

Aurélien 29/01/08

Thermodynamique : moteur Diesel [concours Mines 07](#)

En poursuivant votre navigation sur ce site, vous acceptez l'utilisation de Cookies vous proposant des publicités adaptées à vos centres d'intérêts.

 Recherche personnalisée

Les moteurs Diesel actuels fonctionnent suivant un cycle théorique modifié appelé cycle de Sabathé : la combustion s'effectue en deux étapes. Il est constitué des transformations suivantes :

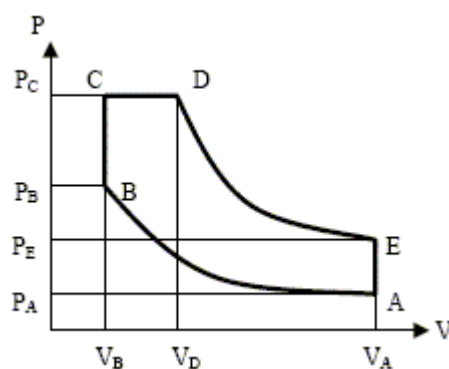
A-B : compression adiabatique réversible

B-C : combustion isochore

C-D : combustion isobare réversible

D-E : détente adiabatique réversible

E-A : détente isochore.



On considère n moles de gaz supposé parfait décrivant le cycle et on pose :

$\gamma = C_{p,m} / C_{v,m}$ avec $C_{p,m}$ et $C_{v,m}$ les capacités thermiques molaires à pression et volume constants

$\alpha = V_A / V_B$: rapport volumétrique de compression

$\beta = V_D / V_C$: rapport volumétrique de combustion

$\delta = P_C / P_B$: rapport de surpression de combustion

Chaque état i sera caractérisé par P_i , V_i et T_i respectivement pression, volume et température.

Exprimer P_B en fonction de P_A , α et γ .

La transformation A $\rightarrow$ B est adiabatique réversible.

$$P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma.$$

$$P_B = P_A [V_A / V_B]^\gamma ; \mathbf{P_B = P_A \alpha^\gamma}.$$

Exprimer T_B en fonction de T_A , α et γ .

$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_B V_B}{T_B} \Rightarrow T_B = \frac{P_B V_B}{P_A V_A} T_A = \alpha^\gamma \frac{1}{\alpha} T_A = \alpha^{\gamma-1} T_A$$



Déterminer les transferts thermiques échangés par n moles de gaz au cours de chaque transformation Q_{AB} , Q_{BC} , Q_{CD} , Q_{DE} , Q_{EA} en fonction des températures T_A , T_B , T_C , T_D , T_E , des capacités thermiques molaires $C_{v,m}$, $C_{p,m}$ et de n.

A-B : compression adiabatique réversible donc $\mathbf{Q_{AB}=0}$.

B-C : combustion isochore :

le travail échangé est nul ; la variation d'énergie interne du gaz est égal à Q_{BC} .

L'énergie interne d'un gaz parfait ne dépend que de la température d'où $\mathbf{Q_{BC} = n C_{v,m} (T_C - T_B)}$.

C-D : combustion isobare réversible

La variation d'enthalpie est égale à Q_{CD} .

$$\mathbf{Q_{CD} = n C_{p,m} (T_D - T_C)}.$$

D-E : détente adiabatique réversible donc $\mathbf{Q_{DE}=0}$.

E-A : détente isochore :

le travail échangé est nul ; la variation d'énergie interne du gaz est égal à Q_{EA} .

L'énergie interne d'un gaz parfait ne dépend que de la température d'où $\mathbf{Q_{EA} = n C_{v,m} (T_A - T_E)}$.

Après avoir défini le rendement thermodynamique (ou efficacité thermodynamique) pour un moteur que l'on notera η , l'exprimer en fonction des températures et de γ .

rendement = travail fourni / énergie prélevée à la source chaude.

$$\eta = -W / (Q_{BC} + Q_{CD}).$$

Travail fourni au cours du cycle : W

énergie mise en jeu au cours du cycle : $Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{EA}$.

La variation d'énergie interne est nulle sur le cycle : $W + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{EA} = 0$

$$-W = Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{EA}$$

$$\eta = [Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{EA}] / [Q_{BC} + Q_{CD}] = 1 + Q_{EA} / [Q_{BC} + Q_{CD}]$$

$$\eta = 1 + \frac{C_{v,m}(T_A - T_E)}{C_{v,m}(T_C - T_B) + C_{p,m}(T_D - T_C)} = 1 + \frac{T_A - T_E}{(T_C - T_B) + \gamma(T_D - T_C)}$$

Montrer que η peut se mettre sous la forme :

$$\eta = 1 - \frac{\delta \cdot \beta^\gamma - 1}{[\delta - 1 + \delta \cdot \gamma \cdot (\beta - 1)] \cdot \alpha^{(\gamma-1)}}$$

Il faut exprimer toutes les températures en fonction de T_A afin de pouvoir simplifier numérateur et dénominateur par T_A :

$$T_B = T_A \alpha^{\gamma-1}.$$

La transformation BC est isochore d'où : $P_C/T_C = P_B/T_B$ soit $P_C/P_B = T_C/T_B = \delta$.

$$T_C = \delta T_B = \delta T_A \alpha^{\gamma-1}.$$

La transformation CD est isobare d'où : $V_C/T_C = V_D/T_D$ soit $V_D/V_C = T_D/T_C = \beta$.

$$T_D = \beta T_C = \beta \delta T_A \alpha^{\gamma-1}.$$

La transformation DE est adiabatique réversible : $T_E V_E^{\gamma-1} = T_D V_D^{\gamma-1}$.

La transformation EA est isochore : $V_E = V_A$ soit $T_E V_A^{\gamma-1} = T_D V_D^{\gamma-1}$.

$$T_E = T_D [V_D/V_A]^{\gamma-1}.$$

Or $\alpha = V_A/V_B$; $\beta = V_D/V_C$; $V_B = V_C$ d'où $V_D/V_A = \beta / \alpha$.

$$\text{par suite : } T_E = T_D [\beta / \alpha]^{\gamma-1} = \beta^\gamma \delta T_A.$$

$$T_A - T_E = T_A [1 - \beta^\gamma \delta]$$

$$T_C - T_B = \delta T_A \alpha^{\gamma-1} - T_A \alpha^{\gamma-1} = T_A [\delta - 1] \alpha^{\gamma-1}.$$

$$T_D - T_C = \beta \delta T_A \alpha^{\gamma-1} - \delta T_A \alpha^{\gamma-1} = T_A [\beta - 1] \delta \alpha^{\gamma-1}.$$

$$\gamma(T_D - T_C) = T_A [\beta - 1] \delta \gamma \alpha^{\gamma-1}.$$

[retour](#) - [menu](#)