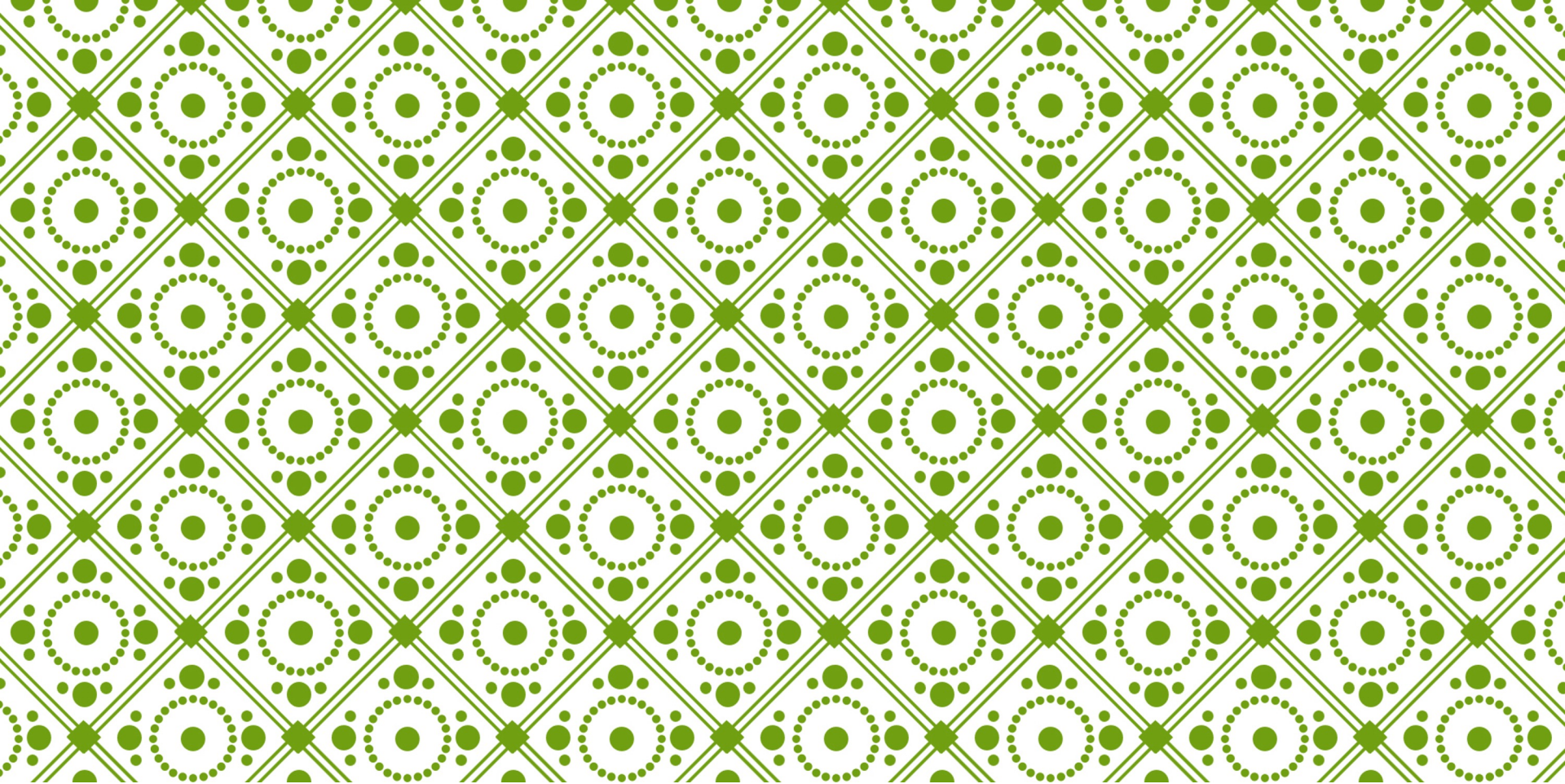




UNITAT 8. ENERGIA I TREBALL

Física i Química 4t ESO



ÍNDEX

- 1. L'energia**
- 2. El treball**
- 3. L'energia mecànica i el treball**
- 4. Conservació de l'energia mecànica**
- 5. Potència i rendiment**
- 6. Efectes de la calor sobre els cossos**

1. L'ENERGIA

És una propietat dels cossos o dels sistemes materials que els permet produir canvis en si mateixos o en altres cossos. És una magnitud escalar i en el SI es mesura en **joules (J)**

L'energia es pot transferir entre aquests sistemes materials de dues maneres:

- De forma **mecànica** quan hi ha una força que produeix un desplaçament, mitjançant la realització d'un **treball**.
- De forma **tèrmica**, quan es posen en contacte dos cossos o sistemes que estan a temperatures diferents, mitjançant l'intercanvi de **calor**, fins que tots dos estan a la mateixa temperatura.



Com més gran és l'altura des de la qual cau la noia, més es deforma el llit elàstic.



Com més deformat està el llit, més gran és l'impuls i més gran és l'altura del rebot.

-Calor:

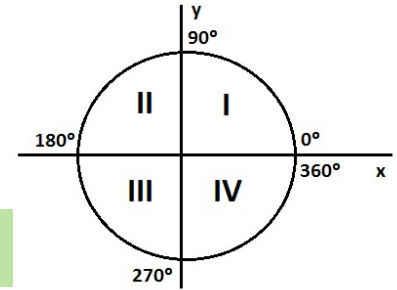
$$1 \text{ caloria} = 4,18 \text{ J}$$

-Consum elèctric:

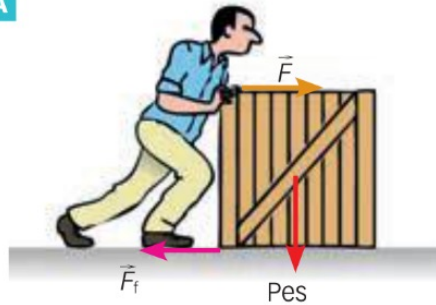
$$1 \text{ kWh} = 3.600.000 \text{ J}$$

2. EL TREBALL

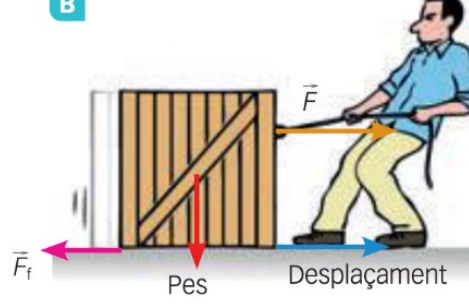
CONCEPTE DE TREBALL



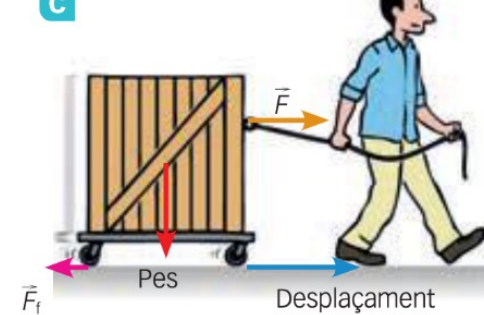
A



B



C



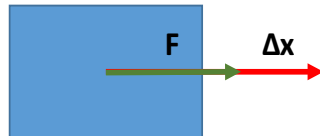
Només hi ha **treball (W)** si actua una força que causa un desplaçament.

Força motriu = treball positiu

Angle 180°

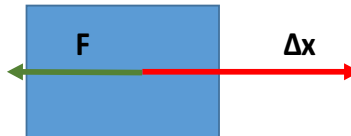
Força perpendicular = treball nul

$W > 0$



Angle 0°

$W < 0$



Força resistent = treball negatiu

$W = 0$



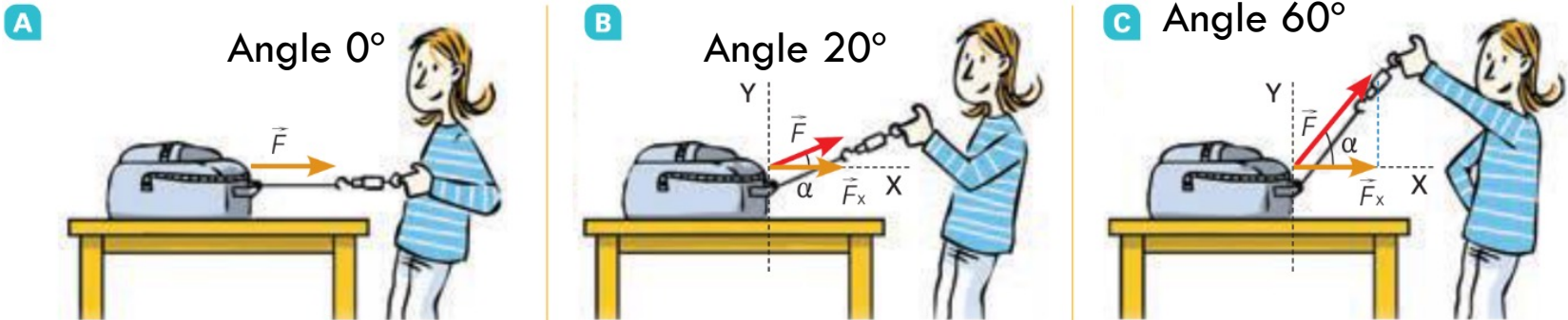
F

Angle ↑ 90° i ↓ 270°

2. EL TREBALL

RELACIÓ ENTRE LA FORÇA, EL DESPLAÇAMENT I EL TREBALL

$$\cos \alpha = \frac{\text{costat contigu}}{\text{hipotenusa}} = \frac{F_x}{F}$$



Només farà un treball la força de component que té la mateixa direcció que el desplaçament.

$$F_{x \text{ (útil)}} = F \cdot \cos \alpha$$

Per tant, el treball s'expressa com el producte de la força útil i el desplaçament. Tot i ser ambdues magnituds vectorials, el treball és escalar.

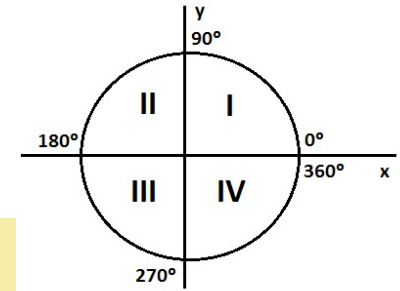
$$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$$

S'expressa en joule (J)

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$$

2. EL TREBALL

EL TREBALL DE LA FORÇA DE FREGAMENT

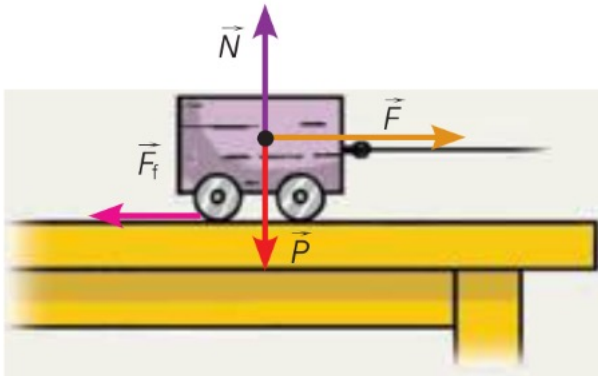


La força de fregament sempre s'oposa al moviment, té la mateixa direcció, però el sentit és oposat.

$$W = F_f \cdot \Delta x \cdot \underbrace{\cos 180^\circ}_{-1} = -F_f \cdot \Delta x$$

Exercici. Dades: 750 g de massa, força 5 N, desplaçament 80 cm i $\mu = 0,4$. Calcula el treball de totes les forces i el total.

$$F_f = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g = 0,4 \cdot 0,75 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 2,94 \text{ N}$$



$$W_{Ff} = 2,94 \text{ N} \cdot 0,8 \text{ m} \cdot \cos 180^\circ = -2,352 \text{ J}$$

$$W_F = 5 \text{ N} \cdot 0,8 \text{ m} \cdot \cos 0^\circ = 4 \text{ J}$$

$$W_{\text{TOT}} = W_F + W_{Ff} = 4 - 2,35 = 1,65 \text{ J}$$

3. L'ENERGIA MECÀNICA I EL TREBALL

El treball és la manera com els cossos intercanvien energia quan hi ha una força que provoca un desplaçament. Per tant, sempre que es duu a terme treball sobre un cos, la seva energia mecànica varia.

L'ENERGIA CINÈTICA (E_c)

L'energia cinètica és l'energia que tenen els cossos pel fet d'estar en moviment. Si apliquem una força en la mateixa direcció i sentit del moviment (angle 0°), el cos adquireix acceleració segons la segona llei de Newton.

$$W = F \cdot \Delta x \cdot \underbrace{\cos 0^\circ}_1 = m \cdot a \cdot \Delta x \cdot 1$$

$$v^2 = \cancel{v_0^2} + 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

↓

Si la força és constant $\longrightarrow$ acceleració és constant $\longrightarrow$ **MRUA**

$$\Delta x = \frac{v^2}{2 \cdot a}$$

$$W = m \cdot a \cdot \Delta x = m \cdot \cancel{a} \cdot \frac{v^2}{\cancel{2a}} = \frac{1}{2} m v^2 = E_c$$

El treball que fa la força s'inverteix en augmentar l'energia cinètica del cos.

$$W = \Delta E_c = E_{c_f} - E_{c_0} = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$W = \cancel{F} \cdot \Delta x \cdot \cos 0^\circ = \Delta E_c = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

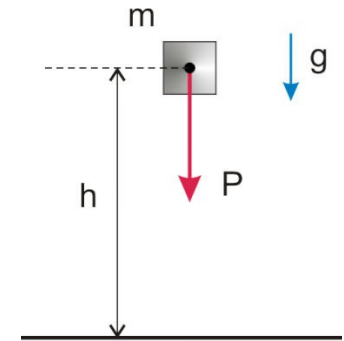
3. L'ENERGIA MECÀNICA I EL TREBALL

L'ENERGIA POTENCIAL GRAVITATÒRIA (E_p)

L'energia potencial és l'energia que té un cos pel fet d'estar a una certa altura.

$$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot h$$

El treball de la força del pes modifica l'altura a la qual està un cos, sense variar-ne la velocitat segons el segon principi de Newton, si força i pes són forces contràries, la resultant és zero; per tant, l'acceleració també i la velocitat és constant. Així que el treball s'inverteix en modificar la seva energia potencial.



$$W = -\Delta E_p = -(E_{p_f} - E_{p_0}) = -(m \cdot g \cdot h_f - m \cdot g \cdot h_0)$$

Cos baixa: la força del pes té el mateix sentit que el moviment.

$$W_p > 0 \longrightarrow \Delta E_p < 0 \longrightarrow \text{angle } 0^\circ$$

Cos puja: la força del pes té el sentit oposat al moviment.

$$W_p < 0 \longrightarrow \Delta E_p > 0 \longrightarrow \text{angle } 180^\circ$$

Pàg. 232–233 act. 5, 6 i
7 i pàg. 240 act. 37

Dossier 11, 12, 14, 15 i 16

3. L'ENERGIA MECÀNICA I EL TREBALL

L'ENERGIA MECÀNICA (E_M)

Quan intervenen els dos tipus d'energies quan s'exerceix una força sobre un cos es modifiquen els dos tipus d'energia.

$$W_F = (E_{c_f} - E_{c_0}) + (E_{p_f} - E_{p_0})$$

$$W_F = (E_{c_f} + E_{p_f}) - (E_{c_0} + E_{p_0}) = E_{Mf} - E_{M0} = \Delta E_M$$

El treball d'una força externa sobre un cos, del qual modifica la **velocitat** i l'**altura**, és igual a la variació d'energia mecànica que experimenta el cos:

$$W_F = E_{Mf} - E_{M0} = \Delta E_M$$

4. LA CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

CAIGUDA LLIURE

En aquest cas la velocitat i l'altura d'un cos varien sense que hi actui cap força externa que modifiqui el moviment, només el seu propi pes. **Negligint la força de l'aire!**

$$W_F = E_{Mf} - E_{M0} = \Delta E_M = 0$$

Situacions ideals

Sota aquestes condicions la seva energia és manté constant.

Ex. 11

$$E_{M0} = E_{Mf}$$



$$E_{C0} + E_{P0} = E_{Cf} + E_{Pf}$$

MOVIMENT AMB FREGAMENT

Quan un cos llisca sobre una superfície, en cara que només es mogui per l'acció de la força del pes (pla inclinat), hi ha una força de fregament, que és externa. En aquest cas:

$$W = F_f \cdot \Delta x \cdot \cos 180^\circ = -F_f \cdot \Delta x$$

$$\Delta E_M \neq 0$$

$$F_f = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$W_{Ff} = E_{Mf} - E_{M0}$$

$$-\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \Delta x = E_{Mf} - E_{M0}$$

Ex. 13 i 14

$$-F_f \cdot \Delta x = E_{Mf} - E_{M0}$$

4. LA CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

CAIGUDA LLIURE

Ex 11. Des d'una altura de 2 m sobre el terra es llança una pedra, de massa $m = 200$ g, amb una velocitat inicial de $v_0 = 7$ m/s en direcció vertical i cap amunt. Suposant que la fricció és nul·la, determina per mitjà de la conservació de l'energia mecànica.

- L'altura de la pedra en l'instant en el qual la seva velocitat és de 5 m/s.
- La seva velocitat quan sigui a 4 m d'altura del terra.
- L'altura màxima que assolirà.
- La seva velocitat quan arribi a terra.

17)

a) $m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$
 $v_0 = 7 \text{ m/s}$
 $h = 2 \text{ m}$

$E_{mf} = E_{mf}$

$$mgh_0 + \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$
$$9,8 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 7^2 = 9,8 \cdot h + \frac{1}{2} \cdot (5)^2$$
$$19,6 + 24,5 = 9,8h + 12,5$$
$$31,6 = 9,8h \quad h = \frac{31,6}{9,8} = \underline{3,2 \text{ m}}$$

b) $E_{mo} = E_{mf}$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_0 = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$
$$24,5 + 19,6 = 9,8 \cdot 4 + \frac{1}{2}v^2$$
$$44,1 = 39,2 + \frac{1}{2}v^2$$
$$v^2 = 9,8 \quad v = \sqrt{9,8} = \underline{3,13 \text{ m/s}}$$

4. LA CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

CAIGUDA LLIURE

Continuació

c) $h_{\max} \rightarrow v = 0 \text{ m/s}$

$$E_{m0} = E_{mf}$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_0 = mgh$$

$$24,5 + 19,6 = 9,8 \cdot h$$

$$44,1 = 9,8h \quad h = \frac{44,1}{9,8} = \underline{4,5 \text{ m}}$$

d)

$$E_{m0} = E_{mf}$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_0 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$24,5 + 19,6 = \frac{1}{2}v^2$$

$$44,1 \cdot 2 = v^2$$

$$v = \sqrt{88,2} = \underline{9,4 \text{ m/s}}$$

4. LA CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

MOVIMENT AMB FREGAMENT

Ex 13. Des d'una altura sobre el sòl de $h_0 = 12 \text{ m}$, s'impulsa verticalment cap avall, amb una velocitat inicial de $v_0 = 10 \text{ m/s}$, un cos de massa $m = 300 \text{ g}$. Calculeu l'energia mecànica perduda per aquest cos a causa de la fricció amb l'aire si arriba a terra amb una velocitat de 16 m/s .

(14) a) $a=0$



$m=50 \text{ kg}$
 $h=2 \text{ m}$
 $v=8 \text{ m/s}$

b) $W_{ff} = \Delta E_m = E_{mf} - E_{mo}$

$$-620 = \frac{1}{2} m v^2 - 980$$

$$360 = \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot v^2$$

$$v^2 = 14,4 \rightarrow v = \sqrt{14,4} = 3,8 \text{ m/s}$$

(13) $h_0=12 \text{ m}$ $v_0=10 \text{ m/s}$
 $m=300 \text{ g}$
 $v=16 \text{ m/s}$

$W_{ff} = \Delta E_m = E_{mf} - E_{mo}$

$$\Delta E_m = \frac{1}{2} m v^2 - \left(\frac{1}{2} m v_0^2 + m g h_0 \right)$$

$$\Delta E_m = \frac{1}{2} \cdot 16^2 - \left(\frac{1}{2} \cdot 10^2 + 9,8 \cdot 12 \right)$$

$$\Delta E_m = 128 - (50 + 117,6) = -39,6 \text{ J}$$

Ex 14. Un noi sobre un monopatí inicia la pujada a una rampa amb una velocitat de 8 m/s . El noi puja per inèrcia, sense necessitat d'impulsar-se, fins a una altura de 2 m . La massa total del noi i el monopatí és de 50 kg .

- Calculeu l'energia que ha perdut en la pujada a causa de la fricció.
- Si, durant la baixada, perd la mateixa quantitat d'energia que quan puja, determineu la seva velocitat en arribar a la base de la rampa.

5. POTÈNCIA I RENDIMENT

POTÈNCIA

És una magnitud física que relaciona el treball realitzat (o l'energia aportada) amb el temps que s'hi inverteix.

$$\mathcal{P} = \frac{W}{t} \longrightarrow \mathcal{P} = \frac{E}{t}$$

És una magnitud escalar i en el SI es mesura en watts (W)

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

Una altra unitat són els cavalls de vapor (CV) en el món del motor.

$$1 \text{ CV} = 735 \text{ W}$$

RELACIÓ AMB LA VELOCITAT

$$\mathcal{P} = \frac{W}{t} = \frac{\mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{x}}{t} \longrightarrow \mathcal{P} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v} \quad \text{on } \mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$$

5. POTÈNCIA I RENDIMENT

RENDIMENT

El rendiment d'una màquina (η) és la relació entre el treball útil que s'obté i el treball aplicat o treball motor.

- **Treball total:** és el que duu a terme la màquina (**treball útil**) i el treball o energia que es perd (**treball perdut**) a causa del fregament es perd en forma de calor.

$$W_{\text{TOTAL}} = W_{\text{útil}} + W_{\text{perdut}}$$

$$E_{\text{TOTAL}} = E_{\text{útil}} + E_{\text{perduda}}$$

El rendiment de les màquines no és del 100%, s'expressa de la següent forma:

$$\eta = \frac{W_{\text{útil}}}{W_{\text{total}}} \cdot 100 \longrightarrow \eta = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{total}}} \cdot 100$$

De vegades, es troba també expressat en termes de potència ($\mathcal{P}$)

6. EFECTES DE LA CALOR SOBRE ELS COSSOS

CALOR

És l'energia que s'intercanvia quan es posen en contacte dos cossos que estan a temperatures diferents. És una magnitud escalar i en el SI es mesura en **joules (J)** o **calories (cal)**.

$$1 \text{ caloria} = 4,18 \text{ J}$$

Com és energia en trànsit d'un cos a un altre, no té sentit dir que un cos té calor, sinó que diem que **absorbeix** o **perd** calor.

TEMPERATURA

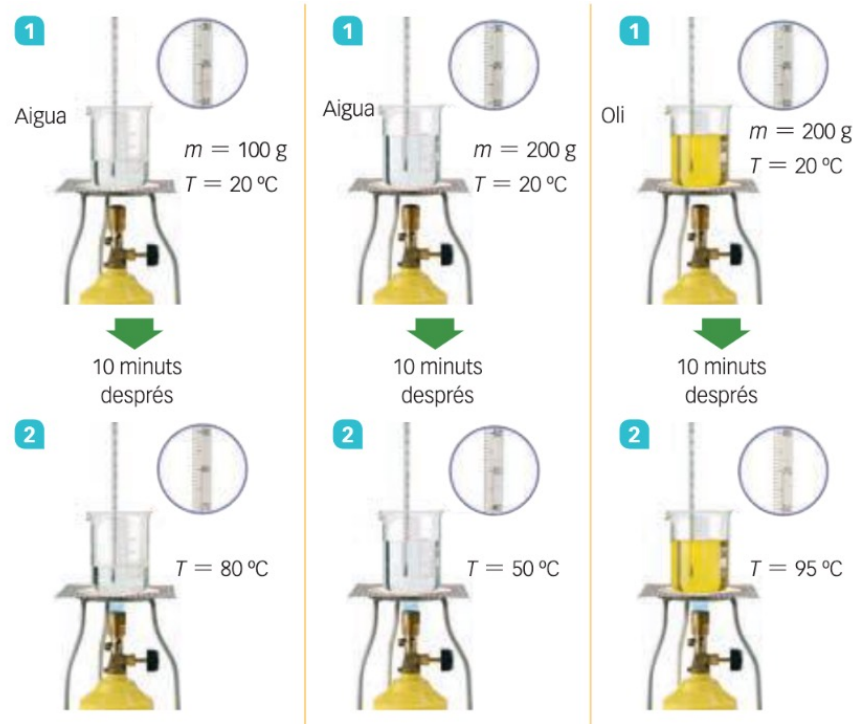
La temperatura d'un cos mesura l'energia cinètica del moviment de les seves partícules. Es pot mesurar i dir la temperatura determinada que té un cos.

Equilibri tèrmic

Si posem dos cossos en contacte a temperatura diferent durant un temps suficient, les seves temperatures arriben a igualar-se, és a dir, s'ha transferit calor (absorbit o perdut) per arribar a l'equilibri.

6. EFECTES DE LA CALOR SOBRE ELS COSSOS

CALOR I CANVI DE TEMPERATURA



Quan un cos absorbeix calor i la seva temperatura canvia, el valor al qual arribi la temperatura depèn de la massa i del tipus de matèria del cos.

6. EFECTES DE LA CALOR SOBRE ELS COSSOS

CALOR I CANVI DE TEMPERATURA

S'anomena **calor específica** (c_e) d'una substància a la quantitat de calor que cal comunicar a un 1 kg de la substància perquè la seva temperatura augmenti 1 °K. En el SI es mesura en J/(kg · K)

$$Q = m \cdot c_e \cdot (T_2 - T_1) = m \cdot c_e \cdot \Delta T$$

Absorbeix calor si $T_2 > T_1$ i $Q > 0$

Cedeix calor si $T_2 < T_1$ i $Q < 0$

Substància	c_e (J kg ⁻¹ K ⁻¹)
Oxigen _(g)	5,19
Hidrogen _(g)	14,30
Aigua _(g) (100 °C)	2,08
Aigua _(l)	4,18
Aigua _(s) (0 °C)	2,11
Etanol _(l)	2,44
Ferro _(s)	0,45

Taula 1. Calor específica d'algunes substàncies a 298,15 K (25 °C).

(g) – estat gasós

(l) – estat líquid

(s) – estat sòlid

És una **propietat característica** de la substància i depèn també de l'estat de la matèria (sòlid, líquid o gas)

6. EFECTES DE LA CALOR SOBRE ELS COSSOS

CALOR I CANVI D'ESTAT

També es produeix un canvi d'estat quan hi ha intercanvi de calor.
Són propietats característiques de les substàncies:

- **Temperatura de fusió:** pas de sòlid a líquid.
- **Temperatura d'ebullició:** pas de líquid a gas.

La temperatura no puja de forma constant, quan es produeix un **canvi d'estat**, la temperatura roman constant fins que es provoca el canvi d'estat , si continuem aplicant calor tornarà a pujar.

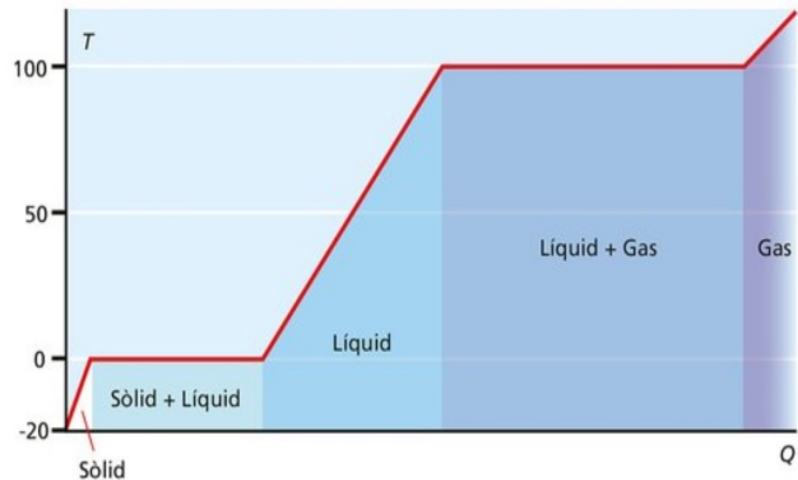


Figura 8. Temperatures de canvi d'estat de l'aigua.

6. EFECTES DE LA CALOR SOBRE ELS COSSOS

CALOR I CANVI D'ESTAT

També es produeix un canvi d'estat quan hi ha intercanvi de calor.
Són propietats característiques de les substàncies:

- **Temperatura de fusió:** pas de sòlid a líquid.
- **Temperatura d'ebullició:** pas de líquid a gas.

Calor latent d'un canvi d'estat (L),
mesurat en J/kg.
 $Q = m \cdot L$

Substància	L_f (kJ/kg)	$T_{\text{fusió}}$ (°C)
Aigua	334,4	0
Benzè	127,0	5
Alumini	321,0	657
Coure	175,6	1.083

Calors latents de fusió
i temperatures de fusió
de diverses substàncies.

L_f

Substància	L_v (kJ/kg)	$T_{\text{ebull.}}$ (°C)
Aigua	2.248,8	100
Benzè	396	80
Mercuri	248,2	357
Amoníac	1.369	−33,0

Calors latents de vaporització
i temperatures d'ebullició
de diverses substàncies.

L_v

6. EFECTES DE LA CALOR SOBRE ELS COSSOS

CALOR I CANVI DE MIDA

La teoria cinètica explica perquè els cossos es dilaten (fan més grans) quan s'escalfen ja que augmenta la vibració de les partícules de la matèria, es separen i augmenta la mida del cos.

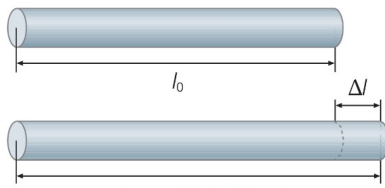
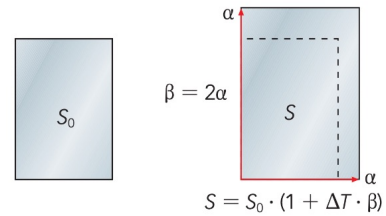
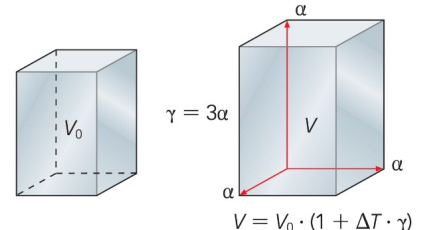
DILATACIÓ DE SÒLIDS

Factors:

- Mida inicial
- ΔT
- Tipus matèria

Substància	α ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Acer	$1,05 \cdot 10^{-5}$
Ferro	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Alumini	$2,4 \cdot 10^{-5}$
Coure	$1,6 \cdot 10^{-5}$
Vidre	$8 \cdot 10^{-6}$

Alguns coeficients de dilatació lineal.

Dilatació lineal	Dilatació superficial	Dilatació cúbica
S'estudia en cossos en els quals la dimensió principal és la longitud, amb forma de vareta. Si la longitud inicial és l_0, l'augment serà: $\Delta l = l_0 \cdot \Delta T \cdot \alpha$ α: coeficient de dilatació lineal. Representa l'augment de la unitat de longitud d'un cos quan la seva temperatura augmenta 1 K. La longitud final serà: $l = l_0 + \Delta l$.  $l = l_0 \cdot (1 + \Delta T \cdot \alpha)$	S'estudia en cossos amb forma de làmina. Si S_0 és la superfície inicial, l'augment de superfície serà: $\Delta S = S_0 \cdot \Delta T \cdot \beta; \quad \beta = 2\alpha$ β: coeficient de dilatació superficial. Representa l'augment d'una unitat de superfície del cos quan la seva temperatura augmenta 1 K. La superfície final serà: $S = S_0 + \Delta S$.  $S = S_0 \cdot (1 + \Delta T \cdot \beta)$	S'estudia en cossos en què les tres dimensions són significatives. La variació de volum inicial, V_0, serà: $\Delta V = V_0 \cdot \Delta T \cdot \gamma; \quad \gamma = 3\alpha$ γ: coeficient de dilatació cúbica. Representa l'augment de la unitat de volum del cos quan la seva temperatura augmenta 1 K. Volum final: $V = V_0 + \Delta V$.  $V = V_0 \cdot (1 + \Delta T \cdot \gamma)$

6. EFECTES DE LA CALOR SOBRE ELS COSSOS

CALOR I CANVI DE MIDA

DILATACIÓ DE LÍQUIDS

Molècules més lliures

Volum que ocupa cadascuna augmenta
més fàcilment amb la temperatura

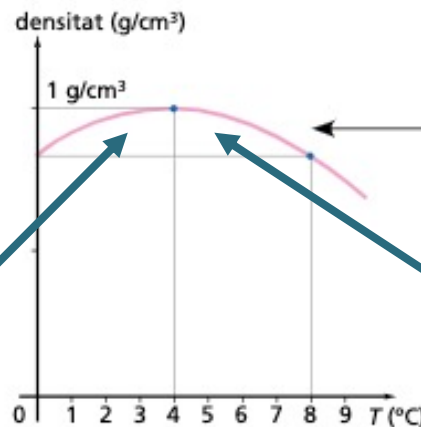
Valors de dilatació més grans que els **sòlids**

Dilatació anòmala de l'aigua

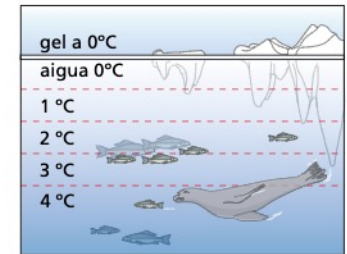
L'aigua líquida assoleix la màxima densitat a 4 °C. A aquesta temperatura, 1 cm³ d'aigua destil·lada té la massa d'1 g.

Entre 0 °C i 4 °C, l'aigua disminueix de volum –es contrau– i augmenta, per tant, la seva densitat.

Dilatació anòmala



A partir de 4 °C, segueix la regla general: en augmentar la temperatura, també augmenta el volum i, per tant, disminueix la densitat.



Com que l'aigua assoleix la màxima densitat a 4 °C, el fons del mar i dels llacs té aproximadament aquesta temperatura, fet que permet la vida aquàtica, fins i tot en climes molt rigorosos.

Ex. 1 L d'alcohol augmenta 100 vegades més de volum que 1 L de ferro!

6. EFECTES DE LA CALOR SOBRE ELS COSSOS

CALOR I CANVI DE MIDA

DILATACIÓ DE GASOS

Molècules més
lliures de totes



Volum que ocupa cadascuna augmenta més
fàcilment amb la temperatura i la pressió

Valors de dilatació més grans que els **sòlids i líquids**

↑ Temperatura → ↑ Volum → ↓ Densitat

- Si es troba en un recipient que pot canviar de volum (èmbol)
- Si el recipient té parets fixes, **augmenta la pressió** i el **volum és manté constant**.



Globus aerostàtic.