



ENERGIA, TREBALL I CALOR

4t ESO

Rodrigo Alcaraz de la Osa. Traducció: Eduard Cremades (🐦 @eduardcremades)



L'**energia** és la capacitat per a realitzar un treball, i es mesura en **joules** ($1\text{ J} = 1\text{ kg m}^2\text{ s}^{-2}$).

Energies cinètica, potencial i mecànica

Energia cinètica E_c

És l'energia que posseeix un cos pel fet d'estar en **moviment**. Depèn de la massa m i de la velocitat v :

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

Energia potencial E_p

És l'energia que posseeix un cos a causa de la seva **posició** o **configuració**. L'energia potencial **gravitatòria** que posseeix una massa m situada a una altura h sobre la superfície terrestre val:

$$E_p = mgh,$$

quan $h \ll R_T$ (on R_T és el radi de la Terra) i g és el valor de l'acceleració de la gravetat.

Energia mecànica E_m

És la **suma** de l'energia **cinètica** E_c i l'energia **potencial** E_p :

$$E_m = E_c + E_p$$

Conservació de l'energia

Principi de conservació de l'energia mecànica

*Quan sobre un cos actuen únicament **forces conservatives**, la seva energia mecànica es conserva.*

Exemples de **forces conservatives**: forces gravitatòries, elàstiques o electroestàtiques.

La força de **fregament** és un exemple de força **no conservativa** o **dissipativa**.

Principi de conservació de l'energia

*En qualsevol procés de la naturalesa, l'energia **total** es manté constant.*

Intercanvi d'energia

L'energia es pot intercanviar/transferir mitjançant **treball** o **calor**.

Treball W

El **treball** es transfereix quan entre dos cossos es realitzen **forces** que provoquen desplaçaments o canvis en les seves dimensions.

El treball W realitzat per una força \vec{F} constant és expressat per:

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

on F és el mòdul de la força aplicada, d l'espai recorregut i $\cos \alpha$ és el cosinus de l'angle format per la força i el desplaçament.

Calor Q

La **calor** es transfereix entre dos cossos que tenen **diferent temperatura**, de forma que la calor cedida pel cos a major temperatura és igual a la calor guanyada pel que està a menor temperatura: $Q_{\text{cedida}} + Q_{\text{guanyada}} = 0$.

Per raons històriques la calor es mesura normalment en **calories** ($1\text{ cal} = 4.18\text{ J}$).

Treball i potència

La **potència** P és el treball W realitzat per unitat de temps t :

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

En el **SI** la potència es mesura en **watts** ($1\text{ W} = 1\text{ J/s}$), sent el **cavall de vapor** ($1\text{ CV} \approx 735\text{ W}$) una altra unitat d'ús comú.

El **kilowatt hora**, kWh , és una unitat d'**energia** molt utilitzada en la facturació per a l'energia entregada als consumidors per les companyies elèctriques:

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

Efectes de la calor sobre els cossos

Variació de temperatura

La relació entre la calor Q que es proporciona a una massa m d'una substància i l'increment de temperatura ΔT és expressada per:

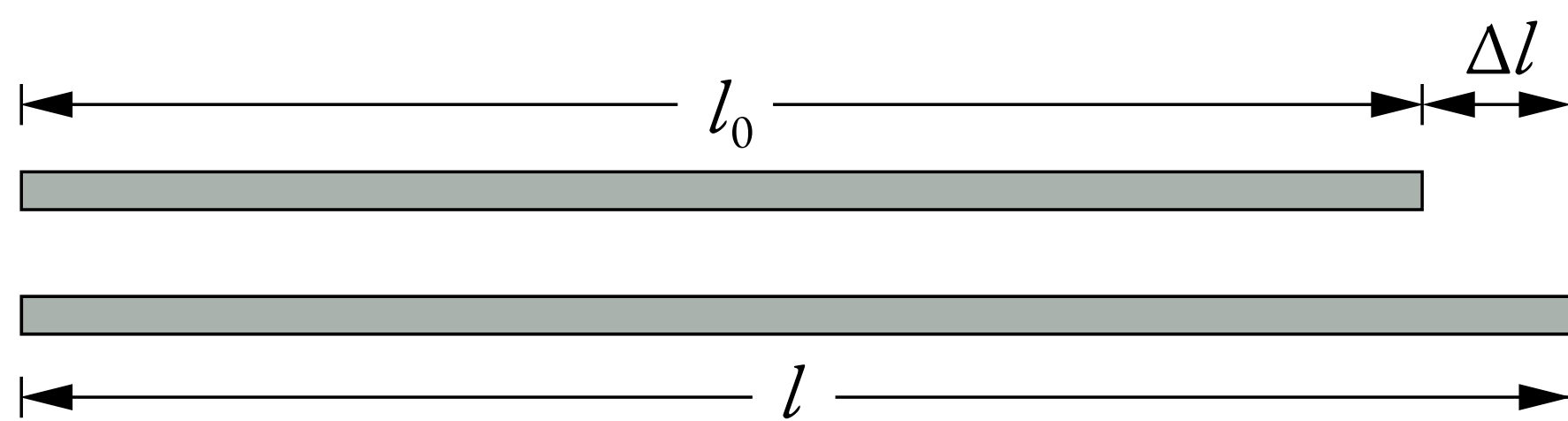
$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T,$$

on c és la **calor específica** de la substància, que representa la quantitat d'energia que és necessari subministrar a la unitat de massa de la substància per elevar la seva temperatura en una unitat. En el **SI** es mesura en $\text{J kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$.

Dilatació

Com a regla general, un cos augmenta el seu volum (*es dilata*) en augmentar la seva temperatura.

Si considerem una vareta de longitud inicial l_0 a una temperatura inicial T_0 i elevem la seva temperatura fins T , la vareta augmentarà la seva longitud fins l . L'augment de longitud experimentat, $\Delta l = l - l_0$, és proporcional a la longitud inicial l_0 i a la variació de temperatura $\Delta T = T - T_0$:

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


on α és l'anomenat **coeficient de dilatació lineal**, les unitats del qual en el **SI** són K^{-1} . Es pot demostrar que els coeficients de dilatació superficial i cúbica són el doble i el triple, respectivament, del lineal:

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

Canvis d'estat

En transferir calor a un cos, la seva temperatura augmenta. En variar la temperatura d'un cos, aquest pot **canviar** el seu **estat** d'agregació.

Durant un **canvi** d'estat, la **temperatura** del cos es manté **constant**, ja que l'energia transferida al cos s'utilitza en reorganitzar les partícules (trencar enllaços).

La quantitat de calor Q que és necessari comunicar a una substància perquè canviï d'estat depèn de la pròpia substància i de la seva massa m , a través de l'expressió:

$$Q = m \cdot L,$$

on L és la **calor latent**, que representa la quantitat d'energia requerida per la substància per canviar d'estat. En el **SI** es mesura en J/kg .

Màquines tèrmiques

Considerem una **màquina tèrmica** a un sistema que funciona **periòdicament** entre dos focus a diferent temperatura, i transforma part de la calor absorbida del focus calent en treball, cedint una altra part al focus fred:

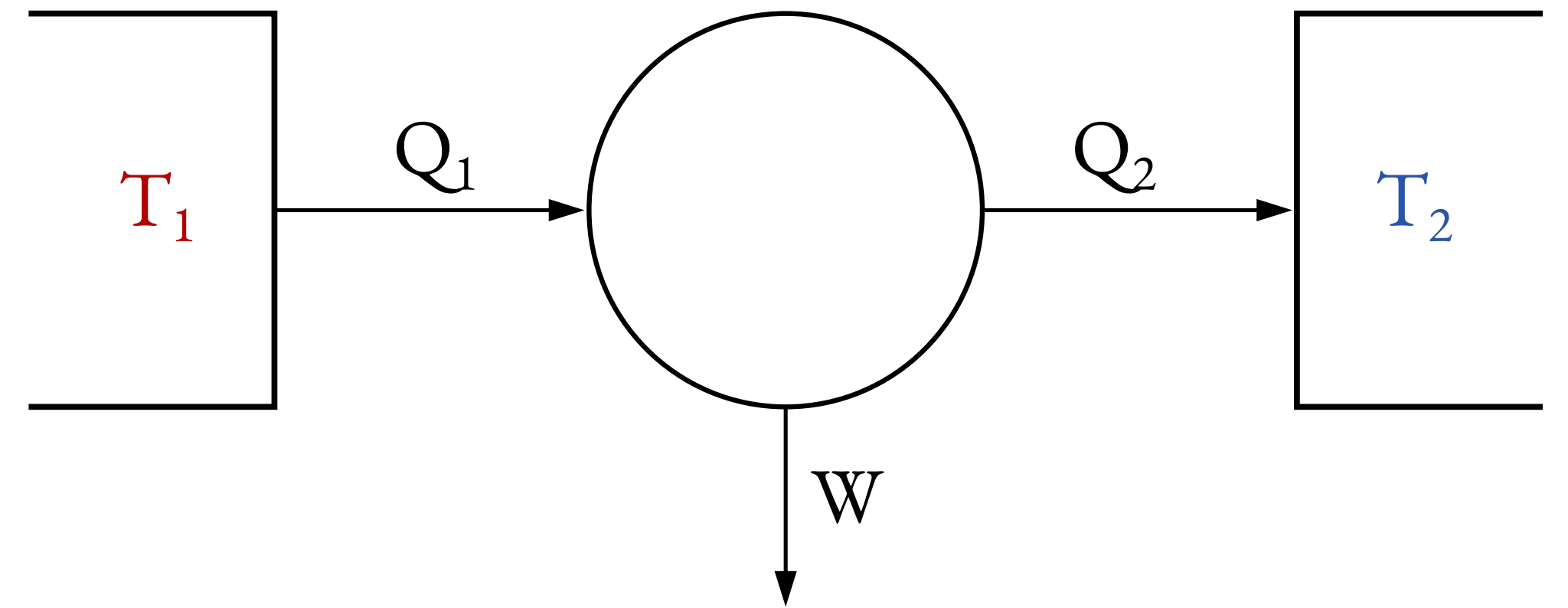


Figura 1. Esquema d'una **màquina tèrmica**. La màquina absorbeix calor des de la font calenta T_1 i cedeix calor a la freda T_2 , produint treball: $Q_1 = W + |Q_2|$. Adaptada de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carnot_heat_engine_2.svg.

Rendiment energètic

Anomenem **rendiment energètic**, η , al quocient entre el *benefici* i el *cost*:

$$\eta = \frac{\text{treball que obtinc}}{\text{calor que consumeixo}}$$

Per a un **motor**:

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

Es pot demostrar que el rendiment d'una **màquina tèrmica ideal** (anomenada **màquina de Carnot**) només depèn de les temperatures d'ambdós focus:

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

que és el màxim rendiment que pot obtenir-se per a un cicle tèrmic que es realitza entre dues fonts amb aquestes temperatures.

Motor d'explosió

Es tracta d'una **màquina tèrmica** de **combustió interna** produïda per una guspira elèctrica. Es pot considerar a **volum constant**. El més utilitzat és el de **quatre temps** (gasolina), sent el **cicle d'Otto** l'aproximació més utilitzada:

