

INSTITUT AGRONOMIQUE
ET VETERINAIRE HASSAN II
UNITE DE PHYSIQUE

année 2004-2005
série N° 4

T.D. DE THERMODYNAMIQUE

EXERCICE 1:

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 sur 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 s'exprime simplement en fonction de a et de γ .
- 5- Donner l'expression de la variation d'entropie au cours des différentes transformations

On donne : $a = 9$; $\gamma = 1,4$.

EXERCICE 2:

Le moteur d'un tracteur fonctionne selon le cycle de Diesel : de l'air supposé gaz parfait, parcourt le cycle idéal ABCDA représenté sur la figure. A la fin de l'admission (non représentée), le gaz est dans l'état A (P_A, V_A, T_A). AB et CD sont des transformations adiabatiques réversibles. L'injection s'effectue entre B et C et l'ouverture entre D et A.

Les rapports volumiques sont $V_A / V_B = a$ et $V_C / V_B = b$.

- 1- Déterminer le rendement du cycle en fonction des températures, puis en fonction de a et de b .
- 2- Calculer le rendement du cycle ainsi que les différentes températures et pressions du gaz ?.

on donne : $P_A = 1 \text{ atm}$, $T_A = 288 \text{ °K}$, $a = 16$, $b = 2$ et $\gamma = 1,4$.

- 3- Déterminer la variation de l'entropie et la variation de l'énergie interne au cours des différentes transformations en fonction de n .

EXERCICE 3:

Une centrale thermique électrique, qu'elle soit alimentée en combustible nucléaire ou fossile, est une machine thermique qui fonctionne selon le cycle de Carnot entre la température du réacteur (ou du foyer) et celle du milieu ambiant représenté en général par un fleuve (ou une autre masse d'eau). On considère une centrale nucléaire moderne de 750000 kW ; la température du réacteur atteint 315 °C et on dispose d'un fleuve à 21 °C.

- 1- Quel rendement thermique maximal peut-on obtenir de la centrale et quelle quantité minimale de chaleur doit être rejetée dans le fleuve ?
- 2- Si le rendement théorique effectif de la centrale est 60 % du rendement théorique maximal, quelle quantité de chaleur doit être rejetée dans le fleuve et quelle sera l'augmentation de la température de ce dernier si son débit est 165 m³/s ?

EXERCICE 4: Cycle de Joule :

On reprend le cycle de Diesel et on imagine que la détente adiabatique du cycle de l'exercice (2) puisse se poursuivre jusqu'à la pression atmosphérique ($P_E = P_A = 1 \text{ atm}$).

1- Montrer que $T_A / T_B = T_E / T_C$.

2- Exprimer le rendement du nouveau cycle en fonction :

- ♦ des températures.
- ♦ du rapport des pressions P_B / P_A .
- ♦ du rapport des volumes V_B / V_A .

EXERCICE 5:

Dans un moteur thermique à air, l'unité de masse (1kg) d'air (gaz supposé parfait) décrit de façon réversible le cycle des transformations suivantes :

- Compression isotherme de l'état A_1 ($P_1 = 1 \text{ atm}$, $T_1 = 350 \text{ K}$) à l'état A_2 ($P_2 = 8 \text{ atm}$, T_1);
- Echauffement isobare de l'état A_2 à l'état A_3 ($T_3 = 1400 \text{ K}$);
- Détente adiabatique de l'état A_3 à l'état A_4 .
- Refroidissement isobare de l'état A_4 à l'état initial A_1 .

1 – Déterminer la pression, le volume et la température de l'air dans chacun des états A_1 , A_2 , A_3 et A_4 .

2 – Quel est le rendement thermodynamique du cycle ? le comparer au rendement du cycle de Carnot fonctionnant entre les mêmes températures extrêmes.

3 – Calculer, pour chacune des quatre transformations du cycle, les variations de l'énergie interne ΔU et de l'entropie du gaz ΔS .

4 – Représenter le cycle étudié dans le diagramme (P, V) en utilisant les résultats obtenus.

On donne : dans les conditions normales, volume molaire gazeux = 22,41 ; masse du litre = 1,3 g

EXERCICE 6:

Pour produire du courant électrique nécessaire à un satellite artificiel, on envisageait, dans les années 60, de convertir un travail mécanique en énergie électrique. Pour cela, on faisait parcourir un gaz parfait dans un cycle moteur constitué de deux transformations réversibles isothermes, reliées par deux autres réversibles isochores. (Cycle de STIRLING). La source chaude de ce cycle provenait de la concentration du rayonnement solaire par un réflecteur.

1 – Donner en fonction de V_1 , V_2 , T_F et T_C , l'expression du travail réversible cyclique W .

2 – Calculer le rendement moteur ρ_R . Le comparer à celui de Carnot.

3 – En fait, un tel cycle ne peut pas être considéré comme réversible.

a – Calculer numériquement la quantité de chaleur $Q_{\text{IRV},TC}$ reçue par le gaz en une seconde pour un cycle moteur d'une puissance $P = 2,7 \text{ kWatt}$ ($= -W_{\text{IRV,CY}}$ par seconde, si le rendement ρ_{eff} effectif est 0,6 ρ_R).

On donne $T_F = 700^\circ \text{K}$ et $T_C = 1000^\circ \text{K}$

b – En déduire à l'aide du premier principe, la quantité de chaleur $Q_{\text{IRV},TF}$ évacuée (par un rayonnement) en une seconde à l'extérieur du satellite artificiel.