

LP 29 : Machines thermiques

Niveau : Supérieur

- Prérequis :
- Fonctions d'états (L1)
 - Premier et second principe (L1)
 - Diagramme de Clapeyron (L1)
 - Transformations : adiabatique, isobare, isotherme, réversible (L1)
 - Thermostat (L1)

- Intro péda :
- Conduire le cycle de thermo de 1^{er} année.
 - Mise en application des 2 principes de la thermo.
 - Avant : 1^{er} et 2nd principe
 - Après : en 2^{ème} année : étude des fluides en écoulement, 1^{er} principe industriel
 - Difficile : signe des échanges \Rightarrow expliquer la convention et insister dessus sur l'exemple.

TD : étude d'une machine frigorifique

TP : étude de machines thermiques.

Intro: → Machine thermique = système qui peut échanger travail ou énergie thermique avec l'extérieur via une transformation cyclique.

→ 1^{er} machine thermique: machine à vapeur (XVIII^e s) avant même la naissance de la thermo.

Autre exemples: moteur diesel, réfrigérateur

Objectifs: - Comprendre le fonctionnement d'une machine thermique.

- Identifier les échanges entre machine thermique et extérieur.

- Être capable de calculer un rendement ou une efficacité

1 - Le second principe au service de la compréhension des machines.

→ 1^{er} énoncé du 2nd principe (S. Carnot en 1824): il faut 2 sources à T différentes pour fournir un travail

A) Les machines monothermes.

→ Système mécanique \xrightarrow{W} Machine \xleftarrow{Q} Thermostat (T_1)

→ $\Delta U = W + Q = 0$ (\Rightarrow) $W = -Q = T_1 S_c > 0$ et $Q < 0 \Rightarrow$ radiateur
 $\Delta S = +Q/T_1 + S_c = 0$

Expérience: Moteur de Stirling sans chauffer.

\Rightarrow pas de mise en mouvement

• On chauffe d'un côté \Rightarrow mise en mouvement

Tr: Une machine diatherme peut fournir du travail mécanique

B) Les machines diathermes

→ système mécanique \xrightarrow{W} Machine $\xleftarrow{Q_1}$ Thermostat (T_1)
 $\xleftarrow{Q_2}$ Thermostat (T_2) $T_1 > T_2$

→ Diagramme de Raveau : interprétation du travail en fonction des transferts thermique
construction au fur et à mesure

WIKI "DIAGRAMME DE RAVEAU"

Tr: On va s'intéresser à une machine de la zone 4.

II - Etude de la pompe à chaleur.

But : transférer de l'énergie thermique d'une source froide vers une source chaude.

A) Etude du cycle théorique

→ Schéma de la machine SUJET 2009 B

1→2 : compression adiabatique / réversible

2→3 : condensation isobare et isotherme

3→4 : détente adiabatique / réversible

4→1 : évaporateur isobare et isotherme

⇒ diagramme T, S

→ Toutes les étapes réversibles ⇒ $S_c = 0$

→ efficacité : $e = \left| \frac{\text{énergie d'intérêt}}{\text{énergie consommée}} \right| = \frac{-Q_c}{W}$

(...) $e = \frac{T_c}{T_c - T_f}$ (c'est l'efficacité de Carnot)

B) Etude du cycle réel

→ Réaction pas réversible ⇒ $S_c > 0$

Donc $e < e_{\text{Carnot}}$

→ $W = P_m \Delta t$ et $Q_c = m c_p \Delta T_c$

Expérience : Etude de la pompe à chaleur.

On mesure P avec un wattmètre

On mesure T_c et T_f avec un thermocouple

⇒ T_c est linéaire en temps

⇒ calcul de e

→ lecture du graphe fourni en notice

$$Q_c = -370 + 335 = -155 \Rightarrow e = 4,43$$

$$W = 370 - 335 = 35$$

→ calcul de e_{carnot}

Conclusion: → Tableau récap des différents cas

(moteur, pompe à chaleur, machine frigorifique)

→ Il faut bien faire l'étude des signes des transferts et comprendre qui est la grandeur valorisée et qui est la grandeur coûteuse.

Ouverture: fluide en écoulement

Biblio: - GRECIAS BCPST 1

- HPREPA THERMO MPSI / PCSI / PTSI

- BRESSON BCPST 1

- PEREZ THERMO

- BUP 864 p. 663.