

# REVISTA

## DE TELÉGRAFOS.

### ANALISIS EXPECTRAL, POR MR. PLUCKER (DE BONA).

Mr. Plucker comunica desde Bona excelentes é importantes experimentos, que tenemos la satisfacción de ser los primeros que los publican, y que dan al análisis expectral bases que no tenía. Hoy día demuestra: 1.º El hecho capital de la variabilidad de los espectros de los gases ó de los vapores con la fuerza del aparato, cuya corriente se hace pasar por el tubo que los contiene, y la tendencia de estos espectros á la continuidad por la difusión de las rayas. 2.º Que la variabilidad y esta difusión tiene por causa la elevación de temperatura que determina el aumento de fuerza del corriente de inducción, de modo que el número y la naturaleza de las rayas espectrales de los gases y de los vapores son función de la temperatura, á la cual se han sometido en el tubo capilar. 3.º Como aumentando la densidad de los gases y de los vapores hasta ahora muy enrarecidos, al mismo tiempo que se hace aumentar la fuerza de los aparatos y se someta á una temperatura cada vez mas elevada, se hacen volver á aparecer las rayas oscuras ó brillantes que caracterizan sus principios constitutivos, separa-

dos primeramente y reunidos de nuevo por la acción disolvente y combinante del calor.

Segun me pedis, voy á dar una idea general del estado actual de mis investigaciones respecto á los espectros de los gases y de los vapores.

La análisis expectral, segun la he concebido desde 1858 y 1859, consiste en introducir el gas que hay que examinar en tubos que en parte son capilares. Despues de haberle enrarecido convenientemente por medio del evacuatedor de mercurio, se hace pasar la descarga del aparato de inducción por el gas; al contraerse la corriente eléctrica en la parte capilar del tubo se pone candente la pequeña cantidad de gas que contiene. La luz es bastante viva para dar un excelente espectro, que en el caso general está compuesto de cierto número de líneas brillantes y características; una de estas líneas, cuya posición se determina exactamente, da á conocer la naturaleza del gas que se experimenta.

He operado por este medio con los gases comunes y algunos vapores. En el caso en que el vapor de la sustancia que se introduce en el tubo no tenga la densidad necesaria para hacer pasar la corriente, se emplea una lámpara

que aumenta la vaporización hasta que pase la corriente y haga candente el vapor. Así es como he operado en otro tiempo sobre el mercurio. Partiendo del mismo principio, introduje para obtener el espectro del sodio metálico un gas indiferente (hidrógeno), cuyo espectro se conoce en un tubo espectral de Geissler. El nombre de *tubo de Geissler*, que he dado á un tubo de cualquiera forma que contenga un gas dilatado, á través del cual, por medio de dos electrodos, se puede hacer pasar la corriente eléctrica, se ha adoptado generalmente. Es un testimonio de gratitud á la admirable habilidad de este artista ingenioso. El gas calentado por la corriente contribuye á desarrollar y calentar el vapor metálico.

Pueden distribuirse los espectros de los diversos cuerpos en estado gaseoso en varias clases, cada una de las cuales presenta un carácter particular. Las siguientes consideraciones se refieren á los variados aspectos que presentan estos espectros, y también á la composición y naturaleza de la luz que emana del gas que se inflama por la acción de la corriente.

Si la luz que ilumina la hendidura del aparato espectral contiene todos los colores de refrangibilidad siempre creciente desde el rojo intenso hasta el violado también intenso, el espectro continuo que se obtiene se compone de un infinito número de fajas superpuestas, cada una de las cuales tiene el ancho de la hendidura mirada directamente por el antejo. La luz de Drumond presenta un ejemplar de ello.

Por el contrario, si la luz de incidencia no contiene más que un número limitado de colores de una misma refrangibilidad, como el índice de refracción pasa con discontinuidad de un color á otro, el espectro correspondiente se compone de un número igual de fajas perfectamente marcadas, y separadas unas de otras por espacios negros y del mismo ancho que la hendidura: estas fajas se reducen casi á líneas matemáticas rectas si se va estrechando más y más la hendidura. El gas hidrógeno, el cloro,

el vapor de yodo y de bromo presentan ejemplos de esto con las condiciones que he descrito en mi *Memoria*.

Si el índice de refracción de los dos colores consecutivos se diferencia muy poco, sucede que las dos fajas correspondientes quedan en parte superpuestas una á otra; entonces se vé, con auxilio de una buena lente, que la parte media de la faja compuesta presenta una intensidad doble, y se halla terminada en sus bordes por otras dos fajas, cuyo ancho es la mitad del de la hendidura. Estrechando la hendidura cada vez más, la parte más iluminada intermedia disminuye de anchura, y llega á desaparecer enteramente cuando el ancho de la imagen directa de la hendidura es menor que la distancia de las líneas medias. Las dos fajas sencillas quedan en este caso separadas por un espacio oscuro. La distancia de las líneas que están en medio de las dos fajas es independiente del ancho de la hendidura; la hermosa raya doble del mercurio ofrece un ejemplo de ello.

Si la luz de incidencia contiene una serie continua de colores, cuya intensidad disminuye rápidamente cuando crece la refrangibilidad, mientras que faltan los colores de una refrangibilidad inmediatamente menor, la parte correspondiente del espectro presenta un espacio muy luminoso hacia el lado rojo que se oscurece poco á poco por el lado de color violado. Si semejantes espacios se suceden uno á otro, tendremos el aspecto de una columna estriada iluminada por la luz del sol: las porciones azules y violadas del espectro del nitrógeno mirado con una buena lente se conducen así.

Una cosa enteramente análoga sucede en el caso de los espacios, cuya iluminación disminuye por el lado de color violado hacia el lado rojo: más adelante citaré un ejemplo de ello.

Si la luz de incidencia contiene entre ciertos límites colores continuos, con excepción de interrupciones periódicas, el espectro que se obtiene queda dividido por líneas oscuras en una serie de espacios de color. En la parte

roja, anaranjada y amarilla del nitrógeno he contado diez y ocho de estos espacios coloreados, todos de la misma anchura. Si el espectro es hermoso, se ven agregarse dos de estos espacios en la parte oscura adyacente al amarillo, y tres en el verde que sigue. El espectro del azufre, que Mr. Geissler ha obtenido el primero, está compuesto enteramente de espacios semejantes coloreados, cuya anchura va aumentando desde el lado rojo al opuesto.

Si admitimos que la fuerza viva desarrollada por el calor que hace candente al gas sea del mismo género, en el caso de un espectro compuesto de una ó de varias fajas de luz perfectamente homogéneas, será preciso deducir de aquí que la intensidad de estas fajas es infinitamente mayor que la de la luz de igual refrangibilidad en el espectro continuo. De aquí se deduce por una parte que debe desecharse toda idea de absorcion para explicar la aparicion de semejantes fajas en el sitio del espectro continuo, y por otra resulta tambien que empleando un gran aumento, y siendo mayor la refraccion, las fajas de que se trata quedan perfectamente señaladas, mientras que el espectro continuo y los espacios coloreados se hacen casi imperceptibles. Así, empleando el antejo del gran aparato expectral de Steinheil, he reconocido en seguida que las fajas de luz homogénea que habia admitido en la parte violada del espectro del ázoe no existian realmente en las condiciones citadas; mientras que en el caso del hidrógeno he confirmado en el fondo oscuro del espectro la existencia de fajas homogéneas de intensidad muy débil.

Cuando, con objeto de dar una temperatura mas elevada al gas enrarecido, hice pasar la corriente desde un espacio mas ancho al tubo capilar, he observado desde mis primeras investigaciones sobre los espectros un cambio de color que acompañaba al cambio de intensidad. En otros términos, la intensidad luminosa relativa de las diferentes líneas homogéneas que en el caso general constituyen el espectro de los gases, es funcion de la temperatura. He in-

dicado despues que en el caso del hidrógeno, la intensidad de las tres líneas que constituyen la parte esencial de su espectro no disminuye en la misma proporcion, y que la línea roja se extingue la primera cuando se aproxima por el enrarecimiento del gas, al límite del cual no pasa la corriente. Por último, varias observaciones hechas recientemente sobre el espectro en condiciones diversas parecen en contradiccion directa con las que hice antes; por cuya razon me decidí á hacer nuevos experimentos, y sobre todo á aumentar mas que antes la temperatura.

Valiéndose de tubos espectrales, en los que el gas esté muy enrarecido, gana poco en cuanto á la intensidad luminosa del espectro si se pasa de cierta fuerza del carrete de induccion que atraviesa el tubo. Para dar al espectro un gran brillo, se necesita *aumentar al mismo tiempo la densidad del gas y la fuerza del carrete de induccion*. Operando segun este principio indicado en una *Memoria* anterior, se entra en un camino enteramente nuevo. Mr. Hittorf, profesor de química y física de la Academia de Munster, ha querido en estos últimos tiempos asociarse á mis trabajos. Limitándome en este momento á una sola clase de fenómenos, no elegiré entre nuestros experimentos mas que aquellos que demuestren claramente la transformacion que experimenta el espectro de un mismo gas si se aumenta cada vez mas su temperatura, haciendo pasar una corriente mas fuerte.

En primer término citaré el espectro del gas hidrógeno. Haciendo pasar la corriente de induccion del gran aparato de Ruhmkorff por un tubo capilar muy estrecho y poco largo que contenga este gas á una tension de media atmósfera poco mas ó menos, se obtiene un espectro análogo al que he obtenido cuando usaba el pequeño aparato de induccion, enrareciendo el gas muchísimo. Pero desde que se intercala, como Mr. Ruhmkorff indica, una botella de Leyden para aumentar la energia de la corriente, el espectro cambia enteramente

de aspecto, se hace continuo: la línea violada y la azul no resaltan sobre el fondo, que se vuelve deslumbrante, y no se ve en uno de los extremos del espectro mas que la línea roja que se hace cada vez mas ancha, de un brillo superior al de la parte adyacente del espectro. Por último, si se dirige el aparato espectral sobre la parte ancha del tubo que contiene el electrodo en que la luz antes de entrar en el tubo capilar está menos concentrada, se presenta un fenómeno intermedio. Al rededor del espectro continuo se ven las tres líneas primitivas; pero solo la roja es la que queda sensiblemente como estaba primero, mientras que las otras dos se desvanecen, y la violada mas que la azul.

El azoe se conduce de un modo enteramente diverso; el hermoso espectro de este gas, segun le he obtenido yo primero con el pequeño aparato de induccion, queda esencialmente el mismo cuando se emplea el gran aparato sin la botella, despues de haber aumentado su tension á unos 100<sup>mm</sup>; pero si se añade la botella, todo se cambia. Al nuevo espectro no le quedan ni vestigios del antiguo; está compuesto de muchas líneas hermosas de la misma refrangibilidad (separadas en parte por líneas delgadas negras), de las cuales ninguna aparecia como tal en el antiguo espectro. Los del azufre y del selenio se conducen de un modo análogo.

El espectro del oxígeno es débil si se produce en las antiguas condiciones; pero si la tension del gas es unos 100<sup>mm</sup>, da, por medio del gran aparato de induccion con la botella, uno de los mas hermosos espectros, compuesto de líneas de la misma refrangibilidad. Lo mismo sucede en el caso del cloro y del yodo.

El antiguo espectro del vapor del mercurio está esencialmente compuesto de tres líneas brillantes, una de las cuales es doble. En el nuevo espectro se agregan otras líneas á las antiguas, sobre todo líneas rojas y una anaranjada doble, que al principio no estaban nada indicadas, mientras que las líneas débiles, sa-

liendo del fondo del antiguo espectro, se habian desarrollado menos, lo cual no sucede en el caso del gas hidrógeno.

En este mismo espectro del mercurio las rayas verde y anaranjada, claramente marcadas cuando la temperatura era débil, se extienden cada vez mas por el lado del rojo, á medida que aumenta la temperatura.

Despues de haber tratado sucintamente la cuestion fisica de los espectros, me bastará decir algunas palabras para hacer resaltar su uso en la análisis química.

Parece que ningun cuerpo compuesto en estado gaseoso deja de descomponerse en sus últimos elementos cuando se aumenta suficientemente su temperatura. Para llegar á esta descomposicion se introduce el cuerpo gaseoso en un tubo de Geissler; despues se calienta el pequeño chorro de gas en lo interior de la parte capilar de este tubo por medio de una corriente de induccion, que se hace pasar por él. En mis antiguos tubos espectrales basta una corriente débil para obtener el espectro del gas muy enrarecido; pero en este caso, suponiendo que exista descomposicion, no es mas que parcial. Dos de estos tubos, uno de los cuales contiene ácido carbónico y otro gas óxido de carbono, dan el mismo espectro (el de este último gas), que no cambia esencialmente si se aumenta cada vez mas la fuerza del carrete de induccion; pasando de cierto limite no crece sensiblemente la temperatura del gas. En los nuevos tubos espectrales que contienen gas con una densidad mayor, se necesita un carrete mas fuerte, para dar á este gas la misma temperatura que en el primer caso; pero entonces el gas sube á una temperatura mucho mas elevada si se va aumentando la fuerza del carrete. Limitémonos otra vez al caso de los dos gases que acabamos de citar. En nuestros recientes experimentos dábamos Mr. Hittorff y yo á los dos gases contenidos en dos de los nuevos tubos una presion de unos 100<sup>mm</sup>, y empleábamos descargas del gran aparato de Ruhmkorff para iluminar los gases.

Descargando el aparato del modo comun, obteniamos tambien el mismo espectro que antes, el del óxido de carbono; pero interponiendo una botella de Leyden de tamaño conveniente, se veia aparecer de pronto el hermoso espectro del oxígeno, idéntico al que se obtiene directamente cuando, despues de haber puesto bajo la misma presion el gas oxígeno puro, se hace obrar la corriente de la misma manera. Puede repetirse el experimento tantas veces como se quiera. Empleando la corriente de induccion comun, se obtiene siempre en ambos casos el espectro del óxido de carbono, y haciendo intervenir la botella el del oxígeno. De aquí deduzco que á una temperatura menos elevada, el gas ácido carbónico se descompone en carbon y en gas óxido de carbono, sin que este último se descomponga; mientras que á otra temperatura mayor este mismo gas, bien se introduzca directamente en el tubo expectral, bien se introduzca en el interior del tubo por una primera descomposicion del ácido carbónico, se descompone siempre en oxígeno y carbono.

No es esto solo, sino que al mismo tiempo se ha demostrado que inmediatamente despues de la descomposicion, bajando la temperatura, se verifica la recomposicion del oxígeno y del carbono. No entraremos en detalles sobre las diferentes cuestiones que suscitan estos experimentos.

Al citar ejemplos en que se demuestra claramente la descomposicion de un cuerpo por medio de la análisis expectral, no debemos pasar en silencio la descomposicion del vapor de agua. Para ello introduciamos agua en lo interior de uno de los nuevos tubos, y antes de cerrarle á la lámpara, la hervíamos para desalojar el aire. Haciendo pasar despues la corriente sin botella de Leyden, no obteniamos mas que las tres únicas rayas del hidrógeno sobre fondo oscuro. Con la botella, al espectro del hidrógeno se agregaba el del oxígeno claramente señalado. Este experimento sirve al mismo tiempo de confirmacion de la fácil tras-

misión de la corriente eléctrica por el gas hidrógeno. Cuando un gas enrarecido cualquiera ha retenido el menor vestigio de agua, esta se descompone, y las rayas del hidrógeno, sobre todo la raya roja y azul, se destacan con la mayor claridad sobre el espectro del gas que se examina. Referiré tambien el experimento siguiente. Si se hace pasar la corriente por un tubo expectral que contenga, por ejemplo, gas nitrógeno desecado sin mucho esmero en comunicacion con el evacuador de mercurio, se ve desde luego, mientras que se hace el vacio, el hermoso espectro del nitrógeno, que cuando se aproxima al limite del enrarecimiento es reemplazado por el del hidrógeno.

Como tercer ejemplo citaré el cloruro de zinc: despues de haberle introducido en corta cantidad en lo interior del tubo expectral, se hace el vacio lo mejor posible, y calentando entonces el tubo, se obtiene á poco tiempo el espectro del cloro poco desarrollado, pero que fácilmente se reconoce; despues si se continúa calentando, este espectro, que al principio ha aumentado de intensidad, desaparece poco á poco, mientras que el espectro del zinc metálico se desarrolla por su parte, y al fin no se vé mas que el espectro de este metal, compuesto esencialmente de cuatro líneas sumamente brillantes y claramente trazadas, una roja mas refrangible que la raya semejante del hidrógeno, las otras tres en las regiones verde y azul. Si el tubo se enfria, se vé que en el órden inverso desaparece el espectro del zinc, y le sustituye el del cloro. Excepto la falta de coincidencia de las rayas brillantes, el cloruro de cadmio se conduce absolutamente del mismo modo que el cloruro de zinc. Mr. Miller ha presentado últimamente á la Sociedad Real de Lóndres unas fotografias muy notables de las fajas brillantes de los espectros de todos los metales: estas fajas no aparecen tan claramente señaladas como las nuestras; pero las diferencias se explican con mucha probabilidad por la elevacion mayor de temperatura en que se producen las fajas luminosas en los experi-

mentos de Mr. Miller. De los hechos citados al principio, creo poder deducir que sus espectros propendian á convertirse en espectro continuo.

Pudiendo disponer de un carrito de bastante fuerza, nada impide llegar, en cuanto á la densidad del gas que se examina, hasta una atmósfera completa y aun mas allá de ella: nada se opone por último á que se haga pasar una corriente continua de gas por el tubo capilar, en vez de encerrar herméticamente el gas en el tubo. Uno de vidrio abierto por sus dos extremos, y hecho capilar por su parte media en la longitud de 1 á 2 centímetros, y en el cual se hacen penetrar por cada lado dos alambres de platino aislados, y que se detienen en los dos bordes de la parte estrechada, viene á ser un verdadero *analizador químico*. Se pone uno de sus extremos en comunicacion con el aparato en que se desprende el gas que se va á examinar, ó con el cuello de la retorta que contiene el liquido hirviendo cuyo vapor quiere analizarse. El fluido, gas ó vapor que atraviesa el analizador se pone candente en la parte capilar si se unen ambos hilos de platino con los reóforos del carrito de induccion. Si se quiere operar á la presion ordinaria, se deja que el gas ó vapor se escape libremente por el otro extremo del analizador. Por el contrario, si se cree preferible operar á una presion menor, con facilidad se presentan los medios de conseguirlo, y no necesito insistir mas sobre este punto.

El carácter esencial de la análisis de que acabo de hacer una ligera reseña, consiste en que no se trata solamente de reconocer ciertas sustancias que entran en la composicion de un cuerpo dado, sino descubrir todos sus elementos. Para conseguirlo con seguridad y de un modo completo, no basta determinar en condiciones especiales los espectros de los cuerpos simples en estado gaseoso; se necesita tambien respecto de cada cuerpo fijar la série de los cambios que experimenta este espectro por la elevacion sucesiva de la temperatura. Tambien

es necesario tener en cuenta la trasmision mas ó menos fácil de la corriente eléctrica por los diferentes vapores, y el transporte de la sustancia de los electrodos.

Hasta ahora Mr. Hittorf y yo no hemos hecho mas que plantear la cuestion química y las demás que á ella se refieren, y nos parece muy dilatado el campo que ofrece este nuevo método de análisis expectral.

*Cosmos.*

#### SOBRE LA TEORIA DINAMICA DEL CALOR

POR H. GILL, MEMORIA DIRIGIDA AL PROFESOR TYNDALL.

En los tiempos presentes, en que todo lo que se relaciona con la teoria termo-dinámica empieza á llamar mas generalmente la atencion del público científico, cada pequeña porcion de nueva luz puede ser útil para ayudar al progreso de una rama del saber con que, como observó V. muy bien, promete mas riquezas que cualquiera de las que hasta aqui nos ha proporcionado el saber humano. Como un oscuro trabajador en este gran campo de la ciencia, no deberia quizás pedir á V., como editor que es del *Diario filosófico*, el favor de hacer públicas algunas observaciones que podrán no ser inútiles para esclarecer parte de la oscuridad que me parece encubren todavia los primeros pasos de nuestro progreso: este objeto ha sido de profundo y fascinador interés para mi, desde el oscuro pronóstico de la teoria expuesta por Sequin hace 24 años, el vigoroso bosquejo trazado por la mano maestra de Mayer, el gran número de importantes experimentos de Fonte, los trabajos de Thomson, Clausius, Regnault y Helmholtz, hasta las recientes observaciones termo-dinámicas del profesor Rankine expuesto en su obra de los motores primitivos. Mientras yo he tratado de empaparme en la filosofia de esta materia, estudiando obras de otros, no he dejado de hacer algunas investigaciones por medio de experimentos originales, en medio de circunstancias muy difíciles, pero me aventuro á creer no totalmente en vano.

Debo declarar, que mis largas investigaciones sobre el trabajo de la máquina de vapor, y mis numerosos experimentos sobre el aire caliente aplicado como motor, me obligaron á pensar mio, hace muchos años, á dudar de que el calor contenido en los fluidos elásticos fuese directamente convertido su trabajo y fué para mi un manantial de sincero pesar, el ver

que una hermosa teoría elaborada con una admirable habilidad por las mejores inteligencias de nuestra época, y que aplicada á algunos de los grandes fenómenos cósmicos, da resultados que llevan el sello de la exactitud, fuese errónea cuando se aplicaba al trabajo de nuestras ordinarias máquinas de vapor.

La doctrina termo-dinámica admitida, sienta que todo el calor que pasa del fuego á la caldera toma un estado de movimiento molecular en el vapor, y que el trabajo efectuado es debido al color que se halla en estas condiciones y que se desprende del vapor, durante el paso de este por la máquina; el vapor debe pues contener menos calor despues que ha hecho el trabajo que antes de hacerlo y la cantidad de calor que desaparece, para ser transformado en trabajo, deberá estar en relacion con el equivalente mecánico del mismo, que la experiencia ha fijado en 772 libras. Segun esta doctrina, el movimiento molecular se trasmite del fuego al vapor, transformándose en trabajo una pequeña parte y quedando lo restante en el vapor despues que la operacion se ha concluido.

De la misma manera que Sequin hace un cuarto de siglo y que Mr. Hirn de Colmar muy recientemente, he hallado en el condensador de la máquina todo el calor contenido desde un principio en el vapor teniendo en cuenta las pérdidas conocidas, pero no puedo, como Mr. Hirn, variar de modo de pensar é interpretar los hechos de manera que me conforme con una teoría por bien autorizada que esté. Espero que esta franca declaracion de parcialidad no me impedirá obtener un razonable exámen mientras yo trate de hacer ver que los hechos observados no son del todo incompatibles con la teoría admitida, aunque el corto espacio á que debo limitarme haga que mi exposicion sea muy imperfecta, pero habré conseguido mi principal objeto si mis gestiones inducen afortunadamente á que se ocupen del asunto inteligencias superiores.

Bueno será observar aquí que estoy completamente convencido de la general exactitud de aquella parte de la teoría dinámica del calor que trata de la conversion del trabajo en calor, y espero que la ciencia declarará pronto la oscuridad que envuelve aun el fenómeno contrario ó sea la conversion del calor en trabajo.

El universo material considerado superficialmente solo presenta materia y movimiento. Pero examinándolo con mas atencion se vé, que esta materia está sujeta á ciertas fuerzas ó está supeditada á principios tales, que no pueden atribuirse en general al resultado del movimiento por mas que se haya desplegado

mucho ingenio en demostrar que el fenómeno de la gravitacion terrestre resulta de la rotacion de la tierra sobre su eje, y de su movimiento de traslacion, y en aplicar el bien conocido principio de la fuerza centrifuga al fenómeno de repulsion molecular ó de elasticidad de los gases y vapores. Los dos grandes principios de energia ó fuerza que parecen absorber á todos los demás, son la atraccion y la repulsion, y seria quizás acertado creer que en la mayor parte de los fenómenos, el movimiento resulta de estas dos fuerzas. Tal vez la suposicion mas probable seria que ellas son coexistentes con el movimiento desde la creacion de las cosas. Podria objetarse, sin embargo, que tan lejos como se extienden nuestras observaciones, se reconoce una relacion universal é inmutable entre el movimiento y la materia y los mas recónditos principios ó propiedades de la atraccion y repulsion; de manera que aunque el movimiento desapareciese, seria reemplazado por una fuerza equivalente bajo la forma de atraccion ó repulsion, cuyas fuerzas habrian perdido en este caso el equilibrio. Y recientemente, siempre que este equilibrio se restableciese, se produciria un movimiento equivalente. En otras palabras, la energia dinámica es la fuerza de movimiento y la estática es el estado de equilibrio perturbado de la atraccion ó repulsion, y como ha dicho muy bien Mayer, estas diferentes formas de energia ó fuerza son trasmutables. El calor, observándolo de la manera que generalmente se nos presenta, no es mas que un movimiento molecular, y la energia calorifica de la parte mas caliente de la llama es el vaivén de las particulas materiales. Como el calor es la consecuencia inmediata del trabajo en los motores primitivos, puede suponerse que toda la energia que corresponde al trabajo hecho por una máquina de vapor debe pasar del fuego al vapor y del vapor al trabajo efectuado. Puede admitirse que la cantidad de calor necesaria para formar el vapor bajo diferentes presiones es constante ó está muy cerca de serlo, y que un pié cúbico de vapor bajo una presion de diez atmósferas, completamente condensado en la vasija que le contiene, comunicará solamente al agua líquida la misma cantidad de calor que 10 piés cúbicos de vapor bajo la presion de una atmósfera.

Si al pié cúbico de vapor que se halla fuertemente comprimido se le deja dilatarse poco á poco ensanchando el espacio que le contiene, hasta que haya adquirido el volumen de 10 piés cúbicos, suponiendo que no se haya perdido ó aprovechado ningun calor, en el procedimiento se verá que tiene iguales propiedades que los 10 piés de vapor que teniamos bajo la presion ordinaria; pero la dilatacion

bajo una moderada resistencia produce trabajo necesariamente, y en efecto, el trabajo producido por el vapor á alta presión será tres veces mayor que el que produzca aquel que la tiene baja. La fuerza equivalente á esta notable diferencia de trabajo debe existir en el vapor que está muy comprimido, pero no como calor molecular, porque el vapor contiene solamente la movilidad de su calor de conversión ó de cambio de estado.

Imagínesse que por una fuerza exterior se comprime una masa de 10 pies cúbicos de vapor que está bajo la presión atmosférica hasta que llegue á reducirse á un pie cúbico, suponiendo que en esta operación no se pierda ni se aproveche ningún calor, y haciendo también abstracción del frotamiento se verá que el pie cúbico de vapor que resulta es idéntico á aquel que se hubiera obtenido la acción directa del fuego, bajo la presión de diez atmósferas. La doctrina termodinámica es completamente errónea, al sentar que la *compresión, prescindiendo del frotamiento, es un manantial de calor*. En los fluidos elásticos solo es evidentemente una causa y es la concentración del calor ó aumento de temperatura, resultando del cambio de calor latente en sensible, como se expresa comunmente. Esta importante dificultad debe ser cabalmente la piedra fundamental de la teoría, y se la debe fortalecer antes de que las creencias actuales tomen incremento. Es evidente que una gran cantidad de energía existe en el vapor muy comprimido (y en los gases que se hallan en la misma condición), y esta energía no es movimiento molecular ó el calor que se describe en la teoría dinámica, sino fuerza estática capaz de producir un trabajo equivalente cuando el fluido puede dilatarse bajo una moderada resistencia ó que puede convertirse en calor interior ó movimiento molecular de su propia masa, al aumentar su volumen de una manera brusca.

Esta fuerza debe ser una de las formas de repulsión, pero no la fuerza centrífuga de repulsión molecular, porque esta debe resultar del movimiento, y bien se vé que no existe ninguno en los fluidos comprimidos. Los fenómenos físicos presentan numerosos ejemplos de la acción de repulsión estática completamente distinta de la fuerza centrífuga, y se ha dicho más arriba que cuando el movimiento desaparece, es reemplazado por una fuerza equivalente de atracción ó repulsión. El calor de conversión del agua en vapor, pasa del fuego al fluido como movimiento molecular, que sea este movimiento de rotación ó de vibración, es cuestión que importa poco si nosotros admitimos que la energía que produce el trabajo no es una fuerza centrífuga dinámica. Alguna cosa parecida

á la fuerza que produce el trabajo, debe suponerse que pasa del fuego al vapor. Si es energía existente en el fuego, al estado de fuerza dinámica deberá desaparecer de él cuando se trasmita al vapor y tomará durante su permanencia en este una forma ó condición de repulsión molecular en el estado de fuerza estática bajo la influencia de alguna fuerza opuesta también estática. Y recíprocamente cuando la fuerza estática opuesta es perturbada, reaparece el movimiento como trabajo exterior ó como movimiento molecular interior, de modo que restablece el equilibrio primitivo. No es necesario suponer la reaparición inmediata para reponer el equilibrio, porque este equilibrio será igualmente restablecido por la cesión de una fuerza de un cuerpo que reaparecerá en otro bajo la misma forma, pero más ó menos pronto esta transformación tendrá lugar en el curso del fenómeno, porque cuando un estado de fuerza desaparece, pronto es reemplazado por otro.

Pero si el vapor muy comprimido se condensa completamente en la vasija que le contiene, quitándole simplemente el calor de conversión, el exceso de energía arriba mencionado desaparecerá enteramente. ¿Qué se hace? Creo que esta cuestión pertenece á la doctrina dinámica del calor, sin embargo, la respuesta no puede ser satisfactoria en el estado actual de la ciencia.

Los recientes experimentos de Mr. Hirn demuestran que cuando el vapor muy comprimido puede dilatarse repentinamente en un condensador, se produce calor, es decir, que aparece más calor en el condensador que el que realmente existía desde un principio en el vapor. Este hecho no está discutido, pero se explica teniendo en cuenta que las moléculas de vapor se precipitan en el condensador con inmensa velocidad mientras está libre de presión el agua que resulte de su condensación, y como la fuerza es coexistente con la velocidad en el momento de traslación de las moléculas, se queda en el condensador tomando la forma de movimiento que conocemos como calor. Creo que esta explicación no es satisfactoria aunque exprese correctamente el fenómeno molecular. El vapor estando muy comprimido contiene solamente el calor (movimiento molecular) de conversión ó de cambio de estado, pudiendo admitirse que es próximamente una cantidad constante bajo las diferentes circunstancias de temperatura y presión, y esta es la cantidad que aparece cuando el vapor es condensado por la presión. Pero el movimiento molecular del vapor es aumentado después de la dilatación, y por consiguiente el vapor que se ha dilatado de esta manera, es calentado de nuevo como lo demuestran los experimentos de Siemens y los míos propios, luego debe admitirse

que en este estado de compresion hay algo que no es calor termométrico mientras permanezca el vapor en dicho estado, aunque siempre acompañe una temperatura mayor; produce, sin embargo, trabajo si el vapor se dilata bajo una moderada resistencia, y calor si lo efectúa repentinamente.

Joule, en 1843, hizo análogos experimentos, en los cuales se dilataba el aire comprimido por dos métodos distintos, primeramente ensanchando el espacio que le contenía manteniendo una moderada presión, con lo que se efectuaba un trabajo exterior acompañado de una pérdida aparente de calor, y después por el paso brusco del vaso que le contenía en otro contiguo, con lo que no se efectuaba ningún trabajo exterior ni se observaba tampoco pérdida alguna de calor. Dedujo que el calor desaparecido en el primer caso se convertía en trabajo, y que en el segundo caso no desaparecía ningún calor porque no se efectuaba trabajo. Estos notables experimentos llamaron la atención de los hombres científicos, induciéndoles á ocuparse de la nueva teoría; Regnault en particular los repitió con decidido empeño, dándoles toda la variedad que le sugería su gran experiencia en las investigaciones sobre el calor. Hace diez años que anunció á la Academia de las Ciencias, que sus experimentos confirmaban por completo los resultados obtenidos por Joule, y desde este tiempo se declaró francamente partidario de la nueva teoría.

Los hechos que se desprenden de estos experimentos son ciertos (y verdaderamente no podría ser de otra manera en manos de experimentadores tan hábiles); pero creo que la explicación que se ha dado de ellos es inexacta. El aire comprimido estaba á la elevada tensión de veintidós atmósferas, y para producir dicha tensión debió emplearse no poco trabajo. La energía equivalente á este trabajo procedía indudablemente de una causa exterior y era transmitida al aire. Si no se hubiese perdido ningún calor durante la compresión, la temperatura hubiera aumentado considerablemente á causa del cambio del calor latente en sensible, y cuando le fuera permitido al aire dilatarse bajo una moderada presión hasta llegar á su volumen primitivo, se hubiera producido una cantidad de trabajo igual á la empleada en la compresión trabajando la temperatura á su punto primitivo por el cambio de calor sensible en latente. Si la pérdida de calor no fuese prevenida durante la compresión, el aire denso á la temperatura de la atmósfera que le rodea contendría mucho menos calor que el que tenía á la densidad ordinaria y á la misma temperatura, y su tensión sería proporcionalmente menor que si no hubiese habido pérdida de calor. Si este no puede penetrar en el reci-

piente lleno de aire durante la expansión, la temperatura bajará considerablemente y se producirá nuevo trabajo por la menor dilatación que en esta circunstancia restablecerá el equilibrio. En el primer caso toda la energía que existe en el fluido comprimido permanecerá estática mientras dure el estado de presión, y en el segundo caso parte de la energía comunicada escapará con el calor, y el resto se acumulará en el fluido comprimido. Este último estado de cosas representa la condición primitiva en los experimentos de Joule sobre el aire comprimido, y es evidente que si el aire pudiese dilatarse gradualmente, aumentando poco á poco el espacio que le contiene, se produciría algún trabajo exterior, y la temperatura del fluido, mientras se dilatase bajaría, porque una parte de su calor sensible se convertiría en latente, quedando en el mismo estado la mayor parte del calor restante, sin embargo de haber bajado la temperatura.

Pero como el agua del calorímetro estaba lo mismo que el aire comprimido á la temperatura de la atmósfera al principio del experimento, la pérdida sufrida por el aire, al aumentar su volumen, se impedia naturalmente á tomar calor del agua que le rodeaba, hasta que el equilibrio de temperatura se hubiese restablecido. De aquí resulta en la expansión del calor lo que se llama una desaparición de calor, que se supone convertido en el trabajo producido por la expansión, siendo el verdadero estado del caso, que el aire al dilatarse ha producido el trabajo sin ninguna pérdida de calor; pero había solamente disminuido en temperatura; puede concebirse por lo tanto que la compresión da al aire una energía que antes no tenía, y que esta energía es diferente del calor mientras dure aquella. En realidad el aire comprimido contiene una energía estática comparable á la tensión, y el principio de la conservación queda satisfecho porque recupera el trabajo gastado en comprimir el aire y prepararle para el experimento, de manera que esta pérdida de calor no influye en el equilibrio de las cosas.

En el segundo caso del experimento de Joule, cuando el aire comprimido se dilata bruscamente, en el recipiente contiguo no se produce trabajo alguno, pero debe resultar como el experimento de Hern de la brusca expansión del vapor comprimido un aumento en el calor total del fluido. Pero como la expansión en el vaso primero debe hacer que baje la temperatura (aunque sin pérdida de calor), el calor exterior producido por el movimiento brusco del aire dilatado del otro vaso, compensará la pérdida de temperatura, de manera que por el agua del calorímetro no se apreciará esta reducción de temperatura.

(Se continuará)

## NOTICIAS GENERALES.

Una señora, cuyo nombre no recordamos en este momento, ha solicitado leer en la Academia de ciencias de Paris una memoria. Esta señora que hace caso omiso de la modestia, se cree capaz de exponer y hacer admitir una nueva teoria meteorológica: ha tomado esta resolucian, segun dice, á consecuencia de la poca acogida que han hallado los Sres. Coulvier-Gravier y Mathieu (de la Drôme).

Pero por mas que sea grande la confianza que la dama abrigue en la nueva teoria que desea someter á la corporacion científica, es lo cierto que Mr. Velpau no se ha creído autorizado para acoger una petician que le parecia insólita. ¡Una señora lectora en la Academia de ciencias! ¡Oh, escándalo! El sábio presidente manifestó que era un caso imprevisto por el reglamento. Si esta dama quiere dirigir su memoria, dijo, se sujetará á un exámen; es cuanto podemos hacer en este sentido.

Es notable la tolerancia que manifiestan los indios de las praderas del Oeste en los Estados-Unidos con el telégrafo trascontinental. Los pieles rojas solo tratan de inquietar y molestar á los blancos de todos los modos posibles é imposibles, y parece que los postes y los hilos del telégrafo no estarian seguros entre ellos. Sin embargo, hasta ahora ningun daño han hecho á ciencia cierta, y para explicar esta tolerancia, refieren los diarios americanos lo que sigue: Cuando se empezó á poner los postes del telégrafo, los indios procedieron inmediatamente á derribarlos bajo el pretexto de que se trataba de formar un cercado para detener á los bisontes. Entonces se recurrió á la diplomacia y se aseguró á los indios que á lo largo de aquellos hilos viajaba desde un Océano á otro el espíritu de su abuelo de Washington, pero no lo creían, y se trató de hacer uso de medios sorprendentes. Se invitó á los indios que estaban presentes con su jefe á la cabeza, á que colocaran las manos sobre el hilo el cual habia sido puesto anteriormente en contacto con una fuerte bateria galvánica. Cuando los indios aproximaron los dedos se puso en juego la bateria y todos recibieron un choque simultáneo que les llenó de terror y los convenció. Desde aquel dia, es imposible, ni aun á precio de oro, persuadir á un indio á que arranque un poste ó á que corte un hilo telegráfico.

En Viena tendrá lugar una exposicion universal

para el año de 1866. Por otra parte *El Monitor* de Paris anuncia otra para 1867; con tal motivo un diario de Viena se exalta hasta el punto de decir: «en esto va el honor; excitar para que todos cumplan con su deber, seria una cobardia.» El Ministro de Comercio austriaco ha dictado ya las oportunas disposiciones á fin de que la exposicion se verifique en la capital del imperio con toda la magnificencia posible; los preparativos pues se activan de una manera pasmosa, y empeñado el emperador, de esperar es que rivalice con las celebradas ya en Paris y Londres.

La compañía electro-telegráfica internacional despliega una actividad digna de todo elogio para poner en inmediato contacto, por decirlo así, el antiguo y nuevo mundo. Los despachos de San Francisco en el Océano pacifico tardan diez dias para llegar á San Petersburgo, invirtiéndose nueve en la travesia del mar. Se trabaja con sumo empeño á fin de colocar en un breve plazo la gran via submarina que ha de borrar el actual trayecto del Pacifico que separa los dos mundos: encomendada la direccion de las obras al conocido ingeniero inglés Sr. Varley, no puede dudarse que serán coronadas con éxito feliz.

*El gas hidrógeno como combustible.* Dice *l'Italie nouvelle* que el gobierno italiano, deseoso de experimentar el sistema de Mr. Genaro Mundo que consiste en hacer intervenir el gas hidrógeno estraido de la descomposicion del agua, como combustible aplicable á las máquinas de vapor, ha puesto últimamente el vapor *Antilope* á disposicion del inventor. Aunque todavia incompletas las experiencias que se acaban de verificar para arreglar las funciones del aparato, ofrecen sin embargo los mejores resultados.

Es necesario añadir que desde el almirante Tolosano hasta el último marino, todos rivalizan en celo por prestar su concurso á una invencion que en tan alto grado interesa á la navegacion de vapor. El mismo Mr. Micheli, director de ingenieros navales, se ocupa de añadir al aparato un contador especial cuyo objeto es determinar de una manera precisa el número de propulsiones, de evoluciones de la máquina, asi como las cantidades de carbon consumidas con ó sin la adiccion del aparato de que se trata.

El magnetismo aplicado á la curacion de ciertas enfermedades parece presentar un nuevo campo de

investigaciones á las ciencias médicas. En este sentido el doctor Castle ha presentado á la Academia el siguiente hecho llamando la atención de tan ilustrada y sabia sociedad. Se trata, dice, de una mujer, que desde la edad de quince años ha experimentado bajo la influencia de una viva impresion los primeros accidentes de una afeccion nerviosa de las mas tenaces y mas profundas que se conocen, acompañada de ataques convulsivos, histéricos y toda la serie de fenómenos que se observan en la mas marcada neurosis. Estos ataques convulsivos han llegado á repetirse con tal frecuencia é intensidad que ha sido preciso calificarlos de *epileptiformes* con el asentimiento de un médico distinguido que no ha tenido inconveniente en extender un certificado desde que presencié los hechos. Algun tiempo despues las facultades intelectuales de la jóven se iban extinguiendo poco á poco, la memoria y la voluntad se paralizaron, por manera que la infeliz enferma llegó á un estado casi de imbecilidad. En fin, en la última fase de la afeccion, y para hablar solo de los fenómenos principales diré, que á los ataques convulsivos seguian una fuerte regidez en las mandíbulas y una completa mudez, cuyo estado se prolongaba algunas veces por espacio de dias, habiendo pasado de diez en mas de una ocasion. Despues de permanecer largo

tiempo en los hospitales sin encontrar el alivio que buscaba, al ver la gravedad de estos sintomas y en consideracion á la inutilidad de los tratamientos hasta hoy empleados, me decidí, continua el Sr. Castle, á tratar la enfermedad por el magnetismo animal. A este fin la sujeté á la accion magnética durante una ó dos horas diariamente. Al cabo de un mes, solo en el momento de los ataques se practicaba el remedio. Pues bien, en poco tiempo todos los sintomas se han mejorado; el buen humor, la actividad, la alegría, el apetito y la digestion; un fenómeno notable y que manifiesta bien esta trasformacion favorable á la economia se ha presentado, y es la desaparicion de una leucorrea que jamás habia dejado á la enferma desde su juventud.

No está completamente curada, es verdad, pero las ataques son ligeros y á largos intervalos de tiempo. Cuando se producen, recorro á la accion magnética, y basta una corta sesion para volver la enferma á su estado normal.

Esta comunicacion va acompañada de observaciones por parte de Mr. Thourens; sin embargo ha sido enviada para que la examinen miembros de la Academia, entre los cuales se cuentan los Sres. Claude y Bernard.

## CRÓNICA DEL CUERPO.

Ha ingresado nuevamente en el Cuerpo el Subdirector de primera clase D. Rafael Palet, que se hallaba en uso de licencia, debiendo pasar á prestar los servicios de su clase á la estacion de Palma de Mallorca.

Se ha dispuesto que la estacion del Ferrol, dependiente de la Coruña, se declare direccion de seccion, y en su consecuencia quede la de Puentes de Garcia Rodriguez comprendida en esta nueva direccion.

Ha sido nombrado telegrafista primero, para cubrir vacante el segundo, de la estacion de Valladolid, D. Rafael Cano.

Con arreglo á lo prevenido en Real órden de 31 de Enero de 1860, y accediendo á lo solicitado por el telegrafista segundo supernumerario D. Vicente Morelló, de regreso de Ultramar en la Peninsula, se ha dispuesto sea declarado en posesion de su destino, debiendo prestar los servicios de su clase en la estacion de Córdoba.

Ha terminado la comision que venia desempeñando el Subdirector de seccion D. Juan Martin Ibarrola, como inspector de los trabajos para la construccion de la linea telegráfica de Cáceres á Salamanca.

Terminada la temporada de baños, y por tanto el servicio de las estaciones de Cestona y Zarauz, se ha dispuesto que regresen á sus destinos el Jefe de estacion D. Donato Caridad y el telegrafista don Constantino Andrade, que son San Sebastian y Tolosa respectivamente.

A propuesta de la Direccion general, se ha mandado de Real órden que desde 1.º de Noviembre próximo se pague solo un real por despacho para el fondo de domicilio, en lugar de los dos que hasta ahora se han venido percibiendo.

Ha fallecido en Algeciras el telegrafista D. José Basso y Bossio.

Ha sido repuesto, con arreglo al artículo 106 del Reglamento orgánico, en su empleo de telegrafista

tercero, D. Antonio Bravo y Cestafé y destinado á la estacion de Rioseco.

Han sido nombrados telegrafistas de segunda clase los que lo eran de tercera mas antiguos, D. Manuel Lanza y D. Eduardo Orehell.

Ha quedado suprimida la estacion telegráfica de San Chidrian.

Con fecha 26 de Setiembre próximo pasado han sido nombrados telegrafistas de tercera clase los alum-

nos aptos de la escuela práctica, cuyos nombres se expresan á continuacion: D. Florencio Fernandez Campa, D. Antonio Puig, D. Angel Coll y Cardona, Don Francisco Trinidad Sanchez, D. Genaro Tagell, D. José Llado y Garcia, D. Casimiro Baños, D. José Wais, D. Higinio Manzanares, D. José Diaz Gonzalez, D. José Carballo, D. José Gimenez Custodio, y los escribientes D. Juan Conesa y D. Celestino Jesus Moran.

Editor responsable, D. ANTONIO PEÑAFIEL.

MADRID: 1863.—IMPRENTA NACIONAL.

## MOVIMIENTO DEL PERSONAL

DURANTE LA PRIMERA QUINCENA DEL MES DE OCTUBRE.

TRASLACIONES.				
CLASES.	NOMBRES.	PROCEDENCIA.	DESTINO.	OBSERVACIONES.
Jefe de estacion.	D. Andrés Alvarez Lozano.	Palma.....	Dénia.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Felipe Trigo y Galvez.	Direccion gral.	Bilbao.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Nemesio Picornell.	Bilbao.....	Direccion....	Idem id.
Oficial.....	D. Antonio Lombardia.	Avilés.....	Vivero.....	Por permuta.
Idem.....	D. Rafael Bilbao.	Vivero.....	Avilés.....	Idem.
Telegrafista.	D. Antonio G. y Gomez.	Cádiz.....	Badajoz.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. José Oñorbe.	Tudela.....	Vergara.....	Por permuta.
Idem.....	D. Félix Hernandez.	Vergara.....	Tudela.....	Idem.
Idem.....	D. Luis Mayalde.	Valladolid	Central.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Agustin Garcia Relano.	Sevilla.....	Huelva.....	Por permuta.
Idem.....	D. Cipriano Cobo.	Huelva.....	Sevilla.....	Idem.
Idem.....	D. Ricardo Lopez Bercial.	Lérida.....	Huesca.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Cayetano Tordesillas.	Manzanares.	Jávea.....	Por permuta.
Idem.....	D. Tomás Cervera.	Jávea.....	Manzanares.	Idem.
Idem.....	D. Enrique Villarreal.	San Fernando.	Ceuta.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Angel Baraja y Mathe.	Ferrol.....	Rivadeo.....	Idem id.
Idem.....	D. Florencio Fdez. Campa.	Escuela.....	Valladolid...	Idem id.
Idem.....	D. Antonio Puig.	Idem.....	Carcajente...	Idem id.
Idem.....	D. Angel Coll y Cardona.	Idem.....	Barcelona.....	Idem id.
Idem.....	D. Francisco Trinidad Sanchez.	Idem.....	Algeciras.....	Idem id.
Idem.....	D. Genaro Tagell.	Idem.....	Mataró.....	Conveniencia propia.
Idem.....	D. José Llado y Garcia.	Idem.....	Tarragona.....	Idem id.
Idem.....	D. Casimiro Baños.	Idem.....	Lérida.....	"
Idem.....	D. José Wais.	Idem.....	Coruña.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Higinio Manzanares.	Idem.....	Alicante.....	"
Idem.....	D. José Diaz Gonzalez.	Idem.....	Ferrol.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. José Carballo.	Idem.....	Veger.....	Conveniencia propia.
Idem.....	D. José Gimenez Custodio.	Idem.....	Algeciras.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Juan Conesa.	Idem.....	Barcelona.....	Idem id.
Idem.....	D. Celestino J. Moran.	Idem.....	Gijon.....	Idem id.