

Exercice 1 : 6 points

De l'air entre dans une turbine où il se détend de manière isentropique. L'air entre sous $P_1 = 400 \text{ kPa}$, $T_1 = 627^\circ\text{C}$ et $c_1 = 95 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et quitte la turbine sous $P_2 = 100 \text{ kPa}$ et une vitesse $c_2 = 150 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. La turbine a une section de sortie $A_2 = 40 \text{ cm}^2$.

1. Calculer les volumes massiques v_1 , v_2 et la température T_2 de l'air à l'entrée et à la sortie de la turbine.
2. Exprimer $\dot{m}$, débit massique de l'air, en fonction de A_2 , c_2 et v_2 à l'aide de l'analyse dimensionnelle.
3. On négligera la variation de l'énergie cinétique, calculer le travail isentropique de la turbine $W_{t,s}$.
4. On admet que la turbine n'est plus isentropique et la température de l'air à sa sortie est $T_{2,r} = 352^\circ\text{C}$. Calculer son volume massique $v_{2,r}$.
5. Calculer alors la variation d'entropie, ΔS , de l'air dans la turbine. Justifier le signe obtenu.

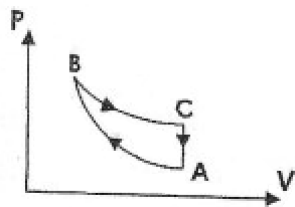
Données : $c_p(\text{air}) = 1,093 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $M_{\text{air}} = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Exercice 2 : 9 points

Une masse constante de gaz parfait parcourt le cycle représenté ci-dessus. le rapport des capacités thermiques à pression et à volume constants de cette masse est $\gamma = 1,4$.

Le gaz initialement dans l'état A caractérisé par une pression $P_A = 1 \text{ bar}$, une température $T_A = 144,4 \text{ K}$ et un volume $V_A = 414 \text{ cm}^3$, subit une évolution isentropique qui l'amène à la température $T_B = 278,8 \text{ K}$.

1. Calculer la pression P_B et le volume V_B dans l'état B.
2. Le gaz est mis en contact avec une source de chaleur à la température T_B et subit une détente isotherme réversible qui ramène son volume à sa valeur initiale V_A . Calculer la pression P_C à l'état C.
3. Calculer les énergies chaleur et travail mises en jeu le long de chaque transformation. En déduire les énergies chaleur et travail mises en jeu le long du cycle. Conclure.
4. Calculer la variation d'entropie ΔS_{BC} au cours de la transformation $B \rightarrow C$.
5. Le gaz dans l'état C est alors mis en contact avec une source de chaleur à la température T_A tandis que son volume est maintenu constant. Calculer la variation d'enthalpie ΔH_{CA} au cours de la transformation $C \rightarrow A$.

**Exercice 3 : 5 points**

L'hélium est contenu dans un volume rigide de 2 m^3 à 50°C et 200 kPa . Calculer la quantité de chaleur nécessaire pour augmenter la pression à 800 kPa .