

# **BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS**

## **SCIENCES PHYSIQUES – U. 22**

**Session 2006**

---

**Durée : 2 heures**

**Coefficient : 2**

---

**Matériel autorisé :**

**Calculatrice conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/1999**

**Documents à rendre avec la copie :**

**Document-réponse (thermodynamique)**

**page 6/6**

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.**

**Le sujet comporte 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6.**

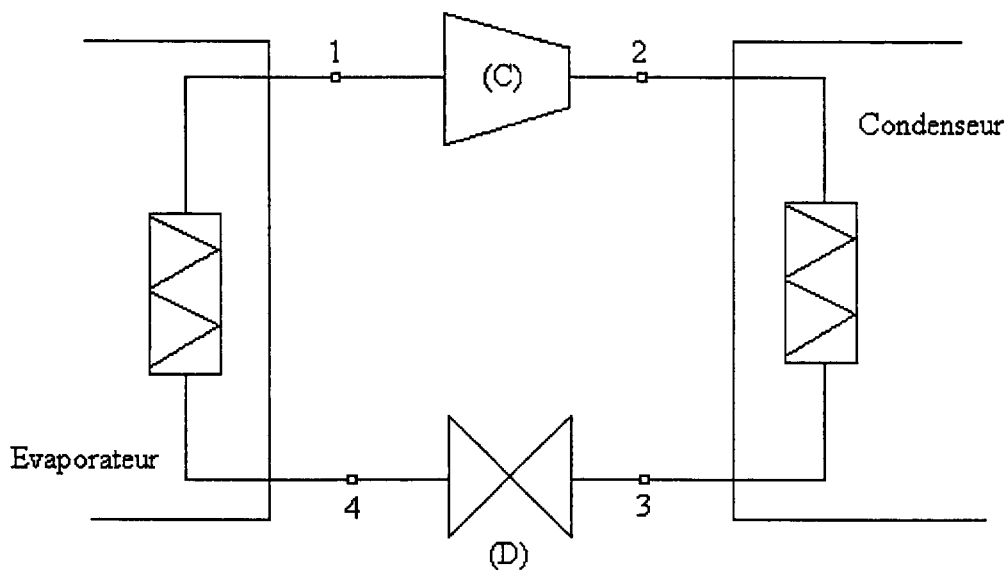
<b>BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENTS</b>		<b>Session 2006</b>
<b>Sciences physiques – U. 22</b>		<b>FEE2SC</b>
<b>Coefficient : 2</b>	<b>Durée : 2 heures</b>	<b>Page : 1/6</b>

**A) THERMODYNAMIQUE (8 points)**

**ÉTUDE D'UNE MACHINE FRIGORIFIQUE**

Celle-ci comprend principalement quatre éléments :

- Un compresseur (C)
- Un condenseur
- Un détendeur (D)
- Un évaporateur



Le cycle est supposé réversible. Le fluide frigorigène utilisé est l'ammoniac (R 717). Il est considéré comme un gaz parfait à l'état gazeux.

Données :  $\gamma = 1,30$

Relations de Laplace pour un gaz parfait lors d'une transformation adiabatique :  $P.V^\gamma = \text{cte}$   $T.V^{\gamma-1} = \text{cte}$   $P^{1-\gamma}.T^\gamma = \text{cte}$

Capacité thermique massique moyenne de l'ammoniac gazeux, à pression constante, entre les températures  $T_2$  et  $T_3$  :  $c_p = 2,12 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ .

Chaleur latente de vaporisation de l'ammoniac à  $T_3 = 298 \text{ K}$  :

$Lv_3 = 1,17 \times 10^3 \text{ kJ.kg}^{-1}$ .

**Description du cycle :**

Le fluide sort de l'évaporateur sous forme de vapeur saturante sèche à l'état 1 : pression  $P_1 = 2,90 \text{ bar}$ , température  $T_1 = 263 \text{ K}$ .

Il subit dans le compresseur, une compression adiabatique réversible qui l'amène à l'état 2 : pression  $P_2 = 10,0 \text{ bar}$ , température  $T_2$ .

<b>BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENT</b>		<b>Session 2006</b>
Sciences physiques – U. 22		<b>FEE2SC</b>
Coefficient : 2	Durée : 2 heures	<b>Page : 2/6</b>

La vapeur subit dans le condenseur une transformation à pression constante : refroidissement jusqu'à la température  $T_3 = 298 \text{ K}$ , puis liquéfaction totale à cette température (état 3).

Le liquide passe dans le détendeur et y subit une détente isenthalpique qui le ramène à la pression initiale  $P_1 = P_4 = 2,90 \text{ bar}$  et à la température  $T_4 = 263 \text{ K}$  (état 4).

La vaporisation du liquide restant se termine dans l'évaporateur pour un retour à l'état 1.

### Questions :

1. Calculer la température  $T_2$  en fin de compression.
2. Montrer que, dans le condenseur, la quantité de chaleur échangée par kilogramme de fluide est égale à  $Q_{23} = - 1280 \text{ kJ}$ . Indiquer si la température du corps extérieur échangeant de la chaleur avec le fluide frigorigène est inférieure, égale ou supérieure à  $T_3 = 298 \text{ K}$ .
3. La quantité de chaleur échangée par kilogramme de fluide au niveau de l'évaporateur est  $Q_{41} = 1105 \text{ kJ}$ . Indiquer précisément dans quel sens a lieu l'échange de chaleur, et si la température du corps extérieur, échangeant de la chaleur avec le fluide frigorigène est inférieure, égale ou supérieure à  $T_4 = 263 \text{ K}$ .
4. A l'aide du premier principe de la thermodynamique, calculer le travail  $W$  échangé par kilogramme de fluide avec le milieu extérieur au cours du cycle.
5. Définir l'efficacité ou coefficient de performance de cette machine frigorifique.
6. Le cycle est représenté soit dans un diagramme enthalpique (**figure 1, page 6**), soit dans un diagramme entropique (**figure 2, page 6**).
  - 6.1. Placer sur les deux diagrammes les états 1, 2, 3 et 4 des états du fluide.
  - 6.2. A partir du diagramme approprié (**figure 1**), calculer les valeurs des quantités de chaleur  $Q_{23}$ ,  $Q_{41}$  et du travail  $W$  échangé.

<b>BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENT</b>		<b>Session 2006</b>
Sciences physiques – U. 22		<b>FEE2SC</b>
Coefficient : 2	Durée : 2 heures	<b>Page : 3/6</b>

## B) ÉLECTRICITÉ (7 points)

La plaque signalétique du moteur asynchrone entraînant le compresseur porte les indications suivantes :

400 V/690 V ; 2,6 kW ;  $\cos \varphi = 0,79$  ; 50 Hz ; 6 A / 3,5 A ; 940 tr.min<sup>-1</sup>.

Ce moteur est étudié en **régime de fonctionnement nominal**.

1. Le moteur est alimenté par un réseau 230 V/400 V.
  - 1.1. Quelle est la tension nominale aux bornes d'un enroulement du stator ?
  - 1.2. Comment sont alors couplés les enroulements du stator ? Justifier.
  - 1.3. L'intensité du courant en ligne vaut 6 A.  
Calculer l'intensité efficace du courant traversant un enroulement.
2. Quelle est la vitesse de synchronisme de ce moteur ?  
Déterminer son nombre de paires de pôles et son glissement.
3. Calculer la puissance absorbée par ce moteur.
4. Les pertes dans le fer et les pertes par effet Joule au stator valent respectivement :  
 $P_{fs} = 200$  W et  $P_{js} = 190$  W.  
En déduire la puissance transmise au rotor et le moment du couple électromagnétique.
5. Vérifier que les pertes par effet Joule au rotor valent 175 W (environ).
6. On néglige les pertes dans le fer au rotor. En déduire les pertes mécaniques.
7. Quels sont le rendement et le moment du couple utile de ce moteur ?

BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENT		Session 2006
Sciences physiques – U. 22		FEE2SC
Coefficient : 2	Durée : 2 heures	Page : 4/6

### C) CHIMIE (5 points)

L'ammoniac utilisé comme fluide frigorigène a pour formule  $\text{NH}_3$ .

1. Le noyau de l'atome d'azote est représenté par  ${}^{14}_7\text{N}$  et celui de l'atome d'hydrogène par  ${}^1_1\text{H}$ .
  - 1.1. Donner la composition de chaque noyau.
  - 1.2. Donner la structure électronique de chaque atome.
  - 1.3. Combien de liaisons covalentes engage l'atome d'azote dans la molécule d'ammoniac ? Vérifier que la règle de l'octet est bien respectée pour l'atome d'azote.
2. Une solution aqueuse d'ammoniac de concentration  $c = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$  a un pH de 10,6.
  - 2.1. Écrire l'équation de la réaction de l'ammoniac avec l'eau sachant que la transformation est limitée.
  - 2.2. Calculer la concentration molaire des ions hydronium  $\text{H}_3\text{O}^+$  et hydroxyde  $\text{HO}^-$ .
3. Afin de vérifier la valeur de la concentration molaire de la solution d'ammoniac, on procède à un dosage avec une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $0,015 \text{ mol.L}^{-1}$ . Avec un volume de  $20 \text{ cm}^3$  de la solution d'ammoniac, l'équivalence est obtenue pour un volume d'acide de  $13,3 \text{ cm}^3$ . Vérifier la valeur numérique de la concentration de la solution d'ammoniac.

Données :

Couples acide-base :  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  ;  $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$

Produit ionique de l'eau à  $25^\circ\text{C}$  :  $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$ .

<b>BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENT</b>		<b>Session 2006</b>
Sciences physiques – U. 22		<b>FEE2SC</b>
Coefficient : 2	Durée : 2 heures	Page : 5/6

Examen ou concours : ..... Série\* : .....

Spécialité/Option : .....

Repère de l'épreuve : .....

Épreuve/sous-épreuve : .....  
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

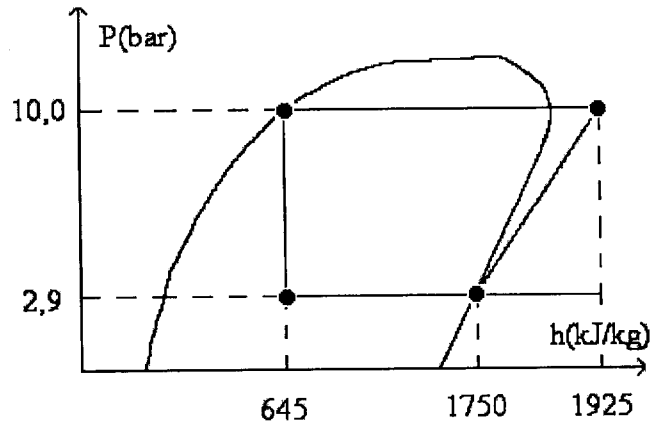
**DOCUMENT REPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE****A) THERMODYNAMIQUE , question 6.1.****Attention : les graphes des figures 1 et 2 ne sont pas à l'échelle ; sur les axes il ne figure que des repères indiquant des coordonnées de points.**

figure 1

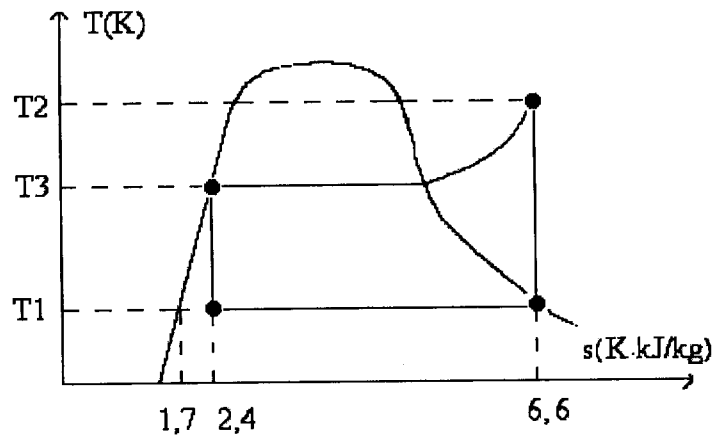


figure 2

<b>BTS FLUIDES ENERGIES ENVIRONNEMENT</b>		<b>Session 2006</b>
Sciences physiques – U. 22		<b>FEE2SC</b>
Coefficient : 2	Durée : 2 heures	Page : 6/6