

THERMODYNAMIQUE

1^{er} principe de la thermodynamique

Travail, chaleur et énergie interne

Transformations d'état

Cycles et machines thermiques

Rendement d'une machine thermique

Cycle de Carnot

Moteur de Stirling

2^{ème} principe de la thermodynamique, Entropie

PGC-22

LA THERMODYNAMIQUE

La thermodynamique c'est l'étude de l'énergie thermique E_T :

son transfert
sa transformation

Une entité telle qu'une bouteille de gaz ou un moteur est appelée *un système*.

Tout ce qui ne fait pas partie du système est appelé *milieu extérieur* ou *environnement*.

Un système peut interagir avec le milieu extérieur et

- recevoir ou fournir de la chaleur à travers ses parois.
- échanger un travail mécanique.

Un système peut être complètement *isolé* de son environnement

- pas d'échanges thermiques ni de travail.

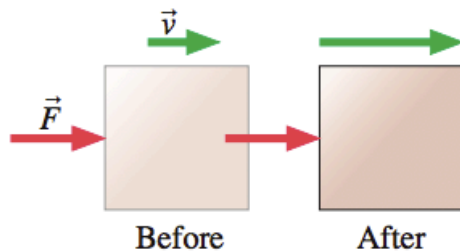
PREMIER PRINCIPE

1^{er} PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE

L'énergie ne peut être ni créée ni détruite, mais seulement transférée d'un système à un autre ou transformée d'une forme en une autre.

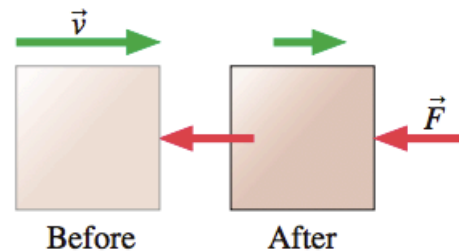
TRAVAIL

FIGURE 17.3 The sign of work.



Work is *positive* when the force is in the direction of motion.

- The force causes the object to speed up.
- Energy is transferred from the environment to the system.
- The system's energy increases.



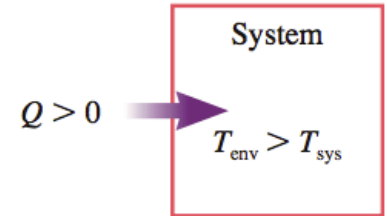
Work is *negative* when the force is opposite to the motion.

- The force causes the object to slow down.
- Energy is transferred from the system to the environment.
- The system's energy decreases.

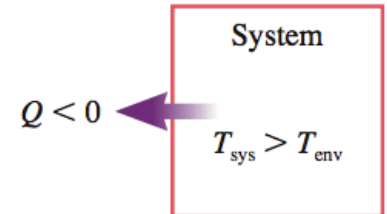
TRAVAIL, CHALEUR

FIGURE 17.11 The sign of heat.

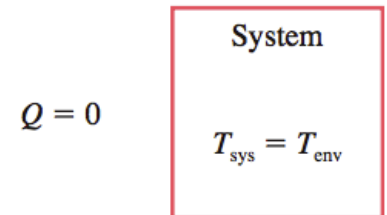
(a) Positive heat



(b) Negative heat



(c) Thermal equilibrium

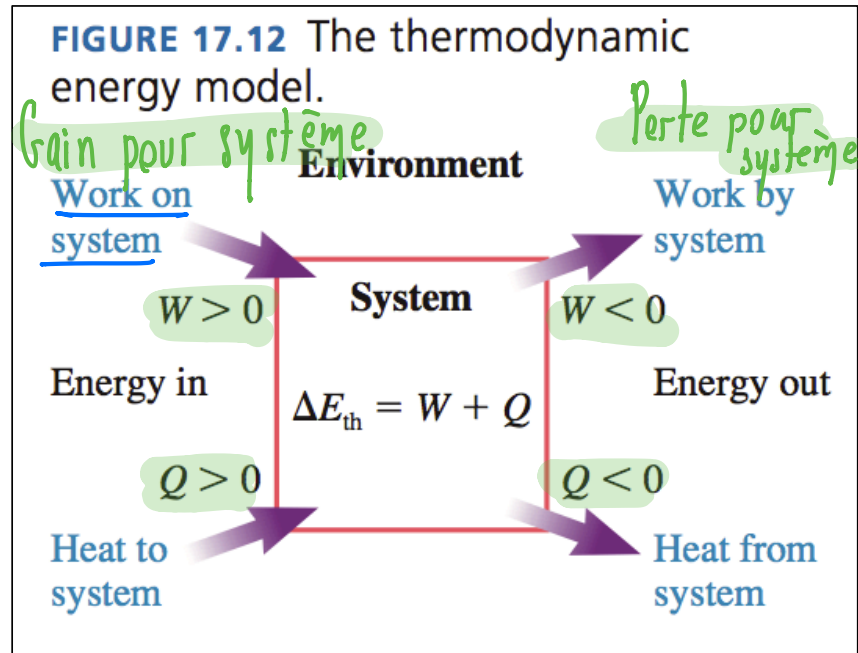


TRAVAIL, CHALEUR ET ÉNERGIE INTERNE

$$U = \underbrace{(n N_A)}_N \underbrace{\left(\frac{1}{2} m \bar{v}^2 \right)}_{\bar{E}_{ccn}} = \frac{3}{2} n R T$$

$$\Delta U = W_s + Q$$

W_s : Travail SUR système



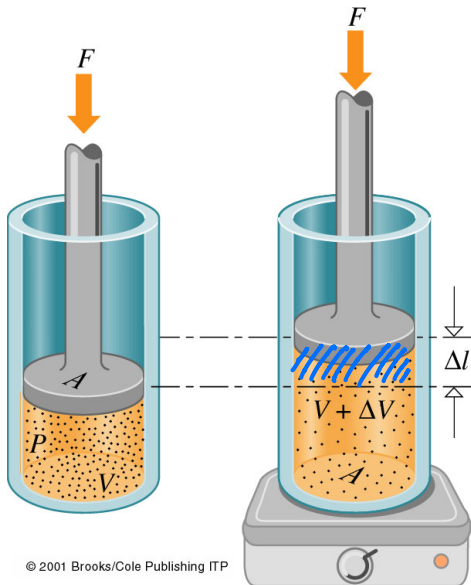
TRAVAIL ET LE PREMIER PRINCIPE

$$W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{l} = F \cdot \Delta l = (P \cdot A) \Delta l = P \Delta V$$

$$W = \int dW = \int_{V_i}^{V_f} P dV$$

$$W_s = - P dV \rightsquigarrow$$

$$W_s = - \int_{V_i}^{V_f} P dV$$



(+) pour $dV \downarrow$ gain gaz
 (-) $dV \uparrow$ perte gaz

TRANSFORMATIONS

$$P, V, T$$
$$pV = nRT$$

T: const : isotherme

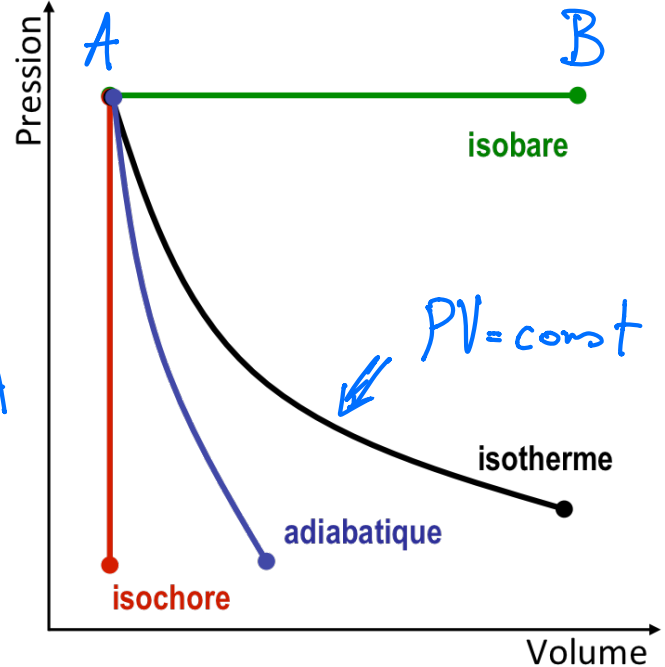
V: const : isochore

P: const : isobare

$\Delta Q = 0$: adiabatique

Réversible $A \rightarrow B$ même $B \rightarrow A$

Irréversible $A \rightarrow B \neq B \rightarrow A$



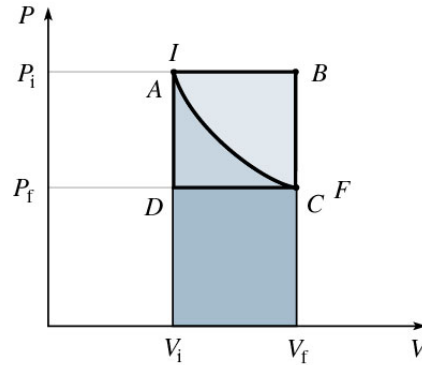
TRAVAIL ET LE PREMIER PRINCIPE

$$W_s = - \int P dV$$

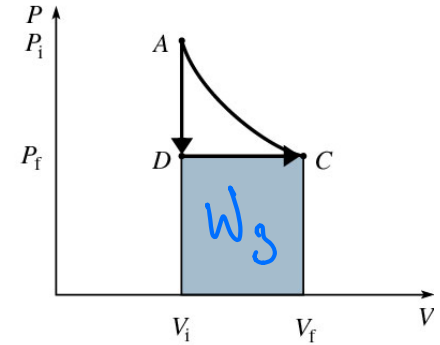
$$W = \int P dV$$

~~~~~

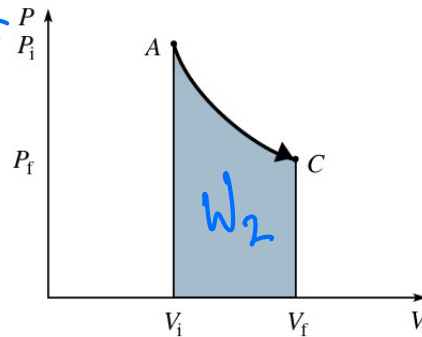
Pas une variable d'Etat



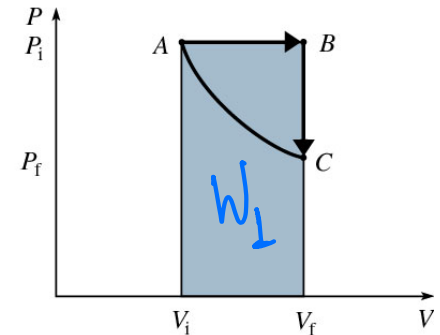
(a)



(c)



(b)

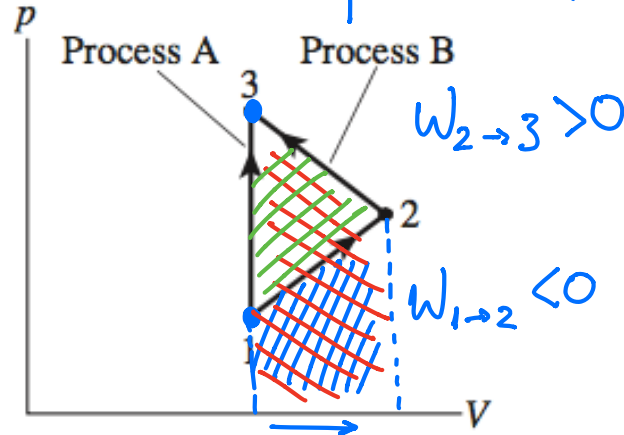


(d)

# QUESTION

Two processes take an ideal gas from state 1 to state 3. Compare the work done by process A to the work done by process B.

Work done to a system! ( $W_s$ )



$$W_s = -\int P dV$$

$$W_B = W_{1 \rightarrow 2} + W_{2 \rightarrow 3} > 0$$

$$W_B > W_A$$

- $W_A = W_B = 0$
- $W_A = W_B$  but neither is zero
- $W_A > W_B$
- $W_A < W_B$