

THERMODYNAMIQUE**Durée conseillée : 1 H**

Quelques données numériques sont précisées enfin d'énoncé.

1. Un congélateur est placé dans une cuisine. Il fonctionne entre deux sources de chaleur. L'intérieur du congélateur est à -18°C , la température moyenne de la pièce est de 20°C .

1.1. En supposant le congélateur idéal fonctionnant de façon réversible selon un cycle de Carnot, définir son efficacité e (ou coefficient de performance). L'exprimer en fonction des quantités de chaleur échangées. Montrer qu'elle n'est fonction que des températures des deux sources. Calculer sa valeur numérique.

1.2. Le congélateur étudié n'a qu'une efficacité e' égale à 3,3.

On y introduit 2 litres d'eau à 20°C , qui sont transformés en glace à -18°C . Calculer :

- la quantité d'énergie fournie au moteur du congélateur pendant cette transformation.
- la chaleur libérée dans la pièce où est placé ce congélateur.

2. Le fonctionnement du congélateur est représenté par le schéma ci-dessous (figure 1)

Le fluide frigorigène (fréon), à l'état de vapeur saturante sèche (état 1), entre à la pression de 123,7 kPa, dans le compresseur où il subit une transformation adiabatique réversible 1-2.

Le compresseur refoule le fluide dans le condenseur à la pression de 800 kPa.

A la sortie du condenseur il est entièrement liquide, à la pression 800 kPa (état 3).

Il se détend ensuite dans un tube capillaire (transformation 3-4) avant de traverser l'évaporateur à pression constante (transformation 4- 1).

2.1. Placer les points 1, 2, 3, 4, sur le schéma (figure 1) et le diagramme (s, T) (figure 2) où s représente l'entropie massique du fluide.

Préciser les états physiques du fluide dans les états 1, 2, 3, 4.

2.2. La détente dans le tube capillaire calorifugé se fait sans variation d'énergie cinétique notable du fluide. Elle se fait à enthalpie constante.

En déduire l'enthalpie massique h_4 du fluide dans l'état (4).

2.3. Représenter le cycle de Carnot du congélateur idéal de la question 1. 1. sur le diagramme s, T.

2.4. Définir le titre en vapeur x d'un mélange liquide - vapeur. Exprimer l'enthalpie massique h d'un tel mélange en fonction de x , h_{vap} , et h_{liq} . En déduire le titre en vapeur du fluide dans l'état (4),

2.5. Calculer la quantité de chaleur échangée par 1 kg de fluide dans l'évaporateur.

2.6. Le congélateur peut extraire 1,5 kJ par seconde au compartiment froid en fonctionnement normal. En déduire le débit massique de fluide dans l'installation.

Données :

- chaleur latente de fusion de la glace : 333 kJ.kg^{-1}
- capacité thermique massique de l'eau liquide : $4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- capacité thermique massique de la glace : $2\,100 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Extrait des tables thermodynamiques du fréon :

$\vartheta_{\text{sat}} (^\circ\text{C})$	P (kPa)	$h_{\text{liq}} (\text{kJ / kg})$	$h_{\text{vap}} (\text{kJ / kg})$
-25	123,7	13,315	176,352
32,7	800	67,195	200,452

h_{liq} et h_{vap} sont les enthalpies massiques du liquide saturant et de la vapeur saturante.

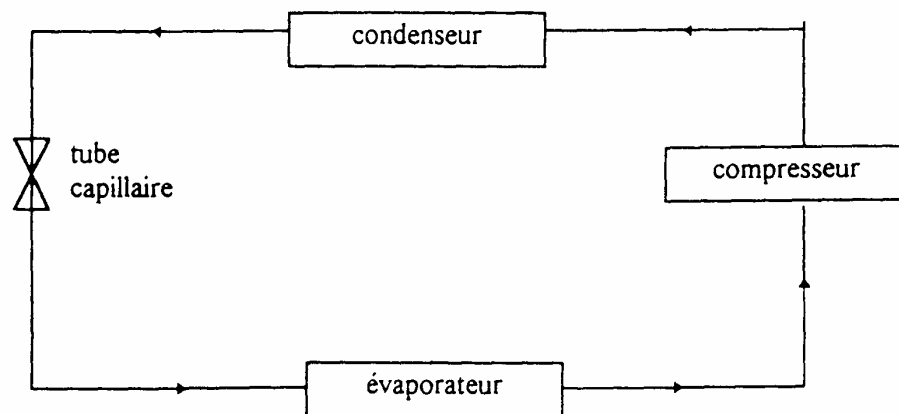


Figure 1

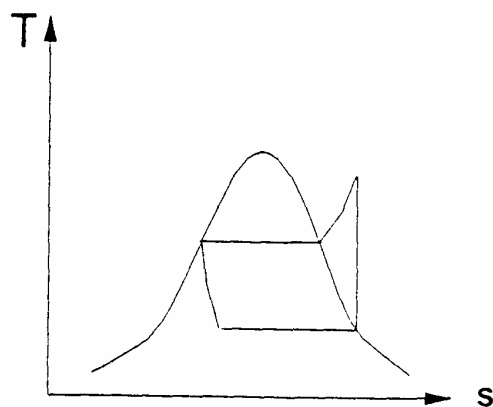


Figure 2