SERIE 5

Exercice 1

On fait décrire à une mole de gaz parfait un cycle ABCDA décrit comme suit :

Le gaz parfait est comprimé de l'état A(P_A, V_A, T_A) à l'état B($P_B=2P_A$, V_B,T_B) et détendu de l'état C($P_C=4P_A$, V_C, T_C) à l'état D(P_D, V_D, T_D) par des transformations et isothermes – Entre les états B et C et D et A le gaz subit une transformation adiabatique réversible.

1- Déterminer les coordonnées des quatre points remarquables du cycle et représenter dans le diagramme de Clapeyron.

2- Déterminer le travail **W** ainsi que la quantité de chaleur échangée **Q** par le gaz pendant le cycle ABCDA avec le milieu et vérifier le premier principe.

3- Déterminer la variation d'entropie au cours de chaque transformation.

Exercice 2

On considère une mole de gaz parfait que l'on peut faire passer réversiblement de l'état A(P_0, V_0, T_0) à l'état D(P_3, V_3, T_3) par trois chemins distincts.

Chemin AD : T^r adiabatique triplant la pression initiale.

Chemin ABD : (AB) T^r isobare ($P=P_0$) suivi d'une T^r(BD) isochore ($V=V_3$)

Chemin ACD : (AC) isotherme ($T=T_0$) suivie de la transformation (CD) isochore ($V=V_3$)

1- Exprimer les coordonnées des points B, C et D en fonction de ($\mathbf{P_0}$, $\mathbf{V_0}$, $\mathbf{T_0}$, $\boldsymbol{\gamma}$)

2- Calculer pour chaque chemin le travail **W** et la quantité de chaleur échangée **Q** entre le gaz et le milieu extérieur.

3- Calculer la variation d'énergie interne, pour les trois chemins. Que peut-on conclure ?

4- On se propose de comparer le rendement du moteur thermique fonctionnant selon le cycle ABCDA et celui d'un moteur de Carnot utilisant les sources $\mathbf{S_1}$ à $\mathbf{T_3}$ et $\mathbf{S}_2$ à T_0, ($\mathbf{T_3 > T_0}$).

Exercice 3

On fait subir une mole de gaz parfait le cycle réversible suivant :

A(P1, V1, T1) ➔ B(P2, V2, T2) ➔ C(P3=P2, V3, T3) ➔ D(P4, V4=V1, T4) ➔ A(P1, V1, T1)

a) De A à B : transformation adiabatique
b) De B à C : transformation isobare avec élévation de la température
c) De C à D : détente adiabatique
d) De D à A : une transformation isochore avec diminution de la température

On suppose connues les grandeurs P_1, T_1, P_2, T_3, le rapport $\gamma = C_P/C_V$ (indépendant de température) et la constante des gaz parfaits **R**.

1- Donner l'expression de V_1, V_2, T_2, V_3, P_4 et T_4 en fonction des grandeurs qui sont connues.

2- Si C_P et C_V sont les capacités thermiques molaires, donner l'expression des quantités de chaleur Q_b et Q_d échangées au cours des transformations (b) et (d) respectivement.

3- Soit **W** le travail échangé au cours du cycle (moteur) et η le rendement de ce cycle. Donner l'expression de η en fonction de gamma, T_1, T_2, T_3 et T_4.

Exercice 4

Pour faire fonctionner une moissonneuse-batteuse, on utilise n moles d'un gaz parfait qui décrivent le cycle de Beau de Rochas dans le sens indiqué dans la figure. Les transformations **DA** et **BC** sont des adiabatiques alors que les transformations **CD** et **AB** sont des isochores. On désigne par $a = V_2/V_1$ le rapport des volumes (taux de compression). C_V est supposé constant pendant tout le cycle.

1- Exprimer la quantité de chaleur reçue par le gaz pendant l'explosion **AB** en fonction de T_A et T_B.

2- Déterminer le travail **W** fourni pendant le cycle en fonction des températures.

3- En déduire le rendement du cycle en fonction des températures.

4- Montrer que ce rendement η s'exprime simplement en fonction de **a** et de γ.

5- Donner l'expression de la variation d'entropie au cours des différentes transformations.

Application numérique : $a = 9$; $\gamma = 1{,}4$.