

## Gustav Kirchhoff, el químico

Todos los estudiantes de enseñanzas medias, han oído hablar de la ley de Kirchhoff, y aplicado la ley de los nudos y de las mallas, extensión de la ley de Ohm. Sin embargo lo que posiblemente no seps es que cuando lo enunció no era ni siquiera licenciado, pues tenía 21 años. También habrán estudiado la ley de Kirchhoff aplicada al cuerpo negro, concepto que creó en 1862 y que abriría las puertas a la mecánica cuántica a través de su sucesor en la cátedra de Berlín; Max Planck. Sin embargo pocos conocen que este científico aplicando junto con Bunsen el espectroscopio a las llamas de numerosos compuestos, logró descubrir varios elementos químicos que bautizaría



Kirchhoff en Breslau

Nace en Königsberg (actualmente en Lituania), el 12 de marzo de 1824, en aquella época dentro del imperio prusiano. Hijo de Friedrich Krichhoff, abogado y funcionario público(Justizrat) y de JohannaWittke. Estudia matemáticas en la escuela secundaria Kueuphof, y posteriormente física y matemáticas en la universidad Albertus de Königsberg, con Richelot y el profesor Franz Neumann. Mientras estudiaba con éste hizo sus primeras contribuciones relacionadas con las corrientes eléctricas, en 1845<sup>1</sup>. Dos años después se graduó, y se casó con la hija pequeña de su profesor, Clara Richelot.

Desde 1848 a 1850, fue profesor no remunerado en Berlín<sup>2</sup>, siendo nombrado profesor extraordinario en Breslau<sup>3</sup> este mismo año. En Breslau hizo amistad con Bunsen, profesor de Química en Heidelberg, que le llamará en 1854, para que diera clases en dicha prestigiosa universidad, retomando en 1857, sus estudios sobre corrientes estacionarias y el movimiento de la electricidad en los conductores.

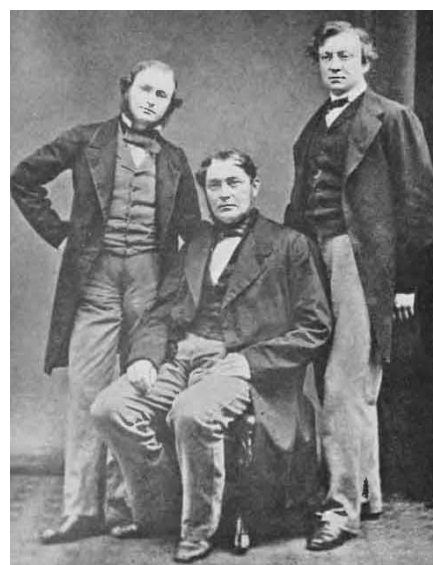
En 1858, desarrolla la expresión que relaciona la entalpía de una reacción con la temperatura a través de las capacidades caloríficas, que se conoce como fórmula de Kirchhoff<sup>4</sup> o ley de Kirchhoff de la termoquímica.



Cuadro de Kirchhoff



Kirchhoff a los 45 años



Kirchhoff, Bunsen y Roscoe .1862

<sup>1</sup> Este trabajo le permitió obtener una beca para estudiar en París durante un tiempo. No debe olvidarse que sus profesores Neumann y Richelot, seguían la escuela físico matemáticas francesa.

<sup>2</sup> Había conseguido la “venia legendi” (por la cual tenía derecho a dar una conferencia en una universidad privada)

<sup>3</sup> En esta época se dedicaba a estudiar la deformación en placas elásticas.

<sup>4</sup> Entre los 40 trabajos que dejó, el mas destacado sería: “Vorlesunger über Mathematische Physik”, en 4 volúmenes

A partir de aquí se produce un descubrimiento espectacular; el espectroscopio, y los trabajos de Kirchhoff, giran en parte al campo de la química.

La clave fue el mechero que había inventado Bunsen, que daba una llama muy nítida y a muy alta temperatura que era capaz de volatilizar sales iónicas, acompañado por el espectroscopio, capaz de desdoblar las rayas espectrales que proporcionaban dichas sales.



Kirchhoff y Bunsen en Heidelberg

En el curso de su labor preparatoria en el otoño de 1859, Kirchhoff hizo una observación inesperada. Durante mucho tiempo se sabe que las líneas D oscuro, observado en el espectro solar de Fraunhofer, coincidían con las líneas amarillas emitidas por las llamas que contienen sodio. El inesperado descubrimiento de Kirchhoff era que si la intensidad del espectro solar aumentaba por encima de un cierto límite, las líneas D oscuras se hacían mucho más oscuras por la interposición de la llama de sodio. Al instante sintió que se le había pasado "algo fundamental", para sugerir una explicación.

Al día siguiente de la sorprendente observación, Kirchhoff encontró la interpretación correcta, que sería confirmada por nuevos experimentos; una sustancia capaz de emitir una cierta línea espectral tiene un fuerte poder de absorción de la misma línea. En particular, la interposición de una llama de sodio de baja temperatura es suficiente para producir artificialmente las líneas D oscuras en el espectro de una fuente de luz intensa que no mostró ellos originalmente. Las líneas oscuras D en el espectro solar en consecuencia se pueden atribuir a la absorción por una atmósfera solar que contiene sodio. Así se abrieron perspectivas inmensas de poder determinar la composición química del Sol<sup>5</sup> y otras estrellas a partir del estudio y observación de su espectro óptico.

Unas semanas más, le bastaron a Kirchhoff para elaborar una teoría cuantitativa de la relación entre la potencia de emisión y de absorción. Atacó el problema directamente por un argumento maravillosamente simple y penetrante. Se considerará que el saldo de los intercambios de radiación entre cuerpos con propiedades elegidas adecuadamente de absorción y emisión. De la única condición de equilibrio radiactivo a una temperatura dada, se pudo concluir que la relación de absorción y emisivos poderes, para cada longitud de onda, debe ser independiente de la naturaleza de los cuerpos, y por lo tanto que era una función universal de longitud de onda y la temperatura.

En una elaboración posterior(1862), introdujo el concepto de un "cuerpo negro", que absorbe completamente toda la radiación que incide sobre ella. Puesto que por definición el poder de absorción de dicho órgano, tiene su valor máximo, la unidad, para todas las longitudes de onda, su potencia de emisión representa directamente la función universal, cuya existencia se afirma por la ley de Kirchhoff. Por lo tanto, esta función expresa la distribución espectral de la energía de la radiación en equilibrio con un cuerpo negro de temperatura dada; Por otra parte, la determinación empírica de esta distribución universal se reduce al problema práctico de la elaboración de un sistema material con propiedades que se aproximan a las de un cuerpo negro, y de medir su potencia de emisión.



Boceto de Gustav Kirchhoff

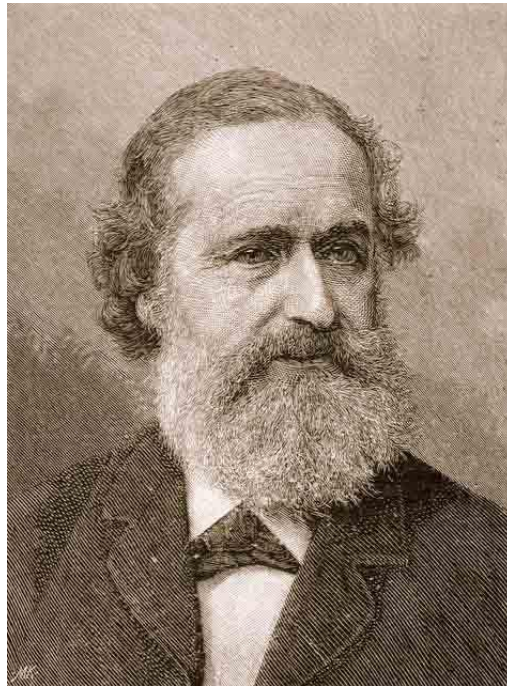


Kirchhoff en 1870

<sup>5</sup> Con el empleo de la espectroscopía había logrado identificar oro en el espectro solar, y un banquero le preguntó jocosamente como podría conseguirlo, a lo que él le respondió enseñándole la medalla de oro conseguida en 1877 (la primera medalla del legado de Davy, por el descubrimiento de metales a través de una nueva técnica), la espectroscopia, tal como había hecho Davy con la electroquímica).



Kirchhoff en Heidelberg



Kirchhoff en Berlín



Kirchhoff en Berlín



Medalla Kirchhoff

En este periodo de tiempo, también descubre junto con Bunsen, en el espectro de diferentes sales, el cesio<sup>6</sup> y el 23 de febrero de 1861, descubren otro metal alcalino. rubidio, que obtienen aplicando la misma técnica a los residuos de un mineral escamoso de color rosáceos que por este motivo se llamaba lepidolita parecido a una mica, y encuentran en él un elemento que produce unas rayas espectroscópicas rojo brillantes y que por ello llaman rubidium de rubidus, rojo en latín<sup>7</sup>.

En 1862, obtiene la medalla Runford, por sus descubrimientos

En 1869, fallece su primera esposa, dejándole dos hijos y dos hijas, que cuidará pese a su maltrecha salud<sup>8</sup>, volviéndose a casar tres años después con Luise Brömmel, que regentaba en Heidelberg, el hospital clínico oftalmológico.

En 1875, aceptó la cátedra de física teórica en la universidad de Berlín<sup>9</sup>. Once años después se retirará de la actividad docente, a los 62 años, debido a su precaria salud. Falleció en 1887, debido a una congestión pulmonar, y sus restos descansan el cementerio St.Matthaus, de Berlín, a pocos metros de donde se encuentran enterrados los hermanos Grimm.

<sup>6</sup> El 10 de mayo de 1860 Bunsen anuncia el descubrimiento de un nuevo metal, en la Academia de Ciencias de Berlín. Lo describe así: "Si se pone en la llama del espectroscopio una gota del líquido madre del agua mineral de Durkheim, sólo se reconocen las rayas características del sodio, potasio, litio, calcio y estroncio. Si luego de haber precipitado por métodos ya conocidos la cal, estronciana y magnesia, se toma el residuo con alcohol previamente tratado con ácido nítrico para fijar las bases, se obtiene, una vez separada la litina por medio de carbonato amónico, un segundo líquido madre que da en el espectroscopio las rayas del sodio, potasio y litio, además de dos notables rayas azules muy juntas, una de las cuales coincide con la línea delta del estroncio. Ahora bien, no se conoce sustancia simple alguna que dé tales dos rayas azules, solamente debidas a una cierta sustancia simple desconocida perteneciente al grupo de los metales alcalinos. Proponemos dar a este nuevo metal el nombre de cesium procedente del latín caesius nombre con el que los antiguos solían designar la parte más alta del firmamento<sup>526</sup>. Este nombre nos parece justificado por la facilidad con que el bello color azul<sup>527</sup> del vapor incandescente del nuevo elemento, permite reconocer la presencia de unas pocas millonésimas de miligramo de esta sustancia simple en mezcla con la sosa, litina y estronciana".

<sup>7</sup> "Si se trata la lepidolita de Sajonia por uno de los métodos en uso para la obtención de una solución de los álcalis sin ninguno de los demás elementos, y si se vierte en el líquido un poco de cloruro platínico, se obtiene un abundante precipitado que ensayando al espectroscopio sólo muestra las rayas del potasio. Si se lava varias veces el precipitado con agua hirviendo y se le va ensayando en el aparato, se descubren dos nuevas rayas de un violeta magnífico, situadas entre las rayas delta del estroncio y la Ka beta del potasio. Si se sigue lavando estas rayas destacan más y más al contrario al espectro remanente del potasio, que se va debilitando. Pronto aparecen cierto número de nuevas rayas en el rojo, amarillo y verde. Ninguna de estas rayas pertenece a elementos descubiertos hasta ahora. Entre ellas podemos mencionar especialmente dos notables rayas rojas casi a continuación de la raya brillante A de Fraunhofer, o si se prefiere de la raya brillante K alfa que le corresponde y que está al final del extremo rojo del espectro solar. El magnífico color rojo oscuro de estas rayas del nuevo metal alcalino nos indujo a dar a este elemento el nombre de RUBIDIUM, y el símbolo Rb, derivado de rubidus que entre los antiguos sirvió para designar el rojo más intenso".

<sup>8</sup> Tenía que emplear muletas o silla de ruedas, después de una fuerte caída por unas escaleras.

<sup>9</sup> Había rechazado previamente la dirección del observatorio solar proyectado en Postdam. En Berlín sería profesor de Max Planck, que lo describe así: "Era un profesor, meticuloso, medido, que daba sus clases con un aire solemne que en ocasiones, se transformaba en un discurso cerrado, vacío y monótono". El propio Max Planck ocupará dicha cátedra a la muerte de Kirchhoff.