TD6

EX. 1 : PUISSANCE MOYENNE D'UN CLIMATISEUR

$T_e = 308\,K$ (AIR EXTÉRIEUR → SOURCE CHAUDE)

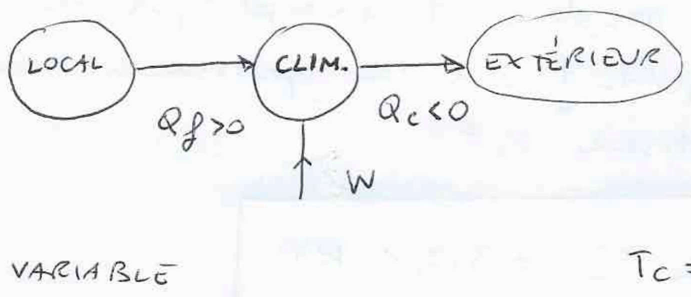
SOURCE FROIDE : LOCAL ISOLÉ ; $C = 10^4\ kJ \cdot K^{-1}$ (CAPACITÉ THERMIQUE)

INITIALEMENT : $T_f^{(1)} = T_e = 308\,K$

à la FIN : $T_f^{(2)} = 293\,K$

(après 2h)

→ QUESTION : En supposant que le rendement énergétique du moteur électrique du climatiseur est optimal, CALCULER la PUISSANCE ÉLECTRIQUE MOYENNE P reçue par ce climatiseur.



Sur 1 CYCLE, la baisse de température de la source froide, le local, correspond à la quantité de chaleur $Q_f > 0$ cédée au système (fluide du climatiseur).

Soit dT cette baisse de température.

⇓

$$C\,dT = -Q_f \qquad (dT < 0 ;\ Q_f > 0)$$

1° PRINCIPE (sur 1 CYCLE) : $\Delta U = 0 = \delta W + Q_c + Q_f$

2° PRINCIPE (sur 1 CYCLE) : $\Delta S = 0 \underset{\text{réversibilité}}{=} \dfrac{Q_f}{T} + \dfrac{Q_c}{T_c} \implies Q_c = -Q_f \dfrac{T_c}{T}$

$\implies$

$$\Rightarrow \delta W \underset{\substack{\uparrow \\ 1^\circ \text{ PRINCIPE}}}{=} -Q_c - Q_f \underset{\substack{\uparrow \\ Q_c = -Q_f \frac{T_c}{T}}}{=} Q_f\left(\frac{T_c}{T} - 1\right) \underset{\substack{\uparrow \\ Q_f = -c\,dT}}{=} c\,dT - c\,dT\,\frac{T_c}{T}$$

Le TRAVAIL TOTAL W_T fournit au système afin de diminuer la température du local de 308K à 295K vaut, donc:

$$W_T = \int \delta W = \int_{T_f^{(1)}}^{T_f^{(2)}} \left[c\,dT - c\,T_c\,\frac{dT}{T}\right] =$$

$$= c\left[T_f^{(2)} - T_f^{(1)} - T_c \ln\left(\frac{T_f^{(2)}}{T_f^{(1)}}\right)\right] =$$

$$= 10^4\left[295 - 308 - 308 \ln\left(\frac{295}{308}\right)\right] = 2823{,}2 \text{ KJ}$$

En supposant que le rendement énergétique du climatiseur est optimal, on en déduit que la puissance moyenne P reçue par le climatiseur est:

$$\boxed{P = \frac{W_T}{\tau} = \frac{2823{,}2 \text{ KJ}}{2 \cdot 3600 \text{ s}} = 392{,}1 \text{ W}}$$

$\tau = 2h$ (DURÉE de TEMPS)

• **EX. 2** : CYCLE de DIESEL IDÉAL

PHASE 1) IA : ADMISSION AIR SEUL dans V_A (soupape d'admission)

PHASE 2) soupapes fermées. INJECTION COMBUSTIBLE : $B \rightarrow C$ avec $p = \text{const}$.

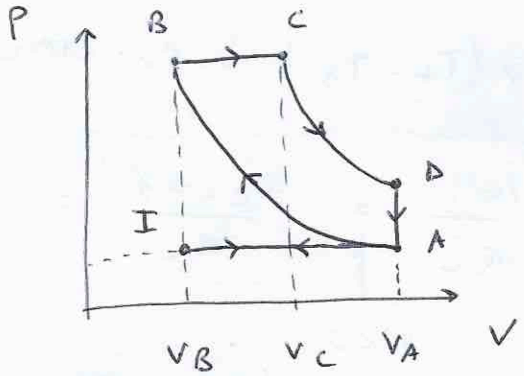
PHASE 3) soupapes fermées. PRODUITS COMBUSTION : DÉTENTE ISENTROPIQUE en repoussant le piston jusqu'à sa position initiale. Portion CD.

PHASE 4) Ouverture soupape d'échappement. CHUTE BRUTALE de la PRESSION : $D \rightarrow A$, et les gaz brûlés sont évacués.

$\beta = \dfrac{V_C}{V_B}$ (RAPPORT de DÉTENTE préalable)

$\alpha = \dfrac{V_A}{V_B}$ (TAUX de COMPRESSION VOLUMÉTRIQUE)

(a)



(b)

ISENTROPIQUES AB, CD $\Rightarrow$ $Q_{AB} = Q_{CD} = 0$

Le mélange reçoit de la chaleur $Q_c > 0$ au cours de la COMBUSTION ISOBARE (BC) et perd de la chaleur $Q_f < 0$ lors de la DÉTENTE ISOCHORE (DA).

Sur 1 CYCLE, du travail est fourni $W_T < 0$ (le cycle est parcouru dans le sens horaire; c'est un cycle moteur) et il résulte d'un travail $W_{AB} > 0$ fourni au gaz au cours de sa compression (AB), et d'un travail $W_{CD} < 0$ que génère le gaz entre C et D.

1° PRINCIPE (sur 1 CYCLE):

$$\Delta U = W_{AB} + Q_c + W_{CD} + Q_f = 0$$

$$W_T = W_{AB} + W_{CD} = -Q_c - Q_f$$

(c)

T. ISOBARE : $Q = \Delta H$, car $dH = d(U+PV) = \delta Q + \underbrace{\cancel{V\delta P}}_{=0 \text{ si } P=\text{cst.}}$

$\rightarrow Q_c = \Delta H_{BC} = C_p(T_C - T_B)$; C_p : CAPACITÉ THERMIQUE À PRESSION CONSTANTE

T. ISOCHORE : $Q = \Delta U$

$\Rightarrow Q_f = \Delta U_{DA} = C_v(T_A - T_D)$; C_v : CAPACITÉ THERMIQUE À VOLUME CONSTANT

RENDEMENT : $\boxed{\eta = \dfrac{|W|}{Q_c} \underset{\uparrow}{=} \dfrac{Q_c + Q_f}{Q_c} = 1 + \dfrac{Q_f}{Q_c} = 1 + \dfrac{C_v(T_A - T_D)}{C_p(T_C - T_B)}}$

$W < 0$
$|W| = -W = Q_c + Q_f$

(d)

AB, CD : ISENTROPIQUES

En considérant que le mélange air/carburant est un fluide parfait :

$$AB : \quad \frac{T_A}{T_B} = \left(\frac{V_B}{V_A}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{1}{\alpha}\right)^{\gamma-1}$$

$$CD : \quad \frac{T_C}{T_D} = \left(\frac{V_D}{V_C}\right)^{\gamma-1} \underset{V_D = V_A}{=} \left(\frac{V_A \; V_B}{V_B \; V_C}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^{\gamma-1}$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \frac{C_V (T_A - T_D)}{C_P (T_C - T_B)} = 1 + \frac{1}{\gamma} \frac{T_B \, \alpha^{1-\gamma} - T_C \, \alpha^{1-\gamma} \beta^{\gamma-1}}{T_C - T_B}$$

Par ailleurs, la TRANSFORMATION BC est ISOBARE.

$$G.P. \Rightarrow \frac{T_C}{V_C} = \frac{T_B}{V_B}$$

$$nR T_C = P_C V_C$$
$$nR T_B = P_B V_B$$
$$P_C = P_B$$

$$\Downarrow$$

$$T_C = \frac{V_C}{V_B} T_B = \beta T_B$$

$$\Rightarrow \eta = 1 + \frac{1}{\gamma} \frac{\cancel{T_B} \, \alpha^{1-\gamma} (1 - \beta^{\gamma})}{\cancel{T_B} (\beta - 1)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\eta = 1 - \frac{1}{\gamma \alpha^{\gamma-1}} \frac{1 - \beta^{\gamma}}{1 - \beta}}$$

Numériquement : $\eta = 1 - \frac{1}{1{,}4 \cdot 14^{0{,}4}} \frac{1 - 1{,}55^{1{,}4}}{1 - 1{,}55} = 61{,}7\,\%$

Ce rendement est supérieur à celui obtenu dans le cas de moteur à explosion.