

Niveau : 1^{re} année Master Génie des Procédés des Matériaux
Responsable de la matière : Dr. Réda KHAMA

Batna, le 07/03/2021

Travail à la maison

Matière : Thermodynamique appliquée

Exercice 1

(04 points)

Une turbine à vapeur d'eau dont les conditions d'exploitation sont rapportées à la figure 1, ci-dessous, produit 5 MW.

1. Comparer les grandeurs de Δh , de ΔE_c et de ΔE_p .
2. Déterminer le travail produit par unité de masse de vapeur.
3. Calculer le débit massique de la vapeur.

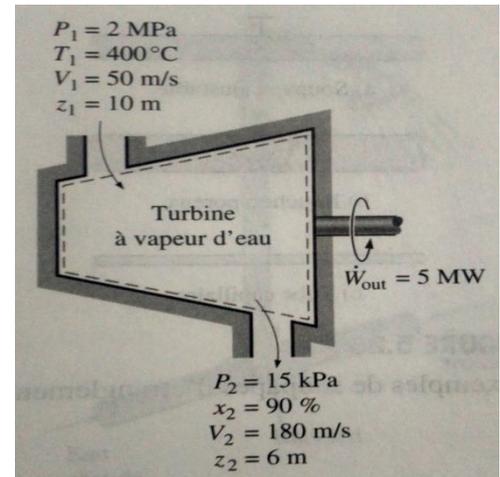


Figure 1

Exercice 2

(06 points)

Un réservoir thermique est un corps qui peut recevoir ou céder de la chaleur indéfiniment sans que sa température en soit modifiée. Il est appelé source de chaleur s'il fournit de la chaleur à un système, et puits de chaleur s'il absorbe de la chaleur dégagée par un système. Le cycle de Carnot est le cycle thermique le plus efficace qui puisse fonctionner entre deux réservoirs thermiques. Il est décrit par une machine thermique imaginaire appelée machine de Carnot.

On considère la machine de Carnot dont le diagramme entropique $T-s$ de son cycle thermodynamique est illustré à la figure 2.

(T_C est la température de la source de chaleur, T_F est la température du puits de chaleur, q_{adm} est la chaleur admise dans le système et $q_{\text{évac}}$ est la chaleur évacuée par le système).

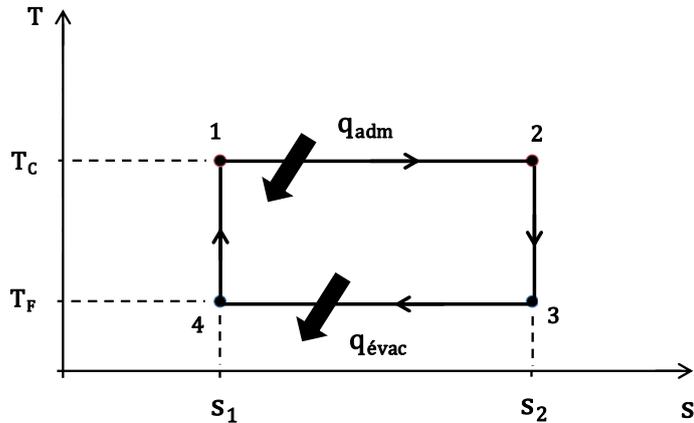


Figure 2

1.
 - a) Pourquoi un réservoir thermique demeure toujours à la même température ?
 - b) À quoi sert le cycle de Carnot ?
2. Indiquer et nommer chacune des transformations thermodynamiques qui composent le cycle de Carnot de la figure 2 ?
3. À partir de la figure 2, trouver l'expression de l'aire A_1 située sous la courbe de la transformation (1 - 2), puis l'expression de l'aire A_2 située sous la courbe de la transformation (3 - 4).
 - En déduire q_{adm} et $q_{évac}$.
4. Donner l'expression du rendement thermique η d'une machine thermique.
5. Démontrer que le rendement thermique du cycle de Carnot (η_{Carnot}) de la figure 2, est :

$$\eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_F}{T_C}$$

Exercice 3

(10 points)

Soit un moteur à combustion interne (MCI) fonctionnant suivant un cycle Diesel théorique (ABCD) dont le taux de compression (rapport volumétrique) est $\tau = 18$. La chaleur transmise au fluide moteur par cycle est $q_{adm} = 1800 \text{ kJ/kg}$.

- Au début de la compression isentropique (état **A**) : la pression de l'air est $P_A = 100 \text{ kPa}$, sa température est $T_A = 15 \text{ °C}$ et son volume spécifique est v_A .
- À la fin de cette compression (état **B**) : la pression de l'air est P_B , sa température est T_B et son volume spécifique est v_B .

- La chaleur est transmise au fluide moteur à pression constante et son addition cesse à l'état **C** où la pression, la température et le volume spécifique sont, respectivement, P_C , T_C et V_C .
- L'évacuation de la chaleur à volume constant cesse à l'état **D** où la pression est $P_D = 456.31$ kPa, la température est T_D et le volume spécifique est V_D .

Les énergies cinétique et potentielle sont négligeables. L'air emprisonné dans le cylindre constitue un système fermé et est considéré comme gaz parfait avec les propriétés :

C_p (chaleur massique à pression constante) = 1.005 kJ/kg.K ; C_v (chaleur massique à volume constant) = 0.718 kJ/kg.K ; r (constante thermodynamique) = 0.287 kJ/kg.K et γ (coefficient isentropique) = 1.4 .

1. Afin de déterminer l'état du fluide moteur aux différents états du cycle étudié, calculer :
 - a) les deux volumes spécifiques V_A et V_B , en déduire la température T_B et la pression P_B ;
 - b) la température T_C et le volume spécifique V_C ;
 - c) la température T_D .
2. Afin d'illustrer le cycle Diesel étudié, tracer ses deux diagrammes (P-v) et (T-S). ((Le calcul des valeurs des entropies spécifiques S n'est pas demandé)).
3. Calculer la chaleur évacuée ($q_{\text{évac}}$) par le système.
4. En appliquant la première loi de la thermodynamique, calculer le travail net fourni (W_{net}) par le moteur au cours d'un cycle.
5. Dire à quoi correspondent vraiment les évolutions (B – C) et (D – A) ?

Bon Courage