

FUERZA DE ROZAMIENTO Y RELACIONES ENTRE TRABAJO Y ENERGÍA

Conviene tener en cuenta, para empezar, que en los movimientos reales se ejercen fuerzas de rozamiento de diferente naturaleza. Así por ejemplo, sobre un objeto que desliza apoyado en una superficie, se han de considerar al menos dos tipos de rozamiento: el rozamiento al deslizamiento ejercido por el contacto del objeto con la superficie y el rozamiento en la atmósfera ejercido en la penetración del objeto a través del aire.

Por lo que se refiere al rozamiento al deslizamiento, podemos considerar una fuerza de rozamiento que representa a la suma de muchas pequeñas fuerzas que la superficie ejerce sobre las irregularidades del cuerpo. Estas fuerzas se oponen al desplazamiento y frenan al objeto. Pero, también, a lo largo del recorrido algunas asperezas se deforman, se sueltan, vibran, etc. Todo ello produce un aumento del movimiento de vibración de las partículas que forman el objeto y de las de la superficie. En consecuencia, la fuerza de rozamiento al deslizamiento no sólo produce cambio en la energía cinética del cuerpo, sino también un incremento de su energía interna, U :

$$W_{\text{froz}} = \Delta E_c + \Delta U$$

Algo más complejo resulta el estudio del rozamiento ejercido por el aire sobre el objeto. El objeto se desplaza en el seno de un fluido (la atmósfera) y su capacidad de penetración en el mismo depende de factores como la velocidad, la forma del objeto, etc. Los choques de las moléculas de los gases que forman la atmósfera contra el objeto también producen una disminución de la velocidad del objeto y un incremento de su energía interna.

Ante la complejidad que introduce el rozamiento y la necesidad, sin embargo, de tener en cuenta su efecto en el estudio de los movimientos, se adoptan habitualmente las siguientes simplificaciones:

1) Ignorar el calentamiento que se produce debido al rozamiento, de tal forma que sólo se tiene en cuenta la variación de energía mecánica.

2) Considerar una fuerza externa (exterior al sistema al que aplicaremos la ley de conservación) igual a la fuerza suma de todas las fuerzas de rozamiento y cuyo punto de aplicación se ubica en el centro de masas del objeto, siendo por tanto el desplazamiento de dicha fuerza el del cuerpo como un todo.

Bajo estas simplificaciones se incorpora el trabajo de la fuerza de rozamiento (en realidad de una fuerza teórica que engloba todos los rozamientos) a las relaciones entre trabajo y energía. Dicho trabajo es, conviene insistir, exterior al sistema.

No se ha de olvidar, pues, que cuando se usan las relaciones entre trabajo y energía mecánica (y también cuando se usan las leyes de la Dinámica de Newton), aplicar a la fuerza de rozamiento la ley del rozamiento al deslizamiento ($\vec{f}_{\text{roz}} = \mu \cdot \vec{N}$) significa considerar despreciables factores como el rozamiento del aire y el calentamiento del objeto.