

4 Machine frigorifique

On peut modéliser le comportement thermodynamique du fluide dans une machine frigorifique à fluide diphasé par la succession de transformations suivantes :

- Compression adiabatique réversible en phase gazeuse du point d'équilibre A au point d'équilibre B . Au point A , le fluide est à l'état de vapeur saturante.
- Refroidissement isobare de la vapeur du point d'équilibre B au point d'équilibre C . Au point C , le fluide est à l'état de vapeur saturante.
- Liquéfaction isobare et totale du fluide du point d'équilibre C au point d'équilibre D . Au point D , le fluide est à l'état de liquide saturant.
- Détente adiabatique irréversible du fluide que l'on peut ici modéliser par une détente isenthalpique entre le point d'équilibre D et le point d'équilibre E (qui se trouve dans un état d'équilibre liquide-vapeur).
- Vaporisation totale du fluide du point d'équilibre E au point d'équilibre A .

On donne les enthalpies massiques du fluide aux points A , B et D :

- $h_A = 1167 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- $h_B = 1355 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- $h_D = 30 \text{ kJ.kg}^{-1}$

1. Représenter le cycle dans le diagramme de Clapeyron.

2. Calculer les quantités de chaleur massique q_{chaud} et q_{froid} mises en jeu, au cours d'un cycle, respectivement au contact des sources chaude et froide.

3. Calculer approximativement le coefficient d'efficacité η de la machine frigorifique :

4. La phase gazeuse peut être assimilée à un gaz parfait. On note T_B la température du fluide au point B et T_C la température du fluide au point C . On note c_p la capacité calorifique massique à pression constante de la phase gazeuse.

Comment peut-on exprimer la chaleur latente massique de vaporisation du fluide $l_v(T_C)$ à la température T_C ? (Justifier la réponse)

- A) $l_v(T_C) = h_B - h_D$.
- B) $l_v(T_C) = -c_p(T_B - T_C)$.
- C) $l_v(T_C) = h_B - h_D - c_p(T_B - T_C)$.
- D) $l_v(T_C) = q_{\text{froid}}$.

5. Le titre massique en vapeur x est défini comme le rapport de la masse de vapeur sur la masse totale de fluide.

On donne la chaleur latente de vaporisation du fluide à la température T_A du point A :

$$l_v(T_A) = 1293 \text{ kJ.kg}^{-1}.$$

Calculer le titre massique en vapeur x_E au point E :

6. On utilise cette installation frigorifique pour maintenir constante la température d'une chambre froide à laquelle il faut enlever 5000 kJ par heure. Sachant que la machine fonctionne en régime stationnaire, calculer le débit massique D_m du fluide frigorifique :