

## **BTS FEE 2012 : THERMODYNAMIQUE**

### **Refroidissement d'une saumure**

Afin de refroidir une saumure on utilise une machine frigorifique dont le fluide est l'ammoniac R717.

L'allure du cycle thermodynamique dans le diagramme ( $\log(P)$ ,  $h$ ), subi par un kilogramme d'ammoniac est représentée figure 1, sur l'annexe A (à rendre avec la copie).  $P$  est la pression absolue et  $h$  l'enthalpie massique du fluide.

La transformation AB est réversible.

#### **Description du cycle :**

Au point A, à la sortie de l'évaporateur, la vapeur saturante est sèche.

Le fluide subit :

- ✖ une compression isentropique AB (représentée par un segment de droite pour simplifier sur le cycle) ;
- ✖ un refroidissement isobare de la vapeur BC ;
- ✖ une condensation complète CD ;
- ✖ une détente isenthalpique DE ;
- ✖ une vaporisation EA de la phase liquide présente au point E.

*Rappel* : sous la courbe de saturation, isotherme et isobare sont confondues.

Le tableau figure 2 de l'annexe (à rendre avec la copie) est partiellement rempli.

**1° question** : Au regard du cycle (figure 1 – annexe), de sa description et du rappel ci-dessus, compléter, sans justifier, les dix cases manquantes du tableau (figure 2 de l'annexe A).

L'état du fluide pour la dernière ligne du tableau sera noté :

L pour l'état liquide, v pour l'état vapeur, L + v pour un état diphasé liquide et vapeur.

**2° question** : En utilisant les valeurs numériques indiquées dans ce tableau (figure 2), montrer que la température au point B vaut  $T_B = 350$  K.

*Données* :

- ✖ l'ammoniac est considéré *dans cette question* comme un gaz parfait ;
- ✖ pour une telle transformation, on pourra utiliser la relation :  $T^\gamma P^{1-\gamma} = \text{constante}$  avec  $\gamma = 1,3$ ,  $\gamma$  étant le coefficient isentropique de l'ammoniac.

**3° question** : Vérifier par le calcul que la valeur numérique du travail de transvasement reçu par un kilogramme de fluide lors de la compression isentropique AB vaut  $W_{tr} = 191$  kJ.kg<sup>-1</sup>.

**4° question** :

a) En s'aidant du tableau (figure 2 de l'annexe A), montrer que la quantité de chaleur reçue par un kilogramme d'ammoniac dans l'évaporateur vaut  $Q_{EA} = 1134$  kJ.kg<sup>-1</sup>.

b) La quantité de chaleur reçue par l'ammoniac doit être de  $90,0 \times 10^3$  kJ par heure pendant la phase d'évaporation, EA.

En déduire le débit massique  $D_m$  (en kg.h<sup>-1</sup>) d'ammoniac nécessaire pour assurer le refroidissement de la saumure, pendant cette phase (EA).

c) Calculer la puissance théorique absorbée  $P_{co}$  par le compresseur.

d) Définir le coefficient de performance (COP) de cette machine et montrer qu'il vaut environ  $\eta = 5,9$ .

**5° question** : Les caractéristiques du point F situé sur la courbe de saturation du diagramme figure 1 sont :

$$P_F = 2,9 \text{ bar} ; T_F = 263 \text{ K} ; h_F = 455 \text{ kJ.kg}^{-1}.$$

*Rappel* : Le titre  $x$  en vapeur d'un mélange liquide-vapeur d'un fluide est le pourcentage en masse de vapeur contenue dans un kilogramme de mélange (par exemple si  $x = 0,6$  alors 1,0 kg de fluide contient 0,6 kg de fluide à l'état vapeur et 0,4 kg de fluide à l'état liquide).

a) Quel est l'état physique du fluide au point F ? Quel est le titre de la vapeur,  $x_F$  ?

b) Quel est l'état physique du fluide au point A ? Quel est le titre de la vapeur,  $x_A$  ?

c) On considère la vaporisation fictive FA. Calculer en  $\text{kJ.kg}^{-1}$  la valeur de la chaleur latente de vaporisation  $L_v$  de l'ammoniac à  $T = 263 \text{ K}$  et  $P = 2,9 \text{ bar}$ .

d) On considère à 263 K la vaporisation EA.

Exprimer  $Q_{EA}$  en fonction de  $x$  et de  $L_v$  et en déduire la valeur  $x$  du titre en vapeur du mélange au point E.

*Rappel* :  $Q_{EA} = 1134 \text{ kJ.kg}^{-1}$ .

ANNEXE

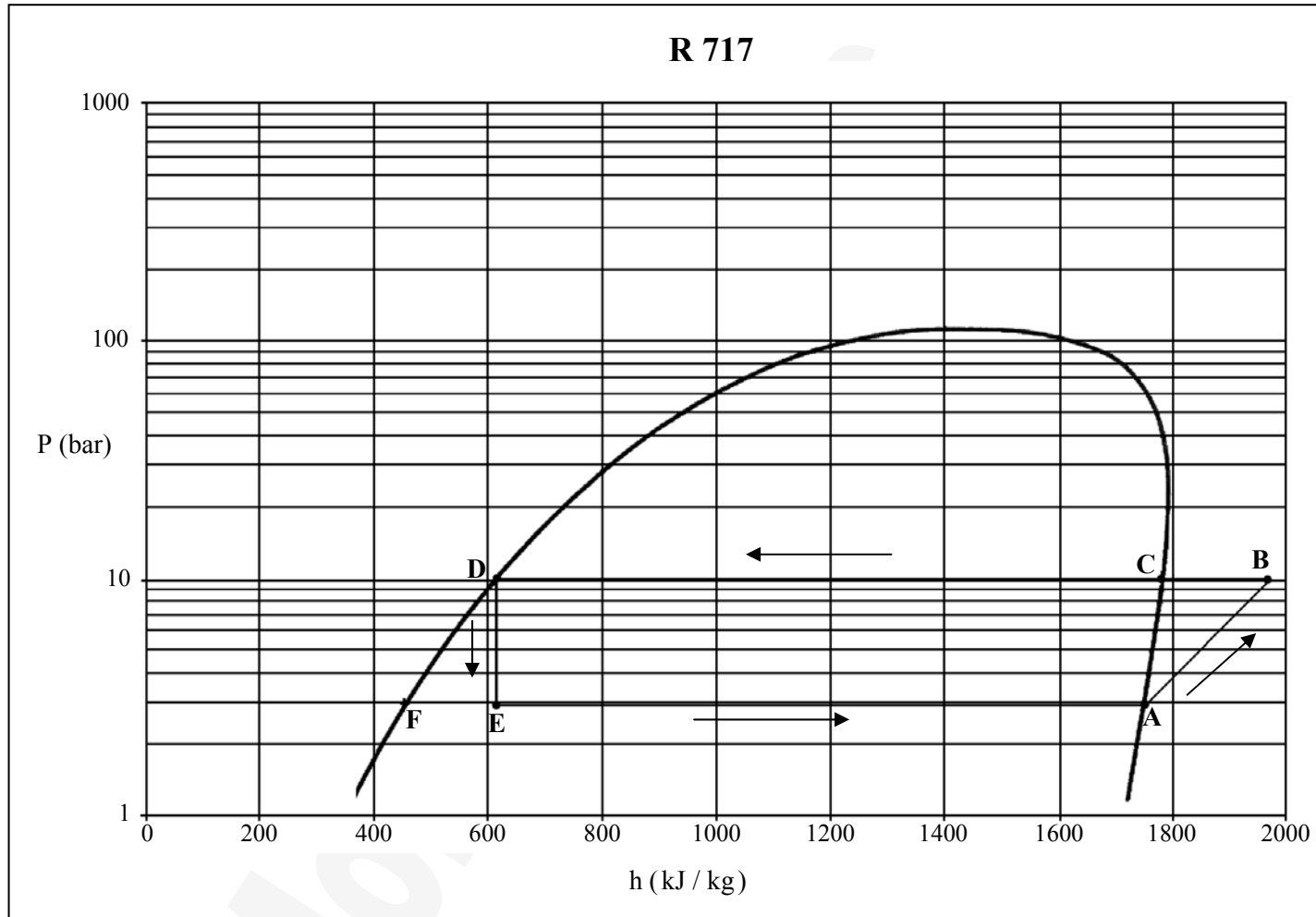


Fig.1

Fig.2

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
T (K)	263	350	298		
P ( $\times 10^5$ Pa)	2,9	10			2,9
h (kJ.kg <sup>-1</sup> )	1749	1940	1782	615	
Etat du fluide					