

**Corrigé-Type d'Examen de moteur à combustion interne approfondie**

**SOLUTION D'EXERCICE 01 (chaque réponse par 01 pts pour 12 pts)**

1. A-B adiabatique  $\rightarrow Q_{AB}=0$ . On a aussi  $\Delta U_{AB}=W_{AB}+Q_{AB}=C_{vm}(T_B-T_A)\dots(1)$

A partir de ( $\gamma=C_{pm}/C_{vm}$  et  $C_{pm}-C_{vm}=nR$ )  $\rightarrow C_{vm}=nR/(\gamma-1)\rightarrow(1) \equiv W_{AB}= nR/(\gamma-1)(T_B-T_A)\rightarrow$

$$W_{AB}= nR/(\gamma-1)T_B- nR/(\gamma-1)T_A=(P_B V_B-P_A V_A)/(\gamma-1)$$

2. B-C isochore  $\rightarrow W_{BC}=0$ . On a aussi  $\Delta U_{BC}=W_{BC}+Q_{BC}=C_{vm}(T_C-T_B) \rightarrow Q_{BC}=C_{vm}(T_C-T_B)$

3. C-D isobare  $\rightarrow Q_{CD}= C_{pm}(T_D-T_C)$

4. D-E adiabatique  $\rightarrow Q_{DE}=0$  et E-A isochore  $\rightarrow Q_{EA}= C_{vm}(T_A-T_E)$

5. Pour le cycle ABCDEA  $\rightarrow \Delta U_{cycle}=C_{vm}(T_A-T_A)=0$

6.  $\Delta U_{cycle}=W+Q_{AB}+Q_{BC}+Q_{CD}+Q_{DE}+Q_{EA}=0 \rightarrow W=-Q_{BC}-Q_{CD}-Q_{EA}$

7.  $\eta=-W/(Q_{BC}+Q_{CD})=(Q_{BC}+Q_{CD}+Q_{EA})/(Q_{BC}+Q_{CD}) \rightarrow \eta=1+Q_{EA}/(Q_{BC}+Q_{CD})$

8. A-B adiabatique  $\rightarrow T_B V_B^{\gamma-1}= T_A V_A^{\gamma-1} \rightarrow T_B=(V_A/V_B)^{\gamma-1} T_A \rightarrow T_B=\alpha^{\gamma-1} T_A$

9. B-C isochore  $\rightarrow V_B=V_C$  et un gaz parfait  $\rightarrow (P_B V_B=nRT_B$  et  $P_C V_C=nRT_C) \rightarrow P_B/T_B=P_C/T_C$

$$\rightarrow T_C=(P_C/P_B).T_B \rightarrow T_C=\lambda.\alpha^{\gamma-1} T_A$$

10. C-D isobare  $\rightarrow P_D=P_C$  et un gaz parfait  $\rightarrow (P_D V_D=nRT_D$  et  $P_C V_C=nRT_C) \rightarrow V_D/T_D=V_C/T_C$

$$\rightarrow T_D=(V_D/V_C).T_C \rightarrow T_D=\varepsilon.\lambda.\alpha^{\gamma-1} T_A$$

11. D-E adiabatique  $\rightarrow T_D V_D^{\gamma-1}= T_E V_E^{\gamma-1} \rightarrow T_E=(V_D/V_E)^{\gamma-1} T_D\dots(2)$

on aussi  $V_D/V_E=V_D/V_A=V_D/V_C * V_C/V_A=V_D/V_C * V_B/V_A=\varepsilon/\alpha$  (noter que  $V_E=V_A$  et  $V_C=V_B$ )

$$(2) \equiv T_E=(\varepsilon/\alpha)^{\gamma-1} T_D \rightarrow T_E=(\varepsilon/\alpha)^{\gamma-1} \varepsilon.\lambda.\alpha^{\gamma-1} T_A \rightarrow T_E=\varepsilon^{\gamma}.\lambda.T_A$$

12.  $\eta=1+Q_{EA}/(Q_{BC}+Q_{CD})=1- C_{vm}(T_E-T_A)/(C_{vm}(T_C-T_B)+ C_{pm}(T_D-T_C))\dots(3)$  (noter que  $C_{pm}=\gamma C_{vm}$ )

$$(3) \rightarrow \eta=1-(T_E-T_A)/((T_C-T_B)+ \gamma(T_D-T_C))=$$

$$=1-(\varepsilon^{\gamma}.\lambda.T_A - T_A)/((\lambda.\alpha^{\gamma-1} T_A - \alpha^{\gamma-1} T_A)+ \gamma(\varepsilon.\lambda.\alpha^{\gamma-1} T_A - \lambda.\alpha^{\gamma-1} T_A))$$

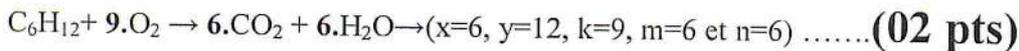
$$=1-(\varepsilon^{\gamma}.\lambda.-1)/((\lambda.\alpha^{\gamma-1}-\alpha^{\gamma-1})+ \gamma(\varepsilon.\lambda.\alpha^{\gamma-1}-\lambda.\alpha^{\gamma-1}))\rightarrow$$

$$\eta = 1 - \frac{\lambda \varepsilon^\gamma - 1}{\alpha^{\gamma-1} [\lambda - 1 + \gamma \lambda (\varepsilon - 1)]}$$

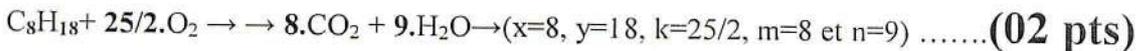
**SOLUTION D'EXERCICE 02 (08 pts)**

**Reponse de question 01**

Pour cyclohexane, on a :



Pour octane, on a :



**Reponse de question 02**

A partir du tableau les valeurs individuelles de la chaleur ou enthalpie de formation sont:

$$\Delta h_{\text{CO}_2} = -393.5 \text{ kJ/mol of CO}_2 \dots\dots (0.25 \text{ pts})$$

$$\Delta h_{\text{H}_2\text{O}} = -285.8 \text{ kJ/mol of H}_2\text{O} \dots\dots (0.25 \text{ pts})$$

$$\Delta h_{\text{C}_6\text{H}_{12}} = -153.9 \text{ kJ/mol of C}_6\text{H}_{12} \dots\dots (0.25 \text{ pts})$$

$$\Delta h_{\text{C}_8\text{H}_{18}} = -249.9 \text{ kJ/mol of C}_8\text{H}_{18} \dots\dots (0.25 \text{ pts})$$

Pour la combustion de  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  :

$$\Delta h_{\text{combustion}} = (6\Delta h_{\text{CO}_2} + 6\Delta h_{\text{H}_2\text{O}}) - (\Delta h_{\text{C}_6\text{H}_{12}} + 9\Delta h_{\text{O}_2}) \dots\dots (0.75 \text{ pts})$$

$$\Delta h_{\text{combustion}} = (-6 \times 393.5 - 6 \times 285.8) - (-153.9 + 9 \times 0) = -3921.9 \text{ kJ/mol} \dots\dots (0.75 \text{ pts})$$

Pour la combustion de  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  :

$$\Delta h_{\text{combustion}} = (8\Delta h_{\text{CO}_2} + 8\Delta h_{\text{H}_2\text{O}}) - (\Delta h_{\text{C}_8\text{H}_{18}} + 25/2\Delta h_{\text{O}_2}) \dots\dots (0.75 \text{ pts})$$

$$\Delta h_{\text{combustion}} = (-8 \times 393.5 - 9 \times 285.8) - (-153.9 + 25/2 \times 0) = -5566.3 \text{ kJ/mol} \dots\dots (0.75 \text{ pts})$$

**NB :**  $\Delta h_{\text{O}_2} = 0 \text{ kJ/kmol}$  est déjà expliqué au cours. Les éléments eux-mêmes n'ont aucune enthalpie de formation dans leurs états naturels. Par exemple, les valeurs de  $\Delta h$  pour  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$  et  $\text{C}$  sont nulles car elles sont formées à partir de leurs éléments. Cependant, le  $\text{CO}_2$  est formé par la réaction  $\text{C (graphite)} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ . Une grande quantité de chaleur est libérée au cours de cette réaction exothermique.