

Corrigé : Thermodynamique du BTS FEE 2006

1° question : La relation de Laplace utilisée est : $P^{1-\gamma} \cdot T^\gamma = \text{Cte}$; on obtient : $P_1^{1-\gamma} \cdot T_1^\gamma = P_2^{1-\gamma} \cdot T_2^\gamma$

puisque la compression est adiabatique et réversible.

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

$$\text{A.N.: } T_2 \cong 350 \text{ K}$$

2° question : Dans le condenseur, la transformation du fluide est isobare de sorte que la chaleur massique reçue par ce fluide est égale à sa variation d'enthalpie massique :

$$Q_{23} = h_3 - h_2 \quad \text{avec : } Q_{23} = q_a + q_b$$

■ q_a : chaleur reçue par le fluide gazeux ; on peut le considérer comme un gaz parfait qui évolue de la température T_2 jusqu'à la température T_3 et l'on a : $q_a = c_p (T_3 - T_2)$

■ q_b : chaleur reçue par le fluide lors de sa condensation, à température constante : $q_b = -L_{v3} \cong -1170 \text{ kJ / kg}$.

$$Q_{23} = c_p (T_3 - T_2) - L_{v3}$$

$$\text{A.N.: } Q_{23} \cong -1280 \text{ kJ / kg}$$

La chaleur reçue par le fluide est négative ; le fluide fournit de la chaleur à l'extérieur ; on peut donc *admettre* que l'extérieur se trouve à une température inférieure à T_3 car la chaleur « s'écoule » du corps chaud vers le corps plus froid.

3° question : Dans l'évaporateur, la chaleur reçue par le fluide gazeux est positive ce qui indique que le fluide reçoit effectivement de la chaleur. Comme celle-ci passe du corps chaud au corps froid, on peut donc *admettre* que l'extérieur se trouve à une température supérieure à T_4 car la chaleur « s'écoule » du corps chaud vers le corps plus froid.

4° question : Le premier principe est appliqué à l'unité de masse de fluide pour un cycle :

$$W + Q_{23} + Q_{41} = (\Delta U)_{\text{cycle}}$$

$(\Delta U)_{\text{cycle}} = 0$ puisque l'énergie interne est une fonction d'état.

On en déduit : $W = -(Q_{23} + Q_{41})$

$$\text{A.N.: } W \cong 175 \text{ kJ / kg}$$

Remarque : Q_{12} est nulle car la compression est adiabatique ; $Q_{34} = 0$ car la détente est suffisamment rapide pour que l'on puisse considérer que le fluide n'échange pas de chaleur avec l'extérieur.

Remarque : La détente est considérée, dans le texte comme adiabatique et réversible (donc isentropique) et ceci est clairement indiqué sur le diagramme entropique ; c'est un modèle un peu simpliste puisque le laminage est irréversible !

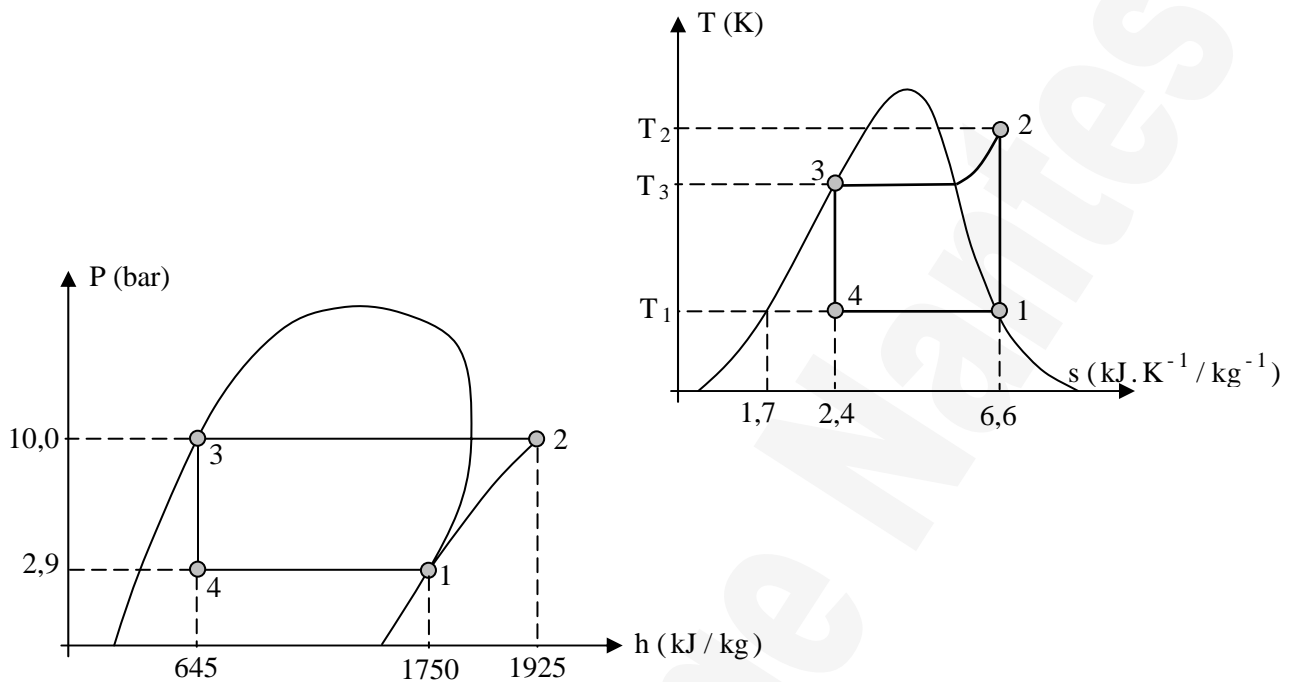
5° question : Un kilogramme de fluide retire la chaleur Q_{41} au local et reçoit un travail mécanique W ; le

coefficient de performance s'écrit donc : $\text{COP} = \frac{Q_{41}}{W}$

$$\text{A.N.: } \text{COP} \cong 6,3$$

6° question :

a) voir les diagrammes complétés.



b)

♦ Dans l'évaporateur, la transformation du fluide est isobare de sorte que la chaleur massique reçue par ce fluide est égale à sa variation d'enthalpie massique :

$$Q_{41} = h_1 - h_4 \quad \text{avec : } h_1 \cong 1750 \text{ kJ / kg et } h_4 = h_3 \cong 645 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{A.N. : } Q_{41} \cong 1105 \text{ kJ / kg}$$

♦ Dans le condenseur, la transformation du fluide est isobare de sorte que la chaleur massique reçue par ce fluide est égale à sa variation d'enthalpie massique :

$$Q_{23} = h_3 - h_2 \quad \text{avec : } h_2 \cong 1925 \text{ kJ / kg et } h_3 \cong 645 \text{ kJ / kg}$$

$$\text{A.N. : } Q_{41} \cong -1280 \text{ kJ / kg}$$

♦ Le premier Principe, pour les fluides en écoulement dans une machine (en régime permanent) s'écrit : $W_{tr} + Q = \Delta h$

avec : W_{tr} : travail fourni par les parties mobiles de la machine dans laquelle transite le fluide.

■ Au niveau du compresseur : $W_{tr12} + Q_{12} = h_2 - h_1$ avec : $Q_{12} = 0$ puisque la compression est adiabatique.

Le travail fourni W_{tr12} par les parties mobiles du compresseur au kilogramme de fluide est donc égal à $h_2 - h_1$.

■ Au niveau de la vanne de détente comme au niveau du condenseur et de l'évaporateur, il n'y a pas de parties mobiles ; le fluide n'y reçoit aucun travail « de transvasement ».

■ Le travail total reçu par le fluide, au cours d'un cycle est donc : $W = W_{tr12} = h_2 - h_1$

$$h_2 \cong 1925 \text{ kJ / kg et } h_1 \cong 1750 \text{ kJ / kg} \quad \text{A.N. : } W \cong 175 \text{ kJ / kg}$$