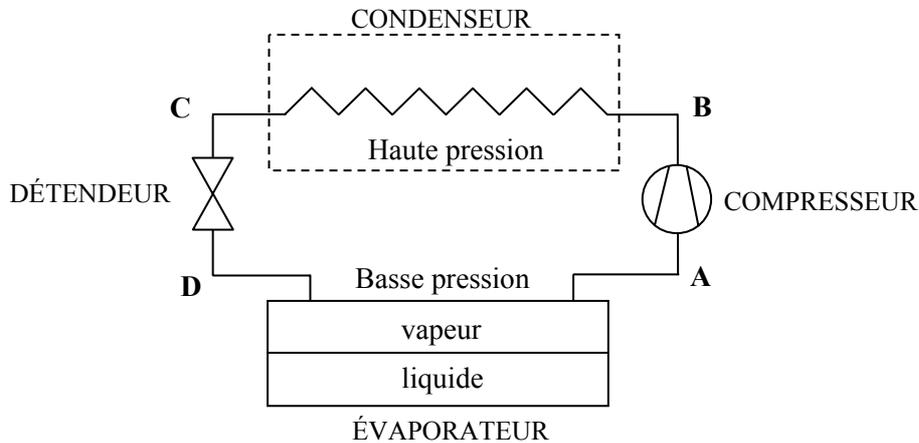


BTS FEE 2009 : physique thermodynamique (8 pts)

Principe d'une machine frigorifique

On réalise une machine frigorifique réversible dont le schéma simplifié est donné ci-dessous :



Le fluide frigorigène subit les transformations réversibles suivantes :

◆ en A, la vapeur saturée, est à la température $T_1 = 243 \text{ K}$ et à la pression $p_1 = 1,51 \text{ bar}$. Elle est comprimée adiabatiquement jusqu'à la pression $p_2 = 5,67 \text{ bar}$ (trajet A-B sur le schéma ci-dessus). On note T_2 la température du fluide en B.

◆ La vapeur sèche subit une transformation isobare dans le condenseur jusqu'à liquéfaction totale (trajet B-C).

◆ En C, le fluide est à l'état de liquide saturé à la température $T_3 = 293 \text{ K}$. Il est détendu de manière isenthalpique jusqu'à la pression p_1 (trajet C-D).

◆ Enfin, le fluide entre dans l'évaporateur où le liquide restant se transforme en vapeur saturée à la température $T_1 = 243 \text{ K}$ (trajet D-A).

Données :

Le fluide dans son état gazeux se comporte comme un gaz parfait.

Rapport des chaleurs massiques : $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = 1,2$.

Capacité thermique massique à pression constante du gaz : $c_p = 480 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Point	A	B	C	D
T (K)	$T_1 = 243 \text{ K}$	T_2	$T_3 = 293 \text{ K}$	$T_1 = 243 \text{ K}$
p (bar)	1,51	5,67	5,67	1,51
h (kJ.kg ⁻¹)	338	h_B	219	h_D

1° question : Sur la figure du document annexe (à rendre avec la copie), choisir les couples de grandeurs (p, v) ; (p, h) et (T, s) adaptés à chaque graphe et placer les grandeurs sur les axes correspondants.

Placer les points A, B, C et D sur chacun des trois graphes.

2° question : La pression de la vapeur sèche à la sortie du compresseur est $p_2 = 5,67 \text{ bar}$.

Montrer que la température T_2 du fluide en fin de compression est égale à 303 K.

3° question : En utilisant le premier principe de la thermodynamique, établir l'expression du travail massique fourni par le compresseur au fluide (travail de transvasement) en fonction de c_p , des températures T_1 et T_2 puis faire l'application numérique.

4° question : En déduire la valeur de l'enthalpie massique du fluide au point B.

5° question : Exprimer littéralement la quantité de chaleur massique cédée par le fluide, entre les points B et C, en fonction de c_p , T_2 , T_3 et L (chaleur latente de liquéfaction à la température T_3).

Faire l'application numérique en prenant $L = -143 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

6° question : On donne l'enthalpie massique du liquide saturé à la pression $p_1 = 1,51 \text{ bar}$ et à la température $T_1 = 243 \text{ K}$: $h_{\text{liq}} = 173 \text{ kJ.kg}^{-1}$..

- Déterminer l'enthalpie massique du fluide au point D.
- Déterminer le titre vapeur x_v en ce point.

7° question : Exprimer l'efficacité de ce système réfrigérant en fonction des enthalpies massiques h_A , h_B et h_D .

Faire l'application numérique.

Annexe :

