disminuirán en grado sumo; de donde resultará que la trayectoria libre de cada molécula será, por consiguiente, muy larga y rectilínea. Según una felicísima comparación del mismo Crookes,—en un recipiente lleno de abejas, éstas no podrán apenas moverse; pero, si en el vaso quedaren pocas, ya les será dable volar aceleradamente y golpear con gran violencia las paredes que las retienen encerradas.

*
* *

Llévese el vacío en una ampolla ovoide á una millonésima de atmósfera. Si en su interior se había antes colocado una cruz de Malta como electrodo positivo, paralela al disco plano *O*, electrodo negativo de un poderoso carrete de inducción, este disco hará rebotar con velocidad enorme y rectilineamente las escasas moléculas gaseosas que hacia él se dirijan; pero, en su retroceso, quedarán detenidas las

que encuentren con la cruz, mientras que las demás, contorneándola, irán á bombardear el vidrio del ovoide, y, con su impacto vigoroso, producirán sobre el vidrio una sorprendente luminosidad, á modo de fosforescencia, dentro de la cual aparecerá como



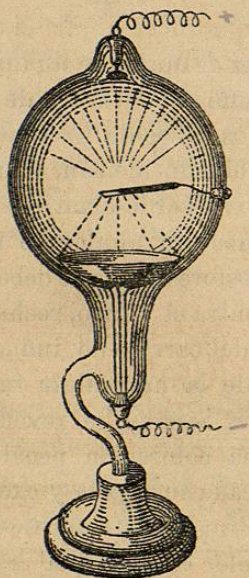
sombra otra cruz de Malta de un tamaño algo mayor, según corresponde al contorneo de rayos rectilíneos.

Casi todos los tubos de Crookes están contruidos con vidrio blando alemán, y la luminosidad es siempre de un vivo verde-amarilloso, cualquiera que sea el gas en ellos tan altamente rarefacto: lo cual prueba que la fosforescencia se debe al bombardeo de las moléculas contra el vidrio, rechazadas por el electrodo negativo del carrete de inducción, sin depender, por tanto, de la naturaleza individual de cada gas, que, como es sabido, se revela en los tubos de Geissler por una coloración peculiar y característica, propia de cada sustancia y exclusiva de las demás. Con cristal inglés la fosforescencia del bombardeo resulta de color azul, y con cristal de uranio la fosforescencia aparece de un verde-oscuro, muy distinto del vivo verde-amarilloso (*bright apple green colour*), correspondiente al blando vidrio alemán.

Si en el ovoide se hubiese colocado de canto el plano de la cruz, ó sea perpendicularmente al plano del disco que constituye el electrodo negativo, sólo se habría notado una fosforescencia general, producida por los impactos moleculares contra el total del vidrio, pero no la aparente sombra de cruz, por no ofrecer el canto obstrucción sensible á las trayectorias de las moléculas despedidas por el electrodo negativo.

*
* *

Sea ahora un casquete el electrodo negativo: colóquese en el foco una hoja de platino; y el tremendo



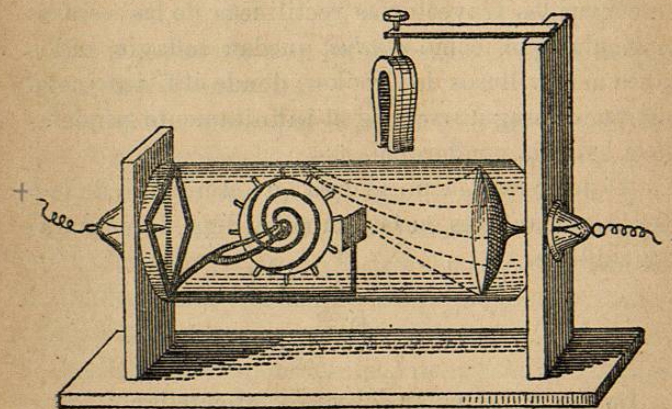
convergente bombardeo, contra un solo punto de la hoja, efectuado por las moléculas proyectadas desde

el casquete, produce un calor tan increíblemente intenso, que el refractario metal se pone incandescente, quedando en el acto el aparato inutilizado, á no suspenderse con celeridad suma el funcionamiento del carrete de inducción. Crookes se complace en inutilizar el aparato, fundiendo el platino ante los sorprendidos espectadores, cuando hace en público este experimento sorprendente.

*
* *

Los imanes tienen poder para desviar las trayectorias rectilíneas de las moléculas en los tubos de Crookes.

Sea un tubo cilíndrico. En él se halla montada delicadísimamente una ligerísima rueda de paletas. La rueda es de mica y las paletas son de aluminio.



El electrodo negativo es un casquete, cuyo foco se halla próximamente hacia el eje de la rueda: entre

ésta y el casquete hay una pequeña pantalla. Cuando funciona el carrete de inducción, la rueda no se mueve, porque la pantalla interpuesta como una plancha de blindaje, defiende á la rueda del convergente bombardeo molecular.

Pero, si se acerca un imán, según marca la figura, entonces el enjambre de los proyectiles se precipita sobre las paletas superiores, y las pone en movimiento, como un salto de agua pondría una rueda hidráulica de cajones. Otra posición de los polos del imán puede invertir, é invierte, el flujo molecular, arrojándolo sobre las paletas inferiores, y haciendo girar la rueda en sentido inverso, como un río á una rueda Poncelet. Para patentizar los cambios de sentido de la rotación de la rueda, hay en la mica pintadas las espirales que se ven en la figura.

La gravedad, según sabemos, convierte en parabólica la trayectoria rectilínea de un proyectil. El imán, pues, de un modo análogo, convierte también en curvas las trayectorias rectilíneas de las escasas moléculas que, como *residuo*, quedan todavía en los tubos maravillosos de Crookes, donde el físico juega (así puede asegurarse) con el infinitamente pequeño de la materia ponderable.

Al decir *residuo*, no se crea que el número de moléculas remanentes en las ampollas deja de contarse por millones.

II.

La física molecular del vacío sprengeliano:

1.º Muestra en la viva fosforescencia verde-amarillosa del vidrio blando alemán, el bombardeo contra el mismo vidrio de las moléculas que, todavía en

número grandísimo, quedan como potente residuo dentro de los tubos ó de las ampollas.

2.º Patentiza la súbita detención de esas moléculas en la definida proyección de espacios no iluminados, que aparecen á la vista como sombras, y que no son, en realidad, otra cosa que lugares libres de impactos contra el vidrio.

3.º La concentración convergente de esos impactos se evidencia en increíble calor.

Y 4.º El desvío magnético, acaso parabólico (?), de las trayectorias rectilíneas, así como la acción mecánica de las moléculas repelidas por el polo negativo de un carrete de inducción, se impone necesariamente al entendimiento en los cambios de sentido producidos á voluntad en convenientes aparatos giratorios.

*
* *

La experimentación en manos de Crookes ha dado razón á Bernouilli.

Reducido, pues, por succión pneumática el número de las moléculas existentes en un espacio cerrado, tienen que aparecer y aparecen nuevas propiedades de los gases, toda vez que en las comunes y conocidas influye mucho la frecuencia de las colisiones moleculares y consiguiente pequeñez de trayectorias libres. Pero, aminorado el número de choques, y ampliada correspondientemente la longitud de las trayectorias, no es verdaderamente de maravillar que el estado ultra-gaseoso presente propiedades tan distintas del estado común gaseoso que diariamente se ofrece á nuestra vulgar observación. Ya el P. Sec-

chi había predicho que la actividad molecular se haría más eficaz á medida que aumentase el estado de aislamiento y que las masas redujesen su densidad.

*
* *

Estos experimentos dan inmensa probabilidad á la existencia aislada é individual de diminutas moléculas dotadas de enérgicos movimientos rectilíneos; y hacen presumir que muy en breve ha de poder medirse directamente su masa y su velocidad.

*
* *

Prescindiendo del éter, la materia ponderable no parece, pues, continua. No suponiéndola así, y admitiendo que esté compuesta de partículas sutilísimas dotadas de energía prodigiosa, se explican, no solamente los hechos de antiguo conocidos, sino también los que nuevamente va descubriendo y patentizando la sutil experimentación de los físicos modernos.

Toda generalización debe someterse constantemente á la prueba de lo que, cuando se promulgó, estaba aún encubierto ó enmascarado, ó bien ni aun sospechado siquiera; y, si, cuando estos fenómenos se descubren, cabe dentro de la antigua generalización, lo mismo que lo viejo, lo nuevamente descubierto y experimentado, entonces la veterana generalización asciende triunfante al puesto de honor de teoría, digna de gran estimación por el grandioso peso de su probabilidad.

Este cuarto estado ultra-gaseoso, tan diferente

en sus efectos del gaseoso común como éste del estado líquido, confirma, pues, de un modo sorprendente por la vía experimental, lo que muchos ilustres pensadores habían supuesto, partiendo de hechos en modo ninguno tan fehacientes, pero que ahora adquieren mayor respetabilidad.

Clausius suponía que las velocidades de translación con que se mueven las moléculas gaseosas era enorme, y diferente para diferentes gases. Según sus cálculos, las del aire se trasladan con una velocidad media de 485 metros por segundo, y las del hidrógeno con la de 1844; (la velocidad de un tren es de 15^m; la de los últimos proyectiles de Armstrong de 634; de Krupp, 651).

Calcúlase que el libre trayecto de una de estas moléculas en el estado común gaseoso, es como unas 5 000 veces el diámetro de la molécula misma, y que el número de colisiones de una molécula de oxígeno con sus compañeras debe ser de 7 646 000 000 por segundo. Si, pues, el tamaño de una molécula se estima en una cienmillonésima ($\frac{1}{100\ 000\ 000}$) de milímetro, su libre trayecto deberá ser de una veintemilava parte de milímetro ($\frac{1}{20\ 000}$). Las ondas luminosas del amarillo, de media milésima de milímetro ($\frac{1}{2000}$), resultan, por tanto, diez veces más grandes que el tránsito libre de las partículas de los gases.

*
* *

Siempre, siempre estamos entre dos infinitos: el infinitamente grande de los espacios celestes, y el infinitamente pequeño de los diámetros y distancias moleculares.

*
* *

Daniel Bernouilli, como antes se ha apuntado, fué el primero que, no sólo produjo la idea de que los gases están formados de partículas materiales libres en el espacio y animadas de rapidísimos movimientos rectilíneos de translación, sino que consideró la tensión de los fluidos elásticos como la compleja resultante del choque de esos corpúsculos contra las paredes de los vasos que los contienen. Tal es el origen de la teoría cinética de los gases, resucitada en 1824 por Herapath y luego sostenida por Joule y Krönig, y, al fin, desarrollada, principalmente por Clausius y Clerk Maxwell.

La ley de Mariotte, en la moderna teoría cinética, es naturalmente un simple corolario: en un cilindro la presión contra el émbolo es la suma de los choques que de las moléculas recibe: si el espacio se reduce á la mitad sin disminuir el número de las moléculas, recibirá el émbolo en el mismo tiempo doble número de golpes, y así sucesivamente en progresión geométrica.

MATERIA CÓSMICA.

I.

La historia antigua hace mención de muchas piedras caídas del cielo. En tiempo de Anaxágoras cayó una *tan grande como un carro*, junto al río Ægos, en Francia. Plinio cuenta haber visto caer otra en la Galia Narbonense. En Galacia se adoraba á Cibeles, que había *caído del cielo* en forma de piedra. En Emesa de Siria era el Sol la divinidad adorada en otra piedra de la misma procedencia.

Ahora, con inmensas dificultades, á través de 115 kilómetros de montañas y con un costo de 10 000 duros, acaba de ser transportado al Museo nacional de Río Janeiro (15 Junio 1888) el famoso meteorito de Bendego, cuyo peso asciende á 5361 kilogramos, y que, por el examen de su costra, se cree que cayera en nuestro planeta hará cosa de seiscientos años, cuando menos.

Los sabios se resisten á admitir la realidad, cuando con ella se entrelaza algo de maravilloso en las referencias populares; y, así, á pesar de estar plenamente testificada la caída en la tierra de piedras veni-

das desde las altas regiones de la atmósfera, los hombres de los libros juzgaban patrañas las descripciones relativas al particular, aun tratándose de testigos irrecusables. Para creer, aguardaban seguramente á recibir en las narices una pedrada celestial.

Por fin la ciencia de los AEROLITOS empezó, como todos los sistemas, por la más insignificante de las minorías. El célebre físico Chladni reunió cuantos testimonios pudo encontrar en los autores antiguos y cuantas referencias logró allegar contemporaneas; y, con el gran prestigio y la merecida autoridad de su nombre, tuvo poder para llamar la atención de meteorólogos y astrónomos; quienes muy pronto certificaron la realidad de las caídas de esas piedras enigmáticas, antes tenidas por aborto de las consejas y supersticiones del vulgo.

II.

Pocas personas habrán dejado de presenciar, según la expresión de la gente del campo, LA CAÍDA DE UNA ESTRELLA, especialmente en las despejadas noches de Agosto. Y es que á la caída de los aerolitos acompañan regularmente fenómenos luminosos. Detonaciones formidables suelen también oírse algún tiempo después de vista la brillante estela que en la atmósfera dejan estos meteoros; pero, para percibir las, es necesario no encontrarse á muy grandes distancias del lugar de la caída.

Hay aerolitos del peso de gramos (y menos) y otros del de toneladas. Y siempre la química encuentra en ellos hierro, níquel, azufre, magnesia, sílice..... Todos, pues, son de la misma familia de cuerpos; sin

que obste el que en unos predomine el hierro puro, asociado el níquel hasta un seis por ciento, mientras que en otros el análisis no descubre sino partículas de hierro, empastadas en una masa de azufre, cal, sílice, magnesia, alúmina, níquel, manganeso, cobalto, etc.

*
**

La palabra *aerolito* podría inducir en error, si alguien creyese que esos cuerpos eran PIEDRAS formadas del AIRE ó procedentes del AIRE. Por dejar una estela de luz en las altas regiones de nuestra atmósfera, reciben el nombre de ESTRELLAS FUGACES; y, por brillar en los aires tal vez como una bola de fuego, son denominados BÓLIDOS. De cualquier manera, una vez caídos, reciben el nombre de aerolitos; y más cuando se estima que estos cuerpos proceden de los dominios de nuestro sistema solar. Cuando se los cree venidos de las regiones del espacio ultra-solares se les da el nombre de URANOLITOS: de *οὐρανός*, cielo, y *λίθος*, piedra.

III.

Pero, ¿sabe la astronomía el origen de esos cuerpos?

Laplace creyó que los aerolitos venían de los volcanes de la Luna, de cuya esfera de acción podían salir, para entrar en la de la Tierra, sólo con recibir un impulso superior cuatro ó cinco veces al de una bala de cañón. Pero ¿dónde están los volcanes de la Luna?

Además, los aerolitos presentan cada año un máximo relativo de aparición en Agosto, y otro en Noviembre: ¿por qué los volcanes de nuestra vecina habían de lanzar piedras á nuestros tejados con más laboriosidad en determinados meses? En fin, hay un máximo absoluto cada 33 años y cuarto.

*
* *

La hipótesis más admitida es la de que alrededor del Sol circulan por entre las órbitas de los planetas enjambres de corpúsculos, tan pequeños á veces como los guijarros de nuestras playas, y que los planos en que se mueven están diversamente inclinados con respecto al plano de la elíptica, en que nuestra Tierra circula alrededor del Sol;—manera plausible de explicar el que nuestro globo no encuentre los grandes enjambres sino en determinadas épocas.

Pero más delicadas observaciones han hecho ver que la marcha del gran enjambre de Agosto es retrógrada; esto es, contraria á la de los planetas alrededor del Sol; de donde parece necesario inferir que esos cuerpos celestes no pertenecieron en un principio á nuestro sistema solar, sino que por causas desconocidas entraron en él procedentes de los abismos del espacio situados muy allá en las regiones ultrasolares.

*
* *

Pero, prescindiendo por el momento de esta procedencia, hay unanimidad en cuanto á la explicación

de las apariencias luminosas y de las detonaciones. Esos cuerpos al pasar cerca de la Tierra, esporádicamente ó en épocas determinadas, son atraídos por la enorme masa relativa de nuestro planeta y entran en nuestra atmósfera con velocidad tan tremenda que el roce con el aire los inflama y los hace detonar.

IV.

La cantidad de la materia cósmica es inmensa.

En primer lugar lo indica la existencia de la luz zodiacal, que durante centenares de años se verá en el cielo occidental por Marzo y Abril, y en el cielo oriental por Septiembre y Octubre, explicada por Cassini I como reflejo de la luz solar desde innumerables cuerpos diminutos que giran alrededor del Sol; por HERSCHELL como las más densas partes del medio resistente que retarda la marcha de los cometas, cargado acaso con residuos robados á las colas de millones de estos cuerpos al pasar por su perihelio; por EULER como un anillo alrededor del Sol, semejante al que rodea á Saturno; y por JONES como un anillo nebuloso, cuyo centro es la Tierra, y se halla circunscripto dentro de la órbita lunar.

Pero la verdad es que la naturaleza real de lo que quiera que fuere la luz zodiacal continúa siendo un enigma.

Hoy la mayor parte de los astrónomos modernos considera esa luz como una continuación de la atmósfera solar: una especie de envoltura nebulosa que rodea al Sol y se extiende más allá de la órbita terrestre. Esta materia, de cualquier clase que sea, muy difusa, puede brillar, ya reflejando los rayos del sol, ya por