

los motores-serie, girando con rapidez (locomotora Erlikon, gobernada por engranajes), da un rendimiento mejor que los motores de repulsión de velocidad lenta (locomotora A. E. G., acción directa por bielas).

Las condiciones de arranque que resumen el cuadro y los diagramas que siguen, son todavía más diferentes; las automotoras absorben una potencia aparente de un 50 por 100 de la potencia normal, y la locomotora Erlikon un 25 por 100 de esta potencia, en tanto que la locomotora A. E. G., con sus motores de repulsión, absorbe más de un 100 por 100 de la potencia normal, influyendo considerablemente en la regulación de la tensión en la fábrica generadora.

Condiciones de arranque en 15,5 %.

	AUTOMOTORA SIEMENS- SCHUCKERT	LOCOMOTORA ERLIKON	LOCOMOTORA A. E. G.
Peso total del tren... T.	135	560	490
Velocidad de la marcha normal... km./h.	44	42	40
Potencia real correspondiente... kw.	380	1.500	1.250
Potencia aparente correspondiente... KVA.	440	1.650	1.500
Factor de potencia... cos φ.	0,87	0,92	0,83
Potencia aparente en el arranque... KVA.	250	400	1.700
Tanto por ciento de la potencia anormal...	57	25	113

Los motores de 1.000 caballos de la locomotora Erlikon pasan de la marcha en vacío a la marcha en plena carga (2.000 amperios bajo 420 voltios) sin producción de chispas como unos motores de corriente continua; la conmutación es menos perfecta en los motores de repulsión de la locomotora A. E. G.

Los tres tipos de locomotoras poseen el mismo sistema de regulación por contactos de gobierno electromagnético; este sistema bastante complicado y de un encaje delicado, sobre todo por vía eléctrica, tiene la importante ventaja de facilitar el arranque de los motores de tracción monofásicos.

En cada tipo de máquina se ha necesitado una colocación apropiada durante el recorrido de ensayo; principalmente para la locomotora Erlikon en la que los contactos deben poder funcionar con una intensidad máxima de 3.000 amperios. En esta locomotora sola es donde la corriente de los circuitos de gobierno es de corriente continua producida por un grupo especial con batería de acumuladores; la locomotora A. E. G. y las automotoras utilizan con el mismo objeto corriente alterna tomada sobre el transformador principal.

Las numerosas observaciones hechas respecto a la adherencia han puesto de manifiesto que, en condiciones excepcionalmente favorables, el coeficiente de adherencia se eleva a 1/4 y aun a 1/3,5; para tener buenos arranques, asegurando al mismo tiempo la marcha en las condiciones más desfavorables, no es necesario descontar un coeficiente de adherencia superior a 1,5. En las condiciones del ferrocarril de los Alpes Berneses, en plena carga, el peso adherente debe llegar a 80 toneladas, y, por consecuencia, repartirse sobre cinco o seis ejes motores.

Como conclusión de estos ensayos, M. L. Thormann indica que las automotoras, con su equipo actual de dos motores, son aptas para proporcionar un servicio de tre-

nes-tranvías ligeros en el conjunto de la línea y que, para los trenes más pesados de todas clases, la locomotora Erlikon conviene particularmente bien a las exigencias de la tracción en esta línea que, a causa de las pendientes (27 0/00) y de las curvas mínimas (300 metros), presenta condiciones muy especiales. La velocidad, en estas condiciones, está limitada en ella a 60 kilómetros-hora en la bajada para los trenes expresos y a 45 para los trenes de mercancías.

Respecto a los motores parece que la ventaja, desde los puntos de vista del arranque y de la conmutación, pertenece al motor-serie sobre el motor de repulsión; el engranaje intermediario permite evidentemente aligerar el motor, pero la duración de este engranaje constituye un elemento importante sobre el cual no se puede, en verdad, decidirse, porque la locomotora Erlikon ha rodado poco todavía. Es evidente, sin embargo, que la ventaja de esta disposición disminuye con el aumento de la velocidad; los experimentos de resistencia al rodamiento en línea recta han mostrado con claridad que esta resistencia de 4,5 kilogramos a 30 kilómetros por hora próximamente alcanzaba un valor más del doble, 9,3 kilogramos, a la velocidad de 60 kilómetros por hora. La reducción por engranajes es, pues, menos interesante para las máquinas que tengan que suministrar grandes velocidades, y los motores pesados de marcha lenta con ataque directo de los falsos ejes tendrían entonces un mejor funcionamiento que en el caso presente.

Desde el punto de vista económico, el cuadro siguiente da interesantes datos acerca de los resultados de cinco meses de explotación, desde Noviembre de 1910 a Abril de 1911:

MESES	AUTOMOTORAS Siemens-Schuckert.		LOCOMOTORA Erlikon.		LOCOMOTORA A. E. G.		TOTALES T.-km.	CONSUMO en kwh.	
	tr.-km.	T.-km.	tr.-km.	T.-km.	tr.-km.	T.-km.		Total.	T.-km.
Noviembre....	5.261	506.291	302	66.292	"	"	662.583	31.200	0,047
Diciembre....	5.571	621.536	590	107.470	131	23.790	752.796	37.900	0,050
Enero.....	5.740	613.703	573	129.450	190	52.830	795.983	42.500	0,053
Febrero.....	4.560	473.278	486	134.087	429	73.320	680.685	39.400	0,058
Marzo.....	7.095	680.473	486	111.910	528	70.920	863.903	41.000	0,048
Abril.....	6.810	677.767	675	206.077	"	"	883.844	36.800	0,042
Totales...	35.067	3.663.048	3.202	755.286	1.278	220.860	4.639.194	228.800	"

Hay que hacer notar que el número de kilovatios-hora indicado comprende, además de la energía en línea, la calefacción y el alumbrado de los trenes, la fuerza motriz y el alumbrado del depósito, así como la potencia, no despreciable, gastada en las maniobras de estación que no figuran en la cuenta de las toneladas-kilómetros.

LAS FORMAS DE ENERGÍA SEGÚN LAS IDEAS MODERNAS

(CONCLUSIÓN)

Energía calorífica.

Muy atinadas y exactas son las observaciones de Bernardo Brunhes cuando dice, con motivo de la comparación entre *temperatura y calidad de energía*, que un rico

manantial termal, capaz de 3.000 litros por hora y de 45° , representa un abundante foco de calor. Suponiendo de 15° la temperatura media del aire exterior, ese foco de calor produce 30 grandes calorías por litro ó 90.000 grandes calorías por hora, gratuitamente sacadas del interior de la tierra.

Y, sin embargo, con todas esas calorías es imposible hacer cocer un huevo, aunque éste permanezca muchos minutos en el agua.

Pero para cocer un huevo basta tenerle tres minutos en agua hirviendo.

De aquí resulta una consecuencia de gran importancia. Que innumerables calorías tomadas á un manantial de 45° , no pueden suplir á unas cuantas, muy pocas, tomadas á 100° .

Si el manantial termal fuera de 100° , podríamos, á voluntad, transformar las calorías que nos da á 100° en calorías á 45° , mezclando agua fría con el agua del manantial; pero lo inverso no es posible directamente. Con todas las calorías que se quiera, tomadas á 45° , no se podrá hacer una sola á 100° .

Vemos, por el ejemplo anterior, que las energías caloríficas contenidas en una caloría á 100° , y en otra caloría á 45° , no son equivalentes en calidad. La energía contenida en una temperatura más alta es de mejor calidad que la contenida en otra temperatura más baja. Las dos son de calidad inferior relativamente á las energías mecánica ó eléctrica.

Cuando obtenemos calor, á partir de una energía mecánica ó eléctrica, no tenemos limitación alguna para ninguna temperatura. Una corriente eléctrica, pasando por un hilo resistente introducido en un medio á cualquier temperatura elevada, hará elevar siempre más la temperatura, por el hecho de su paso por el hilo.

Nuestros medios materiales son los limitados relativamente á la producción del calor por la corriente eléctrica, y empleando los metales más refractarios ó el carbón preparado para la conducción de la corriente, se alcanzan en el arco voltaico temperaturas de poco más de 3.000° , y de ahí no podemos, hasta hoy, pasar, porque se volatilizan todos los materiales empleados.

La energía mecánica, transformada en calor por frotos, choques, etc., tampoco nos limita las temperaturas; éstas pueden ser tan elevadas como se quiera ó se puedan producir.

En general, «toda energía de calidad superior no tiene grados; toda ella es superior; en cambio, las energías inferiores tienen una inmensa escala de categorías, tantas como valores (grados) ó temperaturas podemos observar, siendo siempre el grado superior de más valor que el inferior.»

Esta proposición es lógica consecuencia del principio de degradación de la energía.

Precisamente esta diferencia de calidad es la que nos permite transformar parcialmente el calor en trabajo mecánico.

Una diferencia de temperatura es equivalente á una diferencia de presión. En la máquina de vapor se realiza esta equivalencia más ó menos perfecta. Una máquina de vapor que se suponga funcionando entre 0° y 100° , y supuesta perfecta, sin pérdidas inútiles y á pleno trabajo da, según los cálculos de Regnault, para los calores específicos y latentes, un máximo de 100 calorías convertidas en

trabajo, de cada 373 calorías producidas en la caldera supuesta á 100° .

El resto de 273 calorías sería restituído al condensador supuesto á 0° .

La expansión del vapor y la producción de trabajo están limitados por la diferencia de temperatura en la máquina de vapor.

Los memorables trabajos de Carnot, de donde nació el segundo principio de la Termodinámica, que es la expresión del principio de la degradación de la energía, hicieron ver años después toda la importancia de la diferencia de temperatura en la máquina de vapor, y condujeron á Lord Kelvin á establecer la noción de *cero absoluto de temperatura*, noción capital y fecunda en las ciencias físicas.

El cero absoluto es, por definición deducida de esto último, la temperatura á la cual sería necesario conducir y mantener el condensador de una máquina de vapor para poder transformar en trabajo todo el calor de la caldera. Cualquiera que fiera la temperatura de la caldera, su calor sería, con un refrigerante á -273° , energía de calidad superior, porque toda ella sería *energía útil*, es decir, que todo su calor sería transformado en trabajo.

En el cero absoluto la presión de un gas perfecto á volumen constante sería nula.

En el cero absoluto la tensión de vapor de un líquido ó de un sólido sería también nula.

Un cuerpo cualquiera, aislado en un espacio á la temperatura del cero absoluto, irradiaría rápidamente todo su calor.

Si suponemos el espacio limitado, una temperatura uniforme se establecerá al final entre el cuerpo y el espacio que le rodea, y la energía adquirirá cierta densidad, por la que podrá definirse la temperatura de un espacio vacío. Si el espacio es ilimitado, la energía calorífica del cuerpo parece que se pierde, porque se disipa en todos sentidos. Pero no se pierde en realidad; la energía siempre se conserva. Lo que perdemos es su utilidad para nosotros; al degradarse se hace inútil, porque no es ya potencia motriz.

La aplicación de estas conclusiones á nuestro mundo, á nuestra Tierra, es de una importancia que salta á la vista. La degradación lenta, muy lenta pero continua de las energías terrestres hacia un estado final de equilibrio térmico, en el que no haya energía útil, parece inevitable. El mundo habrá muerto, siguiendo su marcha natural hacia lo homogéneo, que es la muerte, porque es la ausencia de las diferencias, de los desniveles, que son la vida de todas las cosas.

Pero lo homogéneo, ¿es estable? ¿Es permanente en sentido universal ó es, por el contrario, inestable y origen de las diferencias, de lo heterogéneo de un sistema nacido así de lo homogéneo para cumplir un ciclo, una evolución cuyo término sería otra vez lo *homogéneo inestable*, y así indefinidamente?

Al final hemos de discurrir sobre la extensión al Universo del principio de degradación, y dejamos en este momento los interrogantes en tal estado.

Energía en los cambios de estado físico (calores latentes).

La degradación de la energía en los cambios de estado físico es muy digna de estudio y merece dedicarla aquí algunas líneas.

Cantidades de calor considerables aparecen y desaparecen en los fenómenos de fusión y de vaporización de los cuerpos.

Cuando un gramo de agua se convierte en hielo desprende 80 calorías. Cuando el mismo gramo de agua helada se funde, absorbe también 80 calorías. Esta cantidad de calor, constante para cada cuerpo, es el *calor latente de fusión*.

La misma constancia se observa en los *calores de vaporización*.

La constancia de la temperatura durante todo el período de fusión ó de vaporización de un cuerpo, demostrada por la inmovilidad de la columna termométrica, mientras el fenómeno de fusión ó vaporización no ha terminado, hace pensar en seguida que ese calor tiene que emplearse en *otra cosa*, puesto que no es sensible al termómetro.

En efecto, la *energía interna del sistema aumenta considerablemente* por el cambio de estado sólido al líquido y de éste al gaseoso, y este aumento de energía es precisamente la energía que hemos visto desaparecer, en forma de calor, al fundirse ó vaporizarse el cuerpo estudiado.

Pero este aumento de energía interna del sistema no se ha podido verificar sin un *trabajo de las fuerzas interiores del mismo*. Por eso parece perdido á primera vista ese calor que se ha empleado en ejecutar ese *trabajo interno*, en virtud del cual las *posiciones de todos los puntos del sistema han variado*.

La temperatura es invariable durante los fenómenos de fusión y de solidificación, porque cuando se calienta una masa, el calor penetra en ella, pero inmediatamente es destruido por la fusión de una parte de la masa sólida, y la *temperatura no se eleva*. Si la masa se enfría el calor sale de ella, pero es inmediatamente reproducido por la solidificación de una porción de la parte líquida, y la *temperatura no desciende*.

La ley de equivalencia entre el calor y el trabajo puede aplicarse á estos cambios de estado por el siguiente razonamiento:

Si E es el equivalente mecánico del calor, Q es la cantidad de calor necesaria para fundir ó volatilizar un cuerpo; llamamos I_1 ó I_2 la energía interna, á la misma temperatura, antes y después del cambio de estado, y W es el trabajo exterior ejecutado; tendremos:

$$EQ = I_2 - I_1 + W \quad (1),$$

ó bien

$$I_2 - I_1 = EQ - W.$$

La presión constante por unidad de superficie que soporta el cuerpo, siendo p , y llamando u_1 y u_2 su volumen, antes y después del cambio de estado, tenemos:

$$W = (u_2 - u_1) p.$$

De donde

$$I_2 - I_1 = EQ - (u_2 - u_1) p.$$

En el caso de la fusión, el trabajo exterior $(u_2 - u_1) p$, es despreciable comparado con EQ , como lo demuestra el ejemplo siguiente:

Un gramo de agua á 0° pasa del estado sólido al líqui-

do bajo la presión atmosférica ordinaria. En este caso, tenemos:

$$u_1 = 1,0896 \text{ c. c.}; u_2 = 1,0001;$$

y

$$p = 76 \times 13,6 \times 980,96 \text{ dynas (1),}$$

resultando:

$$W = (u_2 - u_1) p = -0,0895 \times 1013600 = -90730 \text{ ergs.}$$

Pero la experiencia demuestra que en la fusión del hielo hay 80 calorías destruidas para un gramo de hielo á 0°, de lo que se deduce:

$$EQ = 41.700.000 \times 80 = 3.336.000.000 \text{ ergs.}$$

Por lo que se ve que el valor de W apenas es $\frac{1}{38000}$ del valor de EQ .

Por consiguiente, cuando un cuerpo pasa del estado sólido al líquido á una misma temperatura, su *energía interna* aumenta considerablemente (EQ). Esta cantidad es para un gramo de agua el número de ergs arriba indicado.

En la vaporización, la relación del trabajo exterior $(u_2 - u_1) p$ á EQ no es ya despreciable, aunque todavía sea pequeña.

En un gramo de agua á 100° centígrados, pasando del estado líquido al estado de vapor saturado y, por tanto, bajo la presión de 1.013.600 dynas por centímetro cuadrado, el aumento de su volumen $(u_2 - u_1)$ es igual á 1.651 centímetros cúbicos, lo cual da, para el trabajo exterior,

$$W = +1.651 \times 1.013.600 = 1.673.450.000 \text{ ergs.}$$

Según Regnault, el calor Q necesario á la vaporización de un gramo de agua á 100°, es de 537 calorías, por consiguiente:

$$EQ = 91.700.000 \times 537 = 22.392.900.000 \text{ ergs.}$$

La relación entre W y EQ es aquí de $\frac{1}{13}$, lo que ya no es despreciable. Sin embargo, vemos por este ejemplo que la mayor parte del calor que hay que dar al cuerpo líquido para vaporizarle se emplea en aumentar su energía interna.

Al pasar del estado sólido al líquido un sistema, las fuerzas interiores ejecutan un trabajo negativo; luego la *energía potencial aumenta*. Acabamos de ver por los números anteriores, que son aún mayores estos trabajos negativos de las fuerzas interiores del sistema y, por tanto, mayor aún su energía potencial cuando el sistema pasa del estado líquido ó del sólido al estado gaseoso.

Aplicaciones continuas tiene lo que acabamos de decir de los cambios de estado físico á las modificaciones alotrópicas é isométricas de los cuerpos y á las reacciones químicas en general.

Si una reacción, combinación ó descomposición, ha creado calor, las fuerzas interiores del sistema han realizado un trabajo positivo. La energía potencial ha disminuido. El ácido carbónico tiene menos energía potencial que la mezcla de C y de O , que le han originado.

Si una reacción, combinación ó descomposición, ha destruido calor al producirse, las fuerzas interiores del

(1) Esa es la expresión general del primer principio de la Termodinámica ó ecuación de la equivalencia.

(1) La dyna es la unidad absoluta de fuerza que equivale al peso de un miligramo (aproximadamente). Exactamente el peso del gramo vale 981 dynas ó 980,96, según se indica en el cálculo.

sistema han ejecutado un trabajo negativo. La energía potencial ha aumentado. El cloruro de nitrógeno tiene mucha más energía potencial que la mezcla de Cl_2 y de N que, indirectamente, le han originado.

Un cuerpo explosivo es comparable á un resorte comprimido; su descomposición es la distensión del resorte. En el explosivo, como en el resorte, la energía potencial, disminuyendo rapidísimamente, produce un trabajo exterior, á veces extraordinario. Si este trabajo exterior no se realiza, la energía del sistema sufre una modificación profunda, y la energía potencial se transforma en energía vibratoria interna, que eleva la temperatura del sistema, originándose presiones enormes que pueden producir la explosión de la envoltura del mismo, si no tiene suficiente resistencia.

La diferencia de energía de un cuerpo ó sistema, á la misma temperatura y bajo distintos estados físicos ó químicos es, principalmente, diferencia de energía potencial. A una misma temperatura, las variaciones de presión en un sistema hacen cambiar el sentido de un mismo fenómeno. En el sistema formado por *agua-vapor* á 100° , si la presión es inferior á la presión de saturación, el único fenómeno posible es la *vaporización*, y si la presión es superior, el único posible es la *condensación*. En el primer caso, sólo es posible el fenómeno que *absorbe calor*; en el segundo, sólo es posible el fenómeno que *desprende calor*. En los dos casos, la *energía se degrada; la energía útil se pierde*.

Sería oportuno dedicar en este momento algunas líneas á la ley del cambio de posición, ó *desviación del equilibrio*, enunciada por Le Chatelier, uno de cuyos casos particulares es lo que hemos dicho de la fusión y vaporización. Para terminar, sólo consignaré que todo desequilibrio, causa de potencia motriz, tendiendo á equilibrarse, produce otro desequilibrio. Uno y otro van disminuyendo de valor, lo mismo que los sucesivos desequilibrios originados, hasta que todos alcanzan el estado estable anterior al primer desequilibrio.

El estado final es siempre el equilibrio estable y lo más estable posible. Esto sucede con la temperatura, cuyo equilibrio final se traduce siempre por la homogeneidad, térmica ó la tendencia á la misma.

Toda heterogeneidad tiende á desaparecer naturalmente, y sólo otra heterogeneidad, artificialmente producida, puede provocar otra, antes de borrarse por sí misma.

Bien visible es aquí la tendencia general á la degradación de la energía.

Energía radiante en general.

Ninguna forma de energía se presta, quizá, á una demostración tan extensa y evidente de la degradación universal como la estudiada hoy con el nombre de energía radiante.

En la imposibilidad de indicar todo lo relativo á este vasto capítulo de la Física moderna, me concretaré á consignar lo más estrictamente preciso de lo que con el principio de degradación se relaciona.

Una proposición que resume la teoría general de radiación de la energía, dice que «la energía radiada por un cuerpo material calentado en ciertas condiciones bien definidas, es equivalente á la energía calorífica tomada á la temperatura del cuerpo».

Esta energía puede, en efecto, ser transformada de

nuevo, en calor, si se la hace caer sobre una superficie completamente absorbente, tal como la representada teóricamente por el llamado *cuerpo negro*. Digo teóricamente, porque el *cuerpo negro integral* no se puede obtener á todas las temperaturas. El negro de humo es el radiador integral á bajas temperaturas; pero á temperaturas muy elevadas, al rojo-blanco, aun cuando sigue siendo *negro*, es decir, integralmente absorbente para todos los rayos que caen sobre él, no es fácil asegurar ya esa integralidad, porque no es fácil demostrarla.

El *cuerpo negro* es, pues, por definición, el radiador integral. Absorbe, para transformarla en calor, toda la energía radiada que cae sobre él. A su vez, la energía por él emitida será definida conociendo su temperatura. Un cuerpo cualquiera menos absorbente que el cuerpo negro, emitirá menos radiaciones.

La relación entre la absorción y la emisión de los distintos cuerpos es la importante ley de Kirchhoff, que se expresa diciendo que el poder emisor de un cuerpo es igual á su poder absorbente.

Esta ley fué deducida de la teoría de los cambios ó intercambios, debida á Prévost, según la cual, todos los cuerpos emiten energía, sea cualquiera su temperatura, y cuando un cuerpo caliente emite radiaciones y éstas caen sobre otro cuerpo menos caliente, la temperatura de este último se eleva, no porque no emita radiaciones, sino porque absorbe más que emite; lo contrario sucede al más caliente, *que emite más que absorbe*.

Esta teoría, llamada del equilibrio móvil de temperatura, es de una importancia inmensa por sus aplicaciones. Asociada al principio de Carnot, sirvió de punto de partida para establecer la ley de Kirchhoff, la existencia de la presión de radiación y las leyes numéricas de Stefan y de Wien.

De numerosos experimentos efectuados se ha deducido que la irradiación de un cuerpo á una temperatura determinada, ó su *poder emisor*, es á la radiación del cuerpo completamente negro, como la cantidad total de calor absorbido por aquel cuerpo, es al calor absorbido por el cuerpo negro.

El cuerpo negro absorbe todo; su poder absorbente es 100 por 100, ó sea 1.

Si otro cuerpo absorbe 40 por 100, su poder absorbente será $\frac{40}{100}$ del poder del cuerpo negro. Su poder emisor será también necesariamente $\frac{40}{100}$ del poder emisor del cuerpo negro á la misma temperatura. Luego su *poder emisor relativo* es igual á la fracción de energía absorbida. De aquí el enunciado de la ley de Kirchhoff.

Si esta ley no fuera verdadera, los cambios de energía entre dos cuerpos de propiedades diferentes podrían no equilibrarse, y en consecuencia podría haber en el interior de un recinto de temperatura uniforme, creación espontánea de una desigualdad térmica, sin gasto de trabajo.

La imposibilidad de tal creación es la forma misma bajo la cual presentó Lord Kelvin el principio de Carnot. La ley de Kirchhoff, no verdadera, sería la restauración de una energía útil asegurada, sin degradación compensadora (1).

La *presión de radiación*, prevista por Bartoli y demostrada por Lebedew, es consecuencia de lo anterior.

(1) B. Brunhes.

Cuando los rayos solares caen normalmente sobre una superficie negra de un metro cúbico, ejercen sobre esta superficie una presión de 0,0004 gramos.

Sobre una superficie pulimentada, muy reflectante, la presión parece ser doble, de 0,0008 gramos.

Demostrada la existencia de esta presión, nuevas aplicaciones de los principios anteriores á los espacios cerrados de temperatura uniforme, en donde se entrecruzan haces de rayos incidentes ó reflejados emanados de las paredes ó de cuerpos interiores, conducen, por una serie de deducciones rigurosas, á la ley de Stefan y á la de Wien.

La de Stefan indica que la cantidad de energía radiada en un segundo por centímetro cuadrado de cuerpo negro, es proporcional á la cuarta potencia de la temperatura absoluta de este cuerpo. Si á 1.000° , ó sea 1.273° absolutos, el cuerpo negro irradia 3,36 calorías por segundo, á la temperatura doble de 2.546° absolutos irradiará dieciséis veces más, es decir, 53,8 calorías por segundo.

Esta ley se aplica en la determinación de la temperatura de los hornos de porcelana, y se ha mostrado hasta hoy con rigurosa exactitud.

La ley de Wien deriva del hecho de que el cuerpo negro calentado no emite nunca un movimiento vibratorio único; no da una radiación monocromática correspondiente á una nota de determinada altura, sino que emite siempre en *bloc*, una masa de vibraciones formando un espectro continuo; pero la radiación en la cual este espectro se muestra más rico, es de una frecuencia que aumenta en proporción de la temperatura absoluta. Esta es la ley de Wien.

De ella resulta que á 5.000° no se recogería todavía, como energía *propriadamente luminosa*, más que una pequeña parte de la radiación total.

Claro está que no disponiendo hoy de temperaturas de más de 3.500° , el *rendimiento fotogénico* obtenido con todas nuestras luces es muy débil, aun con nuestros mejores focos luminosos.

Es, en efecto, de 2,5 por 100 en la lámpara de arco; de 1,2 por 100 en el pico Bengel. En los rayos solares no es más del 14 por 100.

Y todavía esta relación de la energía radiada entre los límites del espectro visible á la energía radiada total, da una idea exagerada de la utilización de la energía por nuestros focos de luz, porque no hay que contar como francamente buena, al igual de los rayos amarillos ó verdes, la luz roja-extrema, ni la violada-extrema que confi-

na con los rayos ultraviolados. La utilidad de los rayos rojos-extremos para la visión es, próximamente, $\frac{1}{100}$ de la de los rayos verdes del espectro. No se deberá contar, pues, más que en $\frac{1}{100}$ la energía radiada bajo forma de rayos rojos, y lo mismo para los violados.

Así resulta más reducido aún el rendimiento fotogénico. Es de 3 por 1.000 en el pico Bengel y de 5 por 100, aproximadamente, para el sol, en el que la energía radiada entre los límites del espectro visible hemos visto era de 14 por 100.

Mucho mejor rendimiento útil fotogénico nos presentan los insectos noctílicos, como el gusano de luz, etc., cuyo foco luminoso se adapta infinitamente mejor á la visión, tal como la realiza el ojo humano.

«Estos focos no irradian fracción alguna de energía que esté fuera de los límites del espectro visible, y en el interior mismo de este espectro irradian la energía casi exclusivamente bajo la forma de radiaciones del calor más útil, bajo la forma de amarillo verdoso, para cuyo color presenta el ojo su sensibilidad máxima.»

Los datos apuntados tomados de Bernardo Brunhes, bastan para hacer comprender la importancia del problema del alumbrado artificial, y lo muchísimo que se pierde inútilmente desde el punto de vista de la utilidad para la visión, haciendo resaltar á la vez lo malo que es el alumbrado por incandescencia. Como dice el mismo B. Brunhes, emplear cuerpos negros incandescentes para el alumbrado es un despilfarro enorme de energía; es provocar un incendio para cocer un huevo.

Los *cuerpos luminescentes* presentan un gran interés en la resolución del problema del alumbrado. En estos cuerpos, la energía luminosa no proviene de la calorífica; es indirectamente producida por otra forma de energía.

De los interesantes ensayos efectuados resulta que el problema de la luz artificial económica ha dado un gran paso al preocuparse los inventores de la transformación artificial y directa de energías de calidad superior en energía radiada como luz, sin efectuar previamente la transformación de las energías eléctrica ó química en calorífica, es decir, en una forma degradada de energía. El progreso resulta evidente y racional al procurar reducir al mínimo la degradación de la energía (1).

(1) B. Brunhes.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Aparato para facilitar la partida de los aeroplanos sin personal auxiliar.

La partida de los aeroplanos exige el concurso de un cierto número de auxiliares, principalmente para mantener el aparato durante el intervalo que transcurre entre la puesta en marcha del motor y el instante de la partida; cuando un aviador toma tierra en el curso de un vuelo, le sería muy útil poderse pasar sin este personal, y este es el objeto del aparato llamado «partidor», ideado por MM. Paradis y Bornoguino.

Este aparato, que describe detalladamente el *Omnia*, del

6 de Mayo, está unido á la parte inferior de la armadura del aeroplano, y comprende un anillo de cuerdas *c*, cerrado por las garras *M* (articuladas en *m*) que aprietan con mucha fuerza á la pieza *D*. Este anillo rodea al poste ó árbol que sirve de anclaje provisional al aeroplano; las garras no abandonan á la pieza *D* más que cuando el esfuerzo de tracción de la hélice viene á ser bastante grande para que el aeroplano pueda partir.

La regulación de este esfuerzo de desamarre se verifica por medio de la manija *a* que, atornillándose en los pernos *b*, por medio del cilindro *d*, que tiene una doble línea de filetes, ejerce (por el intermedio de los émbolos *A* y de los resortes *R*) el cierre