

## Thermodynamique d'un moteur 2 temps de scooter (issu de e3a)

<b>A / Généralités</b>
1) Premier principe : pour un cycle $\Delta U = 0 \rightarrow \boxed{W + Q_C + Q_F = 0}$ (1)
2) Second principe sur un cycle : $S_e + S_c = 0$ avec $S_c \geq 0$ d'où $\boxed{\frac{Q_C}{T_C} + \frac{Q_F}{T_F} \leq 0}$ (2)
3) Cycle réversible : dans ce cas $S_c = 0$ donc $S_e = 0$ soit $\boxed{\frac{Q_C}{T_C} + \frac{Q_F}{T_F} = 0}$ (3)
4) Rendement d'un moteur ditherme : $\eta = -\frac{W}{Q_C} \rightarrow \boxed{\eta = 1 + \frac{Q_F}{Q_C}}$
5 a) Le moteur fournit à l'extérieur, sur un cycle, une énergie $-W$ à l'extérieur. Si $\Delta t$ est la durée d'un cycle, alors la puissance fournit est $P = -\frac{W}{\Delta t}$ . Le cycle de Carnot étant parcouru infiniment lentement pour assurer la réversibilité des transformations, on a $\Delta t \rightarrow \infty$ donc $P \rightarrow 0$ . Le cycle de Carnot est une limite théorique !
b) réversibilité implique absence de phénomène de diffusion donc absence d'inhomogénéité de température au sein du système $\rightarrow$ Isothermes et adiabatiques sont les seules transformations possibles.
c) la source froide est le milieu extérieur et dans le cas du scooter la source chaude est créée <i>in situ</i> par la combustion de l'essence.
d) valeurs numériques plausibles $T_F = 300$ K et $T_C = 600$ K, alors $\eta_C = 0,5$ . Les rendements des moteurs thermiques sont plutôt de 0,3.
<b>B / Moteur deux temps</b>
1) 1 temps de compression du mélange et 1 temps explosion/détente/échappement/admission $\rightarrow$ 2 temps par cycle. 1 cycle correspond à 1 tour de vilebrequin, 1 aller et 1 retour du piston
2) Soit $\Omega$ la vitesse angulaire de rotation du vilebrequin, $\Delta t = \frac{1}{\Omega} = \frac{60}{6500} = 9,2$ ms
3) Vitesse moyenne du piston : $v = \frac{2 \times \text{course}}{\Delta t} \rightarrow \boxed{v = 8,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$
4) Vitesse faible devant la vitesse moyenne des molécules $\rightarrow$ les évolutions sont des successions d'état de quasi-équilibre. Compression et détente sont <u>quasi-statiques</u> . Mais transformations trop rapides pour que les échanges thermiques puissent avoir lieu $\rightarrow$ transformations <u>adiabatiques</u> .
5) Taux de compression : évolution 2 $\rightarrow$ 3 isentropique $\rightarrow P_2 V_2^\gamma = P_3 V_3^\gamma \rightarrow \boxed{a = \left(\frac{P_3}{P_2}\right)^{1/\gamma} = 3,6}$
6) $\eta = \frac{-W}{Q_C} = \frac{P \Delta t}{Q_C}$ donc $Q_C = \frac{P \Delta t}{\eta} \rightarrow \boxed{Q_C = 55 \text{ J}}$
7) Consommation d'essence : 100 km correspondent à T=2h de fonctionnement. Volume $V$ consommé = $\left(\frac{T}{\Delta t} Q_C\right) / q$ . On obtient $\boxed{V = 1,4 \text{ L}}$ inférieur à la réalité !
8) Puissances comparées 2 temps/4 temps : pour une même durée du tour de vilebrequin, on gagne un facteur 2 avec moteur 2 temps (nombre de combustions doublé à régime égal). Mais rendement moins bon d'où le gain de 1,5 en puissance indiqué.

## Gilet de survie automatique (CCINP TSi)

1) La cartouche contient  $m = 33 \text{ g}$  de  $\text{CO}_2$  de masse molaire  $M = 44 \text{ g/mol}$

$$\boxed{n = \frac{m}{M}} \quad \text{AN: } n = \underline{0,75 \text{ mol}}$$

2) (1) liquide (2) gaz (3) vaporisation (4) liquéfaction (5) point critique

3) En faisant l'hypothèse d'un état 100% gaz dans la cartouche,

$$\boxed{P = \frac{nRT}{V}} \quad \text{AN: } P = \frac{0,75 \times 8,3 \times 300}{15 \cdot 10^{-6}} \rightarrow \underline{P = 1,2 \cdot 10^3 \text{ bar}}$$

On trouve  $P > P_{\text{sat}}(300\text{K})$  donc l'hypothèse est fautive : il y a du liquide dans la cartouche.

$$4) v = \frac{V}{m} = \frac{15 \cdot 10^{-6}}{33 \cdot 10^{-3}} = 0,46 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$$

$v < v'(300\text{K})$  (volume massique du liquide saturant) donc le  $\text{CO}_2$  est totalement à l'état liquide dans la cartouche.

5) La vaporisation est un processus endothermique qui nécessite un apport de transfert thermique. Ceci est quantifié par l'enthalpie de vaporisation.

$$\text{On lit à } 25^\circ\text{C} \quad \underline{\Delta_{\text{vap}} h = h'' - h' = 119,5 \text{ kJ/kg}}$$

$$6) \vec{\Pi} = -\rho V \vec{g} \quad \text{où} \quad \begin{array}{l} \rho : \text{masse volumique du fluide} \\ V : \text{volume de fluide déplacé par le corps immergé} \\ \vec{g} : \text{accélération de la pesanteur} \end{array}$$

7) On souhaite  $\Pi = F_a = 150 \text{ N}$

$$\boxed{V = \frac{\Pi}{\rho g}} \quad \text{AN: } V = \frac{150}{1,0 \cdot 10^3 \times 10} = \underline{15 \text{ L}}$$

$$8) \boxed{P = \frac{nRT}{V}} \quad \text{AN: } \underline{P = 1,2 \text{ bar}}$$

On trouve bien une pression supérieure à la pression atmosphérique (1,0 bar) donc le jaugage est correct.