

# THERMODYNAMIQUE

1<sup>er</sup> principe de la thermodynamique

Travail, chaleur et énergie interne

Transformations d'état

Cycles et machines thermiques

Rendement d'une machine thermique

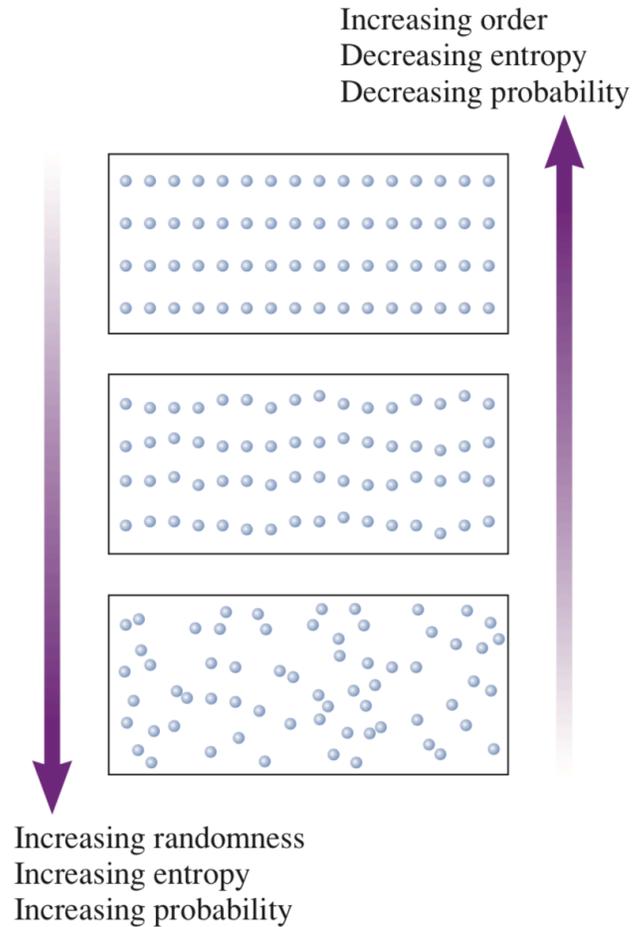
Cycle de Carnot

Moteur de Stirling

2<sup>ème</sup> principe de la thermodynamique, Entropie

PGC-11

**FIGURE 18.20** Ordered and disordered systems.



# ENTROPIE

L'entropie donne la direction dans laquelle évolue un système. Dans un processus irréversible pour un système fermé, l'entropie du système augmente toujours : elle ne décroît jamais.

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \frac{Q}{T}$$

L'entropie d'un système:

augmente quand il reçoit de la chaleur

diminue quand il perd de la chaleur

reste inchangée par un travail effectué en absence de frottement.

Quand deux systèmes à différentes températures interagissent, la chaleur se transfère spontanément du chaud au froid et jamais du froid au chaud.

La direction de temps pour la quelle l'entropie augment est « le futur ».

# CYCLE DE CARNOT ET ENTROPIE

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

$$\left\{ \frac{Q_H}{T_H} = \frac{Q_L}{T_L} \right\}$$

$$A \rightarrow B \quad \Delta S_H = \frac{Q_H}{T_H}$$

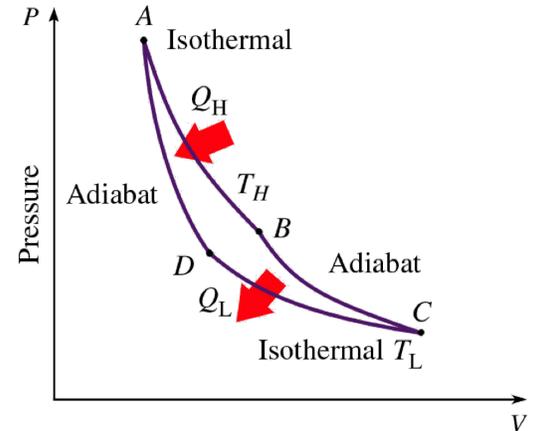
recupérée par la machine

$$\Delta S = \Delta S_H - \Delta S_L = \underline{\underline{0}}$$

$$B \rightarrow C \quad Q=0 \quad \Delta S=0$$

$$C \rightarrow D \quad \Delta S_L = \frac{Q_L}{T_L}$$

$$D \rightarrow A \quad \Delta S=0$$



# DEUXIÈME PRINCIPE

## Déclaration formelle

L'entropie d'un système isolé (ou d'un groupe de systèmes) ne diminue jamais. L'entropie augmente soit jusqu'à ce que le système atteigne l'équilibre, soit, si le système a commencé en équilibre, reste la même.

## Variation #1

Lorsque deux systèmes à des températures différentes interagissent, l'énergie thermique est transférée spontanément du système le plus chaud au système le plus froid, jamais du plus froid au plus chaud.

## Variation #2

La direction temporelle dans laquelle l'entropie d'un système macroscopique isolé augmente est «l'avenir».

# ORDRE ET DESORDRE

Chaque transformation augmente l'entropie de l'Univers ou, au mieux, la laisse inchangée.

# History of the Universe

