

Nos limitaremos á la descripción de esta clase de fotómetros, que pueden servir para comprobar la ley del cuadrado de las distancias. Esta comprobación es muy sencilla; basta poner por una parte una sola bujía y entonces se ve que es preciso poner cuatro á doble y nueve á triple distancia para obtener ó la igualdad de sombras en la pantalla, ó la de las partes iluminadas de la placa de porcelana (1).

Si se emplean dos luces iguales, dos bujías por ejemplo, y se pone una de ellas ocho veces más lejos de la pantalla que la otra, vese que la sombra proyectada por la primera desaparece. A esta distancia la intensidad luminosa es 64 veces menor que la otra. Bouguer, que hizo este experimento, deduce de él que nuestra vista no puede percibir una luz de cualquier intensidad en presencia de otra luz 64 veces más fuerte. Esto ex-

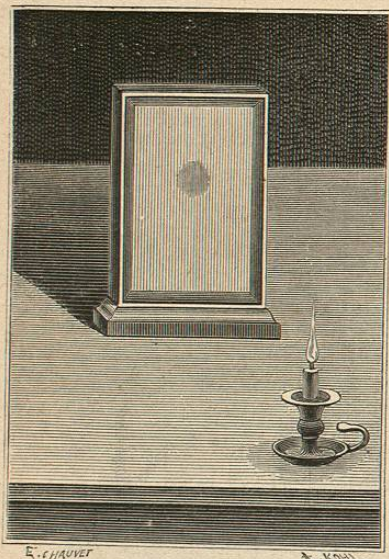


Fig. 581.—Fotómetro de Bunsen; mancha vista por reflexión

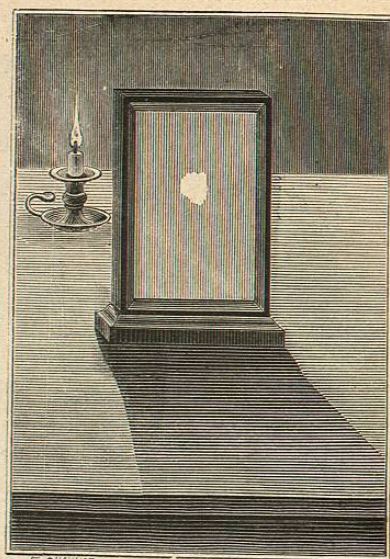


Fig. 582.—Mancha vista por transparencia

plica por qué las estrellas son invisibles de día, por qué desde una habitación muy iluminada no vemos de noche por las ventanas nada de lo que pasa fuera, y por qué, cuando el Sol brilla en todo su esplendor, no vemos desde la calle lo que hay en una habitación.

El experimento de Bouguer no estaba completo. En efecto, si la cantidad de luz

(1) Debemos por lo menos hacer aquí mención de los experimentos efectuados por Arago para establecer un método fotométrico con un aparato de su invención. El ilustre físico basó este método en la ley formulada por Malus que regula la intensidad de las imágenes dadas por un haz de luz polarizada, cuando se cambia entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$  el ángulo de las secciones principales de los cristales birrefringentes, polarizador y analizador. Estas intensidades varían como los cuadrados de los cosenos del ángulo, diciéndose por abreviación *la ley de los cosenos cuadrados*. Arago empezó por comprobar experimentalmente la exactitud de esta ley, y para conseguirlo comparó con su fotómetro la luz reflejada por una lámina de caras paralelas con la luz transmitida por la misma lámina para incidencias iguales. Advirtió que cuando un haz de luz es en parte reflejado, y en parte transmitido por una substancia transparente, no hay pérdida de luz en esta doble operación. Advirtió también que no se extingue luz alguna en la reflexión total, según lo había creído y afirmado Bouguer. Tan luego como Arago hubo demostrado la ley de Malus, valiéndose de ella para el estudio de varias cuestiones de fotometría astronómica, por ejemplo para comparar la intensidad luminosa de los bordes del disco solar con la del centro, para medir las intensidades de las luces estelares, etc.

igual á un  $64^\circ$  llega á ser imperceptible en el caso de inmovilidad, no sucede lo propio cuando una de las luces se mueve con relación á la otra. Fácil es cerciorarse de ello valiéndose de una prueba familiar parecida á la que Arago cuenta en éstos términos: “Me paseaba al mediodía, dice, andando de Norte á Sur, por la azotea meridional del

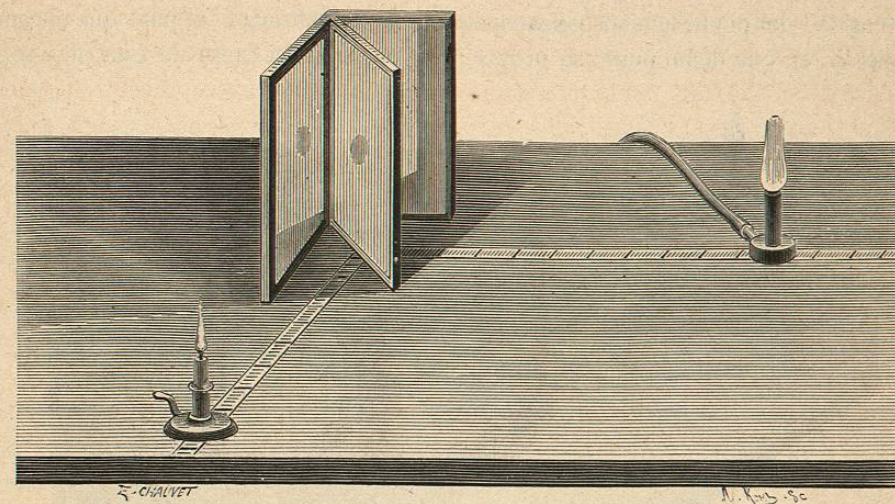


Fig. 583.—Experimento con el fotómetro de Bunsen

Observatorio, y por lo tanto toda la parte del embaldosado situado al Sur de mi cuerpo estaba alumbrado de lleno por la luz directa del Sol; pero las vidrieras de las ventanas de los establecimientos situados á mi espalda reflejaban los rayos del astro; había, pues, una imagen secundaria, una especie de sol artificial puesto al Norte, cuyos rayos, vi-

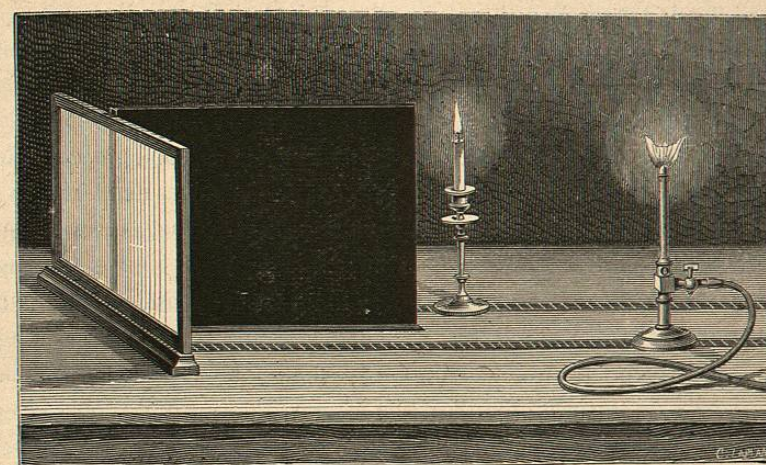


Fig. 584.—Fotómetro de Bouguer

niendo á mi encuentro, debían formar una sombra dirigida de Norte á Mediodía. Naturalmente, esta sombra era muy débil, puesto que la iluminaba la luz directa del Sol, y por consiguiente sólo se la podía advertir comparando dicha luz directa con la situada al lado, compuesta de esta misma luz directa y de los rayos, bastante débiles, reflejados por las vidrieras. Pues bien, si yo permanecía inmóvil, no se veía ningún indicio de sombra; si hacía un ademán con los brazos ó un movimiento brusco con el cuerpo pro-



duciendo un desvío perceptible de la sombra, al punto se notaba la imagen de los brazos ó del cuerpo.,,

Con los anteojos de gran amplificación se ve cómo se desvían rápidamente las estrellas en virtud del movimiento diurno, observación que puede hacerse tanto de día como de noche, procediendo principalmente esta visibilidad en pleno día de que subsiste la intensidad del punto luminoso, sea cualquiera la amplificación, al paso que el campo del antejo en que dicho punto se proyecta se oscurece á causa de esta misma am-

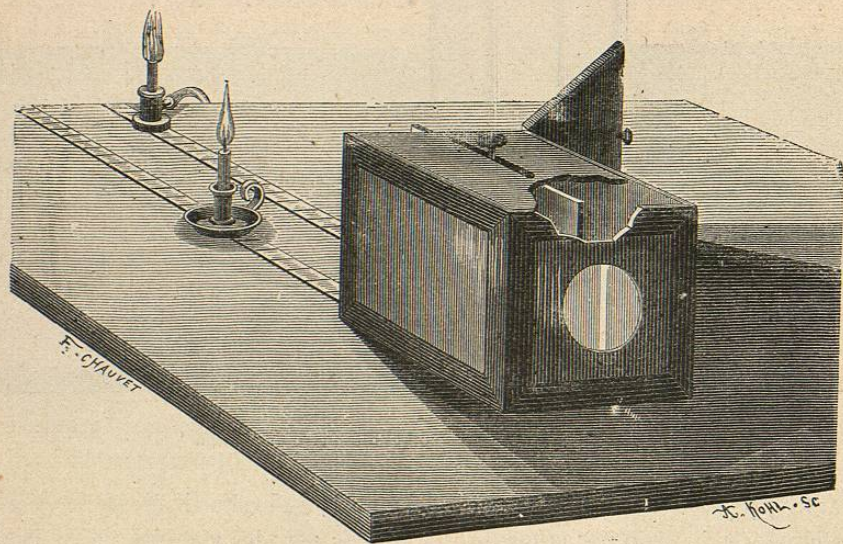


Fig. 585.—Fotómetro de León Foucault

plificación. Arago creía que la movilidad de la estrella en el campo visual debía contribuir á esta visibilidad, pero Bessel no admitía semejante influencia.

Bouguer y Wollaston han tratado cada uno de por sí de comparar la luz del Sol con la de la Luna llena, tomando por término de comparación la luz de una bujía, y ambos han deducido que la luz del Sol equivale á las luces reunidas de unas 5,600 velas situadas á 30 centímetros de distancia. La de la Luna es, según Wollaston, igual á la 144.<sup>a</sup> parte de la de una vela colocada á 3<sup>m</sup>,65, de lo cual ha deducido, en virtud de un cálculo fácil, que la luz del Sol viene á ser igual á 800,000 veces la de la Luna llena, cifra que sólo llega á 300,000 en concepto de Bouguer. Arago añade refiriéndose á la cantidad deducida por Wollaston y que difiere tanto de la del físico francés: "No puedo decir en qué consiste la enormidad de este número comparado con el de Bouguer, porque el método empleado era exacto y la observación de incontestable habilidad.,, ¿Qué deberemos deducir de esto sino que hay que estudiar de nuevo el problema?

## CAPITULO XVII

### EL OJO Y LA VISIÓN

#### I

##### DESCRIPCIÓN DEL ÓRGANO DE LA VISTA EN EL HOMBRE

Todos los numerosos y variados fenómenos que acabamos de describir se refieren á la propagación de la luz por diferentes medios y á las modificaciones que sufre, ya por lo que á su intensidad se refiere ó ya por lo que respecta al color, cuando se cambian las condiciones del curso seguido por los rayos luminosos. Hasta aquí apenas hemos tenido en cuenta el modo cómo afectan á nuestros órganos todos estos fenómenos, ni la marcha que la luz sigue cuando cesa de pertenecer, por decirlo así, al mundo exterior para convertirse en fenómeno interno.

¿Cómo se efectúa este paso? ¿Qué transformación media para que un movimiento vibratorio, como el de las ondas del éter, llegue á producir la sensación de la vista en el hombre y en los animales? ¿En qué consiste que ciertas variaciones en la amplitud ó velocidad de las vibraciones originen cambios correspondientes en la intensidad de la luz y en los colores de los cuerpos? Cuestiones son estas no resueltas en su totalidad por la ciencia, y que más bien pertenecen al dominio de la fisiología que al de la física.

Lo que se sabe, lo que la observación ha permitido estudiar de un modo positivo, es la marcha de los rayos luminosos en el ojo, desde el momento en que penetran en este órgano hasta el en que, llegando á los nervios, se transmite al cerebro la impresión que producen, determinando en él la sensación de la vista. En este trayecto, los rayos luminosos obedecen á las conocidas leyes de la propagación de la luz en medios de forma y densidad variables; en este asunto sólo se trata de fenómenos de simple refracción.

El ojo no es ni más ni menos que una cámara oscura, cuyo orificio lleva en su parte anterior un vidrio transparente y en la posterior una lente, y cuyo fondo está cubierto por una membrana que sirve de pantalla en la cual se estampan, pero al revés, las imágenes de los objetos externos. Describamos algo detalladamente este admirable órgano.

El ojo humano está, como es sabido, encajado en una cavidad del cráneo llamada *órbita*; su forma es la de un globo casi esférico, rodeado completamente por una membrana dura y consistente que por su semejanza con el cuerno ha recibido el nombre de *córnea*. La *córnea* se divide en dos segmentos de desigual extensión: el más pequeño A, colocado en la parte anterior del ojo, es de curvatura mucho más marcada que el segmento posterior; parece un cristal de reloj que forma cuerpo con el globo del ojo: además es perfectamente transparente é incoloro, al paso que el otro segmento H es opaco y de color blanco-azulado. Se los distingue con los nombres de *córnea transparente* y *córnea opaca*, constituyendo esta última, que no es transparente, sino tan sólo diáfana para las luces de gran intensidad, lo que vulgarmente se llama el *blanco del ojo*.