

## TREBALL I ENERGIA. TREBALL

El **treball** realitzat per una força que actua sobre un cos es pot calcular multiplicant el valor de la força ( $F$ ), expressada en newtons, per la distància que recorre el cos ( $\Delta x$ ), expressada en metres, i pel cosinus de l'angle que formen la força i el desplaçament ( $\alpha$ ).

$$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$$

La unitat de mesura del treball en el Sistema Internacional és el **joule (J)**, que correspon a  $N \cdot m$ .

### Condicions per a què una força faci treball

- Primerament, cal que hi hagi una força i que aquesta provoqui que el cos sobre el qual s'aplica es desplaci una certa distància.
- L'angle que formen la força i el desplaçament no ha de ser de  $90^\circ$  (perpendiculars), ja que el cosinus d'aquest angle és 0, i, en conseqüència, el treball corresponent és nul.

Quan una força efectua un treball sobre un cos, aquest adquireix una quantitat d'energia equivalent al treball realitzat.

Aquesta energia adquirida és l'**energia mecànica**, que adopta diferents formes en funció de com es realitza el treball.

Dues d'aquestes possibles formes són l'**energia potencial** i l'**energia cinètica**.

### Potència d'una força

Es defineix la potència d'una força com la relació entre el treball desenvolupat i el temps invertit a realitzar-lo:

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

La potència s'expressa en el Sistema Internacional en **watts (W)**. Una altra unitat molt emprada, sobretot en el món automobilístic, és el cavall de vapor (CV). La relació entre ambdues és:

$$1 \text{ CV} = 736 \text{ W}$$

Si es tracta d'un moviment rectilini uniforme (MRU), i la força i el desplaçament són paral·lels, la potència pot expressar-se com el producte de la força per la velocitat:  $P = F \cdot v$

## ENERGIA

Podem definir l'energia com la capacitat que tenen els cossos per efectuar transformacions en ells mateixos, o bé en altres cossos, és a dir, de fer un treball.

*Si observes al teu voltant t'adonaràs que els cossos experimenten una gran varietat de transformacions, i que, per tant, hi ha diferents tipus d'energia.*

Els dos tipus fonamentals d'energia són:

- l'**energia cinètica**, associada a la velocitat d'un cos.
- l'**energia potencial gravitacional**, associada a l'altura d'un cos respecte del terra.

Com que l'energia és la capacitat de realitzar un treball, es mesura també en **joules (J)**.

### Formes d'energia

#### L'ENERGIA CINÈTICA ( $E_c$ )

És l'energia que tenen els cossos que es desplacen a una certa velocitat.

*Quan xutes una pilota, el teu peu exerceix una força sobre aquesta, i, per tant, un treball que fa variar la seva velocitat i li dona energia cinètica.*

Aquesta energia es calcula a partir de l'expressió:

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

*Recorda que la massa s'ha d'expressar en kg, la velocitat en m/s per tal que l'energia s'expressi en joules (J)*

Observa que l'energia cinètica és proporcional a la massa i al quadrat de la velocitat.

*Així, per exemple, si tenim dos cossos amb la mateixa massa i un viatge al doble de velocitat que l'altre, la seva energia no serà el doble, sinó el quàdruple.*

## L'ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL ( $E_p$ )

És l'energia que té un cos quan es troba a una certa altura del terra.

És conseqüència de la gravetat terrestre i de la força que el nostre planeta exerceix sobre els cossos.

*En aixecar un llibre i col·locar-lo en un prestatge superior, has hagut de fer un treball, que no provoca un augment de la velocitat, sinó un guany d'altura, és a dir, un guany d'energia potencial.*

L'energia potencial es calcula a partir de l'expressió:

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

*Recorda que la massa s'ha d'expressar en kg, l'altura s'expressa en metres, i la gravetat terrestre té el valor  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ . Amb aquestes unitats del Sistema Internacional, l'energia s'expressarà en joules (J)*

## L'ENERGIA POTENCIAL ELÀSTICA ( $E_k$ )

Les molles són mecanismes que permeten emmagatzemar un tipus d'energia anomenada **energia elàstica**.

Cada molla es caracteritza per una constant  $K$  (**constant de Hooke**), que dóna una idea de la rigidesa de la molla.

Si comprimim o allarguem una molla de constant  $K$  una distància  $x$  respecte de la seva posició d'equilibri, l'energia elàstica emmagatzemada ve donada per l'expressió:

$$E_k = \frac{1}{2} K x^2$$

L'energia elàstica de la molla es pot transformar en altura i en velocitat, és a dir, en energia potencial i en energia cinètica.

## L'ENERGIA MECÀNICA ( $E_M$ )

És la suma de les energies cinètica i potencial d'un cos:

$$E_M = E_c + E_p$$

*Quan parlem de l'energia d'un cos, ens referim sempre a la seva energia mecànica, és a dir, a la suma de totes les seves energies.*

De vegades, l'energia mecànica d'un cos pot estar formada només per una d'aquestes dues formes d'energia.

Quan aquesta energia mecànica es transforma, vol dir que alguna força està realitzant treball.

## Principi de conservació de l'energia mecànica

Un dels principis més importants de la física és el de la conservació de l'energia mecànica.

**Si no hi ha força de fricció i l'única força que fa treball sobre un cos és el seu pes, la seva energia mecànica es manté constant en tots els punts de la seva trajectòria.**

En canvi, l'energia cinètica i l'energia potencial poden variar d'un punt a un altre, però sempre de tal manera que la suma de les dues, és a dir, l'energia mecànica, es mantingui constant al llarg de tota la trajectòria.

*Així, per exemple, en llançar des del terra una pedra verticalment, la seva energia mecànica inicial és només cinètica, perquè es troba a una altura nul·la. A mesura que ascendeix, va perdent velocitat (i energia cinètica) però va guanyant altura (i energia potencial), però la suma d'ambdues es manté constant.*

*Quan arriba al punt de màxima altura, la seva velocitat és nul·la, igual que la seva energia cinètica. En canvi, ara l'energia potencial és màxima i igual a l'energia mecànica.*

*Resumint, l'energia cinètica inicial s'ha transformat en energia potencial, però l'energia mecànica s'ha mantingut constant en tots els punts de la trajectòria.*

## La degradació de l'energia

Quan hi ha **forces de fregament** amb el terra o amb l'aire, l'energia mecànica no es manté constant.

Part de l'energia mecànica inicial del cos s'inverteix per vèncer les forces de fregament, i part de l'energia es dissipa en forma de **calor**.

És el que succeeix a la nostra vida quotidiana, i per aquest motiu els cossos tendeixen sempre a aturar-se.

*L'energia dels petits meteorits en entrar a l'atmosfera terrestre és molt elevada, però quan arriben a la superfície són imperceptibles.*

*Gairebé tota l'energia inicial es transforma en calor fregar a causa del fregament amb els gasos de l'atmosfera.*

*L'energia que es converteix en calor és tan gran que els meteorits s'acaben desfent en trossos molt menuts a mesura que avancen atmosfera endins.*

El treball de la força de fricció és la causa de la dissipació de l'energia mecànica d'un cos:

$$\Delta E = W_{fr}$$

## CALOR I TEMPERATURA

Moltes vegades l'energia dels cossos no es manifesta en forma de treball, sinó en forma de calor.

Quan un cos està calent, es pot dir que té **energia calorífica** o **interna**. Aquesta energia és proporcional a la seva **temperatura**.

Quan aquesta energia calorífica flueix d'un cos a un altre s'anomena **calor**.

Com qualsevol altra forma d'energia, en el Sistema Internacional la calor es mesura en joules, tot i que molt sovint també s'expressa en calories. L'equivalència entre ambdues unitats és: **1 cal = 4.184 J**

L'intercanvi de calor entre els cossos provoca tres efectes:

- variació de la temperatura;
- dilatació o contracció;
- canvis d'estat.

### VARIACIÓ DE LA TEMPERATURA

Quan un cos absorbeix calor, guanya energia i la seva temperatura augmenta.

En canvi, quan un cos cedeix calor, perd energia i la seva temperatura disminueix.

La calor sempre flueix del cos més calent cap al cos més fred, fins que s'igualen les temperatures.

Aleshores deixa de circular calor i es diu que els cossos estan en equilibri tèrmic.

## DILATACIÓ DELS COSSOS

Quan un cos s'escalfa, la seva energia calorífica augmenta i el cos es dilata, és a dir, augmenta de volum.

En canvi, quan un cos es refreda, es contrau i el seu volum disminueix.

*El cas de l'aigua és l'excepció. En disminuir la seva energia calorífica i passar de líquid a sòlid, es dilata en lloc de contraure's.*

La **dilatació tèrmica** és un fenomen molt freqüent en la vida quotidiana.

*Els enginyers l'han de tenir en compte a l'hora d'instal·lar bigues metàl·liques, deixant espais entre aquestes. És el que es coneix com a juntes de dilatació.*

No tots els cossos es dilaten de la mateixa manera en augmentar la seva temperatura:

Els gasos són els que millor es dilaten, seguits dels líquids i dels sòlids.

Hi ha sòlids que es dilaten molt bé, com ara els metalls, i d'altres que ho fan molt malament, com ara el vidre, que es trenca en escalfar-se.

*Com que els gasos es dilaten molt fàcilment, les seves molècules adquireixen molta velocitat i per això s'han de contenir en envasos de parets rígides.*

*En efecte, aquestes molècules ràpides piquen amb molta força contra les parets de l'envàs que les conté, i si no fossin prou rígides, les acabarien trencant.*

*Observa com són de gruixudes les bombones de butà, o els esprais de laca o d'insecticida.*

## CANVIS D'ESTAT

Si escalfem un cos, podem aconseguir que canviï d'estat, és a dir, que passi de sòlid a líquid, o de líquid a gas.

Si el refredem, podem aconseguir el canvi d'estat invers: el pas de gas a líquid, o de líquid a sòlid.

A cada substància cal administrar-li una energia determinada perquè canviï d'estat.

## La calor específica

La calor específica és la quantitat de calor ( $Q$ ) necessària perquè una unitat de massa d'una determinada substància augmenti en  $1^{\circ}\text{C}$  la seva temperatura.

La calor específica s'expressa en unitats del Sistema Internacional en  $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

La quantitat de calor absorbida o emesa per un objecte, la seva variació d'energia, la seva massa i la seva calor específica estan relacionades a través de l'equació:

$$Q = m \cdot C_e (T_f - T_i)$$

*$T_i$  i  $T_f$  són les temperatures inicial i final, respectivament.*

La calor específica depèn del procés pel qual una determinada substància adquireix o transmet calor (principalment de la temperatura, la pressió i el volum).

## Teoria cinètico-molecular

### TEMPERATURA

Els cossos estan formats per **molècules**.

L'energia calorífica que rep un cos es transmet a aquestes molècules en forma d'energia cinètica. Com més energia calorífica té un cos, més ràpid és el moviment de les seves molècules.

Sabem que la temperatura és directament proporcional a l'energia calorífica del cos. Per tant, com més alta és la temperatura d'un cos, més ràpidament es mouen les seves molècules.

Només quan la temperatura és de 0 K ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) les molècules es paralitzen completament. La temperatura no pot estar mai per sota d'aquest valor, conegut com a **zero absolut**.

El lloc més remot de l'Univers es troba a una temperatura de 2 K ( $-271^{\circ}\text{C}$ ), i el més càlid es troba a l'interior de les estrelles, on la temperatura pot arribar a més de 12.000 K.

A la Terra, la temperatura més baixa s'ha registrat a l'Antàrtida, per sota dels  $-90^{\circ}\text{C}$ , i la més alta, al desert de Líbia, amb valors propers als  $60^{\circ}\text{C}$ .

## ESTATS DE LA MATÈRIA

- En els **sòlids**, el moviment molecular és de vibració a l'entorn de la posició d'equilibri. A més temperatura, la vibració és més energètica, però les molècules ocupen sempre una distribució ordenada. Les forces d'atracció entre les molècules són intenses.
- En els **líquids**, el moviment molecular és de vibració molt energètica, i les molècules ja no ocupen una posició ordenada. Les forces d'atracció s'afebleixen i ho fan cada vegada més a mesura que la temperatura augmenta.
- En els **gasos**, es trenquen les forces d'atracció molecular i el moviment és de translació. Les molècules esdevenen lliures.

## Mesura de la temperatura: termòmetres

Els termòmetres mesuren la temperatura d'un cos.

Es basen en la dilatació d'un líquid, generalment mercuri o alcohol.

Consten d'un tub molt estret de vidre, anomenat capil·lar, tancat en la seva part superior i acabat amb un petit dipòsit del líquid (mercuri o alcohol) en la seva part inferior.

Quan el mercuri o l'alcohol s'escalfen, es dilaten i pugen pel **capil·lar**.

Quan es refreden, es contrauen i descendeixen pel capil·lar.

Quan s'assoleix l'equilibri tèrmic, la columna d'alcohol o mercuri s'atura a una determinada altura. Paral·lelament a la columna del líquid hi ha una escala que indica la temperatura.

Existeixen diferents escales per a mesurar la temperatura, però les més utilitzades són l'escala Celsius i l'escala absoluta o Kelvin.

L'escala Celsius fixa el 0 en la temperatura de congelació de l'aigua, i el valor 100, en el d'ebullició. Dividint entre 100 la distància que separa la columna del líquid entre aquests dos valors es defineix el grau Celsius.



Per passar de l'escala Celsius a la Kelvin, has d'aplicar la següent relació:

$$T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273$$

*Recorda que l'escala Kelvin comença a 0 K.*

## Propagació de la calor

No tots els cossos són capaços de transmetre la calor de la mateixa manera.

Aquells que tenen facilitat per transferir-la i ho fan ràpidament s'anomenen **conductors tèrmics**, mentre que els que tenen dificultat per transferir-la i ho fan lentament s'anomenen **aïllants**.

*Els metalls acostumen a ser bons conductors, mentre que la fusta, l'aire, l'aigua, el vidre i el plàstic són mals conductors.*

Els materials conductors transmeten fàcil i ràpidament la calor d'un cos a un altre, o d'un medi cap a un altre.

Hi ha tres formes de transmissió de la calor: conducció, convecció i radiació. En general, la propagació de la calor es pot produir per la combinació d'aquests tres mecanismes.

### TRANSMISSIÓ PER CONDUCCIÓ

En la conducció, la calor es transmet per contacte. És un tipus de transmissió característic dels cossos sòlids i és necessari que el cos sigui bon conductor tèrmic.

Quan l'extrem d'un conductor tèrmic, un metall, toca una font de calor, la calor es transmet al llarg del conductor, més enllà del punt de contacte.

Això és així perquè les partícules del metall més properes a la font de calor comencen a vibrar cada cop més de pressa. Aquest moviment es transmet a les molècules properes, fins que totes les molècules vibren amb la mateixa intensitat.

### TRANSMISSIÓ PER CONVECCIÓ

Els líquids i els gasos transmeten la calor mitjançant aquest mecanisme.

Les partícules dels líquids i els gasos que estan en contacte amb una font de calor augmenten de velocitat.

En aquella zona, el líquid o el gas s'expandeixen i disminueixen de **densitat**. Aquesta expansió deixa un **buit**, que és ràpidament reemplaçat pel líquid o gas més allunyat de la font de calor, que està més fred.

Es creen d'aquesta forma uns corrents que transporten la calor cap a les zones més fredes i que s'anomenen **corrents de convecció**.

*La convecció és la forma en què la calor es propaga a l'atmosfera terrestre. El Sol escalfa el terra, i aquest escalfa la capa d'aire en contacte amb ell. Aquest s'expandeix i s'eleva, de manera que hi deixa un forat d'aire, que és reomplert per aire més fred.*

*Aquest procés fa moure l'aire, tant en direcció vertical com en direcció horitzontal, i provoca la formació dels núvols i del vent, respectivament.*

## TRANSMISSIÓ PER RADIACIÓ

Tots els cossos per sobre de 0 K, (és a dir, -273°C) desprenen energia en forma de radiació. És el que s'anomena **radiació tèrmica**.

Només quan estan molts calents, però, els nostres sentits són capaços de percebre aquesta energia.

Quan la calor emesa per radiació d'un cos arriba a un altre cos, l'escalfa. Aquesta radiació pot viatjar per l'aire i, fins i tot, per l'**espai buit**.

## FONTS D'ENERGIA

El desenvolupament de la humanitat està lligat al descobriment i a l'ús dels diferents tipus d'energia, que han permès la millora de les condicions de vida de la nostra societat en molts àmbits com ara l'habitatge, l'alimentació, la salut, la cultura, el treball, etc.

Cada tipus d'energia té com a base una matèria que la genera: la **font d'energia**.

### Combustibles fòssils

Els anomenats combustibles fòssils (carbó, gas i petroli) són les principals fonts d'energia a la nostra societat.

Cremant els combustibles fòssils a les centrals tèrmiques s'aconsegueix crear vapor d'aigua, el qual mou enormes dinamos que generen electricitat. També s'utilitzen com a combustibles de la majoria de mitjans de transport.

Aquests materials, però, s'esgoten i emeten gasos contaminants i d'efecte d'hivernacle en ser cremats.

Per això, els científics estan desenvolupant altres formes d'obtenir energia a partir de fonts netes i renovables.

*Cada any, els habitants del planeta consumim els combustibles fòssils que a la natura li va costar 1 milió d'anys generar com a dipòsit geològic.*

## Energia nuclear

L'**energia nuclear** es basa en la **fissió atòmica**, que consisteix en el trencament d'un nucli atòmic, generalment d'urani.

En aquest trencament s'allibera gran quantitat d'energia, que s'aprofita per produir vapor d'aigua per moure una gran dinamo.

Les centrals nuclears no emeten a l'atmosfera els gasos contaminants d'altres fonts, com ara el carbó, el petroli o el gas, però generen residus radioactius que cal emmagatzemar en llocs segurs durant milers d'anys.

Aquests residus són molt perillosos per als éssers vius; els accidents o les fuites radioactives són fatals.

## Energies renovables

Les **energies renovables** són una alternativa als combustibles fòssils i a l'energia nuclear.

Les seves fonts d'energia són pràcticament inexhauribles, ja que es troben de forma gairebé il·limitada a la natura.

Sota el nom genèric d'"energies renovables" s'inclouen diverses formes d'energia: **solar**, **eòlica**, **mareomotriu**, **geotèrmica**...

## ENERGIA SOLAR

L'**energia solar** s'utilitza per generar electricitat, i per escalfar aigua per a ús domèstic.

Els panells solars permeten recollir la radiació provinent del Sol. N'hi ha de dos tipus: les plaques fotovoltaïques i els col·lectors solars.

- Les **plaques fotovoltaïques** serveixen per produir electricitat. Quan els rajos solars hi incideixen, generen un moviment d'electrons al seu interior, de manera que apareix un corrent elèctric.

*Els horts solars són extensions de terreny on hi ha centenars de plaques solars que generen electricitat. En zones desèrtiques i amb moltes hores de Sol, són cada cop més freqüents.*

- Els **col·lectors solars** s'utilitzen per escalfar aigua sense haver de cremar gas en els escalfadors. L'energia solar escalfa l'aigua que circula per aquests panells, i aquesta es va acumulant en dipòsits aïllats tèrmicament.

*Aquesta manera d'escalfar l'aigua sanitària de les cases és cada cop més freqüent al nostre país.*

## ENERGIA EÒLICA

L'**energia eòlica** produeix electricitat pel moviment que el vent genera a les aspes de grans dinamos anomenades aerogeneradors.

Els parcs eòlics són cada cop més presents en aquelles zones ventoses del nostre entorn.

## ENERGIA GEOTÈRMICA

L'**energia geotèrmica** aprofita l'energia calorífica de l'interior de la Terra.

És molt neta i eficaç, però tan sols es pot obtenir en determinats llocs del planeta, com Islàndia.

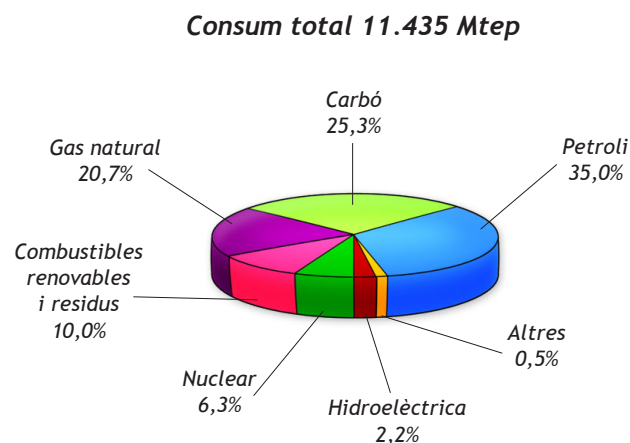
## ENERGIA MAREOMOTRIU

L'**energia mareomotriu** aprofita l'energia cinètica de l'aigua del mar en el seu cicle de pujada i baixada com a conseqüència de les mareas.

No a tot arreu es pot aprofitar aquest fet. A la Mediterrània, per exemple, les mareas són pràcticament inapreciables.

**Taula 1.** Tipus de fonts d'energia

Fonts	Definició	Exemples
<b>Renovables</b>	Pràcticament inexhauribles. Es troben de forma gairebé il·limitada a la natura	- Solar - Eòlica - Mareomotriu - Geotèrmica
<b>No renovables</b>	No són il·limitades i es poden esgotar	- Carbó - Petroli - Gas - Energia nuclear

**Figura 1.** Percentatge d'ús de les principals fonts energètiques al món

## Estalvi energètic

Les fonts d'energia no renovables tard o d'hora s'acabaran esgotant.

Per tal de reduir els efectes perjudicials dels combustibles fòssils i allargar al màxim les seves reserves, cal estalviar energia.

Algunes d'aquestes mesures les pots aplicar en la teva vida diària, i són tan senzilles com:

- apagar els llums i els electrodomèstics que no siguin necessaris;
- moderar el consum de la calefacció a l'hivern, i de l'aire condicionat a l'estiu;
- comprar aquells productes amb menys embolcall de plàstic;
- desplaçar-se sempre que es pugui en transport públic;
- embolicar l'entrepà en paper en lloc de fer servir paper d'alumini;
- reciclar els residus que es generin.

## EN POQUES PARAULES

- En aquest capítol hem explicat el concepte de treball i com aquest es pot calcular a partir de la força i del desplaçament que aquesta produeix.
- Hem analitzat el concepte d'energia, n'hem estudiat les formes més comunes i hem vist que sempre es conserva.
- Hem parlat també de la calor i de la temperatura, així com dels diferents fenòmens que hi estan relacionats.
- Finalment, hem repassat les diferents fonts d'energia i la necessitat d'energies renovables, a més de la necessitat de promoure l'estalvi energètic.