

Étude du cycle d'une machine ditherme de réfrigération

Dans une machine frigorifique un fluide frigorigène subit les transformations suivantes représentées en coordonnées de clapeyron figure 1 :

- A → B: compression adiabatique dans le compresseur.
- B → D: refroidissement et liquéfaction isobares de la vapeur dans le condenseur.
- D → E: détente adiabatique et isenthalpique dans le détendeur.
- E → A: vaporisation isobare dans l'évaporateur

Les sources froides Σ_F (intérieur de l'enceinte à réfrigérer) et chaude Σ_C (milieu ambiant) sont assimilées à des thermostats de températures respectives T_F et T_C constantes.

On suppose le régime d'écoulement permanent ainsi que les variations d'énergie potentielle et d'énergie cinétique négligeables.

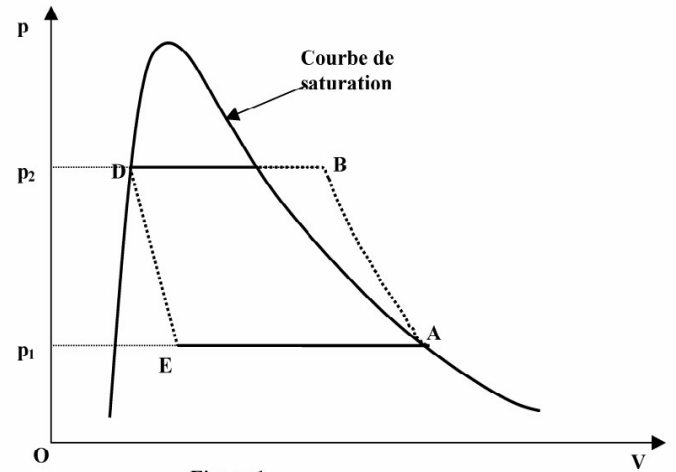


Figure 1

Données :

$T_F=278K$; $T_C=293K$; $P_1=2,008 \text{ bars}$; $P_2=16,810 \text{ bars}$; masse molaire du fluide : $M=120g.mol^{-1}$;

Constante des gaz parfaits : $R=8,314 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$.

Pour n moles de gaz parfait $C_p - C_v = nR$, C_p et C_v étant les capacités thermiques respectivement à pression et volume constant.

Enthalpies massiques du fluide frigorigène dans les états représentés par les points A, B et D : $h_A=390,2kJ.kg^{-1}$; $h_B=448,6kJ.kg^{-1}$; $h_D=286,4kJ.kg^{-1}$.

1. Exprimer en fonction des données q_F et q_C les transferts thermiques massiques reçus par le fluide respectivement au contact de la source froide et de la source chaude. Faire l'application numérique.
2. L'enthalpie massique de vaporisation du fluide à la température T_F est $L_V(T_F)=129,7kJ.kg^{-1}$, en déduire littéralement puis numériquement le titre en vapeur x_{VE} dans l'état E.
3. La vapeur du fluide est assimilable à un gaz parfait dont le rapport des capacités thermiques $\gamma=1,4$.
 - a) En supposant la compression A → B adiabatique réversible calculer la température en T_B en B .
 - b) En déduire $L_V(T_C)$ en fonction des données et T_B .
4. Exprimer et calculer les entropies d'échange S_F et S_C reçues par le fluide respectivement de la source froide et de la source chaude. En déduire l'entropie créée S_p au cours du cycle. Conclusion.
5. Montrer que le travail massique utile w_u reçu par le fluide au cours du cycle est $w_u=-q_C -q_F$ puis faire l'application numérique .
6. Calculer l'efficacité μ de l'installation.
7. Sachant que la puissance P_F à extraire de la source froide pour maintenir sa température constante est de 500W, calculer le débit massique d_m que l'on doit imposer au fluide frigorigène.