

## MCG 2535 - THERMODYNAMIQUE I

Examen Final  
7 Décembre 2005  
Prof. R. Milane

Durée: 3 heures  
Page 1 de 5

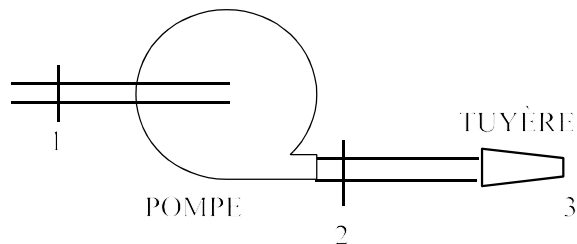
---

Livre fermé. Toutes les calculatrices sont permises. Les tables des propriétés de l'eau sont fournies. Des données et des expressions sont fournies à la fin du texte.

---

1)( 7 notes ) Le schéma montre une pompe qui reçoit de l'eau liquide à  $T_1 = 15^\circ\text{C}$  et  $P_1 = 100 \text{ kPa}$ . La pression à la sortie de la pompe est  $P_2 = 465 \text{ kPa}$ . L'eau est ensuite admise dans une tuyère ayant un diamètre de sortie  $D_3 = 1 \text{ cm}$ . À la sortie de la tuyère la pression est  $P_3 = 100 \text{ kPa}$  et la température  $T_3 = 15^\circ\text{C}$ . En supposant que l'énergie cinétique est négligeable sauf à la sortie de la tuyère et que l'évolution dans la pompe est réversible, calculez:

- a) le travail requis par la pompe en kJ/kg,
- b) la vitesse à la sortie de la tuyère  $V_3$ ,
- c) et le débit massique.



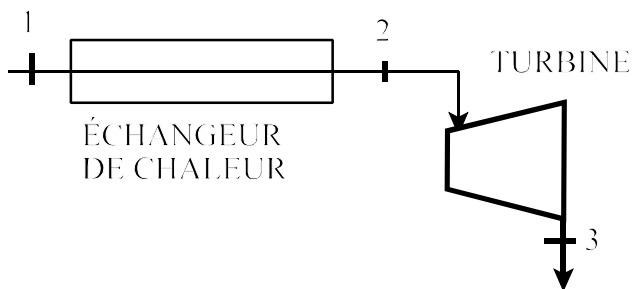
## MCG 2535 - THERMODYNAMIQUE I

Examen Final  
7 Décembre 2005  
Prof. R. Milane

Durée: 3 heures  
Page 2 de 5

2)(9 notes) Le schéma montre une partie d'un système utilisée dans la réfrigération de la cabine d'un avion. De l'air à  $P_1 = 200$  kPa et  $T_1 = 107$  °C rentre dans un échangeur de chaleur où il est refroidi à pression constante jusqu'à  $T_2 = 47$  °C. Ensuite l'air se détend à travers une turbine adiabatique réversible jusqu'à  $P_3 = 95$  kPa où il est ensuite admis dans la cabine. Le débit massique de l'air est 1.5 kg/s.

- a) Calculez la puissance fournie par la turbine.
- b) Calculez la chaleur cédée par l'échangeur de chaleur.
- c) En supposant la turbine est irréversible et que son rendement isentropique est 75%, calculez la température  $T_3$ .



## MCG 2535 - THERMODYNAMIQUE I

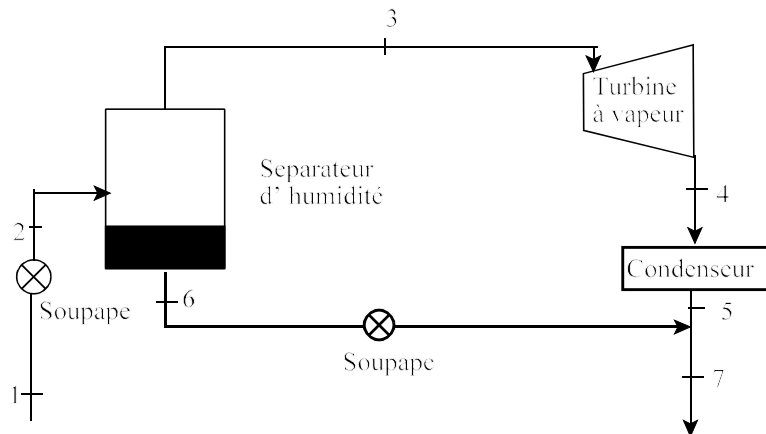
Examen Final  
7 Décembre 2005  
Prof. R. Milane

Durée: 3 heures  
Page 3 de 5

3) ( 17 notes) Le croquis montre le schéma simplifié d'une centrale géothermique produisant de l'énergie en utilisant de l'eau chaude souterraine ayant un débit de  $m_1 = 230 \text{ kg/s}$ . La vapeur est obtenue en étranglant l'écoulement à travers une soupape avant qu'elle rentre dans le séparateur d'humidité. Ensuite toute la vapeur se détend dans une turbine et passe dans un condenseur. Le liquide sortant du séparateur passe par une soupape et il est ensuite mélangé avec l'écoulement provenant du condenseur. Les données suivantes sont utilisées:

1.  $T_1 = 230^\circ\text{C}$ , liquide saturé
2.  $P_2 = 500 \text{ kPa}$
4.  $P_4 = 10 \text{ kPa}$ ,  $x_4 = 0.9$
5. Liquide saturée

- a) Calculez le débit  $m_3$  à travers la turbine.
- b) Calculez la puissance fournie par la turbine.
- c) Calculez le rendement isentropique de la turbine.
- d) Calculez la température  $T_7$ .



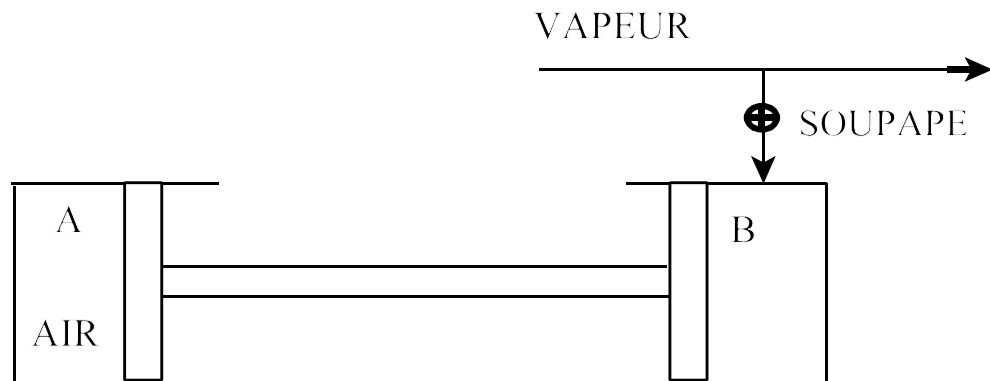
## MCG 2535 - THERMODYNAMIQUE I

Examen Final  
7 Décembre 2005  
Prof. R. Milane

Durée: 3 heures  
Page 4 de 5

4) ( 11 notes) Le croquis montre un compresseur d' air opéré à l' aide de la vapeur d'eau. Initialement, le cylindre A contient de l' air à 100 kPa et 25°C tandis que le cylindre de vapeur d'eau B a un volume initial égal à zéro. Puis la soupape est ouverte et de la vapeur saturée sèche à 0.5 MPa est admise dans le cylindre B jusqu'à ce que le système en entier soit en équilibre. Les cylindres de vapeur et d'air sont tous les deux thermiquement isolés et les évolutions dans A et B sont réversibles.

- a) Calculez le travail fait dans le cylindre B en kJ/kg (par unité de masse d'eau).
- b) Calculez le travail fait dans le cylindre A en kJ/kg (par unité de masse d' air).
- c) Calculez le rapport des masses dans A et B (  $m_A / m_B$  )



## MCG 2535 - THERMODYNAMIQUE I

Examen Final  
7 Décembre 2005  
Prof. R. Milane

Durée: 3 heures  
Page 5 de 5

---

5) (6 notes) De l'air à  $T_1 = 35 \text{ °C}$  et  $P_1 = 400 \text{ kPa}$  rentre dans un compresseur opérant en régime permanent et sort avec  $P_2 = 1800 \text{ kPa}$ . Le débit massique est de  $2 \text{ kg/s}$ . La température du milieu ambiant est  $20 \text{ °C}$ . En supposant que l'évolution dans le compresseur est isotherme et réversible calculez

- a) la chaleur échangée,
- b) et la variation nette de l'entropie pour l'évolution entière. Est-ce que l'évolution est possible?

### Expressions et données pour l'air

$$W = (P_2 V_2 - P_1 V_1) / (1-k)$$
$$s_2 - s_1 = C_{p0} \ln (T_2 / T_1) - R \ln (P_2 / P_1)$$
$$T_2 / T_1 = (P_2 / P_1)^{(k-1)/k} = (v_1 / v_2)^{k-1}$$
$$C_{p0} \text{ air} = 1.0035 \text{ kJ/kg.K}$$
$$C_{v0} \text{ air} = 0.716 \text{ kJ/kg.K}$$
$$R \text{ air} = 0.287 \text{ kJ/kg K}$$
$$k \text{ air} = 1.4$$

**Total des notes pour ces exercices: 50**

