

## T.D. DE THERMODYNAMIQUE

### EXERCICE 1:

On admet la relation  $T \text{ (K)} = \theta \text{ (}^\circ\text{C)} + 273$

Une installation frigorifique comporte une chambre froide dont les produits sont maintenus à une température de  $-15^\circ\text{C}$ , alors que la température extérieure est de  $18^\circ\text{C}$ . On ne s'intéressera qu'au régime permanent et on supposera que le groupe fonctionne de façon réversible suivant un cycle de Carnot.

On utilisera les indices "c" et "f" pour les quantités de chaleur se rapportant respectivement à la source chaude et à la source froide. Elles seront prises algébriquement et considérées comme positives si elles sont reçues par le fluide.

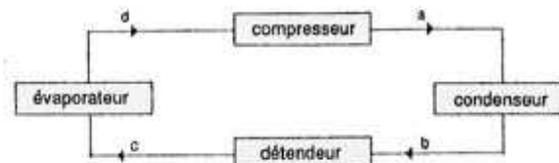
W et Q désigneront respectivement le travail et la quantité de chaleur échangés avec le fluide réfrigérant.

1. Sur le schéma indiquer : près des traits de liaison, les lettres W,  $Q_c$ ,  $Q_r$  qui conviennent le signe de W,  $Q_c$ ,  $Q_r$  en précisant, qui fournit  $|W|$ ,  $|Q_c|$ ,  $|Q_r|$  ; attribuer à chacune des sources de chaleur son nom : évaporateur ou condenseur.
2.
  1. Calculer les pertes par condition thermique à travers les parois de la chambre froide dont le coefficient de transmission thermique global est  $300 \text{ W.K}^{-1}$
  2. En déduire la quantité de chaleur  $|Q_r|$  prise à la source froide en une heure.
  3. On admettra que  $|Q_r| = 36 \times 10^3 \text{ KJ/h}$ . Sachant que toutes les transformations sont considérées comme réversibles, en appliquant l'égalité de Clausius relative à un cycle de Carnot, calculer la quantité de chaleur  $Q_c$  échangée avec la source chaude en une heure.
  4. Appliquer le premier principe et en déduire la puissance minimale qui doit être fournie par le compresseur pour maintenir constante la température de la chambre froide.
  5. Calculer l'efficacité théorique  $\Sigma$  du groupe frigorifique. L'efficacité réelle est assez inférieure. Pourquoi ?

### EXERCICE 2:

Le but de l'exercice est l'étude du fonctionnement réel d'une machine frigorifique.

Le schéma de principe d'une machine à froid par compression peut être ramené à :

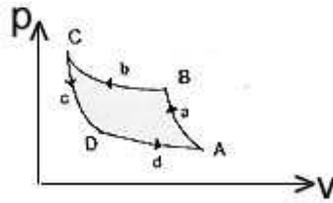


Le fluide caloporteur utilisé peut être considéré comme un gaz parfait de capacités thermiques molaires :

$$C_p = 35,61 \text{ J.mol}^{-1}\text{K}^{-1} \quad C_v = 27,30 \text{ J.mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

On donne aussi :  $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$   $\gamma = 1,304$ .

1. Dans un premier temps, on suppose que le système fonctionne selon un cycle réversible entre les températures  $T_1 = 269 \text{ K}$  et  $T_3 = 298 \text{ K}$ . Le cycle peut être alors schématisé dans le diagramme de Clapeyron par :



Où (a) et (c) sont adiabatiques réversibles, et (b) et (d) deux isothermes.

On appelle coefficient de performance (ou efficacité) la quantité :  $E = Q_d/W$

1. Etablir que dans notre cas, ce coefficient devient  $e = T_1/T_3 - T_1$
2. Calculer ce coefficient.
3. Le système réel étudié maintenant peut être représenté par deux adiabatiques réversibles (a) et (c) et deux isobares (b) et (d), respectivement à  $P_1 = 2.10^5 \text{ Pa}$  et  $P_2 = 7.10^5 \text{ Pa}$ .

En régime permanent, la machine frigorifique est en liaison avec une source chaude à la température  $T_3 = 298 \text{ K}$  et une source froide à la température  $T_1 = 269 \text{ K}$ .

1. Calculer le volume, la pression et la température à chaque étape du cycle
2. Calculer le nombre de moles de fluide.

*Ne pas oublier de recopier le tableau sur la copie avant de le compléter et de donner les formules littérales pour justifier les calculs faits.*

	A	B	C	D
P (Pa)	$2.10^5$	$7.10^5$		
V ( $\text{m}^3$ )	$6.10^{-3}$			
T (K)	269		298	
N (mol)				

1. Calculer le travail échangé par le fluide avec le milieu extérieur, au cours de chaque étape. En déduire le travail échangé par le fluide avec le milieu extérieur au cours du cycle.
2. Calculer les quantités de chaleur  $Q_d$  et  $Q_f$  échangées par le fluide avec le milieu extérieur.

Calculer le coefficient de performance de la machine.