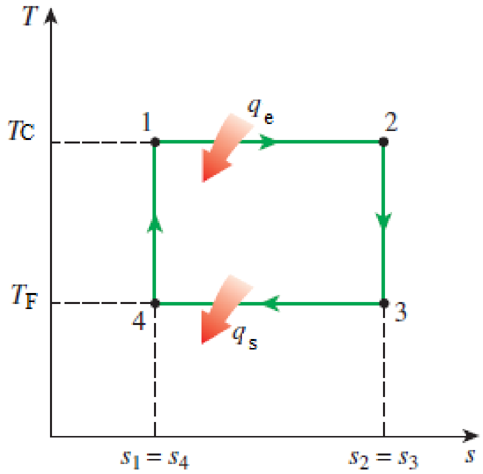
Exercice 1 : Cycle de Carnot

Montrer que le rendement thermique d'un cycle de Carnot fonctionnant entre les températures limites T_C et T_F est uniquement fonction de ces deux températures.

Rép :



$$q_e = T_c(s_2 - s_1)$$

$$q_s = T_F(s_1 - s_2)$$

Cycle de Car

$$\eta_{th} = \frac{W_{net}}{q_e} = 1 + \frac{q_s}{q_e} = 1 + \frac{T_F(s_1 - s_2)}{T_C(s_2 - s_1)} = 1 - \frac{T_F}{T_C}$$

Exercice 2 : Cycle Diesel

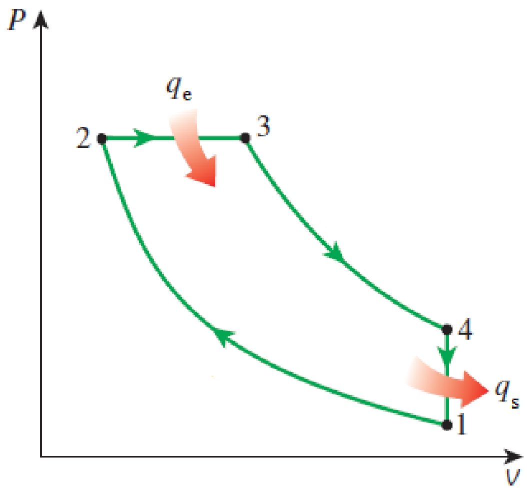
On fait subir à une masse de gaz parfait une succession de transformations représentées par le cycle 1-2-3-4. 1-2 et 3-4 sont des transformations adiabatiques réversibles.

Calculer le rendement thermique du cycle.

Données :

$$P_1 = 1\ bar, \qquad T_1 = 300\ K, \qquad \frac{V_1}{V_2} = 8$$

$$\gamma = 1.40, \qquad \frac{V_3}{V_4} = 3$$



Cycle diesel sur un diagramme P-V

Rép :

Les chaleurs échangées entre le gaz et l'extérieur le sont au cours de la détente isobare 2-3 et de la compression isochore 4-1,

Soit, pour 2-1

$$q_e = Cp(T_3 - T_2)$$

Et, pour 4-1

$$q_s = Cv(T_1 - T_4)$$

Le travail échangé au cours du cycle est tel que :

$$W + q_e + q_s = 0$$

Et le rendement

$$\eta_{th} = \frac{-W}{q_e} = 1 + \frac{q_s}{q_e}$$

Ou encore

$$\eta_{th} = 1 - \frac{1}{\gamma}\frac{T_4 - T_3}{T_3 - T_2}$$

Les coordonnées du point 2 se réduisent de celles de 1 par les deux relations :

$$P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V2_1^{\gamma} \qquad \text{et} \qquad \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

D'où

$$P_1 = P_2 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma} \quad \text{et} \quad T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma - 1}$$

2-3 est une transformation isobare :

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}$$

Soit

$$T_3 = T_2 \frac{V_3}{V_2}$$

Pour l'adiabatique 3-4 on a

$$T_3 V_3^{\gamma - 1} = T_4 V_4^{\gamma - 1}$$

D'où

$$T_4 = T_1 \left(\frac{V_3}{V_2}\right)^{\gamma}$$

On calcule ainsi

$$T_3 - T_2 = T_2 \left[\left(\frac{V_3}{V_2}\right)^{\gamma} - 1\right]$$

$$\eta_{th} = 1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\left(\frac{V_3}{V_2}\right)^{\gamma} - 1}{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma - 1}\left(\frac{V_3}{V_2} - 1\right)}$$

A.N :

$$T_2 = 689\ K \qquad T_3 = 2067\ K \qquad T_4 = 1396\ K$$

$$P_2 = 18.4\ bars \qquad \eta_{th} = 0.44$$

Exercice 3 : Cycle de Joule-Brayton

Calculer le rendement du cycle décrit par gaz parfait et représenté en coordonnées *p* et *v* par un conteur limité par deux transformations adiabatiques réversibles séparées par deux transformations isobares aux pressions p_1 *et* $p_2 > p_1$

Application numérique : $\gamma = 1.4$. On envisage deux taux de compression $\frac{P_2}{P_1} = 8$ et $\frac{P_2}{P_1} = 20$

Rép :

$$q_e = Cp(T_3 - T_2)$$

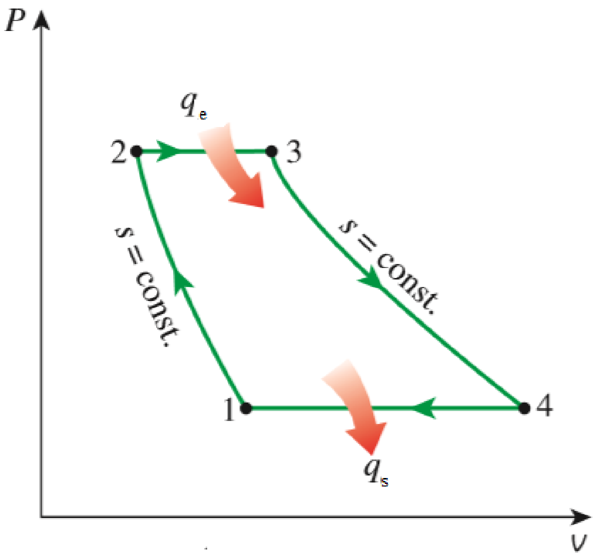
$$q_e = Cp(T_1 - T_4)$$

$$w = -(q_e + q_s)$$

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\gamma} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{1-\gamma} = \left(\frac{T_3}{T_4}\right)^{\gamma}$$

Et

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_4} = \frac{T_3 - T_2}{T_4 - T_1}$$



Représentation du cycle de Joule sur un diagramme P-v

$$\eta_{th} = \frac{-W}{q_e} = 1 + \frac{q_s}{q_e} = 1 + \frac{T_1 - T_4}{T_3 - T_2} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

$$\eta_{th} = 1 - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

Pour $\frac{P_2}{P_1} = 8$ $\quad \eta_{th} = 0.448$

Pour $\frac{P_2}{P_1} = 20$ $\quad \eta_{th} = 0.575$

Exercice 4 : Cycle d'Otto

Un cycle idéal d'Otto a un taux de compression de 8. Au début du processus de compression, l'air est à *100 kPa* et *178 °C*, et *800 kJ / kg* de chaleur sont transférés à l'air pendant le processus d'addition de chaleur à volume constant. En tenant compte de la variation des chaleurs spécifiques de l'air avec la température, déterminez :

(a) la température et la pression maximales qui se produisent pendant le cycle,
(b) la puissance nette de travail,
(c) Le rendement thermique,
(d) la pression moyenne effective pour le cycle.
(e) la puissance de sortie du cycle, en kW, pour un régime moteur de 4000 (tr / min). Supposons que ce cycle fonctionne sur un moteur à quatre cylindres avec un volume total de cylindrée de 1,6 L.