

Porque si no, si la experiencia no aceptase el movimiento vibratorio, ¿á qué consagrarse á medir espesores de hondas luminosas y número de vibraciones en un segundo?

¿Qué sentido ni qué significación pueden tener ni el número de vibraciones ni el espesor de la honda si no se admite previamente la hipótesis del movimiento vibratorio?

Al fin y al cabo, en astronomía, pueden estudiarse los movimientos de los astros, su trayectoria, sus posiciones, sus velocidades, prescindiendo de la hipótesis de Newton. Y aunque no se podrían calcular las masas ni se podrían descubrir nuevos astros nunca vistos, al menos los inmensos trabajos de la astronomía de observación siempre quedarían, ya que se arruinase toda la mecánica celeste.

Pero si en la óptica física se prescinde de la hipótesis ondulatoria, no sólo la teoría, sino la mejor parte de la experiencia, se arruinan miserablemente.

Porque todos estos parámetros experimentales, longitud de la onda luminosa, número de vibraciones y otros muchos, carecen de sentido desde el momento que se renuncia á ver en la luz un movimiento vibratorio del éter.

Y la mayor parte de los fenómenos, las interferencias, la difracción, la polarización, la polarización cromática, la refracción cónica, son hechos extraños, caprichosos, inexplicables, que nada dicen á la inteligencia desde el momento en que se prescinde de la hipótesis del movimiento vibratorio.

Ni en el libro más elemental, ni en el texto de un Instituto, puede prescindirse de la hipótesis mecánica del movimiento vibratorio del éter sin arruinar la ciencia ó sin reducirla á una lista de fenómenos inexplicables y caprichosos.

Suprímase en la astronomía la hipótesis de la atracción; suprímase en la acústica y en la óptica la hipótesis del movimiento vibratorio en los cuerpos elásticos ó en el éter y ¡qué ruin y qué desabrida, y qué mezquina y qué insustancial quedará la astronomía y quedará la acústica y quedará la óptica!

Así es, que ni los más prosáicos positivistas se atreven á poner mano en estas tres ciencias, ni á rechazar las tres hipótesis fundamentales que les han dado unidad, armonía y belleza y hasta poder profético en Leverrier y en Hamilton.

Presentemos otro ejemplo más, á saber, la termodinámica, ó sea la teoría mecánica del calor.

Aquí hay que distinguir dos períodos.

Aquel en que triunfa la hipótesis mecánica del movimiento con el precioso libro de Tindal, con los admirables trabajos de Clausius y con su teoría cinética de los gases; con la termodinámica de Briot y con varias Memorias de otros sabios.

Y otro segundo período, que todavía dura, período de reacción contra el anterior, en que se pretende prescindir de toda hipótesis y hacer de la Termodinámica una ciencia puramente experimental en la que, si se aplica el cálculo, es única y exclusivamente á los productos de la experiencia y en que los dos principios fundamentales, el principio de la equivalencia y el llamado segundo principio de Carnot, se consideran única y exclusivamente como dos resultados de la experiencia pura.

Animados de este espíritu se han escrito varias obras de termodinámica, á decir verdad, muy notables; entre

otras la del eminente matemático Mr. Bertrand, que es un modelo de claridad y método y de espíritu crítico.

(Se continuará.)

JOSÉ ECHEGARAY.

## ATENEOS DE MADRID

CONFERENCIAS SOBRE ELECTRICIDAD EXPLICADAS POR EL SEÑOR MADARIAGA, PROFESOR DE DICHA ASIGNATURA EN LA ESCUELA DE MINAS.

Causas ajenas á nuestra voluntad nos impidieron seguir dando cuenta detallada de este asunto; pero ahora, con objeto de no dejar truncado en esta REVISTA el extracto del curso de Electricidad, admirablemente expuesto por el Sr. Madariaga, vamos á resumir sus últimas conferencias. Entre ellas figura una consagrada á los rayos Röntgen; la expondremos con más extensión por lo interesante que para muchos puede resultar su estudio.

### CONFERENCIA 8.<sup>a</sup>

Comenzó en esta conferencia el estudio de la energía eléctrica, partiendo de los experimentos que hicieron notar las dos modalidades de dicha energía, la positiva y la negativa, y exponiendo que en virtud de los interesantísimos experimentos del sabio alemán Herz, llevados á cabo con las ondas *herzianas*, podía decirse que la electricidad no era más que *un estado de la energía etérea, que necesita la materia ponderable para manifestarse*.—Dichas ondas *herzianas* se refractan y reflejan como las luminosas, y ya hablamos de ellas en nuestro primer artículo, al tratar de dar cuenta de los adelantos recientes de la Electricidad. Posteriormente á estas conferencias se ha visto el partido que ha sacado Marconi de estas ondas *herzianas*, fundamento de su telégrafo sin hilos.

Esta teoría, acerca de la energía eléctrica, explica perfectamente el por qué al frotar dos cuerpos aisladores resultan con propiedades eléctricas distintas; efectivamente, el éter que queda entre ellos y entre sus moléculas entra en movimiento, pero las moléculas de un cuerpo ofrecerán á dicho movimiento más resistencias que las del otro, habiendo un flujo de éter del primero al segundo; en los dos hay éter en movimiento, hay electricidad, pero estas cantidades de éter son respectivamente menor y mayor de las que tendrían los cuerpos antes de ser frotados, resultando las electricidades *negativa y positiva*.

Esto mismo nos explica el que la propiedad de electrizarse un cuerpo positiva y negativamente *no es absoluta*, sino que, por el contrario, *es relativa*; el segundo cuerpo del sistema anterior, frotado con uno cuyas moléculas ofrezcan menos resistencia al movimiento, resultaría electrizado negativamente, cuando anteriormente resultó con electricidad positiva. Estas consideraciones teóricas se ven realizadas, por ejemplo, con el vidrio, que resulta electrizado *positiva ó negativamente*, según se le frote con lana ó piel respectivamente.

Definida la energía eléctrica pasó á estudiar los distintos modos como se manifestaba, comenzando por la electrización por *influencia*; el mecanismo de este modo de electrización es difícil definirlo hoy día; sin embargo, po-

demos formarnos idea de que un cuerpo en presencia de otro electrizado resulta, en su región vecina del primero, con electricidad contraria; en efecto, en virtud del fenómeno de la presión electrostática, la electricidad *tiende á escaparse* del cuerpo electrizado, ejerciendo una presión en el dieléctrico, que éste va transmitiendo á través de las distintas capas en que podemos considerarlo dividido, resultando de este modo que en la superficie del cuerpo no electrizado, inmediata al primero, se ejerce una presión de *sentido contrario* á la que se ejerce en el electrizado; si, pues, la electricidad se manifestaba en éste, por esta presión, la presión contraria en el segundo nos indicará que su electricidad es contraria á la del primero.

Para estudiar las acciones eléctricas y deducir sus leyes, se usa el *electrómetro de cuadrante*; por medio de él se ve: 1.º Que la carga inducida es igual á la influyente. 2.º Que las acciones eléctricas son proporcionales á las masas eléctricas. 3.º Que la resultante de varias acciones es la suma de las componentes.

Coulomb con su balanza sentó la ley que rige la acción eléctrica, que se ejerce entre dos cuerpos de masas ó cargas  $q$  y  $q'$ , colocadas á la distancia  $r$ , ley que es:

$$f = K \frac{q q'}{r^2} .$$

El potencial en un punto del campo eléctrico se define del mismo modo que el que hay en un punto de un campo magnético y en general de un campo cualquiera; lo mismo que la intensidad en un punto de dicho campo eléctrico; la *intensidad en una cierta dirección es la derivada del potencial según esa dirección, tomada con signo contrario*.

Fundándose en esto y en la hipótesis de que estas fuerzas sean centrales, demostró Coulomb de un modo elegantísimo que en un cuerpo electrizado la electricidad debía estar en la superficie, hecho comprobado de sobra por la experiencia.

No hay que confundir las ideas de *potencial* y *carga* eléctrica; son cosas distintas; en un conductor en equilibrio el potencial es constante, no varía de un punto á otro, pues la superficie de dicho conductor no está atravesada por ninguna corriente; la intensidad es *nula*, luego como es la derivada del potencial, éste es constante; por el contrario, la carga *varía* de un punto á otro, como se ve con el *plano de prueba*, pudiéndose imaginar una capa de espesor variable que nos represente la *densidad* en cada punto. En un elipsoide, por ejemplo, la densidad será mayor, según la teoría de Poisson, en las extremidades del eje mayor, y si medimos el potencial hallaremos un valor constante para todos los puntos de la superficie.

El potencial eléctrico de un conductor esférico electrizado es el cociente de su carga por su radio. Si el conductor tiene un radio infinitamente grande como el globo terrestre, la carga finita que le podemos comunicar le dará un potencial infinitamente pequeño, es decir, el potencial de una esfera cuya carga es nula. Por consiguiente, cualquiera que sea la cantidad finita de electricidad cedida á esa esfera infinita, no manifestará ninguna acción eléctrica. Viene á ser como un depósito infinito donde la electricidad desaparece por completo y puede tomarse su potencial como el potencial cero.

## CONFERENCIA 9.º

Continuó con el estudio de la densidad eléctrica y halló la presión electrostática, cuyo valor es  $p = 2\pi K \sigma^2$ , siendo  $\sigma$  la densidad. Como se ve entra con exponente par, lo que dice que la acción es siempre positiva, y según el convenio establecido esto quiere decir que *la electricidad es esencialmente repulsiva*.

Siguió á esto un estudio inverso al hecho en la conferencia anterior, llegando á demostrar la ley de Coulomb, partiendo de que la electricidad se repartía en la superficie de los cuerpos.

De todo esto resulta la aplicación práctica de los *pararrayos*, que dan salida en virtud del *poder de las puntas* á la masa eléctrica acumulada en el edificio por influencia, yendo ésta á neutralizar la influyente, la que existe en las nubes.

El estudio del equilibrio eléctrico en los cuerpos es difícil, pues la función que nos dé resuelta la cuestión ha de ser tal, que satisfaga, entre otras condiciones, á las de que el potencial sea nulo en el interior y en los límites del campo y que sea constante en la superficie.

Es, pues, difícil hallar esta función; sin embargo, haremos su estudio en algunos casos, comenzando por los condensadores. Un sistema de esta naturaleza está constituido por dos cuerpos metálicos aislados, separados entre sí por una materia aisladora, que recibe el nombre de *dieléctrico*.

En el estudio de estos sistemas hay que comenzar por definir lo que se entiende por *capacidad de un conductor*.

Imaginemos para ello un conductor A aislado, rodeado de otros varios B, C, D en comunicación con el suelo; si damos á A una cierta carga Q, en los otros conductores se originarán cargas inducidas, tal que su suma sea igual en magnitud á la Q; en cuanto al modo de distribuirse esta carga entre los cuerpos B, C, D, habrá que tener en cuenta la magnitud, forma, distancias, etc., entre todos los del sistema; llamando  $q$  la carga en uno de ellos y  $r$  su distancia al A, el potencial de éste será

$$V = K \Sigma \frac{q}{r} .$$

Si ahora se aumenta la carga Q de A, las  $q$  de los demás cuerpos aumentarán en la misma proporción, y este factor de proporcionalidad podrá sacarse factor común en la expresión anterior, resultando que el potencial del cuerpo A ha aumentado proporcionalmente á su carga; pues bien, este factor de proporcionalidad, determinado en cuanto se fijan los cuerpos y distancias relativas del sistema, es lo que se conoce con el nombre de *capacidad del conductor A*.

## CONFERENCIA 10.

Se ocupó en ella del estudio de los *condensadores* esférico, plano, la aplicación de éste al *electrómetro de anillo de guardia* de Lord Kelvin, el condensador cilíndrico y la botella de Leyden.

Estudió también los dos modos como podían asociarse los condensadores, ó sean en serie y en cantidad; en el primer caso dos consecutivos están unidos, de modo que la armadura de un cierto nombre de uno de ellos esté en comunicación con la de nombre contrario del otro. En el

caso de la asociación en cantidad están unidas entre sí todas las del mismo nombre, viniendo á constituir estos dos grupos las armaduras de la batería; en el caso de la asociación en serie, las armaduras eran las *sin unir* de los elementos extremos de la serie.

El resultado que se obtiene con cada uno de estos modos de unión es muy distinto; en el caso de la asociación en serie se aumenta el potencial y en el de la asociación en cantidad la carga.

Definió lo que se entiende por *capacidad inductiva específica* de una sustancia respecto al aire, y que no es más que la relación  $\frac{c'}{c}$ , entre las capacidades de dos

conductores idénticos, en cuanto á dimensiones y armaduras, pero cuyos dieléctricos son la sustancia cuya capacidad inductora se quiere definir, y el aire.

Comparando estos valores con los índices de refracción para la luz de dichas sustancias, se vió que eran proporcionales á los cuadrados de dichos índices; como éstos son inversamente proporcionales á las velocidades de propagación, resulta en definitiva que las capacidades inductivas son inversamente proporcionales á los cuadrados de las velocidades de propagación.

Dedujo, por artificios de cálculo, que las capacidades de los cuerpos eran inversamente proporcionales á los coeficientes K de la ley Coulomb, de que hablamos en la conferencia 8.ª, viniendo, en fin, á deducir la consecuencia de que estos coeficientes K eran proporcionales á los cuadrados de las velocidades de propagación; consecuencia importantísima, pues nos dice que estos coeficientes K no son cantidades abstractas, coeficientes puramente numéricos, sino que, por el contrario, están íntimamente ligados con cantidades físicas.

(Se continuará.)

EMILIO HORSTMANN.—A. CASADESÚS.  
Alumnos de la Escuela de Caminos.

## ESTADO Y PROGRESO DE LAS OBRAS DEL PUERTO Y RÍA DE BILBAO

### I.—ROMPEOLAS Ó DIQUE DEL OESTE DEL PUERTO EXTERIOR.

Se trata de un dique de 1.450 metros de longitud, cuya mayor parte se desarrolla en profundidades de 14 metros á bajamar equinoccial, ó sea 15 metros próximamente respecto al nivel medio de las bajamares, y que, por la orientación que el Abra tiene, hubo que proyectarlo directamente expuesto á los temporales del NO., que dada la violencia extraordinaria con que aquí recalan, y por lo que contribuye á aumentarla la forma abocinada del Abra, hacían de difícil solución el problema de construirlo. El escaso número de días que durante el año podía trabajarse en una obra concertada, fundada á unos 8 metros debajo de bajamar, que serían necesarios para ponerla algún tanto al abrigo de las socavaciones, las grandes dificultades y gastos con que habría que luchar en su ejecución y el incalculable número de años que se necesitarían para llevarla á cabo con relativa solidez, nos indujeron á proponer otro sistema de construcción de más fácil y rápida ejecución y que con bastante buen éxito se había empleado en la bahía de San Juan

de Luz y en otros puertos del Océano, sometidos también á grandes temporales, habiendo tomado nosotros la precaución de aumentar las dimensiones de los basamentos adoptados en aquéllos, así como el volumen de los bloques, para reducir en lo posible las contingencias de las averías que en mayor ó menor escala ocurren siempre en este género de obras. El perfil tipo así adoptado constaba de los siguientes elementos: 1.º De un cuerpo de basamento formado con escollera natural, que ocupa el espacio comprendido entre el fondo del mar, que tiene una cota máxima de 14<sup>m</sup>,50 á bajamar equinoccial, y un plano horizontal situado á 6 m. por debajo de dicha bajamar, constituyendo una sección trapezoidal de 54 metros de anchura en su cara superior y 80 metros en el fondo, que varía con la profundidad de éste. 2.º De un segundo cuerpo de basamento, que llega hasta el nivel de bajamar y que está compuesto de bloques artificiales de 30 y 50 metros cúbicos, arrojados sobre la escollera anterior, formando una figura trapezoidal, cuyo ancho en la cara superior pasa de 30 metros, mientras que en la inferior es de 45 metros próximamente. 3.º De una superestructura de obra concertada, de 12<sup>m</sup>,20 de espesor en la base y 10<sup>m</sup>,20 en su parte superior, formada con paramentos de bloques artificiales de cemento de Portland y un relleno de hormigón de fraguado rápido, constituyendo un conjunto monolítico que descansa sobre el basamento antes descrito, previo su enrase al nivel de bajamar viva, con una tongada de hormigón de 1<sup>m</sup>,00 de espesor medio, extendida después de llenar con escollera los huecos comprendidos entre los bloques de basamento. Esta superestructura debía tener en su parte superior un parapeto de defensa de 3 metros de altura y 4 de espesor, mientras que á su pie llevaba una banqueta de hormigón de fraguado rápido, de 4 metros de anchura y 3 metros de espesor, para protegerlo de las socavaciones de las olas.

El sistema de construcción que hemos descrito, tiene la ventaja de poderse ejecutar con rapidez los dos cuerpos del basamento de escollera y bloques que llegan hasta el nivel de bajamar, y que por sí solo constituye un verdadero rompeolas, el que, si bien no proporciona el abrigo suficiente para guarecerse los buques, quebranta mucho la fuerza de las marejadas y facilita así la entrada y salida por la embocadura de la ría.

La contrata de las obras fué adjudicada por Real orden de 25 de Octubre de 1888, invirtiendo los contratistas los restantes meses del año económico de 1888 á 1889 en la organización de los trabajos. En el mes de Julio de 1889 dieron principio á la construcción de las escolleras, y en el año económico de 1890 á 1891 á la fabricación de los bloques artificiales y á su colocación en obra, trabajos ambos que marcharon con la rapidez que se esperaba, pues el año 1895 estaba terminada la parte principal del basamento, por cuanto sólo restaba el completar la parte superior del montón de bloques que llegan hasta el nivel de bajamar, que sólo puede efectuarse á favor de las pleamares de aguas vivas y cuando la mar está muy tranquila, por el peligro que de lo contrario corren las embarcaciones que transportan los bloques de encallar y perderse sobre los ya colocados.

La construcción de la superestructura no podía marchar con la misma rapidez, tanto porque estaba prescrito en el pliego de condiciones que los trozos de basamento sobre los que había de elevarse estuvieran dos años al