

RESUMEN TRABAJO, ENERGÍA Y CALOR (TEMAS 10 Y 11)

Se denomina **energía** (E) a la capacidad que tienen los cuerpos de producir transformaciones. Es una magnitud escalar. Su unidad **en el S.I. es el Julio (J)**. Hay otras como la caloría (1 cal = 4,18 J), el Kw·h (1 Kw·h = 3600000 J) o el electrónvoltio (1 ev = 1,6·10⁻¹⁹ J).

La energía no se puede crear (sacar de la nada) ni destruir (aniquilar, hacerla desaparecer). Únicamente se puede transformar de una forma a otra (química, eléctrica, térmica, nuclear...). Si queremos disponer de determinada cantidad de una forma de energía, solo lo podremos conseguir transformando una cantidad equivalente de otra forma de energía.

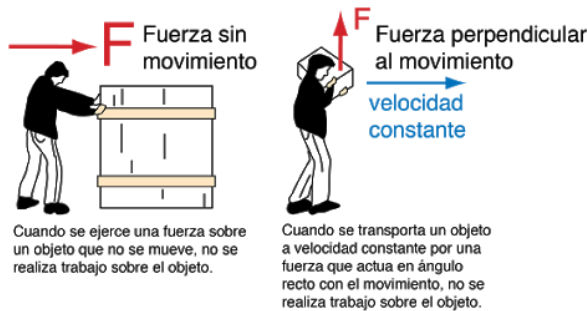
Vamos a estudiar **dos formas de transferir energía** de unos cuerpos a otros: **Trabajo y calor**.

1. TRABAJO Y POTENCIA

1.1 Trabajo (W)

Se define trabajo (W) como la forma de transferencia de energía que se produce cuando una **fuerza provoca un desplazamiento** en la misma dirección que la fuerza aplicada. Es una magnitud escalar y su unidad en el S.I. es el **Julio**.

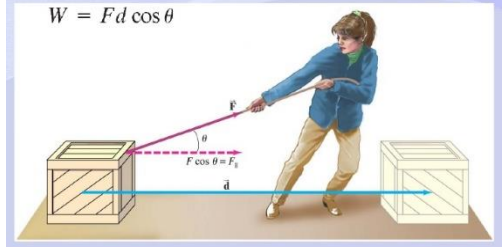
No hay trabajo si no hay desplazamiento o si el desplazamiento se produce en otra dirección distinta a la de la fuerza.



Trabajo realizado por una fuerza constante

El trabajo realizado por una fuerza constante se define como el producto de la magnitud del **desplazamiento** por el componente de la **fuerza** paralela al desplazamiento:

$$W = Fd \cos \theta$$



La fórmula del trabajo: **$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$**

W = Trabajo (J)

F = Fuerza aplicada (N)

Δx = Desplazamiento (m)

$\cos \alpha$ = Coseno del ángulo formado por la fuerza y el sentido del desplazamiento.

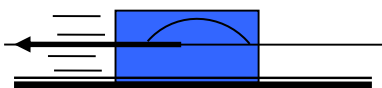
Consideremos los tres casos siguientes en los que el objeto se desplaza en el sentido positivo del eje X :

- Fuerza en el mismo sentido que el desplazamiento (**$\alpha = 0^\circ$**): $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos 0^\circ = F \cdot \Delta x$



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

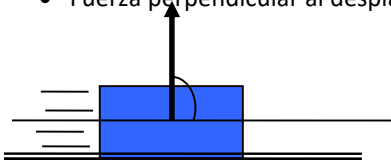
- Fuerza en sentido contrario al desplazamiento (**$\alpha = 180^\circ$**): $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos 180^\circ = - F \cdot \Delta x$



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

Sería el caso de la fuerza de rozamiento.

- Fuerza perpendicular al desplazamiento (**$\alpha = 90^\circ$**): $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos 90^\circ = 0$; $W = 0$



No se produce trabajo

1.2 Potencia (P):

Se define potencia (P) como la **rapidez con la que se produce un trabajo**. Es una magnitud escalar y su unidad en el S.I. es el **watio (W)**

Otra unidad de potencia a nivel industrial es el caballo de vapor (CV), 1CV = 736 W

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

P = Potencia (W)
W = Trabajo (J)
t = Tiempo (s)

En la vida real, las máquinas no desarrollan toda su potencia, siempre hay pérdidas (rozamiento, calor...). El rendimiento de una máquina responde a la expresión

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Potencia real}}{\text{Potencia teórica}} \cdot 100$$

También se puede poner la fórmula en función de la energía o del trabajo

$$\text{Rendimiento} = \frac{E \text{ real}}{E \text{ teórica}} \cdot 100 \quad \text{o} \quad \text{Rendimiento} = \frac{W \text{ real}}{W \text{ teórica}} \cdot 100$$

2. ENERGÍA MECÁNICA

La energía mecánica (E_m) es la energía que tiene un cuerpo en **función de su movimiento, su posición o su estado de deformación** (cuerpos elásticos). La energía mecánica comprende la energía cinética y la energía potencial (gravitatoria y elástica). **Su fórmula: $E_m = E_c + E_p$**

2.1 Energía cinética (E_c). Se mide en el S.I. en Julios

Es la energía que tiene un cuerpo en virtud de su **movimiento**. Como vemos en su expresión matemática, a mayor masa y mayor velocidad, mayor energía cinética.

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

E_c = Energía cinética (J)
m = Masa (kg)
v = Velocidad (m/s)

2.2 Energía potencial gravitatoria (E_p) Se mide en el S.I. en Julios

Es la energía que tiene un cuerpo en virtud de su **posición** respecto a la superficie de un objeto que crea un campo gravitatorio. En 4ºESO, sólo vamos a estudiar la energía potencial gravitatoria terrestre, **y se definirá como la energía que tiene un objeto en función de su posición respecto a la superficie de la Tierra (suelo, h = 0)**. Como vemos en su expresión matemática, a mayor masa y mayor altura, mayor energía potencial.

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

E_p = Energía potencial (J)
m = Masa (kg)
g = Aceleración de la gravedad (9,8 m/s²)
h = Altura con respecto a la superficie de la Tierra (m).

2.3 Energía potencial elástica (Ep)

Es la energía que tiene **un cuerpo elástico en** virtud de estado de compresión. Según su expresión matemática, a mayor desplazamiento de la posición de equilibrio y mayor constante del objeto elástico, mayor energía potencial elástica.

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$

E_e = Energía potencial (J)

k = Constante del objeto elástico (N/m)

x = Alargamiento o longitud comprimida (m)

3. CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

3.1 Principio de conservación de la energía mecánica (Em)

En **ausencia de rozamiento** (entonces se dice que el sistema está aislado), la energía mecánica permanece constante, es decir, $\Delta E = E_m(\text{final}) - E_m(\text{inicial}) = 0$

$E_{m_0}(\text{inicial}) = E_{m_f}(\text{final})$, o para momentos diferentes:

$$E_m(A) = E_m(B) = E_m(C) = E_m(D) = E_m(E)$$

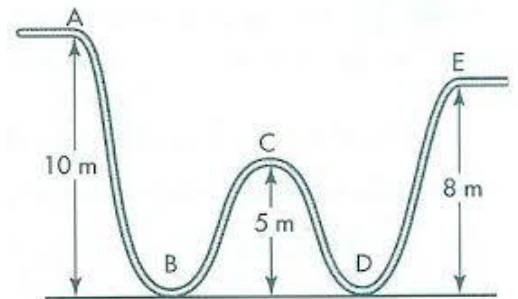
Como la $E_m = E_c + E_p$, si concretamos para los puntos A y B:

$$E_m(A) = E_m(B) \rightarrow E_c(A) + E_p(A) = E_c(B) + E_p(B).$$

Si sustituimos por sus expresiones:

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_A^2 + m \cdot g \cdot h_A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2 + m \cdot g \cdot h_B$$

Podemos coger cualquier combinación de momentos (A, B, C, D, E)



3. LA ENERGÍA MECÁNICA.

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA.

$E_m = E_p + E_c$

$\Delta E_m = E_{m_{final}} - E_{m_{inicial}}$

En un sistema aislado, la energía mecánica se conserva $\Delta E_m = 0$

3.2 Principio general de conservación de energía total

Si hay rozamiento, hay pérdida de energía mecánica en forma de calor (en máquinas, ruedas de coche...). En realidad, siempre hay rozamiento, siempre hay una pérdida de energía mecánica.

El trabajo que realiza la fuerza de rozamiento (W_{roz}) es igual a la variación de la energía mecánica:

$$W_{ROZ} = \Delta E_m = E_m(f) - E_m(i)$$

4. CALOR Y TEMPERATURA

La **temperatura** de un sistema está relacionada con la **energía cinética media de traslación de sus moléculas**. La unidad de medida de la temperatura es el Kelvin (K)

El **cero de la escala absoluta** se corresponde con el valor $-273,15^\circ\text{C} = 0$ Kelvin, a esta temperatura la energía cinética de las moléculas sería nula.

¿Qué ocurre cuando dos cuerpos a distintas temperaturas se ponen en contacto?

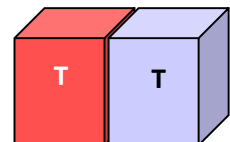
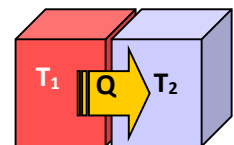
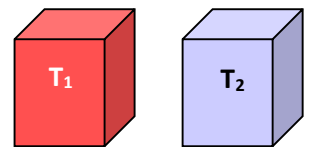
Teniendo en cuenta la interpretación de la temperatura, deberemos concluir que las moléculas del cuerpo que está a temperatura más alta tienen una energía cinética media superior a las del cuerpo que tiene menor temperatura. **Cuando se ponen en contacto se produce una transferencia de energía** entre las moléculas, de tal manera que las que tienen mayor energía cinética pierden una parte que pasa a las del otro cuerpo. En consecuencia, el cuerpo que estaba inicialmente a mayor temperatura experimentará un descenso, y aumentará la del que estaba a menor temperatura, hasta que ambas se igualen. **Una vez alcanzado en equilibrio, cesará el flujo de energía.**

Llamamos calor (Q) a la energía en tránsito que pasa de un cuerpo a otro cuando están a distinta temperatura.

El **calor**, por tanto, es energía. O dicho más exactamente, **energía en tránsito de un cuerpo a otro**. Por consiguiente, sus unidades serán las establecidas para la energía (J), aunque a menudo, y por razones históricas, se mida en calorías (cal) o en kilocalorías ($1 \text{ kcal} = 10^3 \text{ cal}$):

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J} ; 1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$$

$$T_1 > T_2$$



La cantidad de calor necesaria depende de la sustancia de que se trate y de la masa de la misma. Si se desprende calor, el $Q < 0$, pierde E y su T disminuye. Si se absorbe calor, el $Q > 0$, gana E y su T aumenta. La expresión del calor transferido:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T = m \cdot c_e \cdot (T_f - T_o)$$

Q = Calor transferido (J o cal, depende de la unidad de c_e)

m = Masa (su unidad depende de la unidad de c_e)

T_f = Temperatura final (su unidad depende de la unidad de c_e)

T_o = Temperatura inicial (su unidad depende de la unidad de c_e)

c_e = Calor específico de la sustancia

Calores específicos medios entre 0 y 100 °C

Donde C_e es el calor específico de la sustancia.

El calor específico es una propiedad característica de las sustancias y **es el calor necesario para elevar 1 grado (centígrado o kelvin) la temperatura de 1 g de sustancia.**

Su unidad en el S.I. sería $J/(kg \cdot K)$, pero nos lo pueden dar con diferentes unidades: $cal/(g \cdot ^\circ C)$ u otras. Según nos den las unidades del calor específico, pondremos las unidades del resto de magnitudes de la fórmula.

Sustancia	c_e (cal/g °C)
Agua	1,000
Aluminio	0,217
Etanol	0,586
Cobre	0,095
Hierro	0,111
Zinc	0,092
Plomo	0,031

Ejemplo 1

- Calcular la cantidad de energía (en julios) que habrá que comunicar a un trozo de 250 g de cobre para elevar su temperatura 15 °C.
- Si el calor calculado en el apartado anterior lo pierde otro trozo de aluminio de igual masa. Calcular cuánto descenderá su temperatura.

Solución:

$$a) \quad Q = m c_e \Delta t = 250 \text{ g} \cdot 0,095 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 15 \text{ } ^\circ \text{C} = 356,25 \text{ cal}$$

$$356,25 \text{ cal} \cdot \frac{1 \text{ J}}{0,24 \text{ cal}} = 1484,38 \text{ J}$$

- b) Como el aluminio pierde calor, consideramos al calor como negativo:

$$Q = m c_e \Delta t ; \quad \Delta t = \frac{Q}{m c_e} = \frac{-356,25 \text{ cal}}{250 \text{ g} \cdot 0,217 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ \text{C}}} = -6,6 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Su temperatura
baja 6,6 °C

Se observa que perdiendo el mismo calor la temperatura del aluminio desciende prácticamente la mitad de lo que sube la del cobre, debido a que su calor específico es casi el doble.