TRABAJO - ENERGIA - POTENCIA

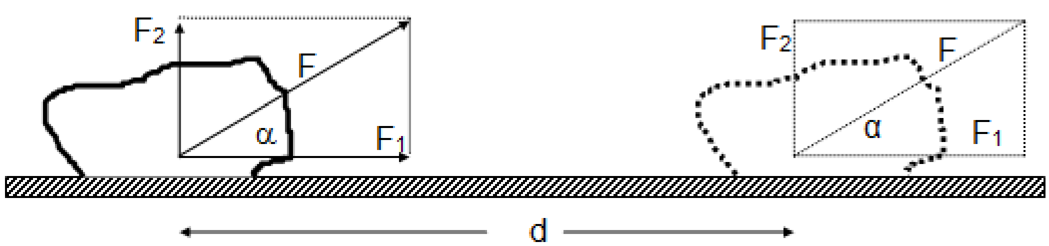
Trabajo de una fuerza

Una fuerza constante genera trabajo cuando es paralela al desplazamiento que produce. Es decir que para generar un trabajo los vectores fuerza y desplazamiento deben tener la misma dirección. La definición correcta será: “El trabajo de una fuerza **(F)** es el producto escalar entre vector fuerza y el vector desplazamiento **X**”. Por esta razón **el trabajo es una magnitud escalar (recordar: “el producto escalar de dos vectores es un escalar”)**

W = F.cos α .X,

si α = 0, la expresión se reduce a :

W = F. X



El trabajo se expresa en Joule (J) (N.m); Kgm (Kgf. m); Ergio (dina.cm)

Mientras se realiza trabajo sobre el cuerpo, se produce una transferencia de energía al mismo, por lo que puede decirse que el trabajo es energía en movimiento. Por otra parte, si una fuerza constante no produce movimiento, no se realiza trabajo. Por ejemplo, el sostener un libro con el brazo extendido no implica trabajo alguno sobre el libro, independientemente del esfuerzo necesario.

Energía

La energía se expresa en joule (J). Existen muchas formas de energía: energía potencial eléctrica y magnética, energía cinética, energía acumulada en resortes estirados o comprimidos, gases comprimidos o enlaces moleculares, energía térmica e incluso la propia masa.

En este curso veremos solo energía mecánica:

- **Cinética**
- **Potencial gravitatoria**
- **Potencial elástica**

<u>Energía cinética</u>

Tal como se expresó en párrafos anterior, “mientras se realiza trabajo sobre un cuerpo, se produce una transferencia de energía al mismo”. Veremos cómo puede demostrarse en forma sencilla (consideramos que **$\alpha = 0$**):

(1) $W = F.d$

Analicemos. Sobre el cuerpo, inicialmente en reposo, aplicamos una fuerza F, por lo tanto éste adquiere una aceleración **a** (¿Recordamos segunda Ley de Newton?):

(2) $F = m \cdot a$

Esta fuerza actúa sobre el cuerpo durante un tiempo t a lo largo de un camino X, que, dado que tiene aceleración, será recorrido con movimiento uniformemente acelerado, por lo tanto será:

$$(3) \quad X = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

Si reemplazamos (2) y (3) en (1) obtendremos la expresión):

$$W = m.a \, . \, \frac{1}{2} a.t^2$$

Operando resulta:

(4) $W = \frac{1}{2} m.a^2 \, t^2$

Recordando que, en el movimiento rectilíneo uniformemente variado, la velocidad V es igual a: $V = a.\,t$ entonces **$a^2 \, t^2 = V^2$,** reemplazando en **(4):**

(4) $W = \frac{1}{2} m \, . \, V^2$

<u>QUE ES LA EXPRESIÓN MATEMÁTICA DE LA ENERGÍA CINÉTICA y la comprobación de que la equivalencia entre trabajo y energía cinética</u>

Recordar: La energía cinética de un cuerpo en movimiento depende sólo de su rapidez (módulo de su velocidad), pero no depende de la dirección en que se mueve. La energía cinética y el trabajo son cantidades escalares (no vectoriales).

El trabajo realizado por la fuerza resultante que actúa sobre una partícula es igual a la variación de la energía cinética de dicha partícula.

$\Delta Ec = Ec_2 - Ec_1$

$W = Ec_2 - Ec_1$, reemplazando y operando matemáticamente:

$$F.X = \left(\frac{1}{2} m \, . \, V_2^2\right) - \left(\frac{1}{2} m \;\; V_1^2\right) \quad \Longrightarrow$$

$$W = F.X = \frac{1}{2} m \, . \, (V_2^2 - V_1^2) = \Delta E_c$$

"Jugando" un poco con la última ecuación tenemos:

como $F = m.a$:

$$m.a.X = \frac{1}{2} m \, . \, (V_2^2 - V_1^2)$$

cancelamos m, entonces:

$$a.X = \frac{1}{2} \, . \, (V_2^2 - V_1^2)$$

si! es una expresión que ya conocemos por cinemática!

$$2\, a.X = (V_2^2 - V_1^2)$$

Energía potencial

Cuando se levanta un objeto desde el suelo hasta la superficie de una mesa, por ejemplo, se realiza trabajo al tener que vencer la fuerza de la gravedad, dirigida hacia abajo; la energía comunicada al cuerpo por este trabajo aumenta la energía potencial del objeto. Si se realiza trabajo para elevar un objeto a una altura superior, se almacena energía en forma de energía potencial gravitatoria.

Cuando un cuerpo varía su altura desarrolla energía potencial (Ep):

$Ep = m.g.h$

$W = F.d$

En éste caso la distancia es la altura "h".

$W = F.d = F.h$

Como se trata de la fuerza peso:

$W = F.d = F.h = P.h = m.g.h$

$W = Ep = m.g.h$

El trabajo realizado por la fuerza peso es igual a la variación de la energía potencial (Δ Ep)

$W = \Delta Ep = Ep_2 - Ep_1$

$W = \Delta Ep = m.g.(h_2 - h_1)$

Nota: el concepto que debe quedar bien entendido es que la energía potencial depende la variación de la altura.

En todas las transformaciones entre un tipo de energía y otro se conserva la energía total, y se conoce como teorema de la energía mecánica (Δ EM). Por ejemplo, si se ejerce trabajo sobre una pelota de goma para levantarla, se aumenta su energía potencial gravitatoria. Si se deja caer la pelota, esta energía potencial gravitatoria se convierte en energía cinética. Cuando la pelota choca contra el suelo, se deforma y se produce fricción entre las moléculas de su material. Esta fricción se transforma en calor o energía térmica.

Fuerzas conservativas y no conservativas

Fuerzas conservativas

Para un cuerpo de masa m que se mueve del punto 1 al 2 y luego del punto 2 al 1.

Una fuerza es conservativa si el trabajo efectuado por ella sobre una partícula que se mueve en una trayectoria cerrada es nulo.

$W = 0$

Fuerzas no conservativas

Una fuerza es **no** conservativa si el trabajo efectuado por ella sobre una partícula que se mueve en una trayectoria cerrada **no** es nulo.

$W \neq 0$

Teorema de la energía mecánica total

La variación de energía mecánica (ΔEM) es la suma de los trabajos de todas las fuerzas externas e internas del sistema.

$\Delta EM = \Delta Ec + \Delta Ep + W_{fnc}$, donde:

ΔEM: Variación de la energía mecánica.

ΔE_C: Variación de la energía cinética.

ΔE_P: Variación de la energía potencial.

W_{fnc},: Trabajo de las fuerzas no conservativas o disipativas.

Aplicado a fuerzas conservativas

La variación de energía mecánica es nula (y, por supuesto **W_{fnc}**$= 0$)

$\Delta EM = 0$

$\Delta EM = \Delta Ec + \Delta Ep = 0$

Desglosando los términos de ésta ecuación:

$$\Delta EM = ½m.(v_2^2 - v_1^2) + m.g.(h_2 - h_1) = 0$$

$$½m.v_2^2 - ½m.v_1^2 + m.g.h_2 - m.g.h_1 = 0$$

$$½m.v_2^2 + m.g.h_2 = ½m.v_1^2 + m.g.h_1$$

Nota: es muy importante tener presente ésta última ecuación, será muy útil para resolver una gran variedad de ejercicios.

Trabajando un poco más con la ecuación citada podemos cancelar la masa:

$$½m.v_2^2 + m.g.h_2 = ½m.v_1^2 + m.g.h_1$$

$$\frac{1}{2} \, v_2^2 + g.h_2 = \frac{1}{2} . v_1^2 + g.h_1$$

Esto significa que cuando las fuerzas son conservativas, el trabajo de las fuerzas solo depende de la velocidad y de la posición.

Un ejemplo característico es: si dejamos caer un objeto (no importa su masa) desde una altura determinada hasta el piso, la energía potencial que éste objeto tiene almacenada se transformará en energía cinética, perdiendo altura y ganando velocidad.

Aplicado a fuerzas no conservativas o disipativas

Δ EM $\neq 0$

Δ EM = W_{Fnc}

Δ Ec + Δ Ep = W_{Fnc}

Por ejemplo, el caso en que interviene como fuerza no conservativa la **fuerza de rozamiento** (no olvidar que ésta fuerza tiene sentido contrario al movimiento), desarrollamos la ecuación:

Siendo $W_{Fnc =} = F_r.X$

$½.m.(v^2{}_2 - v^2{}_1) + m.g.(h_2 - h_1) = F_r.X$

Como la fuerza de rozamiento actúa sobre la masa del sistema en movimiento:

$½.m.(v^2{}_2 - v^2{}_1) + m.g.(h_2 - h_1) = \mu.m.g.X$

μ: coeficiente de rozamiento.

Nuevamente cancelamos la masa:

$m.[½.(v^2{}_{2\,-}\ v^2{}_1) + g.(h_2 - h_1)] = \mu.m.g.X$

$½.(v^2{}_2 - v^2{}_1) + g.(h_2 - h_1) = \mu g.X$

POTENCIA (P)

La potencia desarrollada por una fuerza aplicada a un cuerpo, es el trabajo realizado por ésta fuerza durante el tiempo de aplicación. La potencia se expresa en watt (W).

$P = W/t$

$P = F.X/ t$

$V = X/t$

$P = F.V$

También podemos expresarla a partir del teorema de la energía mecánica:

$P = W/t = (\Delta E_c + \Delta E_p + W_{fnc})/t$

Si no hay fuerzas no conservativas:

$P = (\Delta E_c + \Delta Ep)/t$

Si no hay cambio de altura:

$P = (\Delta E_c)/t$

Si sólo hay cambio de altura (trabajo de la “fuerza peso”):

$P = (\Delta Ep)/t$

Desarrollando la última ecuación:

$P = [m.g.(h_2 - h_1)] / t$

$P = [p.(h2 - h1)] / t$

$P = p.(h2 - h1) \rightarrow$ trabajo de la fuerza peso

p: fuerza peso

Caballo de vapor (CV): Unidad tradicional para expresar la potencia mecánica, es decir, el trabajo mecánico que puede realizar un motor por unidad de tiempo. En el Sistema Internacional de unidades, la unidad de potencia es el vatio; 1 caballo de vapor equivale a 736 vatios. Su valor original era, por definición, 75 kilográmetros por segundo.

Caballo de potencia (HP): Unidad de potencia inglesa (Horse Power), 1 HP equivale a 746 W.