



# ENERGÍA, TRABAJO Y CALOR

4.º ESO

Rodrigo Alcaraz de la Osa



La **energía** es la capacidad para realizar un trabajo, y se mide en **julios** ( $1 \text{ J} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$ ).

## Energías cinética, potencial y mecánica

### Energía cinética $E_c$

Es la energía que posee un cuerpo por el hecho de estar en **movimiento**. Depende de la masa  $m$  y de la velocidad  $v$ :

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

### Energía potencial $E_p$

Es la energía que posee un cuerpo debido a su **posición** y/o **configuración**. La energía potencial **gravitatoria** que posee una masa  $m$  situada a una altura  $h$  sobre la superficie terrestre vale:

$$E_p = mgh,$$

donde  $h \ll R_T$  (con  $R_T$  el radio de la Tierra) y  $g$  es el valor de la aceleración de la gravedad.

### Energía mecánica $E_m$

Es la **suma** de la energía **cinética**  $E_c$  y la energía **potencial**  $E_p$ :

$$E_m = E_c + E_p$$

## Conservación de la energía

### Principio de conservación de la energía mecánica

Cuando sobre un cuerpo actúan únicamente **fuerzas conservativas**, su energía mecánica se conserva.

Ejemplos de **fuerzas conservativas**: fuerzas gravitatorias, elásticas o electrostáticas.

La fuerza de **rozamiento** es un ejemplo de fuerza **no conservativa** o **disipativa**.

### Principio de conservación de la energía

En cualquier proceso de la naturaleza, la energía **total** permanece constante.

## Intercambio de energía

La energía se puede intercambiar/transferir mediante **trabajo** o **calor**.

### Trabajo $W$

El **trabajo** se transfiere cuando entre dos cuerpos se realizan **fuerzas** que provocan desplazamientos o cambios en sus dimensiones.

El trabajo  $W$  realizado por una fuerza  $\vec{F}$  constante viene dado por:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = F \cdot d \cdot \cos \alpha,$$

donde  $F$  es el módulo de la fuerza aplicada,  $d$  el espacio recorrido y  $\cos \alpha$  es el coseno del ángulo formado por la fuerza y el desplazamiento.

### Calor $Q$

El **calor** se transfiere entre dos cuerpos que tienen **diferente temperatura**, de forma que el calor cedido por el cuerpo a mayor temperatura es igual al calor ganado por el que está a menor temperatura:  $Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{ganado}} = 0$ .

Por razones históricas el calor se mide a menudo en **calorías** ( $1 \text{ cal} = 4.19 \text{ J}$ ).

## Trabajo y potencia

La **potencia**  $P$  es el trabajo  $W$  realizado por unidad de tiempo  $t$ :

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\vec{F} \cdot \vec{d}}{t} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

En el **SI** la potencia se mide en **vattios** o **watts** ( $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ ), siendo el **caballo de vapor** ( $1 \text{ CV} \approx 735 \text{ W}$ ) otra unidad de uso común.

El **kilovatio hora**,  $\text{kWh}$ , es una unidad de **energía** muy utilizada en la facturación para la energía entregada a los consumidores por las compañías eléctricas:

$$1 \text{ kWh} \cdot \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ kW}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 3.6 \times 10^6 \text{ W s} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

## Efectos del calor sobre los cuerpos

### Variación de temperatura

La relación entre el calor  $Q$  que se proporciona a una masa  $m$  de una sustancia y el incremento de temperatura  $\Delta T$  viene dada por:

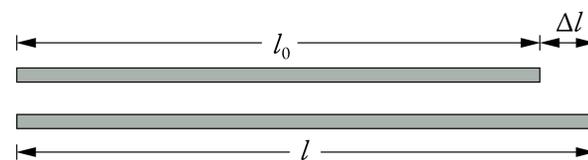
$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T,$$

donde  $c$  es el **calor específico** de la sustancia, que representa la cantidad de energía que es necesario suministrar a la unidad de masa de la sustancia para elevar su temperatura en una unidad. En el **SI** se mide en  $\text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

### Dilatación

Como regla general, un cuerpo aumenta su volumen (*se dilata*) al aumentar su temperatura.

Si consideramos una varilla de longitud inicial  $l_0$  a una temperatura inicial  $T_0$  y elevamos su temperatura hasta  $T$ , la varilla aumentará su longitud hasta  $l$ . El aumento de longitud experimentado,  $\Delta l = l - l_0$ , es proporcional a la longitud inicial  $l_0$  y a la variación de temperatura  $\Delta T = T - T_0$ :



$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta T,$$

donde  $\alpha$  es el llamado **coeficiente de dilatación lineal**, cuyas unidades en el **SI** son  $\text{K}^{-1}$ . Se puede demostrar que los coeficientes de dilatación superficial y cúbica son el doble y el triple, respectivamente, del lineal:

$$\Delta S = 2\alpha \cdot S_0 \cdot \Delta T; \quad \Delta V = 3\alpha \cdot V_0 \cdot \Delta T$$

### Cambios de estado

Al transferir calor a un cuerpo, su temperatura aumenta. Al variar la temperatura de un cuerpo, éste puede **cambiar** su **estado** de agregación.

**Durante** un **cambio** de estado, la **temperatura** del cuerpo permanece **constante**, ya que la energía transferida al cuerpo se emplea en reorganizar las partículas (romper enlaces).

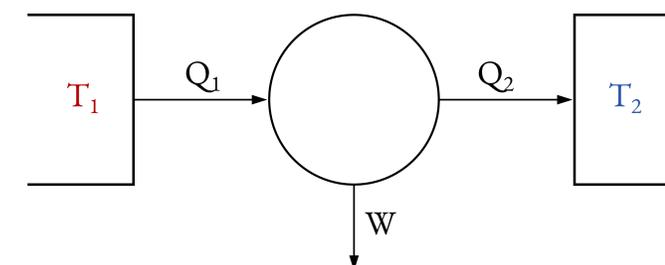
La cantidad de calor  $Q$  que es necesario comunicar a una sustancia para que cambie de estado depende de la propia sustancia y de su masa  $m$ , a través de la expresión:

$$Q = m \cdot L,$$

donde  $L$  es el **calor latente**, que representa la cantidad de energía requerida por la sustancia para cambiar de estado. En el **SI** se mide en  $\text{J/kg}$ .

## Máquinas térmicas

Consideramos una **máquina térmica** a un sistema que funciona **periódicamente** entre dos focos a distinta temperatura, y transforma parte del calor absorbido del foco caliente en trabajo, cediendo otra parte al foco frío:



**Figura 1.** Esquema de una **máquina térmica**. La máquina absorbe calor desde la fuente caliente  $T_1$  y cede calor a la fría  $T_2$ , produciendo trabajo:  $Q_1 = W + |Q_2|$ . Adaptada de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carnot\\_heat\\_engine\\_2.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carnot_heat_engine_2.svg).

### Rendimiento energético

Llamamos **rendimiento energético**,  $\eta$ , al cociente entre el *beneficio* y el *coste*:

$$\eta = \frac{\text{trabajo que obtengo}}{\text{calor que consumo}}$$

Para un **motor**:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1} = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1} < 1$$

Se puede demostrar que el rendimiento de una **máquina térmica ideal** (llamada **máquina de Carnot**) solo depende de las temperaturas de ambos focos:

$$\eta_{\text{ideal}} = 1 - \frac{T_2}{T_1},$$

que es el máximo rendimiento que puede obtenerse para un ciclo térmico que se realiza entre dos fuentes con estas temperaturas.

### Motor de explosión

Se trata de una **máquina térmica** de **combustión interna** producida por una chispa eléctrica. Se puede considerar a **volumen constante**. El más utilizado es el de **cuatro tiempos** (gasolina), siendo el **ciclo de Otto** la aproximación más empleada:

