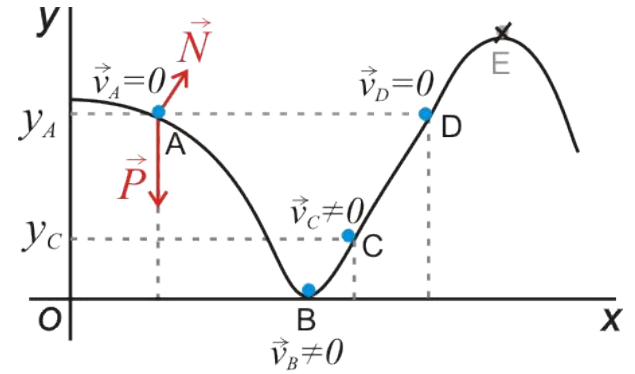


FÍSICA

1R BATXILLERAT



UNITAT 6. CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA

ÍNDEX

- 1. Principi de conservació de l'energia**
- 2. Conservació de l'energia mecànica: forces conservatives**
 - Força gravitatòria
 - Força elàstica
- 3. Variació de l'energia mecànica: forces no conservatives**
- 4. Xocs: elàstic i inelàstic**
- 5. Xocs en el pla**
- 6. Sistemes termodinàmics**

1. PRINCIPI DE CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA

LLEI

Cal tenir present:

L'energia ni es crea ni es destrueix, sinó que es transforma

És una llei regida per tots els processos naturals i l'energia pot transferir-se i transformar-se d'una forma a una altra.

Cal diferenciar aquesta llei segons:

Forces conservatives

Pes

Força elàstica

Força elèctrica

Forces no conservatives

Fregament

Força muscular

2. CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

FORCES CONSERVATIVES

Tenim:

$$W = \Delta E_c$$

$$W = - \Delta E_p$$

$$\Delta E_c = - \Delta E_p$$

$$\Delta E_c + \Delta E_p = 0$$

$$E_{c_f} - E_{c_i} + E_{p_f} - E_{p_i} = 0$$

$$E_{c_f} + E_{p_f} = E_{c_i} + E_{p_i}$$

$$E_{m_f} = E_{m_i}$$

$$\Delta E_m = 0$$

Només quan actuen forces conservatives!

Quan sobre un cos o sistema NO actuen forces externes no conservatives, l'energia mecànica total del cos es manté constant!

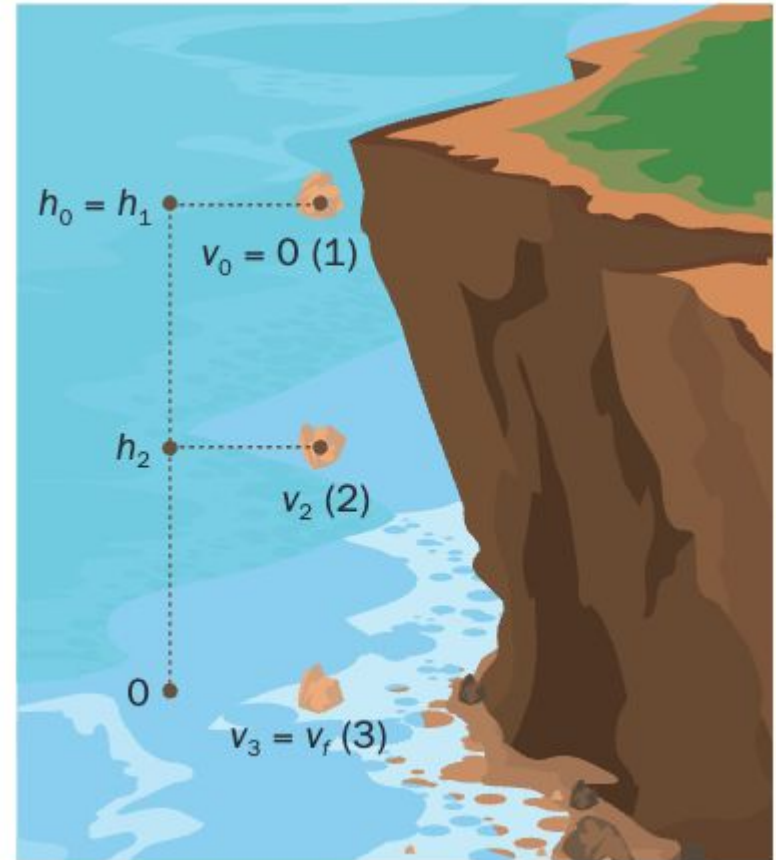
2. CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

FORÇA GRAVITATÒRIA

$$Em_1 = Ep_0 = mgh_0$$

$$Em_2 = Ec + Ep = 1/2mv_2^2 + mgh_2$$

$$Em_3 = Ec = 1/2mv_f^2$$



S'ha de complir el principi de conservació d'energia $\rightarrow Em_1 = Em_2 = Em_3$

2. CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

FORÇA GRAVITATÒRIA

$$Em_0 = Ep_0 = mgh_0$$

$$Em_f = Ec_f = \frac{1}{2}mv_f^2$$

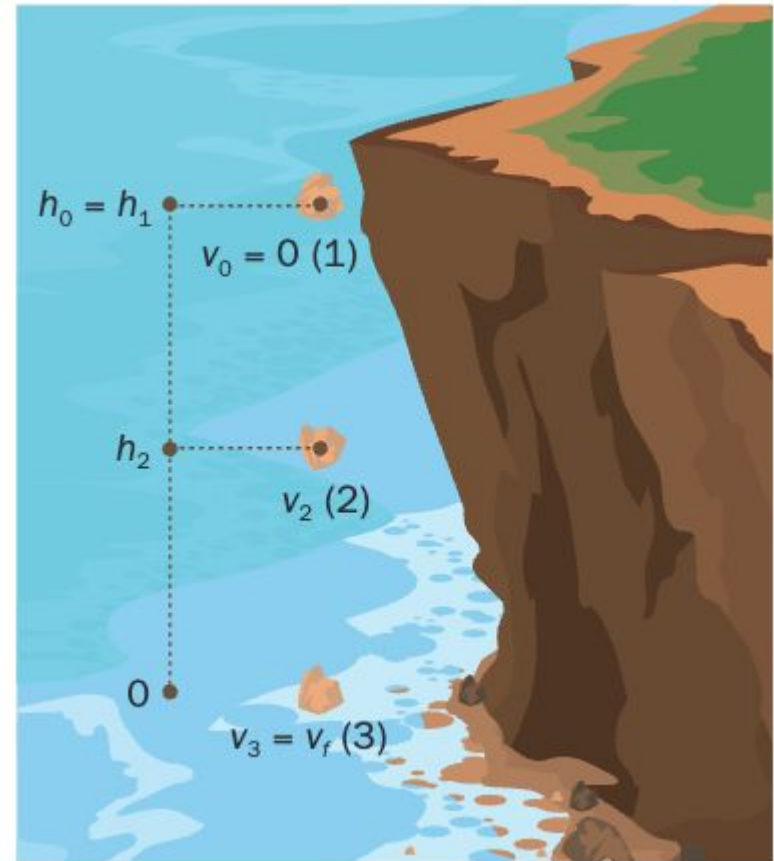
$$Em_f = Em_0$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 = mgh_0$$

$$\frac{1}{2}v_f^2 = gh_0$$

$$v_f = \sqrt{2gh_0}$$

$$h_0 = v_f^2 / 2g$$



S'ha de complir el principi de conservació d'energia $\rightarrow Em_1 = Em_2 = Em_3$

2. CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

FORÇA GRAVITATÒRIA

Exemple 1. Un paleta està situat en una grua a 12 m d'altura per damunt de terra, col·locant totxos per fer una paret. Se li trenca un tros de totxo d'1 kg de massa, considerant nul el fregament de l'aire.

- a. La velocitat amb què el tros arriba a terra.
- b. La velocitat que porta quan està a 6 m d'altura.
- c. A quina altura és el totxo quan va a 5 m/s.
- d. L'energia mecànica a qualsevol posició.

2. CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

FORÇA GRAVITATÒRIA

Exemple 2. Es llança un cos de 5 kg de massa per un pla inclinat, arriba fins a una altura de 15 m i torna a baixar.

- a. La velocitat amb què l'hem llançat.
- b. La velocitat amb què arriba a terra.
- c. L'energia mecànica.

2. CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

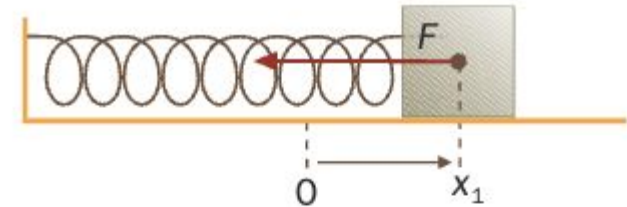
FORÇA ELÀSTICA

$$Em_1 = Ep_{el0} = \frac{1}{2}kx_1^2$$

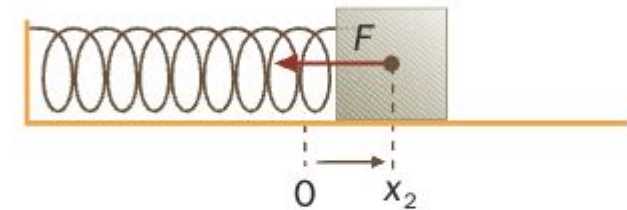
$$Em_2 = Ec + Ep_{el} = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}kx_2^2$$

$$Em_3 = Ec = \frac{1}{2}mv_3^2$$

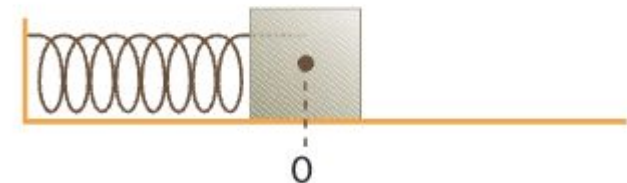
S'ha de complir el principi de conservació d'energia $\rightarrow Em_1 = Em_2 = Em_3$



$$(1) \quad E_p = \frac{1}{2} k x_1^2; E_c = 0$$



$$(2) \quad E_p = \frac{1}{2} k x_2^2; E_c = \frac{1}{2} m v_2^2$$



$$(3) \quad E_p = 0; E_c = \frac{1}{2} m v_3^2$$

2. CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

FORÇA ELÀSTICA

$$Em_0 = Ep_0 = \frac{1}{2}kx_0^2$$

$$Em_f = Ec = \frac{1}{2}mv_f^2$$

$$Em_f = Em_0$$

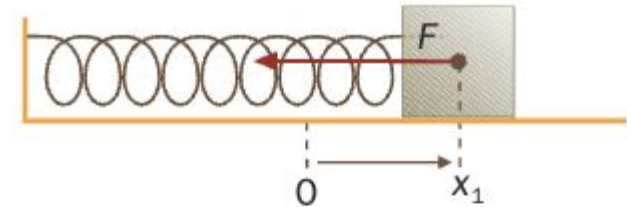
$$\frac{1}{2}mv_f^2 = \frac{1}{2}kx_0^2$$

$$mv_f^2 = kx_0^2$$

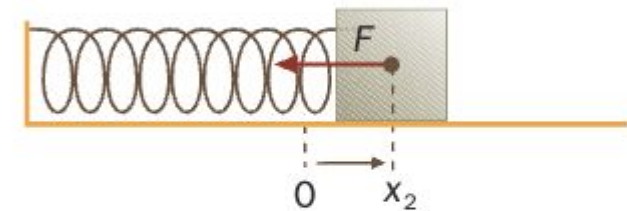
$$v_f = x_0 \cdot \sqrt{k/m}$$

$$x_0 = v_f \cdot \sqrt{m/k}$$

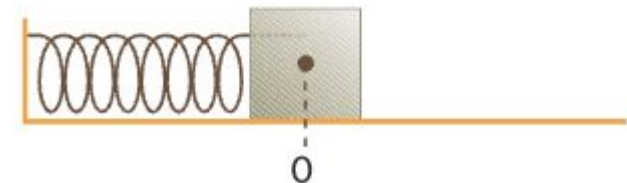
S'ha de complir el principi de conservació d'energia $\rightarrow Em_1 = Em_2 = Em_3$



$$(1) \quad E_p = \frac{1}{2} k x_1^2; E_c = 0$$



$$(2) \quad E_p = \frac{1}{2} k x_2^2; E_c = \frac{1}{2} m v_2^2$$



$$(3) \quad E_p = 0; E_c = \frac{1}{2} m v_3^2$$

2. CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

FORÇA ELÀSTICA

Exemple 3. Un cos de 250 g de massa està sotmès a una molla de constant recuperadora de 1000 N/m, sobre un pla horitzontal i sense fregament. Si separem el conjunt 20 cm de la seva situació d'equilibri i deixem anar el sistema.

- a. La velocitat del cos en el moment de passar per la situació d'equilibri.
- b. La velocitat del cos quan es troba a 10 cm de la situació d'equilibri.
- c. L'energia mecànica a qualsevol posició.

2. CONSERVACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

FORÇA ELÀSTICA

Exemple 4. Un cos de 200 g de massa es troba en repòs a la part de dalt d'un pla inclinat de 2 m de longitud que forma un angle de 30° amb l'horitzontal. El cos llisca per aquest pla fins que xoca amb una molla de constant elàstica 200 N/m que està situada a la part de baix del pla inclinat, damunt una superfície horitzontal. Si no hi ha fregament entre el cos i el pla inclinat. Calculeu:

- a. L'energia mecànica del cos.
- b. La velocitat del cos en el moment de xocar amb la molla.
- c. La compressió màxima de la molla.
- d. Quan la molla torna a recuperar la seva longitud inicial, el bloc recupera també la seva posició inicial?

3. VARIACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

FORCES NO CONSERVATIVES

Tenim:

$$W = \Delta E_c$$

$$W_{fc} = - \Delta E_p$$

$$W = W_{fc} + W_{fnc} = - \Delta E_p + W_{fnc}$$

$$\Delta E_c = - \Delta E_p + W_{fnc}$$

$$W_{fnc} = \Delta E_c + \Delta E_p = \Delta (E_c + E_p) = \Delta E_m$$

$$W_{fnc} = \Delta E_m$$

Quan intervenen forces no conservatives

Quan sobre un cos o sistema SÍ que actuen forces externes no conservatives, l'energia mecànica pot disminuir o pot augmentar!

3. VARIACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

FORCES NO CONSERVATIVES – FORÇA DE FREGAMENT ($\uparrow$ o $\downarrow$ d'E)

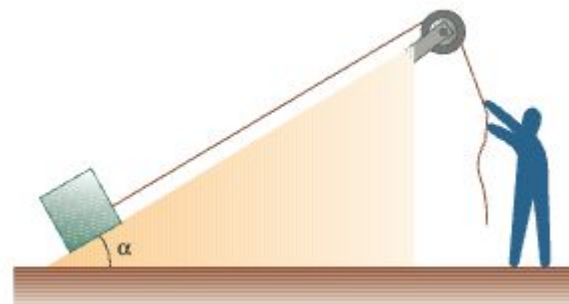
Un bloc de massa de 4 kg avança a 2 m/s sobre una taula horitzontal, i a 1 m del seu recorregut troba una molla de constant elàstica 3 N/m. Si entre el cos i la superfície actua una força de fregament de coeficient 0,15, calculeu:

- a. La compressió màxima de la molla.
- b. El treball realitzat per la força de fregament.
- c. La quantitat de calor que s'ha produït.

3. VARIACIÓ DE L'ENERGIA MECÀNICA

FORCES NO CONSERVATIVES – FORÇA EXTERNES ($\uparrow$ o $\downarrow$ d'Energia)

Es vol fer pujar un cos de 5 kg de massa situat a la part de baix d'un pla inclinat de 5 m de longitud que forma un angle de 30° amb l'horitzontal. Calculeu quina força constant s'ha d'aplicar sobre el cos, perquè arribi a la part de dalt del pla a una velocitat de 5 m/s, si entre el cos i la superfície inclinada no actua el fregament.



4. XOCES: ELÀSTIC I INELÀSTIC

CARACTERÍSTIQUES

La quantitat de moviment que té el sistema abans, durant i després del xoc es manté constant.

$$\vec{\Sigma F}_i = 0 \leftrightarrow \vec{p} = \text{constant (MRU)}$$

Forces externes negligibles enfront de les d'interacció

$$\Delta E_m = 0$$

Intercanvi d'energia entre les partícules

Modifica el moviment → Variació de l'energia cinètica

4. XOCS: ELÀSTIC I INELÀSTIC

CARACTERÍSTIQUES

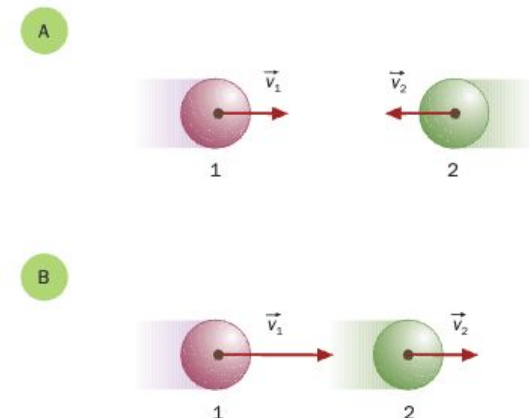
Tipus de xoc	Situació dels cossos després del xoc	Quantitat de moviment	Energia cinètica
Elàstic	Lliures	Es conserva	Es conserva
Inelàstic	Lliures	Es conserva	No es conserva
Perfectament inelàstic	Units	Es conserva	No es conserva

pràcticament elàstics:
boles de vidre i marfil

autèntics: partícules
subatòmiques

La majoria de cossos:

- es deformen
- s'escalfen



Considerem **xocs frontals** (A o B)

4. XOCS: ELÀSTIC I INELÀSTIC

XOC ELÀSTIC

Partícules que actuen sobre la mateixa direcció, per tant, prescindim del vector ($\rightarrow$)

$\vec{p}$ es conserva

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad m_1 (v_1 - v_1') = m_2 (v_2' - v_2)$$

E_c es conserva

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2$$

E_p no varia

$$m_1 (v_1^2 - v_1'^2) = m_2 (v_2'^2 - v_2^2)$$

$$m_1 (v_1 - v_1')(v_1 + v_1') = m_2 (v_2' - v_2)(v_2' + v_2)$$

$$m_1 (v_1 - v_1')(v_1 + v_1') = m_2 (v_2' - v_2)(v_2' + v_2)$$

$$m_1 (v_1 - v_1') = m_2 (v_2' - v_2)$$

$$v_1 + v_1' = v_2' + v_2$$

Velocitat relativa abans i després del xoc canviada de signe

$$v_1 - v_2 = -(v_1' - v_2')$$

4. XOCES: ELÀSTIC I INELÀSTIC

XOC ELÀSTIC

Dos blocs de masses $m_1 = 2 \text{ kg}$ i $m_2 = 1 \text{ kg}$ es mouen per una superfície horitzontal sense fregament i xoquen frontalment segons un xoc perfectament elàstic. Calculeu les seves velocitats després del xoc, si abans de xocar es mouen:

- a. En el mateix sentit a 4 m/s i 2 m/s , respectivament.
- b. En el sentit contrari a 3 m/s i 2 m/s , respectivament.
- c. El cos de massa m_1 es mou a 6 m/s i l'altre, està en repòs.

4. XOCS: ELÀSTIC I INELÀSTIC

XOC PERFECTAMENT INELÀSTIC

Partícules que NO actuen sobre la mateixa direcció, per tant, NO prescindim del vector ($\rightarrow$)

$\vec{p}$ es conserva

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}'$$

$$\vec{v}' = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{m_1 + m_2}$$

E_c no es conserva

Abans

Després

$$\frac{1}{2} m_1 \vec{v}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \vec{v}_2^2 \rightarrow \frac{1}{2} (m_1 + m_2) \vec{v}'^2$$

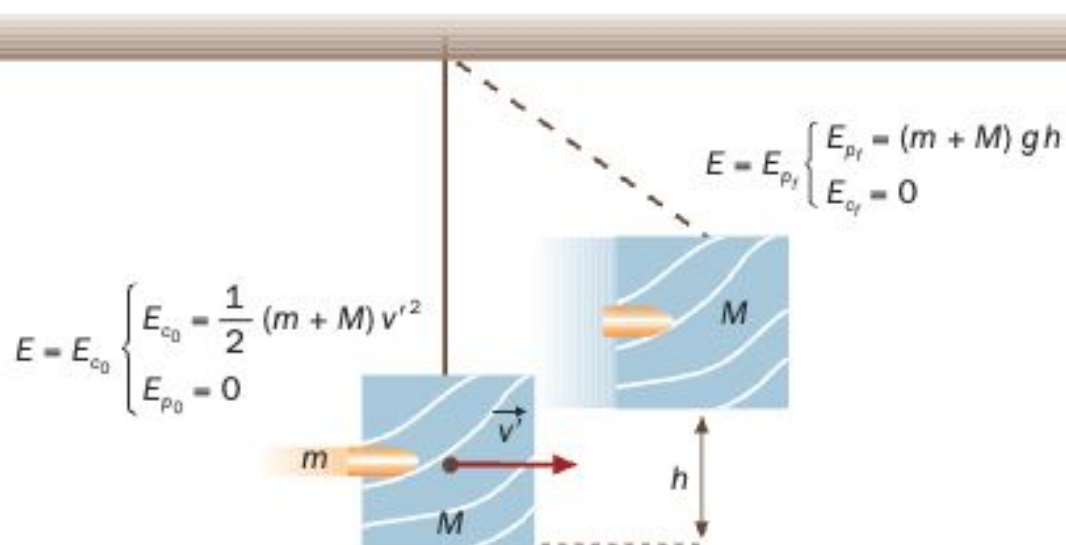
$$\Delta E_c = \Delta E_{c_f} - \Delta E_{c_0} = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) \vec{v}'^2 - \frac{1}{2} m_1 \vec{v}_1^2 - \frac{1}{2} m_2 \vec{v}_2^2$$

Variació d'energia cinètica equival a la calor generada i a l'energia potencial necessària per fer un forat o deformar un cos.

4. XOCS: ELÀSTIC I INELÀSTIC

XOC PERFECTAMENT INELÀSTIC – PÈNDOL BALÍSTIC

Xoc perfectament inelàstic i del principi de conservació de l'energia mecànica per determinar la velocitat dels projectils.



Desenvolupar els càlculs

4. XOCS: ELÀSTIC I INELÀSTIC

COEFICIENT DE RESTITUCIÓ

Determinació del tipus de xoc amb el quocient de les velocitats relatives.

$$k = - (v_1' - v_2') / (v_1 - v_2)$$

Tipus de xoc	Coefficient de restitució
Elàstic	$k = 1$
Perfectament inelàstic	$k = 0$
Parcialment inelàstic	$0 < k < 1$

4. XOCs: ELÀSTIC I INELÀSTIC

XOC P. INELÀSTIC

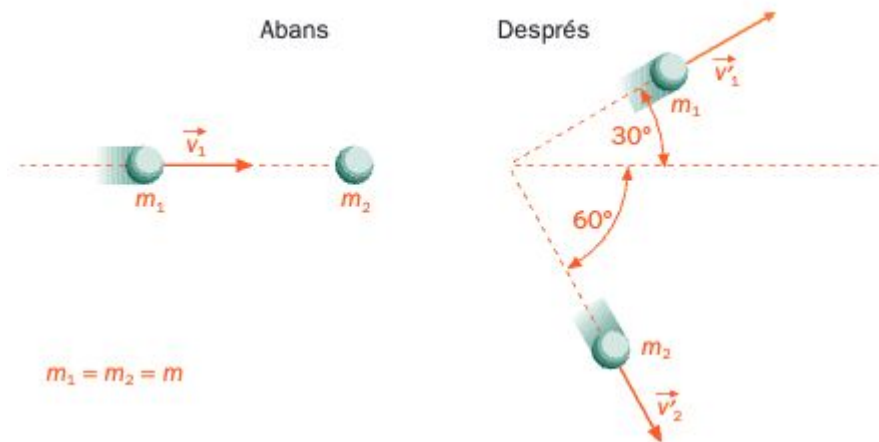
Damunt d'una superfície horitzontal hi ha un bloc de suro de 0,5 kg de massa que es mou a una velocitat d'1 m/s. Una noia que fa punteria tira un dard de 50 g de massa en la mateixa direcció i sentit. El dard s'hi queda incrusta, fet que fa augmentar la velocitat inicial del bloc en un 2%. Calculeu:

- a. La velocitat amb què s'ha llançat el dard.
- b. La pèrdua d'energia cinètica en el xoc.

5. XOCS EN EL PLA

DIRECCIÓ I SENTIT

Una molècula d'un gas es mou a una velocitat de 300 m/s i xoca amb una altra molècula d'igual massa que està en repòs. Després del xoc, les molècules es mouen seguint uns angles de 30° i 300° respecte de la direcció que portava inicialment la primera molècula. Trobeu les velocitats de cada molècula després del xoc i comproveu si es tracta d'un xoc elàstic.



6. SISTEMES TERMODINÀMICS

TERMODINÀMICA

És la part de la Física que estudia la transferència de calor entre cossos (o sistemes), està fonamentada en quatre principis (només treballarem el zero i el primer).

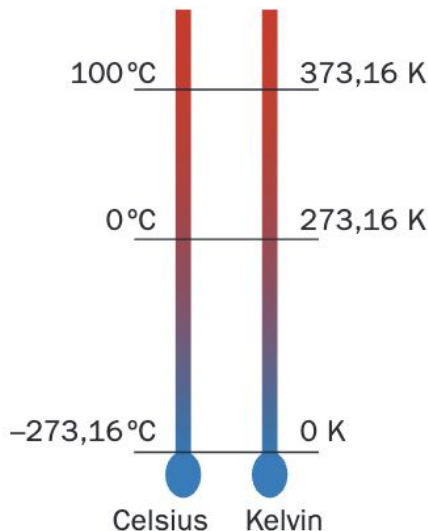
Sistemes	Característiques
Aïllat	No hi ha intercanvi de matèria ni energia amb l'entorn. Ex. tancament hermètic o vas calorimètric.
Obert	Hi ha intercanvi d'energia i matèria amb l'entorn. Ex. crema un bosc o erupció d'un guèiser.
Tancat	Hi ha intercanvi d'ENERGIA, però NO de MATÈRIA amb l'entorn. Ex. cossos en contacte que estan a temperatures diferents.
Adiabàtic	NO hi ha intercanvi en forma de CALOR ni de MATÈRIA amb l'entorn, però SÍ d'energia en forma de TREBALL. Ex. compressió d'un èmbol del combustible del cotxe i expansió d'aquest que no hi ha temps a transferir calor.

6. SISTEMES TERMODINÀMICS

TEMPERATURA I CALOR: PRINCIPI ZERO DE LA TERMODINÀMICA

TEMPERATURA

Mesura de l'agitació tèrmica de les partícules (Ec mitjana partícules atòmiques) → Kelvin (K) en el SI.



CALOR

Energia que es transmet d'un sistema a un altre quan hi ha una **diferència** de temperatura.

Energia transferida procedeix de l'**energia interna (U)** dels cossos → Suma E_c i E_p dels cossos

PRINCIPI ZERO DE LA TERMODINÀMICA

Equilibri tèrmic entre els sistemes que estan en contacte, la **calor Q** depèn de la variació de **temperatura ΔT**

6. SISTEMES TERMODINÀMICS

TEMPERATURA I CALOR: PRINCIPI ZERO DE LA TERMODINÀMICA

PRINCIPI ZERO DE LA TERMODINÀMICA

Equilibri tèrmic entre els sistemes que estan en contacte, la **calor Q** depèn de la variació de **temperatura ΔT**

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

calor específica (quantitat de calor per unitat de massa per augmentar un grau Kelvin una substància)



Substància	Calor específica (J · kg ⁻¹ · K ⁻¹)
Aigua líquida	4 180
Etanol	2 424
Alumini	899
Ferro	443
Coure	385
Mercuri	140
Plom	130

Taula 6.4. Calor específica d'algunes substàncies pures.

6. SISTEMES TERMODINÀMICS

SISTEMES GASOSOS. LLEI DELS GASOS IDEALS

A baixes pressions, les molècules no interaccionen entre si i tenen un comportament ideal, no hi ha energia potencial i només tenen energia cinètica.

$$PV = nRT$$

$R = 8,314 \text{ J / (mol} \cdot \text{K)}$ i n és la quantitat de substància (mol), cal recordar que **1 mol** conté **$6,022 \cdot 10^{23}$ molècules o àtoms**, el nombre d'Avogadro (N_A).

Procés	Fórmula
Isotèrmic	$pV = \text{ctt}$
Isobàric	$V/T = \text{ctt}$
Isocor	$P/T = \text{ctt}$

Llei general

$$PV/T = nR$$

n i R són constants, no canvien!

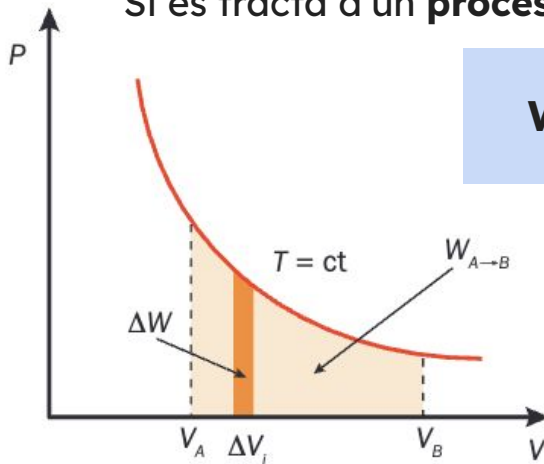
6. SISTEMES TERMODINÀMICS

TREBALL REALITZAT SOBRE UN GAS. DIAGRAMA p - V

Hi ha màquines que utilitzen un èmbol amb gas, com els motors de combustió. Hi ha variació de volum, pressió i temperatura $\rightarrow$ gas ideal ($pV = nRT$)

$$W = F \cdot \Delta x \rightarrow W = P \cdot S \cdot \Delta x \rightarrow W = P \cdot \Delta V$$

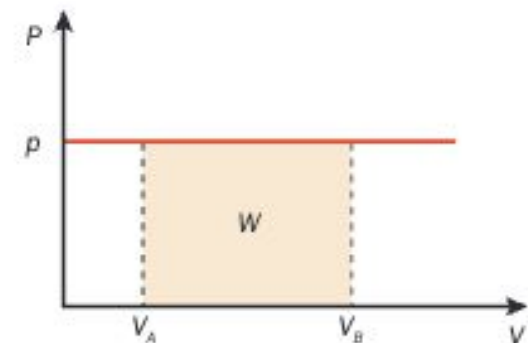
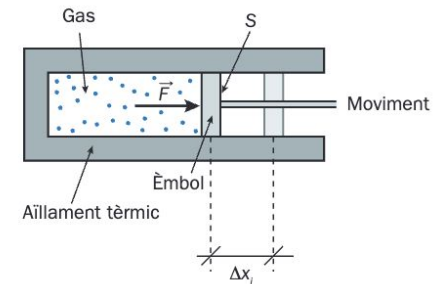
Si es tracta d'un **procés isotèrmic!**



$$W_{A \rightarrow B} = nRT \ln (V_B/V_A)$$

Si es tracta d'un **procés isobàric!**

$$W_{A \rightarrow B} = p (V_B - V_A)$$



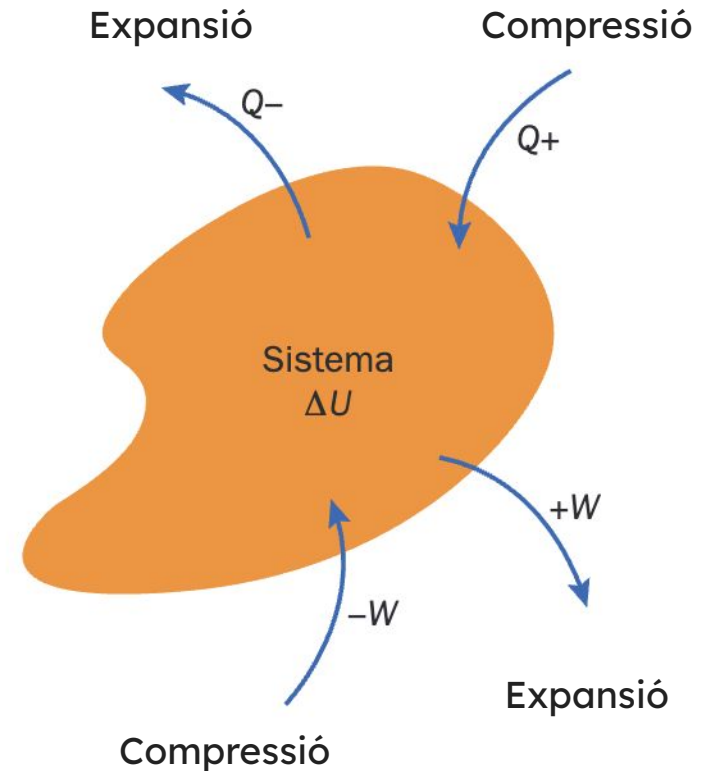
6. SISTEMES TERMODINÀMICS

PRIMER PRINCIPI DE LA TERMODINÀMICA

A partir del principi de la conservació d'energia, relaciona la calor i el treball amb l'energia interna d'un sistema i el seu entorn.

$$\Delta U = Q - W$$

Ex. Un gas ideal que ocupa un volum



6. SISTEMES TERMODINÀMICS

PRIMER PRINCIPI DE LA TERMODINÀMICA

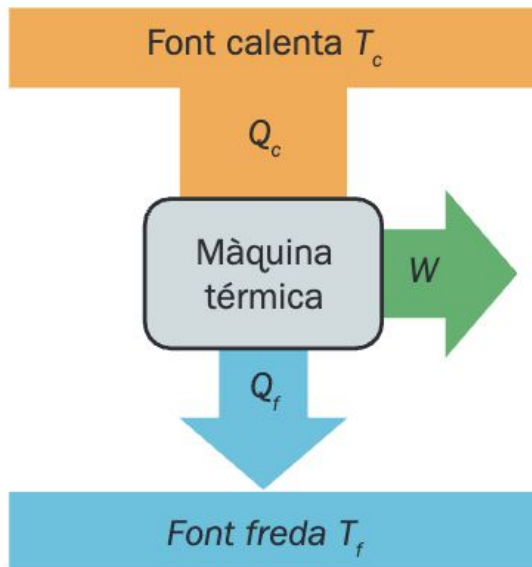
Ex. Un gas ideal que ocupa un volum de 8 L a una pressió de $4 \cdot 10^5$ Pa i a una temperatura de 27 °C, és sotmès a un procés isotèrmic reduint el seu volum fins a 5 L.

- a.** La pressió final del gas i la variació d'energia interna.
- b.** El treball realitzat i la calor transferida.

6. SISTEMES TERMODINÀMICS

MÀQUINES TÈRMiques

Es consideren dispositius que funcionen **cíclicament** amb la finalitat d'obtenir el màxim de treball a partir d'una certa quantitat d'energia tèrmica. Ex. motors de combustió i refrigeradors.



Objectiu del màxim W i mínima pèrdua de calor cap a la font freda

Motor de combustió

$$\eta = W / Q_c = (Q_c - Q_f) / Q_c$$

Refrigerador

$$\eta = Q_f / W = Q_f / (Q_c - Q_f)$$