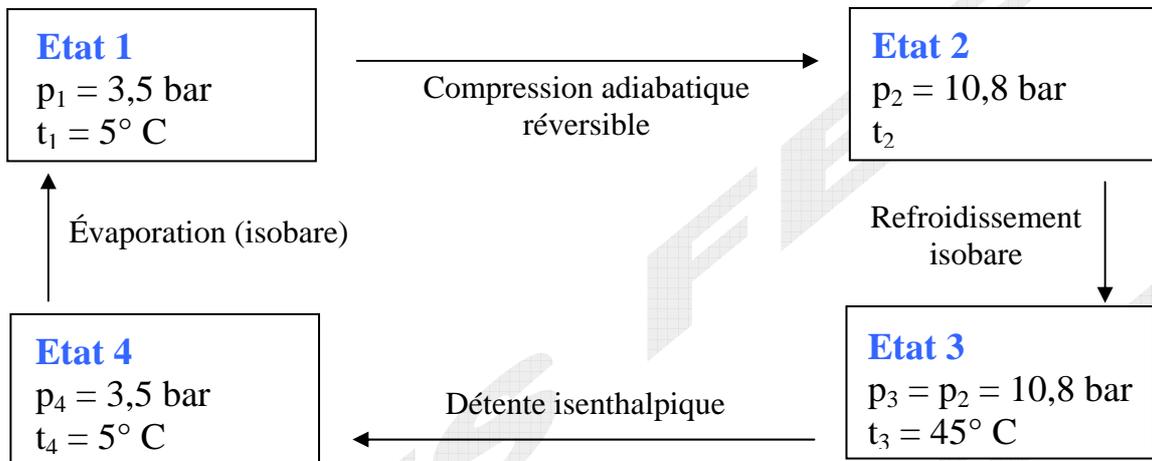


Corrigé de l'épreuve de thermodynamique du BTS 2002



1° question :

a) L'équation d'état des gaz parfaits s'écrit : $p V = m r T$

Unités des grandeurs :
 p en Pa (en pascals)
 m en kg
 T en K (en degrés Kelvin)
 V en m^3
 R en $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$

b) Le gaz (supposé parfait) occupe le volume V_1 dans l'état 1.

$$V_1 = \frac{m r T_1}{p_1} \quad \text{A.N. : } V_1 = 54,7 \text{ L}$$

c) La relation de Laplace qui lie les volumes et les pressions s'écrit : $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$.

On en déduit, successivement : $\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma = \frac{p_1}{p_2}$ puis $\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma \times \frac{1}{\gamma}} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$ et,

enfin : $\frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$

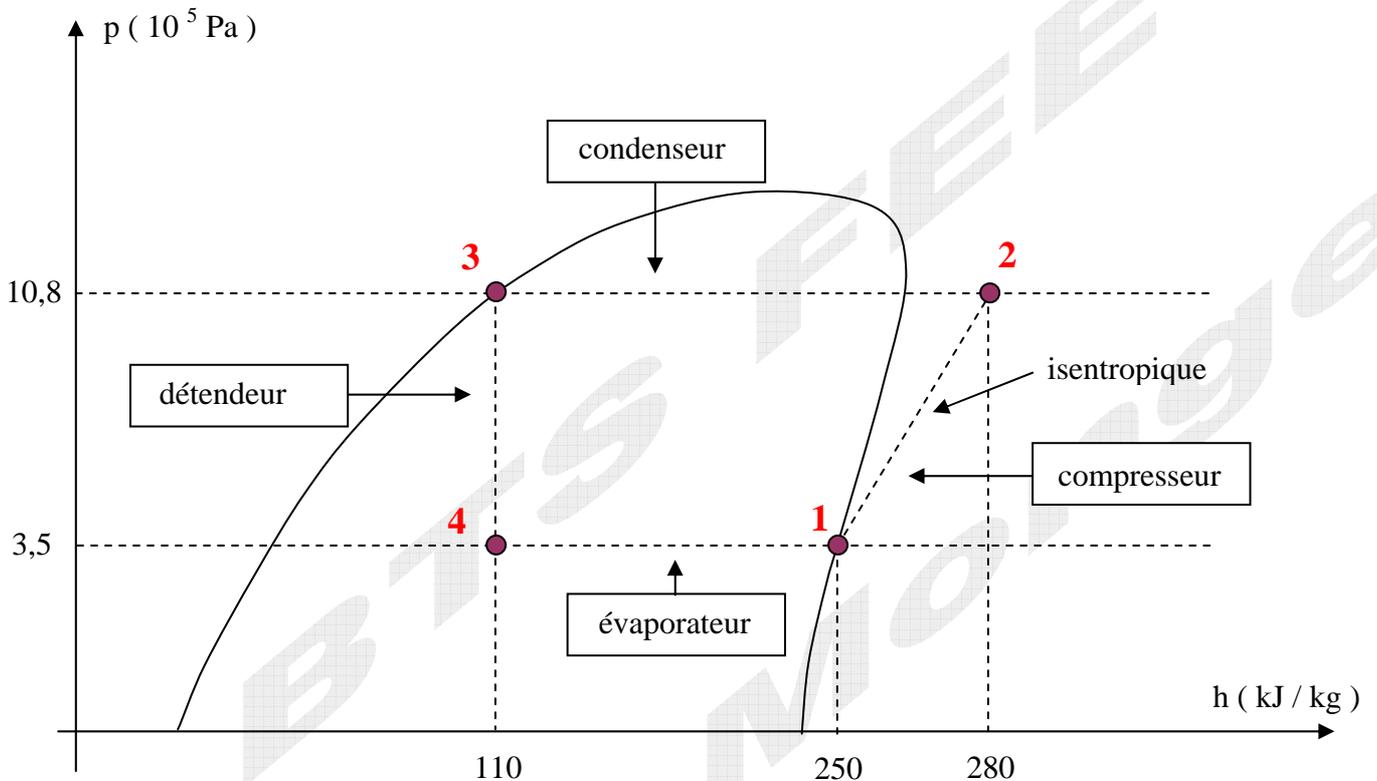
On obtient : $V_2 = V_1 \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \quad \text{A.N. : } V_2 = 21,4 \text{ L}$

d) Calcul de T_2 : $T_2 = \frac{p_2 V_2}{m r}$

A.N. : $T_2 = 336 \text{ K}$

soit : A.N. : $t_2 = 63 \text{ }^\circ\text{C}$

2° question :



b) Le fluide reçoit du travail « de transvasement » de la part du compresseur. C'est, en effet le seul élément du circuit qui comporte des parties mobiles !

Remarque : Par contre, le fluide reçoit du travail au niveau du compresseur, de l'évaporateur, du condenseur, etc... !

L'enthalpie du fluide augmente au cours de la compression ; le fluide reçoit un travail « de transvasement » **positif**. Soit w_{tr12} le travail massique « de transvasement » reçu par le fluide.

Le Premier Principe pour les fluides en écoulement s'écrit : $q_{12} + w_{tr12} = h_2 - h_1$

q_{12} : chaleur reçue par le fluide lors de son évolution de l'état 1 vers l'état 2.

w_{tr12} : travail massique « de transvasement » reçu par le fluide lors de son évolution de l'état 1 vers l'état 2.

$h_2 - h_1$: variation de l'enthalpie massique du fluide lors de son évolution de l'état 1 vers l'état 2.

Pour cette compression adiabatique, on a : $q_{12} = 0$ et, par conséquent : $w_{tr12} = h_2 - h_1$

La variation d'enthalpie massique du fluide est lue sur le diagramme ; on obtient : $w_{tr12} = 30 \text{ kJ.kg}^{-1}$

Remarque : La variation d'enthalpie massique peut également s'écrire (hypothèse du gaz parfait) :

$$h_2 - h_1 = \frac{\gamma r}{\gamma - 1} (T_2 - T_1)$$

Dans ce cas, le calcul donne : $w_{tr12} \cong 24 \text{ kJ.kg}^{-1}$

c) La condensation d'un fluide fournit de la chaleur à l'extérieur. Le fluide fournit de la chaleur à l'extérieur au niveau du condenseur.

Soit q_{23} la chaleur massique reçue par le fluide (elle est négative) et $q = -q_{23}$ la chaleur massique rejetée à l'extérieur.

L'évolution du fluide étant isobare, on peut écrire : $q = h_2 - h_3$

La lecture du diagramme donne : $q = 170 \text{ kJ.kg}^{-1}$

d) Le fluide reçoit (réellement) de la chaleur entre l'état 4 et l'état 1. L'évaporation d'un corps nécessite, effectivement, de la chaleur.

L'évolution étant isobare, la chaleur massique reçue par le fluide est égale à sa variation d'enthalpie massique ; on note : $q_{41} = h_1 - h_4$ $q_{41} = 140 \text{ kJ.kg}^{-1}$

e) * Définition :

La chaleur massique effectivement reçue par le fluide (q_{41}) est retirée à l'extérieur ; pour le système frigorifique, c'est la « recette ».

Le travail massique fourni au fluide au cours d'un cycle (w_{cycle}) représente la « dépense ». On montre, **pour ce cycle particulier**, que l'on a : $w_{cycle} = w_{tr12}$ (voir annexe).

On obtient : $\text{C.O.P.} = \frac{q_{41}}{w_{cycle}} = \frac{q_{41}}{w_{tr12}}$

* A.N. : C.O.P. = 4,7 (en prenant $w_{tr12} = 30 \text{ kJ.kg}^{-1}$)

Annexe :

□ Le Premier Principe pour les fluides en écoulement, s'écrit : $w_{tr\ cycle} + q_{cycle} = (\Delta h)_{cycle}$

L'enthalpie massique (h) est une fonction d'état de sorte que l'on a : $(\Delta h)_{cycle} = 0$

soit : $w_{tr\ cycle} + q_{cycle} = 0$ (relation a)

Le travail « de transvasement » représente le travail reçu par le fluide de la part des parties mobiles des machines dans lesquelles il évolue. Ici, le fluide ne reçoit du travail « de transvasement » que de la part du compresseur : $w_{12\text{ tr}} = w_{\text{tr cycle}}$.

□ Le Premier Principe s'écrit également : $w_{\text{cycle}} + q_{\text{cycle}} = (\Delta u)_{\text{cycle}}$.

Dans cette expression, w_{cycle} représente le travail massique total reçu par le fluide au cours d'un cycle.

Comme l'énergie interne massique est aussi une fonction d'état, on a : $(\Delta u)_{\text{cycle}} = 0$ soit :

$w_{\text{cycle}} + q_{\text{cycle}} = 0$ (relation b).

□

La comparaison des relations a et b montre que le travail massique total reçu par le fluide, au cours d'un cycle quelconque est bien égal au travail massique total « de transvasement » reçu par le fluide au cours du cycle.

Pour le cycle étudié ici, le seul travail de transvasement reçu par le fluide est le travail calculé à la question 2°) b) de sorte que l'on a : $w_{\text{cycle}} = w_{\text{tr } 12}$.