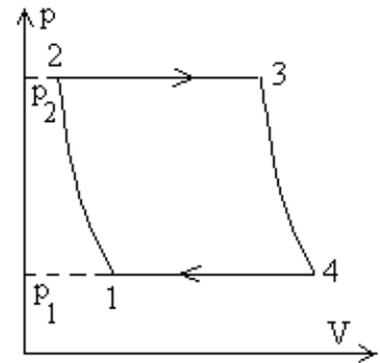


## EXERCICE 1 Cycle de Brayton (Turbine à gaz)

Soit une machine thermique utilisant comme fluide l'air assimilé à un gaz parfait diatomique de masse molaire = 29g. Cette machine fonctionne selon le cycle de la figure ci-contre, dit cycle de Joule Brayton composé de deux adiabatiques 1 → 2 et 3 → 4 et de deux isobares 2 → 3 et 4 → 1 au cours desquelles le gaz se met progressivement en équilibre de température avec la source chaude à température  $T_3$  ou la source froide à  $T_1$ .

A l'état 1, la pression est  $p_1=10^5\text{N/m}^2$  et la température est  $T_1=300\text{K}$ . A l'état 3, la pression est  $p_2=5.10^5\text{N/m}^2$  est et la température est  $T_3=500\text{K}$ .



1) Les évolutions 1 → 2 et 3 → 4 étant réversibles, trouver une relation entre  $T_1, T_2, T_3$ , et  $T_4$ . Calculer  $T_2$  et  $T_4$ .

2) Calculer pour une mole de gaz la quantité de chaleur  $Q_{23}$  échangée

3) Calculer le travail  $W$  échangé par une mole au cours du cycle, en déduire le rendement de ce cycle. Comparer ce rendement à celui qu'on obtiendrait si la machine fonctionnait selon le cycle de Carnot entre les mêmes sources aux températures  $T_1$  et  $T_3$ .

$$1 \quad T_2 = T_1 \left( \frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \quad \text{et} \quad T_4 = T_3 \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \quad \text{AN} \quad T_2 = 475,1 \text{ K} \quad \text{et} \quad T_4 = 315,7 \text{ K}$$

$$2 \quad Q_{23} = C_{pM} (T_3 - T_2) \quad \text{AN} \quad Q_{23} = 724,6 \text{ J}$$

$$3 \quad -W = C_{pM} (T_3 - T_2 + T_1 - T_4)$$

$$\text{Rendement} \quad r = -\frac{W}{Q_{23}} = 1 + \frac{Q_{41}}{Q_{23}} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} = 0,37$$

Rendement de Carnot

$$r_c = 1 - \frac{T_1}{T_3} = 0,4$$

Le rendement de Carnot est évidemment supérieur, de relativement peu puisque les températures évoluent peu suivant les transformations isobares où il y a échanges de chaleur.

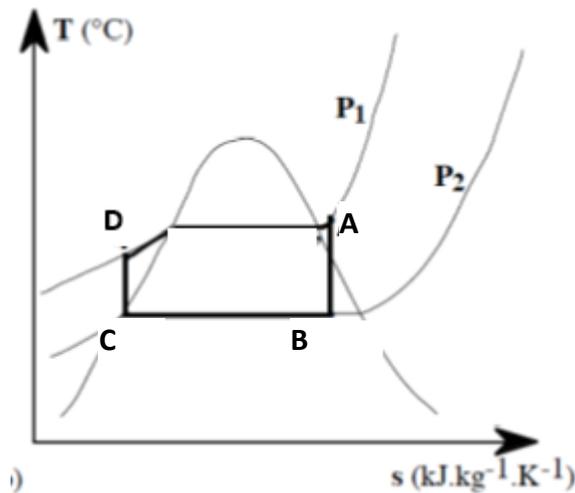
## EXERCICE 2 Cycle de HIRN (Rankine avec surchauffe ; turbine à vapeur)

On considère le cycle suivant décrit par une masse d'eau égale à  $m = 1 \text{ kg}$ .

De la vapeur surchauffée, à la pression  $P_1 = 1.6 \text{ MPa}$  et  $T_1 = 250^\circ\text{C}$  est introduite dans une turbine où elle se détend isentropiquement jusqu'à une pression  $P_2 = 0,1 \text{ MPa}$ . Cette évolution sera notée (A B). L'eau est alors évacuée dans un condenseur où la condensation s'achève à la pression  $P_2$  (évolution B C).

Une pompe élève ensuite la pression de l'eau de façon isentropique de  $P_2$  à  $P_1$  (évolution C D) puis l'eau est chauffée et vaporisée dans la chaudière pression constante  $P_1$  (évolution D A).

1. Dans un diagramme (T, S), représenter le cycle A B C D A.



2. A l'aide des tables thermodynamiques, calculer :

- a. Le travail de la turbine  $W_{\text{turbine}}$ .

Des tables on a  $h_A = 2912,2 \text{ kJ/kg}$

$$x_B = \frac{s_B - s_{cf}}{s_{cg} - s_{cf}} = \frac{6,776 - 1,3026}{7,3594 - 1,3026} = \frac{h_B - h_{cf}}{h_{cg} - h_{cf}} = 0,88 \rightarrow h_B = 2417 \text{ kJ/kg}$$

$$W_t = h_A - h_B = 501,42 \text{ kJ/kg}$$

- b. La quantité de chaleur  $Q_c$  reçue par la masse d'eau dans la chaudière.

$$Q_c = h_A - h_{cl} = 2501,42 \text{ kJ/kg}$$

3. En négligeant le travail de la pompe, Calculer le rendement de ce cycle moteur.

$$\eta = \frac{W_t}{Q_c} = 0,2$$

4. On remarque que ce rendement est très petit, il est égal à environ 0.2, quelles solutions proposez-vous pour l'augmenter ?

2 Solutions

- Augmenter TA