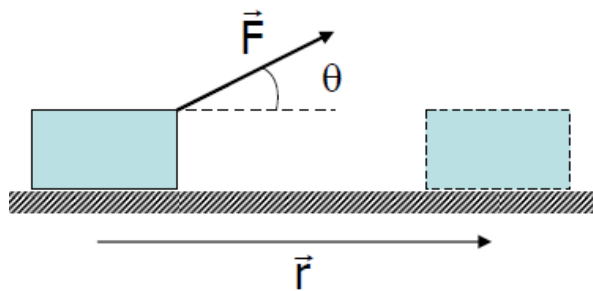


TRABALLO E ENERXÍA

TRABALLO

O **traballo** realizado por unha forza F que produce un desprazamento x nunha dirección que forma un ángulo θ entre a forza e o desprazamento.



$$W = \vec{F} \cdot \vec{r} = F \cdot r \cdot \cos \theta$$

$$\theta = 0 ; \cos \theta = 1 ; W \text{ máximo}$$

$$0 < \theta < 90 ; 0 < \cos \theta < 1 ; W > 0$$

$$\theta = 90 ; \cos \theta = 0 ; W = 0$$

$$90 < \theta < 180 ; -1 < \cos \theta < 0 ; W < 0$$

Traballo motor

Traballo nulo

Traballo resistente

Unidades traballo no SI: $1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J}$

Equivalencias:

- $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$

- $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$

1. Sobre un obxecto que se move en liña recta ao longo de 5 m actúan diversas forzas. Unha delas é constante de valor 2,4 kN. Determina o ángulo que forma a forza co desprazamento nos seguintes casos:

a) $W = -6 \text{ kJ}$

b) $W = +105 \text{ J}$

(Sol 120° ; $89,5^\circ$)

2. Unha forza F_1 de 25 N, fai que o bloque de 2 kg ascenda 2 metros por un plano inclinado 20° . Calcula e clasifica o traballo realizado por F_1 , P_x e P_y .

(Sol 50 J; -13,4 J; 0 J)

3. Tírase unha vagoneta de 20 kg cunha forza horizontal que forma un ángulo de 30° coa dirección da vía, exercendo unha forza de 50 N ao longo dunha distancia de 50 m. O coeficiente de rozamento é 0,2. Calcula o traballo realizado por cada unha das forzas que actúan sobre a vagoneta. Calcula o traballo total. (Sol 415 J)

ENERXÍA

A enerxía defínese como a capacidade que posúe un corpo para producir transformacións sobre si mesmo ou sobre o entorno.

A enerxía total do Universo nin se crea nin se destrúe, tan só se transforma. A enerxía total consérvase.

A enerxía é unha cualidade dos corpos que permite que se poidan producir cambios neles mesmos ou en outros. Existen diferentes formas de presentarse a enerxía:

- Enerxía química
- Enerxía eléctrica
- Enerxía cinética
- Enerxía potencias
- ...

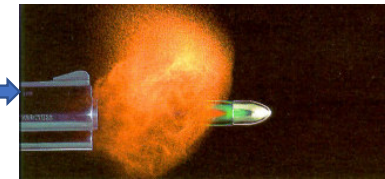
ENERXÍA CINÉTICA

É a enerxía que posúe un corpo debido ao seu estado de movemento.



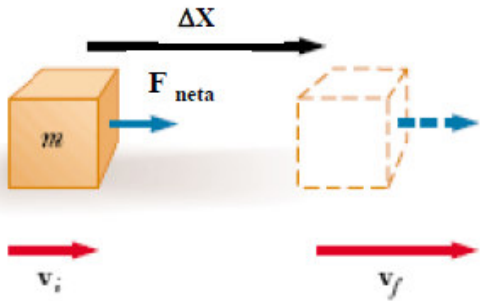
O tren ten moita enerxía cinética por ter unha gran masa

$$E_c = 1/2 \cdot m \cdot v^2$$



A bala ten moita enerxía cinética por saír a gran velocidade

TEOREMA DAS FORZAS VIVAS



O traballo realizado pola forza F_x cando o corpo experimenta un desprazamento Δx é: $W = F_x \cdot \Delta x \cdot \cos 0 = F_x \cdot \Delta x$

$$F_x = m \cdot a_x \quad \rightarrow \quad W = m(a_x \cdot \Delta x)$$

$$v_f^2 - v_0^2 = 2 \cdot a_x \cdot \Delta x$$

$$W = m \cdot \frac{v_f^2 - v_0^2}{2} = 1/2 \cdot m \cdot v_f^2 - 1/2 m v_0^2 = E_{c_f} - E_{c_0}$$

$$W = \Delta E_c$$

O traballo realizado pola forza resultante que actúa sobre un corpo emprégase en variar a enerxía cinética do mesmo.

Se a forza neta realiza $W > 0$ a velocidade aumenta

Se a forza neta realiza $W < 0$ a velocidade diminúe

Se a forza neta realiza un traballo $W = 0$ a velocidade non cambia

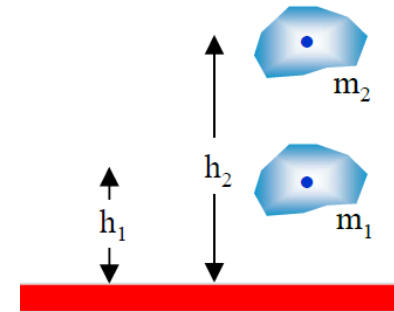
1. Que traballo se realiza para incrementar a velocidade dunha motocicleta de 150 kg de 90 km/h a 108 km/h (Sol 20625 J)
2. Lánzase un corpo de 5 kg facéndoo escorregar sobre o chan, de forma que percorre 2 m antes de deterse. Se o coeficiente de rozamento entre o corpo e o chan é de 0,25, a que velocidade se lanzou o corpo? (3,13 m/s)
3. Unha bala de 80 g avanza horizontalmente 400 m/s cara unha prancha de cortiza de 5 cm de espesor. Tras atravesar a prancha, a bala conserva unha velocidade de 40 m/s. Canto vale a forza que a prancha de cortiza opón ao paso da bala? (Sol $1,27 \cdot 10^5$ N)

ENERXÍA POTENCIAL GRAVITATORIA

Esta enerxía é debido á posición que ocupan os corpos respecto ao centro da Terra

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Se $m_1 = m_2$ e $h_1 > h_2$ \rightarrow $E_{p2} > E_{p1}$



TRABALLO E ENERXÍA POTENCIAL GRAVITATORIA

Quérese elevar a velocidade constante un obxecto de masa m dende unha altura y_1 ata y_2 . Débese realizar unha forza cara arriba igual ao peso, desprazándoo unha distancia Δy . O traballo realizado pola forza será:

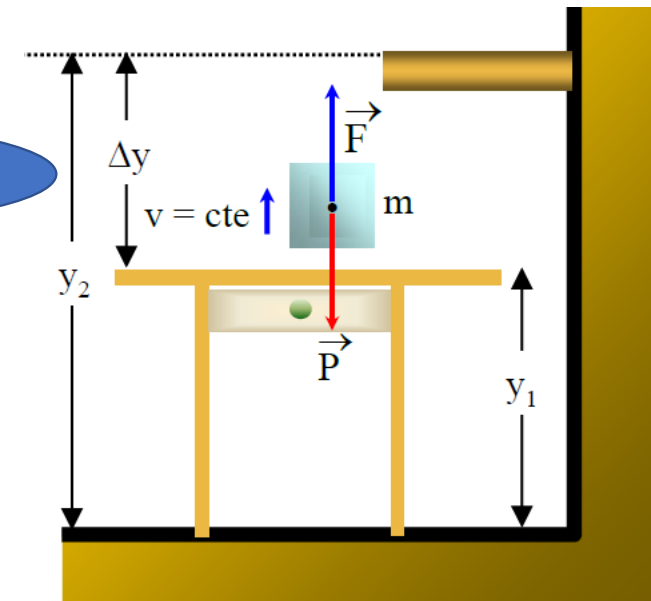
$$W_f = F \cdot \Delta y = m \cdot g \cdot \Delta y = m \cdot g \cdot y_2 - m \cdot g \cdot y_1 = E_{p_2} - E_{p_1}$$

$$W = \Delta E_p$$

O traballo realizado polo peso do corpo será:

$$W_p = -W_f = -\Delta E_p$$

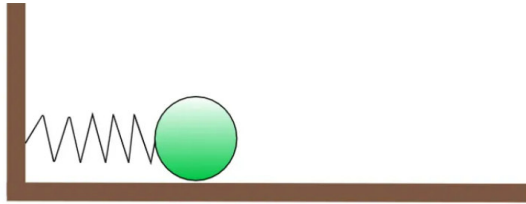
- O traballo realizado en elevar un corpo emprégase en aumentar a súa enerxía potencial.
- O traballo realizado polo peso diminúe a súa enerxía potencial.



1. Un libro de 2 kg está situado nun andel a 1,8 m sobre o nivel do cuarto. Calcula o valor da súa enerxía potencial respecto ao devandito chan. Se o chan do cuarto está a a 10 m sobre o nivel da rúa, cal é o valor da enerxía potencial respecto ao chan da rúa? E respecto ao nivel do mar, se a casa está situada a unha altura de 1200 m sobre devandito nivel? (Sol 35,3 J; 231,3 J; $2,38 \cdot 10^4$ J)

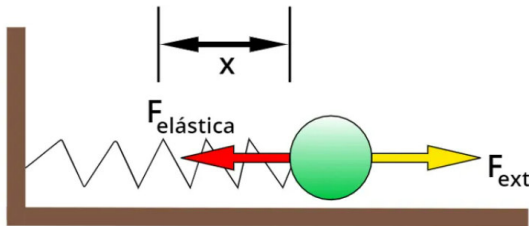
2. Canto traballo se realiza ao elevar 50 m a auga contida nun depósito de 5 m x 4 m x 2 m? ($1,96 \cdot 10^7$ J)

ENERXÍA POTENCIAL ELÁSTICA



Na posición de equilibrio, x_0 , non experimenta forza enta ningunha. Se queremos movelo débese deformar o resorte, se a deformación é pequena, a forza elástica ou recuperadora segue a **lei de Hooke**:

$$\vec{F}_{\text{elástica}} = -k \cdot \vec{x}$$



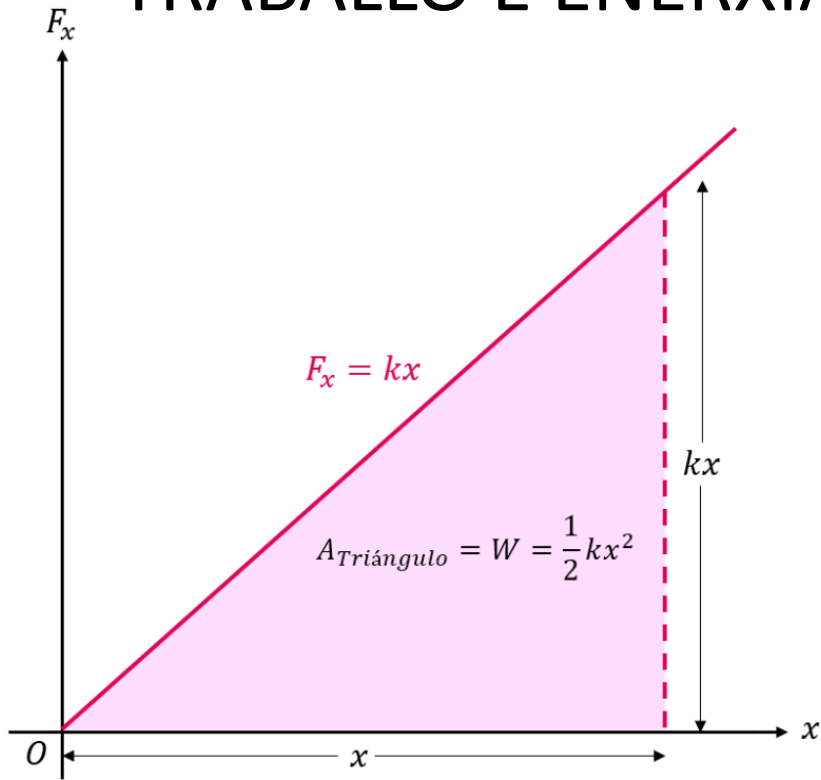
Onde x é a elongación ou a deformación, polo tanto, a forza externa ten sentido oposto.

$$\vec{F}_{\text{externa}} = k \cdot \vec{x}$$

Enerxía potencial elástica é a que adquire todo sistema sometido á acción dunha forza elástica ou recuperadora.

$$E_p = 1/2 \cdot k \cdot x^2$$

TRABALLO E ENERXÍA POTENCIAL ELÁSTICA



$$W_{0 \rightarrow x} = \frac{1}{2}x(kx) = \frac{1}{2}kx^2$$

Para calcular o traballo entre dúas posicións calquera do resorte, x_1 e x_2 :

$$W_{x_1 \rightarrow x_2} = \frac{1}{2}kx_2^2 - \frac{1}{2}kx_1^2$$

$$W = \Delta E_p$$

Dun resorte de constante elástica $k = 8 \text{ N/cm}$ cólgase unha bóla metálica de 250 g. Unha vez alcanzado o equilibrio mecánico, calcula o traballo que debemos efectuar para baixar 1 cm máis a bóla.

- O equilibrio alcánzase cando o peso se iguala coa forza elástica

$$\begin{aligned} \vec{P} + \vec{F}_e = 0 &\Rightarrow \vec{P} = -\vec{F}_e \Rightarrow m \cdot g = k \cdot x_1 \Rightarrow x_1 = \frac{m \cdot g}{k} \Rightarrow x_1 = \frac{0,25 \cdot 9,8}{800} = 0,0031 \text{ m} = 0,31 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Se agora se baixa 1 cm máis, a enerxía potencial elástica aumenta, pero a súa enerxía potencial gravitatoria diminúe.

Distancia que estira o resorte no equilibrio

$$\Delta E_{pe} = 1/2 k \cdot x_2^2 - 1/2 \cdot k \cdot x_1^2 = 1/2 \cdot 800 \cdot [(0,0131)^2 - (0,0031)^2] = 0,0648 \text{ J}$$

$$\Delta E_{pg} = m \cdot g \cdot \Delta h = 0,25 \cdot 9,8 \cdot (-0,01) = -0,0245 \text{ J}$$

- A enerxía potencial total da bóla aumenta, debemos facer un traballo externo, contra a forza elástica e a favor da gravitacional.

$$W = \Delta E_p = \Delta E_{pe} + \Delta E_{pg} = 0,0648 + (-0,0245) = \mathbf{0,0403 \text{ J}}$$

1. Que traballo se realiza contra a forza elástica para deformar 1 cm un resorte de constante elástica $k = 8 \text{ N/mm}$?
(Sol $0,4 \text{ J}$)

2. Para determinar a constante elástica dun resorte, colgámolo verticalmente cun peso de 50 g no seu extremo inferior. Se o resorte se estira 2 mm, canto vale K ? Canto enerxía potencial elástica acumulou o sistema?
(Sol $k = 245 \text{ N/m}$; $E_p = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ J}$)

3. Un resorte alóngase 2 cm cando colgamos del un corpo de 5 kg. Que traballo se realiza cando se comprime o devandito resorte 1 cm? (Sol $W = 0,1225 \text{ J}$)

FORZAS CONSERVATIVAS E NON CONSERVATIVAS

- Se cando actúan forzas sobre un sistema **se conserva a enerxía mecánica**, entón as **forzas son conservativas**.

$$\Delta E_m = 0$$

- Se cando actúan forzas sobre un sistema **non se conserva a enerxía mecánica**, entón existe polo menos unha **forza non conservativas**.

$$\Delta E_m = W$$

CONSERVACIÓN DA ENERXÍA MECÁNICA

$$E_m = E_c + E_p$$

- Se as forzas son conservativas; $W(f \text{ conservativas}) = 0 \Rightarrow \Delta E_m = 0 \Rightarrow E_{m_0} = E_{m_f}$
- Se as forzas son non conservativas; $W(f \text{ non conservativas}) \neq 0 \Rightarrow \Delta E_m = W$

1. Un obxecto de 2 g introdúcese nun tubo pechado por un extremo onde se aloxa un resorte de constante elástica $k = 5 \text{ kN/m}$. Empurrando o obxecto o resorte comprímese 1 cm e fíxase cun retén. Se se libera o resorte, con que velocidade sae despedido o obxecto? (Sol = 15,8 m/s)

2. Nunha montaña rusa, o vagón cando pasa polo punto máis alto móvese cunha velocidade de 0,4 m/s, calcula a súa velocidade 25 m máis abaixo, supoñendo que non hai rozamento. (Sol 22,14 m/s).

3. Unha pelota de goma escuma de 150 g cae por unha xanela que está a unha altura de 6 metros, e chega aí cunha velocidade de 10 m/s. Calcular a enerxía mecánica disipada e a velocidade que podería alcanzar a pelota se só actuasen forzas conservativas. (Sol 10,84 m/s; 1,31 J)

4. Dispárase horizontalmente unha bala de 80 g de masa a 350 m/s contra un bloque que está unido a un resorte de $k = 70 \text{ N/mm}$ se a bala queda cravada no bloque canto se comprimirá como máximo o resorte? (Sol 0,37 m)

CHOQUE ELÁSTICO

O **choque elástico** é outro exemplo de **conservación da enerxía mecánica**, cando dous corpos chocan en ausencia de forzas externas, o **momento lineal do conxunto mantense constante**.

Se tras o choque parte da enerxía se disipa será **ineslástico**.

Ningún choque real é perfectamente elástico, sempre se perde enerxía.

Para o caso de dúas bólas de masas m_1 e m_2 que chocan frontalmente de forma elástica en ausencia de forzas externas, débese cumprir simultaneamente:

$$\mathbf{p}_0 = \mathbf{p}_f$$

$$m_1 \cdot \mathbf{v}_{01} + m_2 \cdot \mathbf{v}_{02} = m_1 \cdot \mathbf{v}_{f1} + m_2 \cdot \mathbf{v}_{f2}$$

$$E_{m0} = E_{mf}$$

$$1/2 \cdot m_1 \cdot \mathbf{v}_{01}^2 + 1/2 \cdot m_2 \cdot \mathbf{v}_{02}^2 = 1/2 \cdot m_1 \cdot \mathbf{v}_{f1}^2 + 1/2 \cdot m_2 \cdot \mathbf{v}_{f2}^2$$

Se o choque é horizontal

1. Un corpo colgante en repouso de 1 kg recibe o impacto dunha bóla de 80 g que se move a 50 m/s. Que lle pasará se o choque é elástico? (Sol $v_1 = -42,7$ m/s; $v_2 = 7,4$ m/s)

2. Dispárase un proxectil de 100 g horizontalmente contra un bloque que colga do teito de 20 kg. Tras o impacto, o proxectil alóxase dentro do bloque e o conxunto oscila ascendendo 40 cm. Determina a velocidade do proxectil antes do choque. (562, 8 m/s)