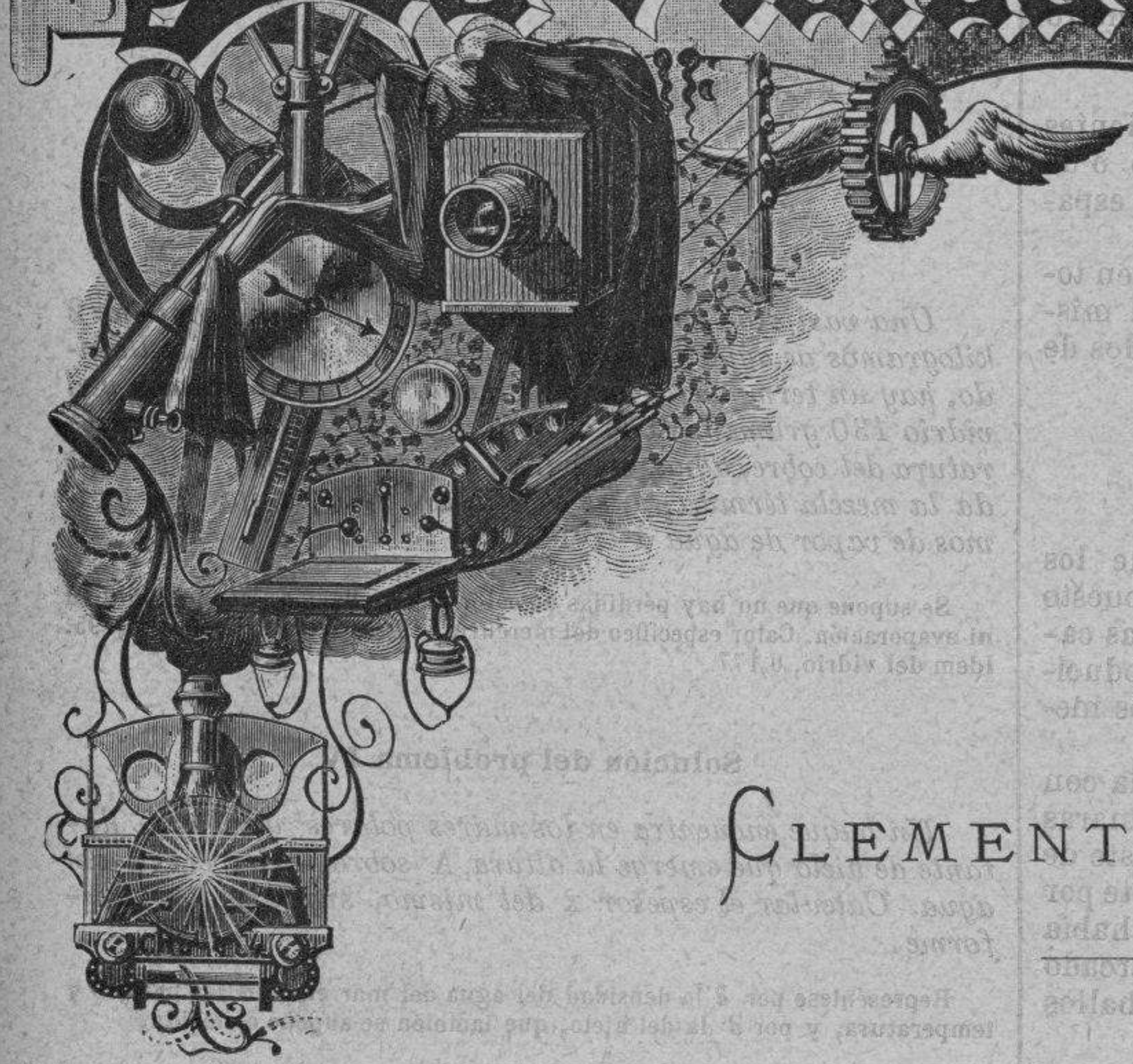


La Física Moderna



Revista Mensual Ilustrada

Director Gerente

CLEMENTE G. ARAMBURO

BREVE RESEÑA DE ALGUNAS TEORÍAS DE LA QUÍMICA

(Continuación)

Equivalentes químicos.—Sabemos que los cuerpos se combinan siempre en proporciones fijas, para formar un mismo compuesto, y cuando lo hacen en distintas proporciones con un mismo peso de otro cuerpo para formar distintos compuestos, los pesos diferentes del primero guardan entre sí relaciones sencillas siendo múltiplos los unos de los otros. Además, de todos estos compuestos hay uno que es más fijo que todos los restantes.

Pues bien; se llaman números proporcionales á las cantidades en peso proporcionalmente á las cuales se combinan los cuerpos entre sí. Según Dalton, estas cantidades en peso representan los pesos de sus átomos.

También se les llama equivalentes químicos, si tenemos en cuenta con Wollaston el concepto de la equivalencia; pero en verdad, hay una diferencia que conviene hacer notar entre una y otra acepción.

En efecto, si limitamos el concepto de la equivalencia á lo anteriormente expuesto, serían sinónimos ambos nombres; pero si exigimos la igualdad en las funciones químicas, ya no es lo mismo número proporcional que equivalente químico.

Cuando dos cuerpos se combinan formando un solo compuesto, nos será lo mismo llamar número

proporcional, que equivalente á esa relación ponderal; pero cuando dos cuerpos se unen en distintas proporciones, formando varios compuestos, ¿en cuál de éstos desempeñarán sus elementos una misma función química, la de saturación por ejemplo? Aquel en que esto se verifique, nos dará el equivalente en la relación ponderal de sus elementos.

Para determinar los equivalentes de los cuerpos simples tendremos en cuenta la ley de Richter, que dice: «Cuando dos cuerpos se unen en la relación de a á b con un tercero, aquéllos se combinan también en la misma relación $\frac{a}{b}$.»

Por lo tanto, nos será suficiente conocer dicha relación de todos los cuerpos, con uno tomado como término de comparación para tener los equivalentes.

En un principio adoptaron los químicos el oxígeno, llamando número proporcional de un cuerpo á la cantidad de él que se combinaba con un peso determinado é invariable de oxígeno. Al adoptar este cuerpo, no tenían los químicos otra razón que la de ser el oxígeno el que entra en mayor número de combinaciones.

Thomson tomaba un peso de oxígeno igual á 1; Wollaston le dió el valor 10, y finalmente, Berzelius, con objeto de evitar números fraccionarios, para equivalentes de cuerpos menos densos que el oxígeno, asignó á éste el valor 100.

Por último, el químico inglés William Prout, teniendo en cuenta que los números que resultaban para equivalentes tenían valores muy grandes, adoptó el hidrógeno, al cual dió el valor 1 (1).

Así pues, se llama equivalente de un cuerpo á la cantidad en peso de éste que se combina con 1 de hidrógeno, ó que (según la ley de Richter) reemplaza á 1 de hidrógeno en las combinaciones.

Pasemos ahora á determinar los equivalentes de los cuerpos simples sólo con relación al hidrógeno, pues de una manera análoga se haría con relación al O.

1.º Si el cuerpo cuyo equivalente se busca forma con el H un solo compuesto binario, por ejemplo, el cloro Cl, que con H da el ácido clorhídrico Cl H, se empieza por hallar su composición centesimal, y suponiendo que las cantidades en peso sean:

$$\begin{array}{l} 97,26 \text{ de Cl} \\ 2,74 \text{ de H,} \end{array}$$

se establecerá la siguiente proporción:

$$2,74 : 97,26 :: 1 \text{ (equivalente de H)} : a = \text{equivalente de Cl,}$$

$$a = \frac{97,26}{2,74} = 35,5 \text{ equivalente de Cl.}$$

Se comprende sin dificultad el por qué de esta proporción que fácilmente se traduce al lenguaje vulgar.

No es preciso que la cantidad que se analice sea = 100, pues sabemos que los cuerpos se unen en proporciones fijas para formar el mismo compuesto. De haber analizado una cantidad de ácido clorhídrico $\cong 100$, la descomposición nos daría $n \times 2,74$ para H y $n \times 97,26$, y por lo tanto,

$$a = \frac{n \times 97,26}{n \times 2,74} = 35,5.$$

Segundo caso.—Si del cuerpo cuyo equivalente se desea hallar, no se conoce combinación alguna con el hidrógeno, buscaremos un compuesto de éste con un cuerpo de equivalente conocido. Ejemplo. Si analizamos el cloruro cálcico encontraríamos:

$$\begin{array}{l} \text{Calcio } 36,04 \\ \text{Cloro } 63,96 \end{array} \left\{ \begin{array}{l} a = \text{equivalente de Ca} = \frac{36,04 \times 35,5}{63,96} = 20 \end{array} \right.$$

pues entonces la proporción sería:

$$63,96 : 36,04 :: 35,5 : a.$$

Tercer caso.—Si el cuerpo cuyo equivalente se busca, forma varios compuestos con el O (2), se tomará de éstos el menos oxigenado, y entonces la definición del equivalente habrá que modificarla diciendo: «Que es la cantidad de un cuerpo que combinada con 8 (equivalente del O) de oxígeno, da un protóxido ó compuesto menos oxigenado.» En otros términos, el

equivalente es la mayor cantidad de dicho cuerpo susceptible de combinación con 8 de oxígeno.

En este caso se procederá con el O como en el anterior con el Cl (1).

Equivalente de los cuerpos compuestos.—Hasta ahora no nos hemos ocupado más que de determinar el equivalente de los cuerpos simples para formar binarios de primer orden. Pero según la hipótesis del dualismo, dos de éstos forman un binario de segundo; dos de segundo, forman uno de tercero, y así sucesivamente. Es natural investigar si esos binarios se unen en una proporción determinada, para formar el de orden inmediatamente superior.

En numerosos ejemplos se verifica la combinación de los cuerpos compuestos, según la ley de Richter; pero no es tan general como cuando se trata de los cuerpos simples.

Cuando siguen los compuestos aquella ley, tendremos sus equivalentes sumando los de los cuerpos simples que los forman.

Ejemplos:

	H	equivalente =	1	} 9 = equivalente de agua H ² O.
	O	" =	8	
Sodio	Na	equivalente =	23	} 31 = equivalente del óxido de sodio Na ² O.
"	O	" =	8	
	S	equivalente =	16	} 40 equivalente del ácido sulfúrico (anhidro) S ² O ³ .
	3 O	" =	3 × 8	
Nitrógeno	N	equivalente =	14	} equivalente del protóxido de N = 22.
"	O	" =	8	
Nitrógeno	N	equivalente =	14	} 30 equivalente del peróxido de nitrógeno NO ² ó N ² O ⁴ , que sería entonces 60.
"	2 × O	" =	2 × 8	

En estos casos se verifica la equivalencia y siguen la ley de los cuerpos simples; así vemos que nueve en peso de agua saturan á 40 de ácido sulfúrico anhidro SO³, para formar ácido sulfúrico SO³; H² O; 31 de óxido de sodio Na² O, saturan á 9 de agua, para formar el hidrato (base) correspondiente, y que 31 de óxido de sodio saturan 40 de ácido sulfúrico anhidro, para formar sulfato neutro de sodio SO³, Na² O, etc.

Por analogía con los cuerpos simples, también se llaman á estos números 9, 31, 40, etc., números proporcionales de los cuerpos compuestos, cuando éstos no desempeñan la misma función química.

Pero en la mayor parte de los casos, no sólo no reemplazan los óxidos á los ácidos y viceversa, según la ley de Richter, para los cuerpos simples, sino que se ha observado tampoco lo hacen los óxidos á los ácidos cuando éstos dan sales por su combinación con los ácidos.

(1) Otra razón de más fuerza tuvo Prout para adoptar el hidrógeno; ésta era que siendo partidario acérrimo de la hipótesis de la materia única, admitió que el hidrógeno era esta materia, y que el elemento de todos los demás cuerpos era este mismo hidrógeno con caracteres físicos y químicos distintos; esto es, en distintos estados alotrópicos; y en su consecuencia, si esto se admitía, sería lógico referir á dicho hidrógeno los equivalentes.

(2) Exceptuándolos que le están muy próximos en la escala electro-química, casi todos los demás se combinan con él en más de una proporción. Por eso haremos uso de los casos primero y segundo, siempre que se pueda, para determinar el equivalente, y sólo en caso extremo recurriremos al tercero.

(1) Téngase en cuenta que aunque nos valemos del oxígeno para determinar el equivalente, éste lo hallamos con relación al H; pues el O nos sirve de intermedio con su equivalente 8, como el cloro en el caso anterior. Además, los químicos determinaron los primeros equivalentes con relación al O, dándole el valor 100 (Berzelius), y cuando se encontraron con cuerpos que forman con aquél varias combinaciones, se vieron en la precisión de establecer un convenio para la determinación del número proporcional. Si este convenio consistía en buscar la igualdad en las acciones químicas, siempre que esto se consiguiera, tendríamos en el número proporcional hallado el verdadero equivalente. De aquí el que convinieran en tomar el compuesto menos oxigenado.

Podemos auxiliarnos de las tres leyes siguientes para determinar el equivalente de los cuerpos compuestos:

1.^a «Si se representan por $A, A', A'',$ etc., los pesos de una serie de ácidos que son capaces de neutralizar un peso B de una base determinada; y si se representan por $B, B', B'',$ etc., los pesos de una serie de bases, capaces de neutralizar al peso A de un ácido determinado, es evidente que las cantidades $A', A'', A''',$ etc., de los diversos ácidos, neutralizarán de igual manera las cantidades $B', B'', B''',$ etcétera, de las diversas bases.» Esta ley la enunció por primera vez Wenzel en 1777.

2.^a «En todas las sales de un mismo género se observa una relación constante entre la cantidad de ácido y la cantidad de oxígeno de las bases.» Debida á Richter hacia el año 1796.

3.^a «En todas las oxisales de un mismo género existe una relación simple y constante; entre la cantidad de oxígeno del óxido y la cantidad de oxígeno del ácido.» Esta relación es de $\frac{1}{1}$ en los hipofosfitos; de $\frac{1}{2}$ en los carbonatos, sulfitos, etcétera; de $\frac{1}{3}$ en los sulfatos, en los arseniatos, etc., $\frac{1}{4}$ en los osmiatos; de $\frac{1}{5}$ en los nitratos.» (Berzelius.)

Por ejemplo: en los sulfatos, cuya relación del oxígeno del óxido al del ácido es $= \frac{1}{3}$, tendríamos $SO^3 + CaO$. En los nitratos, aquella relación es $= \frac{1}{5}$; tenemos: ácido nítrico anhidro N^2O^5 , mas óxido de potasio $K^2O = N^2O^5, K^2O$ nitrato potásico.

Equivalentes en volumen.—No determinaremos los equivalentes en volumen por carecer de espacio y tiempo; pero nos contentaremos con anunciar la ley de Gay-Lussac, ley que, unida á las hipótesis de Dalton, nos proporcionará un concepto teórico de grandísima importancia.

Ley de Gay-Lussac.—Existe una relación muy sencilla entre los volúmenes de los gases ó de los vapores que se combinan, la suma de estos volúmenes y el volumen del compuesto resultante, si es gaseoso ó puede reducirse á vapor.

Teoría atómica.—*Su objeto.*—Supuestas conocidas las leyes de la combinación, el objeto de la teoría atómica es dar una interpretación racional de dichas leyes.

Las condiciones de toda teoría se reducen á dos: Primera. Que las hipótesis que la sirvan de base no estén en contradicción con las de las demás ciencias. Segunda. Que explique de una manera racional todos los fenómenos observados. Veamos cómo cumple estas condiciones la teoría atómica.

Hipótesis de los átomos.—Los cuerpos no son un todo continuo de materia, como lo demuestra su porosidad, su compresibilidad, su elasticidad, etc.; y como por otra parte la materia no puede reducirse á la nada (1), deducimos que los cuerpos están for-

mados por la agregación de partes sumamente pequeñas é indivisibles que se llaman átomos.

Esta hipótesis era ya conocida desde muy antiguo (seis siglos antes de la Era Cristiana); la enunciaron algunos filósofos griegos para explicarse la constitución de la materia. Después fué abandonada por completo, hasta que á principios de este siglo la recordó Dalton tratando de explicarse la ley de las proporciones químicas, según hemos dicho en otro lugar. Desde entonces ha progresado mucho la teoría atómica, por ser innumerables los hechos que explica de una manera sencilla y racional.

Se define el átomo diciendo que es la menor cantidad de un elemento que puede existir en un cuerpo, como masa indivisible por las acciones químicas; ó más brevemente, «el átomo es el individuo químico.»

No entraremos en la clasificación de partículas, moléculas y átomos por ser demasiado conocida; sólo diremos que la primera es el límite de la divisibilidad física, así como el átomo lo es de la divisibilidad química.

Los partidarios de la teoría de equivalentes objetaron que ésta está fundada en hechos, mientras la teoría atómica descansa sobre hipótesis, y por lo tanto su exactitud es problemática; si á esto se añade que no se concibe un elemento (átomo) que sea indivisible, se comprenderá que esta teoría tenga también sus impugnadores.

A estas objeciones podremos contestar: 1.^o Que la teoría de equivalencia está fundada en hipótesis, pues suponen al O un equivalente $= 100$ ó $= 10$, ó bien al hidrógeno un equivalente $= 1$. 2.^o Que el equivalente de los cuerpos compuestos depende de las hipótesis que se hagan respecto á su composición, pues el peróxido de nitrógeno tiene un equivalente $= 30$, si tomamos por fórmula NO^2 , y un equivalente $= 60$, si aquella es N^2O^4 , el ácido silícico tiene también por equivalente 21 ó 14, según que se admita por fórmula SO^3 ó SO^2 respectivamente. 3.^o Que la teoría atómica tiene ventajas indiscutibles sobre la de los equivalentes químicos, según demostraremos más adelante. Y 4.^o El que no se comprenda la existencia de los átomos tal como los hemos definido, no es razón para negar una teoría que tan perfectamente explica los fenómenos, como pueda hacerlo la de equivalentes, y que está más conforme con los principios modernos que cualquiera de las anteriores.

Hoy mismo tenemos en las ciencias exactas casos completamente análogos, sin que por esto faltemos al rigor, tan necesario en sus demostraciones; entrando en consideraciones de cálculo infinitesimal, sabemos que la diferencia ó el elemento de una curva, de una superficie, etc., se nos presenta bajo la forma de una serie. Si pasamos del elemento al coeficiente diferencial, tendremos una cantidad finita prescindiendo de los términos de la serie á partir del segundo; al prescindir de dichos términos, decimos que no hay tal desprecio, y sin embargo ¿esto es cierto? En rigor parece ser que no. Si recurrimos para demostrarlo á los límites, nos vemos precisados (para que no haya desprecio) á tomar para incremento de la variable una cantidad igual á cero, con lo cual estaríamos siempre en el mismo punto de la curva. Esto no es admisible. Nos vemos, pues, obligados á suponer una cantidad ideal

(1) Así lo demuestra la ley general «Nada se crea ni nada se pierde en la naturaleza,» etc.

verdaderamente imaginaria, capaz de anularse por sí misma al considerar las del orden inmediato superior. He aquí una cantidad ideal, un verdadero duende, cuya existencia no la concebimos, y sin embargo, es innegable; así como el gran impulso que ha dado á las ciencias la consideración del coeficiente diferencial.

De un modo análogo podremos decir que el átomo es el verdadero elemento ó la cantidad diferencial del cuerpo de que forma parte, y con esta comparación podremos formarnos idea aproximada de la hipótesis atómica.

Esto, unido á que la teoría atómica á quien sirve de fundamento, explica sencilla y racionalmente todos los fenómenos de la combinación y es la más conforme con las tendencias modernas, hacen que esta teoría sea la más generalmente adoptada. Lejos de atrevernos á declarar que sea la verdadera, casi podríamos asegurar que no lo es; pero responde perfectamente á todas las exigencias de la química, y hasta que venga otra mejor, es lógico nos acojamos á ella.

(Se continuará.)

SENÉN MALDONADO.



FORMAS FÍSICAS HIPOTÉTICAS DE LA MATERIA

I.—ESTADO ULTRAGASEOSO

(Continuación)

γ).—Fenómenos luminosos

8. — *Luminosidad.* — Supongamos un tubo de Geissler en formación, es decir, en comunicación con la neumática de mercurio, y á la vez, por sus electrodos de platino, con un carrito de Ruhmkorff. Al principio, como la distancia entre los polos es grande, no se verifica fenómeno alguno visible; mas apenas comienza el enrarecimiento del aire la descarga eléctrica se hace fácil, y momentos después ofrece una forma especial bellísima: el gas contenido en el tubo pasa de obscuro á luminoso. Y si se continúa practicando el vacío, los más hermosos y extraños fenómenos de luminosidades y estrías (de que dan idea los dibujos presentados por Warren de la Rue y Müller á la Sociedad Real de Londres en 1877 y 1878), van surgiendo como por arte mágico; hasta que al llegar á la 1^ª de presión, poco más ó menos, tras una extinción bastante gradual de la luminosidad, el residuo gaseoso vuelve á ser obscuro, á cambio de que el vidrio de cierta parte del tubo se hace fosforescente.

Las radiaciones procedentes de los gases enrarecidos luminosos ofrecen al espectroscopio las rayas características de los espectros de emisión de los mismos, y son muy ricas en las capaces de provocar fenómenos de fluorescencia.

9.—*Espectros de emisión.*—A.—a.—Para apreciar convenientemente los fenómenos espectrales en los gases muy enrarecidos, es útil recordar los hechos más culminantes relativos á este asunto cuando

se trata de las formas físicas ordinarias de la materia.

b.—Los *espectros de emisión* de los cuerpos sólidos y líquidos incandescentes son continuos, y ofrecen todos los colores á temperatura suficientemente elevada.

Los *espectros de emisión* de los gases comprimidos serán probablemente también continuos. Así, al menos, es el espectro del hidrógeno á dos atmósferas, y el observado cuando este gas arde en el seno del oxígeno á 10 atmósferas.

Los *espectros de emisión* de los gases y vapores en ciertas circunstancias de temperatura (no muy elevada) y presión están formados por bandas brillantes. La llama que producen los vapores de iodo mezclados con hidrógeno ofrece tal espectro de bandas. No menos notables las presentan el bromo, el azufre y el nitrógeno.

Los *espectros de emisión* de los gases y vapores á temperaturas muy altas están formados por rayas brillantes.

Wüllner ha demostrado la transición de los espectros de bandas á los de rayas llenando de nitrógeno un tubo de Geissler y haciendo pasar descargas de inducción á presiones variables. A 10^{mm} el espectro de bandas era hermosísimo; á 500^{mm} no se veía sino el de líneas; y la variación gradual de la presión entre ambos límites produjo el obscurecimiento progresivo y desigual de las diversas partes del espectro de bandas, y la aparición sucesiva de líneas brillantes sobre el fondo debilitado de las bandas.

El tránsito del espectro de rayas al continuo ha sido comprobado por el mismo físico en el hidrógeno, partiendo de las pequeñas presiones á las que el espectro de este gas se halla formado por las rayas H_α , H_β , H_γ , y comprimiendo gradualmente el fluido en un tubo de Geissler. Las rayas se ensancharon; aparecieron otras; y poco á poco, nutridos los espacios intermedios, llegó á constituirse, á dos atmósferas, un espectro continuo entre las líneas C y G del espectro normal.

Los *espectros de absorción* están formados por bandas oscuras idénticas por su número, situación y anchura á las brillantes de emisión acabadas de mencionar. Puede decirse, tratándose del iodo, en el cual el fenómeno está bien estudiado, que ambos espectros de bandas son inversos uno de otro.

Los espectros de absorción se producen con un rayo de luz Drummond (que por sí solo daría espectro continuo), tamizándolo por vasijas que contengan gases ó vapores antes de que llegue al espectroscopio.

B.—a.—Bajo la influencia de este recuerdo pasemos revista á los fenómenos espectrales de los gases muy enrarecidos, tal como Crookes, siguiendo, lo mismo que Wüllner, el método de Plücker, los ha observado empleando la chispa de inducción y tubos análogos á los de Geissler.

b.—He aquí las particularidades que ofrece el nitrógeno:

A 55^{mm} el espectro de bandas ofrece la roja y la amarilla fácilmente visibles, y las verde y azul muy débiles.

A 1^{mm}, 14 las bandas presentan su máxima intensidad.

A menor presión aparecen rayas.

A 812^M las bandas y las rayas son muy brillantes.

A 450^M las rayas se destacan bien.

A 188^M las rayas no son visibles por debajo de $\lambda = 610$, ni más allá de $\lambda = 400$.

A 94^M se observa una raya verde amarillenta $\lambda = 567$.

A 55^M se ve la misma raya muy claramente. Las rayas rojas han desaparecido, y es visible la azul $\lambda = 419$.

La raya 567 varía mucho: á 40^M desaparece; á 17^M vuelve á ser visible y es la más brillante; á 12^M se extingue de nuevo, pero deja muchas rayas verdes y azules; á 3^M sólo se ven tres rayas verdes poco intensas, y á 2^M,8 vuelve á presentarse la 567.

A 2^M no se notan sino trazas de rayas á causa de la fosforescencia del vidrio, que ofusca toda observación.

La raya 567 debe ser la señalada como más brillante y característica del nitrógeno por Thalen (576,8), Huggins (568) y Plücker (568,1).

c.—El ácido carbónico presenta las siguientes anomalías.

A 300^M es cuando el espectro aparece más claro.

A menores presiones va perdiendo su intensidad.

A 75^M la banda azul ($\lambda = \frac{409}{1000000}$ á $\frac{408}{1000000}$ de milímetro) se extingue.

Disminuyendo la presión desaparecen las restantes bandas.

A 40^M sólo se ven las rayas $\lambda = 519$ y $\lambda = 560$.

Extremando el vacío estas dos rayas dejan también de ser visibles.

d.—El espectro del óxido de carbono ofrece estas singularidades:

Primero se observa el ordinario formado por bandas y algunas rayas en sus extremos.

A 12^{mm} aparece una raya verde bien marcada ($\lambda = \frac{515}{1000000}$ de milím.), que aumenta de intensidad con el vacío, después se debilita, y se extingue á 0^{mm},9. Es acaso la 514,4 del oxígeno (Plücker).

A 2^{mm},8 el espectro concuerda con el del carbono, tal como éste se halla indicado con el núm. 2 en el *Index of spectra* de Watts.

A 553^M las bandas entre rayas parecen subdividirse en gran número de rayas muy finas.

A 211^M estas rayas finas se ven claramente, y el espectro presenta su máximo brillo.

A 100^M el espectro se debilita, y de vez en cuando aparece una raya que coincide de la del oxígeno $\lambda = 534$ de Plücker.

A menores presiones la extinción del espectro es rápida; la raya $\lambda = 534$ desaparece, y después va sucediendo lo propio, una tras otra, á las del carbono.

A 4^M no se ven sino las rayas $\lambda = 560$ y $\lambda = 519$.

e.—Análogo estudio del espectro del hidrógeno arroja estos hechos:

A 3^{mm} se observan muy claras la raya roja ($\lambda = 656,2$), la verde ($\lambda = 486,1$), y la azul ($\lambda = 434$).

La visibilidad de estas tres rayas ofrece variaciones curiosas: á 36^{mm} la roja es clara, la verde débil y la azul no existe: á 15^{mm} ya se presentan las tres; á 418^M vuelve la azul á debilitarse, y á menores presiones se extingue.

A 38^M sólo se ven la raya roja, muy poco intensa, y la verde.

A 2^M desaparece la raya roja.

A 0^M,37 continúa viéndose la verde.

Observa Crookes que si bien la raya verde es la última que desaparece cuando se opera con hidrógeno químicamente puro, no sucede lo propio (pues á veces ni aun es visible) cuando éste se encuentra, á título de impureza, mezclado con otro gas.

C.—Tales resultados parecen en conjunto una antítesis de los de Wüllner; pues mientras tan hábil físico nos hace asistir al tránsito del espectro de bandas al de rayas en el nitrógeno, y del de rayas al continuo en el hidrógeno, por aumento de presión, Crookes, mediante disminución de ésta, demuestra un desvanecimiento del espectro de bandas, algo á veces como su resolución en rayas, y siempre la extinción gradual de los fenómenos espectrales, hasta llegar á un residuo gaseoso sin espectro ó poco me...

δ)—Fenómenos eléctricos.

10.—A.—*Descarga obscura.*—Desde que Hauksbée, primero, y Gray más tarde (1732) demostraron que las atracciones y repulsiones eléctricas se verifican en el vacío de las máquinas neumáticas, ha sido objeto de variados estudios el papel que el aire y otros gases, bien por la presión contra la superficie de los cuerpos, bien por su conductibilidad, desempeñan en las descargas obscuras, ó *por difusión*, de los conductores electrizados y aislados en el seno de dichos fluidos.

Prescindiendo de la influencia que en la pérdida de la electricidad por los gases tienen la temperatura, el estado higrométrico, la forma del cuerpo electrizado, etc., y limitándonos á las circunstancias del fenómeno que se relacionan con nuestro objeto presente, hé aquí las afirmaciones que respecto del particular pueden hacerse, según los experimentos más modernos (Warburg, 1872).

1.º Los gases en estado de pureza y á igual temperatura y presión poseen diferente conductibilidad. Así en el hidrógeno la pérdida de electricidad es dos veces más rápida que en el ácido carbónico.

2.º A presiones distintas, pero correspondientes á vacíos extremados, los gases parecen carecer por completo de conductibilidad.

3.º El mecanismo de las descargas obscuras es el siguiente: el cuerpo pierde en los primeros momentos gran parte de su electricidad, quedando sólo con una carga límite, tanto más pequeña cuanto menor es la presión del gas; y después continúa verificándose de una manera lentísima la pérdida ó difusión de dicha carga residuo.

B.—La variación de conductibilidad es mucho más rápida en las 1000^M últimas, que durante las 999.000^M primeras; según lo demuestra la persistencia, *por cuarenta y ocho horas*, de una repulsión observada por Becquerel á la presión de 1^{mm}, comparada con la divergencia de las dos láminas de pan de oro de un electrómetro, que no ofreció á Crookes la menor variación *al cabo de trece meses*, operando á 1^M.

II.—*Descarga luminosa.*—A.—Comprendemos bajo este nombre todas las formas de la descarga

eléctrica visibles merced á penachos, chispa, estratificación ó cualquier otra clase de luminosidad que la acompañe. Concorre generalmente al fenómeno la existencia de dos electrodos de signo contrario. Y la resistencia del gas interpuesto ofrece para su estudio aspectos tan interesantes como la distancia á que la descarga se verifica, y la fuerza electro-motriz necesaria para que este hecho tenga lugar.

B.—a.—En Mayo de 1877, Warren de la Rue y Muller han demostrado que la longitud de la chispa, ó descarga disruptiva, producida por una pila compuesta de varios miles de elementos de cloruro de plata decrece á la presión ordinaria en diferentes gases por el orden siguiente: hidrógeno, nitrógeno, aire, oxígeno, ácido carbónico. La distancia entre los polos alcanza un valor casi doble en el hidrógeno que en el aire. Esta influencia de la naturaleza del gas sobre la longitud de la chispa, independiente de la fuerza elástica y de la viscosidad mecánica, es la *viscosidad eléctrica* de Gordon.

b.—Operando con un gas cualquiera encerrado en un tubo donde pueda hacerse el vacío, y empleando la descarga de un carrete de inducción ó de una máquina eléctrica, la longitud de la chispa aumenta á medida que disminuye la presión; según Snow Harris (1834), en razón inversa; y según Gordon, *próximamente* en razón inversa entre 76 y 28 cm.

Maxwel ve en estos fenómenos una especie de *ruptura* de la masa gaseosa, comparable á la de un madero por una cuña; y entiende que á ninguna ley exacta puede obedecer, porque cuando la densidad eléctrica se encuentra próxima al valor á que la descarga se produce, la menor causa accidental, como la presencia de una partícula de polvo, una ligera quemadura ó deformación producida por la descarga anterior, etc., determina el salto de la chispa. Tal explicación se puede también aplicar al hecho de que la distancia explosiva varía con la forma de los electrodos.

c.—A medida que la presión disminuye, los fenómenos se complican en razón á que la ley de Harris deja de verificarse y á que la descarga tiende á cambiar de forma, presentándose los conocidos efectos del huevo eléctrico y de los tubos de Geissler. Varios experimentadores, sin embargo, han comprobado que la resistencia que cada gas opone á que le atraviese la descarga pasa por un mínimo á cierta presión, y después aumenta de una manera tan extraordinaria que en los vacíos extremados no se ha logrado que una chispa capaz de franquear en la atmósfera 15 á 20 cm. salte á la distancia de 0^{mm},5.

He aquí las tensiones á que algunos gases ofrecen, según Morren, la mínima resistencia al paso de la descarga:

Hidrógeno	2 ^{mm} ,80
Acido carbónico.....	0 ,08
Nitrógeno.....	0 ,10
Oxido de carbono.....	1 ,60
Oxígeno.....	0 ,60

Téngase en cuenta que estos números no pueden representar sino el orden de magnitud de las presiones de que se trata á causa de la influencia que en el fenómeno ejerce el diámetro de los tubos con que se opera.

C.—El estudio de la resistencia en cuestión se ha hecho además por el camino de medir la fuerza elec-

tro-motriz necesaria para que la descarga se verifique al través de masas gaseosas de longitud y sección determinadas, bien afecte el fenómeno la forma de chispa, ó bien la de arco, estratificación ó cualquier clase de apariencia luminosa.

Los delicados trabajos de Warren de la Rue y Muller, efectuados con su colosal pila de cloruro de plata, en amplias condiciones experimentales, arrojan los resultados siguientes:

1.º La descarga de 11.000 y más pares en un tubo vacío no difiere esencialmente de las que ordinariamente se observan en los gases á la presión atmosférica, siendo por lo tanto más bien que una corriente, en la acepción usual de esta palabra, un hecho de la naturaleza de la descarga disruptiva.

2.º No sólo la descarga estratificada y la chispa ofrecen semejante relación, sino que la primera y el arco eléctrico parecen ser modificaciones de un mismo fenómeno.

3.º Con la generalidad consiguiente á estas afirmaciones puede sentarse que el potencial necesario para hacer pasar la electricidad por un recinto vacío disminuye hasta un cierto límite con la presión; aumenta en seguida; y existen enrarecimientos tales que no hay fuerza electro-motriz capaz de originar descargas á través del residuo gaseoso.

El hidrógeno, según tan distinguidos físicos, tiene idéntica resistencia á 35^{mm} y á 0^{mm},002, y ofrece la mínima á 0^{mm},64.

4.º La relación que existe entre la presión y la diferencia de potencial necesaria para producir la descarga entre dos superficies planas á distancia invariable puede ser representada por una curva hiperbólica; lo propio que la relación entre la diferencia de potencial y la distancia explosiva á presión constante. Pero si los electrodos terminan en punta ó de otra manera, el fenómeno obedece á leyes más complejas y no conocidas.

12.—A.—Como, según los experimentos de Döbereiner y Cailletet, á presiones superiores á la atmosférica, y continuamente crecientes, la distancia explosiva correspondiente á una diferencia de potencial disminuye de una manera continua, resulta de todo lo dicho sobre la descarga luminosa que en los gases, á partir de la presión de mínima resistencia, se verifica el mismo fenómeno, bien en dirección al estado líquido, bien por el camino de los vacíos extremados, aunque de una manera más rápida en este último sentido.

B.—A presiones ínfimas tienen igual significación los fenómenos de la descarga obscura y los de la luminosa que hemos descrito.

C.—Importa dejar consignado una vez más el hecho de que los tubos de vidrio en que se han practicado vacíos extremos adquieren, mientras están en comunicación con el manantial eléctrico, una fosforescencia tanto más brillante cuanto más difícilmente se dejan atravesar por la electricidad.

(Se continuará.)

JOSÉ MUÑOZ DEL CASTILLO,

Profesor de la Escuela General Preparatoria
de Ingenieros y Arquitectos.



APARATOS DE PROYECCIÓN

Espectros

Desde hace algunos años se ha adoptado la luz oxhídrica en los teatros para obtener efectos escénicos, y aunque estos efectos no se obtienen por la proyección de imágenes, los aparatos que los producen tienen alguna analogía con los empleados en las proyecciones, y por esto debo mencionarlos.

El aparato que representa la figura 1.^a es el que

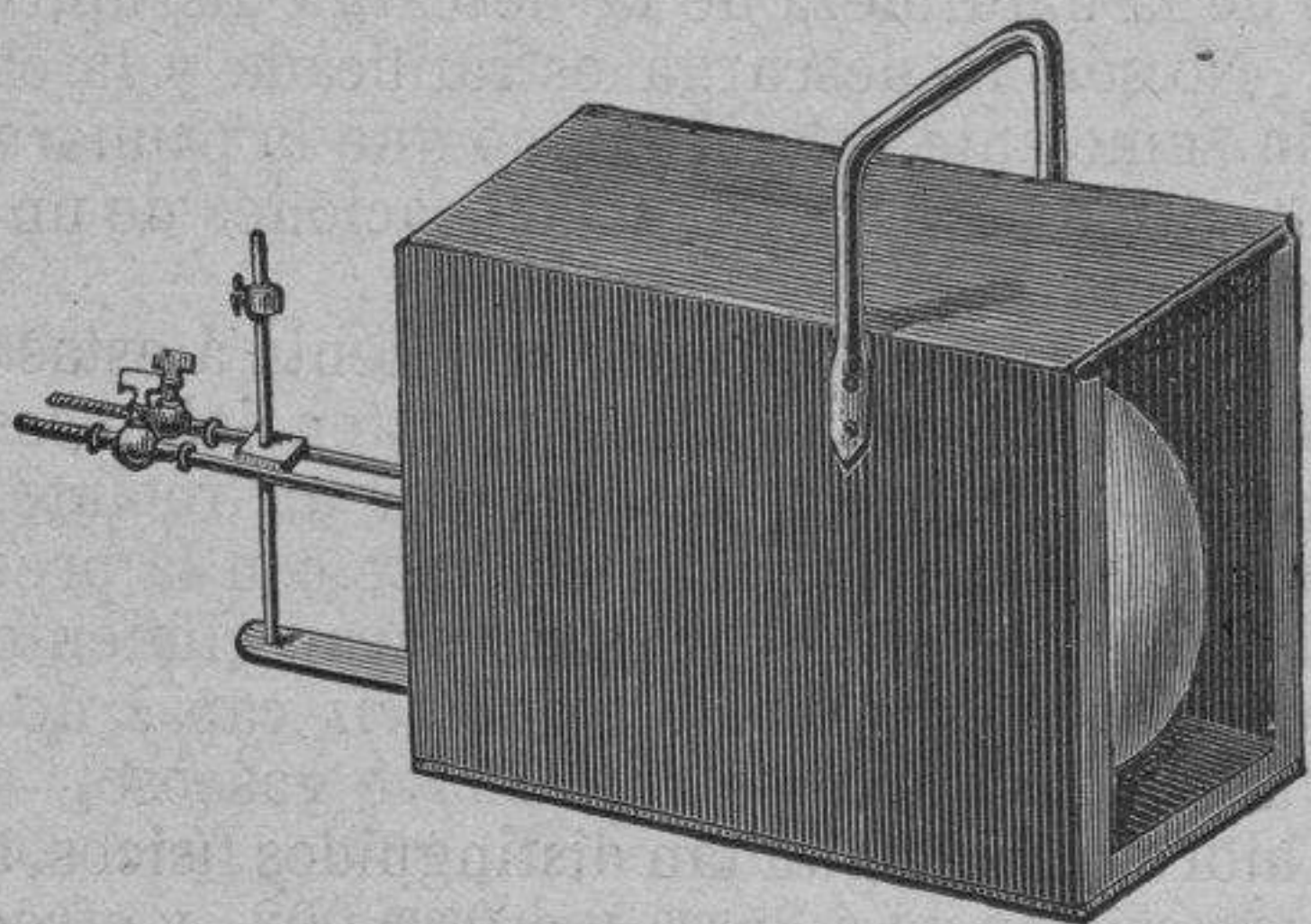


Figura 1.^a

mejores resultados produce. Se compone de una caja sencilla de metal que tiene en uno de sus extremos una lente fuerte, detrás de la cual va montado sobre cremallera un mechero que puede recibir el gas del alumbrado y el oxígeno. Según la mayor ó menor aproximación del mechero á la lente, se proyecta un haz luminoso paralelo ó convergente, iluminando á distancia un espacio más ó menos grande.

Otra de las aplicaciones, y quizás la más interesante, es la aparición de espectros. Para esto se coloca en el foso un espejo de gran tamaño, sobre el que se refleja, con el auxilio de una luz muy fuerte, la imagen del actor encargado de representar el fantasma. El espejo, convenientemente inclinado, refleja la imagen, que pasa por una abertura hecha en el suelo del escenario sobre un cristal transparente que la refleja á su vez hacia los espectadores. Esta transparencia permite distinguir el espectro producido y los objetos colocados detrás del cristal, gracias á lo cual la ilusión es perfecta.

Disposición de los aparatos

Cualesquiera que sean los modelos y las formas de los aparatos, deben observarse las reglas siguientes para su instalación:

- 1.^a Limpiar bien las lentes con una piel de gamuza ó con un trapo fino de algodón y nunca de hilo, que puede arañar los cristales.
- 2.^a Limpiar del mismo modo las vistas.
- 3.^a En tiempo frío, y sobre todo húmedo, calentar algo las lentes y las vistas para evitar las condensaciones de vapor que se producen en los cristales, que se traducen en la pantalla en una sombra oscura, generalmente en el centro de la vista.
- 4.^a Colocar el aparato sobre una mesa ó sobre un

soporte especial bastante elevado para que el eje del objetivo se encuentre á la misma altura que el centro de la pantalla. Si esto no pudiera ser, se inclina algo el aparato, pero muy poco, porque la imagen se deforma si se le inclina demasiado.

Hay dos maneras de hacer las proyecciones: directamente ó por transparencia.

Las proyecciones por transparencia se emplean en los teatros y espectáculos públicos. El operador con los aparatos se coloca á un lado de la pantalla, oculto á la mirada de los espectadores, que se encuentran en el lado opuesto.

La pantalla se confecciona con tela blanca de algodón, que se ha hecho transparente por medio de una capa de gelatina disuelta en agua, ó lo que es mejor, con la composición siguiente:

Se disuelve al baño maría en 500 gramos de esencia de trementina destilada, 180 gramos de cera virgen y 50 gramos de esperma de ballena.

Antes se habrá fijado la tela en un marco del modo que indica la fig. 2.^a para que no tenga arru-

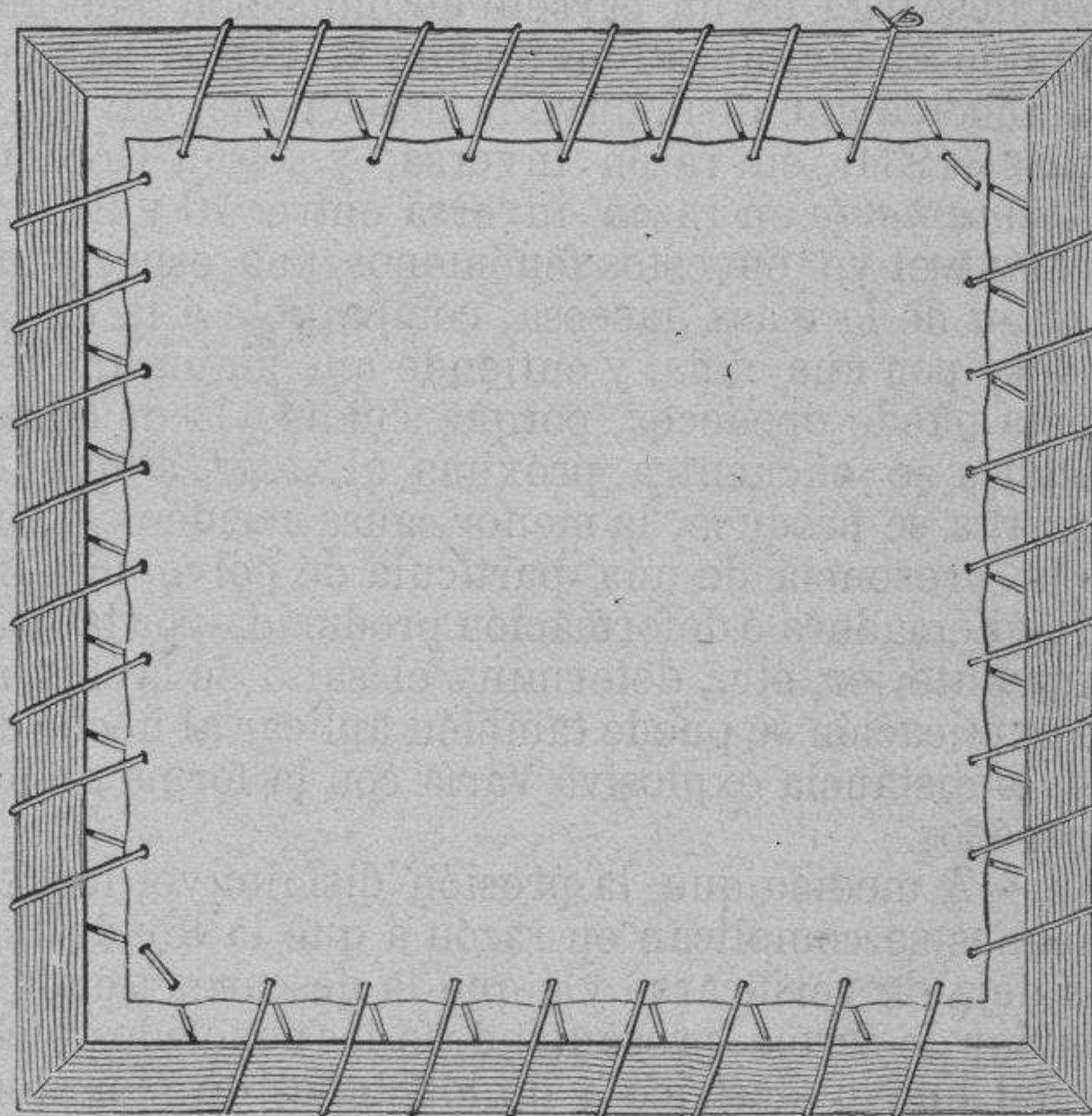


Figura 2.^a

gas. La mezcla se extiende por medio de una brocha y se deja secar.

Las proyecciones directas se hacen con las linternas pequeñas y también en las conferencias científicas. En el primer caso una tela blanca ó un papel fijo en la pared sirve de pantalla, y en el segundo un muro de superficie muy unida, pintado de blanco mate.

Vistas

De todos los medios que se emplean para la confección de las vistas, el mejor sin duda alguna es la fotografía, y cualquiera que tenga ligeros conocimientos de este arte, puede preparar con poco trabajo las que quiera.

Existen otros medios de preparar por sí mismo las vistas, pero exigen más ó menos paciencia y destreza, sobre todo si se quiere hacer cuadros con colores.

Para trazar dibujos de rasgos sencillos se coloca el cristal sobre el dibujo que se va á reproducir, y se calca con un pincel fino y pintura negra ó con una pluma mojada en tinta china muy espesa. Para que las líneas se fijen fácilmente en el cristal se le habrá limpiado previamente con talco ó polvos de Segovia, y se le habrá dado una capa muy ligera é igual de goma, gelatina ó hiel de vaca. Algunos pintores emplean para esto la esencia de trementina.

En vez de emplear el cristal ordinario, puede hacerse el calco en un cristal esmerilado con un lápiz muy duro, dando encima del dibujo una capa de barniz para que el cristal vuelva á ser transparente.

Otro procedimiento consiste en cubrir el cristal con negro de humo, haciendo el dibujo con una aguja y fijándole después con un pulverizador.

Si se quiere transportar grabados ó calcomanías sobre el cristal se procede del siguiente modo: se extiende en una de las caras del cristal una capa de barniz que se deje secar; se introduce el grabado en alcohol y se le enjuga ligeramente entre dos hojas de papel secante, colocándole después sobre el barniz y apretando con fuerza en todas direcciones para que no quede ninguna burbuja de aire entre el grabado y el cristal. Al siguiente día se humedece con agua el reverso, y se frota suavemente con el dedo hasta quitar casi por completo el papel de modo

que sólo quede adherida al barniz una película muy delgada, echando encima una pequeña cantidad de barniz al espíritu de vino para aumentar la transparencia, y dejando escurrir la parte que sobre.

Para iluminar las vistas, sean grabados ó fotografías, puede emplearse los colores á la aguada, solamente que hay que barnizar la pintura para favorecer la transparencia.

Las personas familiarizadas con la pintura al óleo obtendrán resultados inmejorables mezclando

Figura 3.^a

los colores en la paleta con una cantidad conveniente de barniz copal.

Hoy se encuentra en el comercio gran variedad de vistas preparadas, desde la banda de cristal con caricaturas, hasta las

vistas de movimientos más complicados. Entre estas últimas merece citarse la colección de diez cuadros para la enseñanza de la Astronomía que representan los artículos siguientes: Esfericidad de la tierra (figura 3.^a)—Sistema planetario.—Revolución anual de la tierra.—Rotación diurna de la tierra.—Revolución de la luna alrededor de la tierra.—Fenómenos de las mareas.—Orbitas de Mercurio y de Venus.—Marcha de un cometa.—Eclipse de luna y eclipse de sol.

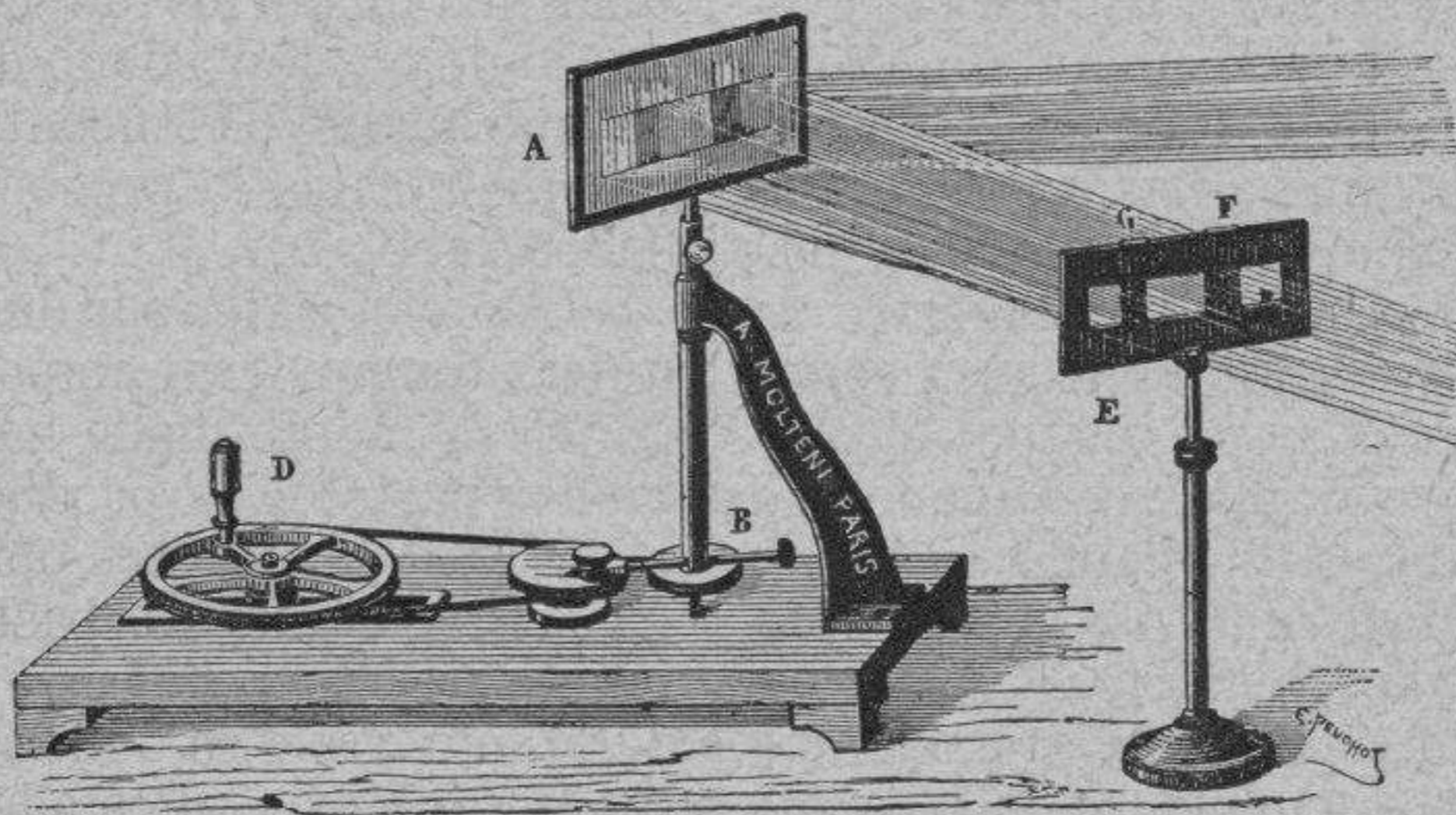
Experiencias diversas de proyección

Los aparatos de proyección sirven no tan sólo para proyectar vistas sobre cristal, sino también para mostrar ciertas experiencias que los espectadores no podrían ver de otro modo á causa de la pequeñez de los fenómenos ó de los aparatos empleados.

No es posible describir aquí todo lo que puede ser explicado de esta manera, porque nos obligaría á extendernos demasiado, por lo que sólo citaremos el aparato de Lavaud de Lestrade para la recomposición de la luz.

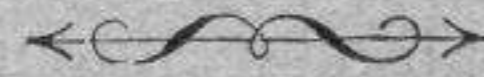
Sobre un espejo *A*, fig. 4.^a, al que se puede comunicar un movimiento de rotación ó de oscilación, se recibe un espectro solar ó el espectro procedente de un aparato de proyección. En tanto que el espejo está inmóvil, el espectro se refleja en la pantalla con sus colores primitivos; pero si se hace girar el espejo, los colores del espectro se superponen rápidamente y se confunden, resultando el foco luminoso completamente blanco. La experiencia exige la luz del sol ó la eléctrica, porque la oxídrica da un efecto algo débil.

Delante del aparato hay una placa, *E*, con una hendidura rectangular por la cual se hace pasar el espectro antes de llegar al espejo. Por medio de pequeñas chapas negras, como *G* y *F*, se puede interceptar algunas partes del espectro de modo que sólo pasen aquellas cuya combinación se quiera estudiar. Si en estas condiciones se hace girar el espejo, se obtiene una coloración resultante del conjunto de los colores cuyo paso no ha sido interceptado. Variando el número, la disposición y la dimensión de estas chapas, se puede estudiar las diversas coloraciones que resultan de las combinaciones variadas de los diferentes colores del espectro.

Figura 4.^a

gras, como *G* y *F*, se puede interceptar algunas partes del espectro de modo que sólo pasen aquellas cuya combinación se quiera estudiar. Si en estas condiciones se hace girar el espejo, se obtiene una coloración resultante del conjunto de los colores cuyo paso no ha sido interceptado. Variando el número, la disposición y la dimensión de estas chapas, se puede estudiar las diversas coloraciones que resultan de las combinaciones variadas de los diferentes colores del espectro.

A. MOLTENI.



NOTAS SOBRE LA NATURALEZA DE LA IMAGEN

LATENTE

Todavía ignoramos en fotografía tantas cosas, que con alguna razón podríamos aplicar la palabra *latente* á otros fenómenos no menos desconocidos que la imagen oculta en la placa expuesta.

En general tenemos vivo interés por esta imagen latente y deseamos saber más en cuanto se refiere á su naturaleza y á las condiciones en que se produce. Las numerosas hipótesis relativas á su naturaleza, las teorías emitidas sobre su formación, prueban abundantemente el importante interés de esta cuestión.

Hasta ahora nos hemos quedado en la teoría, y

lo que necesitamos son pruebas. Yo tampoco puedo hacer más, pero he hecho experiencias, no todas con buen éxito, que me permiten exponer una nueva teoría referente á este verdadero rompe-cabezas fotográfico.

En una obra el capitán Abney expone una ingeniosa teoría sobre la imagen latente, atribuyendo su origen á una causa puramente mecánica. Según él, las ondulaciones de luz, de cierta longitud, ocasionan oscilaciones en las moléculas de la materia sólida que forma la capa sensible, habiendo cierto grado de sincronismo entre las oscilaciones de las longitudes de las ondas y la materia sobre la cual obran.

Esta teoría es ingeniosa, pero un poco vaga, y no tiene ningún valor en los diferentes fenómenos de la revelación, como el mismo Abney reconoce al admitir como positivo, que estas oscilaciones producen un cambio en las sales de plata que expuestas á la luz se transforman en subsales, que á su vez se reducen al estado metálico por la acción del revelador. En otra parte del mismo libro explica la revelación, partiendo de la base que la imagen latente ha sido producida por un cambio químico.

Esta teoría del cambio químico está generalmente aceptada, aunque yo por mi parte no haya podido encontrar un solo hecho que demuestre la verdad de sus fundamentos. Todos conocéis, seguramente, la reacción presumida en cuestión: el cloruro, el bromuro y el ioduro de plata se supone que se reducen al estado de subsales, dejando en libertad el cloro, el bromo y el yodo, durante la reacción, según la naturaleza de la capa sensible.

Según mi entender, hay muchos argumentos contra la posibilidad de estos fenómenos. He calculado que en una placa normal de buena clase, hay cerca de dos granos (0'13 centigramos) de bromuro combinado; y si esta teoría química fuese exacta, después de la exposición, la mitad del bromuro quedaría libre, y nadie hasta hoy ha observado en la cámara el menor indicio de bromuro ni de ningún otro cuerpo halógeno después de retirar la placa. El bromo, el cloro y el yodo no son sustancias cuya presencia pueda pasar inadvertida, porque además de su color bien marcado tienen un olor tal, que no es posible dejar de notarlo. Además, yo creo que no existe nadie que estimando sus aparatos los dejara á merced de los cuerpos halógenos en libertad. El cobre, el cuero y los tornillos se resentirían muy pronto de semejante confianza.

Otra prueba, también importante, contra esta teoría química, es, que las llamadas subsales de plata, es decir, las subsales halógenas naturalmente, son insolubles en el hiposulfito, y de aquí que si se fija una placa antes de haberla revelado, se llega á obtener el cristal completamente limpio. Este hecho es conocido de todos, y sin embargo, todos hablan de la imagen latente como consecuencia de las referidas subsales, explicando todos los fenómenos de la revelación por la acción del revelador sobre estos compuestos imaginarios.

Yo no afirmo de ningún modo la no existencia de las subsales de plata, antes por el contrario, estoy seguro que existen, porque yo mismo las he preparado para realizar mis experiencias; pero creo firmemente, y esto es lo que deseo probar, que no existen en las placas expuestas. Voy más lejos, y digo que

prácticamente las subsales son producidas por la acción de la luz y están presentes en determinado momento en las pruebas de plata. Bien se ve que establezco una diferencia entre la acción que produce una prueba de plata y la que produce, ó produce en parte, una negativa de cristal. Además, todas estas subsales tienen un color violeta más ó menos marcado, y nadie hasta ahora ha notado el menor indicio de coloración en las placas expuestas, antes de la revelación.

Esta teoría química acaba de ser discutida por el profesor Carey Lea, que nos ha dado cuenta de las series de experiencias que ha realizado con toda la reflexión y todo el acierto que podía esperarse de un químico tan distinguido. Ha preparado una serie de sales de plata, á las que ha llamado fotosales, que no tienen una existencia imaginaria, sino real, y explican, hasta cierto punto, los variados fenómenos de la revelación. De hecho, la teoría de las fotosales se acomoda muy bien con nuestras experiencias prácticas y generales y explica al primer aspecto todos los misterios de la imagen latente, pero su punto débil, demasiado débil á mi entender, consiste en que nadie ha encontrado jamás ninguna señal que demuestre la presencia de cualquiera de ellas sobre las placas.

Estas fotosales son interesantes por sí mismas, y quizás tengan gran importancia en lo futuro; pero, por el momento, nada hay que pruebe que toman la menor parte en la producción de la imagen latente.

Muchos fotógrafos opinan que aunque imperfecta, la teoría química basta para las necesidades de la práctica. Esto podrá ser cierto, pero los progresos de la fotografía se deben á los sabios, que lejos de contentarse con el estado en que la encontraron, investigaron las causas de los maravillosos cambios que la ciencia fotográfica puede producir. Si queremos que la fotografía progrese, si deseamos perfeccionar los actuales métodos de manipulación, preciso nos será adquirir algunos conocimientos de las causas de los diferentes efectos que se producen. De aquí que si queremos comprender y comprobar con más exactitud los variados misterios de la exposición y de la revelación, debemos tener conocimientos más definidos que los que actualmente poseemos sobre la naturaleza de la imagen latente.

Como conclusión de mis experiencias, he establecido una teoría que podrá ser ó no exacta, pero que voy á someter á vuestra consideración para que de la discusión quede destruída ó salga triunfante. No pretendo que mi teoría sea la sola correcta y que todas las demás sean falsas; la mía puede tal vez resultar más débil, pero la creo plausible. Mis ensayos no han terminado todavía; más adelante haré públicos los resultados. En una palabra, creo que la formación de la imagen latente se debe á una acción eléctrica. He aquí mis pruebas:

Hace algunos meses se leía en la *Chemical Society of London* una noticia sobre el fenómeno eléctrico que se produce al mezclar las disoluciones de ácido pirogálico y de potasa cáustica, y esto me llamó la atención por las relaciones que pudiera tener con la fotografía, toda vez que esta mezcla puede emplearse como revelador. Si la revelación fuese eléctrica y no química, el cambio producido por la luz podría ser también eléctrico.

Mis primeras experiencias se redujeron á asegu-

rarme de que fenómenos parecidos á éste se producan con los demás baños. Sin entrar en detalles, diré que el ácido pirogálico con el amoníaco, el carbonato de potasa y el carbonato de sosa, da siempre una corriente eléctrica. La mezcla de oxalato de potasa con el sulfato de hierro me dió también igual resultado, probándome así, de un modo evidente, que la electricidad se producía durante la revelación.

Naturalmente, esto no satisfizo mis aspiraciones, porque la electricidad, en este caso, podía ser lo mismo la causa que un efecto adherente, toda vez que también se produce en innumerables reacciones químicas.

Empecé en seguida los experimentos que juzgué oportunos, para probar que la electricidad se producía también en la exposición, y esto sólo lo conseguí en parte. Coloqué para ello placas no expuestas en relación con instrumentos que sirviesen para determinar las corrientes eléctricas, y después quemé un alambre de magnesio delante de la placa, observando si se producía alguna indicación eléctrica. Llegué á conseguir algunas veces señales evidentes de electricidad, pero otras, debo declarar que obtuve un fracaso completo.

Cuando se emplea instrumentos delicados para medir la electricidad, hay tantas causas exteriores que influyen sobre ellos, que no puedo afirmar por el momento que mis corrientes eléctricas se deban á la acción de la luz; yo creo que sí; pero hasta que haya terminado algunas experiencias suplementarias, debo considerar esta acción como una suposición.

Otra prueba que demuestra que mi suposición será pronto un hecho, es la experiencia que hizo Becquerel hace 50 años. Cubrió en la obscuridad dos placas de plata con cloruro de plata y las colocó en una cubeta con agua clara. Iluminando una, se produjo una corriente eléctrica en la placa expuesta, que obró como polo negativo.

Esta experiencia puede repetirse fácilmente; yo lo he hecho con el bromuro y el ioduro, y he obtenido un efecto aun mayor que con el cloruro, pues la declinación de la aguja del galvanómetro seguía este orden: ioduro, bromuro y cloruro. Es de notar que este orden es opuesto al de su actividad química.

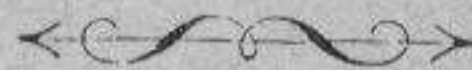
La luz no es indispensable para producir la imagen latente, puede nacer hasta cierto punto por el calor. Hace algunos meses leí en una revista una cuestión concerniente á unas líneas negras que se habían presentado en la parte inferior de una placa, y se explicaba el fenómeno porque el cuero del chasis había absorbido calor que había irradiado sobre la placa. Puse manos á la obra, y colocando alternativamente bandas blancas y negras sobre una placa, obtuve una imagen latente acercando por espacio de algunos segundos un hierro caliente. Debajo de las bandas negras se formó el depósito con la revelación, y debajo de las blancas quedó el cristal sin gelatina. ¿Cómo explicar esto si la imagen latente encerrase las subsales? No habrá nadie, de seguro, que se atreva á decir que las subsales se producen con el calor.

Todavía un punto y acabo. Si se frota un papel bromurado con una goma ó con un dedo muy limpio, resulta en la revelación una mancha negra, y es preciso convenir que el frotamiento produce electricidad, nunca subsales ni fotosales.

En resumen, creo que una placa expuesta á la luz está en un estado eléctrico, en el que cada molécula se halla en condiciones eléctricas opuestas que bajo la acción eléctrica del revelador se atraen ó se rechazan, resultando del agente metálico producido la imagen invisible.

Necesito algún tiempo para completar mis experiencias, y espero que muy pronto podré repetir las en público desvaneciendo todas las dudas.

(Extracto de la conferencia dada por M. Thos-W-Drinkwater en la *Edinburgh Photographic Society*.)



CRONÓMETRO SOLAR

El nuevo cronómetro solar que representa el grabado y cuya descripción publicamos á continuación, es un instrumento portátil que marca la latitud, la hora media y la meridiana con un manejo sumamente fácil.

Tres círculos concéntricos, ecuatorial, horario y meridiano, constituyen los órganos esenciales del aparato. Las demás partes sirven para mantener estos círculos en las posiciones que deben ocupar, permitiéndoles, sin embargo, ciertos movimientos que no son más que la reproducción de los que verifica la tierra con relación al sol.

El cronómetro puede girar sobre su zócalo, alrededor de la línea vertical pasando por el centro de los círculos, teniendo por eje el tornillo que sujeta el instrumento á la caja.

Todos los ejes pueden girar juntos alrededor de su eje horizontal pasando por su centro y sus soportes. Durante este movimiento el círculo meridiano se desliza por la ranura practicada en la cabeza del perno, cuya tira, igualmente hendida, penetra en el pie y reúne los círculos por medio del pasador *E*. Con el tornillo de presión *P* se puede apretar una de las paredes del perno contra el círculo meridiano para impedir, cuando sea preciso, el movimiento de todos los círculos sobre el eje horizontal. Esta disposición permite siempre fijar los círculos con la inclinación que corresponda al lugar en que se opere.

El círculo horario puede girar alrededor del de sus diámetros *a m* perpendicularmente al círculo ecuatorial que representa el eje del mundo. Este círculo puede así llevarse en la dirección del sol todas las veces que se quiera; interiormente tiene una pantalla, enfrente de la cual hay un agujero muy pequeño, por el que pasa el rayo luminoso que en la misma reproduce la imagen del sol en forma de punto en medio de la sombra que el círculo proyecta.

En esta pantalla hay trazadas tres líneas: una correspondiente á los equinoccios, otra á la meridiana del tiempo verdadero, y la tercera, en forma de 8, á la meridiana del tiempo medio.

Las dos primeras, perpendiculares entre sí, forman muy sensiblemente la división de las estaciones; la tercera tiene por ejes á las anteriores, y por ordenadas la diferencia de los tiempos con la línea del tiempo verdadero y con la línea de los equinoccios.

Estas ordenadas, calculadas de cuatro en cuatro

días, están marcadas por un punto, y cada ocho con la fecha correspondiente.

Esta meridiana del tiempo medio constituye un calendario perpetuo según la reforma gregoriana.

Se comprenderá así que es muy fácil apreciar la posición que ocupará el punto correspondiente al día en que se opera si éste es de los que no se hallan marcados. Así, el 7 de Octubre se encuentra á igual distancia del 5 y del 9; el 12 al lado del 13, y así los demás.

La instalación del instrumento es muy fácil. La cubierta de la caja se halla sujeta al fondo de la misma por dos pasadores, *g g*, y dentro está el cuerpo del aparato. Retirado éste se colocan las diferentes piezas como indica el grabado, sujetándolas con tornillos.

Los datos que el cronómetro proporciona se determinan del modo siguiente:

La latitud de un lugar es la distancia más corta que le separa del Ecuador. El ángulo correspondiente se forma sobre el plano del meridiano por la línea de intersección de este último con el Ecuador y la vertical del lugar; este ángulo es igual al que forma esta vertical con el rayo solar á su paso por el meridiano.

Si se conoce la latitud del lugar de la operación, para lo que basta un mapa regularmente hecho, se fija en seguida el círculo ecuatorial con la inclinación que corresponda por medio de la división del círculo meridiano y el tornillo de presión *P* que no debe estar apretado. Hecho esto se determina en muy pocos segundos la hora media y el plano meridiano, como diremos más adelante.

Pero si se ignora la latitud, es preciso determinarla previamente, observando la mayor altura del sol sobre el horizonte. Esta es la única observación que exige algún tiempo.

Desde que sale hasta que pasa por el meridiano el sol se aleja del horizonte, y del meridiano á su puesta se aproxima. La imagen que se reproduce en la pantalla efectúa el movimiento contrario.

Montado el cronómetro como dejamos dicho, se colocará el círculo horario en posición vertical, haciendo corresponder la extremidad de su flecha con la división XII del círculo ecuatorial, en cuya posición debe permanecer mientras se verifique esta observación.

Los círculos verticales, el horario y el meridiano, se llevan en la dirección del sol, haciendo girar el instrumento sobre su zócalo (primer movimiento), y si el tornillo de presión está flojo, se podrá hacer girar todos los círculos alrededor de su eje horizontal (segundo movimiento). Por esta doble maniobra se dirigirá la imagen del sol sobre la fecha del día; hecho esto, se esperará diez minutos para que la imagen se separe de la meridiana del tiempo medio; después, con el primer movimiento del cronómetro se lleva la imagen alrededor de la vertical, examinando su posición con el auxilio de una lente cilíndrica.

Se podrán presentar tres casos: que la imagen esté en el mismo sitio, más baja, ó más alta.

En el primer caso la imagen no habrá variado de altura, lo que probará que el sol está muy cerca del plano meridiano y á su mayor altura, único momento de su carrera en que se encuentra mucho tiempo estacionario con relación al horizonte. Se puede apretar el tornillo de presión *P*, y leer la latitud en la división del círculo meridiano.

Haciendo una segunda observación, se adquirirá la certidumbre de haber operado bien; si la imagen ha subido algo en la pantalla, indicará que



Figura 1.^a

el sol ha franqueado el meridiano y que desciende hacia el horizonte.

En el segundo caso hay que hacer varias operaciones hasta que la imagen del sol quede estacionaria entre dos de éstas.

En el tercer caso hay que dejar la operación para el día siguiente.

Se puede apreciar la latitud en el círculo meridiano á un cuarto de grado de aproximación, que es lo bastante para determinar el tiempo medio á un minuto más ó menos.

Un grado de latitud corresponde á 111 kilómetros: si no se cambia de posición más de 20 kilómetros al N. ó al S., puede servir la latitud observada precedentemente, y con mayor razón si se emplea el cronómetro en distintos puntos de la misma localidad.

Para determinar la hora media es preciso, como hemos dicho ya, fijar el cronómetro á la latitud del sitio en que se opere, sin variar los círculos de su posición alrededor de su eje horizontal.

Con el primer movimiento (alrededor de la vertical), y el tercero (rotación del horario sobre su eje *a m*), que se ejecutarán simultáneamente, teniendo con una mano el círculo horario y con la otra el pie del instrumento, se llevará fácilmente la imagen del sol sobre el calendario, haciéndola subir ó bajar á voluntad con el primer movimiento de derecha á izquierda; obtenida la coincidencia con la flecha, la hora media se encontrará indicada por la flecha del círculo horario sobre el círculo ecuatorial que se halla dividido de cinco en cinco minutos. Un nonius colocado en el círculo horario divide en cinco partes iguales cada una de estas divisiones, de modo que si la flecha del horario marca en el ecuatorial 9 horas 15 minutos, y la tercera división del nonius se encuentra en frente de una de las divisiones del círculo ecuatorial, será 9 horas y 18 minutos.

Cada vez que se determina la hora media el cronómetro se encuentra orientado; el círculo meridiano coincide con el plano meridiano, y si en vez de operar con el zócalo del instrumento se hiciese sobre la plancheta de un geómetra, trazando una línea á lo largo de la cara lateral del pie en que se encuentra la indicación *Norte*, la línea obtenida tendría exactamente esta dirección con más exactitud que una brújula, toda vez que el cronómetro no puede sufrir ni oscilaciones ni variaciones.

Dejando el cronómetro en el mismo sitio, después de haber determinado la hora una vez, puede servir el mismo día todas las veces que se quiera con solo hacer girar el círculo horario.

Para demostrar la marcha del aparato es importante tener presente que la línea que pasa por el agujero del círculo horario y por la fecha del calendario, cambia todos los días según la declinación solar.

A la coincidencia de esta línea con el rayo solar, que es la que determina la posición de todo el cronómetro, la llamaremos *directriz* para abreviar la demostración.

En la medida de la latitud, la directriz, al coincidir con el rayo solar, hace con la vertical el mismo ángulo que éste hace también con el círculo ecuatorial, un ángulo igual al que el rayo solar hace con el ecuador. De aquí resulta que el círculo ecuatorial del cronómetro hace con la vertical el mis-

mo ángulo que el ecuador, el que mide la latitud.

Cuando se determina la hora media, el círculo ecuatorial, fijo en la latitud, forma con el plano horizontal el mismo ángulo que el ecuador. Estos dos planos hacen también ángulos iguales con una misma línea, toda vez que la directriz se confunde con el rayo solar. Estos dos planos coinciden por lo tanto, y por consecuencia el círculo coincide con el plano meridiano como perpendicular al mismo tiempo, sea al plano horizontal, sea al ecuador.

En los polos, estos dos últimos planos se confunden, y la orientación del cronómetro no es posible más que hasta los 75°, pero más arriba de esta latitud la tierra no está habitada.

Al terminar la hora, se encuentran dos posiciones diferentes, en las que el cronómetro llena las condiciones indicadas por efecto de tener el problema dos soluciones simétricas con relación al plano meridiano: á las nueve de la mañana dará el cronómetro la misma indicación que á las tres de la tarde, pero esto no constituye ninguna dificultad, porque si no se tiene la seguridad de distinguir si la operación se realiza por la mañana ó por la tarde, lo que sería sumamente extraño, fácil sería darse cuenta observando si el sol se elevaba ó descendía sobre el horizonte.

La certidumbre de distinguir la mañana de la tarde disminuye á medida que el sol se aproxima al meridiano, tanto que no es posible determinar la hora media con la precisión de un minuto entre las once de la mañana y la una de la tarde, porque el rayo solar se confunde con el meridiano al mediodía. La incertidumbre es tanto mayor cuanto el rayo solar se aproxime más á la vertical, es decir, en los trópicos.

Fuera de esto, en las demás horas del día, las indicaciones del cronómetro serán absolutamente exactas.



EXPLOSIÓN DE LAS CALDERAS

(Conclusión)

La segunda de las causas en que agrupamos las explosiones es la corrosión de las planchas: para conocer su origen debemos exponer otro orden de ideas, cual es la vaporización del agua de mar considerada químicamente por las reacciones á que da lugar. En efecto, las calderas marinas, tipo á que nos referimos principalmente, se alimentan y reparan el agua gastada en la producción de vapor, con agua salada ordinariamente; pero empleada en este servicio, presenta un gravísimo inconveniente, que reconoce por origen la naturaleza de las sustancias fijas que la acompañan en disolución, las cuales al vaporizarse el agua pura que las sirve de transporte, quedan dentro de las calderas, bien en su propio estado, ó bien descompuestas, ó dando lugar á combinaciones, resultado de las reacciones químicas que se desarrollan en el interior; mas produciéndose estos fenómenos durante el funcionamiento, si de esas transformaciones resultan cuerpos insolubles ó

poco solubles con la temperatura, á medida que éstas aumentan irán aumentando progresivamente dichas substancias, y, por consiguiente, recubriendo interiormente las planchas con quienes se ponen en contacto, formando depósitos ó costras llamadas incrustaciones, que son origen de graves inconvenientes y aun de explosión que trataremos más tarde; pudiendo desde luego indicar como primera desventaja la pérdida de calor á causa de la oposición que presenta á su fácil é íntegra transmisión desde los hogares al líquido, por el aumento de espesor que originan las citadas incrustaciones y su poca conductibilidad calorífica.

El análisis químico aplicado al agua de mar, no sólo antes de su entrada en las calderas, sino durante su permanencia en ellas, indica como uno de los principales cuerpos incrustantes, el sulfato de cal, que á la temperatura de 149° C. es completamente insoluble, y sobre el cual como base, una vez cesado el funcionamiento de los hogares, se acumulan otros como la magnesia, su carbonato y el de cal, y las substancias mucilaginosas y terrosas que al agua acompañan á veces, cuerpos todos anteriormente en suspensión por la agitación debida á la combustión en los hogares. De este modo se comprende que si no se tiene un cuidado escrupuloso en reconocer los generadores, pudieran llegar las incrustaciones á formar una capa de un espesor considerable que se acentuará aún más si la caldera trabaja á más de 5 atmósferas, presión que corresponde á una temperatura en el agua de $152^{\circ},22$ C., pues entonces el cloruro sódico, que en gran proporción contiene el agua de mar, cristaliza y se acumula en las paredes de las calderas, aumentando los depósitos de tal modo, que obstruyen en ocasiones los intervalos de los tubos y aun los sepultan entre dicha masa incrustante.

Por otra parte, el cloruro de magnesia que también contiene el agua, bajo la acción del calor se descompone en magnesia y ácido clorhídrico, que mezclado con el vapor baña la cámara de este nombre y partes exteriores á la caldera en comunicación con este fluido, corroyendo y destruyendo rápidamente su superficie interior por la acción tan enérgica de dicho ácido sobre los metales.

Conocida, pues, la causa principal de la corrosión interior de las calderas, se procedió á evitarla empleando los condensadores de superficie, ó sean capacidades que reciben el vapor después que ha trabajado en los cilindros, y en las que, gracias al enfriamiento de sus paredes por la circulación de agua fría, se consigue condensar el vapor y obtener de este modo, aunque en pequeña proporción, agua pura; pero el empleo de este órgano, en lugar de evitar, ó al menos disminuir la corrosión de las calderas por alimentarlas con el agua relativamente pura que proviene de la mezcla del agua del mar con la procedente de la condensación, se aumentó de tal modo, que se creyó preferible desistir de los beneficios aparentes del condensador. Una de las causas que explican este fenómeno, al parecer contradictorio, es el par galvánico que por diferencia de metales se produce en presencia del agua entre el hierro de las planchas y el cobre que del metal del condensador proviene y es arrastrado en partículas por el agua de condensación hasta las calderas. También explica el fenómeno anteriormente citado, y la necesidad

de alimentar con agua de mar en sus primeros funcionamientos las calderas nuevas, la presencia de las grasas ácidas en el agua, por la acción del vapor sobre los aceites y sebos usados en la lubricación de los cilindros, y cuya alta temperatura los descompone, convirtiendo en agua ácida el agua del condensador, cuyo pernicioso efecto sobre las calderas se hace más sensible en su corrosión cuando éstas son nuevas y no están recubiertas de una delgada capa de incrustaciones.

Puede también la corrosión manifestarse exteriormente cuando por deterioro, falta ó escasa vigilancia del estado de conservación del forro de que van recubiertas y compuesto de una capa de fieltro, revestido de madera asegurada en su contorno por planchuelas de hierro, pudiera filtrarse el agua que á veces cae desde las cubiertas superiores de los barcos á la superficie de las calderas, que las oxidaría rápida y profundamente por descomponerse sobre ella á la alta temperatura en que se encuentran.

Conociendo ya la formación de incrustaciones y su perniciosa influencia, ya que no los procedimientos puestos en práctica para evitarlas ó destruirlas por no ser de este lugar, veamos qué intervención pueden tener en la cuestión que motiva estas líneas.

Como la interposición de las incrustaciones mantiene separado el líquido de las superficies de caldeo, y además los coeficientes de dilatación del hierro y substancias salinas adheridas son diferentes, claro es que un repentino aumento de calor por una combustión activa en los hogares, no siendo en igual grado la dilatación que experimentan ambos, hará agrietarse y aun desprenderse la capa de incrustaciones, siguiendo á esto una rápida vaporización del agua, que puesta en contacto con la parte descubierta de la plancha, adquiere al enfriarse ésta la temperatura necesaria para su evaporación, dando lugar al desarrollo de una nueva fuerza motriz considerable, á la que no hay caldera, por resistente que sea, capaz de resistir, siendo inmediata una explosión fulminante. Del mismo modo, la corrosión exterior y la interior, si ésta proviene de la acción del ácido clorhídrico sobre la cámara de vapor, aumentan las probabilidades de una explosión, pues tienden á debilitar la resistencia de la plancha.

Veamos ahora si los descuidos ó ignorancia en el manejo pueden dar lugar á una catástrofe: desde luego podemos indicar que la mala alimentación es una de las causas principales, pues si por este motivo quedase al descubierto alguna de las planchas, pasa el agua al estado esferoidal, y en cuanto baje la tensión del vapor que mantiene separada el agua de la plancha, ya sea por disminución de temperatura de ella ó ya por forzar la alimentación, habrá una vaporización instantánea capaz de desarrollar un incremento de tensión tan considerable, que iniciará el siniestro con caracteres horribles, siendo también causa suficiente para explicarlo la debilidad de resistencia de la plancha por su enrojecimiento.

Sabemos que la ebullición expulsa el aire contenido en el seno del líquido, de lo cual deducimos que toda caldera que antes de parada la máquina no fuerce la extracción, cuando cese en su funcionamiento quedará privada del aire necesario para su

pronta evaporación, que traerá consigo, en caso de ponerse en marcha otra vez y que la tensión haya bajado por apagar los hornos, un retraso en la ebullición por impedir dicha falta de aire la salida de las burbujas de vapor que progresivamente se van formando en el líquido, hasta que la expansión debida al calor transmitido pueda vencer los obstáculos que se presentan á su cambio de estado, y entonces éste se desarrollará de un modo tan repentino que el aumento de tensión consiguiente será muy superior á la resistencia de las planchas, ocasionando así la rotura.

Sobrevienen á veces los siniestros que nos ocupan, cuando un aumento grande y rápido de calor, debido á una actividad en la combustión, determina el enrojecimiento de aquellas partes no bañadas por el agua, y que en contacto á la vez con el vapor y el fuego, recalientan y por tanto desaturan este vapor; así es que si por una causa cualquiera, tal como una ebullición violenta ó una salida de vapor, se proyecta en su seno una masa de agua, ésta cambiará de estado instantáneamente, provocando tal aumento de tensión, que es inmediata una explosión fulminante, favorecida, como en todos los casos, por la disminución de resistencia que se manifiesta por el enrojecimiento de las planchas.

Es suficiente á veces para determinar estos accidentes la abertura brusca de las válvulas de seguridad ó comunicación, porque proporcionando rápido desahogo al fluido contenido en la caldera, basta la fuerza de proyección, contra los bordes de la válvula, del agua y vapor mezclados, para hacerla saltar en pedazos.

Estas y otras muchas son las causas á que se deben las más frecuentes explosiones, que tienen por base un descuido en el manejo ó una mala interpretación de las indicaciones de los manómetros y tubos de nivel, exacta representación de los fenómenos que en el interior de las calderas se suceden; pero á veces sucede que aunque sea normal y regular su funcionamiento, llegan á producirse explosiones que no se explican después, á no ser atribuyéndolas á orígenes muy hipotéticos, por ejemplo, la producción de hidrógeno protocarburado ó grisú, que se forma en las carboneras, y acompañando al carbón desde su entrada á bordo hasta la combustión en los hogares, llega al ponerse en contacto con la llama de éstos, á combinarse tan enérgicamente con el aire, que es muy justificado el temor de una catástrofe cuando se presiente su existencia en las carboneras.

Pudieran indicarse otros orígenes probables, pero su falta de fundamento y las circunstancias anómalas que concurren en las calderas en el acto de su explosión, son motivos suficientes para creer que no rija otra ley que un desequilibrio entre la resistencia de las planchas y la tensión efectiva del vapor, á cuya disminución debe aspirarse para combatir la explosión cuando ésta se produce.

JOSÉ M. LÓPEZ PADILLA.

EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN EN LA FOTOGRAFÍA

INSTANTÁNEA

El instante fotográfico, la duración de un instante, es una concepción tan elástica como las expresiones *corta ó larga*. Se llama generalmente pruebas instantáneas las obtenidas con una exposición menor de un décimo de segundo. Si el sujeto que se ha de fotografiar está en reposo, la exposición puede ser mayor de medio segundo; pero si, por el contrario, se halla en movimiento, es preciso reducirla á $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{200}$, y en ciertos casos á $\frac{1}{500}$ y hasta á $\frac{1}{1000}$ de segundo.

Cuando en una galería se trata de fotografiar personas en determinado tiempo de exposición, por ejemplo, niños ó bailarinas en posiciones difíciles, se puede exponer un tiempo relativamente largo, ó sea de $\frac{1}{3}$ á 1 segundo, destapando el objetivo en el momento en que los modelos se encuentren inmóviles.

Si el objeto que se trata de copiar está animado de un movimiento rápido, como sucede con el hombre andando, el caballo al trote, el navío en marcha, etc., etc., la exposición tendrá que ser menor de $\frac{1}{10}$ de segundo. Una escena animada en la calle debe tomarse en $\frac{1}{30}$ ó en $\frac{1}{50}$ de segundo; los sujetos con movimientos rapidísimos como saltadores, caballos á la carrera, olas al romperse, exigen á lo sumo $\frac{1}{200}$ de segundo. En estas condiciones difíciles todo debe concurrir á una acción rápida y poderosa sobre la capa sensible; el modelo debe estar bien iluminado, el objetivo debe ser lo más luminoso posible y las placas muy rápidas.

Hemos reunido en el cuadro que sigue ciertas indicaciones que permitirán al aficionado preparar su trabajo: este cuadro está hecho tomando por base las observaciones de F. Jackson.

	Velocidad por segundo
	Metros.
Un hombre andando 4 kilómetros por hora.....	1,11
» » » 5 » » ».....	1,40
Navío, 9 nudos por hora.....	4,63
» 12 » » ».....	6,17
Navío, 17 nudos por hora.....	8,75
Ola de 30 metros con una profundidad de 300.....	6,81
Torpedero, 20 nudos por hora.....	10,80
Caballo al trote.....	12
Caballo á la carrera (900 metros por minuto)....	15
Tren expreso, 60 kilómetros por hora.....	16,67
Paloma mensajera... ..	18
Ola movida por la tempestad.....	21,85
Tren rápido.....	26,81
Vuelo rápido de las aves.....	83,90
Bala de cañón.....	500

Según este cuadro será fácil determinar el tiempo de exposición en ciertos casos y la elección del obturador que deba emplearse.

Recordemos que cuanto más pequeña sea la imagen del objeto en el cristal esmerilado, tanto menor será su movimiento aparente. Un objeto parecerá tanto más pequeño:

- 1.º Cuanto más lejos esté del objetivo.
- 2.º Cuanto más corto sea el foco de éste.

De aquí se deduce que estos dos factores tienen gran influencia sobre los contornos de la imagen so-

metida al desplazamiento aparente. Por otra parte, es claro que el tiempo de exposición debe ser tanto menor cuanto mayor sea el movimiento aparente de los contornos de la imagen.

Esta consideración nos lleva á hacer el siguiente cuadro:

Distancia (en focos) del objeto al objetivo.	Velocidad por segundo.		
	1 metro	5 metros	10 metros
	Tiempo de exposición en segundos		
100 focos	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{1000}$
500 »	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{200}$
1.000 »	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{100}$

La comprensión de estos datos es muy fácil. Si, por ejemplo, un caballo se mueve con una velocidad de 5 metros por segundo delante de un objetivo del que está separado 1.000 focos, la imagen fotográfica será bastante limpia con $\frac{1}{50}$ de segundo de exposición. Si el caballo está separado del objetivo una distancia de 100 focos, la exposición tiene que ser de $\frac{1}{500}$ de segundo, es decir, diez veces más corta.

De esto se deduce que es más difícil obtener imágenes limpias de objetos situados cerca de la cámara que de objetos que se hallen lejos, porque la exposición debe ser mucho menor y sólo en condiciones muy favorables de luz y con placas muy sensibles puede esperarse un buen resultado.

Cuanto más pequeñas sean las pruebas, ó mejor dicho, cuanto más pequeñas sean las figuras (sea por alejamiento del objeto ó porque el foco del objetivo sea mas corto), más fácil será hacer buenas instantáneas, porque el tiempo que debe estar desatado el objetivo es relativamente mayor. Las dificultades se acentúan cuando las figuras deben fotografiarse de gran tamaño y se quiere que tengan mucha limpieza y abundancia de detalles. Por esto se explica que muchos fotógrafos prefieran hacer instantáneas pequeñas y ampliarlas después. Con las exposiciones demasiado cortas no se obtiene detalles en las sombras y las pruebas resultan verdaderas siluetas.

La naturaleza de la imagen influye también en el tiempo de exposición: una marina con cielo sereno es tres veces más luminosa que un paisaje descubierto y veinte veces más que un paisaje con árboles en los primeros términos.

Cuando se fotografía instantáneamente un objeto en movimiento, la imagen obtenida no resulta jamás limpia en absoluto por pequeño que sea el desplazamiento de la imagen en la placa sensible; si esta falta de limpieza no llega á un décimo de milímetro, el desplazamiento será inapreciable y se podrán hacer ampliaciones considerables sin que las pruebas dejen de parecer lo bastante limpias.

La amplitud del desplazamiento de la imagen no depende sólo, como hemos dicho más arriba, de la velocidad de que el objeto se halla animado, sino de la distancia á que se encuentra del objetivo y del foco de éste.

Los principiantes pueden consultar el siguiente cuadro, en el que indicamos, aproximadamente, el tiempo que requiere la exposición en los casos más comunes de la fotografía instantánea. Este cuadro está hecho tomando como base la potencia luminosa de los objetivos euriscópicos de Voiglander:

Tiempo de exposición.

Niños y cualquier otro sujeto animado de este género (se esperará el momento de inmovilidad). Puede emplearse el obturador Guerry de una ó dos tapas.....	$\frac{1}{5}$ á 1	segundo.
Perros y gatos echados, leones y fieras en reposo.....	$\frac{1}{20}$ á $\frac{1}{2}$	»
Escenas de la calle tomadas desde un balcón, según el tamaño de las figuras... ..	$\frac{1}{20}$ á $\frac{1}{50}$	»
Ganado pastando, con cielo sereno... ..	$\frac{1}{20}$ á $\frac{1}{30}$	»
Navíos en marcha á una distancia de 500 á 1.000 metros.....	$\frac{1}{20}$ á $\frac{1}{30}$	»
Idem id. á menor distancia y en tamaño mayor.....	$\frac{1}{50}$ á $\frac{1}{150}$	»
Animales andando al través, figuras de 3 á 5 centímetros..	$\frac{1}{50}$ á $\frac{1}{100}$	»
Hombres corriendo, caballos saltando ó trotando, aves al vuelo, etc., etc., exigen una exposición por lo menos de ..	$\frac{1}{100}$ á $\frac{1}{400}$ á $\frac{1}{1000}$	»

Mr. Henderson, para reproducir caballos en las carreras, usa un obturador de guillotina y dice que con $\frac{1}{10}$ de segundo ha conseguido fotografiar con bastante limpieza los hombres, pero que en la placa no había la menor señal que indicase los caballos. Para obtener éstos necesitaba elevar la velocidad del obturador á $\frac{1}{400}$ de segundo.

Según lo que acabamos de decir, se puede elegir el obturador que cada caso requiera. Para exposiciones de $\frac{1}{5}$ á $\frac{1}{10}$ de segundo se puede emplear como obturador la simple guillotina de metal, madera ó cartón solicitada por un muelle débil; pero desde el momento que sea preciso operar con velocidades más cortas hay que recurrir á los que tienen muelles poderosos, y mejor aun, á los obturadores de precisión, en los cuales dos tapas se abren y se cierran con rapidez y regularidad en sentido inverso, tales como los de Thury y Amey, Hunter y Sands, etcétera, que permiten variar la exposición desde 1 á $\frac{1}{400}$ de segundo.

Con las exposiciones rapidísimas de $\frac{1}{1000}$ de segundo la fotografía no produce más que siluetas negras sobre fondo blanco ó viceversa, pues la acción de la luz no es lo bastante larga para grabar las medias tintas.



DESVANECEDORES DE PAPEL.— Un nuevo procedimiento para hacer desvanecedores: se coloca la negativa en la prensa y se cubre el cristal de ésta con una hoja de papel de calcar que se fija pegando los bordes con goma. Sobre este papel se traza con un lápiz una línea que, pasando por encima de la cabeza del retrato, pase por debajo del pecho. Hecho esto, se cubre con una capa de barniz negro la parte del papel no comprendida en el óvalo interior y se imprime á la luz, aunque sea la del sol, con tal que caiga á plomo sobre la prensa.

El Dr. Vogel recomienda á los aficionados que escojan sus objetivos en el grupo de los aplanáticos (antiplanáticos, euriscópicos, paragones, etc.) cuyo foco sea igual á la dimensión mayor de la placa en que hayan de emplearse, es decir, que el que posea una cámara de 13×18 debe elegir un objetivo de 18 centímetros de foco. En cambio los grandes angulares deben tener un foco igual á la mitad del tamaño de la placa.



LA HIDROXILAMINA.—El número de sustancias susceptibles de ser empleadas en la fotografía como reveladores es considerable. Aparte de las fórmulas que pudiéramos llamar clásicas, como la del ácido pirogálico y la del oxalato de hierro, existen otros procedimientos más ó menos sencillos y más ó menos prácticos que permiten realizar la revelación de la imagen latente. Uno de los más interesantes entre estos últimos es el revelador de hidroxilamina.

Este producto en estado de clorhidrato puede servir para revelar positivas y negativas, y como, á semejanza de la hidroquinona, con un solo gramo pueden revelarse muchos elisés, puede ser de gran utilidad en los viajes. He aquí dos fórmulas que dan buenos resultados:

A	
Alcohol.....	15 c. c.
Clorhidrato de hidroxilamina.....	1 gramo.

B	
Agua.....	80 c. c.
Sosa cáustica.....	10 gramos.

Para el uso se mezclan 60 partes de agua á 3 ó 5 partes de la solución A y 5 de la solución B. Las negativas que produce tienen un tono gris de acero que es muy favorable para la tirada rápida de las positivas. La sensibilidad de este reactivo compite con la del pirogálico.

La segunda fórmula sirve especialmente para las positivas.

Agua.....	500 c. c.
Clorhidrato de hidroxilamina.....	1 gramo.
Sosa cáustica.....	2 »
Bromuro de amonio.....	4 »

Empleada con el papel cloruro de plata, la hidroxilamina produce tonos muy variados.

Errata.—En el artículo de D. Federico García Llorca publicado en el número 11 de LA FÍSICA MODERNA con el título de « Una preocupación en fotografía, » dice en la página 173, línea 18, razón inversa de las distancias, debiendo decir razón inversa del cuadrado de las distancias.

PROBLEMAS DE FÍSICA

VII

Dos conductores eléctricos muy pequeños y desprovistos de peso se hallan á la distancia r , cargados respectivamente de las masas eléctricas $+q$ y $+q'$, y unidos por un hilo de seda tal que otro semejante de diámetro d se rompe bajo la acción de un peso conocido p . ¿Cuál será el diámetro mínimo del hilo de seda para que pueda resistir á la repulsión de los dos conductores? ¿Cuál será el potencial de éstos, representando por c y c' sus capacidades eléctricas, si se les separa bastante para que no ejerzan influencia uno sobre otro, comunicándolos por un alambre de capacidad nula? Y si se suprime el alambre y se vuelven los conductores á sus primeras circunstancias, ¿qué nueva sección habrá de tener el hilo de seda para resistir á la ruptura?

Aplicación numérica: $r = 1m$; $q = 100000$ y $q' = 10000$ unidades electro-estáticas; $d = 1mm$; $p = 10kg.193$; $c = 1000$ y $c' = 100$ unidades electro-estáticas.

VIII

De un tren que camina con velocidad de 40 kilómetros por hora se desprende el último vagón, cuyo peso es de 10 toneladas y tiene 1 metro de diámetro en las ruedas.

¿Qué espacio recorrerá, suponiendo que la vía sea completamente horizontal, prescindiendo de la resistencia del aire y del rozamiento de los ejes sobre los cojinetes?

Solución del problema V

Se tiene 1 cm^3 de aire húmedo á la presión total H , á la temperatura t° , y en el estado higrométrico e . Si se eleva la temperatura á T° , permaneciendo constante la presión, y se da al aire la cantidad de vapor necesaria para que también se conserve invariable el estado higrométrico, ¿qué volumen habrá adquirido el primitivo centímetro cúbico, y qué peso tendrá el vapor de agua que ha recibido?

Sean F y F' las tensiones máximas del vapor de agua á las temperaturas t° y T° , y recuérdese que el peso de un litro normal de aire seco es $1 \text{ gr.},293$ y la densidad del vapor de agua $\frac{5}{8} = 0.625$.

1.º Siendo las tensiones del vapor de agua contenido en el aire húmedo del problema eF y eF' á las temperaturas t° y T° , las respectivas presiones del mismo aire seco estarán representadas por $H - eF$ y $H - eF'$.

Admitiendo que el coeficiente de dilatación del vapor de agua es exactamente igual al del aire, podemos suponer que se trata de un gas y no de una mezcla.

Y observando, en tal hipótesis, que los volúmenes 1 cm^3 y $x \text{ cm}^3$ lo son de una misma masa, reduciéndolos á 0° y 760 mm tendremos las expresiones

$$V_0 = \frac{1 \text{ cm}^3}{1 + \alpha t^\circ} \times \frac{H - eF}{760},$$

$$V_0 = \frac{x \text{ cm}^3}{1 + \alpha T^\circ} \times \frac{H - eF'}{760};$$

de las que, por ser iguales, se deduce:

$$\frac{H - eF}{1 + \alpha t^\circ} = \frac{x(H - eF')}{1 + \alpha T^\circ};$$

$$x = \frac{H - eF}{H - eF'} \times \frac{1 + \alpha T^\circ}{1 + \alpha t^\circ}.$$

2.º Determinado así en centímetros cúbicos el volumen x que adquirirá el primitivo centímetro al pasar de t° á T , observemos que el peso del vapor de agua en el caso de t° será

$$1 \text{ cm}^3 \times 0gr.,001293 \times \frac{1}{1 + \alpha t^\circ} \times \frac{eF}{760} \times 0,625;$$

y en el de T°

$$x \text{ cm}^3 \times 0gr.,001293 \times \frac{1}{1 + \alpha T^\circ} \times \frac{eF'}{760} \times 0,625;$$

y que, por lo tanto, el peso, y , del agua que habrá recibido el aire para que el estado higrométrico, e , no varíe, será la diferencia entre ambos:

$$y = x \times 0gr.,001293 \times 0,625 \frac{eF'}{(1 + \alpha T^\circ) 760} - 0gr.,001293 \times 0,625 \frac{eF}{(1 + \alpha t^\circ) 760};$$

ó bien

$$y = \frac{0gr.,001293 \times 0,625 \times e}{760} \left(\frac{x F'}{1 + \alpha T^\circ} - \frac{F}{1 + \alpha t^\circ} \right)$$

JUAN TORRES.

También han remitido solución exacta los Sres. Don M. Abascal y Pérez, alumno de la Escuela general preparatoria de Ingenieros y Arquitectos, y D. X., alumno de la Academia de Ingenieros Militares de Guadalajara.