

## 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  $\Sigma_F$  (intérieur de l'enceinte à réfrigérer) et chaude  $\Sigma_C$  (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.

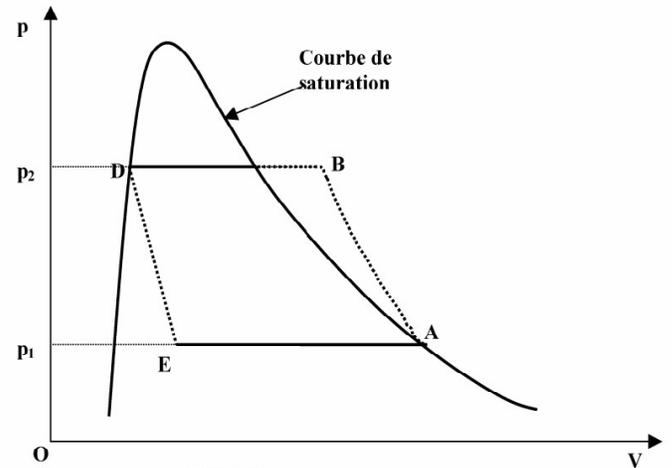


Figure 1

### 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  $\mu$  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.