Cl. Miguel Fleta, 25
44600-Alcañiz (Te)
Tel/Fax: 978 83 33 06
www.academia-nipho.es

TRABAJO Y ENERGÍA

La energía es una magnitud de difícil definición, pero de gran utilidad.

Para ser exactos, podríamos decir que más que de “energía” (en sentido general), deberíamos hablar de **distintos tipos de energías**, cada una de ellas definida convenientemente.

De forma general podríamos decir:

- Es necesario transferir (dar o quitar) algún tipo de energía a un sistema para que se produzcan cambios en el mismo.
- Todo sistema que tenga capacidad para producir cambios, tiene energía de alguna clase.

Helmholtz en 1847 enuncia lo que se considera una de las leyes fundamentales de la Física: la **Ley de Conservación de la Energía (LCE)**

La energía no se puede crear (sacar de la nada) ni destruir (aniquilar, hacerla desaparecer). Únicamente se puede transformar de una forma a otra.

Si queremos disponer de determinada cantidad de una forma de energía sólo lo podremos conseguir transformando una cantidad equivalente de otra forma de energía.

Una de las formas fundamentales de la energía es la **energía cinética.**

Se denomina energía cinética a la que poseen los cuerpos en movimiento. Depende de la masa y de la velocidad y se define como:

$$\boxed{E_c = \frac{1}{2} m v^2}$$

La unidad S.I de energía es el **julio (J)** que toma el nombre de James P. **Joule,** físico del siglo XIX autor de numerosos estudios sobre el calor.

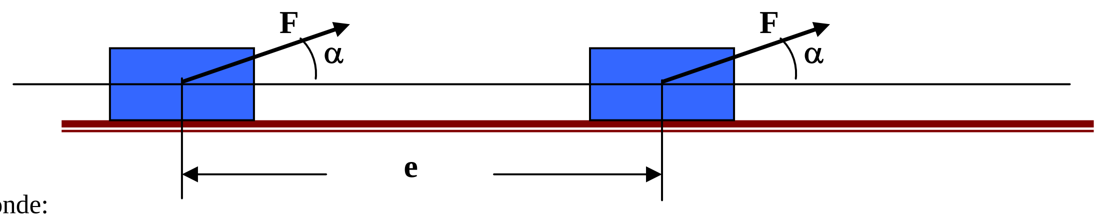
De esta manera un cuerpo de 2 kg de masa que se mueva con una velocidad de 1 m/s tiene una energía cinética de 1 J:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 2\,kg \cdot (1 m/s)^2 = 1\,J$$

Las fuerzas al actuar sobre los cuerpos producen cambios en su velocidad (aceleraciones). Por tanto, **transfieren energía cinética** a los cuerpos.

La energía cinética transferida por una fuerza se puede calcular aplicando la siguiente ecuación:

$$\mathbf{W = F \cdot e \cdot \cos\alpha}$$

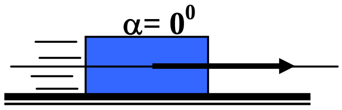


Donde:

W = Energía cinética transferida al cuerpo. Se le da el nombre de *trabajo* de la fuerza F.
F = Fuerza aplicada.
e = Espacio recorrido.
cos α = Coseno del ángulo formado por la fuerza y la dirección del desplazamiento

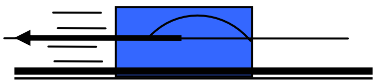
Consideremos los tres casos siguientes:

- Fuerza en el mismo sentido que el desplazamiento: $W = F \cdot e \cdot \cos 0^0 = F \cdot e$; $\boldsymbol{W = F \cdot e}$



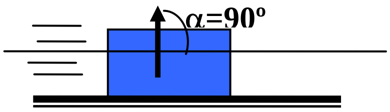
El signo positivo indica que la fuerza da energía cinética al cuerpo.

- Fuerza en sentido contrario al desplazamiento: $W = F \cdot e \cdot \cos 180^0 = -\ F \cdot s$; $\boldsymbol{W = -\ F \cdot e}$



El signo negativo indica que la fuerza quita energía cinética al cuerpo.

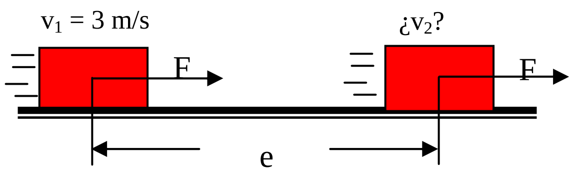
- Fuerza perpendicular al desplazamiento: $W = F \cdot e \cdot \cos 90^0 = 0$ **;** $\boldsymbol{W = 0}$



La fuerza ni aporta ni quita energía.

Ejemplo1

Determinar el tipo de energía del cuerpo de la figura (m = 400 g) en el estado inicial, en el final y su velocidad después de recorrer 5 m. La fuerza F tiene un valor de 6 N.



Solución:

Determinamos la energía del cuerpo en el estado inicial, la energía transferida por las fuerzas que actúan y, aplicando la Ley de Conservación de la Energía, calculamos la energía en el estado final.

Estado inicial. El cuerpo tiene energía cinética: $E_{cin\,(1)} = \frac{1}{2} m\, v^2 = \frac{1}{2} 0{,}4 \text{ kg } 3^2 \frac{m^2}{s^2} = 1{,}8 \text{ J}$

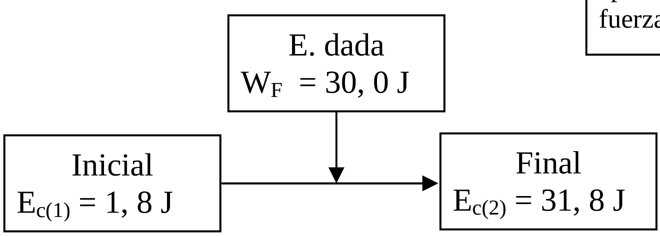
Energía cinética transferida por la fuerza: $W_F = F \cdot e = 6 \text{ N} \cdot 5 \text{ m} = 30{,}0$ J. (energía cinética dada)

Aplicando la Ley de Conservación de la Energía (LCE): $E_{fin} = E_{ini} + W$; $E_{fin} = 1{,}8 \text{ J} + 30{,}0 \text{ J} = 31{,}8$ J

En el punto final el cuerpo tendrá 31,8 J de energía será cinética. Por tanto:

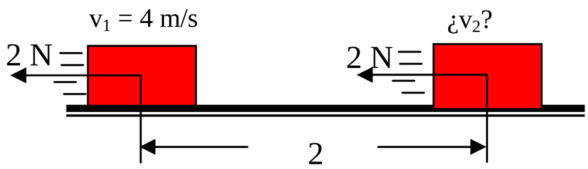
$$E_{cin\,(2)} = \frac{1}{2} m\, v^2 ; \; v = \sqrt{\frac{2\, E_{c(2)}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 31{,}8 \text{ J}}{0{,}400 \text{ kg}}} = 12{,}6 \frac{m}{s}$$

Como indica el resultado obtenido se ha producido un aumento de la energía cinética del cuerpo (y por tanto de su velocidad) gracias al aporte de energía realizado por la fuerza.



Ejemplo 2

Realiza un balance de energía para el cuerpo indicado en la figura (m = 1500 g). La fuerza indicada es la fuerza de rozamiento. Calcula la velocidad al final del recorrido:



Solución:

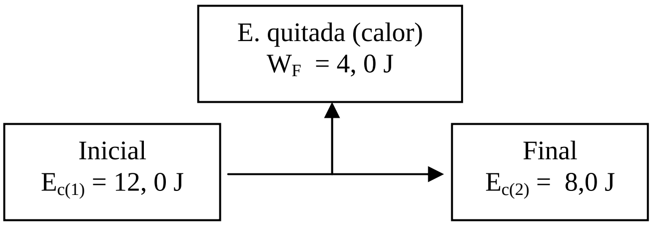
Estado inicial. El cuerpo tiene energía cinética: $E_{cin\,(1)} = \frac{1}{2}\,m\,v^2 = \frac{1}{2}\,1{,}5\ kg\ 4^2\ \frac{m^2}{s^2} = 12{,}0\ J$

Energía cinética transferida por la fuerza: W = - F.e = - 2 N .2 m = - 4,0 J (le quita energía cinética)

Aplicando la LCE : $E_{fin} = E_{ini} + W$; E_{fin} = 12,0 J – 4,0 J = 8,0 J

En el punto final tendrá 8,0 J de energía cinética. Por tanto:

$$E_{cin\,(2)} = \frac{1}{2}\,m\,v^2;\ v = \sqrt{\frac{2\,E_{c(2)}}{m}} = \sqrt{\frac{2\,.8{,}0\ J}{1{,}5\ kg}} = 3{,}3\ \frac{m}{s}$$



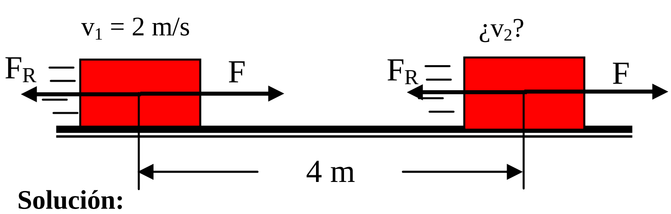
Como indica el resultado obtenido se ha producido una disminución de la energía cinética del cuerpo (y por tanto de su velocidad) debido a que la fuerza resta energía cinética al cuerpo.

La fuerza de rozamiento trasfiere la energía cinética del cuerpo al ambiente en forma de calor.

Los 12,0 J de energía cinética iniciales están al final en forma de calor (4,0 J) y de energía cinética (8,0 J). La LCE se cumple. La energía no desaparece, sino que pasa de una forma a otra.

Ejemplo 3

El cuerpo de la figura tiene una masa de 1 kg. Realizar un balance de energía comentando las variaciones de energía que experimenta. F = 5 N ; F_R = 2 N



Solución:

Estado inicial. El cuerpo tiene energía cinética: $E_{cin\,(1)} = \frac{1}{2}\,m\,v^2 = \frac{1}{2}\,1{,}0\ kg\ 2^2\ \frac{m^2}{s^2} = 2{,}0\ J$

Como actúan dos fuerzas calculamos la energía transferida por cada una de las fuerzas:

W_{F1} = F . e = 5 N . 4 m = 20, 0 J. F da energía cinética al cuerpo.

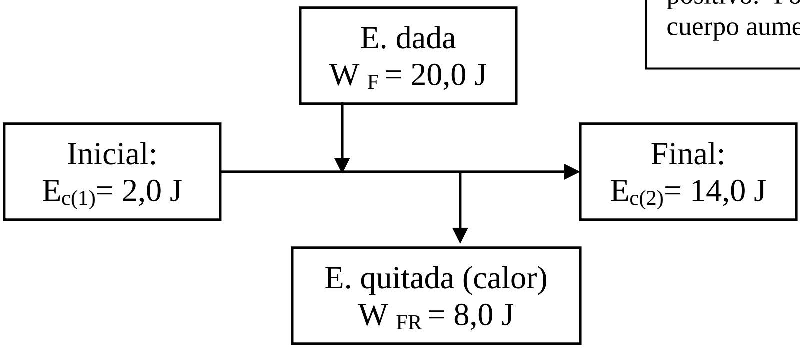
W_{FR} = - F_R . e = - 2 N . 4 m = - 8, 0 J. F_R quita energía cinética al cuerpo.

Al final, la energía cinética transferida por las fuerzas actuantes es: W = (20,0 – 8,0) J = 12,0 J

Aplicando la LCE : $E_{fin} = E_{ini} + W$; $E_{fin} = 2{,}0\ J + 12{,}0\ J = 14{,}0\ J$
En el punto final tendrá 14,0 J de energía cinética. Por tanto:

$$E_{cin\,(2)} = \frac{1}{2} m\,v^2;\ v = \sqrt{\frac{2\,E_{c(2)}}{m}} = \sqrt{\frac{2\,.14{,}0\ J}{1{,}0\ kg}} = 5{,}3\ \frac{m}{s}$$

La velocidad al final es mayor que al principio, ya que el balance de energía total aportada por las fuerzas que actúan es positivo. Por tanto, la energía cinética del cuerpo aumentará.



Podría haberse resuelto el problema de otra forma:

Reducimos las fuerzas actuantes a una única fuerza equivalente (resultante) que produzca el mismo efecto que F_1 y F_2 actuando a la vez. Una vez calculada esa fuerza se calcula el trabajo (energía transferida) por ella:

$F_{res} = F + F_R = 5\ N - 2\ N = 3\ N;$

$W_{re} = F_{res}\ .\ s = 3\ N\ .\ 4\ m = 12\ J$. Se dan 12 J de energía cinética al cuerpo

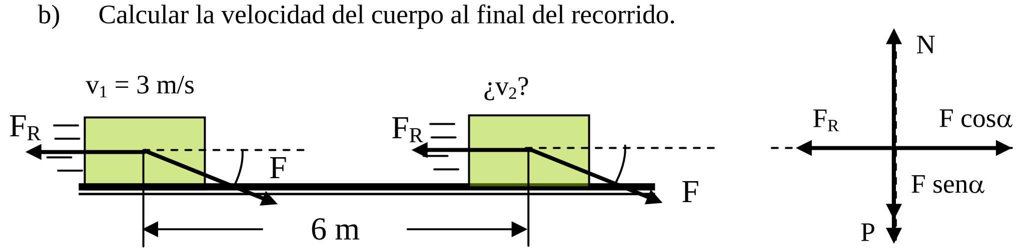
Como se observa el resultado es idéntico al obtenido más arriba. Una demostración del enunciado que dice:

El trabajo de la resultante de varias fuerzas es igual a la suma de los trabajos de dichas fuerzas.

Ejemplo 4

Un bloque de 1 kg que tiene inicilamente una velocidad de 3 m/s es empujado una distancia de 6 m. sobre un piso horizontal, mediante una fuerza de 8 N que forma, hacia abajo, un ángulo de 30^0 con la horizontal. El coeficiente de rozamiento entre el bloque y el plano es 0,30.

a) Realizar un balance de energía.
b) Calcular la velocidad del cuerpo al final del recorrido.



Solución:

Estado inicial. El cuerpo tiene energía cinética: $E_{cin\,(1)} = \frac{1}{2} m\,v^2 = \frac{1}{2} 1{,}0\ kg\ 3^2\ \frac{m^2}{s^2} = 4{,}5\ J$

Calculamos la energía transferida por las dos fuerzas

$W_F = F\ .\ e \cos\alpha = 8\ N\ .\ 6\ m.\ \cos 30^0 = 41{,}6\ J$. Da energía cinética al cuerpo.

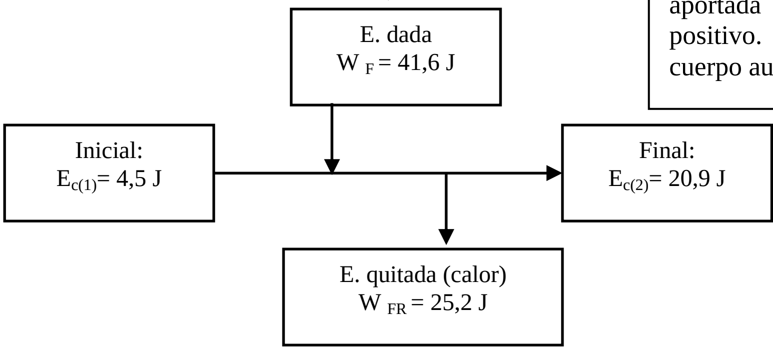
W_{FR} = - F_R . e = - μ N e = - μ (m g + F sen α) .e = - 0,30 (1 kg 10 m/s^2 + 8 N sen 30^0) 6 m = - 25,2 J. La F_R resta energía cinética al cuerpo, que será transferida al ambiente en forma de calor. Al final, la energía cinética transferida por las fuerzas es: W_{Tot} = (41,6 – 25,2) J = 16,4 J

Aplicando la LCE : $E_{fin} = E_{ini} + W$; E_{fin} = 4,5 J + 16,4 J = 20,9 J

En el punto final tendrá 20,9 J de energía cinética. Por tanto:

$$E_{cin\,(2)} = \frac{1}{2}\, m\, v^2; \quad v = \sqrt{\frac{2\, E_{c(2)}}{m}} = \sqrt{\frac{2\,.20{,}9\ J}{1{,}0\ kg}} = 6{,}5\ \frac{m}{s}$$

La velocidad al final es mayor que al principio, ya que el balance de energía total aportada por las fuerzas que actúan es positivo. Por tanto, la energía cinética del cuerpo aumentará.



En muchas ocasiones tan importante como saber la cantidad de energía dada o quitada a un sistema es conocer **la rapidez** con la que esta energía es transferida.

Para poder medir la rapidez con la que la energía se transfiere ***se define la potencia como la energía transferida por unidad de tiempo.***

$$P = \frac{E}{t}$$

La unidad de potencia en el S. I. es el **Julio/s**, llamado **watio** (en honor de James Watt), aunque en la práctica también se usa el caballo de vapor (CV)

1 CV = 735 W

De esta manera una bombilla de 100 W es capaz de generar energía luminosa (estrictamente es capaz de transformar la energía eléctrica en energía luminosa) a razón de 100 J por segundo.

Ejemplo 5

Comparar la energía emitida por una bombilla de 100 W y una de 60 W.

Solución:

Una bombilla de 100 W "consume" energía (es decir, transforma energía eléctrica que toma de la red en luz) mucho más rápidamente que una de 40 W. Por ejemplo, al cabo de 1 hora de funcionamiento:

Energía consumida por la bombilla de 100 W: $E = P\,t = 100\,\frac{J}{\cancel{s}} \cdot 3600\,\cancel{s} = 360.000\ J = 3{,}6\,10^5\ J$

Energía consumida por la bombilla de 60 W: $E = P\,t = 40\,\frac{J}{\cancel{s}} \cdot 3600\,\cancel{s} = 144.000\,J = 1{,}4\,10^5\ J$

Como se observa el julio es una unidad bastante pequeña, razón por la cual se emplea el kJ (1 kJ = 1000 J) y **en el caso de cálculos en los que intervenga la energía eléctrica es muy usado como unidad de energía el kW.h (kilowatio hora).** Para obtener la energía consumida en kW.h se debe expresar la potencia en kW (1 kW = 1000 W) y el tiempo en horas.

De esta manera el cálculo anterior quedaría:

Energía consumida por la bombilla de 100 W: $E = P\,t = 0{,}100\ kW \cdot 1\,h = 0{,}1\,kW.h$

$E = P\,t = 0{,}04\ kW \cdot 1\,h = 0{,}04\ kW.h$

Cl. Miguel Fleta, 25 Tel/Fax: 978 83 33 06
44600-Alcañiz (Te) www.academia-nipho.es

Energía consumida por la bombilla de 40 W :

Ejemplo 6

Un automóvil de masa 1.000 kg es capaz de aumentar su velocidad de cero a 100 km/h en 8,0 s. Calcular su potencia en watios y en C.V.

Solución:

Inicialmente el automóvil tiene una energía nula (v=0).

Al cabo de 8,0 s adquiere una velocidad de 100 km/h (27,8 m/s). Es decir, habrá adquirido una energía cinética de:

$$E_c = \frac{1}{2} m\, v^2 = \frac{1}{2} 1000\, kg\, (27{,}8)^2 \left(\frac{m}{s}\right)^2 = 3{,}85.10^5\ J$$

Luego la rapidez con la cual se genera energía cinética (potencia) es:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{3{,}85\,.10^5\ J}{8\ s} = 4{,}81.10^4\ \frac{J}{s} = 4{,}81.10^4\ W = 48{,}1\,kW$$

$$4{,}81.10^4\ \cancel{W}\ \frac{1\,CV}{735\ \cancel{W}} = 65{,}4\ CV$$

Si consideramos un coche más potente, por ejemplo de 100 CV, será capaz de aumentar su velocidad (o su energía cinética) más rápidamente. Por ejemplo, para adquirir una velocidad de 100 km/h (27,8 m/s) tardaría:

$$E_c = \frac{1}{2} m\, v^2 = \frac{1}{2} 1000\, kg\, (27{,}8)^2 \left(\frac{m}{s}\right)^2 = 3{,}85.10^5\ J$$

$$100\ \cancel{CV}\ \frac{735\ W}{1\,\cancel{CV}} = 7{,}35.10^4\ W$$

$$P = \frac{E}{t}\ ;\ t = \frac{E}{P} = \frac{3{,}85.10^5\ \cancel{J}}{7{,}35.10^4\ \frac{\cancel{J}}{s}} = 5{,}2\ s$$

O bien, en 8,0 s sería capaz de generar una anergía cinética de:

$$E = P.t = 7{,}35.10^4\ \frac{J}{\cancel{s}}\ .\ 8{,}0\ \cancel{s} = 5{,}88.10^5\ J$$

O, lo que es lo mismo, alcanzaría una velocidad de:

$$E_c = \frac{1}{2} m\, v^2\ ;\ v = \sqrt{\frac{2.\,E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2.\,5{,}88.10^5\ \cancel{kg}.m^2.s^{-2}}{10^3\ \cancel{kg}}} = 34{,}29\ \frac{m}{s} = 123{,}4\ \frac{km}{h}$$