

TP3 : Moteur à combustion interne -Cycle d'OTTO-

I. Objectifs de ce TP.

Ce T.P est pour buts de:

- Maitriser l'étude du **cycle d'otto** en se basant sur le cours, les TDs, et les références disponibles.
- Maitriser la manipulation du logiciel EES (Engineering Equation Solver).
- déterminer par le logiciel EES (Engineering Equation Solver), les valeurs caractérisant es du cycle.
- l'étude thermodynamique du **cycle d'otto** à travers **l'étude de l'effet de la variation de certains paramètres thermiques** (ex. la variation du rendement du cycle « η_{th} » en fonction de « r », la variation du travail net du cycle « W_{net} » en fonction de « r », la variation l'énergie thermique perdue « Q_{out} » en fonction de « r »etc), **sur les performances du cycle.**
- Interpréter les résultats obtenus.

II. Partie Théorique.

I- cycle d'otto:

Principe de fonctionnement et données du problème:

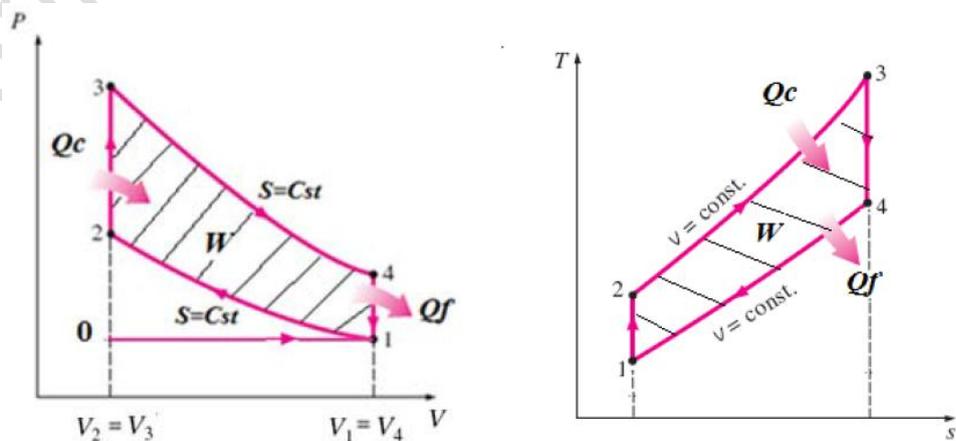


Fig.1. Cycle de Beau de Rochas.

Le cycle d'otto est un cycle thermodynamique théorique pour un moteur à

combustion interne, constitué de quatre processus :

0-1 : Aspiration du mélange (m_a+m_c) à la pression atmosphérique dans le cylindre.

1-2 : Compression *adiabatique* 1-2 jusqu'au volume V_2 correspond au **PMB**, ou la pression est p_2 .

$$pV^\gamma = Cte \quad (1)$$

$$p_2 V_2^\gamma = p_1 V_1^\gamma \quad \frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma \quad (2)$$

On pose : $\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$, (rapport de compression volumétrique).

$$\frac{p_2}{p_1} = \varepsilon^\gamma \quad (3)$$

Cette équation peut être réécrite sous la forme :

$$\frac{T_2}{T_1} = \varepsilon^{\gamma-1} \quad (4)$$

2-3 : Combustion instantanée du mélange à *volume constant* associée à de fortes augmentations de température à T_3 et de la pression à p_3 . Il y a apport de chaleur :

$$Q_C = Q_1 = (m_a + m_c) \cdot c_v (T_3 - T_2) \quad (5)$$

3-4 : Détente *adiabatique* du gaz brûlés qui ramène le volume à V_4 , avec une pression p_4 . Il s'agit du temps moteur du cycle.

$$p_3 V_3^\gamma = p_4 V_4^\gamma \quad \frac{p_3}{p_4} = \left(\frac{V_4}{V_3} \right)^\gamma \quad (6)$$

$$\frac{T_3}{T_4} = \varepsilon^{\gamma-1} \quad (7)$$

4-1: Détente *isochore* des gaz brûlés dans le cylindre, ou la pression chute instantanément à la pression atmosphérique, la température chute aussi.

$$Q_f = Q_2 = (m_a + m_c) c_v (T_4 - T_1) \quad (8)$$

0-1 : Echappement *isobare* des gaz brûlés et retour au point de départ **0**.

L'efficacité des autres cycles et des machines réelles est comparée à celle du cycle de Carnot par le biais du **rendement**, un nombre sans dimension compris entre 0 (efficacité nulle) et 1 (efficacité parfaite). On donne :

$$\eta \text{ (eta)} = (W_{net}/Q_{in}) * 100 \quad (10)$$

et :

$$W_{net} = Q_{in} - Q_{out} \quad \text{"kJ/kg"} \quad (11)$$

$$Q_{out} = c_v * (T_4 - T_1) \quad \text{"kJ/kg"} \quad (12)$$

Avec :

Q_{in} : quantité de chaleur reçue par le système (chaleur transmise au fluide moteur par cycle)

Q_{out} : quantité de chaleur perdue par le système

W_{net} : travail net du cycle.

Pour un cycle d'Otto moteur, dont :- La pression et la température au début de la compression sont **1 bar et 27°C**, respectivement. La quantité de chaleur reçue par le système est de **1800 kJ/kg**. Le taux de compression (rapport de compression volumétrique) est de **r₁=4**.

- Déterminer la pression et la température des points du cycle, le rendement et le travail du cycle.

Données pour l'air: $\gamma=1.4$, $P_1=1\text{bar}$, $C_v=0.718 \text{ kJ/kg.K}$, $C_p=1.005 \text{ kJ/kg.K}$ et $r=0.287 \text{ kJ/kg.K}$.

iii. Partie Pratique (simulation).

I- Les étapes :

1- Avant tout il faut préciser les unités : (*options / unit system / SI*), dans notre TP, sont :

Pression : bar

Température : Kelvin

Energies (Enthalpie, Entropie) : *KJ*, où *specific properties : Mass basis*.

Commençons par le point (1) :

2- Calculons **V₁** "m³/kg".

3- Allons vers le point (2) : - Calculons : **V₂=V₁/r₁** "m³/kg".

$$T_2 = T_1 (r_1^{(\gamma-1)}) \quad \text{"k"}$$

$$P_2 = P_1 (r_1^{(\gamma-1)}) \quad \text{"bar"}$$

4- Puis, Allons vers le point (3) : - Calculons :

$$V_3 = V_2 \quad \text{"m³/kg"}$$

$$T_3 = T_2 + (Q_{in}/c_v) \quad \text{"k"}$$

Contact : a.touahria@centre-univ-mila.dz

Matière : machine Thermique Niveau : Master 1 énergétique-mécanique

$$P_3 = P_2 (T_3/T_2) \text{ "bar"}$$

1- Puis, Allons vers le point (4) : - Calculons :

$$V_4 = V_1 \text{ "m}^3/\text{kg"}$$

$$T_4 = T_3 (r_1^{(1-\gamma)}) \text{ "K"}$$

$$P_4 = P_3 (r_1^{(1-\gamma)}) \text{ "bar"}$$

A ce niveau les points du cycle sont déterminés, on peut satisfaire du calcul. Mais, on peut calculer les restes des paramètres.

2- Reste à répondre au travail demandé.

iv. Travail demandé.

On demande de :

. Remplir les tableaux : - Pression en fonction du r_1 , qui varie de : 4,6,8,10,12.

-Température en fonction du r_1 , qui varie de : 4,6,8,10,12.

-Volume en fonction du r_1 , qui varie de : 4,6,8,10,12.

.Calculer les Performances du cycle OTTO, rendement thermique ou efficacité $\eta (eta)_{th}$, quantité de chaleur perdue par le système Q_{out} , travail net du cycle. W_{net} , la pression moyenne effective du cycle PME .

.Tracer la variation du rendement du cycle « η_{th} » en fonction de « r_1 »

.Tracer la variation du travail net du cycle « W_{net} » en fonction de « r_1 »

.Tracer la variation l'énergie thermique perdue « Q_{out} » en fonction de « r_1 »

.interpréter les résultats.

. Conclusion :

Bon courage.