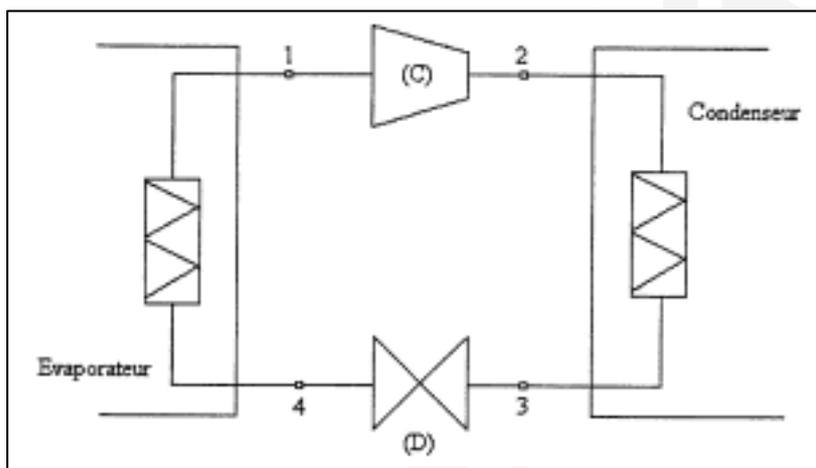


Épreuve du BTS FEE 2006

THERMODYNAMIQUE (8 pts) : Étude d'une machine frigorifique

Celle-ci comprend principalement quatre éléments :

- ▶ Un compresseur (C)
- ▶ Un condenseur
- ▶ Un détendeur (D)
- ▶ Un évaporateur



Le cycle est supposé réversible. Le fluide frigorigène utilisé est l'ammoniac (R 717). Il est considéré comme un gaz parfait à l'état gazeux.

Données :

- $\gamma = 1,30$
- Relations de Laplace pour un gaz parfait lors d'une transformation adiabatique :

$$P \cdot V^\gamma = \text{Cte} \quad T \cdot V^{\gamma-1} = \text{Cte} \quad P^{1-\gamma} \cdot T^\gamma = \text{Cte}$$

- Capacité thermique massique moyenne de l'ammoniac gazeux, à pression constante, entre les températures T_2 et T_3 : $c_p = 2,12 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

- Chaleur latente de vaporisation de l'ammoniac à $T_3 = 298 \text{ K}$: $L_{v3} = 1,17 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

Description du cycle :

Le fluide sort de l'évaporateur sous forme de vapeur saturante sèche à l'état 1 : pression $P_1 = 2,90 \text{ bar}$, température $T_1 = 263 \text{ K}$.

Il subit dans le compresseur, une compression adiabatique réversible qui l'amène à l'état 2 : pression $P_2 = 10,0 \text{ bar}$, température T_2 .

La vapeur subit dans le condenseur une transformation à pression constante : refroidissement jusqu'à la température, puis liquéfaction totale à cette température (état 3).

Le liquide passe dans le détendeur et y subit une détente isenthalpique qui le ramène à la pression initiale $P_1 = P_4 = 2,90 \text{ bar}$ et à la température $T_4 = 263 \text{ K}$ (état 4).

La vaporisation du liquide restant se termine dans l'évaporateur pour un retour à l'état 1.

Questions :

1° question : Calculer la température T_2 en fin de compression.

2° question : Montrer que, dans le condenseur, la quantité de chaleur échangée par kilogramme de fluide est égale à $Q_{23} = -1280 \text{ kJ}$. Indiquer si la température du corps extérieur échangeant de la chaleur avec le fluide frigorigène est inférieure, égale ou supérieure à $T_3 = 298 \text{ K}$.

3° question : La quantité de chaleur échangée par kilogramme de fluide au niveau de l'évaporateur est $Q_{41} = 1105 \text{ kJ}$. Indiquer précisément dans quel sens a lieu l'échange de chaleur, et si la température du corps extérieur, échangeant de la chaleur avec le fluide frigorigène est inférieure, égale ou supérieure à $T_4 = 263 \text{ K}$.

4° question : A l'aide du premier principe de la thermodynamique, calculer le travail W échangé par kilogramme de fluide avec le milieu extérieur au cours du cycle.

5° question : Définir l'efficacité ou coefficient de performance de cette machine frigorifique.

6° question : Le cycle est représenté soit dans un diagramme enthalpique (figure 1), soit dans un diagramme entropique (figure 2).

a) Placer sur les deux diagrammes les états 1, 2, 3 et 4 des états du fluide.

b) A partir du diagramme approprié (figure 1), calculer les valeurs des quantités de chaleur Q_{23} , Q_{41} et du travail W échangé.

Document-réponse à rendre avec la copie

Attention : les graphes des figures 1 et 2 ne sont pas à l'échelle. On n'a fait figurer que des repères indiquant les coordonnées des points.

