

suma de sus proyecciones horizontales debe de ser nula y tendremos:

$$(\pi t_1) - (\pi C_1) \cos. \varphi = 0;$$

de donde sustituyendo el valor [15]

$$[17'] \quad (\pi t_1) = \frac{n-1}{2 \operatorname{tang.} \varphi} \cdot p.$$

Este mismo valor puede encontrarse haciendo desaparecer la indeterminación de la fórmula [17]; pero es preciso también tener en cuenta que para establecer las ecuaciones del sistema [3] se supuso que el plano vertical que corta al tirante t_m encontraba además al T, figurando, por lo tanto, la tensión (πT) de éste entre las fuerzas exteriores; al tratarse del t_i , esta hipótesis no es cierta y, por consiguiente, á la tensión hallada por la fórmula [17], es necesario agregar la del tirante T, que, por decirlo así, se confunde con el t_i ; es decir, que

$$(\pi t_1) = (\pi T) + \frac{(m-1)p}{\operatorname{sen.} (\alpha t_m)}, \text{ siendo } m = 1.$$

La indeterminación del segundo término se desvanece poniendo en función de la tangente el seno del ángulo (αt_m)

$$\operatorname{sen.} (\alpha t_m) = \frac{\operatorname{tang.} (\alpha t_m)}{\sqrt{1 + \operatorname{tang.}^2 (\alpha t_m)}},$$

y queda

$$\frac{(m-1)p}{\operatorname{sen.} (\alpha t_m)} = \frac{(m-1)p \sqrt{1 + \operatorname{tang.}^2 (\alpha t_m)}}{\operatorname{tang.} (\alpha t_m)};$$

si en el denominador de esta fracción sustituimos el valor [4], resulta:

$$\begin{aligned} \frac{(m-1)p}{\operatorname{sen.} (\alpha t_m)} &= \frac{(m-1)p \sqrt{1 + \operatorname{tang.}^2 (\alpha t_m)}}{\frac{2(m-1)}{\frac{n}{2} - 1} \operatorname{tang.} \varphi} \\ &= \frac{\left(\frac{n}{2} - 1\right) p \sqrt{1 + \operatorname{tang.}^2 (\alpha t_m)}}{2 \operatorname{tang.} \varphi}; \end{aligned}$$

sustituyendo en el valor de (πt_1) , observando que

$$\operatorname{tang.} (\alpha t_1) = 0,$$

y reemplazando (πT) por su valor [14], obtenemos

$$\begin{aligned} [17''] \quad (\pi t_1) &= \frac{np}{4 \operatorname{tang.} \varphi} + \frac{\left(\frac{n}{2} - 1\right) p}{2 \operatorname{tang.} \varphi} \\ &= \frac{n-2+n}{4 \operatorname{tang.} \varphi} p = \frac{n-1}{2 \operatorname{tang.} \varphi} p, \end{aligned}$$

valor idéntico al antes encontrado.

Nos falta únicamente determinar el esfuerzo de los montantes e , lo que se consigue con gran facilidad mediante la ecuación que resulta de igualar á cero la suma de las proyecciones verticales de las fuerzas en equilibrio que concu-

rren en un punto m del par; desde luego prescindiremos de las diagonales θ , cuyo esfuerzo es nulo [16], y nos queda

$$(\pi C_{m-1}) \operatorname{sen.} \varphi + p - (\pi C_m) \operatorname{sen.} \varphi - (\pi c_{m-1}) = 0;$$

pero la ecuación [15] nos demuestra que

$$(\pi C_{m-1}) = (\pi C_m);$$

luego

$$[18] \quad (\pi c_{m-1}) = p;$$

resultado enteramente conforme con el obtenido del cálculo gráfico.

(Se continuará.)

FERNANDO ROJO Y SOJO.

REVISTA EXTRANJERA

Historia del descubrimiento de los rayos Röntgen, por M. Cornu, Presidente de la Academia de Ciencias de Paris.

El 21 de Diciembre próximo pasado se verificó en la Academia de Ciencias de Paris la sesión pública anual, en la cual, el Presidente, M. Cornu, pronunció un discurso interesante é instructivo, tratándose de la historia del descubrimiento de los rayos X, que tanto han dado que hablar y son ya actualmente tan fecundos en útiles aplicaciones. Los siguientes párrafos están traducidos de ese notable discurso:

«El año que acaba de transcurrir nos ofrece uno de esos resultados sorprendentes, suma de los esfuerzos acumulados de varias generaciones de sabios cuyo punto de partida era muy modesto. pero cuyas consecuencias han adquirido una amplitud y una importancia excepcionales.

Hablo del descubrimiento del profesor M. Röntgen, del cual, como físico que soy, no puedo menos de tratar aquí, porque los famosos rayos X han sido, lo mismo para el público que para los sabios, el acontecimiento científico del año.

Voy, pues, á contar su historia, que no deja de ser instructiva.

Para encontrar el primer germen de su desarrollo, hay que remontarse hasta mediados del último siglo. En esa época, el estudio de los fenómenos eléctricos, recién descubiertos, excitaba vivo interés; la atrevida asimilación de los experimentos de laboratorio con las grandiosas manifestaciones que tienen su asiento en las nubes tempestuosas, la explicación de los relámpagos y del rayo, la invención del pararrayos por Franklin, habían hecho gran impresión en todas las imaginaciones y divulgado la afición á los experimentos de electricidad: la Física llegó á ser una diversión de moda. Los personajes no desdeñaban la asistencia á las lecciones del abate Nollet, profesor de Física de Monseñor el Delfín, para seguir las demostraciones que el hábil experimentador reproducía en su presencia. Los grabados de la época recuerdan algunas de aquellas reuniones; se ven en ellos jóvenes abates de corte rozagantes y presumidos, elegantes caballeros, damas lujosamente ataviadas, formando corro alrededor de aparatos de extrañas formas, complaciéndose en obtener chispas de la máquina eléctrica. El experimento de la *chispa en el vacío* era uno de los más curiosos por el volumen y el brillo que adquiere

en ese caso el efluvioluminoso. Se obtenían en el *huevo eléctrico*, globo de vidrio transparente, en el cual dos varillas metálicas terminadas en bolas dejan brotar la descarga eléctrica; la chispa, en forma de zis-zás, como el relámpago, en un principio, se dilata poco á poco á medida que se va haciendo el vacío; observada en la oscuridad, se la ve extenderse hasta llenar todo el globo con un magnífico penacho rosa ó violáceo.

Tal es el precioso y sencillo experimento que, después de haber hecho las delicias de los *dilettanti* de la Física, ha conducido finalmente á esos famosos rayos dotados de propiedades tan curiosas; pero el camino ha sido muy largo.

Durante cerca de un siglo, nada nuevo se ha añadido al análisis de este brillante fenómeno; sólo en 1843, Abria, de Burdeos, ocupado en investigaciones sobre la inducción, tuvo la idea de hacer pasar la descarga inducida á través del huevo eléctrico; reconoció que con un cierto grado de vacío, el hermoso resplandor violeta difundido en todo el globo se estratifica, es decir, se divide en fajas alternativamente brillantes y oscuras; además, la bola positiva presenta siempre un penacho, la bola negativa una especie de envoltente oscura; esta envoltente es la llamada á desempeñar el papel decisivo. Después de Abria, la descarga estratificada, excitada con aparatos eléctricos más poderosos, fué estudiada en Inglaterra y en Alemania por Gassiot, Warren de la Rue, Spottiswoode, Hittorf y Crookes; el globo toma definitivamente la forma de una ampolla alargada dotada de dos electrodos que reemplazan á las dos varillas del huevo eléctrico.

Las estratificaciones regulares se muestran en él según el grado de vacío y con los caracteres señalados por Abria, á saber: un penacho en el electrodo positivo y una envoltente oscura en el electrodo negativo, llamado después catodo.

No hay que decir que estos experimentos no se reducían, como en el siglo último, á simples pasatiempos para recrear la vista; se esperaba descubrir con ellos el mecanismo de la descarga, es decir, resolver el gran problema de la propagación de la electricidad. Pero, bajo este concepto, la esperanza se desvaneció y se iba á desistir de continuar estas investigaciones, cuando Crookes, guiado por consideraciones teóricas sobre el estado de la materia en los gases enrarecidos, trató de averiguar la modificación de los caracteres de la descarga eléctrica al llevar al extremo el enrarecimiento.

Entonces observó una serie de fenómenos nuevos; á medida que aumenta el vacío, la envoltente oscura del catodo crece rechazando hacia el otro extremo las estratificaciones, que van desapareciendo una tras otra; cuando, por fin, la envoltente oscura llena todo el espacio, el vidrio del globo se vuelve fluorescente, sobre todo en el extremo opuesto al catodo. M. Crookes vió en este fenómeno la confirmación de sus ideas; para él, las moléculas del gas enrarecido, rechazadas por la electricidad negativa, bombardean el fondo de la ampolla, y estos choques hacen brotar los resplandores. Ideó entonces una serie de experimentos muy curiosos para demostrar la existencia de estos proyectiles; unas veces los detenía por medio de una pantalla interior de aluminio, y la sombra de la pantalla se dibujaba entonces en el fondo del tubo; otras empleaba su impulsión para hacer girar un molinete; en fin, con una disposición especial que más adelante se llamó *tubo foco*, dirigía los fuegos convergentes de esta artillería invisible á un punto determinado, verdadero foco donde los cuerpos refractarios, como los rubíes y el platino, producen un brillo deslumbrador.

Estos brillantes experimentos de M. Crookes, imaginados hace unos veinte años, impresionaron vivamente; se repitieron en diversas conferencias, á las cuales asistieron seguramente muchos de los presentes y cuyo éxito recordaba, después de un intervalo de siglo y medio, la boga de las lecciones del abate Nollet.

Pero la gloria pasa pronto en este mundo; la moda cambia, las reputaciones se desvanecen; el tubo de Crookes cayó pronto en el olvido y fué á reunirse en los escaparates de las colecciones con el huevo eléctrico, su antecesor; este pobre abandonado meditaba hacia quince años sobre la inconstancia del favor popular, cuando un día fué sacado de su soledad. Hertz, guiado por otras ideas, se apoderó de él, y comprobó que el bombardeo molecular atraviesa la pantalla de aluminio encerrada en el globo, cuando no es demasiado gruesa; los físicos, que sabían hacía tiempo que la plata en láminas delgadas, es opaca para la luz, pero transparente para los rayos ultra-violetados, no vieron en ello nada de extraordinario. Pero el fenómeno llegó á ser mucho más interesante cuando M. Philipp Lénard, aprovechando esta transparencia del aluminio, hizo salir al aire estos rayos catódicos confinados hasta entonces en el vacío, abriendo en el vidrio una ventanilla que cerraba luego por medio de una lámina delgada de este metal.

Las radiaciones filtradas al través de este cristal singular excitan la fluorescencia, impresionan las placas fotográficas, descargan los cuerpos electrizados y aun llegan á atravesar una hoja de papel ennegrecido. Todas estas propiedades, estudiadas minuciosamente por M. Lénard, son precisamente las mismas que habían de adquirir pocos meses después, gracias á M. Röntgen, tan gran celebridad; es justo proclamarlo á fin de poner en claro estos laboriosos esfuerzos, precursores á menudo de los grandes descubrimientos.

Desgraciadamente, los aparatos de M. Lénard eran complicados y difíciles de manejar y sólo suministraban un haz delgado de estos rayos tan curiosos; necesitaba, pues, el descubrimiento ser completado por la invención de una disposición más sencilla y sobre todo capaz de proporcionar una irradiación intensa y copiosa.

La casualidad, la feliz casualidad, de la cual sólo saben aprovecharse los observadores perspicaces, es la que puso en manos de M. Röntgen el aparato definitivo, sencillo y poderoso. Se hizo funcionar en el fondo de un laboratorio oscuro un tubo de Crookes encerrado en una caja de cartón; casualmente se encontraba cerca una placa fluorescente, y se iluminó.

M. Röntgen lo observó; dedujo inmediatamente que las radiaciones catódicas de un sencillo tubo de Crookes son bastante intensas para atravesar el globo de vidrio y el cartón grueso. La invención de la fotografía al través de los cuerpos opacos era un hecho.

Lo demás es conocido; M. Röntgen ideó enseguida uno de los métodos más preciosos de investigación, y acertó á imponerle á la atención del público por medio de la fúnebre imagen de una mano transparente que deja ver su esqueleto. La cirugía y aun la patología han utilizado ya ampliamente el nuevo método; los rayos Röntgen—que así se llaman desde entonces—muestran en el cuerpo humano los objetos extraños ocultos entre las carnes, las afecciones de los huesos y de los cartilagos; hasta permiten comprobar el diagnóstico de las expansiones pleuríticas, como lo ha anunciado recientemente nuestro colega M. Bouchard. A

medida que la técnica se perfeccione, las aplicaciones médicas llegarán a ser más fáciles y adquirirán mayor extensión; el método de M. Röntgen está llamado, por consiguiente, a contribuir al alivio de las enfermedades humanas, y es un nuevo beneficio que se debe inscribir en el haber de la ciencia pura.

He abusado ya algo de vuestra paciencia hablándoos tan extensamente de estos rayos, y sin embargo, debo añadir algunas palabras acerca de una de sus propiedades que les comunica un gran interés teórico.

Se realiza desde hace algunos años un gran movimiento en el campo de las relaciones entre la electricidad y la luz; los trabajos de Hertz han conducido a probar que las acciones eléctricas bajo forma oscilatoria se propagan en el aire ó en el vacío con una velocidad igual á la de la luz; las ondas eléctricas y las luminosas son, por lo tanto, movimientos del mismo medio. Los rayos catódicos que poseen las propiedades de descargar los cuerpos electrizados y de constituir, por sí mismos, una especie de carga eléctrica que los hace sensibles á la acción de los imanes, añaden un nuevo enlace entre la luz y la electricidad; quedan todavía por aclarar muchas oscuridades, pero se presiente que los físicos están en vísperas de operar una de esas grandes síntesis mecánicas de los agentes naturales, semejante á las que se deben á los genios de Fresnel y de Ampère.»

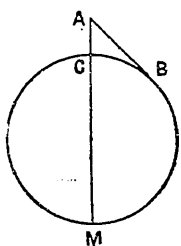
Determinación rápida del horizonte geométrico visible.

M. Dufour, profesor de Lausana, ha dado una regla muy sencilla para calcular rápidamente, y con bastante aproximación, la distancia del horizonte geométrico visible, que es, como saben nuestros lectores, el mismo problema de la determinación del alcance geométrico de un faro.

La regla se puede enunciar del modo siguiente:

Se reduce á decímetros la altura del ojo del observador sobre el nivel del mar, se le aumenta la cuarta parte y se extrae la raíz cuadrada. Esta raíz cuadrada expresa en kilómetros la distancia buscada.

Así, si la altura es 8 metros, se sumará 80 con 20 y se tomará la raíz cuadrada de la suma, que es 10. La distancia buscada es próximamente 10 kilómetros. Si se quiere mayor exactitud se añade al resultado su centésima parte. En el ejemplo anterior obtendríamos así 10.100 metros, y el resultado del cálculo exacto es 10.096 metros.



Es muy fácil demostrar esta regla.

Sea A la posición del ojo del observador ó del foco luminoso. El límite de visibilidad buscado está en B, y siendo AM la vertical del punto A, tendremos

$$AB^2 = AC \times AM.$$

Siendo D el diámetro de la tierra, $h = AC$ la altura y $x = AB$ la distancia buscada, la

fórmula se convierte en

$$x = \sqrt{hD}$$

reemplazando AM por D; esto equivale á despreñar la altura h , muy pequeña con relación al diámetro de la tierra, puesto que $AM = D + h$.

El diámetro de la tierra vale 12.742 kilómetros y M. Dufour ha obtenido la regla enunciada más arriba, reemplazando esta cifra por 12.500.

En efecto, hagamos esta sustitución, reduciendo todo á decímetros, y obtendremos

$$x = \sqrt{125.000.000 h} = \sqrt{1,25 \times 10^8 \times h} = 10.000 \sqrt{1,25 h}$$

fórmula que expresa la distancia buscada en decímetros; por lo tanto, dividiendo por 10.000 para reducirla á kilómetros, se llega á la regla de M. Dufour.

Se ve que se obtiene el resultado por defecto, y la corrección es próximamente de una centésima del valor hallado, como ya hemos dicho.

El sondeo más profundo de la tierra.

Leemos en una revista francesa:

«M. C. Zundel ha dirigido á la Sociedad industrial de Mulhouse una interesante comunicación acerca del sondeo de Paruschowitz, que constituye el pozo más profundo perforado hasta ahora por el hombre. El agujero de sonda se ha profundizado hasta 2.003^m,34 desde la superficie del terreno, mientras que el sondeo ejecutado hace algunos años en Schladebach, cerca de Leipzig, el más profundo que existía, sólo llega á 1.748 metros. Sin embargo, el nivel del terreno está 152 metros más elevado en Paruschowitz que en Schladebach, de modo que el nuevo sondeo sólo se acerca 103^m,34 más que el antiguo al centro de la tierra.

El sondeo de Paruschowitz, emprendido con el objeto de establecer los derechos del Estado sobre los yacimientos de hulla, ha revelado la existencia de 83 capas de carbón, algunas de ellas de mucha potencia, y cuyo conjunto forma un espesor de 89^m,50. Ha suministrado además datos geológicos muy interesantes.

Se comenzó con un diámetro de 0^m,32 y con tubos de 10 milímetros de espesor, descendiendo así hasta 70 metros de profundidad; después se redujo el diámetro á 0^m,27 en 107 metros. Al llegar á ese punto, las margas azules que se encontraron eran tan compactas, que fué preciso recurrir al sondeo por medio del diamante. Además, por efecto del agua, estas margas se entumecían y ejercían tal presión sobre los tubos, que su hincarse hizo muy difícil y hubo que reducir poco á poco el diámetro del entubado. También produjeron grandes dificultades las capas de arena suelta que se encontraron á una profundidad de unos 200 metros.

El mayor obstáculo en estos sondeos á grandes profundidades es el peso enorme que alcanzan las varillas de la sonda. Se trató de reducirlo empleando el acero en vez del hierro y, sin embargo, con 2.000 metros de profundidad, el peso total llegaba á 13.707 kilogramos. No es, pues, extraño que con este peso y con tan grande longitud se hayan producido roturas de varillas. Una avería de esta clase fué la que impidió la continuación del sondeo; cayeron al fondo 1.343 metros del cuerpo de la sonda, y habiéndose apuntalado en una parte no entubada, fué imposible retirarlos y hubo que abandonar la obra. El diámetro del pozo era todavía de 0^m,069, y el de los núcleos extraídos 0^m,045.

Se ha observado que, siendo de 12°,10 la temperatura en la superficie del terreno, llegaba á 69°,30 á los 2.003 metros de profundidad, lo que da por término medio un aumento de 1° por cada 34^m,14 de profundidad. Esta cifra difiere poco de las obtenidas en los grandes sondeos ejecutados hasta ahora; así, en Schladebach, el incremento medio de temperatura era de 1° por