

Niveau : 1<sup>ère</sup> année Master Génie des Procédés des Matériaux  
 Responsable de la matière : Dr. Réda KHAMA

## Corrigé type de l'examen de rattrapage

Matière : Thermodynamique appliquée (Examen du 05/02/2023)

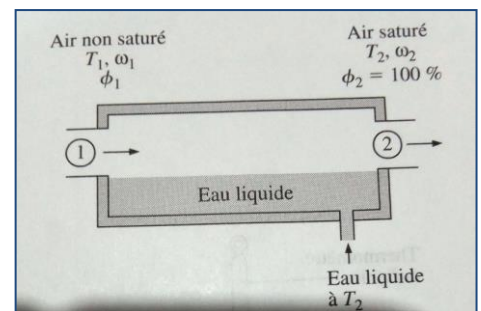
### Questions de cours

(07 points)

1. Schématisation de l'évolution dans le saturateur adiabatique :

Évolution de saturation adiabatique  
 (saturateur adiabatique). ..... ((1.00 pt))

..... ((1.00 pt))



2. La température  $T_2$  est la température de saturation adiabatique.

3. Bilan massique pour l'air sec :  $\dot{m}_{a1} = \dot{m}_{a2} = \dot{m}_a$  ..... ((1.00 pt))

Bilan massique pour l'eau :  $\dot{m}_{v1} + \dot{m}_f = \dot{m}_{v2}$  ..... ((1.00 pt))

En d'autres termes, le débit massique de vapeur dans l'air  $\dot{m}_v$  augmente selon le taux d'évaporation d'eau  $\dot{m}_f$ . On peut réécrire cette dernière expression à l'aide des humidités absolues comme :

$$\dot{m}_a w_1 = \dot{m}_f = \dot{m}_a w_2$$

$$\dot{m}_f = \dot{m}_a (w_2 - w_1)$$

4. Bilan énergétique global :  $\dot{E}_{in} = \dot{E}_{out}$  ..... ((0.50 pt))

soit  $\dot{m}_a h_1 + \dot{m}_f h_{f2} = \dot{m}_a h_2$  ..... ((1.00 pt))

ou encore  $\dot{m}_a h_1 + \dot{m}_a (w_2 - w_1) h_{f2} = \dot{m}_a h_2$  ..... ((0.50 pt))

5. Dédution de l'expression de  $w_1$  :

En divisant l'équation précédente par le débit d'air sec  $\dot{m}_a$ , on obtient :

$$h_1 + (w_2 - w_1) h_{f2} = h_2$$

ou encore

$$(c_p T_1 + w_1 h_{g1}) + (w_2 - w_1) h_{f2} = (c_p T_2 + w_2 h_{g2})$$

ce qui donne  $w_1 = \frac{c_p (T_2 - T_1) + w_2 h_{g2}}{h_{g1} - h_{f2}}$  ..... ((1.00 pt))

## Exercice 1

(05 points)

À l'aide du diagramme psychrométrique, on trouve : ..... ((0.50 pt))

a. Humidité absolue :  $w = 0.0081$  kg d'eau/kg d'air sec ..... ((0.50 pt))

b. Enthalpie spécifique :  $h = 45.69$  kJ/kg d'air sec ..... ((0.50 pt))

c. Température humide :  $T_h = 16.25$  °C ..... ((0.50 pt))

d. Température de rosée :  $T_r = 10.48$  °C ..... ((0.50 pt))

e. Volume massique :  $v = 0.85$  m<sup>3</sup>/kg d'air sec ..... ((0.50 pt))

Représentation sur le diagramme psychrométrique ..... ((1.00 pt))

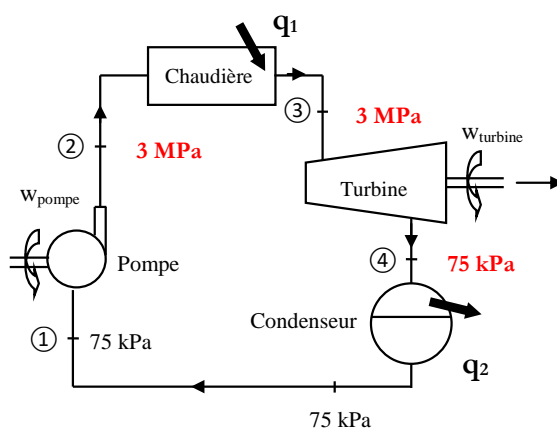
À partir de la table thermodynamique A4, on a : ..... ((0.50 pt))

f. Pression de vapeur saturante :  $P_{Vsat} = 3.1698$  kPa ..... ((0.50 pt))

## Exercice 2

(08 points)

1. Schéma détaillé de la centrale thermique : ..... ((2.00 pts))



**Détail :**

Les 4 points : ..... ((0.125 X 4 = 0.50 pt))

Les 4 éléments (Pompe – Chaudière – Turbine – Condenseur) : ..... ((0.125 X 4 = 0.50 pt))

Les 3 emplacements des pressions : ..... ((0.125 X 3 = 0.375 pt))

$q_1$  et  $q_2$  : ..... ((0.125 X 2 = 0.25 pt))

$W_{pompe}$  et  $W_{turbine}$  : ..... ((0.125 X 2 = 0.25 pt))

Sens du cycle : ..... ((0.125 pt))

2. Transformations thermodynamiques qui composent le cycle de la figure 2 :

① - ② : Compression isentropique dans la pompe. .... ((0.50 pt))

② - ③ : Apport de chaleur à pression constante dans la chaudière. .... ((0.50 pt))

③ - ④ : Détente isentropique dans la turbine. .... ((0.50 pt))

④ - ① : Évacuation de chaleur à pression constante dans le condenseur. .... ((0.50 pt))

3. État physique du fluide aux différents points du cycle thermodynamique :

① : Liquide saturé. .... ((0.50 pt))      ② : Liquide comprimé. .... ((0.50 pt))

③ : Vapeur surchauffée ..... ((0.50 pt))      ④ : Mélange (Vapeur + Liquide). .... ((0.50 pt))

4. À partir de la table thermodynamique A5, on a : ..... ((0.25 pt))

$$T_1 = 91.76 \text{ °C} = 91.76 + 273 = 364.76 \text{ K} \quad \text{..... ((0.25 pt))}$$

$$h_1 = 384.44 \text{ kJ/kg} \quad \text{..... ((0.25 pt))}$$

$$v_1 = 0.001037 \text{ m}^3/\text{kg} \quad \text{..... ((0.25 pt))}$$

5. Déduction du travail de la pompe ( $w_{\text{pompe}}$ ), en kJ/kg :

$$w_{\text{pompe}} = v_1 (P_2 - P_1) \quad \text{..... ((0.50 pt))}$$

Application numérique :

$$w_{\text{pompe}} = 0.001037 (3000 - 75)$$

$$w_{\text{pompe}} = 3.033225 \text{ kJ/kg} \quad \text{..... ((0.50 pt))}$$