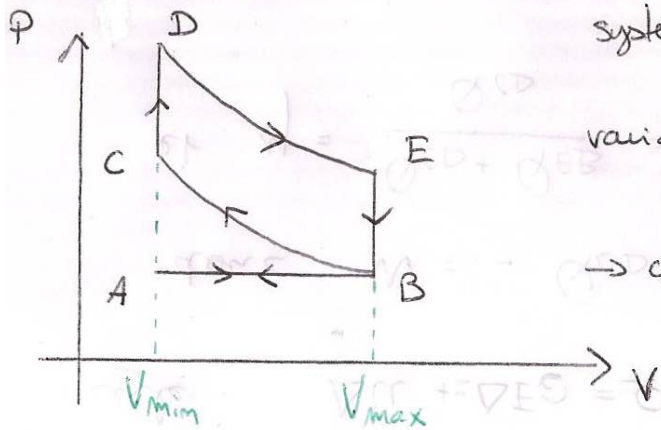


Ex 1 : Rendement du moteur à 4 temps.



systeme = } gaz dans le cylindre }

variables d'état:
P, V, T, n

→ cycle BCDEB.

Le système n'est soumis qu'aux forces de pression ext.

1) Les transformations BC et DE sont adiabatiques donc $Q_{BC} = Q_{DE} = 0$ //

Les transfo CD et EB sont isochores.

On applique le 1^{er} principe au système entre C et D: $\Delta U_{CD} = W_{CD} + Q_{CD}$

(on a négligé les variations d'énergie cinétique).

et $W_{CD} = 0$ (transfo isochore)

et $\Delta U_{CD} = n C_{v,m} (T_D - T_C) = \frac{nR}{\gamma - 1} (T_D - T_C)$

donc $Q_{CD} = \frac{nR}{\gamma - 1} (T_D - T_C)$ //

De même, entre E et B:

$Q_{EB} = \frac{nR}{\gamma - 1} (T_B - T_E)$ //

D'après l'éq d'état du GP:

$PV = nRT$.

Or $V_C = V_D$ et $P_D > P_C$ donc $T_D > T_C$

$\Rightarrow Q_{CD} > 0$ //

le système reçoit "vraiment" du transfert thermique entre C et D (la transfo a lieu au contact de la source chaude).

De même $V_E = V_B$ et $P_B < P_E$ donc $T_B < T_E$

$\Rightarrow Q_{EB} < 0$ //

Le système cède "vraiment" du transfert thermique (la transfo a lieu au contact de la source froide).

$$2) \quad \eta = \frac{\text{énergie utile}}{\text{énergie coûteuse}}$$

L'énergie utile est le travail fourni par le moteur : $|W| = -W$ (car $W < 0$)

L'énergie coûteuse est le transfert thermique reçu de la source chaude (produite par la combustion de l'essence) Q_{CD} .

$$\text{donc } \eta = \frac{|W|}{Q_{CD}} = -\frac{W}{Q_{CD}} //$$

3) D'après le 1^{er} principe appliqué au cycle : $\Delta U = 0 = Q_{CD} + Q_{EB} + W$

$$\text{donc } W = -Q_{CD} - Q_{EB}$$

$$\text{et } \eta = \frac{Q_{CD} + Q_{EB}}{Q_{CD}} = 1 + \frac{Q_{EB}}{Q_{CD}}$$

$$= 1 + \frac{T_B - T_E}{T_D - T_C} //$$

4) Les trajectoires BC et DE sont adiab. réversibles. D'après la loi de Laplace :

$$\left. \begin{aligned} T_B V_B^{\gamma-1} &= T_C V_C^{\gamma-1} \\ T_D V_D^{\gamma-1} &= T_E V_E^{\gamma-1} \end{aligned} \right\}$$

De plus $V_B = V_E = V_{\max}$

et $V_C = V_D = V_{\min}$.

$$\text{Alors } T_B = T_C \left(\frac{V_{\min}}{V_{\max}} \right)^{\gamma-1}$$

$$T_E = T_D \left(\frac{V_{\min}}{V_{\max}} \right)^{\gamma-1}$$

$$\Rightarrow T_B - T_E = (T_C - T_D) \left(\frac{V_{\min}}{V_{\max}} \right)^{\gamma-1}$$

$$\Rightarrow \frac{T_B - T_E}{T_D - T_C} = - \left(\frac{V_{\min}}{V_{\max}} \right)^{\gamma-1} = - \left(\frac{1}{\alpha} \right)^{\gamma-1}$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \alpha^{1-\gamma} //$$