

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.

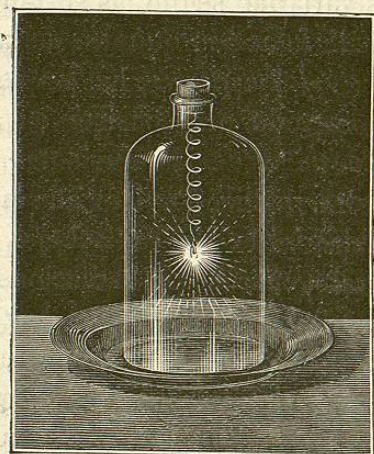


Fig. 116.—Combustion del hierro en el oxígeno

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

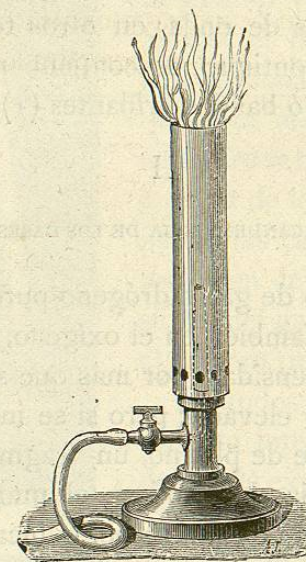


Fig. 117.—Mechero de Bunsen

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

de la plata, y 69 veces refiriéndola á la del cobre: á 1200° esta intensidad sería 147 veces mayor; á 1500° , en esta hipótesis, cerca de 29,000 veces, y á $2,000^{\circ}$, límite de las observaciones con el carbon polar positivo de una pila, 191 millones de veces; pero estos dos últimos números suponen que la ley de crecimiento de

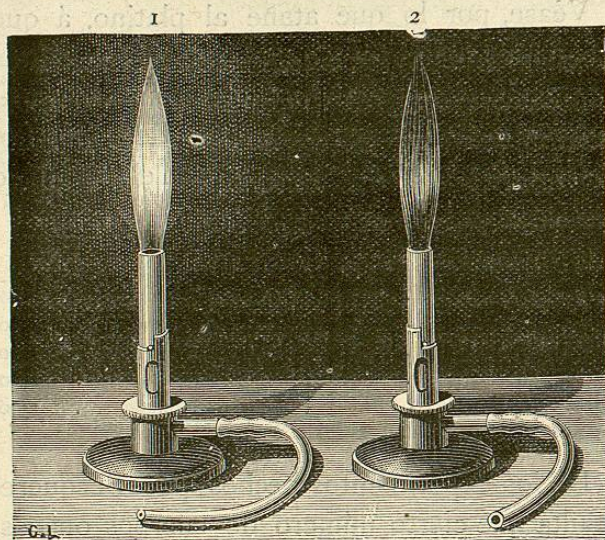


Fig. 118.—Llama de hidrógeno carbonado: 1, luminosa y poco caliente; 2, muy caliente y poco luminosa

la intensidad luminosa sigue siendo la misma más allá de $1,200^{\circ}$, lo cual no está probado.»

Circunscribiendo al límite de los experimentos los resultados obtenidos de tal suerte, tenemos que la luz emitida por un cuerpo sólido incandescente es 45,900 veces más intensa á los $1,200^{\circ}$ de temperatura que á los 600° , siendo esta última la del rojo oscuro.

La luz emitida por un sólido ó un líquido incandescente goza de una propiedad característica puesta en evidencia por Arago, y de la que trataremos en otro capítulo; presenta indicios de polarización bajo un ángulo suficientemente pequeño. «Se ha creído largo tiempo, dice, que la luz que emana de todo cuerpo incandescente llega al ojo en estado de luz natural, cuando en su camino no se ha reflejado parcialmente, ni refractado en demasía; lo cual es un error, porque yo he reconocido que la luz que emana, bajo un ángulo suficientemente pequeño, de la superficie de un cuerpo sólido ó de un líquido incandescente, aun cuando esta superficie no sea enteramente lisa, presenta indicios evidentes de polarización, de modo que al penetrar en el antejo polariscópico, se descompone en dos haces coloreados. Por el

contrario, la luz que emana de una sustancia gaseosa inflamada, de un gas parecido al que alumbrá nuestras calles, se halla siempre en su estado natural, cualquiera que sea su ángulo de emisión.»

Otro carácter distintivo de la luz de los sólidos y de los líquidos incandescentes consiste en que se compone de rayos que tienen, en los límites extremos de su refrangibilidad, todas las longitudes de onda; en otros términos, su espectro es continuo; no contiene rayas oscuras, ni rayas ó bandas brillantes (1).

II

INCANDESCENCIA DE LOS GASES

Un chorro de gas hidrógeno puro que arda en el aire ó también en el oxígeno, da una luz de escasa intensidad, por más que su temperatura sea muy elevada; pero si se introduce en él un alambre de platino, un fragmento de cal ó de magnesia, desarróllase al punto una luz deslumbradora, originada por la incandescencia de las materias sólidas metálicas ó refractarias, elevadas por el gas á un excesivo grado de temperatura.

Aun cuando los gases se tornan luminosos como los cuerpos líquidos ó sólidos á los 500° próximamente de temperatura, tienen por lo regular una potencia de radiación más débil que dichos cuerpos; la elevación de temperatura aumenta en corta proporción su energía lumínica, de suerte que la llama que puede convenir perfectamente como foco de calor, apenas es sensible como foco de luz. Tal es la llama del mechero de Bunsen, alimentada por el gas del alumbrado mezclado con aire; esta llama es tan caliente como poco luminosa.

La llama del óxido de carbono es también, como la del hidrógeno, de escasa intensidad, y su tinta ligeramente azulada. La del soplete de gas oxí-hidrógeno, cuya temperatura llega á $2,500^{\circ}$, apenas es visible á la luz del día.

E. Becquerel atribuye á la transparencia de las llamas ó de los gases incandescentes su reducida potencia iluminadora, cuando no contienen ningun cuerpo sólido en suspensión. «La

(1) Anteriormente hemos visto que hay una ó dos excepciones, el erbio por ejemplo, cuya luz da un espectro discontinuo de rayas brillantes, como los de los vapores metálicos.

llama que resulta de la combustión del hidrógeno puro es muy poco luminosa, porque sólo da lugar á la producción de un cuerpo transparente, es decir, al vapor de agua; pero si en el interior de esta llama se introduce un cuerpo

opaco, como platino, cal ó magnesia, al punto se caldea este cuerpo sólido y da una luz vivísima. Si se mezcla el hidrógeno con gas carbonado, la llama que esta mezcla produce en el aire se torna lumínica á causa de la presencia de partículas carbonosas que proceden de la descomposición del gas y que arden al mismo tiempo que él.»

De todos estos hechos y de su interpretación se deduce la explicación de la potencia lumínica de las llamas, dada por primera vez por Davy. Adúcese también en apoyo de esta teoría una serie de experimentos de los cuales vamos á indicar los más notables.

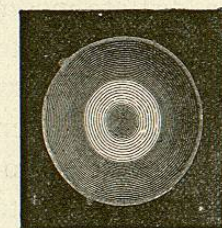
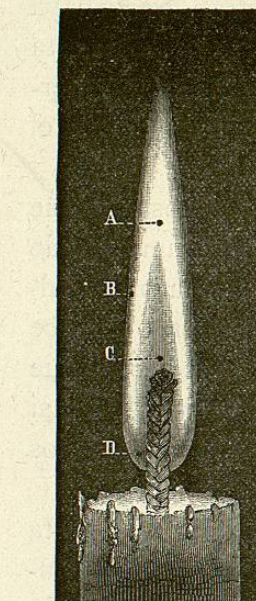


Fig. 119.—Estructura de la llama de una bujía y corte de la misma llama

Si antes de inflamar el hidrógeno puro se hace pasar este gas por la bencina, que es un carburo de hidrógeno muy volátil, resulta, en lugar de una llama apenas visible, otra brillantísima; al atravesar el gas el líquido carburado, ha arrastrado consigo partículas en estado de vapor, que descompuestas por la elevada temperatura, se precipitan y vuelven incandescentes.

El análisis de la llama de una bujía es una prueba de la misma verdad. En el centro hay un cono C, relativamente oscuro y de baja temperatura, toda vez que se puede introducir en él un grano de pólvora sin que arda; este núcleo está formado de vapor de ácido esteárico. Alrededor de este cono hay una envoltura A que forma la parte más luminosa de la llama, y donde la actividad de la combustión descompone los carburos hidrogenados, precipitando en estado de ténue polvo el carbono cuya alta

temperatura determina la incandescencia. El hidrógeno rodea en seguida dicha envoltura con otra B, oscura, pero muy caliente, y por último en D, en la base de la llama, hay un casquete de fulgor azul oscuro, que se atribuye á la reacción de un exceso de aire puro sobre el gas hidrocarbonado.

Poniendo sobre la llama un pedazo de tela metálica, se nota directamente la presencia del carbono en la parte luminosa por el depósito de negro de humo que se forma en la tela en la zona correspondiente. Obtiénesse análogo resultado acercando á la llama un trozo de porcelana blanca, en el cual se forma un depósito de hollín.

Lo propio ocurre con el gas del alumbrado; pero si este gas se mezcla con aire antes de la combustión,—como en el mechero de Bunsen,—arde casi sin dar luz, y por consiguiente, en la tela metálica ó en el trozo de porcelana no aparece entonces ningun depósito de negro de humo ó de hollín.

Esta teoría de Davy, hasta el presente por todos admitida, explica perfectamente la radiación de las llamas en que precipitándose á una

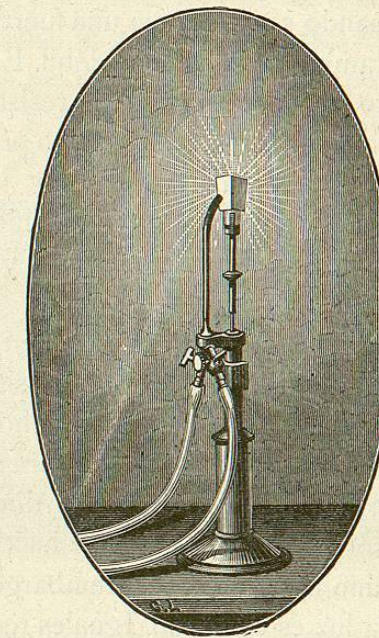


Fig. 120.—Luz de Drummond

alta temperatura ciertas partículas sólidas, se vuelven incandescentes. La viva luz del fósforo, del zinc y del magnesio tiene también así su explicación; lo propio acontece con la luz del arco voltaico, que resulta de la radiación del carbono producida, no ya por una combinación química, sino por la extraordinaria intensidad