

Física.

Tema 12.

Energia, treball, i la primera llei de la termodinàmica

El concepte de treball en termodinàmica.

Energia interna i la primera llei de la termodinàmica.

Aplicacions al model de gas ideal.

Energia de l'alimentació i metabolisme

Energia i canvi climàtic



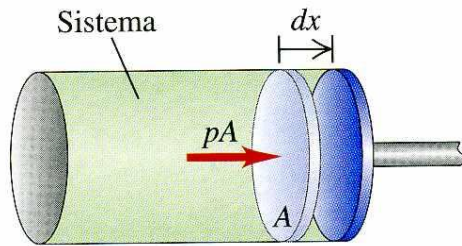
Treball

Energia interna

Primera llei de la termodinàmica

Treball realitzat durant els canvis de volum.

Quan un sistema canvia el seu volum, efectua treball.



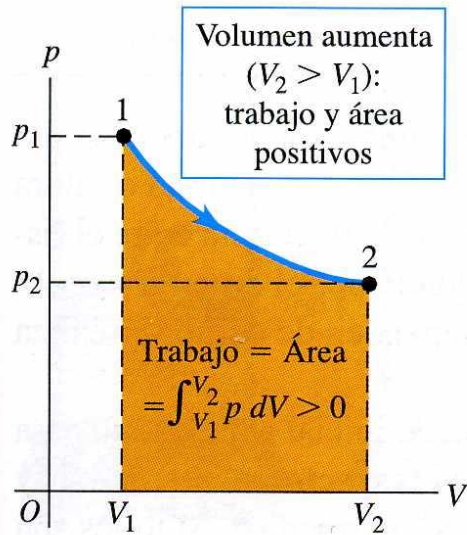
$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

19.5 El trabajo infinitesimal realizado por el sistema durante la pequeña expansión dx es $dW = pA dx$.

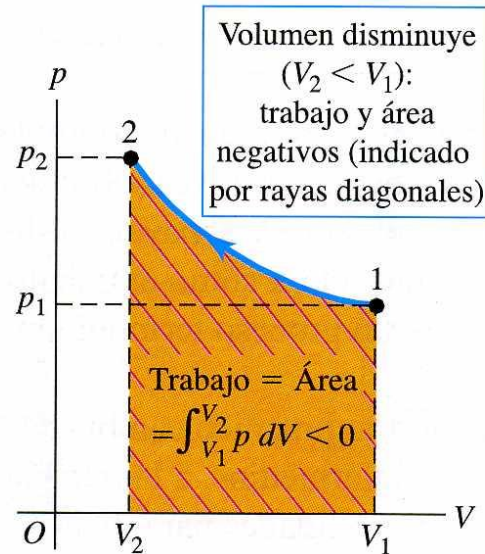
En un procés quasiestàtic, el sistema canvia en una successió d'estats d'equilibri.

Treball realitzat durant els canvis de volum.

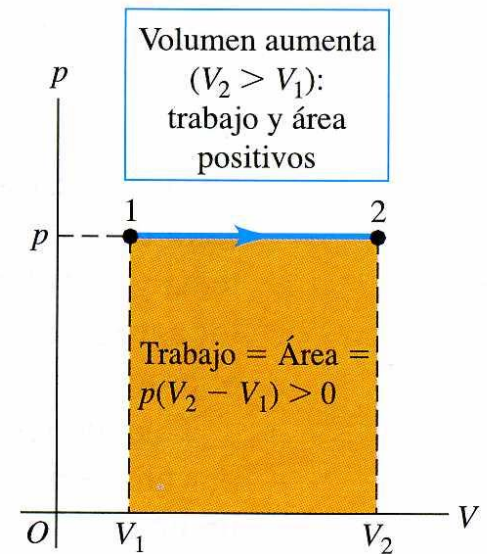
El treball realitzat és igual a l'àrea baix la corba pV .



(a)



(b)



(c)

Treball realitzat durant els canvis de volum.

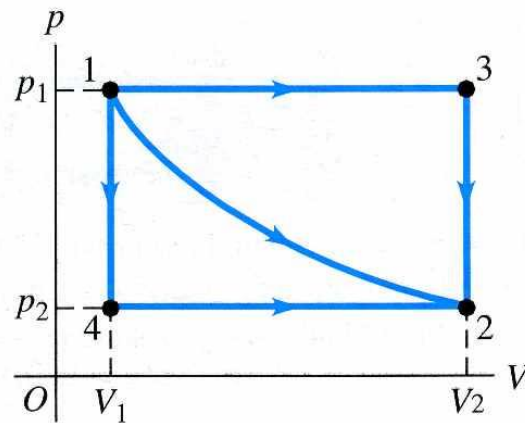
Problema

Un gas ideal s'expandeix isotèrmicament a una temperatura T , des d'un volum V_1 , fins V_2 . Quant de treball fa el gas?

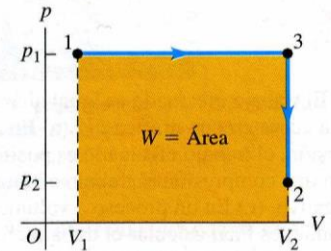
Energia interna i la primera llei de la termodinàmica.

Trajectòries entre estats termodinàmics

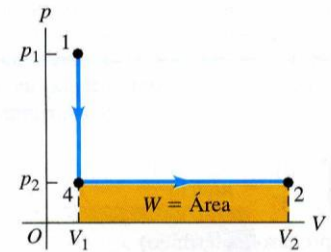
El treball realitzat per un sistema termodinàmic depen no sols de l'estat inicial i final, sino dels estats intermitjos, és a dir de la trajectòria.



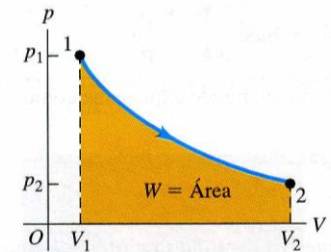
(a)



(b)



(c)



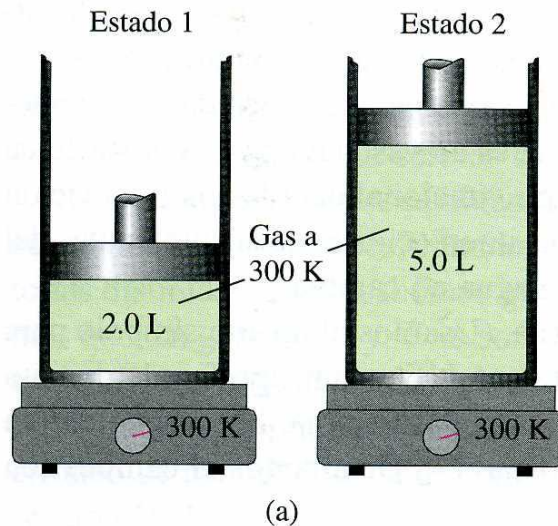
(d)

19.8 (a) Tres trayectorias distintas entre el estado 1 y el estado 2. (b) – (d) El trabajo efectuado por el sistema durante una transición entre dos estados depende de la trayectoria recorrida.

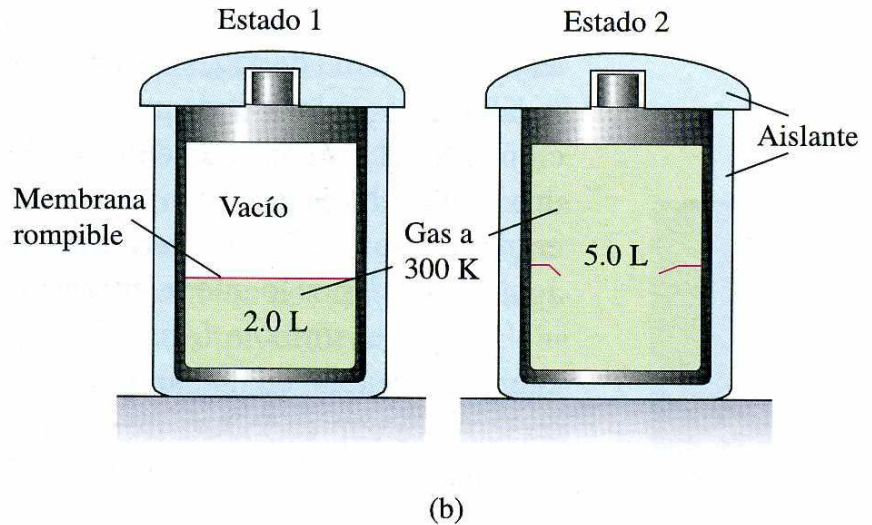
Energia interna i la primera llei de la termodinàmica.

El calor afegit a un sistema termodinàmic també depen de la trajectòria

En aquests dos processos, els estats inicial i final són iguals



El gas s'expandeix mentre es calfa: hi ha Q i W



El gas s'expandeix lliurement: no hi ha Q ni W

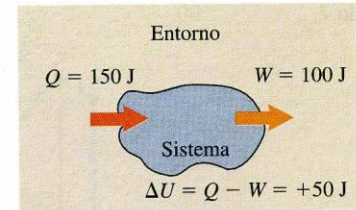
Energia interna i la primera llei de la termodinàmica.

Primera llei de la termodinàmica

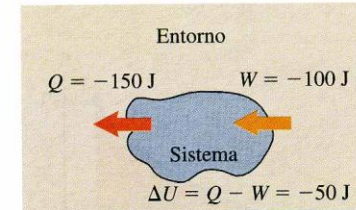
La suma del treball realitzat sobre el sistema, més el calor net subministrat, és igual a la variació d'energia interna.

$$U_2 - U_1 = \Delta U = Q - W$$

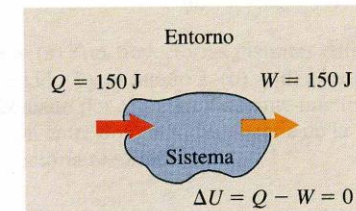
El canvi d'energia interna, ΔU , depen solament dels estats inicial i final, no de la trajectòria.
L'energia interna és una funció d'estat.



(a) Se agrega al sistema más calor que el trabajo efectuado por éste: la energía interna del sistema aumenta



(b) Sale del sistema más calor que el trabajo efectuado: la energía interna del sistema disminuye



(c) El calor agregado al sistema es igual al trabajo que éste realiza: la energía interna del sistema no cambia.

19.10 En un proceso termodinámico, la energía interna U de un sistema puede: (a) aumentar ($\Delta U > 0$), (b) disminuir ($\Delta U < 0$) o (c) no cambiar ($\Delta U = 0$).

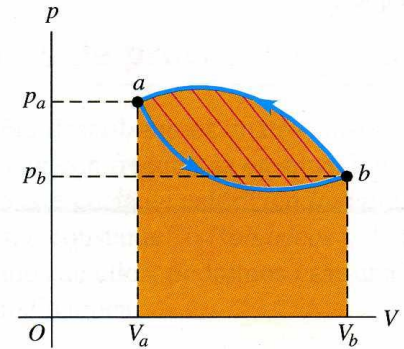
Energia interna i la primera llei de la termodinàmica.

Després de menjar-se un pastís de 900 calories, un estudiant vol rebaixar tota eixa energia pujant escales. Fins a quina altura ha de pujar si la seua massa és de 60 kg?

Energia interna i la primera llei de la termodinàmica.

La figura mostra un diagrama p-V d'un procés cíclic en el qual els estats inicial i final són el mateix. Aquest cicle comença al punt a i va fins al b en la direcció contrària a les agulles del rellotge i després torna fins a a fent un treball total de -500 J .

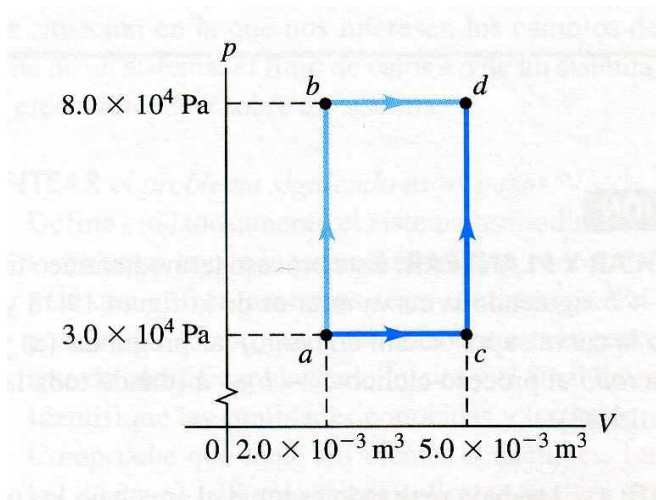
- Perquè el treball és negatiu?
- Trobeu el canvi en la en la energia enterna i el calor afegit durant aquest procés.



Energia interna i la primera llei de la termodinàmica.

En el diagrama p-V de la figura es representen una sèrie de processos termodinàmics. En el procés *ab*, s'afegeixen 150 J de calor al sistema i en el procés *bd*, 600 J. Trobeu:

- El canvi en l'energia interna en el procés *ab*.
- El canvi en l'energia interna en el procés *abd*.
- La calor total afegida en el procés *acd*.



PASO	Q	W	$\Delta U = Q - W$	PASO	Q	W	$\Delta U = Q - W$
<i>ab</i>	150 J	0 J	150 J	<i>ac</i>	?	90 J	?
<i>bd</i>	600 J	240 J	360 J	<i>cd</i>	?	0 J	?
<i>abd</i>	750 J	240 J	510 J	<i>acd</i>	600 J	90 J	510 J



Processos termodinàmics

El cas del gas ideal

Energia interna d'un gas ideal.

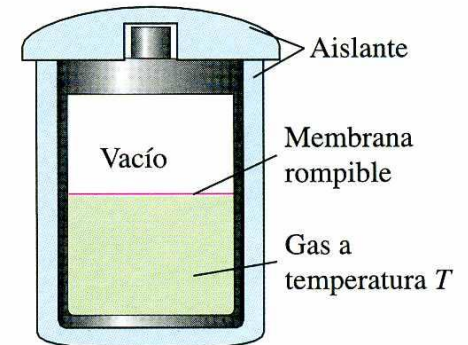
Durant l'expansió lliure, canvien p i V , però el gas no efectua treball, ni absorbeix calor.

S'ha observat que la temperatura no canvia.

Per tant l'energia interna d'un gas ideal depen solament de la seua temperatura, no de la seua pressió ni del volum.

En un procés a volum constant

$$\Delta U = nC_V\Delta T$$



19.17 La membrana se rompe (o se quita) para iniciar la expansión libre del gas hacia la región al vacío.

Tipus de processos termodinàmics.

Procès adiabàtic

no entra ni ix calor del sistema

$$U_2 - U_1 = \Delta U = -W$$

Procès isòcor

A volum constant

$$U_2 - U_1 = \Delta U = Q$$

Procès isobàric

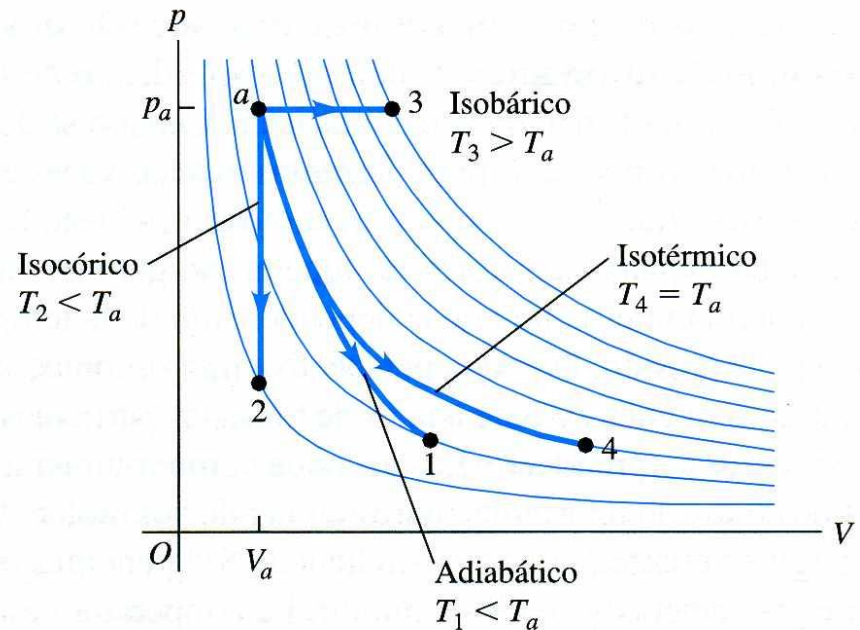
A pressió constant

$$W = p(V_2 - V_1)$$

Procès isotèrmic

A temperatura constant

Per al gas ideal $\Delta U=0$ i $Q=W$.



Capacitats calorífiques d'un gas ideal.

Capacitat calorífica molar a volum constant	C_V
Capacitat calorífica molar a pressió constant	C_p

Són diferents perquè en un augment de temperatura a pressió constant, el volum augmenta i el sistema fa treball. Mentre a volum constant, no en fa, de treball.

$$Q = \Delta U + W$$

$$C_p > C_V$$

Es compleix que

$$C_p - C_V = R$$

Capacitats calorífiques d'un gas ideal.

Un litre de gas ideal es troba a $p_A = 2 \text{ atm}$ i $T_A = 300 \text{ K}$ (estat A).

S'expansiona a pressió constant fins que el seu volum és de 2 L (estat B), després es refreda a volum constant fins que la pressió és 1 atm (estat C).

Posteriorment es comprimeix a pressió constant fins que el seu volum torna a ser d'1 L (estat D) i finalment es calfa a volum constant fins que torna a l'estat A:

- a) Calculeu el treball total realitzat pel gas en este cicle, i el calor total suministrat. Siguen C_p i C_v constants i $C_p - C_v = R$.
- b) Refeu el problema utilitzant el primer principi de la termodinàmica i la interpretació geomètrica del treball.



Energia de l'alimentació i metabolisme

Energia del menjar i combustibles

Tipus	Exemple	Densitat d'energia (MJ/kg)
Menjar		
Baix	Frutes i vegetals	0.8-2.5
Mitjà	Carn	5.0 – 12.0
Alt	Cereals i llegums	12.0 -15.0
Molt alt	Oli, greix animal	25.0 – 35.0
Fuels		
Molt baix	Fusta verda	5.0 – 10.0
Baix	Fusta seca	17.0 – 21.0
Alt	Carbó	28.0 – 32.0
Molt alt	Petroli i derivats	40.0 – 44.0

Cost energètic del treball humà

Despesa metabòlica en repòs (DMR)

Nivell d'activitat física (NAF)

Despesa total d'energia (DTE)

$$DTE = DMR \times NAF$$

Increment cost energia degut a activitat = $DTE - DMR$

DMR home adult 70 kg = 7.5 MJ/dia

DMR dona 60 kg = 5.5 MJ/dia

El consum dietari en treball intens incrementa 30%

Cost energètic incremental home 2.2 MJ/dia

Cost energètic dona 2.0 MJ/dia

És el cost diari de treballs de recolecció, agricultura, o indústria

Consum energètic

Despesa metabòlica bàsica en repòs, actua independentment de l'activitat física

Eficiència de tasques aeròbiques és del 20%

2 MJ/dia d'energia metabòlica dedicada a tasques físiques produeixen un treball útil de 400 kJ/dia

Dieta carnívora en el Paleolític i fusta per a guisar la carn

Alimentació diària 10 MJ/capita

Carn 80% (8 MJ) del total que mengen

Carn de mamut 8-10 MJ/kg

Carn d'ungulats 5-6 MJ/kg

1 kg diari de mamut

Temperatura de 20°C a 10°C

Cal calfar la carn a 80 °C

Capacitat calorífica de la carn 3 kJ/ kg K

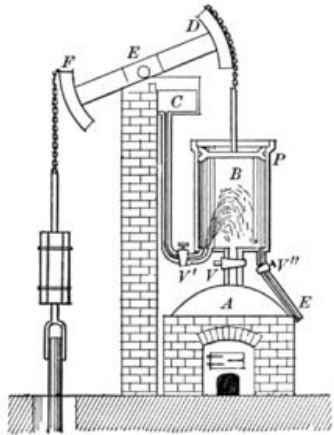
Eficiència d'una foguera 5%

Fusta: 4- 6 MJ per kg de carn



Energia i canvi climàtic

Història de l'energia

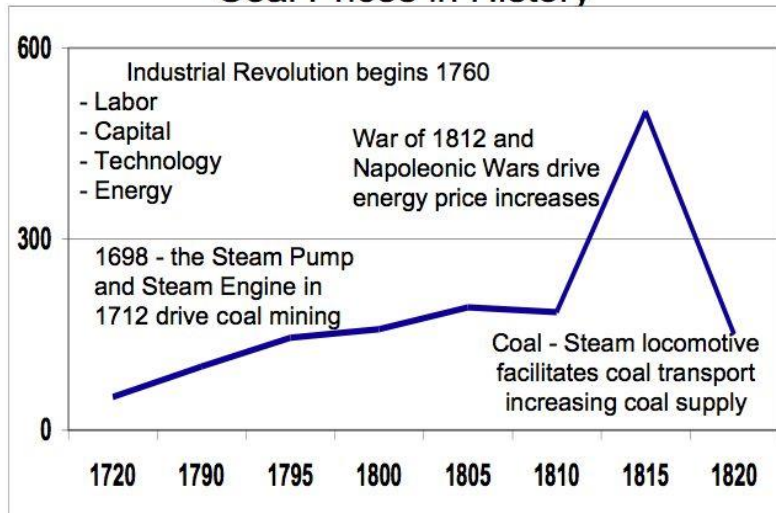


Màquina de vapor
Thomas Newcomen
1712

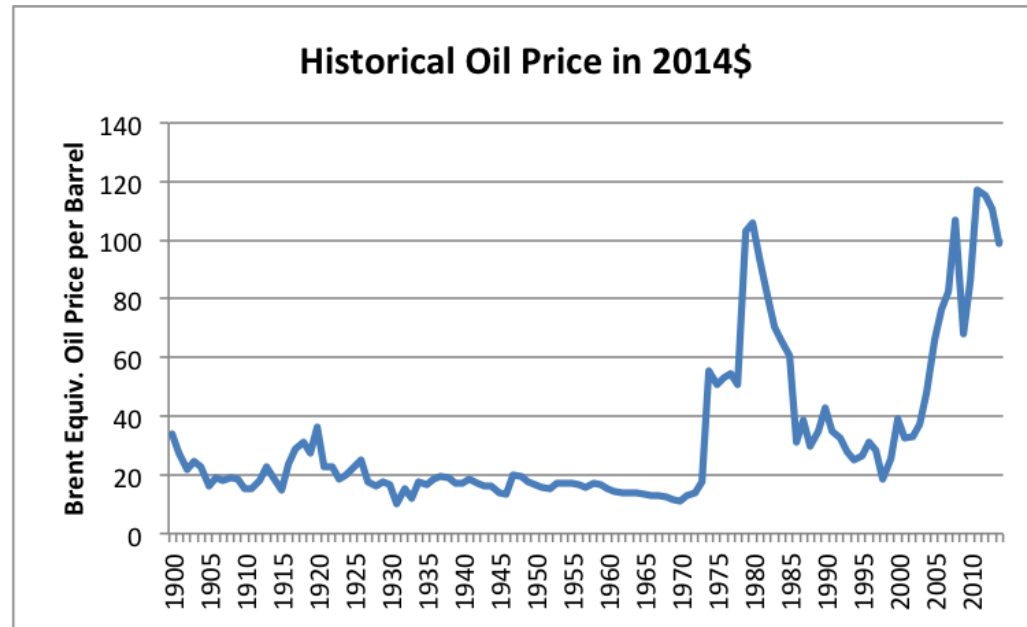


Pensilvania
febre del petroli
1860

Coal Prices in History



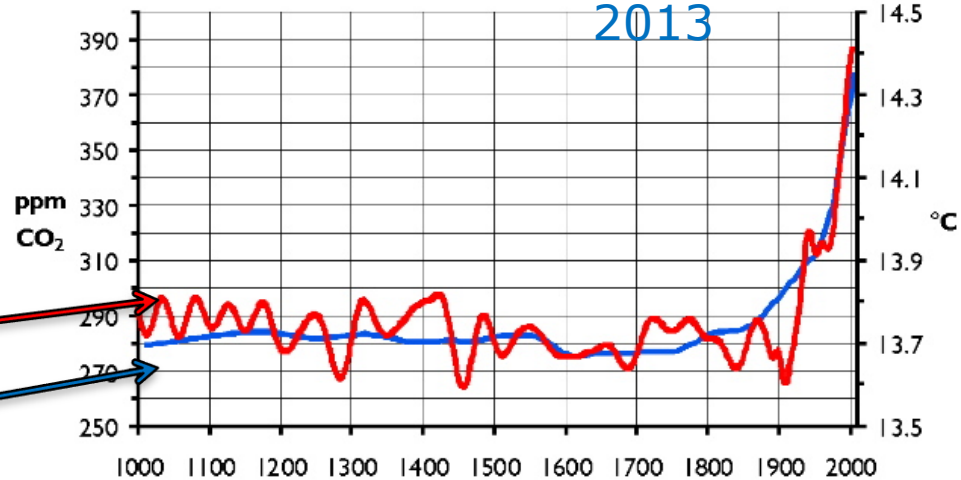
Historical Oil Price in 2014\$



Calentament global i canvi climàtic



400 ppm en maig
2013



Temperatura de la Terra
Concentració de CO₂ en
l'atmosfera

Els combustibles fòssils (petroli, gas, carbó), produeixen CO₂ quan els cremem, i augmenta la temperatura global.



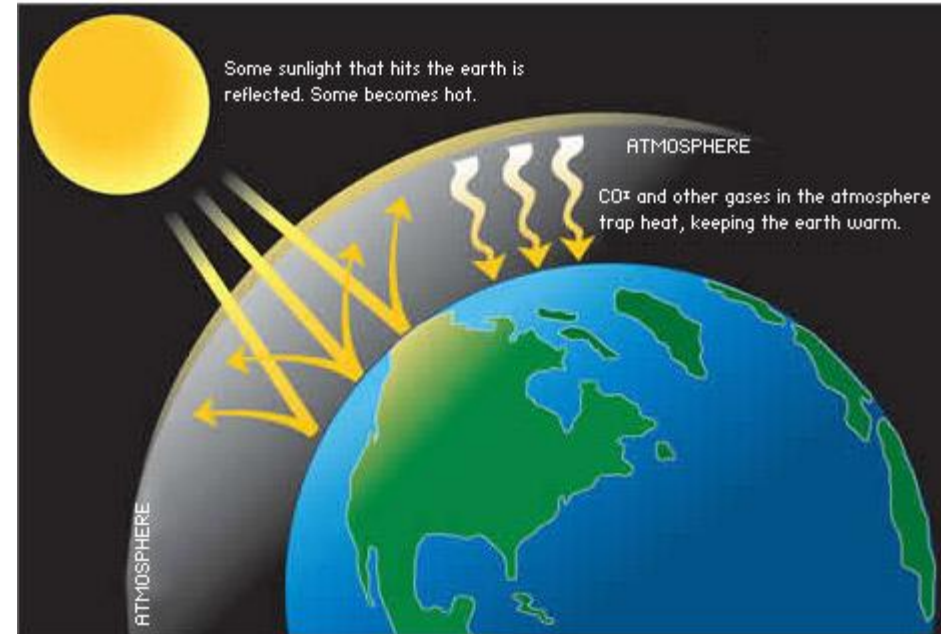
Calfament global i canvi climàtic

Efecte hivernacle

1. La Terra rep energia del sol en forma de llum.
2. La energia que rep també la ha d'extraure en forma de rajos infrarojos.
3. Però alguns gasos bloquegen l'eixida de l'energia per que paren la radiació infrarroja.
4. Augmenta la temperatura de la Terra.
5. I a la fi es produeix el canvi climàtic.

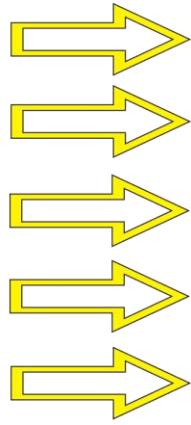


The Greenhouse Effect

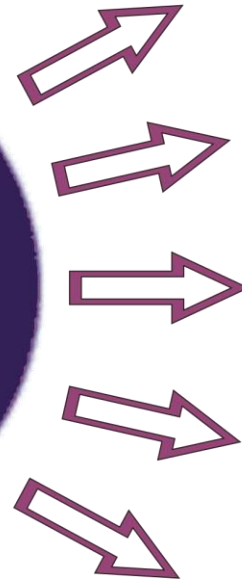


El balanç de les llums

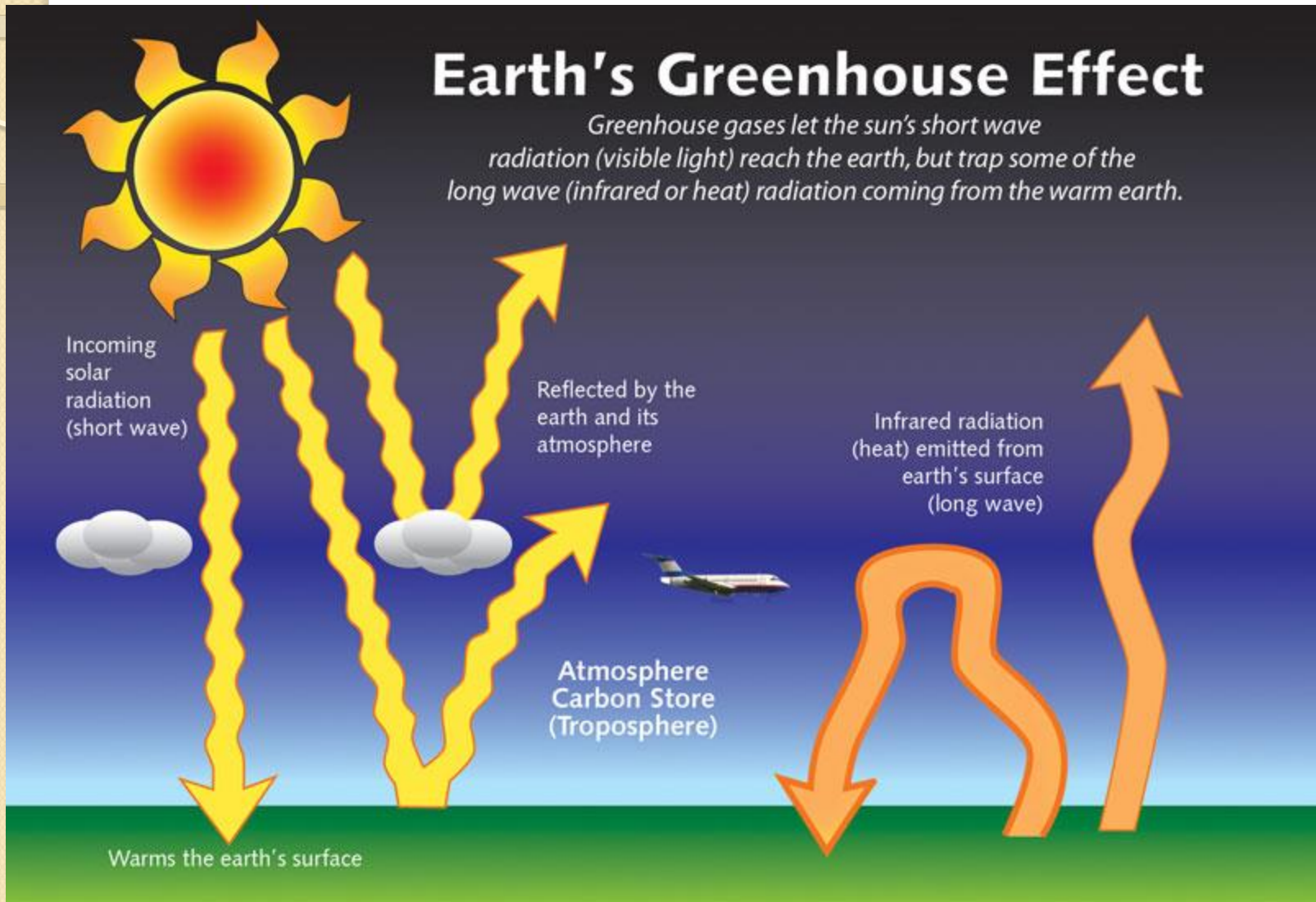
Sunlight



Thermal radiation

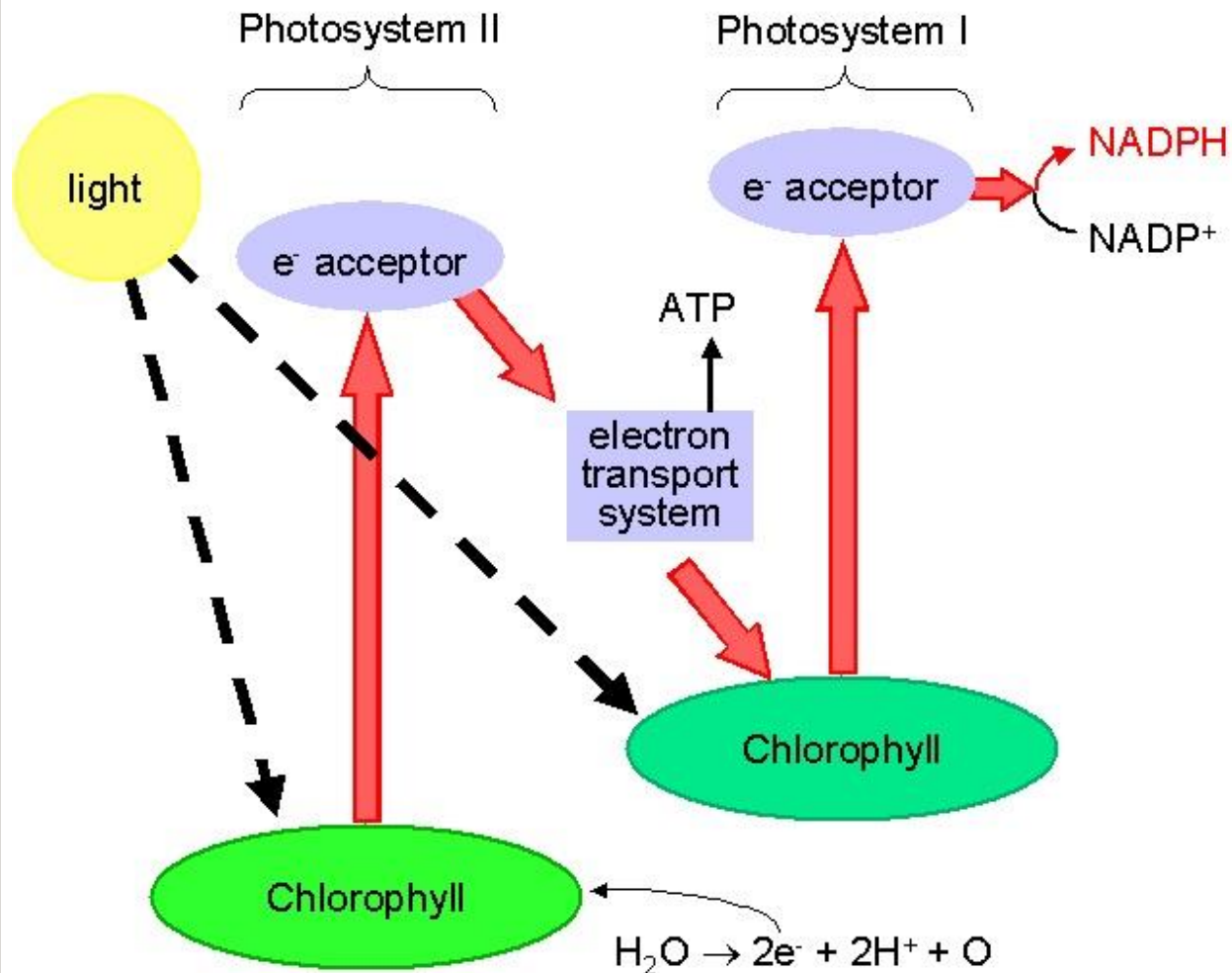


Calfament global I canvi climàtic



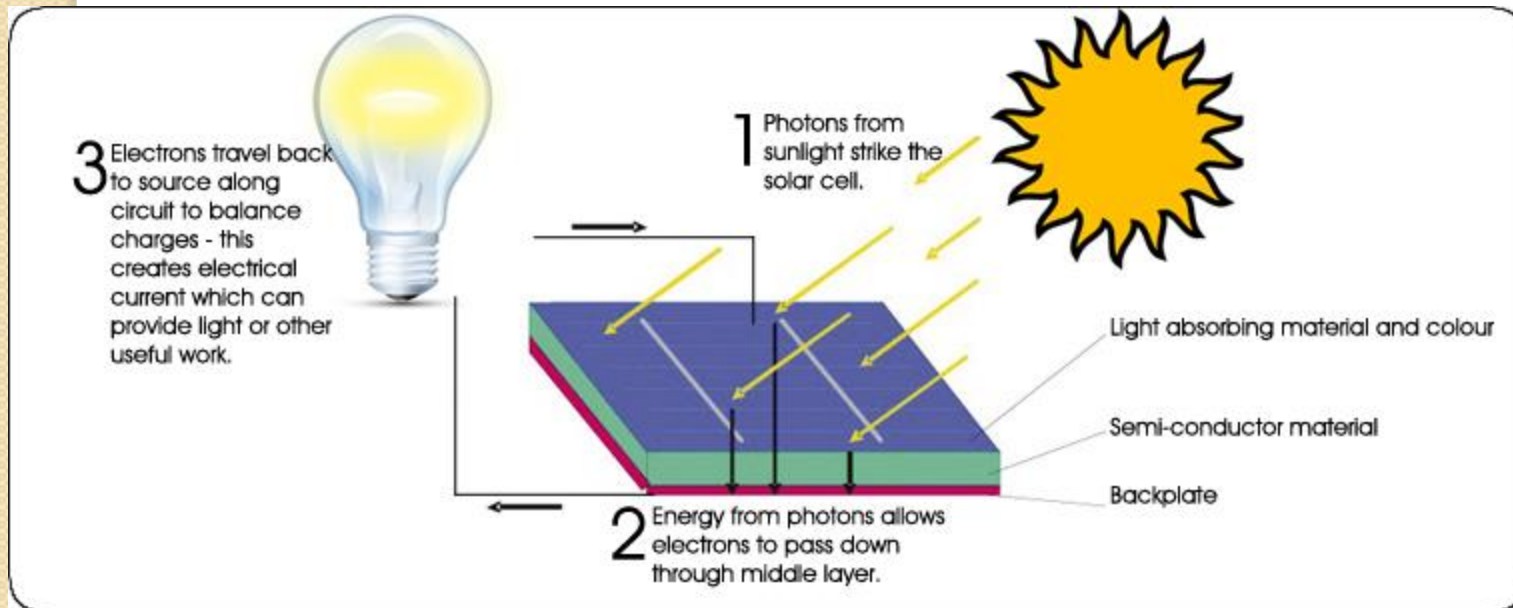
Fotosíntesi

- The diagram below is a summary of the light reactions. High-energy components of the system are shown near the top of the diagram



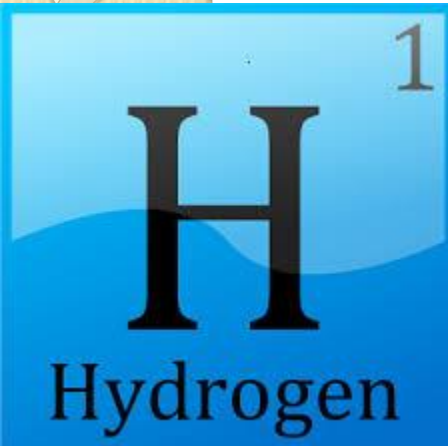
Energia fotovoltaica

Els panells solars converteixen la llum del sol en electricitat



Economia de l'hidrogen

Hydrogen is the lightest of the elements with an atomic weight of 1.0.



Liquid hydrogen has a density of 0.07 grams per cubic centimeter, whereas water has a density of 1.0 g/cc and gasoline about 0.75 g/cc.

These facts give hydrogen both advantages and disadvantages. The advantage is that it stores approximately 2.6 times the energy per unit mass as gasoline.

The disadvantage is that it needs about 4 times the volume for a given amount of energy.

