

los distintos días en que se haga el experimento.» Melloni atribuye estos cambios, que se notan solamente en las radiaciones oscuras sin afectar á las intensidades relativas de las luminosas, á las diferencias de humedad de las capas inferiores ó superiores de la atmósfera, la cual debe estar por lo mismo dotada de una especie de *coloracion calorífica* ó de *termocrosis*.

Tyndall tomó por foco la luz del arco voltaico, y operando con un prisma de sal gema, vió que la radiacion calorífica se extendía más allá del lado de los rayos ménos refrangibles de lo que se extiende en el espectro solar. Este resultado viene en apoyo de la opinion de Melloni, de que la atmósfera obra por absorcion en las radiaciones oscuras más refrangibles de los rayos solares.

III

RADIACIONES QUIMICAS DEL ESPECTRO. — ESPECTRO ULTRA-MORADO

Conocida es la influencia de la luz del Sol en los colores materiales, cuando se ha estampado ó teñido con ellos las telas, el papel, la madera ó cualesquiera otras sustancias orgánicas. Los cortinajes se decoloran á la luz del día y los lienzos crudos de tinte amarillento blanquean si se los pone al sol. Hoy nadie ignora ya cuán necesaria es la luz para el completo desarrollo, para la salud y hasta para la vida de los animales y de los vegetales. Pues estas múltiples influencias, de las cuales tendremos que volver á ocuparnos, consisten, en último análisis, en una serie de acciones químicas, en descomposiciones ó combinaciones de sustancias. El cloro y el hidrógeno que, en la oscuridad, no ejercen accion alguna uno sobre otro, se combinan y forman ácido clorhídrico cuando se les pone á la luz. Si el frasco que los contiene se coloca en un sitio alumbrado por la luz difusa del día, la combinacion se efectúa lentamente; pero á los rayos solares, bruscamente y con explosion. La luz descompone las sales de oro, de plata y de platino. La heliografía, descubierta por Niepce y Daguerre, y todos los actuales procedimientos de fotografía están basados en la accion química de los rayos luminosos, ya procedan del Sol, ó de la Luna ó de otros focos de suficiente inten-

sidad. Más adelante describiremos estos procedimientos; bástenos por ahora tomar nota de los fenómenos.

Aquí se presenta la misma cuestion que con los poderes lumínicos y caloríficos: trátase de saber si las diferentes regiones del espectro solar están dotadas de igual facultad bajo el punto de vista químico, ó si varía su eficacia de una á otra.

Scheele, que ya desde 1777 habia notado la accion de la luz sobre el cloruro de plata, reconoció tambien que los rayos coloreados del espectro obran con desigualdad para producir dicha accion. Seebeck reconoció en seguida que las radiaciones químicas aumentan de intensidad del rojo al morado, en términos de que el cloruro susodicho se ennegrece en pocos minutos cuando recibe los rayos concentrados de la parte morada del espectro, al paso que necesita muchas horas para ello cuando recibe los rayos del verde al rojo. Siguiéron á continuacion las observaciones de Wollaston y de Ritter, las cuales probaron que más allá del extremo morado, en la parte oscura del espectro, la accion química continúa á considerable distancia de la parte luminosa. La intensidad de la radiacion química que varía, con respecto á una misma sustancia, segun la posicion de los rayos en el espectro, no llega á su maximum en el mismo punto si se trata de sustancias diferentes. Este maximum no es el mismo para las sales de plata que para las de oro, ni para estas que para las de potasa.

Estudiando J. Herschel en 1840 la accion del espectro solar en sustancias químicamente impresionables, dedicóse á averiguar si en el espectro químico hay interrupciones correspondientes á las que indican las rayas negras del espectro luminoso, pero no pudo lograrlo. Poco despues se ocupó Edmundo Becquerel del mismo asunto: hé aquí cómo describe este sabio los procedimientos de observacion merced á los cuales obtuvo un éxito completo:

«El método de que me valí, dice, consiste en proyectar sobre una pantalla un espectro producido por un prisma de flint-glass muy puro y un antejo de un metro de foco, colocado inmediatamente detrás del prisma á dos metros de la ranura por la que penetran los rayos solares: la pantalla estaba situada á unos dos me-

tros tambien del antejo, y preparada para poner en ella papeles impregnados de materias impresionables (sales de plata, etc.), ó bien placas ioduradas. Despues de una exposicion más ó ménos larga, aparece marcado en las superficies impresionables un crecido número de rayas, y midiendo sus distancias respectivas, se ve que entre A y H, estas rayas son las mismas que para los rayos luminosos y que ocupan exactamente los mismos sitios... Más allá de H, el espectro químico tiene una infinidad de rayas; hasta M, poco más ó ménos, son las mismas que las del espectro luminoso; más allá los rayos luminosos siguen debilitándose y ya no se las puede comparar con ellos.»

Varios físicos, entre ellos Muller, Draper y Mascart, han estudiado el espectro de las radiaciones ultra-moradas. Valiéndose el último de prismas de espato de Islandia, determinó la posicion de 700 rayas distintas.

Por lo que respecta á la intensidad de los rayos químicos del espectro solar, varía con su refrangibilidad, y tambien con la naturaleza de las sustancias impresionables, de suerte que si se trazan curvas de la actividad química como se han trazado de las intensidades luminosas y caloríficas, las máxima y mínima de estas curvas variarían segun las sustancias.

Para medir la accion química de las diferentes regiones del espectro, ha empleado Becquerel un método que consiste en apreciarla por la intensidad de las corrientes eléctricas que engendra, habiendo visto que la curva de las intensidades de las radiaciones químicas coincide casi con la de las radiaciones luminosas hasta cierto punto en que hay un minimum; más allá y hácia el morado, vuelve á crecer, llega á otro maximum y luégo decrece rápidamente hasta llegar á ser casi nula la actividad química.

IV

IDENTIDAD DE LAS TRES RADICIONES, LUMINOSA, CALORÍFICA Y QUÍMICA

Tal es, en resumen, la composicion de la luz, ó mejor dicho, de la radiacion solar.

Cualquier haz de esta radiacion se compone de un número indefinido de rayos que difieren entre sí por su refrangibilidad, pero teniendo como carácter comun el de seguir todos á su

paso por los medios refringentes las leyes de la refraccion tal cual las hemos expuesto en un capítulo anterior. Los índices de refraccion de estas radiaciones elementales van en progresivo aumento, aunque no de un modo continuo, pues se observan vacíos, como lo prueban las rayas que en crecido número surcan el espectro solar, cada una de las cuales marca la carencia de la radiacion especial que tendria el índice correspondiente.

Acabamos de decir que las radiaciones solares diferian por su refrangibilidad; pero tambien diferian por su modo de accion. Las radiaciones medias, que son las que constituyen la parte luminosa del espectro solar, tienen la propiedad especial de afectar nuestra retina; además, á medida que su refrangibilidad crece, la impresion luminosa varía de intensidad así como de color. Esta sensacion compleja no existe sino en el haz descompuesto; ántes de atravesar el prisma, todas estas luces y estos colores reunidos producen en nosotros la impresion de la luz blanca, cuya definicion se reduciría á decir que es la reunion de rayos de todos los grados de refrangibilidad.

Las radiaciones solares no sólo se manifiestan por la sensacion de la luz que producen sino tambien por su actividad calorífica, por la propiedad que tienen de calentar los cuerpos, elevando su temperatura. Pero los grados de esta propiedad no crecen al par de los de la intensidad luminosa, sino que aumentan conforme va disminuyendo la refrangibilidad. Además, lejos de quedar limitada esta actividad calorífica á las radiaciones luminosas, traspasa sus límites á una y otra parte, y llega á su maximum fuera del espectro, más allá del rojo. En una palabra, cuando á causa de una disminucion suficiente de refrangibilidad, han cesado las radiaciones de impresionar nuestra retina, ejercen todavía su accion en los cuerpos, siendo entónces esta accion exclusivamente calorífica.

Hay aún otra propiedad que caracteriza á las radiaciones solares; propiedad que se llama química, porque consiste en combinaciones ó descomposiciones de ciertas sustancias, calificadas por esto de *impresionables*. Sólo que la intensidad de esta actividad especial, variable con la refrangibilidad, lo es tambien cuando se expone á los rayos solares tal ó cual sustancia

particular. Generalmente se reconoce que las radiaciones solares son tambien químicas, que siguen á corta diferencia la misma ley de variacion de intensidad. Pero hácia la parte ménos refrangible del espectro, hay radiaciones oscuras casi exclusivamente químicas.

Esta composicion compleja de la radiacion solar, esta triple propiedad calorífica, luminosa y química de los rayos desigualmente refrangibles, ¿consiste en que hay en realidad rayos de tres distintas clases, produciendo los unos calor, los otros luz y los otros actividad química,

ó las mismas radiaciones elementales son las que ocasionan estos tres efectos?

Los físicos admiten esta última hipótesis. En breve veremos las nuevas razones en que se apoyan para admitir la identidad de las tres radiaciones; pero desde luégo podemos indicar que es imposible distinguirlas por su refrangibilidad, puesto que todas siguen la ley de Descartes, y que allí donde el análisis espectral marca un vacío ó una raya oscura en el espectro luminoso, lo hay tambien para los espectros calorífico ó químico.

CAPÍTULO X

MANANTIALES DE LUZ.—ORIGEN Y TRANSFORMACIONES DE LAS RADIACIONES

I

LA INCANDESCENCIA.—INCANDESCENCIA DE LOS SÓLIDOS Y DE LOS LÍQUIDOS

Todos los cuerpos, sólidos, líquidos y gaseosos, elevados á un alto grado de temperatura, se vuelven luminosos en la oscuridad, hallándose entónces en estado de *incandescencia*. Este fenómeno va acompañando con frecuencia de combinaciones químicas que resultan principalmente entre uno ó muchos elementos del cuerpo y el oxígeno del aire, habiendo entónces combustion. Diariamente presenciamos ejemplos de casos de este género. El fuego no es otra cosa sino la incandescencia de un cuerpo, es decir, el desprendimiento de luz y calor del seno de una masa de materias orgánicas ó minerales, cuya temperatura se ha elevado hasta cierto grado. Además de las partes sólidas, convertidas en luminosas, como brasas de leña ó de carbon, de hulla ó de coke, el fuego contiene llamas más ó ménos vivas, esto es, gases incandescentes.

Pero hay que distinguir entre la incandescencia simple de los sólidos y aún de los líquidos, que puede presentarse sin que haya combustion ó cuando la combustion propiamente dicha ha cesado, y la incandescencia producida por las combinaciones químicas. La mayoría de

los metales se enrojece al fuego; pero unos, ántes de tornarse luminosos, cambian de estado y se funden, al paso que el metal líquido se vuelve rojo á su vez, sin que haya habido combustion. Las piedras, el vidrio, la tierra, etc., se enrojecen del mismo modo.

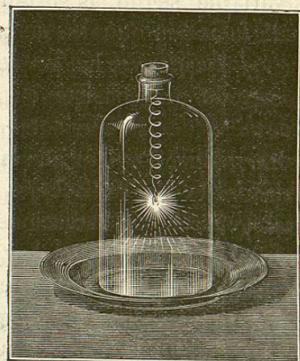


Fig. 116.—Combustion del hierro en el oxígeno

En cambio tenemos un ejemplo de un metal hecho incandescente por la combustion, inflamando una espiral de acero en una campana llena de oxígeno y de la cual brotan chispas brillantes (fig. 116). Una combinacion química, la del oxígeno con el hierro, es la que produce en este caso la elevacion de temperatura.

Lo contrario sucede con la madera y otras sustancias orgánicas y vegetales, que se des-

componen ardiendo, y desprenden gases que arden tambien en forma de llamas más ó ménos vivas y coloreadas. El carbon vegetal y el coke arden casi sin llama; verdad es que estos cuerpos han sufrido ya una combustion parcial.

¿Se vuelven luminosos todos los cuerpos á una misma temperatura? Si así es, ¿á qué temperatura empiezan á emitir bastante luz para

refrangibles; «de suerte, dice Becquerel, que á una temperatura que no exceda mucho de la de fusion del oro, la luz emitida es ostensiblemente blanca, y da rayos comprendidos entre los límites de refrangibilidad de las rayas oscuras A y H que terminan los dos extremos visibles del espectro solar.»

Véase, por lo que atañe al platino, á qué temperaturas se obtienen las diversas tintas que se suceden desde el rojo oscuro hasta el blanco más intenso, y que se han determinado, con sólo una diferencia de 50°, con el pirómetro de Pouillet:

Rojo naciente.. . . .	525°	Anaranjado oscuro. . . .	1100°
Rojo oscuro.	700	Anaranjado claro.	1200
Cereza naciente.	800	Blanco.	1300
Cereza.	900	Blanco mate.	1400
Cereza claro.	1000	Blanco deslumbrador. . . .	1500

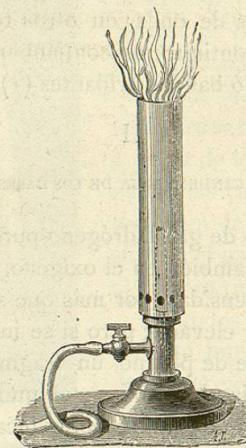


Fig. 117.—Mechero de Bunsen

ser luminosos en la oscuridad? Admitiase generalmente que todos los cuerpos comienzan á emitir luz entre los 500° y 600° centígrados, luz al principio débil y de color rojo oscuro. Pero Becquerel ha hecho algunos experimentos relativos á este asunto, de los cuales resulta que «sin incurrir en gran error, se puede adoptar un término comprendido entre los 480° y 490° como límite en el que empiezan los cuerpos sólidos á emitir algun indicio de luz en la oscuridad por la accion del calor, ó bien en números redondos el de 500°, que es el término generalmente admitido como el límite en que las sustancias empiezan á hacerse visibles en un recinto escasamente alumbrado.» El mismo límite de temperatura, ó sea el de 500°, es el que marca la incandescencia de los cuerpos muy poco luminosos, por ejemplo, la de los gases y las llamas, de que hablaremos en el artículo siguiente.

Si se eleva más y más la temperatura sobre el referido límite de 500°, la intensidad de la luz emitida va aumentando, y su color cambia tornándose cada vez más blanco, lo que equivale á decir que se compone de rayos más

De los experimentos hechos por Becquerel resulta que cierto número de cuerpos opacos, los metales inoxidables como el platino y el paladio, el carbon, el asbesto y la cal, tienen casi la misma potencia de radiacion á medida que la temperatura se eleva; los metales oxidables, como el cobre, están dotados hasta sus puntos de fusion de menor radiacion, lo cual consiste sin duda en la capa de óxido que los rodea; pero una vez llegados al punto de fusion, la intensidad de su luz es casi igual á la del platino. En cambio, la plata incandescente dá siempre una luz más viva y blanca que la de este último metal.

Los físicos Draper, Zoellner y Becquerel han tratado de valuar la intensidad de la luz emitida por el platino ó cualquier otro cuerpo incandescente á temperaturas cada vez más elevadas, y de sus experimentos resulta que dicha intensidad crece con rapidez suma.

«Representando por la unidad, dice E. Becquerel, la intensidad de la luz emitida en el momento de la fusion de la plata (916°) por un cuerpo como el platino ó un fragmento de magnesia ó de cal puesto á su lado, á 600° no hay más que unas 3 milésimas de esta intensidad luminosa, á 700°, 2 céntimos, á 800° un octavo, y á 900° los tres cuartos. Tomando por punto de comparacion la fusion del oro (1037°), la intensidad luminosa por radiacion seria más de 8 veces mayor que refiriéndola á la fusion