

JUSTA RECOMPENSA.

Por Real orden de 9 del corriente se ha propuesto al Ilmo. Sr. D. Francisco Javier de Barra, vice-presidente de la Junta Consultiva, para la gran cruz de Isabel la Católica, queriendo premiar así, en la persona del digno decano de los Ingenieros de Caminos, los distinguidos servicios de dicho Cuerpo en el ramo de Obras públicas, y al propio tiempo la manera por todo extremo honrosa con que ha hecho figurar á la Direccion general respectiva en el gran concurso de París, en el que por primera, y hasta hoy, única vez, ha sido propuesta España para un premio de honor, como ya saben nuestros lectores.

Asimismo se dispone que, en representacion del personal auxiliar, se proponga al ayudante D. Juan Francisco Moreno para la cruz de caballero de la Real y distinguida orden de Carlos III.

Todo comentario por nuestra parte fuera ocioso: los lectores de la REVISTA conocen el brillante resultado obtenido en la Exposicion de París por el ramo de Obras públicas, no solo en la esfera oficial, sino ante el juicio público. Saben tambien que en los periódicos más caracterizados de Inglaterra, Francia é Italia, en artículos y revistas, y en todas partes se han hecho grandes elogios del personal facultativo y de las obras de nuestro país; elogios que son en verdad compensacion justísima de las amarguras de todo género que nuestros compañeros sufren; así como son oportuno correctivo á las envenenadas flechas que, desde la sombra y sin descanso, asestan algunas personas,—inspiradas tal vez por el ansia de quitar obstáculos,—contra un Cuerpo inteligente y digno.

Por lo demás, la equitativa y oportuna resolucion del Gobierno, al recaer en el Sr. de Barra, no puede ser más justa ni más simpática: el ilustrado Ingeniero, el eminente hombre de administracion, y el que es tipo de caballerosidad y honradez, dignamente representa al Cuerpo de Caminos, y no necesita méritos

agenos, pues le bastan los suyos propios y los grandes servicios que ha prestado, para recibir tan honrosa distincion.

Fuéramos injustos si no declarásemos que así el personal auxiliar como el Sr. Moreno son muy dignos de la recompensa obtenida.

Hé aquí una copia de la Real orden á que nos referimos y para cuya publicacion estamos debidamente autorizados.

«Excmo. Sr.: Queriendo S. M. la Reina (Q. D. G.) recompensar con una prueba de su real aprecio los distinguidos servicios del cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, por lo mucho que contribuye con sus incesantes esfuerzos, auxiliado dignamente por el personal facultativo subalterno de Obras públicas, al desarrollo de la riqueza pública, y muy especialmente por la parte tan honrosa con que ha hecho figurar á España en la Exposicion Universal verificada en el vecino Imperio, proponiendo el Jurado de la clase sesenta y cinco para un gran premio á la Direccion general de Obras públicas, cuya distincion refleja sobre el Cuerpo todo que ha tenido una parte tan activa é importante en los trabajos que han dado lugar á dicha propuesta, y teniendo presente que aun cuando esta no ha llegado á tener efecto por haber resuelto el Jurado internacional declarar fuera de concurso á los Gobiernos, Administraciones y establecimientos públicos, no por eso ha de pasar desapercibido á la Régia munificencia, puesto que el efecto moral es el mismo; se ha dignado ordenarme signifique á V. E. su voluntad de que el digno decano del referido Cuerpo Don Francisco Javier Barra y Gutierrez, Inspector general de primera clase, que á su vez reúne el cargo de Vice-Presidente de la Junta Consultiva, le sea propuesto para la Gran Cruz de Isabel la Católica, así como el Ayudante de la clase de primeros más antiguo del personal facultativo subalterno de Obras públicas D. Juan Francisco Moreno, para la Cruz de Caballero de la Real y distinguida orden de Carlos III. Dios guarde á V. E. muchos años. Madrid 9 de Mayo de 1868.—Catalina.—Sr. ministro de Estado.»

TERMODINÁMICA.

CAPÍTULO II.

Primer principio: trasformacion del calor.

(Continuacion.)

50. Vemos por lo que precede, que los fundamentos de la nueva teoría que intentamos

exponer son, aunque en corto número, puramente experimentales, y ocurre esta pregunta: ¿no habría medio de reducirlos á un principio superior, á un axioma, á una ley racional?

Esto se ha intentado, y se ha conseguido; pero faltan desarrollos analíticos que den forma exacta y precisa á la idea.

De dos principios pueden deducirse todos los que hemos citado precedentemente, á saber:

1.^{er} principio. El calor es una forma del movimiento; es el movimiento interno y molecular de la materia.

2.^o principio. La fuerza viva de la materia esparcida por el universo es constante.

Se comprende en efecto que la temperatura dependa de la cantidad de *fuerza viva* contenida en un cuerpo, es decir, de los movimientos de las partículas materiales, y que esta fuerza viva sea precisamente lo que llamamos *calor*. Se comprende aun que dadas las velocidades de las diferentes moléculas y la presión exterior que obra sobre el cuerpo, su volumen quede determinado, y que por lo tanto exista una relación entre la temperatura, el volumen y la presión; con lo cual queda demostrado el primer principio del núm. 49.

Así cuando el calor aumenta, es decir, cuando crece la velocidad de las moléculas, sus trayectorias tienden á ensancharse por el incremento que cada fuerza centrífuga recibe, y el volumen del cuerpo crece; ó si esto no es posible por estar encerrado en una envoltura rígida, aumenta la presión del interior al exterior.

Por otra parte, pasar calor de un sistema á otro, es pasar cierta cantidad de fuerza viva de las moléculas de un cuerpo á las moléculas de otro, y esto no supone creación de trabajo. El principio de que partía Carnot es, pues, radicalmente falso.

Sabemos además por mecánica que toda fuerza viva equivale á cierta cantidad de trabajo, luego la transformación de estos dos elementos uno en otro es consecuencia lógica de dicha equivalencia. Así la fuerza viva $\frac{1}{2}mv^2$ representa cierto número de kilogrametros T: y todo kilogrametro puede inversamente reducirse á fuerza viva. Por ejemplo, un peso de 10^k animado de una velocidad de 4^m por segundo equivale á

$$\frac{1}{2} \frac{10}{g} 4^2 = \frac{80}{9,8} = 8,16 \text{ unidades de fuerza viva;}$$

y la anulación de esta fuerza viva supone la creación 8,16 kilogrametros.

La masa $\frac{10^k}{g}$ quedará inmóvil; su fuerza viva quedará anulada al parecer, pero en cambio aparecerá un trabajo positivo de 8,16^{km} que antes no existía.

Si, pues, la fuerza viva se convierte en trabajo, y el calor es una suma, $\Sigma \frac{1}{2}mv^2$, de fuerzas vivas, es natural que el calor se transforme en trabajo, ó que todo trabajo consumido suponga cierta cantidad de calor creado.

Estas sencillas consideraciones demuestran los dos últimos principios del núm. 49.

¿Qué es, en la hipótesis que venimos examinando, la *caloría*?

Cierta cantidad de fuerza viva, equivalente á 430^{km}.

Por ejemplo, una masa compuesta de *dos mil millones* de partículas, en que el peso de cada una sea de 0,000004214, y vibrando con la velocidad media de 1^m por 1", representa precisamente una *caloría*; porque en efecto, la fuerza viva de una de estas partículas será

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{0,000004214}{9,8} 1^2 = 0,000000215$$

y la fuerza viva de los *dos mil millones* de partículas,

$$2,000,000.000 \times 0,000000215 = 430 \text{ kilogrametros.}$$

Casi es inútil advertir que este ejemplo es puramente ideal.

51. El calor, según la teoría moderna, no es ya un nuevo fluido, especie de sutilísima emanación que vá de una parte á otra, es tan solo un movimiento, una fuerza viva, un conjunto de partículas que se mueven en trayectorias pequeñísimas, que el sentido de la vista no percibe; y así toda acción mecánica, todo trabajo, todo movimiento que al parecer se anula, en realidad no hace otra cosa que cambiar de forma: de trabajo ó de fuerza viva total pasa á fuerza viva molecular. Los sentidos desconocen el nuevo aspecto del fenómeno y le dan el nombre de calor, pero la ciencia que penetra, ó procura penetrar, en la esencia de los hechos, le dá su verdadero nombre, á saber: *fuerza viva*.

Según lo que precede, toda la teoría del calor queda reducida á un problema de mecánica: movimiento de un sistema de partículas

enlazadas por ciertas fuerzas, y leyes de este movimiento.

Pero aquí surgen grandes dificultades; ¿qué clase de movimiento es el que constituye el calor?

¿Es movimiento vibratorio de los átomos, ó de las partículas, ó de las atmósferas etéreas que, según algunos, las rodean?

¿Es una especie de movimiento permanente del éter?

Estas cuestiones no han recibido hasta hoy solución satisfactoria, y aunque algunos matemáticos ingleses, sobre todo Mr. Rankine, han publicado trabajos de gran mérito, encaminados á resolver este importantísimo problema, siempre queda algo oscuro é hipotético en el fondo de dichas teorías.

Sin detenernos, pues, en ellas, y aceptando los principios del núm. 49, ya como postulados racionales sumamente probables, ya como principios deducidos de la experiencia, ya finalmente como resultados de la teoría matemática del calor, en toda su pureza abstracta, prosigamos nuestra tarea.

52. Antes de terminar la exposicion de este primer principio, relativo á la equivalencia y trasformacion del trabajo en calor y del calor en trabajo, conviene para mayor claridad que hagamos algunas observaciones.

1.^a *observacion.* Hemos dicho varias veces que toda cantidad q de calor, anulada, supone creacion de trabajo, y que la cantidad de este se determinará por la ecuacion

$$T = J q;$$

recíprocamente, que cuando se consume y desaparece cierto trabajo q , en cambio ganamos una cantidad de calor

$$q = \frac{1}{J} T.$$

Pero estos principios no son exactos sino en cuanto la trasformacion solo se efectúa entre estas dos formas de la fuerza viva: el *trabajo* y el *calor*: si además entran en juego otras potencias naturales, como la luz, el magnetismo, la electricidad, las acciones químicas, claro es que puede desaparecer y trasformarse el calor sin que aparezca precisamente bajo forma de trabajo: basta para ello que se convierta en luz, en magnetismo, en accion química, etc.

Seria preciso, en esta última hipótesis, generalizar el principio; hacer la enumeracion exacta de las potencias naturales A, B, C. . . ;

determinar sus equivalentes respectivos $J_a, J_b, J_c, \dots$ y escribir

$$A \times J_a + B \times J_b + C \times J_c + \dots = \text{constante.}$$

2.^a *observacion.* Muchas veces decimos: «poniendo en comunicacion tal cuerpo con un foco de calor» y como esto en la práctica supone cierto trabajo, pudiera extrañar el lector que nunca tengamos en cuenta el consumido por este concepto. Pero debe notar ante todo, para que sus dudas se desvanezcan, que este es un *acto* ageno á la teoría del calor, y que además estas operaciones cada vez se efectúan en la industria con mayor economía. Para nosotros, y puesto que tratamos tan solo de la teoría térmica, poner en comunicacion un cuerpo con un foco, ó dos focos entre sí, ó al contrario, interrumpir dichas comunicaciones, serán actos que supondremos ejecutados sin consumo de fuerza motriz, por más que en la práctica deban calcularse todas estas resistencias pasivas.

3.^a *observacion.* Al estudiar los ciclos que un cuerpo recorre en sus cambios de estado, digimos que puede variar, ya por la influencia de uno ó más focos, ya por variaciones en la presion exterior; y ahora debemos agregar que el *acto* de aumentar ó disminuir dicha presion exterior no supone un trabajo consumido con el cual deba contarse en la teoría del calor, por más que en la práctica exija dicho acto cierta fuerza actuante. Por ejemplo, una masa de aire se halla encerrada en un cilindro; y la presion exterior consiste en ciertos pesos que cargan sobre el émbolo ó sobre su varilla: ¿qué trabajo supone el acto de disminuir la presion exterior? El necesario para separar uno de estos pesos; pero esto puede teóricamente reducirse tanto como se quiera, pues basta elevar dicho peso una cantidad *infinitamente pequeña*, y trasladarlo horizontalmente, en lo cual habremos consumido un trabajo infinitamente pequeño tambien.

Otro ejemplo aun. Sobre el émbolo del caso precedente y como presion exterior obra la del aire encerrado en una capacidad en la cual se ha hecho parcialmente el vacío: ¿cómo podremos aumentar la presion? Abriendo una llave y dejando entrar aire: este *acto* claro es que supone cierta cantidad de trabajo, pero este es ageno á la teoría del calor, y puede reducirse tanto como se quiera perfeccionando los mecanismos.

Por lo demás, aproximar pesos al cilindro, hacer previamente el vacío, construir capaci-

dades, émbolos, llaves, etc., son operaciones que suponen consumo de trabajo, pero son operaciones como hemos dicho ajenas al fenómeno que estudiamos y que para nada debemos tenerlas en cuenta.

La naturaleza puede espontáneamente producir esto mismo; si nosotros queremos realizarlo, habremos de trabajar para crear las circunstancias necesarias á su produccion; mas en uno y en otro caso lo que pretendemos estudiar son las leyes del fenómeno térmico, es decir, del cambio de estado del cuerpo, *cuando dichas circunstancias se realizan*, y [poco nos importa lo que el realizarlas nos haya costado.

55. Queda con lo dicho explicado el *primer principio* de la Termodinámica, á saber: *transformacion del calor en trabajo y reciprocamente*, y la ecuacion que lo expresa es

$$T = J. q,$$

en la que J es igual á 450 kilográmetros y q se expresa por *calorias*.

Pasemos ya á la exposicion del segundo principio.

José ECHEGARAY.

FERRO-CARRIL DE VITRÉ Á FOUGERES, EN FRANCIA.

Esta linea no presenta como via férrea particularidad alguna digna de llamar la atencion. Sujeta al pliego de condiciones que rige en Francia para todas las de la 2.ª y 3.ª red de una sola via, tiene como ellas el ancho de 1,50 de eje á eje de carril, las mismas dimensiones en obras de fábrica y perfil transversal, sus alineaciones han sido enlazadas por curvas de 300 metros de radio al mínimo, y la máxima inclinacion de sus pendientes se ha fijado en 15 milímetros por metro; pero lo que la distingue y nos mueve á darla á conocer á nuestros lectores es la baratura con que se ha logrado establecer. Ha costado, puesta en explotacion, con material móvil, á razon de 256.500 reales el kilómetro.

El autor del proyecto y director de las obras, M. Debaugé, Ingeniero Jefe de Puentes y Calzadas, á cuya amabilidad debemos los presentes datos, habia ya previsto al presentar los oportunos anteproyectos, en Marzo de 1865, este reducido coste, que se ha alcanzado y que era una condicion absoluta para la ejecucion del camino, porque el capital de 9.500.000 rs., formado de 2.660.000 rs. de subvenciones locales y de 6.840.000 rs. de suscripcion en acciones y obligaciones, á que asciende el coste total de las obras, al tipo expresado, representaba el limite extremo de los sacrificios que podian imponerse las localidades, y el menor aumento en los gastos hubiera hecho fracasar la empresa.

Proyectado este camino en la época en que el gobierno francés, preocupado por numerosos pedidos de lineas secundarias, preparaba la ley de ferro-carriles de interés local, se encontraba llamado á ser una muestra de esta clase de ferro-carriles. Por ello, su autor, lo presentó despues de numerosos estudios

de todos los construidos en Europa y de un minucioso análisis de las condiciones técnicas y económicas que deben presidir al establecimiento de lineas de corto tráfico. Se ha tratado de introducir cuantas economías fuesen compatibles con la solidez y la seguridad, construyendo el camino para las necesidades del presente y no para las de un incierto porvenir.

Estudiado el tráfico probable con que podia contar la linea, y reducido en gran proporcion, para que por ningun concepto pudiesen salir fallidas las previsiones; aplicadas á estos trasportes unas tarifas que en las mercancías representaban de un 40 á 50 por 100 de economia sobre el precio de los trasportes ordinarios, y para los viajeros sensiblemente igual á la de las diligencias, se encontró que el producto bruto kilométrico, con que podia contar con seguridad la linea, era de unos 32 000 rs.

Calculáronse los gastos de explotacion teniendo en cuenta las circunstancias especiales en que debian producirse, sin servicios de noche, con viajes redondos, trenes poco cargados y velocidad media de 30 kilómetros por hora; llegando á la cifra de 21.000 rs. por kilómetro. El producto neto era, pues, por kilómetro de 11.000 rs. y de 400.000 rs. en toda la linea, que permitia asegurar una remuneracion conveniente á los 6.840.000 rs. del capital industrial; pero siempre con la condicion expresa que, añadiendo las subvenciones dadas gratuitamente, no excediese el coste total de los 9 500.000 rs.

Bajo la imposicion de tan débiles recursos se abordaron los estudios definitivos de la linea de Fougères, que ha sido ya construida en totalidad y se encuentra en explotacion desde mediados del año anterior. Sus gastos no excedieron las previsiones del autor, y como creemos de gran interés cuanto á esta cuestion de ferro-carriles económicos se refiere, vamos á entrar en algunos detalles sobre las consideraciones técnicas que han presidido á la ejecucion de este camino y respecto al reducido coste de sus distintas partes, por considerarlos curiosos y dignos de atencion é imitacion.

Es indudable que la verdadera economia reside en la eleccion de un trazado que se pliegue á las ondulaciones del terreno y evite las obras costosas; pero á esto hay que oponer el coste de traccion, tanto más subido, cuanto más fuertes son las inclinaciones y más reducidos los radios de las curvas.

La via y el material fijo constituyen otra gran parte de los gastos de establecimiento. En el camino que venimos examinando se ha limitado el peso de los carriles á 30 kilogramos por metro, cuya condicion impone la de no emplear máquinas de peso superior á 14 ó 15 toneladas, correspondiente al peso de los vagones más cargados. Fijado *a priori* el peso de las máquinas, se ha deducido para limite de inclinacion de las pendientes la de 15 milésimas, en el supuesto de que puedan ser remolcados trenes de 80 toneladas al máximo. En fin, suponiendo que la separacion de los ejes extremos no pase de tres metros, se ha visto que pueden admitirse sin inconveniente radios de 300 y aun de 250 metros.

Fijadas así las condiciones del trazado, en plano y perfil, se ha tratado de aplicarlas al terreno. Las dificultades eran grandes, porque el pais que se tenia que atravesar estaba constituido por terrenos de transicion, inferiores y medios, presentándose á menudo el granito y rocas cristalizadas que le acompañan; de manera, que todo desmonte algo profundo acarrea gastos de consideracion. Además en esta parte de la Bretaña, en que el suelo es muy accidentado, habia que salvar dos divisorias, de las que una de ellas es la que separa la vertiente de la Mancha de la del Océano, y luego descender por valles estrechos y sinuosos: se tendrá idea de las difi-