



Concours A2GP session 2016
Composition : Physique 5 (thermodynamique)
Durée : 3 Heures

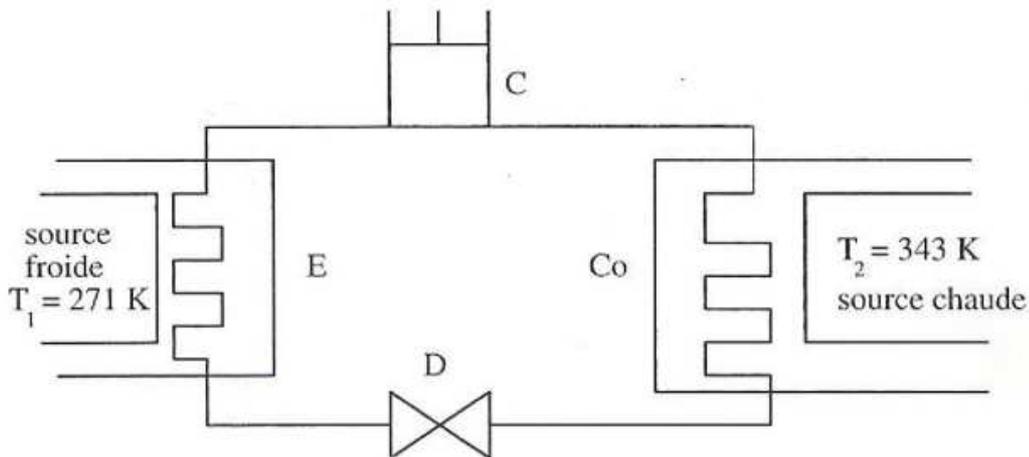
PROBLEME

PARTIE A

1. Définition d'un fluide en deux lignes.
2. Définir une source de chaleur en deux lignes.
3. Définir la pression de vapeur saturante en trois lignes.
4. Définir une pompe à chaleur en trois lignes.
5. On considère un gaz parfait subissant une transformation adiabatique réversible, établir la relation de Laplace entre P (pression) et V (volume). On supposera que $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ est une constante.

PARTIE B

On cherche à établir le bilan énergétique d'un système de chauffage par pompe à chaleur. Celui-ci comprend un fluide (du fréon) circulant dans un circuit fermé formé par un compresseur C, un condenseur Co, un robinet détenteur D et un évaporateur E.



Tout est parfaitement adiabatique sauf au niveau du condenseur où le fréon échange la quantité de chaleur Q_2 avec la source chaude et au niveau de l'évaporateur où le transfert de chaleur avec la source froide est Q_1 . Le fluide reçoit, au niveau du compresseur, un travail W .

On raisonne sur une masse $m = 1 \text{ kg}$ de fréon.

Données :

Température	Pression de vapeur saturante en bars	Enthalpie massique du liquide (J / kg)	Enthalpie de vaporisation (J / kg)
$T_1 = 271 \text{ K}$	0,375	$h_1 = 395 \cdot 10^3$	$L_1 = 212,5 \cdot 10^3$
$T_2 = 343 \text{ K}$	4,15	$h_2 = 479 \cdot 10^3$	$L_2 = 165,2 \cdot 10^3$

Le fréon gazeux sera considéré comme un gaz parfait de chaleur massique à pression constante $C_p = 514 \text{ J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ supposée constante dans le domaine de température utilisée.

1. Etude du compresseur.

Le fréon gazeux ($P_1 = 0,375 \text{ bar}$, $T_1 = 271 \text{ K}$) venant de l'évaporateur est aspiré dans le compresseur. La compression est supposée adiabatique réversible. Le compresseur fournit au fréon un travail massique w , puis le refoule, à la température $T_2' = 359 \text{ K}$ et à la pression $P_2 = 4,15 \text{ bar}$.

- 1.a) Donner l'expression littérale de la température T_2' .
- 1.b) En déduire la valeur numérique de γ .
- 1.c) Donner l'expression littérale du travail massique w .
- 1.d) Calculer numériquement w .

2. Etude du condenseur

A la sortie du compresseur, le gaz entre dans le condenseur. Il subit tout d'abord un refroidissement à pression constante P_2 de T_2' à T_2 , puis un changement d'état qui le transforme en liquide.

Déterminer littéralement puis numériquement la quantité de chaleur Q_2 échangée par chaque kg de fréon introduit dans le condenseur.

3. Etude de la détente

Le liquide sort du condenseur sous P_2 et T_2 ; il passe alors dans le détendeur adiabatique où il subit une détente de Joule-Kevin et où une masse X de liquide se vaporise ; la température est alors $T_1 = 271 \text{ K}$. Déterminer X .

4. Etude de l'évaporateur

La masse restante $(1 - X)$ de liquide se vaporise ensuite totalement dans l'évaporateur en échangeant une quantité de chaleur Q_1 avec la source froide ; puis le cycle recommence. Calculer Q_1 .

5. Bilan

- 5.a) Sur les résultats précédents, vérifier le premier principe.
- 5.b) Calculer l'efficacité e de la pompe.
- 5.c) On veut transférer à la source chaude une quantité de chaleur $32 \cdot 10^6 \text{ J}$ en une heure.

Déterminer :

- α) Le débit massique de fréon à assurer, en kg/s.
- β) Le travail total W fourni par le compresseur.
- γ) La puissance électrique à installer si le rendement électromécanique du compresseur est de **0,8**.