

AC 14 30

En primer lugar, introducción a las ciencias físico-naturales. La ilustración de hoy lleva por título, conservación de la energía. En la presente emisión vamos a referirnos a la energía, su concepto físico, su origen, usos y transformaciones.

Con respecto al propio concepto de energía, conviene señalar si existe un único tipo de energía, o si, por el contrario, esta palabra engloba a muy distintas magnitudes físicas y técnicas. Es importante señalar que existen solamente dos formas fundamentales de energía. La cinética, debido al movimiento de los cuerpos y la potencial, en razón de su posición en el espacio, y más concretamente de su localización en un campo de fuerzas.

Es precisamente la naturaleza de este campo de fuerzas lo que origina una variedad de tipos de energía, gravitatoria, eléctrica, nuclear. Así, por ejemplo, el agua en un salto de una central hidroeléctrica posee cierta energía potencial proporcional a la altura del salto que transforma en energía cinética al caer y ganar velocidad. Finalmente, toda la energía de altura o potencial es convertida en energía de velocidad o cinética.

Las partículas líquidas golpean a gran velocidad los álabes o paletas del grupo turbogenerador en el cual la energía mecánica es transformada en energía eléctrica. Hemos estudiado que las fuerzas fundamentales o básicas de la naturaleza son tres. La gravitatoria, la eléctrica y la nuclear.

Podemos pues imaginar la energía potencial gravitatoria, por ejemplo, de un objeto próximo a la Tierra, o la energía potencial electrostática de un electrón atómico en el campo creado por el núcleo. En cambio, la naturaleza de las energías química y luminosa no parece tan claro. La llamada energía química es de naturaleza eléctrica al ser fuerzas eléctricas las que cementan a los átomos entre sí para constituir las moléculas, liberándose o absorbiéndose energía de acuerdo con la diferencia entre la energía potencial de las moléculas resultantes de la reacción y las de las primitivas moléculas reaccionantes.

Pero repito, la energía química o molecular es de tipo eléctrico por serlo el enlace entre átomos en una molécula, tanto si dicho enlace es iónico como si es covalente o metálico. En lo que respecta a la energía lumínica, no es otra cosa que energía electromagnética en una región del espectro perceptible por nuestra retina. ¿Qué es el calor? ¿Es una energía? Y en caso afirmativo, ¿dentro de qué tipo de los anteriores podría incluirse? Veamos.

Pensemos a título de ejemplo en una masa de aire a un kilómetro de altura sobre la superficie de la Tierra y desplazándose a una velocidad de 36 kilómetros hora. Si su masa es de mil kilogramos, un simple cálculo nos diría que sus energías cinética y potencial son respectivamente 50.008 millones de julios. ¿Es la suma de estas energías la energía total contenida en esta masa de aire? Ciertamente no.

Así, si nos dicen además que la temperatura del aire es de 10 grados centígrados, podríamos

calcular su energía térmica en la hipótesis de considerarlo un gas perfecto, obteniendo un valor de unos 200 millones de julios, valor bastante superior al de las cifras anteriormente calculadas para las energías cinética y potencial. Pero, ¿qué representan estos 200 millones de julios? Se refieren a la energía cinética desordenada del gas, ya que las moléculas de este se mueven en zig-zag y en todas direcciones a enormes velocidades de varios miles de metros por segundo. Así, una masa de aire en reposo no se halla propiamente en tal reposo, ya que sus moléculas componentes se mueven en igual número en cualquier dirección y sentido.

Solamente cuando sopla un viento, se superpone al movimiento desordenado o térmico otro de desplazamiento colectivo en determinada dirección del espacio. El viento puede mover las aspas de un molino o impulsar una embarcación a vela, mientras que la agitación térmica de las moléculas del aire son incapaces de hacerlo. De esta forma, vemos que al estudiar el movimiento de un sistema de partículas, se impone una distinción entre los movimientos internos de las partículas y el movimiento macroscópico del sistema como un todo.

Efectivamente, por movimientos internos entenderemos los que apreciaría un observador que se desplazase juntamente con el macrosistema a la misma velocidad que éste. El movimiento macroscópico sería el observado desde un sistema de referencia exterior. Así, en el caso considerado de una corriente de aire, un observador ante el que pasa detecta un movimiento macroscópico unidireccional del aire en conjunto con cierta velocidad.

Por el contrario, para un observador que pudiese desplazarse juntamente con la masa de aire, tal velocidad sería nula. Pero no por eso dejaría de notar ciertos movimientos de naturaleza térmica de las moléculas de aire. Estos serían, en el presente ejemplo, los movimientos internos a los que hemos aludido con anterioridad.

Después de la exposición que usted acaba de hacer, sería conveniente que nos centrásemos en el estudio de los sistemas disipativos. ¿Podría usted hacer ya algún comentario acerca de tales sistemas? Con mucho gusto. Empecemos considerando una partícula moviéndose bajo la acción simultánea de fuerzas conservativas y no conservativas.

En tal caso, el trabajo total realizado por estas fuerzas puede escribirse como suma del trabajo efectuado por las fuerzas conservativas más el trabajo realizado por las fuerzas no conservativas. Puesto que el teorema del trabajo y de la energía cinética se aplica tanto a fuerzas conservativas como no conservativas, tendremos que el trabajo total realizado por todas las fuerzas actuantes al desplazar la partícula desde una posición a otra correspondientes a sendos instantes de tiempo es igual a la diferencia de la energía cinética final menos la inicial. En cambio, el teorema del trabajo y de la energía potencial sólo se aplica a las fuerzas conservativas.

Entonces, el trabajo realizado por estas fuerzas durante el desplazamiento de la partícula entre las posiciones anteriores es igual a la diferencia de la energía potencial inicial menos la final. Sustituyendo las correspondientes expresiones en las que nos define el trabajo total como suma de los trabajos efectuados por uno y otro tipo de fuerzas y recordando la definición de

energía mecánica de una partícula encontramos que el trabajo realizado por las fuerzas no conservativas durante el movimiento de la partícula corresponde precisamente a la variación de su energía mecánica es decir, a la diferencia de la energía mecánica final menos la inicial. Por consiguiente, cuando sobre una partícula actúa alguna fuerza no conservativa su energía mecánica ya no es una constante del movimiento es decir, no se mantiene constante en el tiempo sino que su variación es igual al trabajo realizado por las fuerzas no conservativas.

Por ejemplo, si la fuerza no conservativa es una fuerza de fricción que se opone al movimiento de la partícula el trabajo realizado por tal fuerza es negativo por lo que la energía mecánica disminuye decreciendo pues también la energía cinética. En tal caso, ha tenido lugar un proceso de degradación o disipación de energía mecánica es decir, la energía mecánica de la partícula o parte de ella se ha convertido en una forma degradada de energía que llamamos calor de manera que la pérdida de energía mecánica por parte de la partícula se traduce en un aumento de las energías mecánicas asociadas a los movimientos desordenados de las partículas constitutivas del medio en el que se desplazaba la primera partícula resultando pues que la temperatura del medio experimentará asimismo un aumento. Puesto que hemos citado a las fuerzas de fricción como ejemplo de fuerzas no conservativas o disipativas ¿podría hacer algún comentario acerca de estas fuerzas? Con mucho gusto.

Un ejemplo típico de fuerzas de fricción corresponde al deslizamiento de un cuerpo sólido sobre otro. La experiencia nos confirma que al empujar un cuerpo inicialmente en reposo sobre una superficie plana podremos conseguir que inicie un movimiento pero en el momento en que se le deja libre su velocidad irá disminuyendo hasta que finalmente se detendrá. Todo ocurre entonces como si sobre el cuerpo actuase una fuerza opuesta al movimiento la cual sería responsable de la deceleración y en su caso de la detención de dicho cuerpo móvil.

Esta fuerza se conoce con el nombre de fuerza de fricción o rozamiento por deslizamiento. Tal fuerza tiene un carácter esencialmente fenomenológico describiendo estadísticamente las interacciones que tienen lugar entre las moléculas de las superficies en contacto del cuerpo móvil y del cuerpo sobre el cual desliza el anterior. En un buen número de situaciones se encuentra experimentalmente que la fuerza de fricción es proporcional en módulo a la reacción normal del cuerpo sobre el que desliza el cuerpo móvil en donde la constante de proporcionalidad se denomina coeficiente de fricción y carece de dimensiones.

Su valor para materiales dados depende del estado de las superficies así como de las posibles sustancias contaminantes adheridas a aquellas. Para superficies metálicas el valor de dicho coeficiente se sitúa entre 0,5 y 1,5. Si las superficies están completamente limpias las interacciones moleculares entre ambas pueden ser tan intensas que los cuerpos queden totalmente adheridos.

Conviene señalar, por otro lado, que el área de la superficie de contacto efectivo puede ser mucho menor que el área de la superficie macroscópica del orden de 10 elevado a menos 4 a 10 elevado a menos 5 veces más pequeña debido a la existencia de picos en la superficie de

una longitud de hasta 10 al cuadrado o 10 al cubo Armstrong longitud notablemente superior a la distancia de separación intermolecular. Además, a lo largo de todo el movimiento se produce constantemente una separación de las superficies de contacto con formación de otras nuevas. En general, los picos mencionados están deformados debido al peso del cuerpo que desliza.

En los materiales plásticos existe una presión límite más allá de la cual cesa la deformación. La superficie de contacto efectivo vendrá entonces determinada por la condición de que el producto de la presión límite por dicha superficie sea igual a la reacción normal. Así pues, la fuerza necesaria para vencer las interacciones superficiales es proporcional al área de contacto efectivo y, por tanto, a la reacción normal.

En definitiva, la fuerza de fricción no depende del área aparente de contacto. Finalmente, diremos que se ha de revisar todo lo anterior. Si entre las superficies en contacto existe algún líquido lubricante, debiendo introducir en el análisis del problema las propiedades del líquido, como su viscosidad, magnitud que da una medida de su fricción interna.

Debemos señalar que, en todo caso, las leyes anteriores no tienen ningún carácter fundamental. Son leyes deducidas experimentalmente y que presentan, eso sí, grandes ventajas de utilidad práctica.