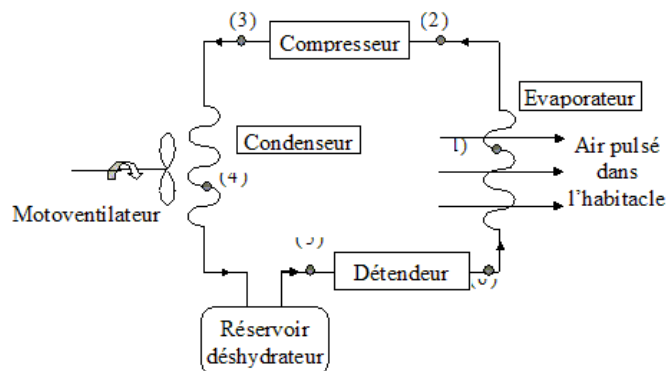


cycle de production du froid d'une climatisation auto **bts FEE 2007**

En poursuivant votre navigation sur ce site, vous acceptez l'utilisation de Cookies vous proposant des publicités adaptées à vos centres d'intérêts.



Les véhicules équipés de la climatisation en série occupent une place de plus en plus importante sur le marché automobile : en 2005, cet équipement a été présent sur près de 90 % des véhicules neufs en France. Le fluide frigorigène subissant le cycle est de l'hydrofluorocarbure HFC connu sous le code R134a . On admet qu'il se conduit à l'état gazeux comme un gaz parfait de caractéristique massique $r = 85 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ et d'exposant adiabatique $\gamma = c_p/c_v = 1,12$.



Le cycle théorique du R134a est le suivant :

- En (1), dans l'évaporateur, le fluide frigorigène est entièrement à l'état de vapeur saturante : $p_1 = 3,5 \text{ bar}$, $\theta_1 = 5,0^\circ\text{C}$, $h_1 = 400 \text{ kJ kg}^{-1}$. Il subit alors un échauffement isobare en sortie de l'évaporateur jusqu'à l'entrée du compresseur caractérisé par l'état : $p_2 = 3,5 \text{ bar}$, θ_2 , $h_2 = 415 \text{ kJ kg}^{-1}$.
 - La vapeur surchauffée basse pression est alors comprimée par le compresseur de 3,5 bar à 10 bar (état (3)). Sa température est alors θ_3 . La compression est supposée adiabatique réversible.
 - Entre (3) et (4), la vapeur surchauffée haute pression est refoulée dans le condenseur où elle cède à l'air extérieur une quantité de chaleur sous pression constante. Le fluide frigorigène se condense alors entièrement (état (4)).
 - En sortie du condenseur, le fluide liquéfié se sous-refroidit et traverse un réservoir déshydrateur, toujours à pression constante. L'état (5) caractérise ce sous-refroidissement.
- Entre (5) et (6), le fluide est acheminé dans un détendeur où il subit une détente isenthalpique ; sa pression passe alors de 10 bar à 3,5 bar. Le fluide se vaporise alors partiellement. L'état (5) est caractérisé par les données suivantes : titre massique en vapeur 20 % ; température $\theta_6 = 5,0^\circ\text{C}$; pression $p_6 = 3,5 \text{ bar}$.
- Enfin, il pénètre dans l'évaporateur et absorbe en s'évaporant une certaine quantité de chaleur provenant de l'air pulsé en direction de l'habitacle. L'air arrive rafraîchi dans l'habitacle.

Dans tout le problème, le débit massique du R134a a pour valeur : $\dot{m} = 0,13 \text{ kg s}^{-1}$.

A - Caractéristique du R134a :

Montrer que la capacité thermique massique à pression constante c_p du fluide frigorigène est : $c_p = 0,79 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

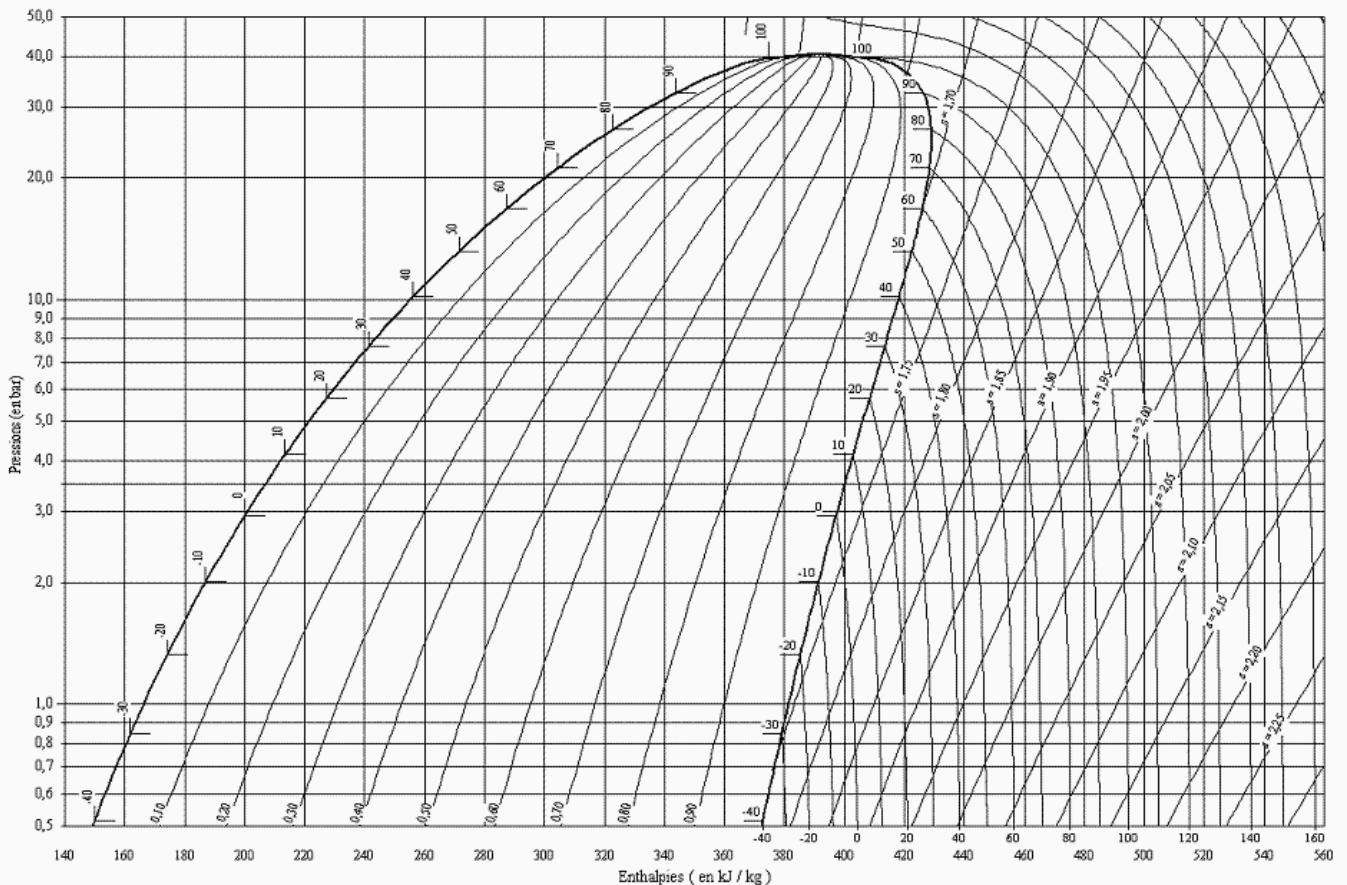
B - Etude du cycle du fluide frigorigène :

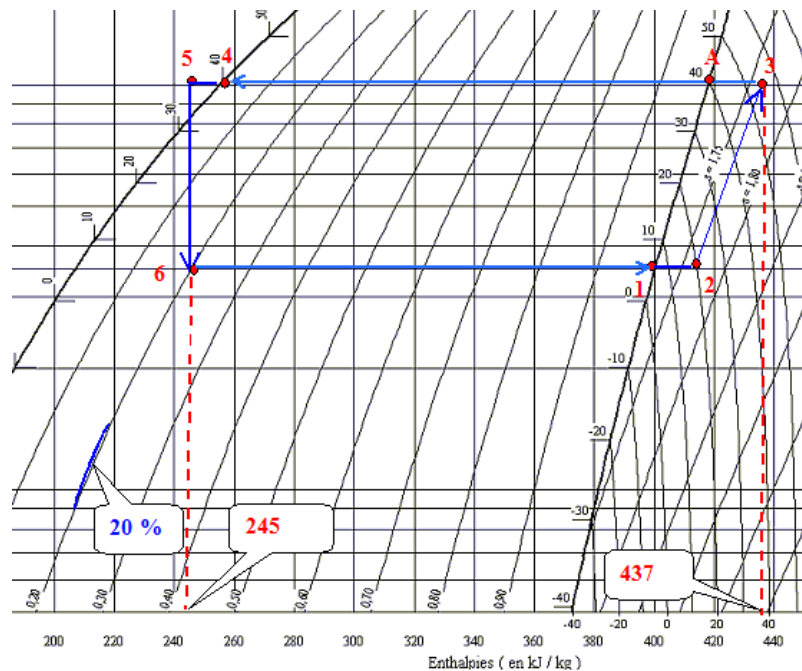
1. Placer, sur le diagramme enthalpique (annexe à joindre avec la copie), les 6 points correspondant aux différents états du cycle du fluide frigorigène. Tracer le cycle en précisant le sens du parcours.
2. En utilisant le diagramme enthalpique, indiquer la valeur de la température de surchauffe du fluide basse pression. Pour la suite du problème, on prendra $\theta_2 = 20^\circ\text{C}$.
3. La compression de l'état à l'état est supposée adiabatique réversible (isentropique). En utilisant le cycle tracé à la question précédente, vérifier que la température de fin de compression isentropique est : $\theta_3 = 55^\circ\text{C}$.

- Relever, sur le diagramme, le travail massique de transvasement que doit fournir le compresseur par kilogramme de fluide lors de sa compression adiabatique.
 - En déduire la puissance que doit fournir le compresseur au fluide caloporteur.
4. Préciser les différentes transformations subies par le fluide frigorigène, entre la sortie du compresseur (état (3)) et l'amont du détendeur (état(5)). Mesurer à l'aide du diagramme la quantité de chaleur q_c échangée par kilogramme de fluide entre ces deux états. Préciser et interpréter le signe de q_c .
 5. Déterminer la quantité de chaleur q_f échangée avec l'air pulsé vers l'habitacle par kilogramme de fluide au niveau de l'évaporateur (entre les états (6) et (2)). Préciser et interpréter le signe de q_f .
 6. En déduire la puissance frigorifique P_2 produite par la climatisation automobile.

C - Efficacité de l'installation

Définir puis calculer le coefficient de performance de l'installation.





Travail massique de transvasement que doit fournir le compresseur par kilogramme de fluide lors de sa compression adiabatique :

$$h_3 = 437 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ (lecture graphe état (3)) ; } h_2 = 415 \text{ kJ kg}^{-1}.$$

Ecrire le premier principe de la thermodynamique entre l'état (2) et l'état (3)

$$W_{23} + Q_{23} = h_3 - h_2.$$

La compression étant adiabatique : $Q_{23} = 0$

$$\text{d'où } W_{23} = h_3 - h_2 = 22 \text{ kJ kg}^{-1}.$$

Puissance que doit fournir le compresseur au fluide caloporteur :

$$\text{Puissance (kW)} = \text{débit massique (kg s}^{-1} \text{)} * \text{travail massique (kJ kg}^{-1} \text{)}$$

$$P = 0,13 * 22 = 2,9 \text{ kW}.$$

Les différentes transformations subies par le fluide frigorigène, entre la sortie du compresseur (état (3)) et l'amont du détendeur (état(5))

(3) : vapeur sèche surchauffée

(point A) : vapeur sèche saturée

(4) liquide saturé

(3) → (4) condensation du gaz.

(5) liquide sous-refroidi.

Quantité de chaleur q_c échangée par kilogramme de fluide entre ces deux états (3) et (5) :

$$h_3 = 437 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ (lecture graphe état (3)) ; } h_5 = 245 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ (lecture graphe état (5))}$$

Ecrire le premier principe de la thermodynamique entre l'état (3) et l'état (5)

$$W_{35} + Q_{35} = h_5 - h_3.$$

La transformation étant isobare : $W_{35} = 0$

$$\text{d'où } Q_{35} = h_5 - h_3 = -192 \text{ kJ kg}^{-1}.$$

valeur négative, le fluide cède de la chaleur au milieu extérieur.

Quantité de chaleur q_f échangée avec l'air pulsé vers l'habitable par kilogramme de fluide au niveau de l'évaporateur (entre les états (6) et (2)) :

$$h_6 = 245 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ (lecture graphe état (6)) ; } h_2 = 415 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ (lecture graphe état (2))}$$

Ecrire le premier principe de la thermodynamique entre l'état (6) et l'état (2)

$$W_{62} + Q_{62} = h_2 - h_6.$$

La transformation étant isobare : $W_{62} = 0$

$$\text{d'où } Q_{62} = h_2 - h_6 = +170 \text{ kJ kg}^{-1}.$$

valeur positive, le fluide reçoit de la chaleur du milieu extérieur.

Puissance frigorifique P_2 produite par la climatisation automobile :

Puissance (kW) = débit massique (kg s^{-1}) * énergie massique (kJ kg^{-1})

$$P = 0,13 * 170 = 22 \text{ kW}.$$

C - Efficacité de l'installation

Coefficient de performance de l'installation :

puissance gagnée P_2 divisée par la puissance investie $P_1 = 22/2,9 = 7,6$

[retour](#) - [menu](#)