

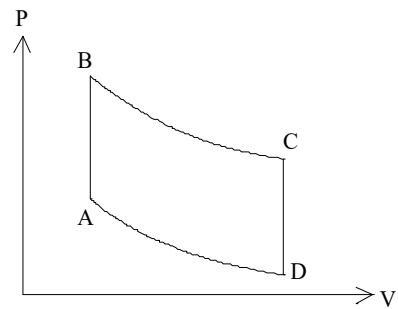
3.4 Machines thermiques-Exercice 8

A-B : isochore
C-D : isochore
B-C : isotherme
D-A : isotherme

a- Donner le sens de parcours du cycle pour que la machine thermique soit un moteur.

b- Commenter le cycle.

c- Définir et calculer le rendement de cette machine thermique.



a- $W = - \oint_{\text{cycle}} P dV < 0 \Rightarrow$ cycle parcouru dans le sens des aiguilles d'une montre.

b- Le cycle n'est pas ditherme car il y a quatre transferts thermiques. Mais...

AB : transformation isochore $W_{AB} = 0$

Le premier principe de la thermodynamique donne : $Q_{AB} = \Delta U_{AB} = nC_{vm}(T_B - T_A)$

CD : transformation isochore $W_{CD} = 0$

Le premier principe de la thermodynamique donne : $Q_{CD} = \Delta U_{CD} = nC_{vm}(T_D - T_C) = nC_{vm}(T_A - T_B) = -Q_{AB}$

Ces termes se compensent. La seule chaleur réellement reçue par le gaz sera Q_{BC} lors du contact avec la source chaude.

c- Rendement : $\eta = \frac{|W|}{Q_{BC}} = - \frac{W}{Q_{BC}}$

Premier principe pour le cycle : $\Delta U = 0 = W + Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA} = Q_{BC} + Q_{DA}$

Donc : $\eta = \frac{Q_{BC} + Q_{DA}}{Q_{BC}} = 1 + \frac{Q_{DA}}{Q_{BC}}$

Premier principe pour la transformation isotherme BC : $\Delta U_{BC} = 0 = W_{BC} + Q_{BC}$

$$Q_{BC} = -W_{BC} = \int_B^C P dV = \int_B^C \frac{nRT_B}{V} dV = nRT_B \ln\left(\frac{V_C}{V_B}\right)$$

$$\text{De même : } Q_{DA} = -W_{DA} = \int_D^A P dV = \int_D^A \frac{nRT_A}{V} dV = nRT_A \ln\left(\frac{V_A}{V_D}\right) = nRT_A \ln\left(\frac{V_B}{V_C}\right) = -nRT_A \ln\left(\frac{V_C}{V_B}\right)$$

On en déduit : $\boxed{\eta = 1 - \frac{T_A}{T_B}}$