

Machines Thermiques.

Niveau

Pré Requis-

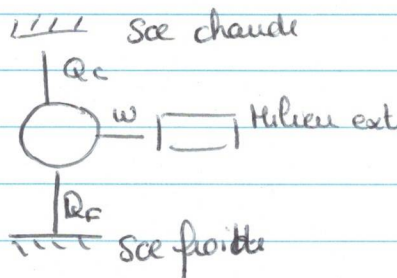
3 points thermom.

Intro: comprendre pr éco d'énergie
Carnot $\Rightarrow$ forcem't d'therme

I7 Machines dithermes

1) Bilan Énergétique & ~~entropique~~ entropique

Plan OK
ms manque
d'histoire pour
dire le tout



(cycle) $\Delta U = 0 = W + Q_c + Q_f$
 $\Delta S = 0 = \frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} + S^c$

conversion signe
non expliquée.

2) Diagramme de Paveau

tracer

$$\begin{aligned} Q_c + Q_f &= 0 \\ \frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} &= 0 \end{aligned}$$

Zone I $W < 0$

$Q_c > 0$ $Q_f < 0$ moteur therm

II $W > 0$ $Q_c > 0$ $Q_f < 0$ (Barnier du mou
p199 qui se fait)
 III $W > 0$ $Q_c < 0$ $Q_f < 0$
 IV $Q_c < 0$ $Q_f > 0$ $W > 0$ (spontané)

3) Cycle de Carnot

diagramme $T = f(S)$ et $P = f(V)$

$\hookrightarrow$ clapeyron

Dans un sens moteur ABCD

ds l'autre

$$Q = \int T ds$$

$$= T_1 (S_B - S_A) - T_2 (S_B - S_A) = (T_1 - T_2) (S_B - S_A) > 0$$

$\Rightarrow$ moteur

ideal non réalisable; tps $\infty \Rightarrow$ puissance nulle

↳ car réversible (voir photocopie en ⊕)

4) Efficacité

$$\eta = \frac{\text{énergie thermique utile}}{\text{énergie thermique dépensée}}$$

a) Moteur diatherme

$$W < 0 \quad Q_c > 0 \quad Q_F < 0$$

$$\eta = \frac{-W}{Q_c} = \frac{Q_F + Q_c}{Q_c} = 1 + \frac{Q_F}{Q_c}$$

$$\frac{Q_F}{Q_c} = -\frac{T_F}{T_c} - \frac{T_F S^c}{Q_c}$$

toutes les formules
sont balancées

$$\eta = 1 - \frac{T_F}{T_c} - \frac{T_F S^c}{Q_c} \leq 1 - \frac{T_F}{T_c}$$

efficacité de Carnot eff max.

b) Réfrigérateur et pompe à chaleur (p.a.c.)

$$\eta_r = \frac{T_F}{T_c - T_F}$$

$$\eta_p = \frac{T_c}{T_c - T_F}$$

II) Exemple de cycles moteurs

1) Moteur à explosion.

$\rightarrow$ cycle Beau de Rochas - Otto 1878

diagramme + image moteur

sys fermé on ne prend qu'un seul cycle

$$\eta = 1 + \frac{Q_F}{Q_c}$$

T_F variable juste def $Q_F \propto Q_c$ pr chaque moteur

$$Q_c = \Delta U_{23} = C_v(T_3 - T_2)$$

$$Q_f = \Delta U_{41} = C_v(T_1 - T_4)$$

transfo isentropique $\Rightarrow$ relatⁿ de Laplace $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$

$$\eta_m = 1 - \frac{T_2 - T_1}{T_3 - T_2} = 1 - \frac{T}{\alpha_{1,2}^{\gamma-1}}$$

ac $\alpha_{1,2} = \frac{V_1}{V_2}$ ~~app num.~~ app num.

2) Moteur à allumage par compression
Moteur Diesel.

diagramme + schéma principe.

$$Q_c = \Delta H_{2 \rightarrow 3} = C_p(T_3 - T_2) \quad (\text{car isobare})$$

$$Q_f = \Delta U_{4 \rightarrow 1} = C_v(T_1 - T_4)$$

$$\eta_m = 1 + \frac{C_v(T_1 - T_4)}{C_p(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{\alpha_{13}^{-\gamma} \alpha_{12}^{-\gamma}}{\gamma(\alpha_{13}^{-1} - \alpha_{12}^{-1})}$$

$$= 1 - \frac{\alpha_{13}^{-\gamma} \alpha_{12}^{-\gamma}}{\gamma(\alpha_{13}^{-1} - \alpha_{12}^{-1})}$$

app num = 0,62.

Diesel et explosion $\approx$ m efficacité

3) Moteurs à réactions

cycle de Joule ou Brayton.

$$Q_c = \Delta H_{2 \rightarrow 3} = H_3 - H_2 = C_p(T_3 - T_2)$$

$$\eta_m = 1 - \frac{1}{\alpha_{1,2}^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}$$

$$Q_F = \Delta H_{4 \rightarrow 1} = H_1 - H_4 = C_p(T_1 - T_4)$$

4) Moteur de Stirling 1816. (un des 1^{er})

sys fermé $\Rightarrow$ choix du combustible $\Rightarrow$ on peut prendre un truc facile.

diagramme + schéma.

$$\eta = -\frac{W}{Q_c}$$

$$Q_c = -W_{c \rightarrow d} = \int p dV = nRT_1 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$$

$$\Delta W_{\text{cycle}} = 0$$

$$W_{A \rightarrow B} + W_{B \rightarrow C} + W_{C \rightarrow D} + W_{D \rightarrow A} = 0$$

$\overset{\text{processus}}{\underset{\text{adiabatique}}{\quad}} \quad \quad \quad \overset{\text{processus}}{\underset{\text{adiabatique}}{\quad}} \quad \quad \quad \overset{\text{processus}}{\underset{\text{adiabatique}}{\quad}} \quad \quad \quad \overset{\text{processus}}{\underset{\text{adiabatique}}{\quad}}$

$$W_{AB} = -W_{CD} = nRT_2 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$$

nope pb quelque part

$$W = -nR(T_2 - T_1) \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$$

$$\eta = nR(T_1 - T_2) / nRT_1 = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

efficacité d'un cycle de Carnot

ms puissance très limitée de pas utilisé

5) Centrales thermiques classiques à nucléaire

Isolation gaz

ou uranium

Cycle de Rankine & cycle de Hirn

$$\eta_{\text{Rankine}} = \frac{1 - \frac{H_4 - H_1}{H_3 - H_1}}{H_3 - H_1}$$

le + utiliser dans la pratique.

III) Réfrigérateurs & pompe à chaleur

frigo cycle de Brayton inversé

efficacité

Machine à fluide condensable

$$\eta_r \leq \frac{T_f}{T_c - T_f}$$

Machine à absorption

$$\eta_r \leq \frac{T_f}{T_c - T_f} \left(1 - \frac{T_c}{T_s} \right)$$

Conclusion:

Tableau recap ac tt les moteurs.

Moteur	cycle	eff	Puissance	Date
--------	-------	-----	-----------	------

Machine thermique réelle