

## ENERGÍA (II). FUERZAS CONSERVATIVAS

IES La Magdalena.  
Avilés. Asturias

Cuando elevamos un cuerpo una altura  $h$ , la fuerza  $F$  realiza trabajo positivo (comunica energía cinética al cuerpo). No podríamos aplicar la definición de trabajo que conocemos para calcular la energía transferida, ya que la fuerza no es constante (deberá de ser mayor que el peso al principio para poner el cuerpo en movimiento y después, al final del trayecto, deberá hacerse menor para frenar)

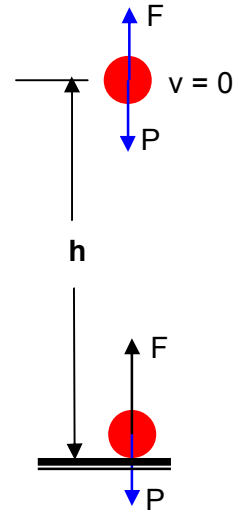
Supongamos que realiza un trabajo  $W_F$  (desconocido).

El peso  $P$  realiza trabajo negativo (quita energía cinética al cuerpo). Como el peso es una fuerza constante podemos calcular el trabajo realizado:

$$W_p = - P \cdot h = - m g h$$

La situación es similar a la encontrada en el caso de la fuerza de rozamiento (la fuerza quita energía cinética al cuerpo). Sin embargo, en este caso, existe una diferencia fundamental: **la energía cinética quitada al cuerpo no se transforma en calor (como en el caso de la fuerza de rozamiento), sino que se acumula como un nuevo tipo de energía llamada energía potencial. La fuerza de gravedad, al realizar trabajo negativo, transforma la energía cinética en energía potencial.**

Una vez arriba el cuerpo tiene energía potencial, ya que si se le suelta adquiere energía cinética (y esta no puede ser creada). **La energía potencial acumulada durante el ascenso se transforma ahora en energía cinética.**



Las fuerzas (como la gravedad o las fuerzas elásticas) que cuando quitan energía cinética al cuerpo no la transforman en calor (irrecuperable), sino que la transforman en energía potencial que puede transformarse nuevamente en cinética, si se deja a la fuerza actuar libremente sobre el cuerpo, reciben el nombre de **fuerzas conservativas**.

**Siempre que actúe una fuerza conservativa, y ésta realice trabajo negativo, restará energía cinética al cuerpo, que aparecerá como energía potencial: la energía cinética disminuirá y aumentará la potencial**

**Si realiza trabajo positivo, la energía potencial se transforma en energía cinética: la energía potencial disminuye y aumenta la cinética.**

Estamos definiendo una nueva forma de energía, la **energía potencial gravitatoria**... pero ¿cuál es su valor? ¿Cómo calcularlo?

Al final, cuando el cuerpo se encuentra a una altura  $h$ , su energía cinética es nula ( $v=0$ ). Por tanto, toda la energía cinética dada por la fuerza  $F$  (igual al  $W_F$ ) ha sido transformada por la fuerza de gravedad en energía potencial (Ley de Conservación de la Energía).

Por tanto:  $W_F = E_p$

Para que la energía cinética al final sea nula ( $v = 0$ ) deberá de cumplirse que toda la energía cinética dada por la fuerza  $F$  ha sido restada por la acción de la fuerza de gravedad. O lo que es lo mismo, la fuerza de gravedad realiza un trabajo ( $W_p$ ) exactamente igual, pero de signo contrario, al de la fuerza  $F$ :

$$W_p = - W_F$$

$$\text{Como } W_p = - m g h, \text{ entonces } W_F = E_p = m g h.$$

**Por tanto, la energía potencial gravitatoria puede calcularse según:**

$$E_p = m g h$$

Supongamos que levantamos un objeto de 1 kg desde el suelo hasta una altura de 2 m.

Energía inicial:

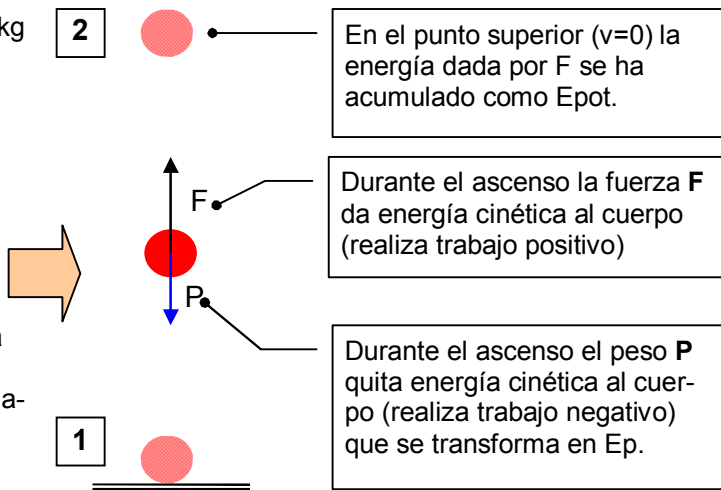
$$E_{c1} = 0; E_{p1} = 0$$

Energía final (h= 2 m):

$$E_{c2} = 0;$$

$$E_{p2} = m \cdot g \cdot h = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ m} = 20 \text{ J}$$

La fuerza necesaria para subir el cuerpo le da 20 J de energía. La fuerza de gravedad resta energía cinética al cuerpo (realiza trabajo negativo) que transforma en energía potencial.



Una vez en el punto superior, toda la energía dada por la fuerza F en la carrera de ascenso se ha acumulado como energía potencial. Si ahora dejamos que la fuerza de gravedad actúe, podemos recuperar toda la energía como cinética.

Energía inicial:

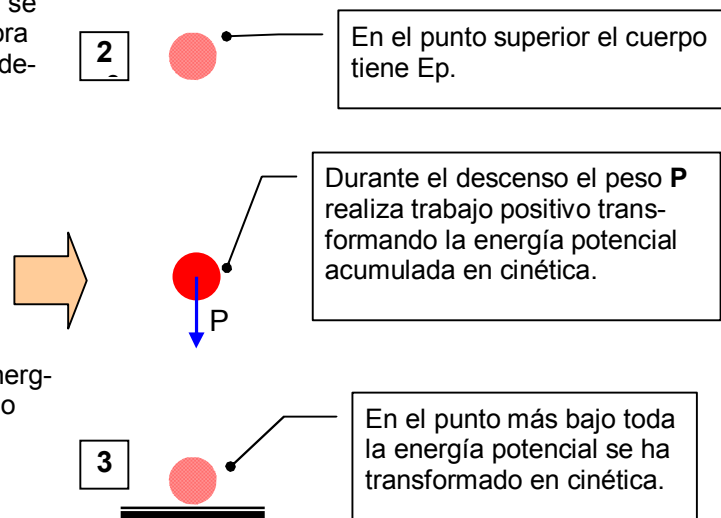
$$E_{c2} = 0; E_{p2} = 20 \text{ J}$$

Energía final (suelo, h = 0):

$$E_{p3} = 0; E_{c3} = 20 \text{ J}$$

Trabajo realizado por la fuerza de gravedad:

La fuerza de gravedad transforma ahora la energía potencial en energía cinética (realiza trabajo positivo).

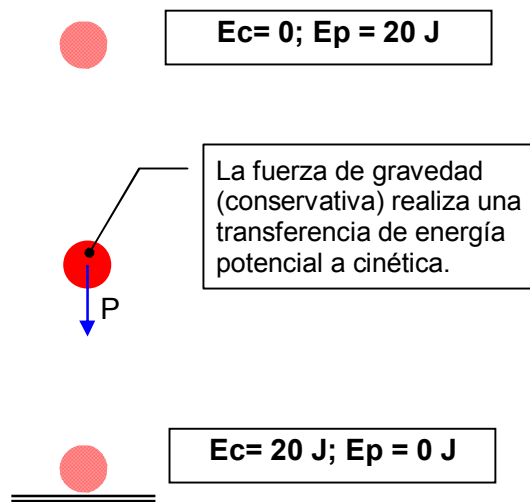


**Por tanto, las fuerzas conservativas realizan una transferencia de energía cinética a potencial o viceversa.** Como la energía no puede desaparecer, debe cumplirse que aparece tanta energía potencial como energía cinética es restada al cuerpo. **Por tanto, si la única fuerza que realiza trabajo es conservativa, se cumple:**

$$E_{cin} + E_{pot} = \text{cte.}; E_{c1} + E_{p1} = E_{c2} + E_{p2}$$

La suma de la energía cinética y potencial permanece constante (se conserva). A la suma de la energía cinética y potencial se le da el nombre de energía mecánica.

Podremos decir, por tanto, que cuando la única fuerza que realiza trabajo es conservativa la energía mecánica se conserva.



**Ejemplo 1**

A un cuerpo de 500 g, situado en el suelo, se aplica una fuerza constante de 15 N que actúa verticalmente y hacia arriba. Calcular el tipo de energía y su valor en los siguientes puntos:

- En el suelo.
- A 2 m del suelo.
- A 5 m del suelo.

**Solución:**

5 m 

a)  $E_{\text{cin}} = 0$  ;  $E_{\text{pot}} = 0$ .

b) Energía dada por la fuerza F:  $W_F = F \cdot h_1 = 15 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 30 \text{ J}$

$$E_{\text{pot}} = m g h = 0,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ m} = 10 \text{ J}$$

Como se debe cumplir la Ley de Conservación de la Energía se deduce que el cuerpo **tendrá una energía cinética de 20 J**.

2 m 

c) Energía dada por la fuerza F:  $W_F = F \cdot h_2 = 15 \text{ N} \cdot 5 \text{ m} = 75 \text{ J}$

$$E_{\text{pot}} = m g h = 0,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} = 25 \text{ J}$$

Como se debe cumplir la Ley de Conservación de la energía se deduce que el cuerpo tendrá **una energía cinética de 50 J**.

**Ejemplo 2**

Un cuerpo de 1 kg es elevado desde el suelo hasta una altura de 10 m y a continuación se deja caer

- Realizar un estudio energético de la ascensión del cuerpo y del descenso suponiendo rozamiento nulo.
- Repetir el estudio anterior suponiendo que cuando se deja caer el aire ejerce una fuerza de rozamiento constante de 2 N.

**Solución:**

a)

**1. Ascenso.**

**Punto inicial (suelo):**

$$E_{\text{cin}} = 0$$
 ;  $E_{\text{pot}} = 0$

**Punto final (a 10 m del suelo):**

$$E_{\text{cin}} = 0$$
 ;  $E_{\text{pot}} = m g h = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 100 \text{ J}$

La energía aportada por la fuerza (100 J) es acumulada como energía potencial.

**2. Descenso.**

**Punto inicial (a 10 m del suelo):**

$$E_{\text{cin}} = 0$$
 ;  $E_{\text{pot}} = m g h = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 100 \text{ J}$

**Punto intermedio (a 4 m del suelo)**

$$E_{\text{pot}} = m g h = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 4 \text{ m} = 40 \text{ J}$$
 ;

$$E_{\text{cin}} = 60 \text{ J}$$
 (aplicando la LCE).

Como se ve parte de la energía potencial se ha transformado en energía cinética.

**Punto final (suelo)**

$$E_{\text{pot}} = 0$$
 ;  $E_{\text{cin}} = 100 \text{ J}$

Toda la energía potencial se ha convertido en cinética.

**Como se puede observar en ausencia de rozamiento la suma de la energía cinética y potencial (energía mecánica) se conserva.**

b)

**1. Ascenso.****Punto inicial (suelo):**

$$E_{\text{cin}} = 0 ; E_{\text{pot}} = 0$$

**Punto final (a 10 m del suelo):**

$$E_{\text{cin}} = 0 ; E_{\text{pot}} = m g h = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 100 \text{ J}.$$

La energía aportada por la fuerza es acumulada como energía potencial.

**2. Descenso.****Punto inicial (a 10 m del suelo):**

$$E_{\text{cin}} = 0 ; E_{\text{pot}} = m g h = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 100 \text{ J}.$$

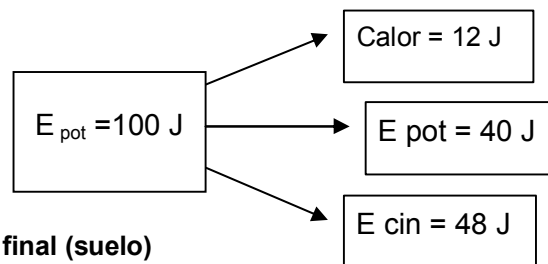
**Punto intermedio (a 4 m del suelo)**

$$E_{\text{pot}} = m g h = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 4 \text{ m} = 40 \text{ J};$$

$$W_{\text{roz}} = - F_{\text{roz}} \cdot s = - 2 \text{ N} \cdot 6 \text{ m} = - 12 \text{ J} \text{ (energía cinética disipada como calor)}$$

$$E_{\text{cin}} = 48 \text{ J} \text{ (aplicando la LCE).}$$

Parte de la energía potencial se ha transformado en energía cinética y parte en calor

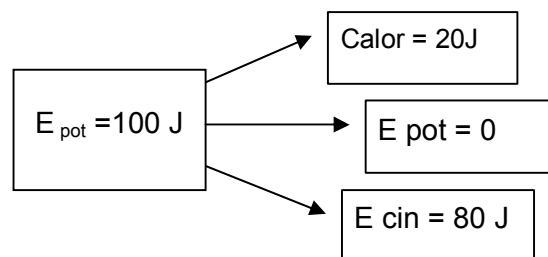
**Punto final (suelo)**

$$E_{\text{pot}} = 0;$$

$$W_{\text{roz}} = - F_{\text{roz}} \cdot s = - 2 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = - 20 \text{ J} \text{ (energía disipada como calor)}$$

$$E_{\text{cin}} = 80 \text{ J} \text{ (aplicando la LCE).}$$

La energía potencial se ha transformado en energía cinética y parte en calor



**Observa que si hay rozamiento la suma de la energía cinética y potencial (energía mecánica) NO se conserva, ya que parte de la energía se convierte en calor que se disipa en el aire. Por eso se dice que la fuerza de rozamiento es no conservativa.**

No obstante, **la Ley de Conservación de la Energía sigue siendo válida** ya que los 100 J iniciales aparecen íntegros al final: 20 J como calor y 80 J como energía cinética.